

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINNUSVAIHTOEHDOT

Kandidaatintutkielma

Kadetti

Lauri Rinta-Harri

Merikadettikurssi 81

Merivartio-opintosuunta

Maaliskuu 2014

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi	Linja
Merikadettikurssi 81	Merivartio-opintosuunta
Tekijä	
Kadetti Lauri Rinta-Harri	
Tutkielman nimi	
AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINNUSVAIHTOEHDOT	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto) Kurssikirjasto (RMVK:n kirjasto)
Aika 28.3.2014	Tekstisivuja 30 Liitesivuja 7
TIIVISTELMÄ	
<p>Automatisoitu rajatarkastus on Rajavartiolaitoksen uutta teknologiaa, jonka avulla pyritään vastaamaan nykypäivän haasteisiin. Haasteita ovat kasvava Schengen-alueen ulkorajan ylitysten lukumäärä, tiukkenevat kansainväliset vaatimukset ja muuttuva henkilöstörakenne. Rajatarkastukset ovat iso osa Rajavartiolaitoksen ydintehtävää, rajaturvallisuuden ylläpitämistä, mutta tärkeä tavoite on myös rajaliikenteen sujuvuuden varmistaminen. Automatisoidulla rajatarkastuksella pyritäänkin vastaamaan tähän haasteeseen niin, että henkilöstöä on käytettävissä muissa sitä vaativissa tehtävissä.</p> <p>Uudehkona apuvälineenä automatisoitua rajatarkastusta pyritään kehittämään niin, että siitä saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri. Työssä on tutkittu niin prosessimallinnuksen teorioita kuin automatisoitua rajatarkastusta ja nämä yhteen sovittamalla pyritty löytämään toimivin prosessimallinnusteoria, jonka avulla automatisoitua rajatarkastusta voidaan myöhemmässä vaiheessa kehittää entistä toimivammaksi.</p> <p>Tutkimus teoriaosuus käsittelee prosessimallinnuksen eri teorioita niin, että niitä voitaisiin hyödyntää automatisoidun rajatarkastuksen kehittämisessä. Tutkittuja prosessimallinnusmenetelmiä ovat jonoteoria, lohkokaavio ja kehittyneemmät prosessimallinnusmenetelmät. Automatisoituun rajatarkastukseen on tutustuttu sitä käsittelevän kirjallisuuden, internetlähteiden ja haastattelujen avulla.</p> <p>Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella jonoteoria on toimivin vaihtoehto automatisoidun rajatarkastuksen kehittämiseksi tieteellisin keinoin. Ihminen on suurin muuttuja tässä teknisessä prosessissa ja siihen vaikuttaminen on kustannustehokkainta ja yksinkertaisinta. Lohkokaavion avulla automatisoitua rajatarkastusta voidaan havainnollistaa helposti, mutta se ei yksin anna vastauksia rajatarkastuksen kehittämiseksi.</p>	
AVAINSANAT	
Automatisoitu rajatarkastus, prosessimallinnus, jonoteoria, lohkokaavio	

AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINNUSVAIHTOEHDOT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	TUTKIMUSAIHEEN ESITTELY	1
1.2	TUTKIMUSTEHTÄVÄN MÄÄRITTELY.....	4
1.3	KÄSITTEET JA RAJAUKSET	6
1.3.1	KÄSITTEET	6
1.3.2	RAJAUS	7
1.4	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIELMAN VAIHEET	8
2	PROSESSIMALLINNUS.....	10
2.1	PROSESSIMALLINNUS YLEISESTI	10
2.2	PROSESSIN KEHITTÄMINEN	10
2.3	JONOTEORIA	12
2.3.1	JONON SYNTYMINEN JA HUOMIOT JONOTTAMISESTA AIHEUTUVISTA KUSTANNUKSISTA.....	12
2.3.2	JONOTEORIAN PERUSTEET.....	13
2.3.3	JONOTEORIAN KÄYTTÄMINEN JA SEN MAHDOLLISTAMAT HAVAINNOT	16
2.4	LOHKOKAAVIO	17
2.4.1	ERILAISET LOHKOKAAVIOT.....	18
2.4.2	LOHKOKAAVION LUOMINEN	18
2.5	KEHITTYNEEMMÄT PROSESSIMALLINNUSMENETELMÄT.....	19
2.5.1	QPR PROCESSDESIGNER	19
3	AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS.....	21
3.1	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUSAUTOMAATIN TOIMINTA	21
3.2	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN KULKU HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMALLA.....	25
4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
4.1	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINTAMINEN JONOTEORIAN AVULLA	28
4.2	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINTAMINEN LOHKOKAAVION AVULLA	29
4.3	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINTAMINEN KEHITTYNEEMMÄN PROSESSIMALLINNUSMENETELMÄN AVULLA.....	29
4.4	AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN KEHITTÄMINEN PROSESSIMALLINNUKSEN AVULLA	30

LÄHTEET

LIITTEET

AUTOMATISOIDUN RAJATARKASTUKSEN MALLINNUSVAIHTOEHDOT

1 JOHDANTO

Tutkimuksen lähtökohtana oli lauselmä ”automatisoitu rajatarkastus: ensimmäisen linjan prosessin purku, kuvailee prosessin vaiheet ja kestot”. Työ oli aloitettava selventämällä, mikä on automatisoitu rajatarkastus, mitä ensimmäinen linja tarkoittaa ja mitä prosesseja siihen kuuluu, kauanko ne kestävät sekä millä tavalla näitä prosesseja voisi kuvailla ja mallintaa.

1.1 Tutkimusaiheen esittely

Rajatarkastuksessa suoritettavat tarkastukset määritetään Schengenin rajasäännöstössä. Sopimusta sovelletaan kaikkiin Schengenin jäsenvaltioiden sisä- tai ulkorajat ylittäviin henkilöihin. Sopimuksessa määritellään rajanylityksessä niin jäsenvaltioiden kansalaisilta kuin kolmansien maiden kansalaisiltakin vaadittavat maahantulo- ja maastalähtöedellytykset, jotka täyttämällä henkilö voi ylittää Schengen-alueen rajan. [1]

Rajatarkastuksessa ensimmäisen linjan prosesseilla tarkoitetaan Schengen-alueen ulkorajan ylityksen yhteydessä tehtävän tavallisen rajatarkastuksen vaiheita rajaa ylittävälle henkilölle. Rajatarkastuksen voi tehdä joko rajavartija tai se voidaan tehdä koneellisesti, jos tarkastettava täyttää vaaditut kriteerit. Tällä tavalla voidaan tarkastaa suuria massoja ja seuloa tarkastettavien joukosta epäilyttäviä henkilöitä, jotka voidaan ottaa kattavampaan tarkastukseen toiselle linjalle. Ensimmäisen linjan rajatarkastus voidaan suorittaa joko vähimmäistarkastuksena tai perusteellisena tarkastuksena. Vähimmäistarkastus koskee Schengen-jäsenvaltioiden kansalaisia ja se voidaan suorittaa täysin automatisoidusti ilman, että rajanylittäjän tarvitsee itse olla tekemisissä rajavartijan kanssa. Perusteellinen ensimmäisen linjan tarkastus suoritetaan kaikille Schengen-alueen rajan ylittävälle kolmansien maiden kansalaisille. Tätä tarkastusta ei voida suorittaa pelkän automaatin avulla, vaan rajavartija varmistaa henkilön maahantuloedellytyk-

set myös puhuttamalla tämän ja leimaamalla passin. Maasta lähdön yhteydessä kolmannen maan kansalaisille suoritetaan myös kattavampi tarkistus kuin Schengenin jäsenvaltioiden kansalaisille. [1]

Automatisoitu rajatarkastus on ollut käytössä Helsinki-Vantaan lentoasemalla 8. heinäkuuta 2008 lähtien. Sen tarkoitus on nopeuttaa rajatarkastusta ja saada henkilöresursseja käytettäväksi muihin tehtäviin, joita ei voida suorittaa koneellisesti. Automatisoitu rajatarkastus vaatii tarkastettavalta omatoimisuutta. Hänen tulee tehdä itse koko tarkastus toisin kuin ennen, jolloin tarkastettava odotti rajavartijan suorittavan nyt koneelle annetut toimenpiteet. [2] Rajatarkastuksen turvallisuudesta ei kuitenkaan tingitä, päinvastoin tarkastusvarmuus on lisääntynyt tarkastukseen käytettävän kapasiteetin kasvettua. Epäselvissä tilanteissa turvaudutaan tietenkin edelleen rajavartijan apuun. [3]

Automatisoitu rajatarkastus toimii Schengen-alueen ulkorajoilla. Sitä voivat käyttää niin maahan tullessaan kuin maasta lähtiessäänkin Schengenin jäsenvaltioiden kansalaiset, joilla on käytössä biometrinen passi. Myös osa viisumivapaiden kolmansien maiden kansalaisista voi käyttää automatisoitua rajatarkastusta biometrisen passin kanssa. [2] Rajavartijan pitää edelleen leimata heidän passinsa, että rajanylittäjän maassaoloaika voidaan selvittää sen avulla, koska heitä koskevat Schengenin rajasäännösten rajoitukset oleskelusta Schengen-alueella aivan kuten viisumivelvollisiakin. [1] Toistaiseksi viisumivapaiden kolmansien maiden automatisoidun rajatarkastuksen käyttömahdollisuus koskee vain Japanin ja Etelä-Korean kansalaisia ja heitäkin vain Schengen-alueelta poistuttaessa, lähtötarkastuksessa. Tämä sen takia, että Schengen-alueelle tultaessa on kolmansien maiden kansalaisille suoritettava maahantulopuhuttelu ja tutkittava heidän edellytyksensä oleskella alueella. Maasta lähdettäessä automaatti voi hoitaa kaiken muun paitsi passin leimaamisen, mitä varten automaattien yhteydessä on rajavartija leimaamassa passeja. Automatisoitua rajatarkastusta on tarkoitus tulevaisuudessa laajentaa myös joihinkin muihin viisumivapaiden kolmansien maiden kansalaisiin. [4]

Automatisoitu rajatarkastus perustuu henkilön biometriseen tunnistamiseen. Tarkastettavalla tulee olla biometrinen passi. Tarkastus kestää normaalitilanteessa alle 30 sekuntia. Pyörätuolilla liikkuvan tai sylilapsen kanssa matkustavan on kuitenkin vielä kuljettava perinteisen rajatarkastuksen kautta. [2] Ajallisesti yhden henkilön automatisoitu tarkastus ei välttämättä ole nopeampi kuin perinteisesti suoritettu, rajavartijan tekemä rajatarkastus. Varsinaiset hyödyt automatisoidusta rajatarkastuksesta syntyvät muulla tavalla. Yksi rajavartija voi perinteisessä rajatarkastuksessa tarkastaa yhden tarkastettavan kerrallaan, kun automatisoidussa rajatarkastuksessa yksi rajavartija voi valvoa useampaa automaattia kerrallaan sujuvien rajatarkastusten

varmistamiseksi ja näin ollen tehdä itsenäisesti useamman rajavartijan työpanoksen perinteiseen rajatarkastukseen verrattuna. Tämä auttaa erityisesti ruuhkatilanteissa tasoittamaan rajatarkastuksista aiheutuvia jonoja, kuten liitteestä 1 voi huomata: yhden rajavartijan panoksella automatisoidussa rajatarkastuksessa saavutetaan henkilötyötunneissa helposti viiden perinteisesti tarkastuksia tekevän rajavartijan työ. Liitteen kaavoissa on sovellettu Tiilikaisen [5, s. 49] käyttämiä kaavoja ja laskettu, millainen tilanne on ollut Helsinki-Vantaan lentoasemalla 8.12.2013 yhden saapuneen lennon osalta automatisoidussa rajatarkastuksessa. Tästä saadun lukuarvon avulla on laskettu, kuinka kauan yksi perinteinen tarkastus voisi kestää, että henkilötyötunneissa päästäisiin samaan arvoon.

Automaatti tunnistaa yleensä mahdollisen impostorin, toisen aidoilla asiakirjoilla matkustavan henkilön, ihmissilmää varmemmin, koska se voi vertailla kasvojen piirteitä paljon tarkemmin kuin ihminen. Toki sekään ei ole aukoton ja kokenut rajavartija voi huomata jotain, mitä koneäly ei ymmärrä. Automaatti suorittaa samalla myös tietokantahakuja rajan ylityksen edellytysten selvittämiseksi. Rajavartija ei automaattisesti näitä hakuja tee, vaan hän harkitsee tarpeen tapauskohtaisesti.

Biometrinen passi on käytössä kaikilla Euroopan unionin kansalaisilla vuoteen 2017 mennessä, joten automatisoidut rajatarkastukset yleistyvät muuallakin Euroopassa. Passissa on mikrosiru, josta tarkastuslaite lukee tarkastettavan henkilön tiedot, kuten kasvojen mittasuhteet, ja vertaa niitä reaaliaikaisesti tarkastettavan kasvokuvaan. Passeja on myönnetty Suomessa vuodesta 2006 lähtien, ja vuonna 2009 niihin lisättiin kasvokuvan lisäksi toiseksi biometriseksi tunnisteeksi haltijan sormenjäljet, joita ei kuitenkaan hyödynnetä Helsinki-Vantaalla olevissa rajatarkastusautomaateissa henkilön tunnistamisessa. [2] Biometrisen passin ominaisuuksista säädetään ICAO 9303 -standardissa [6]. Tämän standardi vaikuttaa myös rajatarkastusautomaatteihin. Automaattien pitää pystyä lukemaan kyseisen standardin mukaisia biometrisia passeja, että ne ylipäänsä toimivat.

Aiheena automatisoitu rajatarkastus on erittäin ajankohtainen kasvavan rajaliikenteen määrään ja henkilöresurssien tehokkaamman kohdistamisen kannalta. Automatisoitua rajatarkastusta pyritään kehittämään koko ajan, jotta rajanylitykset muuttuisivat sujuvammiksi ja jäsenvaltioiden olot turvallisemmiksi rajanylittäjien oikean tunnistamisen avulla. Tämä on perusteltua, koska Schengen-alueen sisärajojen rajatarkastukset ovat jääneet vapaan liikkuvuuden myötä pois. [1] Rajallisia henkilöstöresursseja voidaan automatisoidun rajatarkastuksen lisäämisen myötä kohdistaa asioihin, jotka vaativat enemmän ihmistyötunteja, mikä tekee toiminnasta kustannustehokkaampaa. Ihmistyötuntien riittävyys ja oikea kohdistaminen ovat tällä hetkellä

Rajavartiolaitoksen keskeisiä ongelmia, ja niihin automatisoitu rajatarkastus tuo apua. Myös rajanylittäjien määrän kasvu ulkorajanylityspaikoilla on kasvanut, mikä pakottaa esimerkiksi automatisoidun rajatarkastuksen kehittämiseen rajanylitysten sujuvuuden takaamiseksi. [7] Vuonna 2013 Helsinki-Vantaan lentoasemalla suoritetuista reilusta 4,1 miljoonasta rajatarkastuksesta lähes neljännes tehtiin automatisoidusti. Sekä rajatarkastusten kokonaismäärä, että automatisoitujen tarkastusten määrä ovat kasvaneet. [8]

Prosessimallinnus on organisaatiossa käytettävä apukeino jonkin työvaiheen, prosessin, tarkkaan määrittämiseen ja tutkimiseen. Se kuvaa kyseisen prosessin yksityiskohtaisesti, minkä jälkeen mallinnuksen avulla prosessia voidaan kehittää ja näin työn tulosta parantaa. [9]

Prosessimallinnus voidaan tehdä usealla eri tavalla, eikä se ole itsessään mitenkään tarkasti rajattu asia. Prosessimallinnuksesta on kuitenkin olemassa useita erilaisia teorioita, joiden käytökelpoisuus riippuu määritettävästä prosessista. Eri mallinnusmenetelmillä voidaan sama prosessi kuvata eri tavoilla ja näin saada siitä erilaisia tietoja. Prosessimallinnus voi olla hyvin yksinkertainen kuvaus jonkin prosessin toiminnasta, kuten lohkokaavio, tai se voi sisältää matemaattisia kaavoja ja teorioita osana jonkin prosessin mallintamista, kuten jonoteoria.

1.2 Tutkimustehtävän määrittely

Tutkimuksessa käsitellään automatisoitua rajatarkastusta ja sen eri prosesseja sekä erilaisia prosessin mallintamismenetelmiä rajatarkastuksen kuvaamisessa. Ensin käsitellään prosessin mallintamista ja sen eri teorioita. Tämän jälkeen tarkastellaan Helsinki-Vantaan lentoasemalla olevien rajatarkastusautomaattien käyttöä. Lopuksi selvitetään automatisoitua rajatarkastusta parhaiten kuvaava prosessimallinnusmenetelmä, jonka avulla rajatarkastusta voidaan kehittää.

Tutkimuskysymys:

Mikä on toimivin mallinnus automatisoidun rajatarkastuksen kuvaamiseen otettaessa huomioon prosessin eri vaiheet ja niiden kestot?

Tutkimuskysymystä tukevat alakysymykset:

Millä eri tavoin prosessi voidaan mallintaa?

Miten automatisoitu rajatarkastus toimii?

Ensin tehtävänä on tutustua sekä prosessin mallintamismenetelmien toimintaan että automatisoituun rajatarkastukseen ja sen eri vaiheisiin. Tämän jälkeen prosessimallinnuksesta opittua voidaan soveltaa automatisoidun rajatarkastusprosessin toiminnassa. Tavoitteena on, että tutkimus löytäisi automatisoidulle rajatarkastukselle sopivan prosessimallinnusvaihtoehdon, ja että sitä voidaan käyttää tulevaisuudessa apuna tutkittaessa aihetta syvällisemmin.

Tutkimuksen näkökulmana on teoreettinen tutkimus, jossa tavoitteena on hahmottaa automatisoidun rajatarkastuksen ensimmäisen linjan prosessin rakenteita aiempien tutkimusten, asiakirjojen ja empiirisen kokemuksen pohjalta. Asiaa lähestytään tekemällä prosessimallinnuksesta kirjallisuusselvitys, jota käytetään apuna tutkittaessa automatisoitua rajatarkastusta.

Tutkimuksen teoreettisena viitekehysenä on prosessimallinnus. Se on malli, jonka avulla prosessi kuvataan niin, että sitä voidaan kehittää. Viitekehys vaatii tarkan rajauksen, mitä mallintaminen koskee. Yleensä tarkoituksena on kehittää prosessia mallinnuksen tuottaman tiedon avulla. Kehittämistä varten mallinnukseen tulee luoda oikeat mittarit, joita arvioidaan. [9]

Aihetta ei ole aikaisemmin tältä kannalta laajemmin tutkittu ja tämän tutkimuksen on tarkoitus olla perusta, jota voidaan hyödyntää tarkemmissa tutkimuksissa. Automatisoidusta rajatarkastuksesta on toki tehty tutkimuksia ennenkin, mutta ne ovat koskeneet maailmalla olevia rajatarkastusautomaatteja yleisesti. Automaatteja on myös tutkittu jonoteorian avulla ja tässä työssä siihen paneudutaan lisää. Jonoteoria on mahdollinen prosessimallinnusmenetelmä, jonka avulla automatisoitua rajatarkastusta voidaan kehittää, kun sitä on ensin tutkittu tarpeeksi tarkasti ja jonoteorian vaatima informaatio rajatarkastuksesta on saatu selvitettyksi.

Tutkimuksessa käytetään Helsinki-Vantaan lentoasemalta saatua aineistoa automatisoidun rajatarkastuksen toiminnasta. Materiaali on kerätty tarkastusten ja lentojen yhteydessä ja käyty läpi sen oikeellisuuden varmistamiseksi Helsingin rajatarkastusosastolla palvelevan henkilön kanssa. Lukuarvot ovat oikeasta tilanteesta ja antavat näin ollen myös aidon kuvan tarkastuksista. Aineistoa on hyödynnetty laskettaessa automatisoidusta rajatarkastuksesta saatuja hyötyjä ja jonoteorian havainnollistamiseksi.

1.3 Käsitteet ja rajaukset

1.3.1 Käsitteet

Automatisoitu rajatarkastus (Automatic Border Control): Rajatarkastus, jossa rajanylittäjän henkilöllisyyden tunnistamisen toteuttaa automaatti ihmisen valvomana. Tunnistus toteutetaan biometrisesti. Tarkastus perustuu tarkastettavan omatoimisuuteen ja toteutetaan Schengenin rajasäännösten mukaisesti. Automatisoitu rajatarkastus toimii ensimmäisen linjan tarkastuksena Schengen-alueen ulkorajoilla. [2]

Biometrinen passi: Sirupassi, joka sisältää haltijastaan biometrisia tunnistetietoja, joita voidaan käyttää henkilön automatisoituun tunnistamiseen. Passin tunnistaa sen kannessa olevasta kuvasta. [2]

Ensimmäisen linjan rajatarkastus: Kaikille Schengenin ulkorajan ylittäjille tehtävä rajatarkastus. Voidaan tehdä joko vähimmäis- tai perusteellinen tarkastus. [1]

Impostori: henkilö, joka esiintyy väärällä henkilöllisyydellä käyttämällä toisen aitoja asiakirjoja [10, s. 24]. Toiseksi tekeytyjä.

Mallintaminen: kuvaamista mallin, havainnollistavan esimerkin, avulla [11].

Perusteellinen tarkastus: Schengen-alueen ulkorajalla suoritettava ensimmäisen linjan tarkastus kaikille kolmansien maiden kansalaisille: tarkastetaan henkilön maahantuloedellytykset viisumitietojärjestelmästä ja tarvittavista asiakirjoista samalla puhuttamalla henkilöä Schengenin rajasäännösten perusteiden mukaisesti. [1]

Prosessi: joukko toisiinsa liittyviä, toistuvia toimintoja ja niihin vaadittavia resursseja [12].

Schengenin jäsenvaltion kansalainen: Schengenin rajasäännöstyössä Schengen-sopimukseen kuuluvan valtion kansalainen. [1]

Schengenin rajasäännöstö: Schengen Borders Code, SBC: Asetus, joka koskee Schengen-alueen rajoilla tehtäviä henkilötarkastuksia. Asetuksen tarkoituksena on kehittää ulkorajojen yhdennettyä valvontaa Schengenin jäsenvaltioiden kesken. Sopimus edistää ihmisten vapaata liikkuvuutta Schengen-alueella. Sopimuksessa on mukana 26 Euroopan maata, joiden välisillä

sisärajoilla rajatarkastukset on poistettu. Yhden Schengen-maan myöntämä viisumi on voimassa koko Schengen-alueella. [1]

SIS-tietojärjestelmä: Schengen Information System: Järjestelmä, joka on luotu helpottamaan Schengen-maiden tiedonvaihtoa. Järjestelmässä voidaan ilmoittaa niin henkilöistä kuin asiakirjoista. [1]

Sisäraja: Kahden Schengen-maan välinen raja. Kyseessä voi olla jäsenvaltioiden välinen maa-raja, joki- ja järviraja, lentoasema sisäisten lentojen osalta ja jäsenvaltioiden meri-, joki- ja järviliikenteen satamia säännöllisen lauttaliikenteen osalta. [1]

Ulkoraja: Schengen-alueeseen kuuluvan ja Schengen-alueeseen kuulumattoman maan välinen raja. Kyseessä voi olla, maaraja, joki- ja järviraja, meriraja, lentoasema ja joki-, meri- ja järviliikenteen satamia, jos ne eivät ole sisärajoja. [1]

Vapaa liikkuvuus: Euroopan unionin kansalaisille perustamissopimuksessa taattu perusoikeus. Euroopan unionin kansalaisilla on oikeus liikkua ja oleskella vapaasti koko unionin alueella. Perustuu Schengenin rajasäännöstyön, jota sovelletaan useissa EU:n jäsenvaltioissa ja joissakin kolmansissa maissa. [1]

Vähimmäistarkastus: Schengen-alueen ulkorajalla tehtävä ensimmäisen linjan minimi-tarkastus Schengen-alueen jäsenvaltioiden kansalaisille. Tarkastuksessa todetaan rajanylittäjän henkilöllisyys, matkustusasiakirjan voimassaolo ja aitous. Vähimmäistarkastus voidaan suorittaa täysin automatisoidusti. [1]

1.3.2 Rajaus

Tutkielma koostuu kahdesta osiosta, prosessimallinnuksen teorioista ja automatisoidun rajatarkastuksen kuvailemisesta. Tutkimus rajataan prosessimallinnuksen osalta niin, että aiheesta saatua tietoa voidaan hyödyntää automatisoidun rajatarkastuksen kuvailemisessa. Prosessimallinnus-osuus on kirjallisuustutkimus, jota hyödynnetään automatisoidun rajatarkastuksen kuvailemisessa ja mallintamisessa. Prosessimallinnus rajataan kolmen erilaisen prosessimallinnusmenetelmän teoreettiseen tarkasteluun.

Automatisoitua rajatarkastusta tarkastellessa keskitytään sen toiminnan eri vaiheisiin ja niiden kestoisiin ja pyritään selvittämään, miten se toimii. Tätä tarkastellessa käytetään tutkimuskoh-

teena Helsinki-Vantaan lentoaseman alakerran maahantulon viittä rajatarkastusautomaattia, koska niissä päästään optimitilanteeseen, eli yksi rajavartija valvoo viittä automaattia kerrallaan. [3] Tämä on avuksi itse tutkimuskysymykseen vastaamisessa rajatarkastuksen mallin-
nusvaihtoehtoja vertailtaessa.

Yhdistettäessä prosessimallinnusmenetelmistä ja automatisoidusta rajatarkastuksesta saadut tiedot vastataan itse tutkimuskysymykseen, automatisoidun rajatarkastuksen kuvaamismahdollisuuksiin ottamalla huomioon tarkastuksen eri vaiheet ja niiden kestot. Tarkoituksena ei ole tehdä automatisoidusta rajatarkastuksesta valmista prosessimallinnusta, vaan löytää sitä parhaiten kuvaava prosessimallinnusmenetelmä, jota työstämällä automatisoitua rajatarkastusta voidaan tulevaisuudessa kehittää.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja tutkielman vaiheet

Tutkielma koostuu kolmesta eri osiosta. Ensin tehdään viitteistetty kirjallisuusselvitys prosessimallinnuksesta. Tutkittaessa prosessimallintamista itsessään käytetään apuna aiheesta olemassa olevia tutkimuksia ja kirjallisuutta. Tämä on tutkimuksen varsinainen teoriaosuus, jonka haasteina on löytää sopiva prosessimallinnusteoria, jota voidaan hyödyntää automatisoidun rajatarkastuksen kuvailemisessa. Olennainen osa tutkielmaa on luotettavien lähteiden löytäminen, jotta kirjallisuusselvityksestä tulee tarpeeksi selkeä ja tiivis.

Toisessa osiossa käsitellään käytännössä automatisoitua rajatarkastusta. Sen tutkimisessa hyödynnetään tutkimuksessa jo prosessimallinnuksesta opittua, käytetään apuna aikaisempia tutkimuksia, selvityksiä ja muita kirjallisia sekä internetlähteitä. Vierailu Suomenlahden merivartioston Helsingin rajatarkastusosastolla Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja rajavartijoiden haastattelut ovat myös tärkeä osa tutkielman aiheeseen perehtymistä. Tällä tavoin itse automatisoituun rajatarkastukseen ja rajatarkastusautomaattiin tutustuminen onnistuu parhaiten ja alan asiantuntijoiden haastattelu on mahdollista oikeassa ympäristössä. Haastattelun avulla voidaan kartoittaa ennestään tuntemattoman prosessin suuntia [13, s. 205].

Vierailu Helsinki-Vantaan lentoasemalla auttaa hahmottamaan automatisoidun rajatarkastustilanteen käytännössä ja tukee prosessin eri vaiheiden kuvailemista. Vierailun tarkoituksena on saada selkeä kuva prosessista sen oikeassa ympäristössä. Tutkimuksessa apuna käytetään tietenkin myös automatisoitua rajatarkastusta koskevia kirjallisia lähteitä ja niistä saatavaa tietoa. Automatisoidun rajatarkastuksen tiedot pohjautuvat osittain sekä empiiriseen eli koke-

musperäiseen tietoon automatisoidusta rajatarkastuksesta että siitä olemassa oleviin asiakirjoihin.

Viimeisessä osiossa pyritään yhdistämään kahdessa aikaisemmassa osiossa saadut tiedot niin, että voidaan päätellä, mikä prosessimallinnusmenetelmä tukee parhaiten automatisoidun rajatarkastuksen kehittämistä. Tämä tieto toimii lähtökohtana aiheen tieteelliselle tutkimiselle ja antaa mahdollisuuden automatisoidun rajatarkastuksen mallintamiselle ja kehittämiselle myöhemmässä vaiheessa.

2 PROSESSIMALLINNUS

2.1 Prosessimallinnus yleisesti

Prosessimallinnuksia voidaan tehdä monella eri tavalla ja sama prosessi voidaan mallintaa monelta eri kantilta tarkasteltuna. Eri mallinnukset eivät välttämättä ole toisiaan poissulkevia tai kilpailevia ja voivat olla yhtä oikein, ne vain kuvaavat samaa prosessia eri tavoin ja voivat antaa vastauksia erilaisiin kysymyksiin prosessin toiminnasta. Kehitettävää asiaa mietittäessä on tärkeää valita oikeanlainen mallinnustapa prosessin kuvaamiseksi. Sen pitää olla prosessin kannalta hyödynnettävissä niin, että prosessia voidaan oikeasti kehittää mallinnuksen avulla. Prosessimallinnus itsessään ei ole päämäärä, vaan sen avulla pyritään parempaan lopputulokseen itse prosessissa ja se on vain apuväline ja tuki itse prosessin kehittämisessä. [9]

2.2 Prosessin kehittäminen

Prosessimallinnuksen filosofiana on prosessiajattelu, jota voidaan hyödyntää melkein kaikissa organisaatioissa tuloksellisuuden kehittämisessä. Prosessiajattelussa keskeistä voi olla systeemin ajattelu, asiakaskeskeisyys, päämääräsuuntautuneisuus, keskittyminen lisäarvoa tuottavaan toimintaan, toiminnasta saatavan palautetiedon hyödyntäminen ja prosessin parantaminen. Prosessiajattelussa tärkeää ovat tehostamispyrkimykset ja arvoa tuottamattoman työn karsiminen [9] sekä se, että jokainen prosessin kanssa tekemisissä oleva ymmärtää prosessin kokonaisuuden ja oman osansa siinä. Toiminnan parantamisen ja kehittämisen perusteena ovat asiakkaan tarpeet ja prosessin tulosten esiin tuominen, ei sen toiminnalliset yksiköt. [14]

Tuotantotaloudessa arvoa tuottavaa prosessia kehittämällä on usein pyrkimys parantaa toiminnan tuloksellisuutta, eli panosten ja tulosten suhdetta, mihin liittyy tarve kuvata ja kehittää jotain olemassa olevan prosessin osaa tai jopa määrittää kokonaan uusi prosessi. Prosessien mallintaminen on tärkeää, jotta voimavarat voidaan keskittää arvoa lisäävään toimintaan ja tuloksellisuutta heikentävät tekijät voidaan poistaa. [9] Tämä seikka korostuu käytännössä kaikessa nykypäivänä, oli sitten kyse suuryrityksestä tai ilmaisesta julkisesta palvelusta. Prosessia kehitettäessä tulee ottaa huomioon kokonaiskulut ja -tuotot ja se, mistä ne tulevat tai syntyvät, että osataan vaikuttaa oikeisiin kohteisiin. Prosessimallinnus ja prosessin kehittäminen ovat onnistuneet, jos minimiresursseilla saadaan aikaan maksimituotos.

Prosessin mittaaminen on olennainen osa prosessin kehittämistä. Mittaamisen apuna käytetään prosessimallinnusta, jonka avulla voidaan hahmottaa, mitä osia prosessista tulisi mitata ja

miten niitä voidaan mitata. Ilman tarkkaa mittaamista prosessia on vaikea kehittää oikeaan suuntaan ja työ voi mennä hukkaan. Tämän vuoksi prosessimallintaminen on tärkeä osa koko prosessin kehittämiseksi: prosessimallinnus toimii kivijalkana uudistettaessa prosessia. [9]

Prosessin kehittämisessä eli uudistamisessa on kaksi toisistaan poikkeavaa tapaa toiminnan kehittämiseksi: uudelleenjärjestäminen ja jatkuvat pienet parannukset. Uudelleenjärjestelyllä toimintaa muutetaan kerralla radikaalisti kustannustehokkaampaan suuntaan tekemällä isoja, selviä muutoksia. Jatkuvilla pienillä parannuksilla taas muutetaan prosessia vähitellen toiminnan kehittämiseksi. [9] Tätä tulisi tehdä koko prosessin ajan, että sen kannattavuus pysyisi hyvällä tasolla.

On tärkeää tiedostaa, mitä yritykselle tai organisaatiolle merkitsee tuloksellisuus sen omien päämäärien kannalta, ja käyttää prosessien mallintamista ja kehittämistä juuri päämääräsuuntautunutta tuloksellisuutta edistävään toimintaan. [9] Tuloksellisuudella tarkoitetaan toiminnan onnistumista; mitä onnistuneempi prosessi, sitä parempi tulos ja toisin päin. [15]

Tuloksellisuuden kehittäminen edellyttää, että käytettävissä on riittävä määrä tietoa tuloksellisuuden todellisesta tasosta sekä syistä, jotka lisäävät tai heikentävät tuloksellisuutta. [9] Tuloksellisuutta kehitettäessä pitää ottaa huomioon myös, mitä tuloksellisuus on. Erilaisissa prosesseissa tuloksellisuudella voidaan tarkoittaa hyvinkin erilaisia asioita. Tuloksellisuuden voi jakaa sisäiseen ja ulkoiseen tuloksellisuuteen. Sisäisellä tuloksellisuudella tarkoitetaan prosessin tuottavuutta ja taloudellisuutta sekä aikaansaannoskykyä. Tuottavuudesta ja taloudellisuudesta puhuttaessa tarkoitetaan toiminnan panos-tuotossuhdetta. Erona on se, nähdäänkö panokset tuotannontekijöinä (tuottavuus) vai rahana (taloudellisuus). Aikaansaannoskyky tarkoittaa työvoiman kykyä saada aikaan tuloksellisuutta. Ulkoinen tuottavuus koostuu palvelukyvyistä ja (yhteiskunnallisesta) vaikuttavuudesta. Palvelukyvyllä tarkoitetaan asiakaspalvelun toimivuudelle ja laadulle asetettujen tavoitteiden toteutumista. Vaikuttavuus taas on toiminnan ja suoritteiden vaikutusta kansalaisiin ja yhteiskuntaan suhteessa vaikutuksille asetettuihin tavoitteisiin. Vaikuttavuuden käsitettä täydentää kustannusvaikuttavuus. [15]

Jossakin prosessissa puhutaan puhtaasti sen tuottavuudesta tai taloudellisuudesta (sisäinen tuloksellisuus), toisessa voi olla kyse esimerkiksi vaikuttavuudesta johonkin yhteiskunnalliseen ilmiöön (ulkoinen tuloksellisuus). [15] Tuloksellisuus voi olla myös usean eri asian summa. Vaikuttamalla prosessin yhteen osaan voidaan vaikuttaa toiseen osaan joko positiivisesti, negatiivisesti tai olla vaikuttamatta ollenkaan. Prosessimallinnuksen avulla tällaiset riippuvuudet pyritään ottamaan huomioon toimintaa kehitettäessä. [9]

Mallintamiseen valitun prosessin sisältö ja tehtävät vaikuttavat jossain määrin siihen, millä tavoin ja millä tasolla prosessin mallinnus kannattaa tehdä. Turvallisuudeltaan kriittiset prosessit pitää mallintaa yksityiskohtaisella tasolla. [9]

2.3 Jonoteoria

Jonoteoria on yksi todennäköisyyslaskennan tyypillinen sovellusalue. Sen tarjoamia tuloksia voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi rakennettaessa simulointimalleja. Jonoteorioissa ollaan yleensä kiinnostuneita siitä, kuinka pitkään yksi jonottaja joutuu keskimäärin jonottamaan tai kuinka pitkä jono keskimäärin on. [16] Jonoteoria kuvaa prosessia siihen osallistuvien henkilöiden, kuten palvelun tarjoajan tai asiakkaan, ja palvelun tuottamiseen tarvittavien välineiden näkökulmasta, ei laitteen teknisten ominaisuuksien näkökulmasta. Se kuvaa, miten eri osat, kuten jonottajien saapumisaika, palveluajat ja palvelupisteiden lukumäärä vaikuttavat prosessin läpäisyyn asiakkaan näkökulmasta. Jonoteoria ei huomioi, kuinka kauan yksi tekninen vaihe pitkittää prosessin läpäisyä, eikä niitä oteta siinä erikseen huomioon. Suunniteltaessa tai kehitettäessä jotakin palvelua on keskeistä miettiä tarjottavan palvelun kustannusten suhde siihen, että asiakkaat joutuvat odottamaan palvelua. [17]

2.3.1 Jonon syntyminen ja huomiot jonottamisesta aiheutuvista kustannuksista

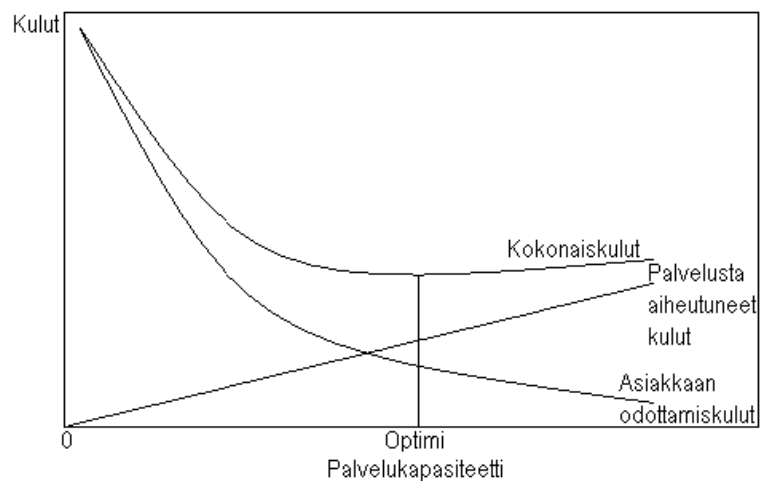
Jonoja syntyy aina, kun asiakkaat hakeutuvat sattumanvaraisesti johonkin palveluun. Asiakas ei joka tilanteessa ole aina ihminen, vaan esimerkiksi lastausta odottava rekka tai täyttämistä odottava tilaus. Jonottamisen huomioon ottaminen ja analysoiminen on tärkeää, koska asiakkaat kokevat jonottamisen ja siitä koituvan odottamisen negatiivisena. Jonoja syntyy myös siksi, että joidenkin tilausten täyttämiseen menee kauemmin kuin toisten. Toisin sanoen järjestelmä ylikuormittuu väliaikaisesti ja syntyy jono. Palveluissa, joissa asiakkaiden saapumisen ja palveluiden keston vaihtelut ovat olemattomia, ei synny jonoa samalla tavalla kuin niihin, jotka eivät ole yhtä koordinoituja. [17] Automatisoidussa rajatarkastuksessa, niin kuin rajatarkastuksissa lentoasemalla muutenkin, jonoja tarkastuksiin syntyy, kun tarkastukseen saapuu samanaikaisesti iso joukko ihmisiä, esimerkiksi usean ison koneen laskeutuessa peräjälkeen. Jonoteorian avulla voidaan osittain määrittää, paljonko tarkastuspisteitä tulisi milloinkin olla auki kerralla, että tarkastukset sujuisivat mahdollisimman joutuisasti.

Palvelun tarjoajan tulisi ottaa huomioon muutama seikka jonottamisesta: Jonottamiseen varustusta alueesta saattaa koitua maksuja, jotka tulee ottaa huomioon jonon maksimipituudessa. Asiakkaat saattavat myös lähteä jonosta ennen kuin saavat palvelua, mikä näkyy yrityksessä

menetettyinä tuloina ja jopa yrityksen liikearvon laskuna. Myös asiakastyytyväisyys laskee, jos jonottaminen vie paljon aikaa, jolloin myös muu liiketoiminta voi kärsiä ylimääräisestä odottamisesta. [17] Rajatarkastusten yhteydessä näin ei varsinaisesti ole, vaan lentoasemalta on varattu tarkastuksiin tietyt alueet ja jokaisen on läpäistävä tarkastukset ennen Schengenin ulkorajan ylittämistä. Tilat ovat kuitenkin rajalliset ja sujuvien rajatarkastusten takaamiseksi toiminnan tulee olla jouhevaa. Kasvava liikenne rajoilla ja asiakastyytyväisyys ovat haasteita, joihin esimerkiksi automatisoidulla rajatarkastuksella pyritään vastaamaan.

2.3.2 Jonoteorian perusteet

Käsiteltäessä jotakin prosessia jonoteorian mukaisesti kokonaiskuluihin tulee ottaa huomioon kaksi erillistä seikkaa: asiakkaalle odottamisesta koituneet kulut ja palvelun tarjoajalle palvelusta aiheutuneet kulut. Optimitilanteessa kokonaiskulut ovat minimissään, mutta kokonaiskulujen käyrä ei välttämättä kulje kummankaan kulukäyrän mukaan, vaan on näistä irrallinen, jolloin optimitilanne ei välttämättä ole kahden käyrän leikkauspisteessä (kuva 1). [17]



Kuva 1. Palvelun kokonaiskulut

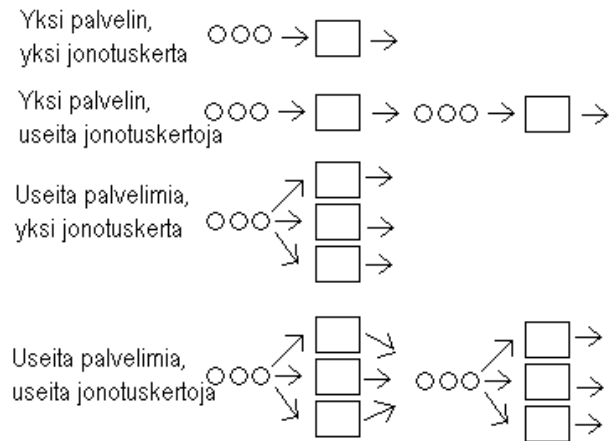
Palvelun tarjoajalle palvelun tuottamisesta koituvien kulujen pitäisi olla tiedossa, jotta liiketoiminta olisi ylipäänsä kannattavaa, mutta asiakkaalle odottamisesta koituvan haitan laskeminen ei välttämättä ole yksinkertaista. [17] Rajatarkastuksesta Rajavartiolaitokselle koituvia kuluja, henkilötyövuosia, saadaan automatisoidun rajatarkastuksen avulla kohdistettua muuhun kuin rajatarkastuksiin. Asiakkaille, tarkastettaville, tämä ei saa kuitenkaan näkyä pidempinä jonotusajoina. Tavoitteena onkin kohdistaa henkilöresursseja ilman, että rajatarkastukset venyvät tai Schengen-alueen sisäinen turvallisuus heikenny. Rajatarkastusprosessissa pitää tasapainoilla sujuvan, mutta tehokkaan tarkastuksen ja vähenevien henkilöresurssien välissä.

On useita erilaisia jonoteoriamalleja ja on tärkeää valita oikeanlainen malli kuvaamaan tiettyä prosessia, että kuvaus onnistuisi mahdollisimman hyvin. Neljän pääperiaatteen avulla mallinuksen voi saada onnistumaan hyvin. Nämä ovat kuvattava lähde- eli asiakasjoukko, automaattien lukumäärä, saapumis- ja palvelumalli ja jonotusjärjestys. Lähdejoukko pitää valita joko rajoitetuksi tai rajoittamattomaksi. Toisin sanoen pitää pystyä määrittelemään, tulevatko asiakkaat jostakin tietystä joukosta, jolloin heidän maksimimääränsä on tiedossa ja rajoitettu ja tiedetään, että ainakaan enempää asiakkaita ei voi tulla. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi huoltomiehellä, joka vastaa, että kaikki tietyt laitteet toimivat oikein. Joukko voi olla myös rajoittamaton, jolloin asiakkaita voi periaatteessa tulla jonottamaan palvelua rajaton määrä. Näin voi käydä esimerkiksi ruokakaupassa, jossa ei voida arvioida, tuleeko kassajonoon kymmenen vai sata ihmistä yhden päivän aikana. [17]

Rajatarkastuksessa lentoasemalla palveluun tulevien tarkastettavien lukumäärää voidaan selvittää lentojen lukumäärän ja lentokoneiden matkustajakapasiteettien avulla. Tällä tavalla voidaan selvittää tarkastettavien maksimimäärä, jos kaikkien koneiden kaikki paikat täytettäisiin, ja tätä tietoa voidaan soveltaa halutulla aikavälillä. Tutkittaessa maahantulopuolen rajatarkastusautomaatteja on joukko helposti rajattavissa enintään lentokoneen kapasiteetin kokoiseksi kerrallaan ja matkustajat saapuvat rajatarkastukseen melko samanaikaisesti pian laskeutumisen jälkeen. Lähtöpuolella ihmiset voivat kulkea rajatarkastuksen läpi paljon vaapammin, omassa aikataulussaan, mikä hankaloittaa arviointia. Tähän voi saada apua tarkastettavien ennakkotiedoista, jotka lentoyhtiöiden tulee toimittaa rajaviranomaisille, ainakin siltä osin, paljonko lennolla on Schengen-valtioiden kansalaisia suhteessa kolmansien maiden kansalaisiin.

Joukon voidaan katsoa olla rajoittamaton, jos ennakkotietoja ei oteta huomioon lainkaan, mutta joukon koko voidaan lentoasemalla myös laskea helposti. Ei voida kuitenkaan varmasti sanoa, kuinka moni tästä joukosta kulkee automatisoidun rajatarkastuksen läpi ja ketkä käyttävät perinteistä rajatarkastusta. Tätä suhdetta voidaan arvioida aiempien päivien lukumäärien avulla ja tietokin on melko helposti saatavilla jo olemassa olevista taulukoista.

Palvelimien lukumäärä on toinen jonottamiseen olennaisesti vaikuttava asia. Palvelemia voi olla yksi tai useita vierekkäin ja niihin jonottamiskäytäntö vaikuttaa myös palvelimelle pääsyyn. Asiakkaat voivat joutua jonottamaan kerralla yhdelle palvelimelle tai yhdeltä palvelimelta päästyään heti jonottamaan seuraavalle. Esimerkki usean jonotuskerran tapahtumasta voi olla huvipuisto, jossa ihmiset jonottavat aina seuraavalle laitteelle edellisestä päästyään (yksi palvelin, useita jonotuskertoja) (kuva 2). [17]



Kuva 2. Palvelinten lukumäärä

Automatisoidussa rajatarkastuksessa ruuhkatilanteissa olennaista on, jonottavatko tarkastettavat yhdessä jonossa kaikille automaateille (monen palvelimen jono), vai onko joka automaatile oma jono (monta yhden palvelimen jonoa). [18] Automatisoidussa rajatarkastuksessa palvelimia on vierekkäin aina useita, Helsinki-Vantaan lentoasemalla vähintään viisi. Tarkastettavat jonottavat yhdessä jonossa ja oman vuoron tullessa menevät seuraavalle vapaalle automaatile tarkastukseen. Kyseessä on siis useita palvelimia, yksi jonotuskerta -malli. Jos yksi automaatti menee epäkuntoon, monen palvelimen jonossa tarkastettavat voivat sujuvasti mennä muille toimiville automaateille menettämättä paikkaansa, kun taas jonotettaessa yhdelle automaatile, tarkastettavat joutuvat peruuttamaan ja vaihtamaan jonoa. Helsinki-Vantaan lentoasemalla on kokeiltu erilaisia vaihtoehtoja ja nykyinen malli on havaittu toimivaksi.

Alakerran maahantulon automaateista kerätyistä tiedoista käy ilmi, että eri tarkastuspisteitä käytetään selvästi epätasaisesti. Automaatit kaksi ja kolme ovat käytetympiä kuin automaatti neljä ja erityisesti automaattit yksi ja viisi. [19] Tämä on selitettävissä muutaman eri asian avulla. Automaatit yksi ja viisi ovat linjaston sivuilla ja osittain tolppien takana ja automaatti neljä on myös hieman reunassa automaateihin kaksi ja kolme verrattuna. Rajanylittäjät haakeutuvat heitä lähinnä oleville porteille, jos kaikki portit ovat vapaita. Rajanylittäjät myös menevät helposti automaatile, jota joku muu käyttää, vaikka vieressä olisikin vapaa automaatti. Jostain syystä vapaata automaattia ei älytä välttämättä käyttää.

Jonot syntyvät, kun asiakkaiden saapumistiheys ja palvelun tarjontasykli vaihtelevat ja palvelu hetkellisesti ylikuormittuu. Useissa tilanteissa näiden vaihtelua kuvataan teoreettisilla jakaumilla, kuten Poissonin jakaumalla tai negatiivisella eksponenttijakaumalla. Poissonin jakaumalla saa usein kuvattua hyvin asiakkaiden saapumistiheyden aikayksikköä kohden. Ne-

gatiivisella eksponenttijakaumalla taas voidaan kuvata palvelunkestoja. Saapumis- ja palvelumallia määritettäessä pitää tehdä oletus, että asiakkaat pysyvät kärsivällisesti jonossa kunnes saavat palvelua eivätkä poistu jonosta, vaihda jonoa tai jätä tulematta jonoon, jos katsovat jonon olevan liian pitkä. [17] Rajatarkastusten yhteydessä tämä oletus on helppo tehdä, varsinkin kun kaikki jonottavat ensin yhdessä ja menevät omalla vuorollaan vapaaseen tarkastuspisteeseen. Joissakin tapauksissa, tavallisissa tarkastuspisteissä, jonon vaihtaminen on tehty mahdottomaksi puomittamalla jonotusalue. Tarkastettavat kuitenkin saapuvat tarkastukseen, varsinkin maahantulopuolella, joukoittain aina koneen laskeuduttua. Tämä aiheuttaa hetkellistä kuormitusta tarkastuksissa, mutta siihenkin voidaan varautua seuraamalla koneiden saapumisaikatauluja tai lähtöpuolella lähtöaikatauluja.

Jonotusjärjestys on usein melko yksinkertainen päätettävä: ensimmäisenä tullut saa ensimmäisenä palvelua. Joissakin tilanteissa, kuten sairaalan ensiavussa voidaan kuitenkin valita toisinkin perustein, esimerkiksi asiakkaan kiireellisyyden perusteella. Tällöin ensin palveltava asiakas arvioidaan niin sanotusti asiakkaan odotushinnalla. [17] Rajatarkastuksissa käytäntö on yleisesti hyvin selkeä ja jokainen tarkastettava odottaa omaa vuoroaan saapumisjärjestyksessä. Poikkeuksiakin tietysti on, kuten Schengen-linjat ja ei-Schengen-linjat ja tarkastettavien jakautuminen näihin linjoihin, jotkin normaalista passista poikkeavat matkustusasiakirjat ja VIP-henkilöt.

2.3.3 Jonoteorian käyttäminen ja sen mahdollistamat havainnot

Jonoteorian oikea käyttö mahdollistaa erilaisten palvelua kuvaavien lukuarvojen saamisen. Tähän vaikuttaa kuitenkin palvelun ja palveluun jonottamisen tarkka määrittäminen. Automatisoidun rajatarkastuksen yhteydessä jonoteoriaa voidaan käyttää apuna selvitettäessä esimerkiksi, kuinka monta tarkastuspistettä tulisi olla avoinna, että rajatarkastus toimisi sujuvasti, kun siihen tulee suuri joukko ihmisiä. Tässä olennaista on, missä suhteessa tarvitaan automaatteja ja perinteisiä tarkastuspisteitä. [18] Kaikki tarkastettavat eivät kuitenkaan voi koskaan kulkea nykyisenlaisten automaattien läpi. Tällaisessa tilanteessa tulee kuitenkin tietää saapuvien tarkastettavien mahdollisuuksista käyttää automaatteja. Enemmänkin kyse on kuitenkin perinteisten porttien aukiolotarpeesta, koska ne työllistävät rajavartijoita paljon enemmän suhteessa tarkastuksen läpäisseisiin tarkastettaviin.

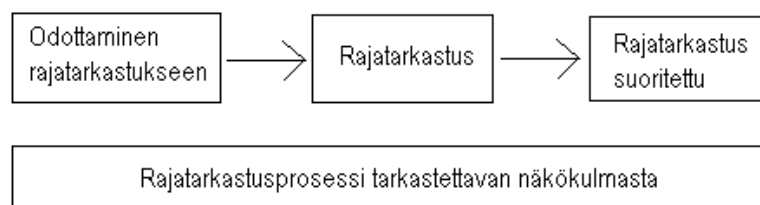
Jonoteorian hyödyntämisessä automatisoidussa rajatarkastuksessa ei välttämättä ole tärkeää, kuinka monta automaattia on kerralla auki, koska kokenut rajavartija voi yhtä hyvin valvoa niin kahta kuin viittäkin automaattia samalla työpanoksella, eikä automaatteja välttämättä ole

rinnakkain niin monta, että niitä valvomaan tarvittaisiin useampi rajavartija. Automaatteja on kuitenkin kerrallaan auki vähintään viisi, jos kaikki ovat kunnossa. Enemmän työpanosta vaativat perinteiset rajatarkastukset, kun kaikilla tarkastettavilla ei ole mahdollista käyttää automaattilinjastoja.

Asiakkaiden saapumistiheys, eli kuinka monta asiakasta tarkastukseen saapuu aikayksikköä kohden, on automatisoitua rajatarkastusta mallinnettaessa lähtökohta mallinnukselle. Osa asiakkaista menee automaateille, osa perinteiseen tarkastukseen ja tämä suhde määrittelee tarpeen, kuinka paljon kumpiakin tarkastuspisteitä tulee olla avoinna. Automaattien käyttöaste on myös hyvä mittari. Näiden avulla saadaan selville automatisoidun rajatarkastuksen kannattavuus. [18] Laskukaavoja on tarkasteltu liitteessä 2. Liitteen kaavat ovat peräisin Hamusen [18] ja Keinäsen [20] töistä. Laskuissa käytettävät lukuarvot ovat aitoja Helsinki-Vantaan lentoasemalta saatuja tietoja, joita tarkastuksista kerätään päivittäin. Liitteessä on tarkastettu 8.12.2013 yhden saapuneen lennon matkustajien jakautumista automatisoituun ja perinteiseen tarkastukseen ja heidän selviytymistään automatisoidusta tarkastuksesta olemassa olevien aineistojen tietojen pohjalta. Tarkasteluajanjakso on yhdeksän minuuttia, jonka aikana tarkastettiin 110 henkilöä, mikä ei anna todellista kuvaa automatisoidun rajatarkastuksen toiminnasta joka tilanteessa, mutta sitä voidaan käyttää esimerkkinä ja apuna aihetta syvällisemmin mallinnettaessa.

2.4 Lohkokaavio

Teknistä prosessia voidaan mallintaa ja havainnollistaa yksinkertaisesti esimerkiksi lohkokaaviollla. Lohkokaavio antaa yksinkertaisen kokonaiskuvan esitettävästä asiasta ilman yksityiskohtia ja se on helposti omaksuttavissa muutamalla silmäyksellä. Monimuotoisempia esityksiä voidaan tehdä vuokaavioiden avulla. [21]

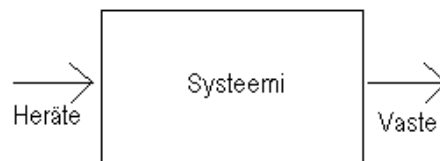


Kuva 3. Esimerkki lohkokaaviosta

Rajatarkastusprosessi tarkastettavan näkökulmasta -kaavio (kuva 3) kuvaa rajatarkastuksen eri vaiheita. Laatikot ovat prosessin eri vaiheita tarkastettavan henkilön näkökulmasta ja nuolet

osoittavat näiden välillä prosessin etenemisjärjestystä. Kaavion alapuolella oleva iso laatikko osoittaa, että koko prosessi kuvaa rajatarkastusta ja pienet laatikot sen eri osia.

Lohkokaavio muodostuu erilaisista symboleista eli lohkoista ja nuolista. Lohkot voivat muodollaan tai sisällöllään kuvata jotakin tiettyä prosessia, laitteen osaa tai tiedon muuttumista, mallinnettavasta prosessista riippuen. Nuolet kuvaavat informaation tai fysikaalisen suureen kulkua prosessin eri osasta toiseen (kuva 4). Lohkoon saapuvaa nuolta kutsutaan herätteeksi tai tulosuureksi ja lohkoista lähtevää nuolta vasteeksi tai lähtösuureksi. [22]



Kuva 4. Informaation kulku lohkokaaviossa

Lohkokaavion yksinkertaisesta kuvauksesta huomaa helposti informaation kulun järjestelmän läpi lohkoista toiseen ja sen muuttumisen matkalla. [22]

2.4.1 Erilaiset lohkokaaviot

Lohkokaavioita on erilaisia kuin pelkkä lohkojen ja nuolten muodostama mallinnus, jossa nuolet ”kuljettavat” informaatiota lohkoista toiseen. Sipulikaavio muodostuu kerroksista. Ydinprosessi on keskellä ja sen ympärillä olevat prosessit ovat siitä riippuvaisia. Puukaavio taas muistuttaa tavanomaista lohkokaaviota, mutta siinä lohkojen välillä ei ole lainkaan nuolia, vain pelkät viivat. Kaavion tiedot ovat hierarkkisessa järjestyksessä. [21]

Automatisoidun rajatarkastuksen kuvaamiseen erilaisista lohkokaavioista voidaan käyttää puukaaviota, koska kyse on tapahtumaketjusta, jossa laatikoilla kuvataan prosessin eri vaiheita ja viivoilla siirtymistä yhdestä vaiheesta toiseen. Tällä tavalla voidaan esittää, mitä itse automaatissa tapahtuu teknisestä näkökulmasta tarkastuksen eri vaiheissa.

2.4.2 Lohkokaavion luominen

Lohkokaavion luomiseen on olemassa monia tietokoneohjelmia, jotka mahdollistavat erilaisten kaavioiden luomisen näppärästi. Helpoimmillaan yksinkertaisen lohkokaavion voi luoda esimerkiksi Microsoft Officen PowerPoint- tai Word-ohjelmalla. Ohjelmasta pitää valita

SmartArt-työkalu, jonka avulla pystyy luomaan useita erilaisia lohkokaavioita, aina tilanteen mukaan. [23] Ne ovat yksinkertaisia ja havainnollistavia kaavioita esitettävästä prosessista ja hyvin tehtyinä ilmentävät ja kuvaavat prosessia onnistuneesti.

2.5 Kehittyneemmät prosessinmallinnusmenetelmät

On olemassa monia yrityksiä, jotka tarjoavat työkseen prosessimallinnuksia ja niitä tuottavia ohjelmia. Nämä menetelmät voivat olla kalliita ja raskaita aikaisemmin esitettyihin verrattuna, mutta ne ovat monipuolisia ja tehty varta vasten prosessien kehittämistä varten. Ohjelmien avulla on mahdollista tehdä paljon muutakin kuin mallintaa jokin prosessi; ohjelma voi toimia kaiken toiminnan perustana ja sillä mallinnetun vuokaavion avulla kaiken olennaisen saa koottua helposti samaan paikkaan, yhden mallinnuksen alle. Tällaisissa automaattisissa prosessianalyseissa voidaan käyttää hyväksi prosessista jo olemassa olevaa dataa, jonka avulla ohjelma itse piirtää ja laskee prosessimallinnuksen. Tämä säästää aikaa ja vaivaa ja antaa mahdollisuuden keskittyä olennaiseen. Tuotos voidaan samalla jakaa kaikkien sitä tarvitsevien saataville.

Rajavartiolaitoksella ja Helsinki-Vantaan lentoasemalla on omat tapansa jakaa yhteiset tietonsa keskenään, eikä yhtä yhteistä järjestelmää olisi helppo saada toimimaan monen eri toimijan ja organisaation välillä heidän omissa verkoissaan. Kehittyneemmät prosessimallinnusmenetelmät eivät ole pelkästään prosessin tukena ja hahmottamisen apuvälineenä, vaan toimivat itse osana koko prosessia, ikään kuin prosessin runkona, jonka päälle koko varsinainen prosessi itsessään rakentuu. Tämä kaikki vaatii kuitenkin paljon omaa tietotekniikkaansa eikä automatisoidun rajatarkastuksen yhteydessä tällaiseen ole resursseja.

2.5.1 QPR ProcessDesigner

Yksi esimerkki kehittyneemmistä prosessimallinnusmenetelmistä on suomalaisen QPR-yrityksen ProcessDesigner-ohjelma, jolla prosessi voidaan mallintaa, sitä voidaan analysoida sekä kehittää. ProcessDesigner-ohjelma ei toimi vain prosessin mallintamisessa, vaan se voi olla apu ja osa jokapäiväistä työtä. Ohjelman avulla tietty, jo mallinnettu prosessi voidaan saattaa alusta loppuun, ohjelmaan saadaan sisällytettyä kaikki muut tarvittavat tiedot ja lomakkeet prosessista ja se voidaan jakaa helposti myös sähköisesti. ProcessDesigner-ohjelma on iso askel eteenpäin lohkokaaviosta, mutta perusrakenne on hyvin samantyyppinen. Siinä, missä lohkokaaviolla voidaan prosessi mallintaa yksinkertaisesti siten, että sen hahmottaminen on helppoa, ProcessDesigner-ohjelman avulla prosessissa voidaan ottaa huomioon kaikki

olennainen yhdellä kertaa ja se voi toimia tukena koko prosessin ajan, ei vain sen hahmottamisessa. [24] Käytännössä ohjelmalla luodaan yksi iso lohkokaavio, johon on koottu kaikki olennainen prosessin kulusta. Paitsi, että kaaviolla voidaan kuvata prosessin kulkua, se toimii itse koko ajan prosessin alustana ja prosessi voidaan suorittaa sitä käyttämällä.

3 AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS

3.1 Automatisoidun rajatarkastusautomaatin toiminta

Helsinki-Vantaan lentoasemalla käytettävä rajatarkastusautomaatti on portugalilainen VBe-Gate, jonka on valmistanut Vision-Box -niminen yritys [5, s. 3]. Automaatteja on kahta eri sukupolvea, jotka eroavat teknisesti hieman toisistaan. Käytännön eroa tarkastettavalle ei kuitenkaan ole, mutta uudempia automaatteja voitaisiin periaatteessa käyttää joustavasti sekä Schengen-alueelle tulotarkastukseen että lähtötarkastukseen, toisin kuin vanhoja. Länsisatamassa tilanne on toteutettu näin pienempien tilojen ja tarkastettavien määrien vuoksi. Optimitilanteessa yksi rajatarkastaja valvoo viittä automaattia kerrallaan. Tähän ei kuitenkaan Helsinki-Vantaalla usein päästä. [3]

Tarkastettavalle automatisoitu rajatarkastus on hyvin yksinkertainen ja jonotuksineen nopea ja oikein käytettynä varsinkin ruuhkatilanteissa usein joutuisampi kuin rajavartijan suorittama perinteinen rajatarkastus. Tosin tämä johtuu osittain siitä, että automaateilla on usein vähemmän tarkastettavia eikä heille tehdä erikseen perusteellista maahantulotarkastusta, kuten perinteisessä rajatarkastuksessa kolmansien maiden kansalaisille. Tarkastettava valitsee vuorollaan vapaan automaatin. Koska automaatteja on enemmän käytössä, niille on yleensä lyhyemmät jonot kuin rajavartijoiden suorittamiin rajatarkastuksiin. Tilanne saattaa muuttua jatkossa, kun biometriset passit yleistyvät ja viisumivapaiden maiden kansalaisten mahdollisuudet käyttää automaatteja lisääntyvät, jos automaatteja ei samalla lisätä. [3]

Varsinainen rajatarkastus, passin lukemisesta tarkastuksen päättymiseen, kestää usein hieman pidempään automatisoidussa kuin perinteisessä tarkastuksessa, mutta kokonaisuudessa jonottamisineen automaatista selviää usein nopeammin. Automaatit lisäävät kuitenkin rajatarkastuskapasiteettia ilman, että rajavartijoita tarvitaan useita lisää ja tämä nopeuttaa sekä automatisoidusti että perinteisesti tarkastettavien henkilöiden rajatarkastuksiin kuluva kokonaisaika. Jonottaminen tarkastukseen on siis olennainen osa tarkastuksen kokonaiskestosta, koska varsinainen tarkastus kestää keskimäärin yhtä kauan. Tietenkin ihmisten oikeanlainen toimiminen automaatilla vaikuttaa myös asiaan. Turhia viivytyksiä tulee, kun automaatilla toimitaan hätäisesti. Nämä viivytykset voivat jopa kaksinkertaistaa koko tarkastukseen kuluvan ajan. [3]

Automatisoitu rajatarkastus käynnistyy, kun tarkastettava asettaa passinsa lukulaitteeseen tietosivu lukijalle avattuna (kuva 5). Tästä lukija lukee sirun tiedot ja skannaa passin tietosivun

ottaen siitä useamman kuvan, joita se vertailee keskenään ja jotka rajavartijakin näkee päätteeltään. Samalla automaatti tutkii passin turvatekijät sen aitouden varmistamiseksi ja tunnistaa passin maan. [3] Tämä vaihe on automaateista saatavassa aineistossa dokumentin lukuai-
 kaa (Document Read Time) ja se kestää keskimäärin 7,5 sekuntia [19]. Vaihe jatkuu automaattissa osittain vielä silloinkin, kun tarkastettava pääsee jo sisään automaattiin. [4]



Kuva 5. Automatisoidun rajatarkastusautomaatin passinlukija

Biometrisen passin lukulaite on varmatoiminen ja helppo käyttää, kunhan tarkastettava malttaa toimia rauhallisesti eikä hätäile. Iso osa ongelmista ja viivytyksistä tulee juuri tarkastettavan hätäilyn tai ohjeitten noudattamatta jättämisen seurauksena. Tämä pitkittää rajatarkastusta turhaan ja voi viedä enemmän aikaa kuin koko tarkastuksen suorittaminen kerralla rauhallisesti. Helsinki-Vantaan lentoasemalla tilannetta on helpottamassa Rajavartiolaitoksen palkkaamat opastajat. [3] Jos passin luku kuitenkin epäonnistuu, automatisoitu rajatarkastus keskeytyy ja tarkastettavan on aloitettava rajatarkastus alusta. Hän voi mennä joko uudelleen automatisoituun tarkastukseen, jos hänellä on biometrinen passi tai perinteiseen tarkastukseen rajavartijan luo. [4]

Kun automatisoitu rajatarkastusautomaatti saa luettua tarkastettavan passin tiedot niin tietosivulta kuin sirultakin, se alkaa selvittää tarkastettavan taustoja eri tietokannoista ja etsii mahdollisia merkintöjä (hit) tarkastettavasta ja tämän asiakirjoista. [3] Schengen-sopimuksen mukaisesti automatisoitu rajatarkastus selvittää taustarekisterikyselyillä vähintään SIS-

tietojärjestelmässä olevat merkinnät niin tarkastettavasta kuin asiakirjastakin. Käytössä on myös kansallisia tietokantoja, joita valvoja voi valita tarkastettaviksi. Perinteisessä tarkastuksessa rajavartija ei välttämättä tarkista mistään tietokannasta tarkastettavan tietoja, vaan saattaa toimia vain omien kokemuksen tuomien vaistojensa varassa. [4] Automaateista saatavassa aineistossa tämä on merkintöjen kyselyaika (Hit-No-hit Request Time) ja se kestää keskimäärin vain 3,3 sekuntia [19]. Joskus automaateissa tulee kuitenkin viivytyksiä tietokantahauissa, jolloin koko automatisoitu rajatarkastusprosessi käytännössä keskeytyy. Nämä viivytykset johtuvat automaattien tekniikasta, eikä niille ole helposti mitään tehtävissä. [4]

Hakiessaan taustarekistereitä automaatti pyrkii samalla asettumaan oikealle korkeudelle tarkastettavaan nähden. Automaatin sivussa oleva kamera (kuva 6) etsii lähintä silmäparia ja pyrkii asettumaan niiden kanssa oikealle korkeudelle tarkastuksen sujuvoittamiseksi. Tällä pyritään vähentämään aikaa, joka pääkameralta kuluu tarkastettavan kasvojen löytämiseen. [3] Joskus ongelmia kuitenkin tulee esimerkiksi pikkulasten kanssa, kun kamera hakeutuu heitä auttavan vanhemman silmien korkeudelle. Tästä johtuen kameran asettuminen oikealle korkeudelle automaatin sisällä vie turhaa aikaa ja voi kestää pitkään. Joskus rajatarkastus pitää keskeyttääkin, koska automaatti ei löydä tarkastettavaa etsimästään paikasta. Ongelma ei kuitenkaan ole niin yleinen, kuin esimerkiksi virheet passin luvussa. [4]



Kuva 6. Automatisoidun rajatarkastusautomaatin kamerat

Kun automaatti saa edellä mainitut toimenpiteet suoritettua, se vertaa passin tietosivun kuvaa sirulla olevaan kuvaan ja varmistaa näin, että kyseessä ovat samat tiedot, eikä passia ole yritetty väärentää. Automaatti niin sanotusti katsoo, onko kyseessä samat (Match Passport) vai eri tiedot (Miss-Match Passport). Samalla automaatti avaa etuovet (entry-ovet) tarkastettaval-

le, tämä ottaa passinsa lukulaitteesta ja voi astua automaattiin tarkastettavaksi. Vaikka kyseessä olisi eri tiedot, automatisoitu rajatarkastus ei automaattisesti pääty siihen, vaan valvoja voi vertailla kuvia, todeta niissä olevan sama henkilö ja avata tälle etuovet tarkastukseen. [4]

Rajatarkastusautomaatti jatkaa tietojen hakemista, jos se on vielä kesken, ja samalla kuvaa tarkastettavan ja vertaa tätä passin sirulta saatuun kuvaan. Suomessa käytettävä automaatti vertaa tarkastettavan kasvojen pysyviä piirteitä, kuten otsan ja nenän suhdetta ja silmien etäisyyttä toisistaan ja pyrkii näiden avulla yhdistämään tarkastettavan automaattiin syötettyyn asiakirjaan [3]. Etuovet menevät samalla kiinni [4].

Kun tunnistus on suoritettu riittävällä, automaattiin säädetyllä tarkkuudella tai valvojan hyväksynnällä eikä merkintöjä löydy, aukeavat automaatin poistumisovet (exit-ovet) ja automatisoitu rajatarkastus on suoritettu onnistuneesti. [3] Tunnistus- ja merkinnänetsintävaihe on automaateista saatavissa tiedoissa Matching Process Time Absolute [4]. Tämä kestää keskimäärin 23,8 sekuntia ja on automatisoidun rajatarkastuksen pisin yksittäinen vaihe [19]. Rajatarkastusautomaatti ottaa tarkastettavasta tarvittavat maahantulo- tai maastalähtötiedot, kirjaa ne rekistereihin ja tarkastettava voi jatkaa matkaansa. [3] Tarkastukseen kuluva kokonaisaika (Complete Passage Process Time) on tarkastuksen kerralla läpäisseillä keskimäärin 25,3 sekuntia [19]. Jos tarkastus ei kuitenkaan mene niin kuin pitäisi, vertailukuvassa on epämääräisyyksiä tai löytyy merkintöjä, tarkastettava voidaan laittaa toisen linjan tarkastukseen niin pitkään, kuin poistumisovet ovat vielä kiinni. Ovien kanssa esiintyy myös ongelmia, lähinnä tarkastettavasta johtuvia. Toisinaan ovia yritetään itse repiä auki tai niiden yli yritetään kiiveitä, koska passinluku ei ole alun perin onnistunut ja ovet ovat pysyneet kiinni. Tämä ei kuitenkaan ole kovin yleistä verrattuna muihin, tarkastettavasta johtuviin ongelmiin. [4]

Rajavartijalle automatisoitu rajatarkastus tuo useita muutoksia työnkuvaan. Toiminta teknistyy huomattavasti ja valvottavana on nyt yhden tarkastettavan sijaan viisi tai joissakin tilanteissa jopa useampi automaatti. Rajatarkastusautomaatit on käytännössä rakennettu viiden sarjoihin, eli yhdeltä päätteeltä rajavartija voi valvoa viittä automaattia. Joissakin tapauksissa näitä viiden automaatin sarjoja on useampi vierekkäin. Automaatitkaan eivät aina toimi moitteettomasti ja rajavartija joutuu puuttumaan niiden toimintaan.

Tyypillisiä ongelmia ovat, että tarkastettava toimii liian hätäisesti passin lukemisen kanssa, eikä edes pääse tarkastukseen tai hän saattaa seistä väärinpäin tai liian lähellä kameraa sisällä automaatissa, jolloin kuvaaminen ei onnistu. Ongelmat ovat usein tarkastettavasta johtuvia ja niihin voidaan puuttua nopeastikin. Turhia viivytyksiä kuitenkin tulee ja tämä hidastaa kysei-

sen automaatin käyttöä hetkeksi, usein pidemmäksi aikaa kuin rajatarkastus kestäisi normaalisti. [3] Virheellisiä tarkastuksia, tarkastuksen ei-läpäisseitä, voi kokonaismäärästä olla yli 20% [19]. Määrä on melko iso ja sitä jollain keinolla alentamalla voidaan tarkastusta tehostaa huomattavasti. Ongelmakohtat tulee vain määrittää tarkasti ja miettiä niihin tehostuskeinot.

Suomessa rajatarkastusautomaatin kamera on sijoitettu automaatille tulosuunnasta katsottuna sisäosan oikeaan seinään, mikä edellyttää tarkastettavalta kääntymistä kohti kameraa. Näin itse tarkastustilanne on haluttu rauhoittaa ilman, että siitä voi vain kävellä ohi, mutta tämä aiheuttaa myös ongelmia, jos on esimerkiksi iso reppu selässä tai ei vain huomaa kääntyä kohti kameraa. [3] Jälleen kyseessä on tarkastettavasta johtuva ongelma, johon voidaan puuttua oikeanlaisella ohjeistuksella.

Passin sirulta saatu kuva ei aina täsmää tarkastettavan kuvaan niin hyvin, että automaatti voisi päästää tarkastettavan suoraan läpi. Tällöin rajavartija voi katsoa henkilöä järjestelmään sijoitetuilla muutamalla muulla kameralla ja hyväksyä ja pakkoavata poistumisovet niin, että tarkastettava voi jatkaa matkaansa. Rajavartija voi myös olla hyväksymättä tätä ja avata tarkastusautomaatin etuovet, jolloin tarkastettavan tulisi palata takaisin ja syöttää passinsa uudelleen lukijaan niin, että automaatti voisi tunnistaa hänet siitä. [4]

Automatisoidut rajatarkastusautomaatit eivät kuitenkaan ole toiminnaltaan moitteettomia ja vikoja esiintyy välillä. Rajatarkastusautomaattien määrä mahdollistaa tällaisissakin tilanteissa sujuvan rajatarkastuksen. Helsinki-Vantaan lentoasemalla on käytännössä koko ajan töissä komennusmies Portugalista Vision-Boxin tehtailta ja hän tuntee laitteet niin, että pystyy tekemään niihin tarvittavat korjaukset tai tilaamaan varaosat niin, että automatisoitu rajatarkastus toimii koko ajan. [3]

3.2 Automatisoidun rajatarkastuksen kulku Helsinki-Vantaan lentoasemalla

Helsinki-Vantaan lentoasemalla on automatisoituja rajatarkastusautomaatteja kolmessa eri paikassa: alakerran maahantulossa automaatteja on viisi (kuva 7), yläkerran maahantulossa kymmenen ja yläkerran maastalähdössä 15. Optimitilanteessa alakerran maahantulossa on yksi rajatarkastaja valvomassa, yläkerran maahantulossa kaksi ja maastalähdössä kolme. Heille kaikille on olemassa myös omat työpisteet. Käytännössä molemmissa maahantuloissa on kuitenkin vain yksi valvoja ja maastalähdössä kaksi kerralla, kun kaikki portit ovat käytössä ruuhka-aikana. Tämä johtuu rajallisista henkilöresursseista. [3]



Kuva 7. Helsinki-Vantaan lentoaseman alakerran maahantuloaulan automatisoitu rajatarkastus

Automatisoidut rajatarkastusautomaatit toimivat perinteisten, rajavartioiden hoitamien rajatarkastuspisteiden rinnalla. Automatisoidun rajatarkastuksen edut tulevat esille erityisesti ruuhka-aikaan, jolloin kentälle tulee lentoja, joissa on Schengen-valtioiden kansalaisia tai muita ulkorajanylittäjiä, jotka voivat käyttää automaatteja. Automaateilla saadaan tasoitettua ruuhkahuippuja huomattavasti pienemmällä työpanoksella kuin asettamalla viisi rajavartijaa tekemään perinteisiä rajatarkastuksia, mihin ei usein ole edes mahdollisuutta. [3]

Helsinki-Vantaan lentoaseman automatisoidut rajatarkastusautomaatit ja niiden valvontahuoneet on sijoitettu hieman toisistaan poikkeavilla tavoilla eri auloissa. Valvontahuone on aina automaatin takapuolella niin, että rajavartija näkee automaattien lävitse niille tulevat ihmiset. Joskus valvontahuone on täysin suljettu ja tummennettujen ikkunoiden takana niin, ettei rajavartija voi puuttua tarkastettavien tekemiseen itse puhumalla. Toisissa paikoissa rajavartija voi lasin yli neuvoa tarkastettavia ja näin koettaa jouduttaa itse rajatarkastusta. Rajavartija voi esimerkiksi kutsua heitä nimellä, jonka hän näkee passitiedoista valvontanäytöltään. Rajatarkastusautomaattien yhteydessä toimivat myös palkatut siviilityöntekijät neuvomassa ihmisiä ja opastusvideo antaa ohjeita rajatarkastusautomaattien läheisyydessä. Yleensä ihmisillä on kuitenkin niin kiire, etteivät he ehdi keskittyä ja toimivat sen takia huolimattomasti ja aiheuttavat näin itse viivytyksiä tarkastuksiin. [3]

Automatisoidun rajatarkastuksen hyödyt tulevat esille suurten massojen tarkastuksessa. Helsinki-Vantaan lentoasema on Suomen vilkkain ulkoraja ja siellä tarkastus on helppo suorittaa automaateilla, koska ihmiset ovat valmiiksi kävelen liikkeellä eikä heidän tarvitse nousta pois ajoneuvoistaan, kuten esimerkiksi Vaalimaalla, jossa automaattit ovat myös käytössä. Nykyis-

ten maiden, Schengenin jäsenmaiden ja pilotointi-kokeilussa mukana olevien Japanin ja Etelä-Korean, lisäksi automatisoidun rajatarkastuksen oletetaan laajenevan piakkoin myös muiden viisumivapaiden matalan riskin maiden, kuten Australian, Kanadan, Yhdysvaltojen ja Uuden-Seelannin kansalaisten käyttöön. [25]

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Automatisoidun rajatarkastuksen voi mallintaa monella eri tavalla ja eri mallinnusten avulla sitä voidaan tutkia eri näkökulmista. Toisista mallinnoista voi olla apua rajatarkastuksen kehittämisessä, toiset voivat vain hahmottaa sen kulkua. Automatisoidussa rajatarkastuksessa etusijalla kehitettävänä on toimintavarmuus ja luotettavuus, mutta prosessin tulee olla myös mahdollisimman sujuva, että se hyödyttää myös tarkastettavia. Tarkastuksen nopeutta ei kannata lisätä, jos sen varmuus kärsii. Automatisoitua rajatarkastusta mallinnettaessa on tärkeää löytää ne kohdat, joissa sitä voitaisiin kehittää ja nopeuttaa ilman, että turvallisuus ja luotettavuus kärsivät. Tämän keskitien löytäminen onkin rajatarkastuksen kehittämisen haaste.

4.1 Automatisoidun rajatarkastuksen mallintaminen jonoteorian avulla

Jonoteorian avulla mallinnukseen voidaan ottaa mukaan asiakkaiden käyttäytyminen, mikä on olennainen osa automatisoitua rajatarkastusta ja sen sujuvuutta tutkittaessa. Inhimilliset tekijät ovat niitä, jotka lopulta sanelevat, miten automatisoitu rajatarkastus toimii käytännössä, vaikka se olisikin teoreettisesti ja teknisesti huippuunsa hiottu. Jonoteoriasta saatua tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi mietittäessä, millainen käyttöaste, eli aukinaisten porttien lukumäärä, automatisoidulle rajatarkastukselle on järkevä millaisessakin tilanteessa, tai myöhemmässä vaiheessa, kun pohditaan keinoja kasvaneen rajanylittäjien määrään vastaamiseen.

Jonoteorian hyödyntämisen monimutkaisuus on oikeiden mittarien määrittämisessä ja tiedon keruussa tarkastustilanteesta. Oikeiden mittarien määrittämisessä pitää miettiä, verrataanko automatisoitua rajatarkastusta perinteiseen rajatarkastukseen vai ajatellaanko sitä itsenäisesti. Itse tarkastusprosessista ja sen kulusta on olemassa paljon tietoa, mutta jonottamisen määrittäminen on vaikeaa. Tilanteet ovat hyvin sidonnaisia paikkaan ja aikaan. Jonoteorian avulla voidaan kuitenkin oikeasti saavuttaa hyötyjä automatisoidun rajatarkastuksen kehittämisessä, koska sen avulla voidaan ottaa huomioon tarkastuksen suurin muuttuja, inhimillinen tekijä.

Rajatarkastusautomaattien kehittäminen voi olla työlästä ja kallis toteuttaa, koska automaattit ovat jo olemassa ja niihin on käytetty paljon varoja. Automaattien teknisiin ominaisuuksiin ei voida juuri vaikuttaa. Yleensä rajatarkastusta hidastavat tekijät ovat inhimillisiä, tarkastettavan toiminnasta johtuvia, millä ei ole automaattien teknisten ominaisuuksien kannalta merkitystä. Jonoteorian avulla tähän voidaan mahdollisesti löytää jokin toimiva ratkaisu.

4.2 Automatisoidun rajatarkastuksen mallintaminen lohkokaaavion avulla

Lohkokaavion avulla voimme ymmärtää, miten automatisoitu rajatarkastus toimii teknisestä näkökulmasta, mutta inhimillisen tekijän huomioon ottaminen sen avulla ei onnistu kuten jonoteoriassa. Lohkokaavio selventää automatisoidun rajatarkastuksen toimintaa teknisenä välineenä ja esittää, mitä rajatarkastuksen eri vaiheissa tapahtuu automaatin tekniikka huomioiden (liite 3). Se ei kuitenkaan anna samanlaisia vastauksia tarkastusten sujuvuudesta, tarkastuspisteiden määrän suhteesta tarkastettavien määrään tai kannattavuudesta, kuin jonoteoria.

Automatisoitua rajatarkastusautomaattia voidaan teknisenä laitteena kehittää eteenpäin ja lohkokaaavion avulla voidaan huomata ja puuttua asioihin, joissa kehitettävää voi olla, mutta nämä ovat usein asioita, jotka riippuvat laitteen valmistajasta, eikä Rajavartiolaitos voi tehdä niitä itsenäisesti ja yksinkertaisesti, kuin vaikuttamalla tarkastettaviin matkustajiin. Lohkokaavion avulla voidaan hahmottaa automatisoidun rajatarkastuksen kulkua aivan eri tavalla kuin jonoteorialla ja tehdä prosessista erilaisia havaintoja liittyen Rajavartiolaitoksen ydintehtävään, rajatarkastuksiin. Jonoteoriasta saadut tiedot eivät hahmota itse tarkastusta näin.

4.3 Automatisoidun rajatarkastuksen mallintaminen kehittyneemmän prosessimallinnusmenetelmän avulla

Kehittyneemmät prosessimallinnusmenetelmät, käytettävästä ohjelmasta riippuen, tuovat omat puolensa prosessimallinnukseen. Se, ovatko kaikki ominaisuudet tarpeellisia, riippuu, mikä on oikea tarve. Kehittyneemmät prosessimallinnusmenetelmät on yleensä tarkoitettu isoille organisaatioille, joiden pitää pystyä vaihtamaan tietoa monen eri yksikön välillä vaivattomasti ja nopeasti. Kehittyneemmät prosessimallinnusmenetelmät on myös luotu käytettäväksi yhtä aikaa prosessin kanssa eivätkä tällä tavalla vain yksinkertaisesti havainnollistamaan prosessia. Ne ovat itse osa koko prosessia.

Automatisoidun rajatarkastuksen prosessien mallintamisessa kehittyneempiin prosessimallinnusmenetelmiin ei ole tarvetta. Järjestelmä on niin itsenäinen, että QPRT -ohjelman kaltaiselle sovellukselle ei ole tilaa sen yhteydessä. Koska nämä kehittyneemmät menetelmät toimivat usein koko prosessin runkona, ei automatisoidussa rajatarkastuksessa ole tarvetta sellaisen käyttöön prosessin kehittämiseksi.

4.4 Automatisoidun rajatarkastuksen kehittäminen prosessimallinnuksen avulla

Automatisoidun rajatarkastuksen helpoimmat ja olennaisimmat kehityskohteet ovat inhimillisiä: jonotettavien oikea ohjeistaminen, oikeanlainen toiminta automaattilla ja jonossa käyttäytyminen. Kaksi ensiksi mainittua ovat opastaa etukäteen, mutta viimeisessä voidaan hyödyntää jonoteoriasta saatuja oppeja. Siksi automatisoidun rajatarkastuksen kehittämisen kannalta olisi olennaista löytää oikeat vertailukohdat ja mittarit jonoteorian käyttämistä varten. Tämän jälkeen pitää löytää materiaali, data, jota jonoteoriassa voidaan käyttää. Työ on iso, koska jokainen automaattilinjasto on omanlaisensa ja kaikkiin niihin vaikuttavat eri asiat. Onnistunut lopputulos hyödyttää käytännössä niin tarkastavia rajavartijoita kuin tarkastettavia rajanylittäjiäkin ja sitä voidaan käyttää hyödyksi myös muissa automatisoiduissa rajatarkastustoimipisteissä. Lohkokaavion avulla taas itse tarkastusprosessin hahmottaminen käy helposti ja se voi hyödyttää tarkastuksia tekevää rajavartijaa automaatin toiminnassa.

Automatisoiduin rajatarkastuksen mallinnusmenetelminä jonoteoria ja lohkokaavio eivät ole toisiaan poissulkevia tai kilpailevia, vaan molempien avulla voidaan löytää tarkastuksen kehittämistä tukevia kohtia. Molemmat vaativat kuitenkin yksityiskohtaisen ja tarkan määrittämisen, että automatisoitua rajatarkastusta voidaan kehittää niiden avulla tieteellisten faktojen pohjalta. Jonoteorian ja lohkokaavion voidaan katsoa täydentävän toisiaan automatisoidun rajatarkastuksen mallintamisessa: jonoteorian avulla esitetään tarkastettavan toiminta ennen varsinaista tarkastusta ja lohkokaaviolla havainnollistetaan itse varsinainen tarkastusprosessi. Jonoteorian epäkohtiin Rajavartiolaitoksen on yleisesti mahdollista puuttua itsenäisenä organisaationa helpommin kuin lohkokaaviossa esiin nouseviin. Jonottamista ja sen järjestämistä ei ole määritelty niin, että siinä Rajavartiolaitosta velvoitettaisiin järjestämään se tietyllä tavalla. Lohkokaaviossa havaitut epäkohdat ovat yleensä joko kansainvälisissä standardeissa tai lainsäädännössä määritellyjä asioita, joihin ei voida vaikuttaa ilman, että tarkastus rikkoisi sopimuksia tai valmistajan määrittämiä asioita, jotka perustuvat automaattien tekniikkaan. Hyvin mallinnetusta lohkokaaviosta voi kuitenkin olla hyötyä tarkastuksen hahmottamiselle.

LÄHTEET

[1] EY 562/2006. Schengenin rajasäännöstö.

[2] Rajavartiolaitos. *Automaattinen rajatarkastus*. [viitattu 12.4.2013]. Saatavissa:

www.raja.fi/ohjeita/automaattinen_rajatarkastus

[3] Wong, T. Nuorempi merivartija, Automaattinen rajatarkastusryhmä, Helsingin rajatarkastusosasto, Suomenlahden merivartiosto, Rajavartiolaitos. Vantaa. Haastattelu, automatisoidun rajatarkastuksen toiminta Helsinki-Vantaan lentoasemalla, 21.8.2013. Haastattelumuistiinpanot tutkijalla.

[4] Wong, T. Nuorempi merivartija, Automaattinen rajatarkastusryhmä, Helsingin rajatarkastusosasto, Suomenlahden merivartiosto, Rajavartiolaitos. Vantaa. Haastattelu, automatisoidun rajatarkastuksen toiminta Helsinki-Vantaan lentoasemalla, 4.1.2014. Haastattelumuistiinpanot tutkijalla.

[5] Tiilikainen, T. *Automatisoidut rajatarkastukset*. Pro Gradu -tutkielma. Helsinki: 2009. Maanpuolustuskorkeakoulu. 62 s.

[6] International Civil Aviation Organization. *Document 9303*. [viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: <http://www.icao.int/Security/mrtd/Pages/Document9303.aspx>

[7] Kaukanen, J. *Päällikön katsaus*. Rajavartiolaitos, vuosikertomus 2012. P. 5.

[8] Rajavartiolaitos. *Helsingin rajatarkastusosaston vuositiedote 2013*. [viitattu 19.3.2014]. Saatavissa:

http://www.raja.fi/slmv/tiedotteet/1/0/helsingin_rajatarkastusosaston_vuositiedote_2013_50348

[9] Martinsuo, M. & Blomqvist, M. *Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä*. Opetusmoniste 2. Tampere: 2010. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknis-taloudellinen tiedekunta. 23 s.

[10] Mäkelä, V. *Biometrinen passiin vaikutus rajatarkastuksiin*. Kandidaatintutkielma. Helsinki: 2007. Maanpuolustuskorkeakoulu. 29 s.

[11] Toimittanut: Haarala, R., Lehtinen, M., Grönros, E-R., Kolehmainen, T., Nissinen, I., Eronen, R. & Suorsa, M. *Suomen kielen perussanakirja, toinen osa*. Helsinki: Kotimaisten kielten tutkimuskeskus, 1992. 699 s. ISBN 951-37-0503-X.

[12] Valkiala, M. *Palveluyritysten palveluiden ja tilaus-toimitusprosessien vertailu*. Diplomitö. Tampere: 2007. Tampereen teknillinen yliopisto. 93 s.

[13] Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. *Tutki ja kirjoita*. 15.-17. painos. Porvoo: Bookwell Oy, 2013. 464 s. ISBN 978-951-31-4836-2.

[14] VirtuaaliAMK. *Liiketoimintaprosessien kehittäminen: Prosessiajattelu*. [viitattu 12.6.2013]. Saatavissa:

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0303012/1106227851022/1106577077518/1107020129145/1107020303613.html>

[15] Valtiovarainministeriö. *Tuloksellisuuden käsitteistö valtion vaikuttavuus- ja tuloksellisuusohjelmassa*. [viitattu 25.6.2013]. Saatavissa:

http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/03_muut_asiakirjat/20120224Tuloks/Tuloksellisuuden_kasitteisto24022012.pdf

[16] Jyväskylän yliopisto. *Jonoteoriaa ja simulointia*. [viitattu 2.7.2013]. Saatavissa:

<http://users.jyu.fi/~jorma/jonot.htm>

[17] Stevenson, W. J. *Operations Management - International Student Edition with Global Readings*. 9. painos. New York: McGraw-Hill Irwin, 2007. 903 s. ISBN-13: 978-0-07-110754-9, ISBN-10: 0-07-110754-1

[18] Hamunen, J. *Jonoteoria automaattisten rajatarkastusten suunnittelussa*. 25.8.2009 Raja- ja merivartiokoulun Rajaturvallisuutta kehittämässä -seminaari. Saatavissa:

http://www.raja.fi/download/18032_Jonoteoria_rajatarkastuksissa_Hamunen.pdf

[19] Yhteenveto alatulo joulukuu 2013. Vantaa 4.1.2014. RVL SLMV HelRtOs. Microsoft Excel -taulukko. Tutkijan hallussa.

[20] Keinänen, K. *Jonoteoria*. Opetusmoniste. Haaga-Helia. [viitattu 23.3.2014]. Saatavissa: myy.haaga-helia.fi/~keika/kurssit/Jono.doc

[21] Microsoft Office. *Lyhyt johdanto lohkokaavioihin*. [viitattu 6.7.2013]. Saatavissa: <http://office.microsoft.com/fi-fi/training/yleistietoja-RZ001133023.aspx?section=1>

[22] Aalto yliopisto. *Analogisen säädön verkkokurssi*. [viitattu 8.7.2013]. Saatavissa: <http://autsys.aalto.fi/pub/control.tkk.fi/Kurssit/Verkkokurssit/AS-74.2111/aloitus/oppitunti1/lohkokaaviot.html>

[23] Microsoft Office. *SmartArt-grafiikkaobjektin luominen*. [viitattu 10.1.2014] Saatavissa: <http://office.microsoft.com/fi-fi/powerpoint-help/smartart-grafiikkaobjektin-luominen-HA010354861.aspx>

[24] QPR. *ProcessDesigner, suunnittele ja viesti prosessisi*. Esite. Ladattavissa: <http://www.qpr.fi/ohjelmistot/qpr-processdesigner.htm>

[25] Lentoposti. *Rajatarkastusautomaattien käyttö laajeni myös Etelä-Korean kansalaisiin*. [viitattu 11.10.2013]. Saatavissa: http://www.lentoposti.fi/uutiset/rajatarkastusautomaattien_kaytto_laajeni_myos_etela_korean_kansalaisiin

LIITTEET

LIITE 1: AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS VAI PERINTEINEN RAJATARKASTUS

LIITE 2: JONOTEORIAN KAAVOJEN TARKASTELU

LIITE 3: LOHKOKAAVIOMALLINNUS AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS

AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS VAI PERINTEINEN RAJATARKASTUS

Lähteet: [5], [19], Laskuri 8.12.2013. Vantaa 4.1.2014. RVL SLMV HelRtOs. Pdf-tiedosto. Tutkijan hallussa.

Kuinka paljon aikaa tarkastettavalla voi mennä keskimäärin per perinteinen portti, että perinteinen rajatarkastus olisi yhtä kannattavaa kuin automatisoitu? Kuinka kauan yksi perinteinen rajatarkastus saa kestää, että viisi perinteisen linjan rajatarkastajaa pääsee yhden automaattilinjan rajatarkastajan kanssa henkilötyötunneissa samalle tasolle?

Tilanne: 8.12.2013, lento AY1926 from VDA

Rajavartijat

- 1 automaatin valvoja/5 linjastoa
- 5 perinteistä rajatarkastajaa/5 linjastoa

110 matkustajaa/9min = 733,33 matkustajaa /1h

Automaatti 53 matkustajaa/9min = 353,33 matkustajaa /1h

Perinteinen 57 matkustajaa/9min = 380 matkustajaa /1h

Automaatissa 1 matkustaja 25,3 sekuntia

Perinteisessä tarkastuksessa 1 matkustaja X sekuntia

	Automatisoitu rajatarkastus	Perinteinen rajatarkastus
Portteja	5	5
Matkustajia/portti	$353,33/5 = 70,66/\text{portti}$	$380/5 = 76/\text{portti}$
Keskim. aika/matk/portti	25,3 sek	X
Yht. aika/portti	$70,66 * 25,3 \text{ sek}$ $= 1787,7 \text{ sek} = 29,79 \text{ min} / \text{portti}$	$76 * X = \text{min}/\text{portti}$
Tarv. rvja määrä	1	5
Yht. aika/tarv. rvja	$29,79 \text{ min} * 1 = 29,79 \text{ min}/1 \text{ rvja}$	$76 * X * 5 = t/5 \text{ rvja}$
Henk. työtunnit	$29,79 \text{ min} = 0,496 \text{ h} = t$	

$$76 * X * 5 = t$$

$$76 * X * 5 = 29,79 \text{ min (5 rvja)}$$

$$76 * X = 5,958 \text{ min (1 rvja)}$$

$$X = 0,0784 \text{ min (1 tarkastus)} = 4,704 \text{ sek/tarkastus}$$

$$\text{Tarkistus: } 76 * 0,0784 \text{ min} = 5,733 \text{ min/1 rvja} * 5 = 29,79 \text{ min/5 rvja} = t$$

Yksi perinteinen tarkastus voi kestää 4,7 sekuntia, että viidellä perinteisellä linjastolla saadaan yhden rajavartijan valvoman viiden automaatin linjaston (yhden tarkastuksen kesto 25,3 sekuntia) henkilötyötunnit tasan, jos tarkastettavat jakaantuvat linjastoille automatisoitu = 48,18%, perinteinen = 51,82%. Tämä pätee vain kyseisen ajankohdan ja lennon tilanteeseen, mutta on suuntaantava tulos automaattien kannattavuudesta, koska perinteistä rajatarkastusta ei voida missään olosuhteissa suorittaa 4,7 sekunnissa.

JONOTEORIAN KAAVOJEN TARKASTELU

Lähteet: [18], [19], [20], Laskuri 8.12.2013. Vantaa 4.1.2014. RVL SLMV HelRtOs. Pdf-tiedosto. Tutkijan hallussa.

LASKURI 8.12. ja YHTEENVETO ALATULO JOULUKUU 2013

- Lento AY1926 from VDA
- 110 matkustajaa
- 17:08 - 17:17 (9 min = 0,15h = 540sek)
- Perinteisiä linjoja auki 5
- perinteisen läpi 57
- 11,4/linja
- Automaatin läpi 53 matkustajaa ($53 / 110 = 48,18\%$)
- 5 linjaa
- 10,6/automaatti
- Ka. tarkastusaika/automaatti 21695ms = 21,695sek
- Ka. läpäisy aika/perinteinen linja ei tiedossa

Jonomalli (yksi jono): A/B/C/D/E

- A = jonoon liittymistapa (saapumisprosessin jakauma)
- B = jonosta poistumistapa (palveluprosessin jakauma)
- C = palvelukanavien lukumäärä
- D = jonon maksimipituus
- E = jonokuri

Jonomalli kyseisessä automatisoidussa rajatarkastuksessa: M/M/5/∞/FIFO

- M = eksponenttijakauma (saapumisajat riippumattomia, voivat myös riippua esim. saapuvan lennon tulosta, mutta ei tarkastettavat tulevat jonoon kuitenkin itsenäisesti)
- 5 = rajatarkastusautomaattien lukumäärä
- ∞ = jonon maksimipituus on rajoittamaton (voi olla myös esim. kaikki tietyltä lennolta tulevat matkustajat)

- FIFO = ensin tullut saa ensin palvelua (first come, first served)

λ = jonoon liittyvien asiakkaiden keskimääräinen lukumäärä aikayksikössä (asiakasta/aikayksikkö)

$$\lambda = 53 \text{ asiakasta}/9 \text{ min} = 5,889 \text{ asiakasta}/\text{min}$$

μ = palveltujen asiakkaiden keskimääräinen lukumäärä aikayksikössä (tarkastusta/aikayksikkö/automaatti)

$$\mu = 60 \text{ sek}/21,695 \text{ sek} = 2,766 \text{ tarkastusta}/\text{minuutti}/\text{automaatti}$$

$$5 \text{ automaattia: } \mu = 5 * 2,766 = 13,828 \text{ tarkastusta}/\text{minuutti}/5 \text{ automaattia}$$

Teoreettinen tarkastusmaksimi: $9 \text{ min} * 13,828 \text{ tarkastusta} = 124,453 \text{ tarkastusta}$

Kuormituskerroin/käyttöaste, $p = \lambda/\mu = 5,889/13,828 = 0,426 (= 42,6\%)$

- koska 9 min tehdään 53 tarkastusta, ei esim. 124,453 tarkastusta (=100%)
- toimivassa jonosysteemissä $p < 1$
- jonosysteemi on sujuva, muttei liian väljä, kun $0,6 < p < 0,8$

Odotusarvoja

Asiakasmäärä koko systeemissä keskimäärin tietyllä ajan hetkellä,

$$n = \lambda/(\mu - \lambda) = 5,889/(13,828 - 5,889) = 0,742$$

Asiakasmäärä jonossa keskimäärin tietyllä ajan hetkellä,

$$n_q = \lambda^2/(\mu(\mu - \lambda)) = 5,889^2/(13,828*(13,828 - 5,889)) = 0,316$$

Viipymisaika koko systeemissä (huom. *5, koska 5 automaattia)

$$w = 1/(\mu - \lambda) * 5 = 1/(13,828 - 5,889) * 5 = 0,630 \text{ min} = 37,788 \text{ sek}$$

Viipymisaika jonossa (huom. *5, koska 5 automaattia)

$$w_q = \lambda/(\mu(\mu - \lambda)) * 5 = 5,889/(13,828*(13,828 - 5,889)) * 5 = 0,268 \text{ min} = 16,093 \text{ sek}$$

Tarkastukseen kuluva aika = $w - w_q = 37,788 \text{ sek} - 16,093 \text{ sek} = 21,695 \text{ sek}$ (täsmää)

Jonoteorian avulla voidaan laskea erilaisia todennäköisyyksiä jonomallille, esimerkiksi, millä todennäköisyydellä seuraava asiakas saapuu yhden minuutin aikana. Tämä ei välttämättä ole oleellista automatisoidun rajatarkastuksen yhteydessä, mutta esitettyjen kaavojen avulla voi huomata, että palvelimen käyttöaste jää (tässä esimerkissä) alhaiseksi. Sen syyn selvittämällä voimme puuttua siihen ja nostaa palvelun tuottavuutta, eli tehostaa rajatarkastusta. Voimme myös laskea asiakasmääriä sekä koko systeemissä että jonossa ja jonotus-, tarkastus- ja kokonaisajat rajatarkastukselle. Osaa näistä tiedoista (esim. jonotusaika) ei löydy suoraan tilastoista, ja voimme sen avulla vertailla eri rajatarkastusmallien sujuvuutta.

LOHKOKAAVIOMALLINNUS AUTOMATISOITU RAJATARKASTUS

