



Palvelujen tuottavuuden kehitys - johdatus palveluanalytiikkaan osa 2

Olli Martikainen, PIKE

Sisällys – osa 2

- Palvelun mallinnus
 - Mitä tietoja tarvitaan
 - Tietojen kerääminen
 - Excel-mallin muodostaminen
 - Mallin laskenta ja kalibrointi
- Palvelun parantaminen
 - Parannusmahdollisuuksien analyysi
 - Parannettujen mallien muodostaminen
 - Mallien vertailu
 - Tulosten verifiointi
- Esimerkki tutkittavaksi
- Harjoitustyö

Palvelun mallinnus

- Tutustumme seuraavaksi suhteellisen analytiikan käytännön menetelmiin
- Palvelun nykytila mallinnetaan ensin haastattelemalla tiimien jäsenet ja/tai mittaamalla henkilöiden toimintaa
- Nykytilan mallin analyysi kertoo jo mahdollisista parannuskohteista
- Palvelun parannusehdotuksista tehdään seuraavaksi mallit, jotka analysoidaan ja verrataan alkuperäiseen
- Näin saadaan selville eri parannusten vaikutukset ja voidaan valita toteutettavat muutokset
- Muutosten toteuttamisen jälkeen tulokset verifioidaan mittaamalla ja haastattelemalla

Palvelun mallinnus

- Palvelut ovat prosessisysteemejä
- Prosessin malli koostuu ajan suhteen peräkkäisistä ja/tai rinnakkaisista aktiviteeteista
- Henkilöt (asiakkaat) tai tehtävät liikkuvat aktiviteetista toiseen
- Aktiviteetissa tehdään työtä tai kuluu aikaa
- Kutsumme näitä aktiviteetteja solmuiksi (node) tai palvelupisteiksi (service node)
- Aktiviteetissa työtä tekevät palvelimet (server), jotka ovat henkilöitä tai tiimejä
- Tiimit koostuvat resursseista, jotka voivat olla esimerkiksi eri ammattihenkilöitä
- Sama henkilö voi kuulua useaan tiimiin

Palvelun mallinnus

- Mitä tietoa tarvitaan
 - Asiakasluokat (classes) eli tapahtuma-/asiakastyypit
 - Palvelupisteet (nodes) eli suoritettavat aktiviteetit sekä
 - Rinnakkaisten palvelimien lukumäärä
(jos nolla, niin kyseessä on IS, Infinite Server)
 - Palveluajat (service times) eli aktiviteettien kestot
 - Kutakin asiakasluokkaa vastaava keskim. palveluaika
 - Ei sisällä odotusaikaa (waiting time)
 - Palvelut (services) eli tiimit palvelupisteissä
 - Mahdolliset tiimit ja vastaava tuottavuus
 - Voi olla useita vaihtoehtoisia tiimejä

Palvelun mallinnus

- Mitä tietoa tarvitaan (jatkoa)
 - Resurssit (resources) tai ammattiryhmät tiimeissä
 - Montako henkeä on kussakin ammattiryhmässä
 - Resurssitarpeet (requirements) tiimissä
 - Eri ammattiryhmien edustajien henkilömäärät
 - Kuorma (assignment) eli asiakkaiden saapuminen
 - Kuhunkin palvelupisteeseen ulkoa saapuvat asiakkaat
 - Reititystodennäköisyydet
 - Asiakasluokan todennäköisyys siirtyä noodista toiseen

Tietojen kerääminen

- Tarvittavat tiedot kerätään haastattelemalla ja/tai mittaamalla
- Haastattelu
 - Haastatellaan vähintään yksi edustaja kustakin ammattiryhmästä
 - Käytetään semiformaalialia haastattelulomaketta
 - Yleensä haastattelut nauhoitetaan, mutta ei litteroida
 - Haastattelujen yhteenvedon perusteella tehdään palvelun malli
- Mittaaminen käsitellään erikseen

Excel-mallin muodostaminen

- Malliin kerätyt tiedot syötetään sitä varten kehitettyyn Excel-tiedostoon
- Excel-tiedosto tuottaa analytiikkaohjelmien tarvitseman datan (input.txt tai input_data.csv)
- Teemme seuraavaksi yksinkertaisen prosessin mallin, jossa potilas ensin tutkitaan ja sen jälkeen hoidetaan
- Prosessissa on kolme aktiviteettia: Tutkimus, Hoito ja Tarkistus, esimerkiksi liukastumisvammojen hoito
- Tutkimusta tekee lääkärin ja hoitajan muodostama tiimi, vain yhtä potilasta tutkitaan kerrallaan
- Hoitoa tekevät vaihtoehtoisesti kahden hoitajan tiimi tai lääkärin ja hoitajan muodostama tiimi
- Samanaikaisesti voidaan hoitaa kahta potilasta
- Lääkäri tarkistaa hoidon tuloksen

Excel-mallin muodostaminen

Luentoexamples Excel-tiedosto: [tuottaa tekstikuvaukset input.txt \(seur.sivu\)](#)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	MALLI	Luento1	Calculate		Huom: Nolla "0" seuraavassa tarkoittaa "kaikki"				
3									
4		Solmu	Palvelimia	Luokka	Palveluaika	Tiimi_1	Tuott_1	Tiimi_2	Tuott_2
5		tutkimus	1	0	0.5	1	1		
6		hoito	2	0	1	1	1	2	1
7		tarkistus	1	0	0.1	3	1		
102									
103									
104		Ryhmät	resurssien lkm						
105		lääkäri	1						
106		hoitaja	2						
202									
203									
204	tiimien	Tiimit	Ryhmä_1	h_1	Ryhmä_2	h_2	Ryhmä_3	h_3	Ryhmä_4
205	määrittely	1	1	1	2	1			
206		2			2	2			
207		3	1	1					
303									
304									
305		Kuorma	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka
306		tutkimus	0	1					
307									
403									
404									
405		Reititys		Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	tn
406		tutkimus	hoito	0	1.00				
407		hoito	tarkistus	0	1.00				
408									

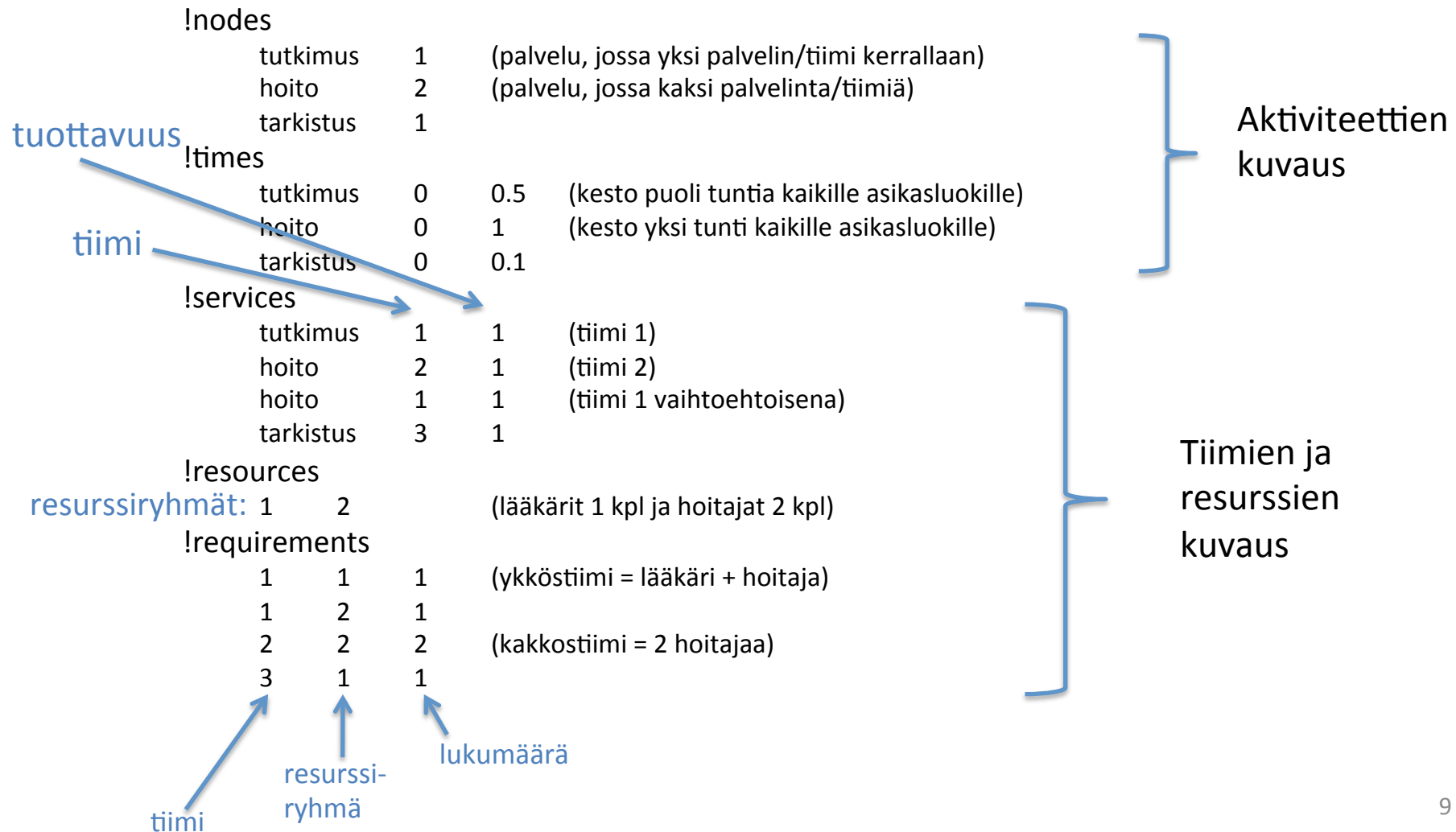
palveluun liittyvät tiimit

resurssiryhmät numerojärjestyksessä

resurssiryhmät ja
niistä tarvittavat henkilöt

Excel-mallin muodostaminen

Luentoexamplesimerkki 1 (tekstikuvaus)



Excel-mallin muodostaminen

.. Esimerkki (jatkoa)

!assignment

tutkimus 0 1 (kaikki asiakkaat tulevat noodiin a)

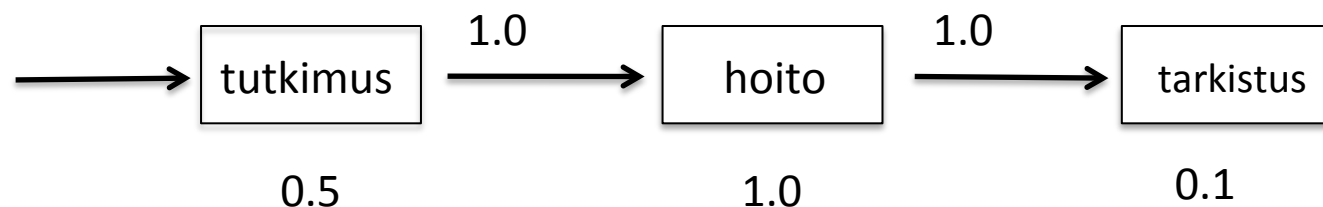
!routing

tutkimus hoito 0 1 (kaikki asiakkaat reitittyvät tutkimus-noodista

hoito tarkistus 0 1 hoito-noodiin todennäköisyydellä 1)

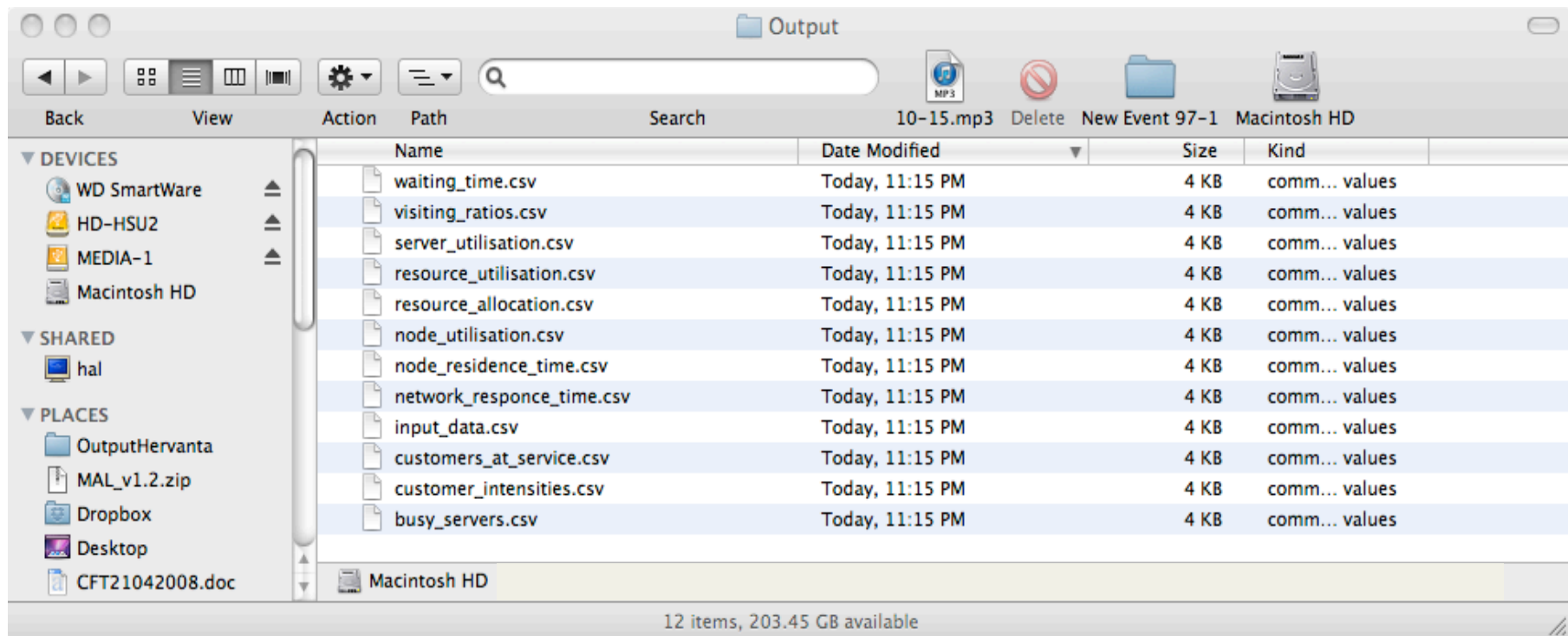
Reittien
kuvaus

Mallin graafinen esitys, jossa noodit ja asiakkaiden reitit
(tiimit puuttuvat):



Mallin laskenta

Laskentaohjelma MAL (Model AnaLyzer) tuottaa tekstikuvauksesta seuraavat csv- tiedostot:



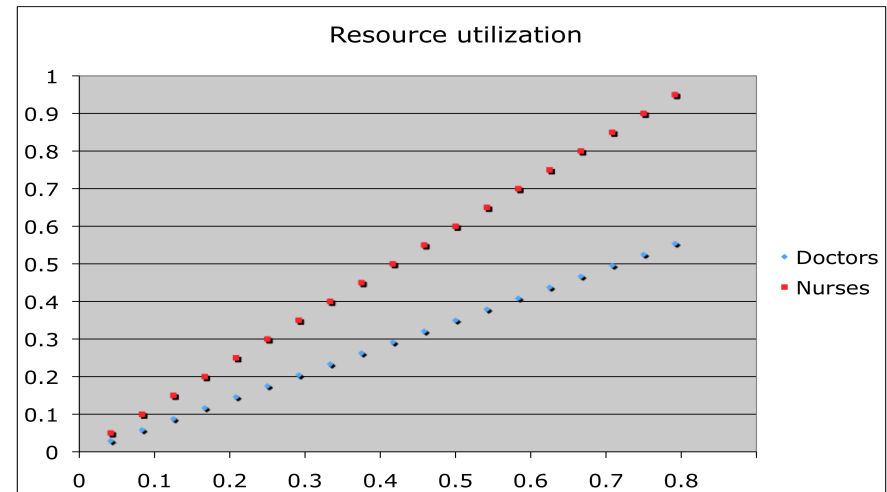
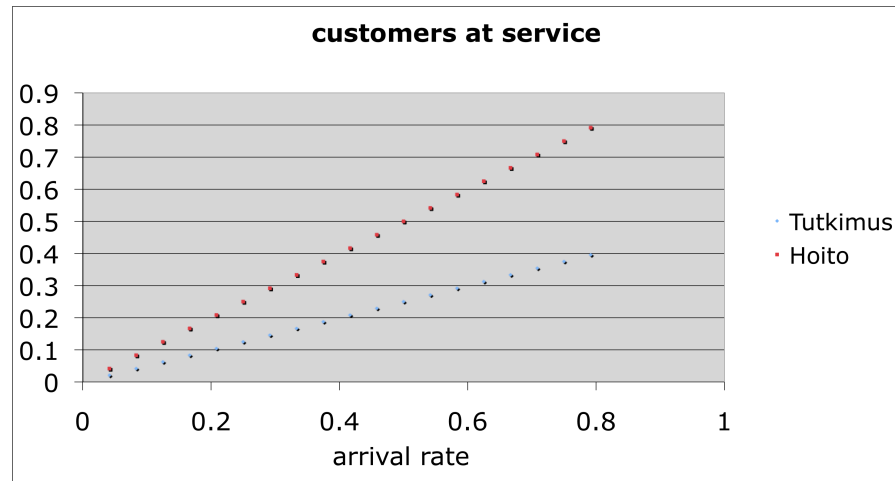
Mallin laskenta

- MAL-ohjelman tuottamat CSV-tiedostot
 - Busy servers, montako palvelinta käytössä keskimäärin
 - Customer intensities, asiakkaita aikayksikössä
 - Customers at service, montako asiakasta keskimäärin
 - Network response time, asiakkaalla kuluva aika
 - Node residence time, asiakkaan aika noodissa
 - Node utilization, noodin käyttöaste, välillä 0 - 1
 - Resource allocation, miten resurssit jaetaan parhaan tuloksen saamiseksi

Mallin laskenta

- MAL-ohjelman tuottamat CSV-tiedostot (jatkoa)
 - Resource utilization, resurssien kuormitus
 - Server utilization, palvelinten (tiimien) kuormitus
 - Visiting rations, käyntisuhteet
 - Waiting time, odotusajat (jos saapumiset satunnaisia)
- CSV-tiedostoista saadaan helposti graafisia kuvia ja niiden dataa voi käyttää excel-laskentaan

Mallin laskenta



resource allocation

Node	Saturation rate	Capacity	Server 1	Server 2	Server 3	Resource 1	Resource 2
tutkimus	0.833333	1	0.416667	0	0	0.416667	0.416667
hoito	0.833333	2	0.0833333	0.75	0	0.0833333	1.58333
tarkistus	0.833333	1	0	0	0.0833333	0.0833333	0
YHTEENSÄ						0.5833336	1.999997

Sairaanhoitajat ovat pullonkaula, kaikki resurssit (2 henkeä) ovat käytössä. Lääkäri on tässä prosessissa puoliksi käyttämättä (Resource 1 käytössä 0.58). Sairaanhoitajien puute rajoittaa palvelun toimintaa.

Mallin laskenta

- Edellinen kapasiteetin yläraja (saturation rate) 0.83333 asiakasta/h kertoo teoreettisen maksimaalisen asiakkaiden saapumis-intensiteetin, jolla voidaan palvella, jos ihmiset olisivat koneita
- Käytännössä henkilöiden käyttöaste voi olla 0.75 tai korkeintaan 0.85, jottei heille tulisi yllirasitusoireita.
- Hoitajien käyttöaste 0.75 antaa palvelun maksimikapasiteetiksi 0,625 asiakasta/h (resource_utilization.csv)
- Yleensä todellisessa elämässä toimivan systeemin kaikilla ammattiryhmillä on kokemuksen mukaan suunnilleen sama käyttöaste

Kalibrointi

- Verrataan palvelun laskennan tuloksia olemassa oleviin palvelun tilastoihin
- Jos laskettu malli vastaa todellisuutta, sen pohjalta voidaan kehittää parannettuja malleja ja verrata tuloksia alkuperäiseen malliin
- Jos malli ei kalibroidu, joitain tietoja puuttuu, ja ne on selvitettävä – usein tällä tavoin löydetään oleellisia aukkoja tiedoissa

Palvelun parantaminen

- Mallin laskentatuloksia tutkimalla on usein helppo huomata, miten palvelua voi parantaa
- Luentoexamplesissä hoitajat olivat pullonkaula, joka esti palvelun täyden kapasiteetin käytön, joten hoitajia voitaisiin lisätä
- Tiimeillä on suuri vaikutus palvelun toimintaan
 - Jos luentoexamplesissä riittäisi yksi hoitaja puolessa tapauksissa hoitoja, saataisiin resursseja vapautettua
- Kokeillaan seuraavaksi nämä esitetyt parannusvaihtoehdot:

Parannettu malli 1

Lisätään hoitajia 1 kpl

Node	Saturation rate	Capacity	Server 1	Server 2	Server 3	Resource 1	Resource 2
tutkimus	1.2	1	0.6	0	0	0.6	0.6
hoito	1.2	2	0	1.2	0	0	2.4
tarkistus	1.2	1	0	0	0.12	0.12	0
YHTEENSÄ						0.72	3

Lisätään hoitajia 2 kpl

Node	Saturation rate	Capacity	Server 1	Server 2	Server 3	Resource 1	Resource 2
tutkimus	1.6	1	0.8	0	0	0.8	0.8
hoito	1.6	2	0	1.6	0	0	3.2
tarkistus	1.6	1	0	0	0.16	0.16	0
YHTEENSÄ						0.96	4

Palvelun läpäisy kaksinkertaistui 0,6 -> 1,3 asiakkaaseen tunnissa (miksei 1,6 ?)

Parannettu malli 2

Muokataan prosessia siten, että puolessa tapauksista hoidossa tarvitaan vain yksi hoitaja kahden sijasta, hoito -> hoito1 ja hoito2 ja lasketaan malli yhdellä lääkäriellä ja kahdella hoitajalla:

Node	Saturation rate	Capacity	Server 1	Server 2	Server 3	Server 4	Resource 1	Resource 2
tutkimus	1.5	1	0.75	0	0	0	0.75	0.75
hoito1	1.5	2	0	0.75	0	0	0	1.5
tarkistus	1.5	1	0	0	0.15	0	0.15	0
hoito2	1.5	2	0	0	0	0.75	0	0.75
YHTEENSÄ							0.9	3

Palvelun läpäisy on nyt 1,2 asiakasta tunnissa, eli saatiin 100% kasvu lähtötilanteeseen verrattuna 30% resurssilisäyksellä.

Esimerkki tutkittavaksi

Mielenterveystoimiston sisäänottoprosessi
vuodelta 2002 Hollannista:

Aktiviteettien kuvaus:

1) Sisäänottoprosessi mielenterveyshoitoon alkaa yhteydenotolla vastaanottopalveluun. Yhteyttä ottaa joko lääkäri tai asiakas. Hoitaja kysyy nimen ja asuintiedot.

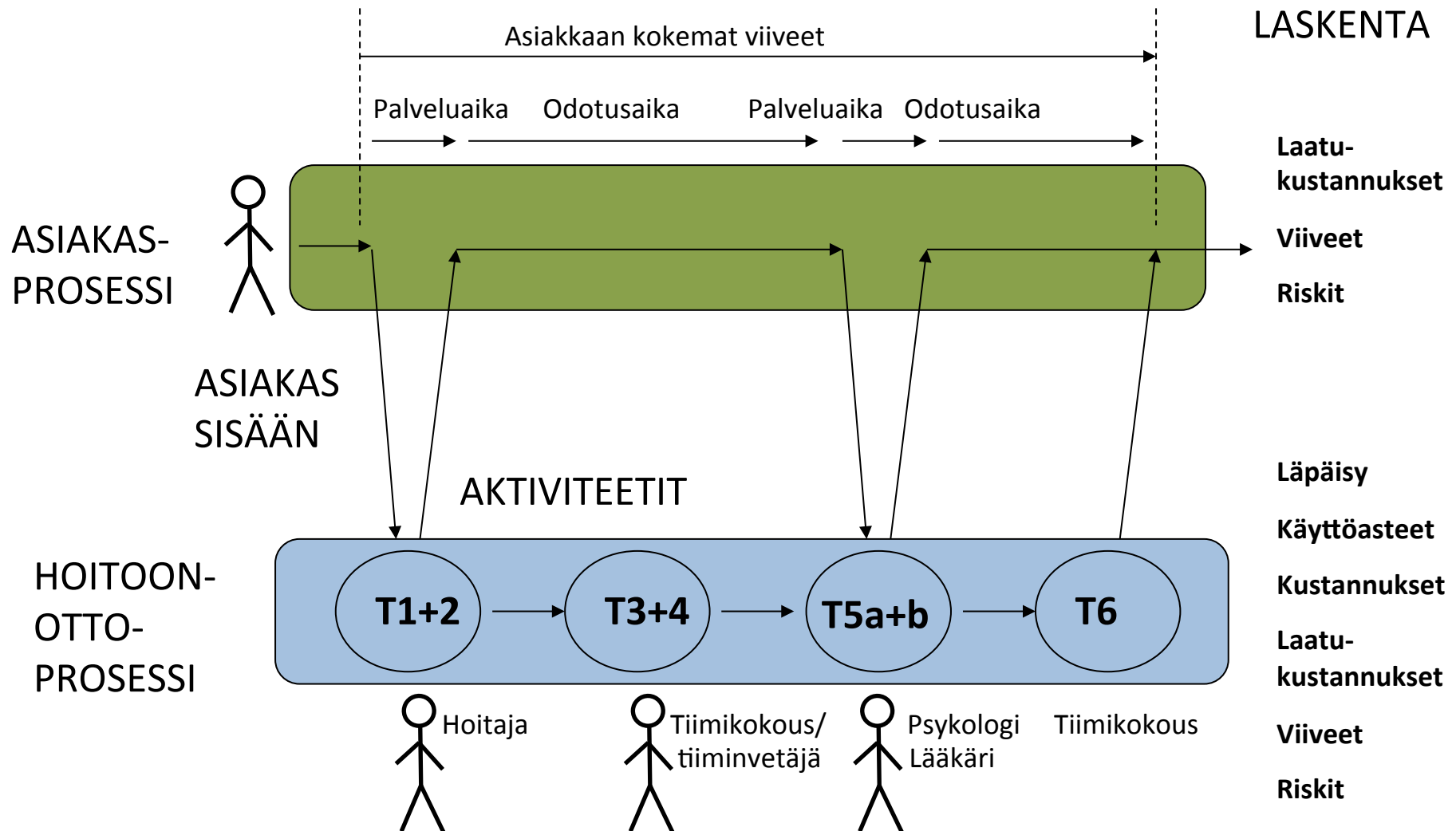
Lähde:
Reijers, Hajo A.: Design and Control of
Workflow Processes, 2002:
Intake Process to Mental Care

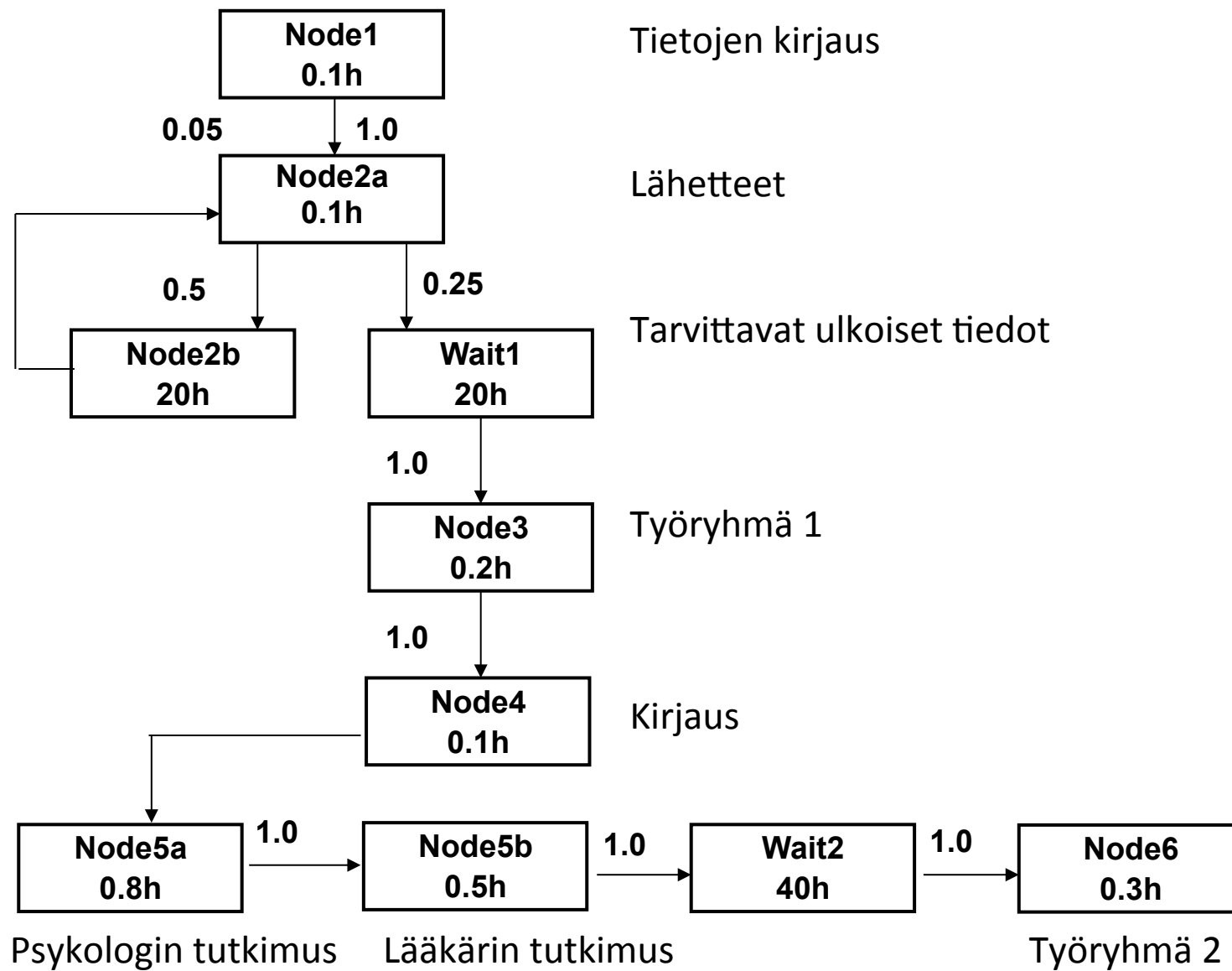
- 2a) Hoitaja kirjaa asiakkaan mielenterveyden ja sosiaalisen tilan ym. tarvittavat tiedot. Tiedot tallennetaan tietojärjestelmään. Toimistossa tehdään lähetteet potilasta tutkivalle psykologille ja lääkärille. Potilas lisätään uusien tapausten tehtävälistaan.
- 3) Keskiviikkoisin kokoontuu hoitotyöryhmä jäseninään hoitaja, psykologit ja lääkärit, joista yksi on tiiminvetäjä. Kokouksessa jaetaan tehtävälistalla olevat potilaat psykologille ja lääkärille, missä huomioidaan työntekijöiden asiantuntemus, vastuualueet, aikaisemmat kontaktit potilaan kanssa ja työtaakka.
- 4) Työnjako tallennetaan työlistalle.

- 2b) Tarvittaessa kopiota potilastiedoista hoitajan toimisto lähettää kirjeen potilaan perhelääkärille ja pyytää sitä. Kopion saapuessa toimisto ilmoittaa siitä toiselle tutkivalle lääkärille ja lisää kopion potilastietoihin.
- 5) Psykologi sopii tapaamisen potilaan kanssa niin pian kuin mahdollista. Vastaanoton aikana potilas tutkitaan käyttämällä haastattelukaavaketta. Havainnot kirjataan potilastietoihin. Lääkäri sopii tapaamisesta vasta saatuaan psykologin raportin.

6) Psykologin ja lääkärin tapaamisen jälkeen, hoitaja listaa hoidon tarpeessa olevat potilaat. Tämä lista annetaan edelleen työryhmän johtajalle käytettäväksi keskiviikkona pidettävässä työryhmän kokouksessa. Tutkinut psykologi ja lääkäri sekä tiimijohtaja laativat yhdessä hoitosuunnitelman jokaiselle hoitoa tarvitsevalle potilaalle. Tämä hoitosuunnitelma on sisäänottoprosessin viimeinen vaihe.

Mielenterveystoimiston sisäänottoprosessi

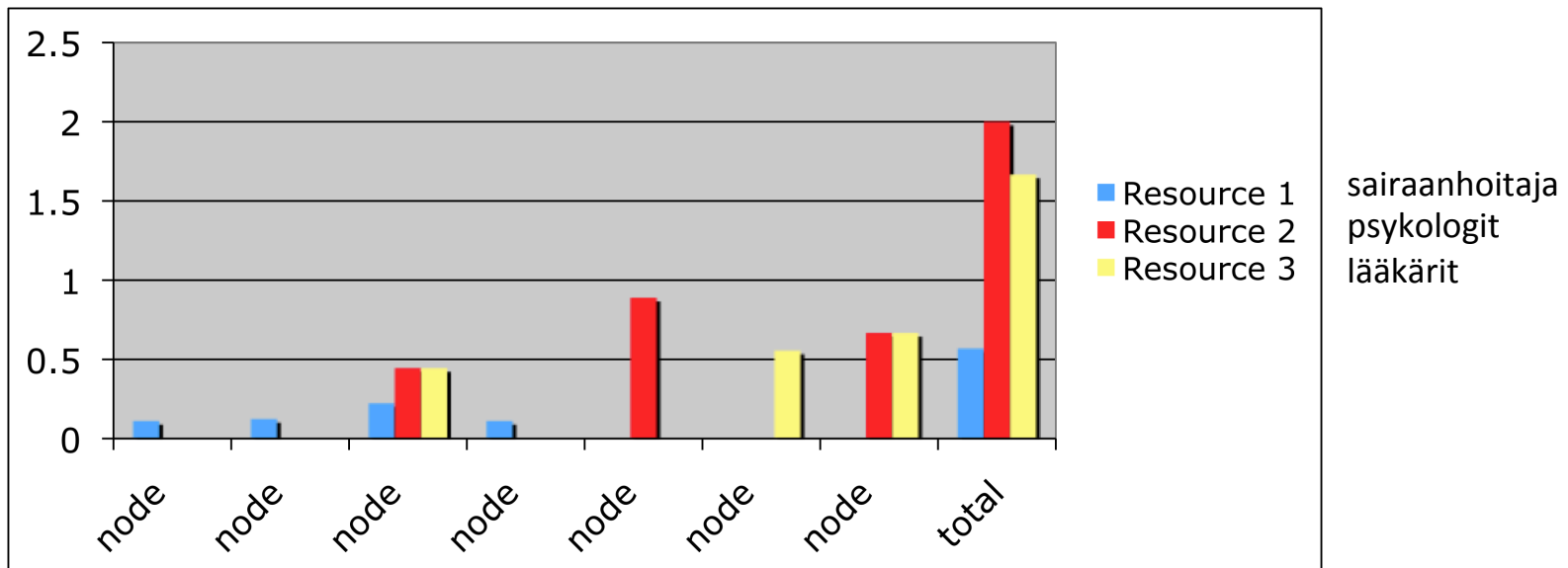




Mental-v1.xls											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1											
2	MALLI	Mielenterveystoiminta	Calculate								
3											
4		Solmu	Palvelimia	Luokka	Palveluaika	Tiimi_1	Tuott_1	Tiimi_2	Tuott_2	Tiimi_3	Tuott_3
5		node1	1.00	0	0.10	1	1.00				
6		node2a	1.00	0	0.10	1	1.00				
7		node2b	0.00	0	20.00						
8		wait1	0.00	0	20.00						
9		node3	1.00	0	0.20	2	1.00				
10		node4	1.00	0	0.10	1	1.00				
11		node5a	1.00	0	0.80	4	1.00				
12		node5b	1.00	0	0.50	5	1.00				
13		wait2	0.00	0	40.00						
14		node6	1.00	0	0.30	3	1.00				
15											
16											
17		Ryhmät	Resurssien lkm								
18		sairaanhoitaja	1.00								
19		psykologi	2.00								
20		lääkäri	2.00								
21											
22											
118											
119											
120		Tiimit	Ryhmä_1	h_1	Ryhmä_2	h_2	Ryhmä_3	h_3	Ryhmä_4	h_4	Ryhmä_5
121	sairaanh	1	1	1.00							
122	työryhmä1	2	1	1.00	2	2.00	3	2.00			
123	työryhmä2	3	2	2.00	3	2.00					
124	psykologi	4	2	1.00							
125	lääkäri	5	3	1.00							
221											
222											
223		Kuorma	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka
224		node1	0	1.00							
225											
226		Reititys		Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	tn	Luokka	
227		node1	node2a	0	1.000						
228		node2a	node2b	0	0.100						
229		node2b	node2a	0	1.000						
230		node2a	wait1	0	0.900						
231		wait1	node3	0	1.000						
232		node3	node4	0	1.000						
233		node4	node5a	0	1.00						
234		node5a	node5b	0	1.00						
235		node5b	wait2	0	1.00						
236		wait2	node6	0	1.00						
237											
242											

Saturation rate 1,11 asiakasta/h

Resource allocation



Psykologit (Resource2) ovat pullonkaula ja kokoukset (node3 + 6) kuluttavat yli 50% resursseja

Lisätään puoliaikainen psykologi (kokeile!)

Saturation rate 1,25 asiakasta/h

Poistetaan ensimmäinen tiimikokous ja annetaan tutkivan psykologin ja lääkärin valinta työryhmää vetävälle lääkärille jota hoitaja avustaa (=työryhmä1).

Toimitaan alkuperäisillä resursseilla 1 sh, 2 psyk., 2 lääk.

Saturation rate 1,43 as/h eli n. 30% parannus alkuperäiseen.

Lisäksi asiakaspalvelusta poistuu kokouksen odotusviive.

=> Kokoustaminen tuhlaa resursseja ja aikaa.

Jos toinenkin työryhmä poistetaan ja hoitopäätöksen tekee työryhmää vetävä lääkäri yksin, saadaan

Saturation rate 1,96 as/h eli n. 77% parannus alkuperäiseen.

Mallinnuksessa käytetty etenemistapa

1. Nykytilan kartoitus

Mallinnetaan aggregaattitasolla nykyiset palvelukokonaisuudet ja mitataan niiden resurssitarpeet ja kapasiteetit

2. Palveluoptimien laskenta

Lasketaan nykytilan pohjalta nykyteknologian mahdollistamat palveluoptimit

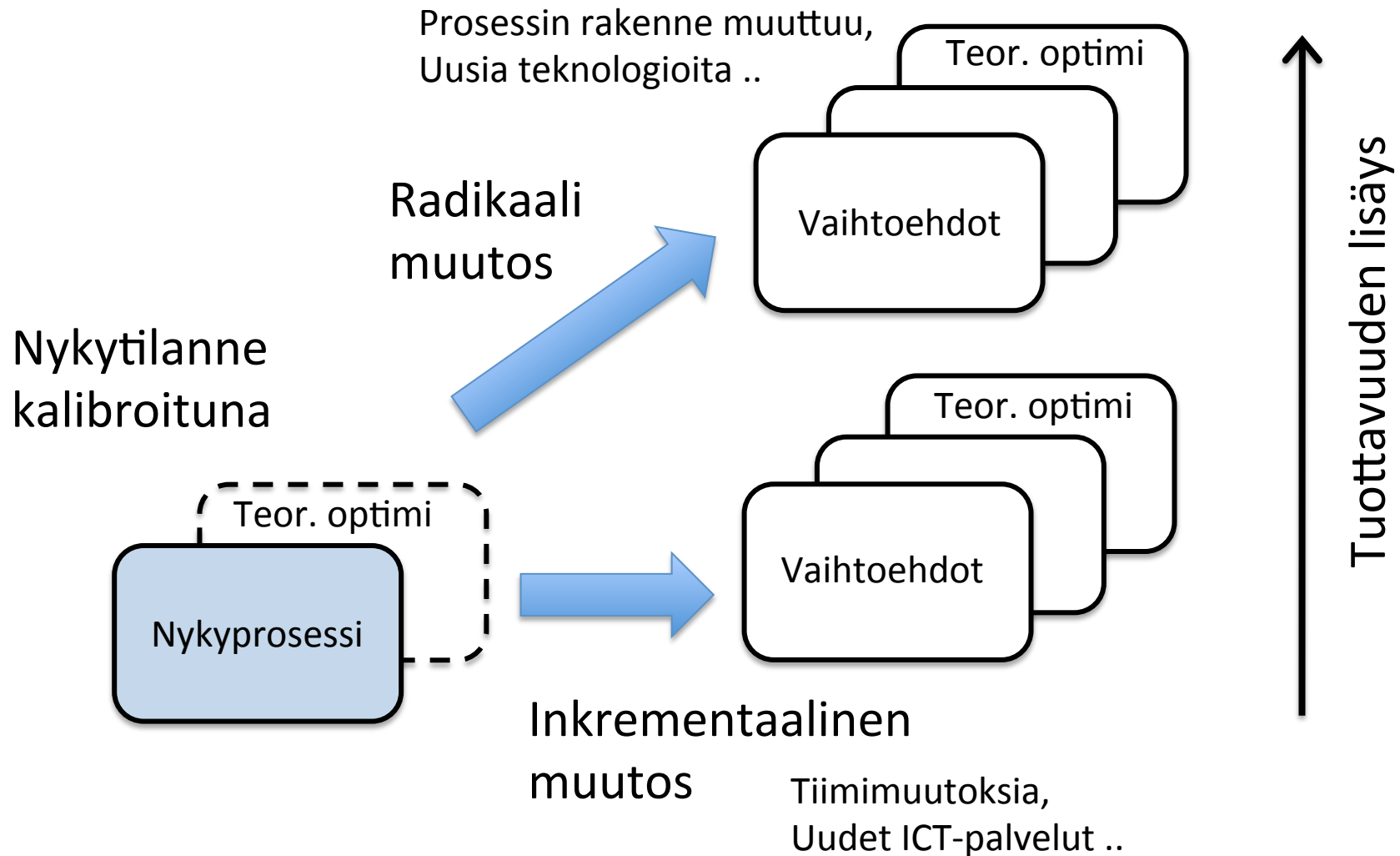
3. Uusien palvelumallien analyysi

Tutkitaan uuden organisoinnin ja uusien teknologioiden mahdollistamia palvelumalleja ja etsitään parhaat mallit, joilla päästään lähemmäksi optimeita

4. Muutosten toteutus ja verifiointi

Tuetaan uuden organisaation kehittämistä toteuttamalla valitut muutokset ja mittaamalla saavutetut tulokset

Mallinnuksessa käytetty etenemistapa



Viitteitä

- Alasalmi, A., Martikainen, O., Takemura, T., Kume, N., Kuroda, Y. and Oshiro, O. (2007): *Medical Equipment Logistics Improvement Based On Location Data*, The 2nd International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT' 07) , Oulu.
- Castrén, L., Kauhanen, A., Kulvik, M., Kulvik-Laine, S., Lönnqvist, A., Maijanen, S., Martikainen, O., Palvalin, M., Peltonen, I., Ranta, P., Vuolle, M. ja Ye Z. (2013): *ICT ja palvelut, Näkökulmia tuottavuuden kehittämiseen*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA), Taloustieto Oy.
- Halonen, R., Juntunen, K., Martikainen, O. ja Naumov, V. (2014): *Seeking efficiency and productivity in health care*, 20th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2014), Savannah, 7-9.8.2011.
- Juntunen, K. (2012): *Tieto- ja viestintätekniikan soveltamiseen perustuvat toiminta-prosessien uudistukset terveydenhuollossa, sosio-tekniis-taloudellinen näkökulma*, Acta Universitatis Ouluensis, A Scientiae Rerum Naturalium 602.
- Kauhanen, A., Kulvik, M., Kulvik, S., Maijanen, S., Martikainen, O. and Ranta, P. (2012): *Resource allocation in health care processes: A case study*, ETLA Working Papers, No. 10, 2013.
- Maliranta, M. and Rouvinen, P.: *Productivity effects of ICT in Finnish business*, ETLA Discussion papers No. 852, 2003.
- Martikainen, O. and Halonen, R.: *Model for the Benefit Analysis of ICT*, 17th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2011), Detroit, 4-7.8.2011.
- Martikainen, O., Halonen, R. ja Naumov, V. (2010): *ICT-based improvement of construction procurement process*, Teoksessa E-government, e-services and global processes (p. 210–219), Springer.