

Ergonomian avulla käytettävämpiä koneita

**Dos, TkT, Eur.Erg. Arto Reiman,
Oulun yliopisto, tuotantotalous**



Teknologiat kehittyvät ja haasteet kasvavat...

'our capacity to digest and interpret data has not developed to keep pace with the machines'

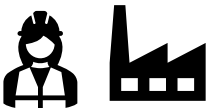


1700-luvun lopulta...

...1900-luvulle...

.. ja lopulta 2000-luvulle...

- de Winter & Hancock (2021) [Why human factors science is demonstrably necessary: historical and evolutionary foundations](#),
- European Commission (2021) [What is Industry 5.0?](#)





...kun työelämä matkaa kohti teollisuus 5.0 -visiota...

...tulee teknologioita suunniteltaessa kiinnittää entistä enemmän huomiota mahdollisuuksiin mitä tuovat mukanaan kehitysaskeleet

- 1) yhteistyörobotiikan,
- 2) puheen ja eleiden tunnistamisen,
- 3) rasituksen seurannan,
- 4) fyysisten suorituskykyjen parantamisen,
- 5) tekoälyn ja kognitiivisten ihmiskykyjen yhdistämisen sekä
- 6) etäläsnäolon kehittämisen osalta

- EU (2023): [ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector](#)
- Reiman ym. (2024) [Miten suomalainen työelämä vastaa Teollisuus 5.0 -murrokseen?](#)



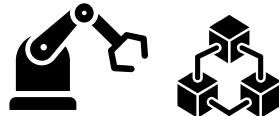


...myös ihmisiin kohdistuvat suunnittelu- vaatimukset kasvavat...



Kuva ei ole täydellinen. Lue uusista teknologioista esim.:

- EU (2020): [Curriculum Guidelines 4.0.](#)
- Dornelles ym. (2022): [Smart working in Industry 4.0](#)





...ja painottuvat fyysisistä kuormitustekijöistä psykososiaalisiin ja kognitiivisiin...

Informaatioergonomia: Tiedon vastaanotto ja käsittely

- tietoaineksen voimakkuus
- merkityksen tunnistaminen (vastaavuus)
- tietomäärän käsittelyn kapasiteetti (muistaminen)
- tarkkaavaisuus/vireys/valppaus

Kognitiivinen ergonomia: Laitteiden/toiminnan ymmärtäminen

- laitteiden toimintatapa, toimintaprosessit, konteksti
- toiminnan ja poikkeustilanteiden hallinta





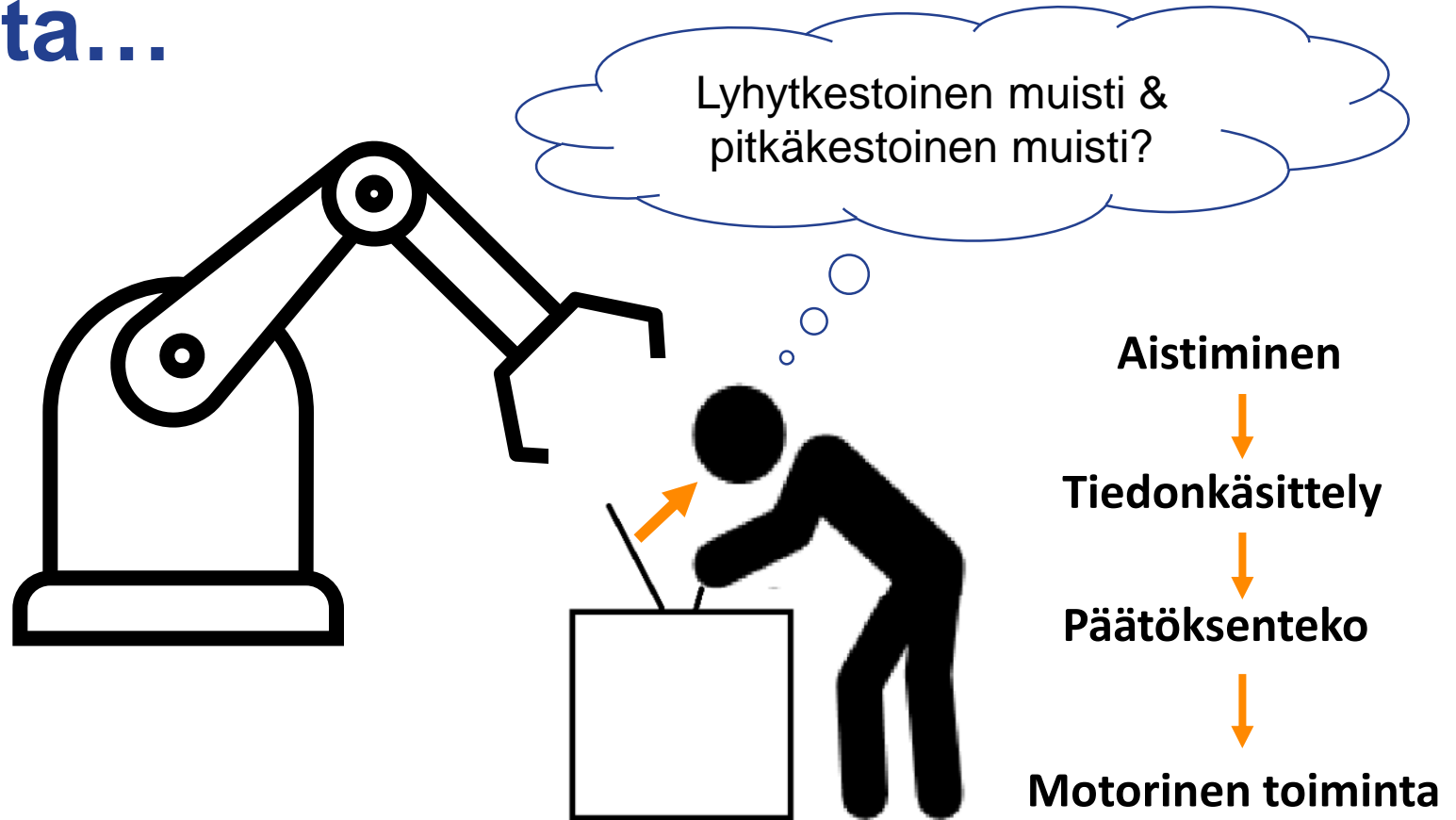
Kun suunnitellaan ihminen-teknologia(kone)-vuorovaikutusta...

Laitteiden on **itse** kerrottava

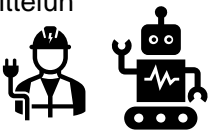
- miten ne toimivat
- mitä niillä voidaan tehdä
- missä toimintatilassa ne ovat
- miten niiden kanssa on toimittava
- mikä on toiminnan tulos

Laitteilla on voitava **kokeilla** (opetella)

- virheenteko on vaikeaa
- virheet ovat heti nähtäviä
- virheiden korjaaminen on helppoa
- laite voidaan helposti palauttaa alkutilaansa



- EN 894-1:2009: Koneturvallisuus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnittelun ergonomiset vaatimukset.
- EU:n koneasetus (2023): [Olenaiset terveyst- ja turvallisuusvaatimukset](#)
- Takala & Reiman. (2024). Ergonomia. Teoksessa: [Fysiatria](#). Duodecim.
- Launis & Lehtelä (2006). Ergonomiaopas. Työterveyslaitos.





...tarvitaan ymmärrystä ihmisen tiedonkäsittelykyvyn rajallisuudesta...

Lyhytkestoinen muisti ja sen kapasiteetti: 5-9 tietoyksikköä joka säilyy työmuistissa.

....mutta myös pitkäkestoinen muisti, selitysmuisti, toimintomuisti...

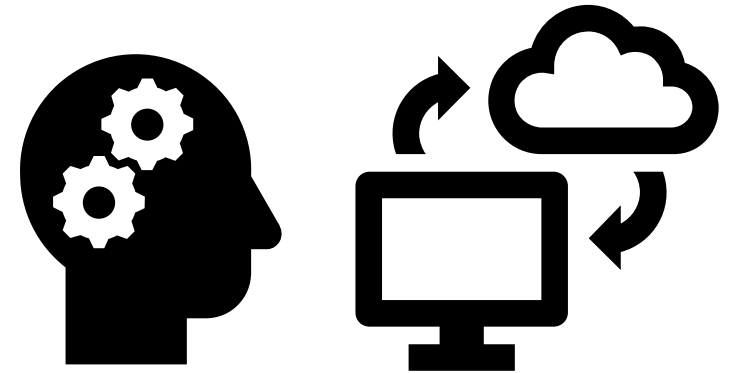
Tietoyksikkö:

Esim. toisistaan riippumattomat kirjaimet: U T O A "kuluttavat" neljä yksikköä, kun taas jos niistä muodostuu merkityksellinen kokonaisuus AUTO, niin se muodostaa yhden tietoyksikön

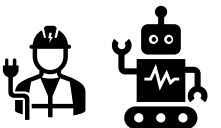
002419586 (9 yksikköä)

002 419 586 (3 yksikköä)

Tietoyksikkö säilyy muistissa vain lyhyen aikaa; n. 70s



- EN 894-1:2009: Koneturvallisuus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnittelun ergonomiset vaatimukset.
- Launis & Lehtelä (2006): Ergonomiaopas. Työterveyslaitos.





...toisaalta emme saisi myöskään unohtaa fyysistä ergonomiaa...

Koneasetus ohjaa tarkastelemaan mm. voimankäyttöä, käyttäjän fyysisiä mittoja, työasentoja ja -liikkeitä, sekä tilaa liikkumiselle

Suunnittelun lähtökohtana käytetään liian usein keskimääräistä mieshenkilöä

...on yhdenmukaistettuja eurooppalaisia standardeja, jotka eivät välttämättä sovellu kaikille kuluttajille ja työntekijöille...

- EU:n ns. [koneasetus](#) (2023).
- EU (2023): Study on the inclusiveness of anthropometrics in European harmonised standards: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1712e683-b4ec-11ee-b164-01aa75ed71a1/language-en>





...raportin mukaan 964 standardissa on olemassa antropometriakytkös...

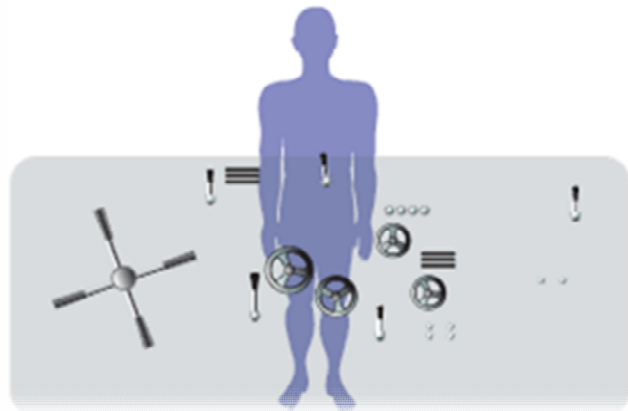
...isossa osassa antropometriset tiedot kuvattu puutteellisesti...

... tai diversiteetti huomioitu heikosti...

...jolloin jää suunnittelijan vastuulle huomioda kohderyhmän erityispiirteet...

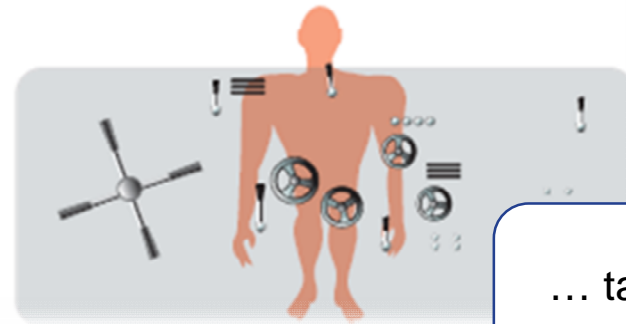
Mutta osataanko kohderyhmän antropometrisia tietoja kerätä ja huomioda riittävästi koneiden suunnittelussa?

Normal operator



"The Cranfield Man": (the ideal lathe turner)

- 1.35m tall
- 2.44 m arm span
- 0.61m shoulder width

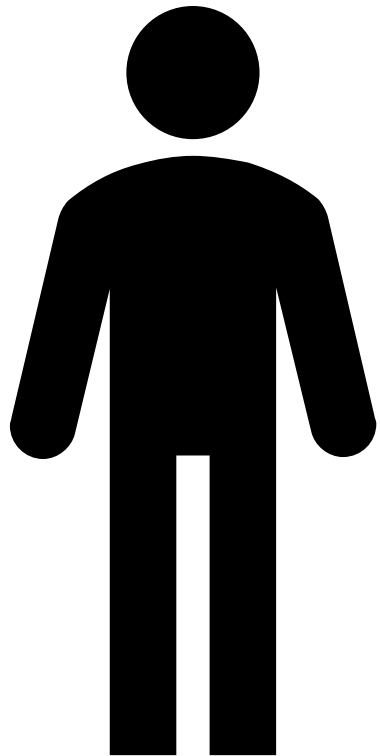


- Berlin & Adams (2017). Production ergonomics. Designing work systems to support optimal human performance. Ubiquity Press, London





Miksi ajantasainen antropometria-tieto on tärkeää?



Kansallisuus	M P50 (mm)	N P50 (mm)
Hollantilainen	1 806	1 673
Japanilainen	1 696	1 570
Kenialainen	1 720	1615
Suomalainen*	1790	1660

Suomalaiset* (mm)	
M P95 1890	N P95 1760
M P5 1690	N P5 1560

Pituus, keskiarvo (cm)

Alue ja väestöryhmä	2017			
	Arvo	Alaraja	Yläaraja	Lkm.
Koko maa				
Miehet: 18+v	177.5	177.1	177.9	2707
Naiset: 18+v	163.2	162.9	163.6	3184
Miehet: 18-64v	178.9	178.4	179.3	1944
Naiset: 18-64v	164.4	164.1	164.8	2191
Miehet: 18-29v	180.8	179.5	182.1	242
Naiset: 18-29v	164.8	163.8	165.8	280
Miehet: 30+v	176.7	176.4	177.1	2465
Naiset: 30+v	162.8	162.5	163.2	2904
Miehet: 30-64v	178.2	177.8	178.6	1702
Naiset: 30-64v	164.3	164	164.6	1911
Miehet: 65+v	173.7	173.1	174.2	763
Naiset: 65+v	159.4	158.8	159.9	993
Miehet: 30-39v	179.3	178.7	179.9	413
Naiset: 30-39v	165.1	164.3	165.9	489
Miehet: 40-49v	178.6	177.8	179.5	454
Naiset: 40-49v	165.2	164.8	165.7	496
Miehet: 50-59v	177.6	176.9	178.4	531
Naiset: 50-59v	164.1	163.5	164.6	598
Miehet: 60-69v	175.9	175.4	176.4	602
Naiset: 60-69v	161.7	161.2	162.1	686
Miehet: 70-79v	173.8	173.1	174.4	359
Naiset: 70-79v	159.6	159	160.3	455
Miehet: 80+v	170	168.6	171.4	106
Naiset: 80+v	156.4	155.3	157.5	180

- Launis & Lehtelä (2011) Ergonomia. Työterveyslaitos (suomalaisia mitta-arvioita*).
- CEN ISO TR 7250-2:2024:en: Basic human body measurements for technological design. Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations
- ISO 7250-1:2017: Basic human body measurements for technological design. Part 1: Body measurement definitions and landmarks-
- Finterveys: https://www.terveytemme.fi/finterveys/html/ft17_t2_3_pituus.html





EN 13087-6:2012

Protective helmets - Test methods - Part 6: Field of vision



Personal Protective Equipment Regulation
CEN/TC 158 - Head protection

EN 13087-6 specifies test methods for the field of vision of protective helmets. The aim is to assess the helmet's performance as specified in the appropriate helmet.

ANTHROPOMETRIC ADEQUACY

EN 13087-6:2012 has an overall low level of anthropometric adequacy.



Anthropometrics coverage

While the standard considers head sizes, it does not mention the relevance of the distance between the eyes and the position of the eyes in the skull. The latter unconsidered dimension plays a key role in defining the field of vision.

Statistical inclusiveness

The standard proposes a graphical representation of how to perform the field of vision test in relation to a generic headform. It states that 'a series of angle templates or other means of assessing angles of visions' without indicating the actual number of tests to be carried out. As far as the size(s) of headforms are concerned, the standard refers to EN 960:2006.

Data representativeness

The standard provides generic considerations on the field of vision without mentioning that it depends on anthropometric measures that might vary across individuals. The visual representation provided shows a generic head without references to age or gender.

IMPACT ON THE EUROPEAN POPULATION

EN 13087-6:2012 has a potentially high impact on the health of the European population.

Severity of the impact

An improper field of vision can have potential safety implications, which could indirectly risk death or injury. Improper field of vision can lead to hazards, such as reduced awareness, impaired depth perception, inadequate hazard detection and decreased reaction time.



Reference population

The requirements set out in the standard apply to all protective helmets that the entire European population could potentially use. Protective helmets might indeed be used in a wide range of human activities, from sport and recreational activities to professional activities.

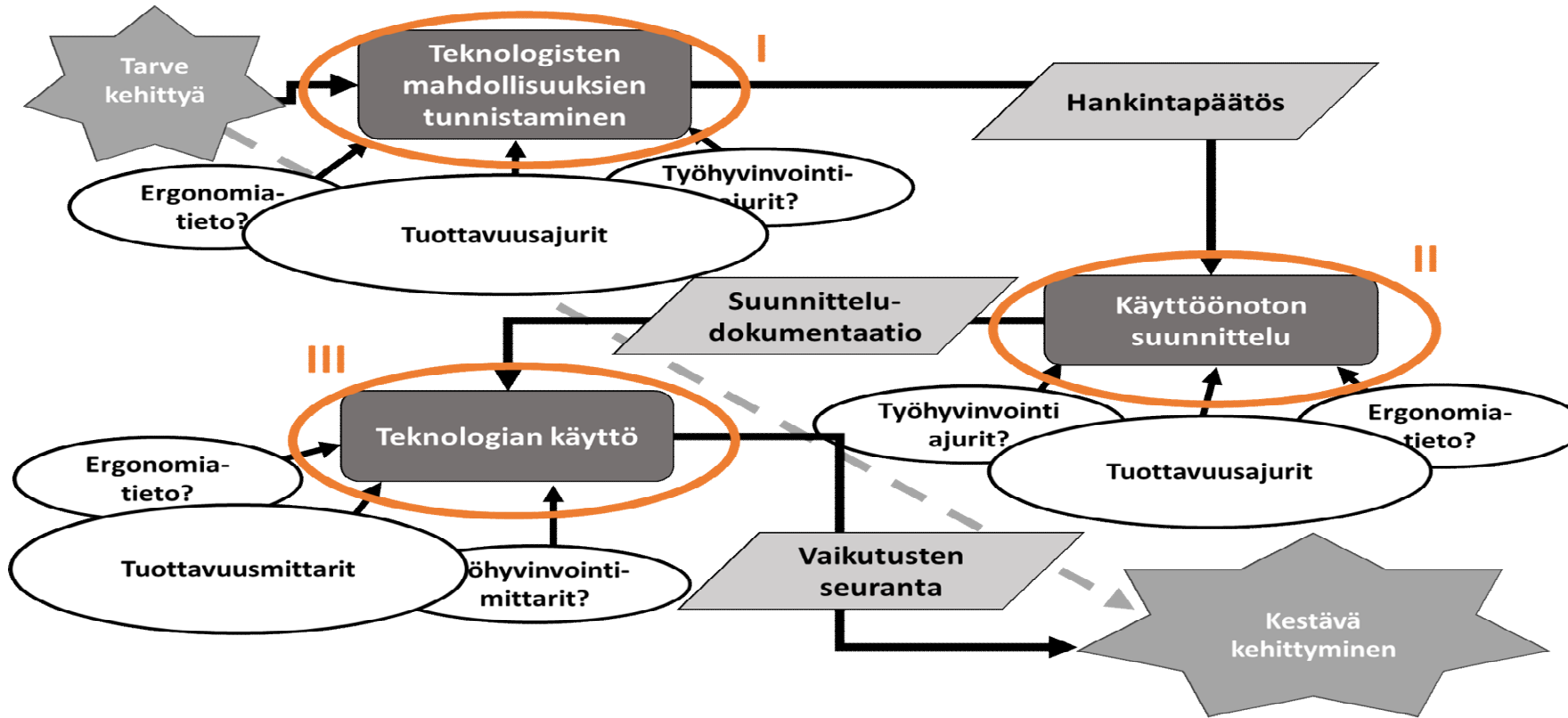


- EU (2023): Study on the inclusiveness of anthropometrics in European harmonised standards: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1712e683-b4ec-11ee-b164-01aa75ed71a1/language-en>





...ergonomiaymmärrys pitäisi viedä käytäntöön organisaatiossalla...



DigiKyvykäs-



Euroopan unionin
osarahoittama

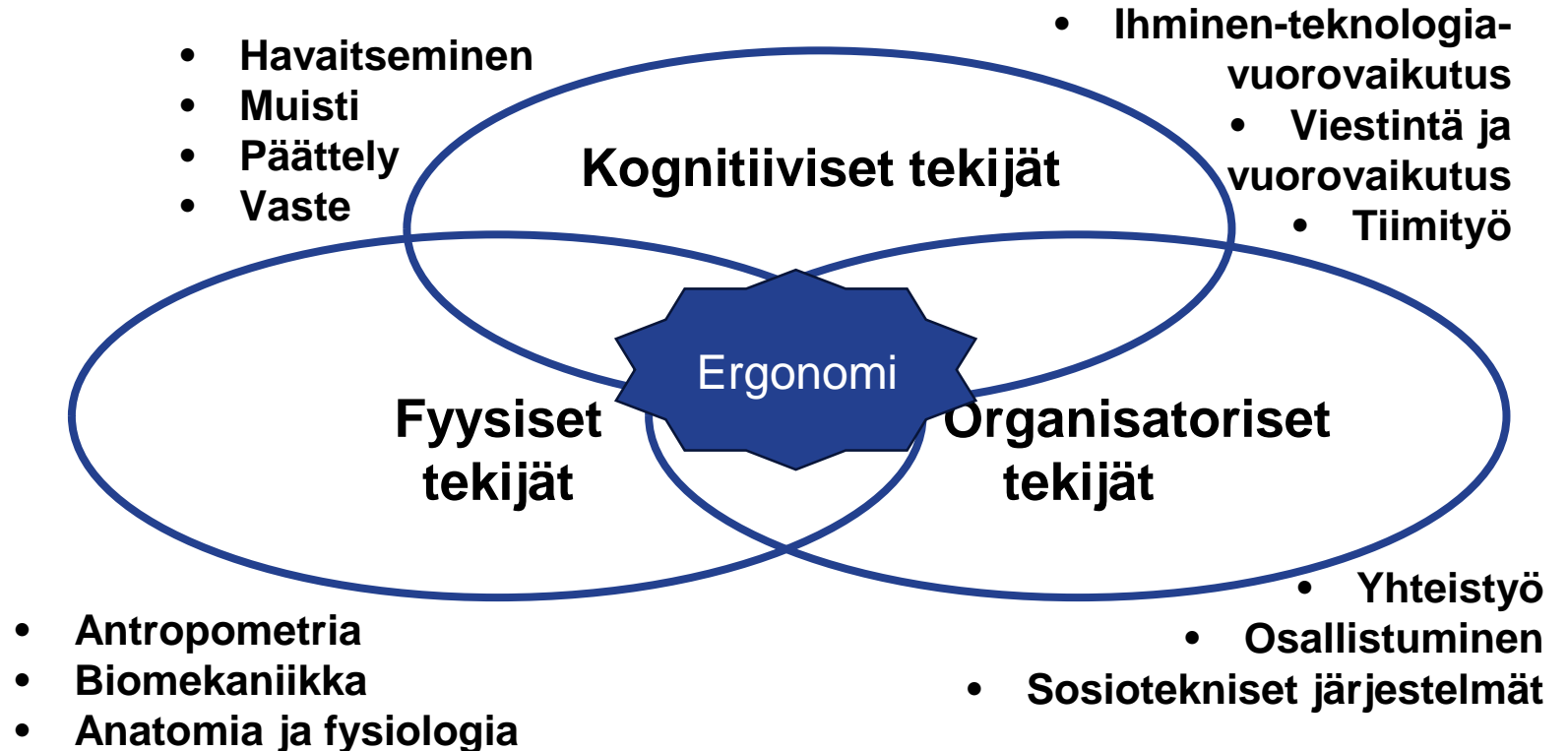
- Reiman ym. (2021) [ERGO 2030 – tiekartta ihmisen huomioimiseen suunniteltaessa ja sovellettaessa uutta teknologiaa teollisuudessa](#)
- Reiman ym. (2024) [Human Work in the Shift to Industry 4.0: A Road Map to the Management of Technological Changes in Manufacturing.](#)





...mutta mistä näitä ergonomeja löytyy vastaamaan tarpeisiin?

SFS-EN ISO 6385: Ergonomia (ja Human factors) (HFE) “...on tieteenala, jonka kohteena on ihmisen ja järjestelmän muiden osien vuorovaikutuksen ymmärtäminen, sekä osaamisalue, joka soveltaa teoriaa, periaatteita, tietoja ja menetelmiä suunnitteluun ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän kokonaissuorituskyvyn optimoimiseksi”



- SFS-EN ISO 6385: 2016. Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet.
- International Ergonomics Association: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
- Suomen Ergonomiayhdistys: <https://ergonomiayhdistys.fi/>





...kuka tulkitsee nyt ergonomiastandardeja?

ERGONOMIASTANDARDIEN LUETTELO 2019-12-18

Sisällys

Ergonomian perusstandardit	2
Kone- ja laitesuunnittelun ergonomiset perusteet.....	2
Henkilönsuojaimet.....	2
Henkinen työkuormitus.....	3
Antropometria ja mitoituksen suunnittelu.....	3
Ihminen-kone-rajapinta (ohjaimet, merkinantolaitteet) ja puhekommunikaatio.....	4
Voimankäytön suunnittelu	5
Ympäristö, lämpöolot ja pintalämpötilat.....	5
Ohjelmistoergonomia, käytettävyys ja saavutettavuus	6
Suunnitteluprosessit vuorovaikutteisille järjestelmille	8
Näköergonomia, valaistus ja sähköiset näytöt.....	9
Fyysiset osoitin- ja syöttölaitteet.....	10
Valvontakeskusten ergonominen suunnittelu	10

• MetSta – horisontaalinen standardisointialue:
<https://metsta.fi/standardisointiryhma/ergonomia-sr-122/>



Ergonomian ja käytettävyyden
standardit

Ergonomian perusstandardit

SFS-EN ISO 6385

Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet, 2004

Kone- ja laitesuunnittelun ergonomiset
perusteet

ISO 614-1 + A1

Terminologia ja yleiset periaatteet, 2009

ISO 614-2 + A1

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Työtehtävien ja koneen suunnittelun väliset
suhteet, 2008

ISO 13861:en

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2011

ISO/TR 22411

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2010

ISO 13921:en

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2007

ISO 10075-1:en

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2000

ISO 10075-2:en

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2000

ISO 10075-3:en

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2000

ISO 547-1 + A1

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2008

ISO 547-2 + A1

Terminologia ja yleiset periaatteet.
Terminologia ja yleiset periaatteet, 2008

SFS-EN 547-3 + A1

Koneurvaus. Ihmisen mitat.
Osa 3: Antropometriset tiedot, 2008

SFS-EN ISO 7250-1

Ihminen perusmitat teknistä suunnittelua varten.
Osa 1: Ihmisen perusmittojen määrittämät
ja mittausperiaatteet, 2010

SFS-EN ISO 14738

Koneurvaus. Koneeseen liittyvien työskentelypaikkojen
suunnittelun antropometriset vaatimukset, 2008

SFS-EN ISO 15535:en

Yleiset vaatimukset antropometristen tietokantojen
luomiseksi, 2012

SFS-EN ISO 15536-1:en

Ergonomia. Tietokonepohjaiset ja muut ihmismallit.
Osa 1: Yleiset vaatimukset, 2008

SFS-EN ISO 15536-2:en

Ergonomia. Tietokonepohjaiset ja muut ihmismallit.
Osa 2: Toimintojen todentaminen ja mittojen kelpuus
tietokonepohjaisissa ihmismallijärjestelmissä, 2007

SFS-EN ISO 15537

Periaatteet kaikenikäisten valitsemiseksi ja käyttämiseksi
teollisten tuotteiden ja rakenteiden antropometristen
ominaisuuksien testaamisessa, 2004

SFS-EN ISO 20685:en

Kolmiulotteiset skannausmenetelmät kansainvälisesti vertail
kelpoisten antropometristen tietokantojen luomiseksi, 2010

Ihminen-kone-rajapinta (ohjaimet,
merkinantolaitteet) ja puhekommunikaatio

SFS-EN 842 + A1

Koneurvaus. Näköön perustuvat vaarasignaalit.
Yleiset vaatimukset, suunnittelu ja testaus, 2008

SFS-EN 894-1 + A1

Koneurvaus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien
suunnittelun ergonomiset vaatimukset. Osa 1: Yleiset
periaatteet koskien ihmisen ja merkinantolaitteiden sekä
ohjaimien vuorovaikutusta, 2008

SFS-EN 894-2 + A1

Koneurvaus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnit
telun ergonomiset vaatimukset. Osa 2: Merkinantolaitteet,
2008

SFS-EN 894-3 + A1

Koneurvaus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnit
telun ergonomiset vaatimukset. Osa 3: Ohjaimet, 2008

SFS-EN ISO 15265:en
Lämpöolosuhteiden ja lämpöolosuhteiden
vaikutusten arvioinnin menetelmät
SFS-EN ISO 9241-20
Tietä ja viestintätekniikan laitteiden sekä
ohjainten käyttöä koskevat ohjeet, 2009

0
vaikutusten ergonomi
aattien, 2009
1
vaikutusten ergonomi
aattien, 2011
2
vaikutusten ergonomi
aattien, 2012

3
vaikutusten ergonomi
aattien, 2013

4
vaikutusten ergonomi
aattien, 2014

5
vaikutusten ergonomi
aattien, 2015

6
vaikutusten ergonomi
aattien, 2016

7
vaikutusten ergonomi
aattien, 2017

8
vaikutusten ergonomi
aattien, 2018

9
vaikutusten ergonomi
aattien, 2019

10
vaikutusten ergonomi
aattien, 2020

11
vaikutusten ergonomi
aattien, 2021

12
vaikutusten ergonomi
aattien, 2022

13
vaikutusten ergonomi
aattien, 2023

14
vaikutusten ergonomi
aattien, 2024

15
vaikutusten ergonomi
aattien, 2025

16
vaikutusten ergonomi
aattien, 2026

17
vaikutusten ergonomi
aattien, 2027

18
vaikutusten ergonomi
aattien, 2028

19
vaikutusten ergonomi
aattien, 2029

20
vaikutusten ergonomi
aattien, 2030

21
vaikutusten ergonomi
aattien, 2031

22
vaikutusten ergonomi
aattien, 2032

23
vaikutusten ergonomi
aattien, 2033

24
vaikutusten ergonomi
aattien, 2034

25
vaikutusten ergonomi
aattien, 2035

26
vaikutusten ergonomi
aattien, 2036

27
vaikutusten ergonomi
aattien, 2037

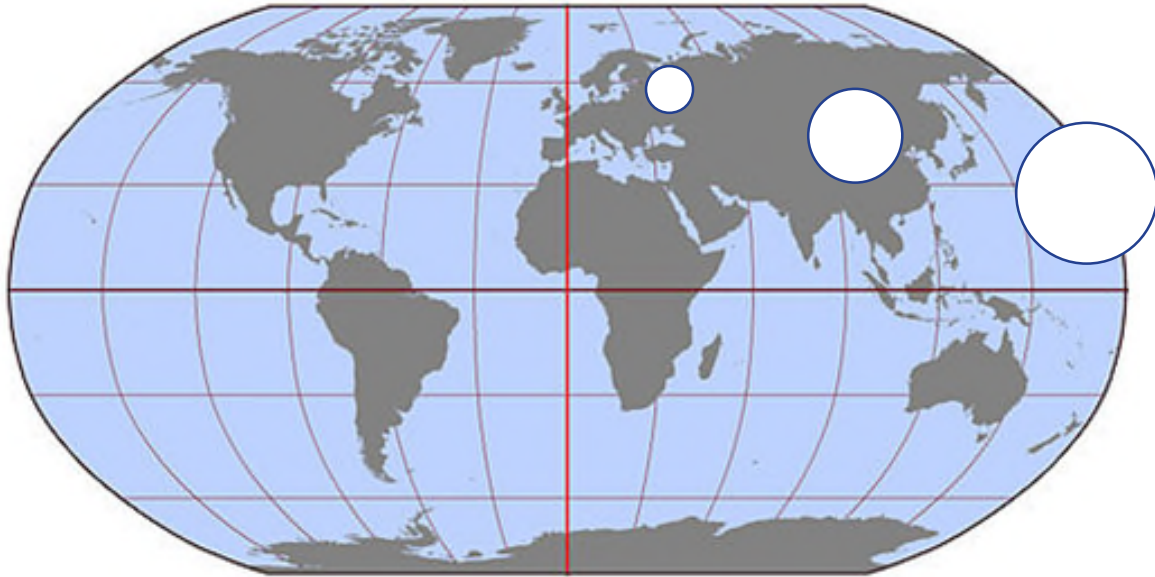
28
vaikutusten ergonomi
aattien, 2038

29
vaikutusten ergonomi
aattien, 2039

30
vaikutusten ergonomi
aattien, 2040



... ja mistä lähtökohdista suunnittelua tehdään Suomessa ja suomalaisille...



kolmasosa kaikista 60 pituuspiirin
yläpuolella asuvista ihmisistä on
suomalaisia. **Osataanko
suunnittelussa ottaa riittävällä
tavalla huomioon pohjoisen
erityisolosuhteita; neljää
vuodenaikaa, lämpötilojen
vaihtelua ja luonnonvalon
aiheuttamia kontrasteja?**

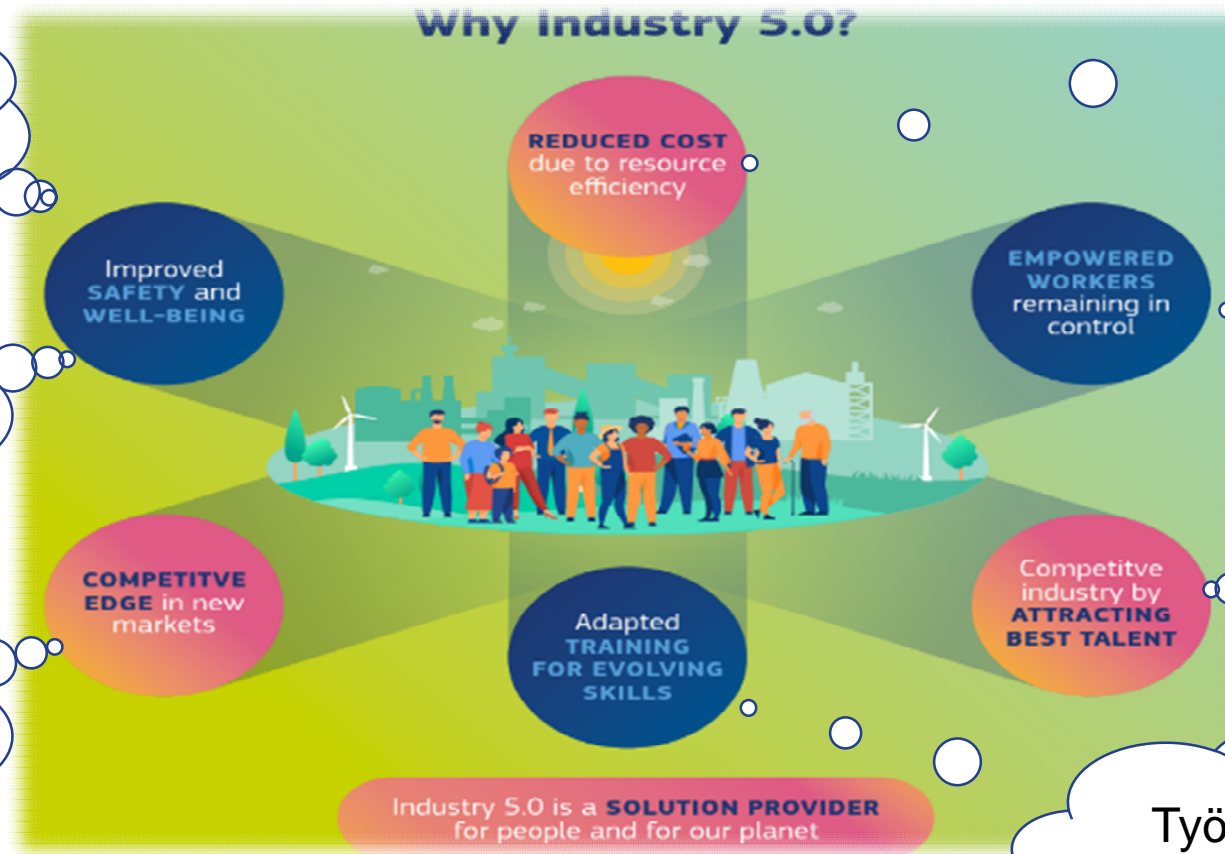


...kun suunnittelijankin katseen pitäisi toisaalta olla jo tulevaisuudessa...

Turvallisuuden
varmistaminen?

Hyvinvoinnin
tukeminen?

Kyky luoda
uutta?



Ihminen
kilpailukyvyn
tekijänä?

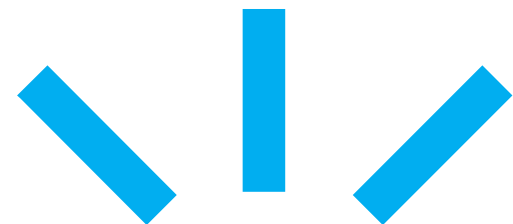
Työntekijöiden
motivointi?

Työntekijöiden
houkuttelu?

Työntekijöiden
osaaminen?

- EU: Industry 5.0: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en





**OULUN
YLIOPISTO**