

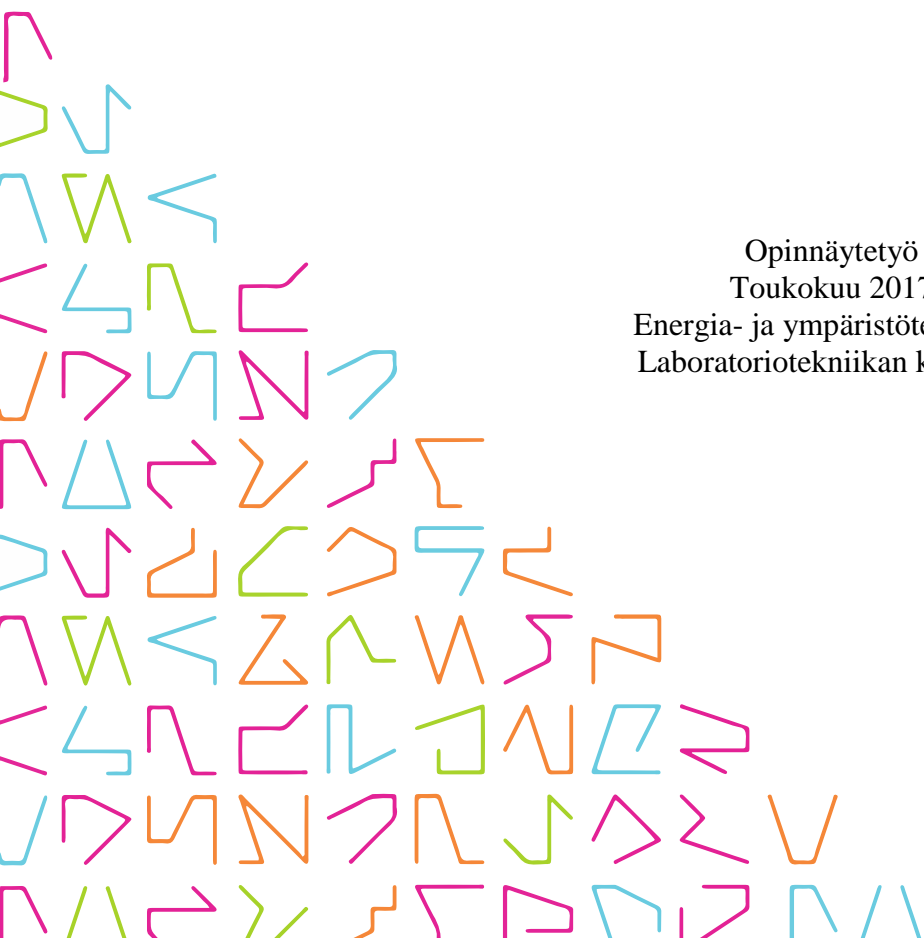


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SEERUMINÄYTTEEN KULKUPROSESSIN KUVAAMINEN JA SEN TEHOSTAMINEN LEAN-MENETELMILLÄ

Iida Kivi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Energia- ja ympäristötekniikka
Laboratoriotekniikan koulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikka
Laboriotekniikan koulutus

KIVI IIDA:

Seeruminäytteen kulkuprosessin kuvaaminen ja sen tehostaminen Lean-menetelmillä

Opinnäytetyö 60 sivua, joista liitteitä 11 sivua
Toukokuu 2017

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata omalla erikoisalallaan toimivan kliinisen laboratorion seeruminäytteiden kulkuprosessia ja löytää keinoja, joilla prosessin virtaustehokkuutta voitaisiin parantaa. Opinnäytetyössä hyödynnettiin Lean-filosofian tarjoamia menetelmiä ja työkaluja, joiden avulla pyrittiin tunnistamaan ja analysoimaan prosessissa syntyvää hukkaa sekä luomaan mahdollisimman kattava kuva prosessin nykytilasta. Tarkoituksena oli tunnistaa prosessin pullonkauloja ja laskea läpimenoaikoja prosessin eri vaiheille ja odotuksesta aiheutuvalle hukalle. Opinnäytetyössä esitetyjä tuloksia on tarkoitus hyödyntää kohdelaboratoriossa näytteiden purkamisen ja näytteiden lajittelun työpisteen uudistamisessa.

Opinnäytetyön kokeellinen osa oli luonteeltaan kvantitatiivinen ja se toteutettiin keräämällä tietoa kellottamalla prosessin eri vaiheita. Kokeellisen osan tiedonkeruussa käytettiin paperisia kaavakkeita, joita laboratorion työntekijät täyttivät. Työssä käytettiin sekuntikelloja ajan mittaamiseen. Opinnäytetyön kokeellinen osuus jakautui kolmeen osaan, jotka olivat näytelähetysten purkamisen ja näytteiden lajittelun seuranta, lähetteen järjestelmään viemisen kellotus ja seeruminäytteen kulun seuranta laboratorion sisällä. Kaavakkeilla kerätyt tiedot analysoitiin Excel-ohjelmalla.

Seeruminäytteen kulkuprosessi kohdelaboratoriossa voitiin jakaa neljään prosessin osaan, jotka olivat näytelähetysten purkaminen ja näytteiden lajittelu, lähetteen vieminen järjestelmään, analyysi ja tulosten vastaus. Tulosten perusteella noin 80 % seeruminäytteen kulkuprosessista oli hukkaa. Kellotustulosten perusteella saatiin laskettua yhden lähetteen järjestelmään viemiseen käytetty keskimääräinen aika, joka oli 44 sekuntia. Prosessin suurimpia pullonkauloja olivat näytelähetysten purkaminen ja lajittelu sekä tulosten hyväksyminen.

Seeruminäytteen kulkuprosessin hukka syntyi vaihtelusta ja odotuksesta. Hukkaa on mahdollista karsia keskittämällä resursseja työvaiheisiin, jotka synnyttävät pullonkauloja. Myös kopioinnin vähentäminen ja sähköisiin lähetteen siirtyminen tehostaisivat prosessia. Tulosten perusteella suunniteltu uudistus, jossa lähetteen on tarkoitus viedä järjestelmään näytelähetysten purkamisen ja näytteiden lajittelun työpisteeltä, on virtaustehokkuutta lisäävä. Opinnäytetyössä kerättyjä tietoja seeruminäytteen kulkuprosessista on mahdollista hyödyntää prosessin kehitystyössä ja uudistusten onnistumisen arvioinnissa.

Asiasanat: Lean-filosofia, virtaustehokkuus, seerumi, kliininen laboratorio, hukka

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Laboratory Engineering
Energy and Environmental Engineering

KIVI IIDA:

Describing Serum Sample Flow and and Improving the Process by Lean Methodology

Bachelor's thesis 60 pages, appendices 11 pages
May 2017

The aim of this thesis was to describe the process flow of the clinical laboratory and to find ways to improve the process flow efficiency. Methods and tools offered by the Lean philosophy were used to identify and analyze the waste generated in the process. The purpose was to identify bottlenecks and calculate lead times for the various phases of the process and for the waste. The results presented in the thesis are intended to be used in the reorganization of the target laboratory

The experimental part of the thesis was quantitative and it was done by collecting information by forms. The data was analyzed by MS Excel. Based on the results, more than 80 % of the process was waste. The average time spent for handling referrals was 44 seconds. The biggest bottlenecks in the process were the unpacking and sorting of samples and acceptance of results.

The waste in the process was caused by variation and waiting. It would be possible to cut the waste by concentrating resources to where they are needed. Reducing copying and switching to electronic referrals would enhance the process. Based on the results, flow efficiency could be increased by handling referrals at the same workstation as unpacking and sorting samples. This thesis is useful for the laboratory because it contains the information that helps to develop the process in the future.

Key words: Lean-philosophy, flow efficiency, serum, clinical laboratory, waste

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	SEERUMINÄYTE.....	10
2.1	Seerumi näyttemateriaalina.....	10
2.2	Seeruminäytteen virhelähteet.....	10
3	LEAN-FILOSOFIA.....	12
3.1	Historia ja määritelmä.....	12
3.2	Prosessit ja virtaustehokkuus.....	13
3.3	Arvo ja hukka.....	14
3.4	Virtaustehokkuuteen vaikuttavat tekijät.....	15
3.5	Lean-työkalut.....	18
3.5.1	Arvovirtakuvaus.....	18
3.5.2	5S.....	19
3.5.3	Kaizen.....	20
4	LEANIN SOVELTAMINEN LABORATORIOTYÖSSÄ.....	21
5	MENETELMÄT.....	23
5.1	Tutkimusympäristö ja seeruminäytteen kulkuprosessi.....	23
5.1.1	Preanalytiikka.....	23
5.1.2	Seeruminäytteen kulku kohdelaboratoriossa.....	23
5.2	Aineiston keruu- ja analyysimenetelmät.....	25
5.3	Näytelähetysten purkaminen ja lajittelu.....	26
5.4	Seeruminäytteiden kulku laboratoriossa.....	27
5.5	Lähetteen vieminen järjestelmään.....	27
6	TYÖN SUORITUS.....	29
6.1	Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun seuranta.....	29
6.2	Seeruminäytteiden kulun seuranta laboratoriossa.....	30
6.3	Lähetteen järjestelmään viemisen kelloitus.....	30
7	TULOKSET.....	32
7.1	Näytelähetysten purkaminen ja näytteiden lajittelu.....	32
7.2	Yksittäisten seeruminäytteiden kulku laboratoriossa.....	35
7.3	Lähetteen vieminen järjestelmään.....	37
8	TULOSTEN TARKASTELU JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET.....	39
8.1	Seeruminäytteen kulkuprosessi.....	39
8.2	Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteen uudistaminen.....	42
9	POHDINTA.....	45
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET.....	50

Liite 1. Purku- ja lajitteluajan seuranta-kaavake	50
Liite 2. Purku- ja lajitteluajan seuranta-kaavakkeen täyttöohje.....	51
Liite 3. Seeruminäytteen seuranta-kaavake	52
Liite 4. Seeruminäytteen seuranta-kaavakkeen täyttöohje	54
Liite 5. Kaavake ja ohje lähetteen järjestelmään viemiseen.....	55
Liite 6. Seeruminäytteiden seurannan tulokset.....	56
Liite 7. Purkamisen ja lajittelun työvaiheen kellokustusten tulokset.....	58
Liite 8. Lähetteen käsittelyn kellokustusten tulokset ja lähetetyyppien jakaantuminen	60

ERITYISSANASTO

Arvo	Virtausyksikön jalostuminen prosessissa
CT	Cycle Time eli prosessin vaiheen suorittamiseen kulunut aika
Hemolyysi	Seerumin punertava väri, joka johtuu hemoglobiinin ja muiden solun sisäisten yhdisteiden sekoittumisesta seerumiin
Hukka	Organisaation toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle
Ikterus	Seeruminäytteen keltainen väri, joka johtuu veren kohonneesta bilirubiinipitoisuudesta
Kaizen	Jatkuva parantaminen
LD	Lead Time eli läpimenoaika, joka tarkoittaa koko prosessin suorittamiseen käytettyä aikaa
Lean	Toyotan tunnetuksi tekemä filosofia ja toimintastrategia, jonka tavoitteena on eliminoida hukka, pienentää prosessien läpimenoaikaa ja kannustaa organisaatiota jatkuvaan parantamiseen
Lipemia	Seeruminäytteen sameus, joka johtuu usein veren korkeasta triglyseridipitoisuudesta
Muda	Hukkaa, joka pitää sisällään ne toiminnot, jotka eivät tuo lisäarvoa virtausyksikölle
Mura	Epätasaisuudesta johtuva hukka
Muri	Ylikuormituksesta johtuva hukka
Preanalytiikka	Laboratoriossa analysoitavan näytteen käsittelyvaihe ennen varsinaista analyysia
Pullonkaula	Prosessin osa, joka rajoittaa virtausyksiköiden läpimenoa
SD	Standard Deviation eli keskihajonta
Seerumi	Veren osa, joka ei sisällä verisoluja tai veren hyytymistä aiheuttavia proteiineja
Virtausyksikkö	Prosessissa jalostettava osa
Virtaustehokkuus	Tehokkuuden muoto, joka mittaa sitä, kuinka paljon virtausyksikkö saa arvoa tietynä ajanjaksona
VSM	Value Stream Map eli arvovirtakuvaus

5S-menetelmä

Lean-työkalu työympäristön tehostamiseen. Menetelmä sisältää viisi vaihetta, jotka ovat lajittelu, järjestäminen, puhdistaminen, standardointi ja sitoutuminen

1 JOHDANTO

Kaikki organisaation toiminnot voidaan jakaa prosesseihin. Sana prosessi on lähtöisin latinankielen sanoista *procedere* ja *processus*, jotka tarkoittavat eteenpäin viemistä. Prosesseissa viedään eteenpäin materiaalia, informaatiota tai ihmisiä. Prosessien tavoitteena on jalostaa tämä eteenpäin virtaava yksikkö valmiiksi. Lopputuotteena voi syntyä esimerkiksi onnistunut palvelu, uusi tuote tai käsitelty lupahakemus. (Modig & Åhlström 2013, 17–21.) Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin laboratoriossa analysoitavien seeruminäytteiden kulkua kohdelaboratorion sisäisissä prosesseissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia omalla erikoisalallaan toimivan kliinisen laboratorion seeruminäytteiden kulkuprosessia ja soveltaa Lean-filosofian tarjoamia malleja prosessin tarkastelussa.

Kasvaneet näytemäärät ja kohdelaboratorion toiminnan yhdenmukaistaminen samaan konserniin kuuluvien laboratorioden kanssa loi tarpeen seeruminäytteen kulkuprosessin uudistamiselle ja tehostamiselle. Lisäksi kohdelaboratorion näytelähetysten purku- ja lajitteluprosessia halutaan lähitulevaisuudessa uudistaa, mikä tekee koko näytteenkuluprosessin tarkastelusta ajankohtaista. Perinteisesti tehokkuudesta puhuttaessa tarkoitetaan resurssitehokkuutta, jolloin tavoitellaan mahdollisimman suurta käyttöastetta olemassa oleville resursseille. Tässä opinnäytetyössä pyritään kuitenkin tarkastelemaan kohdelaboratorion prosesseja erityisesti virtaustehokkuuden ja Lean-ajattelun näkökulmasta. Tällöin painopiste on arvoa tuottavassa ajassa, jota voidaan säädellä tehostamalla seeruminäytteen sujuvaa virtausta prosessin osasta toiseen.

Prosessin kehittäminen on paras keino löytää ongelmat ja tunnistaa organisaation kehittämismahdollisuudet. Prosessin kehittäminen lähtee liikkeelle aina nykytilan analysoimisesta. Tämä voidaan toteuttaa käyttämällä esimerkiksi virtauskaavioita, aikatutkimusta tai menetelmien kuvausta. (Tuominen 2010, 8–9.) Opinnäytetyön tavoitteeksi muodostui seeruminäytteen kulkuprosessin tarkka kuvaaminen ja nykytilan kartoitus. Tämän tarkoituksena oli tunnistaa prosessin osia, joissa syntyi ajallista hukkaa ja löytää ratkaisuja hukan poistamiseksi. Seeruminäytteen kulkuprosessin nykytilan kartoitus päätettiin toteuttaa kellottamalla seeruminäytteen kulkua laboratorion sisällä ja laskemalla keskimääriä, eri työvaiheisiin käytettyjä aikoja. Prosessin seurannan ja kellotuskokeiden perusteella pyrittiin luomaan prosessia havainnollistavia taulukoita ja seeruminäytteen kulkua

kuvaava arvovirtakaavio. Tehokkuutta parantavien kehitysehdotusten lisäksi, opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää vaihtoehtoja sille, kuinka näytelähetyksen purkamisen ja lajittelun työpisteen uudistukset tulisi toteuttaa.

2 SEERUMINÄYTE

2.1 Seerumi näytemateriaalina

Veren seerumi on kokoverestä erotettua kirkasta nestettä, joka ei sisällä verisoluja tai hyytymistä aiheuttavia proteiineja, kuten fibrinogeeniä. Seerumi erotetaan kokoverestä sentrifugoimalla. Tällöin, linkouksen vaikutuksesta, nestemäinen seerumi nousee näyteputken pinnalle ja hyytymät ja verisolut painuvat putken pohjalle. Seeruminäyte voi sisältää hormoneja, vasta-aineita, antigeenejä, proteiineja, elektrolyyttejä ja eksogeenisiä aineita, kuten lääkkeitä. Tämä tekee seerumista erinomaisen näytemateriaalin, jota voidaan käyttää lukuisissa kliinisen kemian määrittelyissä ja tutkimuksissa. (Virtual Amrita Laboratories Universalizing Education 2011.)

2.2 Seeruminäytteen virhelähteet

Seeruminäytteiden analytiikassa yhtenä yleisimpänä häiriötekijänä pidetään hemolyysiä. Näytteeseen syntyy hemolyysiä, kun hemoglobiini ja muut solun sisäiset yhdisteet pääsevät sekoittumaan seerumiin. Tämä on seurausta punasolujen solukalvojen hajoamisesta. Hemolyysi on nähtävissä punertavana värinä seeruminäytteessä. Punertavan värin voimakkuus kertoo myös hemolyysin voimakkuudesta. (Lippi ym. 2006.)

Hemolyysi voi johtua näytteenotossa tai näytteenkäsittelyssä tapahtuvista virheistä. Näitä voivat olla esimerkiksi vääränlaisten näytteenottovälineiden käyttö, liian voimakas sekoitus tai ravistaminen ja liian lyhyt seisotusaika ennen sentrifugointia. Joskus hemolyysi saattaa johtua myös potilaan niin kutsutusta hemolyyttisestä tilasta. Tämä voi olla seurausta potilaan hemolyyttisestä anemiasta tai tulehduksesta. (Arzoumanian 2003.) Hemolyysi voi synnyttää virhettä mittauksiin, koska verisolun sisäisten yhdisteiden sekoittuminen seeruminäytteeseen voi muuttaa mitattavien yhdisteiden pitoisuuksia. Hemolyysi voi häiritä myös fotometrisiä määrittelyksiä etenkin aallonpituuksilla 415 nm, 540 nm ja 570 nm mitattaessa, jolloin hemoglobiini absorboi voimakkaasti. (Lippi ym. 2006.)

Myös ikterus voi aiheuttaa häiriöitä spektrofotometrisissa mittauksissa. Ikterus johtuu veren kohonneesta bilirubiinipitoisuudesta, mikä tekee seeruminäytteeseen voimakkaan

keltaisen värin. Bilirubiinia muodostuu maksan hajottaessa kuolevia veren punasoluja. Kohonneet bilirubiinipitoisuudet voivat johtua muun muassa maksan toiminnan häiriöistä tai elimistön hemolyyttisestä tilasta. Joillakin lajeilla kuten hevosella seeruminäyte on luonnostaan keltaisemman väristä kuin muilla lajeilla. Tämä johtuu osittain hevosten veren korkeammasta bilirubiinipitoisuudesta. Usein seerumimäärityksiä häiritsevän ikteerisyyden silmämääräinen arvioiminen on kuitenkin haastavaa. (Kaneko 2014, 331–332.)

Seeruminäytteistä tehtäviin mittauksiin voi syntyä virhettä myös lipeemisyiden vuoksi. Lipemia ilmenee seerumin sameutena ja johtuu usein veren korkeasta triglyseridipitoisuudesta. Lipemia häiritsee spektrofotometrisia mittauksia ja vähentää seerumin homogeenisyyttä, mikä voi aiheuttaa virheitä määritettävien yhdisteiden pitoisuuksiin. Toisin kuin hemolyysi ja ikterus, lipemia voidaan poistaa seerumista ultrasentrifugoimalla näyte ennen määrittystä. Ultrasentrifugoinnin seurauksena lipidikerros nousee seerumin pinnalle, jolloin kirkas näyte voidaan pipetoida putken alaosasta. (Nikolac 2013.)

3 LEAN-FILOSOFIA

3.1 Historia ja määritelmä

Käsite Lean voidaan korkealta abstraktitasolta katsottuna määritellä toimintastrategiaksi, jonka päätavoite on virtaustehokkuuden kasvattaminen ja arvoa tuottamattoman hukkan eliminointi. Lean-ajattelun perustana on poistaa kaikki turha toiminta ja keskittyä tehostamaan arvoa tuottavien toimintojen virtausta. Lean-ajattelun pääperiaatteena voidaan myös pitää sitä, että toiminnon tuottamaa arvoa tarkastellaan aina asiakkaan näkökulmasta. (Modig & Åhlström 2013, 24, 117–126.)

Lean juontaa juurensa autotehdas Toyotan sisäisestä tuotantofilosofiasta, joka tunnetaan nimellä TPS (Toyota Production System). Länsimaisten tutkijoiden kiinnostuessa Toyotan tuotantostrategiasta 1980-luvun loppu puolella syntyi käsite Lean. Ensimmäisen kerran käsitettä käytti John Krafcikin vuonna 1988 artikkelissaan Lean tuotantojärjestelmän riemuvoitto. Krafcikin artikkelin sisältämiä ajatuksia jalostettiin osana kansainvälistä tutkimusohjelmaa nimeltään IMVP (International Motor Vehicle Program). Tutkimusohjelma pohjalta julkaistiin vuonna 1990 James Womacin, Daniel T. Jonesin ja Daniel Roosin kokoama kirja *The Machine that Changed the World*. Kirjassa kerrotaan perusteellisesti, mitä Lean-tuotanto tarkoittaa. Myöhemmin vuonna 1996 Womack ja Jones julkaisivat kirjan *Lean Thinking*, jossa paneuduttiin tarkemmin Lean-filosofian tarjoamiin työkaluihin. Molempia kirjoja myytiin ympäri maailmaa suurina painoksina. Niiden katsotaan vaikuttaneen Lean-käsitteen syntyyn ja leviämiseen enemmän kuin mitkään muut kirjalliset julkaisut. (Modig & Åhlström 2013, 75–80.)

Lean-ajattelun suosio ja leviämien perustuu osittain siihen, että se on sovellettavissa kaikkiin yrityksiin ja organisaatioihin. Tänä päivänä Lean on levinnyt niin terveydenhuollon, tehtaiden, palvelualojen kuin hallintoelintenkin käyttöön. Vaikka jokainen yritys poimiikin käyttöönsä Lean-filosofian tarjoamista menetelmistä ja työkaluista itselleen sopivimmat, tulisi Lean nähdä ennen kaikkea koko organisaation arvomaailmana ja toimintatavana. Lean-ajatteluun sitoutuneen yrityksen tulisi myös pyrkiä jatkuvaan parantamiseen ja asettaa pitkän aikavälin tavoitteita. (Lean Enterprise Institute.)

3.2 Prosessit ja virtaustehokkuus

Yksi keskeisin Lean-filosofian esiin tuoma käsite on virtaustehokkuus, joka syntyy prosesseissa. Prosessit muodostuvat työvaiheista, joiden tarkoituksena on viedä eteenpäin jalostuvaa yksikköä. Prosessit ovat organisaatioiden toimintoja, joissa viedään eteenpäin materiaalia, informaatiota tai ihmisiä. Tätä prosessissa eteenpäin virtaavaa osaa kutsutaan prosessin virtausyksiköksi. Jokaisessa prosessissa virtausyksikkö jalostuu kohti lopullista tavoitetta, joka voi olla esimerkiksi valmis tuote, määritystulos tai diagnoosi. Voidaan siis sanoa, että organisaatiossa tehtävä työ tapahtuu prosesseissa. (Modig & Åhlström 2013, 17–19, 29.)

Prosessien lukumäärä riippuu siitä, miltä abstraktitasolta organisaatiota seurataan ja mihin järjestelmän rajat asetetaan. Prosessin alku ja loppu kohta voidaan vapaasti valita sen mukaan, kuinka yksityiskohtaisesti prosessia halutaan tarkastella. (Modig & Åhlström 2013, 29.) Esimerkiksi korkealla abstraktitasolla laboratoriossa tutkittavan näytteen kuluprosessi voi koostua näytteenotosta, näytteenkäsittelystä, analyysistä ja raportoinnista. Matalammalla abstraktitasolla prosessit voivat muodostua näytteenkäsittelyn eri vaiheista ja analyysiin käytetyistä laitteista. Kummassakin esimerkissä virtausyksikkö on analysoitava näyte, joka kulkee eteenpäin prosessin alusta loppuun.

Perinteisesti tehokkuus nähdään resurssitehokkuutena, jossa keskitytään kaikkien käytössä olevien resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Virtaustehokkuudessa sen sijaan kiinnitetään huomio jalostettavaan virtausyksikköön. Tällöin arvo määräytyy sen ajan mukaan, jolloin virtausyksikkö jalostuu. Toisin sanoen virtaustehokkuus mittaa sitä, kuinka paljon virtausyksikkö saa arvoa tietynä ajanjaksona. Ajanjakso alkaa siitä, kun tarve tunnustetaan ja päättyy tarpeen tyydyttämiseen. (Modig & Åhlström 2013, 7–16.) Esimerkiksi kliinisen laboratorion analyysiprosessissa tarpeen voidaan katsoa alkavan siitä, kun asiakas tekee tutkimuspyynnön, ja tarpeen täyttyvän silloin, kun tutkimuksissa saadut tulokset vastataan asiakkaalle.

Prosessin rajojen määrittäminen on tärkeää, koska sillä on vaikutusta läpimenoajan mittaamiseen. Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka virtausyksiköltä kuluu siihen, että se etenee prosessin alusta loppuun. Ennen virtaustehokkuuden laskemista läpimenoajan on oltava

tiedossa. Virtaustehokkuus voidaan määritellä myös arvoa tuottavien toimintojen summaksi suhteessa läpimenoaikaan. Tällöin prosessia, jolla on lyhyt läpimenoaika, ei voida automaattisesti pitää tehokkaana. On otettava huomioon myös se, kuinka suuri osa prosessin läpimenoajasta on arvoa tuottavaa aikaa. Esimerkiksi mahdollisimman tehokkaassa prosessissa läpimenoaika on pieni ja arvoa tuottavan ajan osuus läpimenoajasta suuri. Vastaavasti virtaustehottoman prosessin läpimenoaika on pitkä ja arvoa tuottavan ajan osuus läpimenoajasta pieni. (Modig & Åhlström 2013, 17–30.)

3.3 Arvo ja hukka

Arvo ja tarve liittyvät oleellisesti virtaustehokkuuden käsitteeseen. Ennen kuin prosessien virtaustehokkuus voidaan määritellä, on selvitettävä arvoa tuottavan toiminnan sisältö. Tällä tarkoitetaan toimintoja, joiden aikana virtausyksikö jalostuu eli etenee kohti lopullista tavoitetta. Saman periaatteen mukaisesti aika, jona virtausyksikkö ei jalostu on arvoa tuottamatonta aikaa. Tarve määräytyy aina asiakkaan näkökulmasta. (Modig & Åhlström 2013, 23–24.) Esimerkiksi kliinisen laboratorion toimintaa tarkasteltaessa asiakas on tutkimuspyynnön tekijä. Arvoa tuottavaa aikaa on tällöin kaikki se aika, jolloin näytettä analysoidaan ja tutkitaan, jotta asiakkaan pyytämistä tutkimuksista saataisiin paikkansa pitävät tulokset. Arvoa tuottamattomaan aikaan puolestaan lukeutuu kaikki se aika, jona näyte seisoo odottamassa esimerkiksi pääsyä lajitteluun tai analysoitavaksi.

Kaikki organisaation toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle voidaan määritellä hukaksi. Voidaan myös sanoa, että toiminnot, jotka lisäävät kustannuksia tuomatta lisäarvoa ovat hukkaa. On arvioitu, että useimmissa prosesseissa 10 % työstä on lisäarvoa tuottavaa ja jopa 90 % hukkaa. (Tuominen 2010, 7.) Leanin peruseriaatteiden mukaan hukka voi ilmetä kolmessa eri muodossa. Nämä muodot ovat japanin kielellä muda, muri ja muri. Parhaiten tunnettu hukan muoto on muda, joka voidaan jakaa kahdeksaan luokkaan. Nämä luokat ovat varasto, ylituotanto, kuljetus, liike, yliprosessointi ja odotus, laatuongelmat ja osaamisen käyttämättä jättäminen. Muralla puolestaan tarkoitetaan epätaisuudesta johtuvaa hukkaa, mikä on usein seurausta vaihtelusta. Muri taas tarkoittaa ylikuormitusta, joka kohdistuu työtä tekevään kohteeseen. (Piirainen 2014.)

3.4 Virtaustehokkuuteen vaikuttavat tekijät

Jotta prosesseja voitaisiin tehostaa, on ensin ymmärrettävä, että prosessit toimivat tiettyjen lakien ja kaavojen mukaan. Näitä lakeja ja kaavoja voidaan pitää yleispätevinä ja ne pystytään todistamaan matemaattisesti. Ne ovat myös sovellettavissa erilaisiin virtausyksiköihin ja prosesseihin. Prosessien lakeja ymmärtämällä myös prosessin yksittäisten ongelmakohtien tunnistaminen helpottuu. (Modig & Åhlström 2013, 31.)

Yksi prosessien kulkuun vaikuttava laki on Littlen laki. Tämä laki osoittaa, että läpimenoaikaan vaikuttaa jaksonaika ja keskeneräisten, eli käsittelyssä olevien, virtausyksiköiden määrä. Jaksonajalla tarkoitetaan kahden virtausyksikön prosessista poistumisen välistä aikaa. Keskeneräisillä virtausyksiköillä puolestaan tarkoitetaan kaikkia niitä virtausyksiköitä, jotka ovat prosessin sisällä, mutta eivät vielä valmiita. Littlen lakia voidaan myös havainnollistaa yhtälöllä 1.

$$\text{Läpimenoaika} = \text{keskeneräisten virtausyksiköiden määrä} \times \text{jaksonaika} \quad (1)$$

Littlen laki osoittaa, että keskeneräiset virtausyksiköt ja pitkä jaksonaika pidentävät läpimenoaika. Pidentynyt jaksonaika johtuu siitä, että kapasiteetti ei riitä vaadittuun työhön tai työtä ei pystytä tekemään nopeammin. (Modig & Åhlström 2013, 34–37.) Jos tarkastellaan esimerkiksi laboratorion seeruminäytteiden lajitteluprosessia, keskeneräisten virtausyksiköiden määrä on sama kuin lajiteltavien näytteiden lukumäärä. Tällä tarkoitetaan kerrallaan käsittelyssä olevin näytteiden lukumäärä eli niitä näytteitä, jotka nostetaan sentrifugista lajiteltaviksi. Jaksonaika puolestaan on yhden näytteen lajitteluun käytetty aika, koska seuraavan näytteen lajittelu alkaa välittömästi edellisen näytteen lajittelun päättyessä.

Toisena prosessien toimintaa kuvaavana lakina voidaan pitää pullonkaulojen lakia. Pullonkaulat ovat prosessin osia, jotka rajoittavat virtausyksiköiden läpimenoa. Virtausyksiköiden eteneminen hidastuu tai pysähtyy näissä prosessin osissa. Tämä hidastaa koko prosessia ja estää prosessin virtausta. Prosessin läpimenoaikaan vaikuttaakin eniten se prosessin osa, jonka jaksoaika on pisin. Pullonkaulaksi voidaan nimittää sitä prosessin osaa, jossa läpivirtaus on hitainta. Prosessin pullonkaulat voidaan tunnistaa myös niitä edeltävästä jonosta. Pullonkaulan jälkeen tulevat toiminnot joutuvat myös yleensä odottamaan vuoroaan, mistä johtuen niitä ei voida hyödyntää täysin. Yksi syy pullonkaulojen

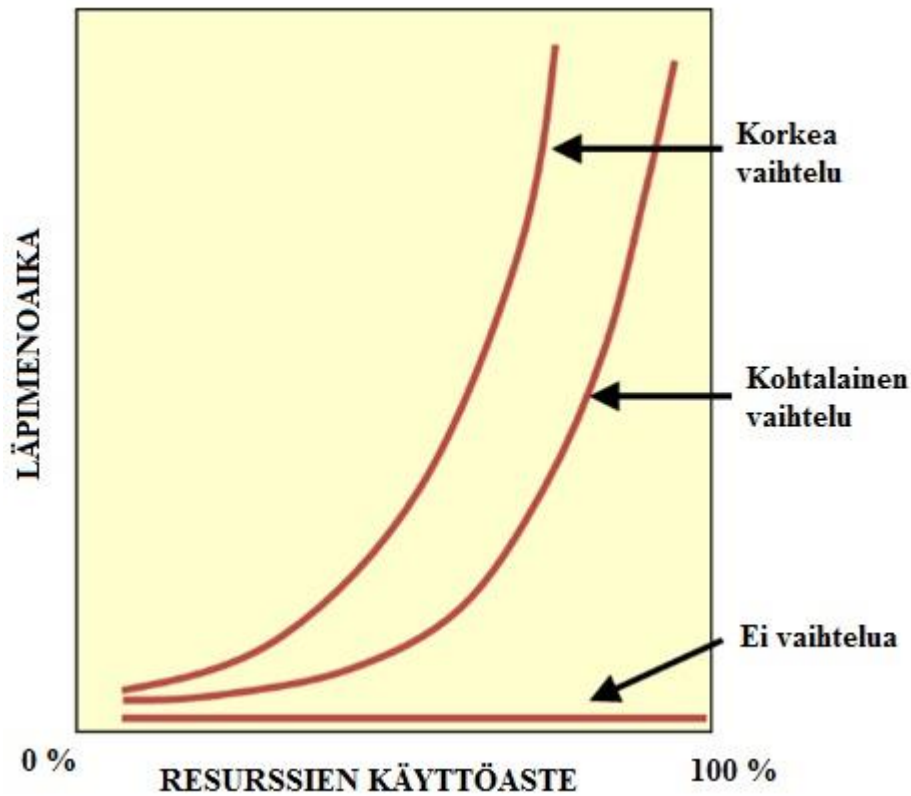
syntymiseen on se, että prosessin toiminnot on tehtävä tietyssä järjestyksessä. (Modig & Åhlström 2013, 37–38.) Esimerkiksi ennen laboratorioon saapuvan näytteen analysointia näyte täytyy lajitella oikealle työpisteelle ennen varsinaisia mittauksia. Analysoitavan näytteen lähete täytyy myös viedä järjestelmään ennen analyysia, jotta analysaattori osaisi tehdä näytteestä oikeat määritykset.

Pullonkauloja syntyy myös prosessin vaihtelun takia. Yleisesti ottaen vaihtelulla on kielteinen vaikutus virtaustehokkuuteen ja resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Prosessin vaihtelu voidaan jakaa kolmeen eri luokkaa, jotka ovat virtausyksiköt, resurssit ja ulkoiset tekijät. (Modig & Åhlström 2013, 40–41.) Alla olevassa taulukossa 1 on annettu esimerkkejä erilaisista mahdollisesti ilmenevistä vaihteluista kliinisessä laboratoriossa.

TAULUKKO 1. Vaihtelu kliinisessä laboratoriossa.

Vaihtelun luokka	Esimerkki vaihtelun ilmenemisestä
Virtausyksikkö	Eri laatuiset näytteet (näytemäärät, näytemateriaali, lipemia, hemolyysi) Erilaiset tutkimuspyynnöt ja lähetteet Eri tavoilla pakatut näytelähettykset
Resurssit	Laitteet eivät toimi Toiset käyttöjärjestelmät ovat hitaampia kuin toiset Henkilökunnan vaihtelevat työtavat ja työmotivaatio
Ulkoiset tekijät	Näytemäärien vaihtelu Näytteiden saapumisaikojen vaihtelu Analysaattoreiden epätasainen kuormittuminen

Vaihtelun vaikutusta virtaustehokkuuteen selittää vaihtelun, läpimenoajan ja virtaustehokkuuden välinen yhteys, jota matemaatikko Sir John Kingman esitti 1960-luvulla. (Modig & Åhlström 2013, 42.) Kuvio 1 havainnollistaa Kingmanin kehittämää kaavaa.



KUVIO 1. Kingmanin kaavan sovellus (Simon 2016, muokattu)

Kuvion pystyakselin läpimenoaika riippuu vaakatasolla kuvatusta resurssien käyttöasteesta. Vaakatason käyttöastetta voidaan nimittää myös resurssitehokkuudeksi, sillä se kuvaa sitä, kuinka tehokkaasti resursseja käytetään. Sadan prosentin kohdalla kaikki resurssit ovat käytössä. Kuvion kolme erilaista käyrää osoittavat, että läpimenoaika kasvaa eksponentiaalisesti resurssitehokkuuden kasvaessa. Käyrät näyttävät myös, että vaihtelun kasvaessa myös läpimenoaika kasvaa. (Simon 2016.)

Prosessien lakien mukaan virtaustehokkuuteen vaikuttaa vaihtelu, resurssitehokkuus, pulonkaulat, keskeneräisten virtausyksiköiden lukumäärä ja jaksonaika. Lait osoittavat, että täydellisen resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden yhdistäminen on mahdotonta. Liika keskittyminen resurssitehokkuuteen voi aiheuttaa lisätyötä, joka saattaa muodostaa yllättävän suuren osan koko organisaation työmäärästä. Tällöin keskitytään tekemään työtä sen eteen, kuinka resursseja voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti sen sijaan, että keskityttäisiin tuottamaan arvoa suoraan asiakkaalle. Myöskään kaikkea vaihtelua ei voida täysin poistaa prosessista, koska vaihtelu johtuu osittain myös ulkoisista tekijöistä ja sattumasta. Virtaustehokkuutta on kuitenkin mahdollista parantaa vähentämällä keskeneräisten virtausyksiköiden määrää ja karsimalla syitä, jotka aiheuttavat jonojen muodostumista prosessiin. Jaksonaikaa voidaan myös lyhentää työskentelemällä

nopeammin. Resursseja lisäämällä puolestaan saadaan lisää kapasiteettia työn tekemiseen, mikä lyhentää jaksonaikaa. Prosessin sisäistä vaihtelua voidaan myös pyrkiä vähentämään, kun vaihtelu on ensin tunnistettu. (Modig & Åhlström 2013, 44–46.)

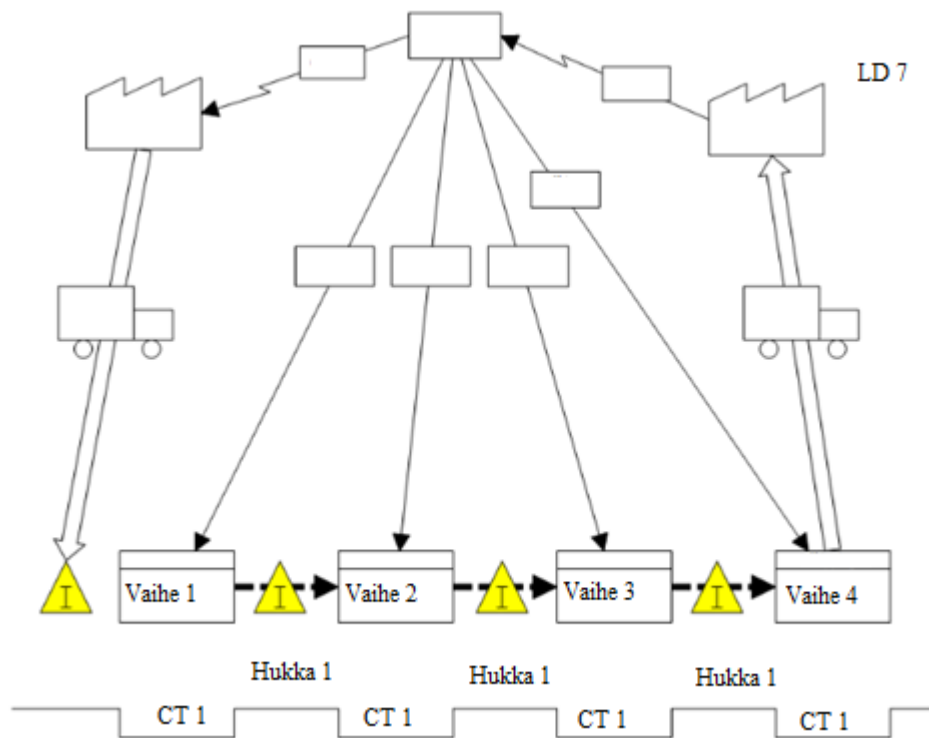
3.5 Lean-työkalut

Lean tarjoaa lukuisia työkaluja, joiden avulla voidaan tunnistaa prosesseissa syntyvää hukkaa ja näin löytää ne prosessin vaiheet, jotka kaipaavat parantamista. Leanin tarjoamien työkalujen käyttö ei itsessään ratko organisaation ongelmia, mutta voi auttaa näkemään esimerkiksi organisaation päivittäiset prosessit uudesta näkökulmasta. Työkalujen avulla voidaan myös luoda suunnitelma tavoiteltavasta tilasta. (Modig & Åhlström 2013, 142–153.) Seuraavissa kappaleissa on esitelty kolme tunnettua Lean-työkalua, joita olisi mahdollista hyödyntää laboratorio ympäristössä.

3.5.1 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus eli VSM (Value Stream Mapping) on Lean-työkalu, jonka avulla voidaan tunnistaa hukkaa ja parantaa tuotannon virtausta. Tämä perustuu siihen, että tuotteen ja informaation virtaus koko prosessin läpi visualisoidaan arvovirtakaavion avulla. Tämän tarkoituksena on kuvata prosessin vaiheet ja niiden välille syntyvä hukka. Tämä helpottaa prosessin suunnittelua ja kehittämistä. Arvovirtakuvaus tuo myös esille seikkoja, jotka tavallisesti jäisivät huomaamatta. Yleensä arvovirtakuvauksen kohteeksi valitaan joku yksittäinen tuoteperhe, jonka kulkua prosessin vaiheesta toiseen on helppo seurata. Arvovirtakuvaus tehdään usein nykytilasta sekä tavoitetilasta, joka halutaan saavuttaa. (Rother & Shook 2003, 3–6.)

Arvovirtakaaviota piirrettäessä prosessin vaiheita kuvataan yleensä prosessilaatikoilla. Nuolet osoittavat virtausyksiköiden kulkusuunnan prosessissa. Tyypillisesti prosessin osien välille syntyvä hukka merkitään myös jonkinlaisella symbolilla, joka voi olla esimerkiksi kolmio. Koko prosessi kuvataan oikealta vasemmalle ja alhaalta ylös. Arvovirtakaavion alaosaan voidaan piirtää aikajana, josta näkyy jokaisen vaiheeseen käytetty aika. Esimerkki arvovirtakuvauksesta on nähtävissä kuviossa 2.



KUVIO 2. Esimerkki arvovirtakaaviosta (Minitab Inc. 2016, muokattu)

Arvovirtakuvaukseen merkitään jokaisen prosessin osan kohdalle aika, joka virtausyksiköllä kestää kulkea kyseisen prosessin osan läpi. Tätä sanotaan jaksonajaksi ja se merkitään arvovirtakaavioihin lyhenteellä CT (Cycle Time). Arvovirtakuvaukseen merkitään myös koko prosessin kesto eli läpimenoaika. Tätä kuvataan arvovirtakaaviossa lyhenteellä LD (Lead Time). Kaavioon voidaan merkitä myös prosessin läpi virtaavien yksiköiden lukumäärä ja prosessin vaiheiden välinen hukka. (Rother & Shook 2003, 11–20.)

3.5.2 5S

5S-työkalu on Leanin tarjoama kehitysmenetelmä, jonka päätarkoituksena on pitää työympäristö mahdollisimman toimivana ja siistinä sekä vähentää tarpeettomien tavaroiden määrää. 5S-menetelmän tavoitteena on karsia työpisteeltä kaikki virtausta hidastavat tekijät, jotka voivat olla esimerkiksi ylimääräisiä työkaluja, materiaaleja tai tiedostoja. 5S-työkalun nimi tulee viidestä japaninkielisestä sanasta. Nämä menetelmän viisi porrasta ovat nähtävissä alla olevassa taulukossa 2. (Väisänen 2013.)

TAULUKKO 2. 5S-työkalun viisi porrasta

Lajittelu (Seiri)	Kaikki työhön kuulumattomat materiaalit, esineet ja tiedostot poistetaan työpisteen läheisyydestä
Järjestäminen (Seiton)	Kaikki työssä tarvittavat tavarat järjestetään omille, niille merkityille paikoille niin, että ne ovat mahdollisimman hyvin saatavilla
Puhdistaminen (Seiso)	Työalue ja työtarvikkeet pidetään puhtaina liasta ja pölystä
Standardointi (Sekeitsu)	Työtilasta tehdään visuaalinen ja selkeä standardi
Sitoutuminen (Shitsuke)	Työpisteen siisteyttä ja järjestystä sitoudutaan pitämään yllä rutiinien avulla

Taulukossa esitetyt viisi kohtaa muodostavat 5S-menetelmän. Lajittelun, järjestämisen, puhdistamisen, standardisoinnin ja sitoutumisen toteuttaminen esimerkiksi työpisteellä vähentää hukkaa ja selkeyttää työympäristöä. (Väisänen 2013.)

3.5.3 Kaizen

Sana kaizen on kahden japaninkielisen sanan kai ja zen yhdistelmä. Kaizen tarkoittaa kirjaimellisesti muutosta parempaan, mutta on myöhemmin käännetty länsimaisissa, Lean-filosofiaa käsittelevissä, julkaisuissa tarkoittamaan jatkuvaa parantamista. Kaizen periaatteiden noudattaminen tarkoittaa jatkuvaa kehitystä ja nykyisten toimintatapojen kyseenalaistamista organisaatiossa. Tällöin ei jäädä kiinni vanhoihin malleihin, vaan uskalletaan kokeilla uutta ja erehdysten ja onnistumisten kautta kehittää toimintaa aina vain paremmaksi. Käytännössä kaizen siis tarkoittaa myös sitä, että kaikki pääsevät vaikuttamaan omalta osaltaan työn toimivuuteen ja esittämään parannusehdotuksia. Sujuva informaation kulku ja pieni kynnys tehdä muutoksia toimintatapoihin ovat kaizenin tarjoamia toimintamalleja. Myös yhteistyö ja kokonaisuuden hahmottaminen helpottavat jatkuvaa parantamista. Työpaikoilla kaizen voi toteutua muun muassa kehityspalaverina ja päivittäisen työn jatkuvana analysointina. Tärkeää olisi myös luoda selkeä kuva nykyhetkestä ja tavoitellusta tilasta ja pitää huolta siitä, että kaikki työntekijät tietävät organisaation senhetkiset tavoitteet. (Alukal & Manos 2006, 14–20.)

4 LEANIN SOVELTAMINEN LABORATORIOTYÖSSÄ

Vaikka Lean-ajattelu tuli tunnetuksi alun alkaen Toyotan tuotantolinjan kehittämisestä, voidaan Lean-periaatteita soveltaa myös palvelualoilla. Tällöin ylituotannon vähentämisen ja sujuvan tuotannon sijaan painopiste on asiakkaan tyytyväisyydessä ja palveluketjun sujuvuudessa (Foreback 2014). Lean menetelmää voidaan näin ollen soveltaa myös kliinisissä laboratorioissa, joissa tavoitteena on mahdollisimman sujuva ja virheetön pyydetyn tutkimustuloksen toimittaminen asiakkaalle. Lean-työkalujen, kuten arvovirtakuvausten, kaizenin ja 5S- menetelmän soveltaminen kliinisessä laboratorioissa voi parhailaan tehostaa prosessia poistamalla hukkaa ja vähentämällä virheitä. Esimerkiksi 88 prosentilla tutkimukseen osallistuneista laboratorioista Lean-työkalujen käyttö tehosti laboratorioprosesseja, mikä näkyi tulosten vastausaikojen lyhenemisenä. (Lippi ym. 2011, 1116–1117.)

Leanin tarjoamia menetelmiä on onnistuttu soveltamaan erilaisissa laboratorioympäristöissä niin Suomessa kuin muuallakin maailmalla. Suomessa Lean-menetelmän tarjoamia toimintamalleja on hyödynnetty muun muassa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin lähes kolmessakymmenessä hankkeessa, joista osa on keskittynyt HUSLAB-laboratorioiden toiminnan parantamiseen. (HUS 2014.)

Lean-menetelmään perustuva uudistus on toteutettu myös Arizonan suurimmassa integroidussa laboratoriojärjestelmässä nimeltään Sonora Quest Laboratories, jonka toimialaa ovat keskitetyt histologian laboratoriot ja näytteenotto. Tässä tapauksessa Lean-menetelmien käyttöön oton jälkeen histologian näytteiden keskimääräinen läpimenoaika pieneni yli viidestä päivästä alle kahteen päivään. Myös virheet ja henkilökunnan vaihtuvuus vähenivät sekä työmäärät tasaantuivat, mikä johti tuottavuuden parantumiseen. (Foreback 2014.)

Lean-työkaluja käytettiin myös Yhdysvaltojen Washingtonissa sijaitsevassa Children's National Medical Center (CNMC) mikrobiologian laboratorioissa. Parannuksia tehtiin muun muassa laboratoriotilojen järjestelyyn ja työaikoihin. Hukkaa vähennettiin karsimalla esimerkiksi tarpeettoman pitkiä inkubaatioaikoja. Näyte-erien käsittelyn sijaan, jokainen näyte pyrittiin käsittelemään heti sen saavuttua laboratorioon. Lean-menetelmiin

pohjautuvien parannusten myötä laboratorion toiminta tehostui merkittävästi. Seurauksena näytteiden läpimenoajat lyhenivät. Myös laboratorion henkilökunta koki työn vähemmän kuormittavaksi kuin ennen Lean-filosofiaan pohjautuvien uudistusten toteutusta. (Campos 2012.)

5 MENETELMÄT

5.1 Tutkimusympäristö ja seeruminäytteen kulkuprosessi

5.1.1 Preanalytiikka

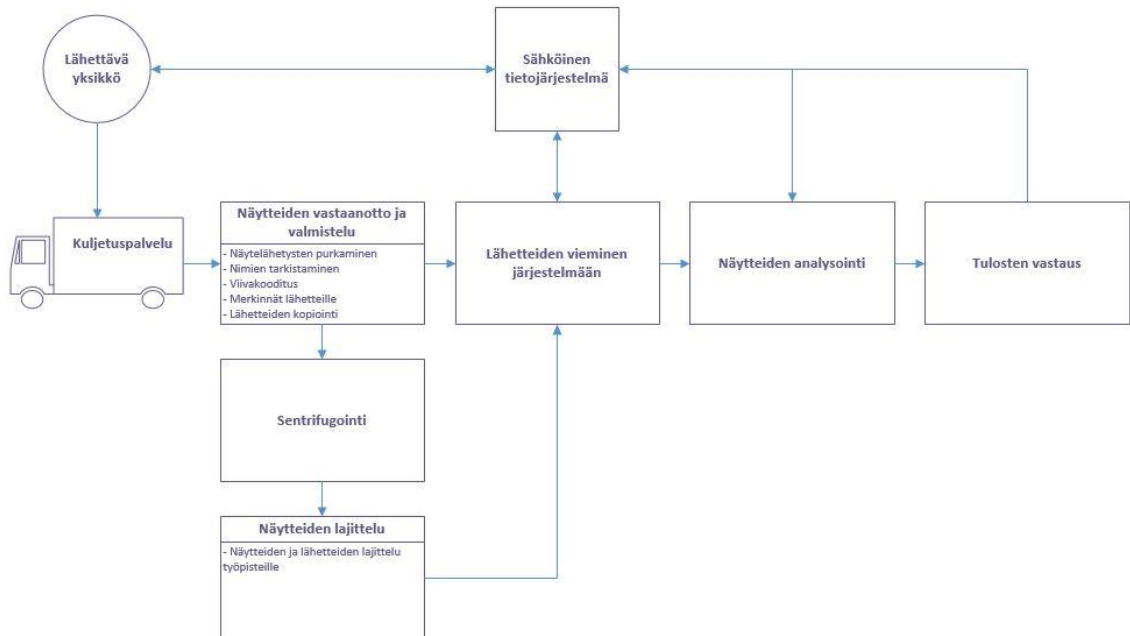
Kohdelaboratorion seeruminäytteen kulkuprosessi alkaa näytteenostosta ja tutkimuspyynnön teosta. Tutkimuspyyntö laaditaan joko sähköiselle tai käsin täytettävälle paperilähetteelle, joka laitetaan näytelähetysten mukaan. Vaikka laboratorio ei kykene suoraan vaikuttamaan näytteenottoon, voidaan näytteenkäsittelyä laboratoriossa helpottaa tarjoamalla asiakkaalle oikeanlaiset näytteenlähetystarvikkeet. Näitä tarvikkeita ovat esimerkiksi näytelähetysputket, jotka sopivat laboratoriossa käytössä olevien analysointilaitteiden näytteenottojärjestelmään. Asiakkaalla tulisi olla käytössä myös sähköisen lähetteen laatimiseen tarvittava järjestelmä tai laboratorion tarjoamia paperisia lähetteitä. Tällöin tutkimuspyyntöjen tulkinnessa ei syntyisi epäselvyyttä laboratoriossa. Laboratorion tulisi myös vastata asiakkaan esittämiin kysymyksiin mahdollisimman nopeasti ja tarkasti, jotta esimerkiksi väärät tutkimuspyynnöt tai vääränlainen näyttemateriaalin lähetys voitaisiin välttää.

Seeruminäytteen kuljetukseen ei voida suoraan vaikuttaa, mutta näytteen oikeaoppinen pakkaus estää näytteen vaurioitumisen kuljetuksessa. Laboratorion tulisi antaa selkeät ohjeet asiakkaalle siitä, miten näyte tulee pakata, suojata ja lähettää. Asiakkaiden olisi hyvä käyttää laboratorion tarjoamia näytteenpostituslaatikoita. Laatikoihin tulisi myös merkitä lähettäjän nimi ja osoite. Tällöin esimerkiksi sähköisen järjestelmän peittäessä näytteen lähettäjä olisi helppo tunnistaa. Näin tehtäessä ei syntyisi tilanteita, jolloin tunnistamaton näyte odottaa laboratoriossa siihen asti, että asiakas ottaa yhteyttä laboratorioon, koska ei ole saanut tuloksia tilaamistaan tutkimuksista.

5.1.2 Seeruminäytteen kulku kohdelaboratoriossa

Tässä työssä seeruminäytteen kulkuprosessin seuranta alkoi siitä hetkestä, kun näyte saapui laboratorioon ja päättyi hetkeen, jolloin tutkimustulokset vastattiin asiakkaalle. Kuviossa 3 on kuvattu seeruminäytteen kulku kokonaisuutena, jolloin myös lähetettävä yksikkö

on otettu mukaan havainnollistamaan näytteen kulkua. Näytelähetysten saavuttua laboratorioon näytteet puretaan, sentrifugoidaan ja lajitellaan. Työssä päätettiin kiinnittää erityistä huomiota näytteiden purku- ja lajitteluprosessiin, jonka havaittiin olevan suurin pullonkaula seeruminäytteiden kulussa laboratorion sisällä. Lisäksi näytteiden purkamisen ja lajittelun työvaihetta on tarkoitus lähitulevaisuudessa uudistaa.



KUVIO 3. Seeruminäytteiden kulku

Näytelähetysten purkaminen ja lajittelu työllistää kaksi työntekijää, joilta kaikkien näytteiden purkaminen ja lajittelu vie keskimäärin 2 tuntia ja 20 minuuttia. Jokainen näytelähetyslaatikko avataan yksitellen ja lähetille etsitään niitä vastaavat näyteputket. Tarvittaessa putkiin kirjataan puuttuvia tietoja ja seeruminäytettä jaetaan toisiin putkiin, jotka siirtyvät eri työpisteille. Toisiaan vastaaville lähetille ja näyteputkille annetaan sama viivakoodi, joka mahdollistaa näytteen tunnistuksen ja tutkimuspyyntöjen siirtymisen tietokoneelta analyysoijalle. Viivakoodin saaneet putket siirretään telineeseen odottamaan sentrifugointia. Lähteet, jotka ovat saaneet viivakoodin siirretään telineen alle, ylösalaisin käännettynä. Kun noin kymmenen seerumiputkea on yhdistetty lähetteen ja viivakooditettu, näytteet sentrifugoidaan. Tämä kestää viisi minuuttia, minkä aikana työntekijät jatkavat näytelähetysten purkamista. Sentrifugoinnin jälkeen näyteputket nostetaan yhteen telineeseen ja lajitellaan siitä eri työpisteille siirrettäviin telineisiin.

Lähetteen tiedot vietään tietokoneelle analyysoijien työpisteiltä. Sähköisen lähetteen tiedot ja tutkimuspyynnöt löytyvät järjestelmästä, jolloin ne täytyy yhdistää ainoastaan

läheteelle annettuun viivakoodiin. Paperille laadittujen läheteiden tiedot viedään tietokoneelle manuaalisesti, käsin kirjoittamalla, ja tehtävät määrytykset haetaan tutkimuspyyntövalikosta. Läheteiden ulkoasu ja niiden sisältämä tietomäärä voi myös vaihdella paljonkin, mikä omalta osaltaan hidastaa läheteiden viemistä ja aiheuttaa vaihtelua prosessiin.

Analysoitavat näytteet asetetaan analysaattorin näytteidensyöttötelineelle joko ennen läheteiden koneelle viemistä tai sen jälkeen. Näytteidensyöttöteline voidaan asettaa sisään analysaattoriin, kun kaikkien sillä olevien näytteiden läheteet on viety järjestelmään. Tällöin analysaattori pystyy tekemään kustakin näytteestä pyydetty määrytykset lukiessaan näytteen viivakoodin, joka vastaa näytteen lähetettä ja siten pyydettyjä määrytyksiä.

Seeruminäytteistä tehtävien määrytysten tulokset näkyvät järjestelmässä sitä mukaa, kun analysaattori saa määrytykset valmiiksi. Usein tulosten vastaus päästään aloittamaan vasta, kun kaikki päivän läheteet on saatu vietyä järjestelmään ja näytteet syötettyä analysaattoriin. Ensimmäisten joukossa puretuista näytteistä siis saatetaan saada tulokset jo alkupäivästä, mutta ne vastataan asiakkaille vasta, kun kaikki näytteet on käsitelty. Usein tulosten vastaus jätetään iltapäivään, jolloin suurin osa tuloksista voidaan vastata kerralla, niin sanotusti omana työvaiheenaan. Näin toimitaan varsinkin päivinä, joina näytemäärät ovat suuria.

5.2 Aineiston keruu- ja analyysimenetelmät

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään selvittämään aineiston lukumääriä ja prosenttiosuuksia, sekä niihin liittyviä kysymyksiä. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla saadaan yleensä kartoitettua nykytilaa tutkimuksen tekoheikellä. Otantatutkimus on perusjoukon otoksesta tehty tutkimus, jonka tavoite on vastata mahdollisimman hyvin perusjoukkoa. (Heikkilä T. 2014.)

Otantatutkimuksen aineistoa voidaan käsitellä taulukoimalla aineisto. Aineistoa ja sen osia on mahdollista kuvata erilaisin tunnusluvuin, joita ovat muun muassa keskiarvo, vaihteluväli ja keskihajonta. Keskiarvo saadaan jakamalla havaintojen summa havaintojen lukumäärällä. Sen tavoite on kuvata koko havaintojoukon keskimääräistä arvoa. Havaintojen vaihteluvälillä tarkoitetaan sitä väliä, jolla havainnot vaihtelevat ja se voidaan

ilmoittaa minimi- ja maksimiarvon avulla. Keskihajonta sen sijaan kertoo, kuinka tutkimuksessa saadut arvot ovat hajaantuneet keskiarvon ympärille. Keskihajonnan asteikko on sama kuin mittauksen asteikko. (Heikkilä T. 2014.)

Kvantitatiivisen tutkimuksen datan käsittelyssä voidaan hyödyntää myös Pearsonin korrelaatiokerrointa (r), jonka avulla selvitetään kahden muuttujan välistä lineaarista riippuvuutta. Korrelaatiokerroin voi saada arvon välillä -1 ja 1 . Negatiivinen korrelaatio kuvaa negatiivista riippuvuutta kahden muuttujan välillä ja positiivinen korrelaatio puolestaan kertoo kahden muuttujan välisestä riippuvuudesta. Jos korrelaatiokerroin saa arvon 0 , muuttujien välillä ei ole lineaarista riippuvuutta. Riippuvuutta voidaan selvittää myös piirtämällä muuttujille hajontakaavio, jossa positiivinen korrelaatio ilmenee nousevana pisteparvena. Korrelaatiokertoimelle lasketaan myös tyypillisesti p -arvo, joka kertoo, kuinka todennäköistä on saada sama tai suurempi korrelaatiokertoimen arvo ilman, että korrelaatiota ilmenee perusjoukossa. Yleisesti $0,05$ suuruista p -arvoa voidaan pitää riittävänä näyttönä perusjoukossa esiintyvistä korrelaatiosta. (Trochim 2006.)

Kohdelaboratorion seeruminäytteen kulkuprosessista päätettiin kerätä tietoa otantatutkimuksena käyttämällä täytettäviä seurantakaavakkeita. Tehdyssä kvantitatiivisessa tutkimuksessa päätettiin mitata eri työvaiheisiin käytettyjä aikoja ja havainnoida seeruminäytteen kulkuun liittyviä vaiheita. Prosessin eri vaiheita kelloitettiin, jolloin saatiin käsitys prosessin nykytilasta ja prosessin eri vaiheiden läpimenoajoista. Työn kokeellinen osuus jakautui kolmeen eri osaan, joissa seurattiin näytelähetysten purkamista ja lajittelua, yksittäisen seeruminäytteen kulkua laboratoriossa ja läheteiden viemistä järjestelmään. Näin pyrittiin saamaan tietoa prosessin pullonkauloista ja kartoittamaan sitä, mistä prosessin hukka syntyy. Lisäksi työntekijät pystyivät kirjaamaan seurantakaavakkeisiin tekijöitä, jotka vaikuttivat prosessin kulkuun. Kokeellisessa osassa kerätty aineisto taulukoitiin ja käsiteltiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, jonka avulla laskettiin muun muassa keskiarvoja.

5.3 Näytelähetysten purkaminen ja lajittelu

Kokeellisen osan painopiste oli näytelähetysten purkamisen ja lajittelun seurannassa, koska tämä oli suurin pullonkaula näytteiden kulussa laboratorion sisällä. Näytelähetysten purkamisesta ja lajittelusta päätettiin kerätä tietoa kellottamalla eri työvaiheita. Tämä toteutettiin seurantakaavakkeen (Liite 1) ja sekuntikellojen avulla. Seurantakaavakkeen

täyttöä ja kellotusta testattiin kahtena päivänä ennen lopullisen seuranta-kaavakkeen ja ohjeen laatimista. Menetelmän ei nähty hidastavan näytelähetysten purkamista merkittävästi. Kellotus päätettiin toteuttaa työntekijöiden täyttämän kaavakkeen avulla myös siksi, että näin voitiin kerätä eri työvaiheista huomattavasti suurempi määrä tietoa, kuin havainnoimalla. Työntekijät saivat seuranta-kaavakkeen täyttöohjeet (Liite 2), joihin he tutustuivat ennen kellotusten ja kaavakkeen täytön aloitusta. Näin pyrittiin välttämään kaavakkeen täyttöön liittyvät epäselvyydet ja tulkintaerot.

5.4 Seeruminäytteiden kulku laboratoriossa

Seeruminäytteen kulkuprosessista laboratoriossa haluttiin tietoa myös kokonaisuutena. Tämän vuoksi valittiin 8 seeruminäytettä, joita seurattiin lähetteen mukaan liitettävän kaavakkeen avulla (Liite 3). Kaavakkeeseen merkittiin sekuntikellon osoittama aika näytteen edetessä eri työvaiheissa. Seurattaviksi näytteiksi valittiin seeruminäytteitä, joista oli pyydetty laboratorion suosituinta tutkimuspakettia. Tällöin seeruminäytteen mukana oli lähetetty myös verinäyte, jonka hyytyminen oli estetty EDTA-liuoksella. Molemmista näytteistä tehtävät määritykset kuuluivat tutkimuspakettiin. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että seeruminäytettä vastaavan lähetteen tiedot vietiin järjestelmään hematologian työpisteeltä ja seeruminäytteen kulkiessa analysaattorille sen mukana siirtyi alkuperäisen lähetteen kopio. Seurattavat näytteet valittiin satunnaisesti näytelähetetyksiä purettaessa ja niiden mukaan liitettiin seuranta-kaavake. Kaikki työntekijät, jotka käsittelivät näytettä tai sille kuuluvaa lähetettä, täyttivät kaavaketta sen kulkiessa prosessin läpi. Työntekijät saivat myös ohjeen (Liite 4) seeruminäytteen seuranta-kaavakkeen täyttöön.

Seurattavista seeruminäytteistä pyydettyt, tutkimuspakettiin kuuluvat tutkimukset tehtiin laboratorion kemian analysaattorilla, joka mittasi nopeimmillaan yhden parametrin kudessa sekunnissa. Tarkasteltavista seeruminäytteistä mitattiin kustakin 26 parametria. Tämä tarkoitti sitä, että analysaattori teki nopeimmillaan tutkimuspakettiin sisältyvät mitaukset 156 sekunnissa (2 min 36 s).

5.5 Läheteiden vieminen järjestelmään

Läheteiden vieminen järjestelmään muodosti toisen pullonkaulan. Tämä johtui siitä, että näytteitä ei voitu syöttää analysaattoriin, ennen kuin niitä vastaavat läheteet oli viety tietokoneelle. Tämän vuoksi myös läheteiden viemiseen käytettyä aikaa haluttiin kellottaa.

Kellotus toteutettiin sekuntikellojen ja täytettävän kaavakkeen (Liite 5) avulla. Kaavakkeessa päätettiin seurata viiden lähetteen järjestelmään viemiseen käytettyä aikaa. Tällöin kellotus ei hidastanut lähetteen viemistä merkittävästi. Lähetettä vietiin koneelle usein enemmän kuin viisi kerrallaan. Tällöin viittä lähetettä kelloittaessa ei tarvinnut jäädä odottamaan, että lähetettä ja näytteitä on kertynyt työpisteelle tarpeeksi. Kaavakkeeseen merkittiin myös lähetteen tyyppi, koska esimerkiksi sähköiset lähetteen, oli huomattavasti nopeampi viedä järjestelmään kuin käsin täytetyt lähetteen.

6 TYÖN SUORITUS

6.1 Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun seuranta

Työ aloitettiin seuraamalla näytelähetysten purkamista ja näytteiden lajittelua. Jokainen työntekijä täytti näytelähetysten purkamisen ja näytteiden lajittelun seurantakaavaketta kahtena työpäivänä työskennellessään näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteellä. Työntekijät saivat seurantakaavakkeen täyttöohjeet ennen kellotusten aloitusta. Sekuntikello laitettiin käyntiin, kun näytelähetysten purkaminen aloitettiin, eikä kelloa pysäytetty ennen kuin purkaminen lopetettiin. Kaavakkeeseen merkittiin ohjeen mukaisesti eri työvaiheiden alku- ja loppuajat niin, että kellon aika otettiin ylös sekunnilleen. Koska kellon annettiin koko ajan käydä, oli mahdollista kellottaa useamman näyte-erän purkamista ja lajittelua saman aikaisesti. Työntekijöiden ei myöskään tarvinnut keskittyä kellon pysäyttämiseen ja ajan nollaamiseen.

Seurantakaavakkeilla saatiin näytelähetysten purkamisesta ja lajittelusta kerättyä tietoa, jonka avulla pystyttiin laskemaan kuhunkin työvaiheeseen keskimäärin käytetty aika. Kaavakkeisiin kirjatut, kellotuskellon osoittamat ajat muunnettiin sekunneiksi ja vähennettiin työvaiheen lopetus ajasta työvaiheen aloitusaika kunkin näyte-erän kohdalla. Kaavakkeen tietoja käsiteltiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, johon kaavakkeen sisältämät tiedot siirrettiin paperisilta lomakkeilta. Kaavakkeen tietojen avulla voitiin tarkastella myös yksittäisiä seeruminäytteitä, koska kaavakkeeseen oli kirjattu näyte-erään kuuluvien näyteputkien tarkka lukumäärä.

Kaavakkeiden tietojen käsittelyn jälkeen voitiin laskea keskiarvo seeruminäytteen purkamiseen ja lajitteluun käytetylle ajalle. Tämä oli mahdollista, kun sentrifugiin siirtyvien näytteiden määrä, purkamiseen ja lajitteluun käytetty aika, sekä sentrifugointiin kulunut aika olivat tiedossa. Tulosten avulla oli mahdollista laskea seeruminäytteen purkamisen ja lajittelun -prosessin arvoa tuottava aika. Purkamisessa käytettiin aikaa myös muiden kuin tarkasteltavien seeruminäytteiden käsittelyyn. Näitä olivat muun muassa ulkomaille lähetettävät näytteet ja hematologian analysaattorille siirtyvät EDTA-verinäytteet. Tuloksissa keskitytään kuitenkin tarkastelemaan vain seeruminäytteen kulkuprosessia.

Arvoa tuottavaksi ajaksi päätettiin laskea seeruminäytteen lajittelun ja purkamisen lisäksi myös sentrifugointi, joka kesti viisi minuuttia. Tähän päädyttiin, koska sentrifugointi on välttämätön työvaihe seeruminäytteen käsittelyssä ennen analyysia. Purkaminen ja lajittelu puolestaan siirsivät seeruminäytettä eteenpäin kohti analysointi vaihetta. Arvoa tuottavaksi ajaksi katsottiin siis aika, jona seeruminäyte jalostui ja siirtyi eteenpäin prosessissa. Kun arvoa tuottava aika oli tiedossa, saatiin tietää myös se, kuinka suuri osa seeruminäytteen purku ja lajitteluvaiheeseen käytetystä ajasta on hukkaa, jolloin näyte odottaa seuraavaan vaiheeseen siirtymistä.

6.2 Seeruminäytteiden kulun seuranta laboratoriossa

Kun purkamisen ja lajittelun työvaiheista oli kerätty haluttu määrä tietoa, aloitettiin yksittäisten seeruminäytteiden seuranta. Ennen kuin näytelähetysten purkaminen aloitettiin, kolme samanlaista sekuntikelloa käynnistettiin yhtä aikaa. Yksi kelloista sijoitettiin näytelähetysten purkupöydälle, yksi hematologian työpisteelle ja yksi analysaattorille, jossa seeruminäytteestä tehtiin tutkimuspakettiin kuuluvat määritykset. Kellot näyttivät samaa aikaa, jolloin seuranta-kaavaketta voitiin täyttää jokaiselta työpisteeltä.

Kaavakkeeseen merkittiin muun muassa näytteen kulku purkamisen ja lajittelun työpisteellä, lähetteen järjestelmään vieminen ja näytteen kulku analysaattorilla. Purkamisen ja lajittelun työpisteellä päätettiin seurata näyte-erää, johon tutkittava näyte kuului. Näin saatiin tarvittava tieto siitä, kuinka kauan näytettä käsiteltiin, ennen sen siirtymistä analysaattorille. Yksittäisen näytteen seuranta ja kellotus purkamisen ja lajittelun työpisteellä ei olisi antanut käyttökelpoisia tuloksia, koska näytteet siirtyivät analysaattoreille vasta, kun koko erä oli saatu lajiteltua.

6.3 Läheteiden järjestelmään viemisen kellotus

Läheteiden järjestelmään viemisen kellotus tehtiin viimeisenä. Kellotus päätettiin tehdä jokaiselta analysaattorityöpisteeltä, joissa läheteitä vietiin tietokoneelle. Jokainen työntekijä täytti kaavaketta kahtena päivänä, jolloin kokeessa oli mukana yhteensä 180 lähetettä. Läheteiden kellotus aloitettiin, kun ensimmäinen lähete otettiin käsittelyyn ja kello pysäytettiin, kun viides lähete saatiin vietyä järjestelmään. Kellotuksista saatujen tulosten perusteella oli mahdollista laskea keskiarvo sille ajalle, joka kuluu yhden lähetteen vie-

miseen järjestelmään. Kaavakkeiden avulla saatiin myös tietoa siitä, kuinka suuri osa laboratorioon tulevista lähetteisistä oli sähköisestä järjestelmästä löytyviä lähetteitä. Vastavasti saatiin tietoa myös siitä, kuinka paljon laboratoriossa käsiteltiin käsin kirjattuja lähetteitä.

7 TULOKSET

7.1 Näytelähetysten purkaminen ja näytteiden lajittelu

Näytelähetysten purkamista ja lajittelu-aikaa kelloitettiin seitsemänä päivänä ja tietoa saatiin 56:sta näyte-erästä, jotka kukin sisälsivät noin 10 seeruminäytettä (ka 10,3). Yhteensä tarkastelussa oli mukana 577 seeruminäytettä. Kellotustuloksista laskettiin jokaisen näyte-erän purkamiseen ja lajitteluun käytetty aika (Liite 7). Yhden näyte-erän keskimääräiset purkamiseen ja lajitteluun käytetyt ajat on esitetty taulukossa 3. Taulukossa on esitetty myös tulosten keskihajonta, jota on merkitty lyhenteellä SD. Tässä tarkastelussa arvoa tuottava aika kuvaa arvon muodostumista näyte-erän näkökulmasta, jolloin painopiste on resurssitehokkuudessa. Tällöin arvoa tuottavaa aikaa on kaikki se aika, jonka työntekijä käyttää näyte-erän purkamiseen ja lajitteluun. Arvoa tuottavana aikana voidaan pitää myös sitä aikaa, jonka seeruminäytteet ovat sentrifugissa.

TAULUKKO 3. Keskimääräisiä näyte-erän käsittelyyn käytettyjä aikoja

Purkaminen	Lajittelu	Sentrifugointi	Koko prosessi	Arvoa
(s)	(s)	(s)	(s)	tuottava (s)
1131	172	300	2173	1603
SD 443	SD 83		SD 711	

Taulukossa esitettyjen arvojen avulla voidaan laskea, kuinka tehokkaasti resursseja hyödynnetään. Tämä lasketaan jakamalla arvoa tuottava aika koko prosessiin käytetyllä ajalla. Arvoa tuottava aika muodostuu purkamiseen, lajitteluun ja sentrifugointiin käytetystä ajasta. Taulukossa 3 esitettyjen tulosten perusteella keskimäärin 74 % siitä ajasta, jonka näyte-erä on purkamisen ja lajittelun työpisteellä, käytetään resursseja sen siirtämiseksi eteenpäin seuraavaan työpisteeseen. Toisin sanoen keskimäärin 26 % siitä ajasta, jonka näyte-erä on purkamisen ja lajittelun työpisteellä, on näyte-erän etenemisen kannalta hukkaa.

Virtaustehokkuuden määrittämiseksi näytelähetysten purkamisen ja lajittelun prosessia on tarkasteltava virtausyksikön eli yksittäisen seeruminäytteen näkökulmasta. Tulokset

yhden seeruminäytteen keskimääräisistä käsittelyajoista on laskettu liitteen 7 arvoja käyttämällä. Keskimääräiset seeruminäytteen käsittelyajat on esitetty alla olevassa taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Keskimääräisiä seeruminäytteen käsittelyyn käytettyjä aikoja

Purkaminen	Lajittelu	Sentrifugointi	Koko prosessi	Arvoa
(s)	(s)	(s)	(s)	tuottava (s)
114	17	300	2173	431
SD 46	SD 7		SD 711	

Tässä tarkastelussa arvoa tuottava aika muodostui yhden seeruminäytteen purkamiseen, lajitteluun ja sentrifugointiin käytetyn ajan summasta. Tällöin yksittäisiä prosessia hidastavia tekijöitä ei oteta huomioon vaan keskitytään tarkastelemaan sitä, kuinka näytteiden käsittely noin 10 seeruminäytteen erissä vaikuttaa prosessiin. Koko prosessiin kulunut aika saatiin laskemalla keskiarvo koko näyte-erän purkamiseen ja lajitteluun käytetylle ajalle.

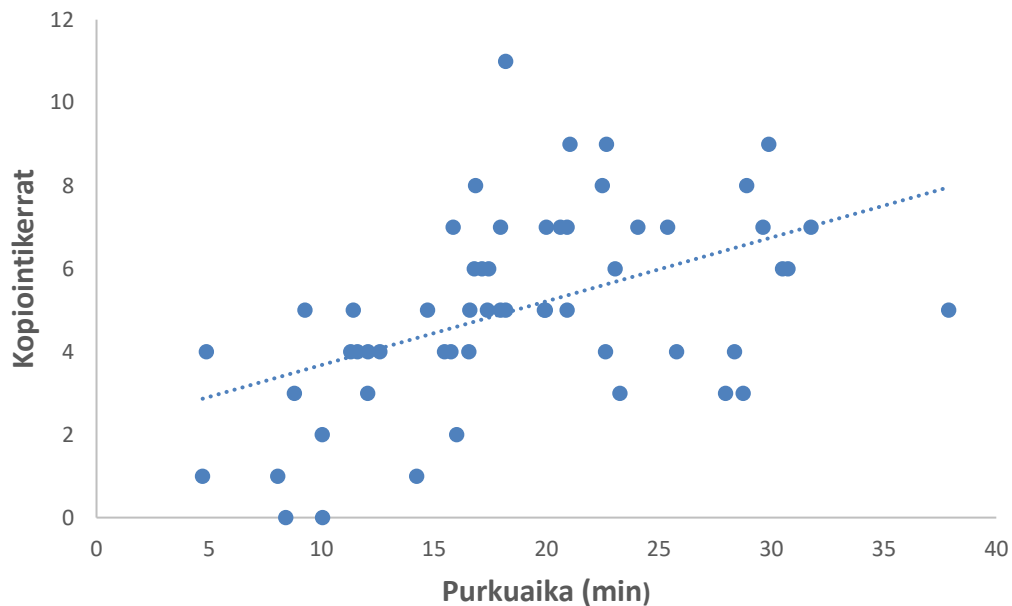
Jotta saataisiin tietää, kuinka suuri osa näytelähetysten purkamiseen ja lajitteluun käytetystä ajasta on arvoa tuottavaa aikaa, virtaustehokkuuden näkökulmasta katsottuna, arvoa tuottava aika täytyy jakaa koko prosessiin käytetyllä ajalla. Tulosten perusteella 20 % näytelähetysten purkamisen ja lajittelun prosessista on arvoa tuottavaa, kun yksittäisiä prosessia hidastavia tekijöitä ei huomioida. Tämä tarkoittaa sitä, että 80 % purkamisen ja lajittelun työvaiheeseen käytetystä ajasta on hukkaa seeruminäytteen virtaustehokkuuden näkökulmasta katsottuna.

Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun seurantaavakkeella kerättiin tietoa myös siitä, kuinka monta kertaa lähetteitä noustiin kopioimaan työpisteeltä näyte-erän purkamisen aikana. Tällä pyrittiin kartoittamaan liikkeen aiheuttamaa hukkaa ja sen vaikutusta näytelähetysten purkamiseen käytettyyn aikaan. Tulokset kopiointien määristä on esitetty taulukossa 5, jossa otoskoko on 56.

TAULUKKO 5. Kopiointikertojen arvoja (n=56)

Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
5	2,3	0	11

Kopiointikertojen vaikutusta purkuaikaan haluttiin tutkia ja seurantaavakkeille kerättyjen tietojen perusteella muodostettiin hajontakaavio (kuvio 4).



KUVIO 4. Kopiointikertojen vaikutus näytelähetysten purkamiseen käytettyyn aikaan

Muuttujien lineaarista riippuvuutta haluttiin selvittää laskemalla Excel-ohjelmalla korrelaatiokerroin. Purkuajan ja kopiointikertojen välillä havaittiin kohtalainen positiivinen korrelaatio ($r = 0,49$, yksisuuntaisen testin p -arvo $< 0,001$).

Työntekijät saivat myös vapaasti kirjata seurantaavakkeille näytelähetysten purkamiseen ja lajitteluun vaikuttavia tekijöitä. Esiin tuodut seikat olivat pääosin näytteiden käsittelyä hidastavia tekijöitä. Näytelähetysten purkua ja näytteiden lajittelua hidastivat muun muassa läheteiden tulostus, lipeemisten näytteiden siirto ultrasentrifugiin, epäselvien tutkimuspyyntöjen selvitys puhelimitse ja oven avaus. Joskus purkamisen ja lajittelun työpisteeltä pakattiin myös ulkomaille lähteviä näytelähettyksiä. Liikehukkaa syntyi myös näytteiden ja tarviketilauskaavakkeiden kuljettamisesta laboratorion sisällä.

7.2 Yksittäisten seeruminäytteiden kulku laboratoriossa

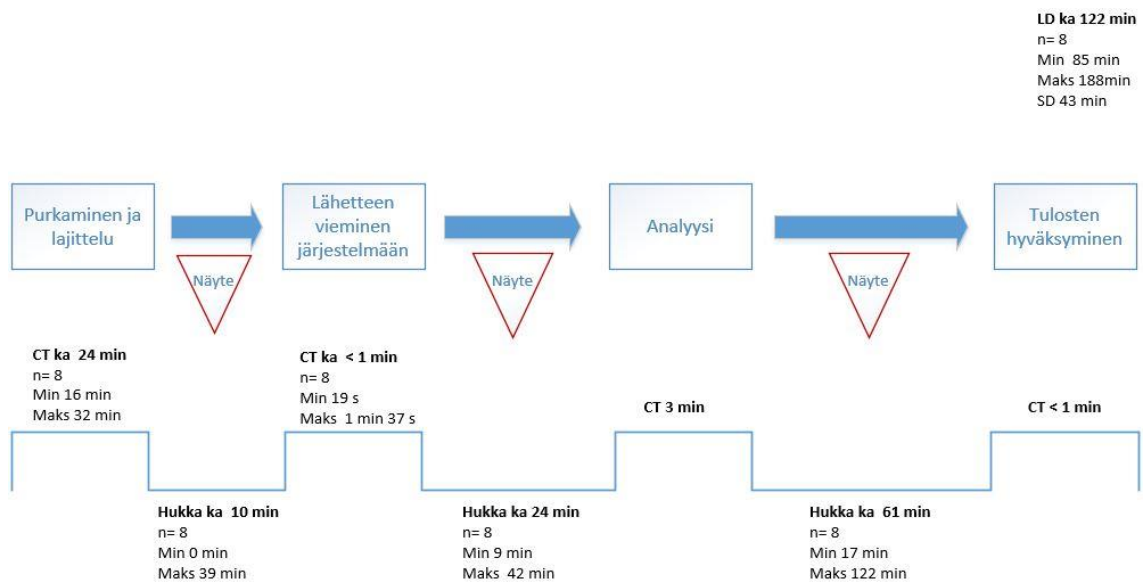
Alla olevassa taulukossa 6 on esitetty kahdeksan seeruminäytteen toisiaan vastaaviin määrittelyihin kulunut aika laboratorion sisällä. Tulokset on saatu seuranta-kaavakkeella kerättyjen tietojen perusteella (Liite 6). Kaikista kahdeksasta näytteestä oli pyydetty laboratorion yleisintä tutkimuspakettia, johon kuului myös hematologian pyyntöjä. Taulukossa 6 esitetyt tulokset koskevat kuitenkin vain seeruminäytteiden määrittelyyn kuluneita aikoja. Aika on määritelty alkamaan siitä, kun näytelähetys purettiin ja päättymään siihen, kun seeruminäytteestä saadut tulokset hyväksyttiin järjestelmään.

TAULUKKO 6. Seeruminäytteiden määrittelyihin kuluneita aikoja laboratoriossa

Näyte	Aika (min)
1	86
2	184
3	137
4	96
5	92
6	84
7	188
8	107
Keskiarvo	122
Keskihajonta	43

Koska haluttiin tutkia erityisesti odotuksesta aiheutuvaa hukkaa seeruminäytteen kuluprosessissa, kaavakkeista saatujen tietojen avulla laskettiin aikoja, jolloin seeruminäyte odotti seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä. Seeruminäytteen kulku päätettiin jakaa neljään prosessin osaan, jotka olivat purkamisen ja lajittelu, lähetteen järjestelmään vieminen, analyysi ja tulosten hyväksyminen. Seeruminäytteen kulkua ja keskimääräisiä odo-

tusaikoja on havainnollistettu arvovirtakaaviossa (kuvio 5). Arvovirtakaaviota luetaan vasemmalta oikealle ja siitä on nähtävissä, kuinka seeruminäyte etenee prosessin osasta toiseen. Kuviosta on myös mahdollista nähdä, miten prosessien osien välille syntyy odotusta ja sen myötä hukkaa.



KUVIO 5. Seeruminäytteen kulkuprosessin arvovirtakaavio

Arvovirtakaavio on laadittu kahdeksan seurannassa olleen seeruminäytteen kellotustulosten ja niistä laskettujen keskiarvojen perusteella. Kaaviossa esitetty CT (Cycle Time) kertoo sen, kuinka kauan seeruminäyte viipyy kussakin prosessin osassa. Kaavion CT luekmat ovat kahdeksan seeruminäytteen keskimääräisiä prosessointiaikoja. Kaaviossa ilmoitetut hukka ajat ovat myös keskiarvoja, joissa on huomioitu kahdeksan seurattun näytteen odotukseen käytettyjen aikojen keskiarvo kussakin odotusvaiheessa.

Arvovirtakaavion oikeasta yläkulmasta on nähtävissä keskimääräinen läpimenoaika, LD (Lead Time). Kahdeksan seurannassa olleen seeruminäytteen perusteella läpimenoajaksi muodostuu 122 minuuttia, joka voidaan ilmoittaa myös jo aikaisemmin taulukossa 6 esitettyinä aikana 2 tuntia ja 2 minuuttia. Kaaviossa ilmoitettu läpimenoaika muodostuu sekä prosessin osiin käytetystä ajasta, että odotuksesta syntyneestä hukasta.

Jokaisen seurattun seeruminäytteen yhteen laskettu ajallinen hukka ja prosentuaalinen hukka ovat nähtävissä taulukossa 7. Myös hukan ajallinen ja prosentuaalinen keskiarvo näkyvät taulukossa.

TAULUKKO 7. Odotuksesta aiheutuva hukka seeruminäytteiden kulkuprosessissa

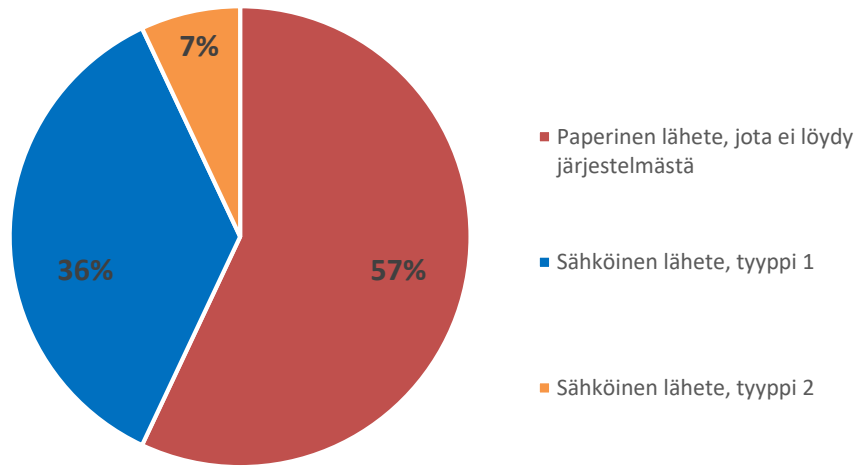
Näyte	Hukka-aika (min)	Hukan osuus koko prosessista (%)
1	65	72
2	169	92
3	109	80
4	83	86
5	68	73
6	68	81
7	178	95
8	89	83
Keskiarvo	104	83
Keskihajonta	46	

Kaikissa hukkaa koskevissa tuloksissa on keskitytty odotuksesta aiheutuvaan hukkaan, joka syntyy näytteen purkamisen ja lajittelun jälkeen. Purkamisen ja lajittelun työvaiheessa esiintyvää hukka on käsitelty aikaisemmissa tuloksissa, eikä sitä ole huomioitu taulukossa 7 esitetyissä hukka-ajoissa. Tuloksia laskettaessa on huomioitu analysaattorin tekemien mittausten kestävän noin kolme minuuttia, mikä on vähennetty odotusajasta. Hukan prosentuaalinen osuus koko prosessissa, näytteen purkamisen ja lajittelun jälkeen, on laskettu jakamalla jokaisen näytteen odotuksesta syntynyt hukka näytteen läpimenoajalla.

7.3 Läheteiden vieminen järjestelmään

Läheteiden käsittelyä kelloitettiin viiden läheteen erissä. Kellotuksessa oli mukana kaikkiaan 180 lähetettä eli yhteensä 36 viiden läheteen erää. Seurantakaavakkeilla kerättiin

tietoa myös lähetetyypeistä, joiden jakautuminen 180 lähetteen otoksessa näkyy kuviossa 6.



KUVIO 6. Lähetetyyppien jakautuminen

Kuvaajasta on nähtävissä, että yli puolet otoksessa mukana olleista lähetteistä on paperisia läheteitä, joiden tiedot on syötettävä järjestelmään manuaalisesti. Loput 43 % otoksessa käsitellyistä lähetteistä on sähköisiä läheteitä, joiden tiedot ovat saatavilla sähköisessä muodossa, jolloin niiden järjestelmään vieminen on huomattavasti nopeampaa.

Seurantakaavakkeilla kerättyjen tietojen perusteella (Liite 8) voitiin laskea keskimääräinen aika, joka kuluu viiden lähetteen tietojen viemiseen järjestelmään. Keskiarvoksi muodostui 3 minuuttia ja 41 sekuntia. Jos halutaan karkeasti arvioida, paljonko yhden satunnaisesti valitun lähetteen tietojen vieminen järjestelmään kestää, voidaan saatu keskiarvo jakaa viidellä. Tällöin tulokseksi saadaan 44 sekuntia.

8 TULOSTEN TARKASTELU JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET

8.1 Seeruminäytteen kulkuprosessi

Virtaustehokkuuden kannalta 80 % purkamisen ja lajittelun työvaiheeseen käytetystä ajasta on hukkaa. Hukka tarkoittaa tässä tapauksessa sitä, että seeruminäyte seisoo pöydällä odottamassa joko sentrifugointia tai lajitteluun pääsyä. Virtausyksikön näkökulmasta katsottuna hukka muodostuu suureksi osaksi siitä, että yksittäinen seeruminäyte ei voi siirtyä eteenpäin prosessissa ennen kuin kaikki näyte-erään kuuluvat näytteet on käsitelty.

Kun tarkastellaan koko näyte-erän kulkua yksittäisen seeruminäytteen sijaan, näytelähetysten purkamisen ja näytteiden lajittelun työpisteellä syntyi hukkaa 26 %. Tämä hukka syntyi suurimmaksi osaksi päällekkäisyydestä, jota muodostuu, kun seuraavan näyte-erän käsittely aloitetaan edellisen erän siirtyessä sentrifugiin. Tällöin lajittelua ei aloiteta heti sentrifugin pysähtyessä, koska keskitytään jo seuraavan näyte-erän purkamiseen. Toisaalta hukkaa voi muodostua myös siitä, että näyte-erän purkaminen keskeytetään edellisen näyte-erän lajittelun ajaksi. Voidaan siis sanoa, että henkilöresurssit ovat koko ajan tehokkaasti käytössä, koska työtä tehdään koko ajan.

Prosessin pullonkaulat voidaan jonojen muodostumisen lisäksi tunnistaa siitä, että niiden jälkeisiin vaiheisiin muodostuu resurssihukkaa. (Modig & Åhlström 2013, 38.) Tämä ilmeni myös kohdelaboratoriossa, jossa analysaattorien työpisteet joutuvat odottamaan aamulla näytteitä. Tämä johtuu siitä, että analysaattoreita ei voida käyttää näytteiden analyysiin ennen kuin näytteet on lajiteltu ja lähetteet käsitelty. Kohdelaboratorion seeruminäytteen kulkuprosessissa on kolme selkeää pullonkaulaa. Nämä ovat näytelähetysten purkaminen ja lajittelu, läheteiden vieminen järjestelmään ja tulosten vastaus asiakkaille. Virtaustehokkuuden kannalta prosessissa syntyvä hukka muodostuu näiden työvaiheiden välille, kun näytteet odottavat pääsyä seuraavaan vaiheeseen. Kaiken kaikkiaan suurin osa seeruminäytteen kulkuprosessiin kuluneesta ajasta laboratorion sisällä on odotusta. Tätä ei koskaan täysin voida välttää, koska kohdelaboratoriossa näytteitä on käsiteltävä erissä.

Arvovirtakaaviosta (Kuvio 5) on nähtävissä, että seeruminäytteiden kulkuprosessia jakautuu neljään prosessin osaan, jotka ovat näytelähetysten purkaminen ja lajittelu, lähetteen vieminen järjestelmään, analyysi ja tulosten vastaus. Kaaviossa ilmoitetut keskimääräiset ajat prosessin eri vaiheille ovat suuntaa antavia. Tämä johtuu pienestä otoksesta ja tulosten suurista keskihajonnoista (taulukko 5 ja taulukko 6), jotka kertovat arvojen suuresta vaihtelusta. Esimerkiksi koko prosessille lasketun keskihajonnan perusteella koko prosessiin kulunut aika poikkeaa keskimäärin 43 minuuttia prosessin keskiarvosta, joka on 122 minuuttia. Tällöin suhteellinen hajonta on 35 %.

Arvovirtakaaviosta on nähtävissä, että suurin odotuksesta aiheutuva hukka seeruminäytteen kulkuprosessissa syntyy analyysin ja tulosten hyväksymisen välisessä vaiheessa. Tällöin hukkaa syntyy keskimäärin 61 minuuttia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että näytteistä saatuja tuloksia ei ehditä hyväksyä samaa tahtia kuin ne valmistuvat. Tulosten vastaukseen kulunut aika määritysten valmistumisesta vaihteli suuresti. Tämä on nähtävissä pitkästä vaihteluvälisestä (17 min – 122 min). Tätä selittää muun muassa näytemäärien vaihtelu ja siitä johtuva analysaattorien työpisteiden epätasainen kuormitus.

Toiseksi eniten hukkaa muodostuu, kun näytteet odottavat pääsyä analyysiin. Tämä kaaviossa esitetty keskimääräinen 24 minuutin hukka lähetteen järjestelmään viemisen ja analyysiin välillä syntyy käytännössä siitä, kun näytteet odottavat niitä edeltävien näytteiden lähetteen viemistä järjestelmään. Lähetteen järjestelmään viemisen ja analyysivaiheen välillä hukkaa syntyi vain kolmen seuratun näytteen kohdalla. Tämä johtui siitä, että viidessä tapauksessa kahdeksasta näytettä vastaava lähete oli jo viety järjestelmään hematologian työpisteeltä ennen seeruminäytteen lajittelua analysaattorille.

Vaihtelulla on kielteinen vaikutus yrityksen kykyyn yhdistää hyvä virtaustehokkuus hyvään resurssitehokkuuteen (Modig & Åhlström 2013, 40). Tämä havaittiin myös kohdelaboratoriossa, jossa seeruminäytteen kulkuprosessi sisälsi runsaasti vaihtelua. Tämä ilmeni suurina eroina esimerkiksi näyte-erien purkamiseen ja lajitteluun käytetyissä ajoissa. Tulosten keskihajonnat näytelähetysten purkamista ja lajittelua koskevissa tuloksissa (taulukko 3 ja taulukko 4) olivat kohtalaisen suuria, mikä osittain selittyy prosessin vaihtelulla. Vaihtelua prosessiin syntyi muun muassa erilaatuisista näytteistä, jotka vaativat erilaista esikäsittelyä.

Tulosten (Liite 7) ja kuvion 4 perusteella lähetteen kopiointikertojen määrä vaihteli paljon. Hajontakaaviosta (kuvio 4) on nähtävissä, että kopiointikerrat eivät ole täysin satunnaisesti jakaantuneita, vaan pisteparvi on jonkin verran nouseva. Tämä kertoo kopiointikertojen positiivisesta yhteydestä purku-aikaan. Positiivinen korrelaatiokerroin kertoo lineaarisesta riippuvuudesta (Trochim 2006). Tästä voidaan päätellä, että kopiointikertojen määrän kasvu selittää jonkin verran näytelähetysten purkuajan kasvua, koska korrelaatiokertoimen arvoksi saatiin 0,49. Toisaalta otoskoko on melko pieni ja muista tekijöistä johtuva vaihtelu voi vääristää tuloksia.

Asioiden uudelleen aloittamista voidaan pitää yhtenä tehottomuuden lähteenä, koska keskeneräisiin töihin palaaminen vaatii luokittelua ja järjestämistä (Modig & Åhlström 2013, 54–55). Tehtävien uudelleen aloittamista tapahtui kohdelaboratoriossa etenkin näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteellä. Kopioinnin lisäksi työ saattoi keskeytyä esimerkiksi epäselvien tutkimuspyyntöjen selvittämisen ajaksi. Yksi vaihtoehto, jolla voidaan vähentää työn keskeytymistä, on jättää epäselvien näytelähetysten käsittely viimeiseksi. Tällöin niiden selvittäminen ei hidasta muiden näytteiden virtausta ja keskeytä purkamista. Toisaalta esimerkiksi kylmälähetykset vaativat nopeaa käsittelyä, jolloin niitä ei voida jättää viimeiseksi.

Seeruminäytteen kulkuprosessin vaiheista näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työvaiheessa on eniten ulkoisista tekijöistä johtuvaa vaihtelua. Tämä prosessin osa jakautui myös useaan pienempään osaprosessiin, joita olivat esimerkiksi näytelähetyslaatikoiden avaus, viivakooditus, sentrifugointi, kopiointi ja näytteiden lajittelu työpisteille. Vaihtelua on mahdollista jonkin verran karsia standardisoimalla näitä työvaiheita. Ajallisesti purkamisen ja lajittelun työvaihe vei kuitenkin vain noin 20 % koko prosessiin käytetystä ajasta. Toisaalta näytteiden purkamisella ja lajittelulla on suuri vaikutus koko seeruminäytteen kulkuprosessiin, koska prosessin alkupäässä tapahtuvat virheet hidastavat koko prosessin kestoa ja teettävät lisätyötä muissa prosessin osissa.

Myös lähetteen vieminen järjestelmään sisälsi vaihtelua, joka johtui erilaisista lähetetyypeistä. Paperisen läheteet, joita ei oltu tehty sähköiseen järjestelmään, vaativat suuremman käsittelyajan kuin sähköiset läheteet. Etenkin käsin kirjoitetut läheteet hidastivat lähetteen käsittelyä erilaisten käsialojen tulkinnan vuoksi. Koska läheteet vietiin järjestelmään analysaattoreiden työpisteeltä, läheteen käsittelevä henkilö joutui tulkitsemaan myös toisen henkilön näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteellä tekemiä

merkintöjä. Jos lähete vietiin koneelle virheellisesti, tämä huomattiin pahimmassa tapauksessa vasta juuri ennen tulosten vastausta.

Tuomisen (2010, 27) mukaan työvaiheissa syntyvää hukkaa voidaan karsia kehittämällä työvaiheeseen liittyviä standardeja. Vaihtelusta syntyvän hukan karsiminen näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteellä kannattaa aloittaa kehittämällä yhdenmukaisia käytäntöjä ja ohjeita työvaiheille. Työpisteelle voidaan tehdä ohjeet siitä, missä erissä näytteet sentrifugoidaan, kuinka tarkasti näytteet nimetään ja lisätäänkö viivakoodit kaikkiin näytelähetysten mukana tulleisiin näytteisiin. Toisaalta suurin osa vaihtelusta syntyy jo lähetävässä yksikössä. Tällöin vaihteluun voidaan vaikuttaa parhaiten tekemällä asiakkaille yhdenmukaiset ja kattavat ohjeet näytteiden lähetyksestä. Nämä ohjeet voivat sisältää esimerkiksi taulukon, josta on nähtävissä haluttuun tutkimukseen soveltuva näyttemateriaali, näytteelle soveltuva näytelähetysputki, näytteen säilymisaika ja tarvittava lähete. Jos ohjeet olisivat laboratorion internetsivustolla, ne voisivat sisältää linkin näytelähetystarvikkeiden tilauslomakkeeseen.

Näytteiden kulkuprosessia voidaan tehostaa siirtymällä mahdollisimman suurelta osin sähköisiin lähetteisiin. Myös läheteiden kopioinnista luopuminen tehostaisi näytteenkulkuprosessia, koska kopiointi ja paperien käsittely teettävät lisätyötä ja pidentävät näytelähetysten purkamisaikaa. Kopioinnin vähentäminen on myös ympäristöystävällistä, koska paperijätettä syntyy vähemmän. Kopioista luopuminen vaatii kuitenkin uudistus-toimenpiteitä, koska tällä hetkellä jokainen analyysoijan työpiste hyväksyy omat tuloksensa läheteen avulla. Tulevaisuudessa voitaisiin harkita vaihtoehtoa, jossa kaikki tulokset hyväksyttäisiin yhdeltä työpisteeltä. Alkuperäinen lähete on mahdollista kopioinnin sijaan skannata kansioon, josta se olisi helposti nähtävissä analyysoijien tietokoneella. Työpisteeltä toiselle siirtyvät näytteet voidaan merkitä nykyiseen tapaan värikoodilla tai asettaa täysin omille näytteensyöttölineille, jolloin tiedetään, että kaikki kyseisellä telineellä olevat näytteet siirtyvät toiselle analyysoijalle. Tällöin kopioidun läheteen ja näytteen työpisteeltä toiselle siirtämisen sijasta voidaan siirtää vain näytteitä.

8.2 Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteen uudistaminen

Näytelähetysten purkamista ja lajittelua ollaan tulevaisuudessa uudistamassa kohdelaboratoriossa. Suunnitteilla on ollut, että näytelähetysten purkajat vievät myös kaikki läheteet laboratorion tietojärjestelmään. Tällöin analyysoijien käyttäjien ei tarvitse käyttää

aikaa lähetteen viemiseen. Tällä pyritään mahdollistamaan näytteiden tasaisempi virtaus. Myös tulosten hyväksymiselle jäisi paremmin aikaa. Uudistuksen taustalla on tavoite tehostaa näytteiden käsittelyä ja yhdenmukaistaa samaan konserniin kuuluvien laboratorioden työtapoja.

Tuomisen (2010, 27) mukaan liikkeet, jotka eivät luo virtausyksikölle lisäarvoa ovat hukkaa. Kun tarkastellaan seeruminäytteen kulkuprosessia virtaustehokkuuden näkökulmasta, näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työvaihe on järkevää sulauttaa lähetteen käsittelyn työvaiheeseen. Tällöin yksi näyte-erä voidaan käsitellä yhdellä työpisteellä mahdollisimman valmiiksi niin, että se voidaan siirtää suoraan analysaattoriin. Kyseinen uudelleen järjestely yhdenmukaistaisi laboratorion sisällä tapahtuvaa seeruminäytteen kulkuprosessia. Uudistus vähentäisi myös päällekkäisyyttä, joka johtuu useiden näyteerien käsittelystä samanaikaisesti.

Uudistuksen myötä pullonkaulat ja odotusjaksot todennäköisesti vähentyvät. Uudistuksen jälkeen lähetteen vie järjestelmään sama henkilö, joka on purkanut ja viivakoodittanut näytteen. Tällöin tulkintaerot lähetteelle kirjattavissa merkinnöissä vähenevät, eikä purkamisessa syntyneitä virheitä siirretä yhtä helposti eteenpäin muille työpisteille. Toisaalta tämä vaatii myös investointeja ja resurssien keskittämistä enemmän purkamisen ja lajittelun työpisteelle.

Näytelähetysten purkamisen ja lajittelun kellotustulosten perusteella noin kymmenen sentrifugoitavan näytteen erän käsittely kestää keskimäärin 2173 sekuntia, joka on pyöristettynä 36 minuuttia. Tällä hetkellä näytelähetysten purkamisen ja lajittelun työpisteellä työskentelee kaksi henkilöä, joten karkeasti arvioituna 20 sentrifugoitavan näytteen läpivirtaus tällä työpisteellä kestää noin 36 minuuttia. Jos lähetteet viedään järjestelmään purkamisen ja lajittelun työpisteeltä, se on virtauksen kannalta tehokkainta tehdä sinä aikana, kun näytteet ovat sentrifugissa. Sentrifugointi kestää viisi minuuttia, mistä voidaan asettaa myös lähetteen järjestelmään viemisen tavoite ajaksi viisi minuuttia yhtä sentrifugoitavaa näyte-erää kohden.

Kun tarkastellaan lähetteen järjestelmään viemisen kellotuksesta saatuja tuloksia, on keskimääräinen yhden lähetteen viemiseen käytettävä aika 44 sekuntia. Tällöin viisi minuuttia eli 300 sekuntia voidaan jakaa keskimääräisellä yhden lähetteen viemiseen käytetyllä ajalla. Tulokseksi saadaan, kuinka monta lähetettä ehditään viedä järjestelmään

sentrifugoinnin aikana. Tämän perusteella sentrifugoinnin aika ehdittäisiin viedä järjestelmään keskimäärin kuusi lähetettä, kun huomioidaan, että aikaa kuluu myös tietokoneelle siirtymiseen. Näytelähetyksiä on tehokkainta purkaa noin kuuden näytteen erissä tai niin, että järjestelmään vietäviä lähetettä on kuusi, kun näytteet siirretään sentrifugiin.

Jos resursseja saadaan keskitettyä niin, että purkamisen ja lajittelun työpisteellä työskentelee kolme henkilöä, noin 18 sentrifugoitavan näytteen purkamiseen kuluvalle ajalle voidaan laskea karkea arvio taulukossa 4 ja 5 esitettyjen tulosten perusteella. Tulosten perusteella 18 sentrifugoitavan näytteen purkaminen, lajittelu ja näytteitä vastaavien lähetteen vieminen järjestelmään veisi kolmelta henkilöltä noin 18 minuuttia. Kun tulosta verrataan nykytilan arvioon, jonka mukaan noin 20 näytteen purkaminen ja lajittelu, johon ei sisälly lähetteen viemistä järjestelmään, kestää 36 minuuttia voidaan sanoa, että suunnitellun muutoksen pitäisi tehostaa näytteiden kulkua laboratorion sisällä. Tämä on kuitenkin vain suuntaa antava arvio, joka on laskettu nykytilanteen keskiarvojen perusteella, eikä se sisällä muutoksien mukanaan tuomia uusia muuttujia. Voidaan olettaa, että uudistuksen myötä näytelähetyksen purkamisen ja lajittelun työpisteen odotuksesta aiheutuva hukka vähenee, kun näyte-erät käsiteltäisiin kerrallaan alusta loppuun. Uudistuksen toimivuus edellyttää sitä, että purkamisen ja lajittelun sekä lähetteen käsittelyn työpisteellä työskentelee päivittäin kolme henkilöä.

Näytelähetyksen purkamisen ja näytteiden lajittelun työpisteen uudistaminen vaatii henkilöresurssien keskittämisen lisäksi myös muita investointeja. Kun työpisteellä työskentelisi kahden henkilön sijasta kolme henkilöä, tarvitaan myös kolme sentrifugia nykyisen kahden sijaan. Myös tietokoneita on oltava kolme ja ne on sijoitettava aivan purkupöydän viereen. Tällöin lähetteen vieminen tietojärjestelmään sentrifugoinnin aikana on sujuvaa. Uudet viivakoodit, jotka pysyvät paremmin kiinni näyteputkissa ja joissa on enemmän samaa numerosarjaa vastaavia koodeja, mahdollistaisivat sen, että jokainen näytelähetykseen kuuluva näyte voidaan koodittaa.

9 POHDINTA

Kohdelaboratoriossa analysoitavien seeruminäytteiden kulkuprosessin nykytilan kartoitus antoi kokonaiskuvan prosessista ja prosessin osien vaikutuksista toisiinsa. Kokeellisessa osassa toteutetut kellotuskokeet paljastivat prosessin pullonkaulat ja ajallisen hukkan, joka syntyi suurimmaksi osaksi odotuksesta. Seeruminäytteen kulkuprosessin seurannan perusteella voidaan sanoa, että suurin prosessia hidastava tekijä kohdelaboratoriossa on vaihtelu. Vaihtelua selittää omalta osaltaan kohde laboratorion erikoisala ja laboratorion hyvin monipuolinen tutkimusvalikoima. Erilaisten näytteiden ja tutkimuspyyntöjen käsittely vaatii aikaa, eikä työtä ole mahdollista standardisoida täysin.

Laboratoriossa hukkaa syntyi niin näytteiden purkamisen ja lajittelun työvaiheessa kuin analysaattorien työpisteelläkin. Virtaustehokkuuden näkökulmasta noin 80 % seeruminäytteen purkamisen ja lajittelun prosessiin käytetystä ajasta oli hukkaa. Myös seeruminäytteen kulkuprosessissa purkamisen ja lajittelun jälkeen syntyvän hukkan osuus oli keskimäärin yli 80 %. Luotettavien tutkimustulosten saamiseksi otoskoon on oltava tarpeeksi suuri ja otoksen on oltava edustava (Heikkilä 2014). Seeruminäytteen kulkuprosessin tarkastelussa keskityttiin seuraamaan vain kahdeksaa seeruminäytettä, joista oli pyydetty laboratorion yleisintä tutkimuspakettia. Tällöin otos ei edusta koko perusjoukkoa ja tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavina, koska otoskoko on hyvin pieni. Myös keskihajonnat yksittäisten seeruminäytteiden kulkua koskevissa tuloksissa ovat suuria. Tämä kertoo vaihtelun lisäksi siitä, että luotettavien tulosten saamiseksi otoskoon pitäisi olla suurempi.

Vaihtelun karsiminen kohdelaboratoriossa tulee olemaan tulevaisuudessa haastavaa, koska vaihtelua syntyy niin ulkoisista kuin sisäisistäkin tekijöistä. Esimerkiksi resurssien lisääminen pienessä laboratoriossa satunnaisten näytemäärissä syntyvien piikkien vuoksi ei ole kannattavaa. Sisäistä vaihtelua on kuitenkin mahdollista karsia muillakin toimenpiteillä kuin resurssien lisäämisellä. Esimerkiksi ylimääräisten kopioiden otosta luopuminen voisi helpottaa näytteiden käsittelyprosessia. Myös usean työn yhtäaikainen tekeminen hidastaa prosessia kokonaisuudessaan, kun monta tehtävää on yhtä aikaa keskeneräisenä. Kuhunkin työvaiheeseen palaaminen vie oman aikansa, kun on muisteltava, mitä on viimeksi tehty. Ihanne tilanteessa yksi henkilö voi tehdä yhden työvaiheen alusta lop-

puun ilman keskeytyksiä. Tehokkuutta voidaan lisätä myös joustavuutta kehittämällä. Ta-
voitteena on tällöin resurssien keskittäminen joustavasti kohteisiin, joissa työtä kullakin
hetkellä on.

Opinnäytetyön perusteella Lean-toimintamalleja on mahdollista soveltaa kohdelaborato-
rioon ja olemassa olevaa hukkaa karsia, vaikka seeruminäytteiden täydellistä virtausta
onkin mahdotonta saavuttaa. Lähitulevaisuudessa toteutettavalla näytteiden purkamisen
ja lajittelun uudistus on mahdollista vaikuttaa muun muassa siihen, että purettavat ja laji-
teltavat näytteet siirtyvät purkamisen ja lajittelun työpisteeltä nopeammin eteenpäin ana-
lyysivaiheeseen. Töiden uudelleenjärjestely vaikuttaa myös näytteiden virtaukseen muu-
alla laboratoriossa, kun tulosten hyväksymiselle ja näytteiden kulun seuraamiselle jää
analysaattorien työpisteellä enemmän aikaa. Toisaalta uudistus tuo mukanaan myös haas-
teita. Esimerkiksi laboratorion työpisteiden ja laitteiden uudelleensijoittelu täytyy toteut-
taa niin, että liikehukka ei lisääny. Myös työergonomiaan ja tavaroiden sijoitteluun eten-
kin purkupaikalla on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta työ on sujuvaa eikä tavaroita
tarvitse etsiä tai kurkotella.

Ortizin (2006, 2) mukaan organisaatioiden on usein helpompi tehdä parannuksia ja muu-
toksia prosessiin kuin pysyä parannetuissa malleissa. Tämän vuoksi myös kohdelabora-
toriossa olisi hyvä käydä tasaisin väliajoin yhteisesti läpi uudistusten ja tehostamistoi-
menpiteiden hyötyjä ja niistä mahdollisesti aiheutuvia ongelmia. Näin tehtäessä myöskin
näytteiden kulkuun liittyvät ongelmat tulisivat nopeasti esiin ja niitä voitaisiin lähteä rat-
kaisemaan. Tällöin noudatettaisiin Lean-filosofian tarjoamaa jatkuvan parantamisen kaa-
vaa, jolloin jokainen työntekijä havainnoi prosessin toimivuutta ja ongelmat tuodaan hel-
posti esille. Ongelmia on hyvä lähteä ratkaisemaan mahdollisimman nopeasti esimerkiksi
kokeilumuotoisesti, tekemällä pieniä parannuksia työpisteillä.

Tuomisen (2010, 25) mukaan prosessihukkaa voidaan välttää analysoimalla prosessin
kulkua ja tutkimalla prosessivaiheiden liittymistä toisiinsa. Tämän perusteella voidaan
sanoa, että opinnäytetyöstä on hyötyä kohdelaboratoriolle, koska se paljastaa seerumi-
näytteiden kulkuprosessin kaikki vaiheet, jotka on otettava huomioon hukkaa karsitta-
essa. Opinnäytetyöstä on apua myös tulevaisuudessa, kun näytteiden käsittelyprosessia
uudistetaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää näytteen kulun eri työvaiheisiin käytettyjä aikoja, jotka on esitetty taulukoissa 5, 4 ja 6, sekä kuviossa 5. Lisäksi opinnäytetyön tarkoituksena oli tarjota ehdotuksia siihen, miten näytteiden käsittelyn uudistaminen voidaan toteuttaa. Opinnäytetyön perusteella purkamisen ja lajittelun työpisteelle suunnitellut uudistukset ovat virtaustehokkuutta lisääviä ja lähetteen vieminen purkamisen ja lajittelun työpisteeltä mahdollistaa näytteen tehokkaamman kulun laboratorion sisällä. Tämä edellyttää resurssien uudelleenkeskittämisen lisäksi sitä, että näytteet puretaan tarpeeksi pienissä erissä ja lähetteen viemään järjestelmään sentrifugoinnin aikana.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että opinnäytetyö vastaa sille asetettuun tavoitteeseen ja kuvaa kohdelaboratorion seeruminäytteen kulkuprosessin vaiheita ja niiden välisiä liitoksia. Tulevaisuudessa Lean-menetelmiä on mahdollista soveltaa kohdelaboratorion kaikkien näytteen ja yksittäisten työpisteiden prosessianalyyseissa. Opinnäytetyössä käytettyjä seuranta-kaavakkeita on myös mahdollista muokata niin, että niitä voidaan käyttää esimerkiksi laboratoriossa analysoitavien EDTA-verinäytteen kulkuprosessin seurannassa.

LÄHTEET

Alukal G. & Manos G. 2006. Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements. Milwaukee: ASQ Quality Press.

Arzoumanian L. Tech Talk. BD. Vol. 2 No.3/2003

Campos J. 2012. Lean lab in action. Medical Laboratory Observer. Luettu 5.3.2017. <https://www.mlo-online.com/lean-lab-in-action.php>

Foreback C. C. 2014. Lean Thinking in the Medical Laboratory. CLP. Luettu 4.3.2017. <http://www.clpmag.com/2014/07/lean-thinking-medical-laboratory/>

Heikkilä T. 2014. Tilastollinen tutkimus: Kvantitatiivinen tutkimus. Helsinki: Edita Publishing Oy. Verkkomateriaali. Luettu 9.2017. <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

HUS. Uutishuone: HUS kehittää toimintaansa Lean-menetelmällä. 2014. Luettu 4.3.2017. <http://www.hus.fi/hus-tietoa/uutishuone/Sivut/HUS-kehitt%C3%A4%C3%A4-toimintaansa-Lean-menetelm%C3%A4ll%C3%A4.aspx>

Kaneko J. 2980. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 3. painos. Academic Press.

Lean Enterprise Institute, Inc. What is Lean. Luettu 20.2.2017. <http://www.lean.org/WhatsLean/>

Lippi G.; Salvagno G.; Montagnana M.; Brocco G. & Cesare G. Influence of hemolysis on routine clinical chemistry testing. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine 4(3):311-316

Lippi G.; Chance, J. J.; Church S.; Dazzi P.; Fontana, R.; Giavarina D.; Grankvist K.; Huisman W.; Kouri T.; Palicka V.; Plebani M.; Puro V.; Salvagno G. L.; Sandberg, S.; Sikaris K.; Watson, I.; Stankovic A. K. & Simundic A. 2011. Preanalytical quality improvement: from dream to reality. Clin Chem Lab Med. 49 (7): 1113–1126

Minitab Inc. 2016. Creating a Value Stream Map. Luettu 27.4.2017. <http://support.minitab.com/en-us/quality-companion/3/getting-started/creating-a-value-stream-map/>

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean. 2. Painos. Tukholma: Rhelogica Publishing.

Nikolac N. 2014. Lipemia: causes, interference mechanisms, detection and management Biochem Med. (Zagreb) 24(1): 57–67.

Ortiz C. A. 2006. Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. CRC Press: Taylor & Francis Group.

Piirainen A. 2014. Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. Luettu 31.3.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>

Rother M. & Shook J. 2003. Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda. Cambridge MA USA: Lean Enterprise Institute

Simon E. 2016. The Equation of Lean. Lean Competency system. Luettu 14.3.2017.
<http://www.leancompetency.org/lcs-articles/the-equation-of-lean/>

Trochim W.M.K. 2006. Social Research Methods: Correlation. Luettu 23.4.2017.
<https://www.socialresearchmethods.net/kb/statcorr.php>

Tuominen K. 2010. Tehoa ja laatua hukun vähentämiseen. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy

Virtual Amrita Laboratories Universalizing Education. 2011. Collection of Serum from Blood. Luettu 20.2.2017. <http://vlab.amrita.edu/?sub=3&brch=69&sim=196&cnt=1>

Väisänen J. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Luettu 20.4.2017.
<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyoeckalu/>

LIITTEET

Liite 1. Purku- ja lajitteluajan seuranta-kaavake

Aloitus klo	Sentrifugiin klo	Putkien lkm	Laatikoiden lkm	Kopiointien lkm	Lajittelun aloitus klo	Lajittelun lopetus klo	Huomioitavaa

Purku- ja lajitteluajan seuranta-kaavake (aika/näyte-erä)

Liite 2. Purku- ja lajitteluajan seuranta- ja täyttöohje

Näin täytät purku- ja lajitteluajan seurantataulukkoa

- Purkuaikaa halutaan mitata näyte-erä kohtaisesti eli niille näytteille, jotka menevät sentrifugiin yhtä aikaa (noin 10 näyteputkea)
- Kohtaan ”**Aloitus klo**” kirjataan se kellon osoittama aika, jolloin näyte-erän ensimmäisen lähetyslaatikon avaaminen aloitetaan
- Kohtaan ”**Sentrifugiin klo**” merkitään se kellon osoittama aika, jolloin näyte-erän putket ovat sentrifugissa ja kansi suljetaan.
- Kohtaan ”**Putkien lkm**” kirjataan näyte-erään kuuluvien putkien lukumäärä, eli montako putkea sentrifugiin laitetaan yhtä aikaa
- Kohtaan ”**Laatikoiden lkm**” kirjataan se, kuinka monta laatikkoa avattiin näyte-erää purettaessa
- Kohtaan ”**kopiointien lkm**” kirjataan ne kerrat, kun näyte-erää purettaessa nousee ottamaan kopioita (voidaan tehdä esim. tukkimiehen kirjanpidolla)
- Kohtaan ”**Lajittelun aloitus**” kirjataan se kellon osoittama aika, jolloin näyte-erään kuuluvia putkia aletaan nostaa sentrifugista yhteen telineeseen lajittelua varten. Jos lajittelu aloitetaan niin, että seuraavan näyte-erän purku jää kesken, merkitään kellonajan perään symboli **X**
- Kohtaan ”**Lajittelun lopetus**” kirjataan se kellon osoittama aika, jolloin kaikki näyte-erän putket on lajiteltu oikeisiin telineisiin (kellon-aika otetaan ylös purkupisteellä, telineiden viemistä analysointireille ei tarvitse huomioida)
- Kohtaan ”**Huomioitavaa**” kirjataan purkuaikaan vaikuttavia ylimääräisiä tekijöitä kuten puhelut, oven avaaminen, purku paikalta poistuminen jne.

Liite 3. Seeruminäytteen seuranta-kaavake

Yksittäisen näytteen seuranta-kaavake

Seurattavan näytteen viivakoodi:

Purku

Näytteen purku klo	Sentrifugoin klo	Lajittelun aloitus klo	Lajittelun lopetus klo

Lähetteen vieminen

Lähetteen vieminen alkaa klo	Lähetteen vieminen päättyy klo	Provet-lähete	KliniQ-lähete	Käsintehty lähete

Liite 3

Näytteen kulku analysointilaboratoriossa

Näyte analysointilaboratorioon klo	Tulosten vastaus/hyväksyminen klo

Liite 4. Seeruminäytteen seuranta-kaavakkeen täyttöohje

Ohje seeruminäytteen seuranta-kaavakkeen täyttöön

Purku

- Kohtaan ”**Näytteen purku**” kirjataan kellon osoittama aika sillä hetkellä, kun tarkasteltava näyte puretaan ja läheteeltä luetaan pyyntö
- Kohtaan ”**Sentrifugiin**” kirjataan kellon osoittama aika sillä hetkellä, kun tarkasteltava näyte siirtyy sentrifugiin ja kansi suljetaan
- Kohtaan ”**Lajittelun aloitus**” kirjataan kellon osoittama aika hetkellä, kun näyte-erän näytteitä, joihin tarkasteltava näyte kuuluu, aletaan nostaa sentrifugista
- Kohtaan ”**Lajittelun lopetus**” kirjataan kellon osoittama aika sillä hetkellä, kun tarkasteltava näyte sekä muut saman näyte-erän näytteet on lajiteltu oikeisiin telineisiin

Lähetteen vieminen

- Kohtaan ”**Lähetteen vieminen alkaa**” kirjataan kellon osoittama aika sillä hetkellä, kun tarkasteltavaa näytettä vastaava lähete otetaan käsittelyyn
- Kohtaan ”**Lähetteen vieminen päättyy**” kirjataan kellon osoittama aika hetkellä, jolloin lähete ja sen sisältämät tiedot on viety koneelle ja testit tilattu
- Lähetteen tyyppi merkitään kaavakkeeseen symbolilla **X**

Näytteen kulku analysaattorilla

- Kohtaan ”**Näyte analysaattoriin**” kirjataan kellon osoittama aika hetkellä, kun tarkasteltava seeruminäyte laitetaan sisään analysaattoriin
- Kohtaan ”**Tulosten vastaus/hyväksyminen**” kirjataan kellon osoittama aika sillä hetkellä, kun kaikki tarkasteltavaa seeruminäytettä koskevat tulokset on saatu vastattua/hyväksytyä
-

Liite 5. Kaavake ja ohje läheteiden järjestelmään viemiseen

Läheteiden vieminen

- Tavoitteena on kellottaa kerrallaan **viiden** läheteen koneelle vieminen
- Kello laitetaan käyntiin, kun läheteiden vieminen alkaa ja pysäytetään, kun läheteiden vieminen päättyy
- Taulukkoon merkitään kulunut aika ja kuinka monta Provet-, Kliniq- ja käsintehtyä lähetettä viiden läheteen sarjaan kuului
- Kaikki läheteet, joista tiedot vietään koneelle käsin, luetaan käsintehtyihin läheteisiin

Aika	Provet läheteiden lkm	Kliniq läheteiden lkm	Käsintehtyjen läheteiden lkm

Liite 6. Seeruminäytteiden seurannan tulokset

2 (1)

TAULUKKO 8. Seeruminäytteiden seurannan tulokset

Näyte	Purku ja lajittelu (s)	Sentrifugiin (s)	Lajittelu alkaa (s)	Lajittelu päättyy (s)
1	5724	6282	6606	6702
2	1238	2399	2990	3162
3	6518	7180	7860	7955
4	1064	1840	2255	2373
5	3020	3635	4200	4293
6	5200	6112	6669	6800
7	3577	4638	5310	5435
8	8215	8513	9226	9300

TAULUKKO 9. Seeruminäytteen seurannan tulokset

Näyte	Lähetteen vieminen alkaa (s)	Lähetteen vieminen päättyy (s)	Näyte analysaattoriin (s)
1	9047	9101	9660
2	1920	1961	4820
3	9228	9257	10150
4	1645	1666	4920
5	5275	5294	7200
6	5965	5995	7840
7	3950	3989	7320
8	9059	9156	10150

TAULUKKO 10. Seeruminäytteiden seurannan tulokset

Näyte	Vastaus (s)	Koko prosessi (s)	Purun ja lajittelun työvaihe kesto (s)	Lähetteen vieminen järjestelmään kesto (s)
1	10858	5134	978	54
2	12300	11062	1924	41
3	14712	8194	1437	29
4	6810	5746	1309	21
5	8550	5530	1273	19
6	10270	5070	1600	30
7	14837	11260	1858	39
8	14657	6442	1085	97

TAULUKKO 11. Seeruminäytteen seurannan tulokset

Näyte	Hukka lajittelun jälkeen (s)	Hukka lähetteen viemisen jälkeen (s)	Hukka ennen tulosten vastausta (s)
1	2345	559	1198
2	0	2859	7480
3	1273	893	4562
4	0	3254	1890
5	982	1906	1350
6	0	1845	2430
7	0	3331	7517
8	0	994	4507

Liite 7. Purkamisen ja lajittelun työvaiheen kellotusten tulokset

2 (1)

TAULUKKO 12. Purkamisen ja lajittelun työvaiheen kellotustulokset

Erä	Putket lkm	Laatikot lkm	Kopiot lkm	Koko pro- sessi (s)	Purku (s)	Lajittelu (s)
1	10	8	5	2362	1197	133
2	10	6	6	1624	1008	145
3	8	4	4	1325	293	116
4	7	1	4	1639	696	94
5	8	7	3	1399	723	64
6	7	5	5	2141	1255	209
7	10	6	2	1284	602	323
8	10	6	8	3237	1734	112
9	18	11	9	1853	1263	191
10	11	7	4	2175	993	129
11	10	7	4	1469	945	121
12	12	11	5	1470	996	105
13	9	5	7	2420	1255	80
14	12	4	7	2313	1523	169
15	11	8	0	1641	603	157
16	9	9	4	1524	724	131
17	16	3	3	1484	528	169
18	10	7	4	1569	756	106
19	10	5	5	1399	556	244
20	6	2	1	903	483	81
21	10	7	3	3200	1725	183
22	13	5	5	1711	1195	216
23	10	11	9	2523	1360	175
24	10	7	5	2758	2273	128
25	7	7	5	1130	685	65
26	11	6	4	2354	1547	201
27	10	6	6	3712	1844	291
28	11	7	3	3409	1678	172
29	8	7	3	2623	1396	151
30	9	5	1	2552	854	149
31	10	5	6	1990	1383	210
32	4	1	1	830	283	73
33	10	15	9	3135	1793	217
34	12	9	7	3044	1200	329
35	10	11	7	2962	1444	232
36	16	7	7	2483	1078	223
37	11	8	6	2036	1046	237
38	3	4	0	902	505	34
39	11	6	6	3115	1830	140
40	9	3	7	2737	1906	139

Erä	Putket lkm	Laatikot lkm	Kopiot lkm	Koko pro- sessi (s)	Purku (s)	Lajittelu (s)
41	10	7	4	3192	1702	117
42	10	6	4	2711	1358	146
43	12	4	5	1587	1091	167
44	10	1	2	1575	961	75
45	10	5	7	2601	951	435
46	11	5	7	3433	1237	256
47	10	9	7	2837	1778	188
48	4	2	4	1917	678	54
49	12	7	8	1967	1349	291
50	12	6	4	1973	928	151
51	15	7	5	2231	883	116
52	13	3	5	2599	1043	376
53	13	8	6	2440	1028	186
54	14	5	5	1790	1078	323
55	10	6	11	2071	1091	214
56	12	7	8	2306	1011	98

Liite 8. Läheteiden käsittelyn kellotusten tulokset ja lähetetyyppien jakaantuminen

TAULUKKO 13. Läheteiden käsittelyn kellotustulokset

Lähetteen käsittely (s)	Sähköinen lähete 1	Sähköinen lähete 2	Käsin laadittu lähete
258	3	0	2
271	1	0	4
185	2	2	1
221	1	0	4
129	5	0	0
243	0	1	4
189	0	1	4
209	0	1	4
327	3	0	2
161	5	0	0
306	0	1	4
281	1	0	4
108	5	0	0
189	2	0	3
181	1	0	4
206	1	0	4
164	3	0	2
175	0	0	5
153	3	0	2
269	1	0	4
295	2	0	3
167	5	0	0
270	2	0	3
316	0	1	4
155	3	0	2
159	3	1	1
250	1	1	3
193	0	1	4
231	2	0	3
288	1	0	4
258	3	0	2
230	2	0	3
193	1	1	3
234	1	1	3
259	1	0	4
230	1	1	3