

**Palkkataito**

# **Nykyaikainen työntutkimus Käsikirja työssä tarvittavan ajan määrittämiselle**



Copyright © Palkkatalito Oy

[www.palkkatalito.fi](http://www.palkkatalito.fi)

Tekijä: Jari Laine

Kustantaja: Palkkatalito Oy

ISBN 978-952-68188-4-9 (Nidottu)

ISBN 978-952-68188-5-6 (PDF)

# Sisällysluettelo

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Johdanto työajan mittaamiselle.....                               | 1  |
| 2. Työntutkimus kehittämismenetelmänä.....                           | 2  |
| 3. Menetelmätutkimus.....                                            | 4  |
| 3.1 Siisteys ja järjestys.....                                       | 5  |
| 3.1.1 5S kehittämisen keinona.....                                   | 6  |
| 3.2 Arvovirta.....                                                   | 8  |
| 3.3 Työnkulku.....                                                   | 9  |
| 3.4 Jalostavan työn luokittelu.....                                  | 10 |
| 3.5 Työergonomia.....                                                | 12 |
| 3.6 Työpistesuunnittelu.....                                         | 16 |
| 3.6.1 Työtason mitoitus.....                                         | 17 |
| 4. Aikatutkimukset ja -mittaukset.....                               | 20 |
| 4.1 Reaaliaika ja työnormit ajanmäärityksessä.....                   | 20 |
| 4.2 Työntutkimuksen taustatietoja.....                               | 21 |
| 4.3 Työntutkimus ja yhteistoiminta.....                              | 22 |
| 4.4 Työpäivän jakaminen eri aikalajeihin.....                        | 22 |
| 4.4.1 Tekemisaika.....                                               | 23 |
| 4.4.2 Apuaika.....                                                   | 23 |
| 4.4.3 Häiriöaika.....                                                | 24 |
| 4.4.4 Ylimääräinen tauko aika.....                                   | 24 |
| 4.5 Ajanmääritysten sovelluksia.....                                 | 25 |
| 4.5.1 Ajankäytön jakaminen jalostavaan ja ei jalostavaan työhön..... | 25 |
| 4.5.2 Vajaakuormitus (työstä johtuva odotus).....                    | 26 |
| 4.5.3 Koneajan tutkiminen.....                                       | 26 |
| 4.5.4 Materiaalinkäsittely.....                                      | 27 |
| 4.5.5 Harjaantuminen.....                                            | 27 |
| 4.5.6 Aikatutkimus vai ajanmittaus, erilaiset ajanmääritystavat..... | 28 |
| 4.5.7 Apuaikakertoimen laskenta.....                                 | 29 |
| 4.5.8 Työmäärän mitoittaminen työvuoron ajalle.....                  | 30 |
| 5 Aikatutkimustavat ja niiden suunnittelu.....                       | 31 |
| 5.1 Havainnointitutkimukset.....                                     | 32 |
| 5.1.1 Havainnointi aikatutkimuksena.....                             | 32 |
| 5.1.2 Havainnointina siisteys, järjestys ja laatu.....               | 36 |
| 5.1.3 Havainnointina ergonomia ja turvallisuus.....                  | 38 |
| 5.1.4 Tutkimustulosten analysointi.....                              | 40 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2 Jatkuvan ajankäytöntutkimus.....                                 | 45 |
| 5.2.1 Tutkimustavan valinta.....                                     | 46 |
| 5.3 Työntutkimusten suorittaminen.....                               | 49 |
| 5.3.1 Työntutkimuskellon käyttö.....                                 | 49 |
| 5.3.2 Työntutkimuksen virhelähteitä.....                             | 50 |
| 5.4 Normaaliaikatutkimus (vaihe aika- tai pysäytysaikatutkimus)..... | 53 |
| 5.5 Aikatutkimukset koneympäristössä.....                            | 56 |
| 5.5.1 Henkilön ja koneen aikatutkimus.....                           | 56 |
| 5.5.2 Tuotantolinjan tasapainotus.....                               | 56 |
| 6 Aikastandardit työn mitoituksessa.....                             | 58 |
| 6.1 Käytettävien työmenetelmien kartoitus.....                       | 61 |
| 6.2 Standardiaikalaskennan suunnittelu.....                          | 62 |
| 6.3 Työvaiheiden karkeiden standardiaikojen määrittely.....          | 66 |
| 6.4 Aikaelementeillä koelaskenta.....                                | 67 |
| 6.5 Laskentatarkkuus, sallittu virhe ja elementtien hienosäätö.....  | 68 |
| 6.7 Standardiaikajärjestelmän ylläpito.....                          | 70 |
| 7 Aikatutkimukset suorituspalkkausta varten.....                     | 72 |
| 7.1 Luottamushenkilön rooli tutkimuksessa.....                       | 72 |
| 7.2 Tutkimustulosten käsittely.....                                  | 73 |
| 7.3 Elpyminen ja joutuisuus.....                                     | 74 |
| 7.3.1 Taustaa elpymiselle ja joutuisuudelle.....                     | 74 |
| 7.3.2 Elpyminen.....                                                 | 74 |
| 7.3.3 Joutuisuus.....                                                | 76 |
| 7.4 Työarvolaskenta.....                                             | 77 |
| 7.4.1 Aikalaskelmat työntutkimuksessa.....                           | 77 |
| 7.4.2 Esimerkkejä apuajan laskennasta.....                           | 79 |
| 7.4.3 Työarvolaskennan periaate.....                                 | 80 |
| 7.4.4 Esimerkkejä työarvolaskennasta.....                            | 82 |
| 8 Työvuoron työmäärän mitoittaminen.....                             | 84 |
| Lähteet:.....                                                        | 86 |

# 1. Johdanto työajan mittaamiselle

**Työntutkimus** on perinteisesti ymmärretty vain työajan ”kellottamisena” erilaisia tarpeita varten. Tällaisia tarpeita ovat olleet työvaiheajan mitoitus ERP-järjestelmään, tuotantotavoitteiden määrittely työpisteillä, osastoilla ja tehdastasoilla sekä erilaisten palkka- ja palkkiojärjestelmien tueksi.

Työntutkimusta on ohjannut pitkään EK-SAK tuottavuusryhmän vuonna 2011 julkaisema Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita -ohjekirja, jonka alkuperä juontuu vuoden 1987 Rationalisointineuvottelukunnan SAK-STK (RANK) ohjeisiin työnmitoituksista. Vuoden 2011 ohje kuvailee pääosin urakkapalkkajärjestelmän (suora urakka ja osaurakka) työnmittaamisen periaatteita, jossa pääpaino on oikeaoppinen työajan mittaus sekä työarvolaskenta käsitehtäville töille. Näihin termeihin oleellisesti kuuluvat myös termit joutuisuus ja elpyminen, ja niiden käyttäminen työmäärälaskennassa. Nyt on aika päivittää työntutkimusohjeet nykyaikaan.

Vanhan urakkamitoituksen taustalla oli fyysisesti raskas työ, jossa työntekijä omalla liikenopeudellaan eli joutuisuudellaan pystyi vaikuttamaan omaan työtulokseen ja täten ansiotasoonsa. Koska liikenepeuden kasvattaminen lisäsi maitohapon kertymistä lihaksistoon, laskettiin urakkaan mukaan palauttavia taukoja työn kuormittavuuden mukaan eli elpymisaika. Nykyisin tämän kaltaisia työtehtäviä on hyvin vähän, koska automaatio ja konejärjestelmät ovat korvanneet useimmat raskaat työtehtävät. Lisäksi urakoitavien töiden määrä on vähentynyt piensarjatuotannon tai asiakasrätälöityjen tuotteiden myötä. Tämän vuoksi työnmitoituksen merkitys on muuttunut, ja uudessa tilanteessa voidaan käyttää työajan mitoitukseen uusia menetelmiä ja periaatteita. Tässä ohjeessa on kuvattu perinteisen ajanmittaamisen rinnalla uusia laskentatapoja ja työn normittamisen malleja, jota voidaan käyttää työpaikoilla erilaisten aikatietojen luontiin ja ylläpitoon.

Ajanmittaamiseen on aiemmin edellytetty työntutkijan valmennusta ja muuten osoitettua ammatillista pätevyyttä, jotta työntutkimuksia voidaan hyväksyä palkkausjärjestelmien taustalle. Työntutkimuksen ammattilaisille koulutetaan erityisesti joutuisuuden määrittäminen sekä elpymisaikojen huomioiminen laskelmissa työn kuormittavuuden perusteella. Näitä tietoja tarvitaan vieläkin, mikäli työpaikalla on käytössä urakkapalkkajärjestelmä, mutta useimmissa muissa tilanteissa voidaan työn normittaminen tehdä työpaikalla yhteistoiminnassa ammattitaitoisten esihenkilöiden ja työntekijöiden kesken.

Työntutkijan rooli on ennen kaikkea kehittää työpaikalla yhteistoiminnassa tuottavuutta ja työmenetelmiä. Tutkijan rooli tulevaisuudessa on enemmän työyhteisön sparraaja kuin ajanmittaaja. Parhaimmillaan tutkija ohjaa työyhteisön jäseniä tutkimaan itse erilaisia kehittämisen mahdollisuuksia, jolloin työyhteisössä muodostuu selkeämpi näkemys kehittämisen mahdollisuuksista ja tavoista kuin pelkästään tutkijan oma näkemys. Erityisen tärkeää on muistaa yhteistoiminta työpaikalla ja hyvä ennakkoon jaettu informaatio tulevista tapahtumista. Avoin keskustelu koko tutkimusprosessin aikana selkeyttää tutkimuksen tekoa ja tulosten käsittelyä johdon ja työntekijöiden kanssa.

Palkkataito Oy, asiantuntija Jari Laine

## 2. Työntutkimus kehittämismenetelmänä

**Termi** työntutkimus on jaettu perinteisesti menetelmätutkimukseen ja aikatutkimukseen. Menetelmätutkimuksen tavoitteena on selvittää oikeanlainen tapa ja järjestys työnteolle sekä tarkastella erilaisten koneiden ja välineiden käytettävyyttä ja käyttökelpoisuutta työnteossa. Aikatutkimus puolestaan selvittää oikeanlaisen työtavan tarvitseman ajan, jotta kyseistä menetelmää käyttävä työntekijä voi selviytyä annetusta tehtävästä.

Nykyaikaisessa työntutkimuksessa perinteisen työntutkimuksen sisällön lisäksi on tutkittavina asioina työpisteen mitoitus sekä etäisyyksien, mutta myös ergonomian näkökulmasta. Ergonomiaan vaikuttavat työn fyysinen kuormittavuus erilaisten taakkojen käsittelyn ja työasentojen yhdistelmänä, jolloin taustalla on usein työpisteen suunnitteluun liittyvät aiheet, kuten käsiteltävät esineet, työssä käytettävät avustimet ja käsittelymatkat vaaka- ja pystysuunnassa. Työntutkimuksessa tarkastellaan myös erilaisia turvallisuuteen liittyviä tekijöitä, kuten työpaikan olosuhteita: lämpötila, veto, melu ja värinä. Näihin olosuhdetekijöihin liittyy myös ajallinen kesto, kuinka kauan työntekijä altistuu jollekin haitalliselle olosuhdetekijälle.

Menetelmäkehitys osana työntutkimusta on systemaattinen tapa tutkia ja analysoida työyhteisön tilaa ja tuotantoprosessin toimintaa. Lean-oppien mukana on tullut paljon uusia oppeja ja työkaluja työyhteisön tutkimiseen ja kehittämiseen. Kuitenkin itse kehittäminen lähtee työntekijän tarpeesta suoriutua tehtävästään helpommin ja laadukkaammin. Jos työntekijä itse kokee asioiden olevan hyvin ja tuottavuuden vastaavan tavoitteita nykytasolla mitattuna, voi kehittämisen tarve tuntua vieraalta. Toisaalta joissakin työpaikoissa on jatkuvaa kehitystoimintaa ollut koko ajan, eikä kaikki kehitystoiminta ole vastannut työntekijöiden tarpeita. Tällöin saattaa työpaikalle muodostua kehittämisähky, eivätkä uudet kehitystarpeet saa riittävää kannatusta. Tämän vuoksi varsinainen kehitystoiminta ja sen viestintä ovat avainasemassa tavoitteiden saavuttamisen kannalta.

Kehitystoiminnalla tulee olla sosiaalinen tarve. Kehitystoiminnan johtaminen on vuorovaikutteista keskustelua, jossa muodostuu yleinen mielipide itse toiminnasta, sen tarpeellisuudesta ja työskentelytavoista. Hyvä kehitystoiminta on osallistavaa ja palkitsevaa, kun kehitystoiminta itsessään haastaa suunnittelemaan, toteuttamaan ja arvioimaan kehitystoiminnan tuloksia. Itse kehitystyön varsinainen lopputulos voi myös olla palkitseva, mutta kehitysryhmän toiminnan huomioiminen luo positiivista mielihyvää ja haastaa jatkamaan toimintaa. Kehitystoiminta tulisikin nähdä jatkuvana virtana siten, että se ei saa uuvuttaa tekijäänsä kiireen ja epämääräisten työtehtävien alle, vaan antaa mahdollisuuden kehittää ja kehittyä oman työnsä ohessa sekä mahdollistaa avoimen vuorovaikutuksen työpaikalla.

Menetelmäkehitystä voidaan tarkastella useasta eritasoisesta näkökulmasta: teknologian kehittämisen myötä automaation lisääminen osaksi tuotantomenetelmiä, nykyisten koneiden ja laitteiden käytettävyyttä parantavia apuvälineitä, nykyisten työtapojen kehittäminen ergonomian ja työturvallisuuden kannalta paremmiksi tai vaikkapa työjärjestyksen vakiominen standardityöksi.

Investointipohjaisessa kehittämisessä yleensä huomio keskittyy kapasiteetin tarkasteluun ja takaisinmaksu-aikaan, kannattaako investointi tehdä. Tässä yhteydessä ei aina yrityksen johto tai suunnittelu osaa tarkastella työn sisällön merkitystä työntekijän näkökulmasta. Kuinka työntekijä kokee tulevan muutoksen oman työnsä sisällössä tai osaamisessa? Pääseekö vaikuttamaan ratkaisuihin tai suunnittelemaan tulevaa muutosta vai onko tekijä vain investoinnin jatke, välttämätön resurssi?

Työturvallisuus ja ergonomia ovat kehittämisen kohteina hyvin konkreettisia asioita työntekijöille. Yleensä kehittämisen tarve tunnustetaan ja asioista voidaan keskustella yleisellä tasolla, mutta henkilökohtaisten toimintatapojen muuttaminen on vaikeaa. Kun tarkastellaan standardityön kehittämistä eli vakioitujen työtapojen suunnittelua työpisteille, pohdinta kohdistuu suoraan henkilöiden tapaa tehdä työtä. Standardityön suunnittelulla luodaan ergonomisesti turvallinen työn sisältö, joka on helppo opastaa uudelle työntekijälle. Tämä näkökulma työn vakioinnista hyväksytään, mutta vanhojen ja kokeneiden työntekijöiden työtapojen muuttaminen ei olekaan helppoa. Miksi muuttaa tuttua ja turvalliseksi koettua tapaa joksikin toiseksi, joka pitäisi opetella jo osatun sijaan? Erityisesti tämä ajattelu pääsee valloilleen, kun valitaan jonkun kokeneen työntekijän työtapaa malliksi kaikille muille. Tällöin yhdestä henkilöstä tulee muita tärkeämpi. Riippuen henkilön asemasta työyhteisön epävirallisessa hierarkiassa, tästä voi muodostua myös kehittämisen varsinainen este. Menetelmäkehittämisen ydin on yhdessä tekeminen, mutta työyhteisön jäsenten epäviralliset roolit ja johtosuhteet on hyvä ottaa huomioon yhteistoiminnan kannalta.

### **Kehittämisen looginen etenemä on seuraavanlainen:**

Siisteys ja järjestys, edellytys häiriöttömälle toiminnalle. Kehittämällä tämä kohta ensin saadaan poistettua työpisteistä huomattava aikahukka, joka muodostuu etsinnästä, siivoamisesta ja muusta ei-jalostavasta ajasta. Keinona voidaan käyttää 5S menetelmiä.

Arvovirtakaavion (VSM) prosessikuvaus kuvaa tuotannon loogisen etenemän, kuten työvaiheiden keskinäisen suhteen ja järjestyksen resurssineen ja tahtiaikoineen. Kuvauksen tuloksena syntyy karttakuva, johon on merkitty toiminnan kannalta kriittiset työvaiheet.

Työnkulkukaavio, työohje ja menetelmäkuvaus selventävät oikean tekemisjärjestyksen ja tavan tehdä työsuoritus. Hyvin tehty kuvaus toimii työohjeena työn vakioinnissa.

Laatukartoitukset paljastavat laatuongelmien syy-seuraussuhteet sekä tuottavat tilastotietoa, mitkä laatuongelmat vaativat huomion ensimmäisenä.

Ergonomia ja turvallisuuskartoitukset paljastavat henkilöstön työkykyä heikentäviä kohtia ja nämä kartoitukset voivat toimia sekä ennaltaehkäisevien että korjaavien toimenpiteiden pohjana.

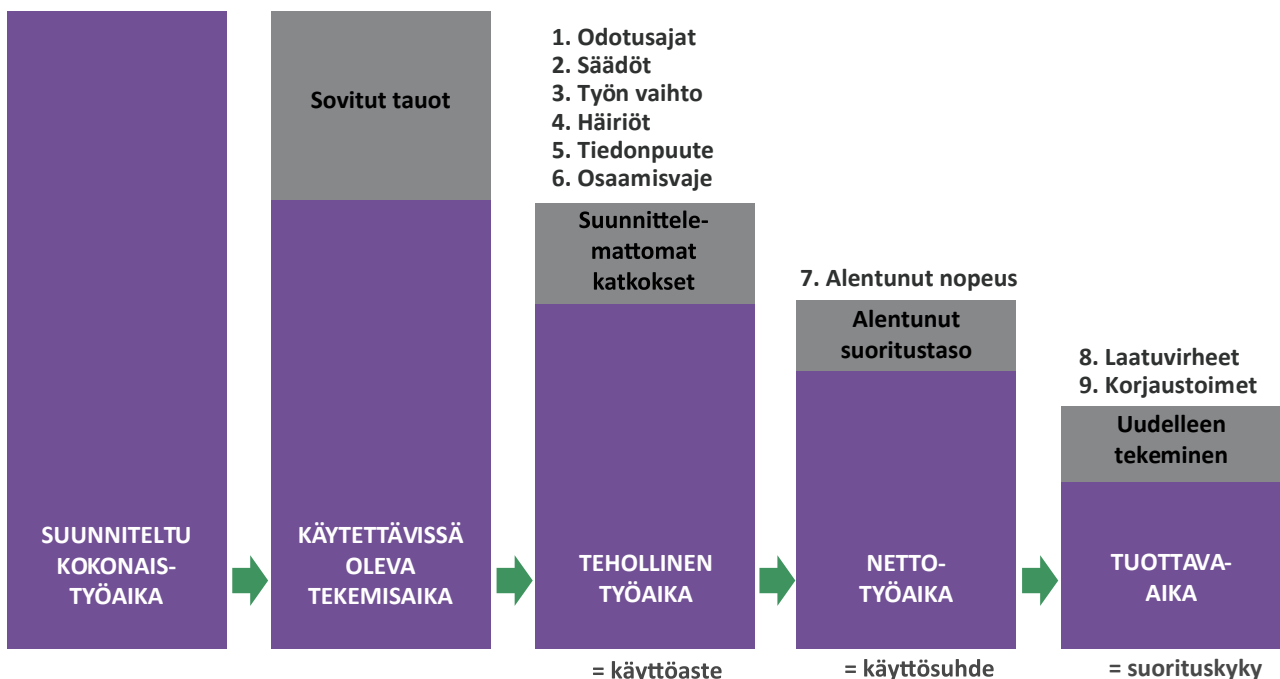
Työpistesuunnittelun yhteydessä voidaan tarkastella erilaisia työvaiheiden liikkumis- ja esineiden käsittelymatkoja ja -aikoja. Esineiden haltuun ottamisen helppous, käsiteltävyys sekä näkösektorissa tehtävät hallitut liikesarjat vaikuttavat näiden liikesarjojen ajalliseen kestoan. Mikäli esineet voidaan sijoittaa siten, ettei pään kääntöä tarvitse tehdä ennen esineen ottamista tai esineen haltuunotto voidaan tehdä yhdellä tartuntaliikkeellä ja asetus paikoilleen ilman tarkkaa sovitusta tai esineen kääntelyä, saadaan liikesarjoista sujuvia ja nopeita. Tällaiset liikesarjat on mahdollista vakioida hyvällä työpistesuunnittelulla. Samalla työvaiheen aikahajonta saadaan pieneksi.

Ajankäyttötutkimuksilla saadaan selvitettyä, kuinka paljon työsuorituksen tekeminen vaatii aikaa, kuinka usein ja kuinka pitkään erilaiset häiriöt haittaavat tuotantoa tai ergonomiassa haitallisten liikesarjojen toistuvuus ja kesto kehoon kuormittavissa työtavoissa. Hyvin tehdyillä aikatutkimuksilla voidaan myös simuloida kehitystoiminnan tavoitetasoa tai määrittää investoinnille takaisinmaksuaika erilaisille valmistuserille ja -määrille.

### 3. Menetelmätutkimus

**Menetelmätutkimuksessa** analysoidaan työyhteisön toimivuutta muutamien työkalujen avulla. Työkalujen käytössä kannattaa edetä neutraalista ja yleisestä näkökulmista kohti tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa asiaa esimerkiksi prosessin arvovirrasta kohti työpisteen siisteyttä. Mikäli ensin tarkastellaan työpisteiden siisteyttä ja järjestystä, saatetaan työpisteellä kehittää vaikkapa roska-astioiden sijaintia osana layout suunnittelua. Jos prosessin tarkastelussa havaitaan tuotteen mukana siirtyvän roskaa, kuten pakkausmateriaalia, jotka voidaan poistaa jo vastaanotossa, ei roska-astioiden sijaintia tarvitse suunnitella enää työpisteellä. Kehittämisessä on tietynlainen syy-seuraussuhde vaikutusten suhteen, jolloin systemaattisella kehitystoiminnalla saavutetaan vähemmällä vaivalla suurempia vaikutuksia tuottavuuden ja kannattavuuden osalta. Lisäksi laajoista yhteisistä kokonaisuuksista on helpompi tarkastella ja kehittää neutraaleja asioita, joiden tuloksia voidaan tarkastella ja arvioida yhdessä.

Viikoittainen ja päivittäinen työaika voidaan jakaa erilaisiin tekijöihin sen mukaan, miten ajat vaikuttavat työteon mahdollisuuksiin. Alla olevassa kuvassa on esitetty tyypillisiä työaikaan vaikuttavia seikkoja, joita tulee ottaa huomioon tuottavuutta mitattaessa ja toimintaa kehitettäessä. Erilaisissa työtehtävissä, kuten käsin tehtävissä työvaiheissa, sovitut tauot vaikuttavat suoraan tuottavuuteen, kun taas konelinoilla tai automaattisoluissa koneet voivat jatkaa itsenäistä työskentelyä miehittämättöminä jopa läpi yön. Tuotevaihdot ja asetteen teot saattavat vaikuttaa huomattavasti tuottavuuteen, erityisesti lyhyiden sarjojen takia. Jotta näitä ilmiöitä ymmärretään paremmin ja osataan suunnata kehitystoimet vaikutuksiltaan merkittäviin kohteisiin, on työpaikoilla hyvä tuntee työntutkimuksen periaatteita ja erilaisia tutkimustapoja.



*Päivittäisen ajankäytön jakautuma*

### 3.1 Siisteys ja järjestys

**Siisteyden** ja järjestyksen merkitys korostuu, kun mietitään, mikä aiheuttaa mahdollisia keskeytyksiä ja pieniä häiriöitä tuotannossa. Tällaisia ovat esimerkiksi yhteisten työkalujen etsintä, materiaali puutteet, ylimääräinen tavaroiden siirtely työalueella ja konelinjojen tunnistimien ja valosilmien puhdistelu. Tällaisten häiriöiden kanssa työyhteisö oppii elämään ja mahdollisesti jopa kehittää keinoja selviytyä häiriöistä nopeasti niin, ettei ulkopuolinen havaitse häiriöiden olemassaoloa. Tämän vuoksi siisteydellä ja järjestyksellä on tärkeä rooli varsinaisessa kehittämistoiminnassa.

Työterveyslaitoksen tutkimuksissa on havaittu siisteydellä ja järjestyksellä olevan yhteys myös tapaturmariskien syntyyn, joten siisti ja turvallinen työympäristö pienentää tapaturmariskien esiintymistä. Siisteyden ja järjestyksen tilaa voidaan arvioida esimerkiksi TE-keskusten aikoinaan tuotteistamalla havainnointilomakkeella. Lomakkeella arvioidaan työalueen siisteyttä ja toimintatapaa erilaisten väittämien avulla. Väittämien osalta otetaan työalueella kantaa, onko asia kunnossa (kokonaan) vai onko asia kunnossa osittain vai ei lainkaan. Lomakkeen tärkein ominaisuus on puutteiden kirjaaminen seuraavaa arviointia varten. Puutteita havaittaessa tärkeää ei ole kirjata puutteita lomakkeelle, vaan miettiä, mikä mahdollistaa poikkeaman syntymisen. Tämän menetelmä tavoitteena on siis poistaa poikkeaman aiheuttajan syy, ei opettaa siivoamaan jatkuvasti työpistettä!

Auditoimalla työalueita säännöllisesti saadaan lomakkeilta poimittua niitä työalueen puutteita, jotka toistuvat auditoinnista toiseen, esimerkiksi tyhjiä kuormalavoja työalueella. Sen sijaan, että keskitytään lavojen siivoamiseen, pitääkin kysyä, miksi kuormalavat jäävät työalueelle. Voidaanko työaluetta rajata tai jopa pienentää turvallisesti niin, että tyhjän lavan poisvienti on välttämätön toimenpide ennen seuraavan työn aloitusta. Kun suunnitellaan tällaisia työpisteeseen kohdistuvia kehitystoimia, tulee samalla tarkastella uuden työvaiheen helppous ja turvallisuus, ettei uusi kehitystoimenpide hidasta tai vaaranna varsinaista työntekoa.

#### Havainto+ arviointi 1

Havainnoitsijat: \_\_\_\_\_

Päiväys: \_\_\_\_\_

Alue: Koneistus

| Havaintokohteet                                                   | Kunnossa | Kunnossa huonautuksin | Ei kunnossa | Ei sovelleta | Kommentit ja kehitysehdotukset |
|-------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|-------------|--------------|--------------------------------|
| 1. Työvälineiden sijainti merkitty ja välineet omilla paikoillaan |          |                       |             |              |                                |
| 2. Materiaalien sijainti merkitty ja omilla paikoillaan           |          |                       |             |              |                                |
| 3. Dokumenttien ja piirustusten sijainti ja merkintä              |          |                       |             |              |                                |
| 4. Kulkuväylät on merkitty ja väylät vapaana tavarosta            |          |                       |             |              |                                |
| 5. Työvälineet/koneet puhdistettu hyvin liasta ja rasvasta        |          |                       |             |              |                                |
| 6. Lattiapinnat ovat vapaat                                       |          |                       |             |              |                                |
| 7. Suojat asennettu paikoilleen, ehjät ja puhtaat                 |          |                       |             |              |                                |
| 8. Työvälineet soveltuvat hyvin työntekoon                        |          |                       |             |              |                                |
| 9. Arvioitavalla alueella ei ole ylimääräistä materiaalia         |          |                       |             |              |                                |
| 10. Hyväksytyt ja hylätyt tuotteet on eroteltu toisistaan         |          |                       |             |              |                                |
| 11. Käytetyt työkalut eroteltu käyttämättömistä                   |          |                       |             |              |                                |
| 12. Jäteasiat ovat merkityillä paikoilla                          |          |                       |             |              |                                |
| 13. Kemikaalien ja jätteiden käsittelyyn on opastettu             |          |                       |             |              |                                |
| 14. Henkilökohtaiset suojaimet on käytössä                        |          |                       |             |              |                                |
| 15. Valaistus, poistumistienmerkinnät ovat kunnossa               |          |                       |             |              |                                |
| 16. Sammutusvälineet ovat merkityillä paikoillaan ja kunnossa     |          |                       |             |              |                                |
| 17. Vastuut järjestyksen ylläpidosta on selvillä                  |          |                       |             |              |                                |
| 18. Oma kysymys 1                                                 |          |                       |             |              |                                |
| 19. Oma kysymys 2                                                 |          |                       |             |              |                                |
|                                                                   |          |                       |             |              |                                |

*Havainnointilomake siisteyden ja järjestyksen arviointiin*

Säännöllisellä auditoinnilla saadaan tilastotietoa siitä, mitkä työalueet ja mitkä osat alueilla kaipaavat huomiota. Tilastojen pohjalta selviää työalueittain sellaiset toistuvat puutteet, joihin kannattaa kiinnittää kehittämistoimissa huomiota, kun taas satunnaisiin tekijöihin ei kannata käyttää liiaksi aikaa. Satunnaisten puutteiden korjaaminen kuuluu enemmän tiimin tai työnjohdon vastuualueisiin.

Kun auditointeja on tehty muutama kierros, alkaa tilastoissa esiintyä samankaltaisia poikkeamia, joilla saattaa olla yhteinen tekijä tai useita erilaisia syitä. Kuormalavojen kertyminen väärään paikkaan, vaikkapa tulityöpisteen lähelle tai sähkökeskusten eteen toimii hyvänä esimerkkinä systemaattisesta ongelmasta. Mitkä tekijät tai syyt mahdollistavat tämän toiminnan tai tärkeämpi kysymys on, mikä estää toimimasta oikealla tavalla. Jos kuormalavojen siirto oikeaan paikkaan edellyttää erillisen työvälineen käyttöä, ja työpisteellä työskentelyyn ei liity kyseistä välinettä tai kuormalavojen siirron tekee logistiikan henkilö, saattaa juurisyyinä olla inhimilliset tekijät. Onko syynä ilmiölle asenne, teknisen välineen puuttuminen, epäselvät työnjaot ja ohjeet vai toimintakulttuuri? Näitä taustatekijöitä tulee tarkastella ennen varsinaisia kehitystoimenpiteitä.

Valokuvaus on hyvin havainnollinen keino todentaa edellisen lomakkeen havaintoja. Poikkeaman aiheuttaneista valokuvista voi koota seinätaulun, jossa on tilaa selitteille, mikä mahdollistaa tämän ilmiön ja miten ilmiö voidaan ehkäistä. Lisäksi on hyvä olla tilaa uudelle valokuvalle, josta näkyy ratkaisu ongelma poistamiseen. Tällainen havainnollinen menetelmä antaa vertailukuvat kaikille työntekijöille, miten kehitystoimet ovat vaikuttaneet työpaikalla ja mikä on tavoitetilä siisteyden ja järjestyksen osalta.

### 3.1.1 5S kehittämisen keinona

**Siisteyden** ja järjestyksen osalta käytetään yleisesti Leanin 5S (6S) menetelmää. Menetelmä jakautuu viiteen kehitysportaaseen, joissa edetään systemaattisesti vaiheittain. Vaiheiden suomenkieliset nimet ovat:

#### **Sorttaus,**

lajitellaan kaikki työalueella olevat materiaalit ja työkalut sekä välineet niiden käyttötarpeen mukaan. Välittömässä käytössä olevat jätetään paikoilleen, harvemmin käytettävät siirretään erikseen varastuille paikoille pois välittömästä läheisyydestä ja harvoin tarvittavien kohdalla pohditaan niiden poistamista tai hävittämistä. Sorttauksen yhteydessä tuotteisiin kiinnitetään värikoodatut laput havainnollistamaan tarvittavien materiaalien ja työkalujen käytön tarvetta. Vihreällä värillä voidaan merkitä käyttöön jäävät, keltaisella tarpeelliset, mutta harvemmin käytettävät ja punaisella käytöstä hylättävät. Värikoodit paljastavat nopeasti esimerkiksi varastosta, kuinka paljon varastopaikkoja on varattu hitaasti kiertäville tai nollakiertoisille tuotteilla, ja kuinka paljon voidaan varastoa tiivistää aktiivisten tavaroiden käsittelyä ajatellen.

#### **Sijoittelu,**

työvälineet ja työpisteellä tarvittavat materiaalit sijoitetaan niiden käytön mukaan siten, että ne sijaitsevat näkösektorilla ja helposti haltuun otettavissa. Erityisesti työkalut pitäisi saada niin lähelle, että työkalu sijoitetaan mieluummin takaisin omalle paikalleen työvaiheen päätyttyä kuin pöydälle tai muulle vapaalle alueelle. Työohjeet ja dokumentit tulee sijoittaa siten, että niistä on helppo löytää työhön liittyvät ohjeet ilman etsintäaikaa.

## **Siivous**

terminä ei tarkoita perinteisessä mielessä tehtävää siivousta, vaan työnteon jälkeen jäljelle jäävää tarvetta puhdistaa työpiste ja työvälineet työalueen ohjeiden mukaisesti. Sorttauksen ja sijoittelun aikana pyritään eliminoimaan siivouksen tarpeen synty esimerkiksi poistamalla pakkaustarvikkeet tuotteista vastaanotossa, ettei näitä tarvitse käsitellä lainkaan jätteinä työpisteellä ja tyhjennellä täyttyviä roskalaatikoita ylimääräisen jätteen takia. Siivous ja jätteiden käsittely työpisteellä katsotaan turhaksi ajankäytöksi, ja vähentävän näin työnteolle varattua työaikaa.

## **Standardointi**

tarkoittaa tämän toimintatavan vakiointia kaikille työpisteille. Samalla standardoidaan siisteystason vaatimukset työalueilla tehtäville auditoinneille. Vakioitu tapa koko tehdasalueella varmistaa sen, että jokainen työntekijä toimii samalla tavalla riippumatta, millaisessa työtehtävässä hän työskentelee. Tällä tavalla voidaan varmistua esimerkiksi työntekijöiden työkierron aikana siisteystason säilyminen, kun eri tehtävissä ei ole erilaisia pelisääntöjä.

## **Sitouttaminen**

työpaikalla vaatii eniten huomiota. Isoissa työyhteisöissä uuden toimintatavan vakiinnuttaminen kaikkia koskevaksi toimintatavaksi vaatii kärsivällistä ja määrätietoista toimintaa kaikilta henkilöstöryhmien edustajilta. Tämä korostuu siksi, että 5S ei ole projekti vaan jatkumo, jota tulee kehittää koko ajan lisää.

Organisaation sitouttamista 5S prosessin alussa valvoo organisaation ylin johto säännöllisillä auditoinneilla. Mikäli ylin johto ei itse sitoudu omaan tehtäväänsä, ei tähän sitoudu myöskään keskijohto, jolloin organisaatio palaa vähitellen vanhaan, tuttuun toimintaan takaisin. Yleensä yrityksissä Lean kehitysohjelmat aloitetaan juuri 5S projekteilla, koska muutoin ei saada selville, mikä on tuotantoprosessin todellinen häiriön aiheuttaja.

Monissa yrityksissä työn tuottavuutta heikentävät juuri materiaali puutteet työpisteillä, tietämättömyys materiaalien saatavuudesta, viiveet logistiikan toiminnassa, asiakastilauksissa ja tuotannon ohjauksessa tapahtuvat muutokset ja päivitykset, dokumenttivirheet työpisteillä sekä henkilöresurssien virheellinen sijainti prosessin tarpeiden mukaan. Näistä kaikista ongelmista muodostuu pitkässä juoksussa yrityksen oma toimintatapa selviytyä arjen haasteista, eikä näihin enää kiinnitetä huomiota. Huomio kiinnittyy kiireen hoitamiseen jatkuvassa hallitsemattomassa tilassa.

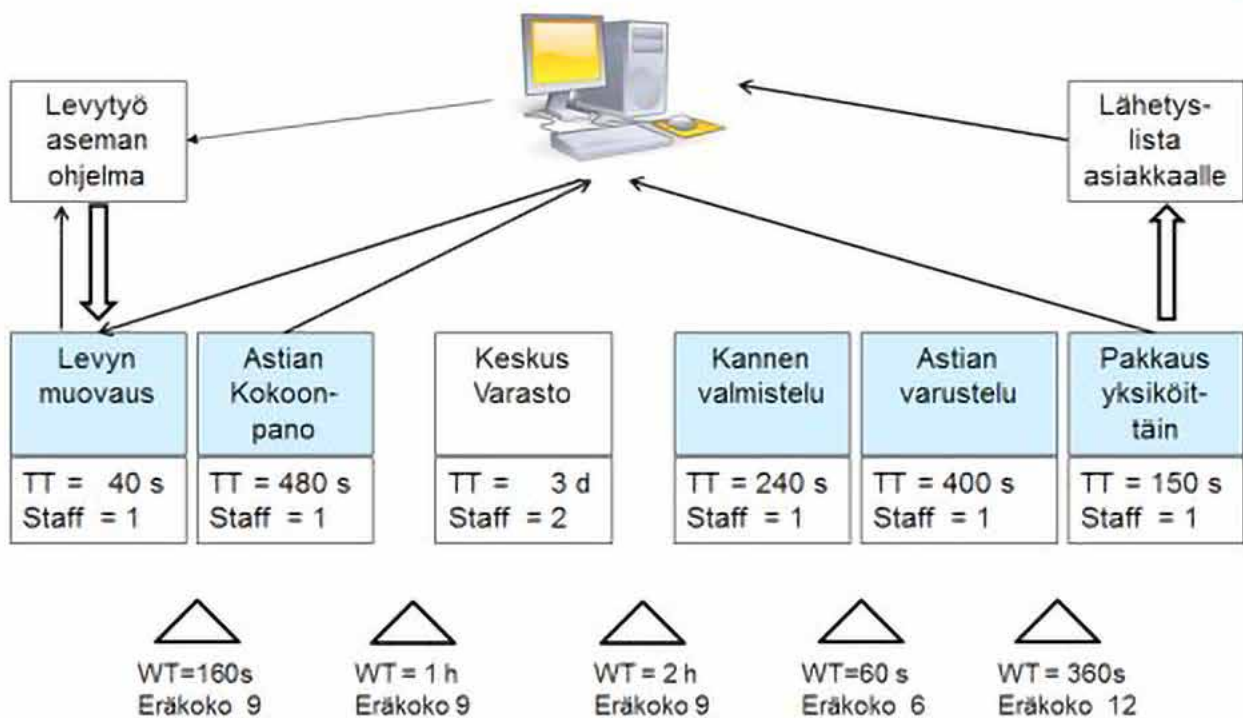
Kun yrityksessä aloitetaan helpolta tuntuva 5S projekti, joudutaan tosiasioiden eteen, kun sinällään pieneltä tuntuva siivousurakka paljastaa koko toiminnan kaaoksen. Monissa yrityksissä Lean kehitysohjelma onkin pysähtynyt vain 5S ohjelmaksi, kun tämäkin muutoksena vaatii ylintä johtajaa myöten sitoutumista ja määrätietoista toimintaa tavoitteiden saavuttamiseksi. Kun 5S ohjelma paljastaa erilaisia ongelmia toimintatavoissa, pitää ne vain laittaa listalle ja ottaa kehitysohjelmaan omina kehitysohjelmina, projektoida ja aikatauluttaa olemassa olevien henkilöresurssien kykyjen mukaan. Muutoin on vaarana haukata ”koko norsu kerralla” ja tukehtua työmäärän paljouteen.

Kun 5S kehitysohjelmalle varataan oma aikansa ja sitoutetaan organisaatio tekemään sovitun mallin mukaan, poistuu muita kaaoksen aiheuttajia itsekseen taustalta vain sen vuoksi, että ne koetaan haittaavina tekijöinä tämän 5S ohjelman onnistumiselle.

## 3.2 Arvovirta

**Arvovirtakaavion** tarkoituksena on havainnollistaa tilaus-toimitusprosessin sekä työvaiheiden läpäisy-aikoja, että vaiheiden väliin muodostuvien varastojen seisahdusaikoja. Arvovirtakaavio on helppo ja yksinkertainen sekä nopea tapa kuvata osaprosesseja tuotteiden työvaiheiden osalta. Ideana on kuvata prosessin vaiheet tuotannon läpikävelyn yhteydessä ja koota kuvaukseen tunnistettavat tiedon työvaiheiden kestoista ja eräkoosta sekä työvaiheen käynnistävästä tekijästä, varastojen eräkoosta ja sijainnista sekä työvaiheiden henkilöresursseista. Yksinkertainen piirrostekniikka ja rajallinen määrä informaatiota selkeyttää tunnistamaan kuvasta prosessin pullonkaulat sekä prosessin seisauttavat tekijät.

Arvovirtakaavion piirtäminen aloitetaan prosessivaiheiden nimeämisellä. Kuvaus tehdään tuotekoh-  
taisena kuvauksena, jolloin kuvaukseen kannattaa valita joitakin menekkituotteita, joiden valmistus-  
määrien osuus työyhteisön palkkakustannuksista on merkittävä. Työvaiheiden alle merkitään henki-  
löresurssien määrä ja työvaiheen tahtiaika. Tahtiaikatietojen lisäksi voidaan lisätä tietoja työvaiheille  
mahdollisesta raaka-ainehukasta, prosessin tahdistuksen aiheuttamista odotusajoista tai laadun  
varmistamiseen käytettävästä ylimääräisestä ajasta tai laatuvirheiden määristä.



### *Arvovirran muodostuminen tuotantoketjussa*

Työvaiheisiin piirretään nuolilla tiedonkulkukaavio, miten ja mikä käynnistää kyseisen vaiheen. Onko työvaiheella oma työmääräin, jonka perusteella työ aloitetaan, vai onko seuraavan vaiheen valmistuminen impulssi edelliselle vaiheelle käynnistää työ? Mikäli vaiheiden välissä on välivarasto tai puskuri tasaamassa materiaalivirtaa, kuvataan tämä prosessikaavion alapuolelle. Tähän varastoon kuvataan keskimääräinen eräko ja odotusaika.

Virtauksen tahtiaikojen vertailuilla selviää eri tuotantovaiheiden kapeikot tai pullonkaulat, jotka rajoittavat tuotannon virtausta. Kapeikko vaikuttaa yleensä niin, että sen etupuolelle muodostuu välivarasto. Mikäli tuotantoon on suunniteltu pieniä puskurivarastoja tasaamaan tuotannon virtausta, on tämä merkki erilaisista tuotantohäiriöistä työvaiheiden sisällä. Puskurit peittävät nämä häiriöt, kun niillä voidaan tasata tarvittaessa tuotannon virtausta.

Kapeikkojen tai pullonkaulojen todellinen syy on hyvä tutkia. Onko syynä koneiden todellinen kapasiteetti vai ajojärjestykseen ja taukoihin perustuva vajaa kapasiteetti? Voiko rajoittavana tekijänä olla henkilöiden osaaminen sekä koneiden operoinnissa että käsin tehtävissä työvaiheissa? Voiko tuotteen valmistettavuudessa olla suunnitteluvirhe, jolloin yhden vaiheen valmistusaika on muita selkeästi pidempi, vai onko raaka-aineiden tai komponenttien laadussa vaihtelua, joka aiheuttaa jossakin vaiheessa poikkeavan määrän työtä?

### 3.3 Työnkulku

**Työnkulkukaavio** tarkoittaa arvovirtakaaviossa tunnistetun pullonkaulan tarkempaa sisältöä, sillä työnkulkukaaviossa kuvataan yksittäisen työvaiheen tarkka tekemisjärjestys. Kaavion teko aloitetaan joko seuraamalla työntekijän työtä ja kirjaamalla työvaiheet järjestyksessä listalle tai videokuvaamalla tehty työ ja kirjaamalla videolta työvaiheet muistiin. Jotta työnkulkukaaviota voidaan hyödyntää kehittämisen välineenä, tulisi kaikkien työntekijöiden työskennellä vastaavalla tavalla. Jos työntekijät käyttävät erilaisia työtapoja ja järjestyksiä, tulisi kuvauksia tehdä useampia ja vertailla kuvauksia keskenään parhaimman työtavan löytämiseksi.

Kuvattu työtapa täydennetään tarkentavilla tiedoilla, kuten yksittäisten työvaiheiden (-erien) kestoilla, siirtomatoilla tai kommentilla tarvittavista työvälineistä. Kuvauksen työvaiheet luokitellaan samalla tekemisvaiheeksi, valmisteluvaiheeksi, siirtovaiheeksi, odotus- tai varastovaiheeksi sekä tarkastusvaiheeksi.

Työnkulkukaavion pohjalta voidaan suunnitella uusi työjärjestys. Uuden työjärjestyksen kuvaaminen työnkulkukaavion muotoon tuottaa samalla tarkan työohjeen.

| Kohde     | Loppuvarustelu                    | Työvaihe:     |   |   |   | Osasto: |  |  |    | Nyk.menet    |
|-----------|-----------------------------------|---------------|---|---|---|---------|--|--|----|--------------|
| Piirustus |                                   | Vuosisikulus: |   |   |   | Pvm:    |  |  |    | Sivu nro     |
| Kuvaus    |                                   | OS.           |   |   |   |         |  |  |    | Huomautuksia |
|           |                                   |               |   |   |   |         |  |  | €  |              |
| 1         | Työn valmistelu                   |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 19 | 0,12         |
| 2         | Tuotteen kääntö ja nosto pöydälle |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 12 | 0,07         |
| 3         | Tulpan asettaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 5  | 0,03         |
| 4         | Työkalun ottaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 9  | 0,06         |
| 5         | Tulpan lyönti                     |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 4  | 0,02         |
| 6         | Työkalun ottaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 7  | 0,04         |
| 7         | Teipin poisto                     |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 48 | 0,30         |
| 8         | Työvälineen käyttöönotto          |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 8  | 0,05         |
| 9         | Silikonin levitys                 |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 19 | 0,12         |
| 10        | Työkalun ottaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 5  | 0,03         |
| 11        | Silikonin tasaus siveltimellä     |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 15 | 0,09         |
| 12        | Tuotteen kääntö pöydällä          |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 8  | 0,05         |
| 13        | Työkalun ottaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 3  | 0,02         |
| 14        | Silikonin levitys                 |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 6  | 0,04         |
| 15        | Työkalun ottaminen                |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 1  | 0,01         |
| 16        | Silikonin tasaus siveltimellä     |               | ○ | ○ | □ | ▽       |  |  | 6  | 0,04         |

*Työnkulkukaavio tuotteen varustelusta*

Työnkulkukaaviosta voidaan analysoida valmistuksen kannalta sekä ajankäytön että ergonomian osalta työtä haittaavia tekijöitä. Yllä olevassa esimerkikuvauksessa alihankintamaalauksesta tulleita esineitä nostetaan kuljetushäkistä työpöydälle. Raskaan noston aikana esine joudutaan kääntämään ilmassa ympäri, joka toisaalta hidastaa itse työtä, mutta aiheuttaa samalla selän yllirasituksen ja tätä kautta tapaturmariskin. Jos esineet olisi pinottu kuljetushäkkiin toisin päin, eli pohja ylöspäin, ei selkää kuormittavaa kierto liikettä pääsisi syntymään, ja nostoon tarvittava aika olisi lyhyempi.

Toinen kaaviosta havaittava asia on jatkuva työkalujen ottaminen liian kaukana olevalta työkaluseinältä. Haltuun ottaminen edellyttää turhaa liikkumista etäisyyden takia. Jos työkaluille suunniteltaisiin toimivampi työkaluseinä siten, että se sijaitsee alle käsivarren mitan päässä esineen kokoonpanopisteestä, ja vielä siten, että työkalu on helppo palauttaa omalle paikalleen käytön jälkeen, ei työvuoron päätteeksi tarvitse erillistä siivousaikaa työkalujen takia. Työkaluseinä tulee suunnitella siten, että siihen ei voi laittaa mitään ylimääräistä, vain tarvittavilla työkaluilla on siinä paikat.

Kun työn analysointi on tehty ja työnkulkukaaviosta laadittu uusi toimintamalli, tulee tämä testata kokeneen työntekijän kanssa. Paras ja toimivin malli saadaan suunniteltua, jos työpisteen työntekijät laativat työnkulkukaavion ja testaavat sen toimivuutta yhdessä menetelmäkehittäjän kanssa. Menetelmäkehittäjän roolina on ohjata työntekijöitä tunnistamaan työn kannalta turhia työliikkeitä ja ergonomian kannalta haitallisia kehon asentoja.

### 3.4 Jalostavan työn luokittelu

**Työvaiheen** sisältö voidaan tarkastella sen mukaan, mitkä yksittäiset työnosat tai liikesarjat lisäävät tuotteen jalostusarvoa, ja mitkä vaaditaan jalostavan työn tekemiseen avustavina vaiheina. Lisäksi näitä molempia voidaan tarkastella vielä tarkemmin liikkumisen tarpeen näkökulmista, kuinka monta askelta tai kädenliikettä tarvitaan osien haltuunottoon ennen varsinaista työliikettä. Työvaiheen osalta turhaa työtä voidaan siis tarkastella toimintoanalyysin, askel-layoutin ja ottoetäisyyksien avulla.

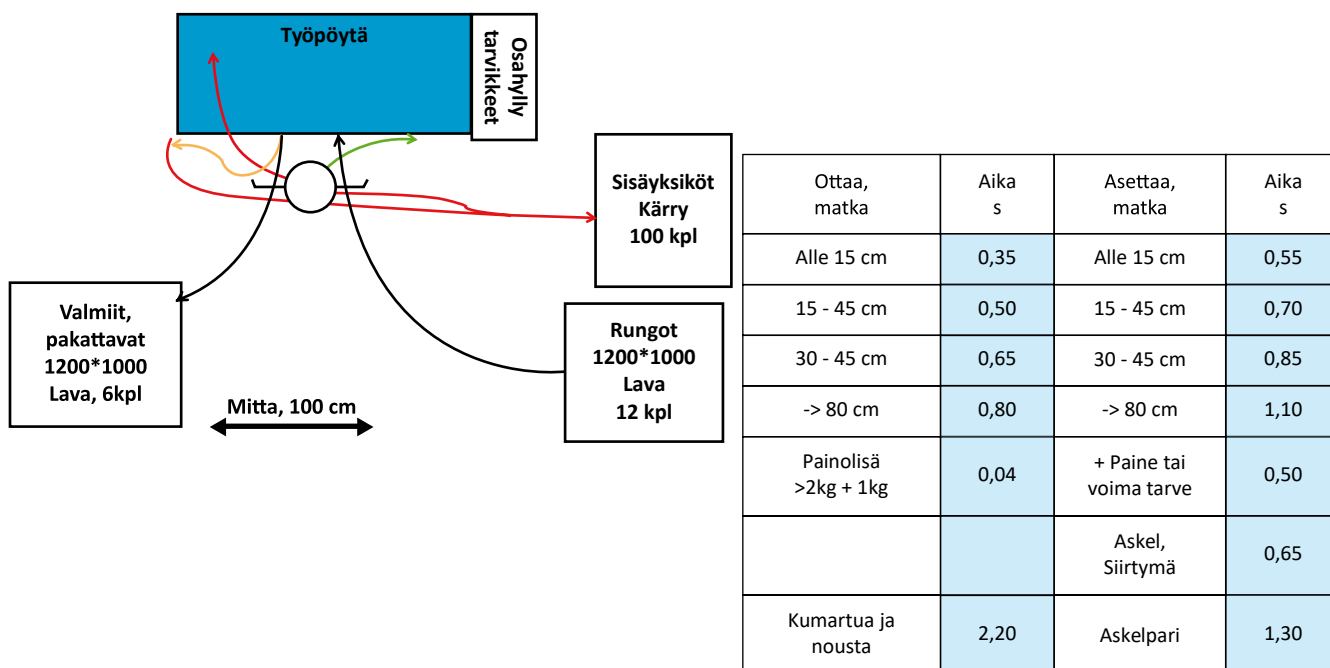


*Toimintoanalyysin periaate*

Toimintoanalyysi on oikeastaan erilaisten tapahtumien arvottamista asiakkaalle tuotetun arvon suhteen. Asiakasarvon tuotosta voidaan tarkastella ensin arvovirtakaavion pohjalta, mitkä työvaiheet edustavat arvon lisäämistä ja mitä tehdään tällä hetkellä tukitoimintona jalostavaa vaihetta varten. Työvaiheita on hyvä tarkastella tarkemmin tekemisvaiheiden ja valmistelevien vaiheiden osalta, koska molemmista vaiheista saattaa löytyä vielä tarkempia työnosia, joita on nykyisellä työtavalla pakko tehdä, jotta varsinaiset työvaiheet saadaan tehtyä.

Vastaava toimintoanalyysi voidaan tehdä myös yksittäisen kädenliikkeen osalta, esimerkiksi kahden Legopalikan ottaminen käteen ja niiden liittäminen yhteen. Tyypillisesti osat poimitaan yhdellä kädellä (vaikkapa oikealla) osa kerrallaan. Ensimmäinen osa 1 otetaan oikealla ja siirretään vasempaan käteen odottamaan. Sitten poimitaan osa 2 oikeaan käteen. Osat liitetään yhteen molemmilla käsillä yhtä aikaa. Onko osan 1 poimiminen vasempaan käteen tarpeellinen liittämisen kannalta vai voisiko sen poimia vasemmalla kädellä samaan aikaan kun oikea käsi poimii osan 2, jolloin liittäminen voidaan tehdä heti osien ollessa käsissä?

Jonkin tavaratilan; osan tai työvälineen, haltuun ottamisessa kannattaa tarkastella matkan lisäksi sitä, miten helposti kyseinen kappale saadaan otettua käteen. Onko kappaleen sijainti normaalin katsektorin alueella, vai pitääkö katse ensin kohdistaa kappaleeseen, ennenkuin käsi lähtee liikkeelle? Katseen kääntäminen keskeyttää edellisen työvaiheen suorituksen aivoissa, ja samaan työvaiheeseen pitää keskittyä uudelleen käden saadessa haltuun poimittavan kappaleen.



### Spagettikaavio ja MTM2 liikesarjataulukko

Ottamisen helppous eli tartuntaliike kappaleesta vaikuttaa myös ottamisen tarvittavaan aikaan. Jos poimittava kappale sijaitsee siten, ettei sitä näe suoraan esimerkiksi laatikon sisältä, joutuu sormilla tunnustelemaan kappaleita ennen tartuntaa. Tällaisia tilanteita muodostuu hylly- ja varastolaatikkoiden kanssa, joihin on sijoitettu paljon osia, joiden koko on huomattavan paljon pienempi kuin itse laatikko. Osan haltuun ottaminen voi hidastua jopa 30 %, jos siihen tarttuminen edellyttää useampaa tartuntaliikettä sormilla tunnustelun takia.

Askel-layout ja ottoetäisyys ovat menetelmäkehityksessä merkittäviä tarkastelukohtia silloin, kun työ tehdään pääsääntöisesti yhdellä paikalla ja työ sisältää paljon erilaisten osien tai työkalujen ottoja ja liittämisiä. Askel-layoutilla eli spagettikaaviolla kuvataan henkilön liikkumisen tarvetta ja etäisyyksiä työvaiheen aikana. Periaate on, että jokaisen tavaran; osan ja työkalun, hakeminen kuvataan työpisteen pohjakuvaan viivalla. Viivojen piirron yhteydessä lasketaan käveltyjen askelten lukumäärä. Kuvausten jälkeen voidaan tarkastella, kuinka paljon ajallisesti työpisteellä joudutaan kävelemään jonkun osan tai työkalun takia ja voidaanko kävelytarvetta pienentää joko keräilymääriä suurentamalla ottamalla yhden osan sijasta kaksi osaa, joko samoja tai eri osia, tai kävelyetäisyyksiä lyhentämällä.

Vastaava tarkastelu voidaan tehdä myös ottoetäisyyksiä tutkimalla. Osien saanti sijaintipaikasta käteen ja sijoittaminen tuotteeseen toistuvana liikesarjana voidaan tarkastella erillisenä aikaa kuluttavana tekijänä, vaikka MTM 2-tilukon avulla. Kuvassa esitetty MTM 2-tilukon kaltainen standardiaikataulukko on yksinkertaistettu ja muokattu alkuperäisestä tilukosta. MTM 2 tilukossa on myös ottamisen ja asettamisen tarkkuusvaateiden kautta tarkasteltuna erilaisia ajallisia kestoja samoille käsittelymatkoille. Tilukosta voidaan laskea aikasäästö ottamisille ja asettamisille, jossa osa otetaan haltuun yhdellä otto liikkeellä ja asetetaan paikoilleen tarkasti ilman sovitusta. Jos osan ottaminen ja laittaminen lyhenee vaikkapa 80 cm etäisyydestä eli käsivarren mitasta 30 cm:iin, on aikasäästö jokaista osan asetusta kohden 37 % pelkän käden liikkeen osalta. Jos vielä osan asettamista voidaan helpottaa, saadaan lisää aikasäästöä jokaiselle osan asettamiselle kohteeseen.

### 3.5 Työergonomia

*Luvun teksti pohjautuu Työterveyslaitoksen julkaisemaan kirjaan Ergonomia, Työterveyslaitos 2011.*

**Ergonomia** terminä tarkoittaa lyhyesti sitä, miten tekniikkaa ja toiminta suunnitellaan ihmisen ominaisuuksien mukaan. Tekniikan suunnittelussa ja toteutuksessa toiset ratkaisut toimivat huomattomasti ja työstä tulee sujuvaa tekijäänsä rasittamatta. Toiset ratkaisut voivat olla hankalia ja raskaita käyttää, josta voi syntyä virheitä ja käyttäjä uupuu työssään. Työtehtävien sisällöissä voi olla mielekkäitä ja kiinnostavia kokonaisuuksia, työympäristön tilat ja kalusteet toimivia. Lisäksi lämpötila, melu ja valaistus sopivat työntekoon hyvin. Tai osa näistä kohteista ei toimi tai voi olla puutteellisesti toteutettu, jolloin henkilö kuormittuu tarpeettomasti työssään.

Puutteellisesti toteutetuista ratkaisuista voi aiheutua ongelmia, joita ovat alentunut viihtyvyys, tehottomuus työsuorituksissa, virheitä ja toimintahäiriöitä työssä. Lisäksi puutteellinen ergonomia saattaa aiheuttaa terveyshaittoja, tapaturmia ja pahimmillaan onnettomuuksia. Puutteellinen ergonomia ilmenee yleensä vasta silloin, kun työntekijöille tapahtuu jotakin. Työpaikalla esiintyy liikunta- ja tukielinvaivoja, selittämättömiä poissaoloja, pieniä tapaturmia. Ergonomiapuutteet voivat näkyä henkilöstökyselyissä vaihtelevina tai pieninä arvosanoina johtamisen tai työympäristöä kartoittavissa kysymyksissä, jos näitä vastauksia osataan tulkita oikein.

Ergonomia mielletään yleensä korjaavaksi toiminnaksi, kun jotakin on jo tapahtunut. Esimerkkinä voisi olla selkä, joka kipeytyy nostotyössä. Poissaolojen lisääntyessä, koulutetaan henkilöstölle nostotekniikkaa tai ostetaan nostoa keventävä nostin. Pitäisikö kuitenkin pohtia syytä, mikä aiheuttaa noston tarpeen?

Ensisijaisina kehittämiskohteina ovat työprosessit ja tekniset ratkaisut, joita ovat työtehtävät, koneet ja laitteet, tilat ja kalusteet sekä toimintaympäristö. Ergonomiaan ei katsota kuuluvan henkilöiden fyysisestä kunnosta huolehtiminen, henkilöiden valikoiminen tai työhön kouluttaminen, vaikka nämä voivat olla kriittisiä toiminnan ja työkyvyn kannalta. Tutkimusaluetta, jossa mitataan ihmistä ja laaditaan mitoitusohjeita ja ihmismalleja, kutsutaan antropometriaksi. Ergonomian suunnittelun kannalta ihmisen mittojen lisäksi tulee tietää, mikä on paras työasento, miten asentojen pitää vaihdella ja millaisia ovat edulliset työliikkeet.

Ihmisen pituus ja ruumiinosien pituudet noudattavat pääsääntöisesti symmetristä mittajakaumaa. Arviot suomalaisten keskipituuksista ovat naisilla P5 = 156 cm, P50 = 166 cm ja P95 = 176 cm, jossa P5 (prosenttipiste) ja P95 välinen mittaustapahtumien määrä edustaa 90 % mitatuista ja P50 = 166 cm edustaa naisilla keskipituutta. Vastaavasti miehillä P5 = 169 cm, P50 = 179 cm ja P95 = 189 cm. Miesten keskipituus on näin ollen 179 cm.

Mitoitusta pohdittaessa tulee tarkastella kriittisiä mittoja, jotka ratkaisevat toimintamahdollisuuden työpisteellä sekä lyhyillä että pitkällä työntekeijöillä. Tällaisia kriittisiä mittoja voivat olla kulkuaukot, jalkatilat tai vastaavat, jotka mitoitetaan suurimpien käyttäjien mukaan. Toisaalta käsittelyjä ja ulottumista, kuten työvälineiden ja osien haltuunotto ja asentaminen, työpisteellä tarkasteltaessa mitoitusta tulee tehdä pienempien käyttäjien mukaan. Ergonomiatarkastelussa voidaan työssä tarvittavaa voimankäyttöä ja työtahtia määrittää työntekeijän työkykyyn nähden sopivalle tasolle. Työntekeijän jaksamiseen vaikuttavat työskentelyjaksot ja tauotus sekä miten ryhmän kesken työt on järjestelty.

Paljon voimaa tarvitsevat yksittäiset tehtävät voivat aiheuttaa tapaturmia tai lihasten, jänteiden ja nivelten vaurioita. Tällaisia tehtäviä voivat olla nostamiset ja siirrot sekä raskaiden työvälineiden käytöt. Toinen haitallinen tehtävä saattaa muodostua pitkäkestoisesta staattisesta lihasten jännittämisestä. Yleensä tällainen tehtävä muodostuu työvälineen tai materiaalin kannattelusta tai pitämisestä paikoillaan. Pitkäkestoisessa staattisessa tehtävässä esineen painon ei tarvitse olla raskas, kun itse asennon ylläpito voi jo aiheuttaa voiman kestokyvyn ylittymisen. Kolmas tarkasteltava aihe on toistotyö, jossa lihakset toistavat samankaltaista liikerataa pitkäkestoisia aikoja. Samankaltaisina toistuvat liikkeet voivat kuormittaa jänteitä ja ympäröiviä kudoksia.

Aikatutkimuksilla ja videokuvauksen avulla voidaan todeta erilaisten kuormitusten kestoja ja toistuvuuksia, jotta ergonomian kannalta haitallisiksi koetut tehtävät saadaan kartoitettua työntekeijöiltä. Nostaminen ja taakkojen kantaminen kuormittaa liikunta- ja tukielimiä, ja saattaa aiheuttaa itsessään tapaturmariskin tai jopa vakavan vamman. Valtioneuvoston päätöksellä (1409/1993) kaikissa lihasvoimin tehtävissä nostoissa ja siirroissa tulee tarkastella nostotyöhön liittyviä vaaroja ja pyrkiä poistamaan ne.

Tähän on suunniteltu kolmivaiheinen toimintatapa:

- Tuotanto- ja työtavat suunnitellaan ja muutetaan sellaisiksi, ettei taakkoja tarvitse nostaa tai siirtää käsin lainkaan.
- Nostojen ja siirtojen helpottamiseksi hankitaan työntekeijöiden avuksi apuvälineitä; kuten nostimia, rullaratoja, nostopöytiä tai muita vastaavia ratkaisuja.
- Nostotyö ja nostopaikka suunnitellaan mahdollisimman hyväksi ja työntekeijä opastetaan nostamaan siten, että kuormitus pysyy työntekeijän ominaisuuksiin nähden kohtuullisena.

Käsien epäsoivia kuormitustilanteita syntyy silloin, kun alla kuvatun listan tilanne esiintyy työvuoron aikana:

- Kädet pään yläpuolella tai kyynärpäät hartioiden yläpuolella yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.
- Niska tai selkä kumartuneena yli 30 astetta ilman tukea tai ei ole mahdollisuutta asennon vaihteluun. Asennon kesto yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.
- Yli 1 kg esineen kannattelu pinsettiotteella tai puristus pinsettiotteella yli 20 N voimalla yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.
- Yli 5 kg esineen kannattelu tartuntaotteella tai puristaminen yli 50 N voimalla yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.
- Saman liikkeen toistaminen muutaman sekunnin välein ilman suurempaa vaihtelua yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.
- Voimakkaita iskuja aiheuttavat työkalut kuten esimerkiksi vääntimet, iskuporat, pulttikoneet, ketjusahat. Välineiden käyttö yhteensä yli puoli tuntia päivässä.
- Kohtalaista tärinää aiheuttavat työkalut kuten käsihiomakoneet, pistosahat. Koneiden käyttö yhteensä yli kaksi tuntia päivässä.

Staattinen työ voi muodostua työvaiheesta, jossa tekijä joutuu kannattelemaan esinettä tai työkalua paikoillaan, tai paikallaan olevasta työasennosta joko istuen tai seisten, jossa vartaloa joudutaan jännittämään asennon ylläpitämiseksi.

Esimerkkinä jännittyneestä asennosta voidaan pitää seisomatyötä, jossa toisella jalalla käytetään koneen käyttöpainiketta, vaikkapa ompelukone tai särmäyskone. Toisena esimerkkinä istumatyössä tapahtuva staattinen jännitystila voi muodostua etukumarasta asennosta, vaikkapa visuaalinen tarkastus, jossa tarkastettava esine pidetään käsissä eikä käsiä pääse tukemaan tuoliin tai pöytään tarkastuksen aikana. Varsinainen paikallaanolo ei aiheuta lihasten staattista jännitystä, jos asento voidaan pitää suorana ja tasapainossa. Työpisteen mitoituksella ja sopivilla kalusteilla voidaan keventää staattisen kuormituksen määrää ja mahdollistaa jopa liikkuminen varsinaisen työtehtävän häiriintymättä.

Käsityökalun käyttäminen ja käytönaikainen kannattelu kuormittaa käden lihasten lisäksi niveliä. Maan vetovoima vetää puoleensa sekä työkalua että käsivarren lihaksia, joten lihaskuormituksia arvioitaessa voidaan tarkastella nivelpisteitä kuormittavia vääntömomentteja. Arvioitaessa esimerkiksi olkaniveleen kohdistumaa kuormitusta määritetään käsivarren lihasten massapisteet ja niiden vaakaetäisyydet olkanivelestä sekä työvälineen massa ja etäisyys olkanivelestä.

Ergonomia on kokonaisuudessaan vaikea ja haastava osaamisen alue. Mikäli organisaatiossa ei ole ergonomiosaamista, kannattaa näissä asioissa pyytää apua joko työterveyshuollon tai ergonomiaan muutoin perehtyneeltä henkilöltä. On kuitenkin hyvä muistaa ulkopuolisen avun käytössä, ettei hän ehkä tunnista tai tiedä varsinaisen työn tarkoitusta eikä tunnista väärin suoritettua työtapaa oikeasta tavasta. Ergonomia-asiantuntijan kanssa tulee suunnitella apuvälineiden ja työpistelayoutin osalta turhien fyysisten työvaiheiden poistoa tai muuttamista ennen oikean työskentelyasennon suunnittelua.

## Ergonomiahavainnot



Kuvat antavat hieman vinkkejä niistä ergonomiaan liittyvistä havaittavista työsuorituksista, joita kannattaa tarkkailla menetelmätutkimusten yhteydessä.

Alla on listattuna helposti tarkistettavia kehonkuormitusta aiheuttavia asioita työn tekemisestä:

Kuinka paljon työntekijä kantaa tai siirtää esineitä työalueella?  
Millaisia taakkoja (paino ja muoto) siirroissa käsitellään?  
Millaisissa asennoissa taakkojen käsittely tehdään?  
Käsitelläänkö taakkoja lattian ja pöydän välillä vapaasti nostaen?  
Liittyykö nostoihin välitön tapaturman riski?  
Haltuunotossa voiman tarve, joudutaanko puristamaan kohtuuttomasti?  
Käsien asento, voidaanko liike tehdä kyynärpäät alle 90 asteen kulmassa?  
Joutuuko ranteita kiertämään tai taivuttamaan haltuunoton aikana?  
Materiaalien ja työvälineiden etäisyydet työpisteellä, joudutaanko kurkottelemaan?  
Voidaanko työ tehdä vapaasti molemmiin käsiin vai onko toinen käsi ”jiginä”?  
Voidaanko kappaleiden omaa painoa hyödyntää asennusten aikana vai?  
joudutaanko liikettä vastustamaan käsien tai selän lihaksilla?  
Joutuuko päätä taivuttamaan suorasta asennosta ääriasentoon työn aikana?  
Joutuuko katselualueen takia päätä ja niskaa jännittämään pitkäkestoisesti?  
Joutuuko selkää kiertämään tai taivuttamaan sivulle taakkojen käsittelyn aikana?  
Joutuuko selkä äkkinäisten tai raskaiden liikesarjojen kohteeksi työpäivän aikana?  
Joutuuko pitkiä aikoja seisomaan kovalla alustalla tai istumaan huonossa asennossa?  
Onko työntekijällä mahdollisuus rytmittää päivän työtä oman tahdon mukaan?  
Onko työn sisältö tekijälle yksitoikkoinen ja samankaltainen usean päivän ajan?

## Ergonomia-analyysi 1

**Havainnoitava työpiste:** Valkoisen pöntön kasaus

**Ajankohta:** 12.5.25

| Havaintokohde           | Yhteensä | 0 - 2 h | 2 - 4 h | 4 - 6 h | 6 - 8 h |
|-------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Nosto/lasku selällä     | 17.0     | 5       | 4       | 5       | 3       |
| Selän taivutus/kierto   | 4.0      | 2       | 1       | 1       |         |
| Asennon staattinen pito | 3.0      |         |         | 2       | 1       |
| Käsi/kädet ylhäällä     | 0.0      |         |         |         |         |
| Voimakas puristusote    | 2.0      |         |         | 2       |         |
| Tärisevä laite kädessä  | 1.0      | 1       |         |         |         |
| Hankala rannekulma      | 1.0      | 1       |         |         |         |
| Pään kääntö pitkään     | 0.0      |         |         |         |         |
| Pään taivutus, tarkka   | 2.0      |         |         | 2       |         |

*Kehoa kuormittavien liikkeiden havainnointilomake*

Yllä oleva lista antaa hyviä vinkkejä tarkastella työtä ja työtavan aiheuttamia haitallisia liikesarjoja tai asentoja. Taulukkoon on kuvattu yksi keino kartoittaa haitalliseksi koettuja asentoja tai työliikkeitä, joista voi aiheutua työperäinen vamma tai tapaturma. Lomakkeelle kuvataan erilaiset työasennot tai liikkeet, joiden esiintymistä seurataan työvuoron ajan ”tukkimiehen kirjanpidolla”. Tällä tavalla saadaan selville ne asennot ja työliikkeet, joita esiintyy huomattavan paljon päivän aikana, ja joiden haitallisuutta voidaan arvioida erilaisin ergonomia-analyysien. Perussääntönä voidaan kuitenkin todeta, jos asento tai liike näyttää raskaalta tai hankalalta suorittaa, liittyy siihen silloin riski terveyden kannalta.

### 3.6 Työpistesuunnittelu

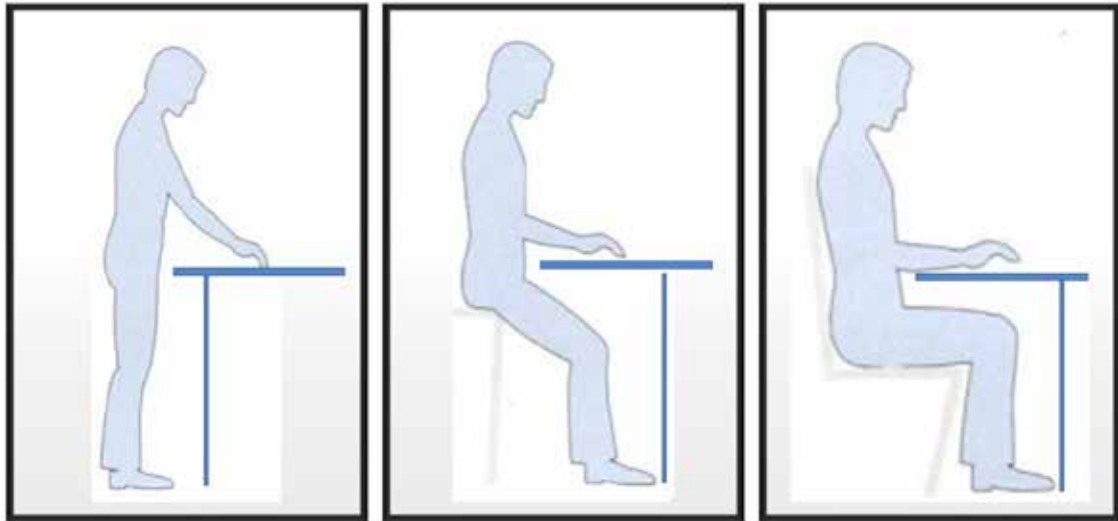
**Tässä** kappaleessa käsitellään työpistesuunnittelussa huomioitavia asioita yleisellä tasolla. Työpiste käsitteenä voi olla pieni työpöytä toimistotehtäviä varten tai iso halli nostureineen suurien kappaleiden käsittelyä tai kokoonpanoa varten, joten kovin tarkalla tasolla ei työpistesuunnittelua voida käsitellä.

*Luvun teksti pohjautuu Logistep Oy:n julkaisemaan kirjaan Tuottavaa työtä toimivassa työympäristössä.*

Lähtökohtana suunnittelulle voidaan todeta, joudutaanko työtehtävien suorituksen aikana liikkumaan alueella vai voiko tehtävän tehdä paikoillaan pöydän päällä. Tämän kysymyksen vastaus kertoo työssä tarvittavan perusasennon: istuen vai seisten tehtävä työkokonaisuus. Toki tehtävän aikana voi olla mahdollista tehdä erilaisia työvaiheita sekä istuen että seisten, mutta lähtökohtana suunnittelussa on joko seisten tehtävä tai mahdollisesti istuen tehtävä työ.

Seisten tehtävän työn piirteitä ovat liikkuminen laajalla alueella työnteon yhteydessä tai työ vaatii huomattavaa voiman käyttöä tai kappaleen koko kasvaa työn edetessä merkittävästi. Näissä tapauksissa työpisteen suunnittelu kannattaa tehdä seisomatyön näkökulmasta.

Istuen tehtävän työn piirteitä ovat, kun työ kestää pitkään paikoillaan tai tarvitaan tukea tarkkaa tarkastelua tai katselua varten tai tarvitaan tukea tarkoille liikkeille. Jos työ voidaan tehdä sekä istuen että seisten tai vuorotellen molempia, tulee työpistesuunnittelussa huomioida työpisteen osalta jaloille varattava tilantarve, erityisesti työtason alla polvitila hyvän istuma-asennon saamiseksi. Työtason korkeuden määrittää toisaalta voimankäytön tarve ja työn vaatima tarkkuusvaade.



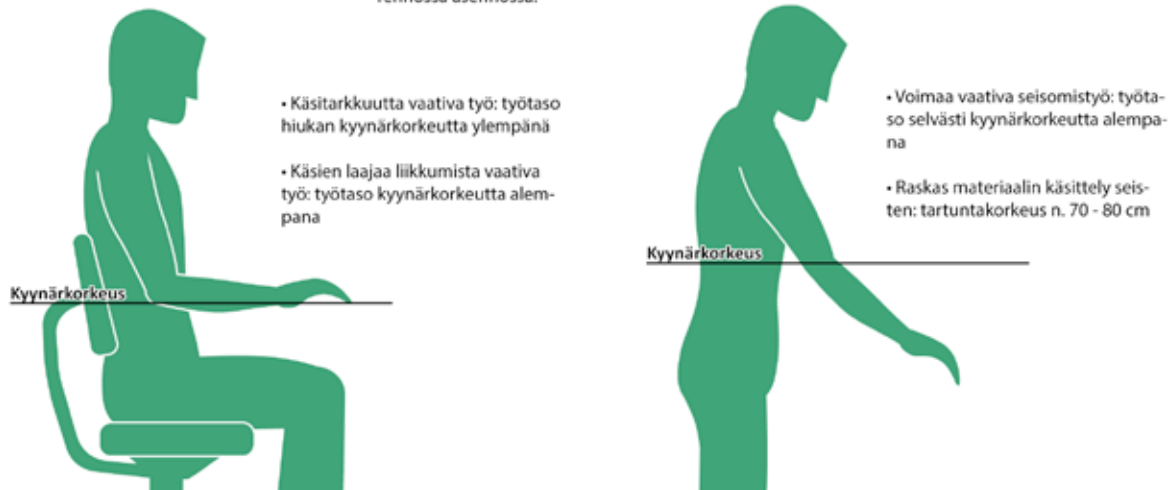
Suunnittelussa huomioitava jalkojen tilantarve erilaisissa työpistemalleissa

Työtasojen korkeuden määrittelyssä yhtenä lähtökohtana on työn vaatima tarkkuusvaade, jolloin tarkan näkemisen alue määrittää silmän ja pöydän välistä etäisyyttä, mutta myös käsien tarkkuutta vaativa työskentely onnistuu paremmin, jos käsivarret voidaan tukea esimerkiksi kyynärvarsista pöydän reunaan.

Toinen määrittely työtason korkeudelle on voimankäytön tarve, jolloin työtason tulee sijaita selkeästi kyynärkorkeuden alapuolella. Tällöin kehon omaa painoa voidaan käyttää apuna kappaleiden käsittelyssä.

## Sopiva työtason korkeus

Tehtävään sopiva työtason korkeus on hyvän asennon edellytys. Hyvä vertailukohta on kyynärpään korkeus rennossa asennossa:

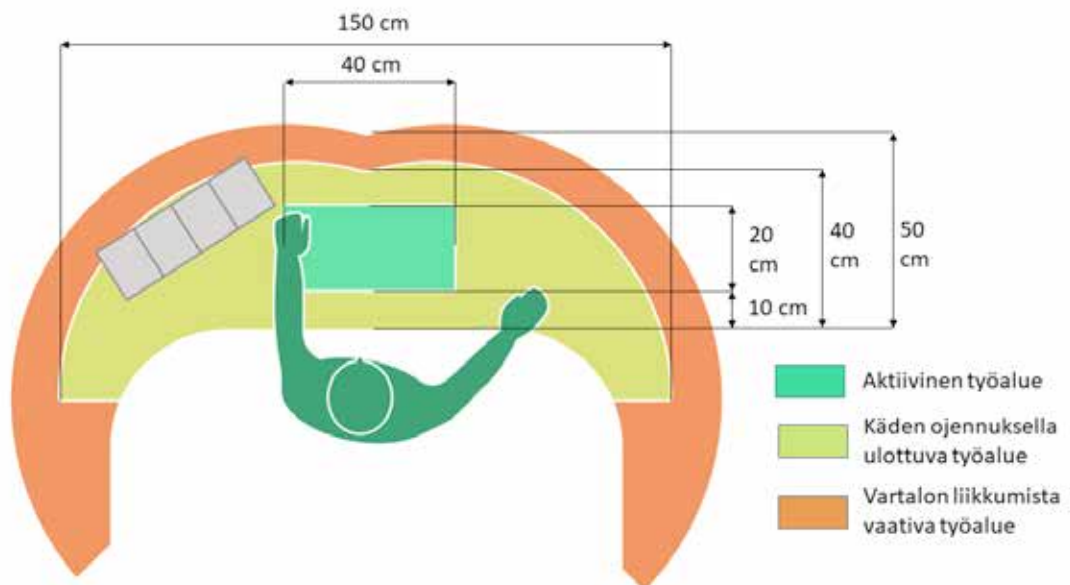


### *Istuma- ja seisomatyöpisteen työtason korkeuteen vaikuttavat tekijät*

Työtason tulisi olla säädettävissä näissä molemmissa tapauksissa siten, että eri mittaiset työntekijät voisivat säätää tason työn vaatimaan korkeuteen. Korkeussäädön rajoitteet voivat vaikuttaa siihen, millaiselle perusasennolle työpiste on suunniteltu.

#### 3.6.1 Työtason mitoitus

**Työtason** mitoituksessa voidaan tarkastella varsinaista työnteon aluetta, materiaalien sijoittelua näkösektorille sekä käsien ulottuvuuden avulla ääriasentoja työnteolle.



### *Työalueen jako kolmeen erilaiseen vyöhykkeeseen*

Työpisteen suunnittelussa otto- ja käsittelyetäisyydellä on suuri merkitys ”turhan” työajan tekijänä sellaisissa työtehtävissä, joiden sisältö muodostuu suuresta määrästä otto- ja asetusliikkeitä. Tällaiset työliikkeet ovat lyhytkestoisia, jolloin puolet kädenliikkeistä on tyhjän käden siirtoja.

Käden liike-etäisyyksien lisäksi tulee tarkastella myös katsesektoreita hallittujen ottoliikkeiden saami- seksi. Mikäli jokaisen kädenliikkeen yhteydessä joudutaan kääntämään katse kohti uutta tartuttavaa esinettä, hidastuu varsinainen ottoliike katseen kohdistamisen takia. Katseen jatkuva kohdistaminen eri puolille työpistettä vaikuttaa työn hidastumisen lisäksi aivoja kuormittavasti.

Ottoetäisyyksien ja katsesektorin lisäksi ylimääräistä työaikaa saattaa kulua kappaleen tartuntaan ottoliikkeen aikana sekä asetusvaiheessa asetustarkkuuden mukaan. Mikäli kappale saadaan haltuun ilman tartuntaliikettä sen sijaan että kappaleeseen tartutaan useammalla tartuntaotteella, saattaa pelkän tartuntaliikkeen aika olla puolet tartuntaliikkeen ajasta.

Seuraavalla sivulla on kuva MTM 2 liikeaikajärjestelmän aika-arvoista tartuntaotteen ja liikematkan perusteella. Sarakkeessa GB otetaan haltuun kappale yhdellä sormien puristusliikkeellä käden lii- kematkan muuttuessa portaittain. Jokainen 15 cm lisäys matkassa kasvattaa ottamisen aikaa neljä aikayksikköä (kuvattu mustalla kehyksellä). Jos tartuntaote muuttuu ilman tartuntaliikettä liikkeeseen tarttua useammalla otteella etäisyyden ollessa vakio, kasvaa aika kaksinkertaiseksi (kuvattu punaisella kehyksellä). Vastaava tilanne on myös asennusajan kanssa. Liikematka ja asetustarkkuus vaikuttavat huomattavasti asetusajassa.

GA- ottaa haltuun ilman tartuntaa,  
GB- ottaa haltuun yhdellä tartunnalla,  
GC- ottaa haltuun usealla tartunnalla,

PA- asettaa ilman tarkkuusvaadetta  
PB-asettaa vapaasti vastetta vasten  
PC- asettaa tarkasti vasteeseen

| Ottaa, matka              | GA TMU       | GB TMU | GC TMU | Asettaa, matka                | PA TMU      | PB TMU |
|---------------------------|--------------|--------|--------|-------------------------------|-------------|--------|
| Alle 5 cm                 | 3            | 7      | 14     | Alle 5 cm                     | 3           | 10     |
| 5-15 cm                   | 6            | 10     | 19     | 5-15 cm                       | 6           | 15     |
| 15-30 cm                  | 9            | 14     | 23     | 15-30 cm                      | 11          | 19     |
| 30-45 cm                  | 13           | 18     | 27     | 30-45 cm                      | 15          | 24     |
| -> 80 cm                  | 17           | 23     | 32     | -> 80 cm                      | 20          | 30     |
| Painolisä taakka<br>> 2kg | GW<br>+ 1 kg |        |        | + Paine tai<br>voima<br>>5 kg | PW<br>+5 kg |        |
|                           | 1            |        |        |                               | 1           |        |
|                           |              |        |        |                               |             |        |
| Kumartua ja<br>nousta B   | 61           |        |        | Askel S                       | 18          |        |

MTM 2 liikeaikajärjestelmä - Aikayksikkönä 1/100 000 tuntia

### MTM 2 liikeaikajärjestelmä aikataulukko

Jotta kokoonpanotyön kannalta voidaan suunnitella tehokas ja tuottava työpiste, tulisi tarvittavat materiaalit saada katsesektoriin alle puolen metrin etäisyydelle työntekijän sijainnista, jolloin pelkkä käden liike riittää esineen haltuunottoon ja asennukseen. Ottamiseen vaikuttavat lisäksi esineiden asettelu esimerkiksi varastolaatikossa, voiko sieltä saada esineen haltuun yhdellä tartunnalla. Laati- kon sijainnilla katsetasossa sekä laatikon etureunan muodolla on suuri merkitys siihen, miten hyvin esineen sijainnin voi havaita laatikosta tartuntaliikettä varten.

Kappaleiden yhdistämisen helppous vaikuttaa taas asennusaikaan. Kappaleiden helppo yhdistäminen joko symmetrisen muodon tai ohjaavien pintojen ja ohjureiden avulla helpottaa ja nopeuttaa kappaleiden keskinäistä kohdistamista. Asennustyötä voidaan helpottaa myös erilaisten jigien avulla, jolloin voidaan käyttää vapaasti molempia käsiä asennustyön aikana.

Työpisteen työkalujen ja -välineiden sijoittelulla työntekijän kätisyyden mukaan helpotetaan niiden haltuunottoa ja käyttöä. Nämä työkalut ja -välineet tulisi sijoittaa lähelle käyttökohdetta niin, että haltuunotto ja takaisin sijoittaminen ei vaadi ylimääräistä huomiota tai liikkumista työpisteellä. Lisäksi työkalujen ja -välineiden sijoittelu kätisyyden mukaan pitäisi voida vaihtaa helposti ja nopeasti. Jos nämä ehdot eivät toteudu, jäävät työpisteen säädöt tekemättä ja työnteko hidastuu suunnitellusta työajasta.

Tässä on kuvattu muutamia työpisteiden suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä, joita on hyvä huomioida menetelmäkehittämisessä. Mitä enemmän työ sisältää lyhyitä työeriä ja toistotyötä, joka on helppo oppia ja toistaa, sitä tärkeämmäksi muodostuvat ottamiseen ja asettamiseen liittyvät liikesarjat. Jos työ sisältää yksilöllisiä ratkaisuja, joiden toistaminen jää vähäiseksi, ei työmenetelmää ja työnkulkua voida kuvata aivan tarkasti. Tällöin korostuvat osien yhteensopivuus ja helppo asennettavuus sekä työkalujen ja -välineiden käytön ja käsittelyn helppous.

Työpisteiden suunnittelussa tärkeimmiksi tekijöiksi tulevat kuitenkin osaavat työntekijät, jotka tuntevat työnsisällön ja vaatimukset, jolloin heidän näkemyksensä työpisteen toimivuudesta ja kehittämisen tarpeista ohjaa menetelmäkehittämistä. Työntekijöiden sitoutuminen jatkuvaan kehittämiseen ja menetelmien testaamiseen nopeuttaa uusien menetelmien käyttöönottoa ja vakiinnuttamista osaksi arkea.

## 4. Aikatutkimukset ja -mittaukset

### 4.1 Reaaliaika ja työnormit ajanmäärittämisessä

**Usein** aikatutkimuksen tarve liittyy uuden tuotteen tai uuden työmenetelmän mitoittamiseen ERP-järjestelmään, jotta aikataulutusta ja resurssointia voidaan suunnitella ERP-järjestelmällä. Uuden työmenetelmän käyttöönotto saattaa muuttaa koko valmistusketjun resurssointia ja tasapainotusta, jolloin muidenkin vaiheiden osalta tulee tarkastella vaiheiden mitoituksia ja resurssitarpeita uuden tilanteen takia. Tyypillisiä mitoitusarpeita muodostuu, kun suunnitellaan henkilön ja koneen yhteistoimintaa, ryhmässä tapahtuvaa työskentelyä tai yksittäiskappaleiden valmistusta.

Mitoitusarve syntyy, kun työntekijä tekee työtehtäviä jonkin koneen tai laitteen kanssa, jolloin koneen oma käynti määrittää työn etenemisen tai aikaansaannoksen ja henkilön työosuuksia suunnitellaan konetahdin ajalle tai määritetään vaiheen kokonaiskestoa henkilö-kone-yhdistelmänä. Toinen mitoituksen tarve syntyy tuotantosolun tai työryhmän töiden suunnittelusta, jossa ei voida yksittäisen tekijän toimia mitata omana suorituksena vaan ryhmän aikaansaannoksena. Tällöin yksittäiset työliikkeet ja työkokonaisuudet etenevät eri tavoin kuin siinä tilanteessa, että yksi henkilö valmistaisi koko työvaiheen määrättyssä järjestyksessä vakioituin menetelmin. Kolmas mitoituksen haaste muodostuu asiakasräätelöidyistä tai piensarjatuotannon tuotteista, jossa ei synny pitkäkestoisien työn myötä samankaltaista oppimista kuin pitkien sarjojen työskentelyssä. Tuotteissa saattaa olla erityisvaatimuksia tuotetiedotteissa, joita työntekijän tulee tarkastella työn etenemisen aikana.

ERP-järjestelmän ajanmäärittäksiä varten voidaan aikatiedot tuottaa esimerkiksi videoimalla kokeneen työntekijän työskentelyä, jossa liikenopeudet ja työskentelytavat vastaavat työpaikalla yleisesti hyväksyttyä normaalia tapaa. Tällöin voidaan puhua työpaikan normisuorituksesta. Tällainen yleisesti hyväksytty video on samalla työohje ja työnopastusmalli, joka toimii myös työvaiheen ajan määrittämisellä. Koska yrityksen tarve on tuottaa ERP-järjestelmään sellaisia aikatietoja, joiden perusteella voidaan luotettavasti suunnitella tuotannon kuormitus ja tuotteiden valmistusajat työskentelyajan osalta, ei ole kenenkään etu pyrkiä vääristämään tällä tavalla tuotettuja aikatietoja.

Henkilö – kone -yhdistelmissä koneiden käynti mitoittetaan koneen työskentelyn nopeuden perusteella ja henkilön työskentely on hyvä mitoittaa siten, että käsin tehtävät työvaiheet ennättää tehdä huolellisesti koneen tahdin tai käynnin mukaan. Monikoneympäristössä henkilön työtehtävät tulee mitoittaa siten, että henkilölle jää hieman ylimääräistä aikaa valvoa koneiden käyntiä ja tuotteiden laatua, koska toisinaan koneisiin tulee häiriöitä tai tuotteen laadussa on vaihtelua, jolloin työntekijä huomaa nämä ilmiöt ajoissa ja pystyy vaikuttamaan koneiden käyntiin ja laatuun ajoissa. Koneympäristössä ei työntekijän joutuisuudella ole merkitystä, jos työvaiheeseen on määritetty mukaan valvontatyötä.

Edellä mainituissa tapauksissa voidaan aikatiedot tuottaa joko videon pohjalta tai erilaisilla aikatutkimuksilla, kuten havainnoimalla tai jatkuvan ajankäytön tutkimuksella. Myös yhteisesti sovittuja työnormeja voidaan käyttää työvaiheiden ja tuotteiden työaikojen laskennassa standardiaikalaskennan mukaisesti. Oleellista on määrittää työvaiheeseen kuluva aika niin, että se vastaa työssä tarvittavaa tarkkuutta ja on yleisesti hyväksytty kestoaltaan. Tällaisissa ajanmäärittämisissä ei tyypillisesti määritetä joutuisuutta eikä elpymisarvoja vaan aikana käytetään reaaliaikaa: tällöin ajanmäärittäminen voidaan tehdä työyhteisössä yhteistoiminnassa johdon ja työntekijöiden kesken.

## 4.2 Työntutkimuksen taustatietoja

**Työntutkimus** on ammattina vaativa, mutta monipuolinen ja vaihteleva, kunhan tarkastelee työyhteisöä ja sen toimintaa laajasti työntutkimuksen koko käsitteen merkityksessä. Lean ajatusten myötä työntutkimustarpeet sekä mitoittamisen että kehittämisen osalta saavat uusia näkökulmia. Menetelmäkehittäjille ja tutkijoille on tullut perinteisten aikatutkimusten lisäksi uusia tehtäviä. Yhä useammassa paikassa menetelmäkehittäjän ja työntutkijan tehtäviin on lisätty myös aikatutkimusten ja menetelmäkehittämisen lisäksi erilaisia työn sisällön suunnittelutehtäviä, mutta esimerkiksi menetelmäkehittäminen on pääasiassa kohdistunut koneisiin, työkaluihin ja rakenteisiin, ei työn sisältöön.

Uutena aiheena on tullut työtapojen ja ergonomian huomioiminen osana teknistä suunnittelua. Työturvallisuus ja ergonomia korostuvat sellaisissa työtehtävissä, joista aiheutuu runsasta kuormitusta liikunta- ja tukielimille, kuten ranteille, olkanivelille ja alaselälle. Aikatutkimuksia tehtäessä saattaa yhtenä mittauksen kohteena olla juuri kuormitusta aiheuttavien liikkeiden kestojen määrittäminen oikeaa työtapaa suunniteltaessa.

Leanin myötä myös yhdessä tekeminen on lisääntynyt työpaikoilla. Työntutkijalle osa tutkimustarpeista saattaakin tulla työntekijöiden erilaisten kehitysehdotusten kautta. Leanin periaatteiden mukaan yhteistoimintaan tulisi kuulua myös yhdessä tehdyt monipuoliset tutkimukset, myös aikatutkimukset. Muutamista yrityksistä on jo saatu hyviä kokemuksia, kun tiimin omat tekijät tutkivat työntutkijan ohjauksessa omia työtapoja ja -menetelmiä. Tällöin työntekijöille itselleen selviää erilaisten työvaiheissa käytettyjen työtapojen aiheuttamat fyysiset kuormitukset sekä kuormituksen aiheuttajat. Kuormitusten lisäksi heille selviää paremmin myös erilaiset aikaa tarvitsevat työvaiheet, jolloin yhdistämällä nämä kaksi asiaa toisiinsa saadaan kehitettyä yhteisvoimin ergonomisesti tehokkaita, vakioitavia työtapoja sopivin työvälinein.

Tulevaisuudessa työntutkijan rooliin voisi hyvinkin kuulua työpaikoilla tapahtuvat tutkimusten ohjaukset kellonaikatutkimusten sijaan. Tällaiset tutkimukset avaisivat työyhteisölle paremmin kehittämisen mahdollisuuksia sekä tavoitteiden asetannan realistisuutta. Monipuolisella tutkimuskokonaisuudella saadaan kehitystyöhön uusia näkökulmia ja tätä kautta myös kehitystoimille ehkä parempi sitoutuminen.

### **Miksi työtä kannattaisi tutkia?**

Mitä maksavat ylimääräiset askelparit, jos niitä esiintyy jokaisessa työpisteessä ja niitä tapahtuu jokaista käsiteltyä kappaletta kohden vuoden ajan?

Esimerkissä kahden työvuoron aikana yhteensä 60 henkilöä kokoaa puisia seinärakenteita tuotantolinjalla, jossa valmistetaan 120 000 seinärakennetta vuodessa. Jokainen henkilö poimii aseteltavan runkotolpan tai välipuun kahden askelen päästä puutavaraniipusta ja palaa asettamaan kappaleen koottavaan rakenteeseen. Yhden askelparin kesto on noin 1,5 sekuntia.

Mallinnetaan uusi tuotantolinja sellaiseksi, että kappaleen saa haltuun yhden askelen päästä kättä ojentamalla, jolloin yksi askelpari saadaan poistettua jokaisesta työpisteestä.

- $60 \text{ hlö} * 120\,000 \text{ kpl} * 2 \text{ askelparia} * 1,5 \text{ sekunti} = 6\,000 \text{ tuntia}$   
Vertailun vuoksi vuosityöaika on noin 1 800 tuntia (brutto)

Jos maksetaan palkkaa noin 15 euroa tunnille ja sotu kerroin 1,7 niin ylimääräiset askelkulut vuodessa ovat noin 153 000 euroa!

Kun tarkastellaan työyhteisön toimintaa tarkemmin, saatetaan sieltä löytää muitakin tuottavuuteen vaikuttavia yksityiskohtia, joita ei ole tunnistettu tuottavuuden tekijöinä, koska työntekijät näyttävät liikkuvan ahkerasti työpisteellä. Vasta sitten, kun jokin häiriötekijä alentaa tuottavuutta tai keskeyttää työnteon, havaitaan tuottavuusongelma, joka pitää ratkaista ongelmana.

### 4.3 Työntutkimus ja yhteistoiminta

**Työntutkimus** on yksi tuotannon kehittämisen väline muiden joukossa. Työntutkimuksella on historian painolastina kellottamisen leima, joka on syntynyt 1980-luvun urakkapalkkauksen seurauksena. Urakkapalkkauksen yhteydessä työmenetelmiä kehitettiin voimakkaasti ja uusien työmenetelmien aikatietoja päivitettiin nopeasti, jolloin aikaisempaan palkkatasoon päästäkseen tuli valmistaa enemmän kappaleita kuin aiemmin. Tällöin työyhteisöjen puheisiin muodostui lause ”revitään duunarin selkänahasta” tai ”kello-Kalle kiristää urakkaa”. Näiden historian taakkojen vuoksi nykyaikainen työntutkimus edellyttää avointa ja luottamusta synnyttävää vuoropuhelua. Työntutkimuksella edistetään sekä yrityksen että henkilöstön etuja paikalliset tarpeet huomioiden.

Työntekijöillä tai heidän edustajillaan on oikeus osallistua työn ja tuottavuuden kehittämiseen työpaikalla:

- suoraan työntekijöiden kanssa
- projektikohtaisesti kootussa ryhmässä
- pysyvässä YT neuvottelukunnassa.

Tiedottamisen tavoitteena on, että työntekijöillä on oikea kuva yrityksen tavoitteista, tilanteesta ja suunnitelmista; missä mennään ja miltä tulevaisuus näyttää. Riittävä koulutus työntutkimuksissa on osa tiedottamista. Henkilöstön edustajille annettava riittävä selvitys käytettävistä menetelmistä ja tutkimuksen käyttötarkoituksesta. Tähän kannattaa käyttää mieluummin liikaa aikaa kuin liian vähän, jotta kuulijoiden ymmärrys esitetystä asiasta sekä mahdollista osallistuminen tutkimuksen saadaan varmistettua.

Tutkimukset tehdään avoimesti ja luotettavia, tarkoituksenmukaisia menetelmiä käyttäen. Työntutkimuksen ja työnmittauksen käyttöä menetelmäkehitykseen ja muuhun toiminnan kehittämiseen ei ole rajoitettu, esimerkiksi videoiden ja valokuvauksen käyttö.

Ennen työntutkimusta työntekijälle kerrotaan:

- että hänen työtään tullaan tutkimaan, avoimuus ja yhteistoiminta
- mihin käyttötarkoituksiin tietoa tullaan käyttämään
- käyttötarkoituksen mukainen tarkkuus.

### 4.4 Työpäivän jakaminen eri aikalajeihin

**Työntutkimuksessa** työpäivä tai tutkimusjakso jaetaan erilaisiin aikalajeihin. Aikalajien käytön tarkoituksena on helpottaa mittaustulosten tulkintaa tutkimusjakson aikana, jotta tiedetään erilaisten tapahtumien ajalliset kestot, kuten esimerkiksi jalostavan työn osuus koko tutkimustapahtuman kestosta.

Tavanomaisin tapa on työjakson jakaminen **tekemisaikaan**, joita ovat valmistelu- ja vaiheaika, **apuaikaan** ja **häiriöaikaan**, joita voivat olla häiriöaika ja odotus- tai valmiusaika. Tekemisaika tarkoittaa sitä osaa työpäivästä, joka kuluu varsinaisten jalostusarvoa lisäävien ja tuotteen valmistumista edistävien työtehtävien suorittamiseen. Tekemisaikaan kuuluvat vaiheet voidaan kohdistaa jollekin tuotteelle tai valmistuserälle. Apuaikaan kuuluvat ne välttämättömät työtehtävät ja tapahtumat, jotka eivät välittömästi edistä työn valmistumista, mutta jotka on tehtävä, jotta varsinainen työn suorittaminen voisi jatkua. Mahdollisimman suuri osa työvaiheista tulisi kohdentaa tekemisaikaan, ja laskea apuaikaan vain sellaiset vaiheet, joita ei voida suoraan kohdistaa millekään tuotteelle tai valmistuserälle. Häiriöaikaa ovat esimerkiksi odottamattomat keskeytykset, aputyöt, konerikot, työkalujen ja komponenttien etsiminen sekä ylimääräiset tauot. Häiriöaikoihin rinnastettavia aikoja ovat myös erilaiset organisaation toiminnasta johtuvat odottelut. Häiriöajat on aina eriteltävä selvästi omaksi ryhmäksi tekemis- ja apuajoista.

Tarpeen mukaan tutkimusjakso voidaan jakaa tarkempiin aikalajeihin. Mitä tarkemmin tutkittava ajanjakso eritellään eri aikalajeille, sitä tarkempia johtopäätöksiä aikojen perusteella voidaan tehdä. Erityisesti häiriöaikojen tarkka jaottelu antaa tietoa, miten erilaisten häiriöiden esiintyvyys ja kesto vaikuttaa tekemiseen.

#### 4.4.1 Tekemisaika

**Tekemisaika** tarkoittaa sitä osaa työpäivästä, joka kuluu varsinaisten jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamiseen. Tekemisvaiheen aikana tutkittavat kohteet edistävät tuotteen, palvelun tai työtehtävän valmistumista.

Tekemisaika voidaan jakaa kahteen erilaiseen osaan, valmistelu aikaan ja vaiheaikaan. Valmistelu aikaan kuuluvat kaikki sellaiset työnosat, jotka esiintyvät kerran työtehtävää (sarjaa, valmistuserää) kohti, kuten esimerkiksi asetuksen teko koneeseen työtehtävän alussa ja sen purkaminen työtehtävän lopussa. Piensarjavalmistuksessa sekä yksittäiskappaletuotannossa on valmisteluajan osuudella entistä suurempi merkitys läpimeno aikaan. Vaiheaikaan kuuluvat sellaiset työnosat, joiden esiintymisen lukumäärä on riippuvainen valmistettavasta kappalemäärästä. Yleensä vaiheaika toistuu kerran kappaletta tai yksikköä kohden. Vaiheaikaa ovat esimerkiksi kappaleen valmistumisen vaatimat työvaiheet, kappaleen käsittelyt ja tarkastukset.

Valmistelu aika ja vaiheaika voivat sisältää joutuisuuden eli työntekijän vapaan liikenopeuden kannalta kahdenlaisia työnosia; käsiaikaa ja kone- tai prosessiaikaa. Käsiajalle on luonteenomaista, että sen pituuteen vaikuttaa vakiomenetelmällä tehtäessä joutuisuus eli työn etenemismuutos. Kone- tai prosessiajan pituuteen joutuisuus ei vaikuta. Esimerkiksi kappaleen kuumentaminen sähköuunissa haluttuun lämpötilaan on tällaista aikaa.

#### 4.4.2 Apuaika

**Osa** työajasta kuluu erilaisten työn kannalta välttämättömien aputehtävien suorittamiseen sekä henkilökohtaisiin tarpeisiin ja muuhun elpymiseen. Tällaiset aputehtävät eivät välittömästi edistä työn valmistumista, mutta niiden hoitaminen on kuitenkin välttämätöntä, jotta varsinainen työn suorittaminen voisi jatkua. Apuaika määritetään minuutteina työpäivää kohti. Apu aikaan huomioidaan kolme osaa:

## Päivävakio

Päivävakioon kuuluvat työt eivät suoranaisesti liity minkään yksittäisen tuotteen tai sarjan valmistamiseen vaan työnteon edellytysten saamiseksi. Päivävakio sisältää eri päivinä lähes samanlaisina toistuvia työtapauksia. Tällaisia ovat:

- työpaikan kunnostaminen työpäivän alkaessa ja siivoaminen työpäivän päättyessä
- koneen säännöllinen huolto ja tarkastus
- tuntikortin ja päiväraporttien täyttäminen
- muut vastaavanlaiset tehtävät.

Päivävakio määritetään tavallisesti ajankäyttötutkimuksen tai havainnointitutkimuksen avulla.

## Henkilökohtainen apuaika

Henkilökohtainen apuaika sisältää sovitut tauot sekä aikaa mahdollisesti muita henkilökohtaisia tarpeita varten. Koska henkilökohtainen apuaika on työarvolaskennassa myös elpymisaikaa, on sitä tarkasteltava yhdessä muun elpymisajan kanssa urakkapalkkausjärjestelmien työarvolaskennan osalta.

## Muu elpymisaika

Työn kuormittavuudesta palautumista varten osa työpäivästä voidaan varattava palautumiseen, kuten kuumissa olosuhteissa työskentelyyn liittyvät nesteytystauot. Henkilökohtainen apuaika on osa kokonaiselpymisaikaa. Erillistä muuta elpymisaikaa tarvitaan silloin, kun työ on niin kuormittavaa, ettei henkilökohtainen apuaika riitä elpymiseen.

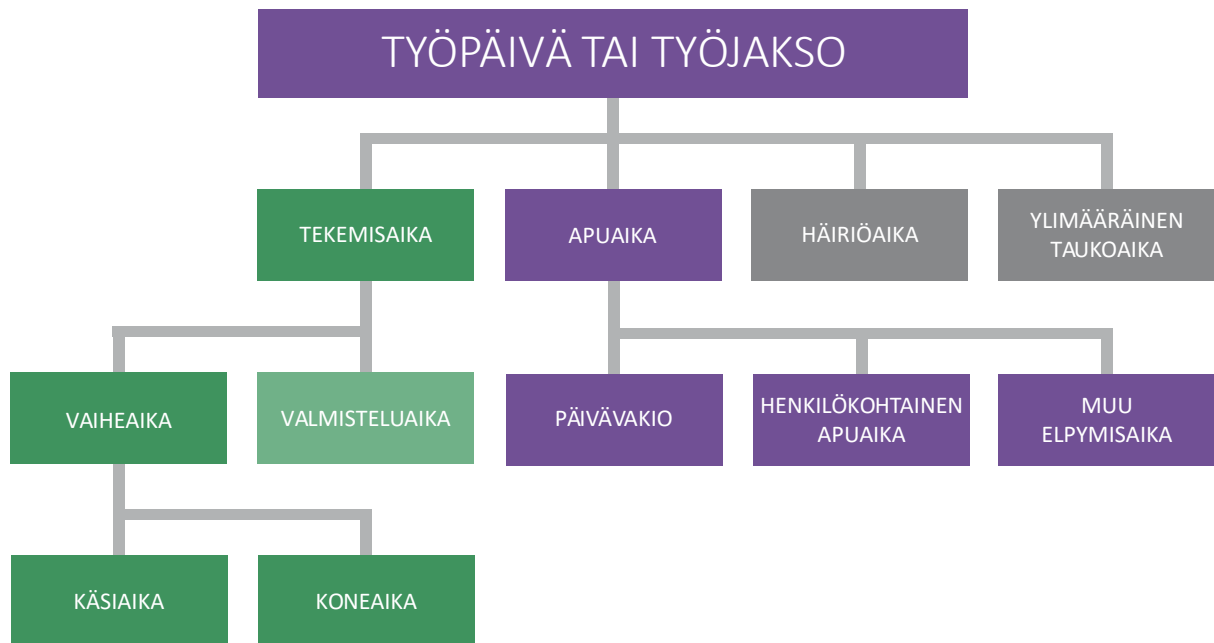
### 4.4.3 Häiriöaika

**Häiriöaikaan** kuuluvat erilaiset odottamattomat keskeytykset, aputyöt ja odotukset, joiden pituutta ja esiintymistiheyttä ei etukäteen tiedetä. Häiriöajan kestoajat ovat usein epämääräiset esimerkiksi komponenttipuutteesta johtuvat odottaminen, työkalujen etsiminen tai koneessa esiintyvät lyhyehköt toimintahäiriöt. Osa häiriöajasta saattaa olla säännöllisesti toistuvia odotuksia esimerkiksi työvaiheiden epätasapainon takia. Häiriöaikaan kuuluvat myös erilaiset turhat työt, kuten laatuvirheiden korjaukset. Työntutkimuksen yhteydessä häiriöiden syyt ja kestot on kirjattava muistiin, jotta niiden merkitys työssä voidaan tunnistaa.

### 4.4.4 Ylimääräinen taukoaika

**Ylimääräistä** taukoaikaa on sellainen taukoon käytetty aika, joka ylittää apuajassa mukana olevan henkilökohtaisen apuajan ja niiden lisäksi muut elpymiseen tarvittavat ajat. Ylimääräinen taukoaika johtuu esimerkiksi työn tekemisen liian aikaisesta lopettamisesta ennen sovittuja taukoja tai vuoron vaihtoa.

Työntutkimuksen yhteydessä ylimääräisiä taukoajakoja on usein hankala eritellä henkilökohtaiseen apuaikaan ja muuhun elpymisaikaan kuuluvista tauoista. Käytännössä ylimääräinen taukoaika voidaan erottaa henkilökohtaisista apuajoista ja muista elpymisajoista vasta mittauksien käsittelyn yhteydessä.

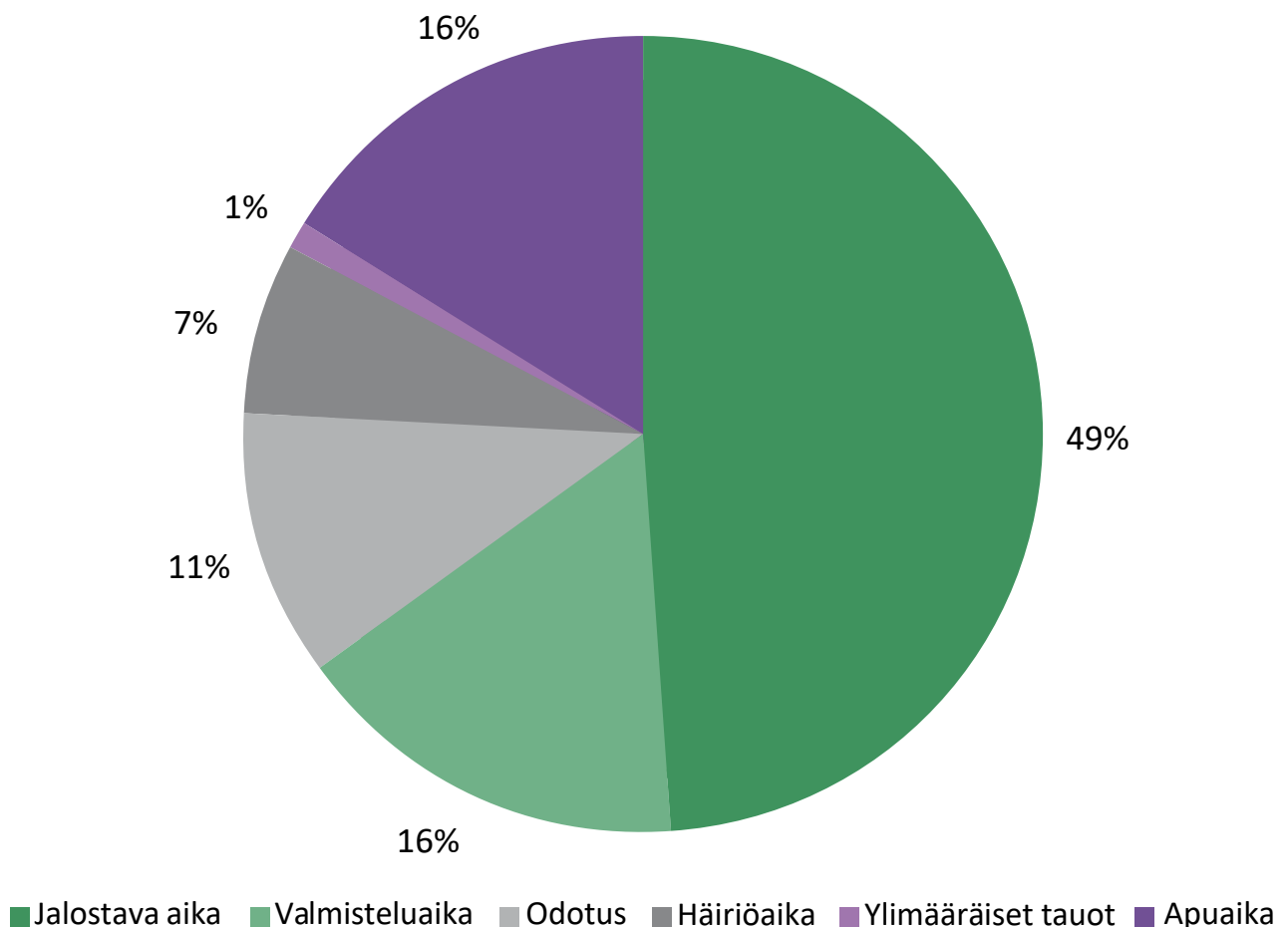


## 4.5 Ajanmäärittysten sovelluksia

### 4.5.1 Ajankäytön jakaminen jalostavaan ja ei jalostavaan työhön

**Tavallinen** aikalajien analysointi alkaa ajankäytön jakamisen jalostavaan ja ei jalostavaan aikaan edellä mainittujen aikalajien mukaan. Eri aikalajien osuudet voidaan selvittää esimerkiksi havainnointitutkimuksella tai jatkuvalla ajankäyttötutkimuksella.

Tyypillinen ajankäytön jakautuma teollisuudessa on esitetty alla olevassa kaaviossa. Tyypillisesti jalostavan vaiheajan osuus jää jopa alle puoleen työpäivän kestosta.



#### 4.5.2 Vajaakuormitus (työstä johtuva odotus)

**Linjamaisessa** tuotannossa tai automaattisessa tuotannossa saattaa olla etukäteen tiedossa olevia tilanteita, jolloin henkilö tai kone olisi valmiina tekemään jalostavaa työtä, mutta tuotannon järjestyksen takia työtä ei juuri sillä hetkellä ole tarjolla. Vajaakuormitus ei johdu henkilöstä itsestään tai häiriöistä, vaan prosessin tai organisaation suunnitellusta toiminnasta.

Vajaakuormituksen syynä saattaa olla linjan tasapainottaminen tiettyyn tahtiaikaan tai monikonekäyttö. **Tahtiaika** tarkoittaa linjamaisessa tuotannossa aikaa, jonka välein tuote siirtyy seuraavaan työpisteeseen. Tuotteen valmistamiseen tarvittavat työvaiheet jaetaan eri työpisteisiin ja tasapainotetaan siten, että eri työpisteiden työmäärä on mahdollisimman tasainen.

**Monikonekäyttö** tarkoittaa tilannetta, jossa yhdellä työntekijällä on useita työstökoneita hoidettavana samanaikaisesti.

Esimerkiksi tiettyyn tahtiaikaan tasapainotetulla tuotantolinjalla eri työpisteiden työmäärä vaihtelee eri tuotteiden välillä, jolloin osassa työpisteitä ei ole työtä koko tahtiajaksi. Samoin esimerkiksi monikonekäytössä saattaa esiintyä tilanteita, jolloin kaikki koneet ovat käynnissä, eikä henkilöllä ole tehtävänä valmistelu- tai käsityövaiheita tai vastaavasti tilanteita, joissa henkilön pitäisi olla tekemässä valmistelutöitä usealla koneella yhtä aikaa.

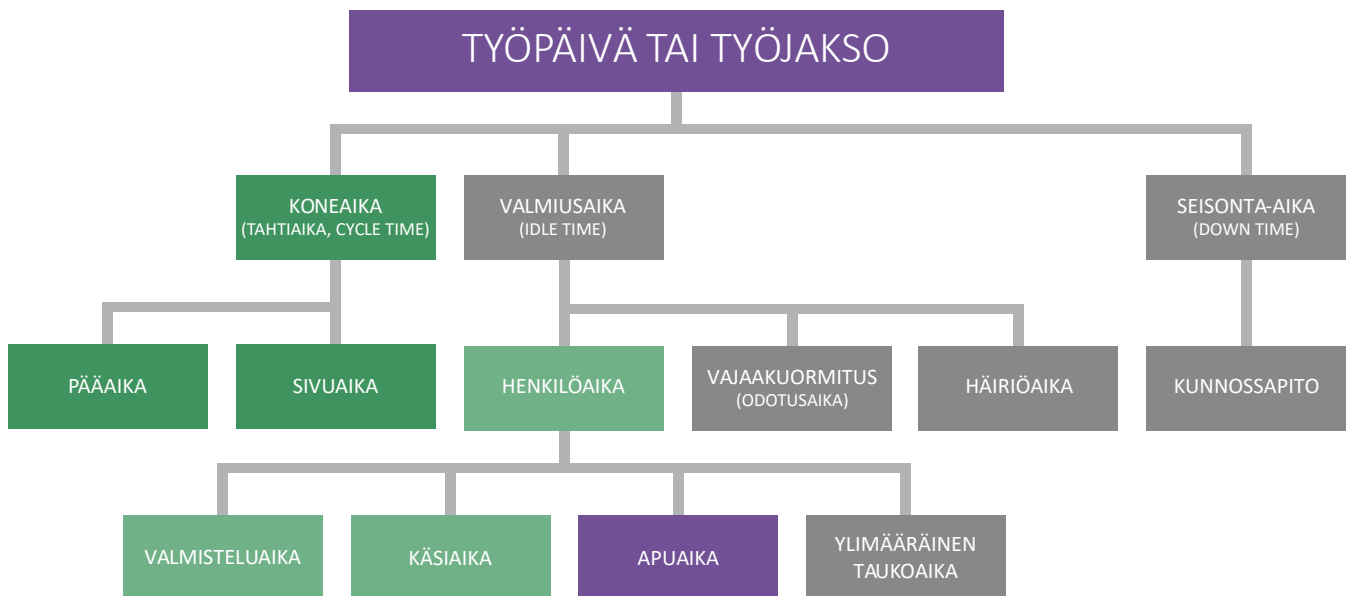
Jos kyse on tietoisesta linjan tasapainotuksen tai tuotannon suunnittelun yhteydessä tehdystä ratkaisusta, tällaiset tapaukset ovat vajaakuormitusta. Jos kyseessä taas on odottamaton tapahtuma, esimerkiksi konerikko, osapuute tai työn vähyys, on kyse häiriöajasta. Vajaakuormitusta voidaan kuormittaa muilla työtehtävillä tai sitä voidaan käyttää elpymiseen, mikäli keskeytykset esiintyvät säännöllisesti etukäteen tiedossa olevan työkulun mukaan, ovat riittävän pitkiä ja niiden aikana työntekijällä on mahdollisuus elpymiseen.

#### 4.5.3 Koneajan tutkiminen

**Työntutkimuksessa** kohteena voi henkilön lisäksi olla myös esimerkiksi tuotantolinja, kone tai valmistuksessa etenevä tuote. Työjakso siten voidaan jakaa eri aikalajeihin myös esimerkiksi tuotantolinjan tai koneen näkökulmasta.

Edellä mainittujen aikalajien sovelluksena työjakso voidaan silloin jakaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Varsinainen koneaika (tahtiaika, cycle time), jolloin kone käy.
- Valmiusaika (idle time), jolloin kone olisi käytettävissä, mutta kone ei kuitenkaan käy. Jalostusarvoa lisäävää työtä ei tehdä, koska koneenkäyttäjä tekee asetuksia tai käsityövaiheita (henkilöaika), kone odottaa työtä (vajaakuormitus) tai muu työnkulkuun liittyvä häiriö estää koneen käynnin.
- Seisonta-aika (down time), jolloin kone ei ole käytettävissä kunnossapidon tai koneen toimintaan liittyvien häiriöiden takia. Häiriöiden ja keskeytysten syiden toteaminen ja kirjaaminen on tärkeää, jotta voidaan toteuttaa toimenpiteitä niiden vähentämiseksi ja poistamiseksi.



#### 4.5.4 Materiaalinkäsittely

**Raaka-aineiden**, komponenttien ja tuotteiden käsittelyyn, siirtoihin ja kuljetuksiin liittyy useita työvaiheita, jotka tapauskohtaisesti voivat olla joko tekemisaikaa, apuajan luonteisia työvaiheita tai häiriöaikaa. Materiaalinkäsittelyn työvaiheet tulisi aina pyrkiä kirjamaan erillisinä tapahtumina tekemisaikaan. Mikäli esimerkiksi kokoonpanija siirtää tarvittavien materiaaleja varaston ja työpisteen välillä, tulisi tämä aika kirjata tekemisaikaan, mutta valmisteleviin työeriin. Jos taas vastaavat materiaalsiirrot tekee logistiikkahenkilö, on tämä hänen kannaltaan jalostavaa työtä, eli aika kirjataan tekemisaikaa ja valmistukseen kuuluvaksi hänen tehtäväroolinsa näkökulmasta. Erilaisten materiaalinkäsittelyyn liittyvien työvaiheiden kirjaaminen eri aikalajeille antaa pohjatietoa erilaisille kehittämistoimenpiteille.

#### 4.5.5 Harjaantuminen

**Toistuvissa** työtehtävissä työhön kuluva aika laskee toistokertojen lisääntyessä harjaantumisen ansiosta. **Harjaantuminen** näkyy esimerkiksi siinä, että yksinkertaisista työvaiheista ja liikesarjoista tulee rutiinisuurituksia, työntekijän harkinnan ja työohjeiden lukemisen tarve vähenee oppimisen kautta ja työntekijän suoritusvarmuus ja liikkeiden liikenoisuus kasvavat.

Harjaantuminen ilmiönä vaikuttaa kaiken tyyppisissä työtehtävissä, mutta selkeimmin sen vaikutus on havaittavissa toistuvissa rutiinitehtävissä. Standardisoinnin ja työn vakiinnuttamisen tehokkuus tuottavuuden parantamisessa perustuu juuri toistokertojen lisäämiseen ja harjaantumisen hyödyntämiseen. Harjaantumista havainnollistetaan usein niin sanotulla oppimiskäyrällä, joka kuvaa työhön kuluvan ajan vähenemistä toistokertojen suhteessa. Harjaantuminen ilmiönä huomioidaan työnmitauksessa ja normiajan määrittämisessä siten, että normaalityösuoritus perustuu työsuoritukseen, jossa ammattitaitoiselta työntekijältä odotetaan keskikertaista suoritusta ja taitoa kyseiseen työtehtävään.

Kun tehdään normiajanmäärittäminen uusille tuotteille tai menetelmämuutoksen jälkeen, tulee varmistua, että uusi menetelmä on vakiintunut tai työntekijät ovat harjaantuneet uuteen menetelmään riittävästi. Muutoin normiaika saattaa olla virheellinen. Harvoin toistuvissa, ei-rutiininomaisissa tehtävissä taas työntekijän ammattitaidon vaikutus työsuoritukseen kasvaa merkittäväksi, mikä vaikeuttaa normiajan määrittäystä.

#### 4.5.6 Aikatutkimus vai ajanmittaus, erilaiset ajanmäärittäytävät

**Ajankäyttötutkimuksia voidaan** tehdä monella eri tavalla, kuten kellon kanssa tutkimalla, lukemalla videon tai tietokoneen näytön kellosta väliajat, tarkistamalla koneiden tai laitteiden lokitiedoista aikatiedot. Tutkimuksissa on oleellista havaittujen aikojen käyttäminen laskelmissa sellaisenaan.

**Ajanmittauksissa** käytetään havaitun ajan korjaukseen henkilöiden omaa joutuisuuskerrointa, silloin kun henkilön oma liikenopeus ratkaisee tehtävään käytettävän ajan pituuden. Tutkittu aika muutetaan joutuisuuskertoimella laskennalliseksi ajaksi, joka kuluu kyseisen työn tekemiseen normaalia liikeno-  
peutta työskentelevältä työntekijältä, normaaliaika.

##### **Ajan määrittäytävät**

Työhön tarvittavia aikatietoja voidaan tutkia ja kerätä työpaikalta erilaisin keinoin. Keinoina voivat olla omat raportoinnit, kuten käsikirjaukset ilman tarkempaa ajanmäärittäytapaa, erilaiset kone- ja tietojärjestelmäraportoinnit, erilaisiin standardiaikajärjestelmiin perustuvat laskelmat tai erilaisin tavoin kellolla tutkitut aikatiedot. Alla on lyhyesti kuvattu muutamia erilaisia keinoja kerätä aikatietoja.

##### **1. Itsearviointi / raportointi**

Tekijä itse täyttää päiväraporttia ajankäytöstä (tukkimiehen kirjanpito).

##### **2. Vertailumenetelmä**

Työnosia verrataan aiemmin mitattuun tai tunnettuun tietoon.

##### **3. Laskennallinen menetelmä**

Aika voidaan laskea koneen tai prosessin arvojen perusteella. Työvaiheen kesto lasketaan vakioitujen aikatekijöiden mukaan. Aikastandardit ja työnormit kuuluvat tähän ryhmään.

##### **4. Liikeaikatutkimus (MTM analyysit, Most ja SAM)**

Ihmisen tekemä työ jaetaan riittävän pieniin, tarkasti määrittyihin osiin, yleensä yksittäisiin liikkeisiin tai liikesarjoihin. Tällöin aika on kullekin standardiosalle lähes vakio. Näitä käytetään yleensä standardiaikajärjestelmien taustalla ja menetelmäkehityksen työkaluina.

##### **5. Havainnointitutkimus**

Usean kohteen samanaikainen tutkiminen on mahdollista, ja työvaiheen ja häiriöiden esiintyminen ei tarvitse olla ennakoon tiedossa. Tutkimuksen tuloksena on ajanjakamat ja apuaikakertoimen määrittäyt. Tämä tapa ei anna tarkkoja aikoja, vaan suhteelliset aikojen osuudet. Luotettavan tiedon saamiseksi työpäivän ajan käytöstä tutkimusta tulisi tehdä kahden työvuoron verran.

##### **6. Jatkuva ajankäyttötutkimus**

Tutkimuksen kesto yleensä pitkäkö. Soveltuu silloin, kun aikaa ei voida laskea koneen tiedoista tai henkilön käyttämä menetelmä ei ole tiedossa tai tekotapa vaihtelee. Kello käy koko tutkimuksen ajan, jolloin saadaan tarkka aika jokaiselle tapahtumalle. Koko tutkimuksen ajan tutkittu aika kohdistuu aina jollekin asialle.

##### **7. Normaaliaikatutkimus (vaiheaikatutkimus)**

Joutuisuus vaikuttaa yleensä työtulokseen, ja työvaihe toistuu usein lyhytkestoisena. Tutkittajan henkilön menetelmä tulee olla tiedossa ja henkilö noudattaa sitä tutkimuksen aikana. Mitataan yleensä useita, lyhytkestoisia työvaiheita, joilla saadaan tarkkoja vaiheaikoja, joiden pohjalta lasketaan keskiarvoaika työvaiheelle tai -erälle. Tutkimuksen aikana määritetään tekijän joutuisuus, jolloin tuloksena on normaaliaika työvaiheen kestolle.

#### 4.5.7 Apuaikakertoimen laskenta

**Apuaika** terminä sisältää sovitut tauot sekä työn aloitus- ja lopetusrutiinit. Tämä osa palkallisesta työajasta tulee tarkastella sellaisena osana työpäivää, joka lisätään tuotteen valmistuskuluihin. Apuaika voi olla määritetty samaksi koko tehdasalueella tai osastoittain tai jopa työpisteittäin sen mukaan, millaisia työaikamuotoja työpaikalla käytetään. Apuajan pituuteen vaikuttaa yleisimmin sovittujen taukojen pituus, mutta työn aloitus- ja lopetusrutiineja tulisi tarkastella, kuinka paljon aikaa niihin todellisuudessa tarvitaan.

Tässä on kuvattu kaksi erilaista tilannetta apuajan laskentaa varten. Laskennassa huomioitavina sovitut henkilökohtaiset tauot sekä erilaiset paikallisesti sovitut tekijät kuten vaikka jumppatauko.

##### **Esimerkki 1**

Apuaikakertoimen laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on työntekijän omaa aikaa eikä tältä ajalta makseta palkkaa. Työpaikalla on jumppatauko sekä sovitut päivävakiot.

Työvuoron pituus 8 tuntia eli 480 minuuttia

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Kahvitauot 2x10 min ja jumppatauko 5 min | 25 min |
|------------------------------------------|--------|

|                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 10 min |
|-------------------------------------------------------------------|--------|

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen | 5 min |
|-----------------------------------------------------------------|-------|

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>45 min</b> |
|-----------------|---------------|

Apuaikakerroin =  $1 + 45 / (480 - 45) = 1,10$  kahdeksan tunnin päivälle

##### **Esimerkki 2**

Apuaikakertoimen laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on palkallista aikaa eli vuorotyö, tältä ajalta maksetaan palkkaa. Työpaikalla on jumppatauko sekä sovitut päivävakiot.

Työvuoron pituus 8 tuntia eli 480 minuuttia

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Kahvitauot 2x10 min ja jumppatauko 5 min | 25 min |
|------------------------------------------|--------|

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Ruokatauko 20 min, vuorotyö | 20 min |
|-----------------------------|--------|

|                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 10 min |
|-------------------------------------------------------------------|--------|

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen | 5 min |
|-----------------------------------------------------------------|-------|

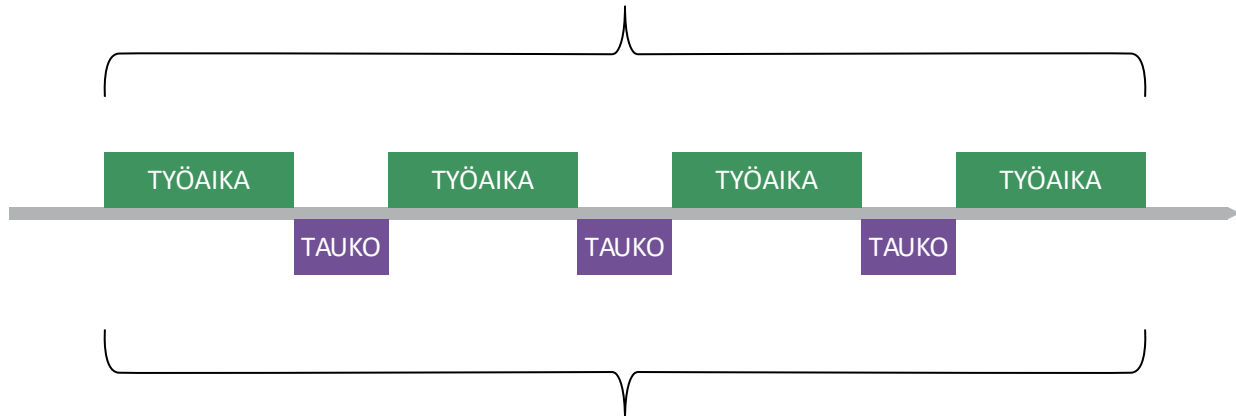
|                 |               |
|-----------------|---------------|
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>60 min</b> |
|-----------------|---------------|

Apuaikakerroin =  $1 + 60 / (480 - 60) = 1,14$  kahdeksan tunnin päivälle

#### 4.5.8 Työmäärän mitoittaminen työvuoron ajalle

**Käsin** tehtävissä työvaiheissa sekä konetöissä, joissa kone pysäytetään taukojen ajaksi, työpäivän kuormittaminen voidaan suunnitella periaatteessa kahdella eri tavalla: koko työpäivä mitoitetaan tekemisajalla ja apuaikakertoimella tai työpäivästä poistetaan apuajan osuus ja loppu mitoitetaan tekemisajalla.

**TAPA 1. Kokonaistyöaika kuormitetaan täyteen normaaliarvolla, johon on lisätty apuaikalisä. Apuaikalisä huomioi tauot ja päivävakion mukaan laskelmiin.**



**TAPA 2. Kokonaistyöajasta vähennetään tauot ja päivävakio, loppu työaika kuormitetaan täyteen normaaliarvolla**

*Työmäärän mitoitusperiaatteet työmäärälle*

Perinteinen työntutkimustavan mitoitus on apuaikakertoimen avulla mitoittaa tekemisaika, jotta saadaan koko työpäivän osuus huomioitua laskelmassa. Perinteisellä tavalla mitoittamisen hyvä puoli on, että se huomioi tekemisen lisäksi myös muut palkkakulut tuotteen valmistuskuluihin. Lisäksi hyvä puoli tässä tavassa on silloin, kun muutetaan apuaikakerrointa menetelmäkehityksen tuloksena, vaikkapa 5S:llä siivoustarpeen poisto. Apuaikakertoimen päivitys päivittää samalla kaikkien niiden tuotteiden valmistusajat, jotka valmistetaan kuvatulla tavalla. Tämän mitoituspuheen huonona puolena voidaan pitää laskennallista tekemisvaiheen kestoa, joka antaa työntekijälle mahdollisesti väärän kuvan työn todellisesti aikatarpeesta.

Toinen laskentatapa on mitoittaa päivän kuormitettava työaika, eli lyhentää laskennassa käytettävän työpäivän pituutta apuajan verran. Tällä tavalla määrälaskenta tehdään suoraan työvaiheen kestolla eli normiajalla. Tämän laskentatavan hyvä puoli on työvaiheen todellisen keston käyttäminen laskelmissa, jolloin työntekijät tietävät työvaiheen tarvitseman ajan sekä työpäivään mitoitettuihin apuaikatekijät ja niiden kestot. Huono puoli tällä laskennalla on, että tuotannon kustannuslaskentaa varten on pidettävä jossakin muualla apuaikakerrointa tai vastaavaa tietoa. Kun apuaikaan liittyviä tekijöitä muutetaan esimerkiksi siivoustarpeen poistaminen työmenetelmiä kehittämällä, on vaarana, ettei apuaikakerroin päivitty vastaavalla tavalla vaan vanha arvo jää voimaan kustannuslaskentaan.

Koneen tekemisissä työvaiheissa ei käytetä apuaikakerrointa eikä muitakaan kertoimia. Mikäli koneen käyttö vaatii työntekijältä aktiivista toimintaa käynnin aikana tai konetta ei ole turvallista jättää käymään yksin, tulee koneen mitoituksessa huomioida joko taukojen merkitys tai suunnitella tauottaja tuuraamaan sovittuja taukoajoja. Konetyö mitoitetaan siis työstöarvoilla suoraan. Tällöin koneen käyntiasteen mittaus kuvastaa sen suunnitellun käyttöprofiilin mukaista tilannetta.

## 5 Aikatutkimustavat ja niiden suunnittelu

**Työntutkimusten** suunnittelu aloitetaan tutkittavan työn sisällön kuvaamisella tutkimusta varten. Tätä sisällön kuvausta nimitetään eräluetteloksi. Varsinainen työtehtävä palastellaan pienempiin osakokonaisuuksiin sen mukaan, miten tarkasti työhön käytettävää aikaa halutaan tutkia. Yleinen ajatus tutkimuksen tarkkuudesta on sellainen, että aikaa tulisi tutkia samalla tarkkuudella kuin työohje on laadittu kyseiselle työlle. Jos työohjeena on vaihda autoon neljä rengasta, tulisi aikakin tutkia tästä kokonaisuudesta, koska renkaiden vaihtojärjestys, auton nostaminen ja pulttien avaamiset voidaan tehdä hyvin monella tavalla, mielivaltaisessa järjestyksessä ja erilaisin työvälinein.

Mikäli kohteena on isohko joukko työntekijöitä ja halutaan tietää päivittäisen jalostavan ajan osuus koko työpäivästä, saattaa eräluettelossa jaoksi riittää, että henkilö valmistelee työtä, tekee jalostavaa tehtävää, viettää taukoaikaa, odottaa jostakin syystä tai työ on keskeytynyt jonkin ulkoisen häiriön takia. Jos taas pohditaan nopeinta ja helpointa tapaa pinota tiiliä päällekkäin, tulee työ eritellä erilaisiin käden liikkeisiin, kuten ojentaa käsi, tarttua kiinni tiileen, siirtää tiili uuteen paikkaan, asettaa tiili tarkasti pinoon, siirtää käsi uuteen kohteeseen.

Malliksi on laadittu yleismallin eräluettelo, jossa erilaisia tehtäväkokonaisuuksia on listattu eri aikalaajien alle. Tämä malli on laadittu havainnointitutkimuksia ajatellen. Havainnointitutkimuksilla tarkastellaan yleensä ryhmän toimintaa ja tehtäväkokonaisuuksia, joiden kesto on pidempi kuin havaintoväli. Tällä samalla periaatteella voi laatia myös tarkempia listoja muita tutkimustapoja varten.

Eräluettelossa ”koodataan” erilaiset tehtävät aikalaajien perusteella niin, että päivän rutiinit ja työtehtävät olisivat listalla suunnitelleen etenemisjärjestyksessä. Varsinkin valmistelutyöt ja jalostavat työvaiheet kannattaa suunnitella työntekijöiden kanssa etenemisjärjestykseen. Tämä helpottaa tutkimuksen aikaista kirjanpitoa. Työntekijöiden kanssa kannattaa tarkastaa eräluettelo vielä ennen tutkimuksen aloittamista. Työntekijöillä voi olla eräluetteloon tarkennettavia kohtia tai heillä on tarve selvittää tutkimuksen yhteydessä myös muita heidän työhönsä liittyviä asioita, jotka vaikuttavat työn etenemiseen.

Muutama tarkentava kommentti eräluettelon laadintaan. Erottele tarkasti valmistavasta työstä valmisteluvaiheet ja valmistavat vaiheet toisistaan. Vain valmistava työaika on arvokasta asiakkaan näkökulmasta. Toinen tärkeä tarkasteltava kohta on apuaikaan huomioitavat tehtävät. Niihin ei pidä ottaa mukaan mitään sellaista työhön liittyvää kokonaisuutta, joka liittyy tuotteen valmistamiseen tai valmisteleviin vaiheisiin. Apuaika on aikalaajina sellainen tekijä, joka lisätään myöhemmin kuvattavalla työarvolaskennan tavalla valmistusvaiheelle lisäajaksi. Tällä laskennalla varmistetaan, että kaikki työaika on huomioitu tuotteen valmistuskustannuksissa.

## Työn havainnointitutkimuslomake Palkkataito Oy

|          |           |           |            |           |             |
|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|
| Yritys:  | Yritys Oy | Osasto:   | Kokoonpano | Työvaihe: | Osa I       |
| Tutkija: | Jla       | Pvm/Aika: | 2.1.16     | 6:00      | Tuote: CK23 |

| Nro         | Erän nimi                         | Nro            | Nimi                            |
|-------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Apuaika 100 | Työvuoron aloitus- ja lopetustyöt | Valmius 400    | Valmius, ei työtehtävää         |
| Apuaika 101 | Kahvi-/ruokatauko                 | Valmius 401    | Valmius, työtahdin mukaan       |
| Apuaika 102 | Henkilökohtainen tauko            | Valmius 402    | Valmius, konetyön odotus        |
| Apuaika 103 | Tarvikkeiden ym. hakua            | Valmius 403    | Valmius, kunnossapito           |
| Apuaika 104 | Työalueen järjestelyt             | Valmius 404    | Valmius, avustaa kaveria        |
| Apuaika 105 | Varaston järjestelyä              | Valmius 405    |                                 |
| Apuaika 106 | Siivous alueella                  | Valmius 406    |                                 |
| Apuaika 107 | Keskustelu työnjohto              | Valmius 407    |                                 |
| Apuaika 108 | Keskustelu suunnittelu            | Valmistelu 500 | Tietojärjestelmien käyttö       |
| Apuaika 109 | Keskustelu työkaveri              | Valmistelu 501 | Työmääräin, työn kirjaukset     |
| Apuaika 110 | Muuta puuhaa                      | Valmistelu 502 | Materiaalin siirrot työalueella |
| Apuaika 111 |                                   | Valmistelu 503 | Työpisteen/jigin valmistelu     |
| Apuaika 112 |                                   | Valmistelu 504 | Työkalujen vaihto/säätö         |
| Tauko 200   | Muu tauko                         | Valmistelu 505 | Suoja-asun pukeminen            |
| Tauko 201   | Poissa luvatta                    | Valmistelu 506 | Työpisteen siivous              |
| Tauko 299   | Välisumma Tauot                   | Valmistelu 507 | Testaus ja tarkastus            |
| Häiriö 300  | Tietojärjestelmän ongelmat        | Valmistelu 508 | Materiaalin haku varastosta     |
| Häiriö 301  | Epäselvyydet tiedoissa            | Valmistelu 509 | Tuotteiden pakkaaminen          |
| Häiriö 302  | Materiaalipuutteet                | Valmistelu 510 | Tuotteiden vienti pois          |
| Häiriö 303  | Väärä materiaali                  | Jalostava 600  | Työohjeen luku                  |
| Häiriö 304  | Laatupoikkeama                    | Jalostava 601  | Asetus sarjalle                 |
| Häiriö 305  | Työkalu kateissa                  | Jalostava 602  | Työvaihe 3                      |
| Häiriö 306  | Laitte-/kone häiriö               | Jalostava 603  | Työvaihe 4                      |
| Häiriö 307  | Kunnossapitotyöt                  | Jalostava 604  | Työvaihe 5                      |
| Häiriö 308  | Seuraava vaihe täynnä             | Jalostava 605  | Työvaihe 6                      |
| Häiriö 309  | Henkilö puuttuu                   | Jalostava 606  | Työvaihe 7                      |
| Häiriö 310  | Trukin, nosturin odotus           | Jalostava 607  | Työvaihe 8                      |
| Häiriö 311  | Avustaa toisessa työssä           | Jalostava 608  | Työvaihe 9                      |
| Häiriö 312  | Keskustelu tutkijan kanssa        | Jalostava 609  | Työvaihe 10                     |
| Häiriö 313  |                                   | Jalostava 610  | Työvaihe 11                     |
| Häiriö 314  |                                   | Jalostava 611  | Työvaihe 12                     |

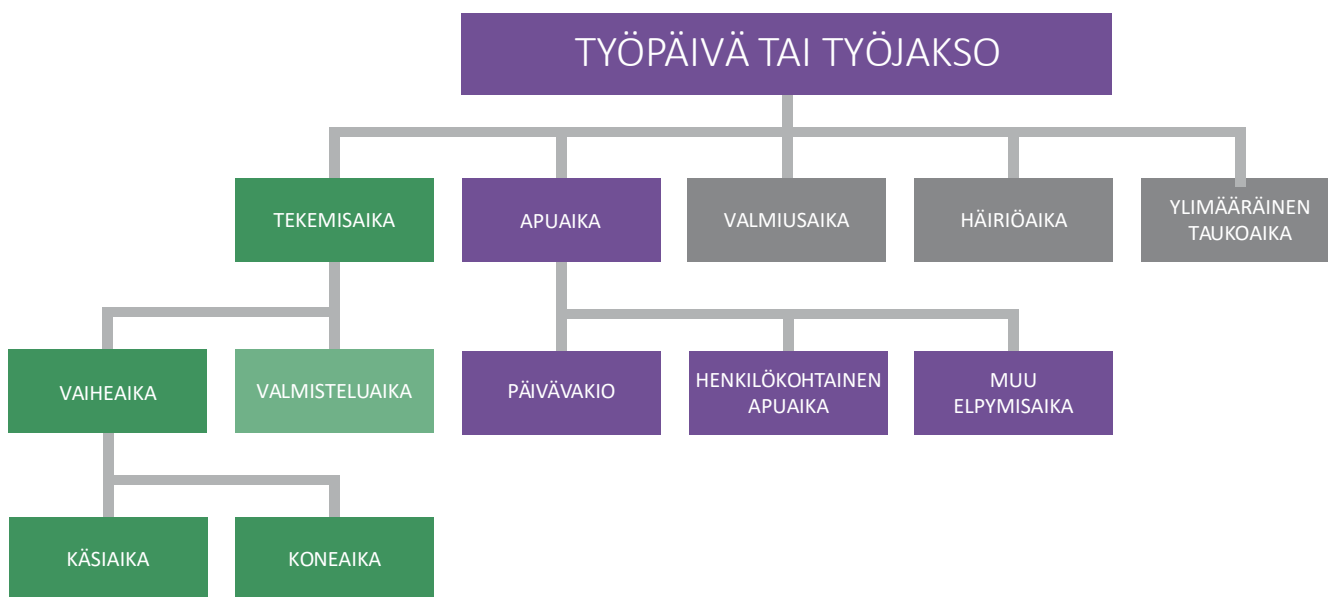
## 5.1 Havainnointitutkimukset

### 5.1.1 Havainnointi aikatutkimuksena

**Havainnointitutkimus** ei ole varsinaisesti aikatutkimusmenetelmä, koska tutkimushavainto tehdään ”silmänräpäyshavaintona” ennalta sovitulla hetkellä joko vaihtelevan tai tasavälin havaintona ikään kuin valokuvanotto työpisteen tilanteesta. Havainnointitutkimus perustuu tavallisesti minuutin välein tehtäviin kirjauksiin havainnointilomakkeelle tai suoraan tietokoneelle. Havainnoinnilla on tarkoitus kartoittaa laajemmin tuotannossa tapahtuvia ilmiöitä tai tutkia työpäivän ajankäyttöä minuutin tarkkuudella. Suosituksena on tutkia aina koko työvuoro työpäivän aloituksesta päivän lopetukseen saakka, jotta päivään liittyvät tapahtumat olisi kirjattu koko päivän osalta. Koko työvuoron tai -päivän mittaisella tutkimuksella saadaan selvitettyä esimerkiksi apuajan tarve työvuorolle, työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit ja niiden kestot, vuoronvaihtumisen aikaiset tapahtumat, ja näiden vaikutus työn tuottavuuteen ja toiminnan sujuvuuteen.

Havainnointitutkimus menetelmänä antaa tutkijalle mahdollisuuden tarkkailla aikatutkimuksen yhteydessä myös työtapoja, kehoa kuormittavia liikesarjoja, työturvallisuutta sekä siisteyden ja järjestyksen vaikutusta työhön. Minuutin aikaväli tutkimuksen kirjauksissa antaa mahdollisuuden käyttää tapahtumien dokumentointiin videota tai valokuvakameraa. Kuvauksista kannattaa kirjata merkintä tutkimustietoihin.

Mikäli tutkittavalla alueella työskentelee useita henkilöitä, voidaan havainnointitutkimuksella tarkkailla henkilöiden työnjakoa, ryhmän toimintaa sekä tuotannon virtausta ryhmän kesken. Jos tutkimuksella halutaan selvittää eri työvaiheiden kestoa, tulee ensin tarkastaa työohje ja mahdolliset menetelmäkuvaukset, jotta tutkimuksen tarkkuus vastaisi annettuja ohjeita. Koska havainnointitutkimuksessa kirjaukset tehdään minuutin välein, ei tätä tutkimusmuotoa suositella käytettävän alle minuutin kestävästä työvaiheista.



Mallina olevassa kuvassa on päivittäinen työaika jaettu yhteensä seitsemään aikalajiin. Uusina aikalajeina on mukana häiriöiden rinnalla valmiusaika ja tekemisaika on jaettu valmisteleviin sekä jalostaviin aikoihin. Tässä tutkimusmallissa on tarkoitus tunnistaa ennalta arvaamattomat häiriöt ja toimintatavaksi muotoutuneet odotukset toisistaan. Tämä erottelu sen vuoksi, että häiriöiden poistamiseksi käytetään erilaisia kehittämismenetelmiä kuin toimintatapojen kehittämisessä.

Edellisessä luvussa oli esitelty työeräluettelon laadinta. Havainnointitutkimusta varten kannattaa laatia sopivalla tarkkuudella oleva eräluettelo, joka helpottaa havaintojen kohdistamista oikealle aikalajille sekä oikealle työerälle. Tekemisajan jakaminen valmisteleviin ja jalostaviin työvaiheisiin, työvaihe aikoihin, antaa tietoa tutkijalle, kuinka paljon valmisteleviin työvaiheisiin tarvitaan aikaa suhteessa tuotteen valmistamiseen. Valmistelevia työvaiheita ei pidä sekoittaa aikalajin aputyöt työvaiheisiin. Havainnoinnin yhteydessä saadaan yksittäisen työerän kesto selvitettyä minuutin tarkkuudella.

## Eräluettelo

Työn havainnointitutkimuslomake Palkkataito Oy

| Yritys: Yritys Oy                     | Osasto: Loppukokoonpano             | Työväihe: Nuppi ja perustuslevy |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Tutkija: Jla                          | Pvm/Aika: 18.9.18 8:00              | Tuote: 0                        |
| <b>Nro Erän nimi</b>                  | <b>Nro Nimi</b>                     |                                 |
| 100 Työvuoron aloitus- ja lopetustyöt | 500 Tietojärjestelmien käyttö       |                                 |
| 101 Kahvi-/ruokatauko                 | 501 Työohjeen/kuvien lukua          |                                 |
| 102 Henkilökohtainen tauko            | 502 Materiaalin siirrot työalueella |                                 |
| 103 Tarvikkeiden ym. haku             | 503 Työpisteen/jigin valmistelu     |                                 |
| 104 Työalueen loppusiivous            | 504 Työkalujen vaihto/säätö         |                                 |
| 105 Varaston järjestelyä              | 505 Suoja-asun pukeminen            |                                 |
| 106 Keskustelu työnjohto              | 506 Työpisteen siivous              |                                 |
| 107 Keskustelu suunnittelu            | 507 Materiaalin haku varastosta     |                                 |
| 108 Keskustelu työkaveri              | 508 Tuotteiden nosto/vienti pois    |                                 |
| 109 Muuta puuhaa                      | 509 Tuotteiden pakkaaminen          |                                 |
| 110 0                                 | 510 Pöytäkirjojen täyttö            |                                 |
| 111 0                                 | 600 Öljypinnan säät kok.pano+asen   |                                 |
| 112 0                                 | 601 Tulppien teipaus                |                                 |
| 200 Muu tauko                         | 602 Tulppien asennus                |                                 |
| 201 Poissa luvatta                    | 603 Tassujen puhdistus              |                                 |
| 300 Tietojärjestelmän ongelmat        | 604 Suuntatarran liimaus/maalau     |                                 |
| 301 Epäselvyydet tiedoissa            | 605 Kytinsuojan päädyn asen.        |                                 |
| 302 Materiaalipuutteet                | 606 Sormisuijien asennus            |                                 |
| 303 Väärä materiaali                  | 607 Sormisuijan muokkaus(putki)     |                                 |
| 304 Laatu poikkeama                   | 608 Kiilan asennus ja rasvaus       |                                 |
| 305 Työkalu kateissa                  | 609 Kytinpuolikkaan asennus         |                                 |
| 306 Laite-/kone häiriö                | 610 Kilven valmistus ja asennus     |                                 |
| 307 Kunnossapitotyöt                  | 611 Kierteiden avaus                |                                 |
| 308 Seuraava vaihe täynnä             | 612 Korokkeiden asennus levyyn      |                                 |
| 309 Henkilö puuttuu                   | 613 Moottorin asennus               |                                 |
| 310 Trukin, nosturin odotus           | 614 Kytimen asennus moottoriin      |                                 |
| 311 Avustaa toisessa työssä           | 615 Pumpun asennus levyyn           |                                 |
| 312 Odotus, ei tehtävää               | 616 Moottorin ja pumpun linjaus     |                                 |
| 313 Keskustelu tutkijan kanssa        | 617 Simmilyevyjen asennus           |                                 |
| 314 0                                 | 618 Kytimen suojan asennus          |                                 |

Eräluettelomallissa on ryhmitelty eri aikala-  
jit värikoodien perusteella  
selkeästi havaittaviin  
ryhmiin.

Valmistelevat työerät ovat  
vaalean vihreällä alueella.  
Jalostavat työerät on  
merkitty tumman vihreälle  
alueelle.

Häiriöt ja työnkeskeytykset  
on punaisella alueella.

Apuaikaan kuuluvat  
työerät, joiden ei katsota  
kuuluvan tuotteen  
tekemiseen, on merkitty  
keltaiselle alueelle.

### Eräluettelo Excel-pohjaiselle tutkimukselle

Apu aika on sellaisia päivittäisiä, vakioituja tapahtumia, jotka eivät kuulu tuotteen valmistamiseen. Täl-  
laisia asioita ovat työpaikalla sovitut, työajalla vietetyt taukoajat tai päivän aloitus- ja lopetusrutiinit,  
kuten koneiden tai laitteiden käynnistämiset, työpisteen loppusiivous ja aloittamiseen liittyvä yleinen  
järjestely. Mikäli näitä tehdään yleisesti tuotteen vaihdon yhteydessä, kuuluvat ne osaksi tuotteen  
valmistamista. Yleensä tuotteen valmistamiseen tarvittavaan aikaan lisätään kustannuslaskennassa  
apuaajan osuus apuaikakertomella (apuaajan osuus koko työpäivästä), jotta erilaisten sovittujen tauko-  
jen ja päivärutiinien osuus on huomioitu apuaajan vaikutus.

Aikalaji Tauko aika ei tarkoita työpaikalla sovittuja taukoja vaan sovittujen taukojen yli meneviä tauko-  
aikoja. Tätä aikalajia kannattaa käyttää harkiten. Tälle tapahtumalle on hyvä kirjata selkeä tarkenneku-  
vaus tarkenne, jotta myöhemmin tunnistetaan merkinnän syyn. Yleisimpiä syitä tämä aikalajin käy-  
tölle ovat myöhäinen työpaikalle tulo ja aikainen poistuminen. Myös sovittujen taukojen ylittymiset  
voidaan merkitä tähän aikalajiin.

Tutkimuksen aikana tarkkaillaan erilaisten häiriöiden ja odotusaikojen esiintymistiheyttä sekä vaiku-  
tusta tuotantoon. Ryhmän toiminnan osalta selviää häiriöiden vaikutus ryhmän tuotokseen, ja miten  
ryhmä selvittää keskenään ongelmatilanteet. Häiriö- ja odotusaikojen muuttaminen jalostavaksi ajaksi  
kertoo sen, kuinka paljon tuotantoa voidaan lisätä nyky menetelmällä. Jos on mahdollista erottaa  
häiriöajat ulkoisiin, ennalta arvaamattomiin tapahtumiin ja omasta toimintatavasta aiheutuneisiin  
odotukseen, kannattaa eräluettelossa tämä jako suunnitella valmiiksi. Havainnoinnin aikana selviää  
ulkoisten häiriöiden luonne, mitkä niistä ovat toistuvia, kroonisia työn keskeytyksiä, ja mitkä ovat  
satunnaisia. Kehittämisen kannalta kroonisten häiriöiden poistamisella on suurempi merkitys kuin  
satunnaisilla tekijöillä, joita ei voi ennakkoon ennustaa. Toinen kehitystoiminnan aihe on tunnistaa  
vakiintuneita toimintatapoja, joilla voi olla työn keskeyttävä merkitys.

Tutkimuslomake kannattaa suunnitella helposti täytettäväksi, tekeepä tutkimukset sitten kynällä paperiin tai suoraan tietokoneella. Aikahavaintojen rinnalla on hyvä olla tilaa erilaisille kommenteille, jolla tarkennetaan aikahavaintojen merkitystä. Tällaisia merkintöjä voivat olla tuotteen aloitus ja valmistusmerkit, valmistuneiden kappaleiden ja sarjojen lukumäärät, ergonomia- ja turvallisuuskommentit sekä erilaisten häiriöiden ja työnkeskeytysten juurisyyn.

## Havainnointilomake

Työn havainnointitutkimuslomake Palkkataito Oy

|                   |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
|-------------------|---------|-------------------------|---------|---------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|------------------------------------|----|----|----|----|-----|--|
| Yritys: Yritys Oy |         | Osasto: Loppukokoonpano |         | Työvaihe: Nuppi ja perustuslevy |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| Tutkija: Ja       |         | Pvm/Aika: 18.9.18       |         | Tuote: 0                        |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| Kellon aika       | Kohde 1 | Tutkittava 1            | Kohde 2 | Tutkittava 2                    | Kohde 3 | Tutkittava 3 | Kohde 4 | Tutkittava 4 | Kohde 5 | Tutkittava 5 | Valmistusmäärät tunnissa/vuorossa: |    |    |    |    |     |  |
|                   |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              | K1                                 | K2 | K3 | K4 | K5 | YHT |  |
| 19                | 0       |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 1                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 2                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 3                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 4                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 5                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 6                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 7                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 8                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 9                 |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 10                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 11                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 12                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 13                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 14                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 15                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 16                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 17                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 18                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 19                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |
| 20                |         |                         |         |                                 |         |              |         |              |         |              |                                    |    |    |    |    |     |  |

Työntutkimuslomakkeessa On hyvä olla otsikkokenttä, johon kirjataan tutkimuksen tärkeät taustatiedot.

Itse lomake voi olla valmiiksi aikataulutettu, jolloin merkinnät tehdään reaaliajan mukaisesti tapahtumahetken kohdalle.

Lomakkeessa kannattaa tutkittavat kohteet erotella valmiiksi omille sarakkeille.

Lomakkeen sivulla on hyvä olla tilaa erilaisille kommenteille ja muistiinpanoille, kuten kpl määrät.

Tutkimuksen aikana lasketaan tuotantomäärät työvuoron aikana. Laskenta voidaan kohdistaa minuutin tarkkuudella, puolen tunnin tai tauosta taukoon väliselle jaksolle. Havainnointitutkimus antaa kohtuullisen tarkan ajan yksittäiselle tuotteelle tai valmistuserälle, mikäli valmistusmäärän laskenta voidaan tehdä reaaliaikaisena. Lasketuista tuotantomääristä ja käytetystä työajasta saadaan tietoa valmistusmääristä tutkimuksen aikana. Eri henkilöiden työmenetelmien kuvaaminen auttaa tulkitsemaan työntutkimustuloksia. Jokainen työntekijä sekä linja tutkitaan erikseen omana seurantana. Menetelmien kuvauksella ja suoritelmäärällä saadaan vertailu eri menetelmien tehokkuudesta.

Tutkimusaikaa tulee varata riittävästi, jotta tulokset ovat luotettavia. Karkeissa ajankäytön tutkimuksissa riittää yksi työvuoro. Suositus on tutkia vähintään kaksi kokonaista vuoroa, ettei yhden vuoron aikana tapahtunut häiriö tai poikkeava tapahtuma vääristä tutkimustuloksia. Tällä tutkimustavalla määritetään yleensä apuaikakerroin tai tutkitaan ryhmän yhteistoimintaa ja keskinäistä työn jakautumista sekä tarkastetaan tuotannon työntuottavuus ja laaduntuottokyky.

| Yritys: Yritys Oy    |         |            |         |            |         | Osasto: Kokoonpano |         |            | Työvaihe: | Osa I                             |                                      |
|----------------------|---------|------------|---------|------------|---------|--------------------|---------|------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Tutkija: Jla         |         |            |         |            |         | Pvm/Aika:          |         | 2.1.16     | 6:00      | Tuote:                            | CK2345                               |
| Kellonaika<br><br>60 | Kohde 1 | Tarkenne 1 | Kohde 2 | Tarkenne 2 | Kohde 3 | Tarkenne 3         | Kohde 4 | Tarkenne 4 | Kohde 5   | Tarkenne 5                        |                                      |
|                      |         |            |         |            |         |                    |         |            |           |                                   |                                      |
|                      |         |            |         |            |         |                    |         |            |           |                                   |                                      |
|                      |         |            |         |            |         |                    |         |            |           |                                   |                                      |
|                      | 1       | 100        |         |            |         |                    |         |            |           |                                   | Työpisteessä työn aloitustoimet, hlö |
|                      | 2       | 100        |         |            |         |                    |         |            |           |                                   |                                      |
|                      | 3       | 100        |         |            |         |                    |         |            |           |                                   |                                      |
|                      | 4       | 200        |         |            |         | 100                |         |            | 102       |                                   | Hlöt saapuvat työpisteeseen yksitell |
|                      | 5       | 200        |         | 100        |         | 100                |         | 100        | 102       |                                   |                                      |
|                      | 6       | 100        |         | 104        |         | 102                |         | 102        | 600       |                                   |                                      |
|                      | 7       | 109        |         | 104        |         | 102                |         | 505        | 600       |                                   |                                      |
|                      | 8       | 301        |         | 500        |         | 300                |         | 505        | 600       |                                   | Hlös jatkaa edellisen vuoron työtä   |
|                      | 9       | 301        |         | 300        |         | 300                |         | 505        | 600       |                                   | Hlö4 aloittaa uuden asetteen vaihdo  |
|                      | 10      | 401        |         | 400        |         | 301                |         | 305        | 600       |                                   |                                      |
| 11                   | 505     |            | 500     | V          | 310     |                    | 305     |            | 303       | Hlö4 tuotevaihto CK2345 -> KO1333 |                                      |
| 12                   | 600     |            | 600     |            | 600     |                    | 401     |            | 301       |                                   |                                      |
| 13                   | 609     |            | 605     |            | 600     |                    | 505     |            | 503       |                                   |                                      |

### Malli havaintojen kirjauslomakkeesta

Ajankäytöntutkimukseen liitetään useasti muita havaintoja tai dokumentteja taustatiedoksi selittämään aikaututkimuksen tapahtumia ja tuloksia. Tällaisia havaintoja voivat olla työpisteen siisteyttä ja järjestystä kuvaavat valokuvat tai lomakkeet, työtavan ja työjärjestyksen esittävät videot ja valokuvat sekä turvallisuutta ja ergonomiaa todentavat videot ja valokuvat.

Työnantajalla on oikeus kuvata ja videoida töitä. Tiedottaminen ja asianosaisten henkilöiden informointi ennen kuvausta on huomioitava, kuten kaiken työntutkimuksen yhteydessä. Jos kuvia tai videota käytetään yrityksessä yleisemmin tausta-aineistona, pitää kunnioittaa tutkittavan henkilön toivetta tunnistettavuudesta. Kuvaus voidaan suorittaa siten, ettei kuvattavan henkilön kasvot tai erityispiirteet ole kuvassa heti tunnistettavissa. Pääasia on kuitenkin, että työhön liittyvä oleellinen osa voidaan tunnistaa joko työn opastuksellisessa mielessä tai kehittämismahdollisuutena.

#### 5.1.2 Havainnointina siisteys, järjestys ja laatu

**Havainnointitutkimuksen** yhteydessä kannattaa tutkia myös työtilojen toimivuus, tavaroiden siirtelyn tarve sekä valmistelemissa vaiheissa että jalostavissa tekemisvaiheissa. Siisteydellä ja järjestyksellä on merkittävä vaikutus erilaisiin pieniin työnkeskeytyksiin. Kateissa olevat työkalut ja materiaalit näkyvät ylimääräisenä etsintäaikana. Työalueella olevat tyhjät kuormalavat haittaavat työskentelyssä tavaroiden siirtelyä ja aiheuttavat osaltaan tapaturmariskin. Lisäksi ne muodostavat ylimääräisen palokuorman tulityöpisteille.

Siisteyttä ja järjestystä voidaan havainnoida ajankäyttötutkimuksen aikana, kommentoiden aikaututkimuslomakkeen reunaan havainnot ja vaikutukset työntekoon. Aikahavaintojen ohessa on mahdollista valokuvata työpisteen tilanne havaintojen tueksi. Tämän lisäksi on mahdollista laatia myös oma erillinen dokumentti työpisteen ja työalueen järjestyksestä.

## Muita havaintotutkimuksia



### Siisteys ja järjestys:

Kuinka paljon joudutaan etsimään tai hakemaan erilaisia työvälineitä ja materiaaleja. Miten tutkimuksessa näkyvät nämä tulokset ja kommentit sekä näihin käytetty aika.



Entäpä sammuttimille tai sähkökeskuksille esteetön pääsy.

Miten havainnoidaan tutkimuksessa logistinen toiminta, materiaalien saatavuus ja käsittely. Joudutaanko ensi järjestelemään tai siivoamaan paikkoja, että saa haltuunsa tarvittavat materiaalit.

### *Työalueiden siisteyden ja järjestyksen vaikutus työaikaan*

Työalueen järjestyksellä ja työtavoilla on vaikutusta toiminnan ja tuotteen laatuun. Huonosti merkityt tuotteet ja varastonimikkeet sekoittuvat helposti, ja yhteisten työkalujen ja -välineiden katoaminen työpaikalta saatetaan korvata erilaisella työvälineellä, joka ei sovellu työntekoon tuotteen laadun kannalta. Väärällä työvälineellä, menetelmällä, tai väärässä järjestyksessä tehty työsuoritus voi olla alkuperäiseen, työhöjeen mukaiseen tapaan verrattuna hidas, jolloin työntekijälle tulee kiire tavoitteen saavuttamiseksi. Tällöin voi työtapaeroilla syntyä virheellisiä tai tarkastamattomia tuotteita seuraavalle työvaiheelle.

Havainnointitutkimuksen aikana on hyvä kiinnittää huomiota korjaavan työn osuuteen. Kuinka paljon ajasta työntekijällä kuluu joko alihankkijan tai edellisen vaiheen valmistaman osan korjaamiseen tai säätämiseen, jotta hän pääsee tekemään oman työnsä valmiiksi. Havainnointitutkimuksen aikana nämä korjaustyöt tulisi kirjata häiriökoodille, jotta korjauksen osuus tekemisajasta tulisi esille.

## Muita havaintotutkimuksia



### Laatu ja laaduntuottokyky:

Miten materiaaleja säilytetään tai käsitellään. Onko käsittelytekniikka sopiva materiaalien laatuvaatimusten kanssa. Kuinka selkeät ovat tuotteen laatuun liittyvät ohjeet, dokumentit sekä toiminnan pelisäännöt.

Miten varastoinnissa tuotteen laatu varmistetaan. Onko materiaalin varastointi suunniteltu siten, että materiaalin kierto toteutuu suunnitellussa järjestyksessä. Kuinka monta erillistä käsittelykertaa prosessin aikana tehdään materiaaleille.

Onko henkilökunnan asenne laatuun kunnossa.

### *Varastoinnin ja käsittelytapojen vaikutus laaduntuottokykyyn*

#### 5.1.3 Havainnointina ergonomia ja turvallisuus

**Havainnointitutkimus** soveltuu hyvin myös työmenetelmien kehittämiseen. Havainnointilomakkeelle voidaan kirjata kommentteina työergonomiaan tai työturvallisuuteen liittyviä havaintoja työpäivän aikana. Liikunta- ja tukielinvaivojen aiheuttajana on yleisimmin jokin toistuva taakan nosto tai kantaminen tai kantaminen. Lisäksi voimaa vaativat, toistuvat kädellä tehtävät liikesarjat kuormittavat toispuoleisesti tukielimiä ja lihaksia, ja liikkeinä voivat aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta.

Työkaluissa ja työvälineissä voi olla suuria momentteja tai iskevää työliikettä, jota vastustetaan kädellä. Nämä työkoneiden ja -välineiden tärinät ja suuret voimat saattavat myös aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta niveliin ja hermoratoihin. Havainnoimalla työntekijän liikkumista ja työkoneiden ja -välineiden ajallista käyttöä saadaan kohtuullisen hyvä kuva työn kuormittavuudesta. Mikäli tutkija ei itse tunne työergonomiaa, kannattaa kysyä apua esimerkiksi työterveyshuollosta, jotta työntekijöiden työterveys pysyisi kunnossa ja ennakoivat korjaukset ennätetään tehdä ennen terveysongelmia.

## Muita havaintotutkimuksia



### Työergonomia:

Miten työtapojen opastus on toteutettu ja miten valvotaan työn tekoa.

Sisältääkö työtehtävät jatkuvia raskaita nostoja tai toistoliikkeitä, jotka kuormittavat liikunta- ja tukielimiä. Onko havaittavissa työperäisiä sairaustapauksia.

Sisältääkö työ staattisia jännitystiloja, jossa tekijä joutuu kannattelemaan ja tukemaan työvälinettä tai kappaletta pitkähköjä aikoja.

Miten näitä voidaan kehittää.

### *Työpisteen ja -välineiden suunnittelun vaikutus työergonomiaan*

Työturvallisuus on aina osana työntutkimusta, vaikka sitä ei erikseen tutkittaisikaan. Mikäli työntutkija havaitsee tutkimuksen aikana suuren tapaturmariskin tutkimusalueella, tulee tutkimus pysäyttää ja tiedottaa heti esimiehille tapaturmariskistä.

Työturvallisuuskäyttäytyminen heijastelee yrityksen turvallisuuskulttuuria, miten aktiivisesti työturvallisuutta kehitetään ja miten herkästi puututaan näkyviin puutteisiin. Työntutkimuksen ja erityisesti havainnointitutkimuksen käyttö turvallisuuskartoituksessa antaa hyvän tausta-aineiston valokuvien kanssa työtapojen ja -menetelmien kehittämiseksi. Työturvallisuuspuutteiden esiintymistiheys ja riskin suuruus dokumentoidaan tutkimuslehdelle, jonka tueksi otetaan valokuvat työtavasta ja työympäristöstä.

## Muita havaintotutkimuksia



### Työturvallisuus ja riskinotto:

Kuinka työntekijät tunnistavat työturvallisuusriskit. Kuinka työnjohto puuttuu selkeisiin laiminlyönteihin tai välinpitämättömyyteen. Onko työntekoon tarvittavat välineet kunnossa. Saadaanko työntekijöiltä tietoa turvallisuuspuutteista. Käytetäänkö suojaimia pelisääntöjen mukaisesti. Puututaanko suojainten käytön laiminlyönteihin.

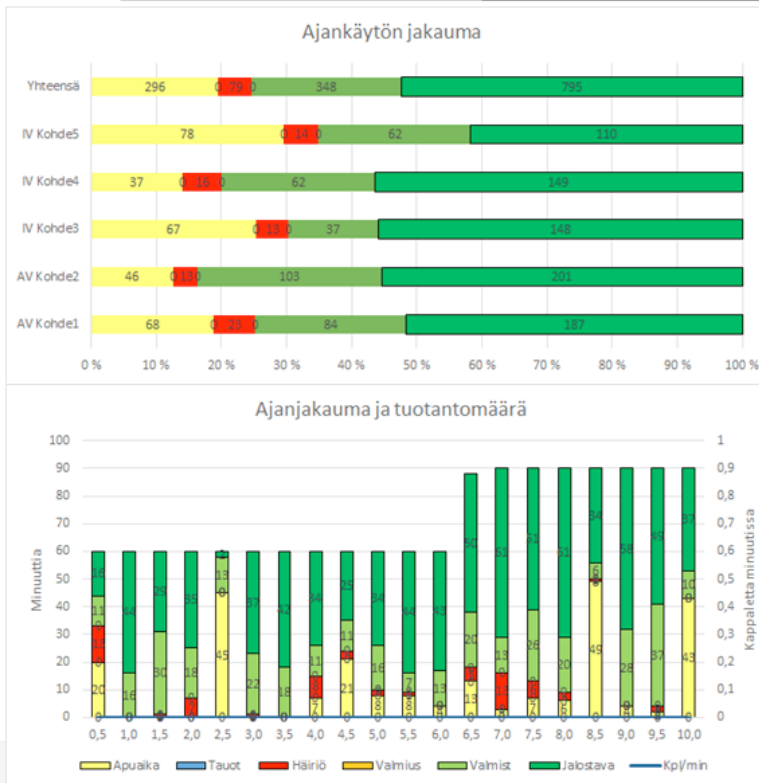
*Yrityksen kulttuuri ja toimintatavat näkyvät työturvallisuudessa*

### 5.1.4 Tutkimustulosten analysointi

**Havainnointitutkimuksesta** saadaan kerättyä paljon tietoa, joka tulee analysoida huolellisesti. Aika-tutkimukset tuottavat tietoa lyhimmän mittausvälin tarkkuudella esimerkiksi havainnoimalla minuutin aikaväleihin. Väärällä tutkimustarkkuudella hyvin lyhytkestoiset erät ja havainnot voivat jäädä kokonaan pois tuloksista, kun taas liian tarkalla mittaustavalla kokonaiskuva saattaa hämärtyä liiallisen ja yksityiskohtaisen mittausdatan määrän takia.

Havainnointi tuottaa aina ajankäytön jakauman, mutta jatkuvana seurantana saadaan myös erilaisia työerien kestoja havaintovälin tarkkuudella. Aiemmin esitetyiltä esimerkkilomakkeilta voidaan laskea jokaisen valmistuneen tuotteen vaiheajat, henkilöiden sovittujen taukojen kestot, erilaisten työnkeskeytysten kestot, toistuvuus sekä syyt näihin keskeytyksiin. Mikäli henkilöiden työjärjestys tai käytämät työmenetelmät vaihtelevat, saadaan valmistusajoista selville menetelmävaihtelujen merkitys valmistusaikaan.

## Tulosten laskenta



Ajankäytön jakauma antaa lähtötiedon, millä tasolla on jalostavan ajan osuus. Kuinka paljon muissa aikalajeissa on turhaa tai ylimääräistä ”puuhaa”, jota kehittämällä saadaan lisää jalostavaa aikaa.

Ryhmän ajan käyttöä voidaan tarkastella myös puolen tunnin aikaväleihin. Tolpat kertovat, että valmistelavaa työtä on jokaisessa tolpassa. Punainen häiriöväri esiintyy melkein jokaisessa tolpassa, jolloin työ keskeytyy vähän väliä.

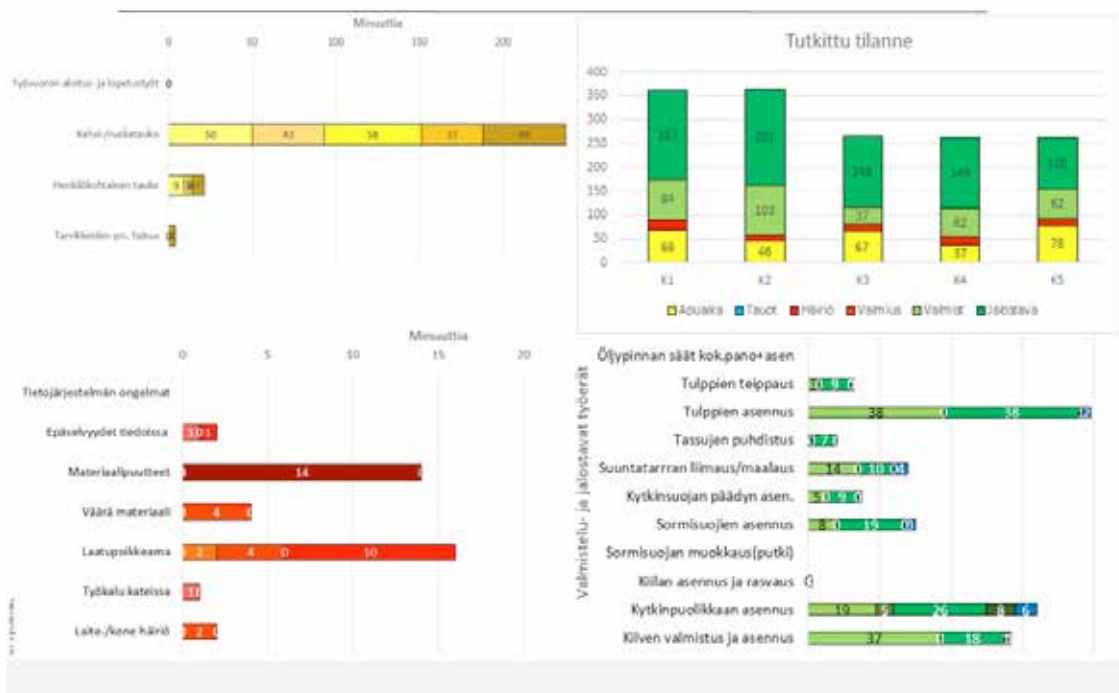
### Ryhmän ajankäytön jakaumat tutkimuksen aikana

Ajankäytön jakaumista voidaan simuloida, kuinka paljon tutkimuksen aikana tapahtui sellaista toimintaa, joka heikensi jalostavan ajan osuutta. Kun tutkimuksen tiedoista tarkastellaan valmistelevia työvaiheita sekä häiriöitä, pystytään joidenkin tekijöiden osalta sanomaan suoraan, kuinka paljon enemmän saadaan jalostavaa työaikaa työvuoroon, jos näitä aikahukia poistetaan prosessista, erityisesti pullonkaulavaiheesta.

Yksinkertaisella simuloinnilla noudattaen nykyistä työtapaa voidaan tarkastella tuottavuuden lisäämisen mahdollisuus lisääntyvänä aikaosuutena ja tuotantomääränä. Ajankäytönjakauman lisäksi analysoidaan jokaisen aikalajin osalta tarkemmin suurimpia aikatekijöitä ja näiden toistuvuutta tutkimuksen tuloksista. Ajankäytönjakaumat kertovat, minkä aikalajin osuuksilla on merkitystä työvuoron tuottavuudessa. Vaikka joskus häiriöistä käydään keskustelua kahvipöydissä, saattaa niiden ajallinen osuus olla pieni muiden aikaosuuksien rinnalla. Toisinaan kannattaa huomio kiinnittää valmistelemaan työhön ja työn sisältöön, miksi sen osuus on merkittävä koko työvuoron osalta.

Usein työntekijä havaitsee häiriön työn keskeyttäjänä, mutta ei hahmota valmistelevan työn vaikutusta jalostavasta osuudesta, koska valmisteleva työ on aina pitänyt tehdä ennen jalostavaa työtä. Valmisteleva osuus koetaan siis kuuluvan osaksi jalostavaa työtä.

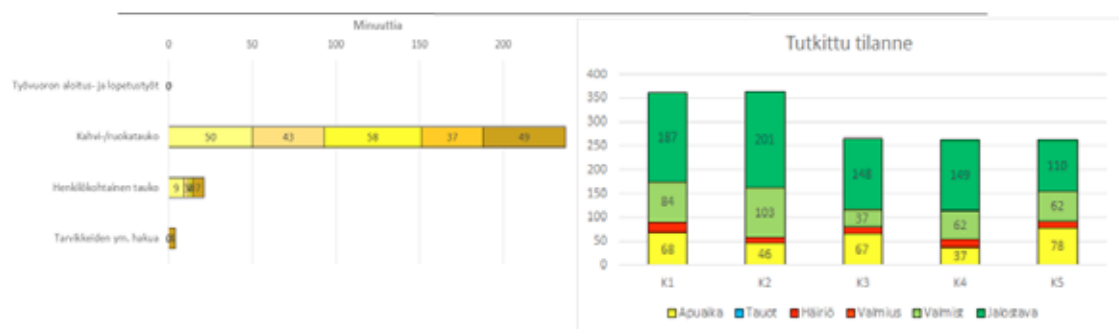
## Tulosten laskenta



Erilaiset Excel-pohjaisen tutkimuksen tulokset

Apu aika koostuu sovitusta tauosta kuten kahvi- ja ruokatauosta ja toisinaan juomatauoista kuuman työn takia sekä henkilökohtaisista tauoista että erilaisista työn aloitus- ja lopetusrutiineista. Sovittujen taukojen ja työpäivävakion osuutta tarkastellaan työntutkimuksessa apuaikalisänä.

## Tulosten laskenta



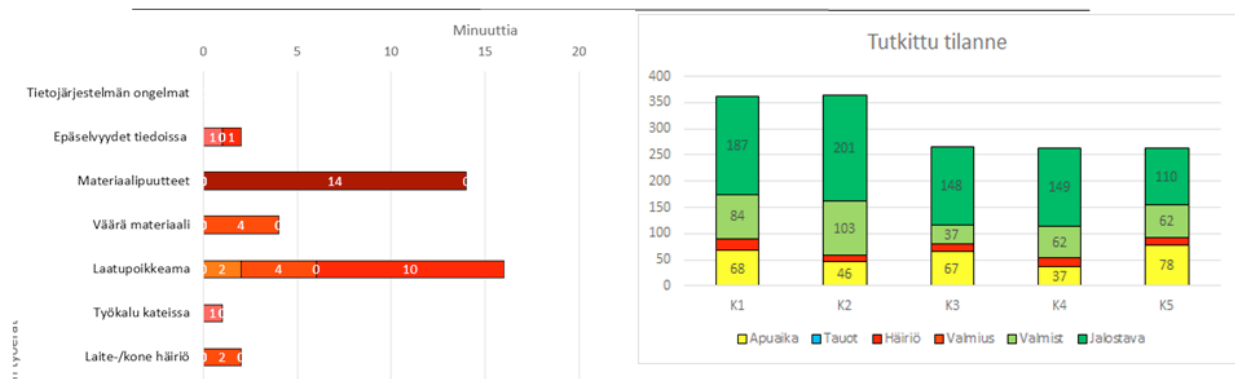
Apu aikaan liittyvien toimintojen tarkistaminen tuloksista. Miten työpaikalla sovitut tauon on kokonaisuutena toteutuneet. Lisäksi voidaan tarkastaa henkilökohtaisten taukojen, kuten tupakka- tai "kännykkä"-tauojen vaikutus kokonaistauko aikaan. Mikäli työpaikalla on työarvolaskenta käytössä, voidaan verrata toteutunutta kokonaistauko aikaan työarvolaskennassa olleeseen elpymisarvoon.

Vastaavasti muut apu aikaan kuuluvat työerät voidaan verrata sovittuihin aikoihin. Esimerkkinä voi olla työvuoron päätteeksi tehtävä työpisteen siivous. Kuinka paljon siihen tarvittiin aikaa ja millaiseen kuntoon työpiste jäi vuoron päätyttyä.

Apu aikojen jakautuminen eri riveille henkilöittäin

Työn keskeytykset, häiriöt vaikuttavat suoran työn tuottavuuteen. Häiriöiden luokittelu merkittävyyden ja toistuvuuden kannalta antaa kehitystoiminnalle hyvän pohjan. Toistuvien häiriöiden kanssa työntekijät oppivat ”elämään”, eli poistamaan häiriön vaikutuksen nopeasti niin, ettei häiriötä havaitaisi. Tällaisesta toimintatavasta tulee rutiini, jolloin sitä ei enää koeta häiriöksi. Huomio kiinnittyy toistuvan häiriön sijasta satunnaistekijöihin, joiden poistaminen ei ole ennakoitavissa.

## Tulosten laskenta



Häiriöaikojen jakauma paljastaa, millaiset häiriötekijät vaikuttavat eniten työhön. Ajanjakauma ei suoraan paljasta häiriön esiintymistiheyttä, joten tämä tieto tulee laskea tutkimuksesta erikseen.

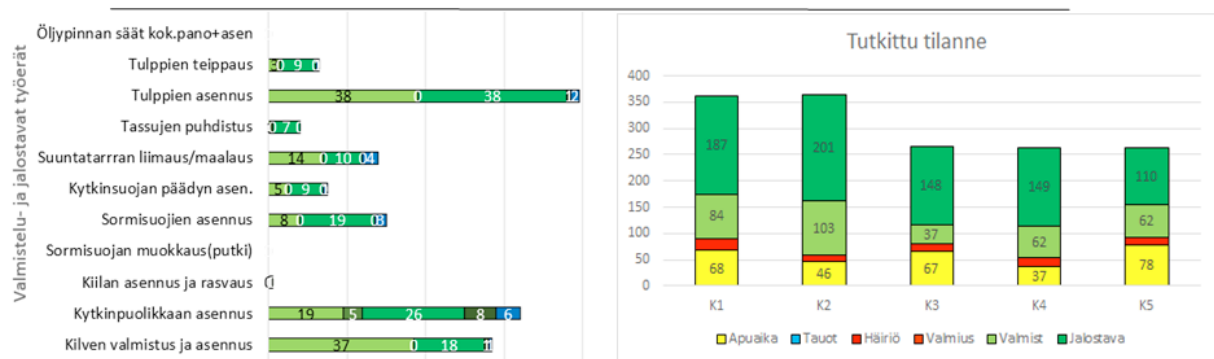
Kuinka paljon työn tuottavuutta voidaan lisätä, jos häiriöiden osuus voidaan puolittaa? Millä keinoin häiriöistä päästään eroon joko kokonaan tai osittain? Tutkimuslomake paljastaa hyvin sen, onko töitä suunniteltu ennakkoon vai tehdäänkö töitä tuotteesta toiseen. Onko materiaalit katsottu valmiiksi, onko dokumentit kunnossa, miten yhteisten työkalujen paikat ja työpisteen siisteys vaikuttaa työsuorituksiin.

### *Häiriöiden tarkempi jakauma aiheittain ja henkilöittäin*

Valmistelevien ja jalostavien aikojen tarkastelulla saadaan selville valmistetun tuotteen tai tuote-erän valmistusaika minuutin tarkkuudella. Mikäli työvuoron tai useamman tutkimusvuoron aikana valmistetaan useita tuotteita tai tuote-eriä, voidaan tuote- tai eräkohtaisia valmistusaikoja verrata keskenään. Tutkimuksen yhteydessä kirjatusta työtavoista ja -menetelmistä saadaan aikojen kanssa selville tehokkain tapa valmistaa tuotetta. Mikäli työtapaa on kuvattu työohjeessa, verrataan työohjeeseen kuvausta tehtyyn työtapaan, onko työ tehty ohjeen mukaisesti vai ei.

Valmistelevien aikojen tarkastelusta saadaan selville eniten aikaa kuluttava työerä. Mikäli valmistelevien aikojen osuus on suuri verrattuna jalostavaan aikaan, tulee kriittisesti tarkastella valmistelevien työerien sisältöä ja työnjakoa työntekijöiden kesken.

## Tulosten laskenta



Valmistelevien ja jalostavien työerien kokonaisajat kertovat suoraan, mitkä erät tarvitsevat eniten aikaa. Havainnoiteja tehdessä tutkija voi ottaa kantaa työn sujuvuuteen ja työvälineiden käytettävyyteen sekä valmistettavan tuotteen valmistettavuuteen.

Valmistelevien aikojen osalta voidaan tarkastaa, kuinka paljon jalostavaa aikaa on mahdollista kasvattaa, jos työtapaa tai -järjestystä voidaan helpottaa.

Jalostavan ajan osalta tarkasteltava näkökulma on työn sujuvuus, osien keskinäinen sopivuus, työtavan helppous sekä kehon kuormittuminen eli jaksaminen tauosta toiseen välisen ajan. Pitkäkestoisten erien sisältöön kannattaa kiinnittää enemmän huomiota kuin lyhytkestoisiin. Näistä saatava hyöty kertautuu joka tuotteessa.

Hyvin tehty havainnointitutkimus tuottaa Lean mallin mukaisesti työhön liittyvät aikahukat näkyviksi. Leanin mukainen hukkatarkastelu on hyvä tehdä tulosten tarkastelun yhteydessä, jotta tuottavuuden kannalta merkittävät hukcatekijät saadaan poimittua kehitysohjelmaksi.

Työntutkimus toimii hyvin Lean kehityksen kartoitusvälineenä. Tutkimuksella voidaan kerätä aineistoa tuottavuutta heikentävistä tekijöistä. Näiden hukcatekijöiden Pareto-analyysillä saadaan merkitys kullekin hukalle niin, että kehittäminen kohdistuu merkitykseltään vaikuttavimpaan tekijään, eikä kaikkia hukcatekijöitä yritetä poistaa yhdellä kertaa.

Tutkimuksen tuloksista voidaan nopeasti analysoida tuottavuuspotentiaali, kuinka paljon tuottavuutta voidaan kehittää nykyisellä tavalla ennen kuin pitää investoida uuteen tekniikkaan.

## Aikatutkimusten yhteys Leaniin

- Aikatutkimusten tuottamat tiedot voidaan sijoittaa erilaisiin Leanin hukkiin.

| Hukka                  | Aiheuttaja                                                          | Seuraus                                                                                                                               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ylituotanto            | Yleensä väärä erä koko raaka-ainetta suhteessa asiakastarpeeseen    | Lähtöraaka-aine valmistetaan kaikki, jolloin ylimääräiset laitetaan varastoon odottamaan seuraavaa tilaus, varasto täyttyy vähitellen |
| Odottaminen            | Henkilö tai kone odottaa joko puuttuvaa tietoa tai materiaalia      | Suunniteltu työ käynnistyy myöhässä, jolloin seuraavakin vaihe on myöhässä, jättämä.                                                  |
| Kuljettaminen          | Ruuhkia tuotinnossa tai välivarasto tuotannon tasaajana             | Tavaroita siirrellään työpisteiltä varastoon ja takaisin. Keskeneräinen työ lisääntyy                                                 |
| Sopimaton prosessointi | Vaihteleva tapa tehdä työsuoritus, väärä menetelmä                  | Työn vaatima aika ylittyy tai tuotteen laatu ei täyty menetelmäajonnan takia                                                          |
| Varastointi            | Työvaiheiden tahtiaika ei ole tasapainossa, välivarastointia        | Työvaiheiden väliin tarvitaan erillinen varasto, vaatii isomman tuotantotilan ja henkilöstön                                          |
| Turha liike            | Työpiste layout huono, tekemisen lisäksi siirtoja ja nostoja työssä | Tekemisajan osuus huono, fyysinen kuormitus kasvaa, työ sisältää ergonomiavirheitä                                                    |
| Korjaaminen            | Laatuvaihtelut sekä omassa että toimittajan tuotteissa              | Suunnittelematon työ lisääntyy korjausten myötä, työvaiheiden aika ja laatu vaihtelee                                                 |
| Luovuuden estäminen    | Ideat ja ehdotukset korjauksista eivät etene organisaatiossa        | Organisaatio passivoituu, uusiin ongelmiin ei tartuta, motivaatio hiipuu kehittämisestä                                               |

## 5.2 Jatkuvan ajankäytöntutkimus

**Tutkimustavan** nimi antaa viitteitä, miten tutkimus tehdään. Jatkuva ajankäyttö tarkoittaa sellaista tutkimustilannetta, jossa kello käynnistetään tutkimuksen alussa ja pysäytetään tutkimuksen päättyessä. Kello siis käy koko tutkimuksen ajan, eikä aikaa ”huku” tutkimuksen aikana minnekään. Tutkimusmenetelmä tuottaa tarkan kuvauksen tutkitun henkilön työmenetelmästä ja työjärjestyksestä lomakkeelle. Lisäksi tutkimus antaa tarkan tiedon eri henkilöiden käyttämistä menetelmistä ja niiden tarvitsemista ajoista. Menetelmien kuvauksista ja suoritelmääristä saadaan vertailu eri menetelmien tehokkuuksista.

Tutkimuksen kuluessa kellosta luetaan väliaikoja sen mukaan, miten erilaiset tapahtumat etenevät tutkimuksen aikana. Tutkimuslomakkeelle kirjataan aina kellosta todellinen reaaliaika, ei väliaikaa, jotta tutkimuksesta nähdään tutkimuksen todellinen etenemä. Vasta tulostenlaskennassa lasketaan yksittäisen tapahtuman kesto kahden perättäisen ajan erotuksena. Hyvin tehdyssä tutkimuksessa jokainen väliaika kohdentuu oikein omalle tapahtumalle eikä tapahtumien väliin jää epämääräistä hetkeä tai väliaikaa, jolle ei olisi selkeää tapahtumaa. Mittauksessa käytettävä aikayksikkö kannattaa valita sen mukaan, miten pieniin osiin työn vaihteistus halutaan jakaa. Jatkuva ajankäytön tutkimus on tarkka aikatutkimustapa. Tutkitun ajan tarkkuus on yleensä joko senttiminuutti eli minuutin sadasosa, joka on yleinen työntutkimuskellon aikayksikkö, tai sekunnin kymmenesosa normaalilla sekundaattorilla. Senttiminuutti aikayksikkönä helpottaa väliaikojen laskentaa, kun ei tarvitse laskea sekuntien ja minuuttien välisiä aikamuunnoksia.

Jatkuvassa ajankäytöntutkimuksessa työn osittelu kannattaa miettiä tarkkaan, koska liian lyhyiden tai yllättävien työosien vaihtumiset saattavat yllättää tutkijan ja väliajanottoon tulee helposti virheitä. Tutkijan tyypillinen reaktioaika havainnosta kellon väliajanottoon voi olla lyhimmillään kymmenesosasekunti, jolloin lyhytkestoilla työosilla mittausvirhe voi olla merkittävä, koska virhe siirtyy myös seuraavan tapahtuman mitattavaan aikaan.

Jatkuvan ajankäytöntutkimuksen tyypillinen tutkimus on yhden tuotteen ja työvaiheen kokonaisajan-tutkimus, johon kuuluvat kaikki tämän kokonaisuuden aikana tapahtuvat tapahtumat. Joutuisuus ja elpymismääritysten jälkeen voidaan laskea työarvo tutkitulle kokonaisuudelle. Lyhyet työvaiheet tai tarkkuutta vaativa tutkimusympäristö ei anna tällä menetelmällä tutkijalle mahdollisuutta tarkkailla aikaututkimuksen yhteydessä työtapoja, kehoa kuormittavia liikesarjoja, työturvallisuutta tai siisteyden ja järjestyksen vaikutusta työhön mittaustarkkuuden kärsimättä. Muiden havaintojen tekoon ja dokumentointiin kannattaa käyttää tällöin videota tutkimuksen rinnalla. Kuvauksista kannattaa kirjata merkintä tutkimustietoihin. Mikäli työ sisältää lyhytkestoisia, alle 10 sekunnin tapahtumia tai tarvitaan kohtuullisen tarkkoja aikoja työnosille, joissa mittaustarkkuus on alle 2 sekuntia, ei yhdellä tutkijalla voi olla kuin yksi tutkittava kohde kerrallaan. Jos tutkimuksen kohteena olisi työntekijä ja koneyksikkö, joiden toimintaa tulisi tutkia tarkasti, pitää tutkimus toteuttaa kahdella tutkijalla, jotta kummankin kohteen toiminta voidaan havaita ja kirjata vaaditulla tarkkuusvaateella.

Mikäli tutkittavalla alueella työskentelee useita henkilöitä, pitää tällä tutkimustavalla olla yhtä monta tutkijaa kuin on tutkittavia kohteitakin. Jos tutkimuksella halutaan selvittää eri työvaiheiden tarkkaa kestoja, tulee ensin tarkastaa työohje ja mahdolliset menetelmäkuvaukset, jotta aikaututkimuksen tarkkuus vastaisi annettuja ohjeita. Työohje tai menetelmäkuvaus antaa vinkin tutkijalle tulevista väliaikojen ottamisista työnvaihtohetkellä. Jatkuvan ajankäytöntutkimuksella voidaan määrittää myös pienen ryhmän ajankäyttöä, jos sallitaan ajanmäärityksessä 5–10 sekunnin mittausvirhe. Tällöin tuloksissa ei voida ilmoittaa yksittäisiä tarkkoja aikoja vaan keskiarvoina ilmoitettavia tapahtumien arvoja. Aikaututkimusten yhteydessä on mahdollista määrittää tutkittavien henkilöiden joutuisuus, jolloin laskennan tuloksena saadaan työvaiheille joutuisuudella korjatut normaaliajat.

### 5.2.1 Tutkimustavan valinta

#### **Tutkimus ilman eräluetteloa**

Jatkuvan ajankäytön tutkimus voidaan hyvin tehdä ilman varsinaista ennakosuunnittelua eli ”len-nosta”. Tällainen tutkimustapa edellyttää tutkijalta hyvää työn sisällön ja työtavan tuntemusta sekä mahdollisuutta kommunikoida tutkittavan kanssa. Aloitusvaiheessa tutkija keskustelee tutkittavan henkilön kanssa työn kohteena olevasta tehtävästä, jotta työtavat ja työjärjestys on suunnilleen tiedossa sekä mahdolliset materiaalien ja työvälineiden sijainnit tai hakumatkat tunnistettu. Häiriötilanteissa sekä epäselvissä tapahtumissa tutkijan tulee pysäyttää tutkimus ja keskustellen selvittää tapahtuma kirjaamista varten. Tällainen pysäytys tutkimuksen yhteydessä tulee merkitä omana väliaikana, jotta se voidaan poistaa tuloksista ylimääräisenä työntekijään kohdistuvana häiriöaikana.

| Jatkuvan ajankäytön tutkimuslomake Palkkataito Oy |          |                    |                                           |           | Pvm, aika |
|---------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------|-----------|-----------|
| Yritys: Koneistamo Oy                             |          |                    |                                           |           | 10.10.18  |
| Osasto: Akseliyhtiö                               |          |                    |                                           |           | 8.00      |
| Tuote ja vaihe: Keskialue                         |          |                    |                                           |           |           |
| Kello                                             | Erä nro. | Tar-<br>ken-<br>ne | Tapahtuma                                 | Kpl määrä |           |
| 8.00.00                                           |          |                    | Tutkimusalku, keskustelu työjärjestys     |           |           |
| 8.03.30                                           |          |                    | Uusi kappale kiinnitys sorvin             |           |           |
| 8.05.15                                           |          |                    | Ohjelman lataus koneelle                  |           |           |
| 8.05.22                                           |          |                    | Ohjelman käynnistys                       |           |           |
| 8.05.25                                           |          |                    | Työskentelyn valvonta                     |           |           |
| 8.06.00                                           |          |                    | Työkalukäyttö, tarkastus matkasin         |           |           |
| 8.10.03                                           |          |                    | Työkalukäyttö, kolmen teräksen vaihto     |           |           |
| 8.11.11                                           |          |                    | Työskentelyn valvonta, aktiivinen         |           |           |
| 8.11.19                                           |          |                    | Työskentelyn valvonta, passiivinen istuen |           |           |
| 8.19.01                                           |          |                    | Kappaleen mittaus sorvissa                |           |           |
| 8.19.33                                           |          |                    | Kappaleen kääntö sorvissa                 |           |           |
| 8.20.34                                           |          |                    | Toisen vaiheen käynnistys                 |           |           |
| 8.22.38                                           |          |                    | Työskentelyn valvonta                     |           |           |
| 8.21.07                                           |          |                    | Seuraavaan työ valmista työmäärän         |           |           |
| 8.21.30                                           |          |                    | Kuoraa lavalle osan kaku varastosta       |           |           |
| 8.24.05                                           |          |                    | Osan nosto työpöydälle käsin, SELKÄ!      |           |           |
| 8.24.05                                           |          |                    | 40 kg tunka, kiertynyt asento             |           |           |
| 8.24.10                                           |          |                    | Työmäärän luku, työkalut                  |           |           |
| 8.24.15                                           |          |                    | Kakki tunka alku                          |           |           |
| 8.30.01                                           |          |                    | Sorvi pysähtyi, kappale valmis            |           |           |
| 8.40.00                                           |          |                    | Kakki tunka päättyi                       |           |           |
| 8.40.02                                           |          |                    | Työkalujen laitto                         |           |           |
| 8.40.07                                           |          |                    | Kappaleen irroitus sorvista               |           |           |
| 8.40.30                                           |          |                    | Kappaleen mittaus ja pysähtyminen         |           |           |
| 8.41.15                                           |          |                    | Kappaleen nosto valmiiden lavalle         |           |           |
| 8.41.18                                           |          |                    | Valmiiden vieni varastoon                 |           |           |
| 8.44.01                                           |          |                    | Henkilökäntäminen tunka (WC)              |           |           |
| 8.47.05                                           |          |                    | Uuden osan nosto sorvin käsin!            |           |           |
| 8.47.30                                           |          |                    | Osan kiinnitys sorvin                     |           |           |
| 8.49.00                                           |          |                    | Ohjelman lataus koneelle                  |           |           |
| 8.49.05                                           |          |                    | Ohjelman käynnistys                       |           |           |
| 8.49.07                                           |          |                    | Työskentelyn valvonta                     |           |           |
| 8.49.17                                           |          |                    | Edellisen työmäärän kiittäminen           |           |           |
| 8.49.40                                           |          |                    | Tutkimus päättyi                          |           |           |

Mallissa aikayksikkönä sekunti. Lomakkeelle kirjataan tapahtumia siten, että kellosta luetaan väliaika aina uuden tapahtumahetken alussa. Tällöin edellinen vaihe päättyy aina seuraavan alkuun. Vaiheiden aikaero on siis vaiheen kesto.

Käsin lomakkeelle kirjauksissa mittaustarkkuus riippuu kommenttien kirjausnopeudesta. Mikäli työjärjestys on ennakkoon selvillä ja työhön liittyvät erityispiirteet tiedossa, voidaan kommentointia lyhentää koodaamalla työn osat numeroilla tai käyttämällä lyhenteitä termeistä. Tällaiset koodatut lomakkeet tulee kirjoittaa selkokielellä, jotta tutkimus on ymmärrettävää myös myöhemmin tulkittuna!

## Tutkimus eräluettelon kanssa

Jatkuvan ajankäytöntutkimuksessa eräluettelon suunnittelu alkaa tutkittavan työn tutustumisella. Työohje, työmääräin ja muut dokumentit kannattaa tarkastaa, mille tasolle tekeminen on kuvattu näissä dokumenteissa. Dokumenttien tutustumisen jälkeen tutustutaan työpisteeseen tai työalueeseen. Millä alueella työtä tehdään ja miten materiaalit ja välineet on saatavissa ja miten niitä käsitellään. Mikäli työtä tekee useampi henkilö, on hyvä tarkastaa henkilöiden työtapojen ja järjestyksen erot. Jos työtapo ja järjestys on kuvattu ja opastettu tekijöille, tutkitaan aika vain ohjeen mukaisesti määritellylle työtavalle, jolloin saadaan ERP-järjestelmän tarvitsema aikatieto. Muiden työtapojen aikatutkimuksilla voidaan selvittää niiden tehokkuus verrattuna työohjeen mukaiseen työtapaan. Vertailun pohjalta voidaan valita tehokkain työtapo ja laatia sille uusi työohje, joka vakioidaan ja opastetaan yleiseen käyttöön.

Henkilöiden työtapojen erojen lisäksi voi olla eroja osaamisessa ja joutuisuudessa. Mikäli on tarkoitus tutkia palkkausta varten normaaliarvo, tulee eräluettelossa ja tutkimuslomakkeissa olla paikka tälle joutuisuusmerkinnälle. Käsin tehtävissä työtehtävissä on joka tapauksessa hyvä tarkastaa henkilön käyttämä joutuisuus, jotta mitattujen aikojen osalta voidaan päättää niiden käyttökelppoisuus.

Työ ositellaan aikalajeittain niin, että eri aikalajeihin liittyvät työn osat voidaan tutkimuksessa eritellä toisistaan; esimerkiksi kantamiset asetusten yhteydessä tai viimeistelyt ja tarkastusmittaukset toisistaan.

## Eräluettelon suunnittelu

| Työn havainnointitutkimuslomake Palkkataito Oy |                                   |           |                                                 |           |                    |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|-----------|--------------------|
| Yritys:                                        | Yritys Oy                         | Osasto:   | Pesän koneistus                                 | Työväihe: | Sisä- ja ulkopuoli |
| Tutkija:                                       | Jla                               | Pvm/Aika: | 19.9.18                                         | 7:00      | Tuote: 0           |
| Nro                                            | Erän nimi                         | Nro       | Nimi                                            |           |                    |
| 100                                            | Työvuoron aloitus- ja lopetustyöt | 500       | Tietojärjestelmien käyttö                       |           |                    |
| 101                                            | Kahvi-/ruokatauko                 | 501       | Työohjeen/kuvien lukua                          |           |                    |
| 102                                            | Henkilökohtainen tauko            | 502       | Materiaalin siirrot työalueella                 |           |                    |
| 103                                            | Tarvikkeiden ym. hakua            | 503       | Työpisteen/jigin valmistelu                     |           |                    |
| 104                                            | Työalueen loppusiivous            | 504       | Terähuolto                                      |           |                    |
| 105                                            | Varaston järjestelyä              | 505       | Valun tilaus varastosta (hissistä)              |           |                    |
| 106                                            | Keskustelu työnjohto              | 506       | Kiinnittimen tilaus varastosta (hissistä)       |           |                    |
| 107                                            | Keskustelu suunnittelu            | 507       | Ladun kiinnit lähetyt työstökoneelle            |           |                    |
| 108                                            | Keskustelu työkaveri              | 508       | Tuotteiden nosto/vienti pois                    |           |                    |
| 109                                            | Muuta puuhaa                      | 509       | Tuotteiden pakkaaminen                          |           |                    |
| 110                                            | 0                                 | 510       | Pöytäkirjojen täyttö                            |           |                    |
| 111                                            | 0                                 | 511       | Työpisteen siivous                              |           |                    |
| 112                                            | 0                                 | 512       | Lastujen poisto (työstökoneesta)                |           |                    |
| 200                                            | Muu tauko                         | 513       | 0                                               |           |                    |
| 201                                            | Poissa luvatta                    | 514       | 0                                               |           |                    |
| 300                                            | Tietojärjestelmän ongelmat        | 600       | Koneistus käynnissä                             |           |                    |
| 301                                            | Epäselvyydet tiedoissa            | 601       | Valun kiinnitys kiinnittimeen + asemointi       |           |                    |
| 302                                            | Materiaalipuutteet                | 602       | Kappaleen nollapisteiden säätö (työstökoneella) |           |                    |
| 303                                            | Väärä materiaali                  | 603       | Kappaleen tarkastus (rokot, vajuus yms.)        |           |                    |
| 304                                            | Laatupoikkeama                    | 604       | Kappaleen mittaus                               |           |                    |
| 305                                            | Terärikko                         | 605       | Valmiin lähetyt toiselle koneelle porauksen ta  |           |                    |
| 306                                            | Laitte-/kone häiriö               | 606       | Valmiin imurointi lastuista                     |           |                    |
| 307                                            | Uudelleen käynnistys (restart)    | 607       | Valmiin irroitus kiinnitimestä                  |           |                    |
| 308                                            | Purku kiinnittimestä, hitsaukseen | 608       | Valmiista raatien poisto hiomalla               |           |                    |
| 309                                            | Henkilö puuttuu                   | 609       | Koneistuksen valvonta                           |           |                    |
| 310                                            | Trukin, nosturin odotus           | 610       | Mittalastu/manuaalijajo                         |           |                    |
| 311                                            | Avustaa toisessa työssä           | 613       |                                                 |           |                    |
| 312                                            | Odutus, ei tehtävää               | 400       | Valvonta, koneistus                             |           |                    |
| 313                                            | Keskustelu tutkijan kanssa        | 615       | 0                                               |           |                    |

Eräluettelomallissa on ryhmitelty eri aikajajit värikoodien perusteella selkeästi havaittaviin ryhmiin.

Valmistelevien ja jalostavien erien osittelu sillä tarkkuudella kun tutkimuksen yhteydessä on mahdollista tapahtumat havaita.

Erien järjestely työn etenemisjärjestykseen helpottaa seuraavan koodin hahmottamista kirjaushetkellä.

### Jatkuvan ajankäytön tutkimuksen eräluettelo

Tutkimusaikaa tulee varata riittävästi, jotta tulokset ovat luotettavia. Luotettavuuden kannalta tulisi samankaltaisia tapahtumia saada useampi otos, ettei yhden työkierron aikana tapahtunut häiriö tai poikkeava tapahtuma vääristä tutkimustulosta. Toisena tärkeänä asiana on useamman henkilön tutkiminen samasta työvaiheesta, erityisesti silloin kun tutkimuksen yhteydessä ei määritetä joutuisuutta. Useamman henkilön työsuorituksen keskiarvo edustaa riittäväällä tarkkuudella normaalia toimintaa, johon on päästy tutkimuksen aikana.

## Jatkuva ajankäyttötutkimus

| Jatkuvan ajankäytön tutkimuslomake Palkkataito Oy |                       |                    |              |                            | Pitkäkestoisiin työvaiheisiin, aikayksikkö 1s |               |             |             |                |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|----------------|---------|---------------|
| Päiväys                                           | Yritys: Koneistamo Oy |                    |              |                            | Osasto: Akselisolu                            |               |             |             |                |         |               |
| 11.10.2018                                        | Tuote: Akseli, koko 3 |                    |              |                            | Työvaihe: Koneistus/laakerointi               |               |             |             |                |         |               |
| Kello<br>Ctrl+A                                   | Erä<br>nro.           | Tar-<br>ken-<br>ne | Määrä<br>kpl | Tapahtuma                  | Tarkenne                                      | Jllosta<br>va | Valmistelut | Apu<br>aika | Häiriö<br>aika | Valmius | Tauko<br>aika |
| 8:39:15                                           | 504                   |                    |              | Työkortin kirjaukset       | Iltavuoron työt suunnittelu                   |               | 0:00:30     |             |                |         |               |
| 8:39:45                                           | 109                   |                    |              | Keskustelu työkaveri       |                                               |               |             | 0:01:30     |                |         |               |
| 8:41:15                                           | 504                   |                    |              | Työkortin kirjaukset       | Iltavuoron aiheet                             |               | 0:00:28     |             |                |         |               |
| 8:41:43                                           | 400                   |                    |              | Valmius, ei työtehtävää    |                                               |               |             |             |                | 0:01:07 |               |
| 8:42:50                                           | 504                   |                    |              | Työkortin kirjaukset       |                                               |               | 0:02:59     |             |                |         |               |
| 8:45:49                                           | 400                   |                    |              | Valmius, ei työtehtävää    |                                               |               |             |             |                | 0:11:50 |               |
| 8:57:39                                           | 504                   |                    |              | Työkortin kirjaukset       |                                               |               | 0:02:21     |             |                |         |               |
| 9:00:00                                           | 102                   | 7                  |              | Henkilökohtainen tauko     | Ulkona koneistajan kanssa                     |               |             | 0:05:10     |                |         |               |
| 9:05:10                                           | 104                   |                    |              | Työalueen järjestelyt      | Työkorttien lajittelu                         |               |             | 0:01:00     |                |         |               |
| 9:06:10                                           | 104                   |                    |              | Työalueen järjestelyt      | Akselien oionta radalla                       |               |             | 0:01:00     |                |         |               |
| 9:07:10                                           | 400                   |                    |              | Valmius, ei työtehtävää    |                                               |               |             |             |                | 0:04:25 |               |
| 9:11:35                                           | 402                   |                    |              | Valmius, konetyön valvonta | Kpl valmis, alareukun lastut                  |               |             |             |                | 0:00:06 |               |
| 9:11:41                                           | 400                   |                    |              | Valmius, ei työtehtävää    |                                               |               |             |             |                | 0:02:09 |               |
| 9:13:50                                           | 501                   |                    |              | Terähuolto                 | Terien tarkastus                              |               | 0:00:11     |             |                |         |               |
| 9:14:01                                           | 400                   |                    |              | Valmius, ei työtehtävää    |                                               |               |             |             |                | 0:07:59 |               |
| 9:22:00                                           | 601                   |                    |              | Kellotus/tarkastus         | Akselin mittaus                               | 0:03:13       |             |             |                |         |               |

Excel-pohjaisissa tutkimuksissa voidaan kellonaika pysäyttää pikanäppäimellä, jolloin käytössä on aina reaaliaika tapahtumahetkestä. Seuraavana annetaan eräluettelosta tapahtumaa tai työnosaa kuvaava koodi. Tarkennetta varten voidaan koodata toinen koodisto vakiotarkenteita tai kirjoittaa soluun oma tarkenne. Ohjelma laskee työnosien kestot automaattisesti.

*Tutkimus voidaan tehdä joko käsin kynällä tai suoraan tietokoneelle*

### 5.3 Työntutkimusten suorittaminen

#### 5.3.1 Työntutkimuskellon käyttö

**Jatkuvan** ajankäyttötutkimuksissa käytetään tavallisimmin työntutkimukseen tarkoitettua kelloa, jonka aikayksikkönä on senttiminuutti. Sadasosaminuutin käyttö helpottaa erilaisten aikojen yhteenlaskua sekä muita matemaattisia aikalaskentoja esimerkiksi Excel-taulukoissa. Mikäli työntutkimuksen tekemiselle ei ole laajaa tarvetta, voi tutkimukset tehdä myös tavallisella sekundaattorilla, jolloin perusaikayksikkönä on joko minuutti, sekunti tai kymmenesosasekunti. Tavallisena sekundaattorina voi käyttää varsinaista kelloa tai puhelinsovellusta, jossa pystyy luotettavasti ottamaan tarkkoja väliaikoja.

Koska jatkuva ajankäyttötutkimus on perusluonteeltaan tarkkaan ajanmäärittelyyn tähtäävä tutkimustapa, tulisi kellon käyttö harjoitella hyvin ennen tutkimusten tekoa. Kellon painonappien käyttötarkoitus, esimerkiksi väliaikojen otto, tulee harjoitella hyvin. Jos kellossa on useampi rivi aikoja näkyvillä, kannattaa tarkastaa, millä rivillä on puhdas väliaika ja millä rivillä on kumulatiivinen kokonaisaika, jotta kellon luenta onnistuu virheettömästi, varsinkin nopeatempoisessa tutkimuksessa.



*Perinteinen yksirivinen sekundaattori ja kolmerivinen senttiminuuttikello*

### Kellonkäyttöharjoituksia

Ajanottoa voidaan harjoitella sekundaattorin kanssa pysäyttämällä kello mahdollisimman tarkasti kymmenen sekunnin kohdalle. Kun toistaa tämän harjoituksen viisi kertaa ja kirjaa jokainen kellon näyttämä aika muistiin paperille, voi tarkastella mitattujen aikojen keskinäistä vaihtelua ja kellon käytön tarkkuutta. Harjoitus on helppo kellonkäytön opettelu, koska harjoituksessa ei ole muita mielenkiinnon kohteita kuin kello. Tutkijana voi keskittyä vain ajan pysäyttämiseen seuraamalla kellon käyntiä.

Toinen harjoittelu tehdään siten, että laitetaan toisen kellon hieman kauemmaksi, jonka käyntiä seurataan. Käynnistetään tutkimussekundaattori tasaminuutilta ja koetetaan pysäyttää tutkimuskello toisen kellon näyttäessä tasan kymmentä sekuntia. Kirjataan nämä mitatut ajat edellisten rinnalle. Vertaan tuloksia keskenään. Tämä toinen harjoitus paljastaa tutkijan reaktionopeuden tutun tilanteen ennakkoinnissa. Mikäli tutkimuskello näyttää kestoksi hieman alle kymmenen sekuntia, on tutkija tehnyt ”varaslähtöjä” kellolla eikä odottanut tapahtumahetkeen asti.

### 5.3.2 Työntutkimuksen virhelähteitä

**Työntutkimuksen** tulosten luotettavuuteen saattaa vaikuttaa monikin asia joko yksin tai yhdistelmänä. Jotta työntutkimus saisi työyhteisössä laajan hyväksynnän, tulee työntekijöiden luottaa sekä tutkijaan että tutkimustuloksiin. Luottamuksen kehittämiseen kuluu joskus hyvinkin kauan aikaa, mutta sen voi menettää hyvinkin lyhyessä ajassa. Tämä luottamuksellisuus korostuu erityisesti palkka- ja palkitsemisjärjestelmissä, joissa tavoite- ja ansiotasot määritellään työntutkimuksen avulla.

### Työntutkija virhelähteenä

Työntutkija voi itsekin olla mittausvirheiden aiheuttaja. Tutkijan oma vireystila vaikuttaa hyvinkin paljon, kuinka tarkkoja aikoja hän kykenee kellolla mittaamaan. Erityisesti lyhyiden, toistuvien työerien mittaus edellyttää hyvää vireystilaa ja mielenkiintoa mittauksista ja mitattavasta asiasta kohtaan. Pitkäkestoisissa tutkimuksissa tutkijan omalla ruokavaliolla ja tauotuksella on vaikutusta vireystilan säilymiseen.

Vireystilan lisäksi tutkijan aiheuttamia virheitä voi syntyä reaktionopeudesta, kirjausnopeudesta, koodiston ja muistiinpanojen selkeydestä sekä työvaiheiden vaihtumahetken tulkinnasta. Reaktionopeus on yksilöllinen ominaisuus, joka voi vaikuttaa hyvinkin paljon juuri lyhyiden työerien mittausten tuloksissa. Reaktionopeutta pystyy pitämään yllä erilaisilla silmä – sormi -harjoitteilla sekä tekemällä säännöllisesti vaativia aikatutkimuksia. Mikäli tutkimuksia ei tarvitse tehdä säännöllisesti, tulee ennen tutkimusta tutustua erityisesti hankalien työerien vaihtumahetkiin, jotta tunnistaa ne oikein tutkimuksen aikana.

Kellonaikatutkimusten yhteydessä tulisi kirjata sekä käytettävä menetelmä että työjärjestys tutkimuslomakkeelle silloin, kun tapahtuu jotakin normaalista poikkeavaa tai työ sisältää ergonomisesti tai työturvallisuuden kannalta haitallisia tai vaarallisia vaiheita. Näitä tilanteita tutkijat dokumentoivat erilaisilla koodeilla tai lyhenteillä. Pitkän tutkimuksen aikana tapahtumien, koodiston ja lyhenteiden muistaminen vaikeutuu eikä aina tuloksia analysoitaessa muisteta tarkasti ja oikein tapahtuman kulkua.

Toisinaan tutkimustilanteissa tutkijalle tulee tilanteita, joissa jää epäselväksi, mitä tutkittavan henkilön pitäisi tehdä ja mihin työerään tehty työ oikeastaan kuuluu. Tällöin syntyy virheellisiä kellonajan pysäytyshetkiä, joiden kirjaaminen tutkimuspöytäkirjalle pitäisi tehdä oikein. Tyypillinen tällainen tilanne syntyy esimerkiksi tarkassa aikatutkimuksessa mutterin kiertämisestä kierteelle, jossa mutteri ei lähde kiertymään. Henkilö ottaa mutterin irti ja vaihtaa paikalle uuden, joka kiertyy normaalisti. Seuraavan kierteen kohdalla hän onnistuu laittamaan paikalleen edellisen mutterin ilman ongelmia. Jos tutkimustapana on mitata jokaisen mutterin kiinnittämisen aika, saadaan yksittäinen ongelma näkyväksi, mikäli tutkija huomaa tilanteen. Jos taas tutkimustapana on mitata kaikkien muttereiden yhteisaika ja jakaa muttereiden määrällä, jää virhe mittaamatta, vaikka sen huomaisi, koska suunnitelmassa ei ole kellon pysäyttäminen kesken ajanmittausta tulosten vaarantumatta. Molemmissa mittaustavoissa virhe syntyy ennustettavasta virheen mahdollisuudesta, jota tutkija ei havaitse ajoissa eikä onnistu kellon väliajan luennassa.

Tästä esimerkistä voisi ajatella myös, onko tuolla pienellä virheellä suurtakaan merkitystä, jos sen kesto on muutaman sekunnin, tuollaisiahan tapahtuu jatkuvasti. Eikö tuollaiset ajat kuuluisikin mitoittaa osaksi työn vaatimaa aikaa, jotta työntekijä onnistuisi tehtävässään. Periaatteessa näin ei saa toimia. Tutkimushetki on hyvä mahdollisuus tehdä pienet ja toistuvat häiriötekijät näkyviksi, jotta niitä osataan poistaa oikeilla menetelmillä. Mikään ei turhauta työntekijää enempää, kuin pienten häiritsevien ongelmien kanssa työskentely.

Tutkijan virheeksi voidaan laskea myös liian vähäisten havaintojen mittaamisen, jolloin mitattujen aikojen hajonta on liian suuri valitun arvon keskiarvolaskentaa varten. Sama ongelma voi muodostua myös keskijoutuisuuden määrittämisessä. Tällöin koko normaaliarvo voi olla pielessä useita prosenttiyksiköitä.

### **Tutkittava kohde virhelähteenä**

Jos tutkijalla saattaa tulla virheitä, jotka vaikuttavat tutkimuksen luotettavuuteen, niin myös tutkittavan henkilön toiminta tutkimushetkellä saattaa aiheuttaa virheitä tutkimustapahtumaan.

Aiemmin urakoitavissa töissä harjaantumisajalla oli merkittävä vaikutus siihen, että aikamittauksista saatiin luotettavia tietoja työtehtävän tarvitsemasta ajasta, koska työnteosta tuli rutinoitua toistotyötä. Nykyisin tilauskannan vaihtelut, toimitusaikojen lyhentymisen ja eräkoot ovat muuttuneet ja muuttuvat yhä kohti yhden kappaleen tuotantoa ja asiakaskohtaista räätälöintiä. Tällaisten tuotteiden tekeminen vaatii tekijältä hyvää kuvanlukutaitoa ja työjärjestyksen hahmottamista ennen tekemisvaihetta. Jopa valmisteluvaiheen järjestys saattaa muuttua, jotta tekemisjärjestys pienessä tilassa saadaan toimivaksi ilman turhia tavaroiden siirtelyitä. Tällaista hahmottamiskykyä ei löydy kaikilta työntekijöiltä, vaan näitä asioita tulisi suunnitella valmiiksi työohjeisiin ja menetelmäkuvauksiin sekä myös työpiirustuksiin. Työn ääressä tarvittava kuvanlukuaikaa tai pohdinta-aikaa on vaikea määrittää, kuinka paljon on sopiva aika kenellekin.

Asiaksräätälöidyssä yksittäiskappaletuotannossa työohjeiden laadinta vaatii kohtuuttomasti aikaa, eikä suunnittelijoilla ole aina tarvittavaa osaamistakaan työmenetelmistä tai työtavoista. Tällöin vastuu jää työntekijälle ratkaista kunkin tuotteen osalta sopiva työtapo ja työjärjestys. Jotta työtavasta ja työjärjestyksestä saadaan tehokas ja toimiva, tulisi yrityksessä olla systemaattinen tapa työnopastukselle ja ohjaukselle. Mikäli näin ei ole, on työntekijöillä monia erilaisia tapoja tehdä kyseinen työ eikä tutkimuksella saada luotettavasti määritettyä työn tarvitsemaa aika-arvoa. Mittauksilla saadaan kyllä tutkittua eri henkilöiden työtapojen tarvitsema aika ja aikaväli, jonka sisällä jokainen tutkittu aika on yhtä oikea.

Toinen haastava tilanne tutkijalle saattaa syntyä tutkittavan henkilön suhtautumisesta tutkimusta kohtaan. Suhtautuminen saattaa vaihdella jännityksestä neutraalin kautta vihamieliseen suhtautumiseen. Tämä tutkijan tulisi tunnistaa ennakkoon tai ainakin tutkimuksen aikana, ettei jatka tutkimusta turhaan tilanteessa, joka johtaa väärään tutkimustulokseen.

Neutraalisti tutkimukseen suhtautuvat henkilöt antavat luotettavan tuloksen omasta tekemisestään ja ovat paras tutkittava ryhmä. Jännittäjät ovat hankala tutkittava ryhmä arvaamattomilla toiminnoillaan. Jännittäjillä muuttuu usein työtapo ja työjärjestys kesken tutkimuksen sekä heillä saattaa jäädä joitakin työeriä kokonaan tekemättä tai työ vaatii tavallista enemmän säätämistä ja korjaamista. Osa jännittäjistä kiirehtii omaa työtään tietämättään, jolloin joutuisuuden määrittäminen vaikeutuu liikenopeuksien kasvaessa hohmumisen tasolle. Toinen ääripää on sellaiset henkilöt, jotka alkavat kontrolloimaan omaa tekemistään ja tekeminen näyttää hidastelulta ja liian harkitulta, siitä puuttuu rutiinin mukainen rentous. Jännittäjien kanssa on hyvä keskustella tutkimusten yhteydessä, jotta tutkija saa varmuuden, kannattaako tutkimusta tehdä loppuun saakka.

Vihamielinen tutkittava on hankalin tutkimuksen kohde juuri sen takia, ettei hän halua näyttää tutkijalle todellista osaamistaan vaan tutkimuksesta tulee helposti puhdasta teatteria. Tyypillisesti työ sisältää paljon erilaisia häiriöitä ja osapuutteita tai työtapo poikkeaa suunnitellusta. Pahimmillaan tutkija ja tutkittava eivät keskustele koko tutkimuksen aikana eikä tutkijalle selviä kaikkien työerimerkitys ja tarkoitus tutkimushetkellä. Hankaluutena saattaa olla vielä jatkuva, tahallinen joutuisuuden vaihtelu ääriarvosta toiseen, jolloin ajanmittaushetkellä joutuisuuden määrittäminen vaikeaksi. Vihamielisesti suhtautuvan henkilön tarkoitus saattaa olla koko tutkimuksen luotettavuuden kyseenalaistaminen. Tämä on hyvin hankala tilanne esimerkiksi suorituspalkkajärjestelmän mitoituksen yhteydessä, koska luottamuspuola yritetään helposti ratkaista kompromissiin päättyvällä neuvottelulla. Tällöin tutkimukset menettävät kokonaan merkityksen ja ajanmääritykset tapahtuvat muualla kuin työpisteillä.

Suosittelavaa on pohtia jännittäjien ja vihamielisten tutkittavien kohdalla, voisiko joku muu olla tutkimuksen kohteena luotettavuuden takaamiseksi. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulisi vertailun vuoksi tutkia vastaavanlaisia työvaiheita muista työpisteistä vertailuarvoiksi. Tutkimuksen ollessa käynnissä on syytä pohtia myös tutkimuksen keskeyttämistä, ettei näiden henkilöiden toiminta vaaranna koko työntutkimuksen luotettavuutta.

## Valmistettava tuote virhelähteenä

Kolmas tutkimuksen virhelähde löytyy itse tuotteesta. Tuotteen valmistaminen saattaa olla hankalaa useasta eri syystä, kuten osien keskinäinen sopivuus, osto-osien laatuvaihtelut, varastossa tuotteiden vanheneminen, ruostuminen tai vastaava, työkalujen ja jigien sopivuus tai suunnitteluvaiheessa virheellinen ajatus tuotteen valmistettavuudesta nykyisellä menetelmällä.

Osien toleranssivaihtelut sekä kuvissa ilmoitetut mittojen ja paikkojen keskinäiset vaihtelut saattavat hidastaa tai jopa haitata suunniteltujen työerien toteuttamista. Työhön sisältyy poikkeavia sovitus-, mitoitus- ja hiontavaiheita, joita ei ole suunniteltu lainkaan tehtäväksi.

Liian pitkään tai väärässä olosuhteessa säilytetty tuote saattaa menettää osan tärkeistä ominaisuuksista, jolloin tuotteelle pitää tehdä jotakin korjaavia työvaiheita ennen käyttöönottoa. Tällainen esimerkki voi olla, vaikka teräслеikkeiden säilyttäminen syksyllä ulko-varastossa ennen hitsausta. Ruostunut pinta saattaa vaatia hionnan ennen hitsausvaihetta.

Jigien ja työkalujen sopivuus tuotteiden valmistukseen saattaa muuttua tuotevariaatioiden myötä. Alkuperäiselle tuotteelle nämä toimivat hyvin ja mitoitettu aika on oikea, mutta uuden variaation myötä jokin jigien kiinnike tai vastaava haittaa tekemistä ja aiheuttaa ylimääräisiä käsittelyvaiheita, joita työntutkimuksella ei ole mitoitettu lainkaan valmistusaikaan. Tällaisia uusia tuotteita syntyy suunnittelupöydällä helposti, jos suunnittelija ei tunne riittävän hyvin valmistuksen rajoitteita ja menetelmiä. Myös jigien suunnittelijoilla saattaa tulla ajatusvirheitä valmistettavuuden suhteen. Joissakin tapauksissa jigi on pakottanut tekemään kokoonpanovaiheita ja liitostöitä ”sokeaa” pisteeseen, eli paikkaan, jonne työntekijä ei pysty näkemään, vaan toimii sormituntumalla. Yleensä ”sokeaan” pisteeseen työskentely johtuu joko kappaleen koosta, painosta tai muodosta, ettei sitä ole helppo kääntää tätä työerää varten toiseen asentoon tai asennon muuttaminen kestää kauemmin kuin ”sokeaa” pisteeseen työskentely.

Alihankintaverkostossa toimivilla yrityksillä on toisinaan vaikeaa päästä suunnittelemaan valmistettavaa tuotetta, koska suunnittelu on joko tilaajalla tai jopa ulkoistettu kokonaan. Tällöin on hankala muuttaa suunnittelun tekemiä virheitä tai puutteita, kuten mittatietojen puuttuminen tai virheet kuvissa. Jotta suunnitellut ja mitatut ajat olisivat käyttökelpoisia, tulisi tiedossa olevat kuvavirheet tarkastaa ennen tuotantoon laittamista.

Valmistettavaan tuotteeseen saattaa liittyä vielä paljonkin haasteita, jotka vaikuttavat oikean ajan mitoittamiseen. Työntutkijan tulisi selvittää näiden vaikutus, jotta tuotannonsuunniteluun saadaan oikeanlainen tieto kuormituksen suunnittelua varten. Näiden ongelmien ratkaisu pitäisi ensisijaisesti löytyä tuotteiden valmistettavuuden ja menetelmäkehityksen alueelta ennen tarkkoja aikatutkimuksia.

## 5.4 Normaaliaikatutkimus (vaiheaika- tai pysäytysaikatutkimus)

**Tällä** tutkimustavalla on useita nimityksiä eri asiayhteyksissä. Pysäytyssana otsikossa tarkoittaa kellon käynnin pysäyttämistä sopivassa tutkimusvaiheessa sekä kellon nollausta ja käynnistämistä uudelleen seuraavassa tutkimusvaiheessa. Tällaisella tavalla tutkitaan vain tiettyjen työvaiheiden tarkkoja aikoja, mutta työvaiheiden väliset hetket jäävät tutkimatta. Yleisesti tätä tapaa käytetään lyhyiden työerien aikatutkimuksissa, erimerkkinä vaikka yhdessä, kiinteässä paikassa tehtävät pienet kokoonpanotyöt. Tutkimustapa edellyttää sellaista menetelmäkuvausta, jossa on eriteltynä yksittäisten asennettavien osien asennusjärjestys, jota tekijät myös noudattavat.

Tutkimus aloitetaan tutkimuslomakkeen laadinnalla. Lomakkeelle kirjataan työjärjestys työohjeesta tai menetelmäkuvauksesta. Ennen tutkimuksen aloittamista tarkistetaan kunkin tutkittavan henkilön kanssa, miten ja missä järjestyksessä henkilö työn suorittaa. Mikäli henkilö poikkeaa suunnitellusta järjestyksestä, tulee lomake päivittää järjestyksen mukaiseksi. Tämä siksi, että lyhyiden aikojen saaminen virheettömästi kellosta lomakkeelle vaatii tutkijalta täyden huomion, eikä silloin jää aikaa muutosten tekemiselle lomakkeessa.

Tästä tutkimustapaa kutsutaan myös normaaliaikatutkimukseksi, pääsääntöisesti siksi, että tutkimuksen yhteydessä määritetään useammalta työkierrolta henkilön käyttämä joutuisuus. Joutuisuuden määrittämisellä pyritään oikaisemaan henkilön oman liikenopeuden vaikutus ajasta. Tämä tarkoittaa selkeää tilannetta esimerkiksi, että oikein nopea henkilö saa valmistettua oman työnsä ja kello näyttää ajaksi 50 sekunti. Kokenut tutkija määrittää henkilön joutuisuudeksi 120 %, eli 20 %-yksikköä nopeamaksi normaaliarvosta. Tällöin normaalilla joutuisuudella tehtynä sama työ tarvitsee aikaa  $50 \text{ s} * 120 \% = 60 \text{ s}$ .

Toisessa esimerkissä samaa työtehtävää tekee hitaampi henkilö, jolle aikatutkimus antaa ajaksi 63 sekuntia. Tutkija määrittää joutuisuudeksi 95 %, eli 5 %-yksikköä normaalia hitaamman liikenopeuden. Tällöin normaalilla liikenopeudella työn vaatima ajantarve olisi  $63 \text{ s} * 95 \% = 60 \text{ s}$ . Joutuisuuden määrittäminen mahdollistaa sellaisen työhön tarvittavan ajan laskemisen, johon jokainen keskimääräisellä ammattitaidolla oleva työntekijä pystyy työsuorituksen tekemään.

|          |           |         |            |           |            |
|----------|-----------|---------|------------|-----------|------------|
| Yritys:  | Yritys Oy | Osasto: | Jkl        | Tuote:    | Tutkimus   |
| Tutkija: | Jla       | Aika:   | 17/03/2016 | Työvaihe: | Vaihe aika |

| Erän nro | Erän nimi ja kuvaus, aloitus ja lopetus   | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7  | 8  | 9   |
|----------|-------------------------------------------|-----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|
| 1        | Avaa pahvilaatikon pöydälle               | 3   | 4  | 3  | 4  | 5  | 3   | 3  | 6  | 4   |
| 2        | Pohjan teippaus                           | 4   | 4  | 4  | 3  | 4  | 5   | 3  | 4  | 5   |
| 3        | Pohjavahvikkeen asetus laatikkoon         | 3   | 2  | 3  | 2  | 2  | 3   | 2  | 3  | 3   |
| 4        | Tuote 10 kpl laitto laatikkoon yksitellen | 55  | 53 | 50 | 50 | 53 | 54  | 65 | 53 | 52  |
| 5        | Laatikon kannen sulkeminen                | 2   | 3  | 3  | 2  | 2  | 2   | 3  | 3  | 3   |
| 6        | Kannen teippaus                           | 6   | 6  | 5  | 4  | 4  | 5   | 5  | 4  | 5   |
| 7        | Osoitetarran liimaus                      | 2   | 2  | 2  | 3  | 2  | 2   | 2  | 3  | 2   |
| 8        | Laatikon siirto kuormalavalle             | 12  | 11 | 14 | 15 | 12 | 11  | 14 | 15 | 13  |
| 9        | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 10       | Lavan vienti varastoon (100 ltk)          | 300 |    |    |    |    | 325 |    |    | 310 |
| 11       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 12       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 13       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 14       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 15       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 16       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 17       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 18       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 19       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |
| 20       | 0                                         |     |    |    |    |    |     |    |    |     |

|                            |   |      |      |  |      |
|----------------------------|---|------|------|--|------|
| Joutuisuusmäärittäminen kj | 1 | 1,15 | 0,95 |  | 1,05 |
|----------------------------|---|------|------|--|------|

*Työjärjestyksen mukaiset aikamerkinnot ylhäältä alaspäin*

|          |           |         |            |           |           |
|----------|-----------|---------|------------|-----------|-----------|
| Yritys:  | Yritys Oy | Osasto: | Jkl        | Tuote:    | Tutkimus  |
| Tutkija: | Jla       | Aika:   | 17/03/2016 | Työvaihe: | Vaiheaika |

| Erän nro | Työvaiheiden tekojärjestys                | Työvaihe alkaa           | Työvaihe loppuu                |
|----------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1        | Avaa pahvilaatikon pöydälle               | Pahvi vasempaan käteen   | Ltk pöydällä avattuna          |
| 2        | Pohjan teippaus                           | Ltk kääntö pöydällä      | Teippi kiinni pohjassa         |
| 3        | Pohjavahvikkeen asetus laatikkoon         | Ltk kääntö pöydällä      | Pahvi asetettu pohjalle        |
| 4        | Tuote 10 kpl laitto laatikkoon yksitellen | Käsi tarttuu tuotteeseen | Esineet ltk, käsi ltk kannella |
| 5        | Laatikon kannen sulkeminen                | Käsi taivuttaa siivet    | Käsi tukee suljettua ltk:a     |
| 6        | Kannen teippaus                           | Käsi ojentuu teippikone  | Teippi kiinni kannessa         |
| 7        | Osoitetarran liimaus                      | Käsi ojentuu tarrakone   | Tarra ltk vasen pääty          |
| 8        | Laatikon siirto kuormalavalle             | Kädet laatikkoon         | Laatikko sijoitettu lavalle    |
| 9        |                                           |                          |                                |
| 10       | Lavan vienti varastoon (100 ltk)          | Roclan haku              | Uusi lava paikalle             |
| 11       |                                           |                          |                                |

### *Työjärjestyksen ja vaihtumahetkien merkintä tutkimusta varten*

Aikatutkimus suunnitellaan siten, että tarkastetaan työvaiheittain ja työerittäin sellaiset kädenliikkeet tai muut toiminnalliset kohdat, jotka on helppo tunnistaa tutkimustilanteessa työerän vaihtumakohdiksi. Tämä on tärkeää siksi, ettei väliajanotossa tulisi virhettä. Yllä olevassa mallissa on pyritty kuvaamaan sellainen hetki, joka joko päättää edellisen vaiheen tai aloittaa seuraavan vaiheen.

Ajan tutkiminen voidaan aloittaa mistä tahansa työerästä käynnistämällä kello sovitusta vaihtumahetkestä, yleensä ensimmäisestä aloituksesta. Kellosta luetaan väliaika, kun työerä vaihtuu seuraavaan vaiheeseen. Aika kirjataan kyseisen työerän ensimmäisen sarakkeen ruutuun, seuraavan erän väliaika kirjataan samalle sarakkeelle alempaan ruutuun. Näin edetään, kunnes on saatu ajat merkittyä koko työkierrolle. Tämän jälkeen voidaan kello nollata seuraavaa työkiertoa varten tai jatkaa seuraavan työkierron ajanottoa vastaavalla tavalla, mikäli työ jatkuu katkeamattomana.

Mikäli tutkijalle tulee ajanotossa selkeä virhe, pitää tutkimus katkaista kyseiseen kohtaan ja kello nollata. Tutkimus voidaan jatkaa seuraavasta työkierrosta tulosten vaarantumatta. Hyvin lyhyiden vaiheiden tutkimuksessa tutkittavalla henkilöllä on normaalista pientä vaihtelua työnteossa, joka näkyy myös aikatuloksissa (tarkastellaan yhden työerän vaakarivillä olevia aikoja). Työntekijän osaaminen ja harjaantuminen näkyvät selkeästi samankaltaisina aika-arvoina, kun taas harjaantumattoman tekijän aika-arvojen vaihtelu saattaa olla suurtakin.

Tutkijan tulee olla tarkkana, ettei omalla toiminnallaan aiheuta tuloksiin virhettä. Väliajanoton tapahtuman tulee olla selkeä, jotta kellon käytöstä tulee virheetöntä. Vaihtumahetken virheellinen tulkinta saattaa aiheuttaa väärän väliajan kelloon, joko liian lyhyen tai liian pitkän. Tämä johtaa siihen, että seuraavan vaiheen aika on taas väärin toisinpäin (kokonaisuus on yleensä oikein, mutta vaiheiden välillä on huomattavia eroja). Tutkijan aiheuttaman virheen havaitsee siten, kun tarkastelee aikasarjoja vaakasuoraan aina kahta riviä allekkain. Onko näkyvissä sellaisia aikavaihteluja, joissa näkyy ajan siirtymää vaiheiden välillä.

Ajanottojen jälkeen lasketaan aikasarjoista keskiarvot. Nämä keskiarvot edustavat keskimäärin kyseisten vaiheiden tarvitsemia aikoja kyseisellä henkilöllä hänen työtavallansa tehtynä. Kun vastaavan tutkimuksen tekee kolmelle eri henkilölle, saadaan kaikkien aikojen keskiarvoja kohtuullisen oikea aika-arvo kyseiselle työvaiheelle.

## 5.5 Aikatutkimukset koneympäristössä

### 5.5.1 Henkilön ja koneen aikatutkimus

**Konetyössä** pääsääntöisesti kone määrää tuotantotahdin ja -määrän. Usein konetyöhön liittyy niin sanottu monikonekäyttö, jossa työntekijä hoitaa useaa automaattista konetta samanaikaisesti. Konetyön mittauksessa voidaan selvittää esimerkiksi koneiden ja työntekijän yhteistoimintaa, mitata koneaikana tehtäviin käsivaiheisiin tai valmistelu aikaan tarvittavaa aikaa tai mitata kappaleen valmistumiseen tarvittavaa standardiaikaa. Kaikissa näissä tapauksissa voidaan hyödyntää erilaisia työnmittauksen tutkimusmenetelmiä, mutta työarvoa ei voida laskea perinteisellä tavalla.

Peruseriaate konetyön tutkimisessa on, että työntekijän ja koneen ajankäyttö tutkitaan erikseen. Koneiden ja työntekijän yhteistoiminnan selvittämisessä voidaan hyödyntää havainnointitutkimusta, josta saadaan muodostettua niin sanottua henkilö-kone-kaavio. Kaaviosta käytetään myös nimitystä toimintokaavio. Henkilö-kone-kaaviossa kuvataan henkilön työvaiheet ja koneiden työvaiheet rinnakkain, jolloin havainnollistuu henkilötyön ja koneiden vaiheajojen rytmitys.

Monikonekäytössä syntyy usein väistämättä odotusaikoja joko koneille tai työntekijälle tahtiaikojen, käsityövaiheiden keston ja kuormituksen vaihtelun takia eli niin sanottu machine interference. Osa näistä odotusajoista ovat odottamattomia häiriöaikaa luettavia odotuksia, mutta osa voi olla tietoista vajaan kuormituksen. Näiden odotusaikojen määrää voidaan selvittää havainnointi- tai jatkuvan ajan- käytöntutkimuksella tai arvioida laskennallisesti. Odotusaikojen hyväksyttävä määrä, tahtiaikojen ja käsityövaiheiden kesto ja rytmitys määrittävät, kuinka monta konetta työntekijä pystyy vuoron aikana hoitamaan. Odotusajat on huomioitava toisaalta määriteltäessä kappaleen valmistumiseen tarvittava standardiaikaa, toisaalta mitoitettaessa työntekijän työmäärää ja tarvittavia taukoja.

Konelinjojen ja tuotantosolujen mitoituksessa tarkastellaan koneiden käyntitarvetta ja ajorytmiä ilman elpymistarkastelua. Ensisijaisesti koneilla ajetaan tilauskantapohjaisesti sellaisella käyttöasteella kuin on tarvetta. Mikäli koneiden olisi tarvetta käydä tauottomasti, tarkastellaan seuraavana koneiden turvallisuus ja luotettavuus yksinajolla esimerkiksi taukojen ajan. Mikäli näin ei voida toimia, tutkitaan seuraavaksi tauotusmenettelyjä tai muita koneiden käynnin valvontaan liittyviä keinoja. Koneiden ja laitteiden ajorytmi määrittää ensisijaisesti käyttäjän työjärjestyksen ja taukoajojen sijainnin työpäivän aikana, jotta koneiden toiminta on mahdollisimman tehokasta.

### 5.5.2 Tuotantolinjan tasapainotus

**Tuotantolinjalla** linjan tahtiaika määrää eri työvaiheiden maksimikeston. Linjan tasapainottamisessa kyse on linjan jakamisesta työasemiin ja työmäärän jakamisesta mahdollisimman tasaisesti eri työasemille tuotantomäärän ja työaseman työvaiheen tahtiajan perusteella. Tavoitteena on, että kunkin työvaiheen työmäärä ehditään tehdä tahtiajassa ja että odotusajat eri tuotevaihtoehdoista johtuvan vaihtelun takia ovat mahdollisimman pienet. Tarkka tuotantolinjan tasapainotus edellyttää luotettavia, normalisoituja aikatietoja eri työvaiheiden työajoista.

Tahtiajan pituudesta ja tauotuksen järjestämisestä riippuen tasapainotuksessa tulee käyttää työvaiheen normiaikaa. Normiajan käyttö antaa oikeamman ratkaisun tapauksissa, joissa tahtiaika on lyhyt ja tauotus on hoidettu tuotantolinjan käydessä. Tauotus voidaan hoitaa tuotantolinjalla usealla vaihtoehtoisella tavalla: määrääjoin järjestettävillä koko linjan tauoilla, erillisten tauottajien avulla tai puskurivarastoilla työvaiheiden välillä. Mikäli tahtiaika on pitkä ja työpisteiden työmäärissä on ajankäytön suhteen vaihtelua, saattaa olla mahdollista, että työntekijä pitää osan tauoista oman harkintansa mukaisesti työn lomassa.

Kun mitoitetaan koneiden työsyklejä tai työstöaikoja tuotannonohjausjärjestelmää varten, käytetään aina koneen tarvitsemaa varsinaista käyntiaikaa mitoituksessa. Tähän aikaan ei saa lisätä mitään kerrointa, jolla jatketaan varsinaista työstö- tai käyntiaikaa. **Menetelmätekniinen kerroin  $k_z$**  on Suomessa käytössä oleva urakkapalkkaukseen liittyvä palkkaustekninen laskentatekijä. Menetelmätekniistä kerrointa **ei tule käyttää tuotantolinjan tasapainotuksessa eikä koneiden käynnin mitoituksissa**. Kun koneen käyntiin liittyy esimerkiksi käsin tehtävä kappaleen vaihto työstöjen välissä, mitoitetaan henkilötyöhön tarvittava koneen odotusaika normaalijoutuisuudella tehtäväksi. Kun koneilla ajetaan suunnitelman mukaisilla ajoarvoilla ja häiriöttömällä ajorytmillä, on koneen työvuoron maksimikapasiteetti määritetty käyttöprofiilin mukaan.

Linjan toimintojen tasapainotus saattaa olla haastavaa silloin, kun pullonkaulavaiheen tahdin määrittää työntekijän työskentely. Mikäli linjan saanto vaihtelee tekijöittäin, saattaa ongelman ydin olla erilaisissa työtavoissa, ei niinkään erilaisissa liikenopeuksissa. Pullonkaulavaiheessa tulisi tarkistaa käsin tehtävien työvaiheiden työohjeet ja käytetty työjärjestys ja -tapa. Työohjeessa kuvattu työtapa tulee tutkia aikatutkimuksilla tarkasti, jotta henkilöt pystyvät suoriutumaan annetusta tehtävästä vaaditulla tavalla. Linjamaaisessa työssä työn sisältö saattaa olla kovin yksipuolinen ja monotoninen, jolloin myös työperäisten liikuntaelinvaivojen riski kasvaa. Linjan käynnin kannalta ja henkilöiden työkyvyn kannalta on hyvä kierrättää henkilöitä työpisteeltä toiselle jopa kahden tunnin välein.

## 6 Aikastandardit työn mitoituksessa

**Standardiaika** terminä tarkoittaa vakioidulla tavalla tehdyn työn tai työerän normaali- tai normiarvoa. Standardiaikojen avulla voidaan laatia laskentajärjestelmä, jonka avulla voidaan määrittää uusien tuotteiden ja työvaiheiden normaaliarvot ilman aikatutkimuksia, mikäli nämä tuotteet ja työvaiheet sisältävät aiemmin mitoitettujen töiden kaltaisia liikesarjoja ja työstandardeja. Standardiaikajärjestelmällä voidaan korvata kellonaikatutkimuksen tarve tuotteiden valmistusaikojen ja työvaiheiden kestojen määrittelyssä.

Kellonaikatutkimuksilla mitataan henkilöiden ja koneiden tarvitsema aika jokaiselle työvaiheelle tai työnosalle, jotta työvaiheiden työkuorma osataan jakaa resurssien kesken oikein. Jotta kellonaikatutkimuksilla saadaan määritettyä oikea aika-arvo, tulee työntekijän tuntea työ kohtuullisen hyvin ja harjaantua työnteossa ennen aikatutkimuksen tekoa. Tällöin aikatutkimus voidaan tehdä vasta harjaantumisen jälkeen, kun tuote on jo tuotannossa. Näin tutkimalla tuotannonohjausjärjestelmän tarvitsemat tiedot päivittyvät viiveellä ERP-järjestelmiin.

Kun työvaiheen erilaiset työnosat ja kehon liikkeet kuvataan liikeaikajärjestelmäksi, voidaan yksittäisille liikkeille, liikesarjoille tai työkokonaisuuksille määrittää kesto joko kellonaikatutkimuksilla, videomalla työn normisuoritus tai laskea ne yleisesti hyväksytyistä standardiaikajärjestelmistä. Jotta aikalaskelma toimisi oikein, tulee työsuoritus tehdä vakioidulla, kuvatulla tavalla, että työn tarvitsemat liikkeet ja aika-arvot vastaisivat toisiaan. Kun vakioidut liikesarjat ja työjärjestys saadaan määriteltä työpäikalla, voidaan tuotteiden valmistusajat määrittää näiden liikesarjojen ja järjestyksen perusteella jopa ennen tuotteen valmistusta.

Laskennallisten aika-arvojen tyypillisiä lähteitä ovat työstöasemien ohjelmatiedot, vertailut aiemmin toteutuneisiin tuotteiden tai työvaiheiden aikatiedot sekä erilaiset standardi- tai liikeaikajärjestelmät, kuten MTM2, Most, SAM ja MAR-laskelmat. Kyseiset standardiaikajärjestelmät sisältävät joko kehon liikkeiden, kuten käden tarttumisen tai jalan liikkeen aikatietoja, tai koneiden ja laitteiden käyntiin ja käyttöön liittyviä aikatietoja eli **aikaelementtejä**. Aina ei voida määrittää tarkkoja aikatietoja eikä tarkkaa työnkulkua tuotteelle, koska tuotteiden variaatiot tai tuotekirjot vaihtelevat tai tuotteet ovat pääsääntöisesti asiakasräätelöityjä ratkaisuja. Tällöin pyritään kuvaamaan karkealla tasolla yleinen työtapo, niin sanottu normisuoritus, jolla voidaan määrittää karkean tason aika-arvoja työvaiheille.

Varsinainen standardiaikajärjestelmä koostuu kahdesta perustekijästä; laskentataulukosta ja erilaisia työtapojen työaikoja kuvaavista aikaelementeistä. Aikaelementti kuvastaa pienintä laskentayksikköä, jonka perusteella voidaan erilaisia työkokonaisuuksia laskea. Työvaiheen tai tuotteen valmistusajan laskennassa käytettävien aikaelementtien tarkkuus kannattaa valita sen mukaan, miten lyhyitä työnosia käytetään työhjeissa tai muissa työnkulkua kuvaavissa ohjeissa, dokumenteissa tai rakennekuville sekä miten systemaattisesti ja luotettavasti työnkulku on opastettu ja vakioitu.

Aikaelementtien lukumäärä tulisi saada riittävän laajaksi, mutta kuitenkin kohtuullisen pieneksi, ettei aikalaskelmia tehtäessä tulisi tulkinnanvaaraa oikean elementin valinnasta tuotteen valmistusaikaa laskettaessa. Periaatteessa elementtien keskinäinen tarkkuustason tulisi olla sama, jotta laskelmissa syntyvä virhe olisi koko laskennan osalta samalla tasolla. Standardiaika-järjestelmän suunnittelua varten on Palkkataidolla tarjolla oma valmennusohjelma sekä Ajantaju niminen sovellus.

|         |                    |                                  |          |         |                     |                   |         |
|---------|--------------------|----------------------------------|----------|---------|---------------------|-------------------|---------|
| Tunnus: | Nimi:              | Kuvaus:                          | Yksikkö: | Eräkkö: | Aika (min/yksikkö): | Aika (s/yksikkö): | Aika:   |
| TU0001  | Laitekotelo 1 vaih | kotelo ilman varusteita, pakattu | kpl      |         | 13,89 min / kpl     | 833,4 s / kpl     | 0:13:21 |

|            |                 |       |               |       |                |
|------------|-----------------|-------|---------------|-------|----------------|
| Yhteenveto | Rivien muokkaus | Video | ERP nimikkeet | Kuvat | Liitetiedostot |
|------------|-----------------|-------|---------------|-------|----------------|

|      | Kuvaus                        | Elementti | Yksikköaika (min) | Yksikköaika (s) | Määrä      | Yksikkö | Kohti | Hikm | Yhteensä (min) | Yhteensä (s) |
|------|-------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|------------|---------|-------|------|----------------|--------------|
| 1    | Kotelon valmistus             |           |                   |                 |            |         |       |      |                |              |
| 2    | Konetyöt kotelo 1             | VT0010    | 7,13 min/kotelo   | 427,8 s/kotelo  | 1,0 kotelo | 1,0     | 1     |      | 7,1300 min     | 427,8 s      |
| 3    | Särmäys, käsi, kotelo 1       | VT0003    | 0,84 min/erä      | 50,4 s/erä      | 2,0 erä    | 1,0     | 1     |      | 1,6800 min     | 100,8 s      |
| 3.1  | Logistiikka                   |           |                   |                 |            |         |       |      | 0,18 min       | 10,5 s       |
| 3.2  | Rivikeräily käsin pohja/kansi | PE1006    | 1,25 min/rivi     | 75 s/rivi       | 2,0 rivi   | 20,0    | 1     |      | 0,1250 min     | 7,5 s        |
| 3.3  | Pohjan/kannen särmäys         |           |                   |                 |            |         |       |      | 0,66 min       | 39,6 s       |
| 3.4  | Käsisärmäys pohja             | TA1012    | 0,15 min/kpl      | 9 s/kpl         | 1,0 kpl    | 1,0     | 1     |      | 0,1500 min     | 9,0 s        |
| 3.5  | Kääntö ja lisäkanti, reunat   | TA1015    | 0,05 min/kpl      | 3 s/kpl         | 3,0 kpl    | 1,0     | 1     |      | 0,1500 min     | 9,0 s        |
| 3.6  | Asettaa lavalle               | MTM00795  | 0,03 min/krt      | 1,8 s/krt       | 1,0 krt    | 1,0     | 1     |      | 0,0300 min     | 1,8 s        |
| 3.7  | Käsisärmäys kansi             | TA1012    | 0,15 min/kpl      | 9 s/kpl         | 1,0 kpl    | 1,0     | 1     |      | 0,1500 min     | 9,0 s        |
| 3.8  | Kääntö ja lisäkanti, reunat   | TA1015    | 0,05 min/kpl      | 3 s/kpl         | 3,0 kpl    | 1,0     | 1     |      | 0,1500 min     | 9,0 s        |
| 3.9  | Asettaa lavalle               | MTM00795  | 0,03 min/krt      | 1,8 s/krt       | 1,0 krt    | 1,0     | 1     |      | 0,0300 min     | 1,8 s        |
| 3.10 | Logistiikka                   |           |                   |                 |            |         |       |      |                |              |
| 3.11 | Lavan siirto hitsaamoon       | PE1002    | 1,00 min/lava     | 60 s/lava       | 1,0 lava   | 20,0    | 1     |      | 0,0500 min     | 3,0 s        |

### *Esimerkki standardiaikalaskelmasta käsisärmäykselle*

Aikaelementtejä voidaan luoda mistä tahansa liikesarjoista ja koneiden käyntiajoista. Kaikkiin elementteihin liittyy aina oma toleranssi, jonka sisällä aika vaihtelee. Esimerkiksi ottaa haltuun liikkeen kesto voi vaihdella henkilön oman joutuisuuden mukaan, tarttumisen ja liikkeen tarkkuuden mukaan sekä etäisyyden mukaan. Näitä kaikkia ei voi ottaa huomioon ajan määrittelyssä, koska muutoin yhdelle liikkeelle tulee liian monta muuttujaa tarkistettavaksi ja ajanmäärittäyksestä tulee hidasta.

Koska yhdellä liikkeellä on oma ajallinen hajonta, saattaa useamman liikkeen ajassa olla hajontaa hyvinkin paljon. Jos kaikki toleranssit menevät jompaankumpaan ääripäähän, saadaan liikesarjan keston maksimi ja minimiarvot. Elementtien määrittelyssä on siis tiedostettava ja hyväksyttävä tällaiset laskentaan vaikuttavat virheet.

Aikastandardeilla laskettaessa tulee laatia selkeä työtapakuvaus, kuinka työsuoritus tehdään tai esine otetaan haltuun. Voiko työssä käyttää kahta kättä yhtä aikaa ja miten kappaletta käden liikuttelun aikana tulee käänellä, jotta paikalleen asettelu tehdään kerralla oikein. Parhaiten tällainen kuvaus voidaan tehdä videoimalla mallityö.

Aikaelementit ovat aina työpaikan normisuorituksia tai normaalia liikenopectta vastaavia, jolloin kokonaisen työnosan kuvaaminen elementeillä vastaa normiarvoa kyseiselle työnosalle. Standardiaikalaskelma on samalla kuvaus työsuorituksesta ja sitä voidaan käyttää työohjeena tai työohjeen tarkenteena. Myös työyhteisössä kuvatut työnopastusvideot voivat toimia työnormeina, jos työssä käytettävä joutuisuus vastaa normaalia työpaikalla käytettävää suoritustasoa.

GA- ottaa haltuun ilman tartuntaa,  
GB- ottaa haltuun yhdellä tartunnalla,  
GC- ottaa haltuun usealla tartunnalla,

PA- asettaa ilman tarkkuusvaadetta  
PB-asettaa vapaasti vastetta vasten  
PC- asettaa tarkasti vasteeseen

| Ottaa, matka              | GA TMU       | GB TMU | GC TMU | Asettaa, matka                | PA TMU      | PB TMU |
|---------------------------|--------------|--------|--------|-------------------------------|-------------|--------|
| Alle 5 cm                 | 3            | 7      | 14     | Alle 5 cm                     | 3           | 10     |
| 5-15 cm                   | 6            | 10     | 19     | 5-15 cm                       | 6           | 15     |
| 15-30 cm                  | 9            | 14     | 23     | 15-30 cm                      | 11          | 19     |
| 30-45 cm                  | 13           | 18     | 27     | 30-45 cm                      | 15          | 24     |
| -> 80 cm                  | 17           | 23     | 32     | -> 80 cm                      | 20          | 30     |
| Painolisä taakka<br>> 2kg | GW<br>+ 1 kg |        |        | + Paine tai<br>voima<br>>5 kg | PW<br>+5 kg |        |
|                           | 1            |        |        |                               | 1           |        |
|                           |              |        |        |                               |             |        |
| Kumartua ja<br>nousta B   | 61           |        |        | Askel S                       | 18          |        |

MTM 2 liikeaikajärjestelmä - Aikayksikkönä 1/100 000 tuntia

### *MTM2 liikeaikajärjestelmän liikesarjojen tarkat aika-arvot*

Esimerkkinä hyvin tarkasta aikastandardijärjestelmästä voidaan pitää MTM 2 -järjestelmää. MTM järjestelmä (Methods Time Measurement) on kehitetty Yhdysvalloissa 1940 luvulla ja MTM 2 valmistui kesäkuussa 1965.

MTM 2 järjestelmä koostuu ihmisen käsin tehtävissä kokoonpanotöissä tarvitsemista liikesarjoista. MTM 2 liikesarjat ovat:

- **G = Get**, Ottaa, sisältää liikkeet ojentaa, tarttua ja päästää
- **P = Put**, Asettaa, sisältää liikkeet siirtää ja asettaa
- **W = Weight**, Painolisä edellisille, kun liike vaatii voiman käyttöä
- **A = Apply** pressure, Aikaan saada painetta, voimankäyttöä
- **R = Regrasp**, Otteen vaihto
- **E = Eye** motion, Silmien liike, katseen kohdistaminen ennen muuta liikettä
- **C = Crank**, Veivata tai pyörittää esinettä kädellä
- **S = Step**, Askel tai askeltaminen lyhyt matka, ei kuitenkaan kävely
- **F = Foot** motion, Jalan liike
- **B = Bend and arise**, Kumartua ja nousta

Yhden minuutin työn kuvaaminen MTM 2 -järjestelmällä vaatii noin 150 minuuttia analysointiaikaa. Tarkkuutta vaativa analysointi tekee työstä hitaan ja juuri hitauden takia järjestelmä ei ole kovin laajassa käytössä. Järjestelmää on käytetty elektroniikka- ja ajoneuvoteollisuuden kokoonpanotöiden kuvaamisissa. Tällainen tarkkuustaso aikojen määrittelyissä on perusteltua silloin, kun työ on hyvin tarkkaan määritetty ja ohjeistettu ja valmistusmäärät ovat korkeita.

Useimmissa tapauksissa valmistusajan määrittämiseen riittää huomattavasti karkeampi laskentamalli, jossa jopa työvaihe kokonaisuudessaan edustaa riittävää laskentatasoa. Laskentatarkkuuden määrittelyssä kannattaa huomioida työn toistuvuus ja erilaisten muutosten tai asiakasräätelöintien vaikutukset työn sujuvuuden ja toistettavuuden kannalta. Mikäli työ sisältää paljon samanlaisia vaiheita ja toistettavuutta, kannattaa järjestelmä suunnitella tarkaksi. Jos työ sisältää jatkuvia muutoksia sekä tuotteen rakenteissa että työvaiheiden järjestyksissä, ei laskentajärjestelmää kannata suunnitella kovin tarkalla tasolla, koska jokaisen tuotteen osalta tulisi työaikalaskenta pystyä tekemään oikealla tarkkuustasolla tuotannonsuunnittelua varten.

Kun työvaiheen erilaiset työnosat tai liikesarjat kuvataan liikejärjestelmäksi, voidaan yksittäisille liikkeille, liikesarjoille tai työkokonaisuuksille määrittää kesto standardiaikajärjestelmällä. Kun standardiaikajärjestelmästä on saatu luotettava tuotteiden ja työvaiheiden mitoitusmalli, voidaan sitä hyödyntää uusien tuotteiden työaikojen määrittelyssä tuotesuunnittelijan roolissa. Tuotesuunnittelija voi tarkastella tuotteen valmistettavuutta sekä laskea asiakasräätelöinnin vaikutuksen valmistuskustannuksiin jo tarjousvaiheessa, ennen kuin ensimmäistäkään tuotetta on tehty tuotannossa. Joissakin yrityksissä tarkastetaan standardiaikajärjestelmällä tehtävillä simulointilaskelmilla uusien tuotteiden katteen muodostumista tai simuloidaan investointien vaikutuksia tuotantokustannuksiin ennen investoinnin ostopäätöksen tekoa.

Kaikki elementit 187
Taso 10 Tuotteet 8
Taso 9 Viimeistelytyöt 4
Taso 8 Kokoonpanot 13
Taso 4 EL osakokoonpanot 4
Taso 3 Valmistustyöt 5
Taso 2 Konetyöt 29
Taso 1 Videotyöt

### Kaikki tuotteet

Suodata:

Rivit 1 - 4 (4)

|    | Tunnus | Nimi                      | Kuvaus                                 | Aika (min/yks) | Yksikkö2 | Ele |
|----|--------|---------------------------|----------------------------------------|----------------|----------|-----|
| 1. | TU0010 | Laitekotelo 1 valk, irtto | ei pakattu, eräko 20 kpl               | 13,08          | min/kpl  |     |
| 2. | TU0003 | Laitekotelo 1 PR + L valk | kotelo pistorasia ja lämmitin, pakattu | 13,67          | min/kpl  |     |
| 3. | TU0002 | Laitekotelo 1 PR valk     | kotelo ja pistorasia irtona, pakattu   | 18,26          | min/kpl  |     |
| 4. | TU0001 | Laitekotelo 1 valk        | kotelo ilman varusteita, pakattu       | 13,89          | min/kpl  |     |

*Malli standardiaikalaskelmista eri tuotevariaatioille*

## 6.1 Käytettävien työmenetelmien kartoitus

**Valmistusmäärien** perusteella valitaan tuotannosta muutama volyymituote, joissa esiintyy kaikkia käytettävissä olevia työvaiheita jossakin määrin. Valintavaiheessa kannattaa keskittyä vain muutaman erilaisen tuotteen valintaan, jotka edustavat merkittävää ja toistuvasti valmistettavaa tuotemäärää tuotannossa. Tällaisten tuotteiden avulla voidaan varmistua siitä, että työvaiheiden ja työnosien osalta työntekijöillä on riittävä harjaantuminen työn tekemiseen.

Standardiaikajärjestelmään suunniteltaessa kannattaa verrata eri työntekijöiden työjärjestyksiä ja työtapoja keskenään, myös ajallinen vertailu voi olla tarpeen. Mikäli työtavoissa ja siten myös työn tekemiseen tarvittavassa ajassa on isoja eroja, tulee yksi työtapo valita edustamaan standardityötä ajanmäärittystä varten. Standardiaikajärjestelmän suunnitteluvaiheessa voidaan pienet työtap erot päivittää oikeiksi, mutta isoja muutoksia työnopastuksineen ei kannata tehdä yhtä aikaa. Standardiaikajärjestelmä laaditaan nykyiselle työtavalle ja työjärjestykselle, ja kehitystarpeet kirjataan muistioon tulevaa kehitysohjelmaa varten.

Mikäli standardiaikoja ei käytetä urakkapalkkajärjestelmän määrittelyssä, ei joutuisuuden määrittäminen videon yhteydessä ole välttämätön. Lisäksi jos työn sisältö on enemmän räätälöityjen tuotteiden valmistamista, kannattaa työyhteisön kesken sopia, millainen työtap ja kenen tekemänä edustaa työpaikalla hyväksyttyä työnormia. Normitettu ja videoitu työ toimii sekä työohjeena että normiaikana kyseiselle työlle. Kun videoiden tarkastelussa on löydetty sopiva, ja laajasti käytössä oleva työtap, tallennetaan tämä video työnopastusta varten osaksi standardiaikajärjestelmää. Työnopastusvideo voi olla koko työvaiheen kestävä, mikäli kesto on muutaman minuutin mittainen, tai editoitu ja lyhennetty versio, josta voidaan opastaa oikea työjärjestys ja työvälineiden turvallinen käyttö. Työopastusvideossa oleellinen asia on työvaiheiden ja työnosien keston havaitseminen, jotta opastettavat ymmärtävät oikean työtavan lisäksi siihen tarvittavan ajan. Jos standardiaikajärjestelmää käytetään urakkapalkkauksen mitoittamiseen niin silloin videon yhteydessä määritetään työntekijöiden käyttämät joutuisuudet. Joutuisuuden määrittäminen tekee kokenut työntutkija, jolla on kokemusta erilaisten joutuisuusmäärittäysten tekemisistä.

Työnopastusvideoiden lisäksi tarvitaan kokoelma videoita mallina olevista työnosista tai liikesarjoista, joiden perusteella aikaelementit määritetään. Nämä videot tallennetaan elementtikirjaston liitteeksi, jotta voidaan järjestelmän käyttöönoton yhteydessä tai jälkikäteen todentaa, miten yksittäinen aikaelementti on määritetty ja millainen sisältö siihen kuuluu. Tätä aineistoa tarvitaan silloin, kun koulutetaan yrityksessä niitä henkilöitä kuten tuotesuunnittelijoita, myyjiä, tuotannonsuunnittelijoita ja luottamushenkilöitä, joiden tehtäviin kuuluvat erilaiset aikalaskelmat tuotteen valmistusaikojen avulla.

## 6.2 Standardiaikalaskennan suunnittelu

**Kun** muutaman kriittisen päätuotteen osalta on kuvattu videolle kaikki valmistamisen ja valmistelun liittyvät työnosat, aloitetaan varsinaisen standardiaikajärjestelmän suunnittelu. Standardiaikajärjestelmä perustuu työtapojen tai työliikkeiden vakiointiin, joita esiintyy lähes kaikissa työvaiheissa ja työnosissa. Esimerkkinä voisi olla työvaiheena loppukokoonpano, jossa erilaisia osia ja komponentteja liitetään toisiinsa erilaisin liitostekniikoin, pultilla, niitillä, puristamalla ja liimaamalla.

Tekemisaika jaetaan valmistelevaan ja valmistavaan työhön, jolloin valmistelevaa työtä voisivat olla työpisteen säätäminen, mahdollinen jigin vaihto ja säätö, sekä tarvittavien työvälineiden otto esille ja säätäminen tai kalibrointi tai osien hakeminen työpisteelle. Myös työohjeiden luku ja erilaiset työmäärittäinten kirjaukset kuuluvat tähän ryhmään. Useasti valmistelevan vaiheen kestoksi voidaan määrittää vakioaika tuotteen valmistusmäärästä riippumatta. Ajan tulee olla riittävä, mutta sopivan tarkka, jotta valmistelut saadaan valmiiksi suunnitellussa ajassa. Aika-arvona on kokonaisaika valmistettavalle sarjalle, joka voidaan jakaa keskimääräisellä sarjakoolla myös kappaleajaksi.

Valmistavaan työhön kuuluisivat työpisteellä osien siirto tai nosto jigiiin, osien keskinäinen asemointi liitosta varten, osien liittäminen eri tekniikoin, tarkastaminen ja lopuksi valmiin tuotteen siirto jigistä valmiiden tuotteiden paikalle tai kuljetusalustalle. Tällöin määritetään yksittäisen tapahtuman tai työerän työtapo ja sille aika-arvo. Näistä ajoista muodostuu yhden valmistettavan kappaleen valmistusaika. Jos työ on häiriötöntä ja vakioitua tekemistä sekä työpaikalla käytetään työnopastusta ahkerasti työtapojen ylläpidossa, voivat aikastandardit olla hyvinkin tarkkoja ja yksilöityjä. Standardiaikajärjestelmän aikalaskenta perustuu juuri tähän työpaikan toiminnan tasoon, mille tarkkuudelle laskenta kannattaa suunnitella.

| Päätuoteryhmä                      | Kattoristikko          |        |       |      | Valmistus | Valmistelu | Tarkastus | Siirto | Odutus/häiriö |
|------------------------------------|------------------------|--------|-------|------|-----------|------------|-----------|--------|---------------|
| Työvaiheen nimi                    | Kokoonpano             | 153    | 258   | 3454 |           |            |           |        |               |
|                                    | Kumulatiivinen         |        |       |      |           |            |           |        |               |
| Työn osa                           | Työtapo                | Kertaa | Matka | Aika |           |            |           |        |               |
| Uuden työn avaus                   | Luku tietokoneelta     | 1      | 2     | 15   |           | 1          |           |        |               |
| Ristikkokärryn haku                | Käsin veto             | 2      | 20    | 30   |           | 1          |           |        |               |
| Naulalevyjen haku ja jako          | Kärryllä, pinoaminen   | 5      | 25    | 180  |           | 1          |           |        |               |
| Lankkujen jako pisteelle           | Käsin kanto            | 10     | 15    | 200  |           | 1          |           |        |               |
| Asetteen muutos pisteellä          | Pukit käsin, laserkuva | 13     | 20    | 1800 |           | 1          |           |        |               |
| Ensimmäinen puukierto              | Nosto käsin            | 15     | 25    | 300  | 1         |            |           |        |               |
| Puiden naulaus muotoon             | Vasara ja naulat       | 7      | 25    | 300  | 1         |            |           |        |               |
| Ristimitan tarkastus               | Rullamitta             | 2      | 15    | 180  |           |            | 1         |        |               |
| Riskikon muodon oikaisu            | Vasaralla kiristys     | 3      | 15    | 60   |           |            |           |        | 1             |
| Naulalevyjen jako pukeille         | Ylä- ja alalevyt       | 13     | 25    | 150  | 1         |            |           |        |               |
| Puristimen haku                    | Naapuri pisteellä      | 1      | 30    | 5    |           |            |           | 1      |               |
| Odutus naapurissa                  | Puristus kesken        | 1      | 0     | 200  |           |            |           |        | 1             |
| Ristikon puristus                  | Puristimen ajo         | 1      | 20    | 15   | 1         |            |           |        |               |
| Puristimen palautus                | Naapuri pisteelle      | 1      | 20    | 7    |           |            |           | 1      |               |
| Nosturin kutsu ristikolle          | Haku käyntiin          | 1      | 1     | 2    |           | 1          |           |        |               |
| Noston odutus                      | Nostotyön valvonta     | 1      | 0     | 10   |           |            |           |        | 1             |
|                                    |                        |        |       |      |           |            |           |        |               |
| <b>Sarjan aloitus 15 ristikkoo</b> |                        |        |       |      |           |            |           |        |               |
| Lankkujen jako pukeille            | Käsin nostot           | 15     |       |      |           |            |           |        |               |
| Naulalevyjen jako pukeille         | Ylä- ja alalevyt       | 15     |       |      |           |            |           |        |               |
| Puristimen haku                    |                        | 15     |       |      |           |            |           |        |               |
| Puristus                           |                        | 15     |       |      |           |            |           |        |               |
| Ristikon nostot                    |                        | 15     |       |      |           |            |           |        |               |
| Valmiin työn kuittaus              | Tietokoneelle          | 1      |       |      |           |            |           |        |               |

#### *Puisen kattoristikon valmistusprosessi työnkulkukaaviona*

Yllä olevasta työnkulkukaaviosta näkee, miten kattoristikon valmistus etenee vaiheittain, työnmääräimen kirjaamisesta ristikon poistoon työpöydältä. Työnkulkukaavioon on videon pohjalta listattu ristikon kokoonpanon etenemä työnosittain. Kunkin työnosan rinnalle on lisätty lyhyt tarkenne työtavasta tai yhtäaikaisesta suorituksesta. Kertaa-sarake kuvaa lukumäärää, kuinka monta tapahtumaa kussakin työnosassa on kyseistä tapahtumaa laskennassa. Aika sarakkeessa on tutkittu elementin aika-arvo. Esimerkkinä yksittäinen työnos "Ensimmäinen puukierto" tarkoittaa viidentoista erikokoisen lankun jakoa asennuspukkien päälle. Kun perinteisen ristikon äärimitat ovat 14 metriä leveyttä ja 2 metriä korkeutta, tarkoittaa tämä sitä, että jokaisen lankun asennukseen sisältyy erilainen määrä liikkumista ja eripainosten osien käsittelyä. Keskiarvona määritetyillä puiden asetusajoilla saadaan ristikon laskettu kokoonpanoaika määritettyä riittävän tarkasti koko valmistussarjalle.



*Laskennassa oleva malliristikko*

Mikäli tuotteet ovat hyvin samankaltaisia ja työskentely tapahtuu vakioituissa olosuhteissa, voidaan kyseinen ristikon kokoonpano pilkkoa myös puuosan tarkkuudella tapahtuvaksi kehonliikesarjaksi ja aikalaskennan pohjana voi olla MTM 2 -liikeaikajärjestelmä. Yhden osan asentamisen liikesarja alkaa tapahtumasta ottaa ristikon osa haltuun, jossa muuttujina ovat etäisyys ja osan paino, siirtää sitä nostaan ja samaan aikaan askeltaen, jossa muuttujina ovat nostokorkeus, paino ja askelten määrä, asettaa osa ristikkopukeille, jossa muuttujina ovat etäisyys ja paino sekä painaa osa tiiviisti toisiaan vasten, jossa muuttujana on tarvittava voiman käyttö. Jokaiselle yksittäiselle liikkeelle löytyy taulukoista suoraan aika-arvo, kun kehonliikkeet on ensin määritetty. Suunnitteluvaiheessa tällaisen laskennan työmäärä vaikuttaa työläältä, mutta tuottaa erittäin tarkan kuvauksen työtavasta ja sisällöstä.

Standardiaikajärjestelmän suunnittelussa tulee tässä vaiheessa pohtia, kuinka tarkkoja laskelmia halutaan saada työvaiheille ja tuotteen valmistukselle. Mikäli eri työntekijät tekevätkin kyseisen työnosat eri järjestyksessä, tulee laskettuun aikaan vaihtelua pelkästään työjärjestyksen aiheuttamasta liikkumisesta. Lisäksi työtavoilla voi olla merkittävä vaikutus aikaan esimerkiksi siten, että henkilö ottaakin kaksi osaa kerralla käsiinsä ja laittaa ne samalla käsittelykerralla paikoilleen. Aika voi vaihdella erilaisilla työtavoilla huomattavasti edellisestä tapauksesta. Tällaisessa tilanteessa karkeamman tarkkuuden salliminen aikojen määrittelyssä voi antaa lopputuloksena riittävän tarkan kokonaisajan esimerkiksi juuri ristikon valmistukselle. Aikaelementtien määrittelyssä voidaan tällöin käyttää yksittaisen työnosan kokonaisaikaa, jossa jakajana on osien lukumäärä, ja liikesarjan standardiaikana on osien aritmeettinen keskiarvo.

Tällainen keskiarvolaskenta edellyttää useamman erilaisen ja erikokoisen tuotteen tutkimista, jotta keskiarvona määritetty aika voidaan rajata tietyn tyyppisille tuotteille. Kun tuotteen koko kasvaa ja tyyppi muuttuu toiseksi, muuttuvat myös osien kokoluokat ja painot, jolloin käsittelyn nopeus hidastuu, eikä aika edustakaan enää normaalijoutuisuudella tehtävää työsuoritusta. Keskiarvoaikoja käytettäessä tulee määrittää, millaisilla tuotteilla mikäkin aika on käytössä. Tällä menetelmällä laadittu standardiaikajärjestelmä on nopea toteuttaa, mutta tuotteiden valmistusaikojen laskennassa epätarkkuus korostuu juuri valitun kokoluokan ääripäissä. Jos tilauskannassa on tuotteita tasaisesti määrittelyalueen osalta kaikkia kokoluokkia, toimii standardiaikalaskenta pitkällä aikavälillä oikein, mutta ei yksittaisen tuotteen osalta. Jos tilauskannassa tapahtuu siirtymää jompaa kumpaan suuntaa valitun kokoluokan sisällä, joko keskiarvoa pienempiä tuotteita tai suurempia, ei työmäärälaskenta anna oikeaa työaikaa tuotteelle eikä koko päivän tuotantomäärällekään.

Tässä esimerkissä on käsitelty vasta yhtä työvaihetta kokoonpanossa. Sama tarkastelu tulee tehdä myös muille työvaiheille, jotta voidaan päättää standardiaikajärjestelmän tarkkuustaso. Toisaalta mitä tarkempia ovat aikaelementit laskentaa varten, sitä helpompi on analysoida työtapojen ja -menetelmien kehitystarpeita ja sitä paremmin voidaan simuloida kehitysmuutosten vaikutus valmistusaikaan uuden työtavan tai -menetelmän myötä.

Kolmas näkökulma järjestelmän suunnitteluun on vielä valmistelevien töiden sekä apuajaksi luokiteltavien asioiden ottaminen huomioon standardiaikajärjestelmässä. Valmistelevat työvaiheet mitoitetaan yleensä yhtenä kokonaisuutena, kiinteänä aikana, joka jaetaan valmistettavien tuotteiden lukumäärällä ja lisätään yksittäisen tuotteen valmistusaikaan. Tämä on mahdollista myös standardiaikajärjestelmässä, mutta ei suotavaa. Parempi vaihtoehto on mallintaa valmistelevat työnosat, kuten valmistavatkin, mutta aika kohdistetaan aina valmistuserää kohden. Tällainen tapa laskea on lähempänä todellista ajankäyttöä.

Esimerkkinä ristikon kokoonpanossa on ristikkokärryjen tuonti työpisteelle. Yleensä koko sarjan osat mahtuvat kahdelle ristikkokärrylle, jolloin valmistelevana aikana esiintyy lähes vakioaika kahden kärryn siirrolle riippumatta valmistettavasta sarjakoosta. Kun sarjakoko kasvaa tietyn lukumäärän yli, eivät osat enää mahdu kahdelle kärrylle, vaan kärryjä tarvitaan kolme tai neljä. Tästä saadaan valmistelevan työnosan määrittelyyn oma luokittelumalli, jossa samalla asetteella tehtävien ristikoiden määrä määrittää suoraan, kuinka monta kärrynsiirtoa valmistelevaa aikaa tarvitaan sarjaa kohden. Vastaavat tarkastelut tehdään erilaisille osien ja tarvikkeiden haulle, osien jakamiselle työpisteessä sekä muille vastaaville työnosille.

Standardiaikajärjestelmä voidaan suunnitella siten, että vain valmistelevat ja valmistavat tekijät ovat laskennassa mukana, ja muut aikalajit jätetään laskennan ulkopuolelle. Tällöin tulee tarkastella kuormitettavan työvuoron pituutta ja erilaisten apuaikoihin tarkoitettujen tekijöiden osuutta työvuorosta.

Joissakin yrityksessä on sovittu, että apuajan työpäivävakioksi on määritetty tai työntutkimuksella mitattu vaikkapa 15 minuuttia, jonka aikana pitää tehdä työpisteen loppusiivous, kuitata työmääräimet ja valmistella seuraavan vuoron työ aloitusvalmiiksi. Osa näistä tehtävistä kuuluu tuotteen kannalta valmisteleviin töihin, mutta on linjattu niitä tarkasteltavan yhtenä kokonaisuutena, ja osana työvuoron tehtäviä. Tällöin kuormitettavan työvuoron pituutta vähennetään apuaikatekijöille, jolloin ei ole edellytyksiä työn tekemiselle. Tällaisia ovat esimerkiksi käsintehtävissä töissä sovitut tauot ja päivävakioon kuuluvat tehtävät. Standardiaika sisältää vain ne työtehtävät, jotka kuuluvat valmisteluun tai valmistamiseen, ja sen työvuoron pituuden, jolloin on suunniteltu tehtävän näitä työvaiheita.

Jos työhön sisältyy koneiden ja laitteiden käyttöä ja niiden valvontaa, suunnitellaan työvuoron tavoitteet koneiden ja laitteiden käynnin ja rytmityksen mukaan. Mikäli koneet ja laitteet voivat käydä tauotta ja niitä voidaan käyttää ilman valvontaa pieniä hetkiä, voidaan standardiaika-järjestelmässä ottaa huomioon koneiden itsenäinen käynti ja mitoittaa taukojen sijainnit konerytmityksen mukaisesti. Tavoitteena on maksimoida koneiden ja laitteiden käynti, ja sijoittaa työntekijöiden työvaiheet ja tauot koneiden ja laitteiden rytmin mukaan. Erityisesti tällaisissa tilanteissa standardiaikajärjestelmässä käytetään normaaliarvoja henkilötyössä ja puhtaita koneen tahti- tai jaksoaikoja koneiden ja laitteiden työkiertoissa.

## 6.3 Työvaiheiden karkeiden standardiaikojen määrittely

**Jotkin** yksittäiset työvaiheet tai työnosat toistuvat toisia useammin työpäivän aikana. Mitä suurempi on toistuvuus, sitä tarkemmin tulisi aika-arvo määrittää ja aika-arvojen vaihtelut saada minimiin. Useasti toistuvan työnosan ajallinen virhe kertyy päivän mittaan isoksi virheeksi ja vaikuttaa päivän työajan ja -määrän laskennassa. Satunnaisesti toistuvan työnosan ajan tarkka määrittäminen ei ole niin merkittävä, koska tähän saattaa liittyä myös muita epävarmuustekijöitä, kuten harjaantumisen ja osaamisen puute, työpistelayoutin vaikutus tai osien ja työvälineiden saatavuus ja käsittelytekniikat, jotka vaikuttavat aikavaihteluihin enemmän kuin työtapojen vaihtelut.



*Ajanmäärityksen tarkkuuteen vaikuttavat tekijät*

Yllä olevassa kuviossa on tarkasteltu erilaisten työnosien tai työerien ajallista kestoa ja niiden esiintymismääriä työpäivän aikana. Harvoin esiintyvillä työnosilla tai työerillä ajan määrittäminen voi olla karkeampaa. Jos työvaiheella tai työnerällä on suuri toistuvuus, lähes kaikki työntekijät, jotka tekevät kyseistä vaihetta, osaavat tehdä sen ainakin keskinkertaisella osaamisen tasolla. Tällöin kannattaa tehdä tarkka työnkuvaus ja ajanmäärittäminen kyseiselle työnosalle tai -erälle.

Karkeita standardiaikaelementtejä tai työnormeja voidaan laatia pitkäkestoisista käsityövaiheista kuten pitkäkestoiset hitsaustyöt, sekä konetyövaiheista, joihin liittyy operaattorin avustavaa työskentelyä konerytmin mukaan. Näissä molemmissa esimerkeissä erilaiset ulkoiset tekijät tai työntekijät oma fyysinen jaksaminen vaikuttaa työn etenemiseen, ja siten myös toteutuneisiin työaikoihin. Tällaisten toteutuneiden aikavaihteluiden takia ei ole tarvetta määrittää aikaelementtejä kovin tarkalla menetelmällä vaan videopohjaiset kuvaukset toimivat riittävällä tarkkuudella menetelmäkuvauksissa ja ajanmäärityksissä.

Kun verrataan tuotteen tai työvaiheen laskennallista aikaa toteutuneeseen aikaan ja huomataan niissä suuri poikkeama, joudutaan korjaamaan laskennassa käytettyjä aika-arvoja. Yleensä karkealla tasolla tehdyissä aikastandardeissa on aikaelementeissä vaihtelua yli sallitun virherajan, joten näitä yksittäisiä elementtejä tulee tutkia tarkemmin laskennan säätämiseksi oikein.

Standardiaikajärjestelmän valitusta työtavasta kannattaa tehdä video, josta voidaan havaita työtapaa, työjärjestystä sekä työvälineiden käyttöä. Kun video on editoitu elementtitasoisiksi kuvauksiksi, vaikkapa elementtinä kiinnittää ruuvi, tarkastellaan näiden videoiden aika-arvoja sekä analysoidaan videoilla käytettyjen erikokoisten ruuvien esiintymistiheyttä. Videoiden tuottamien tietojen perusteella voidaan määrittää ”kiinnittää ruuvi” elementille aika-arvo joko suoraan keskiarvona tai esiintymistiheyden mukaan painottamalla videoilla olevia aikoja eri kokoisten ruuvien esiintymismäärän suhteen.

Tämä laskettu aika-arvo sisältää kaikki hajonnan perusteella mukaan valitut ruuvien kokoluokat, mutta vain yhden ruuvin osalta. Jos liitoksiin tarvitaan kerralla useampi ruuvi tai mutteri, joka kiinnitetään samalla työvälillä perättäisinä toimintoina, tulee yhdelle ruuville laatia toinenkin aika, joka kuvaa lisäruuvien kiinnittämistä ilman koneen ottoa ja pois laittoa. Nyt voidaan laskea jokaiselle ruuvi- ja mutteriliitokselle tarvittava työaika normisuorituksena. Ajanmäärittämisessä muuttujana on vain ruuvien tai muttereiden lukumäärä.

Henkilötyön lisäksi tarkastetaan koneiden ja laitteiden liike- tai iskunopeudet. Näiden aikojen mitoituksessa tulee käyttää aina koneen suunniteltua ja säädettyä nopeutta, eikä aikaa tule korjata hitaammaksi kuin erityistilanteissa. Tuotannonohjausjärjestelmä hälyttää toteutuneiden ja suunniteltujen tapahtumien eroista, jos koneen suorituskyky on alentunut. Suorituskyvyn alenema paljastuu koneen tai laitteen tehokkuutta mittaavista tuloksista, mikä antaa aiheen selvittää juurisyyn alenemalle. Mikäli koneen tai laitteen toimintakyky heikkenee pysyvästi, korjataan aika vastaamaan koneen toimintakykyä.

Standardiaikajärjestelmä ei tunne häiriöitä eikä organisaation toimintatavoista johtuvia odotuksia. Mikäli työnosa edellyttää odottamista, esimerkiksi liiman kuivumista, tulee tämä aikaelementti ottaa mukaan omana elementtinä. Kiinnitysaineiden kehittyessä saattaa tämä kuivumisaika muuttua, joten myös elementin aikaa tulee päivittää muutosten yhteydessä.

Osaan työvaiheista sisältyy kävelyä, joka tulisi tässä vaiheessa karsia työpisteiden layout muutoksilla. Standardiaikaelementtejä voidaan pilkkoa osan tai tuotteen ottamisen ja poisviennin osalta kahteen erilliseen osaan; kävellyyn ja käsittelyyn. Mikäli standardiaikajärjestelmän kehittäminen ei salli menetelmäkehitystä aikataulun takia, kannattaa nämä turhat liikkeet tai tehokkuutta heikentävät tyonosat tai -erät mitoitaa omina aikaelementteinä, jotka voidaan poistaa laskelmista, kun menetelmäkehitystä voidaan toteuttaa.

## 6.4 Aikaelementeillä koelaskenta

**Kun** standardiaikalaskelma on saatu toimivaksi ja laskennan reunaehdot otettu huomioon, kokeillaan laskelmia erilaisille tuotteille ja asiakastilauksille. Mikäli tilauskannasta voidaan tarkastella historia-tietoja siten, että tilatuista tuotteista voidaan kerätä valmistusaikojen tietoja luotettavasti, verrataan näitä työaikaleimauksia tai tuotannonohjausjärjestelmän työaikoja aikalaskelmalla saatuihin tietoihin.

Yleensä historiatiedoissa työaikoihin kuuluvat työpäivävakiot sekä kahvitauot, mikäli ruokatauko on leimattu omalla ajalla vietetyksi. Aikalaskelmia verrattaessa tulisi leimatuista ajoista poistaa nämä apuaikaa kuuluvat aikatiedot. Toinen tarkastettava kohta on valmistelevien töiden osuudet valmistusajasta, ovatko ne mukana työaikaleimauksissa vai tekeekö joku toinen henkilö avustavia tehtäviä, kuten materiaalien siirtoja. Mitkä kaikki työt kuuluvat raportoituun työhön, joita ei kirjata työaikaan, tai koneen asetuksia, joita ei kirjata työlle. Standardiaikalaskennan tarkastuksessa tulee historiatiedon olla samalla tarkkuudella raportoitua kuin laskettu aika, muutoin vertailu antaa virheellisen tiedon laskennan osumatarkkuudesta.

Kun verrataan yksittäisen tuotteen tai työvaiheen valmistusaikaa, tulisi valmistusajan laskennan olla 10 % tarkkuudella sama kuin historiatietojen mukaan sitä on keskiarvoisesti valmistettu. Vertailussa kannattaa käyttää useamman valmistuneen tuotteen ja työvaiheen aikatietoja, mutta niistä tulee tarkastaa myös aikojen keskinäinen hajonta. Jos historiatietojen perusteella yksittäisen tuotteen jokin raportoitu valmistusaika poikkeaa yli 10 % otannan keskiarvosta, sisältää aika yleensä poikkeavan tilanteen kuten häiriön, osapuutteen, työtehtävien virheellisen raportoinnin eri henkilöiden kesken. Tällöin aikaa on kirjautunut tuotteelle poikkeavan vähän tai paljon. Tapauskohtaisesti tulee harkita, voidaanko tällaista valmistusaikaa pitää luotettavana taustatietona vai tulisiko se poistaa tilastosta.

Standardiaikalaskelmien vertailua tulisi tehdä niin monelle eri tuotenimikkeelle, että vertailu kattaa noin 50–70 prosentin osuuden työntekijöiden vuosityöajasta. Menekkituotteiden tarkastelulla saadaan varmistettua laskelmien luotettavuus tuotetasolla, mutta myös työvaiheiden tarkkuudella.

| Tunnus:                                                                   | Nimi:                         | Kuvaus:                          | Yksikkö:          | Erätkoko:       | Aika (min/yksikkö): | Aika (s/yksikkö): | Aika:   |      |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|---------|------|----------------|----------------|
| TU0001                                                                    | Laitekotelo 1 valk            | kotelo ilman varusteita, pakattu | kpl               |                 | 13,89 min / kpl     | 833,4 s / kpl     | 0:13:53 |      |                |                |
| <div>YhteenvetoRivien muokkausVideoERP nimikkeetKuvatLiitetiedostot</div> |                               |                                  |                   |                 |                     |                   |         |      |                |                |
| #                                                                         | Kuvaus                        | Elementti                        | Yksikköaika (min) | Yksikköaika (s) | Määrä               | Yksikkö           | Kohd    | Hikm | Yhteensä (min) | Yhteensä (s)   |
| 1                                                                         | Kotelon valmistus             |                                  |                   |                 |                     |                   |         |      |                |                |
| 2                                                                         | Konetyöt kotelo 1             | VT0010                           | 7,13 min/kotelo   | 427,8 s/kotelo  | 1,0 kotelo          | 1,0               | 1       |      | 7,1300 min     | 427,8 s        |
| 3                                                                         | Särmäys, käsi, kotelo 1       | VT0003                           | 0,84 min/erä      | 50,4 s/erä      | 2,0 erä             | 1,0               | 1       |      | 1,6800 min     | 100,8 s        |
| 3.1                                                                       | Logistiikka                   |                                  |                   |                 |                     |                   |         |      |                | 0,18 min10,5 s |
| 3.2                                                                       | Rivikeräily käsin pohja/kansi | PE1006                           | 1,25 min/rivi     | 75 s/rivi       | 2,0 rivi            | 20,0              | 1       |      | 0,1250 min     | 7,5 s          |
| 3.3                                                                       | Pohjan/kannen särmäys         |                                  |                   |                 |                     |                   |         |      |                | 0,66 min39,6 s |
| 3.4                                                                       | Käsisärmäys pohja             | TA1012                           | 0,15 min/kpl      | 9 s/kpl         | 1,0 kpl             | 1,0               | 1       |      | 0,1500 min     | 9,0 s          |
| 3.5                                                                       | Kääntö ja lisäkanti, reunat   | TA1015                           | 0,05 min/kpl      | 3 s/kpl         | 3,0 kpl             | 1,0               | 1       |      | 0,1500 min     | 9,0 s          |
| 3.6                                                                       | Asettaa lavalle               | MTM00795                         | 0,03 min/krt      | 1,8 s/krt       | 1,0 krt             | 1,0               | 1       |      | 0,0300 min     | 1,8 s          |
| 3.7                                                                       | Käsisärmäys kansi             | TA1012                           | 0,15 min/kpl      | 9 s/kpl         | 1,0 kpl             | 1,0               | 1       |      | 0,1500 min     | 9,0 s          |
| 3.8                                                                       | Kääntö ja lisäkanti, reunat   | TA1015                           | 0,05 min/kpl      | 3 s/kpl         | 3,0 kpl             | 1,0               | 1       |      | 0,1500 min     | 9,0 s          |
| 3.9                                                                       | Asettaa lavalle               | MTM00795                         | 0,03 min/krt      | 1,8 s/krt       | 1,0 krt             | 1,0               | 1       |      | 0,0300 min     | 1,8 s          |
| 3.10                                                                      | Logistiikka                   |                                  |                   |                 |                     |                   |         |      |                |                |
| 3.11                                                                      | Lavan siirto hitsaamoon       | PE1002                           | 1,00 min/lava     | 60 s/lava       | 1,0 lava            | 20,0              | 1       |      | 0,0500 min     | 3,0 s          |

Laitekotelon laskentaesimerkissä on eroteltu työn valmisteluun kuuluvat työvaiheet omien otsikoiden alle nimellä logistiikka. Tässä mallilaskennassa on osien keräily- ja lavan siirtoaika tutkittu yhdelle käsittelyvaiheelle. Esimerkissä rivikeräilyaikana on 1,25 minuuttia, jolloin keskimäärin ennätetään hakua varastosta laatikko osia särmäyskoneelle. Tuotteen tarvitsema varsinainen särmäysaika on särmäystyössä tarvittavien liikesarjojen summa. Laskelmassa on kahden osan perättäisen laskentarivit, jolloin lopputuloksena on kotelon osien särmäystyön aika, 0,66 min.

## 6.5 Laskentatarkkuus, sallittu virhe ja elementtien hienosäätö

**Työntutkimuksen** osalta yksittäisten työerien aikamittausten hajonta saisi olla 5 %-yksikköä. Tällöin tutkittujen aikasarjojen osalta työerien ajanmääritys on tehty riittävällä tarkkuudella. Oleellinen asia tuollaisen tarkkuuden saavuttamisessa on se, että työnkulku on vakioitu ja työnopastus on tehty hyvin, eivätkä työntekijät poikkea sovitusta työtavasta.

Tällä johdannolla päästään standardiaikajärjestelmän tarkkuuteen. Laskentajärjestelmä on niin tarkka kuin työyhteisössä on tapa toimia. Mikäli työyhteisössä on useita hiljaisesti hyväksyttyjä tapoja tehdä työsuoritus, ei valmistukselle voida antaa tarkkaa aikaa, vaan kaikki tutkitut tavat ja niiden ajat ovat yhtä oikein. Tällaisessa tilanteessa standardiaikajärjestelmä voidaan laatia esimerkiksi työvaiheittain eteneväksi, jossa työvaiheella on jokin käytössä oleva työjärjestys, jonka pohjalta laaditaan työnkulukukaavio. Työvaiheiden ajat määritetään työnkulun mukaisesti, ja ajat normalisoidaan vastaamaan normisuoritusta tai todellisia koneaikoja.

Kun kaikki tarvittavat elementit on saatu määritettyä, lasketaan edellisen tapauksen mukaisesti historiatietojen perusteella vertailuarvoja tuotteittain sekä standardiarvoilla että historiatietojen perusteella tuotekohtaisia keskiarvoja. Koska nyt on määritetty hyvin tarkkoja liikesarjoja ja aikalaskelmat ovat myös tarkkoja, tulee historiasta saatuja aikatietoja tarkastella samalla tarkkuudella. Mikäli tietoja ei saada raportoitua tälle tarkkuudelle, tulee osalle tuotteista tehdä aikamittaukset, joilla tarkastetaan aikalaskelmien oikeellisuus. Työnosittain ja -vaiheittain aikamittausten tulisi olla 5 % tarkkuudella aikalaskelmista.

Silloin kun työyhteisössä ei ole järkevää määrittää tarkkoja aikaelementtejä laskentaa varten, voidaan karkean tason ajanmäärittelyssä käyttää työvaiheista kuvattuja videoita suoraan normiaikoina. Videoitujen työvaiheiden normiaika voidaan hyväksyä aikastandardiksi silloin, kun työyhteisö yhteisellä päätöksellä hyväksyy videon työnopastukseen ja samalla hyväksyy videon keston työvaiheen ajaksi. Työyhteisö valitsee keskuudestaan henkilön, jonka työsuoritus videoidaan mallityöksi.

Toinen vaihtoehto hyväksyä videoitu työsuoritus normiajaksi muodostuu silloin, kun henkilö käyttää tai valvoo koneen tai laitteen suoritusta, ja varsinaisen työn tekee kone tai laite omalla nopeudellaan. Koska koneelle tai laitteelle ei määritetä joutuisuutta, voidaan koneen tai laitteen tahtiaikaa tai jaksoaikaa pitää työn normina eli normaaliaikana.

## 6.6 Standardiaikajärjestelmän käyttöönotto

**Standardiaikajärjestelmällä** määritettyjä aikoja koskevat samat periaatteet kuin työntutkimuksella mitattuja. Kun tuotteen aika saadaan määritettyä ja varmistettua ajan oikeellisuus, voidaan aika ottaa käyttöön tuotannonohjauksen aikatietona. Ennen ajan muuttamista tietojärjestelmään tulee muuttuneiden aikojen osalta pitää tiedotustilaisuus muutoksista ja niiden vaikutuksista tavoitteiden määrittelyyn. Tiedotuksessa tulee olla läsnä ainakin luottamushenkilöt ja kyseistä työtä tekevät henkilöt, jotta kaikilla on sama tieto saatavilla muutoksista. Aika-arvojen päivitys päättää standardiaikajärjestelmän kehitysprojektin ja tämän jälkeen alkaa aikatietojen ylläpito.

Vaikka kehitysprojekti päättyisi päivitystietojen julkistamiseen, ei aina voida siirtää uusia aikatietoja tietojärjestelmiin samalla hetkellä. Muutama asia tulee varmistaa ennen aikatietojen päivityksiä. Ensimmäinen tarkasteltava asia tulee vastaan silloin, kun tehdään tuotekustannusten ja tuotekatteenlaskenta sekä työkuukustannusten vertailu historiatietojen kanssa. Jos tuotannonohjausjärjestelmän aikatietoja käytetään suoraan tuotekustannusten seurannassa tai tuotekatteen laskennassa, tulee tarkastella eri tietojärjestelmien laskentaperiaatteet sekä historiatiedon että nykyhetken välillä. Jos tuotteen valmistusaika lyhenee kesken seurantakauden, eikä tietojärjestelmästä ole otettu muutoshetken tietokantaa talteen, saattaa pahimmassa tapauksessa tuotteen katelaskenta vääristyä koko tilikaudelta muutoksen myötä.

Jos tuotteen valmistusaika lyhenee, ja se vaikuttaa työntekijöiden palkkaan tai palkkioihin, tulee tämä muutos käsitellä huolellisesti. Yleensä tuotteen vanha aika lyhenee muutosten myötä, koska tuotetta ja tuotantomenetelmiä on kehitetty ja henkilöstön osaaminen on parantunut. Uusi aika tarkoittaa sitä, että samaan tuottavuuslukuun tai päivätavoitteeseen pitää tehdä enemmän kappaleita tai työtä kuin aiemmin. Näistä muutoksista on pidettävä tiedotustilaisuus luottamushenkilöille sekä henkilöstölle, joita asia koskee. Jos yritys on seurannut tuottavuusluvun sijaan valmistettavia kappalemääriä ja pitänyt tiettyä tasoa tavoitteena, voi osa kehityksestä valua myös tuottamattomaan työaikaan, kuten hieman pidempiin taukoihin, sillä vanha tavoitemäärä saavutetaan vähemmällä työajalla.

Koska standardiaikajärjestelmä ei tunne häiriöitä eikä taukoja, pelkästään valmistamisen ja valmistelut, voi jatkuvat pienet keskeytykset ja häiriöt haitata tavoitteeseen pääsyä. Aiemmin tuottavuuslaskenta on saattanut sisältää häiriönkaltaisia tekijöitä joko osana mitoitusta tai apuaikakertoimen kautta. Kun uusi aika otetaan käyttöön, tulee kuormitettavasta työpäivän pituudesta ensin poistaa näiden häiriöiden osuus ja loppu työvuorosta kuormitetaan standardiaikajärjestelmän mukaan. Tällainen tilanne tulee dokumentoida hyvin, että häiriöiden poistuttua, kyseinen aika lisätään työvuoron pituuteen mukaan.

Kaiken kaikkiaan standardiaikajärjestelmän kehittäminen edellyttää paljon ennakkovalmisteluja ja työnteon edellytysten tarkastamista, jotta järjestelmän kehittämiseen uhrattu aika vastaa tarkoitustaan. Ennakkoon tehty suunnittelutyö helpottaa ja nopeuttaa varsinaista aikakirjaston ja laskelmien tekoa. Kun aikalaskemat on tarkastettu ja on valmius käyttöönottoon, tulee henkilökunnalle järjestää eritasoisia koulutuksia. Työntekijöille järjestetään tiedottava koulutus aikaelementeistä ja työtavoista sekä työnopastusvideoiden merkityksestä saavuttaa aikalaskelmalla annettu työtavoite. Työnjohdolle ja tuotannonsuunnittelijoille koulutetaan standardiaikajärjestelmällä kuormituslaskentaa sekä tuotteiden laskentatietojen päivityksiä päivitysoikeuksien mukaisesti. Myynnille koulutus suuntautuu ole-massa olevien aikamuutosten vaikutuksiin tuotekatteen muodostumisessa sekä tuotantokapasiteetin muutoksiin. Talous- ja henkilöstöhallinnolle koulutus on tiedottavaa koulutusta järjestelmän vaikutuksista erilaisten kustannusten ja palkkojen laskennassa.

Vaikka standardiaikajärjestelmä on pääasiassa tuotannon työkuorman ja resurssien suunnittelua varten, ja tuottavuuden kehittämisen väline, vaikuttaa se epäsuorasti hyvin moneen tietojärjestelmään ja henkilöiden osaamistarpeisiin. Näitä asioita kannattaa pohtia mahdollisuuksien mukaan projektin alkuvaiheessa, vaikka kaikkea ei osaa ottaa heti alussa huomioon.

## 6.7 Standardiaikajärjestelmän ylläpito

**Kun** järjestelmän on kerran luotu, on se hetken ajan tasalla, mutta vain hetken. Yleensä muutostarpeita esiintyy ensimmäisten laskelmien elementtien epätarkkuuksissa tai työntekijöiden uskossa tietojen ja laskelmien oikeellisuudesta. Uuden laskentajärjestelmän käyttöönottoon liittyy epävarmuutta ja luottamuspulaa. Tämän vuoksi ensimmäinen ylläpitokierros käsittää luottamusta vahvistavan tarkastuskierroksen ja henkilöstön koulutuksen järjestelmän laskelmiin ja taustalla esiintyviin elementteihin ja niitä esittäviin videoihin. Tärkeintä tälle kierrokselle on varmistaa työntekijöiden ymmärrys järjestelmän toiminnasta ja sen sisällöstä. Aikalaskelmien ja työtapakuvausten sekä työohjeiden läpikäynti selkeyttää laskennan tietämystä koko organisaatiossa.

Sen lisäksi, että työntekijöille on epätietoisuutta laskennan tarkoituksesta ja periaatteista, saattaa sama ilmiö tulla vastaan myös eri toimihenkilöiden rooleissa. Myynti ja osto kaipaavat tietoa laskennan vaikutuksista heidän työtehtävissään. Miten myynti hinnoittelee omakustannushinnan nykyisellä laskentatavalla aiempaan verrattuna, tai miten oston tulee varautua työvaiheiden käynnistyshetkillä varastossa oleviin tuotteisiin tai kotiinkutsuihin. Tuotesuunnittelussa voidaan simuloida erilaisia työmenetelmiä keskenään ja suunnitella työvaiheiden mukaisilla tiedoilla uusia työtapoja tai -menetelmiä uusilla tekniikoilla toteutettavaksi tai simuloida alihankintaostojen kannattavuutta nykyiseen omaan toimintaan verrattuna.

Periaatteessa nykyinen tuotanto ei tarvitse heti uusia aikaelementtejä, ellei työtavoissa tai -menetelmissä tapahdu jotakin oleellista muutosta. Jos elementtikirjastoon joudutaan lisäämään uusia aikaelementtejä ja arvoja, on syytä tarkastella näiden vaikutusta olemassa oleviin laskelmiin hyvin tarkasti.

Hankalaksi tällainen uuden elementin käyttöönotto tulee silloin, kun työvaiheiden ja tuotteiden aikalaskemat on tehty esimerkiksi Excel-tiedostoina. Jos jokainen erillinen laskelma on oma tiedosto, on lähes mahdotonta löytää kaikkia laskelmia, joihin uusi päivitys pitäisi tehdä. Hyvin laaditussa standardiaikajärjestelmässä on elementtikirjasto laadittu yhdeksi tietokannaksi, josta eri laskelma käyvät poimimassa aikaelementtejä erilaisten tunnusten perusteella. Tällaisessa mallissa on mahdollista jäljittää ne laskemat, joihin tulisi tehdä päivitys.

Ajantaju sovelluksessa on kiinnitetty huomiota tähän jäljitettävyyteen. Laskentaelementeillä on oma välilehti, jonka takaa selviää kuinka monessa laskelmassa ja kuinka moneen kertaan kyseistä elementtiä on käytetty eri tasoilla.

## Taso 0, peruselementti: PE1006, Rivikeräily käsin, alle 15 m

Tällä elementillä ei ole julkaistuja pääelementtejä.

|         |                              |                   |          |           |                   |
|---------|------------------------------|-------------------|----------|-----------|-------------------|
| Tunnus: | Nimi:                        | Kuvaus:           | Yksikkö: | Aika min: | Aika (s/yksikkö): |
| PE1006  | Rivikeräily käsin, alle 15 m | kuljettaa käsissä | rivi     | 1,25      | 75,0 s / rivi     |

Elementtiä **PE1006 Rivikeräily käsin, alle 15 m** suoraan käyttävät pääelementit

|     | Pääelementti                                                                                                           | Pääelementin nimi         | Pääelementin tila | Alielementti | Rivin kuvaus                          | Yksikköai |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| 1.  | Konetyö  <a href="#">KT00010</a>      | Pohja/kansi aihoiden ajo  | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily laatikkoon                | 1,25 min/ |
| 2.  | Konetyö  <a href="#">KT00110</a>      | Robotilla listan prässäys | Työversio         | PE1006       | Rivikeräily listat koneelle           | 1,25 min/ |
| 3.  | Konetyö  <a href="#">KT00120</a>      | Robotilla särmäys lista   | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily aihiot koneelle           | 1,25 min/ |
| 4.  | Konetyö  <a href="#">KT00122</a>      | Robotilla särmäys lista   | Työversio         | PE1006       | Rivikeräily aihiot koneelle           | 1,25 min/ |
| 5.  | Valmistustyö  <a href="#">VT0003</a>  | Särmäys, käsi, kotelo 1   | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily käsin pohja/kansi         | 1,25 min/ |
| 6.  | Osakokoonpano  <a href="#">OK0001</a> | Pistorasialista           | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily käsin, listat             | 1,25 min/ |
| 7.  | Osakokoonpano  <a href="#">OK0001</a> | Pistorasialista           | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily käsin, pistorasiat        | 1,25 min/ |
| 8.  | Kokoonpano  <a href="#">KP00002</a>   | Lämmityskotelo 1, PR1     | Työversio         | PE1006       | Rivikeräily pöydälle kotelo ja lista  | 1,25 min/ |
| 9.  | Kokoonpano  <a href="#">KP00002</a>   | Lämmityskotelo 1, PR1     | Työversio         | PE1006       | Rivikeräily pöydälle kierukka ja elem | 1,25 min/ |
| 10. | Kokoonpano  <a href="#">KP00003</a>   | Kotelo 1, PR1             | tuntematon tila   | PE1006       | Rivikeräily pöydälle kotelo ja lista  | 1,25 min/ |

### *Rivikeräily aikaelementin käyttö eri laskelmissa*

Mikäli rivikeräilyn työtapu muuttuisi vaikkapa automaattivaraston keräilyksi paterista työpisteen viereen, päästää sinisillä kirjaimilla kirjattujen linkkien avulla suoraan laskentariville, missä kyseinen aikaelementti on käytössä. Kun automaattivaraston keräilyrivin uusi aikaelementti on otettu käyttöön, voidaan se vaihtaa aikalaskelmiin näiden linkkien avulla siirtymällä kyseiselle riville ja vaihtamalla laskelmaan uusi elementti. Tällöin kyseinen rivi poistuu yllä olevalta listalta elementin päivityksen myötä. Elementtien vaihtaminen muuttaa heti laskennan aika-arvoa, joten näiden päivitysten tekeminen tulee suunnitella hyvin huolellisesti ja ajoittaa muiden tietojärjestelmien kanssa siten, ettei järjestelmien keskinäisiin tiedonsiirtoihin ja laskentarutiineihin tule virheitä.

Vaikka standardiaikajärjestelmän luominen ja ylläpito vaikuttaa luetun perusteella hankalalta ja monimutkaiselta, on sen käyttö huomattavan paljon helpompaa kuin ylläpitää kaikkia aikatietoja kellonaikatutkimuksin.

## 7 Aikatutkimukset suorituspalkkausta varten

**Aikatutkimusten** erityispiirteenä Suomessa on EK-SAK tuottavuusryhmän vuonna 2011 päivittämä vanha ohjeisto, miten suorituspalkkajärjestelmän yhteydessä aikatutkimuksien avulla määritetään työarvo T. Suora urakka ja osurakka kuuluva suorituspalkkaustapoihin, joissa henkilön tai ryhmän palkkaus on kytketty tehtyyn työmäärään. Myös palkkiopalkka saattaa perustua työarvoon T, vaikka yleisemmin palkkiopalkan perustana on ryhmän kokonaistehokkuus. Työarvon määrittämiseen liittyvät termit **normaaliarvo**, henkilön **joutuisuus** sekä **elpymisaika** työarvolaskennassa.

Seuraavat luvut noudattavat EK-SAK tuottavuusryhmän vuonna 2011 julkaiseman ohjeen pelisääntöjä. Tekstiin on poimittu ohjeesta tuottavuusryhmän linjauksia ja tulkintoja erilaisia työntutkimustilanteita varten, joita on hyvä huomioida ja noudattaa niissä tilanteissa, jolloin tarvitaan normaaliarvoja työarvon määrittämiseksi.

Suorituspalkkajärjestelmiin liittyvissä laskelmissa tulee päivitettyt aikatiedot käsitellä työpaikalla sovittujen pelisääntöjen mukaan, ja kaikki muutokset tulee taltioda siten, että ne voidaan tarkastaa jälkikäteen. Tämä ohje koskee kaikkia aikatutkimuksia sekä standardiaikalaskennan piirissä olevia aikatietoja, mutta myös apuajan sisällä olevia yksittäisiä tekijöitä. Esimerkiksi työpaikalla on sovittu työvuoron päätteeksi tehtävän työpisteen siivous, joka kestää 15 minuuttia, jolloin työvuoron pituudesta jää käyttämättä tämä siivousaika. Jos tekniikkaa tai työmenetelmiä työpisteillä voidaan kehittää siten, että siivoustarvetta ei enää olisi, pienenee apuaikakerroin vastaavasti tämän työvaiheen osalta, ja vaikuttaa työarvolaskennassa siten, että työpäivän tai vuoron aikana valmistustavoite nousee hieman. ”Urakalla” tulisi siis tehdä nykyistä tavoitetta enemmän saadakseen entinen palkkataso.

Koska palkkakeskustelut ovat joissakin työpaikoissa hyvin herkkä aihealue, tulee tämän vuoksi uusien aikaelementtien ja laskentatietojen muutoksista tiedottaa ennakkoon luottamushenkilöt ennen käyttöönottoa. Myös henkilöstölle tulee ilmoittaa päivitykset ja niiden vaikutukset tavoitteisiin, jotta palkan ja tavoitteiden vaikutukset tulevat kaikkien niiden tietoon, joita muutokset koskettavat.

### 7.1 Luottamushenkilön rooli tutkimuksessa

#### **Tutkimuksen aikainen rooli**

Luottamushenkilön rooliin kuuluu valvoa tutkimusta ja mahdollisesti tutkijaa. Luottamushenkilön kanssa tutkija selvittää tutkimuksessa tehtävät havainnot tutkituille työntekijöille.

Tutkijan tulee tarkastaa, miten osapuolet näkevät eri henkilöiden erilaiset työsuoritukset ja käytetyt menetelmät. Luottamushenkilö seuraa, mitä merkintöjä tutkija tekee tutkimushetkellä: joutuisuus, menetelmät, ergonomia, turvallisuus, siisteys, ryhmän toiminta.

Luottamushenkilö voi keskustella ja rauhoittaa tutkimuksen kohteina olevia työntekijöitä tarvittaessa, mutta ei saa samalla häiritä tarpeettomasti tutkimuksen tekoa.

## **Tulosten tarkastelu tutkimuksen jälkeen**

Tulosten esittely tapahtuu työntutkijan toimesta julkisesti, jolloin tutkimuksen tuloksia esitellään tutkituille henkilöille. Erityisesti ulkopuolisen tutkijan tulee laatia kirjallinen raportti yrityksen käyttöön niin, että siitä käy ilmi tutkimustapa, ajankohta, tutkimuksen kohde tai kohteet sekä aikatietojen lisäksi oleelliset havainnot. Raportti esitellään luottamushenkilölle ennen henkilöstölle esittelyä ja pyydetään kommentteja raportin tietojen oikeellisuudesta ja tehdyistä havainnoista. Tällöin verrataan luottamushenkilön ja tutkijan muistiinpanoja, onko niissä eroavuuksia tai epäselviä tilanteita, joista voisi syntyä myöhemmin tulkintaeroja.

Epäselvissä tapauksissa tutkija kertoo henkilökohtaisesti tarkennuksia ja selvityksiä tuloksista, ettei niistä synny muiden henkilöiden omaa tulkintaa. On hyvä muistaa, että vain tutkija on nähnyt ja dokumentoinut tilanteen pöytäkirjaan. Mitä ei ole dokumentoitu, sitä ei ole tapahtunut. Ei varsinkaan jälkikäteen.

Tulosten käsittelyn jälkeen on syytä pohtia, voiko tutkimustuloksia yleistää koskemaan koko tehdasta, osastoa tai ryhmää, vai ainoastaan yhtä tutkittua tapausta. Vaikuttaako henkilön osaaminen tai olosuhteet poikkeavasti tuloksissa. Voiko tuloksia yleistää koskemaan laajempaa kokonaisuutta, kuten vaikkapa päivittäinen ajankäyttö työpäivän aikana.

Tulosten käsittelyn yhteydessä vältettäviä kiista-asioita, mutta tarkistettavia, jos näihin kaivataan selvitystä:

- Joutuisuus ja sen perustelut, miten joutuisuus on määritetty
- Työarvolaskenta, mitä on huomioitu laskelmissa ja mitä jätetty pois
- Päivittäinen työmäärä tai suoritustaso, mihin työarvolaskelma perustuu
- Elpymisaika tai palautuminen rasituksesta, erityisesti kuumat olosuhteet
- Häiriöt ja odotukset, niiden syyt ja toistuvuus, miten vaikuttavat tuloksiin
- Tulosten vertailu historiaan, tulosten luotettavuus tai poikkeavuus.

## **7.2 Tutkimustulosten käsittely**

### **Toimenpiteet tulosten tarkastelun jälkeen**

Kehitysohjelma laaditaan tulosten pohjalta ja mahdollinen investointilaskenta tulevaisuuden tarpeille menetelmäkehityksen ja turvallisuuden osalta. Työprosessissa voi syntyä tarve muutoksille ryhmien ja työtehtävien välillä. Lisäksi saattaa esiintyä työnopastuksen tarvetta tai töiden jakamisessa muutoksia työntekijöiden kesken. Erityisesti ergonomia ja turvallisuus on otettava mukaan työmenetelmien kehittämiseen, ja tarvittaessa koulutetaan menetelmäkehittämisen periaatteita työntekijöille. Lopuksi suunnitellaan ja aikataulutetaan seuranta suunnitelmille sekä tavoitteet vastuhenkilöille.

### **Tutkimuksen dokumentointi**

Työntutkimuksen dokumentointi helpottaa tulosten käsittelyä ja palauttaa muistiin aiemmin tehdyt tutkimukset. Dokumenteissa on hyvä olla tutkimuksen taustatiedot ja tarkoitus: mitä, miten, miksi, kuka ja kenen toimesta. Lisäksi tutkimustavat, ajankohta (vuorojärjestelyt) ja tutkitut kohteet. Liitteenä kannattaa taltioida tutkimuksen pöytäkirjat, piirroksat, valokuvat ja videot sekä tutkimuksen tulokset ja selitykset (johtopäätökset) sekä työarvolaskenta, työtapakuvaus, häiriöt ja vastaavat tiedot. Tulosten esittelystä taltioidaan muistio tai pöytäkirja kommentein, kuten kehittämiskohteet, tavoitetasot, laskelmat (määrälliset ja laadulliset sekä taloudelliset lukuarvot). Tutkimustulokset tulee taltioida niin, että ne voidaan jäljittää myöhemmin, erityisesti suorituspalkkojen määrittelyjen ja palkkaan vaikuttavien muutosten osalta!

## 7.3 Elpyminen ja joutuisuus

### 7.3.1 Taustaa elpymiselle ja joutuisuudelle

**Tämän** luvun tarkoitus on selkeyttää työpaikoilla muutamia työntutkimuksen hankalia kohtia sekä avata keskustelua työntutkimuksen historian painolasteista. Suomalaisessa työntutkimuksessa eniten keskusteluja ovat aiheuttaneet joutuisuuden määrittymiset sekä päivittäisen elpymisajan toteuttaminen työrytmin mukaan. Näitä kahta asiaa on tulkittu työpaikoilla hyvinkin kirjavasti sekä työntutkijan että luottamushenkilön puolelta. Tulkintoja on tehty erittäin paljon juuri urakkapalkkausten aikana, jolloin jokaisella prosenttiyksiköllä oli vaikutusta henkilökohtaiseen ansiotasoon. Näistä historian tapahtumista on jäänyt oma painolastinsa monille työpaikoille.

Yhtenä esimerkkinä voisi olla elpymisaikojen käyttäminen vieläkin laskelmissa ja työpäivän rytmittämisisissä, vaikka työ tehdään nykyisin aikapalkalla ja urakoitavista sarjavalmistuksista on siirrytty asiakasräätelöityihin tuotteisiin. Kukaan ei halua poistaa ylimääräistä kerrointa laskelmista, vaikka tämä korottaakin todellisia valmistuskustannuksia palkkakustannusten osalta, yleensä jopa 5–15 %-yksikköä. Tällainen laskennallinen lisäaika tekee työnteosta toisinaan myös tuottamatonta, kun työmääräimeen on laskettu työlle tarvittava aika apuaikakertoimen kanssa, joka sisältää vielä elpymisajan.

Joutuisuuskeskustelu on saanut uutta väriä sarjavalmistuksen muututtua yksittäiskappaletuotannoksi. Sarjavalmistuksen aikana yleensä työn tekeminen muuttui helpommaksi ja nopeammaksi henkilön oppimiskäyrän mukaisesti. Nykyinen asiakasräätelöinti ja yksittäistuotanto ei aina mahdollista tällaista oppimiskäyrän mukaista työn tehostamista eikä työstä tule sujuvampaa. Oma lukunsa on asiakastilausten ja suunnitelmien viime hetken muutokset jopa kesken tuotannon, jolloin työntekijät joutuvat pohtimaan muutoksia työn edetessä. Tällaisissa tilanteissa ei voida luotettavasti määrittää tuotannon tavoitteita joutuisuusmäärittelyn avulla. Työntutkimushetkellä kannattaa pohtia, onko joutuisuuden määrittäminen edes mahdollista, ja onko urakkapalkka oikea palkkaustapa.

### 7.3.2 Elpyminen

**Elpymistaukojen** tarkoituksena on työn henkisestä tai fyysisestä kuormituksesta palautuminen. Työn kuormittavuus ja elpymistarpeen suuruus aiheutuvat työtehtävien kuormittavuudesta, olosuhdetekijöistä, työasennoista, yhtäjaksoisen kuormituksen kestosta, työn yksitoikkoisuudesta tai vaihtelevuudesta sekä tarkkaavaisuuden kuormituksesta.

**Työntutkimuksen yhteydessä on syytä tarkastella, voidaanko työn kuormittavuutta ja elpymistarvetta vähentää menetelmäkehityksellä ja työn järjestelyillä.** Esimerkiksi työkierrolla voidaan vähentää työstä aiheutuvaa yksipuolista kuormitusta. Edellytyksenä on, että työkierrossa on mukana selvästi kevyempiä tai erilaisia työvaiheita, työtehtävien kuormittavuus on toisen tyyppistä ja työtehtävien vaihdot tapahtuvat säännöllisesti ja riittävän usein.

Ensisijaisesti tulisi tarkastaa työmenetelmän kehittymismahdollisuus, ennen kuin määritetään elpymisaikaa työpisteelle tai tehtävälle. Erityisesti kantamiset ja nostamiset sekä selkää ja ranteita kuormittavat liikesarjat tulisi tarkastaa ammattitaitoisen asiantuntijan kanssa, jotta terveydelle haitalliset liikesarjat ja fyysisistä kuormitusta aiheuttavat tuottamattomat työvaiheet voidaan joko poistaa tai kehittää ergonomisesti paremmiksi.

Taukojen kestolla ja rytmityksellä on merkitystä niiden tehokkuuden kannalta. Useampi lyhyt tauko on elpymisen kannalta tehokkaampaa kuin muutama pitempi tauko, vaikka taukojen kesto olisikin sama. Työn kuormittavuuden perusteella määräytyy työn edellyttämä kokonaiselpymisaika. Henkilökohtainen apuaika sekä sen lisäksi mahdollisesti tulevat muut työehtosopimuksissa olevat tai paikallisesti sovitut tauot ovat osa kokonaiselpymisaikaa. Erillisiä elpymistaukoja tarvitaan silloin, kun työ on niin kuormittavaa, ettei henkilökohtainen apuaika riitä elpymiseen. Kevyessä työssä henkilökohtainen apuaika ja muut sovitut tauot saattavat olla niin pitkiä, ettei erillisiin elpymistaukoihin niiden lisäksi ole tarvetta.

Elpymiseen varattu aika voidaan käyttää vapaasti työpäivän kuluessa lyhyisiin taukoihin tai työnjärjestelyn niin vaatiessa, sovittuna aikana pidettyihin yhteisiin taukoihin. Vapaasti pidettäviä taukoja työntekijä käyttää oman harkintansa mukaisesti työn lomassa. Osa elpymiseen varatusta ajasta voidaan käyttää myös lyhyinä taukoina työpisteessä.

Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että omalla ajalla vietetty ruokatauko ei kuulu ohjeiden mukaan henkilökohtaisiin taukoaikoihin, kun taas työn lomassa vietetty ruokatauko (palkallinen) lasketaan mukaan elpymistaukoihin. Henkilökohtainen apuaika lasketaan aina työaikana vietettävästä taukoajasta. Omalla ajalla oleva ruokatauko ei ole tässä mielessä henkilökohtaista taukoaikaa, vaikka työntekijä lepääkin tuona aikana.

Pelissäännöissä ja taulukkoarvoissa ei oteta suoraan kantaa, kuinka pitkä tulee olla työpisteellä vietettävän elpymistauon. Tähän ei ole suoraa vastausta, mutta työrytmin mukaan toistuvia yhden – kolmen minuutin taukoja voidaan pitää jo riittävänä. Toisaalta työergonomian kannalta tulisi tarkastella työnsisältöä ja kehon kuormitusta aiheuttavia tekijöitä. Jos työn sisältöä voidaan muuttaa siten, että kehon kuormitus voidaan hetkittäin katkaista, mutta työ voi jatkua, ei erillisiä elpymistaukoja tarvita lainkaan. Koulutustilaisuuksissa on usein mainittu, mikä on parasta elpymistä halonhakkaajalle → päätetyöskentely. Tällöin keho lepää ja aivot työskentelevät. Ja toisinpäin, päätetyöskentelijälle sopivaa elpymistä voisi olla halkojen teko, jolloin aivot saavat lepotauon ja keho saa kaivattua liikuntaa. Molemmissa tapauksissa työ kokonaisuudessaan etenee alusta loppuun saakka.

Henkilökohtainen apuaika vietetään jo tarkoituksensa mukaan pääosin muualla kuin työpisteessä. **Työnkulun mukaan esiintyviä säännöllisiä työnteon keskeytyksiä**, kuten esimerkiksi koneaika, vajaakuormituksesta johtuvaa odotusta tai säännöllisesti toistuvia odotuksia, **voidaan käyttää elpymiseen**, mikäli keskeytykset esiintyvät säännöllisesti **etukäteen tiedossa olevan työkulun mukaan**, ovat riittävän pitkiä ja niiden aikana työntekijällä on mahdollisuus elpymiseen.

Monikoneympäristössä ja tuotantosolussa koneiden työrytmit tulisi suunnitella siten, että käsin tehtävien työvaiheiden väliin jää lyhyitä taukoja. Näitä voidaan käyttää osana tarvittavaa elpymistaukoa. Näillä tauoilla voidaan myös varmistaa henkilölle toimintamahdollisuus pienten häiriöiden selvittelyyn. Yleisesti voidaan todeta, ettei koneympäristöön tule laskea lainkaan työarvolaskentaa, koska koneet eivät urakoi, ja työntekijällä tulisi olla mahdollisuus pitää koneet häiriöttömässä käynti-rytmissä. Mikäli työntekijän työaika mitoitetaan liian tiukaksi, ei hän ennäätä reagoimaan koneiden ja laitteiden pieniin häiriö- ja keskeytystapahtumiin ajoissa, jolloin koneiden päivän tuotantotavoite jää saavuttamatta.

Pakkotahtisella työllä tarkoitetaan työtä, jossa kone, prosessi, liukuhihnatyö tai muut tekijät määräävät etukäteen työn suorittamisajankohdan, suoritustavan, -järjestyksen ja -tahdin ja kuormituksen kiinteyden. Jos työn pakkotahtisuutta ei voida poistaa työnjärjestelyillä ja työnmuotoilun avulla, on työntekijälle järjestettävä taukoja elpymistä ja henkilökohtaisia tarpeita varten. **Tämä ei saa aiheuttaa keskeytystä työnlussa.** Taukoja määriteltäessä on otettava huomioon käytössä olevat henkilökohtaiset apuajat ja muu henkilökohtaiseen elpymiseen käytettävissä oleva aika.

Elpymiseen liittyen on pidettävä erillään työn kuormittavuudesta johtuvat elpymistauot ja taukojen palkkaustekninen huomioiminen. Samoin on pidettävä toisistaan erillään erilaiset elpymiseen liittyvät käsitteet. On huomattava, että edellä mainituista elpymiseen liittyvistä käsitteistä ainoastaan henkilökohtainen apuaika ja mahdollinen muu elpymisaika ovat todellisia, havaittavia ja mitattavia taukoja. Työarvolaskennassa käytettävä kokonaiselpymisaika on ainoastaan palkkaustekninen laskentatekijä, **ei tauko-ohje. Tauoilla ja työarvolaskennassa käytettävällä elpymisajalla ei ole mitään tekemistä toistensa kanssa.**

**Palkkaustekniset asiat liittyvät ainoastaan suorituspalkkaukseen, johon liittyy työarvon määritys.** Elpymisajan määritys työarvoa (T) määritettäessä suomalaisessa työntutkimuksessa perustuu rationalisointineuvottelukunnan laatimaan määritysohjeeseen. **Muihin elpymisajan määritystarpeisiin kuin työarvoa määritettäessä ei määritysohjetta voida käyttää,** vaan elpymiselle varattu aika on määritettävä paikallisesti tapauskohtaisesti mainittuja menettelytapoja soveltaen. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi konetyö, jolloin työarvoa ei voida määrittää, tai valvontatyö.

### 7.3.3 Joutuisuus

**Ajanmittauksissa käytetään** havaitun ajan korjaukseen henkilöiden omaa joutuisuuskerrointa. Tutkittu aika muutetaan joutuisuuskertoimella laskennalliseksi ajaksi, joka kuluu kyseisen työn tekemiseen normaalilla liikenopeudella työskentelevältä työntekijältä (**normaaliaika**).

Joutuisuus on työntekijän tietyllä tunnetulla menetelmällä tekemän työn tuloksellisuuden mitta. Se tarkoittaa työntekijän suorittamaa suhteellista työmäärää aikayksikössä lyhyenä mittausaikana, johon ei sisälly taukoja. Joutuisuus eli työn etenemisvauhti vaikuttaa suoraan työn tuottavuuteen ja tulokseen.

Työntutkimuksessa joutuisuus määritetään, jotta havaittu työsuorituksen mitattu aika voidaan normalisoida. Normalisoinnilla saadaan selville työmäärä, jonka voidaan edellyttää kaikkien harjaantuneiden työntekijöiden saavuttavan kyseessä olevalla menetelmällä.

- Työtä ositeltaessa voidaan erotella sellaisia työnosia, joiden kestoon työntekijällä ei ole mahdollisuutta vaikuttaa. Niissä aika on täysin riippumaton joutuisuudesta. Tällaisia työnosia kutsutaan **sidotuiksi työnosiksi** ja niitä ovat esimerkiksi seuraavat:
  - Työnosan suorittaa kone tietyllä nopeudella
  - Työntekijä odottaa esimerkiksi lämpötilan laskua tiettyyn astemäärään
- Yleensä ennakolta tiedossa olevat odotukset ja tauot.

**Joutuisuus vaikuttaa merkittävästi käsin tehtävän vakiotyön työsuoritukseen.** Töissä, joissa työmenetelmä ei ole vakiintunut tai joissa koneajan osuus on merkittävä, joutuisuuden vaikutus on pienempi. Automaattikoneilla tehtävässä työssä tai prosessivalvonnassa työntekijän joutuisuus vaikuttaa työsuoritukseen vain välillisesti, esimerkiksi asetusten tekemisessä ja häiriöiden poistamisessa. Samoin työssä, jossa menetelmä ei ole vakiintunut, joutuisuuden vaikutus työsuoritukseen on vähäisempi ja työntekijän ammattitaito tulee merkittävämmäksi. Joutuisuuteen vaikuttavat työntekijän taito, työhalukkuus (intensiteetti) ja vallitsevat olosuhteet. Mikäli työntekijä ei ole harjaantunut tehtävään, tämä on huomioitava joutuisuuden määrittämisessä. \*

Työntekijä työskentelee normaalijoutuisuudella silloin, kun hänellä on keskinkertainen taito, hänen työnsä intensiteetti on keskinkertainen ja työskentelyolot ovat normaalit sekä käytetty menetelmä vastaa normaalimenetelmää. Työtulosta kutsutaan tällöin normaalityösuorituksiksi. Normaalijoutuisuudella suoritettussa työssä tai liikkeissä ei yleensä ole havaittavissa hidastelua tai kiirehtimistä. Kehon eri osien liikenopeus vastaa tällöin sovittua normia, normaaliliikenopeutta. MTM-järjestelmien (liikeaikajärjestelmä, Methods-Time Measurements) taulukkoajat vastaavat tätä normaaliliikenopeutta.

Normaalisuoritusostasosta on olemassa myös esimerkkisuorituksia, jotka pohjautuvat kansainvälisesti hyväksyttyyn suoritus-tasoon. Näitä ovat muun muassa

- korttipakan (52 korttia) jakaminen neljään kasaan kortti kerrallaan 0,5 min
- kävely tasaisella tiellä kevyesti vaetetettuna ilman taakkaa 4,8 km/h.

Joutuisuus määritetään koko työvaiheen joutisuutena. Joutuisuus on määriteltävä samanaikaisesti aikahavaintojen tekemisen kanssa. Työntutkija määrittää joutuisuuden tavanomaisesti välittömästi havaintojensa perusteella. Joutuisuus voidaan määrittää myös kokeellisesti tai välillisesti havaintojen perusteella tai käyttäen analyyttisiä menetelmiä. Joutuisuuden välitön määrittäminen perustuu työntutkijan ammattitaitoon ja hänelle harjaantumisen myötä syntyvään käsitykseen normaalijoutisuudesta ja normaalisuorituksesta. Määrittämisessä käytetään apuna joutisuuskerrointa ( $k_j$ ). Normaalijoutuisuus merkitään tavallisesti 100:lla ( $k_j = 1,00$ ).

Koneaikoja on tuotantolinjan tasapainotuksessa käytettävä sellaisenaan. **Menetelmätekni-**nen kerroin  $k_z$  on Suomessa käytössä oleva urakkapalkkaukseen liittyvä palkkaustekninen laskentatekijä, jonka avulla lyhyet käsiaikojen välissä esiintyvät koneajat voidaan palkkausteknisesti muuttaa samankaltaisiksi käsiaikojen kanssa. Menetelmätekni-**stä kerrointa ei tule käyttää tuotantolinjan tasapainotuksessa eikä koneiden ajonopeuksia määrittäessä. Menetelmätekni-**stä kerrointa ei tulisi käyttää **kuin poikkeustapauksissa lyhyiden koneaikojen korjaamiseen.** Jos kone- tai prosessiajan osuus on merkittävä, ei työarvoa pystytä määrittämään riittävällä tarkkuudella, ja urakan asemasta olisi syytä tarkastella muiden palkkaustapojen soveltuvuutta.

## 7.4 Työarvolaskenta

### 7.4.1 Aikalaskelmat työntutkimuksessa

**Yleensä** laskelmissa pyritään tutkimaan aikoja siten, että saadaan laskettua aika yhdelle valmistetulle kappaleelle. Tutkimuksessa saattaa kuitenkin olla sellaisia vaiheita tai sarjoja, joista on vaikea tutkia aikaa yhdelle kappaleelle. Tällöin kannattaa ottaa aika useammalle kappaleelle ja jakaa saatu aika kappalemäärällä. Esimerkiksi 10 kappaleen pakkaaminen yhteen laatikkoon.

Keskiarvolaskelmilla saadaan helposti yhdelle kappaleella yksikköaika. Tämä saattaa johtaa mitoitusmielessä harhaan, jos vaikka lavalla olevien valmistuneiden laatikoiden määrä voisi vaihdella tilauskohtaisesti. Lavan vienti varastoon ja uuden haku kestää yleensä saman ajan riippumatta laatikoiden määrästä. Tulosten laskennassa kannattaakin tarkastella, onko joidenkin tehtävien ajallinen kesto suunnilleen vakio riippumatta yksiköiden määrästä.

Toinen tutkimuksessa huomioitava asia on koneilla tehtävät työvaiheet, jossa kone määrittää työn keston. Tällaisissa tehtävissä saattaa henkilölle syntyä odotusaikaa jokaisen työkierron yhteyteen koneen tahdin mukaan. Konetöissä tulee aina tutkia sekä koneen työtahdin aika, että työntekijän työhön tarvitsema aika ja verrata niitä keskenään.

Koko työvuoron kestävässä tutkimuksissa saadaan selvitettyä valmistavan ajantarpeen lisäksi myös apuaikaan liittyviä ajantaroja, kuten taukojen kestot, vuoron alussa ja lopussa tehtävät päivittäiset rutiininomaiset toimet. Näitä tehtäviä tarvitaan, jotta työvuoron saadaan tehtyä. Lisäksi päivään saat-  
taa kuulua muita aikaa vieviä tekijöitä, joita ei voida laskea valmistamiseksi, mutta tarvitaan päivän onnistumiseen. Tällaisia ovat tuntikirjanpito, vuoro- tai viikkopalaveri, turvallisuuskierrros, henkilökoh-  
taisten suojainten huolto ja vaihto sekä työnjohdon kanssa keskusteltavat tai selvitettävät asiat ennen  
työn aloittamista. Näistä ajoista muodostuu sellainen päivittäinen aikakokonaisuus, joka pitää huomi-  
oida osaksi valmistavaa aikaa, jotta valmistuskustannukset huomioivat kaikki kustannustekijät oikein.  
Tätä aikaosuutta kutsutaan työntutkimuksessa apuajaksi.

Jatkuvan ajankäytöntutkimuksella sekä normaali- tai vaiheikatutkimuksilla tutkitaan yleensä yksit-  
täisiä käsin tehtäviä työvaiheita tai pienempiä työeriä. Tutkittuihin aikoihin pitää siis lisätä apuaika-  
kertoimella apuaikojen osuus. Apuaikojen osuutta koko työpäivästä voidaan tarkastella listaamalla  
kaikki työpaikalla sovitut sekä mitatut apuaikatekijät. Laskemalla nämä ajat yhteen saadaan niiden  
osuus työvuoron pituudesta eli apuaikakerroin, mutta elpymisaikaa ei lisätä automaattisesti näihin.  
Elpymisaika on EK-SAK tuottavuusryhmän laatiman ohjeiston mukaan sellainen laskennallinen tekijä,  
jonka avulla pyritään suorituspalkkatöissä huomioimaan normaalia työvauhtia nopeammin tehdyissä  
suorituksissa kehon vaatima lepoaika. Elpymisaika annetaan taulukoissa aina kahdeksan tunnin  
työpäivälle. Jos työpaikalla on käytössä muita työvuoron pituuksia, tulee elpymisaika suhteuttaa  
kyseistä päivän pituutta vastaavaksi. **Elpymisajan voi määrittää laskelmiin kokenut työntutkija, joka  
on tutustunut työn sisältöön ja työn kuormittavuuteen hyvin sekä tuntee elpymisaikataulukoiden  
kuvaukset työn erilaisista kuormittavuustekijöistä.**

Tiettyyn tunnettuun työhön tarvittavaa tavoiteaikaa kutsutaan työn normiajaksi. Normiaika vastaa  
normaalisuorituksella työhön tarvittavaa aikaa eli aikaa, joka tavanomaisen ammattitaidon omaavalta  
työntekijältä kuluu työhön työskennellessä määritellyllä vakiomenetelmällä normaaleissa työskente-  
lyolosuhteissa ja normaalilla liikenopeudella. Normiaika voidaan määrittää arvioimalla, vertailemalla  
samankaltaisia töitä, toiminnanohjausjärjestelmän kirjausten ja tietojen perusteella, laskennallisesti  
ajamääritysjärjestelmällä tai koneiden suoritusarvojen perusteella tai työnmittauksen menetelmillä.  
Normiajan käyttötarkoitus määrää tarvittavan määritystarkkuuden. Esimerkiksi toiminnanohjausjär-  
jestelmän tietoihin saattaa sisältyä häiriöaikoja, eikä niissä ole huomioitu joutuisuutta tai työmenetel-  
mien vaihtelua.

On huomattava, että normiaika määritetään tai mitataan, ei sovita. Tämä koskee myös kaikkia nor-  
miajan osana olevia tekijöitä, kuten esimerkiksi päivävakion suuruutta tai apuaikalisää. Käsin teh-  
tävässä työssä, jossa työntekijän joutuisuus vaikuttaa työsuoritukseen, työn normiaikaa kutsutaan  
työarvoksi. Työarvo on tietyn työn normiaika apuaikalaisineen. Jos elpymisaikaa tarvitaan osana  
apuaikalaskentaa, verrataan sovittuja taukoja työn kuormitusta vastaavaan elpymisarvoon. Se, kumpi  
on suurempi, valitaan aina laskentaa mukaan. Muussa kuin käsin tehtävässä työssä, **esimerkiksi kone-  
työssä** tai prosessin valvonnassa, joissa joutuisuus ei suoraan vaikuta työsuoritukseen, **normiaikaa ei  
voida määrittää suoraan työarvon määrittämisessä käytettävillä menetelmillä.**

Elpymisaika terminä sovelletaan usein päivittäisten taukojen keston, vaikka taulukkoarvot on tarkoi-  
tettu vain työarvolaskelmia varten. Mikäli työ on hyvin kehoa kuormittavaa tai vaatii äärimmäistä,  
jatkuvaa tarkkaavaisuutta tai työolosuhteet ovat poikkeavan kuumat, tulee työn rytmitys ja työkierto  
suunnitella kuormituksen tasaamiseksi. Mikäli tätä ei ole mahdollista toteuttaa, on hyvä keskustella  
asiantuntijan kanssa oikeanlaisesta työn rytmityksestä ja tauottamisesta, jotta työntekijöiden työkyky  
pysyy hyvänä unohtamatta työn tuottavuutta. Kuumissa olosuhteissa työskentelyyn tulisi suunnitella  
säännölliset, lyhyet juomatauot, jotta työntekijöiden nestetasapaino säilyisi työpäivän ajan. Näiden  
taukojen määrittämiseen ei käytetä työntutkimusohjeessa olevia taulukoita lainkaan.

## 7.4.2 Esimerkkejä apuajan laskennasta

**Tässä** on kuvattu kolme erilaista tilannetta apuajan laskentaa varten. Laskennassa huomioitavina sovitut tauot sekä työn fyysistä kuormitusta vastaava elpymisarvo.

### Esimerkki 1

Apuaikakertoimen laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on työntekijän omaa aikaa eikä tältä ajalta makseta palkkaa. Työpaikalla on käytössä elpymisaika A3 eli 45 minuuttia.

|                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| Kahvitauot 2x15 min ja muut tauot (jumppatauko 5 min), ei mukana  | (35 min) |
| Taulukon A3 mukainen elpymisaika suurempana otetaan mukaan        | 45 min   |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 10 min   |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min    |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | 60 min   |

Apuaikakerroin  $t_a = 1 + 60 / (480 - 60) = 1,14$  kahdeksan tunnin päivälle

### Esimerkki 2

Apuaikakertoimen laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko (20 minuuttia) on osa työaikaa, vuorotyö. Työpaikalla on käytössä elpymisaika A3 eli 45 minuuttia.

|                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| Kahvitauot 2x15 min ja muut sovitut tauot (jumppatauko 5 min)     | 35 min   |
| Ruokatauko 20 min työaikana työn ohessa, kokonaistauko 55 min     | 20 min   |
| Taulukon A3 mukainen elpymisaika pienempänä ei oteta mukaan       | (45 min) |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 10 min   |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min    |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | 70 min   |

Apuaikakerroin  $t_a = 1 + 70 / (480 - 70) = 1,17$  kahdeksan tunnin päivälle

### Esimerkki 3

Teknolomiteollisuuden työehtosopimuksessa on maininta mahdollisuudesta nauttia virvokkeita työ ohessa. Tämä maininta ei edellytä varsinaista taukoaikaa, mutta monissa yrityksissä on paikallisesti joko sovittu tai käytännöksi muodostunut tauko erillisessä ruokailuun varatussa tilassa. Tyypillisiä taukoajkojen kestoja ovat 10, 12 tai 15 minuuttia.

Apuaikakertoimen laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on työntekijän omaa aikaa eikä tältä ajalta makseta palkkaa. Kahvi nautitaan työ ohessa. Työpaikalla ei ole käytössä elpymisaikaa.

|                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Kahvitauot työn ohessa, ei erillistä sovittua taukoa              | 0 min  |
| Ruokatauko 30 min omalla ajalla, ei huomioida laskennassa         | 0 min  |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 10 min |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min  |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | 15 min |

Apuaikakerroin  $t_a = 1 + 15 / (480 - 5) = 1,03$  kahdeksan tunnin päivälle

Kun aikatutkimuksella saadaan tutkittua tuotteen tarvitsema tekemisaika käsityövaiheen aloittamisesta sen lopetukseen niin, että tuote on siirretty seuraavaan vaiheeseen tai valmis lähetettäväksi, kerrotaan tämä tekemisaika apuaikakertoimella. Tällöin tekemisaikaan on lisätty apuaikaan kuuluvien tekijöiden osuus. Tällä laskennalla huomioidaan koko työpäivän palkkakustannukset valmistuskustannuksiin.

#### 7.4.3 Työarvolaskennan periaate

**Työarvo** voidaan määrittää tässä kuvatulla tavalla ainoastaan **toistuville, tunnetulla vakiomenetelmällä tehtäville töille**, joissa käsityön osuus on suuri. Muun kaltaisille töille tässä kuvattavaa määrittystapaa voidaan soveltaa vain tapauskohtaisesti harkiten ja eri tekijöiden määrittämisperusteita tapauskohtaisesti soveltaen.

**Työarvo (T)** sisältää normaaliarvon ( $t_N$ ), johon on lisätty apuajat ( $t_a$ ). Apuaika joko apuaikalisän ( $I_a$ ) tai apuaikakertoimen ( $k_a$ ) avulla. Normaaliarvo määritellään tavallisesti erikseen työvaiheelle ja valmistelulle. Normaaliarvon sisältämät käsiaikaosat ovat normalisoituja, eli ne vastaavat normaalijoutuisuutta.

Työnmittaukseen liittyvä työpaikka- ja menetelmäkuvaus tulee laatia sellaisella tarkkuudella, että jälkepäin voidaan todeta, mihin tilanteeseen mittaus liittyy sekä selvittää työssä tapahtuneet muutokset ja niiden vaikutus tulosten käyttökelpoisuuteen. Kuvaustarkkuuden määrittää tutkimuksen tarkoitus. Kuvauksiin on hyvä liittää riittävän selviä videoita työmenetelmästä, valokuvia ja piirroksia työpaikasta, tuotteesta tai tuotteen osasta, jotta tunnistaminen on myös jälkikäteen mahdollista.

Mittauksen jälkeen lasketaan tulokset. Käyttötarkoituksen mukaan on yleensä tarkoituksenmukaista tehdä erilaisia erittelyjä ja muita selvityksiä mittaustulosten mahdollisimman tarkkaan hyödyntämiseen. Mittaukseen liittyvät pöytäkirjat ja erilaiset selvitykset sekä tulosten yhteenvedot säilytetään siten, että ne ovat myöhemminkin helposti löydettävissä.

Standardiaikajärjestelmien avulla työhön kuluva aika voidaan määrittää laskennallisesti. Standardiaikajärjestelmä on tietylle käyttöalueelle tarkoitettu työnosien kokoelma, johon kuuluvien työnosien sisältö, menetelmä ja aika on määriteltä. Sen avulla laaditaan kuvaus tehtävästä työstä, ja työnosien tarvittavien aikojen perusteella voidaan laskea työhön tarvittava aika. Standardiaikajärjestelmät ovat erittäin käyttökelpoisia määrittäessä työhön tarvittavaa aikaa esimerkiksi tarjouslaskennan tarpeisiin suunnitelmien pohjalta.

**Valittu aika ( $t_v$ )** on tavallisesti aikahavaintojen ( $t_1, t_2, \dots, t_n$ ) aritmeettinen keskiarvo. Luotettavan tuloksen kannalta havaintoja tulisi olla useampia ja eri henkilöiden tekeminä, mikäli työtavoissa tai työjärjestyksessä on eroja. Aikahavainnoissa on tyypillisesti joitakin työtä keskeyttäviä tekijöitä, jotka kasvattavat yksittäisen havainnon kestoa. Tällaisista havainnoista tulee tutkimuksen yhteydessä kirjata mahdollisimman tarkasti aikaan vaikuttava poikkeama, jotta laskentavaiheessa voidaan pohtia, kuuluuko havainto mukaan keskiarvolaskentaan vai ei. Periaatteena voidaan pitää, että tuotannon tulisi olla häiriötöntä, eikä häiriöitä tulisi mitoittaa tekemisaikaan sisälle. Häiriöt tulee kirjata tutkimusraporttiin niin, että niiden vaikutus saadaan esille mahdollisia kehitystoimia varten. Kannattaa poistaa tai minimoida ulkoiset häiriöt ennen tarkkaa mitoittamista.

**Keskijoutisuus ( $k_j$ )** on havaittujen joutisuusarvojen aritmeettinen keskiarvo. Kun joutisuushavaintoja on riittävästi käsin tehtävistä työeristä, lasketaan näiden keskiarvo. Joutisuusmäärittämisessä tulee jokaiselle työntekijälle merkitä selkeästi omat aikahavainnot ja joutuisuudet. Mikäli tutkitaan useamman henkilön työtä, tulee tutkimuksen tulostenlaskennassa laskea jokaiselle työntekijälle omat tulokset sekä valitulle ajalle että keskijoutaisuudelle ennen kuin laskee näitä yhdeksi keskiarvoksi. Kannattaa tarkastella henkilöittäin työhön tarvittavaa aikaa ja joutisuusmäärittäystä. Mikäli näissä on isoja poikkeamia, tulee selvittää hajontaan vaikuttava syy ennen kuin lasketaan tuloksia loppuun. Poikkeavan tuloksen osalta on syytä tarkastaa käytetty työtapo ja menetelmä, jotta saatu tulos vastaa työhöön mukaista työskentelyä.

Tutkitun työvaiheen tai työerän **normaaliaika ( $t_n$ )** lasketaan valitun ajan ja keskijoutaisuuden tulona, eli

$$t_n = t_v * k_j \Rightarrow t_N = (t_{n1} + t_{n2} + t_{n3} + \dots) \text{ käsin tehtäville työerille}$$

Tutkimuksen kohteina olevien kaikkien työerien yhteenlaskettu summa on nimeltään normaaliarvo ( $t_N$ )

Periaatteena on, että koneet eivät urakoi, vaan laskelmissa käytetään todellisia koneaikoja. Todellisia kone- tai tahtiaikoja tarvitaan monikoneympäristössä henkilön työmäärän ja työjärjestyksen suunnittelussa. Mikäli työvaihe sisältää sekä konetyöitä että käsin tehtäviä työeriä, lasketaan normaaliarvo seuraavasti:

$$t_N = (t_{n1} + t_{n2} + t_{n3} + \dots) + t_{\text{kone}}$$

Mitoituksen perustana normaaliarvot ovat selkeitä sekä työntekijälle että työnjohdolle, joten näiden aikojen tulostaminen työmääräimille ja työohjeisiin antaa tiedon tavoiteajasta, jonka aikana työ tulisi saada valmiiksi. Mikäli laskelmissa tarvitaan apuaikojen osuutta päivästä, lasketaan **kokonaisapuaika ( $t_a$ )** seuraavasti:

$$t_a = t_{pv} + t_E,$$

missä  $t_E$  on kokonaiselpymisaika ja se sisältää myös henkilökohtaisen apuajan, eli työajalla sovitut tauot. Kokonaiselpymisaika valittaessa verrataan työpaikalla sovittuja taukoajkoja **työkohtaiseen** elpymisarvoon. Elpymisarvot on esitetty kahdeksan tunnin työpäivälle. Jos työpaikalla on käytössä muu työpäivän tai -vuoron pituus, tulee elpymisaika suhteuttaa tätä ajan pituutta vastaavaksi.

Mikäli työpaikan sovitut tauot ovat arvoltaan suurempi kuin työkohtainen elpymisaika, valitaan laskentaan taukoajkojen kokonaisarvo. Mikäli taas elpymisaika on suurempi kuin sovitut tauot, valitaan laskentaan elpymisajan arvo. Apuajan osuus lisätään normaaliarvoon ( $t_N$ ) apuaikakerroimen ( $k_a$ ) avulla, jolloin saadaan työarvo ( $T$ ). Apuaikakerroin lasketaan seuraavasti.

$$k_a = 1 + (t_a / (t - t_a)), \text{ eli}$$

$$k_a = 1 + (t_{pv} + t_E) / (t - (t_{pv} + t_E)), \text{ jossa } t \text{ on työpäivän pituus.}$$

Työarvo lasketaan yleensä erikseen sekä valmistelevalle työvaiheelle että tekemisajalle. Työarvo voidaan laskea yksittäisen kappaleen sijaan myös sarjan valmistusaikana, jolloin tekemisaikaan huomioidaan sarjan koko. Oletuksena on tässä laskelmassa, että valmistelutyö on osa tekemisen kokonaisuutta, jolloin sama henkilö tai ryhmä tekee molemmat vaiheet.

$$T = T_{\text{valmistelu}} + \text{sarjakoko} * T_{\text{tekemisaika}}, \text{ eli}$$

$$T = k_a * t_N_{\text{valmistelu}} + \text{sarjakoko} * k_a * t_N_{\text{tekemisaika}}$$

#### 7.4.4 Esimerkkejä työarvolaskennasta

**Tässä** luvussa on kuvattu edellisten laskentaesimerkkien pohjalta työarvolaskennan periaatteet. Esimerkkeinä kolme erilaista tilannetta, jossa sovittujen taukojen ja elpymisarvon määrittely on mukana laskennassa.

Malliyrityksen taustatiedot on kuvattu seuraavasti: **työn fyysinen kuormitus A3**, jolloin **elpymisarvo** taulukosta on **45 minuuttia**. Sarjakoko 10 kappaletta, työn **valmistelu kestää sarjaa** kohden  $t_N = 10$  **minuuttia** ja yhden **kappaleen tekemisaika**  $t_N = 20$  **minuuttia**.

##### Esimerkki 1

**Työarvon** laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on työntekijän omaa aikaa eikä tältä ajalta makseta palkkaa. Työpäivän pituus 8 tuntia eli 480 minuuttia.

|                                                                   |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Kahvitauot 2x15 min ja muut sovitut tauot (jumppatauko 5 min)     | (35 min)      |
| Elpymisaika 3A luokituksen perusteella (valitaan suurempana)      | 45 min        |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 20 min        |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min         |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | <b>70 min</b> |

Apuaikakerroin  $k_a = 1 + 70/(480-70) = 1,17$  kahdeksan tunnin päivälle

**Työarvo**  $T = k_a * t_{Nvalm} + 10 \text{ kpl} * k_a * t_{Ntekem}$

**Työarvo**  $T = 1,17 * 10 \text{ min} + 10 \text{ kpl} * 1,17 * 20 \text{ min} = 245,7 \text{ min/sarja} = 24,6 \text{ min/kpl}$

Työpäivän aikana saadaan valmiiksi keskimäärin  $480 \text{ min} / 24,6 \text{ min/kpl} = 19,5 \text{ kpl}$

##### Esimerkki 2

**Työarvon** laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko (20 minuuttia) on osa työaikaa, vuorotyö. Työpäivän pituus 8 tuntia eli 480 minuuttia.

|                                                                   |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Kahvitauot 2x15 min ja muut sovitut tauot (jumppatauko 5 min)     | 35 min        |
| Ruokatauko 20 min työaikana työn ohessa                           | 20 min        |
| Elpymisaika 3A luokituksen perusteella (ei valita pienempänä)     | (45 min)      |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 20 min        |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min         |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | <b>80 min</b> |

Apuaikakerroin  $k_a = 1 + 80/(480-80) = 1,20$  kahdeksan tunnin päivälle

**Työarvo**  $T = k_a * t_{Nvalm} + 10 \text{ kpl} * k_a * t_{Ntekem}$

**Työarvo**  $T = 1,20 * 10 \text{ min} + 10 \text{ kpl} * 1,20 * 20 \text{ min} = 252,0 \text{ min/sarja} = 25,2 \text{ min/kpl}$

Työpäivän aikana saadaan valmiiksi keskimäärin  $480 \text{ min} / 25,2 \text{ min/kpl} = 19,0 \text{ kpl}$

### Esimerkki 3

**Työarvon** laskenta sellaisissa töissä, joissa ruokatauko on työntekijän omaa aikaa eikä elpymisaikaa käytetä palkkausteknisenä tekijänä. Työpäivän pituus 8 tuntia eli 480 minuuttia. Lisäksi virvokkeita nautitaan työohessa ilman erillisiä sovittuja taukoajoja.

|                                                                   |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Kahvitaukoja ei huomioida laskennassa (jumppatauko 5 min)         | 5 min         |
| Elpymisaika ei huomioida laskennassa                              | 0 min         |
| Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit sekä tarvittava siivousaika | 20 min        |
| Vaatehuolto ja henkilökohtaisten suojainten huolto ja pukeminen   | 5 min         |
| <b>YHTEENSÄ</b>                                                   | <b>30 min</b> |

Apuaikakerroin  $k_a = 1 + 30/(480-30) = 1,07$  kahdeksan tunnin päivälle

$$\text{Työarvo } T = k_a * t_{N \text{ valm}} + 10 \text{ kpl} * k_a * t_{N \text{ tekem}}$$

$$\text{Työarvo } T = 1,07 * 10 \text{ min} + 10 \text{ kpl} * 1,07 * 20 \text{ min} = 224,7 \text{ min/sarja} = \mathbf{22,5 \text{ min/kpl}}$$

Työpäivän aikana saadaan valmiiksi keskimäärin  $480 \text{ min} / 22,5 \text{ min/kpl} = \mathbf{21,3 \text{ kpl}}$

Kaikissa valmistusmäärälaskelmissa on sellainen virhe, ettei sarjan valmistelu-aikaa pitäisi jakaa sarjakoona perusteella yhden kappaleen valmistusaikaan mukaan. Valmistelutyö kestää yleensä sarjan kappalemäärästä riippumatta vakioajan tiettyjen sarjakokojen sisällä. Esimerkkinä tavaroiden keräily työpisteelle yhden kappaleen tai viiden kappaleen sarjoihin. Toki kappaleiden koko vaikuttaa käsittely- ja siirtoajoissa merkittävästi, mutta kappaleiden keräilyt, siirrot ja käsittelyt työpisteelle saattavat kestää kokonaisuudessaan suunnilleen saman verran.

Toinen virhe tällä laskentatavalla saadaan työpäivän valmistusmäärän asetannassa. Koska jokainen sarja tarvitsee ennen aloitusta valmistelutyöt, pitäisi laskea ensimmäisen sarjan valmistumisen jälkeen ensin toisen sarjan valmistelutyön aika ja loppuosa jäljelle jäävästä työajasta jakaa valmistettaville tuotteille.

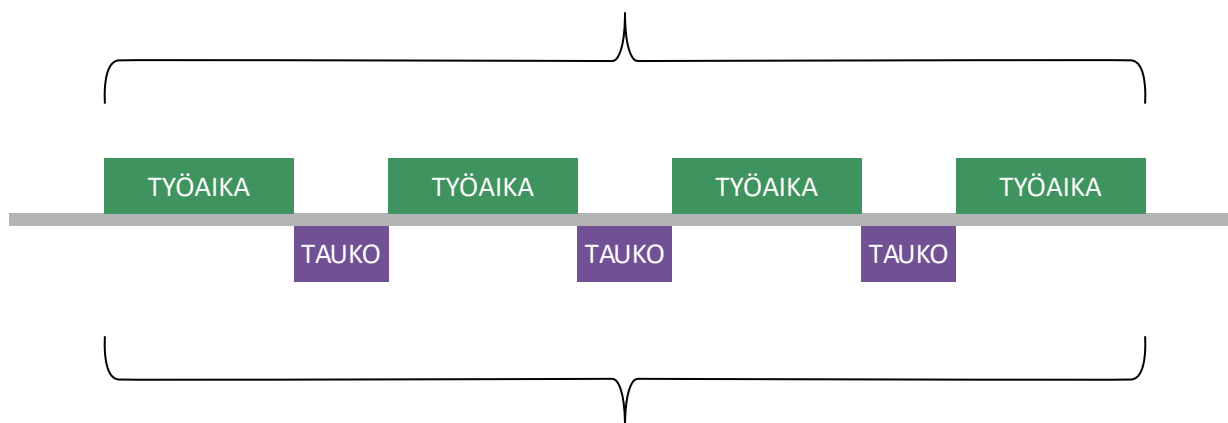
Perinteisellä tavalla mitoittamisen hyvä puoli on, että se huomioi tekemisen lisäksi myös muut palkkakulut tuotteen valmistuskuluihin. Lisäksi hyvä puoli tässä tavassa on silloin, kun muutetaan apuaikakerrointa menetelmäkehityksen tuloksena, vaikkapa 5S:llä siivoustarpeen poisto. Apuaikakertoimen päivitys päivittää samalla kaikkien niiden tuotteiden työarvoajat, jotka käytetään samaa laskentaperiaatetta. Tämän mitoitustavan huonona puolena voidaan pitää laskennallista tekemisvaiheen kestoa, joka antaa työntekijälle mahdollisesti väärän kuvan työn todellisesta aikatarpeesta.

Toivottavasti tämä kirja lisää yleistä tietoisuutta työntutkimus kohtaan ja poistaa turhaa vastustusta erilaisia tutkimus- ja menetelmäkehityshankkeita kohtaan, joiden tarkoituksena on varmistaa yrityksen kilpailukyky sekä parantaa työntekijöiden työnteon edellytyksiä.

## 8 Työvuoron työmäärän mitoittaminen

**Käsin** tehtävissä työvaiheissa sekä konetöissä, joissa koneita ei voida käyttää taukojen aikana, työpäivän kuormittaminen voidaan suunnitella periaatteessa kahdella eri tavalla, joko koko työpäivä mitoitetaan työvaiheajalla ja apuaikakertoimella tai työpäivästä poistetaan apuajan osuus ja loppu mitoitetaan työvaiheajalla.

**TAPA 1. Kokonaistyöaika kuormitetaan täyteen normaaliarvolla, johon on lisätty apuaikalisä. Apuaikalisä huomioi tauot ja päivävakion mukaan laskelmiin.**



**TAPA 2. Kokonaistyöajasta vähennetään tauot ja päivävakio, loppu työaika kuormitetaan täyteen normaaliarvolla**

*Työmäärän mitoitusperiaatteet työmäärälle*

Perinteinen työntutkimustavan mitoitus on apuaikakertoimen avulla mitoittaa työvaiheajaa, jotta saadaan koko työpäivän osuus huomioitua laskelmassa. Jos tuotteen työvaihe (sisältää sekä valmisteluajan että valmistusajan) kestäisi vaikkapa 30 minuuttia ja apuaikakerroin olisi määritetty yllä olevan esimerkin mukaan 1,14 (60 minuuttia kahdeksassa tunnissa), olisi apuajalla korjattu tekemisaika 34 minuuttia. Tällöin työpäivän aikana pystytään valmistamaan  $480 \text{ minuuttia} / 34 \text{ minuuttia} = 14$  kappaletta.

Perinteisellä tavalla mitoittamisen hyvä puoli on, että se huomioi tekemisen lisäksi myös muut palkkakulut tuotteen valmistuskuluihin. Lisäksi hyvä puoli tässä tavassa on silloin, kun muutetaan apuaikakerrointa menetelmäkehityksen tuloksena, vaikkapa 5S:llä siivoustarpeen poisto. Apuaikakertoimen päivitys päivittää samalla kaikkien niiden tuotteiden valmistusajat, jotka valmistetaan kuvatulla tavalla. Tämän mitoitusperiaatteen huonona puolena voidaan pitää laskennallista tekemisvaiheen kestoa, joka antaa työntekijälle mahdollisesti väärän kuvan työn todellisesta aikatarpeesta.

Toinen laskentatapa on mitoittaa päivän kuormitettava työaika, eli lyhentää laskennassa käytettävän työpäivän pituutta apuajan verran. Tällä tavalla määrälaskenta tehdään suoraan työvaiheen kestolla eli normaaliajalla. Edellisen esimerkin tapaan työvaiheen kesto on 30 minuuttia ja apuaika 60 minuuttia. Valmistusmäärä lasketaan  $(480 - 60 \text{ minuuttia}) / 30 \text{ minuuttia} = 14$  kappaletta.

Tämän laskentatavan hyvä puoli on työvaiheen todellisen keston käyttäminen laskelmissa, jolloin työntekijät tietävät työvaiheen tarvitseman ajan sekä työpäivään mitoitetut apuaikatekijät ja niiden kestot. Huono puoli tällä laskennalla on, että tuotannon kustannuslaskentaa varten on pidettävä jossakin muualla apuaikakerrointa tai vastaavaa tietoa. Kun apuaikaan liittyviä tekijöitä muutetaan esimerkiksi siivoustarpeen poistaminen työmenetelmiä kehittämällä, on vaarana, ettei apuaikakerroin päivitty vastaavalla tavalla vaan vanha arvo jää voimaan kustannuslaskentaan.

Koneen tekemissä työvaiheissa ei käytetä apuaikakerrointa eikä muitakaan kertoimia. Mikäli koneen käyttö vaatii työntekijältä aktiivista toimintaa käynnin aikana tai konetta ei ole turvallista jättää käymään yksin, tulee koneen mitoituksessa huomioida joko taukojen merkitys tai suunnitella tauottaja tuuraamaan sovittuja taukoajkoja. Konetyö mitoitetaan siis työstöarvoilla suoraan.

Asetteenvaihto ja kappaleiden vaihdot voidaan mitoittaa käsin tehtävinä töinä, siltä osin, kun niiden tekemisestä voi päättää työntekijä itse. Monikone ympäristössä tai tuotantosolussa työskentely tulee mitoittaa ja suunnitella siten, että henkilö ennättää tehdä koneiden työstön aikana tehdä seuraavien tuotteiden vaihdot, mittaukset ja tarkistukset sekä työkalujen vaatimat vaihto- ja säätötyöt. Usean koneen käytössä tulisi henkilötöiden mitoituksessa olla hieman väljää, ettei turha kiire tai pienet häiriöt sekoita koneiden suunniteltua ajorytmiä.

## Lähteet:

### **Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita**

EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011

### **Ergonomia**

Launis, Martti, Lehtelä, Jouni. Työterveyslaitos 2011

### **Tuottavaa työtä toimivassa työympäristössä**

Ripatti, Pirjo. Logistep Oy 2006.