

Juha Kinnunen

TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN VASTEAJAT JA
TUOTTAVUUS

Liiketalouden koulutusohjelma
2017

TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN VASTEAJAT JA TUOTTAVUUS

Kinnunen, Juha
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Liiketalouden koulutusohjelma
Kesäkuu 2017
Ohjaaja: Varpelaide, Heidi
Sivumäärä: 46
Liitteitä: 0

Asiasanat: tietojärjestelmä, vasteaika, tuottavuus, toiminnanohjaus, suorituskyky

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin toiminnanohjausjärjestelmiä sekä tietojärjestelmien vasteaikoja. Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä vasteaikojen merkitykseen tuottavuuden suhteen sekä tutkia tätä konkreettisesti erään järjestelmän vasteajoista.

Opinnäytetyö pyrki määrittelemään mitä toiminnanohjausjärjestelmät ovat, miten niitä hyödynnetään ja kuinka ne ovat kehittyneet vuosien saatossa. Tämän jälkeen opinnäytetyössä keskityttiin selvittämään näiden järjestelmien suorituskykyyn vaikuttavat eri osa-alueet, sekä mitä näiden suhteen tulisi teoriassa huomioda. Teoriaan perehtymällä pyrittiin selvittämään kaikkien osa-alueiden parhaat käytännöt, sekä näiden merkitykset suorituskykyyn.

Empiria-osuudessa muodostettiin näiden pohjalta käsitys siitä, miten toimeksiantajan tietojärjestelmään pystyttäisiin soveltamaan kehitystoimenpiteitä hitaiden vasteaikojen parantamiseksi. Tähän sovellettiin teoriassa esiteltyjä mitoituksia vaikuttavista tekijöistä sekä parhaita käytäntöjä suorituskyvyn parantamiseen.

Johtopäätökset tehtiin yhteensovittamalla teoria- ja empiriaosuuden havaintoja tapaus- tutkimuksen vaikutuksista tietojärjestelmän suorituskykyyn. Suorituskykyyn todettiin vaikuttavan aina monta eri osa-tekijää, jotka tulee ongelmatilanteissa aina tapauskohtaisesti arvioida. Tapaus- tutkimuksen suurista tietomääristä johtuvasta hitaasta vasteajasta taas pääteltiin kehittämisen mahdollisuuksiksi tietomäärän vähentämisen sekä tietokannan uusien ominaisuuksien hyödyntämisen.

RESPONSE TIMES AND PRODUCTIVITY OF AN ENTERPRISE RESOURCE PLANNING SYSTEM

Kinnunen, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Business Administration

June 2017

Supervisor: Varpelaide, Heidi

Number of pages: 46

Appendices: 0

Keywords: Information System, Response Time, Productivity, Enterprise Resource Planning, Performance

This bachelor's thesis explored ERP systems and general response times for information systems. The ultimate aim of the thesis was to get acquainted with the significance of information systems response times related to productivity and to reflect this with a concrete example of response times in an ICT-system.

The thesis focused on defining what ERP systems are, how they are utilized and how they have evolved over the years. After this, the thesis focused on exploring the different areas affecting the performance of these systems and what should be taken into account in these terms. By exploring the related theories in sizing ICT-systems I aimed to clarify the best practices of all sub-areas and their significance for performance.

Based on these, the empirical part sought to create an understanding of how the client's information system could be improved to solve slow response times. By applying the best practices presented in the theory and the considerations for information system sizing I sought to find out the best measures which would improve the performance for the clients ERP system.

By comparing the theoretical and empirical observations, the final conclusions were drawn from the perceived effects of the case study on performance of an information system.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄT.....	6
2.1	Opinnäytetyöongelma.....	6
2.2	Teoreettinen viitekehys.....	7
2.3	Käytettävä tutkimusmenetelmä.....	8
2.4	Aineiston kerääminen.....	9
3	KANSANELÄKELAITOS JA ICT-YKSIKKÖ.....	10
4	TIETOJÄRJESTELMIEN TUOTTAVUUDEN TALOUSTEORIAA.....	13
4.1	Tuottavuuden yleinen määritelmä ja sen tehostaminen.....	13
4.2	Tuottavuus osana tietojärjestelmiä.....	14
4.3	Pareton periaate.....	16
5	TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT.....	18
5.1	Toiminnanohjausjärjestelmien määritelmä ja historiaa.....	18
5.2	Toiminnanohjausjärjestelmien modulaarisuus.....	19
5.3	Tutkimuksia toiminnanohjausjärjestelmiin sijoitetun pääoman tuotosta.....	20
5.4	Toiminnanohjausjärjestelmien markkinaosuuksia.....	22
5.5	Kelan toiminnanohjausjärjestelmä.....	23
6	TIETOJÄRJESTELMÄN ALUSTA.....	26
6.1	Fyysinen palvelin.....	26
6.2	Virtuaalinen palvelin.....	27
6.3	Tietokanta.....	29
6.4	Sovellusalusta ja sovellukset.....	30
7	KELAN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN SUORITUSKYKY.....	31
7.1	Fyysinen ja virtuaalinen palvelin.....	33
7.2	Tietokanta.....	35
7.3	Sovellusalusta ja sovellukset.....	38
7.4	Johtopäätökset.....	40
8	YHTEENVETO.....	43
	LÄHTEET.....	44

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihealue liittyy julkishallintoon. Työni toimeksiantajana on Kansaneläkelaitos, jonka ICT-yksikölle teen tämän tutkimuksen. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on auttaa toimeksiantajaa tunnistamaan vasteaikoihin liittyviä tekijöitä. Kelalla on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä, mihin on keskitetty kaikki laitoksen henkilöstö-, talous- ja materiaalihallinnon tietojenkäsittely. Järjestelmä sisältää sovelluksia ja prosesseja em. osa-alueille sekä toimii näiden osalta laitoksen yhteiskäyttöisen ydintiedon lähteenä. Toiminnanohjausjärjestelmällä on todettu esiintyvän suorituskykyongelmia erityisesti taloushallinnon osalta.

Opinnäytetyön teoriaosassa selvitetään yleistä talousteoriaa tietojärjestelmien vasteikojen suhteesta työn tuottavuuteen. Lisäksi teoriaosuudessa keskitytään selvittämään mitä toiminnanohjausjärjestelmät ovat, miten ne toimivat ja millä tavalla niitä hyödynnetään yrityksissä. Suorituskyvyn suhteen teoriaosuus perehtyy tietojärjestelmän eri osa-alueiden vaikutuksiin vasteajoissa ja mitoituksessa.

Lopputuloksena pyritään tuottamaan ratkaisu suorituskyvyn parantamiseksi. Opinnäytetyön hyötynä Kela saa tehostettua järjestelmänsä toimintaa sekä saavuttamaan kustannushyötyä säästetyssä työajassa. Tavoitteena on tehostaa Kelan ICT-palvelutuotannon laatua toiminnanohjausjärjestelmän suhteen.

2 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Opinnäytetyöongelma

Opinnäytetyöongelmana on selvittää Kelan toiminnanohjausjärjestelmän vasteaikojen suhdetta tuottavuuteen. Tavoitteena on selvittää teorian avulla, miten toiminnanohjausjärjestelmiä voidaan hyödyntää organisaatiossa, minkälainen tietojärjestelmän alusta on ja miten vasteaikoja tulee huomioida. Teoreettisen selvityksen pohjalta analysoidaan Kelan toiminnanohjausjärjestelmän suorituskykyä sekä tehdään johtopäätöksiä miten sitä voisi mahdollisesti parantaa.

Toiminnanohjausjärjestelmä on ollut Kelan käytössä noin 10 vuoden ajan, jona aikana sinne on kertynyt paljon materiaalia. Tätä kokonaisuutta ei ole arkistoitu tai siivottu vielä käytännössä, jonka takia suorituskyky saattaa joillain osa-alueilla olla keskivertoa heikompaa. Konkreettisesti tätä on ilmentynyt esimerkiksi taloushallinnon tehdessä tilinpäätöstä järjestelmässä, jolloin pääkirjanpidosta otetut raportit ovat muodostuneet tuskaisen hitaasti. Pahimmillaan odotusajat ovat kymmenissä minuuteissa, joka hidastaa merkittävästi tilinpäätöksen tekoa ja näin ollen myös maksaa työnantajalle menetettynä työaikana.

Opinnäytetyöllä pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

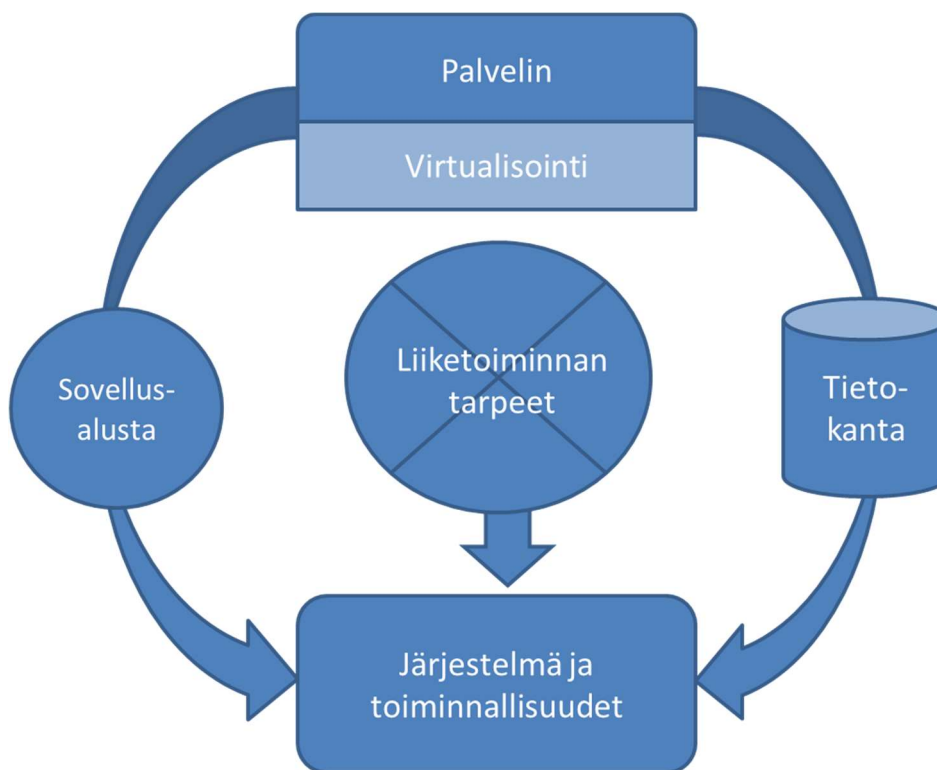
- 1) Miten tuottavuus liittyy teorian mukaan tietojärjestelmän suorituskykyyn?
- 2) Mitä ovat toiminnanohjausjärjestelmät ja niiden hyödyt?
- 3) Minkälainen on Kelan toiminnanohjausjärjestelmä?
- 4) Miten toiminnanohjausjärjestelmän eri osa-alueet vaikuttavat suorituskykyyn?
- 5) Miten Kelan toiminnanohjausjärjestelmän toteutus on huomioitu suorituskyvyn kannalta ja voidaanko suorituskykyä parantaa?

2.2 Teoreettinen viitekehys

Teoreettinen viitekehys kuvaa tutkimuksen kohteena olevaan asiaan vaikuttavia tekijöitä. Näitä on tunnistettu seuraavasti:

- **Palvelin:** tarkistetaan että järjestelmämitoitus on riittävä sovelluspalvelinten suhteen. Järjestelmällä tulee olla käytössään riittävästi kapasiteettia muistin ja suorituksen suhteen. Palvelimet on lisäksi virtualisoitu, joten selvitan tämän merkitystä kokonaisuuteen.
- **Tietokanta:** kaikki toiminnanohjausjärjestelmän data tallentuu tietokantaan, jonka suorituskyvyn optimointi on tärkeimpiä seikkoja vasteaikojen suhteen. Tietokanta on hiljattain päivitetty uuteen versioon, jonka mukana tulee useita uusia ominaisuuksia. Tutkin minkälaisia toimenpiteitä tietokannalle voidaan tehdä ja onko uusien ominaisuuksien käyttöönotolla vaikutusta suorituskykyyn.
- **Sovellusalusta:** koko toiminnanohjausjärjestelmä pohjautuu ulkopuolisen toimittajan myymään ratkaisuun. Sovellusalusta ajaa toiminnallisuuksia, suorittaa ohjelmakoodia ja toimii rajapintana tietokannan ja sovellusten välillä.
- **Järjestelmä ja toiminnallisuudet:** itse ohjelmat ja niihin liittyvä koodi, miten tehokkaasti ohjelmat suorittavat algoritminsa, tietokantahaut ja muut kuormittavat toiminnallisuudet?
- **Liiketoiminnan tarpeet:** yleisesti järjestelmien tulisi lähteä kehittämään palveluitaan liiketoiminnan tarpeista. Ovatko olemassa olevat ratkaisut riittävän kypsiä liiketoiminnan vaatimuksiin?

Teoreettisen viitekehysten keskeisimpiä käsitteitä on esitelty kuviossa 1.



Kuvio 1. Teoreettinen viitekehys.

2.3 Käytettävä tutkimusmenetelmä

Yksi yleisimmistä tutkimusmenetelmistä on tapaustutkimus. Tapaustutkimuksessa tarkastellaan tapausta ja pyritään tutkimuksen avulla määrittämään, analysoimaan sekä ratkaisemaan sen keskeinen tavoite. (Eriksson & Koistinen 2014, 4.)

Prosessina tapaustutkimus etenee muotoilemalla tutkimuskysymykset, jäsentämällä tutkimusasetelmat, määrittelemällä ja valitsemalla tapaukset, määrittelemällä teoreettiset käsitteet, selvittämällä aineiston ja tutkimuskysymysten välinen vuoropuhelu, päättämällä analyysitavoista ja tulkintasäännöistä sekä viimeisenä päättämällä raportointitavasta. (Eriksson & Koistinen 2014, 22.)

Tutkimusasetelmana käytetään opinnäytetyössäni poikkileikkaustutkimusta, joka perustuu yksityiskohtaiseen, ajallisesti rajattuun ja tiettyyn tapahtumaan kohdentuvaan tarkasteluun. (Eriksson & Koistinen 2014, 25.)

Tutkimustapaus on järjestelmän suorituskyvyn parantaminen, sekä tapaustutkimus on rajattu Kelan toiminnanohjausjärjestelmän nykytilan mallintamiseen sekä kehitysehdotusten kartoitukseen ja käyttöönottoon. Tapaustutkimus pyrkii määrittelemään teoreettiset käsitteet asian ympäriltä määrittelemällä mm.

- Eri komponentit ja niiden vaikutukset suorituskykyyn
- Yleiset suositukset suorituskyvyn optimoinnista
- Komponenttikohtaiset suositukset
- Uudet, käytettävissä olevat toiminnallisuudet suorituskyvyn parantamiseksi

Tutkimustyön analyysimenetelmänä käytetään suoraa tulkintaa. Suorassa tulkinnassa kerätty aineisto analysoidaan koodaamatta sitä. Tämän analyysitavan käyttäminen vaatii hyvää kokonaisnäkemystä ja perehtyneisyyttä aiheeseen. Suora tulkinta on hyvin intuitiivista, joten sen hyödyntämiseen ei voida antaa suoria neuvoja. (Eriksson & Koistinen 2014, 34.)

Raportointitavan valinta mietitään ennen kaikkea siltä kannalta, kenelle tutkimuksesta halutaan esitellä ja kuka tulee sitä lukemaan. Tapaustutkimus voidaan raportoida eri tavoilla, kuten lineaaris-analyttisesti, vertailevasti, kronologisesti, teoriaa kehittävästi, käänteisesti tai vapaasti järjestetysti (Eriksson & Koistinen 2014, 40-41). Tämä oppinäytetyö tullaan raportoimaan lineaaris-analyttisesti, jolloin loppuraportissa esitellään tutkimuksen lähtökohdat, kerätty aineisto ja menetelmät, sekä lopputulos ja siitä tehdyt johtopäätökset.

2.4 Aineiston kerääminen

Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisilla menetelmillä tapaustutkimuksena. Ensin perehdyän aiheesta saatavaan teoriamateriaaliin toiminnanohjausjärjestelmistä sekä miten tuottavuus liittyy tietojärjestelmän vasteaikoihin. Teorian pohjalta analysoin Kelan toteutusta ja pyrin reflektoimaan tutkittuja teorioita käytäntöön. Selvitän miten nykytilaa voidaan parantaa ja minkälaisia toimintatapamuutoksia tai kustannuksia tämä edellyttäisi. Lopuksi pyrin tekemään johtopäätöksiä mahdollisista kokonaisvaikutuksista.

Tapaustutkimuksen aineisto kerätään toimeksiantajan omasta toiminnanohjausjärjestelmästä. Järjestelmän suorituskykyä seurataan eri ajankohtina ja kerätty tieto analysoidaan, jonka perusteella voidaan tulkita järjestelmän mitoituksen riittävyyttä. Lisäksi suorituskyvyn ja eri osatekijöiden vaikutuksia tutkitaan järjestelmässä tehtävillä mitauksilla. Näitä varten muodostetaan erilaiset testitapaukset jotka on mahdollista toistaa luotettavasti useita kertoja, niin että eri tekijöiden vaikutuksia voidaan konkreettisesti arvioida.

3 KANSANELÄKELAITOS JA ICT-YKSIKKÖ

Kansaneläkelaitos on suomalaisten perusturvaa ja sosiaalietuuksia hoitava itsenäinen laitos. Kelan asiakkaita ovat käytännössä kaikki Suomessa asuvat henkilöt kansalaisuuteen katsomatta. Kela toimii itsenäisesti, mutta eduskunnan valvonnassa. Eduskunnassa säädetään etuuslait, jotka määrittävät millä tavalla ja millä ehdoilla Kela tulee maksaa asiakkailleen etuuksia. Eduskunta vahvistaa myös Kelan toimintabudjetin. Kelan asema on vahvistettu perustuslaissa ja Kansaneläkelaitoksesta annetussa laissa. (Kelan www-sivut 2017.)

Laitoksen toimintamallina on linjaorganisaatio. Kelan hallintoa ja toimintaa valvovat valtuutetut. Valtuutetut valitsevat 10-henkisen hallituksen, jonka tehtävänä on johtaa laitoksen toimintaa. Hallinto koostuu kuudesta eri tulosyksiköstä. Etuuspalveluyksikkö toimii paikallishallinnossa ja vastaa etuuksien ratkaisusta, sen alaisuudessa ovat toimistot sekä niiden virkailijat. Asiakkuuspalveluyksikkö vastaa kaikesta asiakaspalvelusta, kuten asiakkaiden ohjeistuksesta ja neuvonnasta. Kehittämisyksikkö vastaa asiakas- ja etuusprosessien sekä niihin liittyvien tietojärjestelmien kehittämisestä. ICT-yksikkö tuottaa kehittämysyksikön ja muiden asiakkaiden tilaamat tietojärjestelmät. Yhteisten palvelujen yksikkö vastaa yhteisistä mahdollistavista palveluista, kuten takaisinperinnästä. Esikuntapalvelut taas vastaavat johtamisen palveluista ja strategian toteutumisesta. Pääkaupunkiseudulla Kelan keskushallinnolla on kaksi toimipistettä, nämä sijaitsevat Helsingin Töölössä ja Pitäjänmäellä. (Kelan www-sivut 2017.)

Laitoksen luonteesta johtuen toiminnan volyyymi on suurta. Joka vuosi Kelan toimitoissa asioi yli 2 miljoonaa asiakasta sekä puhelinpalvelussa noin 1,5 miljoonaa asiakasta. Toimistoverkosto on kattava ja maanlaajuinen: se sisältää yli 180 toimistoa, 140 yhteispalvelupistettä ja 20 ratkaisukeskusta, jotka työllistävät noin 4 300 henkilöä. Eteläisin asiointipiste sijaitsee Hangossa ja pohjoisin Utsjoella. Kelan 5 yhteyskeskusta hoitavat keskitetysti valtakunnallisen puhelinpalvelun, nämä työllistävät 320 henkilöä. Lisäksi Kelan keskushallinto työllistää noin 2 000 henkilöä. (Kelan www-sivut 2017.)

Kelan pääjohtaja vastaa strategian valmistelusta ja toimeenpanosta sekä operatiivisesta johtamisesta, kehittämisestä, asioiden esittämisestä hallitukselle ja hallituksen päätösten toimeenpanosta. Johtajat vastaavat hallituksen heidän vastuilleen antamien tulosyksiköiden johtamisesta sekä näiden vastuulle kuuluvien asioiden kehittämisestä. Johtajat raportoivat pääjohtajalle. Kelan pääjohtajan ja muut johtajat nimittää tasavallan presidentti valtuutettujen esityksestä. Kelassa on sisäinen tarkastus, jonka tehtävä on osana Kelan ohjaus- ja valvontajärjestelmää avustaa hallitusta ja pääjohtajaa sekä johdoryhmää heidän valvontatehtävissään. (Kelan www-sivut 2017.)

Kelan strategian muodostavat toiminta-ajatus, arvot, visio ja strategia. Laitoksen toiminta-ajatus on Elämässä mukana – muutoksissa tukena. Kela turvaa väestön toimeentulon, edistää terveyttä ja itsenäistä selviytymistä. Arvoiksi on määritelty ihmistä arvostava, osaava, yhteistyökykyinen ja uudistuva. Kelan visiona on luoda toiminnallaan hyvinvointia yhteiskuntaan ja rakentaa palveluita sosiaaliturvan edelläkävijänä. Visio korostaa yhteiskunnan hyvinvoinnin rakentamista toimivilla, kattavilla ja kehittyvillä sosiaaliturvapalveluilla. Kela haluaa, että asiakkaat saavat tarvitsemansa ratkaisut ajasta, paikasta tai palvelukanavasta riippumatta. Kela on vahva yhteiskunnallinen toimija joka kehittää rooliaan sosiaali- ja terveydenhuollon merkittävänä osajana. (Kelan www-sivut 2017.)

Kelan kaikki kehittäminen tähtää siihen, että se tarjoaa asiakkailleen parasta palvelua, sosiaalista turvaa ja elämän voimaa. Kelassa toimintaa kehitetään hankkeiden ja projektien lisäksi prosesseja parantamalla, itsearvioinnilla, asiakaspalautteen perusteella, asiakasraatitoiminnalla, toimihenkilöiden aloitteella sekä benchmarkkauksella. (Kelan www-sivut 2017.)

Kelan palvelutoiminta muodostuu asiakaspalvelu- ja etuuskäsittelytyöstä. Kela tarjoaa sekä henkilö- että työnantaja-asiakkaille palvelua eri palvelukanavissa ja asiointitavoilla. Asiakkaalla on mahdollisuus henkilökohtaiseen palveluun esim. ajanvarauksella tai saada Kelan palvelua lähes huomaamatta esim. etuuden suorakorvauksena palveluntuottajan antamana. Itsepalveluna asiakas voi hakea tietoa verkkopalvelusta www.kela.fi verkkosivuilta. (Kelan [www](http://www.kela.fi)-sivut 2017.)

Kelan ICT-yksikkö perustettiin vuonna 1968 ja se oli alun perin nimeltään Tietotekniikkakeskus. Tänä päivänä ICT-yksikössä työskentelee noin 525 henkilöä. Yksikköä johtaa ICT-johtaja ja hänen alaisuudessaan toimii kahdeksan ICT-palveluyksikköä. ICT-yksikkö tuottaa Kelalle ICT-palveluita. Kelan ICT:n tuotantopalvelut ja sovelluskehitys tuotetaan suurilta osin oman henkilöstön toimesta. Laitteistojen sekä varusohjelmien hankinnat kilpailutetaan hankintalain mukaisesti. ICT-palvelun sisäisenä asiakkaana on kehittämisselvyksikkö, joka tilaa kaikki käytettävät palveluita. Ulkoisia asiakkaita ovat esimerkiksi henkilöasiakkaat, työnantajat, palveluntarjoajat, sosiaali- ja terveysministeriö, terveyden- ja hyvinvoinninlaitos, apteekit, virastot, laitokset jne. Kelalla on mittava järjestelmien kirjo. Etuusjärjestelmiä on 40 ja muita järjestelmiä useita kymmeniä. Palveluluettelossa nimettyjen tuotettavien palveluiden määrä on 350 kpl. (Kelan intranet-sivut 2017.)

4 TIETOJÄRJESTELMIEN TUOTTAVUUDEN TALOUSTEORIAA

4.1 Tuottavuuden yleinen määritelmä ja sen tehostaminen

Tuottavuus on määritelmän mukaisesti panosten suhde tuotoksiin. Näin ollen tuottavuutta voidaan parantaa esimerkiksi vähentämällä panosten käyttöä saman tuotannon saavuttamiseksi. Jos tuotannon toteuttamiseen on käytetty edullisimpia panokset, puhutaan allokatiivisesti tehokkaasta panosten käytöstä, eli käytettävissä olevista resursseista saadaan tällöin paras mahdollinen hyöty. Ajatellaan esimerkkinä terveydenhuoltoa: jos sairaanhoitaja pystyy hoitamaan potilaan tarpeet lääkärin sijaan, on sama tuotos saavutettu edullisemmalla panoksella. Allokatiivisen tehokkuuden lisäksi kustannustehokkuuteen vaikuttaa myös käytetty teknologia, tässä suhteessa paras teknologia on kustannustehokkain. Teknologian avulla voidaan saavuttaa paras tuotto panosten hyödyntämisestä, koska kehittyvä teknologia auttaa pienentämään kustannuksia ja lisäämään tuottavuutta. Investointeja suunnitellessa täytyy kuitenkin arvioida investoinnin kustannushyöty, koska uudempi teknologia ei välttämättä lisää tuottavuutta, jos sen vaikutusten suhde hyötyihin on vähäistä. Jos jatketaan terveydenhuollon esimerkiksi havainnollistamiseksi, niin sairaalan ei välttämättä kannata vaihtaa vanhaa röntgenlaitetta uuteen, nopeampaan malliin. Tämän suhteen tulee aluksi arvioida uuden laitteen investointi- ja käyttökustannukset, sekä laskea kuinka paljon enemmän uusi laite tuottaa suhteessa sen investointikuluihin. (Kangasharju 2008, 11-12.)

Julkisella sektorilla pidetään varsin yleisenä tapana tuottavuuden mittaamiselle tuotannon yksikkökustannusten tarkastelua. Yksikkökustannukset ovat selkeä ja hyvä mittari tuottavuudelle, joskin ne mittaavat vain määrällistä volyyymiä huomioimatta esimerkiksi palvelun laatua. Koska erityisesti aineettomien palveluiden tuottavuuden mittaaminen on haasteellista, on yleisesti ehdotettu palvelutuotosten jakamista mahdollisimman pieniin osiin, jolloin niistä saadaan parempi käsitys. (Jääskeläinen 2009, 17.)

Esimerkiksi vanhustenhoidossa voidaan palvelutuotanto jakaa ensin aineellisiin ja aineettomiin elementteihin. Tämän jälkeen elementit voidaan jakaa tuotostekijöihin, joille voidaan määritellä mittareita. Esimerkkiä noudattaen vanhusten hoidossa voidaan tunnistaa aineellisiksi tuotostekijöiksi tuotosten määrät mittaamalla hoitopäivien

määrää, sekä palveluiden saatavuus mittaamalla asiakkaiden jonotusaikaa. Aineettomalta puolelta taas voidaan tunnistaa tuotostekijöiksi asiakastytyvyisyys mittaamalla asiakaskyselyn tuloksia sekä asiakkaan kokema laaduntunne mittaamalla tähän soveltuvan kyselyn tulokset. Kaikkia tuotoskomponentteja ei kuitenkaan käytännössä voida tunnistaa, joten näiden suhteen on tarpeellista tehdä priorisointeja. (Jääskeläinen 2009, 17-18.)

Kustannukset muodostuvat siihen käytettyjen panosten hinnoista ja panosten määrästä. Panokset muodostuvat työstä, toimitiloista ja välituotteista. Panoshinnoilla tarkoitetaan esimerkiksi ansiotasoa, raaka-aineita sekä työvoimakustannuksia. Panosten laatu syntyy siten panosten hinnasta. Esimerkiksi hammaslääkärin koulutus ja palkkaus ovat hammashoitajaa korkeammat, joten niiden panoshinta on erilainen. Panosten laadusta riippuu myös käytettävän teknologian hyödyntämismahdollisuudet. Panosten laatua on mahdollista myös parantaa esimerkiksi hankkimalla laadukkaampia raaka-aineita, kouluttamalla henkilöstöä tai investoimalla uusiin laitteisiin. (Jääskeläinen 2009, 9.)

4.2 Tuottavuus osana tietojärjestelmiä

Työntekijöiden tuottavuuden suhteen yhdeksi tekijäksi voidaan tunnistaa käytetyn tietojärjestelmän vasteajat. Vasteaika kuvastaa sitä aikamäärää, kuinka kauan järjestelmältä kestää tuottaa käyttäjälle tämän pyytämän toimenpiteen vastaus. Käyttäjän painaessa järjestelmästä nappia joka avaa tälle raportin, mitataan vasteaikana se hetki, kun nappia painettiin ja kunnes raportti ilmestyi käyttäjän näytölle. Tuottavuuden tehostamiseksi tulisi etsiä järjestelmän hitaimmat vasteajat ja selvittää syitä ja menetelmiä näiden suorituskyvyn parantamiseksi. (Orr & Orr 2014, 234.)

Tutkimuksissa on ollut lukuisia haasteita suhteuttaa suoraa asiayhteyttä tietojärjestelmän vasteaikojen ja loppukäyttäjän tuottavuuden välille. Vaikka viime vuosikymmeniä aiheesta on tehty lukuisia tutkimuksia, ovat tutkijat havainneet erittäin haastavaksi osoittaa tätä yhteyttä. Tietojärjestelmän vasteaikojen ja käyttäjän tuottavuuden välinen relaatio on moniulotteinen ja sisältää monta muuttujaa, kuten käyttäjän työn, tehtävät sekä muut tekijät (Abugabah, Sanzogni & Poropat 2009, 2).

Igbarian & Tanin (1997, 32) tutkimuksessa vertailtiin tietojärjestelmien eri muuttujien vaikutusta ja todettiin järjestelmän käyttöasteen, järjestelmän laatukokemuksen, saatavilla olevan tiedon laadun sekä käyttäjän tuottavuuden välillä positiivisia yhteyksiä tuottavuuden kannalta. Samassa tutkimuksessa havainnoitiin käyttäjien tyytyväisyyden korreloivan järjestelmän käyttöasteen ja tuottavuuden kanssa (Igbaria & Tan 1997, 32).

Abugabahin, Sanzognin ja Poropatin (2009, 3) tutkimuksessa oli perehdytty systemaattisesti eri muuttujien vertailuun, sekä selvittämään miten jokainen näistä vaikuttaa loppukäyttäjän tuottavuuteen. Kyseisessä tutkimuksessa todettiin tietojärjestelmän, tietomallin, tehtävien luonteen sekä käyttäjän oman luonteen vaikuttavan positiivisesti käyttäjän tuottavuuteen silloin kuin ne koetaan toimiviksi sekä tarkoituksenmukaisiksi. Johtopäätöksiä ei esitetty siitä, mikä muuttuja vaikuttaa eniten työn tuottavuuteen, mutta tutkimuksessa todettiin jonkin osa-alueen olevan todennäköisesti voimakkaimmin vaikuttava. Toiset tutkimukset ovat pyrkineet taas kartoittamaan yksittäisten taustamuuttujien vaikutusta, selvittääkseen mikä osa-alue vaikuttaa konkreettisimmin tuottavuuteen. Kyseisessä tapauksessa mitattiin järjestelmän suorituskyvyn ja vasteaikojen suoraa korrelaatiota loppukäyttäjän todellisen tuottavuuden suhteen, ts. kuinka paljon töitä käyttäjä ehtii tehdä tietyssä ajassa. Lopputulokset osoittivat käytännössä yksiselitteisesti, että matalat vasteajat omaava ja tehokkaasti toimiva tietojärjestelmä auttaa selkeästi loppukäyttäjiä tehostamaan työn tekoaan ja nostamaan tuottavuutta. (Abugabah, Sanzogni & Poropat 2009, 3.)

Yksi tunnetuimpia tutkimuksia on yhä ajankohtaiseksi koettu tietojärjestelmän vasteaikojen ja tuottavuuden suhteeseen keskittynyt IBM:n tutkimus vuodelta 1982. Kyseisessä tutkimuksessa perehdyttiin mittaamaan rahallisesti keskimääräisen vasteajan vaikutusta tuottavuuteen. Tutkimustuloksissa todettiin, että jo yli 0,5 sekunnin vasteaika johti käyttäjän kannalta lisääntyneeseen hajontaan työn tuottavuudessa, työn laadussa, käyttäjätyytyväisyydessä, sekä moraalissa. Yhden sekunnin mittaisen keskimääräisen vasteajan parantaminen 0,3 sekunnin luokkaan todettiin nostavan tuottavuutta merkittävästi. Tämä tuottavuuden nousu aiheutuu etenkin samaa järjestelmää koko työpäivän käyttävien keskuudessa, koska vasteaika vaikuttaa kumulatiivisesti jokaisessa tapahtumankäsittelyvaiheessa. Ajatellaan käyttäjää joka toteuttaa 180

transaktiota (tapahtumaa) tunnissa tietojärjestelmässä ja jokaisen tapahtuman keskimääräinen vasteaika on 3 sekuntia. Tämän käyttäjän tuottavuutta eri suuruisilla vasteajoilla on havainnollistettu taulukossa 1. (Doherty & Thadani, 1982.)

Taulukko 1. Vasteajan vaikutus työn tuottavuuteen. (Doherty & Thadani, 1982.)

Järjestelmän vasteaika (sek)	Transaktioita per tunti	Tehtävääika (minuuttia)	Aikaa säästetty per tehtävä (minuuttia)	Aikaa säästetty per päivä (minuuttia)
3.0	180	60.0	-	-
2.0	208	51.9	8.1	64.8
1.0	252	42.9	17.1	136.8
0.6	279	37.7	22.3	178.4
0.3	371	29.1	30.9	247.2

Yhteenvetona voidaan todeta tietojärjestelmien suhdetta tuottavuuteen tutkitun runsaasti tieteellisin menetelmin useiden vuosikymmenten aikana, näiden tulokset ovat olleet keskenään vuorovaikutuksessa sekä tuottaneet päällekkäisiä vastauksia. Tehokkailla sekä käyttäjäystävällisillä tietojärjestelmillä on havaittu suurimpia vaikutuksia tuottavuuden suhteen. (Abugabah, Sanzogni & Poropat 2009, 3-4.)

4.3 Pareton periaate

Italialainen taloustieteilijä Vilfredo Pareto havainnoi noin sata vuotta sitten varallisuuden ja tulojen jakautuvan hyvin epätasaisella tavalla yhteiskunnassa. Hän totesi tämän olevan universaali ilmiö, joka on ollut aina olemassa ja jonka voisi myös matemaattisesti ilmaista. Pareto havaitsi, että yleisluonteisesti suuri osa minkä tahansa asian seurauksista on vain pienen osan aiheuttamia. Pareton mukaan tämä tarkoittaa että 80 % seurauksista aiheutuu 20 % syistä, jonka vuoksi ilmiö tunnetaan myös nimellä 80/20-periaate. (Perplex Oy www-sivut 2017.)

Pareton periaatetta voidaan soveltaa myös tietojärjestelmin ja niiden mitoituksen. Tämän havainnon mukaan 20 % järjestelmän toiminnoista kuluttaa 80 % tietojärjestelmän resursseista. Tämä ei kuitenkaan suoranaisesti ole järjestelmän käytetyin osuus, vaan ainoastaan kuormittavin. Samoin voidaan arvioida 20 % järjestelmän toiminnoista tuottavan 80 % sen hyödyistä. (Perplex Oy www-sivut 2017.)

Sääntö kehottaa selvittämään edellä kuvattua 20 % vähemmistöä järjestelmästä. Resurssien keskittäminen tämän osuuden kehittämiseen on tuottavaa, joskaan sääntöä ei tule tulkita liian yksioikoisesti. (Perplex Oy www-sivut 2017.)

5 TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT

5.1 Toiminnanohjausjärjestelmien määritelmä ja historiaa

Henkilökohtaisten tietokoneiden läpimurto 1980-luvulla johti yritysmaailmassa tietojärjestelmien kehittymiseen kapeasti rajoitettujen tarpeiden mukaisesti. Jokaiselle toiminnalliselle osa-alueelle pyrittiin yrityksissä kehittämään oma tietojärjestelmänsä, esimerkiksi kirjanpidolle oma järjestelmä ja myynnille eri järjestelmä. Tämä johti ennen pitkää siihen, että yritysten tietomäärät oli tallennettu moninkertaisesti eri järjestelmiin, joka painotti osastojen välisiä rajoja kehittämisen suhteen koska järjestelmät eivät integroituneet keskenään eikä dataa jaettu näiden välillä. 1990-luvulla tämä kehitys alkoi siirtyä toiminnanohjausjärjestelmien suuntaan, joiden avulla yritykset havaitsivat pystyvänsä hallinnoimaan tietomääräänsä helpommin, sekä automatisoimaan ja integroimaan liiketoimintaprosessejaan. (Bradford 2015, 1.)

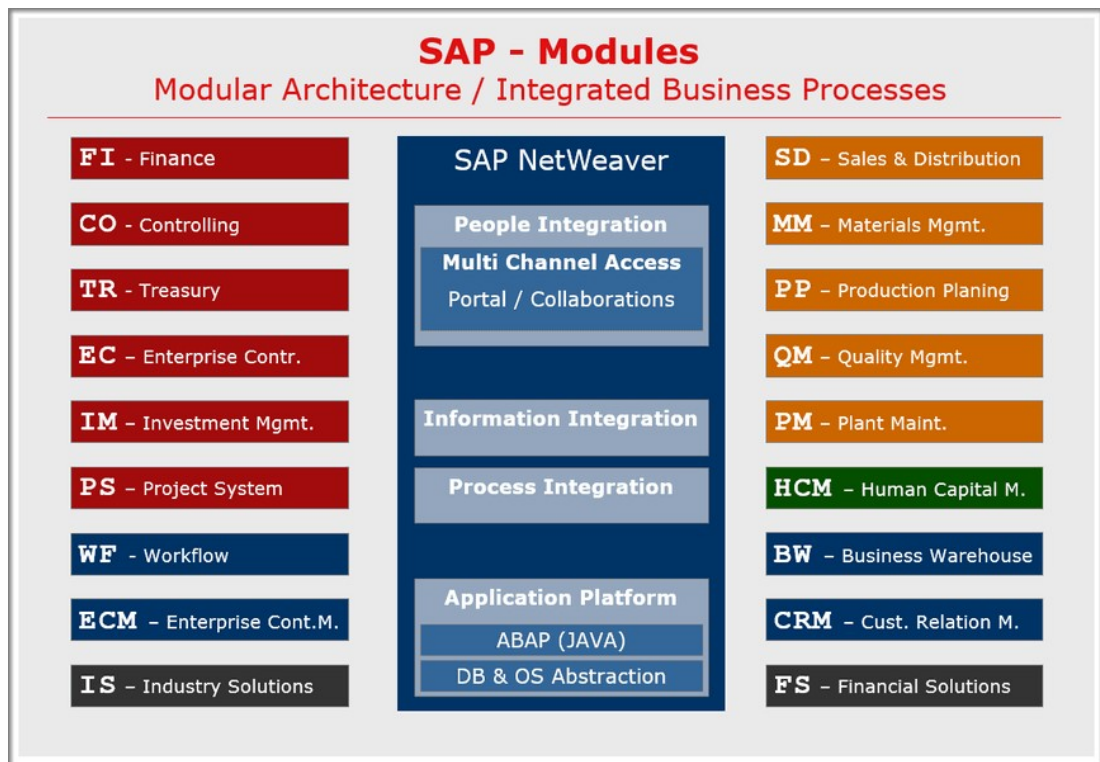
Toiminnanohjausjärjestelmä on yhtenäinen tietojärjestelmä, joka sisältää lukuisia eri toimialueiden valmisohjelmistoja. Nämä on valmiiksi integroitu keskenään yhteiseen tietokantaan, jolloin toimintojen yhtenäinen raportointi, yhdenmukainen tietojen käyttö sekä prosessien integraatio nopeutuvat ja helpottuvat. Vanhaan malliin verrattuna tämä tuottaa organisaatiolle kustannushyötyä, koska kaikille hallinnollisille tuki- ja ydintoiminnoille ei tarvita omaa järjestelmäänsä. Kun esimerkiksi materiaalien hankinnan sekä kirjanpidon toiminnallisuudet ovat valmiiksi integroituna saman tietojärjestelmätoimittajan järjestelmässä, on ylläpito sekä kehittäminen tehokasta (Dredde & Bergdolt 2007, 48). Toiminnanohjausjärjestelmän tavoitteena on poistaa yhteen so- pimattomia järjestelmiä jotka ylläpitävät päällekkäistä tietoja. Tutkimuksissa on todettu, että pelkästään uuden järjestelmän käyttöönotto ei ole yksissään riittävää, vaan siihen tulisi yhdistää myös työskentely- ja ajattelutapojen uudistaminen. (Segars & Chatterjee 2010).

5.2 Toiminnanohjausjärjestelmien modulaarisuus

Tyypillisesti toiminnanohjausjärjestelmät myydään moduuleissa, eli ryhmitettyinä valmisohjelmien kokoelmina jotka sisältävät yhden toimintoalueen toiminnallisuuksia. Esimerkiksi yksi moduuli voi olla kirjanpidon tai teollisen valmistuksen moduuli, jonka hankkimalla organisaatio saa käyttöönsä tähän liittyvät valmisohjelmat ja prosessit niiden hyödyntämiseksi. Yleensä toiminnanohjausjärjestelmät ovat suhteellisen joustavia kokonaisuuksia, jolloin asiakas voi valita mitä toimintoja hän tarvitsee ja hankkia vain nämä. Tämä tehostaa hankintaa, koska organisaation ei tarvitse pakotettuna ostaa sellaista tietojärjestelmää, jonka toiminnoista se hyödyntäisi vain pientä osaa. Esimerkiksi sähkön jakeluun erikoistunut yritys jolla ei ole varsinaista omaa sähkön tuotantoa voisi lisensoida taloushallinnon, myynnin, oston sekä varastoinventaation moduulit ja räätälöidä nämä omiin tarpeisiinsa. Mikäli kyseinen yritys laajentaisi myöhemmin toimialaansa myös sähkön tuotannon puolelle, pystyisi se lisensoimaan tähän liittyviä lisämoduuleita ja laajentamaan olemassa olevaa tietojärjestelmäänsä helposti. (Bradford 2015, 3.)

Tietojärjestelmätoimittajat käyttävät modulaarisuutta hinnoitteluperusteena; mitä laajemmin organisaatio hyödyntää eri toimintoja, sitä kalliimmat lisenssimaksut sille muodostuvat. Tavanomaisesti asiakas saa alennuksia suuremmasta lisensointimäärästä. Tämä ei ole myöskään sidoksissa yhteen toimittajaan, vaan organisaatio voi hankkia lisätarpeita myös muilta toimittajilta. Yhden toimittajan suosimista pidetään yleensä kuitenkin kannattavana, koska toimintojen keskittäminen samaan järjestelmään parantaa prosessien integraatiota sekä tietojen hallittavuutta, mikä tyypillisesti johtaa parempaan sijoitetun pääoman tuottoon. (Bradford 2015, 3.)

Erään toiminnanohjausjärjestelmän modulaarista rakennetta on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. SAP toiminnanohjausjärjestelmän moduuleita. (Connexin www-sivut 2017.)

5.3 Tutkimuksia toiminnanohjausjärjestelmiin sijoitetun pääoman tuotosta

Viime vuosikymmenen aikana suuryritykset ovat sijoittaneet miljardeja liiketoimintaprosessiensa yksinkertaistamiseen sekä toimintansa tehostamiseen toiminnanohjausjärjestelmien kautta. Segars & Chatterjee (2010) käyttivät kuusi vuotta tutkiakseen suuryritysten toiminnanohjausjärjestelmien käyttöönottoprojektien kustannushyötyjä. Onnistuneissa projekteissa kuvattiin kustannushyödyn muodostuneen Niken ”swoosh” logon muotoisella kaaviolla: alun suurinvestointi saa kustannushyödyn sukeltamaan alaspäin. Tämä aiheutuu organisaation sijoittaessa enemmän itse hankintaan, kun mitä se sillä välittömästi pystyy säästämään. Hyöty kuitenkin tasoittuu vuosien mittaan nousujohteiseksi organisaation alkaessa saavuttaa tehokkuuden kautta taloudellista etua investoinnista. (Segars & Chatterjee 2010.)

Niken logo on esitetty kuvassa 1 havainnollistamaan tyypillistä toiminnanohjausjärjestelmän investoinnin kustannushyödyn edistymistä.

Kuva 1. Niken ”swoosh”-logo. (Nike www-sivut 2017.)



Samoissa tutkimuksissa havainnoitiin myös toisenlaisia kaavioita investointien kustannushyödyistä, jotka muistuttivat luonteeltaan W-kirjainta. Tätä esiintyi organisaatioilla jotka jatkuvasti pyrkivät tehostamaan toimintaansa investoimalla välittömästi uudempaan saatavalla olevaan järjestelmään, ilman että he arvioivat sen kustannushyötyjä tai sisäistävät sen edellyttämiä prosessimuutoksia. Teknologia itsessään on harvemmin keino tehostaa toimintaa tai saavuttaa kustannushyötyä, etenkin jos sitä ei hyödynnetä mukauttamalla liiketoimintaprosesseja uutta teknologiaa vastaaviksi. Toiminnanohjausjärjestelmät sisältävät yleensä valmisohjelmistojen lisäksi toimittajan ennakkoon suunnittelemat tavat toteuttaa liiketoimintaprosesseja tätä kautta. Tämän vuoksi toiminnanohjausjärjestelmän hankinnan tai päivityksen yhteydessä tulisi käydä kaikki liiketoimintaprosessit läpi sekä uudistaa toimintatavat näiden vaatimusten mukaisiksi. Huonoimmat kustannushyödyt todettiin juuri malleissa, joissa toiminnanohjausjärjestelmä päivitettiin tekniikkapainotteisesti sekä pyrittiin väkisin mallintamaan olemassa olevat toimintatavat uuteen järjestelmään. (Segars & Chatterjee 2010.)

Myös Orr & Orr (2014) toteavat vastaavaa yhteenvetoa. Teknologian merkitys tuskin tulee tulevaisuudessa vähenemään, jolloin organisaatiot joutuvat jatkuvasti investoimaan siihen. Uudemman teknologian avulla järjestelmien toimintoja voidaan tehostaa, mutta se ei ole itseisarvo liiketoimintaprosessien kehittymiselle. Tärkeintä on panostaa hyvään ja asiantuntevaan ICT-hallintaan sekä hyödyntää organisaation olemassa olevat tekniset mahdollisuudet liiketoiminnan kehittämiseksi ja tehostamiseksi. (Orr & Orr 2014, 235.)

5.4 Toiminnanohjausjärjestelmien markkinaosuuksia

Panorama Consulting on itsenäinen ja riippumaton konsulttitoimisto, joka on erikoistunut konsultoimaan toiminnanohjausjärjestelmien valintaa ja tekee tutkimusta näiden markkinaosuuksista. Yritys on tehnyt vuodesta 2012 lähtien vuosittaisen markkinakatsauksen toiminnanohjausjärjestelmistä ja arvioinut erilaisia taloudellisia arvoja toimittajien välillä. Tuoreimmassa katsauksessaan yritys on tutkinut kymmentä suurinta toiminnanohjausjärjestelmän toimittajaa sekä arvioinut viittä eri kriteeriä joiden perusteella toimittajat on asetettu paremmuusjärjestykseen. Tuoreimmassa raportissa kriteereinä olivat markkinaosuus, käyttöönoton kustannukset (prosenttia liikevaihdosta), toiminnallisuuksien hyödyntäminen, keskimääräinen takaisinmaksuaika, sekä keskimääräinen käyttöönottoprojektin pituus. (Panorama Consulting 2016, 2.)

Kolmen suurimman toimittajan markkinaosuuden suhteen selkeää johtoasemaa pitää saksalainen SAP, jonka vahvuuksiksi mainitaan yli neljän vuosikymmenen kokemus toiminnanohjausjärjestelmistä ja suora tuki kansainvälisille suuryrityksille. SAP oli markkinaosuudeltaan selvästi suurin. Seuraavilla sijoilla markkinaosuuden suhteen olivat yhdysvaltalaiset Oracle ja Microsoft. Vaikka markkinaosuus määrittelee, kuinka laajasti kyseistä järjestelmää on maailmanlaajuisesti käytössä, siitä ei pitäisi vetää suoraa johtopäätöksiä järjestelmien paremmuudesta. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Vertailtaessa kolmen suurimman markkinaosuuden toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottokustannuksia, voidaan tätä tarkastella neutraalisti yrityksen koosta riippumatta, kun käyttöönottokustannukset suhteutetaan yrityksen liikevaihtoon. Näin mitattuna SAP:n ja Microsoftin käyttöönottokulut ovat pienempiä kuin Oraclen vastaavat. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Toimintojen käyttöasteen hyödyntämisellä tarkoitetaan sitä, miten konsulttiyhtiö on arvioinut omien asiakkaidensa keskimäärin hyödyntävän kunkin järjestelmän mahdollisuuksia. Asteikolla 1-5 suurempi luku kertoo paremmasta hyödyntämisestä. Tässä suhteessa SAP:n ja Microsoftin järjestelmien hyödyntämisaste asiakkaan puolelta oli arvioitu saman suuruiseksi kuin Oraclen taas oli arvioitu korkeammaksi. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Takaisinmaksuajalla mitattiin montako kuukautta organisaatiolla kestää parannettujen liiketoimintaprosessien tai muun tehostamisen kautta saavutetulla kustannussäästöllä saada takaisin järjestelmän alkuperäinen investointi. Näiden suhteen havaittiin merkittäviäkin eroja: Microsoftin järjestelmän takaisinmaksuaika oli tämän mukaan hyvin lyhyt, SAP:n takaisinmaksuajan ollessa hieman pidempi. Oraclen järjestelmän takaisinmaksu oli selvästi näitä korkeampi. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Keskimääräistä käyttöönottoprojektin pituutta vertailtaessa havainnoitiin jälleen samoja piirteitä. SAP:n käyttöönottoprojektin kesto oli samoilla linjoilla kuin Microsoftin, Oraclen käyttöönottojen ollessa selkeästi lyhyempiä. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Konsulttiyhtiö ei ole itse tehnyt varsinaisia johtopäätöksiä annetun tiedon perusteella. Toiminnanohjausjärjestelmien käyttöönottoprojektien pituudesta voidaan kuitenkin havainnoida, että kyseessä on aina valtavan suuri toiminnallinen uudistus jonka läpivienti kestää useita vuosia. Järjestelmätoimittajien edellä esiteltyjen arvojen vertailu on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Kolmen suurimman toiminnanohjausjärjestelmän vertailua. (Panorama Consulting 2016, 2, 5, 7, 9.)

Toimittaja	Markkinaosuus	Käyttöönotto (% liikevaihdosta)	Toiminnallisuuden hyödyntäminen (1-5)	Takaisinmaksuaika (kk)	Keskimääräinen projektin kesto (kk)
SAP	20,3 %	5,2 %	2,9	8,5	34,3
Oracle	13,9 %	5,7 %	3,3	22,1	25,3
Microsoft	9,4 %	5,2 %	2,9	6	36,1

5.5 Kelan toiminnanohjausjärjestelmä

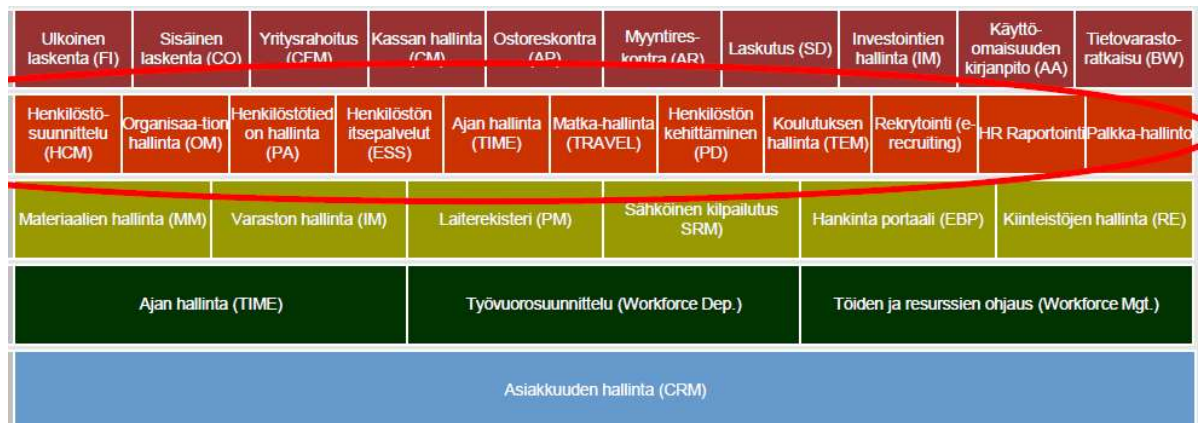
Kela allekirjoitti vuonna 2006 sopimuksen Siemens osakeyhtiön kanssa SAP-toiminnanohjausjärjestelmän hankinnasta. Hankinta oli kilpailutettu hankintalain mu-

kaisesti. Kilpailutusta varten määriteltiin vaatimukset järjestelmän sisällöstä sekä toimittajan valinnasta. Ratkaisuehdotuksen suhteen kilpailutuksessa painotettiin tarjotun järjestelmän ominaisuuksia, toimittajan toteutukseen osallistuvan projektihenkilöstön osaamista sekä kokonaisratkaisun hintaa. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto jaettiin kolmivuotiseksi hankkeeksi vuosille 2006-2008, jonka kokonaiskustannukset olivat noin 10 miljoonaa euroa. Uuden järjestelmän tavoiteltiin tehostavan henkilöstö-, talous- ja hankintaprosesseja, jolloin Kelan toimistot voivat vahvemmin keskittyä ydinosaamiseensa, eli asiakaspalveluun. (Karvonen 2006.)

Toiminnanohjausjärjestelmän osa-alueiksi valikoitui henkilöstöhallinnon suhteen työsuhteiden hallintapalvelut, yleiset henkilöstöpalvelut sekä voimavarojen hallinnointi. Taloushallinnosta järjestelmällä pyrittiin ottamaan käyttöön sisäinen ja ulkoinen laskenta, taloussuunnittelu, sekä rahaliikenteen hoito. Materiaalihallinnosta taas järjestelmän suunniteltiin uudistavan hankintaprosessi kokonaan sähköiseksi, mukaan lukien tapahtumankäsittely sekä toimittajanhallinta. (Karvonen 2006.)

Toiminnanohjausjärjestelmä korvasi noin 40 aiempaa pienjärjestelmää, jotka olivat joko itse tehtyjä tai ostettuja ohjelmistoja. Hanke saavutti pääsääntöisesti kaikki tavoitteensa ja oli onnistunut. Toiminnanohjausjärjestelmän saatiin lähes täysin käyttöön ilman ylimääräistä räätälöintiä, sekä tukiprosessit saatiin uudistettua. Merkittävä parannus aiempaan nähden saatiin juuri tehokkaista ja läpi Kelan yhdenmukaisista prosesseista. Järjestelmän käyttöönotto aiheutti hallinnollisen työn vähentymistä, mikä johti kustannusten säästöön. Muista kustannussäästöjä saavutettiin kirjanpidossa käyttöönotetusta yhden kirjauksen periaatteesta, sekä automatisoimalla rutiinitehtäviä. Samoin järjestelmälle oli määritelty tavoitteeksi lisätä prosessien läpinäkyvyyttä sekä tuottaa reaaliaikaista raportointia. Nämä tavoitteet saavutettiin hyvin järjestelmän käyttöönoton myötä. (Hänninen 2011, 9-11.)

Kelan käyttöönottamat toiminnanohjausjärjestelmän moduulit esitellään kuviossa 3, henkilöstöhallinnon osuus on ympyröitynä.



Kuvio 3. Kelan toiminnanohjausjärjestelmän moduulit (Hänninen 2011, 8.)

Kelan sisäisen laskennan raporteilta seurattuna toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton on todettu vähentäneen hallinnolliseen työhön kulunutta työaikaa 6-8 % vuoden 2007 ensimmäisen käyttöönottovaiheen jälkeen. Hallinnollisen työn arvioitiin tehos-
tuneen noin 120 henkilötyövuoden verran vuositasolla, joka vastaa noin kolmen miljoonan euron vuosittaista säästöä pelkän hallinnollisen työn suhteen. Järjestelmän kokonaisinvestointikustannukset olivat noin 24 miljoonaa euroa. Järjestelmän ylläpitoon, kehittämiseen ja virheidenselvittelyyn kuluu vuosittain noin 500 000-700 000 euroa. (Hänninen 2011, 12.)

Yhteenvetona on todettu, että Kelan SAP-toiminnanohjausjärjestelmä on vakaa ja toimiva. Kehitettävää ja parannettavaakin löytyy edelleen, mutta järjestelmän suhteen ei ole ollut vakavia ongelmia missään vaiheessa. Toiminnallisuuksien suhteen puutteita on havaittu lähinnä käyttäjäystävällisyydessä, kaikki toiminnot eivät ole aina täysin loogisia käyttää ja esimerkiksi esimiesten toimintojen käyttöliittymissä nähtiin kehittämistarpeita. (Hänninen 2011, 13-14.)

6 TIETOJÄRJESTELMÄN ALUSTA

6.1 Fyysinen palvelin

Toiminnanohjausjärjestelmät tarvitsevat oikein mitoitettua sovellusalustan toimintansa edellytyksenä. Suorituskykyyn vaikuttaa monta eri osa-aluetta, jotka voidaan karkeasti jakaa fyysiseen palvelinkapasiteettiin sekä ohjelmistollisiin tuotteisiin ja näiden optimaaliseen hyödyntämiseen. Fyysiseltä puolelta palvelimen mitoituksen tulee olla oikein laskettu toiminnanohjausjärjestelmän kokonaisuuden kannalta. Nämä vaatimukset luonnollisesti vaihtelevat tietojärjestelmän koon sekä käyttöasteen mukaan, mutta tärkeimmät kohteet suorituskyvyn pullonkaulojen kannalta ovat palvelimen prosessorien tehokkuus sekä keskusmuistin määrä. Tietojärjestelmän kannalta myös palvelimen massamuistin määrällä sekä vasteajalla on omat vaatimuksensa, koska massamuistiin tallennetaan tietojärjestelmän käyttämät pysyvät tiedot. (Kalaimani 2016, 289.)

Palvelinmitoituksen suhteen toiminnanohjausjärjestelmän toimittaja (kuten SAP) tarjoaa pääsääntöisesti työkaluja, joiden avulla voidaan laskea palvelimelta vaaditut resurssit. Työkalujen avulla kartoitetaan tietojärjestelmän moduulien aiottu käyttötarkoitus, esimerkiksi myynnin ja jakelun käyttöön tarkoitettulla järjestelmällä on tavanomaisien sovelluskäyttöasteiden kautta kerätyt oletukset palvelimelta vaadituista resursseista. Tämän jälkeen tulee selvittää mitoitukseen vaikuttavat muuttujat, kuten yhtäaikaisten käyttäjien määrä, päivittäisten tilausten ja toimitusten määrä, lähtevä laskutus, sekä varastonhallinnan käyttömäärät. Lopputuloksena pystytään arvioimaan varsin tarkasti toiminnanohjausjärjestelmän palvelinvaatimukset. (Kalaimani 2016, 289.)

Tyypillisesti iso toiminnanohjausjärjestelmä vaatii useamman palvelimen pystyäkseen vastaamaan korkeisiin käyttäjämääriin. Tavanomaisesti järjestelmän tietokanta toimii sen yksilöllisiin tarpeisiin järjestetyllä palvelimella tai palvelimilla, jonne kaikki tieto tallennetaan sekä luetaan. Tämän lisäksi järjestelmä tarvitsee varsinaisia sovelluspalvelimia, joiden tehtävänä on vastata varsinaisesta sovelluksen tarjoamisesta käyttäjille. Sovelluspalvelimet käsittelevät asiakkaiden pyynnöt (esimerkiksi laskun luominen),

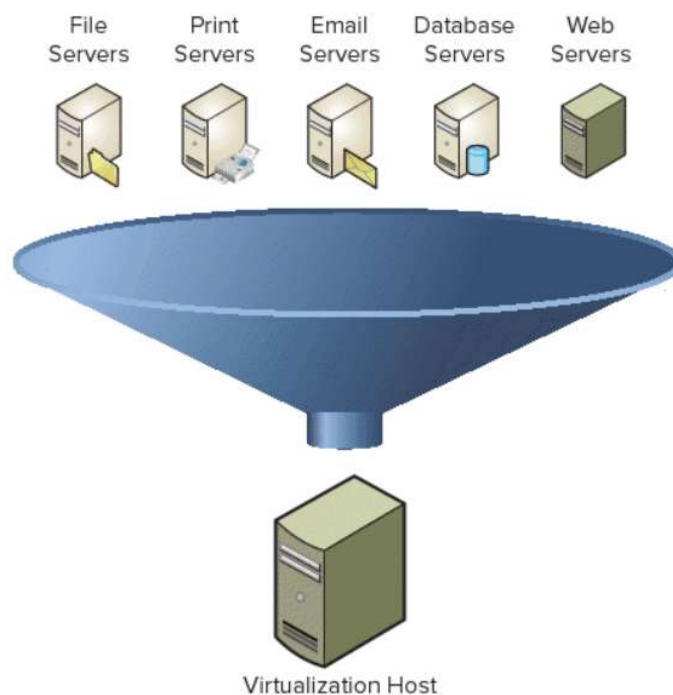
hakevat siihen liittyvät tiedot tietokantapalvelimelta, suorittavat varsinaisen liiketoimintalogiikan, sekä palauttavat käyttäjälle vastauksen. Mitoituksen laskemisen työkalut pystyvät arvioimaan annettujen muuttujien perusteella, montako sovelluspalvelinta järjestelmä tarvitsee ja minkälaisia vaatimuksia niiltä edellytetään. (Sandeep, Tandon & Sharma 2011, 3.)

6.2 Virtuaalinen palvelin

Virtualisointi on keino, jolla fyysinen komponentti voidaan toteuttaa loogisena objektina. Selkeä esimerkki virtualisoinnista on esimerkiksi e-kirja: lukija voi selata lukulaitteellaan virtuaalista kirjastoa tai kauppapaikkaa, valita haluamansa e-kirjan ja ladata sen laitteelleen. E-kirjan sisältö on täysin sama kuin fyysisen kirjan, yleensä sen ulkoasukin on täysin vastaava. Ainoa ero on esineen suhteen: kirja on virtualisoitu lukulaitteen sisälle loogisesti vastaamaan saman kirjan fyysistä kopiota. Virtualisointia voidaan toteuttaa hyvin monille eri asioille, myös tietokoneille ja palvelimille. (Portnoy 2012, 1-2.)

Virtuaalinen tietokone (työasema tai palvelin) kykenee virtualisoimaan kaikki tietokoneen fyysiset resurssit, kuten prosessorin, keskusmuistin, massamuistin ja tietoverkkoyhteydet. Virtualisoinnille on suuri tarve sekä hyöty etenkin palvelinpuolella. Aiemmin ICT-organisaation konesalit olivat täynnä palvelimia, joista jokaista hyödynnettiin yksinomaan yhden palvelun käyttöön, esimerkiksi sähköpostin operoimiseen. Tämä malli koettiin kuitenkin ongelmalliseksi: ensinnäkin tietojärjestelmien määrän kasvaessa jatkuva palvelinten lisääminen vaatisi kohtuuttoman suurta fyysistä konesalia yritykseltä, johon mahduttaa kaikki laitteet. Toisekseen näin toteutetussa konesalimallissa ei ikinä saada hyödynnettyä palvelinkapasiteettia täysin, koska palvelimet toimivat valtaosan ajastaa hyödyntäen vain pientä osaa käytettävissä olevista resursseista. Palvelinmitoitukset lasketaan suurimpien kuormituspiikkien mukaisesti, jolloin kuormituspiikkien ulkopuolella palvelin on ylimitoitettu tehtävänsä. (Portnoy 2012, 9.)

Edellä kuvattujen ongelmakohtien lisäksi tietokoneiden laskennallinen tehokkuus on kasvanut jatkuvasti Mooren lain mukaisesti. Siruvalmistaja Intelin perustajiin kuulunut Gordon Moore ennusti jo 1965 tietokoneiden laskentatehon kaksinkertaistuvan aina 18 kuukauden välein. Kyseinen ennuste on pitänyt paikkansa hämmästyttävän tarkasti aina nykyhetkeen asti. Tämän vuoksi tietokoneiden laskentakapasiteetin valtavien kehityksen vuoksi nousi entistä suurempi tarve sekä hyöty keskittää useita fyysisiä palvelimia virtualisoinnin avulla yhdelle fyysiselle palvelimelle. Tällöin fyysisen palvelimen kokonaiskapasiteetti saadaan huomattavasti paremmin hyödynnettyä, mikä johtaa säästöihin mm. konesalin pientymisen myötä. Pienempi määrä fyysisiä palvelimia merkitsee vähentynyttä sähkön ja jäähdytyksen kulutusta, sekä pienempää huoltotarvetta fyysisille laitteille. Virtualisointia on havainnollistettu kuvassa 2. (Portnoy 2012, 6-7.)



Kuva 2. Virtuaaliset palvelimet yhdellä fyysisellä palvelimella. (Portnoy 2012, 10.)

Tutkimuksissa on todettu yhden fyysisen palvelimen kustantavan elinkaarensa aikana omistuskuluina noin 3-10 kertaa sen hankintahinnan verran. Fyysisen palvelimen omistajuuteen liittyvät kulut muodostuvat pääosin ylläpito, jäähdytys, sähkö, kaapelointi, henkilöstö ja tilakuluista. Jos arvioidaan fyysisen keskivertopalvelimen maksavan noin 5 000 euroa hankkiessa, ovat sen keskimääräiset elinkaarikustannukset noin

20 000 euroa omistajuudelle. Tämän laskelman mukaan yritys pystyy jokaista virtualisoinnin avulla vähentämäänsä 100 fyysistä palvelinta kohden säästämään noin 2 miljoonaa euroa vuosittain ylläpitokuluissaan. Suorituskyvyn kannalta on tärkeää huomioida, että fyysinen palvelin on mitoitettu oikein suhteessa siinä operoitavien virtuaalipalvelinten kuormituksen vaatimuksille. (Portnoy 2012, 9-10, 129.)

6.3 Tietokanta

Tietojärjestelmien käytössä on yleensä yksi kaikkia järjestelmiä yhdistävä tekijä: niiden käyttäminen tuottaa tietoa (dataa), joka täytyy myös tallentaa johonkin. Tietokannat ovat monimutkaisia ohjelmistoja, joita hyödynnetään juuri tähän tarkoitukseen. Tietokannan tehtävänä on järjestää tietoa sekä tarjota pääsy näihin. Organisaatiot hyödyntävät yleisesti tietokantoja tietojärjestelmiensä ytimenä, koska niiden tietomäärät ylittävät moninkertaisesti sen, mitä normaali Excel-työkirja pystyy pitämään sisällään. (Ruel 2014, 7-8.)

Tietokanta on siis määritelmän mukaisesti valmisohjelmisto tietojen hallintaan. Tietokannan tehtäviin kuuluu tietojen varastoimisen lisäksi mm. järjestää tiedot loogisiin kokonaisuuksiin teknisen hallinnan helpottamiseksi, tarjota pääsy näiden tietojen lukemiseen tai päivittämiseen, huolehtia turvallisuudesta niin, että vain valtuutetut käyttäjät pääsevät käsiksi tietoihin, sekä turvata tietojen saatavuus tarjoamalla valmiita varmistus ja tietojen palautusmekanismeja. (Ruel 2014, 9.)

Oracle-tietokannoissa suorituskyvyn oikeaan mitoitukseen vaikuttaa useita tekijöitä. Oikein mitoitettun palvelimen lisäksi yksi tärkeimmistä seikoista on hyvin parametroidu Oracle tietokanta, ts. sen kaikkien ominaisuuksien tulee olla oikein hyödynnettyjä sekä mitoitettuja korkean suorituskyvyn takaamiseksi. Oracle tarjoaa useita ilmaisia oppaita ja lähdekirjallisuutta, kuinka tietokannasta saa hyödynnettyä sen parhaan potentiaalin organisaation tarpeisiin. Lisäksi tarjolla on lisämaksullisia työkaluja sekä ominaisuuksia tämän saavuttamiseksi, kuten tietokantaan käyttöönotettava uusi toiminnallisuus joka parantaa suorituskykyä. Tietokantaan investoimisessa nähdään kuitenkin yleensä suurta kustannushyötyä, koska hitaasti toimiva tietokanta rampauttaa

siihen varaavat tietojärjestelmät ja saattaa pahimmillaan vaikuttaa yrityksen liikevaihtoon negatiivisesti. (Ruel 2014, 186-187.)

6.4 Sovellusalusta ja sovellukset

SAP toiminnanohjausjärjestelmät käyttävät sovellusalustana toimittajan omaa tuotetta. Sovellusalustan tehtävänä on nimensä mukaisesti toimia valmiina alustana sovelluksille, sekä tarjota kaikki tarvittavat työkalut ja palvelut näitä varten. Näitä ovat mm. tietokantahaut ja -yhteydet, ohjelmistokehitys- ja julkaisutyökalut, muutostenhallinta, käyttäjien hallinta sekä integraatorajapinnat. Esimerkiksi muutostenhallinta tarjoaa ohjelmistokehittäjille valmiit työkalut kehittämänsä ohjelmiston elinkaaren hallintaan, eli kuinka tämä tuotteistetaan käyttöön, operoidaan tuotantoympäristössä, päivitetään, sekä korjataan ohjelmavirheitä mahdollisimman sujuvasti ja tehokkaasti. Kun organisaation ei tarvitse panostaa näiden prosessien hiomiseen mahdollisimman tehokkaiksi tai erillisten työkalujen vertailuun ja hankintaan sen toteuttamiseksi, pystyy se saavuttamaan valmiin sovellusalustan kautta parantamaan käytettävyyttä, nopeuttamaan järjestelmien välistä integraatiota, tukemaan tehokasta innovointia ja ennen kaikkea säästämään rahaa tämän avulla. (Woods & Word 2004, 11-13.)

Sovellusalustan tarjoaa siis kehyksen ohjelmakehitykselle sekä integraatioille, ja päällä toimivat myös tarjolla olevat valmisohjelmat. SAP:n suhteen tämä tarkoittaa aiemmassa kappaleessa esiteltyä modulaarisuutta. Sovellusalustan päälle asentuu asiakkaan tarpeiden mukaan toiminnanohjausjärjestelmän eri osat, kuten materiaali-, henkilöstö-, taloushallinto, tai asiakkuuksien hallinta. Nämä sisältävät valmiit ohjelmat ja prosessit kyseisten toimintojen käyttöönottamiseksi, teknisesti ne hyödyntävät sovellusalustaa ja edellyttävät tämän olemassa oloa. (Woods & Word 2004, 36-37.)

7 KELAN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN SUORITUSKYKY

Teoriaosuudessa esiteltyjä suorituskyvyn osatekijöitä selvitettiin Kelan toiminnanohjausjärjestelmästä konkreettisilla mittauksilla. Empiriaosuudessa tutkittiin eri tekijöiden osuutta vasteaikoihin ja pyrittiin kehittämään näiden suorituskykyä, siltä osin kun siihen oli mahdollisuuksia. Kaikki mittaukset sekä toiminnot tehtiin testijärjestelmässä, joka on identtinen kopio tuotantoympäristöstä. Näin menettelemällä saatiin mahdollisimman hyvin päivittäistä järjestelmän käyttöä vastaavat tulokset, samalla pystyttiin myös toteuttamaan eri kokeiluja vaarantamatta tuotantoympäristön toimintaa.

Tulosten vertailua varten järjestelmästä valittiin kaksi erilaista toiminnallisuutta, joiden vasteajat selvitettiin ensin nykytilassa ja suorituskyvyn kehitystä mitattiin toistamalla samat testit eri muutosten yhteydessä. Ensimmäinen toiminnallisuus valittiin taloushallinnosta, jossa tarkasteltiin pääkirjan riviluettelo -raporttia. Kyseinen raportti suoritettiin aina samaa pääkirjatiliä kohden, sekä hakemalla kaikki erät aikaväliltä 1.1.2016-31.12.2016. Näin toteutettuna raportti palautti samat tiedot, jolloin sen suorituskykyä voidaan arvioida tehtyjen toimenpiteiden kannalta.

Toinen toiminnallisuus valittiin henkilöstöhallinnosta, josta otettiin tarkasteltavaksi tiimikalenterin suorituskyky. Tiimikalenteri on kaikkien Kelan työntekijöiden käytössä, josta he näkevät oman tiimensä jäsenten läsnä- ja poissaolot. Tiimikalenteri näyttää lisäksi myös koulutustilaisuuksiin osallistumiset sekä etätyöpäivät. Tiimikalenterin mittausta suoritettiin aina saman käyttäjän vasteaikaa mittaamalla, jolloin taustalta haettiin yhdenmukainen ja vertailukelpoinen tietomäärä. Tämän suhteen oli käytössä havainnoitu merkittäviä eroja eri käyttäjillä, joten mittauksiin valittiin käyttäjätunnus, jolla oli havainnoitu merkittävää hitautta käytössä.

Mittausten tuloksia vertailtiin niiden otantojen yhteydessä toisiinsa. Merkittävyyksien eroa verrattiin niin, että edellisen muutoksen vasteajat otettiin seuraavan lähtötasoksi. Jokaista muutosta ei verrattu alkuperäiseen lähtötasoon, koska muutokset ovat osin vaihtoehtoisia toimenpiteitä, eivätkä niinkään kumulatiivisesti toisiinsa vaikuttavia.

Suorituskyvyn mittauksessa päädyttiin vertailemaan kolmea eri muuttujaa selkeyden vuoksi, nämä ovat vasteaika, CPU-aika sekä tietokanta-aika. Taulukko 3 havainnollistaa lähtötilanteen mittauksia näiden suhteen. Vasteaika kertoo kokonaisajan siitä hetkestä, kun käyttäjä painoi nappia saadakseen haluamansa tiedon siihen hetkeen, kunnes järjestelmän vastaus tuli käyttäjän ruudulle. CPU kertoo kuinka, kauan pyyntöä laskettiin palvelimen suorittimissa, eli miten pitkään itse palvelimen osuus vasteajasta kesti. Tietokanta-sarake taas kertoo, kuinka kauan pyyntöä suoritettiin tietokannassa. CPU ja tietokanta muodostavat suurimmat vasteajat testattujen toimintojen suhteen. Kokonaisvasteaika ei ole aina näiden kahden tekijän summa, sillä näiden vasteajat voivat mennä myös rinnakkain.

Taulukko 3. Toiminnallisuuksien vasteaikojen lähtökohta.

Toiminto	Vasteaika (ms)	CPU (ms)	Tietokanta (ms)
Pääkirjan riviluettelo	46 412	3 090	43 390
Tiimikalenteri	236 979	25 770	218 641

Taulukosta voidaan todeta sovellusten vasteaikojen olevan verrattain heikkoja: pääkirjan riviluettelon muodostuminen kesti noin 46 sekuntia, tiimikalenterin avautuminen taas lähes 4 minuuttia. Tiimikalenterin suhteen tulee huomioida, että suorituskyky ei millään muotoa edusta toiminnon keskimääräistä vasteaikaa, vaan kyseessä on ongelmalliseksi tiedetty yksittäistapaus. Molempien suhteen eniten aikaa kului tietokannassa, joskin palvelimen tietyillä osilla on vaikutusta myös tähän, kuten seuraavaksi selvitetään.

Taulukossa 4 esitellään tietokannan käsittelyajan jakautumista tarkemmalla tasolla. Mittaukset osoittavat mitkä toiminnot ovat hitaimpia. Suora luku tarkoittaa tietokannan käyttämää optimaalisinta tapaa hakea pyydettyjä tietoja, tämä on siis suotavin tapa jolla tietokannan tulisi hakea tiedot. Perättäisluku on vastaavasti hitain lähestymistapa, kun tietokannalla ei ole valmista polkua tiedon hakemiseksi, se joutuu lukemaan suuren massan dataa ja hakemaan sen joukosta halutun tiedon. Perättäisluku tapahtuu palvelimen massamuistista, jolloin sen nopeudella on myös merkitystä vasteaikaan. Päivitys on normaali tapahtuma, jossa jotain kenttä on päivitetty haun yhteydessä. Poisto ja lisäys taas vastaavasti aikaa joka on kulunut tiedon poistamiseen tai lisäyk-

seen tietokannan sisällössä. Käsitellyt tietomäärät olivat varsin suuria, pääkirjan riviluettelo käsitteli sisäisesti 11 939 riviä tietoa, tiimikalenteri taas käsitteli 726 106 riviä tietoa.

Taulukko 4. Tietokannan vasteajan jakautuminen lähtötilanteessa.

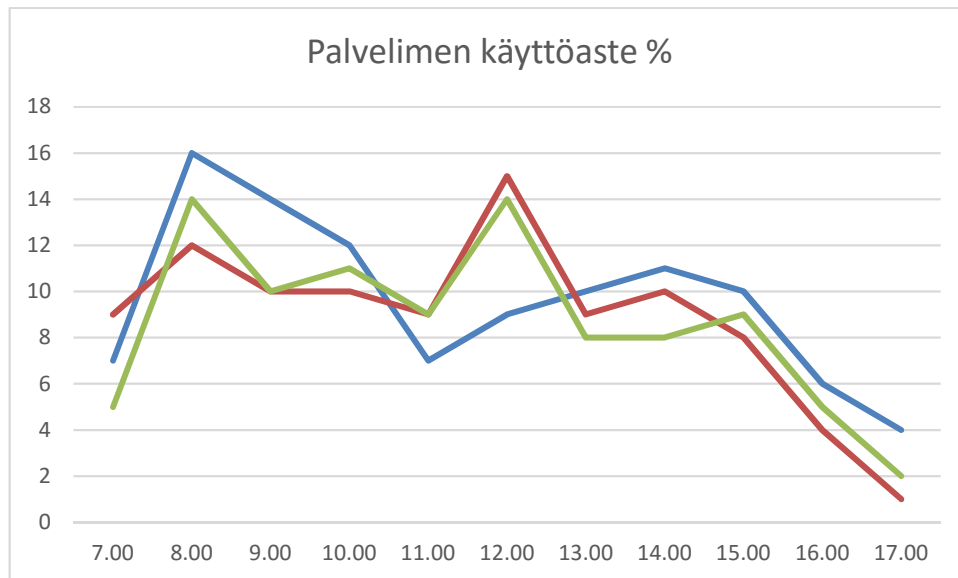
Toiminto	Pääkirjan riviluettelo (ms)	Tiimikalenteri (ms)
Suora luku	11 121	29 750
Perättäisluku	32 072	187 593
Päivitys	0	2
Poisto	197	56
Lisäys	0	1 240

7.1 Fyysinen ja virtuaalinen palvelin

Järjestelmän pohjalla toimiva fyysinen laitealusta on hiljattain uudistettu, se on rakennettu ja käyttöön otettu loppuvuodesta 2016 (Kelan intranet-sivut 2017). Fyysisten palvelinten kapasiteetin tulee olla riittävä, niin etteivät virtuaalisten palvelimien toiminnot hidastu tästä johtuvasta syystä. Suorituskyvyn mittauksissa ei havaittu kertaakaan fyysisistä palvelimista aiheutuvaa hidastelua, vaan virtuaalipalvelin sai aina tarvitsemansa resurssit välittömästi käyttöönsä. Näin ollen tämän mitoituksen katsottiin olevan kunnossa.

Virtuaalipalvelimen käyttöastetta mitattiin kolmena eri työpäivänä, joiden katsottiin kuvastavan tyypillisiä käyttöpäiviä tietojärjestelmän kannalta. Mittaukset tehtiin kello 7-17 välillä, tuloksista voidaan havaita säännöllisiä piikkejä kuormituksen nousussa ja laskussa. Kello 8 oli lähes jokaisena mittauspäivänä ruuhkaisin hetki, jonka jälkeen kuormitus laski hiljalleen klo 11:ta ja lounastaukoa lähestyttäessä. Toinen piikki oli havaittavissa klo 12 aikaan käyttäjien palatessa lounaalta. Tämän jälkeen käyttö jatkoi hiljentymistään, kunnes klo 14 aikoihin esiintyy hienoinen käyttöasteen nousu kahvitauon päättymisen aikoihin. Mittaukset osoittivat virtuaalipalvelimen resurssien olevan riittävälle tasolle mitoitettu, koska palvelimen kokonaiskäyttöaste pystytteli noin

10-15 % tuntumassa. Tämä osoittaa teoriassa esitettyä hyötyä palvelimen virtualisoinnista (Portnoy 2012, 6-7). Palvelimen keskimääräinen käyttöaste mittaushetkinä on kuvattu kuvioon 4.



Kuvio 4. Virtuaalipalvelimen käyttöaste (%) tyypillisinä palveluaikoina.

Varsinaisten mittausten ohella tarkistettiin laitealustan toimittajan suosittelemat parhaat käytännöt (VMware 2015, 32-38) virtuaalipalvelimien mitoituksen suhteen. Tämä määrittelee mm. suositellut palvelinasetukset käyttäjämääristä ja suorituskyvyn tarpeesta riippuen, sekä minkälaisia arkkitehtuurisia huomioita näiden rakentamisessa tulee huomioida. Kelan laitealustan toteutus noudattaa näitä parhaiden käytäntöjen suosituksia, joten tämän osa-alueen suhteen ei havainnoitu kehittämistarpeita.

Kuten taulukossa 4 edellä esitettiin, hitaimmat tekijät suorituskyvyn suhteen esiintyvät tietokannan perättäislukuoperaatioissa. Palvelimen suhteen perättäisluku tapahtuu lukemalla tietoa keskus- tai massamuistista, jolloin tämän tapahtuman nopeus on suoraan verrannollinen muistin nopeuteen. Kyseisten palvelinten käyttämä massamuisti on perinteistä tekniikkaa edustava HDD-massamuisti, kun taas viime vuosina on toimialalla yleistynyt merkittävästi nopeammat SSD-massamuistit. HDD-massamuisti perustuu vanhanaikaiseen magneettiseen mediaan, joka sisältää mekaanisesti liikkuvia levyjä. SSD-massamuistit taas perustuvat sisäisiin muistipiireihin, joiden käyttönopeus ja varmuus ovat merkittävästi suurempia kuin HDD-massamuistien (Domingo 2017). Käytännön kokemukset osoittavat SSD-toteutusten parantavan massamuistin suorituskykyä jopa 20-100 kertaisesti perinteiseen toteutukseen verrattuna (Staimer

2016, 4-5). Tämä edellyttäisi taloudellista investointia uusiin massamuisteihin, mutta investointi parantaisi merkittävästi perättäislukuoperaatioiden suorituskykyä.

7.2 Tietokanta

Kuten teoriaosuudessa esiteltiin, tietokannan tulee olla oikein mitoitettu, että se tarjoaa parhaan mahdollisen suorituskyvyn. Tietokannan suorituskyvyn asetukset ja mahdollisuudet selvitettiin toiminnanohjausjärjestelmä toimittajan tarjoamien oppaiden avulla. Toimittaja koettiin parhaaksi lähteeksi suorituskyvyn parantamisen tavoittelussa, koska toimittaja on itse toteuttanut tietojärjestelmän ja tuntee sen sisällön parhaiten. Ensimmäisenä perehdyttiin toimittajan oppaaseen tietokannan mitoituksista ja suorituskyvystä. Näiden avulla voitiin varmistaa, että tietokanta on optimoitu toimimaan tietojärjestelmän tarpeiden mukaan. Toisekseen perehdyttiin tietokannan käytävissä oleviin uusiin ominaisuuksiin, joita hyödyntämällä tietokannan suorituskykyä voidaan parantaa. Kelan käyttämässä Oracle-tietokannassa on tarjolla kaksi uutta ominaisuutta suorituskyvyn parantamiseksi, nämä ovat tietojen pakkaaminen sekä In-Memory-tietokantamalli. Tietojen pakkaaminen tehostaa tietokannan toimintaa vähentämällä luettavan tiedon määrää. In-Memory tietokantamalli taas on vaihtoehtoinen toteutustapa tietokannan tekniselle periaatteelle, jossa hyödynnetään palvelimen nopeaa keskusmuistia tietojen massakäsittelyssä. (SAP Support [www-sivut 2017](#).)

Tietokannan asetusten tarkastamista varten toimittaja tarjoaa oman ohjelman, joka automaattisesti käy läpi tietokannan asetukset sekä antaa suosituksia näiden suhteen (SAP Support [www-sivut 2017](#)). Tämä ajettiin tuotantotietokannalle varmistukseksi, että kaikki on asetettu parhaimmalla mahdollisella tavalla. Ohjelma ei tarjonnut uusia asetuksia vaan totesi kaiken olevan toteutettu toimittajan suositusten mukaisesti. Tietokanta-asetusten todettiin olevan kunnossa, eikä tämän suhteen nähty kehittämis- tai korjaustarpeita.

Uusien saatavilla olevien toiminnallisuuksien suhteen perehdyttiin tiedon pakkaamisen ja elinkaaren hallinnan toimintoihin. Tietokanta pitää sisällään nämä uudet toiminnallisuudet, jotka käyttöönottamalla asiakas pystyy vastaamaan kasvavan tietomäärän edellyttämiin suorituskykytarpeisiin ja pysymään suunnitellussa budjetissa. Tietojen

pakkaaminen käyttää matemaattista algoritmia pakatakseen tiedot pienempään tilaan. Tämän käyttäminen lisää hieman palvelimen suorittimien kuormitusta, mutta sen lisäämä vasteaika on merkittävästi pienempi kuin suuren pakkaamattoman tietomäärän lukeminen tietokannasta. Ominaisuuden käyttäminen kuuluu Kelan tietokannan lisensointiin, joten se voidaan ottaa käyttöön ilman erillisiä kustannuksia. (Oracle 2016a, 3-4; SAP Support www-sivut 2017.)

Tietojen pakkaaminen aktivoitiin tietokantaan, jonka jälkeen samat mittaukset toistettiin vaikutusten selvittämiseksi. Vaikutukset vasteaikoihin on havainnollistettu taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 5. Toiminnallisuuksien vasteajat tietojen pakkaamisen kanssa.

Toiminto	Vasteaika (ms)	Ero %	CPU (ms)	Tietokanta (ms)
Pääkirjan riviluettelo	12 656	73 %	2 010	10 829
Tiimikalenteri	46 856	80 %	4 550	41 963

Taulukko 6. Tietokannan vasteaikojen jakautuminen tietojen pakkaamisen kanssa.

Toiminto	Pääkirjan riviluettelo (ms)	Tiimikalenteri (ms)
Suora luku	457	4 141
Perättäisluku	10 362	37 792
Päivitys	10	0
Poisto	0	29
Lisäys	0	1

Tietojen pakkaamisen käyttöönotto paransi vasteaikoja merkittävästi, erityisesti tiimikalenterin suhteen on havainnoitavissa huomattava ero suorituskyvyssä. Tiimikalenterin vasteaika oli 80 % nopeampi, joten vaikutukset olivat erittäin merkittäviä. Vastaavasti pääkirjan riviluettelon vasteaika nopeutui 73 %. Suhteessa pakkauksen aktivointi tietokantaan teki lähes yhtä suuren vaikutuksen molempien toiminnallisuuksien vasteaikoihin. Suurin vaikutus tällä oli perättäisluvun merkittävään nopeutumiseen, mikä on sinänsä selkeä lopputulema, koska pakkaaminen vähentää luettavan tiedon määrää.

Toinen uusi saatavilla oleva toiminnallisuus on In-Memory -tietokantamalli, jossa tietokannan sisältämät tiedot luetaan massamuistista keskusmuistiin. Massamuisti on huomattavasti halvempi tallennusmedia kuin keskusmuisti, jonka vuoksi valtaosa tiedoista käsitellään sitä kautta. Nykyisin keskusmuistin lisäämisestä on tullut entistä edullisempää sekä sen enimmäismäärä on kasvanut merkittävästi. Tämä mahdollistaa suuren osan tietokannan sisällöstä tai jopa koko tietokannan lataamisen keskusmuistiin jolloin tiedon hakeminen on kaikkein nopeinta. In-Memory -tietokantamalli ei ole kuitenkaan pelkkä käytetyn muistialueen valintaan liittyvä tekniikka, vaan se uudistaa samalla myös tietokannan sisäistä arkkitehtuuria tehostaakseen keskusmuistipohjaista tietojen käsittelyä. (Oracle 2016b, 1-2.)

In-Memory -tietokantamalli löytyy Kelan käyttämästä tietokannasta ja se on hyvin helppo ottaa käyttöön, mutta toiminnon käyttö ei kuulu Kelan lisensointiin. Käyttöönottoaminen vaatisi lisenssihankinnan, joka on asiakaskohtaisesti neuvoteltava toimittajan kanssa (SAP Support www-sivut 2017). Lisensointiin vaikuttaa tuotantopalvelimen koko: mitä suurempi palvelinkapasiteetti on kyseessä, sitä korkeampi on lisenssimaksu. Varsinaista asiakaskohtaista hintaa ei selvitetty, mutta Oraclen julkista hinnoitusta tarkastelemalla todettiin ominaisuuden lisensoinnin maksavan kymmeniä tuhansia euroja (Oracle 2017, 2, 10). Kyseessä olisi siis kohtuullisen suuri rahallinen investointi suorituskyvyn parantamiseen. Tämän vaikutusten arvioimiseksi toimittaja myönsi Kelalle kolmen kuukauden evaluointi-lisenssin, jonka avulla pystyttiin mittaamaan In-Memory -tietokantamallin vaikutuksia suorituskykyyn ilman sitoutumista lisenssihankintaan (Äänismaa sähköposti 2017).

Evaluointi-lisenssi hyödyntämällä In-Memory -tietokantamalli aktivoitiin tietokantaan, sekä tehtiin sen toiminnan kannalta vaaditut toimenpiteet. Tämän jälkeen mitaustulokset toistettiin jälleen ja sen vaikutukset vasteaikoihin esitellään taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Toiminnallisuuksien vasteajat In-Memory -tietokantamallin kanssa.

Toiminto	Vasteaika (ms)	Ero %	CPU (ms)	Tietokanta (ms)
Pääkirjan riviluettelo	4 091	68 %	2 170	2 204
Tiimikalenteri	17 500	50 %	7 620	12 174

Taulukko 8. Tietokannan vasteaikojen jakautuminen In-Memory -tietokantamallissa.

Toiminto	Pääkirjan riviluettelo (ms)	Tiimikalenteri (ms)
Suora luku	755	1 326
Perättäisluku	1 448	10 846
Päivitys	1	0
Poisto	0	1
Lisäys	0	1

Mittaustuloksista voidaan todeta In-Memory-tietokantamalli vaikuttavan kaikkein merkittävimmin vasteaikoihin. Koska tiedot käsitellään pelkästään palvelimen nopeassa keskusmuistissa, heijastuu tämä välittömästi nopeampina vasteaikoina. Tehokkuusvertailun lähtötasona pidettiin tietojen pakkaamisen vasteaikoja vanhojen tietojen siivoamisen jälkeen. Tässä suhteessa todettiin In-Memory -tietokantamallin olevan sovelluskohtaisesti noin 50-70 % tehokkaampi kuin pelkkä tietojen pakkaaminen. Alkuperäiseen lähtötilanteeseen verrattuna ero on myös erittäin merkittävä.

7.3 Sovellusalusta ja sovellukset

Itse sovellusalustan kuormituksen jakautuminen sekä mitoitus tarkistettiin vastaavan toimittajan suosituksia (SAP Support [www-sivut](http://www.sap.com) 2017). Sovellusalusta oli oikein mitoitettu ja se hyödynsi saatavilla olevia palvelinresursseja oikein, joten tämän suhteen ei ollut juurikaan tehostamistoimia mahdollista tehdä.

Sovellukset itsessään käytiin läpi niiden suorituskykykorjausten kannalta. Toimittaja tarjoaa kahdenlaisia korjauksia itse sovelluksille, ensimmäisenä on saatavilla teknisiä ohjelmakorjauksia jotka korjaavat virheellisesti tai tehottomasti toimivan ohjelman, toisekseen toimittaja tarjoaa toiminnallisia ohjeita ja tapoja käytön tehostamiseksi. Toimittajalla oli saatavilla useita teknisiä ohjelmakorjauksia kyseessä oleviin toimintoihin, mutta kaikki näistä oli jo asennettu Kelan toiminnanohjausjärjestelmään. Toiminnallisista ohjeista tärkeimmät liittyivät tietojen siivoukseen ja arkistointiin. Ohjeistuksen mukaan asiakkaan tulisi tehdä järjestelmässä säännöllisesti vanhojen tietojen arkistointia tai poistoa, niiltä osin kun tietoja ei tarvita lakisääteisistä tai organisaation omien tarpeiden vuoksi säilyttää. Mitä suurempi tietomäärä on tallentunut toimintojen

käyttämään tietokantatauluun, sitä hitaampaa sieltä tiedon hakemin on. Tämän vuoksi on hyvä huolehtia tarpeettoman tiedon arkistoisesta pois tuotantojärjestelmästä, tai sen yksinkertaisesta poistamisesta. (SAP Support www-sivut 2017.)

Suositukseen perehtymisen jälkeen tarkistettiin tutkittavien toimintojen tietomäärät järjestelmästä. Toiminnanohjausjärjestelmä oli ollut tuotannollisessa käytössä noin 11 vuotta eikä vanhoja tietoja ole juurikaan siivottu. Pääkirjan suhteen tietojen poisto tosin ole ollut edes mahdollista, koska kirjanpitolain (1336/1997, 2 luku 10 §) mukaan kirjanpidon säilytysaika on 10 vuotta tilikauden päättymisestä. Arkistointi ulkoiseen järjestelmään olisi kuitenkin mahdollista toteuttaa, joka vähentäisi itse toiminnanohjausjärjestelmän tietomäärää ja siten nopeuttaisi sen toimintoja. Tiimikalenterin tietomäärät koostuvat työntekijöiden läsnä- ja poissaolotiedoista, joita on kertynyt valtava määrä järjestelmän elinkaaren aikana. Molempien toimintojen rivimäärät on esitelty taulukossa 9, josta voitaneen päätellä siivoamiselle tai arkistoinnille olevan tarvetta.

Taulukko 9. Toiminnallisuuksien käyttämien tietojen rivimäärät järjestelmässä.

Toiminto	Yhteensä	Yli 5v vanhoja
Pääkirjan riviluettelo	10 912 578	5 001 999
Tiimikalenteri	1 477 536	581 057

Pääkirjan tiedot ovat lakisääteisesti säilytettäviä, joten niiden poistaminen ei ole mahdollista. Arkistointi taas vaatisi laajemman teknisen toteutuksen kuin tämän opinnäytetyön puitteissa on tarkoituksenmukaista toteuttaa, joten pääkirjan suorituskyvyn vaikutuksia ei päästy mittaamaan tietojen siivoamisen suhteen. Tiimikalenterin suhteen tämä oli mahdollista, järjestelmästä poistettiin kaikki yli viisi vuotta vanha poissa- ja läsnäolotiedot. Tämän jälkeen tiimikalenterin käytötesti toistettiin ja sen vasteaika mitattiin. Tulokset esitellään taulukoissa 10 ja 11.

Taulukko 10. Toiminnallisuuksien vasteajat tietojen siivoamisen jälkeen.

Toiminto	Vasteaika (ms)	Ero %	CPU (ms)	Tietokanta (ms)
Tiimikalenteri	34 986	25 %	10 950	28 404

Taulukko 11. Tietokannan vasteaikojen jakautuminen tietojen siivoamisen jälkeen.

Toiminto	Tiimikalenteri (ms)
Suora luku	1 937
Perättäisluku	26 418
Päivitys	0
Poisto	29
Lisäys	20

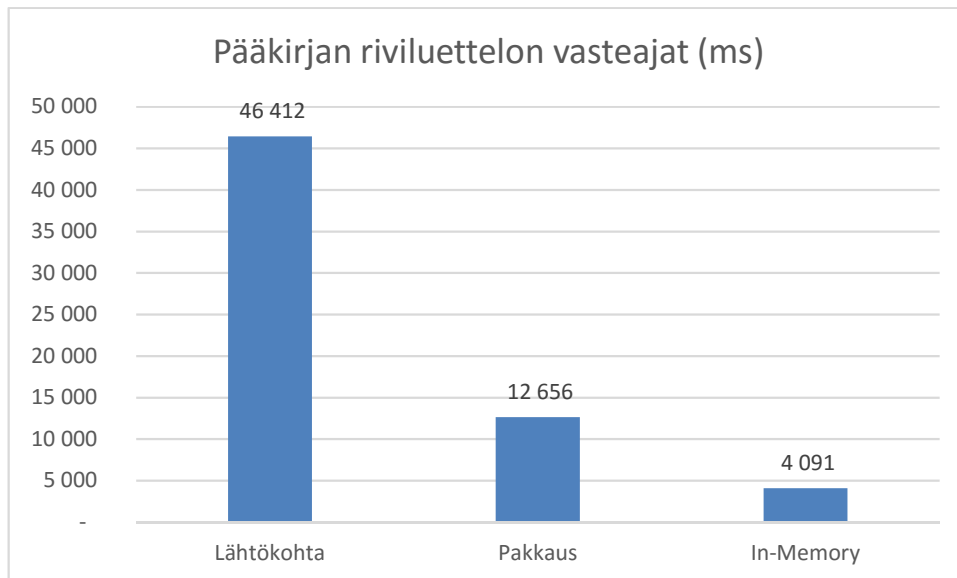
Tietojen siivoaminen vaikutti jälleen positiivisesti vasteaikaan. Siivouksen vaikutukset mitattiin tietojen pakkaamisen jälkeen, tähän lähtökohtaan verrattuna vasteaika parani 25 %. Koska järjestelmän käsiteltävänä oli selvästi vähemmän tietoa, vasteajan selkeä nopeutuminen oli luontevaa.

7.4 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä voidaan todeta monien eri osa-alueiden vaikuttavan tietojärjestelmän suorituskykyyn. Kokonaisvasteajoissa esiintyvä hidastelu on yksilöllisesti selvitettävä kokonaisuus, johon ei varsinaisesti voida antaa yhtä ainutta vastausta tilanteen korjaamiseksi. Lähtökohtaisesti järjestelmän mitoituksen on oltava kunnossa ja resurssien riitettävä siltä odotettuun tietojenkäsittelyn tasoon.

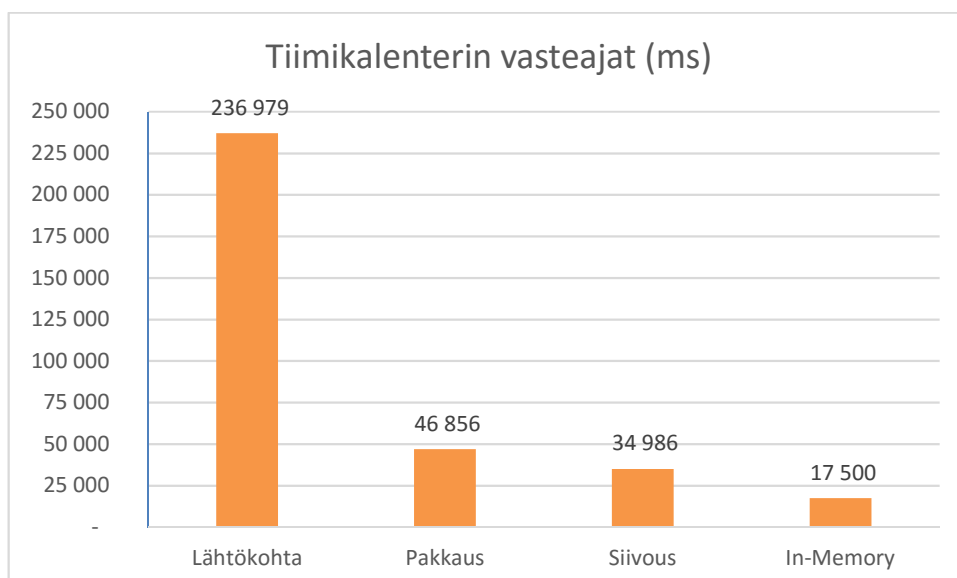
Tässä tutkimustapauksessa huonojen vasteaikojen yhtenä merkittävästi vaikuttavana tekijänä voidaan pitää suurta tietomäärä, joka järjestelmällä oli käsiteltävänä. Yli kymmenen vuoden käytön aikana on kertynyt miljoonia riviä käsiteltävää tietoa, joka hidastaa päivittäistä toimintaa selvästi. Helpoimpana parannuksena voidaan täten pitää välittömässä tuotantokäytössä tarpeettomien tietojen siivousta tai arkistointia, jolloin vasteajat nopeutuvat käsiteltävän tietomäärän pienentyessä. Suurten tietomäärien käsittelyn suhteen taas voidaan päätellä ratkaisuksi uusien saatavilla olevien ominaisuuksien hyödyntäminen. Tutkitussa tapauksessa ainakin tietokannan suhteen havainnoitiin merkittävää suorituskyvyn paranemista tätä kautta, tietojen pakkaaminen vaikutti suuresti vasteaikoihin, In-Memory -tietokantamalli vaikutti näihin vielä merkittävästi enemmän.

Vasteajat kehittyivät varsin merkittävästi erityisesti uusia tietokantaominaisuuksia hyödyntämällä. Näiden vaikutukset pääkirjan riviluettelon on kuvattu kuvioon 5.



Kuvio 5. Tietokannan ominaisuuksien vaikutukset pääkirjan riviluettelon vasteaikoihin.

Vasteaikojen kehitys oli hyvin samankaltaista molempien tutkittujen toimintojen suhteen. Eri toimien vaikutukset tiimikalenteriin on kuvattu kuvioon 6.



Kuvio 6. Tietokannan ominaisuuksien vaikutukset tiimikalenterin vasteaikoihin.

Suorittamalla edellä esiteltyjä toimenpiteitä järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi voidaan saavuttaa konkreettista kustannushyötyä. Tiimikalenteri on esimerkki varsin laajasti käytetystä toiminnosta, jonka tämän hetkisen vasteajan voidaan käytännössä katsoa lisäävän kustannuksia menetetyn työajan kautta. Järjestelmästä selvitetiin otantaviikolla kuinka monta kertaa tiimikalenteria oli käynnistetty käyttäjien toimesta yhteensä sekä mikä oli näiden keskimääräinen vasteaika. Tämän perusteella pyrittiin arvioimaan, kuinka paljon työaikahävikkiä syntyy vuodessa pelkästään tiimikalenterin vasteajoista. Arvion laskemiseksi sovellettiin omaa matemaattista kaavaa (selvennykset suluissa):

$$\frac{\text{Sovelluksen avaukset (kpl)} \times \text{keskimääräinen vasteaika (ms)}}{3\,600\,000 \text{ (ms} \Rightarrow \text{h)}} \times 52 \text{ (vko / v)}$$

Kaavaa käyttämällä laskettiin:

$$\frac{2\,393 \times 3\,860}{3\,600\,000} \times 52 = 133,42 \text{ h}$$

Tämä tarkoittaa noin 133 työtunnin vuosittaista hävikkiä pelkästään yhden toiminnallisuuden vasteaikoina. Kela käyttää sisäisten kustannusten laskennassa 58,50 euron tuntihintaa, jota sovelletaan mm. projektiehdotuksissa sekä kustannushyötyanalyysissä (Kelan intranet-sivut 2017). Konkreettisiksi kustannuksiksi muunnettuna tiimikalenterin odottelu maksaa näin ollen laitokselle noin 7 805 euroa vuosittain. Laskelma ei toki huomioi sitä, jos käyttäjä ovat hyödyntäneet odotusajan muuhun tuottavaan työhön. Keskimääräinen vasteaika on kuitenkin sen verran lyhyt, ettei sitä käytännössä ehdi hyödyntää muuhun toimintaan. Tähän suhteutettuna järjestelmän suorituskykyä parantava investointi olisi hyvinkin kannattavaa, etenkin jos sen avulla saavutetaan vastaavaa kustannushyötyvaikutusta myös järjestelmän muihin toimintoihin.

Parhaimman suorituskyvyn antoi selvästi tietokannan In-Memory -tietokantamallin päälle kytkeminen. Kyseessä on lisämaksullinen ominaisuus, jonka käyttöönotto vaatii rahallista investointia. Investoinnin kannattavuuden suhteen voitaisiin todeta hyödylliseksi tehdä kokonaisuuteen keskittyvä kustannushyötyanalyysi, jolla laskettaisiin investoinnin takaisinmaksuaika tehostuneen työnteon kautta.

8 YHTEENVETO

Toiminnanohjausjärjestelmät ovat suuria tietojärjestelmiä, joita käytetään laajalti organisaatioiden päivittäisessä toiminnassa. Näiden merkitys on tärkeä organisaatiolle, koska järjestelmien vastuulla on liiketoimintakriittisten ydintehtävien toteuttaminen tai hallinnollisten toimintojen tuottaminen.

Tietojärjestelmän vasteaika on verrattain tärkeä asia, jolla voidaan katsoa oleman myös taloudellista arvoa. Jos loppukäyttäjä joutuu aina odottamaan järjestelmän vastausta, muodostuu odotusajasta vuositason yllättävän suurta taloudellista haittaa hukkaan menneen työajan kautta. Tietojärjestelmän vasteajalla voidaan katsoa olevan yhteyttä tuottavuuteen, tämä korostuu runsaasti tietojärjestelmien kanssa työskentelevillä työntekijöillä. Nopea vasteaika lisää työn tuottavuutta, koska nopeasti toimivan järjestelmän käyttäjä ehtii saamaan enemmän työtä valmiiksi samassa aika-ikkunassa, kuin hitaan järjestelmän käyttäjä.

Koska toiminnanohjausjärjestelmät monesti liittyvät organisaation ydintoimintaan, on järjestelmän suorituskyvyn oltava hyvä. Suorituskyvyn parantamiseen on olemassa useita eri mahdollisuuksia, jotka ovat osin myös toimittajakohtaisia. Laittealustan tulee olla riittävästi mitoitettu sekä kaikkien sitä käyttävien eri osatekijöiden toteutettuna niin, että ne hyödyntävät laitteistoa parhaalla mahdollisella tavalla. Jotkin suorituskykyä parantavat seikat vaativat rahallisia investointeja, mutta suuretkin investoinnit saattavat olla kannattavia, mikäli niiden avulla voidaan merkittävästi nopeuttaa vasteaikoja. Tämä maksaa itsensä takaisin tehostetun työnteon kautta, joskin jokaisen investoinnin takaisinmaksuaika tulee arvioida etukäteen.

LÄHTEET

Abugabah, A., Sanzogni, L. & Poropat, A. 2009. The impact of information systems on user performance: A critical review and theoretical model. Griffithin yliopisto. http://castle.eiu.edu/~a_illia/MBA5670/impact-of-IS-on-user-performance-ICCSE2009.pdf

Bradford, M. 2015. Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems. Lulu. <http://www.lulu.com/shop/marianne-bradford/modern-erp-select-implement-and-use-todays-advanced-business-systems/paperback/product-22189090.html>

Connexin www-sivut. 2017. Viitattu 15.2.2017. <http://www.connexin.net/>

Doherty, W. J. & Thadani, A. J. 1982. The Economic Value of Rapid Response Time. IBM Red Books. Viitattu 20.3.2017. <http://jlelliotton.blogspot.fi/p/the-economic-value-of-rapid-response.html>

Domingo, J. S. 2017. SSD vs. HDD: What's the Difference? PC Mag 7.3.2017. Viitattu 18.5.2017. <http://www.pcmag.com/>

Eriksson, P. & Koistinen, K. 2014. Monenlainen tapaustutkimus. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. Viitattu 22.11.2016. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153032/Tutkimuksia%20ja%20selvityksi%C3%A4_11_2014_%20Monenlainen%20tapaustutkimus_Eriksson_Koistinen.pdf?sequence=1

Dredde, G. & Bergdolt, J. C. 2007. Enterprise Resource Planning – Integrating Organizational Processes. Air Force Journal of Logistics 6, 48-52.

Hänninen, J. I. 2011. Laaja toiminnanohjausjärjestelmä päivittäisessä käytössä – kokemuksia Kelassa. ValtioExpo 3.5.2011. Viitattu 13.3.2017. <http://www.valtiokonttori.fi/vuosikertomukset/public/download.aspx?ID=83199&GUID={22747EA9-B494-44A6-93A1-E1D68C5DEEA3}>

Igbaria, M. & Tan, M. 1997. The Consequences of Information Technology Acceptance on Subsequent Individual Performance. Information & Management volume 32, issue 3.

Jääskeläinen, A. 2009. Julkisten hyvinvointipalvelujen tuottavuus: johtamista tukevien mittausjärjestelmien suunnittelu. Tampereen teknillisen yliopiston tutkimus.

Kalaimani, J. 2016. SAP Project Management Pitfalls: How to Avoid the Most Common Pitfalls of an SAP Solution. New York: Apress.

Kangasharju, A. 2008. Tuottavuus osana tuloksellisuutta. Helsinki: Kuntatalon paino.

Karvonen, T. 2006. Kelalle kymmenen miljoonan erp-ratkaisu. Digitoday 10.1.2006. Viitattu 1.3.2017. <http://www.is.fi/digitoday/>

Kelan intranet-sivut. 2017. Viitattu 15.2.2017. <http://sinetti.kela.fi/>

Kelan www-sivut. 2017. Viitattu 15.2.2017. <http://www.kela.fi/>

Nike www-sivut. 2017. Viitattu 5.5.2017. <http://www.nike.com/>

Oracle. 2016a. Using SAP NetWeaver with Oracle Database 12c Automatic Data Optimization and Information Lifecycle Management: Key Guidelines. Viitattu 1.12.2016. <http://www.sap.com/documents/2016/06/4610eab8-757c-0010-82c7-eda71af511fa.html>

Oracle. 2016b. Oracle Database In memory with Oracle 12c Release 2: Technical Overview. Viitattu 1.12.2016. <http://www.oracle.com/technetwork/database/in-memory/overview/twp-oracle-database-in-memory-2245633.html>

Oracle. 2017. Oracle Technology Global Price List. March 31, 2017. Viitattu 4.5.2017. <http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/technology-price-list-070617.pdf>

Orr, L. & Orr, D. 2014. Eliminating Waste in Business: Run Lean, Boost Profitability. New York: Apress.

Panorama Consulting. 2016. 2017 Top 10 ERP Systems Ranking Report. Viitattu 1.3.2017. <http://panorama-consulting.com/resource-center/erp-industry-reports/panoramas-2017-top-10-erp-systems-rankings-report/>

Perplex Oy www-sivut. 2017. Viitattu 17.5.2017. <http://www.perplex.biz/>

Portnoy, M. 2012. Virtualization Essentials. Indianapolis: Wiley.

Ruel, C. 2014. Oracle 12c for Dummies. Hoboken: John Wiley & Sons Inc.

Sandeep, S., Tandon, P. & Sharma, S.K. 2011. Hardware and Software Requirements for Implementation of ERP in Technical Education Institutes in India. International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume 2, Issue 7, July 2011.

SAP Support www-sivut. 2017. Viitattu 1.5.2017. <https://support.sap.com/>

Segars, A. H. & Chatterjee, D. 2010. Diets That Don't Work: Where Enterprise Resource Planning Goes Wrong. Wall Street Journal 22.8.2010. Viitattu 15.2.2017. <http://www.wsj.com/>

Staimer, M. 2016. CIO Report: Business Impact of Rapid Application Response Time. Viitattu 1.5.2017. <http://pages.tegile.com/rs/568-BVY-995/images/tegile-cio-report-business-impact-of-rapid-response-time.pdf>

VMWare. 2015. SAP on VMware: Best Practices Guide. Viitattu 5.12.2016. <http://www.vmware.com/files/pdf/business-critical-apps/sap-on-vmware-best-practices.pdf>

Woods, D. & Word, J. 2004. SAP NetWeaver for Dummies. Indianapolis: Wiley Publishing Inc.

Äänismaa, K. 2017. Oracle 12c In-Memory toiminnallisuuden lisensointi. Vastaanot-taja: juha.kinnunen@kela.fi. Lähetetty 8.5.2017 klo 10.48.47. Viitattu 8.5.2017.