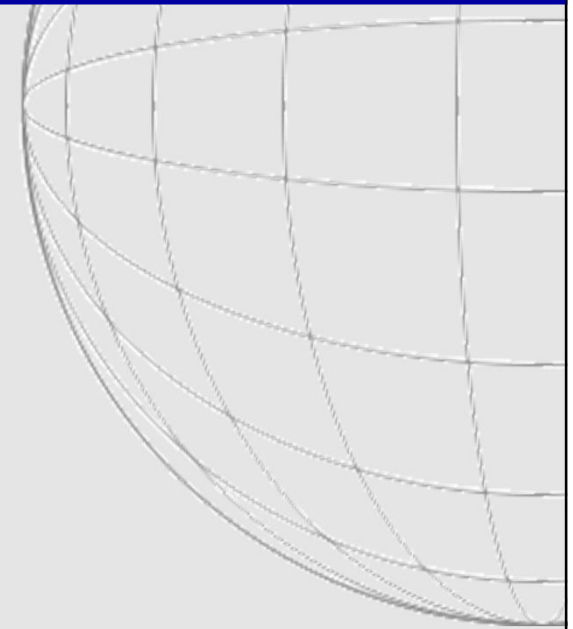


L u e n n o

# Tilasuunnittelu



## Luennon sisältö

- Tilasuunnittelun tasot ja tavoitteet
- Process layout
- Product layout
- Muut tilaratkaisut

A wireframe globe is positioned in the upper right corner of the slide, showing a grid of latitude and longitude lines.

# **Tilasuunnittelun tasot ja tavoitteet**

# Mistä tilasuunnittelussa on karrikoiden kyse?



# Tilasuunnittelussakin on useita eri tasoja

**Miten eri osastot on  
sijoitettu toisiinsa  
nähdén**

**Miten asiat on  
sijoitettu osaston  
sisällä**

**Miten yksittäinen  
työpiste on  
järjestetty**

# Suunnittelulla tuetaan yrityksen tavoitteita

- case kasino -



# Tilasuunnittelun tavoitteet ja ongelmat

- **Työtilojen ja -prosessien suunnittelulla pyritään koneiden, ihmisten ja tilan mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön**
  - tilasuunnittelu vaikuttaa suoraan toiminnan tuottavuuteen, kapasiteetin käyttöasteeseen, viihtyvyyteen, myyntiin jne.
  - huono tilaratkaisu hidastaa prosessia (materiaalin hallinnan kautta), nostaa kustannuksia, laskee tuottoja...
- **Tilasuunnittelua ei tehdä tyhjiössä**
  - tuote, tuotantotyyppi, vaaditut koneet ja kapasiteetti huomioitava
  - fyysinen rakennus ja tilat rajoittavat luovia ratkaisuja
  - työnteon laatua (“quality of work life”) ei saa myöskään unohtaa
  - muutokset kalliita (harvoin tehty ja erittäin suunniteltu päätös)
    - uudet työtavat ja teknologian kehitys vaativat/mahdollistavat tilojen ja toiminnan jatkuvan kehittämisen

# Tilasuunnittelussa huomioitavia muuttujia

## • Tehokkaat tuote- ja informaatiovirrat

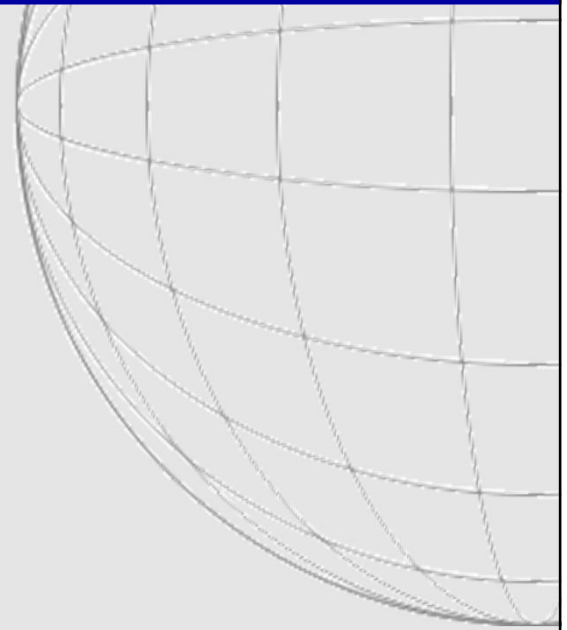
- välimatkojen ja materiaali-hallinnan minimointi
- läpimenoaikojen minimointi
- työntekijöiden tehokas käyttö
- tilan/sit.pääoman minimointi
- laadun ja huoltotoiminnan edistäminen
- koordinaatio ja kommunikaatio
- näkyvyys ja identifiointi
- joustavuuden turvaaminen
- asiakaskäyttämisen ohjaus

## • Turvallisuus ja vartiointi

- Uskottavuus / imago
- Keskittymiskyky
- Kulttuuriset tavoitteet
  - esim. symboliikka ja Feng Shu
- Viihtyvyys
- Asiakastyytyväisyys
- Helppopääsyisyys
- Kulkureitin maksimointi
- Tuotevalinnan ohjaus

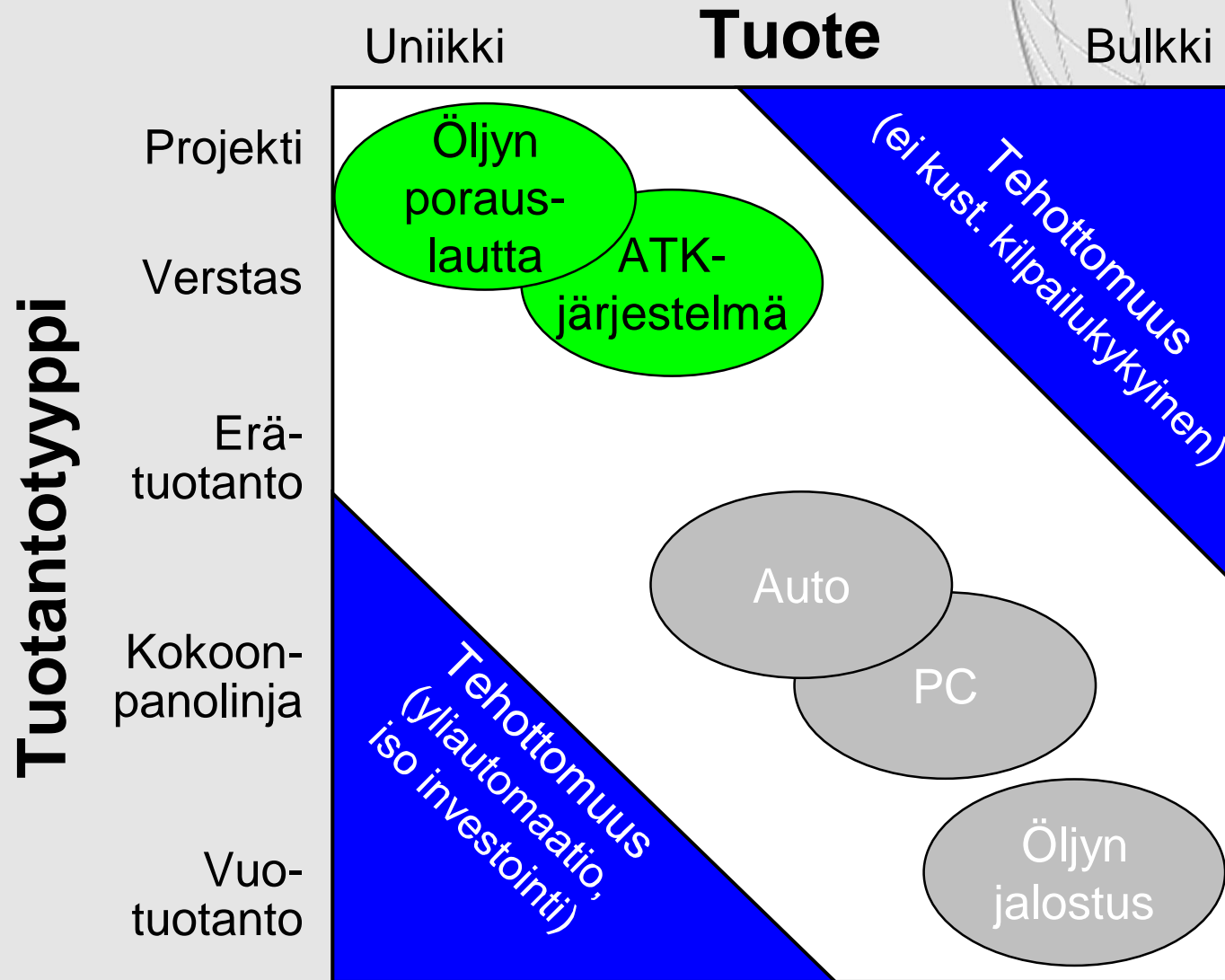
**Miten mitataan ja kuka päättää mikä on tärkeitä?**

# Process layout





# Eri tuotantotyypit vaativat erilaiset layoutit

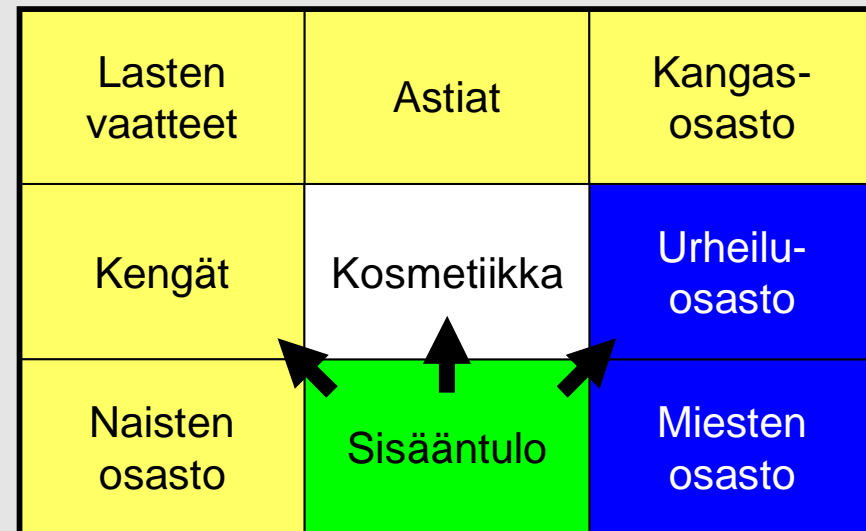
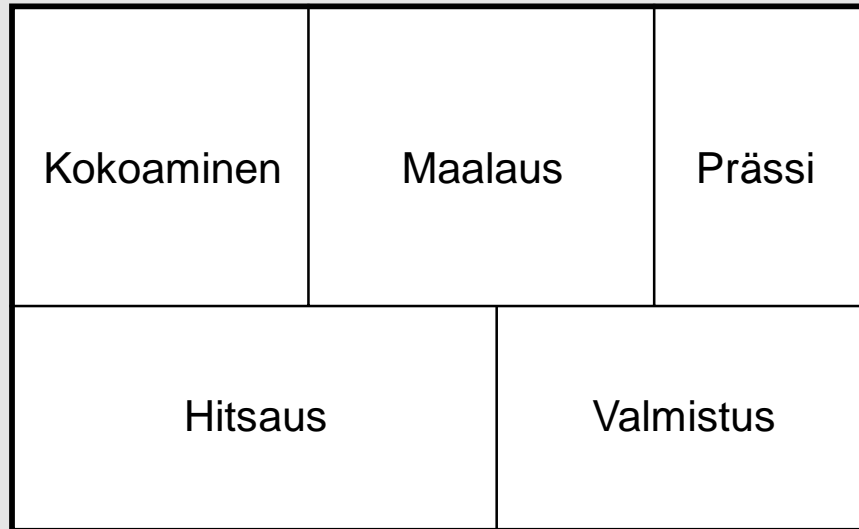


# Process layout

## - funktionaalinen järjestys -

- **Tilasuunnittelu pohjautuu “koneiden” tehtäviin**
  - samanlaiset tehtävät keskitetty samaan paikkaan
    - esim. ravintolat, sairaalat, toimistot, tavaratalot
- **Tavoitteena tehokas ja joustava järjestys**
  - käyttökohteena pääasiassa verstaas- ja soluprosessit
    - layout usein keskeisin verstaan tehokkuuden muuttuja!
  - käytetään myös paljon osasysteemeissä
- **Toisiinsa liittyvät vaiheet/osastot lähekkäin**
  - sijoittelua varten pyritään löytämään ns. “hidden patterns”
- **Erityyppisiä suunnittelumenetelmiä käytössä**
  - matkojen ja kustannusten minimointi (load/weighted-distance)
  - suhdekaavio (kvalitatiivisemmat tilanteet)
  - tietokoneheuristiikat

# Process layout



# Process layout

## - funktionaalinen järjestys -

- **Tilasuunnittelu pohjautuu “koneiden” tehtäviin**
  - samanlaiset tehtävät keskitetty samaan paikkaan
    - esim. ravintolat, sairaalat, toimistot, tavaratalot
- **Tavoitteena tehokas ja joustava järjestys**
  - käyttökohteena pääasiassa verstaas- ja soluprosessit
    - layout usein keskeisin verstaas tehokkuuden muuttuja!
  - käytetään myös paljon osasysteemeissä
- **Toisiinsa liittyvät vaiheet/osastot lähekkäin**
  - sijoittelua varten pyritään löytämään ns. “hidden patterns”
- **Erityyppisiä suunnittelumenetelmiä käytössä**
  - matkojen ja kustannusten minimointi (load/weighted-distance)
  - suhdekaavio (kvalitatiivisemmat tilanteet)
  - tietokoneheuristiikat

# Process layout -suunnittelu

## - matkojen minimointi -

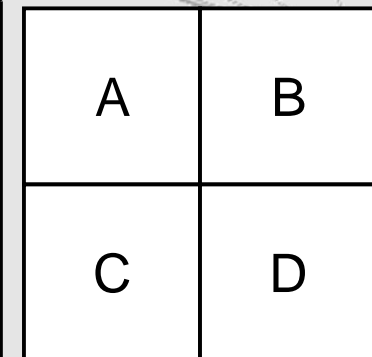
Selvitetään osastojen välinen liikenne

Osastojen välinen liikenne				
	A	B	C	D
A	-	12	10	8
B		-	20	6
C			-	0
D				-

rektilineaarisia "unit-etäisyyksiä"

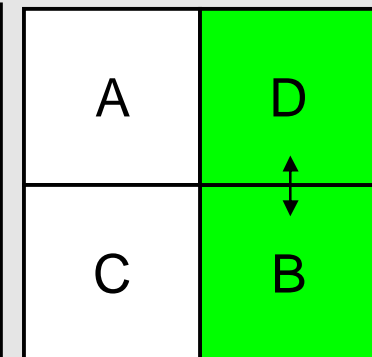
Lasketaan nykyisen tilaratkaisun liikennemäärä\* etäisyys (ns. load/weighted-distance)

Osastot	Liikennemäärä	Etäisyys
A-B	12	1
A-C	10	1
A-D	8	2
B-C	20	2
B-D	6	1
C-D	0	1
<b>Summa (ld-score)</b>	<b>84</b>	



Sijoitetaan osastot niin, että liikennemäärä\*etäisyys minimoituu

Osastot	Liikennemäärä	Etäisyys
A-B	12	2
A-C	10	1
A-D	8	1
B-C	20	1
B-D	6	1
C-D	0	2
<b>Summa (ld-score)</b>	<b>68</b>	



# Laskuissa käytetään erilaisia etäisyyssmittoja

20m	20m		Euklidiset etäisyydet A:sta
	A	20m 40m	
20m	20m	28,3m 44,7m	

A	1	2	Euklidiset "unit"-etäisyydet A:sta
1	1,41	2,23	

A	20m	40m	Rekti-lineariset etäisyydet A:sta
20m	40m	60m	

A	1	2	Rekti-lineariset "unit"-etäisyydet A:sta
1	2	3	

A	0	1	Rinnakkais-(adjacent) etäisyydet A:sta "0-tapa"
0	0	1	

A	1	2	Rinnakkais-(adjacent) etäisyydet A:sta "1-tapa"
1	1	2	

jne.

# Process layout -suunnittelu

- matkojen minimointi palveluissa harvoin tavoitteena -

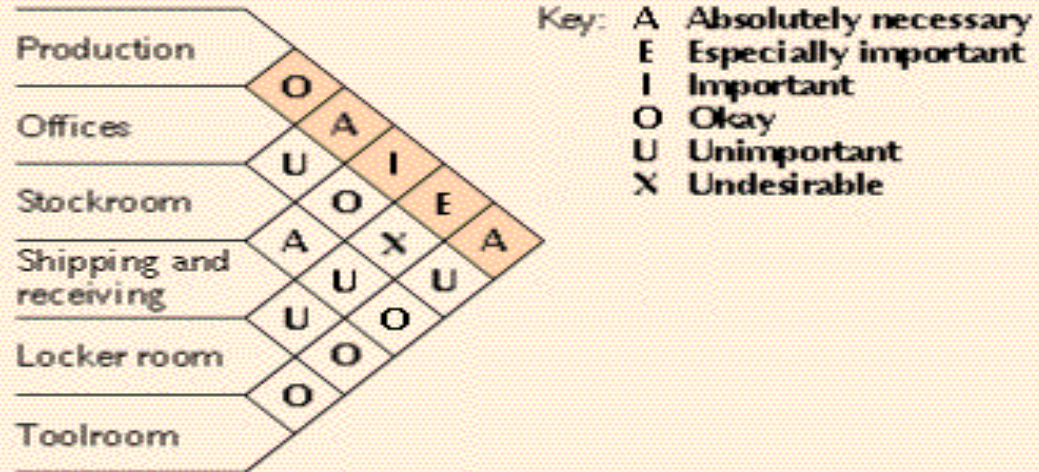


# Process layout -suunnittelu

## - suhdekaavio -

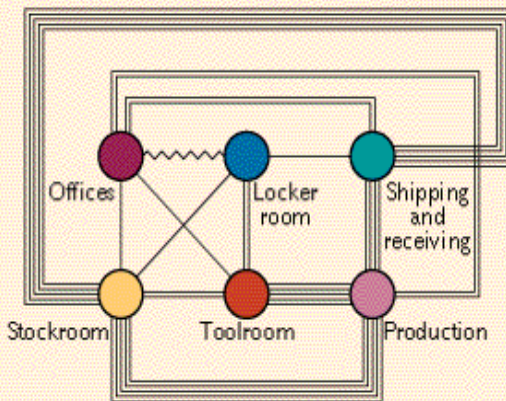
**Vaihe 1:**  
Määritellään eri osastojen keskinäinen tärkeyssuhde

(numerodataa ei käytössä)

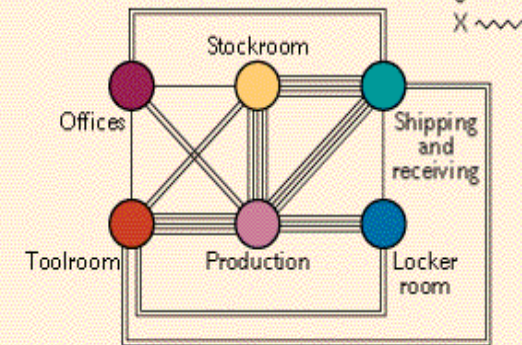


**Vaihe 2:**  
Sijoitetaan osastot niin, että keskenään tärkeät sijaitsevat lähellä

(a) Relationship diagram of original layout



(b) Relationship diagram of revised layout



Key:

- A
- E
- I
- O
- U
- X



# Tilojen koon suunnittelu

- case yleiset/ravintoloiden vessat -



**2 / ilta**  
**45 sekuntia**

**Käyntikerrat**  
**Kesto**

**4 / ilta**  
**80 sekuntia**

- **Sijoittelussa tulee huomioida myös tilojen koot**
  - koot usein riippuvaisia tarpeesta ja oikeudenmukaisuudesta
    - palveluissa asiakastyytyväisyys keskeisin tilakokojen määrittäjä
- **Oikeudenmukaisuuden määrittäminen ongelmallista**
  - WC-päätöksissä sama määrä asiakaspaikkoja vai sama odotusaika?
    - Kaliforniassa laki; miesten ja naisten asiakaspaikkojen suhde 2:3
    - ratkaisuna mm. siirrettävät väliseinät, yhteinen pesutila, "unisex"
    - miten peilien poistaminen tai hinnoittelu vaikuttaisivat käyttäytymiseen?

# Ei omia vessoja naisille ja miehille ja kuntosalin pukuhuoneetkin on unisex Helsingin yliopiston uudessa Tiedekulmassa – ”Kyllä unisex-vessat ovat naisten vessoja sotkuisempia”

**HELSINGIN YLIOPISTON** Tiedekulmassa nuori mies kävelee yleisten vessojen luokse, katselee hetken hämillään ovien symboleita ja valitsee sitten kahden unisex-vessan välissä olevan inva-wc:n. Miesten ja naisten erillisiä vessoja ei ole tarjolla.

Moni muu tepastelee vessoihin tottuneesti huomioimatta ovissa olevaa unisex-merkintää. Merkissä on vierekkäin miehen ja naisen symbolit.

**MIKÄÄN** uusi ilmiö unisex-vessat eivät Suomessa missään nimessä ole. Esimerkiksi Kluuvien kauppakeskukseen avattiin unisex-vessa jo vuonna 2011. Espoon kaupungin kirjastoissa on ollut unisex-vessat viime vuodesta lähtien ja Turun yliopisto on ilmoittanut muuttavansa kaikki yliopiston wc-tilat sukupuolineutraaleiksi vuoden 2019 loppuun mennessä.

Espoon nuorisovaltuusto ehdotti jo vuonna 2014, että kaupungin kouluihin saataisiin unisex-vessoja.

Takapakkiaakin on tullut: Yle uutisoi huhtikuussa, että Koskelan yläkoulun oppilaat Mänttä-Vilppulassa kokivat koulunsa unisex-käymälät likaisiksi ja epäsiisteiksi. Osa oppilaista kertoi pidättelevänsä koko päivän, koska ei halunnut käydä unisex-vessoissa. Koulussa päädyttiin vaihtamaan osa niistä takaisin miesten ja naisten vessoiksi.



# Tilasuunnittelulla myös ohjataan kuluttajaa

## - case ruokakauppa ja tavaratalo -

- **Ruokakaupan suunnittelu varsinaista tiedettä**
  - pakkokierto usein välttämätöntä
  - volyymituotteet takana seinien vieressä
  - keskeiset tuotteet hyllyrivien keskellä
  - parhaat tuotteet silmäkorkeudella
  - impulssi- ja katetuotteet hyvin esillä
  - ”tarpeettomat” tuotteet käden ulottuvilla
- **Tavaratalot eivät paljon jäljessä**
  - katetuotteet ovesta ensimmäisenä
  - kampanjatuotteet hyvin esillä jne.
  - tarjoustuotteet piilossa kaukana takana



# Esillepano keskeistä varsinkin kaupassa

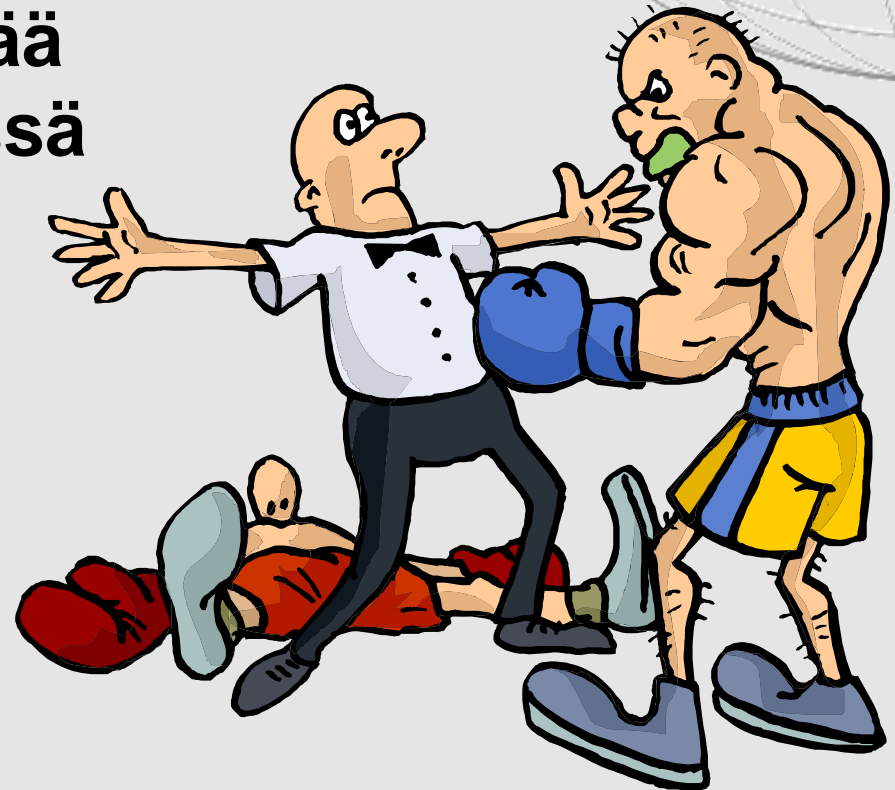
- **Sisääntulon helppous usein aliarvioitu muuttuja**
  - avoin, ilmava, kutsuva...
- **Yleinen ilmapiiri vaikuttaa paljon kuluttajien viihtyvyyteen**
  - melun määrä, mahdollinen musiikki, valojen määrä ja asettelu, lämpötila, tuoksut jne.
- **Käytännön ratkaisujen merkitystä ei tule unohtaa**
  - hyllyjen korkeus ja materiaali
  - tuotteiden runsaus ja ryhmittely
  - sovituskoppien toimivuus jne.
  - kassojen sijoittelu
  - yleinen näkyvyys, kyltit, puhtaus
  - värit, seinät, lattia, katto...



# Kenen ehdoilla tiloja oikein pitäisi suunnitella?

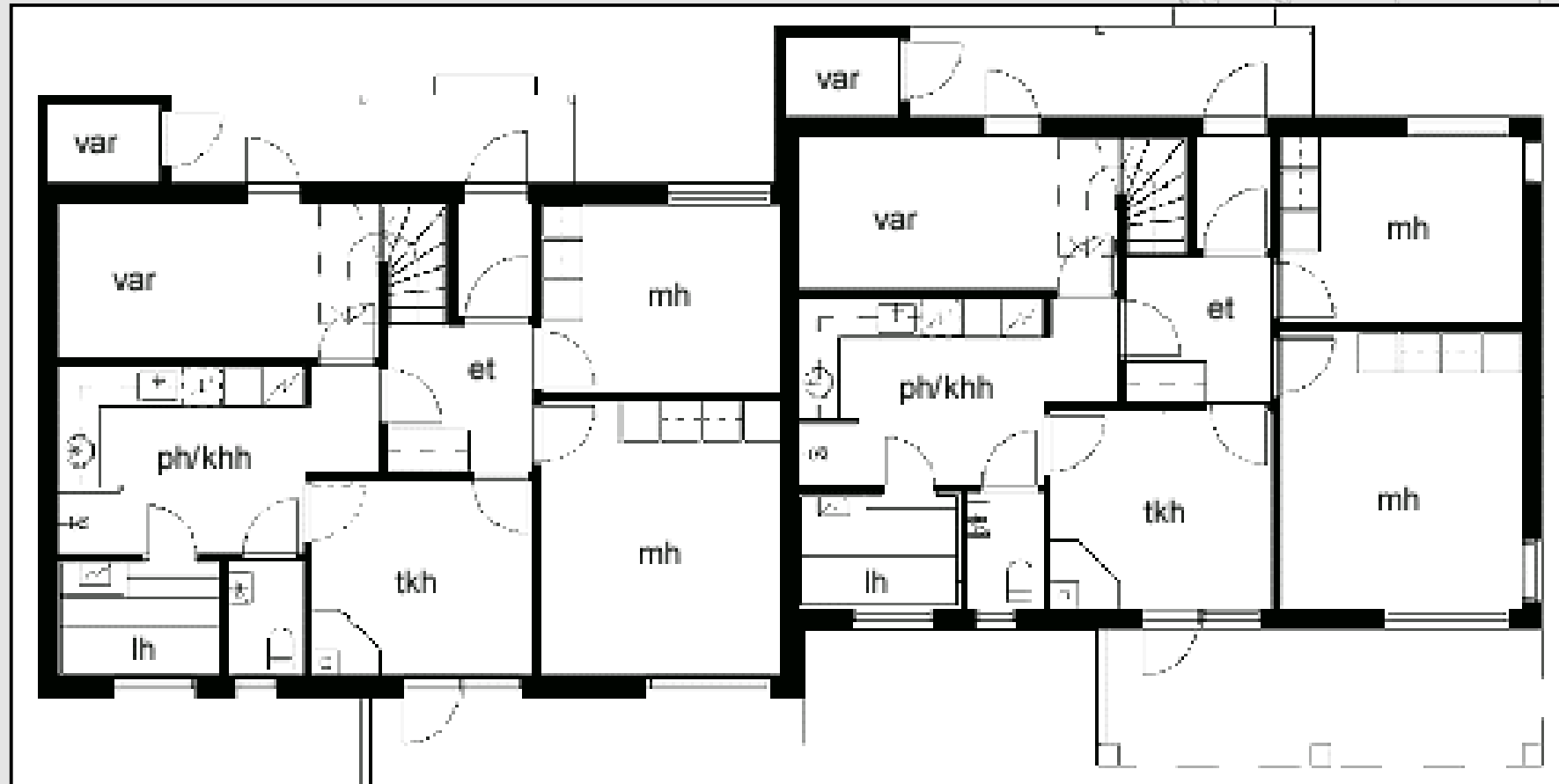
- asiakkaiden vastaisku -

- **Fyysisen ja henkisen tilan merkitys korostunut tutkimuksissa**
  - sijainnin merkitys kuluttajalla dramaattisesti vähentynyt
- **Asiakas haluaa löytää sen mitä on etsimässä**
  - ei liian iso tila
  - ei liikaa tavaraa
  - ei huiputusta
  - ei hienostelua
- **Mitä tämä tarkoittaa kaupalle ja tavara-taloille?**

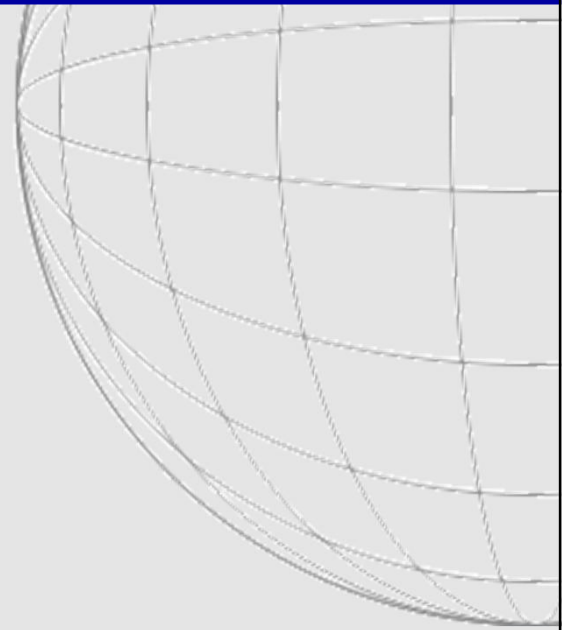


# Process layout -suunnittelu

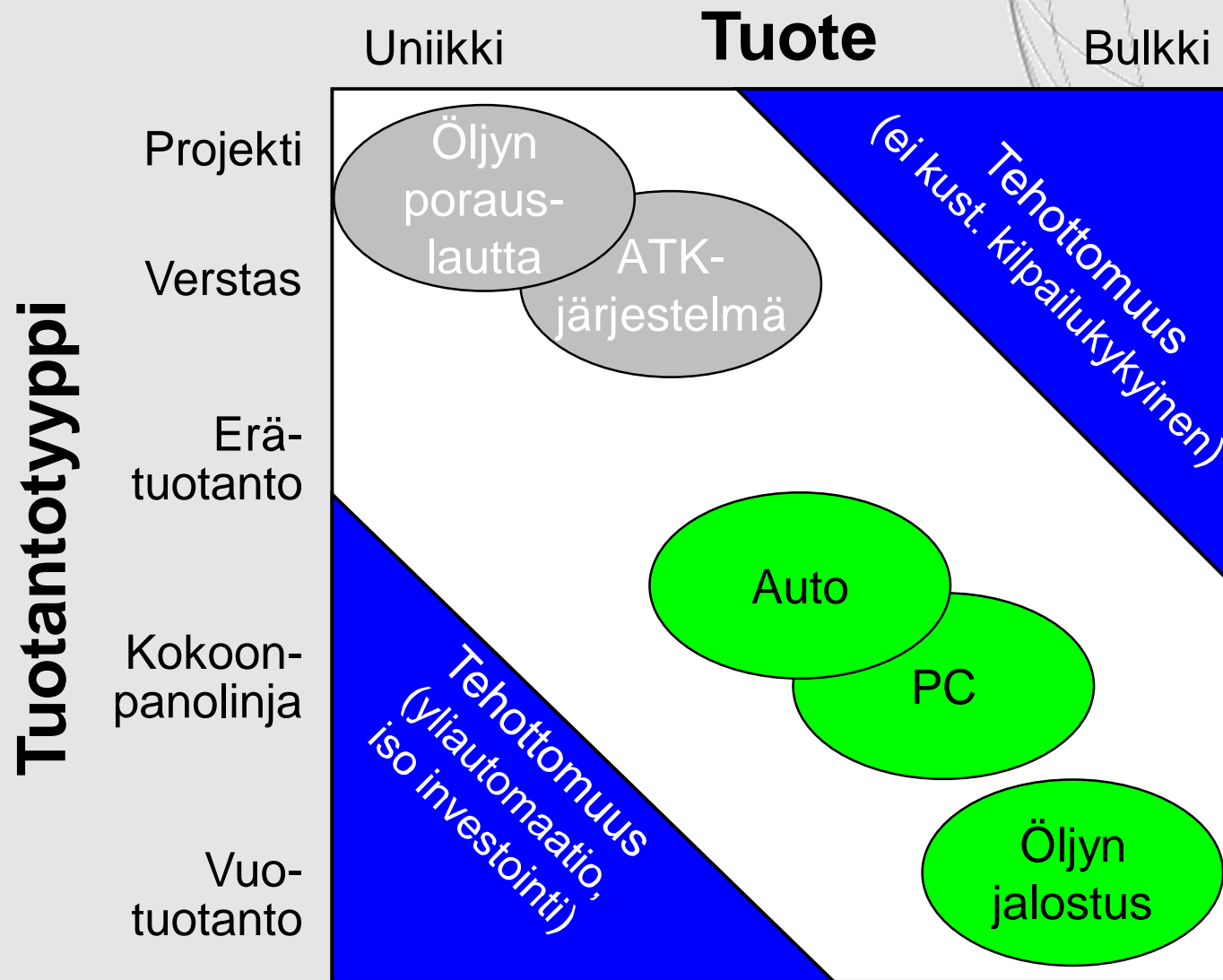
- tilasuunnittelu elää muutoksen ja vaatimusten mukaan -



# **Product layout**



# Eri tuotantotyypit vaativat erilaiset layoutit





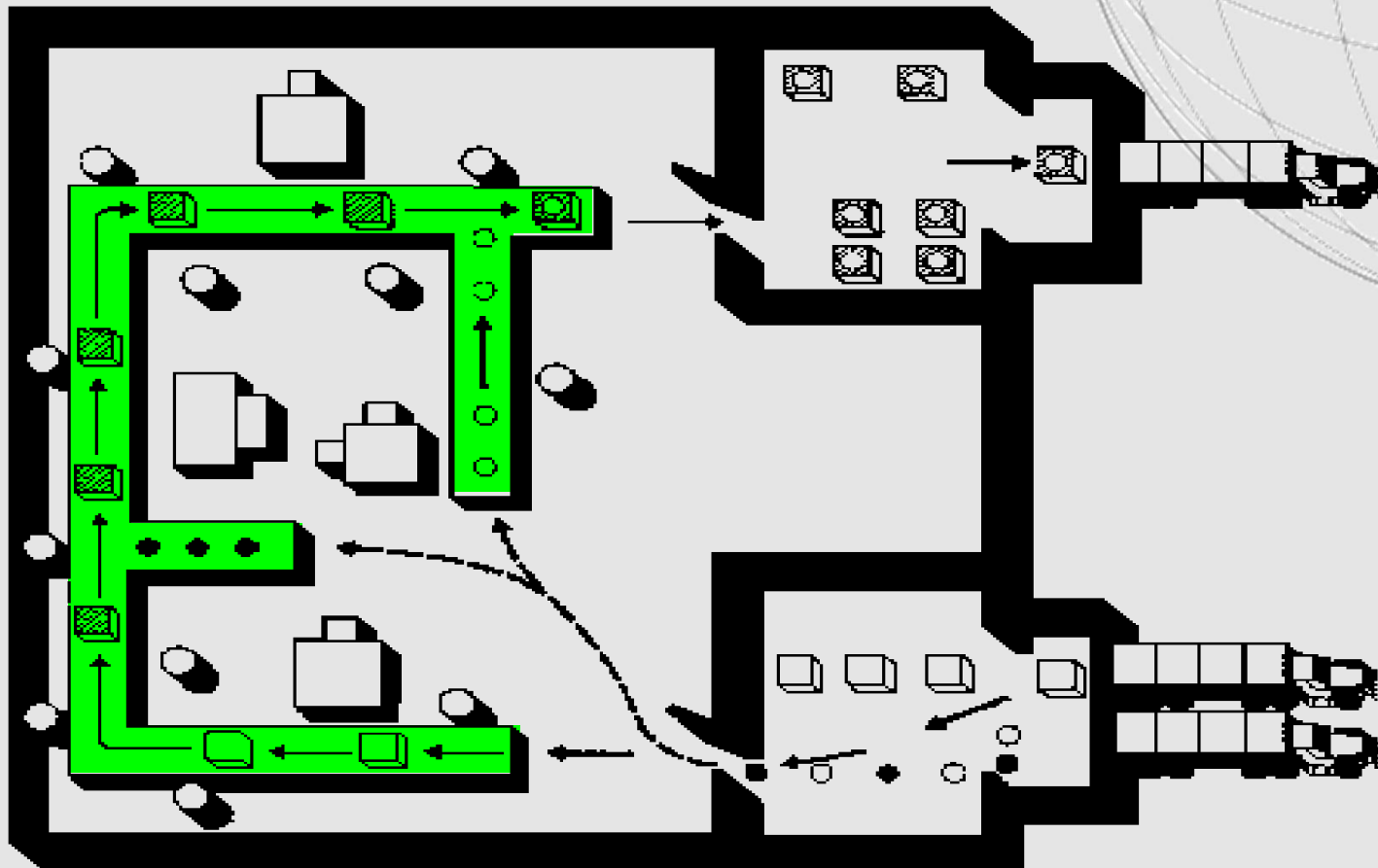
# Product layout

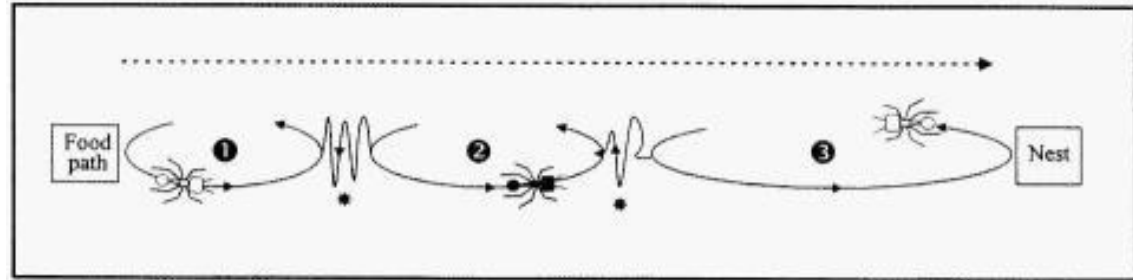


- **Tila suunnitellaan tuotteen ympärille**
  - tekniset ominaisuudet määräävät paljolti layoutin
    - melko helppo suunnitella (ääriesimerkkinä vuotuotanto)
    - käytännössä tiettyä joustavuutta työvaiheiden järjestyksessä löytyy
- **Tavoitteena tasapainoinen tuotantolinja**
  - mahdollisimman sama määrä työtä kaikilla työpisteillä
    - linjan tasapainoisuudella suora vaikutus tuotantomääriin ja valmistuksen yksikkökustannuksiin (= palkkakulut)
- **Tuotantotavoitteisiin pääsemisen lisäksi materiaalikustannuksia minimoidaan**
  - materiaalinsiirtely pyritään saamaan mahdollisimman vähäiseksi
- **Tuotantolinjan muutokset kalliita ja hitaita**
  - tarvittava lisätuotanto tehdään usein mieluummin ylitöinä

# Product layout

- tyypillinen linjastotila -





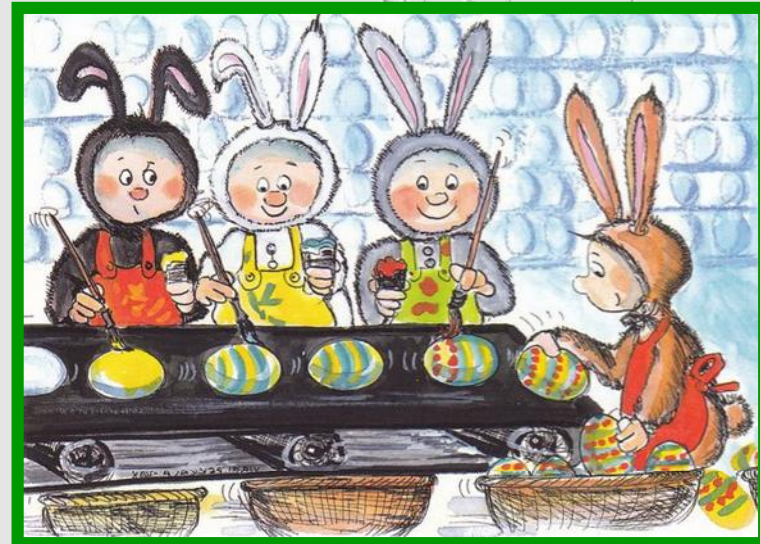
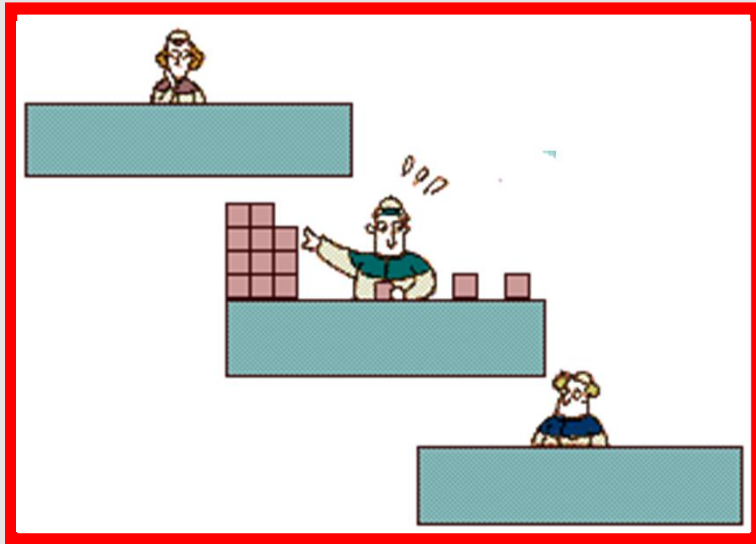
*Linjojen  
toimintalogiikoissa  
luonnollisesti eroja!*

# Product layout



- **Tila suunnitellaan tuotteen ympärille**
  - tekniset ominaisuudet määräävät paljon layoutin
    - melko helppo suunnitella (ääriesimerkkinä vuotuotanto)
    - käytännössä tiettyä joustavuutta työvaiheiden järjestyksessä löytyy
- **Tavoitteena tasapainoinen tuotantolinja**
  - mahdollisimman sama määrä työtä kaikilla työpisteillä
    - linjan tasapainoisuudella suora vaikutus tuotantomääriin ja valmistuksen yksikkökustannuksiin (= palkkakulut)
- **Tuotantotavoitteisiin pääsemisen lisäksi materiaalikustannuksia minimoidaan**
  - materiaalinsiirtely pyritään saamaan mahdollisimman vähäiseksi
- **Tuotantolinjan muutokset kalliita ja hitaita**
  - tarvittava lisätuotanto tehdään usein mieluummin ylitöinä

# Tasapainottamisen idea yksinkertaistaen



**Tehokkuuden takaamiseksi  
työt tulisi jakaa työpisteille  
ajallisesti tasaisesti**

# Tuotantolinjan tasoitusprosessi

## - kaksi erilaista laskutyyppiä -

Haluttu tuotantomäärä (A)

Maksimaalinen tuotantomäärä (B)

Selvitä prosessin vaiheet, keskinäinen järjestys ja yksittäisen vaiheen kesto

Laske halutun tuotantomäärän mukainen sykli aika (*cycle time / takt time*) ja teoreettinen työasemien vähimmäismäärä

Käytä sykli aikana pisimmän vaiheen kestoa ja laske sen avulla teoreettinen työasemien vähimmäismäärä

Ryhmittele työvaiheet työasemille sykli aika ja riippuvuudet huomioonottaen

Laske linjan tehokkuus ja selvitä ratkaisun tyydyttävyyttä

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A1

## - haluttu tuotantomäärä -

Laskujen käsittelystä vastaava esimiestä on pyydetty nostamaan osastonsa kapasiteettia ja laskemaan kuluja siirtymällä tuotantolinjamaiseen prosessiin.

Suunnittelun pohjaksi esimies on selvittänyt käsittelyprosessin vaiheet, keskinäisen järjestyksen ja yksittäisen vaiheen keston (tiedot alla taulukossa).

Jos esimies haluaisi uuden linjan pystyvän käsittelevän 360 laskua tunnissa miten tuotantolinja kannattaisi organisoida?

Vaihe	Kesto (sekuntia)	Edeltävä vaihe
A	6	-
B	2	A
C	6	-
D	2	A
E	4	B,D
F	2	E
G	2	-
H	6	G
I	8	F,H

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A1

- keskeiset kysymykset -

***Linjan sykli aika?***

*eli mikä on tuotteiden valmistumisväli?*

***Tarvittavien työasemien teoreettinen minimimäärä?***



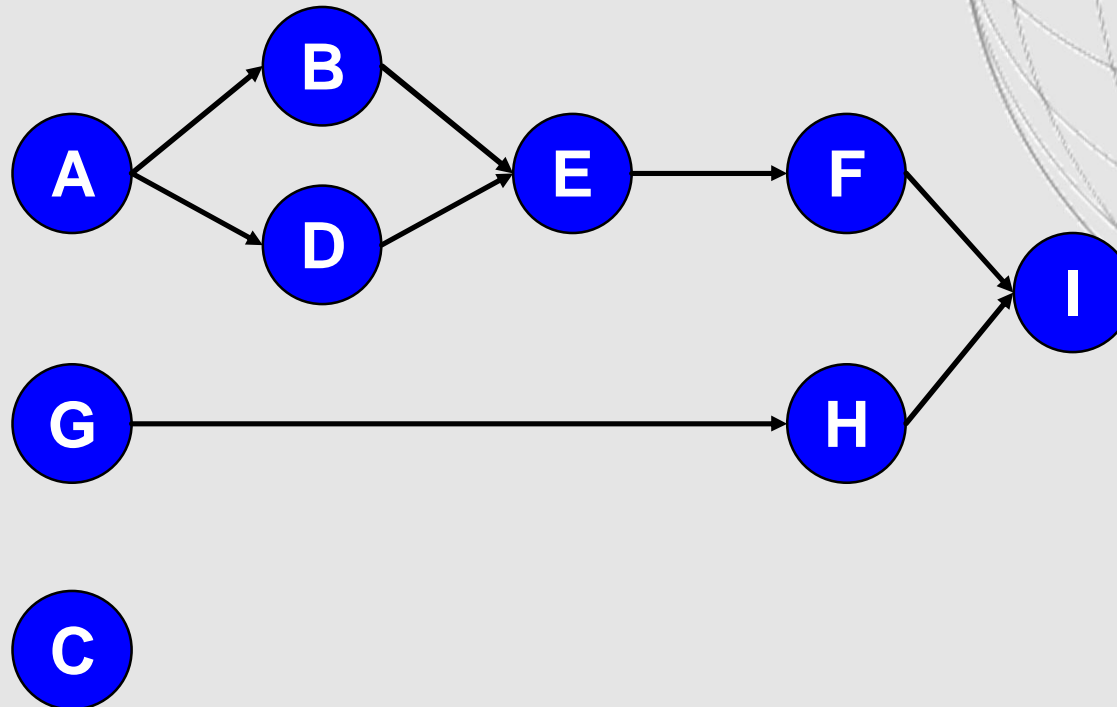
***Työasemien työnjako ja tarvittava lukumäärä?***

***Linjan kapasiteetti ja tehokkuus?***



# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A1

- prosessikuvaus ja keskeiset tunnusluvut -



HUOM!  
Joskus hankala  
jakaa työt  
teoreettiseen  
minimimäärään  
työasemia

**Linjan sykli aika**  
 **$c = 10$  sek.**

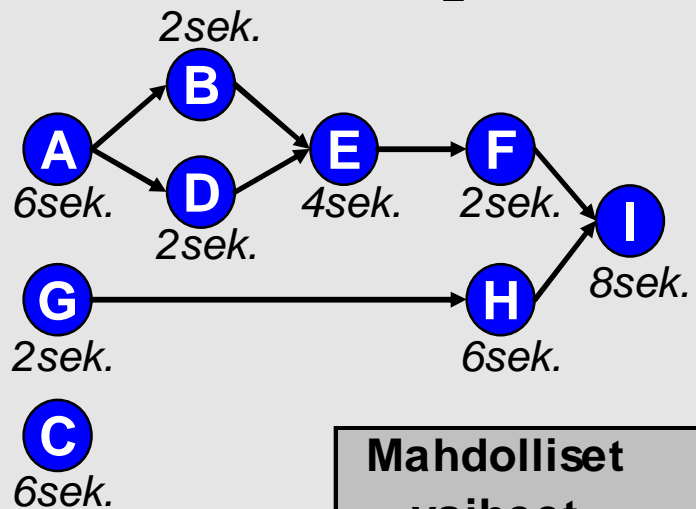
tuotantoaika / tuotantomäärä;  
 $1 \text{ t.} / 360 \text{ kpl} = 10 \text{ sek} / \text{kpl}$

**Työasemien teoreettinen  
minimimäärä  $TM = 4$**

työvaiheiden kokonaisaika / sykli aika;  
 $38 \text{ sek.} / 10 \text{ sek.} = 3,8 \approx 4 \text{ kpl}$

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A1

## - tasapainottaminen LOT-menetelmällä -



(longest operating time)

Mahdollisista vaiheista pisimpään kestävä (LOT), joka vielä mahtuu työasemaan

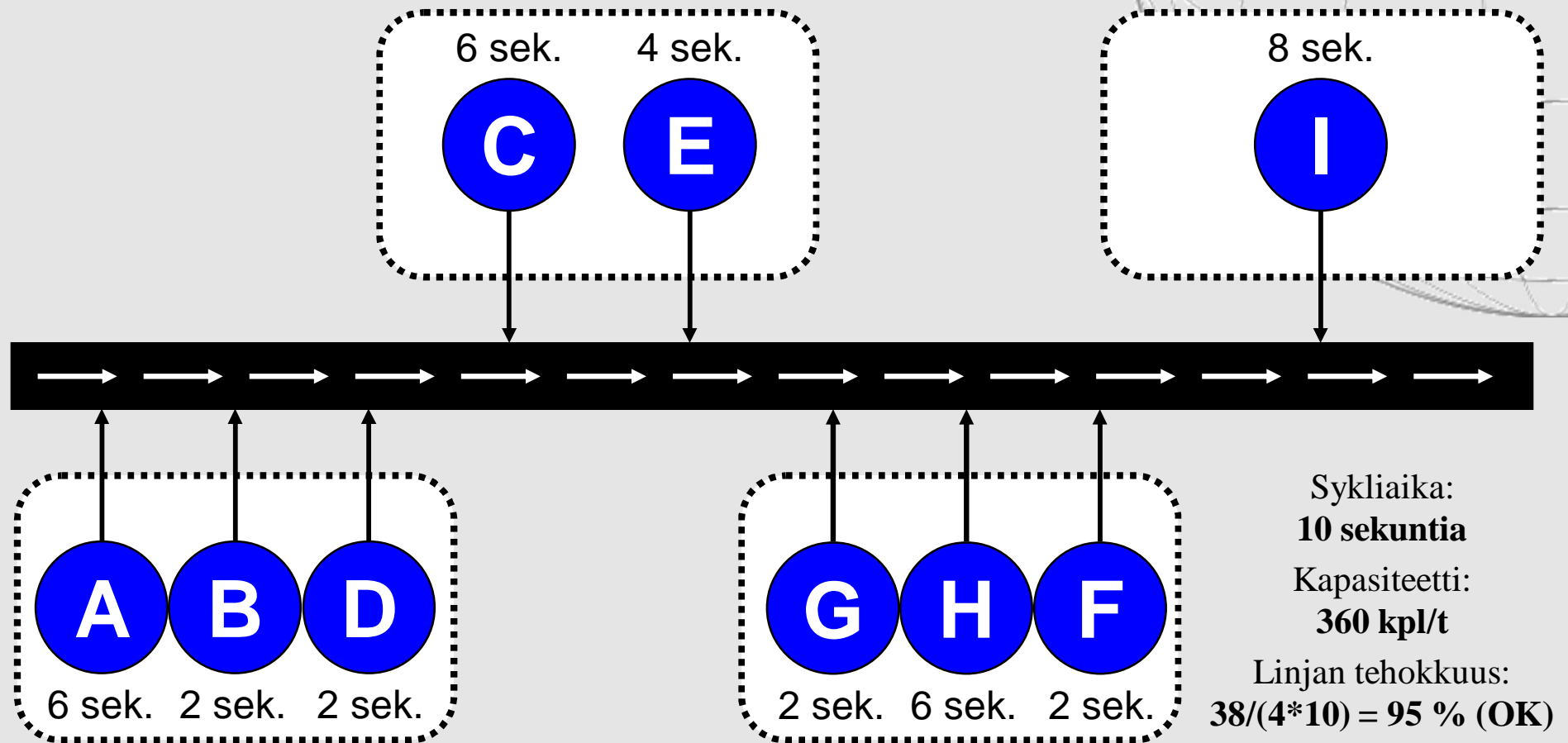
Työvaiheet joiden kaikki edeltävät vaiheet on jo "tehty"

Mahdolliset vaiheet	Valittu vaihe	Työasema	Aikaa jäljellä työasemassa
A,C,G	A	1	4
B,C,D,G	B	1	2
C,D,G	D	1	0
C,E,G	C	2	4
E,G	E	2	0
F,G	G	3	8
F,H	H	3	2
F	F	3	0
I	I	4	2

Sykliajasta vähennetään työasemassa jo tehtävien vaiheiden yhteiskesto

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A1

- työasemat tuotantolinjalla -



HUOM! Toimiva työnjako 4 työasemaan voitaisiin tehdä melko monella muullakin tavalla (esim. CG-ABD-HE-FI).

# Miten työvaiheet ryhmitellään työasemille?

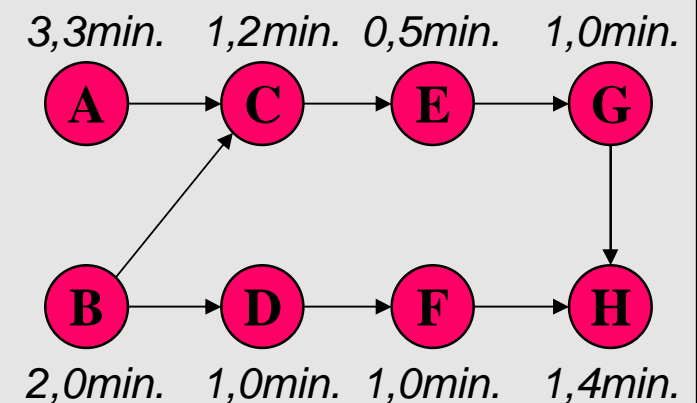
- **Ryhmittelyyn käytetään usein yksinkertaisia peukalosääntöjä (heuristiikkoja)**
  - A. tehtävät ryhmitellään pisimmän käsittelyajan järjestyksessä (LOT)
    - joskus myös tehtävät ryhmitellään lyhimmän käsittelyajan järjestyksessä
  - B. tehtävät ryhmitellään suurimman seuraavien työvaiheiden lukumäärän mukaisessa järjestyksessä
    - joskus myös tehtävät ryhmitellään pienimmän seuraavien työvaiheiden lukumäärän mukaisessa järjestyksessä
  - tasapelitapauksessa käytetään esim. toista säännöistä
- **Lopputulos käytettyä menetelmää tärkeämpi**
  - peukalosääntöjen orjallinen seuraaminen saattaa johtaa harhaan
    - ei siis ole vain yhtä oikeaa menetelmää
- **Tietokoneista apua laajimmissa ongelmissa**

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A2

## - haluttu tuotantomäärä -

Tuuletinyrityksen tavoitteena on valmistaa tuotantolinjassaan 100 tuotetta per päivä. Tuotantoprosessi voidaan jakaa 8 vaiheeseen. Vaiheiden kesto ja järjestys näkyy alla olevasta taulukosta. Tasapainota tuotantolinja niin, että yritys saa tuotettua haluamansa määrän mahdollisimman tehokkaasti ja laske linjan tehokkuus. Yrityksen työntekijät tekevät 7 tunnin päivää.

Vaihe	Kuvaus	Kesto (min.)	Edeltävä vaihe
A	Moottorin kokoaminen	3,3	-
B	Rungon kokoaminen	2,0	-
C	Moottorin liittäminen runkoon	1,2	A,B
D	Katkaisijan asettaminen	1,0	B
E	Terän asettaminen	0,5	C
F	Johdon liittäminen	1,0	D
G	Turvaristikon kokoaminen ja liittäminen	1,0	E
H	Testaus	1,4	F,G



# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. A2

- vaadittu sykli aika, työasemien määrä ja tehokkuus-

Vaadittu sykli aika:

$$c = \frac{\text{tuotantoaika per periodi}}{\text{vaadittu tuotantomäärä per periodi}} = \frac{420 \text{ min/päivä}}{100 \text{ kpl/päivä}} = 4,2 \text{ min/kpl}$$

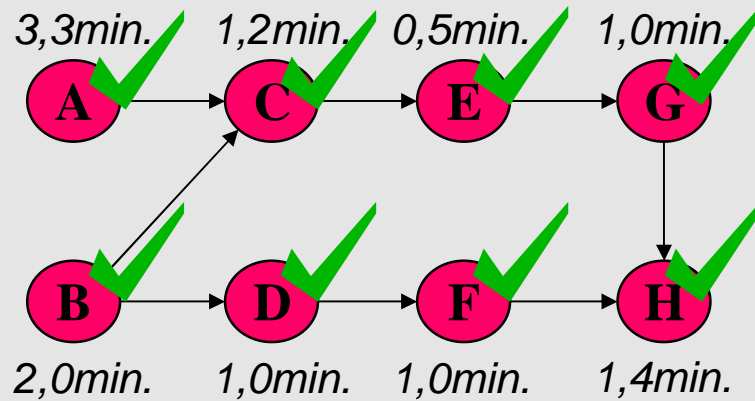
Työasemien teoreettinen minimimäärä:

$$TM = \frac{\text{työvaiheiden kokonaisaika} (\sum t)}{\text{sykli aika} (c)} = \frac{11,40 \text{ min/kpl}}{4,2 \text{ min/kpl}} = 2,714 \approx 3$$

Tehokkuus (jos saadaan ryhmiteltyä 3 työasemaan):

$$= \frac{\text{työvaiheiden kokonaisaika} (\sum t)}{\text{työasemien määrä} (n) * \text{sykli aika} (c)} = \frac{11,40 \text{ min/kpl}}{3 * 4,2 \text{ min/kpl}} = 90,5\%$$

# Ryhmittely pisimmän käsittelyajan mukaan:



Vaihe	Kesto	Edeltäjä
A ✓	3,3	-
B ✓	2,0	-
C ✓	1,2	A,B
D ✓	1,0	B
E ✓	0,5	C
F ✓	1,0	D
G ✓	1,0	E
H ✓	1,4	F,G

## Työasema 1

A (4,2-3,3=0,9)

Joutoaikaa = 0,9 min.

## Työasema 2

B (4,2-2,0=2,2)

C (2,2-1,2=1,0)

D (1,0-1,0=0,0)

Joutoaikaa = 0,0 min.

## Työasema 3

F (4,2-1,0=3,2)

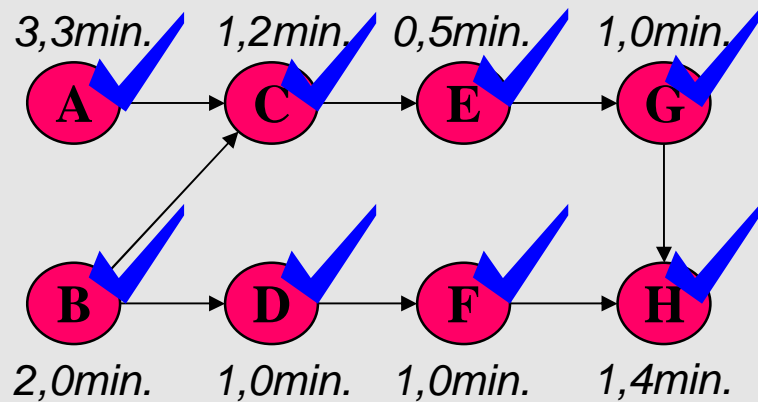
E (3,2-0,5=2,7)

G (2,7-1,0=1,7)

H (1,7-1,4=0,3)

Joutoaikaa = 0,3 min.

# Ryhmittely seuraavien työvaiheiden lukumäärän mukaan:



Vaihe	Seuraavat vaiheet	Kesto	Edeltäjä
A ✓	4	3,3	-
B ✓	6	2,0	-
C ✓	3	1,2	A,B
D ✓	2	1,0	B
E ✓	2	0,5	C
F ✓	1	1,0	D
G ✓	1	1,0	E
H ✓	0	1,4	F,G

## Työasema 1

**B**  $(4,2-2,0=2,2)$

**D**  $(2,2-1,0=1,2)$

**F**  $(1,2-1,0=0,2)$

Joutoaikaa = 0,2 min.

## Työasema 2

**A**  $(4,2-3,3=0,9)$

Joutoaikaa = 0,9 min.

## Työasema 3

**C**  $(4,2-1,2=3,0)$

**E**  $(3,0-0,5=2,5)$

**G**  $(2,5-1,0=1,5)$

**H**  $(1,5-1,4=0,1)$

Joutoaikaa = 0,1 min.



# Tuotantolinjan tasoitusprosessi

## - kaksi erilaista laskutyyppiä -

Haluttu tuotantomäärä (A)

Maksimaalinen tuotantomäärä (B)

Selvitä prosessin vaiheet, keskinäinen järjestys ja yksittäisen vaiheen kesto

Laske halutun tuotantomäärän mukainen sykli aika (*cycle time / takt time*) ja teoreettinen työasemien vähimmäismäärä

Käytä sykli aikana pisimmän vaiheen kestoa ja laske sen avulla teoreettinen työasemien vähimmäismäärä

Ryhmittele työvaiheet työasemille sykli aika ja riippuvuudet huomioonottaen

Laske linjan tehokkuus ja selvitä ratkaisun tyydyttävyyden

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. B1

## - maksimaalinen tuotantomäärä -

Mahdollista kysynnän kasvua varten laskujen käsittelyn esimies pohtii, mikä olisi tuotantolinjaistetun käsittelyprosessin kapasiteetti ja miltä linja näyttäisi jos työt uudelleen organisoitaisiin maksimaalisen tuotantomäärän tarpeista lähtien (oletuksella, ettei yksittäistä vaihetta voi jakaa useammalle työasemalle).

Selvitä maksimaalinen käsiteltävien laskujen lukumäärä, tasapainota tuotantolinja niin, että se on mahdollisimman tehokas ja kommentoi suosituksesi hyvyttä.

Vaihe	Kesto (sekuntia)	Edeltävä vaihe
A	6	-
B	2	A
C	6	-
D	2	A
E	4	B,D
F	2	E
G	2	-
H	6	G
I	8	F,H

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. B1

- keskeiset kysymykset -

***Linjan sykli aika?***

*eli mikä on tuotteiden valmistumisväli?*

***Tarvittavien työasemien teoreettinen minimimäärä?***



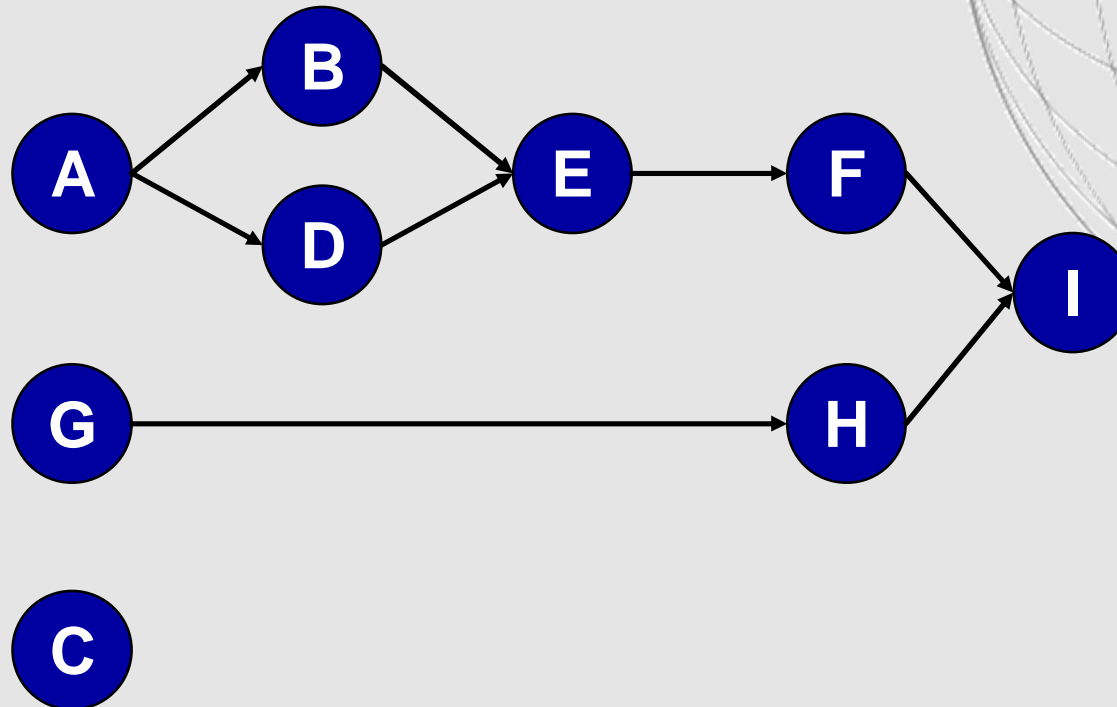
***Työasemien työnjako ja tarvittava lukumäärä?***

***Linjan kapasiteetti ja tehokkuus?***

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. B1

- prosessikuvaus ja keskeiset tunnusluvut -

HUOM!  
Jos yksittäistä vaihetta ei voida jakaa (peruskurssilla ei koskaan J), sykliajaksi valitaan maksimaalista tuotantomäärää laskettaessa pisimmän vaiheen kesto (vaihe I; 8 sek.)



HUOM!  
Joskus hankala jakaa työt teoreettiseen minimimäärään työasemia

**Linjan sykli aika**  
 **$c = 8$  sek.**

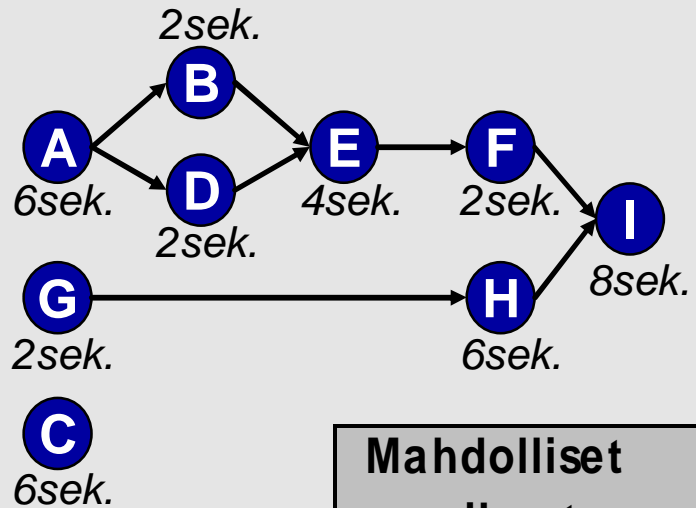
maksimi tuotantomäärä;  
 $1/c = 450$  kpl/t

**Työasemien teoreettinen minimimäärä  $TM = 5$**

työvaiheiden kokonaisaika / sykli aika;  
 $38 \text{ sek.} / 8 \text{ sek.} = 4,75 \approx 5$  kpl

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. B1

## - tasapainottaminen LOT-menetelmällä -



Mahdollisista vaiheista pisimpään kestävä (LOT), joka vielä mahtuu työasemaan

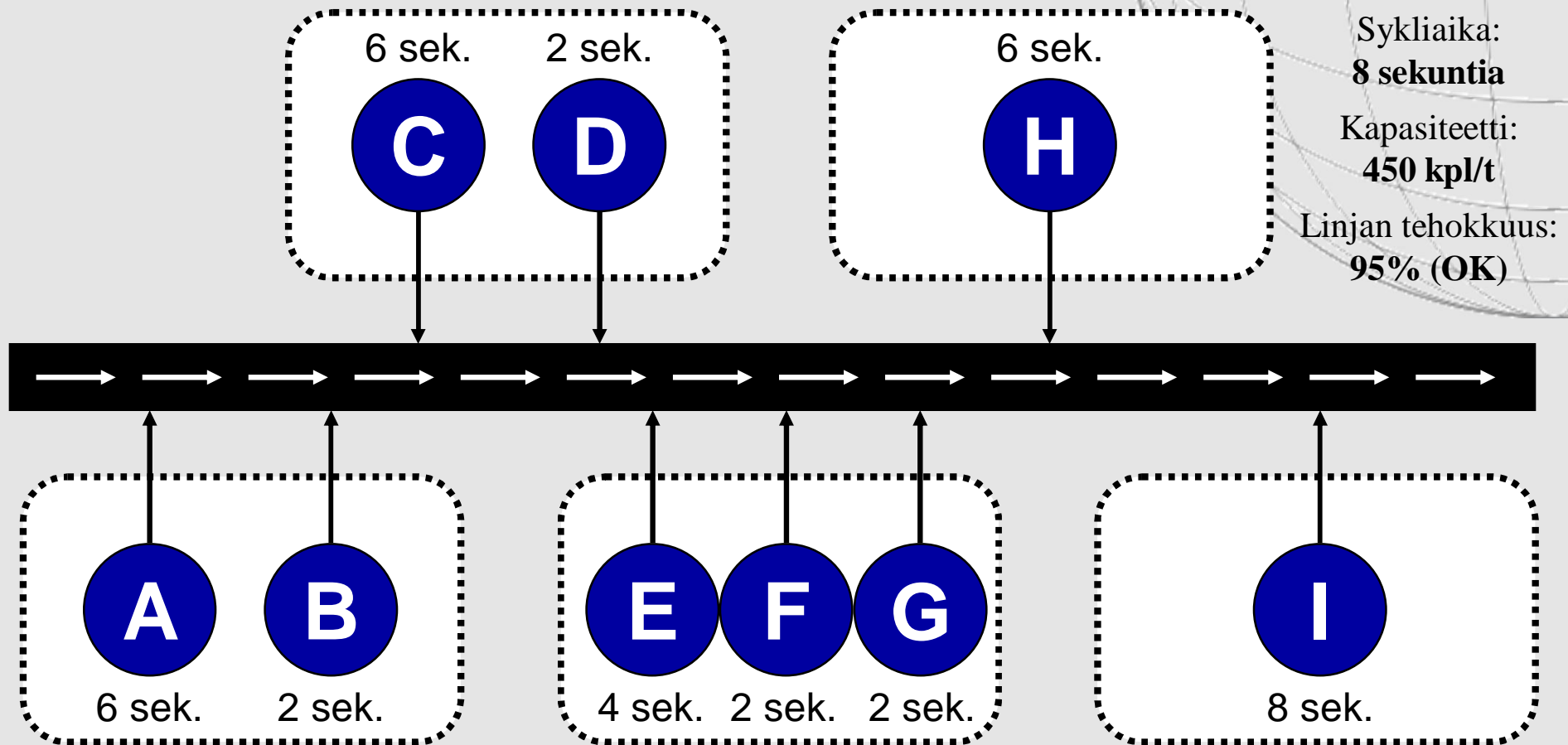
Työvaiheet joiden kaikki edeltävät vaiheet on jo "tehty"

Mahdolliset vaiheet	Valittu vaihe	Työasema	Aikaa jäljellä työasemassa
A, C, G	A	1	2
B, C, D, G	B	1	0
C, D, G	C	2	2
D, G	D	2	0
E, G	E	3	4
F, G	G	3	2
F, H	F	3	0
H	H	4	2
I	I	5	0

Sykliajasta vähennetään työasemassa jo tehtävien vaiheiden yhteiskesto

# Tuotantolinjan tasapainottaminen esim. B1

- työasemat tuotantolinjalla -

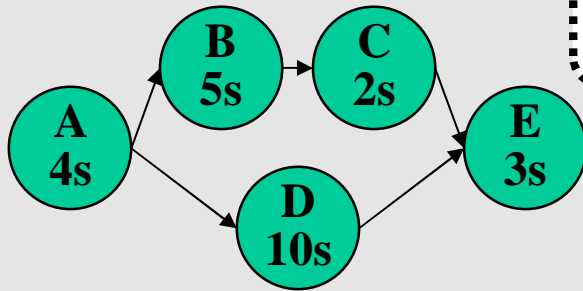


HUOM! Toimiva työnjako 5 työasemaan voitaisiin tehdä melko monella muullakin tavalla (yhtä hyviä ratkaisuja).

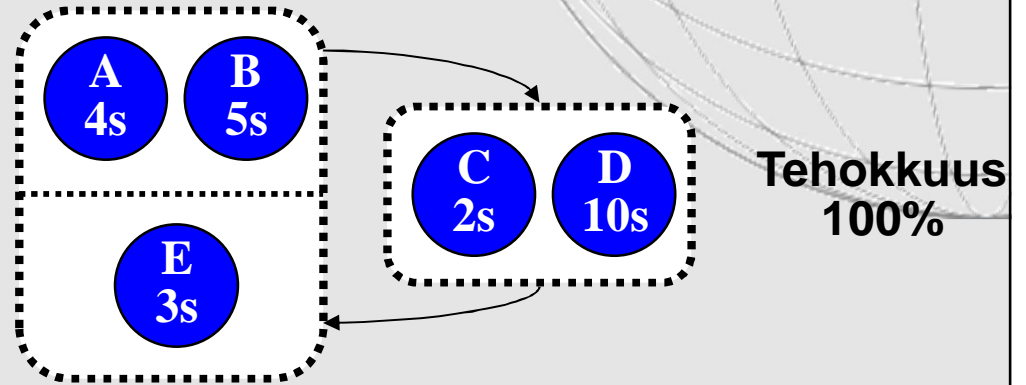
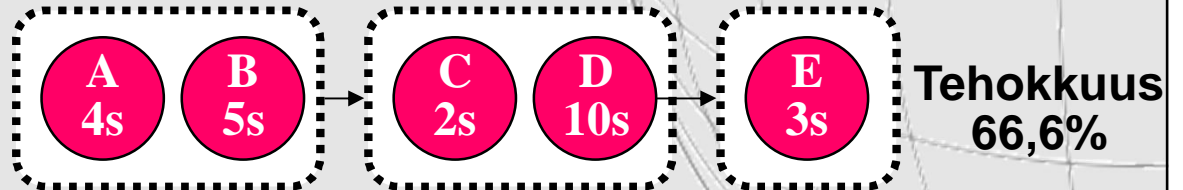
# Käytännön tasapainottamistemppeja

- joita ei peruskurssilla käytetä J -

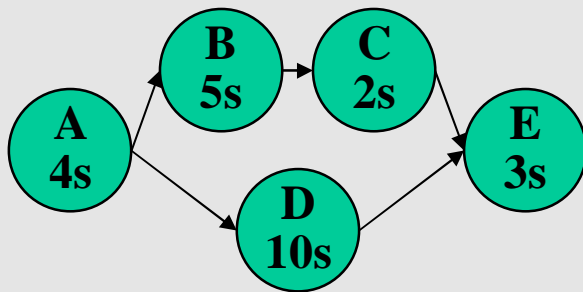
U-muotoiset linjat  
helpompi tasapainottaa



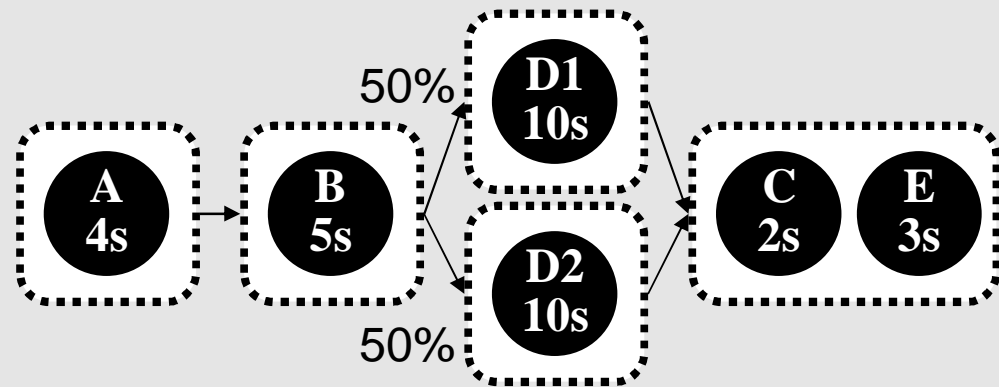
Haluttu sykli aika 12 sek.

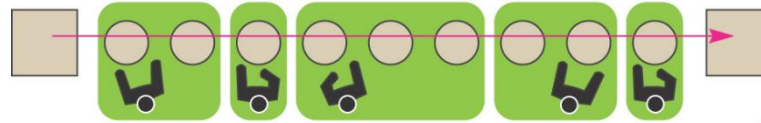


Samaa vaihetta voi  
tehdä useampi työpiste



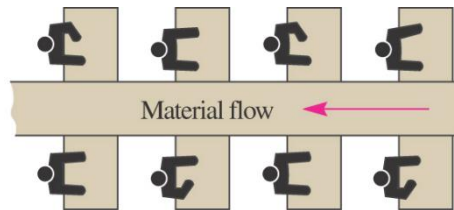
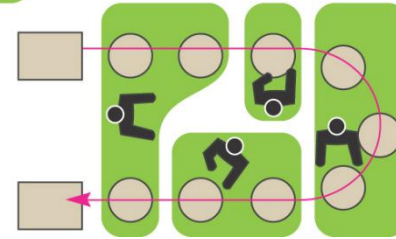
Haluttu sykli aika 5 sek.



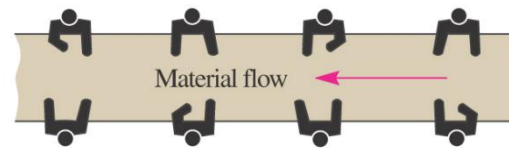


Bad: Straight line difficult to balance.

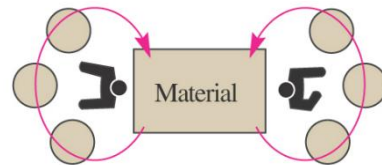
Better: One of several advantages of U-line is better operator access. Here, five operators were reduced to four.



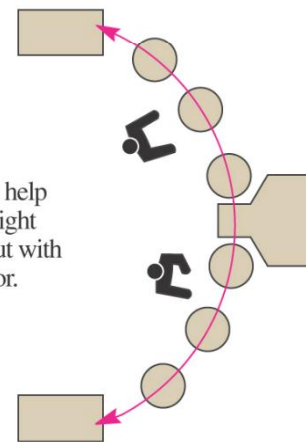
Bad: Operators caged. No chance to trade elements of work between them. (Subassembly line layout common in American plants.)



Better: Operators can trade elements of work. Can add and subtract operators. Trained ones can nearly self-balance at different output rates.



Bad: Operators birdcaged. No chance to increase output with a third operator.



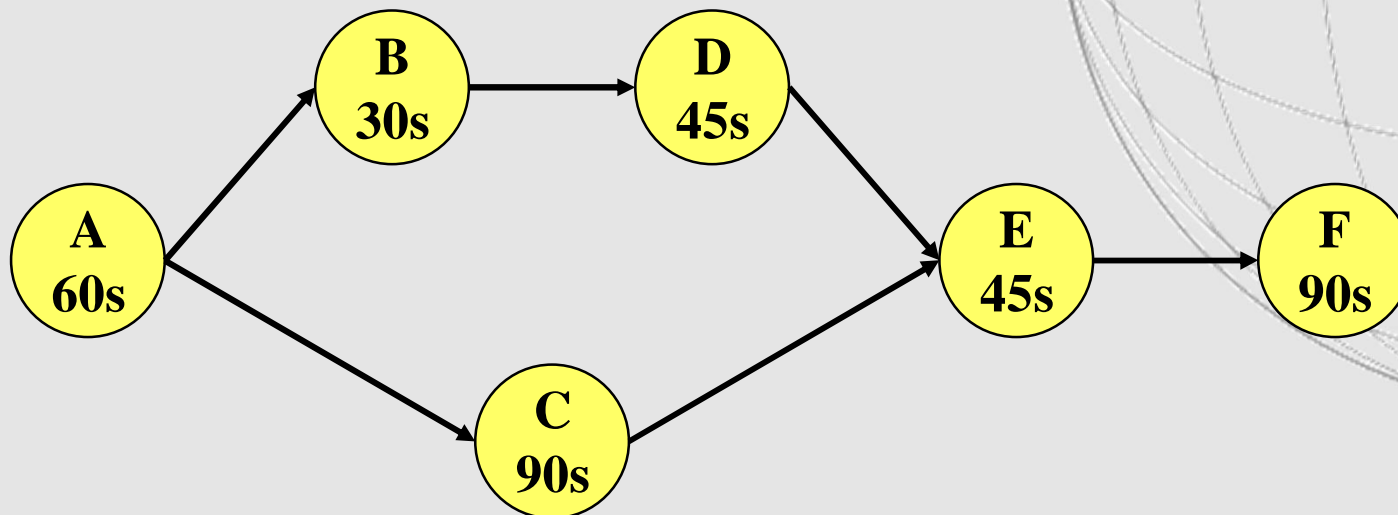
Better: Operators can help each other. Might increase output with a third operator.



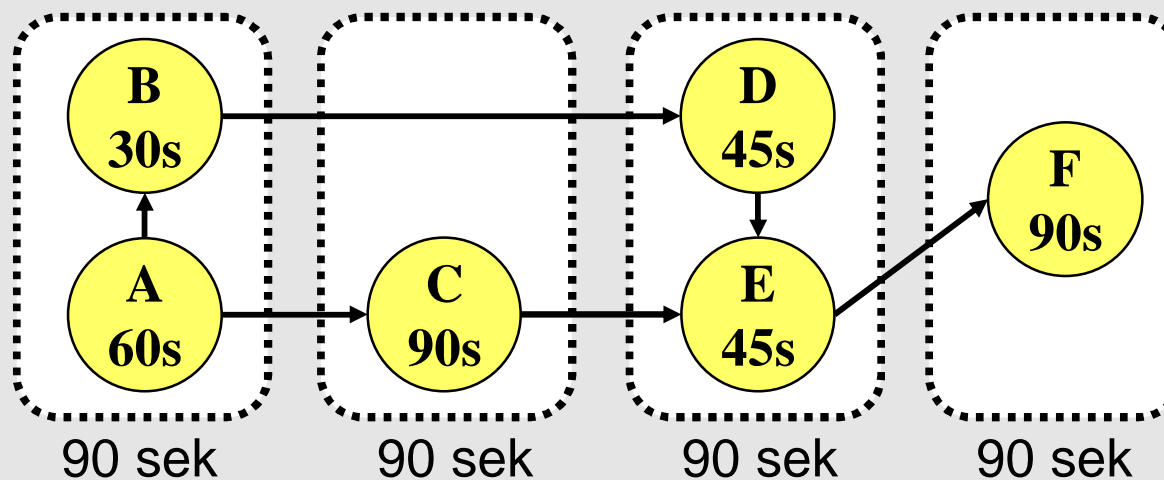
# Miksi tasapainottaminen on niin tärkeää?

- kuvitteellinen case -

Prosessi



Tasapainotettu linja

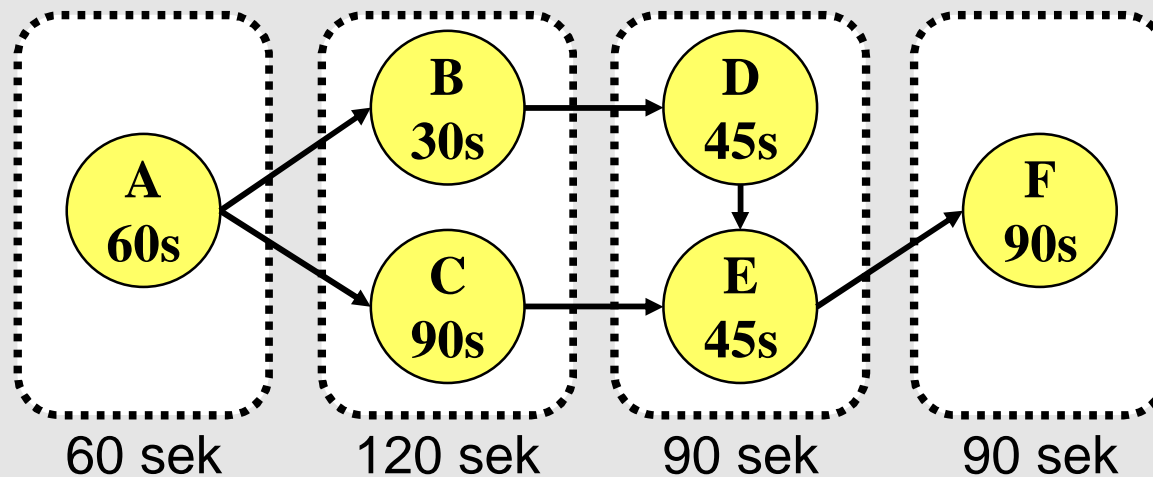


Kokonaistyöaika 360 sek.  
Työasemia 4 kpl  
Sykli aika 90 sek.  
Läpimenoaika 360 sek.  
Joutoaika 0 s/kpl  
*Tuotostahti* 40 kpl/t  
*Työn kustannus* 1,5 €/kpl  
(oletuksena 4\*15€/t palkka)

# Miksi tasapainottaminen on niin tärkeää?

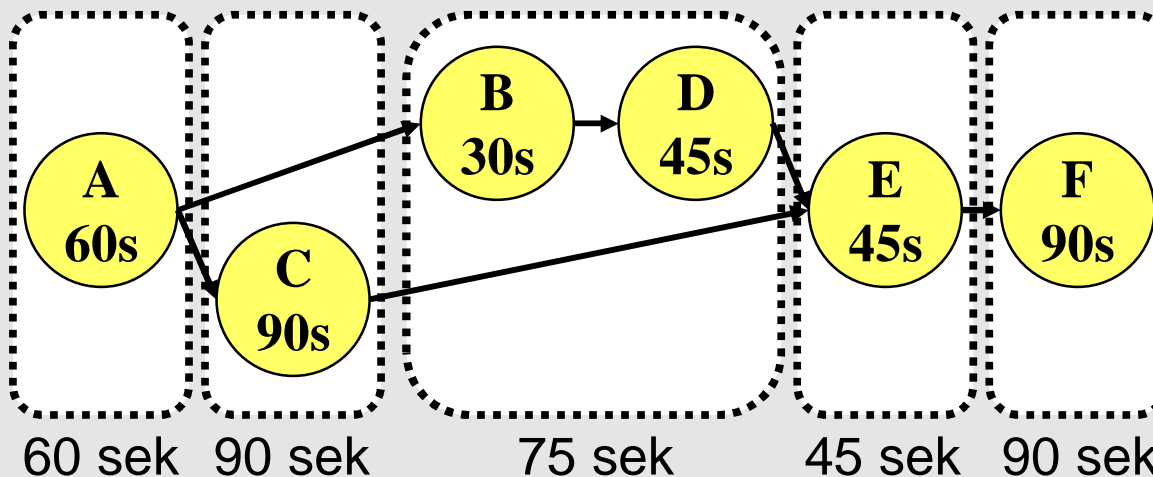
- kuvitteellinen case -

Tasapainottomat linjat



Kokonaistyöaika 360 sek.  
 Työasemia 4 kpl  
 Sykli aika 120 sek.  
 Läpimenoaika 480 sek.  
 Joutoaika 120 s/kpl  
*Tuotostahti 30 kpl/t*  
*Työn kustannus 2,0 €/kpl*  
 (oletuksena 4\*15€t palkka)

Tasapainotettu linjat



Kokonaistyöaika 360 sek.  
 Työasemia 5 kpl  
 Sykli aika 90 sek.  
 Läpimenoaika 450 sek.  
 Joutoaika 90 s/kpl  
*Tuotostahti 40 kpl/t*  
*Työn kustannus 1,875 €/kpl*  
 (oletuksena 5\*15€t palkka)

# Product layout



- **Tila suunnitellaan tuotteen ympärille**
  - tekniset ominaisuudet määräävät paljolti layoutin
    - melko helppo suunnitella (ääriesimerkkinä vuotuotanto)
    - käytännössä tiettyä joustavuutta työvaiheiden järjestyksessä löytyy
- **Tavoitteena tasapainoinen tuotantolinja**
  - mahdollisimman sama määrä työtä kaikilla työpisteillä
    - linjan tasapainoisuudella suora vaikutus tuotantomääriin ja valmistuksen yksikkökustannuksiin (= palkkakulut)
- **Tuotantotavoitteisiin pääsemisen lisäksi materiaalikustannuksia minimoidaan**
  - materiaalinsiirtely pyritään saamaan mahdollisimman vähäiseksi
- **Tuotantolinjan muutokset kalliita ja hitaita**
  - tarvittava lisätuotanto tehdään usein mieluummin ylitöinä

# Muita layout-ratkaisuja



- **Kiinteä paikka**

- tuote pysyy paikallaan ja operaatiot tehdään paikan päällä
  - koneet, materiaalit ja työntekijät siirtyvät projektien perässä
- käytetään kun tuotetta hankala tai riskialtista siirtää
  - esim. laivan, tien tai talon rakentaminen
- työvaiheiden skedulointi tärkeätä
  - usein rajoitettu tila käytössä
  - osien esivalmistaminen helpottaa töidenjärjestelyongelmia

- **Hybridi-ratkaisut**

- usein prosesseissa näkee useamman tilamallin piirteitä
  - esim. sairaalan ilmoittautuminen product muuten process -layout

- **Erikoiset ratkaisut**

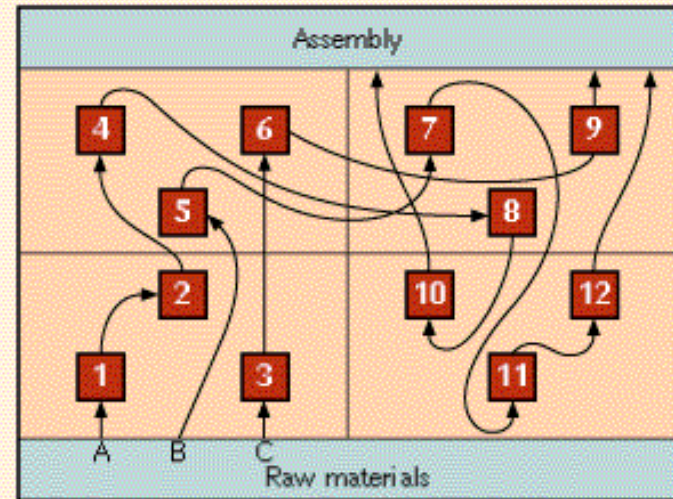
- ominaispiirteistään johtuen vaativat erikoistaitoja ja kokemusta
  - esim. varastot, kaupat, koulut, lentokentät

# Muita layout-ratkaisuja

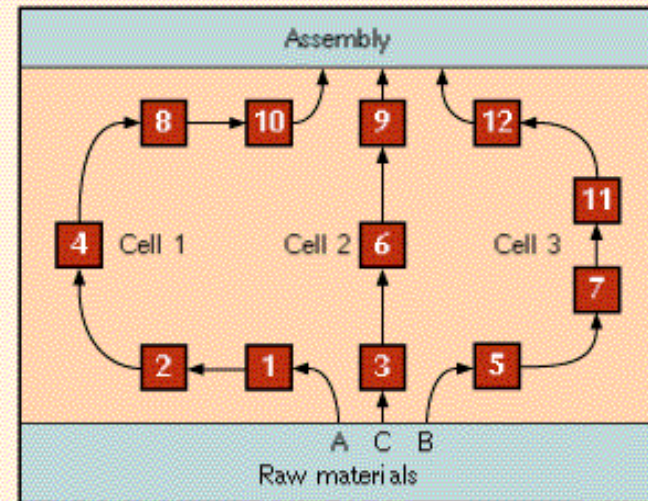
- **Solu-layout**

- ryhmäteknologian avulla pyritään löytämään tuotesaperheet joilla on samanlainen valmistusprosessi (samoin myös erätuotannossa)
  - esim. mutu tai tuotevirta-analyysi apuna
- koneet ryhmitellään soluihin pieniksi tuotantolinjoiksi
  - layout suunnitellaan dominoivien perheiden ympärille
- tuo mukanaan sekä hyötyjä että haittoja
  - vähentää mm. materiaalin siirtelyä, odottelua, työvarastoja, tilantarvetta ja läpimenoaikoja
  - koneiden asetuskertojen määrä laskee ja kapasiteetti nousee
  - työntekijöiden tyytyväisyys ja työn laatu paranevat
  - haittapuolina mm. vaadittavat investoinnit, koulutuksen tarve (verrattuna linjatuotantoon), jatkuva työntekijöiden ja eri töiden järjestely sekä mahdollisesti epätasapainoiset työolosuhteet

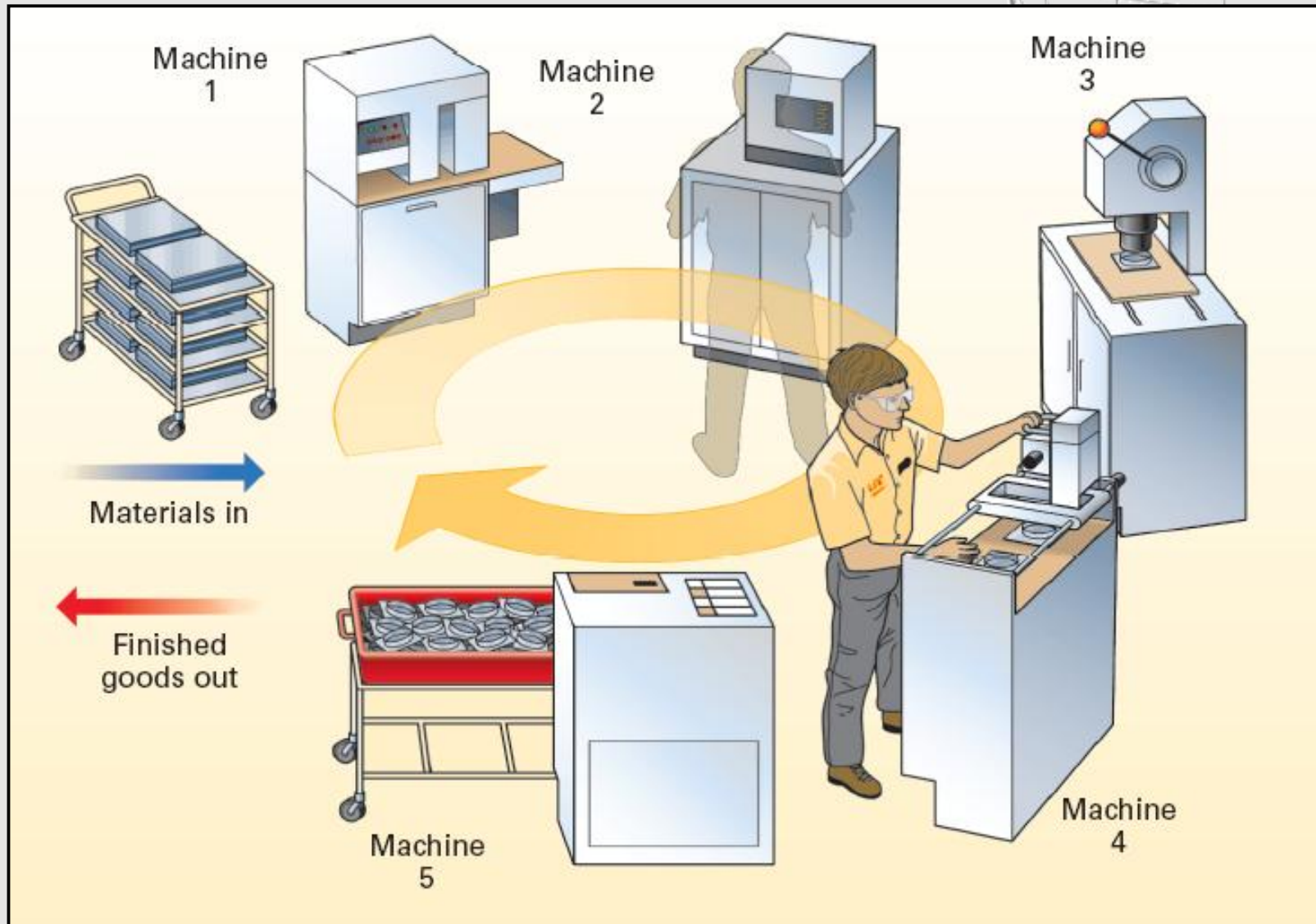
		Kone											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Osa	A	x	x		x				x		x		
	B					x		x				x	x
	C			x			x			x			
	D	x	x		x				x		x		
	E							x				x	x
	F	x			x				x				
	G			x			x			x			x
	H					x	x						x



		Kone											
		1	2	4	8	10	3	6	9	5	7	11	12
Osa	A	x	x	x	x	x							
	D	x	x	x	x	x							
	F	x		x	x								
	C						x	x	x				
	G						x	x	x				x
	B									x	x	x	x
	H							x					x
	E										x	x	x



# Solu suunnitellaan tuottamaan koko prosessi



# Ryhmäteknologian sovellutuksia



- **Töidenjärjestely**
  - minimoidaan tarvittavat asetuskerrat
- **Tuotteiden kokoamiseen suunnitellut solut**
  - esim. massaräätälöintitapauksissa käyttökelpoinen
- **Varaston / tavaratalon pinta-alasuunnittelu**
- **Päivittäistavarakaupan pinta-alasuunnittelu**
  - suunnittelu asiakkaalle tehokkaaksi harvoin tavoitteena
- **Jakeluketjun suunnittelu**
  - esim. modulaariset tuotteet ja postponement-strategiat
- **Kaupan tavaranhankintas suunnittelu**
- **WWW-sivujen käyttöliittymäsuunnittelu**



# Mielenkiintoisia tilasuunnitteluaiheita

- Avokonttoreiden ja monitilatoimistojen toimivuus ja pitkäaikaisuus
- Tietoyhteiskunnan ja elämäntapojen vaikutus (mm. kotien) layout-suunnitteluun
- Elämismarkkinoinnin vaikutus kauppojen pinta-alasuunnitteluun
- Tilan ja orientaatioapuvälineiden merkitys koetulle laadulle, tehokkuudelle ja ostovolyymille
- Palveluiden solu- ja tuotantolinjamahdollisuudet