

Essi Rantala

## **KYLMÄNÄYTTEENOTTO**

Verkko-oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille

# **KYLMÄNÄYTTEENOTTO**

Verkko-oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille

Essi Rantala  
Opinnäytetyö  
Syksy 2023  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Essi Rantala

Opinnäytetyön nimi: Kylmänäytteenotto

Työn ohjaajat: Jaana Holappa-Girginkaya & Jaana Hoffren

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2023

Sivumäärä: 37 + 1 liite

---

Kylmänäytteenotto auttaa pitämään näytteestä mitattavan analyytin pitoisuuden tasaisena analysointiin asti. Kylmänäytteenottoa käytetään muun muassa ammonium-ionin, glukagonin sekä interleukiini 6:n ja interleukiini 8:n määrittämisessä. Tavoitteena on pitää näytteen lämpötila 2–8°C välillä. Näyte kerätään esijäähdytettyyn näyteastiaan ja näytteenoton jälkeen näyte laitetaan välittömästi jäähtymään esimerkiksi jäävesiseokseen. Näytteen oikeaoppisella säilytyksellä, käsittelyllä ja kuljetuksella varmistetaan, ettei analyytin pitoisuus muutu näytteenoton jälkeenkään.

Laadin aiheesta verkko-oppimateriaalin, jonka julkaisin Moodle-nimisellä verkko-oppialustalla. Lähteenä käytin apuna mm. Oulun ammattikorkeakoulun kirjastosta löytyviä oppikirjoja sekä Oula-Finasta löytyviä tutkimuksia aiheesta. Tein aiheesta Powerpoint-esityksiä, jolloin oppimateriaali soveltuu sekä opiskelijoiden itsenäiseen opiskeluun että luentomateriaaliksi. Lisäsin materiaaliin kuvia ja Youtube-videoita monipuolistamaan materiaalia ja parantamaan sen visuaalista ilmettä.

Opetushallitus (2005) on laatinut verkko-oppimateriaalille laatukriteerit, joita ovat muun muassa pedagoginen laadukkuus, käytettävyys sekä tuotannon laadukkuus. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia aiheesta laatukriteerit täyttävä verkko-oppimateriaali Oulun ammattikorkeakoulun bioanalyttikko-opiskelijoille. Opiskelijat saivat anonymisti antaa palautetta oppimateriaalille Webropol-kyseilyn avulla ja arvioida laatukriteerien täyttymistä. Palautteen pohjalta pystyin muokkaamaan oppimateriaalia paremmaksi sekä sain käsityksen laatukriteerien täyttymisestä. Palautteiden vastauksista 96 % oli ”samaa mieltä” tai ”osittain samaa mieltä”.

Tätä opinnäytetyötä voitaisiin kehittää laatimalla aiheesta video osaksi oppimateriaalia. Videolla pystyttäisiin paremmin havainnollistamaan kylmänäytteenoton kulkua, mikä tukisi oppimista.

---

Asiasanat: analyysi, kylmänäytteenotto, säilytys, käsittely, sentrifugointi, kuljetus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Biomedical Laboratory Science

---

Author: Essi Rantala  
Title of thesis: Cold blood sampling  
Supervisors: Jaana Holappa-Girginkaya & Jaana Hoffren  
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2023  
Number of pages: 37 + 1 appendix

---

Cold sampling helps keep the concentration of the analyte measured in the sample constant until analysis. Cold sampling is used, for example, in the determination of ammonium ion, glucagon, and interleukin 6 and interleukin 8. The aim is to keep the sample temperature between 2–8°C. The sample is collected in a pre-cooled sample container and after sampling the sample is immediately cooled in, for example, an ice water mixture. Correct storage, handling and transportation of the sample ensures that the concentration of the analyte does not change even after sampling.

Online learning material has been prepared on the topic and it was published on the online learning platform, Moodle. The sources were inter alia textbooks found in the library of Oulu University of Applied Sciences and studies on the subject found in Oula-Finna. Powerpoint-presentations were used to make the learning material, so the learning material is suitable both for students' independent study and as lecture material. Pictures and YouTube videos have been added to the material to diversify the material and improve its visual appearance.

Finnish National Agency for Education (2005) has drawn up quality criteria for online learning material, which include pedagogical quality, usability, and production quality. The aim of the thesis was to prepare online learning material on the subject that meets the quality criteria for bioanalyst students at Oulu University of Applied Sciences. The students could anonymously give feedback on the learning material using the Webropol survey and assess whether the quality criteria were met. The learning material was modified to be better based on the feedback, and it gave an idea of the fulfillment of the quality criteria. 96 percent of the feedback were "agree" or "partially agree".

This thesis could be developed by making a video on the subject as a part of the learning material. The video could better demonstrate the process of cold sampling which would support learning.

---

Keywords: analyte, cold sampling, storage, preparation, centrifugation, transportation

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	SÄILYTYS, KÄSITTELY JA KULJETUS .....	8
2.1	Säilytys .....	8
2.2	Käsittely .....	9
2.3	Sentrifugointi .....	9
2.4	Kuljetus .....	11
2.5	Laaduntarkastus .....	14
3	KYLMÄNÄYTTEENOTTO .....	15
3.1	Milloin kylmänäytteenottoa tarvitaan? .....	15
3.2	Kylmänäytteenoton kulku .....	15
3.3	Kylmäsentrifugointi .....	17
3.4	Säilytys ja kuljetus .....	17
3.5	Kylmänäytteenoton oikeaoppisuuteen on panostettava .....	18
4	KYLMÄNÄYTTEENOTTOA VAATIVAT ANALYYTIT .....	19
4.1	Ammonium-ioni .....	19
4.1.1	Pitoisuuden stabilointi .....	19
4.1.2	Näytteenotto .....	20
4.1.3	Käsittely, säilytys ja kuljetus .....	21
4.1.4	Häiriötekijät .....	21
4.1.5	Viitearvot .....	21
4.2	Glukagoni .....	21
4.2.1	Näytteenotto, käsittely, säilytys ja kuljetus .....	22
4.2.2	Viitearvot ja häiriötekijät .....	23
4.3	Interleukiini 6 ja 8 .....	23
4.3.1	Diagnostiikka .....	23
4.3.2	Analyyttipitoisuuksien stabilointi .....	23
4.3.3	Näytteenotto, käsittely, säilytys ja kuljetus .....	24
5	TARCOITUS, TAVOITE JA LAATUKRITEERIT .....	25
6	TOTEUTUS .....	27
6.1	Suunnitelma .....	27
6.2	Verkko-oppimateriaalin teko .....	27

6.3	Webropol-kysely.....	27
7	PALAUTEKYSELY JA PALAUTTEET .....	29
8	POHDINTA .....	31
8.1	Haasteet opinnäytetyössä .....	31
8.2	Oppimateriaalin julkaisu ja palaute.....	31
8.3	Kehityskohteet.....	32
9	EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS .....	33
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET .....	38

# 1 JOHDANTO

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä laaditaan verkko-oppimateriaali kylmänäytteenotosta Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan tutkinto-ohjelman käyttöön. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia aiheesta laadukas ja selkeä verkko-oppimateriaali, jota bioanalyttikko-opiskelijat voivat hyödyntää opintojensa aikana. Pidemmän ajan tavoitteena on, että opiskelijat voivat soveltaa oppimaansa tulevassa bioanalyttikon työssään. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on havainnollistaa kylmänäytteenoton kulku ja sujuvoittaa aiemmin opitun aineiston kertaamista. Oppimateriaali sisältää muun muassa kertausta Näytteenotto- ja -käsittely-kurssilta ja on siksi tarkoitettu ensisijaisesti niille opiskelijoille, joille kyseisen kurssin sisältö on entuudestaan tuttu.

Kylmänäytteenoton avulla voidaan vakauttaa lämpöherkkien analyttien pitoisuuksia näytteissä. Huoneenlämmössä joidenkin analyttien pitoisuudet voivat muuttua niin paljon, ettei määritystuloksiin voida enää luottaa. Tällaisia analyytteja ovat esimerkiksi ammonium-ioni, glukagoni sekä sytokiineihin kuuluvat interleukiini 6 ja 8. Kylmänäytteenoton ohella analyttipitoisuuksien tasaisena pysyminen varmistetaan näytteen oikeaoppisella säilytyksellä, kuljetuksella ja käsittelyllä. (Nikolac, Omazic & Simundic 2014; Barene ym. 2017.) Säilytys, kuljetus ja käsittely kuuluvat preanalytiikan vaiheeseen, joka on kaikista riskialttein vaihe virheiden syntymiselle. Virheet altistavat analyttien pitoisuusmuutoksille, jolloin on tärkeää ennaltaehkäistä virheiden syntyminen. (McCall & Tankersley 2016, 382–383; Friman, Kuparinen, Lehto & Liikanen 2021, 24, 165.) Aiheesta on tärkeää laatia oppimateriaali, jotta bioanalyttikko-opiskelijat osaavat suorittaa kylmänäytteenoton oikeaoppisesti ja pystyvät varmistamaan analysointitulosten oikeellisuuden.

## 2 SÄILYTYS, KÄSITTELY JA KULJETUS

Näytteiden säilytys, kuljetus ja käsittely kuuluvat preanalytiikan vaiheeseen, joka on kaikista riskialttein vaihe virheiden syntymiselle. Näytteenottaja voi tutkimusohjekirjasta varmistaa, miten kyseinen näyte täytyy säilyttää, kuljettaa ja käsitellä. Kun nämä vaiheet suoritetaan oikeaoppisesti, varmistetaan määrittystulosten oikeellisuus. Jos ennen analysointia havaitaan, ettei esimerkiksi säilytystä ole suoritettu oikein, näytettä ei analysoida ollenkaan. (McCall & Tankersley 2016, 382–383; Friman, Kuparinen, Lehto & Liikanen 2021, 24, 165; Miettinen 2022, 45.)

### 2.1 Säilytys

Näytteiden säilyvyyteen vaikuttavat aika, lämpötila, valo sekä mekaaninen rasitus. Näytteiden säilytyksestä kerrotaan laboratorion tutkimusohjekirjassa. Tutkimusohjekirjasta löytyy tietoa muun muassa säilytyslämpötilasta ja -ajasta. Oikealla säilytystavalla estetään näytteessä tapahtuvat kemialliset ja fysikaaliset ilmiöt. (Friman ym. 2021, 164–165.)

Näytettä tulee säilyttää suljetussa näyteastiassa. Suljettu näyteastia estää näytteen haihtumisen ja ilmakontaminaatiot, jotka voivat aiheuttaa virheitä määrittystuloksiin. Suljettu näyteastia lisäksi estää näytteeseen kuulumattomien aineiden, kuten mikrobien, pääsyn sinne. (Friman ym. 2021, 165; Miettinen 2022, 42.) Mikrobikontaminaatiot voivat aiheuttaa analyytin lisääntymisen tai hajoamisen näytteessä (Tuokko 2014, 32).

Verinäytteitä on hyvä säilyttää pystyasennossa ennen analysointia. Pystyasento nopeuttaa seeruminäytteen hyytymistä ennen näytteen sentrifugointia ja ehkäisee näytteen hemolysoitumista. Geeliputken säilyttäminen vaakatasossa lisää riskiä, ettei plasma/seerumi erotu kunnolla sentrifugoinnissa. Tämä lopulta voi vaikuttaa analyytin määrittämiseen ja antaa virheellisiä mittaustuloksia. (McCall & Tankersley 2016, 384; Friman ym. 2021, 167.)

Näytteitä säilytetään ennen analysointia huoneenlämmössä, jääkaappi- tai pakastinlämpötilassa tai huoneenlämpötilaa lämpimämmässä lämpötilassa (Miettinen 2022, 44). Yleisenä sääntönä

näytteiden säilytyslämpötilasta voidaan pitää: ”Mitä pidempään näytteitä säilytetään, sitä viileämmässä ne on pidettävä” (Tapola 2004, 30). Esimerkiksi ammonium-ioninäytteen plasma säilyy jäävesihauteessa enimmillään kaksi tuntia ja pakastettuna se säilyy viikon (NordLab 2019).

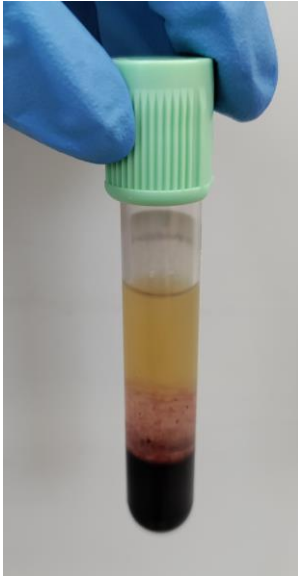
## 2.2 Käsittely

Käsittely voidaan jakaa esikäsittelyyn ja käsittelyyn. Esikäsittelyyn kuuluu muun muassa näyteputken sekoitus näytteenoton yhteydessä ja näyteputken jäähdyttäminen kylmänäytteenotossa. Esikäsittelyn tarkoituksena on turvata analyysin säilyvyys muuttumattomana analysointiin asti. Näytteen käsittelyyn kuuluu esimerkiksi näytteen linkoaminen sentrifugointilaitteella. Käsittelyn tarkoituksena on mahdollistaa analyysin määrittäminen näytteestä. (Friman ym. 2021, 165, 172–173.) Esimerkiksi ammonium-ioniarvo määritetään EDTA-plasmasta, jolloin plasma täytyy saada erotettua ennen analysointia näytteen muista hiukkasista (Fimlab 2023).

## 2.3 Sentrifugointi

Sentrifugoinnilla eli linkoamisella erotetaan verisolut näytteen plasmasta/seerumista. Verisolujen ja plasman/seerumin välillä tapahtuu aineosien siirtymistä, mikäli verinäytettä ei sentrifugoida. Tämä voi lopulta aiheuttaa analyysin pitoisuusmuutoksia näytteessä. Esimerkiksi lasiputkessa olevan sentrifugoimattoman verinäytteen glukoosipitoisuus laskee ajan myötä, koska verisolut hajottavat plasman glukoosia. (Lombard, Oddeze & Portugal 2012; Friman ym. 2021, 167, 172.)

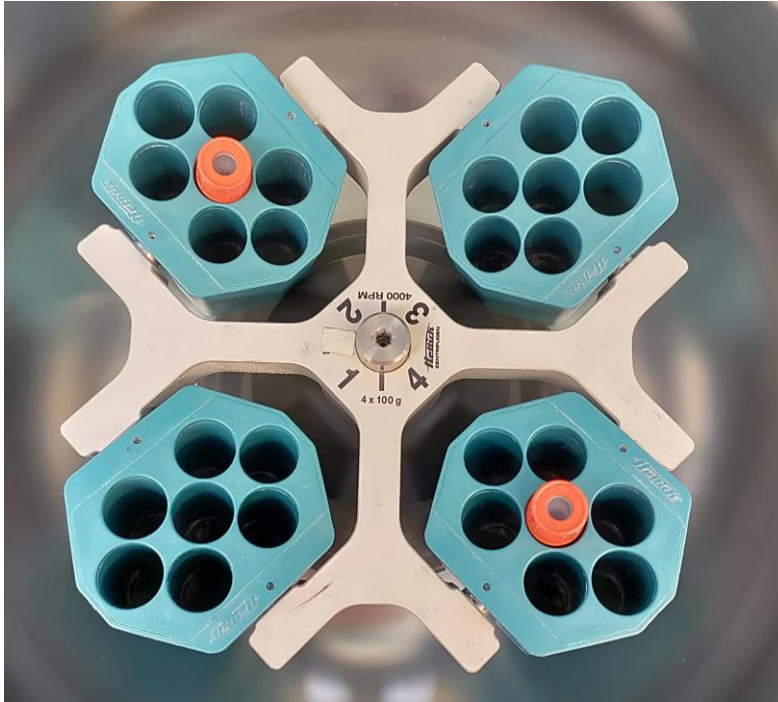
Linkoamisessa näytteen sisältämät partikkelit erottuvat toisistaan niiden tiheyden perusteella. Putken pohjalle laskeutuvat kaikista raskaimmat partikkelit ja kevyemmät partikkelit jäävät niiden päälle. Raskaimpia ovat verisolut, jotka laskeutuvat putken pohjimmaisiksi ja näytteen plasma/seerumi jää keveytensä takia niiden päälle. Geeliputken geeli asettuu solujen ja plasman/seerumin väliin. (Friman ym. 2021, 172–173.) (kuva 1)



*KUVA 1. Sentrifugoitu plasmanäyte (kuva: Essi Rantala).*

Ennen sentrifugointia verinäytteen annetaan hyytyä työpaikan ohjeistuksen mukaisesti. Seeruminäytteen annetaan hyytyä vähintään puoli tuntia, mutta enintään tunnin ajan. Seeruminäyte täytyy saada täysin hyydytettyä ennen sentrifugointia, jottei hyytyminen jatku seerumissa enää linkoamisen jälkeen. Jos hyytyminen jatkuu vielä sentrifugoinnin jälkeen, se voi vaikeuttaa näytteen analysointia. Plasmanäyte voidaan sentrifugoida heti näytteen jäähtyttyä huoneenlämpöiseksi. (Friman ym. 2021, 167; Anttila & Åkerman 2023.)

Sentrifugoinnin käytössä noudatetaan putki- ja laitevalmistajan ohjeita. Näyteputket asetellaan sentrifugointilaitteeseen tasapainoperiaatteen mukaisesti (kuva 2). Putket asetetaan laitteeseen niin, että jokaisella putkella on samankokoinen vastapaino toisella puolen roottoria. Jos näyteputkia on pariton määrä, voidaan vastapainona käyttää vedellä täytettyä näyteputkea (Solunetti). Kun näytteet on asetettu sentrifugointilaitteeseen, laitteeseen asetetaan sentrifugointiaika, -lämpötila ja -nopeus. Sentrifugointiaika ja -nopeus valitaan putkivalmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Jos linkoamisasetukset eivät ole oikeat, partikkelit eivät erotu kunnolla toisistaan tai näyte voi hemolysoitua. Verinäytteet sentrifugoidaan näytteenottopisteessä, mikäli analysointilaboratorio on kaukana. Tällä estetään analyyttien pitoisuusmuutokset näytteissä ja varmistetaan mittaustulosten luotettavuus. (Friman ym. 2021, 172–173; Anttila & Åkerman 2023.)



KUVA 2. Tasapainoperiaatteen mukaisesti täytetty sentrifugi (kuva: Essi Rantala).

Joskus esimerkiksi tutkimusohjekirjassa ohjeistetaan erottelamaan seerumi-/plasmanäyte sekundääriputkeen sentrifugoinnin jälkeen. Erottelun jälkeen sekundääriputkeen siirretään primaariputkesta pyyntötarra, jonka jälkeen putki on valmis analysoitavaksi. Esimerkiksi Synlab ohjeistaa jakamaan P-Glkg-näytteen kahteen erotteluputkeen heti sentrifugoinnin jälkeen (SYNLAB 2023a). Sekundääriputken etuna on se, että sitä voidaan tarvittaessa uudelleen sentrifugoida, jos esimerkiksi ensimmäinen sentrifugointikerta ei jostain syystä ole onnistunut. Primaariputkea ei saa uudelleen sentrifugoida, koska se voi vääristää mittaustuloksia. (Friman ym. 2021, 173; Anttila & Åkerman 2023.)

## 2.4 Kuljetus

Näytteet kuljetetaan analysoitavaksi mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen – mieluiten jo näytteenottopäivänä. Tärkeintä on, ettei kuljetus vaikuta näytteen laatuun tai tee siitä analysointikelvottomaa. Kuljetuksen aikana näyte ei saa aiheuttaa tartuntavaaraa tai vaarantaa potilaiden tietosuojaa. (Friman ym. 2021, 168; Miettinen 2022, 43–44.)

Kuljetuslämpötilan valintaan vaikuttavat kuljetusaika sekä näytekohtainen lähetysohjeistus. Esimerkiksi B-PVK+T-näyte ohjeistetaan NordLabin tutkimusohjekirjassa lähettämään huoneenlämpöisenä, mikäli näyte kerkeää samana päivänä analysoitavaksi, muuten näyte lähetetään kylmänä

(NordLab). Lämpötila ei saa muuttua kuljetuksen aikana. Esimerkiksi, jos näyte on lähetetty pakastettuna, se ei saa sulaa kuljetuksen aikana. Lämpötilaa voidaan tasoittaa kylmä- ja lämpögeelien avulla. Näytteet eivät kuitenkaan saa olla suorassa kosketuksessa geelien kanssa, jotta estetään esimerkiksi kylmägeelien vaikutuksesta johtuva näytteiden jäätyminen. (Friman ym. 2021, 168–169; Miettinen 2022, 42–43; Anttila & Åkerman 2023.)

Sairaalan sisällä näytteitä kuljetetaan putkipostin eli paineilmakuljettimen avulla. Näytteet pakataan kapseliin, joka kulkeutuu putkistoa pitkin laboratorioon. Putkipostiin ei saa laittaa helposti särkyviä näyteastioita tai herkkiä näytemateriaaleja, kuten likvornäytteitä. Tällaiset näytteet kuljetetaan laboratorioon sairaalalähetin avulla. (Friman ym. 2021, 168–169.)

Sairaalan ulkopuolelta tulevat näytteet kuljetetaan sinne kuljetuslaatikoissa. Näytekuljetuksen aikana näytteisiin ei saa kohdistua mekaanista rasitusta, kuten tärinää, jotta näytteet säilyvät laadukkaina. NordLab ohjeistaa aluelaboratorioitaan pakkaamaan huoneenlämmössä ja kylmässä kuljettavat näytteet omiin kuljetuslaatikoihin (kuva 3 & kuva 4). Näytteet pakataan kuljetuslaatikoihin muovipussin sisälle ja pussin pohjalle laitetaan imeytysliina. Laatikoihin pakataan mukaan myös kuljetuksen lämpötilanseurannin, joka hälyttää, jos lämpötila ei pysy tavoitevälillä kuljetuksen aikana. (NordLab 2020; Friman ym. 2021, 168–169; NordLab 2023.)



KUVA 3. Näytekuljetuslaatikko huoneenlämmössä kuljettaville näytteille (kuva: Essi Rantala).



KUVA 4. Näytekuljetuslaatikko kylmäkuljetusta varten (kuva: Essi Rantala).

NordLab ohjeistaa aluelaboratorioitaan pakkaamaan pakastenäytteet kuljetusta varten termosastiaan (kuva 5). Näytteiden annetaan täysin jäätyä pakastimessa ennen kuljetusta. Näytteet suljetaan muovipussiin, joka pannaan termosastian pohjimmaisiksi. Pakastenäytteiden päälle pakataan jäisiä kylmägeelipusseja tai kylmäkalleja, jotka estävät näytteitä sulamasta kuljetuksen aikana. Termosastia näytteineen pakataan omaan kuljetuslaatikkoon kuljetusta varten. (NordLab 2022a.)



KUVA 5. Termosastia pakastenäytteille (kuva: Essi Rantala).

## 2.5 Laaduntarkastus

Näytteen säilyttämiseen, käsittelyyn ja kuljetukseen on kiinnitettävä huomiota. Nämä vaiheet kuuluvat laboratoriotutkimusprosessin preanalyttiseen vaiheeseen, joka on kaikista riskialttein vaihe virheiden syntymiselle (McCall & Tankersley 2016, 382-383). Näytteiden laatu varmistetaan muun muassa ennen sentrifugointia sekä ennen analysointia. Jos työntekijä havaitsee, että näytettä on esimerkiksi säilytetty väärässä lämpötilassa tai se on hemolysoitunut, sitä ei analysoida ollenkaan. Laboratoriotutkimusprosessi alkaa tällöin täysin alusta. (Miettinen 2022, 45; Anttila & Åkerman 2023, 2.)

### 3 KYLMÄNÄYTTEENOTTO

Kylmänäytteenoton tarkoituksena on säilyttää analyytit muuttumattomina analysointiin asti. Kylmänäytteenotossa keskitytään pitämään näytteen lämpötila viileänä heti näytteenotosta alkaen. Näytteenottaja voi tutkimusohjekirjasta varmistaa, mikäli näytteenotto tulee suorittaa kylmänäytteenottona. (Friman ym. 2021, 165–167.)

#### 3.1 Milloin kylmänäytteenottoa tarvitaan?

Joidenkin analyyttien kohdalla huoneenlämpötila voi aiheuttaa analyytin pitoisuusmuutoksia näytteessä. Pitoisuusmuutokset johtuvat solujen aineenvaihduntareaktioista ja analyytin lämpötilaherkyydestä. Kylmänäytteenoton tarkoituksena on hidastaa näitä aineenvaihduntareaktioita ja suojata analyyttejä lämpötilan aiheuttamilta muutoksilta. (McCall & Tankersley 2016, 388–389; Barene ym. 2017; Friman ym. 2021, 166–167.)

#### 3.2 Kylmänäytteenoton kulku

1. Näytteenottaja kutsuu potilaan sisään ja tervehtii häntä.
2. Potilasta pyydetään istumaan näytteenottotuoliin ja suoritetaan potilaan tunnistaminen.
3. Avataan tutkimuspyyntö.
4. Tiedustellaan esivalmisteluohjeiden noudattaminen ja tulostetaan pyyntötarrat.
5. Näytteenottaja saa esim. tutkimusohjekirjasta tiedon, että näytteenotto tulee suorittaa kylmänäytteenottona.
6. Suoritetaan esivalmistelut:
  - Valitaan tutkimukselle sopiva näyteputki ja esijäähdytetään se esimerkiksi jäävesiseoksessa.
  - Valitaan sopiva näytteenottotapa ja kerätään tarvittavat näytteenottovälineet.
  - Säädetään näytteenottotuolia niin, että näytteenottajan asento on ergonominen ja potilaan asento on hyvä ja rento.
7. Desinfioidaan kädet ja puetaan suojakäsineet.
8. Asetetaan staasi, mikäli tutkimus sallii sen käytön.
9. Tunnustellaan suoni.

10. Puhdistetaan näytteenottoa ja annetaan sen kuivua.
11. Pistetään neula suoneen ja asetetaan esijäähdytetty näyteputki neulanohjaimen.
12. Löysätään staasi heti, kun veri virtaa näyteputkeen.
13. Näyteputken annetaan täyttyä merkkiviivaan asti (näytemäärä saa poiketa  $\pm 10\%$  merkkiivasta).
14. Tämän jälkeen näyteputki sekoitetaan ohjeenmukaisesti.
15. Sekoituksen jälkeen näyteputki asetetaan välittömästi jäävesihauteeseen/kylmägeelin väliin.
16. Kun näyteputki on irrotettu neulanohjaimesta, vedetään neula ulos suonesta ja pistokohtaa painetaan puhtaalla tufferilla.
17. Aktivoidaan neulan turvamekanismi ja pudotetaan neula särmäjäteastiaan.
18. Tufferi teipataan ihoteipillä pistokohdan suojaksi, jonka jälkeen potilasta pyydetään vielä hetki painamaan pistokohtaa.
19. Riisutaan suojakäsineet ja desinfioidaan kädet
20. Liimataan pyyntötarra näyteputkeen. (Friman ym. 2021, 88–89, 114–121, 164–167; NordLab 2022b.)



*KUVA 6. Näyteputki jäähdytetään kylmänäytteenotossa esimerkiksi jäävesiseoksessa (kuva: Essi Rantala).*

Kylmänäytteenotto voidaan suorittaa myös avotekniikalla, mikäli tutkimuskohtainen ohjeistus sen sallii. Esimerkiksi ammonium-ioninäyte voidaan ottaa kylmänäytteenottona sekä vakuumi- että avotekniikalla. Avotekniikkaa käytettäessä on tärkeää muistaa sulkea näyteputki pikimmiten näyteputken täytyttyä, jottei näytettä haihdu ja vältetään turhat ilmakontaminaatiot. (NordLab 2019; Friman ym. 2021, 165.)

### 3.3 Kylmäseentrifugointi

Verinäyte seentrifugoidaan pikimmiten näytteen hyydyttyä. Näytteen hyydytys tapahtuu esimerkiksi jäävesihauteessa tai kylmägeelin välissä. Hyytymisaika on tavallisesti 30–60 minuuttia. Hyytymisen on jäähdytetyssä näytteessä hitaampaa, jolloin hyytymisaika voi poikkeuksellisesti olla jopa 90 minuuttia. (Vita Laboratoriot 2019, 2; Anttila & Åkerman 2023, 1–2.)

Kylmänäytteenoton yhteydessä näytteet kylmäseentrifugoidaan. Tällöin seentrifugointilämpötilaksi valitaan +4°C. Seentrifugointiasetuksia (kierrosnopeus, seentrifugointiaika ja -lämpötila) valitessa noudatetaan aina laite- ja putkivalmistajan ohjeita. Jos ohjeita ei noudateta, partikkelit eivät erotu toisistaan ja näyte voi hemolysoitua. Geeliputket eivät sovellu kylmänäytteenottoon, koska kylmäseentrifugoinnin aikana geeli ei välttämättä asetu solujen ja plasman/seerumin väliin, jolloin geelisolku voi jäädä kokonaan muodostumatta. (Friman ym. 2021, 172–173; Anttila & Åkerman 2023, 1–3.)

### 3.4 Säilytys ja kuljetus

Säilytyksessä ja kuljetuksessa noudatetaan tutkimusohjekirjan ohjeistusta (Friman ym. 2021, 165). Kylmänäytteenoton yhteydessä monien analyyttien kohdalla ohjeistetaan, että plasma/seerumi erotetaan ja pakastetaan heti erottelun jälkeen. Esimerkiksi SYNLAB ohjeistaa erottamaan glukagoninäytteestä plasman pikimmiten ja pakastamaan sen heti erottelun jälkeen. Pakastesäilytyksen yhteydessä myös näytteen kuljetus suoritetaan pakastettuna. Tärkeintä on pitää lämpötila vaakaana säilytyksen ja kuljetuksen aikana. Jos pakastenäyte esimerkiksi sulaa kuljetuksen aikana, sitä ei hyväksytä analysoitavaksi. (NordLab 2019; Anttila & Åkerman 2023, 2; SYNLAB 2023a; SYNLAB 2023b; SYNLAB 2023c.)

### 3.5 Kylmänäytteenoton oikeaoppisuuteen on panostettava

Kylmänäytteenotossa täytyy varoa, ettei näyte jäädy vaan viilenee tasaisesti. Sopiva lämpötila jäähdytetyille näytteelle on 2–8°C (Anttila & Åkerman 2023, 1). Jäätymistä voivat aiheuttaa esimerkiksi jääpalat, jotka ovat suorassa kontaktissa näytteen kanssa. Suositeltavaa onkin, että jäiden sekaan laitetaan vettä jäätymisen ehkäisemiseksi. Jos näyte pääsee jäätymään, se voi hemolysoitua. Hemolyysi voi häiritä määrittystä tai jopa estää kokonaan näytteen analysoinnin. (McCall & Tankersley 2016, 389; Movet 2022.)

Kylmänäytteenottoon liittyvän ohjeistuksen noudattaminen tai noudattamatta jättäminen vaikuttaa lopulta siihen, pääseekö näyte analysoitavaksi (McCall & Tankersley 2016, 390–391). Kun näyte saapuu analysoitavaksi laboratorioon, sille tehdään laaduntarkastus. Jos tarkastuksessa huomataan, ettei näytettä ole esimerkiksi kuljetettu oikeassa lämpötilassa, sitä ei analysoida ollenkaan. Tällöin koko laboratoriotutkimusprosessi alkaa alusta. (Miettinen 2022, 45.)

## 4 KYLMÄNÄYTTEENOTTOA VAATIVAT ANALYYTIT

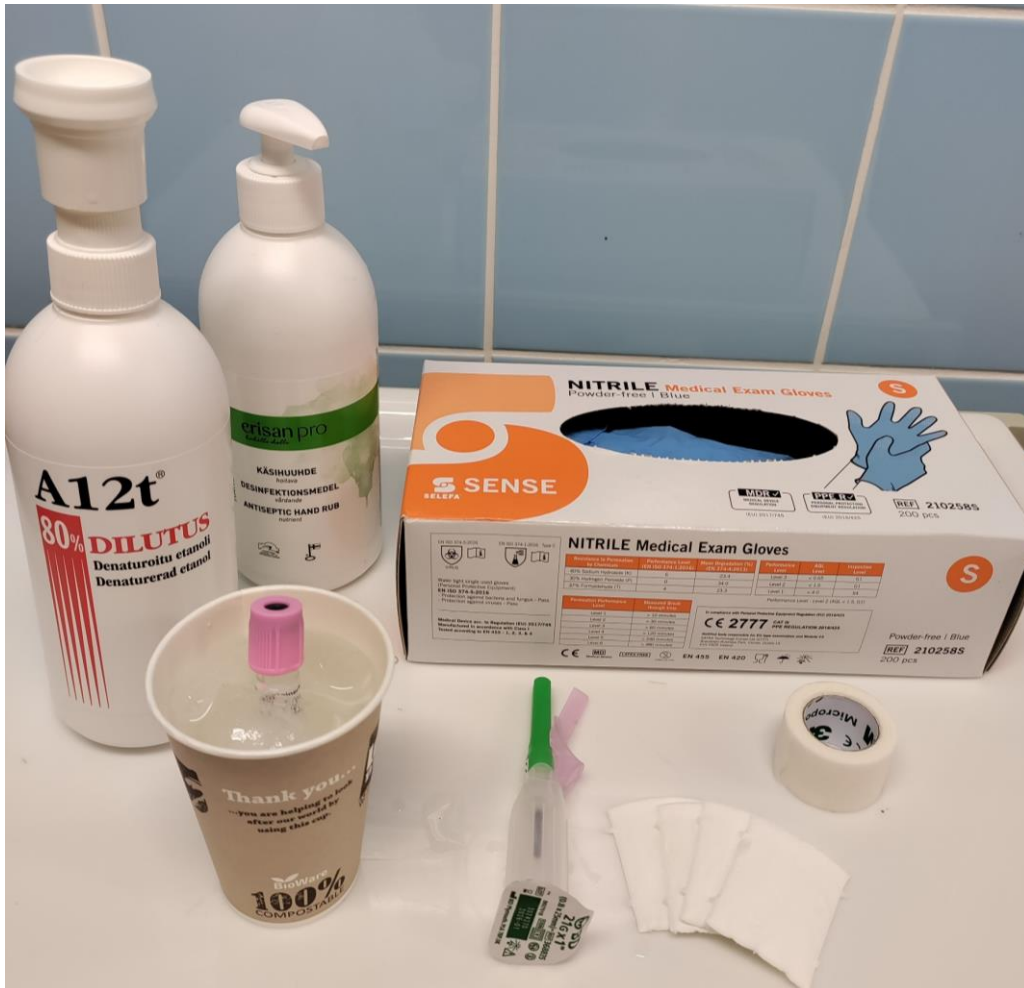
Jotkin analyytit vaativat kylmänäytteenottoa, jotta ne säilyvät muuttumattomina analysointiin asti (Friman ym. 2021, 165–167). Analyytin pitoisuus näytteessä voi nousta tai laskea huoneenlämmössä, jolloin määritystulokset eivät ole enää luotettavia (Lombard ym. 2012; Nikolac ym. 2014). Kylmänäytteenottoa hyödynnetään muun muassa ammonium-ionin, glukagonin sekä interleukiini 6:n ja interleukiini 8:n määrittämisessä (HUSLAB 2021; Fimlab 2022a; Fimlab 2022b).

### 4.1 Ammonium-ioni

Ammonium-ioneja ( $\text{NH}_4$ -ion) syntyy proteiineja hajottavassa aineenvaihdunnassa, eli proteiinikataboliassa sekä suolistossa bakteerien toiminnan seurauksena. (Terveyskirjasto 2016a; NordLab 2019; HUSLAB 2021). Terveellä ihmisellä maksa valmistaa ammonium-ioneista ureaa, joka lopulta poistuu virtsan mukana pois kehosta (NordLab 2019; SYNLAB). Ammonium-ioni on elimistölle myrkyllinen aine ja kohonnut arvo vaatii aina hoitoa. (Penttilä 2004, 239–240.) Ammonium-ioniarvoa mitataan maksakooman diagnostiikassa ja sen hoidon seurannassa, ureasyklin ja aminohappoaineenvaihdunnan häiriöissä sekä valproaattihoidon seurannassa. (NordLab 2019; HUSLAB 2021.)

#### 4.1.1 Pitoisuuden stabilointi

Verinäytteen ammonium-ioniarvo kohoaa ajan myötä, jos näytettä käsitellään ja säilytetään huoneenlämmössä. Kylmänäytteenotolla voidaan estää arvon nouseminen, kun näyte jäähdytetään heti näytteenoton yhteydessä. Lisäksi kylmäseentrifugointi ja näytteen kylmäsäilytys auttavat pitämään ammonium-ioniarvon tasaisena analysointiin asti. (Nicolac ym. 2014.)



KUVA 7. Ammonium-ioninäytteenottoon tarvittavat välineet: Denaturoitu etanoli, käsihuuhde, suojakäsineet, EDTA-putki ja sen jäähdystystä varten esim. jäävesiseos, neula, tuffereita ja ihoteippi (kuva: Essi Rantala).

#### 4.1.2 Näytteenotto

Ammonium-ionimääritys tehdään EDTA-plasmasta. Ennen näytteenottoa potilas paastoa vähintään 10 tuntia, mutta päivystystilanteessa asian suhteen voidaan joustaa. (NordLab 2019.) Näytteenotossa ei käytetä staasia, koska se voi virheellisesti kohottaa veren ammonium-ioniarvoa (Nikolac ym. 2014). Näyte kerätään esijäähdytettyyn EDTA-putkeen mieluiten vakuumitekniikalla, jotta näyte ei kontaminoidu ilman tai hien kanssa. Jos vakuumitekniikka ei potilaan kohdalla onnistu, voidaan näyte ottaa avonäytteenottotekniikalla mikro-EDTA-putkeen. Käytettäessä avonäytteenottotekniikkaa näyteputki täytyy sulkea välittömästi näytteenoton jälkeen. Ihopistonäyte ei kelpaa näytteeksi. (NordLab 2019; Friman ym. 2021, 166; HUSLAB 2021.)

### 4.1.3 Käsittely, säilytys ja kuljetus

Ammonium-ionimääritys tehdään plasmasta, joka säilyy analyysikelpoisena kaksi tuntia näytteenoton jälkeen. Verinäyte jäädytetään välittömästi näytteenoton jälkeen esimerkiksi jäävesihauhteessa, jossa sitä pidetään niin kauan, kunnes se sentrifugoidaan. Näyte kylmäsentrifugoidaan puolen tunnin kuluessa näytteenotosta. Jos analyysilaboratorio on kaukana, eikä näyte kerkeä analysoidavaksi kahden tunnin kuluessa, näytteenottoaika kylmäsentrifugoi näytteen. Erotettu plasma laitetaan välittömästi pakastimeen. Plasma säilyy pakastettuna viikon. Jos plasma pakastetaan, myös kuljetus tapahtuu pakastettuna. (NordLab 2019; HUSLAB 2021.)

### 4.1.4 Häiriötekijät

Tutkimukseen liittyy useita mahdollisia häiriötekijöitä. Hien sisältämä ammoniakki voi näytteen kanssa kontaminoituessaan häiritä määritystä. Jotkin lääkkeet, kuten sulfasalatsiini, voivat vaikuttaa tuloksiin, jolloin on suositeltavaa ajoittaa näytteenotto ennen seuraavan lääkeannoksen ottoa. (NordLab 2019; Fimlab 2023.) Näytteen hemolyysi voi virheellisesti nostattaa analyysin pitoisuutta näytteessä, koska punasolujen ammonium-ionipitoisuus on kolminkertainen verrattuna plasman ammonium-ionipitoisuuteen (Nikolac ym. 2014). Lisäksi muun muassa fyysinen rasitus ja tupakointi voivat nostaa ammonium-ioniarvoa (NordLab 2019; Fimlab 2023).

### 4.1.5 Viitearvot

Alle kuukauden ikäisillä vauvoilla tutkimuksen viitearvo on alle 160  $\mu\text{mol/l}$  (Nordlab 2019). Kaikilla muilla tutkimuksen viitearvo on sen sijaan alle 50  $\mu\text{mol/l}$ . Korkea ammonium-ioniarvo voi viitata esimerkiksi maksasairauteen, suolistoverenvuotoon tai hyperammonemiaan. (NordLab 2019; Fimlab 2023.)

## 4.2 Glukagoni

Glukagoni on haiman alfasoluista erittyvä hormoni, joka säätelee veren glukoosipitoisuutta (Koistinen 2018). Se pilkkoo maksan glykogeenia, jolloin veren glukoosipitoisuus nousee (Fimlab 2022a). Lisäksi sen tiedetään vaikuttavan myös esimerkiksi elimistön rasva-aineenvaihduntaan ja energi-

ankulutukseen (Koistinen 2018). Glukagonimääritystä käytetään yleensä glukagonooman diagnostiikassa (HUSLAB 2022). Glukagonooma on harvinainen haimakasvain, jonka tyypillisiä oireita ovat esimerkiksi ihomuutokset ja diabetes (Fimlab 2022a). Lisäksi määritystä käytetään apuna aineenvaihduntatautiin diagnostiikassa (HUSLAB 2022).



KUVA 8. Glukagoninäytteenottoon tarvittavat välineet: denaturoitu etanoli, käsihuuhde, suojakäsineet, EDTA-putki ja sen jäähdytyskeino, staasi, neula, tuffereita ja ihoteippi (kuva: Essi Rantala).

#### 4.2.1 Näytteenotto, käsittely, säilytys ja kuljetus

Suositus on, että potilas paastoo ennen näytteenottoa. Näyte kerätään esijäähdytettyyn EDTA-näyteputkeen, joka pannaan jäävesihauteeseen heti näytteenoton jälkeen. Näyte kylmäseparoidaan pikimmiten, jonka jälkeen plasma jaetaan kahteen erotteluputkeen. Yhteen erotteluputkeen tarvitaan yksi millilitra plasmaa. Plasmanäytteet pakastetaan heti erottelun jälkeen ja kuljetetaan myös pakastettuna (Fimlab 2022a; HUSLAB 2022.)

## 4.2.2 Viitearvot ja häiriötekijät

Paastonäytteenä otetun glukagoninäytteen viitearvo on kaikilla alle 209 ng/l. Arvo voi nousta, jos potilaalla on esimerkiksi diabetes, haimatulehdus tai sydäninfarkti. Lisäksi glukagonimääritystä häiritsevät näytteen voimakas hemolyysi sekä lipeemisyys. (Fimlab 2022a.)

## 4.3 Interleukiini 6 ja 8

Sytokiinit toimivat elimistön solujen välisinä viestinviejinä (Terveyskirjasto 2016b). Yksi sytokiinien tehtävistä on tulehdusreaktioiden säätely. Tulehdusreaktioita säätelevät sytokiinit voidaan jakaa proinflammatorisiin ja anti-inflammatorisiin sytokiineihin. Proinflammatoriset sytokiinit vahvistavat tulehdusta ja anti-inflammatoriset heikentävät tulehdusta. (Julkunen & Meri 2011.) Interleukiini 6 (IL6) ja interleukiini 8 (IL8) kuuluvat proinflammatorisiin sytokiineihin (HUSLAB 2023).

### 4.3.1 Diagnostiikka

Terveellä ihmisellä plasman interleukiini 6 arvo on alle 7.0 ng/l ja interleukiini 8 arvo alle 62 ng/l (SYNLAB 2023b; SYNLAB 2023c). Interleukiini 6:n ja interleukiini 8:n määrittystä voidaan käyttää sepsiksen ja systeemisen tulehduksen diagnostiikassa sekä tutkittaessa inflammaation voimakkuutta. Näiden interleukiinien määrittämisestä voi olla apua erityisesti sepsiksen varhaisessa diagnostiikassa, koska niiden arvot nousevat ennen CRP-arvoa. Lisäksi IL8-arvo nousee kaikista sytokiineista herkiten keuhkosairauksissa. (HUSLAB 2023.)

### 4.3.2 Analyyttipitoisuuksien stabilointi

IL6:n ja IL8:n pitoisuudet verinäytteessä nousevat, jos näytettä säilytetään näytteenoton jälkeen huoneenlämmössä. Nämä pitoisuusmuutokset johtuvat todennäköisesti näytteessä olevista leukosyyteistä, jotka lämpimissä olosuhteissa jatkavat sytokiinien vapauttamista. Pitoisuusmuutoksien estämiseksi on suositeltavaa toteuttaa näytteenotto kylmänäytteenottona, sentrifugointi jäähdytettynä ja plasmanäytteiden säilytys pakastettuna. (Barene ym. 2017; SYNLAB 2023b; SYNLAB 2023c.)



KUVA 9. IL6:n ja IL8:n näytteenottoon tarvittavat välineet: denaturoitu etanoli, käsihuuhde, suojakäsineet, EDTA-putki ja sen jäähdytyskeino, staasi, neula, tuffereita ja ihoteippi (kuva: Essi Rantala).

#### 4.3.3 Näytteenotto, käsittely, säilytys ja kuljetus

Molempien analyyttien määrittämiseen tarvitaan 1 millilitra EDTA-plasmaa. Näytteenotto suoritetaan kuten tavanomainenkin kylmänäytteenotto: näyteputki esijäähdytetään ennen näytteenottoa ja näyte jäähdytetään heti näytteenoton jälkeen. Näytteenoton jälkeen näytteet kylmäsentrifugoidaan mahdollisimman pian ja plasmat siirretään erotteluputkiin. Plasmanäytteet säilytetään pakastimessa, jolloin myös niiden kuljetus tapahtuu pakastettuna. (Friman ym. 2021, 166; SYNLAB 2023b; SYNLAB 2023c.)

## 5 TARKOITUS, TAVOITE JA LAATUKRITEERIT

Toiminnallisessa opinnäytetyössä kehittämisen tavoitteena on ammatillinen tuotos, joka palvelee kohderyhmää tai toimintaympäristön arjen käytäntöjä (Airaksinen, Kostamo & Vilka 2022, 11).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia laadukas verkko-oppimateriaali kylmänäytteenotosta Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan tutkinto-ohjelman käyttöön. Pidemmän ajan tavoitteena oli, että opiskelijat voivat myöhemmin työelämässään soveltaa oppimaansa tietoa käytännössä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli auttaa havainnollistamaan kylmänäytteenoton kulku ja sujuvoittaa aiemmin opitun aineiston kertaamista. Kylmänäytteenotto mainitaan Näytteenottotoiminta-kurssilla, joten laadin oppimateriaalin osaksi sitä kurssia. Tein oppimateriaaliin kertausion Näytteenottotoiminta-kurssilta, jonka tarkoituksena oli yhdistää verkko-oppimateriaalini osaksi Näytteenottotoiminta-kurssia.

Verkko-oppimateriaalin laadukkuuden toteutuksessa ja arvioinnissa käytin apuna Opetushallituksen määrittämiä verkko-oppimateriaalin laatukriteerejä. Laatukriteereitä on monia, joten valitsin niistä tälle oppimateriaalille sopivimmat. Tässä projektissa laatukriteereinä ovat pedagoginen laadukkuus, käytettävyys sekä tuotannon laadukkuus. (Opetushallitus 2005.)

Jotta opetusmateriaali on pedagogisesti laadukas, sen täytyy soveltua opetus- ja opiskelukäyttöön sekä tukea opetusta ja oppimista. Pedagogisen laadun kriteereihin kuuluu monia eri asioita. Muun muassa nämä asiat kuuluvat kriteereihin: pohjatietovaatimusten ja arviointitavan kerronta, verkko-oppimateriaalin rakenne ohjaa oppimista ja opiskelu verkko-oppimateriaalin avulla aktivoi ajattelua. (Opetushallitus 2005, 14–17.)

Käytettävyyteen kuuluu esimerkiksi oppimateriaalin käytön nopeus ja tehokkuus. Oppimateriaali ei saa sisältää esimerkiksi toimimattomia linkkejä, koska ne heikentävät sen käytettävyyttä. Käytettävyyteen kuuluu myös verkko-oppimateriaalin visuaalisen ilmeen onnistunut toteutuminen, johon tässä projektissa oli erityisesti tarkoitus panostaa käytettävyyden osalta. (Opetushallitus 2005, 18–21.)

Tuotannon laadukkuuteen kuuluu muun muassa oppimateriaalin tuottaminen hallitusti ja materiaalin kehittäminen palautteen avulla. Esteettömyyttä tämän verkko-oppimateriaalin teossa ei otettu

huomioon, koska bioanalyytikon ammatti vaatii esimerkiksi riittävää näkökykyä ja kädentaitoja.  
(Opetushallitus 2005, 21–28; Oulun ammattikorkeakoulu 2023.)

## 6 TOTEUTUS

Aloitin opinnäytetyön valitsemalla itselleni mieluisen aiheen. Ohjaajat olivat keksineet eri opinnäytetyöaiheita, joista valitsin itseäni kiinnostavan aiheen. Halusin toteuttaa aiheeni toiminnallisena opinnäytetyönä, koska opiskelijoilla ei ollut aiheesta aiempaa oppimateriaalia ja koin aiheen tärkeäksi opiskelijoille.

### 6.1 Suunnitelma

Aihevalinnan jälkeen aloitin tammikuussa 2023 työstämään opinnäytetyön suunnitelmaa. Varasin aikaa suunnitelman teolle koko kevään. Aloitin suunnitelman teon etsimällä sopivia lähteitä Oulun ammattikorkeakoulun kirjaston Oula-Finnasta. Ajatus oppimateriaalin sisällöstä syntyi nopeasti ja sopivia lähteitä löytyi kiitettävästi. Suunnitelman tekoon meni lopulta neljä kuukautta ja huhtikuussa se oli molempien ohjaajien hyväksymä.

### 6.2 Verkko-oppimateriaalin teko

Suunnitelman hyväksymisen jälkeen aloin työstämään verkko-oppimateriaalia Moodle-nimiselle verkko-oppialustalle. Moodle-verkko-oppialusta on yleisessä käytössä bioanalytiikan opinnoissa, joten alustan käyttö on jo entuudestaan tuttua opiskelijoille. Tein alustalle diaesityksiä Powerpoint-ohjelmalla, johon lisäsin tekstien elävöittämiseksi muun muassa itse ottamiani kuvia. Sain luvan ottaa kuvia työpaikallani edellyttäen, etteivät potilastiedot näy kuvissa. Oppimateriaali sisältää myös kertausvideon laskimoverinäytteenotosta sekä kertauskyselyn preanalytiikasta, joita käsitellään Näytteenotto toiminta-kurssilla. Kertausosion tarkoituksena oli liittää oppimateriaali osaksi Näytteenotto toiminta-kurssi. Lisäksi kertausvideon ja -kyselyn tarkoituksena on aktivoida opiskelijoiden ajattelua ja saada heidät oivaltamaan, mitä he aiheesta jo tietävät.

### 6.3 Webropol-kysely

Sain verkko-oppimateriaalini valmiiksi toukokuussa ja muutin alustan julkiseksi. Kun verkko-oppimateriaali oli valmis, tiedotin bioanalyttikko-opiskelijoita siitä koulun sähköpostilla. Keräsin työlleni

palautetta Webropol-kyselyn avulla, jotta sain tietää täyttääkö oppimateriaalini sille asetetut laatu-kriteerit. Päätin käyttää Webropol-ohjelmaa, koska se oli ilmainen ja olin tehnyt sillä aiemminkin kyselyitä. Lisäksi tällä ohjelma palautteen anto tapahtui anonymisti, mikä kannusti opiskelijoita vastaamaan kyselyyn. Palautteiden avulla pystyin tekemään tarvittavat korjaukset oppimateriaaliin ja sain käsityksen sen laadukkuudesta.

## 7 PALAUTEKYSELY JA PALAUTTEET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia verkko-oppimateriaali, jonka kohderyhmä kokee laadukkaana. Laadukkuuteen kuuluu esimerkiksi pedagoginen laadukkuus, jonka kriteereihin kuuluu muun muassa verkko-oppimateriaalin kyky aktivoida oppijan ajattelua (Opetushallitus 2005). Verkko-oppimateriaalin laadukkuuden mittaamisessa käytin Webropol-palautekyselyä, johon opiskelijat saivat vastata anonyymisti. Koska palautteen anto oli anonyymi, siinä ei tarvinnut ottaa huomioon opiskelijoiden tietosuojaan liittyviä asioita. Anonymiteetti toimi myös kannustavana tekijänä palautteen antamisessa.

Palautekysely sisälsi kysymyksiä laatukriteereiden täyttymisestä. Opiskelijoita esimerkiksi pyydettiin arvioimaan, tukiko oppimateriaali heidän oppimistaan ja oliko oppimateriaalin visuaalinen ilme onnistunut. Vastausvaihtoehtoina olivat: samaa mieltä, osittain samaa mieltä, osittain eri mieltä, eri mieltä ja en osaa sanoa. Kyselyn lopussa opiskelija sai halutessaan antaa avointa palautetta oppimateriaalille.

Oppimateriaalin palautteen vastaajalukumäärä oli yhdeksän. Vastauksista 96 % oli ”samaa mieltä” tai ”osittain samaa mieltä”. 100 % vastanneista koki oppimateriaalin tukevan oppimista ja soveltuvan opiskelukäyttöön. ”Oppimateriaali etenee johdonmukaisesti ja on sisällöltään selkeä” kysymyksen kohdalla vastaajat olivat myös kaikki samaa mieltä ja he vastasivat kysymykseen ”samaa mieltä”. Palautteissa ei annettu yhtään ”eri mieltä” tai ”osittain eri mieltä”-vastausta. ”En osaa sanoa”-vastaus annettiin kysymykseen ”Oppimateriaalin linkit, kuten Youtube-linkit, toimivat moitteettomasti” sekä kysymykseen ”Uskon, että oppimateriaalista on hyötyä tulevassa bioanalyytikon työssäni”. Linkkien toimivuudesta kysyttäessä 22 % vastasi ”en osaa sanoa”. 11 % vastasi ”en osaa sanoa” kysymykseen ”Uskon, että oppimateriaalista on hyötyä tulevassa bioanalyytikon työssäni”. Vastaajista 55 % vastasi myös avoimeen palautteeseen. Avoin palaute oli positiivista sekä myös korjauskehotuksia annettiin (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Webropol-kyselyn avoin palaute.

---

**Vastaukset**

---

”Kaikkiin kuvamateriaaleihin lähdemerkinnät, mistä kuva on peräisin, esim. itse otettu kuva vs. kuvapankkikuva. Tämä lisää oppimateriaalin laadukkuutta. (Opettajan kommentti)”

”Selkeä ja hyvin rakennettu kokonaisuus, josta sain uutta tietoa.”

”ensimmäisen tentin viimeisen kysymyskohdan kuva ei auennut. Muutoin todella selkeä materiaali =)”

”Selkeää ja hyvin jäsennehtyä materiaalia. Olisivatpa kaikki moodlealustat näin selkeitä!”

”Video näytteenotosta todella hyvä, mutta voisi kertoa, että meillä desinfioidaan iho eri tavoin. 1. tentti, 2. kysymys kirjoitusvirhe. Muuten järkeviä kysymyksiä ja kuvat iso plussa! Avautuisipa kaikki uuteen välilehteen, niin helpottaisi, ettei joudu aina palaamaan takaisin ja etsimään kohtaa missä oli menossa... Ihana tää moodle... Tsemppiä!”

---

Tein avoimen palautteen pohjalta korjauksia ja muutoksia oppimateriaaliin. Varmistin, että linkit ja kuvat aukeavat oikein ja että kaikkien kuvien lähteet on kerrottu. Varmistin, ettei materiaalissa ole kirjoitusvirheitä. Lisäsin myös näytteenottovideoon kommentin, että ihonpuhdistus suoritetaan yhdellä pyyhkäisyllä. ”En osaa sanoa”-palautteen perusteella en pystynyt tekemään muokkauksia oppimateriaaliin, ellei opiskelija erikseen perustellut vastaustaan avoimessa palautteessa. Tämä vastausvaihtoehto kuitenkin motivoi opiskelijaa vastaamaan koko palautekyselyyn, jos hän ei yksittäisen kysymyksen kohdalla osannut vastata, onko samaa vai eri mieltä asiasta.

## 8 POHDINTA

Tämän verkko-oppimateriaalin työstäminen oli mielestäni antoisaa ja syvensi tietoa aiheesta. Oulun ammattikorkeakoululla ei ole entuudestaan aiheesta oppimateriaalia, joten itselleni aihe tuli tutuksi vasta opintoihin kuuluvissa harjoitteluissa. Olen huomannut, että bioanalytiikon työssä tarvitsee aika ajoin suorittaa näytteenotto kylmänäytteenottona, joten koin aiheen tärkeäksi osaksi bioanalytiikan opintoja. Koska tiesin aiheen olevan hyödyllinen itselleni ja muille bioanalytikko-opiskelijoille, se motivoi minua työskentelemään aiheen parissa.

### 8.1 Haasteet opinnäytetyössä

Aikaa kului useampi tunti siihen, että löysin sopivat esimerkkianalyytit verkko-oppimateriaalia varten. Joidenkin analyyttien kohdalla löytyi ristiriitaista tietoa siitä, onko kylmänäytteenotto ollenkaan tarpeellinen analyyttipitoisuuksien stabiloinnissa. Jonkin laboratorion tutkimusohjekirjassa tietyn analyytin kohdalla saatettiin ohjeistaa suorittamaan näytteenotto kylmänäytteenottona, mutta tutkimuksissa oli taasen havaittu, ettei kylmänäytteenotto olekaan tarpeellinen.

Verkko-oppialustana käyttämäni Moodle-alusta päivittyi kesän aikana, joka aiheutti muutoksia esimerkiksi alustan ulkonäköön. Aikaa kului opetella käyttämään alustaa uudelleen. Myös NordLab julkaisi kesken opinnäytetyöprosessiani uuden tutkimusohjekirjansa, joten osa lähteistäni ovat uudesta ja osa vanhasta tutkimusohjekirjasta.

### 8.2 Oppimateriaalin julkaisu ja palaute

Pyysin opiskelijoita antamaan palautetta verkko-oppimateriaalilleni toukokuussa 2023, joka ei ajankohdaltaan ollut mielestäni paras mahdollinen. Monet olivat varmasti jo kerenneet kesälomalle, eikä viestini siksi tavoittanut heitä. Ihanteellisinta olisi ollut kysyä palautteita muilta bio-opiskelijoilta siinä vaiheessa, kun uudet opiskelijat olisivat opinnoissaan olleet siinä vaiheessa Näytteenottotoiminta-kurssia, että verkko-oppimateriaalini olisi ollut heille ajankohtainen. Toukokuun aikana palautetta tuli hyvin niukasti, joten päätin pyytää palautetta uudestaan vielä syyskuussa 2023. Tämä oli hyvä ratkaisu, koska palautetta tuli lopulta kaksinkertainen määrä toukokuuhun verrattuna.

Koska palaute oli positiivista, sain käsityksen, että työni on onnistunut ja laatimani verkko-oppimateriaali hyödyllinen.

### **8.3 Kehityskohteet**

Oppimateriaalin kehittämiseksi sille voitaisiin laatia aiheesta opetusvideo. Videolla voitaisiin vaihe vaiheelta näyttää, miten kylmänäytteenotto käytännössä tapahtuu. Itselläni ei aika riittänyt videon tekemiseen, vaikka mielestäni se olisikin sopinut hyvin osaksi verkko-oppimateriaalia.

## 9 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Tämän opinnäytetyön tekemisessä on noudatettu hyvän tieteellisen käytännön peruseriaatteita, joita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023). Kuvia käyttäessäni varmistin, että kuvaa saa vapaasti käyttää ja merkitsin siihen lähteen näkyviin. Kun otin itse kuvia oppimateriaalia varten varmistin, ettei kuviin päädy arkaluontoisia potilastietoja. Palautekyselyyn opiskelijat saivat vastata anonyymisti, joten en käsitellyt heidän henkilötietojaan.

Plagiointi tarkoittaa luvaton lainaamista, jolloin viittausta toisen tekemään teokseen ei merkitä asianmukaisesti näkyviin (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023). Merkitsin kaikkiin kuviin ja lainauksiin lähteet näkyviin, jotta työstä selvästi näkee, että kyseessä on toisen teoksesta otettu suora tai epäsuora lainaus.

Käytin opinnäytetyössä luotettavia kotimaisia ja ulkomaisia lähteitä. Pyrin koko opinnäytetyöprosessin ajan siihen, että lähteet ovat mahdollisimman uusia ja varmistin, ettei ristiriitaisuuksia löytynyt. Esimerkiksi uusimmat tutkimukset kylmänäytteenoton hyödyllisyydestä tietyn analyysin kohdalla saattoi kumota täysin vanhemmat tutkimukset.

## LÄHTEET

Airaksinen, Tiina, Kostamo, Pipsa & Vilkkä Hanna 2022. Kirjoita itsesi asiantuntijaksi. Opas toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Helsinki: Art House Oy, 11.

Anttila, Petra & Åkerman, Kari 2023. Sentrifugoitavien verinäytteiden käsittely ja säilytys. Menettelytapaohje. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 15.2.2023. [https://www.epshp.fi/files/12188/14\\_Sentrifugoitavien\\_verinaytteiden\\_kasittely\\_ja\\_sailytys\\_2.3.pdf](https://www.epshp.fi/files/12188/14_Sentrifugoitavien_verinaytteiden_kasittely_ja_sailytys_2.3.pdf).

Barene, Svein, Bergseth, Grete, Brekke, Ole-Lars, Christiansen, Dorte, Fure, Hilde, Krey Ludviken, Judith, Mollnes, Tom, Storjord, Elin, Torrissen Henno, Linda & Waage-Nielsen, Erik 2017. Effect of the anticoagulant, storage time and temperature of blood samples on the concentrations of 27 multiplex assayed cytokines-consequences for defining reference values in healthy humans. Cytokine 97, 86-95. Hakupäivä 28.3.2023. Elsevier ScienceDirect -tietokanta. Vaatii käyttöoikeuden.

DUODECIM Terveyskirjasto Lääketieteen sanasto 2016a. Katabolia. Hakupäivä 14.2.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt01518>.

DUODECIM Terveyskirjasto Lääketieteen sanasto 2016b. Sytokiini. Hakupäivä 1.4.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt03371/sytokiini?q=sytokiini>.

Fimlab Ohjekirja 2022a. Glukagoni. Hakupäivä 29.3.2023. <https://fimlab.fi/tutkimus/6212>.

Fimlab Ohjekirja 2022b. Interleukiini 6 ja Interleukiini 8. Hakupäivä 31.3.2023. <https://fimlab.fi/tutkimus/6632>.

Fimlab Vaasa laboratorio-ohjekirja 2023. fP-Ammonium-ioni (1071 fP-NH4-ion). Hakupäivä 13.2.2023. <http://www.vshp.fi/medserv/klkemi/fi/ohjekirja/1071.htm>.

Friman, Tarja, Kuparinen, Marja, Lehto, Liisa & Liikanen, Eeva 2021. Laboratoriotutkimusten näytteenotto. 1. painos. Byrettikustannus avoin yhtiö.

HUSLAB Tutkimusohjekirja 2021. Ammonium-ioni, plasmasta, paastotilassa. Hakupäivä 13.2.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/1071.html>.

HUSLAB Tutkimusohjekirja 2022. Glukagoni, plasmasta. Hakupäivä 29.3.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4975.html>.

HUSLAB Tutkimusohjekirja 2023. Interleukiini 6, plasmasta. Hakupäivä 30.3.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4842.html>.

Julkunen, Ilkka & Meri, Seppo 2011. Sytokiinit. Teoksessa Immunologia. Oppiportti. Duodecim. Hakupäivä 1.4.2023. [https://www.oppiportti.fi/op/imm00307/do?p\\_haku=sytokiini#q=sytokiini](https://www.oppiportti.fi/op/imm00307/do?p_haku=sytokiini#q=sytokiini). Vaatii käyttöoikeuden.

Koistinen, Heikki 2018. Glukagoni – unohdettu haimahormoni. Hakupäivä 30.3.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo14584>.

Lombard, Elise, Oddoze, Christiane & Portugal, Henri 2012. Stability study of 81 analytes in human whole blood, in serum and in plasma. Clinical Biochemistry 45 (6), 464-469. Hakupäivä 15.8.2023. Elsevier ScienceDirect -tietokanta. Vaatii käyttöoikeuden.

McCall, Ruth E. & Tankersley, Cathie M. 2016. Phlebotomy Essentials. 6. painos. Philadelphia: Wolters Kluwer, 382-384, 387-391.

Miettinen, Marja 2022. Näytteenottajan käsikirja. 3. uudistettu painos. Helsinki: EDITA, 42–45.

Movet Laboratoriokäsikirja 2022. Häiritsevät tekijät verinäytteissä (hemolyysi, ikteria, lipemia). Hakupäivä 1.4.2023. <https://www.movet.fi/tutkimukset/hairitsevat-tekijat-verinaytteissa-hemolyysi-ikteria-lipemia/>.

Niemelä, Onni & Pulkki, Kari 2010. Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Nikolac, Nora, Omazic, Jelena & Simundic, Ana-Maria 2014. The evidence-based practice for optimal sample quality for ammonia measurement. *Clinical Biochemistry* 47 (12), 991-995. Hakupäivä 27.3.2023. Elsevier ScienceDirect -tietokanta. Vaatii käyttöoikeuden.

NordLab Oulu Tutkimusohjekirja 2019. Ammonium-ioni, plasmasta, paastotilassa. Hakupäivä 1.2.2023. [http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1071&terms=ammoni](http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1071&terms=ammoni).

NordLab 2020. Kylmälahetysten pakkaaminen. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 8.5.2023. [https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/kylmalahetysten\\_pakkaaminen\\_id\\_21161.pdf](https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/kylmalahetysten_pakkaaminen_id_21161.pdf).

NordLab 2022a. NordLab Oulun aluelaboratorion asiakaspalvelun ohjeistus pakastenäytteiden lähettämiseen. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 8.5.2023. <https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/09/NordLab-Oulun-aluelaboratorion-asiakaspalvelun-ohjeistus-pakastenaytteiden-lahettamiseen.pdf>.

NordLab 2022b. Laskimonäytteenotto. Hakupäivä 16.8.2023. [https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/laskimonaytteenotto\\_3.pdf](https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/laskimonaytteenotto_3.pdf).

NordLab 2023. Oulu aluekuljetusnäytteiden pakkausohje. Hakupäivä 8.5.2023. [https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/aluekuljetuslaatikoiden\\_pakkaus.pdf](https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/aluekuljetuslaatikoiden_pakkaus.pdf).

NordLab Tutkimusohjekirja. Hakupäivä 16.8.2023. [https://tutkimusohjekirja.nordlab.fi/ohjekirja/nayta.tmpl?sivu\\_id=146&setid=2474](https://tutkimusohjekirja.nordlab.fi/ohjekirja/nayta.tmpl?sivu_id=146&setid=2474).

Opetushallitus 2005. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Työryhmän raportti. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 25.1.2023. <http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/laatukriteerit.pdf>.

Oulun ammattikorkeakoulu 2023. Opetussuunnitelmat 2022-2023, Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma. Hakupäivä 10.2.2023. <https://www.oamk.fi/opinto-opas/opintojen-sisalto/opetussuunnitelmat?koulutus=bio2022sm&lk=s2022&alasivu=kuvaus>.

Penttilä, Ilkka 2004. Ruoansulatuskanavan ja maksan toiminnan häiriöt ja niiden tutkiminen. Teoksessa *Kliiniset Laboratoriotutkimukset* (toim. Ilkka Penttilä). 1. painos. Helsinki: WSOY, 239–240.

Solunetti. Sentrifugi. Hakupäivä 20.8.2023. <https://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/sentrifugi/>.

SYNLAB 2023a. Glukagoni. Hakupäivä 29.3.2023. [https://www.yml.fi/tuotokuvaus\\_show.php?tuotenro=511](https://www.yml.fi/tuotokuvaus_show.php?tuotenro=511).

SYNLAB 2023b. Interleukiini 6. Hakupäivä 29.3.2023. [https://www.yml.fi/tuotokuvaus\\_show.php?tuotenro=708](https://www.yml.fi/tuotokuvaus_show.php?tuotenro=708).

SYNLAB 2023c. Interleukiini 8. Hakupäivä 29.3.2023. [https://www.yml.fi/tuotokuvaus\\_show.php?tuotenro=709](https://www.yml.fi/tuotokuvaus_show.php?tuotenro=709).

SYNLAB Tietopankki. Munuaiset käsittelevät ureaa (fS-Urea). Hakupäivä 11.2.2023. <https://www.synlab.fi/tietopankki/urea-fs-urea/>.


Tapola, Hilikka 2004. Näytteiden käsittely ja lähettäminen sekä kuljetus. Teoksessa Kliiniset Laboratoriotutkimukset (toim. Ilkka Penttilä). 1. painos. Helsinki: WSOY, 30.

Tuokko, Seija 2014. Näytteiden esikäsittely ja säilytys. Teoksessa Laboratoriolääketiede, Kliininen kemia ja hematologia (toim. Onni Niemelä & Kari Pulkki). 3.-4. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 32.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 11.9.2023. [https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje\\_2023.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf).

Vita Laboratoriot 2019. Näytteenotto-ohjeet. Pdf-tiedosto. Hakupäivä 6.2.2023. <https://vita.fi/wp-content/uploads/2019/01/N%C3%A4ytteenotto-ohjeita.pdf>.

## Palaute verkko-oppimateriaalille

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (\*)

**1. Oppimateriaali soveltuu opiskelukäyttöön ja tukee oppimista \***

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

**2. Pystyin yhdistämään Näytteenotto toiminta-kurssilta oppimaani tämän oppimateriaalin sisältöön \***

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

### 3. Diaesitykset \*

	Samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Eri mieltä
Diaesitykset olivat sisällöltään tarpeeksi kattavia *	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yhdessä diassa ei ollut liikaa tekstiä *	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4. Oppimateriaalin visuaalinen ilme on onnistunut \*

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

### 5. Oppimateriaali etenee johdonmukaisesti ja on sisällöltään selkeä \*

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

**6. Oppimateriaalin linkit, kuten Youtube-linkit, toimivat moitteettomasti \***

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

**7. Uskon, että oppimateriaalista on hyötyä tulevassa bioanalyytikon työssäni \***

- Samaa mieltä
- Osittain samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Osittain eri mieltä
- Eri mieltä

**8. Tähän voit antaa vapaasti palautetta oppimateriaalista**