



Kliiniset laboratoriot ja kestävä kehitys

Kirjallisuuskatsaus

Henna-Kaisa Meriläinen

OPINNÄYTETYÖ
Syyskuu 2022

Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma

MERILÄINEN, HENNA-KAISA:

Kliiniset laboratoriot ja kestävä kehitys – Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 15 sivua

Syyskuu 2022

Terveydenhuollon toimintayksiköiden toiminnasta syntyy paljon ympäristövaikutuksia, jotka edistävät ilmastonmuutosta ja vaikuttavat negatiivisesti ihmisten hyvinvointiin. YK:n kestävän kehityksen tavoitteet pyrkivät turvaamaan tuleville ja nykyisille sukupolville hyvän elämän edellytykset. Terveydenhuollon kestävän kehityksen edistämisestä yleisesti löytyy paljon tutkimustietoa, mutta kliiniset laboratoriot ovat jääneet tässä vähemmälle huomiolle.

Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään, mitä keinoja kirjallisuudessa esitetään kestävän kehityksen edistämiseksi ja toiminnan ympäristövaikutusten vähentämiseksi kliinisissä laboratorioissa. Tarkoituksena oli lisätä ymmärrystä, miten kestävä kehitys tulisi huomioida kliinisissä laboratorioissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen kirjallisuudessa esiintyviä keinoja kestävän kehityksen edistämiseksi kliinisissä laboratorioissa. Menetelmänä toimi kirjallisuuskatsaus.

Systemaattisessa kirjallisuushaussa löytyi 475 julkaisua, joista aineistoksi valittiin 18 sekä yksi lisäartikkeli. Aineistosta löytyi monenlaisia keinoja kliinisten laboratorioden kestävän kehityksen parantamiseksi. Nämä keinot liittyivät ympäristöasioiden hallintajärjestelmän laatimiseen, ympäristösertifikaattien hankkimiseen, laboratoriotutkimuspyyntöjen vähentämiseen, laboratoriotarvikkeiden kulutuksen vähentämiseen, ”vihreisiin” hankintoihin, jätehallintaan ja kierrättämiseen, infrastruktuuriin, energian ja vedenkulutuksen vähentämiseen, henkilökunnan osallistamiseen, tukitoimintoihin ja innovaatioihin.

Kirjallisuudessa esiintyvät keinot kestävän kehityksen parantamiseksi kliinisissä laboratorioissa vaihtelivat yksinkertaisista monimutkaisiin ja paljon resursseja vaativiin muutoksiin laboratorion toiminnassa ja infrastruktuurissa. Tulosten pohjalta voidaan sanoa, että mikään yksittäinen keino ei ole ylitse muiden, ja kestävän kehityksen parantamisessa on parempi käyttää useampia keinoja samanaikaisesti. Jokainen kliinisen laboratorion työntekijä pystyy osallistumaan kestävän kehityksen parantamiseen herättämällä keskustelua aiheesta omassa työyhteisössään. Käytettyjen hakusanojen rajoitteista johtuen osa olemassa olevista julkaisuista on mahdollisesti jäänyt tämän katsauksen ulkopuolelle, joten laajempi kirjallisuuskatsaus tai laboratoriotöimijöiden haastattelut voivat johtaa kattavampiin tuloksiin.

Asiasanat: kestävä kehitys, kliininen laboratorio, ympäristövaikutukset

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Biomedical Laboratory Science

MERILÄINEN, HENNA-KAISA:
Clinical Laboratories and Sustainable Development
Literature Review

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 15 pages
September 2022

Healthcare facilities contribute to climate change by producing greenhouse gases and waste. The UN has published the Sustainable Development Goals resolution in order to secure a better life for the current and future generations. There are numerous studies about sustainable development in healthcare in general but not many that focus on clinical laboratory settings.

The purpose of this thesis was to study the means of promoting sustainable development in clinical laboratories through a literature review. The data was collected by making a systematic search for literature on three databases. The data studied consisted of 19 articles.

It was found that the means to promote sustainable development in clinical laboratories vary from simple to more complex. Such means are related to implementing an Environmental Management System, applying for environmental certification, reducing laboratory test requests, reducing the use of laboratory material, green purchasing policies, waste control, recycling, infrastructure, reducing energy and water consumption, involving the laboratory staff and supporting functions, and promoting innovation.

The findings suggest that promoting sustainable development can be achieved by multiple means and that it is better to use more than one method. Since different publications use the same words in different ways, general search terms did not always generate relevant information. It would be necessary to employ more specific terms to achieve more thorough results. It would also be interesting to interview clinical laboratories in order to study their means for promoting sustainable development in more detail.

Key words: sustainable development, clinical laboratory

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TYÖN TAUSTAA	9
	2.1. Kestävä kehitys terveydenhuollossa	9
	2.2. Kertakäyttöisyys ja muovit terveydenhuollossa	11
	2.3. Suomen lainsäädäntö ja EU-asetukset koskien lääketieteellisiä laitteita, kemikaaleja, jätehuoltoa ja ympäristönsuojelua	14
	2.4. Terveydenhuollon jätehuolto	16
3	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT	18
4	MENETELMÄT	19
	4.1. Kirjallisuuskatsaus.....	19
	4.2. Aineistonkeruu systemaattisena kirjallisuushakuna	20
	4.2.1 Hakusanat ja hakulausekkeet.....	20
	4.2.2 Tietokannat.....	21
	4.2.3 Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit.....	22
5	TULOKSET: KLIINISET LABORATORIOT JA KESTÄVÄ KEHITYS ..	25
	5.1. Environmental Management System (EMS), ISO 14000 ja 3R	25
	5.2. Pyydettyjen laboratoriotutkimusten vähentäminen	28
	5.3. Laboratoriotarvikkeiden kulutuksen vähentäminen	29
	5.4. ”Vihreät” hankinnat.....	31
	5.5. Jätehallinta ja kierrättäminen	33
	5.6. Infrastrukturi, energian ja veden kulutuksen vähentäminen	34
	5.7. Henkilökunta, hallinto ja tukitoiminnot	36
	5.8. Tulevaisuus?	37
6	POHDINTA	39
	6.1. Tulosten tarkastelu.....	39
	6.2. Opinnäytetyön prosessi.....	40
	6.3. Luotettavuus ja eettisyys.....	40
	6.4. Johtopäätökset, tulosten hyödynnettävyys jatkotutkimusaiheet ...	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	48
	Liite 1. Hakutaulukko.....	49
	Liite 2. Aineisto	52

ERITYISSANASTO

Interventio	Toimenpide, jolla pyritään vaikuttamaan yksilön tai jonkin ryhmän käyttäytymiseen tai terveydentilaan. En. <i>intervention</i> . (Kotimaisten kielten keskus 2022.)
Hiilijalanjälki	Ihmisen toiminnasta syntyvä ilmastopäästöjen määrä tietyssä aikana. En. <i>carbon footprint</i> . (Merriam-Webster n.d.)
Jätteen hyödyntäminen	Toiminta, jonka ensisijaisena tuloksena jäte hyödynnetään niin, että sillä korvataan kyseiseen tarkoitukseen muutoin käytettäviä aineita. En. <i>waste recovery</i> . (Jätelaki 626/2011.)
Jätteen kierrätys	Toiminta, jossa jäte valmistetaan tuotteeksi, materiaaliksi tai aineeksi joko alkuperäisessä tai uudessa käyttötarkoituksessa. En. <i>recycling of waste</i> . (Jätelaki 626/2011.)
Kertakäyttöesineet	Kulutustavarat, pakkaukset ja muut esineet, jotka kertaalleen käytettynä heitetään pois. En. <i>disposables</i> . (Suomen ympäristökeskus ym. 2004.)
Kertakäyttöinen laite	Lääkinnällinen laite, jota on tarkoitus käyttää yhdellä henkilöllä yhden toimenpiteen aikana. En. <i>single-use device</i> . (EU/2017/745.)
Kestävä kehitys	Maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuva jatkuva ja ohjattu yhteiskunnallinen muutos, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. En. <i>sustainable development</i> . (Suomen ympäristökeskus ym. 2004.)
Kiertotalous	Talousmalli, joka ei perustu jatkuvasti uusien tavaroiden tuottamiseen, vaan omistamisen sijaan kulutus perustuu palveluiden käyttämiseen, kuten jakamiseen, vuokraamiseen ja kierrättämiseen. Materiaalit ja niihin sitoutunut arvo pyritään säilyttämään mahdollisimman pitkään yhteiskunnassa. En. <i>circular economy</i> . (Sitra n.d.)

Lääkinnällinen laite	Terveystilan tutkimiseen ja hoitoon käytettävä instrumentti, laitteisto, väline tai muu tarvike. En. <i>medical device</i> . (Finlex 629/2010, 5 §; EU/2017/745.)
Materiaalina hyödyntäminen	Muuta jätteen hyödyntämistä kuin jätteen hyödyntäminen energiana. En. <i>utilization as material</i> . (Jätelaki 626/2011.)
Uudelleenkäsittely	Käytetylle lääkitäälliselle laitteelle tehtävä käsittelyprosessi, joka mahdollistaa sen turvallisen uudelleenkäytön. En. <i>reprocessing</i> . (EU/2017/745.)
Uudelleenkäyttö	Tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen alkuperäisessä tarkoituksessa. En. <i>reuse</i> . (Tieteen termipankki 2022).
Uusiokäyttö	Jätteiden kierrätys takaisin tuotannon raaka-aineeksi. En. <i>material recovery, recycling</i> . (Tieteen termipankki 2014.)
Ympäristövaikutus	Jonkin tai joidenkin tekijöiden aiheuttama muutos ympäristössä. En. <i>environmental impact</i> . (Suomen ympäristökeskus ym. 2004.)

1 JOHDANTO

Terveydenhuollon laitokset tuottavat ison osan kasvihuonekaasuista edistään samalla ilmastonmuutosta (Molero ym. 2021). Sairaalat tuottavat paljon jätettä, käyttävät ympäristölle haitallisia materiaaleja ja kuluttavat paljon energiaa ja vettä (Lopez ym. 2017). Toisaalta terveydenhuolto tulee hoitamaan ja hoitaa tällä hetkellä potilaita, jotka oireilevat ilmastovaikutusten vuoksi. Tästä syystä terveydenhuollon tulee olla etulinjassa kestävä kehityksen edistämiseksi ja ilmastonmuutoksen torjumisessa (Molero ym. 2021). World Health Organization (WHO) on julkaissut ohjeistuksen ilmastokestävyyden ja ympäristökestävyyden edistämiseksi terveydenhuollon toimintayksiköissä (WHO 2020), joten terveydenhuollon ympäristö- ja ilmastovaikutukset tiedostetaan kansainvälisellä tasolla. Myös kestäväyyden käsite (englanniksi *sustainability*) on monipuolistunut siitä, mitä se oli alun perin 1980-luvulla, jolloin sillä tarkoitettiin ”nykyisten sukupolvien tarpeiden tyydyttämistä niin, ettei se huononna tulevien sukupolvien mahdollisuutta tarpeittensa tyydyttämiseen” (Molero ym. 2021).

Entä miten kestävä kehitys huomioidaan kliinisissä laboratorioissa? My Green Lab -verkkosivusto väittää laboratorioiden käyttävän kymmenkertaisesti enemmän energiaa ja nelinkertaisesti enemmän vettä kuin vastaavan kokoinen toimistotila, ja lisäksi laboratoriotuotinta tuottaa paljon jätettä (My Green Lab 2022). Saadakseni tähän kysymykseen vastauksen valitsin opinnäytetyön aiheeksi oman kiinnostuksen mukaan Kliiniset laboratoriot ja kestävä kehitys. Menetelmäksi opinnäytetyön toteuttamiseen valikoitui kirjallisuuskatsaus.

Kirjallisuuskatsaus on menetelmä, jossa on tarkoituksena selvittää ja koota yhteen olemassa olevaa tietoa tietyistä aiheista julkaistusta kirjallisuudesta (Hirsjärvi ym. 2014, 121). Kirjallisuuskatsaus toteutetaan yleensä järjestelmällisenä tiedonhakuna, joka dokumentoidaan ja raportoidaan katsauksessa (Suhonen ym. 2016, 8).

Opinnäytetyön tarkoituksena lisätä ymmärrystä, miten kliinisissä laboratorioissa kestävä kehitys tulisi huomioida. Tutkimuskysymyksenä toimii seuraava: Mitä keinoja kirjallisuudessa esitetään kestävä kehityksen edistämiseksi ja toimin-

nan ympäristövaikutusten vähentämiseksi kliinisissä laboratorioissa? Opinnäytetyön tavoitteena on koota yhteen kirjallisuudessa esiintyviä keinoja kestävän kehityksen edistämiseksi kliinisissä laboratorioissa, jotta niitä voitaisiin hyödyntää kliinisissä laboratorioissa suunnitellussa laboratorion toiminnan kehittämistä kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti.

2 TYÖN TAUSTAA

2.1. Kestävä kehitys terveydenhuollossa

Yhdistyneet kansakunnat (YK) on julkaissut universaalit kestävän kehityksen tavoitteet (Agenda 2030), jotka sisältävät perinteisten ympäristötavoitteiden lisäksi myös talouteen ja hyvinvointiin liittyviä tavoitteita, kuten köyhyyden poistamisen ja tasa-arvoisuuden kehittämisen tavoitteita (kuva 1). Ajatuksena on, että tavoitteet ovat yhtenäinen kokonaisuus, eikä yhtä osa-aluetta (kuten vaikka taloudellisen kehityksen tavoitteita) voida saavuttaa toisten osa-alueiden kustannuksella, vaan tavoitteita tulee toteuttaa muut tavoitteet huomioiden, sillä ne tukevat toisiaan. Tavoitteissa on myös huomioitu erillisiä terveydenhuoltoa koskevia tavoitteita, jotka liittyvät terveyden edistämiseen ja terveystalouden saatavuuden edistämiseen. (YK 2015; Suomen YK-liitto n.d..)

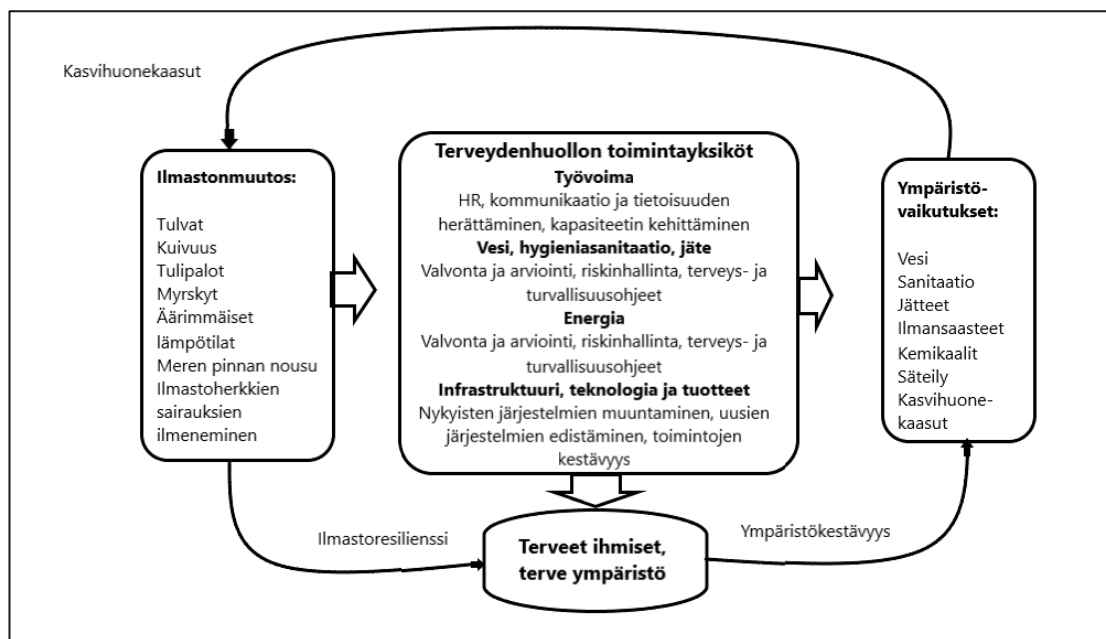


KUVA 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (Suomen YK-liitto n.d.). Jokaiseen 17 tavoitteeseen sisältyy useita alatavoitteita.

Vaikka kestävän kehityksen edistämisestä terveydenhuollossa yleisesti löytyy paljon tietoa, ohjeistuksia ja tutkimuksia, nimenomaan kliinisiin laboratorioihin keskittyviä tutkimuksia tai ohjeistuksia on melko vähän (Molero ym. 2021). Kan-

sainvälinen kliinisen kemian ja laboratoriolääketieteen järjestö IFCC (The International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine) teki kansainvälisen kyselyn laboratorioille vuonna 2010, jossa selvisi, että useimpien maiden laboratorioissa ei ole huomioitu laboratorioiden ilmastovaikutuksia eikä niissä ole tehty suunnitelmia laboratorioiden hiilijalanjäljen pienentämiseksi (Lopez ym. 2012). Palveluita tarjoavissa yrityksissä (kuten kliinisissä laboratorioissa) ympäristötietoisuus ei nykypäivänä ole keino erottua kilpailijoista, vaan sitä vaaditaan asiakkaiden toimesta aktiivisesti. Samoin vastuuta vastuullisesta kuluttamisesta ei voi enää vain vierittää yksinomaan kuluttajien vastuulle, vaan koko tuotantoketjussa tulisi tehdä toimia ympäristövaikutusten pienentämiseksi. (Molero ym. 2021.)

Ympäristövaikutusten vähentämiseen johtavat toimenpiteet voivat lyhyellä tähtämellä tuntua kalliilta: ”vihreämmät” tuotteet ja materiaalit ovat ainakin näihin asti olleet usein kalliimpia vaihtoehtoja ja asenteet voivat siten olla negatiivisia toimintatapojen muuttamiselle. Pidemmällä tähtämellä kestävyyspanostaminen tulee maksamaan itsensä takaisin: jos kulutus ja jätteen tuotanto otetaan paremmin huomioon, voidaan saada aikaan taloudellisia säästöjä ja samalla pienentää hiilijalanjälkeä. (Lopez ym. 2017). Samalla voidaan ehkäistä yhä pahenevaa noidankehää ilmastonmuutoksen aiheuttamista terveysongelmista (kuva 2). Ilmastonmuutokseen liittyvät ilmiöt tulevat vaikuttamaan paitsi ihmisten terveyteen myös terveydenhuollon toimintayksiköiden toimintaan. Terveydenhuollon toimintayksiköiden toiminnasta koituu ympäristövaikutuksia, jotka puolestaan kiihdyttävät ilmastonmuutosta (erityisesti kasvihuonekaasut). Toimintayksiköt voivat omalla toiminnallaan lieventää ympäristövaikutuksia, parantaa ilmasto- ja ympäristökestävyyttä ja sitä kautta parantaa ihmisten ja ympäristön terveyttä. (WHO 2020.)



KUVA 2. Viitekehys ilmasto- ja ympäristökestävyyden rakentamiseksi terveydenhuollon toimintayksiköissä (WHO 2020 mukailen).

2.2. Kertakäyttöisyys ja muovit terveydenhuollossa








Monilla tulee ensimmäisenä mieleen terveydenhuollon ja erityisesti kliinisen laboratorion ympäristövaikutuksia ajatellessa kertakäyttöisten lääketieteellisten laitteiden suuri kulutus ja siitä syntyvän jätteen suuri määrä. Laboratoriotutkimuksia arvioidaan Suomessa otettavan vuosittain noin 80 miljoonaa kpl (Hoito-työn tutkimussäätiö 2021). Suomen perusterveydenhuollon laboratoriotutkimusten menot vuonna 2019 olivat 49,5 milj. euroa (0,2 % terveydenhuollon kokonaismenoista) ja Kelan korvaaman yksityisten laboratoriotutkimusten menot vuonna 2019 olivat 82,7 milj. euroa (0,4 % terveydenhuollon kokonaismenoista), kun taas vuonna 2000 lukemat olivat perusterveydenhuollossa 42,6 milj. euroa ja yksityisellä 52,6 milj. euroa (THL 2021). Laboratoriotutkimusten menot ovat siis kasvaneet viimeisen 20 vuoden aikana suuresti.

Miksi kertakäyttöisiä tarvikkeita ylipäättään suositaan terveydenhuollossa? Suurin tekijä on varmasti kertakäyttöisten tarvikkeiden suurempi hygieenisuus verrattuna monikäyttöisiin välineisiin. On myös muita syitä: esimerkiksi kertakäyttöisissä tarvikkeissa etuna on se, etteivät ne vaadi puhdistustiloja tai -tekniikoita, kuten vastaava ruostumattomasta teräksestä valmistettu tarvikkeet. Puhdistus-

ja sterilointitekniikat kuluttavat paljon vettä ja energiaa. Kertakäyttövälineitä käytettäessä puhdistustila voidaan vaihtaa halvemmaksi varastotilaksi. Joissain tapauksissa kertakäyttöisyys voi olla jopa kestävämpi vaihtoehto kokonaiskulutukseltaan, kun otetaan tuotteen tuotanto, elinkaari ja vedenkulutus huomioon. (Bohn 2017.)

Terveydenhuollossa muovien käyttö liittyy niiden turvallisuuteen, hygieenisyyteen ja kosteudensuojaukseen. Muoviset tarvikkeet kestävät kemikaaleja ja voidaan usein steriloida, ne ovat kevyempiä ja turvallisempia verrattuna metallisiin tai lasisiin vastaaviin tarvikkeisiin. (Kohvakka & Lehtinen 2019, 61.) Laboratoriotarvikkeissa käytetään paljon muovimateriaaleja. Esimerkiksi Eppendorf-putkissa käytetään polypropeenä (PP), kuoppalevyissä polystyreenä (PS), pöytäsuojapaperissa polyeteeniä (PE) ja putkitelineissä POM-muovia (Mekalasi Oy n.d.).

TAULUKKO 1. Yleisimpiä muovimateriaaleja, niiden kierrätysmerkit ja ominaisuuksia (Plastex 2022 mukailen).

Polyeteeni-tereftalaatti	Korkeatiheisy-polyeteeni	Polyvinyyl-kloridi	Matalatiheisy-polyeteeni	Polypropeeni	Polystyreeni	Muut muovit ja sekoitteet
 01 PET	 02 PE-HD	 03 PVC	 04 PE-LD	 05 PP	 06 PS	 07 O
Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä.	Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta.	Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen, kestää monia kemikaaleja ja UV-valoa. Palamisreaktiossa syntyy suolahappoa.	Pehmeä, joustava, vahamainen pinta.	Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen.	Lasinkirkas tai värjätty, hauras.	Kaikkien edellä olevien yhdistelmät ja muut materiaalit.

Kun COVID-19 pandemia toi kertakäyttöiset kasvomaskit käyttöön lähikontaktissa niin terveydenhuollossa kuin maallikoiden kesken, on myös maskien ympäristövaikutuksen tulleet puheenaiheeksi. Voitaisiinko luonnossa hajoamatonta jätettä vähentää kertakäyttöiseksi tarkoitettujen välineiden uudelleenkäyttämällä puhdistuksen jälkeen? Suomessa Teknologian tutkimuskeskus (VTT) on selvittänyt kertakäyttöisten maskien tehoa eri puhdistusmetodien avulla, ja huo-

masi keittämällä tai konepesulla puhdistetun kertakäyttömaskin suoriutuvan vähintään yhtä hyvin kuin kangasmaskin (VTT 2020). Puhdistus kuitenkin huonontaa pienimpien hiukkasten erotuskykyä, eikä VTT (2020) suosittele kotikonstein puhdistettuja kertakäyttömaskeja ammattikäyttöön.

Kertakäyttöisten lääkkeellisten laitteiden uudelleenkäyttäminen on yleistä monissa maissa. Suurin osa näistä uudelleenkäytetyistä kertakäyttöisistä lääkinnällisistä laitteista ovat injektioneuloja ja -ruiskuja, ja WHO arvioi jopa 40 % kaikista injektioista tapahtuvan uudelleenkäytetyillä välineillä (WHO 2016). Myös muita kertakäyttöisiä lääkinnällisiä laitteita uudelleenkäytetään, esimerkiksi suojakäsineitä ja virtsakatetreita. Kertakäyttövälineiden uudelleenkäyttö ei ole vain kehittyvien maiden ilmiö, vaan sitä tehdään myös kehittyneissä maissa: Popp ym. (2016) kertovat artikkelissaan esimerkkejä eri maiden käytännöistä kertakäyttöisten lääkinnällisten laitteiden uudelleenkäyttöön liittyen. Toisaalta kehittyneiden maiden korkeammat standardit vähentävät kerran käytettäväksi tarkoitettujen välineiden uudelleenkäyttöä. (Popp ym 2016.)

Jos kertakäyttöisiä tarvikkeita uudelleenkäytetään, tulee tehdä perusteellinen riskiarvio: onko tuote vahingoittumaton ja toimintakunnossa, voidaanko se puhdistaa, onko se steriili, onko puhdistaminen kustannustehokasta, ja kuka on vastuussa, jos jokin menee pieleen. Lisäksi tulee ottaa huomioon käytössä olevat resurssit ja tekniikka sterilointiin, ympäristövaikutukset, henkilökunnan kouluttaminen, työterveyden riskit, laatuvaatimukset, toimintakunnon ja turvallisuuden testaaminen (fysikaalinen, kemiallinen ja biologinen turvallisuus), vastuu potilaista ja tarvikkeiden käyttäjistä ja toimintojen validointi. Monimutkaisten lääkkeellisten laitteiden uudelleenkäyttöön valmistaminen voi vaatia erikoistekniikkaa, jota ei voi suorittaa tavanomaisissa puhdistus- ja sterilointilaitteissa. On myös otettava huomioon, että seuraamukset voivat olla erilaiset maasta riippuen. Usein kertakäyttövälineet eivät kestä uudelleenkäyttöä tai käyttökertojen määrä on maksimissaan vain muutama kerta, eikä uudelleenkäyttö ole aina edes taloudellisesti kannattavaa. (Popp ym. 2016.)

2.3. Suomen lainsäädäntö ja EU-asetukset koskien lääketieteellisiä laitteita, kemikaaleja, jätehuoltoa ja ympäristönsuojelua.

Lääkinnällisiä laitteita koskevat lait pohjautuvat EU-asetuksiin MD-asetus EU/2017/745 ja IVD-asetus EU/2017/746, joiden soveltaminen Suomessa on alkanut hiljattain tänä vuonna, 26.5.2022. IVD-asetus koskee *in-vitro* -diagnostiikkaan tarkoitettuja lääkinnällisiä laitteita. Näillä tarkoitetaan esim. reagensseja, instrumentteja laitteita tai ohjelmistoa, jota käytetään ihmiskehon ulkopuolella (*in vitro*) suoritettavissa tutkimuksissa, joiden tarkoituksena on saada ihmiskehosta otettujen näytteiden perusteella tietoa ihmisen terveydentilasta (EU/2017/746), toisin sanoen siis näytteenottotarvikkeita ja laboratorioanalytiikkaan liittyviä laitteita. MD-asetus koskee muita kuin *in-vitro* -diagnostiikkaan tarkoitettuja lääkinällisiä laitteita. Suomen lainsäädännössä noudatetaan lisäksi lakia eräistä EU-direktiiveissä säädetyistä lääkinällisistä laitteista (629/2010) (entinen laki terveydenhuollon laitteista ja välineistä 629/2010), sekä lakia lääkinällisistä laitteista (719/2021). Lääkinällisissä laitteissa sovelletaan myös RoHS (Restriction of Hazardous Substances) -lakia, joka rajoittaa keskeisimpien ympäristö- ja terveys- toksisten aineiden (esim. kadmium, lyijy, elohopea) käyttöä ja pitoisuutta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa (Fimea 2022).

Terveydenhuollossa tulee käyttää CE-merkinnällä varustettuja lääkinällisiä laitteita (Finlex 719/2021, 32 §). CE-merkitä on valmistajan osoitus siitä, että laite täyttää sitä koskevat MD- tai IVD-direktiivissä määritetyt olennaiset vaatimukset (Finlex 629/2010, 9 §). Valmistajan tulee ilmoittaa laitteen käyttöohjeissa, mikäli laite on kertakäyttöinen, sekä kerrottava kertakäyttöisen laitteen uudelleenkäytöstä seuraavia riskeistä (Finlex 629/2010, 12 §; EU/2017/745, liite I). Uudelleenkäytettävälle laitteelle käyttöohjeessa tulee olla tieto uudelleenkäytön mahdollistavista menetelmistä, kuten puhdistus, desinfiointi ja pakkaaminen. Lisäksi käyttöohjeessa tulee olla tiedot siitä, milloin laitetta ei pidä enää käyttää uudelleen sekä sallittujen käyttökertojen enimmäismäärä. Käyttöohjeessa tulee olla myös ohjeet siitä, miten laite ja sen osat hävitetään turvallisesti. (EU/2017/745, liite I.)

MD-asetus sallii kertakäyttöisten (muiden kuin *in-vitro* -diagnostiikkaan tarkoitettujen) laitteiden uudelleenkäsittelyn ja uudelleenkäytön tietyin ehdoin EU-tasolla

(EU/2017/745 luku II, artikla 17). Suomen lainsäädäntö kuitenkin kieltää kerta-käyttöisten laitteiden uudelleen käsittelyn ja uudelleen käytön (Finlex 719/2021, 4 §). Ammattimaisen käyttäjän tulee käyttää lääkinnällistä laitetta valmistajan ohjeiden mukaisesti (Finlex 719/2021, 32 §). Terveystieteiden toimintayksikkö voi valmistaa omia *in vitro* -diagnostiikkaan tarkoitettuja lääkinnällisiä laitteita, mutta näitä laitteita ei saa luovuttaa valmistajana toimineen toimintayksikön ulkopuolelle. Toimintayksikkö ei myöskään saa käsitellä valmistajan kertakäyttöiseksi määrittämää laitetta uudelleen käyttöä varten. (Finlex 629/2010, 27 §; Finlex 719/2021, 35 §.)

Suomen kemikaalilaki (599/2013) pohjautuu EU:n kemikaalilainsäädäntöön ja REACH-asetukseen (asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamennettelyistä ja rajoituksista, No. 1907/2006). Molemmat ottavat huomioon kemikaalien terveysvaikutusten lisäksi myös kemikaalien ympäristövaikutukset. REACH-asetuksen mukaan kemikaaliturvallisuusarvioinnin tulee sisältää tiedot vaarallisuudesta eri ympäristöille kuten vesiympäristö, maaperä, ilma ja jätejärjestelmien mikrobiologinen aktiivisuus (arvioinnissa otetaan huomioon kemikaalin myrkyllisyys, pysyvyys ja hajoavuus, biokertyvyys, liikkuvuus maaperässä, hormonitoimintaa häiritsevät ominaisuudet ja muut haitalliset vaikutukset) sekä jätteenkäsittelymenetelmät. REACH-asetus määrää myös välttämään eläinkokeita ja käyttämään selkärangkaisilla tehtäviä testejä ainoastaan viimeisenä keinona. Kemikaalilaissa sanotaan, että kemikaaleja käyttävässä toiminnassa tulee olla riittävästi selvillä kemikaalin ympäristövaikutuksista, ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi noudatetaan riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta, ja että olemassa olevista kemikaaleista ja menetelmistä valitaan käyttöön se, josta aiheutuu vähiten vaaraa (Finlex 599/2013, 19 §).

Ympäristönsuojelulakia (527/2014) sovelletaan toimintaan, jossa syntyy jätettä, sekä jätteenkäsittelyyn (2 §). Lain mukaan toiminnanharjoittajalla on velvollisuus olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskien hallinnasta ja mahdollisuuksista vähentää haitallisia vaikutuksia (6 §). Toiminnanharjoittajan tulee rajoittaa toiminnastaan johtuvat päästöt ympäristöön ja viemäriverkostoon mahdollisimman vähäisiksi (7 §).

Jätelain (646/2011) mukaan kaikessa toiminnassa, jossa syntyy jätettä, on noudatettava ns. etusijajärjestystä. Ensisijaisesti vähennetään syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Syntynyt jäte on ensisijaisesti valmistettava uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä. Jos kierrättäminen ei ole mahdollista, jäte tulisi hyödyntää muulla tavoin, esimerkiksi energiana. Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte tulee loppukäsitellä (kaatopaikalle sijoittaminen tai poltto ilman energian talteenottoa). (Finlex 646/2011, 8 §.) Jätelaki määrää myös velvollisuuden tuotteen valmistajalle valmistaa tuote niin, että luonnon resursseja käytetään mahdollisimman vähän, että tuotteen elinkaari on kestävä, ja että tuotteen valmistuksesta ja tuotteesta itsestään syntyy mahdollisimman vähän jätettä tai haittaa ympäristölle tai terveydelle (9 §).

2.4. Terveysthuollon jätehuolto

Terveysthuollon yksiköiden tulee noudattaa jätehuollon lainsäädäntöä, kunnallisia jätehuoltomääräyksiä sekä oman yksilön jätehuollon ohjeistuksia. Esimerkiksi Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) jäteohje luokittelee terveydenhuollon jätteet:

- Yhdyskuntajätteeksi, joihin ei sisälly infektoriskiä. Nämä ovat pääosin hyödynnettävissä olevia materiaaleja, kuten paperia, pahvia, lasia, metalleja (Friman & Kivisalmi 2015, 394). Yhdyskuntajätteeseen kuuluu PSHP:llä myös tietyt erityiskäsittelyä vaativat jätelajit, kuten henkilötietoja sisältävät ei-infektoriskin jätteet (PSHP 2022).
- Terveysthuollon erityisjätteeksi, joita ovat pistävä ja viiltävä jäte, tunnistettava ja ei-tunnistettava biologinen jäte, sekä viljelymaljat. Pistävä ja viiltävä jäte tulee lajitella standardin ISO 23907 vaatimukset täyttäviin teräviä esineitä läpäisemättömiin särnäisjäteastioihin. (PSHP 2022). Biologinen jäte pakataan tiiviisiin muovipusseihin, säilytetään viileässä ja hävitetään joko polttamalla tai hautaamalla (Friman & Kivisalmi 2015, 396).
- Vaaralliseksi jätteeksi, johon kuuluu mm. tartuntavaarallinen jäte. Tähän kuuluvat tietyjen tartuntavaarallisten tautien hoidossa ja tilojen siivouksessa syntyvä jäte, taudit kuten esimerkiksi SARS, kolera, vesikauhuvirus, ebolavirus ja apinorokko. (PSHP 2022). Lisäksi vaarallisiin jätteisiin kuuluvat terveydenhuollossa mm. lääkejäte, radioaktiivinen jäte, kemikaalit ja elohopeajäte (Lounais-Suomen jätehuolto, n.d.). Vaarallinen jäte

tule pakata ja merkitä ohjeiden mukaan ja se kuljetetaan vaarallisen jätteen käsittelylaitokselle (PSHP 2022). Tartuntavaarallista jätettä voidaan myös tuhota toimipisteessä autoklaavaamalla (Friman & Kivisalmi 2015, 397).



KUVA 3. Kemikaalien varoitusmerkinnät (Kaski 2017). Nämä merkinnät ovat varma merkki vaarallisesta jätteestä, mutta kaikki vaaralliset jätteet eivät sisällä merkintää (Vaarallinenjäte.fi 2022).

3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kestävä kehityksen huomioimista kliinisissä laboratorioissa kirjallisuuskatsauksen avulla.

Tutkimuskysymyksenä toimii seuraava: **Mitä keinoja kirjallisuudessa esitetään kestävä kehityksen edistämiseksi ja toiminnan ympäristövaikutusten vähentämiseksi kliinisissä laboratorioissa?**

Opinnäytetyön tavoitteena on koota yhteen kirjallisuudessa esiintyviä keinoja kestävä kehityksen edistämiseksi kliinisissä laboratorioissa, jotta niitä voitaisiin hyödyntää kliinisissä laboratorioissa suunnitellussa laboratorion toiminnan kehittämistä kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

Tässä työssä keskitytään kestävä kehityksen ekologisiin ja taloudellisiin tavoitteisiin, ei niinkään sosiaalisen tai fyysisen hyvinvoinnin edistämisen tavoitteisiin. Samoin työssä ei tulla käsittelemään vierianalytiikkaa kestävä kehityksen näkökulmasta.

4 MENETELMÄT

4.1. Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus (eng. *systematic review* tai *literature review*) on menetelmä, jossa on tarkoituksena selvittää ja koota yhteen olemassa olevaa tietoa tietystä aiheesta julkaistusta kirjallisuudesta. Sitä käytetään kartoittamaan, miten ja mistä näkökulmista aiheesta on jo tutkittu sekä tarjoaa viitekehyksen meneillään olevalle tutkimukselle (Hirsjärvi ym. 2014, 121). Kirjallisuuskatsauksia hyödynnetään eri tieteenaloilla ja se voidaan jakaa moniin eri alaluokkiin, joiden nimet ja tarkemmat määritelmät vaihtelevat tieteenalojen välillä ja myös tieteenalan sisällä. Kirjallisuuskatsaukset voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: kuvaileviin katsauksiin, systemaattisiin katsauksiin sekä meta-analyyseihin. Kuvailevat katsaukset pyrkivät kuvaamaan aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusta, sen laajuutta, syvyyttä ja määrää. Systemaattiset katsaukset pyrkivät tutkimustiedon systemaattiseen löytämiseen, laadun tarkasteluun, analyysiin ja synteesiin. Systemaattisessa katsauksessa etsitään vastausta tarkasti määriteltyyn kysymykseen. Meta-analyysissä tarkoituksena on yhdistää tietystä aiheesta tehtyjen tutkimusten tulokset, jonka pohjalta voidaan esimerkiksi muodostaa teoria jonkin ilmiön lainalaisuuksista. (Suhonen ym. 2016, 8 – 17.)

Hoitotieteessä kirjallisuuskatsausta voidaan käyttää esimerkiksi hahmottamaan jonkin aihealueen tai ilmiön tutkimustarvetta (Stolt ym. 2016) tai koota yhteen olemassa oleva tieto esimerkiksi tietyn terveysongelman ehkäisystä, diagnoosista, hoidosta, kustannuksista ynnä muusta ongelmaan liittyvästä kokonaiskuvan hahmottamiseksi (Mäkelä ym 1996).

Kirjallisuuskatsaus toteutetaan yleensä järjestelmällisenä tiedonhakuna, joka dokumentoidaan ja raportoidaan katsauksessa. Tällöin haut voidaan tarvittaessa toistaa toisen henkilön toimesta. Vaikka katsaustyyppejä on useita, ne sisältävät tyypillisesti seuraavat osat: kirjallisuuden haku, (kriittinen) arviointi, aineiston perusteella tehty synteesi ja analyysi. (Suhonen ym. 2016, 8).

Koska katsaustyyppien nimitykset ja määritelmät vaihtelevat paljon, on vaikea asettaa opinnäytetyölleni tarkkaa kirjallisuuskatsauksen alatyyppejä. Opinnäytetyöt ovat tyypillisesti joko kuvailevia katsauksia, joissa systemaattisuutta koskevat säännöt toteutuvat löyhemmin, tai systemoituja katsauksia, joka toteutetaan systemaattisen katsauksen tapaan mutta suppeammin (esim. vain yhdestä tietokannasta) ja tyypillisesti vain yhden tutkijan toimesta (Lehtiö & Johansson 2016, 35). Pyrin toteuttamaan opinnäytetyöni mahdollisimman paljon systemaattisen katsauksen mukaisesti, mutta resurssien rajallisuuden vuoksi aiheeseen liittyvää kirjallisuutta voi jäädä tekemäni tiedonhaun ulkopuolelle.

4.2. Aineistonkeruu systemaattisena kirjallisuushakuna

4.2.1 Hakusanat ja hakulausekkeet

Valitsin työni keskeisiksi käsitteiksi seuraavat: ”kliininen laboratorio”, ”kestävä kehitys” sekä ”ympäristövaikutukset”. Muodostin tiedonhaussa käyttämäni hakusanat ja -fraasit näiden käsitteiden pohjalta (kuvio 1). Hakusanojen muodostamisessa on hyödynnetty YSO-asiasanastoa (Yleissuomalainen ontologia, Fimto.fi) suomenkielisten hakusanojen muodostamiseen, lääketieteellistä jäseneltyä asiasanastoa MeSH (Medical Subject Headings) sekä tietokantojen omia asiasanoja. Koehakujen perusteella päädyin käyttämään lopullisissa hauissa pelkästään englanninkielisiä hakusanoja.

Hakulausekkeiden muodostamisessa käytin Boolean operaattoreita AND, OR ja NOT, sulkeita (), sanankatkaisuja *, sekä fraasihakua lainausmerkkejä hyödyntäen ” ”. Koehauissa käytin monia eri yhdistelmiä hakusanoista eri tietokannoissa, välillä käyttäen tietokantojen omia asiasanoja (mm. CINAHL Headings) ja välillä fraasihakua. Lopullisissa haussa käytetyt hakulausekkeet kussakin tietokannassa löytyvät liitteessä 1. Lopullisiksi hakulausekkeiksi valittiin ne, jotka kussakin tietokannassa antoivat parhaimmat tulokset.



KUVIO 1. Keskeiset käsitteet ja niiden pohjalta muodostetut hakusanat ja -fraasit.

4.2.2 Tietokannat

Kirjallisuushakuun käyttämikseni tietokannoiksi valitsin seuraavat:

- MEDLINE (Web of Science ja PubMed -käyttöliittymät). Lääke- ja terveystieteiden sekä lähialojen kansainvälinen tietokanta, joka sisältää yli 5200 lehden artikkeleita noin 40 eri kielellä. MEDLINE:n tuottaa National Library of Medicine (USA). (NLM n.d.)
- CINAHL Complete (EBSCO) eli Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature. Hoitotieteen ja lähialojen kansainvälinen tietokanta, joka sisältää yli 1300 lehden artikkeleita. Tuottajana EBSCO (USA). (Tampereen yliopiston kirjasto n.d.)
- Medic. Kotimainen terveystieteiden viitetietokanta, jota ylläpitää Helsingin yliopiston kirjasto. Sisältää viitteitä kansainvälisten tietokantojen ulkopuolelle jäävistä suomalaisista hoitotieteen julkaisuista. (Tampereen yliopiston kirjasto n.d.)

Koehakuja suoritettiin myös Medline (ovid), JBI (ovid), Cochrane ja Terveysportti -tietokantoihin, mutta näistä tietokannoista ei löytynyt sopivia julkaisuja vastaavilla hakusanoilla.

4.2.3 Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit on tiivistetty taulukkoon 2. Rajasin aineistosta pois kaikki ennen vuotta 2010 julkaistut artikkelit. Tekniikka kehitty nopeasti, sekä ihmisten tietoisuus ympäristöasioista on lisääntynyt viime vuosina, jolloin tuoreemmassa aineistossa ilmenevät keinot kestävän kehityksen edistämiseen tulevat olemaan paremmin hyödynnettävissä tänä päivänä. Oman kieli- taitoni pohjalta rajasin aineiston kielen suomeen ja englantiin. Rajasin aineiston myös sellaisiin julkaisuihin, jotka olivat saatavana kokotekstinä ilman maksumuuria. Osassa tietokannoista haut pystyttiin rajaamaan hoitotieteen julkaisuihin, jolloin tein tämän rajauksen tarvittaessa. Tullakseen hyväksytyksi aineistoon hakusanojen tuli esiintyä joko julkaisun otsikossa, tiivistelmässä tai asiasanoissa.

Hakulausekkeen ja rajaavien tekijöiden jälkeen valinta tehtiin otsikon ja/tai abstraktin perusteella, sillä käytetyissä tietokannoissa julkaisun otsikko ja abstrakti olivat yhtä aikaa esillä. Päätin sulkea pois kaikki sellaiset artikkelit, jotka abstraktin ja otsikon perusteella käsittelivät kehittyvien maiden klinisen laboratoriotoinnin laadun kehittämistä, sillä en uskonut niiden olevan sovellettavissa suomalaisessa terveydenhuoltojärjestelmässä. Lisäksi joitakin julkaisuja suljettiin pois kokotekstin perusteella, vaikka otsikon ja abstraktin perusteella julkaisu olisi vaikuttanut aineistoon sopivalta.

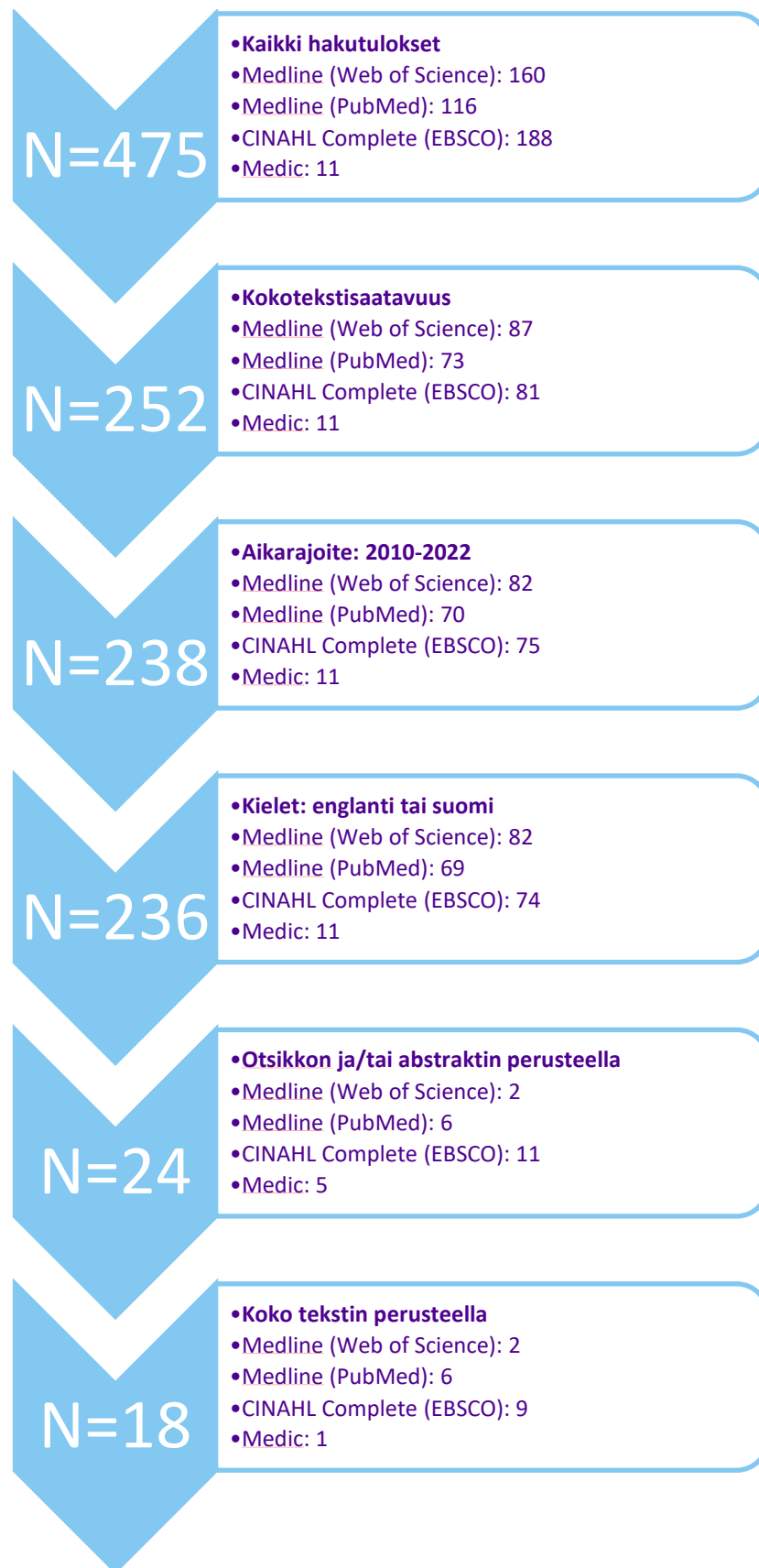
TAULUKKO 2. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kriteeri	Hyväksymisperuste
Julkaisuaika	Julkaistu aikaisintaan vuonna 2010.
Kieli	Julkaisun kielenä on englanti tai suomi.
Aihe	Tarvittaessa aiherajoitus hoitotieteisiin
Hakusanojen esiintyminen	Hakusanojen tulee esiintyä joko otsikossa, abstraktissa tai asiasanoissa.
Kokotekstin saatavuus	Julkaisun tulee olla saatavana kokotekstinä ilman maksumuuria.

Muut rajoitukset	Kehittyvien maiden laboratoriotoiminnan laadun kehittämiseen keskittyvät julkaisut jätetään pois.
------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Hakutulosten karsintaprosessi on esitetty kuviossa 2. Sisäänotto- ja poissulku-kriteerien perusteella kirjallisuuskatsaukseen valittiin 18 julkaisua. Aineistoa täydennettiin myös yhdellä lisäartikkelilla lisäämällä erään systemaattisen haun tuloksena löytyneiden artikkelin, Lopez ym. 2017, viiteluetteloista artikkeli Lopez & Badrick 2012 mukaan aineistoon. Tämä artikkeli liittyy olennaisesti edelliseen artikkeliin ja ne täydentävät toisiaan. Tämä lisäys tuo julkaisujen kokonaismäärän 19 julkaisuun. Aineistoon valittujen artikkelien tiedot ja päätulokset on koottu taulukkomuotoon liitteessä 2.

Lisäksi aineistossa esiintyvien käsitteiden selventämiseksi tai tarjoamaan esimerkkejä markkinoilla olevista tuotteista olen hyödyntänyt muutamia käsihaulla löytyneitä lähteitä, mutta näitä en ole laskenut mukaan kirjallisuuskatsauksen julkaisumäärään.



KUVIO 2. Hakutulosten karsintaprosessi

5 TULOKSET: KLIINISET LABORATORIOT JA KESTÄVÄ KEHITYS

Tässä luvussa esittelen kirjallisuudessa esiintyneitä keinoja kestävänsen parantamiseksi kliinisissä laboratorioissa. Erityismainintana nostan esille Lopez & Badrick (2012) ohjeistuksen sekä sitä täydentävän Lopez ym. (2017) kommentoinnin laboratorioiden ympäristövaikutusten vähentämisen keinoista. Näissä artikkeleissa annetaan yksityiskohtaisia ja käytännöllisiä ohjeita kliinisille laboratorioille. Täydennän näitä ohjeita tiedonhaun osumina tulleilla artikkeleilla.

Suomenkielisiä tieteellisiä julkaisuja nimenomaan kliinisiin laboratorioihin keskittyen ei löytynyt hakusanoilla näistä tietokannoista. Ainoa opintyöni aihetta läheltä liippaava hakutulos Medic-tietokannassa oli Leppäsen (2019) Pro gradu -tutkielma kestävänsen kehityksen toteutumisesta leikkaushoitotyössä. Leppäsen mukaan leikkausosastoilla tuotetaan suuri osa sairaaloiden jätteestä, joten leikkausosastolta opittuja keinoja kestävänsen kehityksen edistämiseen voidaan ehkä joiltain osin toteuttaa myös kliinisissä laboratorioissa. Tutkielman aineisto kerättiin haastattelemalla leikkausosastojen leikkaushoitajia ja lähijohtajia. Taloudellisen kestävyyskohdalla hoitajat kokivat voivansa vaikuttaa vain rajallisesti taloudellisiin asioihin, lähinnä leikkaustarvikkeiden valintaan, ja lähijohtajat toivat ilmi lähinnä henkilöresurssien tehokkaan käytön. Hoitajat eivät kokeneet leikkaustarvikkeiden hintojen vaikuttavan siihen, miten he työskentelevät. Ekologisen kestävyyskohdalla niin hoitajat kuin lähijohtajat tiedostivat, että leikkaushoitotyössä tuotetaan paljon jätettä, mutta huolestuneisuus jätteen määrästä vaihteli paljon vastaajien välillä ja monet kokivat, että jätteen vähentäminen on erittäin vaikeaa ja jätteenlajittelu on hankalaa. Lähijohtajat pitivät ekologisia näkökulmia tärkeinä, mutta eivät olleet kovin tarkkaan tietoisia, kuinka ympäristöasioita hoidetaan heidän osastollaan. Ongelmana ekologisen kestävyyskohdalla toteutumisessa koettiin yhteisten toimintatapojen ja kehittämistyön puuttuminen eri leikkausosastojen välillä.

5.1. Environmental Management System (EMS), ISO 14000 ja 3R

Lopez & Badrick (2012) esittävät, että kliinisten laboratorioiden tulisi tehdä toimintasuunnitelma ympäristövaikutusten vähentämiseksi ja muodostaa ympäris-

töasioiden hallintajärjestelmä (Environmental Management System, EMS). Toimintasuunnitelmassa tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin kohtiin: 1) laboratorion henkilökunnassa tietoisuuden herättäminen laboratorion ympäristövaikutuksista, 2) tehdä esikatsaus laboratorion ympäristöasioista ja selvittää suurimmat ympäristövaikutukset, 3) asettaa tavoitteita, 4) laatia koulutusohjelma henkilökunnalle ympäristövaikutuksista, 5) tunnistaa ja kirjata ylös lakisääteiset vaatimukset ympäristöasioista, 6) sopia auditoinneista ja 7) laatia dokumentoinnit EMS manuaalista, tavoitteista ja hätätilanteiden ohjeistuksista. Laboratorion tulisi myös nimetä henkilökunnasta ympäristövastaava. (Lopez & Badrick 2012.)

Laboratorion ympäristöasioiden hallintajärjestelmä voidaan laatia ISO 14000 -standardien mukaisesti (Lopez & Badrick 2012, Lopez ym. 2017). Kyseessä on kansainvälinen ympäristöjohtamisen standardisarja, jonka tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä, tarjota ympäristöasioiden kehittämiseksi hyvän käytännön mallin ja lisätä yhteisymmärrystä ja vertailukelpoisuutta ympäristöasioiden hallintaan (SFS 2021, ks. kuva 4).



KUVA 4. Ympäristöjohtamisen standardisarja ISO 14000 (SFS 2021). Standardisarjaan liittyy useita eri standardeja, joilla voidaan parantaa organisaation ympäristöasioiden hallintaa.

Loste ym. (2019) tutkivat artikkelissaan ISO 14001 -standardiin pohjautuvaa EMS:n ja Vihreän kemian (Green Chemistry, GC) periaatteiden välistä suhdetta. Vihreä kemia on 1990-luvulla kehitetty suunnitelma kemiallisten tuotteiden ja prosessien haitallisten ympäristövaikutusten vähentämiseen, joka sisältää 12 periaatetta liittyen mm. jätteen ehkäisemiseen ja turvallisempien kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden suunnitteluun (EPA 2022). Lose ym. (2019) mukaan molemmat järjestelmät, ISO 14001 ja Vihreä kemia, pohjautuvat Jatkuvan kehityksen prosessiin, jossa muutosten toteuttaminen tapahtuu PDCA-mallin mukaisesti (Plan-Do-Check-Act). Jokainen Vihreän kemian 12 periaatteesta on mahdollista yhdistää johonkin ISO 14001 -standardin kohtaan. Eroakin löytyy: siinä missä ISO 14001 toteuttaminen pohjaa vahvasti dokumentointiin ja kolmannen osapuolen tunnustukseen ja sertifiointiin, Vihreä kemian prosesseja ei rekisteröidä eikä muutoksia arvioida tai mitata. Vihreän kemian vahvuus on innovaatio ja luovuus, kun taas ISO 14001 lisää byrokratiaa ja tarvitsee vahvaa johtajuutta toteutuakseen. ISO 14001 on myös suunniteltu niin, että sitä on mahdollista toteuttaa missä tahansa organisaatiossa, kun taas Vihreä kemia on taas rajoitettu lähinnä kemian alalle. Lose ym. (2019) esittävät, että nämä kaksi lähestymistapaa on mahdollista yhdistää eri yliopistoaloilla.

Lopez & Badrick (2012) ja Lopez ym. (2017) esittävät erilaisia keinoja, joilla klinisissä laboratorioissa voidaan vähentää ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutusten vähentämisen perustana toimii ns. 3R:n konsepti, jotka tulevat englanninkielisistä sanoista *reduce*, *reuse* ja *recycle* (Lopez ym. 2012). *Reduce* viittaa energian, luonnonvarojen ja haitallisten tuotteiden käytön vähentämiseen, *reuse* viittaa tarvikkeiden uudelleen käyttämiseen niin pitkälle kuin mahdollista ja niiden korvaamiseen uudelleen käytettävillä tarvikkeilla, ja *recycle* viittaa kierrättämiseen, eli että tarvikkeet tai niiden komponentit hyödynnetään ensisijaisen käytön jälkeen uudessa käyttötarkoituksessa aina kun mahdollista.

Avainasemassa on kuitenkin vähentäminen. Jo ennen lääkinnällisten laitteiden hankintaa tulee ottaa huomioon tuotteen koko elinkaari myös laboratorion ulkopuolella (eli tuotteen valmistamisen ympäristövaikutukset sekä tuotteen loppusijoitus laboratoriokäytön jälkeen). Hankinnoissa pitäisi pyrkiä ottamaan huomioon esim. laitteiden energia- ja vedenkulutus, reagenssien haitallisten vaikutusten vähentäminen, pakkausmateriaalien minimoiminen, kuljetuksesta koituvien

päästöjen minimoiminen. Jo ennen hankintaa olisi hyvä miettiä, voisiko tarvikkeita hankkia yhteiseksi toisen yksikön kanssa tai voidaanko ylijäämä jakaa toisille yksiköille. Myös laboratoriotutkimusten määrää ja otettavien näyteputkien määrää tulisi pyrkiä vähentämään (vähentämällä tarpeettomia tutkimuspyyntöjä, poistamalla vanhentuneita tutkimuksia valikoimasta ja pyrkimällä tekemään samasta näyteputkesta enemmän tutkimuksia). Myös uudelleenkäyttäminen tähtää uutena tuotetun materiaalin vähentämiseen. Kierrättäminen tähtää siihen, että edes osa materiaalista päätyisi takaisin kiertoon käytön jälkeen. (Lopez & Badrick 2012, Lopez ym. 2017.)

5.2. Pyydettävien laboratoriotutkimusten vähentäminen

Laboratoriotutkimuspyyntöjen määrä terveydenhuollossa on noussut vuosi vuodelta. Samalla myös toistuvien ja sellaisten tarpeettomien tutkimuspyyntöjen, jotka eivät tuota potilaan hoidolle hyödyllistä tietoa, määrä kasvaa erityisesti silloin, kun potilas siirtyy sairaalan vuodeosastolle. Tähän vaikuttaa mm. potilaan ja laboratoriopalveluiden helppo saatavuus tutkimusten tilaajalle varmuuden tunteen tuominen tutkimusten perusteella niin tutkivalle lääkärille kuin potilaalle itselleen. (Jalbert ym. 2019.)

Bindraban ym. (2018) ja Jalbert ym. (2019) ovat tehneet kirjallisuuskatsauksia tutkimuspyyntöjen määrän vähentämisestä sairaaloissa. Kirjallisuudessa esiintyviä keinoja tutkimuspyyntöjen määrän vähentämiseen oli useita erilaisia, ja tutkimuksissa käytettiin yleensä useampaa eri interventiota yhdessä. Koulutukselliset interventiot, joissa terveydenhuollon henkilökuntaa koulutetaan mm. tutkimusten hinnoista ja toistuvien tutkimusten haitallisista vaikutuksista, osoittivat ainoana interventiona käytettynä vain lyhytaikaisia hyötyjä. Auditoinnit ja säännöllinen vertailevan palautteen antaminen motivoivat terveydenhuollon ammattihenkilöitä enemmän, mutta palautteen antaminen vaatii datan keräämiseen ja käsittelemiseen enemmän tietoteknillisiä resursseja. Tutkimusten tilaamisjärjestelmään (computerized physician order entry system, CPOE system) liittyvät interventiot ovat yleisesti ottaen tehokkaampia keinoja. Näitä voivat olla pop-up-muistutukset tai -hälytykset ja erilaiset pakottavat toiminnot. Tilaamisjärjestelmän interventiot vaativat kuitenkin huomattavasti tietoteknillisiä resursseja. Tut-

kimustilauksien tekijät on otettava huomioon: Jatkuvat pop-up-ilmoitukset johtavat helposti ”hälytysväsymykseen” ja ilmoitusten sivuuttamiseen useammin. Lisäksi, pakottavien tietoteknillisten toimintojen asentaminen ilman kunnollista ymmärrystä turhiin tutkimuspyyntöihin johtavista syistä altistaa keskeytyksiin työnteossa ja tyytyväisyyden laskuun. On myös otettava huomioon, että tutkimusten tilausjärjestelmä saattaa olla huonosti suunniteltu, jolloin järjestelmä itsessään mahdollistaa ylimääräisten ja tarpeettomien pyyntöjen tilaamisen (esim. erilaiset pyyntöpaketit). Joka tapauksessa, interventiot tulee valita tarpeettomien pyyntöjen tilaamisen juurisyyn mukaisesti ja mahdollisesti hyödyntää useita interventioita samanaikaisesti. (Bindraban ym. 2018, Jalbert ym. 2019.)

Bindraban ym. (2019) suorittivat tapaustutkimuksen, jossa he pyrkivät selvittämään useiden interventioiden samanaikaisen käytön vaikutusta laboratoriotutkimusten määrään sisätautiosastolla neljässä Alankomaan opetussairaалassa. Interventioina käytettiin tietoisuuden luominen kouluttamisella ja palautteella, erikoistuvien lääkäreiden tehostettua valvontaa sekä muutoksia pyyntöjen tilausjärjestelmässä. Kolmella neljästä osastosta laboratoriotutkimuspyyntöjen määrä potilaskontaktia kohti väheni, kaiken kaikkiaan 11,4 % potilasta kohti, kun taas tutkimuspyyntöjen määrä kasvoi 2,4 % kontrollina toimineessa 19 muussa sairaalassa. Tulokset on ilmaistu verrattuna kahta vuotta ennen interventioiden alkua ja 14 kk interventioiden alkamisen jälkeen (6 kk interventioita ja lisäksi 8 kk interventioiden päättymisen jälkeen).

Laboratorion tulee määritellä tutkimusten vähimmäisnäytemäärä sekä hyödyntää sellaisia tekniikoita, jotka sallivat samasta näyteputkesta useamman tutkimuksen tekemisen. Laboratorion tulee myös käydä läpi ja päivittää tutkimusvalikoimaansa ja poistaa käytöstä vanhentuneet tutkimukset valikoimasta säännöllisesti. (Lopez & Badrick 2012, Lopez ym. 2017.)

5.3. Laborioritarvikkeiden kulutuksen vähentäminen

Alves ym. (2021) pyrkivät tapaustutkimuksessaan vähentämään kertakäyttöisen muovijätteen määrää mikrobiologian tutkimuslaboratoriossa. Mikrobiologisessa laboratoriossa suuria määriä muovia päätyy tartuntavaaralliseksi jätteeksi, joka

ei ole kierrätettävissä. Alves ym. (2021) tekivät monia muutoksia laboratorion tarvikkeiden käytössä vähentääkseen muovijätettä: Sellaisissa toiminnoissa, joissa ei vaadittu steriiliyttä, monia kertakäyttöisiksi luokiteltuja välineitä pestiin, kuivattiin ja uudelleenkäytettiin (mm. punnitusalustat, muovipipetit ei-steriilien liuosten pipetointiin, vain viljelyalustaa sisältävät petrimaljat). Sterilointia kestävämmät koeputket vaihdettiin sterilointia kestäviin Falcon-putkiin aina kun mahdollista. Kertakäyttöiset siirrostussilmukat ja muovitikut bakteeripesäkkeiden poimimiseen korvattiin metallisilla siirrostussilmukoilla ja puutikuilla. Lisäksi laboratorion henkilökuntaa koulutettiin suunnittelemaan kokeet huolellisesti niin, että kertakäyttövälineitä tarvitaan mahdollisimman vähän. Keinoina tähän toimivat esimerkiksi kantaliuosten hyödyntäminen, kasvatusmaljojen jakaminen osiin ja vaihtoehtoiset viljelytekniikat. Kudosnäytteitä käsitellessä, kuten soluviljelyissä, käytettävien välineiden tulee kuitenkin olla steriilin lisäksi myös endotoksiini-vapaita, jolloin pelkkä sterilointi ei riitä. Näissä tilanteissa kertakäyttöisiä muovivälineitä ei voida korvata kestäväillä vaihtoehdoilla. Kestokäyttöisiin steriloitaviin tarvikkeisiin siirtyminen vaatii myös sekä laboratorion että välinehuollon henkilökunnalta uusien työtapojen opetteluun sekä velvollisuuksia, jotta tällaiset muutokset tulevat tehtyä huolellisella suunnittelulla ja yhteistyössä sidosryhmien (kuten välinehuollon) kanssa. (Alves ym. 2021).

Safari & Ferguson (2015) esittelevät artikkelissaan TipNovus automaattisen puhdistusjärjestelmän kertakäyttöisten pipetinkärkien sterilointiin uudelleenkäyttöä varten. TipNovus-järjestelmän puhdistus käsittää kaksivaiheiden liotuksen, usean pesuvaiheen eri reagensseilla, viimeisen huuhtelun ja kuivauksen. Prosessi kestää 8 minuuttia, jossa pipetinkärkien ulkopinnoilta hävitetään lika liottamalla, paineistetulla pesulla ja ääniaalloilla. Vertikaalinen ravistelu poistaa lian sisäpinnoilta. Tämän jälkeen kärjet steriloidaan UV-valolla, samoin kuin jäte neste. Menetelmä poisti DNA-, RNA- ja muut biologiset jäänteet 99,9 % tehokkuudella Safari ja Fergusonin (2015) mukaan. He myös testasivat näitä TipNovus-puhdistettuja pipetinkärkiä uusiin käyttämättömiin kärkiin sentrifuugattujen punasolunäytteiden pipetoinnin jälkeen, jonka jälkeen uudelleenkäytettävät kärjet puhdistettiin TipNovus-järjestelmällä ja käytettiin punasolujen pipetointiin uudelleen. Käyttö-puhdistus-uudelleenkäyttö-kierto suoritettiin viisi kertaa. Viiteen kertaan pestyt ja uudelleenkäytetyt kärjet suoriutuivat pipetoinnista yhtäläisesti

uusien pipetinkärkien kanssa. Vaikka Safani ja Ferguson (2015) esittävät menetelmän keinona vähentää laboratorion kulutustavaran ja syntyvän jätteen määrää, tällainen kertakäyttötarvikkeiden uudelleenkäyttö ei nykyisellä lainsäädännöllä mahdollista Suomessa.

Myös käytettävien reagenssien määrää voi olla mahdollista vähentää uusien tekniikoiden avulla. Correia ym. (2017) testaavat tutkimusartikkelissaan kehittämiensä Duraclone seulontaputkea (Duraclone screening tube, DTS), joka sisältää 10 hematologisessa flow-sytometriassa käytettävää väriä ja 14 fluorokromikonjugoitua vasta-ainetta kuivana ”vasta-aine-cocktailina” hematologisten pahanlaatuisuuksien seulontaan, vertaamalla sen käytettävyyttä perinteisiin neste-mäisiin värireagensseihin potilasnäytteiden analysointiin kliinisessä hematologian laboratoriossa. Tulokset DTS-putkea käytettäessä korreloivat tuloksiin nestemäisiä reagensseja käytettäessä ja molemmissa tapauksissa päädyttiin samoihin diagnooseihin potilasnäytteistä. DTS:n käyttö myös laski kustannuksia 12,3 % ja prosessiin kulunutta aikaa 15,8 %. Kuivareagenssin käytön etuina ovat Correia ym. (2017) mukaan säilytys huoneenlämmössä, yksittäisten pipettien, titrauksien, käyttöerien välisten erojen ja fluorokromikonjugoitujen vasta-aineiden dokumentoinnin eliminointi, menettelytavan standardointi, henkilökunnan nopea oppiminen, tandem-fluorokromien epävakauden väheneminen, pipetointivirheistä ja vasta-aineiden säilyvyydestä johtuvan hukan väheneminen sekä reagenssisekoitusten tuottamiseen ja validointiin tarvittavan ajan väheneminen.

5.4. ”Vihreät” hankinnat

Lopez & Badrick (2012) ja Lopez ym. (2017) esittävät yhtenä tärkeänä osana laboratorioden ympäristövaikutusten hallintaan ”vihreiden” hankintojen toimintalinjan, joka sisältää sellaisten tuotteiden ja palveluiden hankintaa, jotka minimoivat negatiivisia ympäristövaikutuksia elinkaarensa aikana. Tässä tulee ottaa huomioon tuotteen tuotannosta, kuljetuksesta, pakkauksesta, tilauskäytännöistä, käytöstä ja hävittämisestä koituvat ympäristövaikutukset. Laitteiden hankinnassa tulisi ottaa huomioon laitteiden energiatehokkuus ja käytön ympäristöjalanjälki. Reagenssien valinnassa tulisi suosia niin ihmisille kuin ympäristölle

vähemmän haitallisia aineita aina kun mahdollista, ja välttää isoja paljon pakkausmateriaalia sisältäviä tutkimuspaketteja ("testikittejä"), jotka vievät paljon kylmäsäilytystä. Laboratorion kalusteiden hankinnassa kannattaa myös suosia ympäristöystävällisiä ja/tai paikallisesti tuotettuja ja/tai kierrätettyjä tuotteita ja materiaaleja aina kun mahdollista. (Lopez & Badrick 2012.)

Kliinisen laboratorion ympäristövaikutusten vähentämisessä tulee ottaa huomioon lääkinnällisten laitteiden valmistajat. Laittevalmistajat tulee tehdä tietoiseksi siitä, että tuotteiden valmistamisen ja käytön ympäristövaikutukset otetaan huomioon kliinisen laboratorion hankinnoissa, sekä myös hankintavalinnoilla suosia ja kannustaa ympäristöystävällisiä yrityksiä ja toimintatapoja tuotantoketjussa (Lopez ym. 2017). Muun muassa tuotteiden pakkaamisesta voisi neuvotella tavaran valmistajien, maahantuojien ja/tai jakelijoiden kanssa, jotta ei-kierrätettävissä oleva pakkausmateriaali saadaan minimoitua (Lopez & Badrick 2012). On toki huomioitava, että jos markkinoille ei tuoda ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja, eivät kuluttajat voi niitä myöskään käyttää. Monet kliinisen lääketieteellisten laitteiden valmistajat ovat kuitenkin kehittämässä omaa toimintaansa ympäristöystävällisemmäksi ja osa tutkii myös ympäristöystävällisempien materiaalien kuten biopohjaisten muovien korvaavien materiaalien käyttöä tuotteissaan (mm. Greiner Bio-One 2018). Tällä hetkellä ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja tarvikkeille on kuitenkin vain vähän markkinoilla.

Patologian laboratorioissa käsitellään kudoksenäytteitä, jotka tulee kiinnittää näytteen säilyttämisen ja kovettamisen vuoksi prosessointia varten. Kiinnittämiseen käytetään yleisesti formaliiniliuosta, mutta tämän tiedetään olevan terveydelle ja ympäristölle haitallista sen sisältämän karsinogeenisen formaldehydin vuoksi. Deepa ym. (2021) on tutkinut terveydelle ja ympäristölle haitallisten helposti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (volatile organic chemicals, VOCs) korvaamista koliini-pohjaisilla ioni nesteillä (choline based ionic liquids, ILs) kudoksenäytteiden kiinnittämiseen. Tutkimuksessa kiinnitettiin ihmisen silmäkudoksenäytteitä kolmella eri koliinipohjaisella nesteellä (koliinilevulinaatti CHL, koliinidivetyfosfaatti CDP ja koliinilaktaatti CL), formaliinikiinnityksen toimiessa kontrollina. Deepa ym. (2021) toteavat koliinipohjaisten nesteiden näyttävän kudosten kiinnityksen suosiollisia piirteitä, mutta että lisää tutkimusta IL-nesteiden optimoinnista kudoksenäytteiden kiinnittämiseen tarvitaan.

Loste ym. (2019) esittää, että luonnontieteellisten alojen tutkijat alasta riippumatta voivat miettiä laboratorioissa käyttämiensä kemikaalien ympäristövaikutuksia Vihreän kemian periaatteiden mukaisesti. Heidän tulee huomioida jätteen vähentämisen jo osana hankintaprosessia, jolloin huomioidaan tarkasti kemikaalien erääntymispäivät ja vältellään hukkaa. Käytetyt kemikaalit ja niiden riskit tulee tunnistaa ei vain kemiallisissa tuotteissa vaan myös esimerkiksi liuottimissa ja viljelyalustoissa. Kemiallisia johdannaisia tulee vähentää suunnittelemalla parempia ja tehokkaampia prosesseja ja tutkimuksia. Vaihtoehtoisia lähtöaineita uusiutuvista lähteistä tulee myös etsiä. (Loste ym. 2019.)

5.5. Jätehallinta ja kierrättäminen

Moynihan (2019) tuo artikkelissaan ilmi huolensa laboratorioiden tuottaman jätteen määrästä ja kertoo, miten paikallinen sairaalalaboratorio lajittelee pahvit ja muovit, mutta Moynihan pohtii, onko se tarpeeksi kun otetaan huomioon, miten paljon laboratorioissa tuotetaan jätettä.

Lopez & Badrick (2012) sekä Lopez ym. (2017) kannustavat laboratorioita arvioimaan, mitä kaikkea laboratorioissa syntyvää jätettä voidaan uudelleenkäyttää tai kierrättää turvallisesti, sekä kuinka pitkälle poiskuljetettava jäte voidaan lajitella syntypaikalla. Muovipussit näytteiden kuljetuksessa ja virtsakeräysastiat voidaan usein käyttää uudelleen (Lopez ym. 2017), ja tavarantoimittajien kanssa voi olla mahdollista sopia pakkausmateriaalien takaisintoimittamisesta ja niiden uudelleenkäytöstä (Lopez & Badrick 2012, Lopez ym. 2017). Laboratoriossa tulisi olla selkeästi merkittyjä jäteastioita jätteen lajittelua varten sekä ohjeistukset henkilökunnalle. Lopez & Badrick (2012) sekä Lopez ym. (2017) tuovat esille myös sen, että markkinoilla on olemassa laitteita orgaanisten liuottimien (ksyleeni, formaliini ja alkoholi) kierrättämiseen uudelleenkäyttöä varten laboratorioissa (esimerkiksi CBG Biotech PathTrue™ Solvent Recyclers, CBG Biotech 2022). Kopiopaperin määrää on myös mahdollista vähentää erilaisin keinoin, kuten tulostamalla molemmiin puolin ja hyödyntämällä elektronista tekstiä tulostetun sijaan aina kun mahdollista. Laboratorioiden tulisi myös selvittää

lääkinnällisten laitteiden yhteishankintaa toisen yksikön kanssa, sekä ylimääräisen käyttökelpoisen tavaran eteenpäin jakamista toisille yksiköille. (Lopez ym. 2017.)

5.6. Infrastrukturi, energian ja veden kulutuksen vähentäminen

Silloin, kun ajankohtaisena on uusien laboratoriotilojen rakentaminen tai remontoiminen, suunnitteluvaiheessa on mahdollista huomioida energiatehokkaat ja ympäristöystävälliset ratkaisut. Tämä tarjoaa myös tilaisuuden rakentaa noudattaen erilaisten ympäristösertifikaattien vaatimuksia, joiden ratkaisut säästävät paitsi luontoa myös rahaa. (Lopez ym. 2017) LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design) on yhdysvaltalainen kansainvälisesti tunnustettu vihreän rakentamisen sertifiointijärjestelmä, joka tarjoaa puitteet energia- ja kustannustehokkaaseen sekä ympäristöystävällisempään rakentamiseen. LEED-järjestelmässä on neljä tasoa (sertifioitu, hopea, kulta ja platina), jotka määräytyvät projektien ansaitsemien pisteiden mukaan. Pisteitä saa sitoutumalla ehtoihin sekä ansioilla, jotka koskevat hiiltä, energiaa, vettä, jätettä, kuljetusta, materiaalia, terveyttä ja sisätilojen laatua. (U.S. Green Building Council 2022.)

Sawyer (2019) tuo esille artikkelissan Green Lab -sertifikaatin, joka on yhdysvaltalainen yksityinen voitto tavoittelemattoman yhdistyksen My Green Labin sertifiointiohjelma. Se kattaa 14 eri osa-aluetta mm. energiaan, veteen, kemikaaleihin, jätteeseen ja osallistamiseen liittyen. My Green Lab (2022) verkkosivujen mukaan laboratoriot käyttävät kymmenkertaisesti enemmän energiaa ja neljä kertaa enemmän vettä verrattuna toimistotiloihin, mutta varsinaisia lähteitä tälle datalle ei mainita verkkosivuilla. Näitä My Green Labin esittämiä puhuttelevia lukuja on kuitenkin esiintynyt useissa lukemissani artikkeleissa, jotka mainitsevat lähteenään My Green Labin verkkosivuston.

Manley (2011) esittää artikkelissaan kehityskohteita, joita kannattaa miettiä ”vihreän” laboratorion rakentamisessa ja remontoinnissa. Aivan uuden laboratoriorakennuksen sijainti kannattaa miettiä myös saavutettavuuden kannalta: julkisten kulkuyhteyksien ja pyöräreittien varrella, samalla vähentäen autoliikenteen päästöjä. Myös pyörätelineitä sekä pukuhuone- ja suihkutiloja kannattaa

varata henkilökunnan käyttöön. Rakennuksen sijaintia aurinkoon nähden kannattaa huomioida: enemmän lämpöä vaativat tilat sijoitetaan auringon puolelle ja viileyttä vaativat tilat varjon puolelle. Valaistuksessa kannattaa suosia energiaa säästäviä lamppeja sekä liikeseensoreita valaistuksen säätelyyn. Sisäkaton valaistusta voisi tarvittaessa korvata työskentelyvaloilla. Vedensäästämiseen voi käyttää vessoissa vedettömiä urinaaleja, kaksoishuuhtelua ja liikeseensorillisia hanoja. Ilmastointijärjestelmän voi priorisoida vain niille alueille, jotka vaativat tehokasta lämmönsäätystä työskentelyn tai näytöksittelyn ja -säilytyksen kannalta. Erityisesti toimistohuonekaluilla voidaan hyödyntää kierrätettyjä ja paikallisia materiaaleja ja tuotteita. (Manley 2011.)

Labov (2013) esittelee artikkelissaan Teksasin yliopiston uuden kultatason LEED-sertifikaatin laboratoriorakennuksen rakentamisessa käytettyjä ratkaisuja. Tärkeä energiantehokkuuteen liittyvistä ratkaisuista liittyi rakennuksen lämmitys-, tuuletus- ja ilmastointijärjestelmään (HVAC). Järjestelmä jäähdyttää Teksasin kuumaa (98 °F eli n. 37 °C) ja kostea (80 % ilmankosteus) ulkoilman 55 °F:n (n. 13 °C), jonka jäähdytetty lauhdevesi hyödynnettiin laboratoriolaitteiden jäähdytykseen, mikä leikkasi rakennuksen vedenkulutuksen 40 %:lla. Lämmitykseen hyödynnetään taas rakennuksen katolle asennettuja vettä lämmittäviä aurinkopaneeleja. Miellyttävä huoneilma saatiin aikaan ohjaamalla jäähdytetty ilma kuumavesiputkiston suuntaan, mikä säästää energiaa. 250 tehokkaalla veto-kaapilla saatiin vähennettyä ulkoa tulevan vaihtoilmamäärää. Rakennuksen ilmastointikanavien määrää vähennettiin sijoittamalla vetokaappeja enemmän tarvitsevat kemian laboratoriot kuusikerroksien rakennuksen kahteen ylimpään kerrokseen lähelle kattotuulettimia, jolloin hormoja tarvitsi vetää vain kahteen kerrokseen kuuden sijaan. Valaistuksessa hyödynnettiin päivänvalon keräysjärjestelmää (daylight harvesting systems), automaattisia päivänvalosäätimiä ja valokennosensoreita valon säätelyyn käyttämättömissä huoneissa. Lisäksi hyödynnettiin paikallisia, kierrätettyjä ja vähän haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sisäläisiä rakennusmateriaaleja.

Loste ym. (2019) esittävät keinoja, joita yliopiston kokeelliset laboratoriot voivat ottaa huomioon energian ja materiaalikulutuksen parantamiseksi Vihreän kemian hengessä, yliopistoalasta riippumatta. Kokeelliset käytännön harjoitusohjelmat voidaan järjestyttää niin, että haitallisten kemikaalien käyttö ja vaikutuksen

minimoidaan. Eri ryhmien aikataulut voidaan koordinoita niin, että samoja reagensseja ja tuotoksia voidaan hyödyntää mahdollisimman pitkälle. Tietotekniikkaa, esimerkiksi ns. lisättyä todellisuutta (augmented reality), voidaan hyödyntää laboratorion demonstraatioissa.

Molero ym. (2021) esittävät katsausartikkelissaan mm. tietoteknillisiä keinoja resurssien optimaaliseen käyttöön. Heidän mukaan datan louhiminen ja tekoälyn hyödyntäminen voi auttaa maksimoimaan energiatehokkuutta ja hiili- ja vesijalanjäljen mittaamisessa ja kontrolloimisessa. Pilvipalveluiden hyödyntäminen vähentäisi datan ylläpitämiskustannuksia, ja tilaisuuksien pitäminen virtuaalisesti vähentäisi päästöjä (Molero ym. 2021).

5.7. Henkilökunta, hallinto ja tukitoiminnot

Kliinisen laboratorion henkilökunta tulee ottaa aktiivisesti mukaan ympäristövaikutusten vähentämiseen. Tärkeää on tuoda laboratorion ympäristöasiat henkilökunnan tietoisuuteen ja kouluttaa heitä asiasta. Henkilökunta voi olla yhtä mieltä ympäristövaikutusten vähentämisen tärkeydestä, mutta muutoksia toteuttaessa tulee ottaa huomioon myös muutosten tuoma ylimääräinen vaiva, leikkausten tuoma paine ja lisääntynyt byrokratia, mitkä voivat vaikuttaa muutosmyönteisyyteen laboratorion henkilökunnassa. (Lopez ym. 2017.)

Sawyer (2019) kertoo henkilökuntaa mahdollisesti motivoivasta kampanjaisimerkistä: Harvard Chemistry and Chemical Biology Departmentin 2005 aloittamasta Shut the Sash -kilpailusta, jossa tavoitteena on vähentää energiankulutusta ja edistää tietoisuutta muuttamalla energian säästötoimet palkkioiksi, kuten henkilökunnan virkistystoiminnaksi. Sawyer myös muistuttaa, että pienetkin muutokset tekevät vaikutuksen, kun ne toteutetaan yhteisenä, ja että näistä asioista keskustelu kollegoiden kanssa voi tehdä ison vaikutuksen tietoisuuden herättämisessä.

Ernstin (2016) mukaan laboratorionhenkilökunta voi tehdä paljon energiankulutuksen vähentämiseksi. Ernstin mukaan usein unohdettu välivaihe, laitteiden käyttöohjeen huolella lukeminen, tarjoaa tietoa energiaa kuluttavien laitteiden

optimaaliseen käyttöön. Vetokaappien sammuttaminen ja puhdistaminen päivän päätteeksi säästää energiaa, ja pakastimien sisältöjen järjestyksen ylläpitäminen vähentää aikaa, jonka pakastimen ovi on auki (Ernst 2016).

Nicolet ym, (2022) hiilijalanjälkianalyysi läntisen Sveitsin terveydenhuoltopraktiikoiden toiminnasta osoitti sen, että yli puolet (55,5 %) hiilijalanjäljestä liittyi potilaiden kulkemiseen (33,2 %), henkilökunnan kulkemiseen (12,5 %) sekä päivystysnäytteiden lähettipalveluun (9,8 %). Vaikka Nicolet ym. (2022) tutkimuksessa ns. ”talossa tehtävät” laboratoriotoinnnot olivat vain 0,5 % ja ”ulkona tehtävät” laboratoriotutkimuksetkin vain 1,2 % keskivertopraktiikan kokonaishiilijalanjäljestä, voidaan tästä ajatella, että laboratoriodenkin kohdalla henkilökunnan ja potilaiden kulkeminen aiheuttaa suuren osan hiilijalanjäljestä. Nicolet ym. (2022) mukaan lääkinnällinen kulutustavara, jonka voisi ajatella aiheuttavan suuren osan hiilijalanjäljestä, aiheutti vain 5,5 % (josta esimerkiksi verinäytteenoton tarvikkeet aiheuttivat 12,5 % ja suojakäsineet 4,3 % kaikesta lääkinnällisen kulutustavaran hiilijalanjäljestä). Ylipäättään praktiikoiden tukitoiminnot aiheuttivat 82,6 % kokonaishiilijalanjäljestä (Nicolet ym. 2022). Hiilijalanjäljen pienentämiseksi laboratorioden siis voisi ajatella kannattavan panostaa laboratorion saavutettavuuteen julkisilla kulkuneuvoilla, jalan tai pyörällä, sekä kannustaa henkilökuntaa myös miettimään vähäpäästöisiä vaihtoehtoja kulkemisessaan.

Jätteen kulutusta on mahdollista vähentää myös varsinaisten laboratoriotoinnnotien ulkopuolella. Sawyer (2019) kertoo artikkelissaan Leedsin yliopiston, jossa yliopisto pyrkii toistamaan kertakäyttömuovit ruokaloistaan ja toimistoistaan 2020 mennessä ja olemaan täysin vapaa kertakäyttömuoveista 2023 mennessä.

5.8. Tulevaisuus?

Sawyer (2019) väläyttää äskettäin löydetyn PET-muovia syövän entsyymien, PETaasin, hyödyntämistä tulevaisuudessa muovijätteen entistä tehokkaampaan kierrätykseen. Sawyer kuitenkin muistuttaa, että tällainen löytö ei tule selvittämään muovijäteongelmaa ilman aktiivista muovin käytön vähentämistä.

Chard (2021) kirjoittaa artikkelissaan, kuinka laboratoriot voivat olla mukana täyttämässä YK:n kestävän kehityksen tavoitteita 2030 mennessä. Tavoitteen 3, Terveyttä ja hyvinvointia, tarkoitus on taata terveellinen elämä ja hyvinvointi kaiken ikäisille (Suomen YK-liitto n.d.). Chard tuo esille tähän tavoitteeseen liittyen rokotekehityksen edistymisen, erityisesti COVID-19 pandemian vauhdittamana. Harppaukset rokotteiden kehityksessä tulevat edistämään ihmisten hyvinvointia maailmanlaajuisesti. Toimiakseen oikein laboratorioilla tulee olla pääsy veden laatua tarkkaileviin ja ylläpitäviin järjestelmiin, joten laboratoriot voivat Chardin mukaan olla osaltaan edistämässä tavoitetta 6: Puhdas vesi ja sanitaatio. Mm. mikromuoveja torjuville ja jäteveden käsittelyä edistävillä tekniikoilla on tarvetta. Tavoitetta 12, Vastuullista kuluttamista, edistääkseen laboratorioiden tulee Chardin mukaan dramaattisesti vähentää kertakäyttöisten muovien määrää, sekä noudattaa hyviä tuotantotapoja (Good Manufacturing Practices) sekä arvioida ja vähentää antibioottien määrää jätevirrassaan. Tavoitteet 14 ja 15 (Vedenalainen elämä ja Maanpäällinen elämä) liittyvät vesi- ja maaekosysteemien suojeluun sekä niistä saatavien resurssien kestäväan käyttöön (Suomen YK-liitto n.d.). Näitä tavoitteita täyttääkseen laboratorioiden tulee Chardin mukaan vähentää ja korvata eläinperäisten tuotteiden käyttöä sekä kehittää tutkimuksiin niin, että eläinten kokemus kärsimys vähenee ja hyvinvointi paranee. Mm. soluviljelyn kasvatulusuoksessa käytetään yleisenä aineosana eläinten seerumia, kuten FBS (fetal bovine serum), ja Chard mainitsee tutkimuksia eläinvaipista korvaavista tuotteista. Chard mainitsee myös tekoälyn potentiaalista eläinkokeiden vähentämisessä esimerkiksi lääketuotannossa.

Molero ym. (2021) tuovat esille, että kliiniset laboratoriot ovat usein ensimmäisiä terveydenhuollon yksiköitä, jotka pääsevät hyödyntämään innovatiivisia tekniikoita päivittäisessä toiminnassaan. Näitä tekniikoita voidaan Molero ym. (2021) mukaan hyödyntää myös tautien torjunnassa ja siten terveydenhuollon kestävä toiminnan kehittämisessä.

6 POHDINTA

6.1. Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuskatsauksen tuloksista käy ilmi, että keinoja kestävän kehityksen edistämiseen kliinisissä laboratorioissa on monia erilaisia ja että keinot vaihtelevat yksinkertaisista muutoksista monimutkaisempiin resursseja enemmän vaativiin muutoksiin laboratorion toiminnassa tai infrastruktuurissa. Monissa julkaisuissa tulee selväksi, että ei ole vain yhtä keinoa ylitse muiden, ja että on parempi toteuttaa useampaa keinoa yhtä aikaa saadakseen aikaan parempia ja kestävämpiä tuloksia. Kaikki kuitenkin lähtee lähtötilanteen selvittämisestä, tiedonherättämisestä työyhteisössä ja huolellisesta suunnittelusta. Kestävyyden edistäminen vaatii myös yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa: esimerkiksi laboratoriotutkimuksia tilaavien yksiköiden, laitevalmistajien ja -jakelijoiden sekä välinehuollon kanssa.

Suomessa terveydenhuollon toimintoja säädellään tarkkaan lainsäädännöllä, jolloin osaa kansainvälisessä kirjallisuudessa esiintyvistä keinoista ei ole nykyisellä lainsäädännöllä mahdollista toteuttaa suomalaisissa laboratorioissa, kuten kertakäyttöisten laitteiden uudelleenkäsittely. Ehkä välineiden ja menetelmien kehittyminen voi mahdollisesti johtaa tulevaisuudessa siihen, että useammat tällä hetkellä kertakäyttöisiksi luokitellut tarvikkeet voidaankin luokitella myöhemmin kestäväksi.

On kuitenkin huomioitava, että toiminnan ympäristövaikutukset ovat enemmän kuin pelkkä jätemäärä, tai pelkkä hiilijalanjälki, tai pelkkä energian tai veden kulutus. Nämä kaikki ja moni muu seikka ovat osallisena ympäristövaikutusten syntymiseen, jolloin keskittyminen vain yhden seikan vähentämiseen voi lisätä muita tekijöitä, joka voi taas lisätä ympäristövaikutusten kokonaismäärää loppupeleissä. Esimerkiksi kertakäyttöisten laitteiden vaihtaminen kestäväksi voi vähentää muovijätteen määrää mutta lisätä veden ja energian kulutusta. On muistettava myös, että muovi ei ole kaiken pahan lähde, vaan muovi on erityisesti terveydenhuollossa erittäin käyttökelpoinen ja hyödyllinen materiaali sen hygieenisyyden ja turvallisuuden vuoksi, eikä sitä ole helppoa tai kannattavaa korvata kokonaan jollain muulla materiaalilla.

Oma kokemukseni on, että monissa kliinisissä laboratorioissa jo hyödynnetään monia tässäkin tutkimuksessa esitettyjä keinoja kestävän kehityksen edistämiseksi. Aihe tuntuu myös kiinnostavan monia alan asiantuntijoita. Lisäksi laboratorioissa ja sairaanhoitopiireissä on erilaisia vastuullisuustyöryhmiä, jotka selvittävät ja suunnittelevat kestävyiden parantamista terveydenhuollon toiminnoissa.

6.2. Opinnäytetyön prosessi

Tässä työssä hankaluutta aiheuttivat kirjallisuudessa käytettyjen käsitteiden moninaiset merkitykset. Esimerkiksi käsitteeseen kestävä kehitys tai *sustainable development* tai *sustainability* sisältyy niin monia teemoja ja tavoitteita pelkän taloudellisuuden tai ympäristöystävällisyyden ulkopuolelta. Ympäristöasioita puhutaan julkaisuissa myös todella monilla eri käsitteillä, kuten hiilijalanjälki, kierrättäminen, ympäristövaikutukset, kestävyys, kestävä kehitys, ekologinen kestävyys. Tämä vaikeutti hakusanojen valintaa, sekä todennäköisesti vaikutti aineistoon siten, että kaikki mahdolliset aineistoon sopivat julkaisut eivät tulleet esille käytetyissä tietokannoissa käytetyillä hakulausekkeilla. Erityisesti suomenkielistä tutkimusaineistoa ei löytynyt tässä tutkimuksessa käytetyillä hakusanoilla Medic-tietokannasta, vaikka tiedän, että kestävän kehityksen teemoista kliinisissä laboratorioissa on kyllä mm. järjestetty erilaisia konferensseja Suomessa. Kattavampi kirjallisuuskatsaus aiheesta olisi ehkä mahdollista toteuttaa lisäämällä hakusanoja, laajentamalla hakulausekkeitä ja hyödyntämällä useampia tietokantoja. Lisäksi kyselyn laatiminen suomalaisille kliinisille laboratoriotoimijoille kestävän kehityksen toteutumisesta voisi selvittää kestävän kehityksen toteutumisen tilaa suomalaisissa kliinisissä laboratorioissa.

6.3. Luotettavuus ja eettisyys

Kaikki aineistossa käyttämäni artikkelit eivät olleet varsinaisia tutkimusartikkelita, vaan joukossa oli kolumni- tai pääkirjoitustyyppejä julkaisuja. Näin ollen voidaan pohtia tällaisten lähteiden luotettavuutta: olisiko aineistoon pitänyt valita vain kokeellisilla tieteellisillä tutkimuksilla saatuja tuloksia? Tällainen rajaus olisi kaventanut aineiston vain muutama julkaisuun, mikä olisi omalta osaltaan

horjuttanut aineiston luotettavuutta vähäisestä datasta johtuen. Tämän opinnäytetyön aihe, kestävä kehitys, on sellainen, jota ei voida tutkia vain yhdellä tai edes muutaman muuttujan turvin, jolloin kestävä kehityksen kokeellinen tutkiminen on haastavaa ja julkaistut tutkimukset ovat harvassa. Aineisto on peräisin kansainvälisistä hoitotieteellisistä tietokannoista, joten aineisto on muodostettu tieteellisten julkaistujen piiristä.

Tässä opinnäytetyössä olen pyrkinyt noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä varmistaakseni opinnäytetyöni eettisyyden. Aineistossa on hyödynnetty vain julkista tietoa, jotka olen pyrkinyt raportoimaan objektiivisesti ja läpinäkyvästi hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Aineiston muodostamisen prosessin olen pyrkinyt kuvaamaan tarkasti ja perustellen.

6.4. Johtopäätökset, tulosten hyödynnettävyys jatkotutkimusaiheet

Kestävä kehityksen edistäminen kliinisissä laboratorioissa on monen tekijän summa. Huolellinen suunnittelu ja yhteistyö eri tahojen kanssa edistää kestävä kehitystä edistävien toimenpiteiden vaikuttavuutta. Jokainen bioanalytiikko ja kliinisen laboratorion työntekijä voi olla mukana edistämässä kestävä kehitystä jo vain herättämällä keskustelua omassa työyhteisössään aiheesta.

Tuloksia voidaan hyödyntää kliinisissä laboratorioissa kestävä kehitystä edistävän toiminnan suunnittelussa.

Koska tässä opinnäytetyössä keskityttiin kestävä kehityksen taloudellisiin ja ekologisiin näkökulmiin, jatkotutkimusaiheena kulttuurisen ja sosiaalisen kestävyiden tarkastelu kliinisissä laboratorioissa on tarpeen. Lisäksi tarvitaan tutkimusta kestävä kehityksen edistämisestä suomalaisissa kliinisissä laboratorioissa.

LÄHTEET

Alves, J., Sargison, F.A., Stawarz, H., Fox, W.B., Huete, S.G., Hassan, A., McTeir, B. & Pickering, A.C. 2021. A case report: insights into reducing plastic waste in a microbiology laboratory. *Access Microbiology* 2021;3:000173.

Bindraban RS, Ten Berg MJ, Naaktgeboren CA, Kramer MHH, Van Solinge WW, Nanayakkara PWB. 2018. Reducing Test Utilization in Hospital Settings: A Narrative Review. *Ann Lab Med.* 2018 Sep;38(5):402-412.

Bindraban RS, van Beneden M, Kramer MHH, van Solinge WW, van de Ven PM, Naaktgeboren CA, Al-Dulaimy M, van der Wekken LC, Bandt YC, Stam F, Neppelenbroek SIM, Griffioen-Keijzer A, Castelijin DAR, Wevers BA, Boerman AW, van Wijnen M, Ten Berg MJ & Nanayakkara PWB. 2019. Association of a Multifaceted Intervention With Ordering of Unnecessary Laboratory Tests Among Caregivers in Internal Medicine Departments. *JAMA Netw Open.* 2019 Jul 3;2(7):e197577.

Bohn, E. 2017. Facility Design Issues for Single-Use Processes. *Pharmaceutical technology Europe*, 2017-06-01, Vol.29 (6), p.42.

CBG Biotech 2022. Laboratory Solvent Recyclers. Verkkosivu. Luettu 20.8.2022. <https://www.cbgbiochem.com/laboratory>

Chard L. 2021. Lab techniques for a more sustainable world. *Biotechniques.* 2021 Oct;71(4):501-504.

Correia, R. P., Rajab A., Bento L. C., Alexandre A. M., Vaz A. C., Schimidell D., Pedro E. C., Perin, F.S., Nozawa, S.T., Barroso, R.S. & Bacal, N.S. 2018. A Ten-color Tube with Dried Antibody Reagents for the Screening of Hematological Malignancies. *International Journal of Laboratory Hematology* 40 (2): 136–43.

Deepa PR, Nalini V, Surianarayanan M & Krishnakumar S. 2021. Towards safer non-volatile tissue fixatives: Evaluation of choline-based ionic liquids for fixing ocular tissues. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021 Feb;209:111777.

EPA (United States Environmental Protection Agency) 2022. Basics of Green Chemistry. Verkkosivu. Luettu 18.8.2022. <https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry#definition>

Ernst, Steve. 2016. Close to Home. *American Laboratory* 48 (8): 1–2.

Finlex 629/2010. Laki eräistä EU-direktiiveissä säädetyistä lääkinnällisistä laitteista 24.6.2010/629. Luettu 24.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100629>

Finlex 719/2021. Laki lääkinnällisistä laitteista 15.7.2021/719. Luettu 24.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210719>

- Finlex 599/2013. Kemikaalilaki 9.8.2013/599. Luettu 24.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130599>
- Finlex 646/2011. Jätelaki 17.6.2011/646. Luettu 24.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
- Finlex 527/2014. Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527. Luettu 24.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>.
- Fimea Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2022. RoSH-laki. Verkkosivu. Luettu 24.8.2022. https://www.fimea.fi/laakinnalliset_laitteet/laakinnallisiin-laitteisiin-liittyva-lainsaadanto/rohs-laki
- Friman, T. & Kivisalmi, V. 2015. Laboratorion välinehuolto. 1. painos. Saarijärven Offset Oy: Saarijärvi.
- Greaves, R.F., Bernardini, S., Maurizio, F., Fortina, P., Gouget, B., Gruson, D., Lang, T., Tze Ping Loh, Morris, H.A., Park, J.Y., Roessler, M., Peng Yin & Kricka, L. 2019. Key questions about the future of laboratory medicine in the next decade of the 21st century: A report from the IFCC-Emerging Technologies Division. Clinica chimica acta. 495, 570–589.
- Greiner Bio-One 2018. Sustainability Report 2018. Raportti. Luettu 8.5.2021. https://www.gbo.com/en_INT/about-gbo/sustainability/makingithappen.html
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2014. Tutki ja kirjoita. 19. painos. Helsinki: Tammi.
- Hoitotyön tutkimussäätiö 2021. Onnistu laboratorionäytteissä – suositus tutkimusten valinnasta, potilaan tunnistamisesta ja ohjaamisesta. Hotus-hoitosuositus®. Verkkojulkaisu. Luettu 31.8.2022. <https://www.hotus.fi/wp-content/uploads/2021/06/labra-suositus.pdf>
- IVD-asetus EU/2017/746. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2017/746 in vitro -diagnostiikkaan tarkoitetuista lääkinnällisistä laitteista sekä direktiivin 98/79/EY ja komission päätöksen 2010/227/EU kumoamisesta. Verkkojulkaisu. Luettu 24.8.2022. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/746>
- Jalbert, R., Gob, A. & Chin-Yee, I. 2019. Decreasing Daily Blood Work in Hospitals: What Works and What Doesn't. International Journal of Laboratory Hematology 41 (May): 151–61.
- Kaski, A. 2017. Välinehuollon ympäristövaikutukset ja niiden arviointi. Teoksessa: Karhumäki, T., Hirvonen, K., Ylitupa, E. (toim.) 2017. Välinehuolto. E-kirja. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 1.9.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/opk04616>
- Kohvakka, J. & Lehtinen, L. 2019. Hyvä, paha muovi – vähennä viisaasti. Helsinki: Minerva Kustannus Oy.
- Kotimaisten kielten keskus 2022. Kielitoimiston sanakirja: interventio. Verkkojulkaisu. Luettu 1.9.2022. <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/interventio>

Labov, A. 2013. Meeting Multilevel Challenges in University Laboratory Design. *American Laboratory* 45 (4): 13–16.

Lehtiö, L. & Johansson, E. 2016. Järjestelmällinen tiedonhaku hoitotieteessä. Teoksessa: Stolt M., Axeli, A, Suhonen, R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto; 2016. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A:73

Leppänen, T. 2019. Kestävän kehityksen toteutuminen leikkaushoitotyössä. Preventiivinen hoitotiede. Hoitotieteiden laitos. Itä-Suomen yliopisto. Pro gradu - tutkielma.

Lopez, J. B. & Badrick, T. 2012. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clinical chemistry and laboratory medicine*. 50 (9), 1559–1564.

Lopez, J.B., Jackson, D., Gammie, A. & Badrick, T. 2017. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. *Clinical biochemist reviews*. 38 (1), 3–11.

Loste, N., Roldán, E., Lomba, L. & Giner, B. 2019. Green Chemistry and Environmental Management Systems: Relationships, Synergies, Advantages and Barriers of Joint Implementation at Universities. *Environmental Management* 64 (6): 783–93.

Lounais-Suomen jätehuolto n.d. Lajitteluohjeet sosiaali- ja terveystalalle. Verkko-materiaali. Luettu 27.8.2022. https://www.lsjh.fi/wp-content/uploads/LSJH2015_terveydenhuollon_lajittelutaulu_A2_v4netti.pdf

Manley, M. 2011. Key Considerations in Creating a ‘Green’ Laboratory. *MLO: Medical Laboratory Observer* 43 (10): 37.

Mekalasi Oy n.d. Laboratoriotarvikkeet. Verkkosivusto. Luettu 1.9.2022. <https://www.mekalasi.fi/tuote-osasto/laboratorio/laboratoriotarvikkeet/>

Merriam-Webster. (n.d.). Carbon footprint. Merriam-Webster.com dictionary. Verkkojulkaisu. Luettu 24.8.2022. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/carbon%20footprint>

MD-asetus EU/2017/745. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2017/745 lääkinnällisistä laitteista, direktiivin 2001/83/EY, asetuksen (EY) N:o 178/2002 ja asetuksen (EY) N:o 1223/2009 muuttamisesta sekä neuvoston direktiivien 90/385/ETY ja 93/42/ETY kumoamisesta. Verkkojulkaisu. Luettu 24.8.2020. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745>

Molero, A., Calabrò, M., Vignes, M., Gouget, B. & Gruson, D. 2021. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Annals of laboratory medicine*. 41 (2), 139–144.

Moynihan, Lisa. 2019. Rethinking Laboratory Waste. *MLO: Medical Laboratory Observer* 51 (12): 4.

My Green Lab 2022. My Green Lab Certification: A Commitment to Sustainable Science. Verkkosivu. Luettu 17.8.2022. <https://www.mygreenlab.org/green-lab-certification.html>

Mäkelä, M., Varonen, H. & Teperi J. 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. Duodecim 1996; 112 (21): 1999-. <https://www.duodecimlehti.fi/duo60413>

Nicolet, J., Mueller, Y., Paruta, P., Boucher, J. & Senn, N. 2022. What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. Environmental Health: A Global Access Science Source, [s. I.], n. 1, p. 1–10.

NLM National Library of Medicine n.d. MEDLINE: Overview. Verkkosivu. Luettu 29.8.2022. https://www.nlm.nih.gov/medline/medline_overview.html

Plastex 2020. Muovimerkinnät. Verkkosivu. Luettu 29.8.2022. <https://www.plastex.fi/tuotteet/muovimerkinnat.html>

Popp, W., Rasslan, O., Unahalekhana, A, Brenner, P, Fischnaller, E., Fathy, M., Goldman, C. & Gillespie, E. 2010. What is the use? An international look at re-use of single-use medical devices. International journal of hygiene and environmental health. 213 (4), 302–307.

PSHP Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2022. Jätteet ja niiden käsittely. Verkkosivu. Luettu 27.8.2022. [https://www.tays.fi/fi-FI/Ohjeet/Infektioiden_torjunta/Valineiden_huolto_ja_sairaalasiivous/Jatteet_ja_niiden_kasittely\(48473\)](https://www.tays.fi/fi-FI/Ohjeet/Infektioiden_torjunta/Valineiden_huolto_ja_sairaalasiivous/Jatteet_ja_niiden_kasittely(48473))

REACH-asetus EY/1907/2006. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006 kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta, direktiivin 1999/45/EY muuttamisesta sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93, komission asetuksen (EY) N:o 1488/94, neuvoston direktiivin 76/769/ETY ja komission direktiivien 91/155/ETY, 93/67/ETY, 93/105/EY ja 2000/21/EY kumoamisesta. Verkkójulkaisu. Luettu 24.8.2022. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907>

Safavi, A. & Ferguson, S. 2015. Life Science. High-Throughput Pipet Tip Washing and Laboratory Sustainability. American Laboratory 47 (7): 48–49.

Sawyer, A. 2019. The unsustainable lab. Biotechniques. 2019 Jan;66(1):5-7

SFS Suomen Standardoimisliitto 2020. Ympäristöjohtamisen standardisarja ISO 14000. Esite. Luettu 8.5.2021. <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-14000-ymparistojohtamisen-standardisarja/>

Stolt M., Axeli, A, Suhonen, R. 2016. Lukijalle. Teoksessa: Stolt M., Axeli, A, Suhonen, R. (toim.) 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto; 2016. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A:73

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teok-
sessa: Stolt M., Axeli, A, Suhonen, R. (toim.) 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotie-
teessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto; 2016. Hoitotieteen laitoksen
julkaisuja, sarja A:73

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sirta n.d. Kiertotalous – Mistä on
kyse?. Verkkosivu. Luettu 24.8.2022. [https://www.sitra.fi/aiheet/kiertota-
lous/#mista-on-kyse](https://www.sitra.fi/aiheet/kiertota-
lous/#mista-on-kyse)

Suomen YK-liitto n.d. Kestävän kehityksen tavoitteet. Verkkosivu. Luettu
20.8.2022. <https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteenlaitos & Kielikone Oy 2004. EnDic2004
Ympäristösanakirja. Verkkojulkaisu. [https://mot.kielikone.fi/mot/endic/net-
mot.exe](https://mot.kielikone.fi/mot/endic/net-
mot.exe)

Tampereen yliopiston kirjasto n.d. Tietokannat A – Z. Verkkosivu. Luettu
29.8.2022. <https://libguides.tuni.fi/az.php>

THL 2021. Terveystieteiden tutkimuskeskus ja rahoitus 2019. Tilastoraportti 15/2021.
THL.

Tieteen termipankki 2014: Ympäristötieteet: uusiokäyttö. Verkkojulkaisu. Luettu
24.8.2022. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Ympäristötieteet:uusiokäyttö>

Tieteen termipankki 2020: Ympäristötieteet: uudelleenkäyttö. Verkkojulkaisu. Lu-
ettu 24.8.2022. [https://tieteentermipankki.fi/wiki/Ympäristötieteet:uudelleen-
käyttö](https://tieteentermipankki.fi/wiki/Ympäristötieteet:uudelleen-
käyttö)

Unger, S., Hottle, T., Hobbs, S., Thiel, C., Campion, N., Bilec, M. & Landis, A.
2017. Do single-use medical devices containing biopolymers reduce the envi-
ronmental impacts of surgical procedures compared with their plastic equiva-
lents? Journal of health services research & policy. 22 (4), 218–225.

U.S. Green Building Council 2022: LEED rating system. Verkkosivu. Luettu
17.8.2022. <https://www.usgbc.org/leed>

Vaarallinenjäte.fi 2022. Tunnista vaarallinen jäte. Verkkosivu. Luettu 1.9.2022.
<https://vaarallinenjate.fi/tunnista-vaarallinen-jate/>

VTT Teknologian tutkimuskeskus Oy 2020. VTT selvitti, ovatko kertakäyttöiset
suojaimet ja kangasmaskit puhdistettavissa kotikonstein. Lehdistötiedote
16.10.2020. Luettu 8.5.2021. [https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tari-
nat/vtt-selvitti-ovatko-kertakayttoiset-suojaimet-ja-kangasmaskit-puhdistetta-
vissa](https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tari-
nat/vtt-selvitti-ovatko-kertakayttoiset-suojaimet-ja-kangasmaskit-puhdistetta-
vissa)

WHO World Health Organization 2016. WHO guideline on the use of safety-en-
gineered syringes for intramuscular, intradermal and subcutaneous injections in
health care settings. World Health Organization. Verkkojulkaisu. Luettu
8.5.2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250144>

WHO World Health Organization 2020. WHO guidance for climate-resilient and environmentally sustainable health care facilities. Verkkojulkaisu. Luettu 8.5.2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240012226>

YK Yhdistyneet kansakunnat 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Verkkojulkaisu. Luettu 8.5.2021. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Hakutaulukko

Liite 1. Hakutaulukko

Tietokanta	hakulausekkeet	kaikki tulokset	full text	2010-2022	Eng/suomi	Karsinta otsikon / abstraktin perusteella	Artikkelit
Medline (Web of Science)	(TS=("laborator*")) AND TS=("sustainable development")	160	87	82	82	2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sawyer 2019: The unsustainable lab (Tech News) ➤ Alves ym 2021: A case report: insights into reducing plastic waste in a microbiology laboratory
Medline (PubMed)	Search: ("environmental impacts" OR "environmental impact" OR "sustainable development" OR "sustainability") AND ("clinical laboratory" OR "clinical laboratories" OR "hospital laboratory" OR "hospital laboratories" OR "biomedical laboratory" OR "biomedical laboratories")	116	73	70	69	6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Molero et al 2021: Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. ➤ Lopez JB, Jackson D, Gammie A, Badrick T. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. Clin Biochem Rev. 2017 Feb;38(1):3-11. ➤ Bindraban RS, Ten Berg MJ, Naaktgeboren CA, Kramer MHH, Van Solinge WW, Nanayakkara PWB. Reducing Test Utilization in Hospital Settings: A Narrative Review. Ann Lab Med. 2018 Sep;38(5):402-412. ➤ Chard L. Lab techniques for a more sustainable world. Biotechniques. 2021 Oct;71(4):501-504. ➤ Bindraban RS, van Beneden M, Kramer MHH, van Solinge WW, van de Ven PM, Naaktgeboren CA, Al-Dulaimy M, van der Wekken LC, Bandt YC, Stam F, Neppelenbroek SIM, Griffioen-Keijzer A, Castelijin DAR, Wevers BA, Boerman AW, van Wijnen M, Ten Berg MJ, Nanayakkara PWB. Association of a Multifaceted Intervention With Ordering of Unnecessary Laboratory Tests Among Caregivers in Internal Medicine Departments. JAMA Netw Open. 2019 Jul 3;2(7):e197577. ➤ Deepa PR, Nalini V, Surianarayanan M, Krishnakumar S. Towards safer non-volatile tissue fixatives: Evaluation of choline-based ionic liquids for fixing ocular tissues. Ecotoxicol Environ Saf. 2021 Feb;209:111777.

CINAHL Complete (EBSCO)	laborator* AND ("sustainability" OR "sustainable development" OR "environmental impact*")	188	81	75	74	11 (karsinta koko artikkelin perusteella: 11 - 2 = 9)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Safavi, Ali, and Spencer Ferguson. 2015. "Life Science. High-Throughput Pipet Tip Washing and Laboratory Sustainability." <i>American Laboratory</i> 47 (7): 48–49. ➤ Labov, Andrew. 2013. "Meeting Multilevel Challenges in University Laboratory Design." <i>American Laboratory</i> 45 (4): 13–16. ➤ Ernst, Steve. 2016. "Close to Home." <i>American Laboratory</i> 48 (8): 1–2. (<i>Editorin kirjoitus</i>) ➤ Moynihan, Lisa. 2019. "Rethinking Laboratory Waste." <i>MLO: Medical Laboratory Observer</i> 51 (12): 4. (<i>Lehden editorin kirjoitus</i>) ➤ Lose, N., E. Roldán, L. Lomba, and B. Giner. 2019. "Green Chemistry and Environmental Management Systems: Relationships, Synergies, Advantages and Barriers of Joint Implementation at Universities." <i>Environmental Management</i> 64 (6): 783–93. ➤ Manley, Marisa. 2011. "Key Considerations in Creating a 'Green' Laboratory." <i>MLO: Medical Laboratory Observer</i> 43 (10): 37. (<i>Lyhyt artikkeli</i>) ➤ Correia, R. P., A. Rajab, L. C. Bento, A. M. Alexandre, A. C. Vaz, D. Schimidell, E. C. Pedro, et al. 2018. "A Ten-color Tube with Dried Antibody Reagents for the Screening of Hematological Malignancies." <i>International Journal of Laboratory Hematology</i> 40 (2): 136–43. (<i>Esimerkki hematologiasta?</i>) ➤ Jalbert, Rochelle, Alan Gob, and Yee, Ian Chin. 2019. "Decreasing Daily Blood Work in Hospitals: What Works and What Doesn't." <i>International Journal of Laboratory Hematology</i> 41 (May): 151–61. ➤ NICOLET, J. et al. 2022 What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. <i>Environmental Health: A Global Access Science Source</i>, [s. l.], n. 1, p. 1–10.
Medic	"Sustainable Development" (asiasanat) 11 kpl					5/11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 Lääkärilehden ei-tutkimus-artikkelia terveydenhuollosta ja lääkäreiden toiminnasta yleisesti ja 1 gradu kestävästä kehityksestä leikkausosastolla. ➤ Leppänen 2019: Kestävän kehityksen toteutuminen leikkaushoitotyössä (Pro gradu-tutkielma)

Liite 2. Aineisto

Liite 2. Aineisto

Artikkeli	Tarkoitus	Menetelmä / kohde / maa	Keskeiset tulokset	Huomioita
Alves ym 2021: A case report: insights into reducing plastic waste in a microbiology laboratory	Dokumentoida kuinka paljon kertakäyttöistä muovia voidaan säästää noudattamalla vähentämisen (reduce) ja uudelleenkäytön (reuse) lähestymistapaa mikrobiologian laboratoriossa.	Tapaustutkimus, mikrobiologian laboratorio. 4 viikkoa laboratorion kertakäyttöjätteen määrän dokumentointia, jonka jälkeen jätteen vähentämisen keinojen dokumentointia 7 viikkoa. Mikrobiologinen tutkimuslaboratorio, University of Edinburgh, UK.	Kertakäyttöjätteen vähentämisen keinoja: kestävämpien materiaalien käyttö tarvikkeissa (puutikut, metalliset luupit), muoviputkien uudelleenkäyttö dekontaminaation jälkeen, kertakäyttömuovien käytön vähentäminen ja yleisesti jätteen vähentäminen. Keinot vähensivät kertakäyttöjätteen määrää, autoklaavattavan tavaran määrää ja toi huomattavia taloudellisia säästöjä.	Huomioitavaa, että kudoviljelyissä vaatimuksena non-pyrogenic, jolloin autoklaavaus ei riitä ja tulee käyttää kertakäyttötavaraa. Säästävät prosessit vievät enemmän aikaa ja resursseja, ja tulee opetella uusia toimintatapoja
Bindraban RS, Ten Berg MJ, Naaktgeboren CA, Kramer MHH, Van Solinge WW, Nanayakkara PWB. Reducing Test Utilization in Hospital Settings: A Narrative Review. Ann Lab Med. 2018 Sep;38(5):402-412.	Kuvata kirjallisuudesta löytyviä interventioita turhien laboriotestien vähentämiseksi ja tarjota estimaatteja niiden tehokkuudesta vähentää näytevolumia ja hyötyjä potilashoidossa.	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimuksista, jotka käsittelevät turhien laboriotestien vähentämistä. 84 tutkimusta sisällytettiin analyysiin. Alankomaat.	Kaikkien tutkimusten interventiot vähensivät näytevolumia, mutta pitkäaikaiset vaikutukset kestävyteen oli kyseenalaista. Koska tutkimukset ja niiden esittämät interventiot olivat toisistaan poikkeavia, on vaikea sanoa mikä interventio toimii parhaiten millekin testille. Täten hyvin suunniteltuja ja kontrolloituja kokeita tarvitaan kuvatuille interventioille.	Labrakokeiden tilaamiseen keskittyvä.

<p>Bindraban RS, van Beneden M, Kramer MHH, van Solinge WW, van de Ven PM, Naaktgeboren CA, Al-Dulaimy M, van der Wekken LC, Bandt YC, Stam F, Neppelenbroek SIM, Griffioen-Keijzer A, Castelijns DAR, Wevers BA, Boerman AW, van Wijnen M, Ten Berg MJ, Nanayakkara PWB. Association of a Multi-faceted Intervention With Ordering of Unnecessary Laboratory Tests Among Caregivers in Internal Medicine Departments. JAMA Netw Open. 2019 Jul 3;2(7):e197577.</p>	<p>Päätellä moniulotteisen intervention suhde laboratoriotestien määrään.</p>	<p>Ennen-jälkeen vertailututkimus 4 opetussairaalassa 1.8.2016-30.4.2018, testivoluumit 19 muusta sairaalasta toimi kontrollina. Interventioina tietoisuuden lisääminen, koulutus ja palaute, kandiin (residents) tehostettu valvonta ja muutokset testien tilausjärjestelmässä. 6 kk interventiota ja 8 kk kestävyys seuranta. Alankomaat.</p>	<p>Kolmessa neljästä tutkimussairaalassa testivoluumit per potilaskontakti laskivat. Kokonaisuudessaan lasku oli 11.4%, kun taas kontrollisairaaloissa testivoluumit nousivat 2.4%. Ei havaittu negatiivisia vaikutuksia klinisiin tuloksiin. Tärkeimmät tekijät olivat koulutus, jatkuva huomio ylikäyttöön, palaute ja erikoistuvien lääkäreiden osallistaminen.</p>	<p>Labrakokeiden tilaamiseen keskittyvä.</p>
<p>Chard, L. 2021. Lab techniques for a more sustainable world. BioTechniques, 2021, Vol.71 (4), p.501-504.</p>	<p>Esitellä miten laboratoriot voivat olla mukana edistämässä kestävä kehitystä YK:n kestävä kehityksen tavoitteiden mukaisesti.</p>	<p>Lehtiartikkeli (Tech news).</p>	<p>Rokotteiden kehittyminen, erityisesti yhdellä annoksella jaettavat rokotteet. Laboratorioiden saatavuus veden laadun (mikromuovit ja bakteerit) luotettavaksi tutkimiseksi. Kertakäyttömuovien käytön vähentäminen laboratorioissa ja GMP tuotteiden tuotannossa. Eläinkokeiden ja eläintuotteiden vähentäminen lääketieteellisissä testauksissa ja menetelmissä (esim lääkekoeket, FBS).</p>	

<p>Correia, R. P., A. Rajab, L. C. Bento, A. M. Alexandre, A. C. Vaz, D. Schimidell, E. C. Pedro, et al. 2018. "A Ten-color Tube with Dried Antibody Reagents for the Screening of Hematological Malignancies." <i>International Journal of Laboratory Hematology</i> 40 (2): 136–43.</p>	<p>Verrata kuivapeite reagensseja hyödyntävää Duraclone screening tube (DST) neste-mäisiin reagensseihin käytettävyydessä, kliinisessä ja numeerisessa yhdenvertaisuudessa, kustannuksissa ja prosessiin käytettävän ajan suhteen hematologisten maligneettien seulontaan flow sytometrilla.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus. DST sisältää 10 värireagenssia (ja 14 fluorokromikonjugoitua vasta-ainetta) CD4 + Kappa-FITC, CD8 + Lambda-PE, CD3 + CD14-ECD, CD33-PE-Cy5.5, CD20 + CD56-PE-Cy7, CD34-APC, CD1-APC-AlexaFluor700, CD10-APC-AlexaFluor750, CD5-Pacific Blue, and CD45-Krome Orange. Tutkittiin 20 luuydinnäytettä, 13 perifeeraalista verinäytettä, 6 imusolmukebiopsiä näytettä, 5 ohutneula-aspiraattinäytettä, 5 likvornäytettä, ja 1 pleuranestenäyte (yhteensä 50 näytettä) sekä DSTillä että nestemäisillä reagensseilla. Brasilia / Kanada.</p>	<p>DST oli hyödyllinen yli 60 % näytteille, tulokset korreloivat nestereagenssien kanssa. DST:n käyttö säästi aikaa 15,8 % ja kustannuksia 12,3%.</p>	<p>Esimerkki hematologiasta</p>
<p>Deepa PR, Nalini V, Surianarayanan M, Krishna-kumar S. Towards safer non-volatile tissue fixatives: Evaluation of choline-based ionic liquids for fixing ocular tissues. <i>Ecotoxicol Environ Saf.</i> 2021 Feb;209:111777.</p>	<p>Arvioida ei-haituvien "vihreiden" liuottimien (choline based ionic liquids, IL) käyttöä kudofsiksiivina haitallisimpien haituvien orgaanisten kemikaalien (volatile organic chemicals, VOC) sijaan.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus. IL-fiksoituja ihmissilmäkudosnäytteitä arvioitiin mikroskooppisesti histomorfologian, fiksoitumisen, värjäytyvyyden ja makromolekyylien eheyden suhteen. Formaliinifiksoidut näytteet toimivat kontrollina. Lisäksi tarkasteltiin fiksoitumisaikaa sekä stabiiliutta (24 h, 48 h, 1 vk, 1 kk). Intia.</p>	<p>Mikroskooppitarkastelu osoitti suosiollisia piirteitä IL-fiksation jälkeen ja makromolekyylit olivat eheitä elektroforeettisessä tarkastelussa. Silmäkudosten heterogeenisyyden vuoksi vaaditaan lisää suunnittelua ja optimisaatiota IL:ltä biologisten kudosten fiksaatiota varten. IL:t osoittivat suosiollista potentiaalia vaihtoehdona VOC:ille matkalla kohti kestävämpää biolääketieteellisiä käytäntöjä.</p>	<p>Histologinen esimerkki.</p>

<p>Ernst, Steve. 2016. "Close to Home." American Laboratory 48 (8): 1–2.</p>	<p>Tuoda esille laboratorioiden rooli suurina energian kuluttajina ja miten laboratorioiden henkilökunta voi vaikuttaa labran energiankulutukseen ja siten edistää kestävyyttä.</p>	<p>Lehtiartikkeli. USA.</p>	<p>Laitteet käyttävät huomattavasti energiaa, mutta laitevalmistajat päivittävät laitteita koko ajan paremmiksi. Käyttäjän tulee olla selvillä optimaalisesta käytöstä. Jätteen määrän vähentäminen. Kemiikaalit: ei-toksisten käyttäminen aina kun mahdollista ja huolellinen jätehuolto. Kansalliset ohjelmajaukset ja kannustimet kuitenkin puuttuvat.</p>	<p>Esimerkkejä optimaaliseen käyttöön: ohjeisiin perehtyminen, vetokaapin sammuttaminen ja puhdistaminen käytön jälkeen, pakastimien sisällön organisointi ja suunnittelu. Useita vinkkejä jätteen määrän vähentämiseen. Linkkejä.</p>
<p>Jalbert, Rochelle, Alan Gob, and Yee, Ian Chin. 2019. "Decreasing Daily Blood Work in Hospitals: What Works and What Doesn't." International Journal of Laboratory Hematology 41 (May): 151–61.</p>	<p>Tarkastella keinoja vähentää tilattavien laboratoriotestien määrää julkaistuista tutkimuksista sekä ehdottaa käytännöllisiä lähestymistapoja interventioiden valintaan ja toteuttamiseen.</p>	<p>Kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kanada. Keskittyivät toistuvien rutiiniverikokeisiin (TVK, perusmetabolioita, hyytymiskoe). Haku EMBASE ja Medline -tietokannoista. Kanada.</p>	<p>Interventiot jaettiin koulutuksellisiin, audiointeihin ja palautteisiin, tietoteknillisiin tutkimusten tilaamiseen ja pakotettuihin rajoitteisiin (tilausjärjestelmissä). Koulutukselliset interventiot vaikuttavat vähiten tehokkailta ja pitkäkestoisilta, kun taas pakotetut interventiot vaikuttavat tehokkaimmilla ja pitkäkestoisimmilla keinoilla. Kaikilla interventioilla on omat etunsa ja rajoitteensa, ja on tärkeä selvittää kunkin kohteen juurisyy testien ylitilaiselle ennen intervention valintaa, sekä tarkkailla tuloksia ja tulosten kestävyyttä intervention jälkeen.</p>	<p>Hyvä kappale siitä, miksi päivittäisiä verikokeita tilataan.</p>

<p>Labov, Andrew. 2013. "Meeting Multilevel Challenges in University Laboratory Design." American Laboratory 45 (4): 13–16.</p>	<p>Tapauskertomus yliopiston uuden laboratoriorakennuksen rakentamisesta antaa ehdotuksia siitä miten tutkijat voivat tehdä yhteistyötä arkkitehtien kanssa saavuttaakseen oikean ympäristön laboratoriorakennuksen tarpeiden täyttämiseksi.</p>	<p>Lehtiartikkeli, tapauskertomus. USA.</p>	<p>Laboratoriorakennukselle oli vaatimuksen energian säästäminen erityisesti lämmityksen, jäähdytyksen ja ilmastoinnin suhteen Texasin kuumakosteassa ilmastossa.</p>	<p>Ratkaisuna ilmastointisysteemi, joka jäähdyttää ulkoilman ja hyödyntää jäähdytyneen lauhdeveden laitteen jäähdytykseen. Kuivatun ilman lämmittämisessä hyödynnettiin aurinkopaneeleja rakennuksen katolla. Jäähdytetty ilma ohjattiin kuumavesiputkistoon. Tehokkaat vetohuput vähensivät korvaavan ilman tarvetta. Lisäksi valon sääntämisenjärjestelmän hyödyntämään päivänvaloa, paikalliset (mukaan lukien kierätetyt ja matala-VOC-) rakennusmateriaalit.</p>
<p>Leppänen, T. 2019. Kestävän kehityksen toteutuminen leikkaushoitotyössä. Prp gradu -tutkielma. Hoitotiede. Itä-Suomen yliopisto.</p>	<p>Tarkoitus kuvata miten kestävä kehitys huomioidaan laikkaushoitotyössä hoitajien ja lähijohtajien toimesta.</p>	<p>Pro gradu -tutkielma. Haastattelututkimus: 20 hoitajaa ja 6 lähijohtajaa HUSin leikkausosastoilta. Suomi.</p>	<p>Kestävän kehityksen periaatteet tunnetaan melko huonosti leikkaushoitotyössä, Hoitajat eivät kokeneet niiden vaikuttavan työhönsä.</p>	
<p>Lopez, J. B. & Badrick, T. 2012. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. Clinical chemistry and laboratory medicine. 50 (9), 1559–1564.</p>	<p>Saada kliiniset laboratoriot tietoisiksi toiminnan aiheuttamista ympäristövaikutuksista ja tarjota opastusta niiden vähentämiseksi.</p>	<p>Ohjeistus. IFCC kliinisten laboratoriorakennusten ympäristövastuun paneelin ja APFCB laboratoriorakennushallintakomitean puolesta. Kansainvälinen (Malasia / Australia)</p>	<p>Sisältää ohjeita ympäristövaikutusten vähentämiseksi kliinisten laboratoriorakennusten rakenteissa ja toiminnassa.</p>	

<p>Lopez, J.B., Jackson, D., Gammie, A. & Badrick, T. 2017. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. <i>Clinical biochemist reviews</i>. 38 (1), 3–11.</p>	<p>Vahvistaa vuoden 2012 artikkelissa tuomia ohjeita kliinisten laboratorioiden ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Antaa ehdotuksia jotka mahdollistavat laboratorioiden vihreämmän toiminnan.</p>	<p>Commentory. Kansainvälinen (Malasia / USA / Australia)</p>	<p>Esittelee Ympäristöasioiden hallintajärjestelmän (Environmental Management System, EMS) perustamisen tärkeyttä ja sisältöä kliinisissä laboratorioissa.</p>	<p>EMS, Plan-Do-Check-Act, ISO 14000 standardi, 3R, Kohteet: testien vähentäminen, seerumiputkitestien vähentäminen, uudelleenkäyttö, orgaaniset liuottimet, kiinteä jäte, vihreä ostaminen, hallinto, yleinen kierrätys/lajittelu, veden ja energian kulutuksen vähentäminen. Henkilökunta ja tavarantoimittajat mukaan. Infrastruktuuri. Hinta-hyöty-analyysi. Jätehallinta. Tulevaisuuden innovaatiot.</p>
<p>Loste, N., E. Roldán, L. Lomba, and B. Giner. 2019. "Green Chemistry and Environmental Management Systems: Relationships, Synergies, Advantages and Barriers of Joint Implementation at Universities." <i>Environmental Management</i> 64 (6): 783–93</p>	<p>Verrata ISO 14001 standardiin pohjautuvaa Environmental Management Systems (EMS) ja Green Chemistry -järjestelmiä sekä pohtia niiden mahdollista synteesiä yliopisto-kontekstissa. Lisäksi esitellään tapauskertomus näiden synteesisistä.</p>	<p>Vertaileva analyysi + tapaus tutkimus. Espanja.</p>	<p>Molemmat järjestelmät ovat sovitettavissa Jatkuvan Parantamisen Prosessiin (Continuous Improvement Process, CIP) jossa noudatetaan Plan-Do-Check-Act-konseptia. Toisin jotkin ISO 14001 standardin kohdista eivät ole verrattavissa mihinkään GC:n periaatteista. Lisäksi CG:n aikaansaamia muutoksia ei kvantifioida, toisin kuin ISO 14001:ssä. Yhdistettynä järjestelmät voisivat täydentää toistensa heikkouksia. Tapauskertomus tuki synteesiä silloin kun kaikki sidosryhmät osallistettiin toimintaan. Lisää tutkimusta kaivataan .</p>	

<p>Manley, Marisa. 2011. "Key Considerations in Creating a 'Green' Laboratory." MLO: Medical Laboratory Observer 43 (10): 37.</p>	<p>Tuoda esille avainelementtejä vihreän laboratorion rakentamiseen ja kannustaa pohtimaan mikäli ne edistävät sinun labrasi toimintoja.</p>	<p>Lehtiartikkeli (kolumni?). USA</p>	<p>Elementit: paikan valinta (saavutettavuus, rakennuksen orientaatio aurinkoon nähden, pyörävarastot ja suihkut), resurssien kestävä käyttö (vedenkäyttö, valaistus, ilmastointi), materiaalien valinta (erityisesti toimistotiloissa, joissa vaatimukset matalempia: kierrätetyt ja paikalliset materiaalit), sertifikointi (voi kuitenkin lisätä kustannuksia rakennusvaiheessa). Mieti vihreän rakentamisen tavoitteitasi ja valitse suunnitteluratkaisut jotka sopivat yritykseesi.</p>	<p>Ei listaa lähteitä.</p>
<p>Molero, A., Calabrò, M., Vignes, M., Gouget, B. & Gruson, D. 2021. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. Annals of laboratory medicine. 41 (2), 139–144.</p>	<p>Esitellä tämän hetkinen tila terveydenhuollossa kestävä toiminnan suhteen ja esitellä sopivimpia keinoja kirjallisuudesta, sekä tuoda esille laboratoriotoininnan ja kestävyys suhdetta.</p>	<p>Review-artikkeli. Belgia / Italia / Ranska.</p>	<p>Listaa erilaisia käytännön keinoja laboratorioden kestävyys lisääntymiseksi. Painottaa, että kestävyyttä on parannettava koko hoitoketjussa sekä koko tuotantoketjussa, yhteistyö EU-tasolla.</p>	
<p>Moynihan, Lisa. 2019. "Rethinking Laboratory Waste." MLO: Medical Laboratory Observer 51 (12): 4.</p>	<p>Listaa faktoja laboratorioden jätteen määrästä.</p>	<p>Lehtiartikkeli (Editorin kirjoitus, kolumni?).</p>		<p>Ei lähteitä saatavilla, ei hirveän hyödyllinen vaikka antaa joitain linkkejä mielenkiintoihin juttuihin.</p>

<p>Nicolet, J., Mueller, Y., Paruta, P., Boucher, J. & Senn, N. 2022 What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. Environmental Health: A Global Access Science Source, [s. l.], n. 1, p. 1–10.</p>	<p>Pyrkiä kvantifioimaan perusterveydenhuollon konsultaation ka. hiilijalanjälkeä, kuvata eroja perusterveydenhuollon praktiikkojen välillä läntisessä Sveitsissä ja tunnistaa tilaisuuksia vähentää.</p>	<p>Analyysitutkimus: analysoitiin 10 yksityisen sektorin yksikön retrospektinen hiilijalanjälki vuoden 2018 aikana hyödyntäen elinkaarianalyysiä (lifecycle analysis, LCA). Sveitsi.</p>	<p>Suurin CO₂-päästöjen tuottaja oli henkilökunnan ja potilaiden kuljetukset (45,7%) sekä lämmitys (29,8%). Medikaaliset kulutustavarat tuotti 5,5% CO₂-päästöistä, kun taas talossa tehtävät labrat ja kuvantamiset tuottivat kumpikin alle 1%. Päivystys/hätä-analyysit jotka tarvitsi kuriiripalvelua tuottivat 5,8% päästöistä. Tukitoiminnot tuottivat 82,6% päästöistä. Simuloitujen parhaimpien ja huonoimpien skenaarioiden välillä oli 10x ero päästöissä. Optimoimalla praktiikan toiminnan rakenteellisia ja organisaatiotaoson puolia voidaan vaikuttaa hiilijalanjälkeen merkittävästi ilman isoja muutoksia lääketieteellisiin toimintoihin.</p>	<p>Sveitsissä perusterveydenhuolto ei toimi keskitetysti, vaan perustuu yksityisten pienten praktiikkojen toimintaan. Keskusteluosio tuo ilmi, että praktiikan sijainti vaikuttaa suuresti päästöihin, mitä kauemmas potilaan/henkilökunnan tulee matkustaa päästökseen paikalle, sitä suuremmat päästöt. Samoin kuhunkin konsultaation kulutettu ka. aika vaikuttaa, ja laske taanko reseptilääkkeet laskelmiin vai ei.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Safavi, Ali, and Spencer Ferguson. 2015. "Life Science. High-Throughput Pipet Tip Washing and Laboratory Sustainability." <i>American Laboratory</i> 47 (7): 48–49.</p>	<p>Tarkastella mahdollisuutta pipetinkärkien kierrättämiseen automatisoidulla pipettien puhdistus- ja uudelleenkäyttöjärjestelmällä (TipNovus).</p>	<p>Tuote-esittely ja kokeellinen / validaatiotutkimus. Verrattiin uusia ja TipNovus-järjestelmällä pestyjä kierrätettyjä kärkiä (kertakäyttöisiä, ei-filterillisiä Co-RE Hamilton 300 ul) siirtämällä sentrifuugattuja punasoluja potilasnäyteputkesta 96-kaivoihin rasvahappoeristystä varten. Siirron jälkeen uudelleenkäytettävät kärjet pestiin TipNovus-järjestelmällä ja käytettiin uudelleen punasolujen siirtämiseen. Viiden punasolujen siirtämisen ja pesukierroksen jälkeen eristetyt potilasnäytekaivot ajettiin LC/MS/MS ja analysoitiin desmosterolin konsentraatio. Viidesti pestyjä kärkiä verrattiin uusiin kärkiin.</p>	<p>Pestyt ja uudelleenkäytetyt kärjet pärjäsivät vertailussa uusien kärkien kanssa yhdenvertaisesti. TipNovus-pesujärjestelmä voi auttaa vähentämään laboratorion kulutustavaran kustannuksia ja jätetuotantoa sanitoimalla kertakäyttöisiä kärkiä uudelleenkäyttöä varten.</p>	<p>Ei toimi Suomessa, jossa lain mukaan kertakäyttöiseksi valmistajan toimesta luokiteltuja lääkinnällisiä laitteita ei saa uudelleenkäyttää.</p>
<p>Sawyer, A. 2019: The unsustainable lab. <i>BioTechniques</i>, vol. 66, no. 1: 5-7.</p>	<p>Katsastaa jatkuviin yrityksiin tehdä laboratorioita "vihreämpiä".</p>	<p>Lehtiartikkeli.</p>	<p>PET-muovia hajottava entsyymi löydetty. Muovi-vapaat yliopistot pyrkivät eroon kertakäyttömuoveista ruokaloissa ja toimistoissa. Labroissa esim. monikäyttöiset putkitelineet, biohajoavat lateksihanskat. "Sulje veto" -kampanja (vetokaapit pois päältä kun ei käytetä, palkintajärjestelmä). Green Lab sertifikaatti. Pienetkin muutokset tekevät vaikutuksen, ja puhuminen asioista tuo asiat laajempaan tietoisuuteen.</p>	

