

Tämä on rinnakkaistallenne.  
Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat  
*saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Rahko, Matti; Jokinen, Tauno

Julkaisun nimi: Kapeikkoajattelu

Julkaisuvuosi: 2020

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Rahko, M. & Jokinen, T. (2020). Kapeikkoajattelu. *Oamk\_kone with passion: vuodesta 1894*, 2 (2), 36-38

[Oamk\\_kone with passion, vuodesta 1894 - lean-erikoisnumero by oamk\\_kone with passion - issuu](#)

# Kapeikkoajattelu

Kirjoittajat: lehtori, TKT Matti Rahko ja yliopettaja, TKT Tauno Jokinen, Oulun ammattikorkeakoulu

*Seitsemän litran ämpäriin ei voi laittaa kymmentä litraa vettä.*

Tuotantojärjestelmässä on aina kapeikko, joka määrittää suurimman mahdollisen tuotantomäärän. Jos tuotteiden kysyntä ylittää tuotannon kapasiteetin ja tuotannon lisääminen on talouden näkökulmasta tarkoituksenmukaista, kapeikkoa tulee avartaa. Jos kapasiteetti on markkinan näkökulmasta riittävä, voidaan tuotantojärjestelmän ohjausjärjestelmä luoda siten, että kapeikon tuotantomäärä saadaan mahdollisimman suureksi. Kapeikon ohjaamisen perustava tuotantojärjestelmän kehittäminen on erityisen sopiva toimintamalli, kun kapeikkona on esimerkiksi erityisen kallias tuotantolaite.

Tuotantojärjestelmän kehittäminen tarkoittaa virtauksen optimointia ja hukkatekijöiden minimointia. Näiden tavoitteiden saavuttamisessa hyödynnetään muun muassa kapeikkoajattelua. Kapeikkoajattelusta käytetään myös nimitystä pullonkaula-ajattelu. Kapeikkoajattelu on tuotantoprosessin kapasiteettia rajoittavien esteiden hallintaan perustuva ohjaus- ja johtamismalli. Keskeinen perusajatus on, että jokaisessa prosessissa on vain yksi tai muutama suorituskykyä rajoittava tekijä. Kapeikkoajattelun avulla pystytään paikantamaan prosessin pullonkaulat, joihin tuotantojärjestelmän parannustoimet tulee kohdistaa.

Kapeikkoajattelussa ydinajatus on, että jokaisessa prosessissa on pieni, rajallinen määrä - kuitenkin ainakin yksi - sen toimintaa tai tuotantoa rajoittavia kapeikkoja ja nämä kapeikot rajoittavat koko järjestelmän tuotantokapasiteetin. Kun prosessin kehityksessä keskitytään ohjaamaan kapeikkoja ja maksimoimaan niiden toiminta, voidaan samalla maksimoida koko järjestelmän tuotanto.

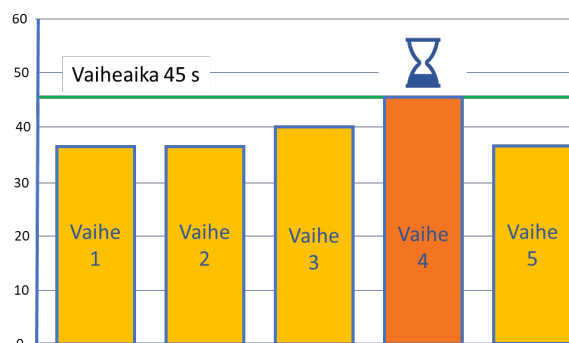
Kapeikossa menetetyistä ajasta muodostuu koko prosessissa menetetty aika, eikä sitä saada koskaan takaisin. Muualla kuin kapeikossa saavutettu parannus prosessin suorituskyvyssä ei paranna

koko järjestelmän suorituskykyä. Kapeikkoajattelussa etsitään järjestelmän kapeikko ja järjestetään koko muu järjestelmä tukemaan sen toimintaa käyttäen viisivaiheista menetelmää.

Kuvassa 1 on erään prosessin valmistuneiden tuotteiden lukumäärä vaiheittain kuvattuna. Prosessin tehokkuus määräytyy kapeikkojen tai ja niihin kohdistetuista parannustoimenpiteistä. Kun prosessin jotain vaihetta kehitetään, kapeikkosiirtyy toiseen kohtaan prosessia. Prosessi on siis aina osittain epätasapainossa.

Tarkasteltaessa kuvaa 1 havaitaan, että viisivaiheisessa tuotannossa vaihe 4 on kapeikko, joka rajoittaa virtausta vaiheesta toiseen. Tästä syystä tuotantojärjestelmä ei pysty tuottamaan enempää valmiita tuotteita kuin vaihe 4 kykenee valmistamaan.

Vaiheen 4 kuormittuessa sen eteen muodostuu keskeneräisen työn varasto ja koko prosessin läpimenoaika kasvaa. Vaihe 4 määrittää siis koko tuotantojärjestelmän suorituskyvyn, joten tässä tilanteessa parannustoimenpiteet tulee keskittää vaiheeseen 4. Myös vaiheita 1, 2, 3 ja 5 voidaan parantaa, mutta niitä kehittämällä ei saavuteta suurta säästöä, koska ne pystyvät vaivatta valmistamaan vaiheen 4 rajoittaman tuotantomäärän.



Kuva 1 – Kapeikon tunnistaminen

Kuvan 1 mukaisessa tilanteessa vaiheen 4 kehittäminen poistaa kapeikon sen hetkisel­lä tuotantotilanteella. Joissain tuotantotilanteissa on myös mahdollista, että esimerkiksi vaihe 3 onkin pullonkaula. Tällöin on syytä kohdistaa kehittämistoimenpiteitä myös vaiheeseen 3. Varsinkin mikäli vaiheen 4 kapeikkoa saadaan avarrettua, vaiheen 3 merkitys koko tuotantokapasiteettia rajoittavana kapeikkona kasvaa.

### Kapeikkoajattelun käyttöönotto yrityksessä

Kapeikkoajattelua voidaan soveltaa kaikkiin tunnistettaviin prosesseihin. Kapeikkojen tunnistaminen ja avartaminen pienentää tuotantojärjestelmän hukkaa.

Kapeikkoajattelua sovelletaan käytön­nässä seuraavan viiden vaiheen toimintamalin avulla:

1. Etsi ja tunnista kapeikko eli resurssi tai toimintatapa, joka rajoittaa organisaation tai järjestelmän kapasiteettia.
2. Suunnittele ja päätä, miten kapeikkoa voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla:
  - a. Varmista, ettei kapeikon aikaa hukata asioihin, joita sen ei pitäisi tehdä.
  - b. Selvitä, kuinka johdetaan niitä järjestelmän resursseja jotka menevät hukkaan muualla kapeikon takia.
3. Alista muut prosessivaiheet tekemäsi päätöksen mukaisesti (mukauta koko järjestelmä tukemaan tehtyä päätöstä).
4. Avarra kapeikkoa, kasvata sen kapasiteettia. Mikäli tarpeen tai mahdollista, kasvata kapasiteettia pysyvästi.
5. Mikäli tunnistettu kapeikko poistuu edeltävien toimenpiteiden seurauksena, palaa 1. vaiheeseen. Älä anna hitauden tai pysähtyneisyyden muodostua kapeikoksi.

Näillä viidellä kehitysaskeleella varmistetaan, että kaikki kehitystoimet kohdistetaan järjestelmän tai organisaation kapeikkoihin.

### Rumpu-puskuri-köysimetafora

Jos tuotantojärjestelmän kapasiteettia ei ole tarpeen kasvattaa, voidaan joissain tilanteissa koko tuotannonohjauksen toimintamalli rakentaa kapeikon tehokkaan hyödyntämisen näkökulmasta. Kapeikon ohjaamisen perustava tuotannonohjauksmalli on toimiva ratkaisu silloin, kun kapeikkona on erityisen kallis tuotantolaite.

Kapeikkopohjaiseen tuotannonohjauksen toimintamallia kuvataan usein rumpu-puskuri-köysimetaforan avulla, jossa keskitytään kapeikkona olevan tuotantojärjestelmän osan ohjaamiseen. Tällöin esimerkiksi voidaan esimerkiksi myydä tuotantoa, joka allokoidaan suoraan valmistettavaksi kapeikossa tarkasti määritellyllä ajanjaksolla.

Kapeikko toimii tässä tapauksessa **rumpuna**, jonka rytmi määrittää kaiken muun toiminnan tuotannossa. Yleensä kapeikko on edullista sijoittaa yhdeksi tuotantojärjestelmän viimeisistä työvaiheista.

Kapeikon käyttöaste pidetään korkeana keskittymällä muun muassa seuraaviin asioihin:

- Kapeikkoa varten laaditaan yksityiskohtainen tuotantoaikataulu, joka ohjaa koko tuotantojärjestelmän toimintaa.
- Kapeikon kohdalla vältetään ylimääräisiä asetustenvaihtoja, jotta kapeikon taukoajat saadaan minimoitua.
- Kapeikkokoneen käytettävyyttä maksimoidaan huolellisesti suunnitelluilla huolto- ja kunnossapitotoimenpiteillä.

### Puskuri varmistaa, ettei työ kapeikossa keskeydy

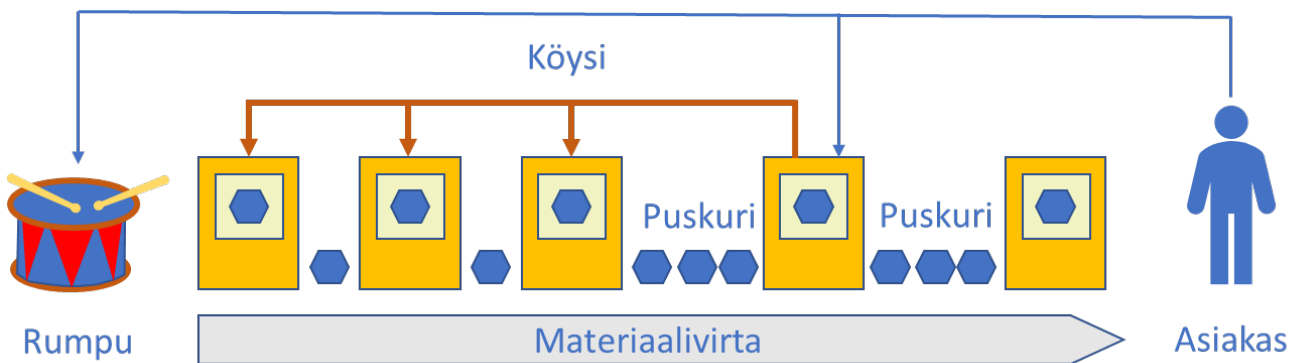
Erityisesti kapeikkoa edeltävien työvaiheiden on huolehdittava siitä, ettei kapeikon tuotanto keskeydy edeltävien työvaiheiden viivästymisen vuoksi. Keskeytymisten ehkäisemiseksi kapeikon tarvitsemat työpiirustukset ja materiaalit toimitetaan kapeikon edessä olevaan **puskuriin** riittävän hyvissä ajoin. Puskuria varten varattu aika määritellään siten, etteivät häiriötilanteet kapeikkoa edeltävissä työvaiheissa johda kapeikon työn keskeytykseen.

Eryityisesti jos kapeikon tuotantoajoissa on runsaasti vaihtelua, myös kapeikon jälkeen voi olla tarpeellista olla riittävä **puskuri** ennen tuotteen toimittamista seuraaviin työvaiheisiin. Tällä huolehditaan siitä, etteivät materiaalipuutteet puskuria seuraavissa työvaiheissa aiheuta muutoksia kapeikon tuotantojärjestyksessä ja siten ylimääräisiä asetustenvaihtoja.

Kapeikon jälkeinen puskuri varmistaa myös sen, että asiakastoimitukset voidaan tehdä sovitulla tavalla tuotantokapeikon mahdollisista häiriöistä riippumatta. Usein juuri asiakastoimitusten viivästyminen aiheuttavat epäsuotuisia muutostarpeita tuotannosuunnitteluun.

Köysi sitoo edeltävät työvaiheet palvelemaan kapeikkoa

Kapeikolle suunniteltu tuotanto-ohjelma ohjaa kaikkien muiden tuotantovaiheiden toimintaa, jotka voivat ohjautua jopa täysin autonomisesti kapeikon tarpeiden mukaisesti. Autonomisuus luonnollisesti edellyttää, että kapeikon tuotantoaikataulu on kaikkien tiedossa. Kapeikkoa edeltävien työvaiheiden tuotantokapasiteetti on kapeikon tuotantokapasiteettia isompi, ja kapeikkoa edeltävä puskuri mahdollistaa satunnaiset häiriöt edeltävissä työvaiheissa. Tuotannon suunnittelua varten riittää, kun tunnetaan kapeikkoa edeltävän työn läpimenoaika, johon lisätään puskurille varattu aika



## Rumpu-Puskuri-Köysi tuotannonohjaus