



Tuotannon virtaus

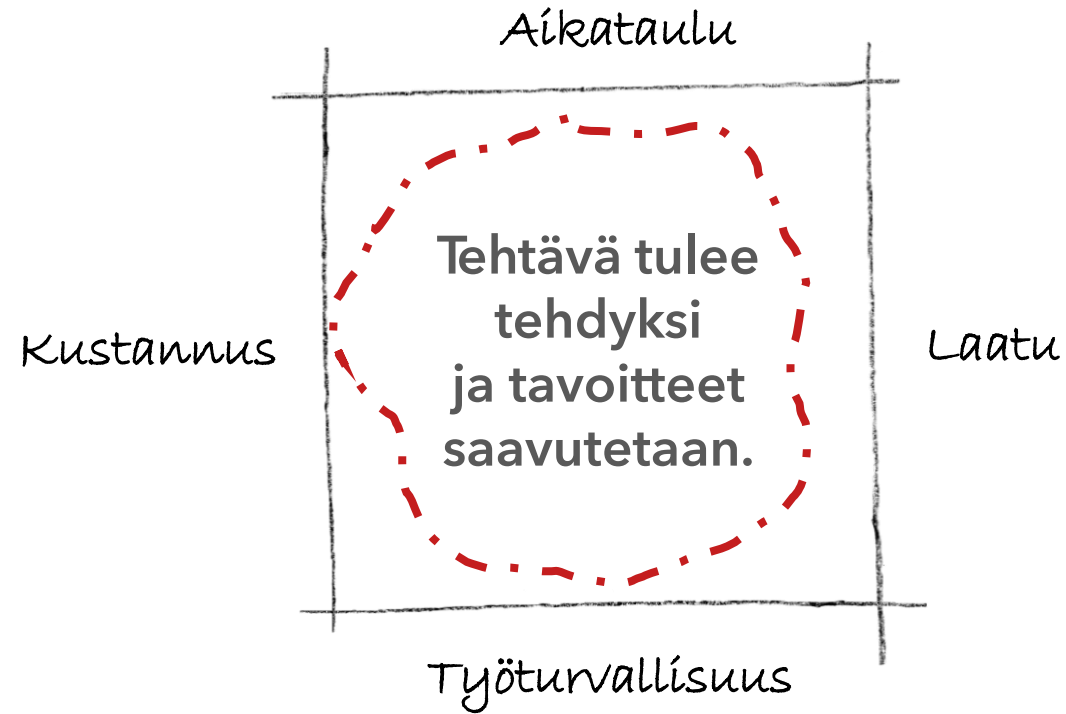
Mitä tapahtuu työmaalla?



Every answer
begins with a
question.

T.A. Uner

Mikä on meidän tavoitteemme työmaalla?





Mitä sana virtaus tarkoittaa rakentamisessa?

THE FLOW OF WORK IN CONSTRUCTION: A
CONCEPTUAL DISCUSSION

Bo Terje Kalsaas¹ and Trond Bølviken²



Bo Terje Kalsaas
Professor Emeritus
University of Agder

Trond Bølviken
Senior Advisor (former)
Veidekke Entreprenør

www.buildoy.fi

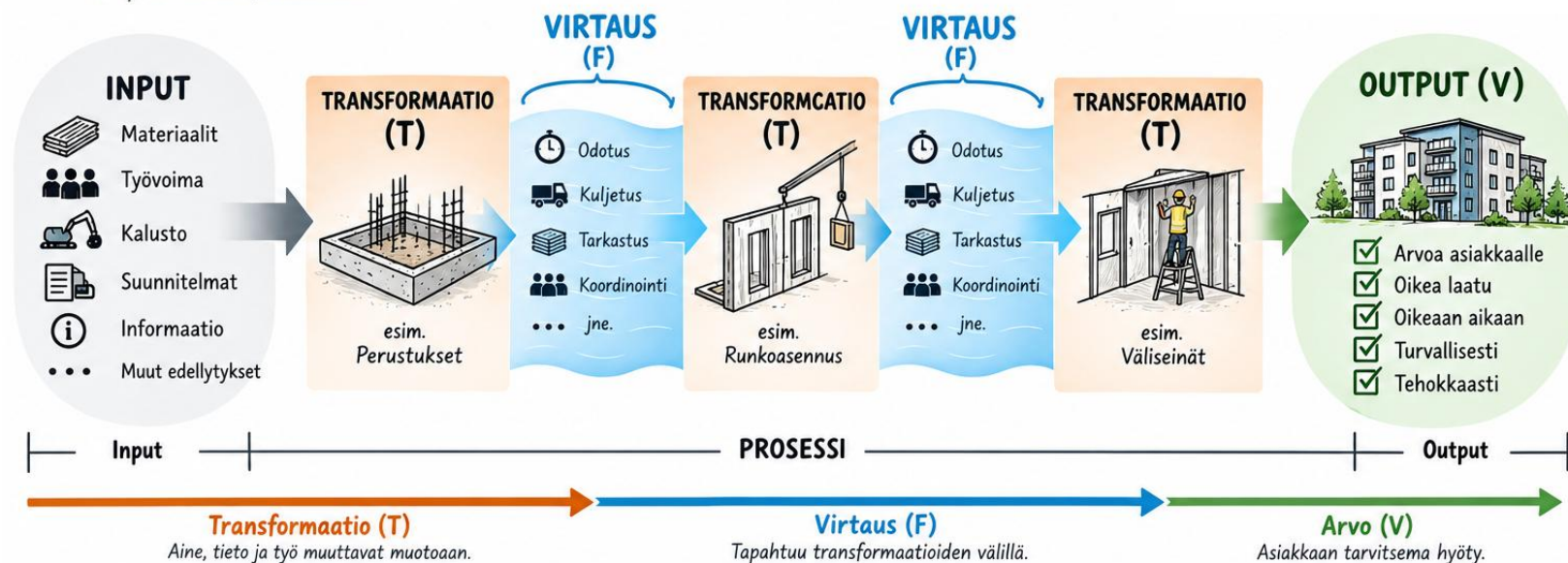


Fysiikasta lainattu metafora.

Koskela's **TFV**-malli (2000)

Transformation – Flow – Value

"Flow captures what is happening between transformation or production processes." – Lauri Koskela (2000)

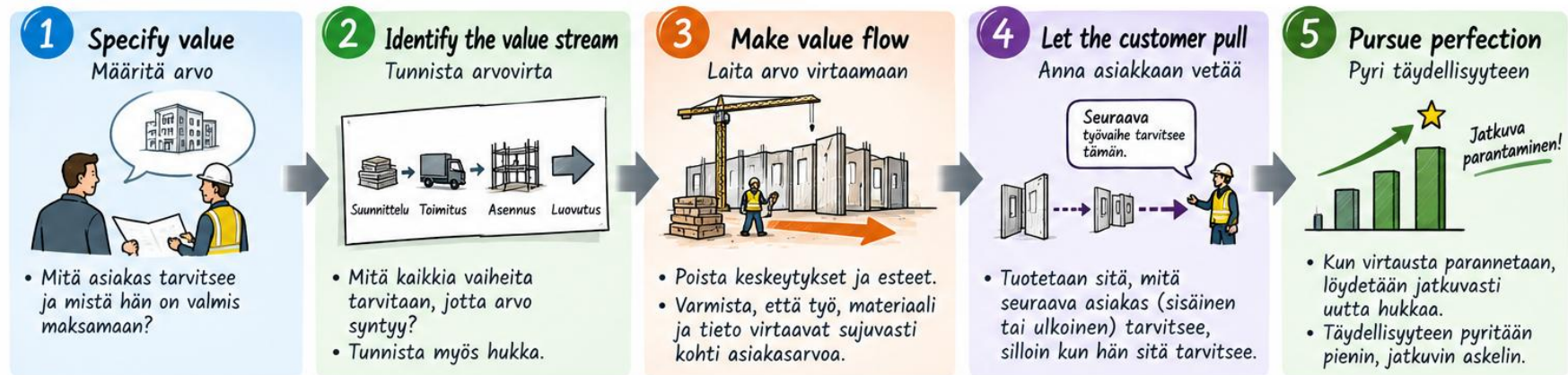


Womack & Jones (1996)

Lean Thinking – viisi periaatetta

“Value should be made to flow without interruption.”

– Womack & Jones (1996)



Ohno (1988)

Flow – kaksi näkökulmaa

“The essence of Toyota Production System is the elimination of waste through the creation of a smooth and continuous flow.”
– Taiichi Ohno

Shingon mallissa flow voidaan pilkkoa konkreettisiin tapahtumiin. Tarkastelussa on kaksi ulottuvuutta:

- Process = tuotteen / materiaalin virtaus
- Operation = työntekijän ja koneiden työn virtaus

1 Process flow – tuotteen / materiaalin virtaus

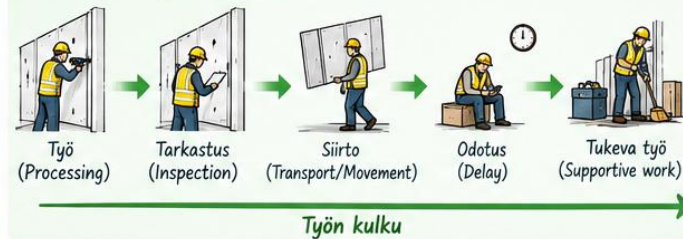
Miten tuote tai materiaali liikkuu prosessin läpi.



Tavoite:
Jatkuva, sujuva
liike ilman
turhia pysähdyksiä.

2 Operation flow – työntekijän ja koneiden työn virtaus

Miten työn tekeminen etenee.



Tavoite:
Minimoida
odotus, siirrot ja
muut hukat, jotta
työ voi edetä
keskeytyksettä.

Miten tämä näkyy työmaalla?



Construction Flow Index – CFI

Miten tuotannon virtauksen laatua voidaan mitata?

“CFI is a composite measure of production flow quality in repetitive construction projects.”
– Sacks et al. (2017)

Better flow.
Better projects.

Construction Flow Index (CFI) on koottu mittari, joka arvioi **tuotannon virtauksen laatua** toistuvissa rakennushankkeissa. Se pyrkii mittaamaan **itse virtausta** – ei vain yksittäisten työvaiheiden suorittamista.

PPC kertoo suunnitelman luotettavuudesta.

CFI pyrkii mittaamaan itse virtauksen laatua.



Korkeampi CFI tarkoittaa sujuvampaa, ennakoitavampaa ja häiriöttömämpää tuotantoa.

CFI:n pääulottuvuudet (6 mittausaluetta)

1 Työryhmien jatkuvuus (Work continuity for crews)



Pystyykö työryhmä työskentelemään jatkuvasti ilman pitkiä keskeytyksiä samassa työssä?

2 Työkohteiden jatkuvuus (Processing continuity for locations)



Etenevätkö työvaiheet työkohteilla tasaisesti ja ilman pitkiä odotuksia?

3 Tuotantonopeuden vaihtelu (Production rate variation)



Kuinka tasaisesti tuotanto etenee? Onko suuria heilahteluja tuotantonopeudessa?

4 Keskenäinen tuotanto (Work in progress, WIP)



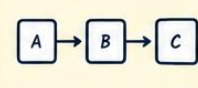
Kuinka paljon työtä on yhtä aikaa kesken eri kohteissa?

5 Häiriöt (Interference)



Kuinka usein eri työryhmien työt haittaavat toisiaan (esim. samaan aikaan samassa paikassa)?

6 Työvaiheiden järjestys (Operation sequence logic)



Toteutuuko työt oikeassa järjestyksessä vai tehdäänkö töitä epäloogisessa järjestyksessä?

Tukevat tarkastelut (Just-in-Time)



Aliurakoiden virtausten JIT
(Just-in-time delivery of subsidiary flows)
Saapuvatko aliurakoiden työryhmät ja resurssit oikeaan aikaan?

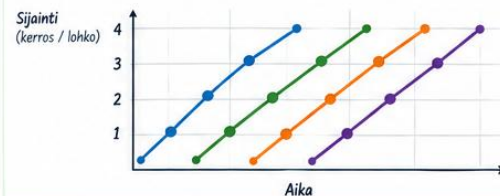


Materiaalien JIT
(Just-in-time delivery of raw materials)
Saapuvatko materiaalit oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan?

Esimerkki: Flowline-kaavio toistuvassa rakentamisessa

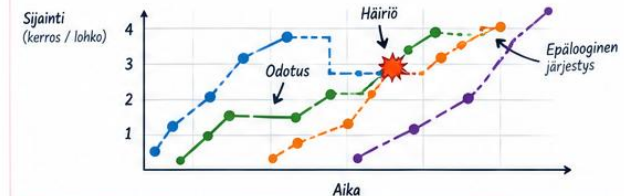
✓ Hyvä virtaus (korkea CFI)

Tasainen eteneminen, vähemmän keskeytyksiä.



✗ Heikko virtaus (matala CFI)

Keskeytyksiä, vaihtelua, odotusta, häiriöitä ja epäloogista järjestystä.



CFI =
tuotannon
virtauksen
laatu

“CFI helps to understand how well production flows, not just whether activities are completed.”
– Sacks et al. (2017)

Flow builds
value.

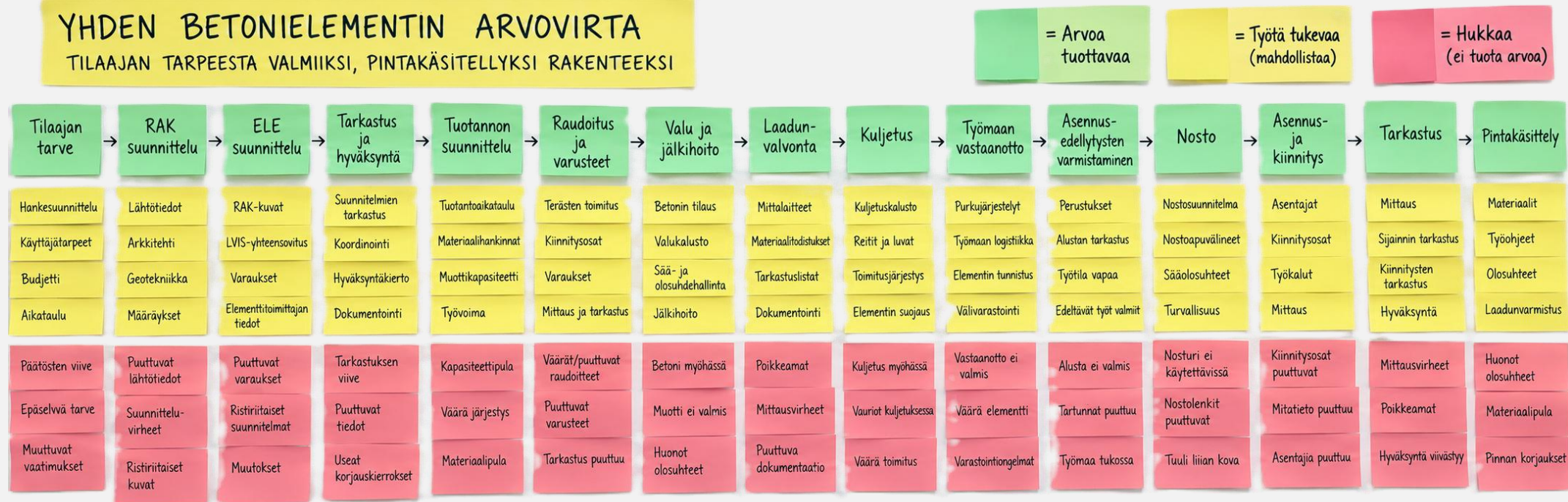
Sacks, R., Seppänen, O., Priven, V. & Savosnick, J. (2017). Construction Flow Index: a metric for evaluating the flow of construction projects. Construction Management and Economics, 35(1–2), 45–63.



Kuva: Ilona Savitie - Rakennuslehti 5.9.2022

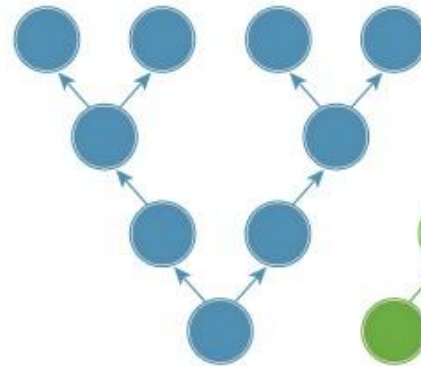
YHDEN BETONIELEMENTIN ARVOVIRTA

TILAAJAN TARPEESTA VALMIIKSI, PINTAKÄSITELLYKSI RAKENTEESKI

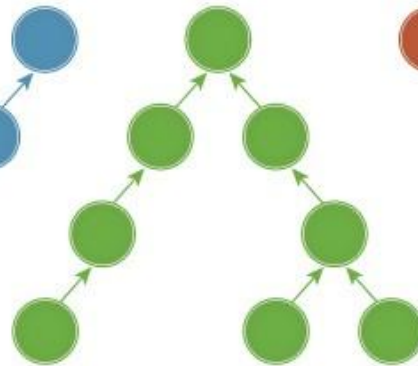




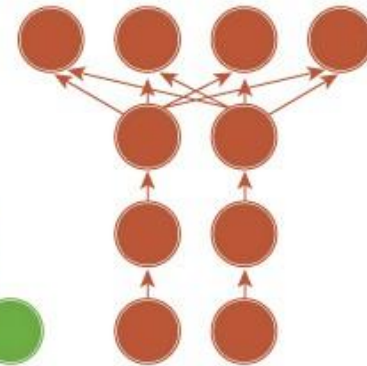
V-Plant
One to Many



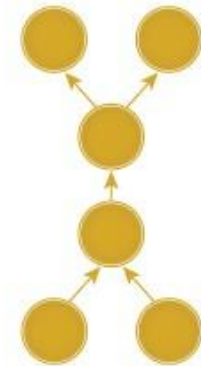
A-Plant
Many to One



T-Plant
Many to Many



I-Plant
One to One

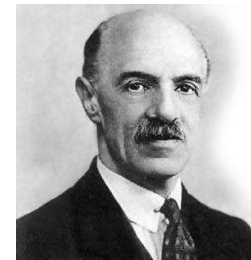
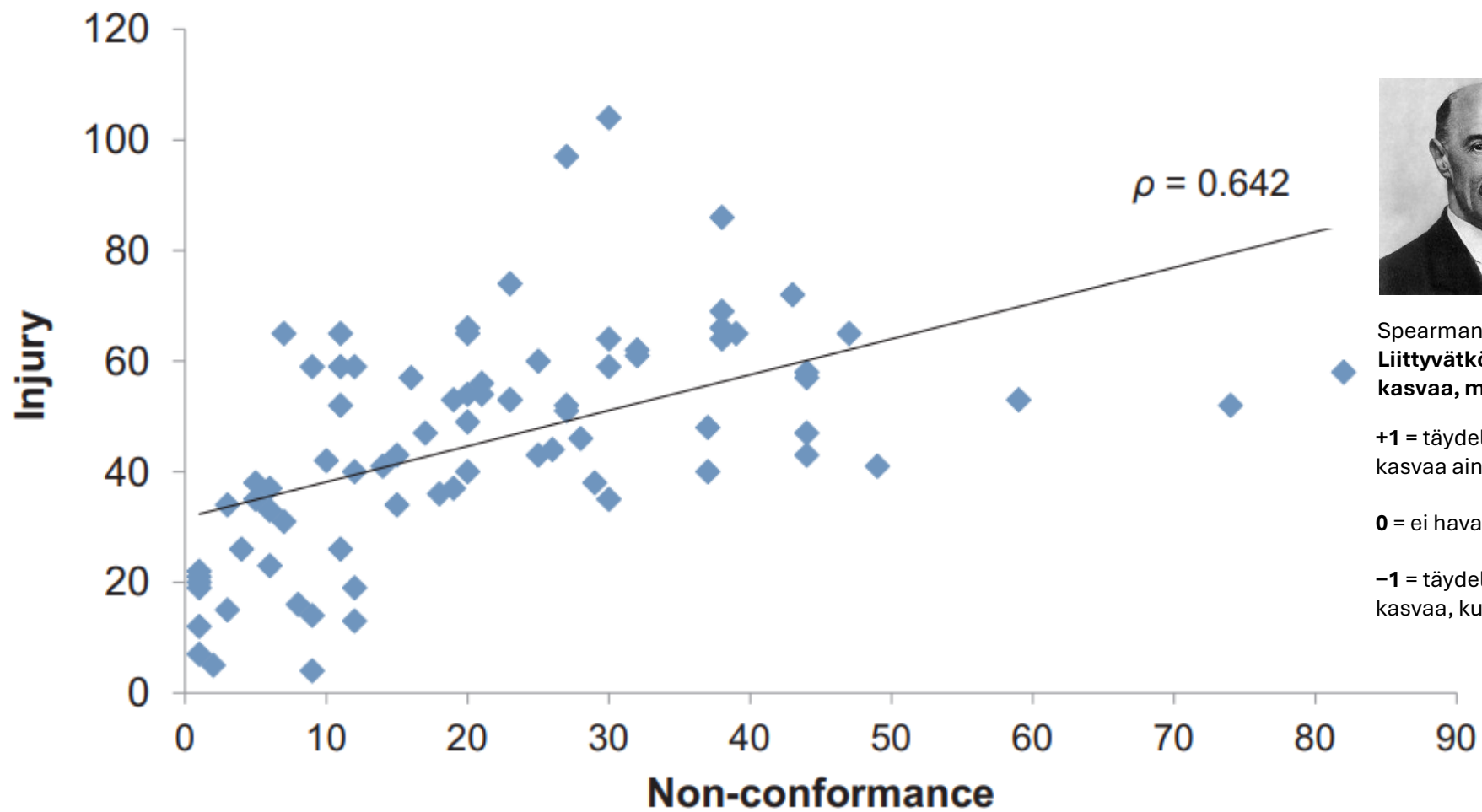




Mitä tapahtuu jos virtaus katkeaa?



**Aikapaine
parantaa
tuottavuutta ja
laatua tiettyyn
pisteeseen asti**



Charles Spearman

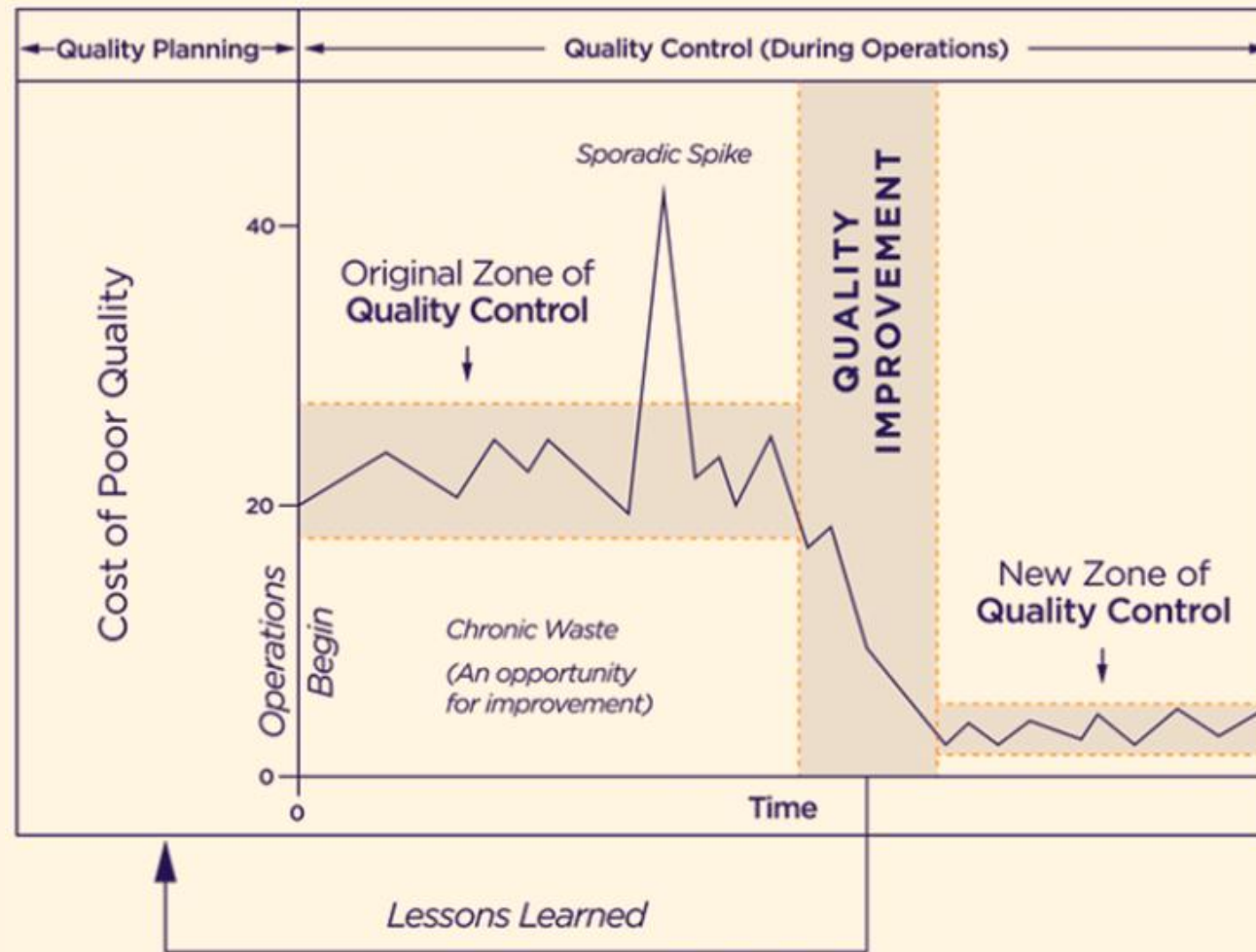
Spearmanin korrelaatio vastaa kysymykseen:
Liittyvätkö kaksi asiaa toisiinsa siten, että kun toinen kasvaa, myös toinen yleensä kasvaa?

+1 = täydellinen positiivinen yhteys: toinen kasvaa aina, kun toinen kasvaa.

0 = ei havaittavaa yhteyttä.

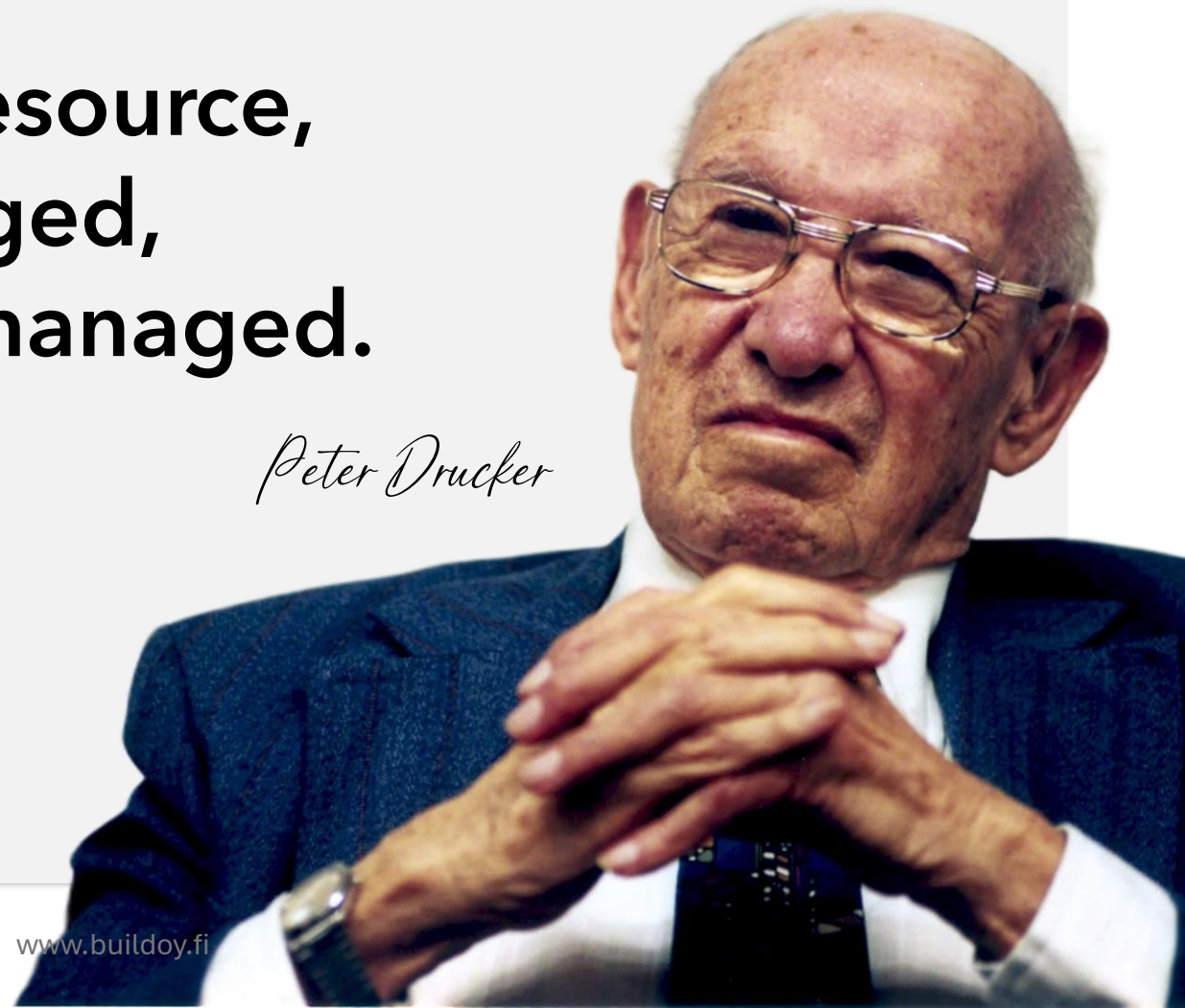
-1 = täydellinen negatiivinen yhteys: toinen kasvaa, kun toinen pienenee.

Fig. 1. Building: Injury and NCR frequency.



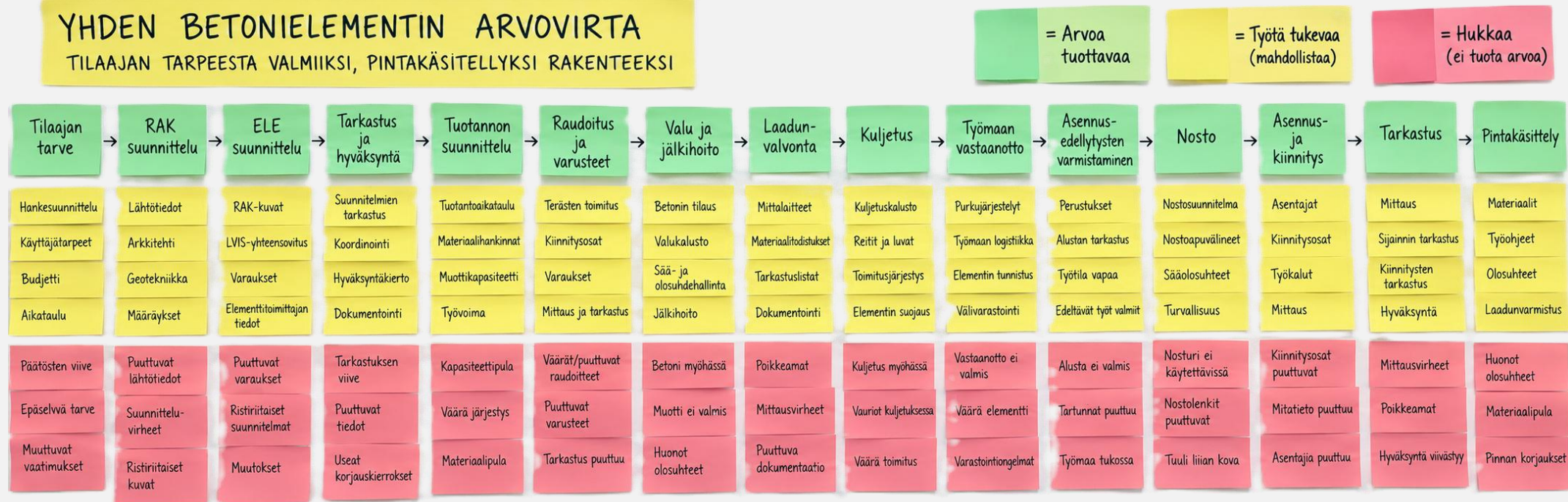
**Time is the scarcest resource,
and unless it is managed,
nothing else can be managed.**

Peter Drucker



YHDEN BETONIELEMENTIN ARVOVIRTA

TILAAJAN TARPEESTA VALMIIKSI, PINTAKÄSITELLYKSI RAKENTEESKI





OVATKO SIDOSRYHMÄT SYNKRONISSA?

