



Työturvallisuus-
keskus

TURVALLINEN JA TUOTTAVA TUOTANTOYMPÄRISTÖ TEOLLISUUDESSA

– ergonomiaa suunnittelemalla



Julkaisija: Työturvallisuuskeskus, teollisuusryhmä

Teksti: Risto Toivonen

Taitto ja piirrokset: Anne Kaikkonen, Timangi

Kuvat: Vantaan Energia Oy

Kansikuva: Meditas Oy

Paino: Pekan Offset Oy, Helsinki 2020

1. painos 2020

ISBN 978-951-810-730-2 (nid.)

ISBN 978-951-810-731-9 (pdf)

Tuotenumero 202015

ttk.fi

Sisältö

Lukijalle	2
Mitä ergonomia on?	3
Tehdas- tai prosessisuunnittelussa ergonominen näkökulma ajoissa esille. . 4	
Ergonomia – kulua vai tuloa?	4
Tuotannon kehittäminen ja ergonomia	6
Lean	6
Automaatio	6
Laatu	7
”Uusi ajattelutapa” – ihmisen mukainen työ?	8
Ergonomia mukaan suunnitteluun	9
Työntekijä ja toiminta suunnittelun lähtökohtana	12
Hyviä ratkaisuja	14
Ergonomian tarkastuslista	18

Lukijalle

Suomessa on ja suomalaiset suunnittelevat tehokkaita, tuottavia tehtaita. Uusiin tuotantomenetelmiin investoidaan ja uusia tuotantofilosofioita hyödynnetään parempaa tuottavuutta ja kannattavuutta haet-

taessa. Yleisesti näyttää kuitenkin siltä, että usein unohdetaan yksi ilmeisimmistä työhön ja sen tuottavuuteen liittyvistä näkökulmista ja kehityskohteista: ergonomia, siinä laajuudessa, kuin se oikeasti tulisi käsittää.

Mitä ergonomia on?

Useille ergonomia-sana tuo ensiksi mieleen hyvän istuma-asennon. Ergonomiaa sekin on, vaikka ajatus staattisesta, pitkäkestoisesta istumisesta tuntuu nykyaikana kuitenkin vieraalta. Toimiakseen ja voidakseen hyvin ihmisen keho (ja mieli) vaativat asentojen vaihtelua, sopivassa määrin, sopivilla liikelaajuuksilla ja sopivilla voimatasoilla. Ns. perinteinen (eli fyysinen) ergonomia käsittelee juuri tätä ongelmakenttää eli työn ja sen vaatimusten sovittamista ihmisen fyysiseen toimintakykyyn.

Ergonomiaan on myös muita näkökulmia. Kognitiivinen ergonomia tarkastelee sitä, miten hyvin ihminen pärjää tietoja tulvivan maailman ja laitteiden kanssa, ts. miten laitteet suunnitellaan niin, että työntekijä pystyy tekemään niiden antamien tietojen perusteella oikeita ratkaisuja, ilman liiallista pinnistelyä. Organisatorisen ergonomian oppeja hyödynnetään esimerkiksi mietittäessä työpaikalla töiden organisointia,

työaikaratkaisuja tai vaikkapa työyhteisön sisäisen vuorovaikutuksen kehittämistä.

Yleensä ergonomiaa sovellettaessa hyödynnetään ainakin jollain tasolla ergonomian kaikkia osa-alueita.

Määritelmän mukaan ergonomia on osaamisalue, joka soveltaa teoriaa, periaatteita, tietoa ja menetelmiä suunnitteluun ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn optimoimiseksi. Tavoitteena on siis ihmisten terveys, turvallisuus ja hyvinvointi sekä toiminnan tehokkuus ja sujuvuus. Ergonomian toteuttamisen kannalta oleellista on suunnittelun merkitys, sillä hyvä lopputulos saadaan aikaan vain silloin, kun ergonomiaa käytetään muun suunnittelun yhteydessä. Tähän voidaan päästä suunnittelua kehittämällä, suunnittelun ergonomiatietoutta lisäämällä ja suunnittelun ja tuotannon välistä vuoropuhelua edistämällä.



organisatorinen ergonomia



kognitiivinen ergonomia



fyysinen ergonomia

Kuva 1. Ergonomian osa-alueet.

Tehdas- tai prosessisuunnittelussa ergonominen näkökulma ajoissa esille

Perinteisesti suunnittelijoiden työtä on ohjannut suunnittelun kohteelle asetettujen teknisten vaatimusten ja tavoitteiden toteuttaminen. Kohteeseen (esim. tuotantolinjaan) liittyvät konkreettiset työpisteet ja työtehtävät ovat syntyneet tämän teknisen suunnittelun loppuvaiheessa sellaisiksi, kuin ne siinä vaiheessa teknisten rajoitusten puitteissa muotoutuvat. Tällöin kuitenkin mm. työnteon sujuvuuden ja turvallisuuden vaatimien korjausten tekeminen lähes valmiiseen suunnitelmaan tai jo asennettuun järjestelmään on yleensä kallista tai vaikeaa.

Tuomalla ergonomian näkökulma mukaan suunnitteluun heti alkuvaiheesta lähtien voidaan välttyä loppuvaiheen suurilta muutostarpeilta.

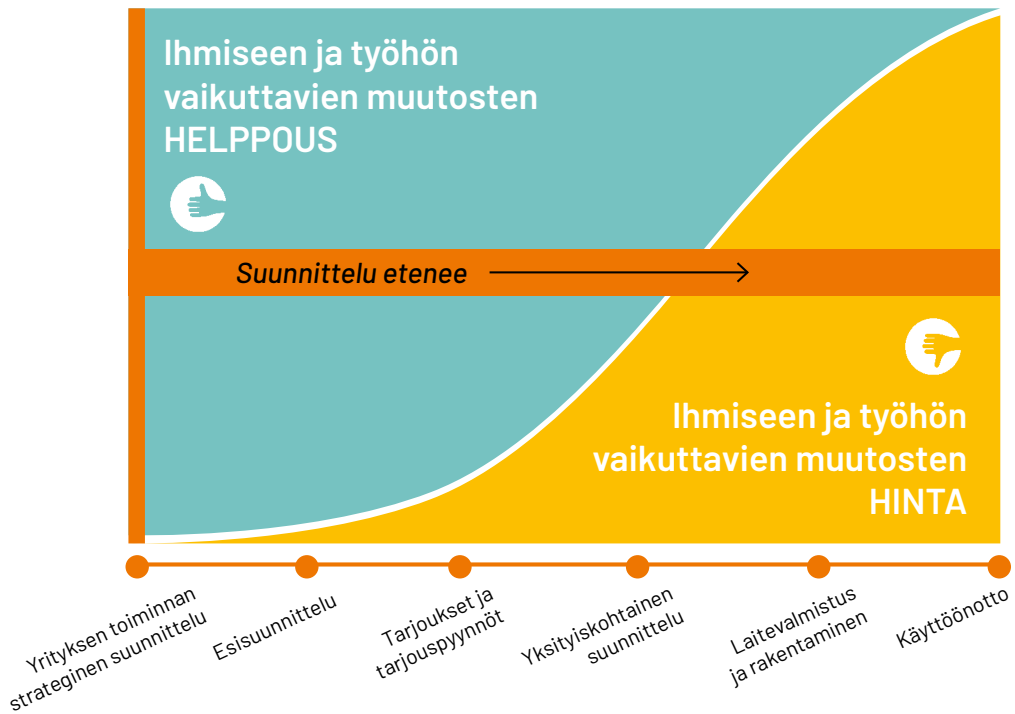
Ihmisen toiminnan ja käyttäytymisen huomioiminen sekä työn ja työympäristön suunnittelu on otettava mukaan teknisen suunnittelun rinnalle. Ergonomisessa suunnittelussa eri työtekijäryhmät osallistuvat suunnittelun eri vaiheisiin (Taulukko 1). Työnteon kannalta hankalat ratkaisuvaihtoehdot tulevat huomatuiksi ja korjatuiksi jo hyvissä ajoin suunnittelun alkuvaiheissa. Kun suunnitteluun tuodaan mukaan sopivaa tietoa työtekijöiden osaamisesta ja kyvykkyyksistä, voidaan suunnittelussa tavoitella koko työjärjestelmän optimointia pelkän teknisen ratkaisun optimoinnin sijaan.

Ergonomia – kulua vai tuloa?

Ergonomian vaikuttavuutta arvioidaan tavanomaisesti tarkastelemalla työtekijöiden liikuntaelinoireiden määrää tai sairauspoissaoloja. Nämä ovat helposti käytettäviä mittareita, koska tiedot ovat saatavilla työterveyshuollosta. Ergonomisten toimien vaikutukset oireiden tai sairauspoissaolojen vähenemiseen riippuvat kuitenkin lähtötilanteesta. Helposti tulee vastaan raja, jonka jälkeen ergonomian käyttö ei vähennä poissaoloja, mutta työn sujuvuuteen ja tuotannon laatuun sillä on edelleen huomattava vaikutus.

Eräässä tutkimuksessa kokoonpanotyöpisteessä yhden ruuvin ottaminen vaakatasossa olevalta paletilta kesti keskimäärin 4,5 s mutta sopivasti kallistetulta paletilta ruuvin ottaminen onnistui keskimäärin 2,9 sekunnissa. Mikäli työpisteessä asennettaiisiin yhdessä vuorossa 200 ruuvia, tulisi pelkästään tällaisella muutoksella, yhtä vuoroa päivässä tehden, vuodessa "aikasäästöä" yli 20 tuntia. Käytännössä yksinkertaisella muutoksella olisi mahdollista saada lähes kolmen päivän lisätuotanto.

Tutkimuksissa, joissa on seurattu jonkin erityisen ergonomisen toimenpiteen vaikutusta tuotantoon, on nähty tavanomaisesti n. 40 %:n tuottavuuden kasvu. Takaisinmaksuajat ovat olleet muutaman kuukauden luokkaa.



Kuva 2. Ihmiseen ja työhön vaikuttavien muutosten vaikeus ja kalleus.

Tuotannon kehittäminen ja ergonomia

Lean

Lean-ajattelua on viime vuosina sovellettu runsaasti erilaisten tuotanto- ja palveluprosessien kehittämisessä. Leanin myötä monien tuotantolinjojen fyysinen ergonomia on kehittynyt merkittävästi. Samalla kun prosesseista on karsittu hukkaa, on päästy eroon vaikkapa taakkojen pitkistä kantamatkoista ja hankalista kurotteluista työpisteissä. Ns. krouveimmat, kuormittavimmat työvaiheet ovat helposti jääneet historiaan. Työntekijän kannalta tilanne voi kuitenkin kääntyä pääläelleen, mikäli vaiheiden kestot ovat lyhentyneet merkittävästi ja työ pitää muutosten jälkeen sisällään vain kovin yksipuolisia liikkeitä. Voikin olla, että aiemmin työssä olleet, hukaksi luokiteltavat vaiheet tasasivat yksipuolista kuormittamista ja jopa toivat elimistölle kaivattuja elpymishetkiä. Leania toteutettaessa tulee leekin tarkastella työntekijöiden kokonaiskuormittumista. Hyvin järjestetty työkierto voi auttaa kuormituksen hallinnassa.

Automaatio

Automaatiolla pyritään yleensä tehostamaan työtä ja parantamaan laatua. Joskus poistetaan kuormittavia, käsin tehtäviä työvaiheita. Yleensä automaation toteuttamisen myötä työntekijöiden osaamisvaatimukset lisääntyvät. Kuitenkin niin henkisen kuin fyysisenkin kuormittumisen ja vaikkapa työn yksitoikkoisuuden vähentyminen tai lisääntyminen ovat täysin ratkaisusta riippuvaisia. Vaikeasti automatisoitavan toiminnon jättäminen ihmisen tehtäväksi ilman työn kuormitustekijöiden ja sisällön

tarkkaa analyysiä ei ole hyvää suunnittelua. Linjalle suunniteltua työtä on hyvä peilata suhteessa oppaassa kerrottuihin hyvän työn piirteisiin.

Tavanomaisesti työntekijälle aiheutuu hankaluuksia silloin, kun automaatio ei toimi odotetulla tavalla. Suunnittelussa häiriötilanteiden aikainen toiminta pitäisi pystyä ennakoimaan ja arvioimaan sen vaikutukset työturvallisuuteen ja työntekijöiden kuormittumiseen.

Muista:

- Materiaalin käyttäytyminen automaattilinjalla ja -koneella voi olla arvaamaton ja saattaa aiheuttaa kappaleiden irtoamisia tai ruuhkia ennakoimattomiin kohtiin. Korjaustyöt sekä ruuhkien purku voivat olla kuormittavia ja sisältävät turvallisuusriskejä.
- Automaattisilla linjoilla pyritään jatkuvan virtaukseen eikä puskuvarastoja suunnitella. Jos linjaan kuuluu työntekijöitä ja heidän työhönsä kuuluu silppumaista tekemistä, edestakaisin säntäilyä ja häiriötilanteita, niin työkuormituksen hallinnan takia pusku-reita tarvitaan.
- Automatisoitua prosessia ohjataan usein valvomosta, jolloin työntekijöiden välittömän työympäristön suunnittelu tarkoittaa hyvän valvomon suunnittelua. Suunnittelussa pitää kuitenkin muistaa huollon ja siivouksen työskentelymahdollisuudet automatisoidun prosessin koneiden ja laitteiden ympäristössä.

Laatu

Yrityksen menestykselle laadukkaat, oikeaan aikaan ja kustannustehokkaasti tuotetut tuotteet ovat eilinehto. Tuotanto-prosessiin liittyvien koneiden ja laitteiden rajoitukset ja mahdollisuudet ovat suunnittelijoiden tiedossa. Sen sijaan järjestelmän osana olevan ihmisen kyvyistä ja ominaisuuksista on suunnittelussa huomattavasti

hatarammat tiedot. Jotta työntekijä voisi toimia virheittä, motivoituneesti, hyvää laatua väsymättä tuottaen, tulee tehtävän työn olla suunniteltu ihmisenkin asettamat vaatimukset huomioiden. Eikä kyse ole vain rajoituksista, joten olisiko ajateltava myös, millaista on inhimillinen työ?

”Uusi ajattelutapa” – ihmisen mukainen työ?

Ergonomiassa on luotu käsite ”Hyvän työn” piirteet. Se on lista ihmisen hyvinvoinnille ja työmotivaatiolle tärkeistä työn ominaisuuksista. Kun teknisen suunnittelun rinnalla hahmotellaan uusia työtehtäviä tai kehitetään vanhoja, tulisi pohtia myös näiden työn piirteiden toteutumista lopullisessa suunnit-

telmassa ja ihmisille osoitettavissa töissä. Toki täytyy muistaa, että ihmiset ovat erilaisia vaihtelevine fyysisine ja henkisine ominaisuuksineen sekä tarpeineen ja toiveineen, eivätkä kaikki hyvän työn piirteet ole kaikille työntekijöille yhtä tärkeitä.

”Hyvän työn” piirteet – ergonomiastandardien esittämiä työn ominaisuuksia

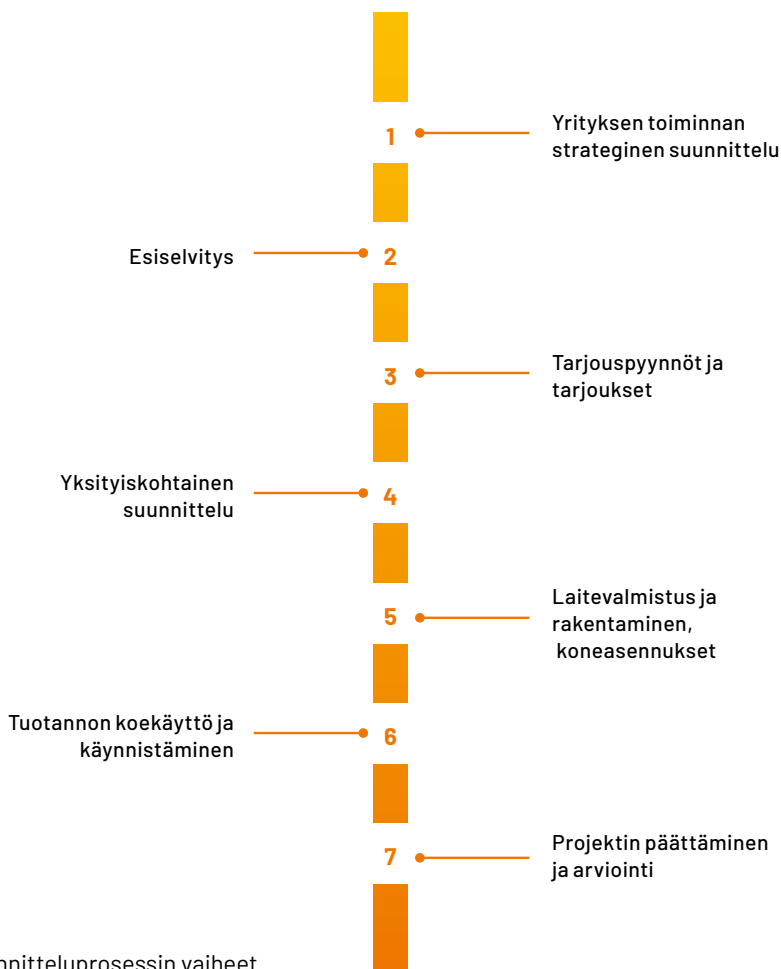
- Työntekijöiden kokemus, kyvyt ja taidot otetaan huomioon järjestelmiä, laitteita ja uusia työtehtäviä suunniteltaessa.
 - Työtehtävä muodostaa mielekkään kokonaisuuden, siihen kuuluu eriluonteisia tehtäviä, kuten valmistelua, tekemistä ja arviointia sekä rutiinitoimintaa, harkintaa ja päätöksentekoa.
 - Työtehtävä on merkittävä osa koko työjärjestelmän toiminnasta, ja työntekijä voi ymmärtää oman työnsä tarpeellisuuden siinä.
 - Työtehtävässä on sopivasti vapautta ja itsenäisyyttä, ja työntekijä voi valita erilaisten suoritustapojen välillä
- Työ ei ole yli- tai alikuormittavaa, eikä se johda tarpeettomaan tai liialliseen rasittumiseen, väsymiseen tai virheisiin. Liian toistuva työ voi johtaa fyysisiin vaivoihin ja kyllästymisen tai ikävystymisen tunteeseen.
 - Työssä on mahdollisuus sosiaalisiin ja työn vaatimiin kontakteihin.

Ergonomia mukaan suunnitteluun

Yrityksessä suunnittelu ja sen prosessi ovat erilaisia riippuen kohteesta (toiminta-alue) ja siitä, suunnitellaanko kokonaan uutta vai korjataanko tai laajennetaanko vanhaa. Usein suunnittelu tapahtuu erillisellä, joko omalla tai ulkopuolisella resurssilla. Teknisen suunnittelun kohteet ovat moninaisia. Suunnittelu voi kohdistua niin tuotantotiloihin, -prosesseihin ja -tekniikoihin kuin

yksittäisiin linjoihin, koneisiin ja työpis-teisiin. Joka tapauksessa, kun suunnitte-lussa pyritään ergonomian kannalta hyvään lopputuloksen, oleellista on se, miten hyvin tuotantotoiminnasta saadaan tietoja suunnitteluun ja tuotannon henkilöstö pystyy osallistumaan suunnitteluun.

Suunnittelu vaiheistetaan usein seuraavasti:



Kuva 3. Suunnitteluprosessin vaiheet.

Taulukossa 1 on kuvattu suunnittelun vaiheita ja niihin kytkeytyviä ergonomia- ja työturvallisuustehtäviä.

Taulukko 1.

Suunnitteluvaihe	Ergonomia- ja työturvallisuustehtäviä
1. Yrityksen toiminnan strateginen suunnittelu	
Tuotannon kehittämistarpeet: <ul style="list-style-type: none"> • mitä yrityksen kannattaa jatkossa tuottaa • missä kannattaa tuottaa • minne suunnata tuotekehitystä 	Tavoitteiden asettaminen: <ul style="list-style-type: none"> + työympäristö + henkilöstö + osaaminen
2. Esisuunnittelu	
<ul style="list-style-type: none"> • nykytilan arviointi (laatu, häiriöt) • vertailukohteiden arviointi (miten asioita on ratkaistu muualla, mitä teknisiä vaatimuksia ja ongelmia) • vaihtoehtojen selvitys ja perusratkaisun valinta • alustava yleissuunnitelma • alustava kustannusraami • riskianalyysi (teknologia, ympäristövaikutukset, liikenne, sisäinen layout, kone/linjatyyppit) 	Nykytilan analyysi: <ul style="list-style-type: none"> + eri työntekijäryhmien (tuotanto, tehdaspalvelu, puhtaanapito, logistiikka jne.) kokemukset nykyisestä tuotannosta ja sen ongelmakohdista + kokemukset suunnittelukohtetta vastaavista tilanteista muualla + työsuojelun ja työterveyshuollon näkemykset Perusratkaisun arviointi: <ul style="list-style-type: none"> + työtehtävien ja työntekijöiden kannalta, ml. kaikki toimijat ja koko elinkaari + vaarojen tunnistaminen myös työntekijöiden toiminnan kannalta ml. mahdolliset virhetoiminnat Tavoitteiden asettaminen jatkoon: <ul style="list-style-type: none"> + uusien tehtävien ja osaamisvaatimusten hahmottaminen + työympäristö- ja ergonomiavaatimukset + alustava koulutussuunnitelma

Jos suunnittelu ja toteutus ostetaan organisaation ulkopuolelta, on prosessin seuraava vaihe tarjouspyynnöt, kohta 3, joista sitten päästään sopimukseen.

Jos suunnittelu toteutetaan omana projektina (ehkä vain suunnittelua ja projektinjohtoa ostaen alihankintana), alkaa suunnittelu ja prosessissa hypätään kohtaan 4.

Suunnitteluvaihe

Ergonomia- ja työturvallisuustehtäviä

3. Tarjouspyynnöt ja tarjoukset

- sopimusneuvottelut
- yleislaitteiden
- alustavat prosessin ja laitteiden toimintaselostukset
- toimittajavalinta

Tarjouspyyntöön mukaan:
+ työympäristö- ja ergonomiavaatimukset
+ käytettävyyshaatimukset
+ vaatimus terveystarkastusten arvioimisesta

Tarjousten tarkastelu ergonomian ja turvallisuuden kannalta

4. Yksityiskohtainen suunnittelu

- rakennussuunnittelu
- tehdassuunnittelu
- kone- ja laitesuunnittelu
- sähkö- ja automaatio-suunnittelu
- toimittajien ja urakoitsijoiden valinta
- laitteisiin, työhön ja työympäristöön liittyvien riskien toistuva arviointi ja hallinta suunnittelun aikana
- käyttö-, kunnossapito- ja turvallisuusohjeiden laadinta

Työntekijäryhmien (ja työsuojelun/ työterveyshuollon) suunnitteluun osallistumisen järjestäminen:
+ organisointi
+ havainnollisten suunnittelumenetelmien käyttö
+ töiden simulointi ja erilaiset täysmittaiset kokeilut
+ 3D-mallit ja työn simuloinnit (digitaalinen kaksonen)

Kokeiluissa ja arvioinneissa näkökulmina:
+ laitteiden käytettävyysharkastelut
+ onko kaikki toiminnot ja työvaiheet otettu huomioon? (ylös- ja alasajo, normaali tuotanto, vuosihuollot, korjaustyöt, laitteiden uusimiset, työntekijöiden kuormitus yli/alikapasiteetilla ajettaessa, purku vuosikymmenten päässä)
+ yksilöllisten ominaisuuksien huomioiminen (monikulttuurisuus, esim. vielä vajaa kielitaito, eri tavoin osatyökykyiset)

Jatkotoimet:
+ uusien työkokonaisuuksien suunnittelu
+ henkilökohtaiset koulutussuunnitelmat

5. Laittevalmistus ja rakentaminen, koneasennukset

- laitteiden vastaanotto- ja asennustarkastukset
- rakennusten lopputarkastukset

- työympäristö- ja ergonomiavaatimusten toteutumisen valvonta, puutteiden korjaaminen
- käytettävyysharkastelut
- laitteiden kokeilut ja tuotannon simuloinnit
- laitteiden käyttökoulutus

6. Tuotannon koekäyttö ja käynnistäminen

- vastaanottotarkastus
- suoritusarvojen toteutumisen seuranta
- toimintahäiriöiden analysointi
- teknisistä muutoksista sopiminen (toimittaja/tilaaja)

- turvallisuustarkastukset
- käyttöohjeiden ja kunnossapito-ohjeiden tarkentaminen
- työnopastusmenetelmät
- henkilöstön koulutus työtehtäviin, harjoittelu tuotantolaitteilla
- ergonomisten työtapojen opastus

7. Projektin päättäminen ja arviointi

- Saavutettiin tavoitteet (missä onnistuttiin hyvin/huonosti)?
- Mitkä seikat vaikuttivat onnistumisiin/ epäonnistumisiin?

- Yksilöity ja erittelevä palaute:
- + ergonomian arviointi: ei "linja täysi susi" vaan esim. "nostolaite liian hidas"
 - + palaute ohjataan oikealle taholle
 - henkilöstöryhmien osallistumisen arviointi
 - työpaikkaselvitykset ja työsuojelutarkastukset
 - työtehtäväkokonaisuuksien lopputarkastelu

Työntekijä ja toiminta suunnittelun lähtökohtana

1. Kaikkien asiantuntemus käyttöön

Henkilöstön osallistumisen avulla suunnitteluun saadaan mukaan työn tuntemus, laitteiden käyttökokemus ja monenlaisten töiden ja työympäristön tietoja ja kehittämisvaatimuksia. Tämä tieto ja kokemus hajaantuu monille tahoille:

- Suunnittelijat tuntevat järjestelmän tekniset rajoitukset ja mahdollisuudet sekä uusia keinoja ratkaista ongelmia. Ratkaisujen rajoittavana tekijänä on suunnittelukohteen kustannusraami. Suunnittelijat osaa arvioida ratkaisujen kustannuksia.
- Työntekijät ovat keskeisiä tietolähteitä järjestelmän toiminnan ja käytettävyyden arvioinnissa. Heillä on tietoa ja kokemusta hyvistä tai toimimattomista ratkaisuista, ja he kokevat häiriöt, sujumattomuuden ja kuormituksen omakohtaisesti. Osallis-

tuminen on samalla osa uuden oppimista.

- Kunnossapidon henkilöiden osuus on keskeinen mm. huolto-olosuhteiden kehittämisessä. Kunnossapidon rooli lisääntyy automaation myötä, ja koko järjestelmän tekninen toimivuus voi käytännössä riippua heidän osaamisestaan ja toimintaedellytyksistään.
- Tuotannon ja kunnossapidon esimiehillä on kokonaisnäkemys prosessista ja sen yhteyksistä, ja he tuntevat toiminnan sujuvuuteen ja häiriöihin vaikuttavat asiat laajemmin.
- Työterveyshuollon ja työsuojelun asiantuntijat ovat avainasemassa työn kuormittavuuden sekä työn ja työympäristön turvallisuuden ja terveysvaikutusten arvioimisessa.

2. Hyvä työpiste luo puitteet toiminnalle

Työpisteet laitteineen on suunniteltava hyvin, sillä työpisteissä ollaan pitkiä aikoja kerrallaan. Pienetkin puutteet voivat aiheut-

taa aikaa myöten ongelmia. Hyvä työpiste tukee työtehtävän suorittamista, **sopii kaikille työntekijöille ja on turvallinen, terveellinen ja toimiva**. Seuraavassa on esitetty työpisteen perusvaatimuksia:

- Työntekijöiden mittojen vaihtelu on otettu huomioon, tarvittaessa myös liikuntarajoitteisten vaatimukset. Tarpeellinen on jokaisen ulottumisalueella.
- Laitteiden ja materiaalikäsitteilyn vaatima voimankäyttö ei ole liiallista.
- Työasento on tasapainoinen tai hyvin tuettu, ja sitä voi muuttella. Esimerkiksi perusasentoa (seisten/istuen) voi vaihdella ja liikkuminen – ainakin välillä – on vapaata. Työpisteen rakenteet eivät haittaa asentoa tai liikehtimistä.
- Työntekijä saa tarvitsemansa tiedon selkeästi havaittavana ja helposti ymmärrettävänä.
- Laitteiden ohjaaminen on helppoa, ja virheiden tekemistä on pyritty estämään tai ne havaitsee helposti ja saa korjattua vaivatta.
- Työtila ja muut järjestelyt sallivat yhteydenpidon työntekijöiden välillä.
- Ympäristötekijät (esim. valaistus, lämpötila ja ääniympäristö) ovat ihmiselle sopivat ja työtehtävän vaatimusten mukaisia.
- Työpiste on helppo pitää siistinä.
- Työpiste on turvallinen.

3. Tuotesuunnittelu ja tuotannon ergonomia

Tuotesuunnittelu on keskeisessä asemassa, kun kokoonpanotyön ergonomiaa kehitetään, sillä tuotteen rakenne lähes määrää kokoonpanotyön ergonomian. Kokoonpantavan tuotteen ominaisuudet määrittelevät mm. työssä käytettäviä työkaluja, työntekijän työasentoja ja työssä tarvittava voimankäyttöä.

Tavanomaisilla valmistettavuuden ja kokoonpantavuuden suunnittelun menetelmillä, kuten erilaisten komponenttien määrän minimoimisella ja kiinnityssuuntien vakioimisella, on yleensä positiivinen vaikutus käsin tehtävän kokoonpanotyön ergonomiaan. Asennuskohteiden saavutettavuus ja riittävä asennustila ovat kokoonpanotyön kannalta tärkeitä. Isojen koneiden ja laitteiden suunnittelussa asennustyötä voi helpottaa esim. suunnittelemalla rakenteisiin tukeutumispintoja. Voimakkaan momenttivääntimen käsittelyä voi helpottaa suunnittelemalla rakenteisiin tukipisteitä työkalulle.

Tuotannon ja tuotesuunnittelun vuoropuhelu, esimerkiksi asennukseen liittyvien niin hyvien kuin huonojenkin kokemusten systemaattinen välittäminen tuotekehitykselle, on oleellista terveellisten työpaikkojen ja töiden suunnittelussa. Edistyneissä yrityksissä perusasiat on kirjattu tuotesuunnittelun ohjeistoon.

Hyviä ratkaisuja

Huoltotyön helpottaminen

Mahdollisiin ja ennakoimattomiinkin huolto-kohteisiin on suunniteltu turvalliset käyntitiet ja huoltotasot. Huoltokohteet ovat saatavissa turvallisessa ja terveellisessä asennossa. Työkalujen ja varaosien kuljetus kohteeseen on mahdollista. Painavien/isojen osien siirtämiseksi rakenteissa ja osissa on kiinnityskorvakkeet sähkötaljalle tms.



Kokoonpanotyön keventäminen

Kokoonpanotyöpiste on säädettävä, ja siinä on käsien tukemismahdollisuus. Kokoonpantavat osat ovat helppokäyttöisessä jigissä. Työkohteet eivät vaadi yli hartiatason työskentelyä. Raskaat työkalut asennetaan keventimiin. Työskentelysuunnan mukaan käytössä on sauva- ja pistoolimallisia vääntimiä. Tarvittaessa vääntimet kiinnitetään momenttivarsiin, jotka ottavat vastaan reaktiovoimat. Työpisteen valaistus on hyvä ja valo tulee oikeasta suunnasta aiheuttamatta häikäisyä tai havaitsemista haittaavia varjoja.



Työvaiheen pituus on vähintään yli puoli minuuttia, eikä työvaihe ole sidottu tiukasti linjan nopeuteen.

Yksipuolisen työn monipuolistaminen

Työ voi olla liian yksipuolista, liian paljon tai liian vähän kuormittavaa niin kognitiivisesti, sosiaalisesti kuin fyysisestikin.

Yksipuolisessa työssä tai fyysisesti kuormittavassa työssä työtehtävien vaihtelu (työkierto) on suositeltu tapa välttää yllärasitusta. Työkiertoon sisältyvien tehtävien on oltava eri tavoin kuormittavia. Mikään työkiertoon liittyvä työ ei saa olla kenellekään työkiertoon osallistuvalle liian raskasta tai vaikeaa. Yhden tehtävän pituus on mielellään lyhyehkö, esim. alle tunti, jotta kuormittuminen ei kasaannu.

Työkierrolla voidaan yksipuolisessa työssä vähentää myös yksitoikkoisuuden ja kyllästyksen tunnetta.

Työtä voidaan rikastaa sisällyttämällä siihen vastuullisempia ja vaativuudeltaan eritasoisia tehtäviä. Esimerkiksi yhdessä työpaikassa pakkaustyö oli fyysisesti liian kuormittavaa. Niinpä työhön sisällytettiin trukkikuljetuksia ja pakkausmerkintöjen tulostusta. Lisäksi isojen pakkausten käsittelyyn hankittiin alipainenostin.

Työkierron ongelma voi olla omaksua kaikki tehtävät ja saavuttaa niihin riittävä rutiini. Silloin puutteellisesti opittu työ ei ole sujuvaa ja huono työn hallinta on lisäkuormitustekijä.



Nostotyön järjestäminen

Jatkuvia käsinnostoja vältetään käyttämällä esim. vaakasiirtoja ja konenostoja (materiaali isoissa erissä). Erityisesti kurottumista vaativat nostot



ovat vaarallisia. Nostosuoritus alittaa standardirajat (SFS-EN 1005-2). Käytetään nostoapuvälineitä, joiden toimivuus ja käytön helppous on testattu kyseisessä tilanteessa.



Nostotilanteiden helpottaminen

Monia tavallisia nostotilanteita voidaan helpottaa korkeussäädettävillä lavankäsittelylaitteilla. Niillä kuormalava saadaan nostotilanteen vaatimalle sopivalle korkeudelle.

Varastossa materiaalien/raaka-aineiden keräämistä sujuvoittavat keruutrukit,

pinontavaunut yms. Sopivia välineitä hyödyntäen myös kerätyn materiaalin purku työpisteissä helpottuu.

Pakkaustyöpisteissä tuotteiden käsin lavaaamista helpottaa kuormalavan nostaminen saksivaunulla tai vastaavalla hyvälle nostokorkeudelle.





Jatkuvan istumisen tai seisomisen katkaiseminen

Jatkuva paikallaan istuminen tai seisominen aiheuttavat monenlaisia ongelmia ihmiskeholle. Seisominen itsessään lisää fyysisen työn kuormittavuutta. Istahtamismahdollisuus työn lomassa tai mahdollisuus tehdä työ välillä istuen vähentää ylikuormittumisen riskiä ja helpottaa työn kuormituksesta palautumista. Korkeat istuma-seisomatuet

tai -istuimet mahdollistavat ylävartalon hyvän ulottuvuuden työkohteisiin.

Vastaavasti jatkuva istuminen olisi välillä keskeytettävä, etteivät istumisen epäedulliset vaikutukset terveyteen kumuloidu.

Aina istumisen ja seisomisen vaihteluun tarjottuja mahdollisuuksia ei hyödynnetä. Siksi myös työntekijöitä pitää siihen rohkaista.

Tietojärjestelmien toiminta ja käyttöliittymien laatu

Tietojärjestelmä on määritelty, rakennettu ja testattu työtehtävien mukaisesti käyttäjiä kuunnellen. Järjestelmän toiminta on hallittavissa: Käyttäjät tietää koko ajan "missä ollaan ja mitä voi tehdä". Käyttökoulutus on resursoitu. Järjestelmiä on voitu oppimistilanteessa käyttää vapaasti ilman virheiden pelkoa. Tarvittaessa eri tavalla aistivammaiset on huomioitu.



Ergonomian tarkastuslista

Tarkastuslistassa käytetään seuraavia arviointeja (rasti ruutuun).

K Vaatimus täyttyy.

E Vaatimus ei täyty, ja tarvitaan muutoksia terveys- ja turvallisuusriskien välttämiseksi.

1. Toimintatapa suunnittelussa	K	E
Suunnittelussa tavoitteena on myös turvallinen ja terveellinen työ.		
Suunnittelussa ollaan yhteistyössä käyttäjien ja muiden käyttöä tuntevien kanssa.		
Perusratkaisuja valittaessa pohditaan työtehtävien suorittamista ja ergonomian periaatteiden toteutumista.		
Yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä työtehtäviä arvioidaan seikkaperäisesti, käytetään suosituksia ja tehdään kokeiluja.		
Suunnittelun aikana tehdään ergonomisten riskien arviointi ja siitä seuraavat muutokset suunnitelmaan.		
Työtä varten laaditaan tarvittavat ohjeet ja opastustavat koneiden ja laitteiden turvallisesta käytöstä.		
Käyttöönottovaiheessa arvioidaan työn sujuvuutta ja työskentelyn mukavuutta ja tehdään tarvittavat korjaukset.		
Valmiista ratkaisusta kerätään kokemuksia ja välitetään palaute oikeille tahoille.		
2. Tehtäväkokonaisuus	K	E
Työntekijä voi käyttää työssä kykyjään ja kehittää itseään.		
Työtehtävät muodostavat monipuolisen ja mielekkään kokonaisuuden.		
Työ on itsenäistä, ja työntekijä voi vaikuttaa omaan työhönsä.		
Työntekijä voi nähdä työnsä tuloksen ja saa palautetta työsuorituksestaan.		
Työ ei ole pakkotahtista, liian raskasta eikä liian toistuvaa.		
Työssä voi tarvittaessa pitää yhteyttä toisiin työntekijöihin.		

3. Työskentely- ja liikkumistilat	K	E
Työtilan suunnittelussa ja työvälineiden sijoittelussa tilaan on otettu huomioon kaikki työ-, apu- ja huoltotehtävät sekä materiaalien varastointi.		
Työprosessin ja -tilojen suunnittelulla ja sopivilla työvälineillä on minimoitu ihmisvoimin tapahtuva kuljetus.		
Kulkutiet, työskentelytasot ja huoltoaukot ovat turvallisia ja sujuvia käyttäjä.		
Suojalaitteet ja -seinät ovat turvallisia, ja työnteko niitä käyttäen on ongelmattonta.		
Ihmis- ja koneliikenne on erotettu toisistaan turvallisesti ja sujuvasti.		
Ympäristötekijät (esim. lämpöolot, melu, rauhallisuuden tarve, ilman puhtaus) on otettu tilasuunnittelussa huomioon.		
4. Työpisteen mitoitus ja työasennot	K	E
Työpiste ja istuin ovat säädettävissä työntekijän mittojen ja työtehtävän mukaisesti.		
Työasennossa voi liikehtiä ja tukeutua kalusteisiin tai työkohteeseen niin, että ei synny staattista kuormitusta.		
Työpiste ei pakota käyttäjää pitkäkestoiseen kumartuneeseen tai kiertyneeseen asentoon.		
Keskeisin katselukohde on suoraan edessä, alaviistossa ja sopivalla etäisyydellä.		
Ikänäköisten näkemisen erityisvaatimukset on otettu huomioon.		
Keskeiset työkohteet ovat työtehtävän vaatimusten mukaisella korkeudella ja suositeltavalla käsien työskentelyalueella.		
Jalkatilat ovat riittävät ja esteettömät.		
5. Toistuvat työliikkeet, poikkeavat asennot ja käsityövälineet	K	E
Työvälineen käytössä ei ole yhtäaikaaisesti keskeisiä riskitekijöitä (suuri voimankäyttö, suuri toistuvuus, raajan epäedullinen asento).		
Vältetään työskentelyä pitkään / toistuvasti hankalassa asennossa (kumarassa, polvillaan, kyykyssä, kädet ylhäällä).		
Erityistä huomiota kiinnitetään naisten ja ikääntyvien voimankäyttöön.		
Käsityövälineiden käyttöasento on hyvä, ja tartuntakohdat tarjoavat pitävän otteen vähäisellä puristusvoimalla.		
Hankitaan mahdollisimman tärinättömiä ja keveitä käsikoneita.		
Vähennetään työkalun kannattelua esim. kannatinlaitteiden avulla.		
Vältetään suuria tarkkuusvaatimuksia kädelle esim. työvälineen ja työkohteen ohjainlaitteiden (jigien) avulla.		

6. Taakkojen käsittely	K	E
Ihmisvoimalla tapahtuva taakkojen käsittely on vähäistä, käytetään apuvälineitä: siirtoratoja, rullapöytiä, nostolaitteita jne.		
Käsin nostettava taakka on korkeintaan 25 kg hyvässä nostotilanteessa, mutta selvästi pienempi, jos joudutaan kurottamaan, kiertymään, nostamaan alhaalta tai ylhäältä tai nostamaan toistuvasti.		
Taakka ei ole liian leveä, korkea tai vetelä, ja siitä saa hyvän otteen.		
Nostoympäristö on esteetön, ja nostoalusta pitävä ja tasainen.		
Nostotilanne on hallittu, ja nostamisen riskit ovat työntekijän tiedossa.		
7. Raskas työ	K	E
Vältetään liiallista työn raskautta: ei pitkäaikaista runsasta liikkumista tai voimien käyttöä.		
Otetaan huomioon lämmin ja kostea ympäristö, suojavaatetus ja suojavälineiden (esim. hengityssuojaimen) käyttö, jotka lisäävät työn raskautta.		
Järjestetään tarvittaessa ylimääräisiä elpymistaukoja.		
Raskas työ suhteutetaan yksilön edellytyksiin.		
8. Laitteiden hallinta	K	E
Kaikki laitteiden käytössä tarvittava tieto on välittömästi saatavilla ja helposti havaittavissa.		
Useita tietolähteitä ei tarvitse seurata yhtäaikaaisesti, tietojen käsittelyyn ja vaadittaviin toimenpiteisiin on riittävästi aikaa.		
Tiedon merkitys on käyttäjän ymmärrettävissä (esim. tunnistetiedon avulla), ja tieto auttaa käyttäjää toimimaan tarkoituksenmukaisesti.		
Käyttäjät tuntevat laitteen toimintaperiaatteet ja työprosessin, jossa sitä käytetään.		
Laitteesta on helppo nähdä, missä toimintatilassa se on.		
Käyttäjä saa välittömän palautteen toimenpiteensä vaikutuksesta.		
Käyttäjät tietävät, miten toimia virheiden sattuessa tai häiriötilanteissa.		

9. Merkinantolaitteet ja hallintalaitteet	K	E
Tarpeelliset tiedot (äänimerkit tai näytöt) ovat havaittavissa ja erotettavissa kaikissa työskentelytilanteissa.		
Kirjain- ja numeromerkit ovat riittävän suuria, ja ne erottuvat selvästi taustastaan.		
Tietojen esitystavat ovat työtehtävään sopivat.		
Värejä käytetään ohjeiden ja vakiintuneiden käytäntöjen mukaisesti.		
Ohjaimien liikkeet ovat luontevia, ja niiden käyttöön on riittävästi tilaa.		
Ohjaimien asento (toimintatila) on nähtävissä.		
Ohjaimien ja näyttöjen liikesuunta on odotusten mukainen.		
Ohjaimien vahinkokäyttö on estetty.		
Ohjaimet ja näytöt on sijoitettu ja ryhmitelty tarkoituksenmukaisesti.		
Ohjelmistot noudattavat ohjelmistoergonomian vaatimuksia.		
10. Ympäristötekijät	K	E
Valaistustaso on tehtävään sopiva ja riittävän tasainen.		
Valon tulosuunta on hyvä, valaistus ei häikäise eikä heijastele.		
Lämpöolot ovat työtehtävän ominaisuuksiin (raskaus, liikkuvuus) sopivat.		
Kosketettavissa olevien kuumien pintojen lämpötilat ovat riittävän alhaiset.		
Melu ei ole liiallista eikä työtä häiritsevää (esim. äkillistä, vaihtelevaa, korkeataajuista).		
Äänisignaalit ja puhe ovat vaivatta kuultavissa mahdollisesta melusta huolimatta.		
Tärinää ei esiinny niin paljon, että se vaikeuttaisi työn hallintaa tai olisi fyysinen lisäkuormitustekijä (tärinäarvot määritetty standardeissa).		
11. Työkohteen ominaisuudet	K	E
Tuotteen rakenneratkaisut eivät aiheuta hankalia työasentoja tai työliikkeitä.		
Tuotteen käsittely ja pakkaus on vaivatonta (esim. ei liiallista voiman tarvetta).		
Tuotteen osien käsittely on helppoa.		
Valmistuksessa tarvittavat osat voidaan sijoittaa riittävän lähelle.		

Ergonomian tarkastuslistassa on hyödynnetty Työterveyslaitoksen kustantamaa Ergonomiaopas – koneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen -kirjaa.

Turvallinen ja tuottava tuotantoympäristö teollisuudessa – ergonomiaa suunnitteleamalla

Uusiin tuotantomenetelmiin investoidaan ja uusia tuotantofilosofioita hyödynnetään parempaa tuottavuutta ja kannattavuutta haettaessa. Yleisesti näyttää kuitenkin siltä, että usein unohdetaan yksi ilmeisimmistä työhön ja sen tuottavuuteen liittyvistä näkökulmista ja kehityskohteista eli ergonomia.

Tässä julkaisussa kuvataan ergonomiaa siinä laajuudessa kuin se tulisi huomioida. Julkaisu on suunnattu pääasiassa yritysten teknologia- ja laitehankinnoista vastaaville, käyttöönottajille ja suunnittelijoille sekä työsuojelusta vastaaville ja toteuttaville henkilöille.

