

# SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

## SYSMEX XN-550 VERENKUVA-ANALYSAATTORI

Verkko-oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille

TEKIJÄ/T Jenna Sjöblom  
Riikka Kulin

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Tutkinto-ohjelma Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Jenna Sjöblom & Riikka Kulin			
Työn nimi Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteiden – Verkko-oppimateriaali bioanalytikon-opiskelijoille			
Päiväys	23.4.2024	Sivumäärä/Liitteet	2/35
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu			
Tiivistelmä			
<p>Sisätautien lääketieteeseen kuuluva kliininen hematologia on oma tärkeä erikoisalansa, joka keskittyy veritautien tutkimiseen. Tutkimuksia käytetään erilaisien veritautien diagnostiikkaan, hoitojen seurantaan ja hoidon vasteen tarkkailuun. Kliinisen hematologian yleisimmät tutkimukset ovat perusverenkuvan ja täydellisen verenkuvan tutkimukset, joissa tutkitaan muun muassa veren soluja. Perusverenkuvan ja täydellisen verenkuvan tutkimuksiin käytetään verenkuvaa automatisoituja laboratoriolaitteita eli analysointilaitteita. Verenkuvaa-analysointilaitteet tunnistavat veren soluja sekä laskevat niiden määrällisen osuuden kokoverinäytteenästä. Analysointilaitteiden, kuten Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaate perustuu useampaan analyysimenetelmään sekä niissä käytettyihin reagensseihin. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen analyysimenetelmiä ovat fluoresenssivirtausytometria, sähköinen impedanssi ja spektrofotometria.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin kehittämistyönä lineaarisen mallin mukaisesti. Kehittämistyön toimeksiantajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu. Savonia-ammattikorkeakoulun opetuslaboratorioon hankittiin uusi Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitte. Kehittämistyön tarkoituksena oli tuottaa päivitettyä oppimateriaalia Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteesta. Verkko-oppimateriaalit tuotettiin hyvän verkko-oppimateriaalin kriteerien mukaisesti. Verkko-oppimateriaaleissa käsitellään verenkuvaa-analysointilaitteen analyysimenetelmät, reagenssien käyttökohteet sekä reagenssien turvallinen käyttö. Kehittämistyöstä valmistuneita verkko-oppimateriaaleja käytetään bioanalytikon-opiskelijoiden ammatillisen osaamisen syventämiseen kliinisen hematologian opetuksessa.</p> <p>Bioanalytikon-opiskelijoilta pyydettiin palautetta tuotoksesta Webropol-kyselyllä. Opiskelijoille annettiin mahdollisuus tutustua tuotettuihin verkko-oppimateriaaleihin, joista he antoivat palautetta kyselyn avulla. Palautetta antoi seitsemän opiskelijaa, joiden avulla oppimateriaaleja muokattiin. Jatkokehityskohteena tuotoksesta voi tehdä päivitetyn Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen käyttöoppaan tai käyttöohjeen.</p>			
Avainsanat Hematologia, Sysmex XN-550, verenkuvaa, verenkuvaa-analysointilaitteiden, verkko-oppimateriaali, virtausytometria			

Field of Study Social Services, Health and Sports	
Degree Programme Degree Programme in Biomedical Laboratory Science	
Author(s) Jenna Sjöblom & Riikka Kulin	
Title of Thesis Sysmex XN-550 Hematology Analyzer: Online Learning Material for Biomedical Laboratory Scientist students	
Date 23.4.2024	Pages/Appendices 3/35
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences	
<p><b>Abstract</b></p> <p>Clinical hematology is an important medical speciality field in internal medicine that is based on researching blood diseases. Laboratory tests are used in diagnosing different blood diseases, to monitor treatments and to monitor treatment response. The most common laboratory tests used in clinical hematology are blood count and complete blood count, where both laboratory tests are based on blood cell examination. Automated laboratory equipment or analyzers are used in measuring blood count and complete blood count. Hematology analyzers can identify blood cells and calculate identified cell fractions in whole blood sample. The working principle used in analyzers, such as Sysmex XN-550 hematology analyzer, is based on several analytic methods and on the reagents which are applied to said methods. Analytic methods used in Sysmex XN-550 hematology analyzer are fluorescent flow cytometry, (direct current) electrical impedance and spectrophotometry.</p> <p>This thesis was implemented as development work which was executed with a linear model. The client company for this development work was Savonia University of Applied Sciences. A new Sysmex XN-550 hematology analyzer was acquired to educational laboratory in Savonia University of Applied Sciences. The purpose for this development work was to develop revised learning material from the recently acquired Sysmex XN-550 hematology analyzer. The learning material was created according to good online learning material criteria. Hematology analyzer analytic methods and reagent uses with their safe handling are addressed in the online learning materials. Developed online learning materials are used for increasing academic knowledge to Biomedical Laboratory Scientist students during their Clinical Hematology course and practises.</p> <p>Biomedical Laboratory Scientist students were asked to give their feedback from the developed product through a Webropol questionnaire. Students were given the chance to familiarize with the developed online learning material, from where they could give their feedback through the questionnaire. Seven students gave their feedback which was used to modify the learning material. For future development, a revised user guide or instruction manual could be made from the Sysmex XN-550 hematology analyzer.</p>	
<p><b>Keywords</b> Blood count, flow cytometry, hematology, hematology analyzer, online learning material, Sysmex XN-550</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	VERENKUVA-ANALYTIKKA KLIINISESSÄ HEMATOLOGIASSA .....	7
2.1	Verenkuva-analysaattori .....	7
2.2	Sysmex XN-sarjan verenkuva-analysaattori.....	8
3	SYSMEX XN-550 VERENKUVA-ANALYSAATTORIN TOIMINTAPERIAATE .....	9
3.1	Impedanssimenetelmä hydrodynaamisella fokuoinnilla.....	9
3.2	SLS-hemoglobiininimenetelmä .....	10
3.3	Virtaussytometrinen menetelmä.....	10
3.4	Muut verenkuvan osatutkimukset.....	12
4	HYVÄ VERKKO-OPPIMATERIAALI .....	13
5	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE .....	14
6	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS.....	15
6.1	Kehittämistyön menetelmä .....	15
6.2	Kehittämistyön suunnitteluvaihe.....	16
6.3	Kehittämistyön toteutusvaihe.....	17
6.4	Kehittämistyön arviointi .....	17
7	POHDINTA.....	19
7.1	Kehittämistyön toteutuksen ja tuotoksen pohdinta .....	19
7.2	Eettisyys ja luotettavuus.....	19
7.3	Ammatillinen kasvu .....	20
7.4	Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat .....	21
	LÄHTEET .....	22

## KUVALUETTELO

KUVA 1.	Sysmex XN-550 verenkuva-analysaattori (Sjöblom 2024, CC BY-SA).....	9
KUVA 2.	Punasolujen histogrammi (Sjöblom 2024, CC BY-SA).....	10
KUVA 3.	Verihiutaleiden histogrammi (Sjöblom 2024, CC BY-SA).....	10
KUVA 4.	WDF-CBC sirontakuvio (Sjöblom 2024, CC BY-SA).....	11
KUVA 5.	WDF sirontakuvio (Sjöblom 2024, CC BY-SA) .....	11

LIITE 1. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaate – oppimateriaali .....	25
LIITE 2. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen reagenssit - oppimateriaali.....	25
LIITE 3. Palautekysely .....	25

## 1 JOHDANTO

Kliininen hematologia kuuluu sisätautien lääketieteeseen erikoisalaan. Kliininen hematologia on erikoisala, joka on erikoistunut tutkimaan veren sairauksia. Tutkimukset voivat kohdistua esimerkiksi verisoluihin. Yksi yleisimmistä ja merkittävistä hematologisista tutkimuksista on verenkuvaa. Verenkuvan tutkiminen on osoittautunut erinomaiseksi tutkimukseksi, jolla voidaan tukea veritautien diagnostiikkaa. Aikuisen verestä noin 45 % on verisoluja. Veren solujen muodolliset tai määrälliset muutokset kuvaavat yksilön terveydellistä kuvaa. Muutokset veressä antavat viitettä esimerkiksi fyysisestä muutoksesta tai patologisesta sairaudesta eli veritaudista. Yleensä verenkuvaa tutkitaan automaattiolaboratoriolaitteilla eli analysaattoreilla, joiden toimintaperiaatteet voivat perustua virtaussytometriin. (Kamal & Jeberson 2024, 1–2; Rodgers & Young 2018, 7.)

Kehittämistyössä käsittelemme Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaatetta. Toimintaperiaate perustuu useampaan analyysimenetelmään sekä niissä käytettyihin reagensseihin. Käytetyt analyysimenetelmät ovat impedanssimenetelmä, spektrofotometria ja virtaussytometria. Opinnäytetyömme toteutettiin kehittämistyönä, jossa tuotimme verkko-oppimateriaalia Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteesta. Kehittämistyömme toimeksiantajana on Savonia-ammattikorkeakoulu.

Ideamme kehittämistyöhön syntyi, kun Savonia-ammattikorkeakoulun opetuslaboratorioon hankittiin uusi Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteita syksyllä 2023. Uudelle verenkuvaa-analysointilaitteelle tarvittiin päivitettyä oppimateriaalia bioanalyttikko-opiskelijoille. Oppimateriaali rajattiin Sysmex XN-550 analyysimenetelmien toimintaperiaatteeseen sekä laitteessa käytettyjen reagenssien käyttötarkoituksiin. Kehittämistyömme tarkoituksena oli luoda verenkuvaa-analysointilaitteen reagensseista ja toimintaperiaatteesta verkko-oppimateriaalia bioanalyttikko-opiskelijoille. Tavoitteena on myös syventää opiskelijoiden ammatillista osaamista, josta opiskelijat saivat paremmat valmiudet myös työelämään.

## 2 VERENKUVA-ANALYTIKKA KLIINISESSÄ HEMATOLOGIASSA

Kliinisen hematologian laboratorion yleisimmät tutkimukset ovat verenkuvatutkimukset, jotka perustuvat veren valkosolujen, punasolujen ja verihiutaleiden määrän laskemiseen sekä hemoglobiinipitoisuuden mittaukseen. Tutkimusta voidaan täydentää muilla osatutkimuksilla. Verenkuvantutkimusta käytetään veritautien diagnostiikkaan, hoidon arviointiin ja hoidon vasteen seurantaan. Tutkimukseen otetaan kokoverinäyte etyleenidiamiinitetraetikkahappoa eli EDTA:ta sisältävään näyteputkeen. EDTA-antikoagulantti soveltuu verenkuvan tutkimiseen, koska antikoagulantti ei aiheuta muutoksia verensoluihin sekä se estää veren hyytymisen ja verihiutaleiden aggregoitumisen. (Vis & Huisman 2016, 100–103; Smock 2018, 73–74.)

Perusverenkuva tutkimukseen (B-PVK+T) kuuluu valkosolujen (B-Leuk), punasolujen (B-Eryt) ja verihiutaleiden (B-Trom) kokonaismäärä sekä punasoluista tehtävät osatutkimukset, joita ovat hemoglobiinipitoisuus (B-Hb), hematokriitti (B-HKR) ja laskennalliset punasoluparametrit. Laskennallisia punasoluparametrejä ovat punasolujen keskitilavuus (E-MCV), hemoglobiinin keskimassakonsentraatio (E-MCHC) sekä hemoglobiinin keskimassa (E-MCH). Perusverenkuvasta tarkempi tutkimus on täydellinen verenkuvatutkimus. Täydelliseen verenkuvatutkimukseen (B-TVK) kuuluu perusverenkuvan lisäksi valkosolujen erittelylaskenta. Verenkuva-analysaattorilla voidaan määrittää muitakin parametrejä tai ominaisuuksia verenkuvasta, mikäli analysaattoriin lisätään muita analyysimenetelmiä. (Winter, Pittman & Harris 2023.)

Täydellisessä verenkuvatutkimuksessa verensolut tunnistetaan solurakenteen eli morfologian mukaan. Verisolujen tunnistus ja laskeminen tehdään manuaalisesti mikroskoopilla tai automaatioanalysaattorilla, kuten virtausytometrillä. Leukosyyttien tarkempaan morfologiseen tarkasteluun valmistetaan sivelyvalmisteita. Sivelyvalmisteiden avulla saadaan tehtyä leukosyyttien erittelylaskenta sekä tunnistetaan solujen epäkypsiä tai atyyppisiä muotoja. Tyypillisesti Suomessa sivelyt värjätään May-Grünwald-Giemsa eli MGG-värjäyksellä. Solun happamat rakenteet, kuten nukleiinihapot ja proteiinit värjäytyvät violettisinisiksi ja solun emäksiset rakenteet, kuten sytoplasma ja hemoglobiini, värjäytyvät vaaleanpunaisiksi. Värjätty sively mikroskopoidaan manuaalisesti tai automaattisella digitaalisen kuvan analysaattorilla. (Vis & Huisman 2016, 102–105; Smock 2018, 75–76, 81–83, 92.)

### 2.1 Verenkuva-analysaattori

Verenkuva-analysaattorit ovat automaattisia laboratoriolaitteita. Analysaattorien on mahdollista analysoida näytteitä nopeasti, jolloin laitteita voidaan käyttää esimerkiksi keskussairaalan laboratorioissa. Verenkuva-analysaattorissa kokoverinäyte ohjataan eri analyysikanaville. Analyysikanavilla voidaan tunnistaa näytteestä erilaiset solupopulaatiot, niiden osuus ja ominaisuudet. Kokoverestä tutkitaan punasolujen, valkosolujen ja verihiutaleiden morfologiaa sekä niiden määrää. Näiden lisäksi analysaattori voi tunnistaa soluissa esiintyvää atypiaa eli veressä voi esiintyä normaalista solupopulaatiosta poikkeavia soluja, kuten esimerkiksi syöpäsoluja. (Chabot-Richards & George 2015, 11–12; Hotakainen, Lakkisto & Pulkki 2023, luku 9.6.)

Laitteiden toiminta perustuu erilaisiin analyysimenetelmiin. Yleensä analysaattoreissa hyödynnetään useampaa menetelmää luotettavan tuloksen saamiseksi. Tyypillisiä menetelmiä ovat virtsaussytometria, valonsironta, sytokemia, fluoresenssi sekä sähkönjohtokyky ja -vastus. Menetelmät jakautuvat erilaisille analyysikanaville. Esimerkiksi Sysmex- sarjan verenkuvanalysaattoreissa voidaan käyttää sähköistä impedanssia, optista valonsirontaa sekä fluoresenssivirtaussytometriaa. Kyseisellä laitteella voidaan tutkia yli 30 parametria kokoverestä, joista muodostuu verenkuv. (Hotakainen, Lakkisto & Pulkki 2023, luku 9.6; Chabot-Richards & George 2015, 12–16.)

## 2.2 Sysmex XN-sarjan verenkuvanalysaattori

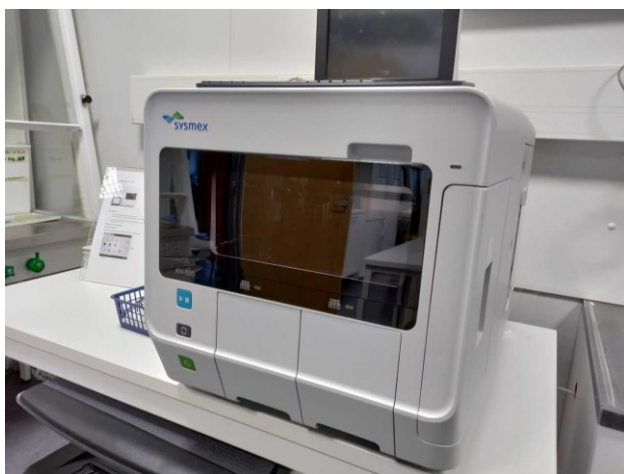
Esimerkiksi Sysmex Corporation kehittää, tuottaa ja markkinoi diagnostisia reagensseja, laitteita sekä niiden ohjelmistoja. Yrityksen tuotteet ja palvelut kohdistuvat pääosin sairaaloille, yliopistoille, tutkimuslaitoksille sekä lääketieteenlaitoksille. (Sysmex 2023a.) Sysmex:llä on useita verenkuvanalysaattori vaihtoehtoja erilaisiin laboratorion tarpeisiin. Analysaattoreiden ominaisuudet voivat vaihdella paljonkin käyttötarkoituksen mukaan. Sysmexin valikoimassa on pieniä analysaattoreita yksittäisille näytteille ja suurempia analysaattoreita analysaattorilinjastoa varten sekä automaatiolinjastolle soveltuvia preparaattilasien valmistusyksiköitä ja digitaalisen solumorfologian ohjelmia. (Linko-Parvainen, Keränen, Kurvinen & Tienhaara 2022, 1126, 1130–1131; Sysmex 2023b.)

Kliinisessä käytössä XN-sarjan laitteistoilla on mahdollista analysoida suuri määrä erilaisia parametreja. Laitteisto voidaan suunnitella klinisen laboratorion tarpeiden mukaan, kuten näytemäärien, tehokkuuden tai tarvittavien parametrien suhteen. Kaikki sarjan laitteet perustuvat fluoresenssivirtaussytometriaan. Laitteistojen ohjelmisto mahdollistaa analysaattorin analytiikan, suoritustehon, tuloksien sekä tiedon hallinnan, johon on sisällytetty Sysmex analysaattoreille tyypillinen hälytysjärjestelmä poikkeaville tuloksille. (Sysmex 2023c.)

### 3 SYSMEX XN-550 VERENKUVA-ANALYSAATTORIN TOIMINTAPERIAATE

Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteeseen kuuluu Sysmexin XN-L sarjan analysointilaitteisiin. Sysmexin XN-550 on nopea automatisoitu analysointilaitteeseen, joka soveltuu hyvin pieniin laboratorioihin. Kuvassa 1 on Sysmex XN-550 analysointilaitteeseen. Analysointilaitteeseen voidaan tutkia kokoverestä leukosyyttien kokonaismäärä sekä niiden differentiaali eli luokittelu viiteen solupopulaatioon. (Taylor, Mackie, Mellick & Machin 2017, 585–589.)

Analysointilaitteeseen voidaan tutkia myös punasoluja, retikulosyyttejä sekä trombosyyttejä. Sysmex XN-550 analysointilaitteeseen toiminta perustuu impedanssimenetelmään hydrodynaamisella fokuksinnalla, SLS-hemoglobiinin menetelmään sekä virtausytometrian menetelmään. (Taylor, Mackie, Mellick & Machin 2017, 585–589.)

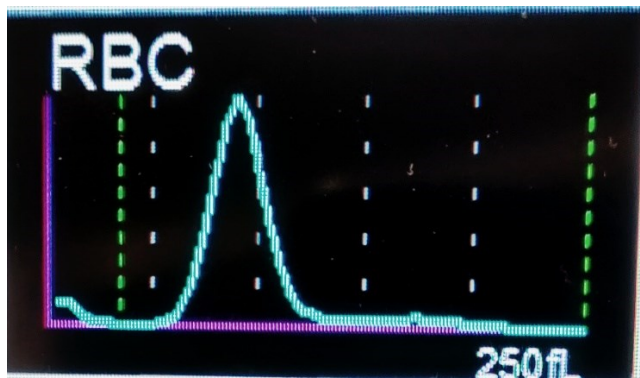


KUVA 1. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteeseen (Sjöblom 2024, CC BY-SA)

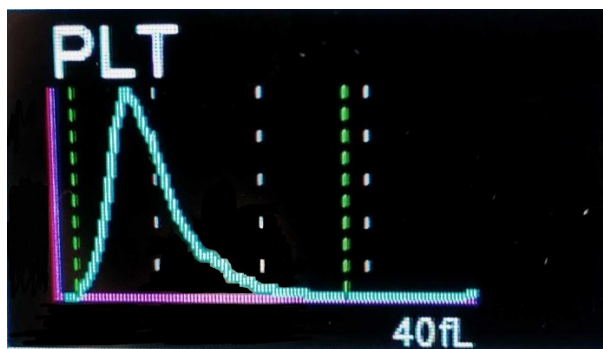
#### 3.1 Impedanssimenetelmä hydrodynaamisella fokuksinnalla

Impedanssimenetelmällä lasketaan punasolujen ja trombosyyttien määrä kokoverinäytteestä. Ennen näytteen menoa detektoriin näyte laimennetaan CELLPACK DCL reagenssilla. CELLPACK DCL reagenssi sisältää natriumkloridia, Tris-puskuria ja EDTA-2K:ta. CELLPACK DCL reagenssi johtaa hyvin sähkövirtaa, mutta verensolut johtavat huonosti sähkövirtaa. (Sysmex 2020a, 75; Savolainen & Tienhaara 2015.)

Laimennetun näytteen solut kulkevat mittauskammioon pienen aukon läpi, jonka molemmin puolin sijaitsee kaksi elektrodia. Kahden elektrodin välillä on sähkövirta. Solu aiheuttaa sähkövirrassa vastuksen, jolloin muodostuu pulssi. Pulssien määrä on verrannollinen solujen määrään ja pulssin korkeus kertoo solun koosta. Detektori muuttaa impedanssipulssin sähköiseen muotoon, joka pystytään tulkitsemaan tietokoneohjelman avulla. Tämän avulla saadaan muodostettua punasoluille RBC-histogrammi ja verihiutaleille PLT-histogrammi. Näyte siirtyy palautusputkeen, josta se ei pääse siirtymään takaisin kammioon. Analysointilaitteeseen on määritetty arvot, jotka erottelevat punasolut ja verihiutaleet toisistaan. Mikäli solun aiheuttama sähkövastus asettuu 40–250 fl raja-arvoihin, analysointilaitteeseen tunnistaa solun punasoluksi. Jos solun aiheuttama sähkövastus asettuu 10–40 fl raja-arvoihin, analysointilaitteeseen tunnistaa solun verihiutaleeksi. Kuvissa 2 ja 3 näkyvät punasolujen ja verihiutaleiden kuvaajat. (Sysmex 2020a, 75; Savolainen & Tienhaara 2015.)



KUVA 2. Punasolujen histogrammi (Sjöblom 2024, CC BY-SA)



KUVA 3. Verihiutaleiden histogrammi (Sjöblom 2024, CC BY-SA)

### 3.2 SLS-hemoglobiinimenetelmä

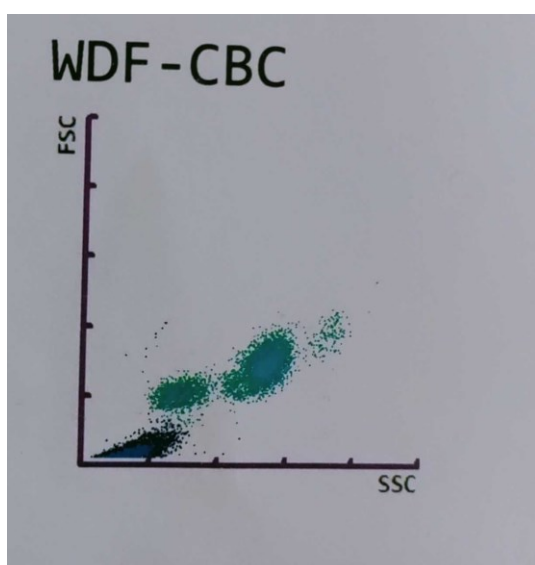
SLS-hemoglobiinimenetelmän nimi tulee menetelmässä käytetystä natriumlauryylisulfaatti-reagenssista. SLS-reagenssi liysää eli hajoittaa näytteessä olevat punasolut, josta mitataan hemoglobiinin konsentraatio spektrofotometrian avulla. (Leko, Calvo & Schechter 2018, 568.)

SLS-reagenssi sitoutuu vapautetun hemoglobiinimolekyylin hapettuneeseen hemirautaan. Sitoutumisesta muodostuu kompleksi, joka absorboi monokromaattista valoa spesifisellä aallonpituudella. Fotometri mittaa absorboituneen valon 540 nm (nanometrin) aallonpituudella, josta absorboituneen valon määrä on suoraan verrannollinen näytteen hemoglobiinin konsentraatioon. (Leko, Calvo & Schechter 2018, 568.)

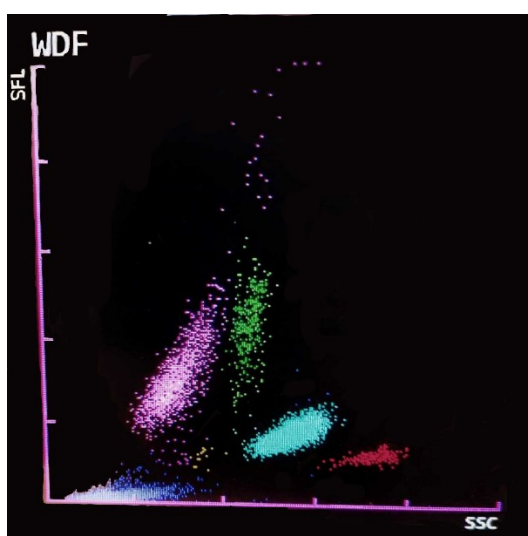
### 3.3 Virtaussytometrinen menetelmä

Virtaussytometrisessä menetelmässä hyödynnetään valon sirontaa. Näyte laimennetaan Cellpack DCL-reagenssilla, jonka jälkeen lisätään Lysercell WDF-reagenssia, joka hajottaa punasolut. Tämän jälkeen lisätään Fluorocell WDF-reagenssia, jolla merkitään eli leimataan solun sisäiset nukleiinihapot. Leimattu näyte ohjataan virtauskammioon. Virtauskammiossa soluihin kohdistetaan laservalonsäde, jolloin detektori mittaa soluista suoraan siroavan valon, sivulle siroavan valon ja sivulle siroavan fluoresoivan valon. Mitä enemmän soluihin on kiinnittynyt fluoresoivaa reagenssia, sitä enemmän fluoresoivaa valoa siroutuu. Tätä käytetään hyödyksi verisolujen tunnistamisessa. Suoraan sironnut valo kuvaa valkosolun kokoa. Sivulle sironnut valo kuvaa solun sisäistä materiaalia eli solun tuman ja sytoplasman suhdetta sekä sen granulaarisuutta. (Schapkaitz & Raburabu 2018, 133; Sysmex 2020a, 75–76, 87.)

Siroava valo sekä fluoresoiva valo kerätään eri suunnista valodiodiin ja detektoriin. Valo muutetaan sähköiseksi kuvaajaksi eli sirontakuvioksi, josta saadaan tietoa solun ominaisuuksista. Sironneesta valosta saadaan muodostettua kaksi sirontakuviota, joita ovat WDF-CBC ja WDF-sirontakuviot. WDF-CBC sirontakuviossa kuvataan valkosolujen kokonaismäärää ja WDF sirontakuviossa kuvataan valkosolujen erittely. (Sysmex 2020b, 15–16.) WDF-CBC sirontakuviossa solupopulaatiot näkyvät vaalean sinisenä. WDF sirontakuviossa valkosolut erotetaan viiteen eri solupopulaatioon. Neutrofiilit näkyvät vaalean sinisenä, eosinofiilit näkyvät punaisena, lymfosyytit näkyvät violettina, monosyytit näkyvät vihreänä ja basofiilit näkyvät keltaisena. Debris eli hajonneet solut, kuten esimerkiksi hajonneet punasolut näkyvät tumman sinisenä. Kuvissa 4 ja 5 esitetään näiden kanavien sirontakuviot. (Chabot-Richards & George 2015, 16–18; Sysmex 2020a, 75–76.)



KUVA 4. WDF-CBC sirontakuviokuva (Sjöblom 2024, CC BY-SA)



KUVA 5. WDF sirontakuviokuva (Sjöblom 2024, CC BY-SA)

### 3.4 Muut verenkuvan osatutkimukset

Verenkuvatutkimukseen kuuluu lisäksi punasoluista tutkittavia parametreja. Analysoija laskee parametrit hyödyntämällä näytteen hemoglobiinipitoisuutta, punasolujen kokonaismäärää ja hematokriittia. Laskettavia parametreja on hematokriitti, punasolujen keskitilavuus, punasolujen hemoglobiinin keskimassakonsentraatio sekä punasolujen hemoglobiinin keskimassa. (Sysmex 2020a, 81.)

Hematokriitti lasketaan korkeimmasta mitatusta arvosta punasolujen histogrammista suhteessa koko veren määrään. Punasolujen keskitilavuus lasketaan jakamalla hematokriitti punasolujen määrällä ja tulos kerrotaan 10. Punasolujen hemoglobiinin keskimassakonsentraatiossa saadaan selville jakamalla hemoglobiini hematokriitilla ja tulos kerrotaan 100. Punasolujen keskimassassa hemoglobiini jaetaan punasolujen määrällä ja tulos kerrotaan 10. (Sysmex 2020a, 81.)

#### 4 HYVÄ VERKKO-OPPIMATERIAALI

E-oppimateriaali, digitaalinen oppimateriaali tai verkko-oppimateriaali ovat nimityksiä verkossa olevasta oppimateriaalista. Verkko-oppimateriaaliin voi liittyä erilaisia harjoituksia, simulaatioita, rajatun aiheen kokonaisuuksia, oppikirjaa täydentävää oheisaineistoa, kokonainen verkkokurssi tai osa verkkokurssin aihealueesta. Oppimista edistäviä piirteitä ovat esimerkiksi oppimisen taitojen tukeminen, aktiivisuuden tukeminen sekä oppimateriaalin tehtävien riittävä haasteellisuus ja avoimuus. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon.)

Digitaalinen teknologia tarjoaa toiminnallisia ja vuorovaikutteisia mahdollisuuksia verkko-oppimateriaalille. Digitaalisella teknologialla on piirteitä, jotka tukevat pedagogisia oppimista edistäviä ominaisuuksia. Piirteet ovat pedagogisia lisäarvoja, joilla voidaan toteuttaa uudenlaisen tiedon käyttöä, kehityksen keinoja sekä laajentaa tehtävien monipuolisuutta. Pedagoginen laatu tarkoittaa, että oppimateriaali tukee oppimista ja opetusta sekä materiaali soveltuu opetuskäyttöön. Tutkimusten mukaan pedagogisella laadulla tuetaan opettajaa oman opetuksen kehittämisessä sekä edistetään oppimista. Täten pedagoginen laatu tarjoaa verkko-oppimateriaaliin pedagogista lisäarvoa. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon.)

Hyvä verkko-oppimateriaali on helppokäyttöinen ja pedagogisesti laadukas, jolla voidaan jäsentää vaativaakin asiakeskeistä sisältöä. Asiasisältö havainnollistetaan oppijalle visuaalisin keinoin, kuten esimerkiksi kuvilla tai käsittekartoilla. Käsitteet ja visuaaliset rakenteet sidotaan toisiinsa yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jonka tarkoituksena on edistää oppijan kognitiivista ajattelua. (Savolainen, Vilkkonen & Vähäkylä 2017, luku 1.) Laadukasta verkko-oppimateriaalia voidaan käyttää joustavasti opiskelijan kiinnostuksen, tarpeiden ja osaamisen tason mukaan. Materiaalin täytyy olla teknisesti helppokäyttöinen, pedagogisia tavoitteita tukeva, tukea yhteisöllisyyttä, pitkäkestoista työskentelyä sekä keskittyä opittavan asian ydinasioihin. (Ilomäki 2012, 10–11.)

## 5 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyönä tehdyn kehittämistyön tarkoituksena oli luoda laadukas verkko-oppimateriaali Savonia-ammattikorkeakoululle hankitulle Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaatteista sekä sillä käytetyistä reagensseista. Kehittämistyön tavoitteena oli syventää bioanalyttikko opiskelijoiden ammatillista osaamista Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteesta, josta opiskelijat saavat myös paremmat valmiudet työelämään. Tämän lisäksi opiskelija tuntee analysointilaitteissa käytettyjen reagenssien turvallisen käytön ja merkityksen verenkuvaa-analytiikassa.

## 6 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

### 6.1 Kehittämistyön menetelmä

Kehittämistoiminta perustuu toimintaan osallistuvien, kuten esimerkiksi opiskelijoiden, opettajien ja työelämän edustajien, yhteiseen näkemykseen kehittämisen kohteista, tarpeista ja tavoitteista. Tavoitteena voi olla esimerkiksi, tuloksien tulkitseminen tai uuden tiedon tuottaminen kehitettävästä kohteesta. Tarkoituksena on ymmärtää, selittää, uudistaa, parantaa tai muuttaa kehitettävää kohdetta. Kehittämistoiminnassa toiminta tapahtuu yhtenäisestä näkökulmasta kaikkien osallisten kesken, jotta työstä saadaan mahdollisimman yhtenäinen kokonaisuus. Toimintaan on viisi lähestymistapaa; positivismi, interpretativismi, konstruktivismi ja realismi. Yleensä ammattikorkeakouluissa käytetään pragmatismia, konstruktivismia ja realismia lähestymistapoja. (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinno 2017, 29–30.)

Kehittämistyössämme käytimme konstruktivismi lähestymistapaa, joka perustuu kehittämistoiminnan sykliisyyteen ja kehittämisprosessiin. Konstruktivisessa lähestymistavassa kehitystoimintaan osallistuneet työskentelevät tiiviissä yhteisymmärryksessä, joka perustuu osallistuvien jatkuvaan itsenäiseen kehitykseen sekä uuden tiedon oppimiseen. Osallistujilla pitää olla mahdollisimman kokonaisvaltainen käsitys kehitettävästä kohteesta sekä siitä tuotetusta hyödystä. Kehitystoiminnassa saavutetaan oppivaa ja itsereflektointivaa yhteistyötä sekä luodaan uusia toimintatapoja tai malleja. (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinno 2017, 31.)

Kehittämistoimintaa voidaan toteuttaa neljän eri mallin mukaan. Neljä mallia edustavat kehittämisen prosessia, joita ovat lineaarinen malli, spiraalimalli, tasomalli ja spagettimainen prosessi. Meidän kehittämistyömme toteutettiin lineaarisen mallin mukaisesti. Linearisessa mallissa kehittämistoiminta perustuu tekniseen ja rationaaliseen työskentelytapaan. Teknisessä ja rationaalisessa työskentelytavassa ei kiinnitetä huomiota inhimillisiin, kulttuurillisiin tai sosiaalisiin tekijöihin. Tarkoituksena on rajata pois näkökulmaa häiritsevät tekijät. Lineaarisen mallin mukainen kehittämistyö koostuu lineaarisesta prosessista, jossa prosessin työvaiheet etenevät järjestelmällisesti. (Salonen 2013, 14–19.)

Prosessin ensimmäinen vaihe on kehittämistarpeen tunnistaminen, jonka jälkeen siirrytään ideointivaiheeseen. Ideointivaiheessa ideoidaan vapaasti kehittämistarpeesta eli miten kehittämisen kohde pystytään muokkaamaan ja minkälaiseen lopputulokseen halutaan. Ideoinnista esitetään alustava suunnitelma työn etenemisestä sekä sen alustavat tavoitteet. Suunnitteluvaihe tulee ideointivaiheen jälkeen. Suunnitteluvaiheessa tarkentuu ideointivaiheen kehitetty alustava suunnitelma ja tavoitteet, josta lähdetään etsimään tiedon taustaa kirjallisuudesta sekä tietokannoista. Tästä on tärkeää luoda kirjallinen kehittämissuunnitelma. Kehittämissuunnitelmassa täsmennetään kehittämistyön tavoitteet, tarve, tarkoitus, asiasisällön rajausta, käytettävät aineistot, aineistojen/materiaalien käsittely, toimijat sekä työn tilaaja. (Salonen 2013, 15–19; Salonen, Eloranta, Hautala & Kinno 2017, 56–60.)

Kehittämistyön tilaaja hyväksyy suunnitelman ennen seuraavaan prosessivaiheeseen siirtymistä. Hyväksytyn suunnitelman jälkeen edetään toteuttamisen vaiheeseen. Toteutusvaiheessa kehittämistyötä tuotetaan ja raportoidaan lineaarisesti, joka tarkoittaa työn järjestelmällistä työstämistä suunnitelmien mukaisesti.

nitelman mukaisesti. Toteutusvaiheesta syntyy kehittämistyön konkreettinen tuotos ja raportti. Tuotos ja raportti tuodaan päätökseen, jossa kehittämistyö viimeistellään ja itsearvioidaan eli tekijät peilaavat tuotosta työn tavoitteiden ja tarkoituksen mukaisesti. Tämän jälkeen valmis kehittämistyö siirtyy arviointivaiheeseen, jossa työ esitetään ja arvioidaan. (Salonen 2013, 15–19; Salonen, Eloranta, Hautala & Kinos 2017, 56–60.)

## 6.2 Kehittämistyön suunnitteluvaihe

Valitsimme keväällä 2022 opinnäytetyön aiheeksi veren kuvan tutkimisen Sysmex XN-sarjan verenkuvanalysaattorilla, josta oli tarkoitus tutkia tarkemmin kirjallisuuskatsauksen avulla XN-sarjan analysaattorien toimintaperiaatetta. Ideasta tehtiin projektisuunnitelma keväällä 2023. Tästä kuitenkin opinnäytetyömme asiasisältö sekä menetelmä muutettiin vuoden 2024 alussa, koska syksyllä 2023 Savonia-ammattikorkeakoululle hankittiin uusi Sysmex XN-550 verenkuvanalysaattori. Toimeksiantajamme Savonia ammattikorkeakoulu tarvitsi päivitettyä oppimateriaalia uudesta verenkuvanalysaattorista. Päätimme muuttaa meidän opinnäytetyömme kehittämistyöksi, jotta voisimme tuottaa tarvittua oppimateriaalia Savonia ammattikorkeakoululle. Kehittämistyömme tarkoituksena oli tuottaa laadukasta oppimateriaalia Sysmex XN-550 verenkuvanalysaattorin toimintaperiaatteesta sekä siinä käytettävistä reagensseista. Tavoitteenamme oli syventää bioanalytiikko-opiskelijoiden ammatillista osaamista verenkuvanalysaattorista.

Kehittämistyön suunnittelu aloitettiin tammikuussa 2024. Keskustelimme työmme tilaajan kanssa kehittämistyön yksityiskohdista, kuten esimerkiksi teoreettisen viitekehyksen rajaamisesta, jonka aineistot rajasimme maksimissaan 10 vuotta vanhoihin julkaisuihin. Suunnittelimme, että teemme verkko-oppimateriaalit Sysmex XN-550 verenkuvanalysaattorin toimintaperiaatteesta sekä siinä käytettävien reagenssien käytöstä. Etsimme aineistoa Sciencedirect ja Pubmed tietokannoista sekä alan kirjoista. Hakusanoina käytimme; ”Clinical Hematology”, ”haematology”, ”laboratory tests”, ”complete blood count”, ”laboratory methods”, ”Hematology Principles”, ”Hematology Practises”, ”Sysmex XN”, ”Sysmex XN-L”, ”Sysmex XN-550”, ”impedance method with hydrodynamical focussing”, ”XN analyser”, ”complete blood count parameters” ja ”SLS-method”.

Päätimme käsitellä Sysmex XN-550 verenkuvanalysaattorin toimintaperiaatetta perusveren kuvan ja täydellisen verenkuvatutkimuksen kautta, koska työelämässä näitä tutkimuksia analysoidaan automatisoiduilla verenkuvanalysaattoreilla. Eryityisesti halusimme määritellä analysaattorin toimintaperiaatteessa käytetyt analyysimenetelmät WDF-kanavassa ja punasolujen parametreissa, koska niitä käytetään kliinisen hematologian laboratorioharjoituksissa Savonia-ammattikorkeakoulussa. Toiveen mukaan rajasimme pois myös verenkuvanalysaattorista retikulosyyttien analysoinnin eli retikulosyyttien osatutkimuksen, koska sitä ei ole koulun analysaattorissa.

Suunnittelimme, että tekisimme oppimateriaalit PowerPoint-esityksinä, joita ohjaisi hyvän verkko-oppimateriaalin kriteerit. Halusimme täydentää oppimateriaaleja kuvilla, joita voisimme ottaa Savonian opetuslaboratoriossa, jossa verenkuvanalysaattori ja sen reagenssit sijaitsivat.

### 6.3 Kehittämistyön toteutusvaihe

Kehittämistyön toteutus aloitettiin tarkastelemalla kirjallisuuden materiaalia Sysmex XN-550 analyysiaattorin toimintaperiaatteesta ja reagensseista. Toteutusvaiheen alussa huomioimme hyvän verkkoppimateriaalin kriteerit.

Suunnitelmassa mietimme, että tekisimme oppimateriaalit Powerpoint-esitys muotoon. Pohdimme ennen esitysmuodon päätöstä, että mikä olisi selkein tapa esittää oppimateriaalit, jotka sisältävät kuvia ja ovat helposti saatavilla. Halusimme kuvata bioanalyttikko-opiskelijoille Sysmex XN-550 verenkuvaa-analyysiaattorin toimintaan perustuvat analyysimenetelmät sekä niihin käytettyjen reagenssien käyttötarkoitukset. Tällöin päädyimme oppimateriaalien esitysmuodoksi PowerPoint-esitys muotoon. Päädyimme jakamaan analyysiaattorin toimintaperiaatteen omaksi PowerPoint-esitykseksi ja analyysiaattorilla käytetyt reagenssit omaksi PowerPoint-esitykseksi. Tarkoituksena oli jakaa materiaali kahdeksi eri oppimateriaaliksi, jotta materiaalin lukeminen olisi selkeämpää.

Kävimme ottamassa Savonian-ammattikorkeakoulun tiloissa olevasta analyysiaattorista kuvia. Aloitimme kuvien ottamisen reagensseista. Kuvasimme jokaisen reagenssin erikseen. Tämän jälkeen otimme kokoverinäytteet ja analysoimme kaksi verenkuvaa, josta saimme tarvittavat kuvat punasolujen ja verihiutaleiden histogrammeista. Lisäksi saimme selkeät kuvat WDF-CBC ja WDF sirontakuviosta. Näitä kuvia käytettiin oppimateriaaleissa. Otettuja kuvia jouduttiin muokkaamaan, jotta niistä saataisiin mahdollisimman selkeitä. Reagenssi kuvista muokattiin kuvan rajausta, jolloin taustalla ei näkyisi ylimääräistä taustaa. Histogrammi ja sirontakuvioiden kuvia jouduttiin muokkaamaan eniten. Punasolujen ja verihiutaleiden histogrammeissa taustaa kirkastettiin, joka toi esille histogrammi kuvaajan enemmän esille. WDF-CBC ja WDF sirontakuvioiden kuviin lisättiin tieto, mitä kuvissa näkyy. Käytimme Sysmex-valmistajan omia kuvia analyysimenetelmistä. Ensimmäisenä yritimme tehdä kuvat itse analyysimenetelmistä, mutta emme saaneet kuvista niin selkeitä ja tarpeeksi tarkkoja, jotta ne sopisivat oppimateriaaliin. Päätimme silloin, että käytämme Sysmex-lähteen kuvia ja laitoimme kuvatekstiin tiedon siitä, että kuvat ovat Sysmex:ltä. Liitteissä 1 ja 2 on kehittämistyönä tuotettu tuotos.

### 6.4 Kehittämistyön arviointi

Toteutusvaiheen jälkeen tulee arviointivaihe. Arviointia voi tapahtua melkein jokaisessa työn vaiheessa. Arviointivaiheessa arviointiin kuuluu itsearviointia sekä ulkoisen arvioinnin muotoja. (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinon 2017, 64–65.)

Verkko-oppimateriaali toteutettiin niin, että ne vastasivat hyvän verkkoppimateriaalin kriteereitä. Näitä olivat muun muassa verkko-oppimateriaalin pedagoginen laatu, pedagoginen lisäarvo, tekninen helppokäyttöisyys, asiasisällön jäsentäminen, käsitteiden yksinkertaistaminen, monipuolisuus sekä visuaalisuus. Käsitteet ja raskas asiasisältö kuvataan yksinkertaistetusti visuaalisilla piirteillä, kuten esimerkiksi kuvilla tai käsittekartoilla. Tarkoituksena on sitoa tieto ja visuaaliset piirteet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Hyvä verkko-oppimateriaali tukee opiskelijan aktiivisuutta ja taitoja, kuten esimerkiksi sopivan haasteellisilla tehtävillä. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon; Savolainen, Viikko & Vähäkylä 2017, luku 1.)

Teimme Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaate ja reagenssit -oppimateriaalit huomioimalla edellä mainitut kriteerit. Halusimme erityisesti kiinnittää huomiota verkko-oppimateriaalien helppokäyttöisyyteen, visuaalisuuteen, yksinkertaisuuteen, ydinkäsitteisiin, pedagogiseen laatuun sekä opiskelijan aktiivisuuteen. Muodostimme Powerpoint-esitykset, joihin kokosimme teorian käsitteitä, jotka avattiin yksinkertaistetussa muodossa, jotta opiskelijan on helppo ymmärtää asiasältö. Laitoimme esityksiin paljon kuvia, joilla korostimme käsitteiden ymmärtämistä. Havainnollistimme opiskelijoille reagenssien ulkonäköä sekä analyysimenetelmien toimintaperiaatetta. Teimme verkko-oppimateriaaliin tehtäviä ja kysymyksiä, joilla halusimme tukea opiskelijoiden aktiivisuutta ja oppimista. Kysymykset ja tehtävät saavat opiskelijan käyttämään hänen kognitiivisia taitojansa sekä hän syventää omaa oppimistaan teorian asiasisällöstä, kuten esimerkiksi tutustumalla verenkuvaa-analysointilaitteen reagenssien käyttöturvallisuustiedotteisiin. Verkko-oppimateriaalit ovat kriteerien mukaisesti monipuolisia ja helppokäyttöisiä, joita opettaja voi hyödyntää opetuksessaan.

Oppimateriaaleista pyysimme palautetta bioanalyttikko-opiskelijoilta Webropol-kyselyn avulla. Liitteessä 3 näkyy Webropol-kyselyn kysymykset. Ennen kyselyn avaamista kerroimme, että mitä varten kysely on sekä täsmensimme, että kyselyyn vastaaminen on täysin vapaaehtoista ja kyselyyn vastataan anonyymisti. Kyselyssä kysyimme kummankin oppimateriaalin kohdalla asiasisällön selkeydestä, kuvien selkeydestä, kuvien avustuksesta asiasisällön ymmärtämisessä ja oppimateriaalien lopussa olevista kysymyksistä. Kyselyn lopussa oli kaksi vapaamuotoista kenttää, johon kyselyyn vastaaja voi laittaa joko kehittävästä palautetta tai mikä oli hyvää.

Webropol-palautekyselyymme saimme seitsemän vastausta bioanalyttikko-opiskelijoilta. Palautteet olivat pääsääntöisesti positiivisia. Lisäksi saimme kehitettävää palautetta, jonka avulla pystyimme muokkaamaan oppimateriaaleja. Bioanalyttikko-opiskelijoita pyydettiin tutustumaan kumpaankin oppimateriaaliin, josta he voisivat antaa rakentavaa palautetta sekä kertoa mielipiteensä. Sysmex XN-550 toimintaperiaatteen oppimateriaalista suurin osa vastanneista koki kuvien auttavan asiasisällön ymmärtämistä. Oppimateriaalin pohdintaa herättelevät kysymykset saivat noin puolet vastanneista ajattelemaan tai pohtimaan materiaalin sisältöä. Sysmex XN-550 reagenssioppimateriaali oli vastanneiden mielestä pääosin selkeää ja ymmärrettävää, jossa kuvat auttoivat ymmärtämään asiasisältöä. Myös pohdintaa herättävät kysymykset toteutettiin onnistuneesti.

Kumpaakin oppimateriaalia muokattiin opiskelijoiden antaman palautteen mukaan. Materiaalia muokattiin sen mukaisesti, mitä parannettavaa opiskelijat toivoisivat oppimateriaaleihin. Muokkasimme hieman tekstiä ja sen lisäksi muokkasimme WDF sirontakuvion kuvan selityksiä, jotta ne antaisivat lukijalle paremman ymmärryksen ja visuaalisen hahmotuksen. Erityisesti opiskelijat olivat sitä mieltä, että kummatkin oppimateriaalit olivat kattavia, ytimekkäitä ja selkeitä, joissa asiasisältö oli tuotettu yksinkertaistetusti tiiviissä muodossa. Kuvat toimivat opiskelijoiden mielestä hyvin sekä pohdintaa herättelevät kysymykset saivat opiskelijat palaamaan asiasisältöön oppimista edistävästi. Tämä on myös yhtenä tavoitteena hyvän verkko-oppimateriaalien kriteereissä (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon).

## 7 POHDINTA

### 7.1 Kehittämistyön toteutuksen ja tuotoksen pohdinta

Kehittämistyön tarkoituksena oli luoda laadukasta verkko-oppimateriaalia Sysmex XN-550 verenkuva-analysaattorin toimintaperiaatteesta ja siinä käytettävistä reagensseista. Kehittämistyön tavoitteena oli syventää bioanalyttikko-opiskelijoiden ammatillista osaamista verenkuva-analysaattorista. Kehittämistyötä tehdessämme huomioimme työskentelyssä hyvän verkko-oppimateriaalien kriteerit. Teimme verkko-oppimateriaalit hyvän verkko-oppimateriaalien kriteerien mukaisesti. Mielestämme täytimme hyvän verkko-oppimateriaalin kriteerit, koska oppimateriaalit ovat teknisesti helppokäyttöisiä Powerpoint-esityksiä. Verkko-oppimateriaalit tukevat bioanalyttikko-opiskelijoiden ammatillista oppimista, aktiivisuutta ja kehittymistä. Oppimateriaaleista tuli monipuolisia ja sopivan haastavia. Sysmex XN-550 verenkuva-analysaattorin teoria yksinkertaistettiin ja tiivistettiin napakasti, jossa kokonaisuus visualisoitiin kuvien avulla. Täten oppimateriaalit ovat pedagogisesti laadukkaita, jotka toimivat pedagogisena lisäarvona opettajan opetuksessa. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon; Savolainen, Vilkkonen & Vähäkylä 2017, luku 1.)

Saimme palautetta bioanalyttikko-opiskelijoilta oppimateriaalista sekä lisäksi ohjaavalta opettajalta, joiden mukaan muokkasimme oppimateriaaleja. Opiskelijat pitivät siitä, kuinka kattavaa tietoa on yksinkertaistettu tiiviiksi oppimateriaaliksi. Opiskelijoiden mielestä verenkuvan tutkimiseen käytetyt analyysimenetelmiä oli havainnollistettu hyvin kuvien avulla, joka auttoi heitä ymmärtämään teoreettista asiasisältöä. Mielestämme oppimateriaalit onnistuivat hyvin ja saimme niistä laadukkaita, jotta niitä pystyttäisiin käyttämään opetuksessa. Vaikka kaikkien kuvien teko ei onnistunut suunnitelman mukaisesti, löysimme lähteestä hyviä kuvia käytetyistä analyysimenetelmistä, joita pystyimme käyttämään oppimateriaaleissa. Oppimateriaalin kuvat tuovat mielestämme selkeyttä asiasisältöön ja auttavat näin paremmin sen ymmärtämistä.

Mielestämme oppimateriaalien palautteen perusteella tuimme bioanalyttikko-opiskelijoiden oppimisen aktiivisuutta, kuten Opetushallitus ohjeistaa (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon). Oppimateriaalimme tukevat opettajan opetusta, koska ne sisältävät monipuolista oppimista edistävää aineistoa. Esimerkiksi oppimateriaalin visuaaliset rakenteet ja asiasisällön käsitteet muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, jossa on lisäksi pohdintaa herättäviä kysymyksiä ja tehtäviä. Jäsennetty asiasisältö, kuvat ja kysymykset tukevat opiskelijan kognitiivista ajattelua. Verkko-oppimateriaalimme ovat teknisesti helppokäyttöisiä, sillä materiaalien esitysmuoto on helposti jaettavissa ja käytettävissä myös opettajalle. Uskomme, että verkko-oppimateriaaliamme on mahdollista hyödyntää kliinisen hematologian opintojaksolla ja materiaalin avulla on mahdollista syventää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista. Suomessa saman valmistajan analytiikkaa on käytössä useissa kliinisissä laboratorioissa, joten tuottamamme materiaali auttaa ymmärtämään laitteiden periaatteita myös tulevaisuudessa. Täten mielestämme pääsimme meidän kehittämistyömme tavoitteeseen.

### 7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Hyvän tieteellisen käytännön periaatteita ovat tarkkuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto. Hyvä tieteellinen käytäntö eli HTK koostuu tavoista, jolla huolehditaan hyvän tieteellisen toiminnan ja tieteellisen käytännön toteutumisesta koko toiminnan ajan. HTK:ssa sovelletaan tutkimus-, arviointi- ja

tiedonhankinnan menetelmiä, jotka ovat tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2024.)

Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu tekijänoikeuksien huomioiminen ja noudattaminen sekä toimia tekijänoikeuslain mukaisesti. Tekijänoikeus suojaa toisen tuottamaa tekstiä tai muuta tuotosta, jolloin tuotosta siteeraavan tulee kunnioittaa tekstin tai tuotoksen tekijää. Tekstiä siteerataan kunnioitettavasti, kun siteerauksen teksti on asiallinen eikä se loukkaa alkuperäistä teosta. Siteeraus on toisen tuotoksen tai teoksen lainaamista, referointia, kuvaamista tai selittämistä. Opinnäytetyössä siteeraukset merkitään viittein tekstiin sekä kuva- ja lähdeluetteloihin. Hyvässä tieteellisessä käytännössä suositellaan siteeraamaan alkuperäistä lähdettä. Mikäli tuotoksessa tai teoksessa siteerataan ilman viittausta alkuperäiseen lähteeseen, henkilö syyllistyy plagiointiin. Plagiointi tarkoittaa tutkimuseetikassa luvaton lainaamista. Tämä voi tarkoittaa myös lähteen tekstin eli siteeratun asiasisälön väärentämistä tai anastamista. Hyvä tieteellinen käytäntö varmistetaan tekstin yhtäläisyyden, alkuperäisyyden ja lähteiden tarkistamisen myötä. Esimerkiksi alkuperäisyysraportti tunnistaa tuotoksen ja alkuperäisen tekstin yhtäläisyyttä viitteiden kautta. (Vilka 2021, 4.4.)

Alkuperäisyysraportin plagiaattitunnusta voi käyttää, esimerkiksi opinnäytetyön eettisyyden ja siteeratun tekstin arvioinnissa (Vilka 2021, 4.4). Arvioimme ja tarkistimme oman työme plagiattia Turnitin-ohjelman avulla. Turnitin antaman raportin mukaan olimme hyvin huomioinut ja noudattanut tekijänoikeuksia meidän työskentelyssämme. Rajasimme käyttämämme aineistot 10 vuoden sisällä julkaistuihin kotimaisiin ja kansainvälisiin lähteisiin. Tarvittaessa käytimme yli 10 vuotta vanhoja lähteitä, koska niiden sisältö vastasi paremmin meidän kehittämistyömme asiasisältöä. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analyysaattorista oli vaikeaa löytää tutkimusartikkeleita, joten niiden lisäksi käytimme Sysmexin tuottamaa materiaalia.

Kehittämistyöllämme on merkitystä ja uutuusarvoa kliinisen hematologian opintojaksolla, koska Savonia-amk:n opetuslaboratorioon on hankittu uusi verenkuvaa-analyysaattori, johon tarvittiin oppimateriaalia. Tuotoksena tehdyt materiaalit liitetään verkko-oppimateriaaliksi Moodleen.

### 7.3 Ammatillinen kasvu

Bioanalyttikko tutkintoon valmistuvalla on laaja-alainen osaaminen ja kliinisen laboratoriotyön kehittämisen, tiedon soveltamisen ja arvioimisen sekä jatkuvan oppimisen valmius. Bioanalyttikko koulutuksen osaamistavoitteissa on määritetty paljon erilaisia kompetensseja eli pätevyyden alueita. Osaamisalueet bioanalyttikko koulutuksessa voidaan jakaa yleisiin ja ammatillisiin kompetentteihin. Yleisissä kompetensseissa esiintyy ammattieettiset periaatteet, tiedon kriittinen arviointi, käsittely ja haku sekä jatkuva uuden oppiminen ja kehittyminen omassa ammatissa. Ammatilliset kompetenssit sisältävät laboratorioprosessin asiantuntijuuden preanalyttisesta, analyttisesta ja postanalyttisesta vaiheesta sekä laadun kehittämisen ja turvallisen työskentelyn. Näiden lisäksi bioanalyttikon osaamiseen liittyy vastuun kantaminen omasta toiminnasta sekä oman osaamisen arviointi ja kehittäminen. (Savonia julkaisuaika tuntematon.)

Kehitimme omaa ammatillista osaamistamme kehittämistyössä monella eri tavalla. Syvensimme tietoa Sysmex XN-550 analyysaattorin toimintaperiaatteesta ja sen analyysimenetelmistä. Kehittämistyön aloituksessa tiesimme vähän analyysaattorin toimintaperiaatteesta ja analyysaattorin käyttämistä

reagensseista. Kehittämistyötä tehdessä saimme enemmän tietoa analysaattorista ja ymmärsimme miten analysaattori analysoi verenkuvatutkimuksen sekä erilaisten analyysimenetelmien merkityksen. Lisäksi syvennyimme analysaattorissa käytettyjen reagenssien turvalliseen käyttöön. Kehittämistyön teko antoi valmiuksia tieteellisen tiedon hakemiseen ja sen arvioimiseen sekä englanninkielisten materiaalien hyödyntämiseen.

Kehittämistyön aikana pidimme säännöllisesti palavereita, joissa keskustelimme työn toteutuksesta ja sen etenemisestä. Näiden palaverien avulla pysyimme yhteisessä tavoitteessa työn toteutuksen suhteen. Pyysimme myös säännöllisesti palautetta toimeksiantajaltamme, josta saimme hyvää ohjaamista ja työmme eteni yhtenäisen suunnitelman mukaisesti.

#### 7.4 Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Tuotostamme voi hyödyntää erityisesti kliinisen hematologian opintojaksolla bioanalyytikon opinnoissa. Bioanalyytikko-opiskelijat syventävät omaa ammatillista osaamistaan verkko-oppimateriaalien avulla. Verkko-oppimateriaaleista saadun palautteen perusteella ne olivat bioanalyytikko-opiskelijoille sopivan kattavia ja ytimekkäitä. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysaattorissa käytettyjen reagenssien käyttötarkoitukset ja niiden turvallinen käyttö auttaa opiskelijaa tuntemaan analysaattorin toimintaperiaatteen kokonaisuuden, kun hän samalla huomioi omaa turvallista työskentelyä. Lisäksi oppimateriaalien pohdintaa edistävät kysymykset tukevat opiskelijan omaa kognitiivista ajattelua. Oppimateriaalit tukevat bioanalyytikko-opiskelijoita tulevissa työharjoitteluissa sekä työelämässä.

Verkko-oppimateriaalit sopivat hyvin opettajan käyttöön, koska verkko-oppimateriaalit ovat teknisesti helpossa muodossa. Verkko-oppimateriaalit ovat käytännöllisiä ja käyttöajasta riippumattomia ja niitä voidaan tarvittaessa päivittää tai muokata.

Jatkokehittämisideana olisi hyvä tuottaa uudelle Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysaattorille käyttöohje tai käyttöopas. Käsittelimme verkko-oppimateriaaleissamme verenkuvaa-analysaattorin toimintaperiaatetta sekä analysaattorissa käytettyjen reagenssien käyttötarkoitusta ja turvallista käsittelyä. Verkko-oppimateriaalimme lisäksi olisi hyvä valmistaa verenkuvaa-analysaattorin käyttöopas, jolloin kaikki sen käyttöön ja opetukseen tarvittavat materiaalit tulisi päivitettyä.

## LÄHTEET

- Chabot-Richards, Devon & George, Tracy 2015. White Blood Cell Counts: Reference Methodology. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35 (1), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2014.10.007>. Viitattu 16.04.2024.
- Hotakainen, Kristina, Lakkisto, Päivi & Pulkki, Kari 2023. Hematologian analysaattorit. Teoksessa Kristina Hotakainen, Päivi Lakkisto, Anna Lempiäinen & Katariina Alagrund (toim.) *Laboratoriolääketiede: kliininen kemia ja hematologia. Kandidaattikustannus 2023*, (5). <https://www-kandidaattikustannus-fi.ezproxy.savonia.fi/artikkeli/laboratoriolaaketiede-5-painos/hematologian-analysaattorit-2/12071/>. Viitattu 14.01.2024.
- Ilomäki, Liisa 2012. Laatia e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Pdf-tiedosto. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415\\_laatia\\_e-oppimateriaaleihin\\_2.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatia_e-oppimateriaaleihin_2.pdf). Viitattu 7.3.2024.
- Kamal, Leda & Jeberson, Retna Raj 2024. Harnessing deep learning for blood quality assurance through complete blood cell count detection. *e-Prime – Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100450>. Viitattu 04.04.2024.
- Leko, Vid, Calvo, Katherine & Schechter, Geraldine 2018. Interpretation of Standard Hematologic Tests. Teoksessa Rodgers Griffin & Young Neal (toim.) *The Bethesda Handbook of Clinical Hematology 4*, 567-598. Philadelphia: Wolters Kluwer 2018. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/savoniafi/detail.action?docID=5829213>. Viitattu 13.02.2024.
- Linko-Parviainen, Anna-Maria, Keränen, Kristiina, Kurvinen, Kaisa & Tienhaara, Anri 2022. Hemo-Screen hematology analyzer compared to Sysmex XN for complete blood count, white blood cell differential, and detection of leukocyte abnormalities. *EJHeam.*, 3 (4), 1126-1134. DOI: 10.1002/jha2.566. Viitattu 16.04.2024.
- Opetushallitus julkaisuaika tuntematon. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkojulkaisu. <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>. Viitattu 14.2.2024.
- Rodgers, Griffin & Young, Neal 2018. *The Bethesda Handbook of Clinical Hematology*. E-kirja. Philadelphia: Wolters Kluwer 2018. [https://savonia.alma.exlibrisgroup.com/view/action/uresolver.do?operation=resolveService&package\\_service\\_id=2808181000006248&institutionId=6248&customerId=6245](https://savonia.alma.exlibrisgroup.com/view/action/uresolver.do?operation=resolveService&package_service_id=2808181000006248&institutionId=6248&customerId=6245). Viitattu 04.04.2024.
- Salonen, Kari 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön: Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. PDF-tiedosto. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>. Viitattu 21.03.2024.
- Salonen, Kari, Eloranta, Sini, Hautala, Tiina & Kinos, Sirppa 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. PDF-tiedosto. <https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>. Viitattu 19.03.2024.
- Savolainen, Eeva-Riitta & Tienhaara, Anri 2015. Hematologiset laboratoriotutkimukset. Teoksessa Kimmo Porkka, Riitta Lassila, Kari Remes, Eeva-Riitta Savolainen & Pekka Anttila (toim.) *Veritaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 7.3.2024.
- Savolainen, Hannu, Vilkkö, Risto & Vähäkylä, Leena 2017. *Oppimisen tulevaisuus*. E-kirja. Helsinki: Gaudeamus. Viitattu 05.03.2024.
- Savonia julkaisuaika tuntematon. TB20SP Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma. Osaamistavoitteet. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja-hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1343&tab=2>. Viitattu 17.4.2024.

- Schapkaitz, E. & Raburabu, S. 2018. Performance evaluation of the new measurement channels on the automated Sysmex XN-9000 hematology analyzer. *Clinical Biochemistry*, 53, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2018.01.014>. Viitattu 22.04.2024.
- Sjöblom, Jenna 2024. Punasolujen histogrammi. Valokuva. 2024. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.4.2024.
- Sjöblom, Jenna 2024. Sysmex XN-550 verenkuvan analysointia. Valokuva. 2024. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.4.2024.
- Sjöblom, Jenna 2024. Verihiutaleiden histogrammi. Valokuva. 2024. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.4.2024.
- Sjöblom, Jenna 2024. WDF sirontakuvio. Valokuva. 2024. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.4.2024.
- Sjöblom, Jenna 2024. WDF-CBC sirontakuvio. Valokuva. 2024. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.4.2024.
- Smock, Kristi 2018. Laboratory hematology. Teoksessa John Greer, Daniel Arber, Bertil Glader, Alan List, Robert Means ja George Rodgers (toim.) *Wintrobe's Clinical hematology*. Philadelphia: Wolters Kluwer 2018 (14) 73-82. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.savonia.fi/lib/savonia-afi/reader.action?docID=6023344>. Viitattu 16.4.2024.
- Systemex 2020a. XN-550/XN-450/XN-350. General Information. Automated Hematology Analyzer XN-L series. Manuaali. Viitattu 14.4.2024.
- Systemex 2020b. XN-L series. Theory Training workbook. Pdf-tiedosto. Julkaistu 24.8.2020. <https://uk.caresphere-academy.com/archive/file/53940>. Viitattu 16.04.2024.
- Systemex, 2023a. Company profile. Verkojulkaisu. Julkaisuaika tuntematon. <https://www.sysmex.co.jp/en/corporate/info/profile.html>. Viitattu 14.01.2024.
- Systemex, 2023b. Products. Haematology. Verkojulkaisu. Julkaisuaika tuntematon. <https://www.sysmex-ap.com/products/haematology/>. Viitattu 15.01.2024.
- Systemex, 2023c. Hematology. XN-series. Verkojulkaisu. Julkaisuaika tuntematon. <https://www.sysmex-europe.com/products/diagnostics/haematology/xn-series.html>. Viitattu 13.01.2024.
- Taylor, H., Mackie, I., Mellick, A. & Machin, S. 2017. Evaluation of the Sysmex XN- 550, a Novel Compact Haematology analyser from the XN- L® series, compared to the XN- 20 system. *International Journal of Laboratory Hematology*, 39 (6), 585–589. DOI: 10.1111/ijlh.12701. Viitattu 03.03.2024.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö. Verkojulkaisu. <https://tenk.fi/fi/tiedetilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>. Viitattu 14.4.2024.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2024. Hyvä tieteellinen käytäntö. Verkojulkaisu. <https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>. Viitattu 14.4.2024.
- Vilkka, Hanna 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä: ratkaisut tutkimuksen umpikujiin. E-kirja. Jyväskylä: PS-kustannus. [https://savonia.alma.exlibrisgroup.com/view/action/uresolver.do?operation=resolveService&package\\_service\\_id=2831801290006248&institutionId=6248&customerId=6245](https://savonia.alma.exlibrisgroup.com/view/action/uresolver.do?operation=resolveService&package_service_id=2831801290006248&institutionId=6248&customerId=6245). Viitattu 14.04.2024.
- Vis, Jy & Huisman, Albert 2016. Verification and quality control of routine hematology analyzers. *International Journal of Laboratory Hematology*, 38 (1), 100-109. doi:10.1111/ijlh.12503. Viitattu 15.04.2024.

Winter, William, Pittman, David & Harris, Niel 2023. Hematology and coagulation preanalytics for clinical chemists: Factors intrinsic to the sample and extrinsic to the patient. *Clinical Biochemistry* 115, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2022.11.012>. Viitattu 16.4.2024.

LIITE 1. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen toimintaperiaate – oppimateriaali

LIITE 2. Sysmex XN-550 verenkuvaa-analysointilaitteen reagenssit - oppimateriaali

LIITE 3. Palautekysely

**SAVONIA**

**Sysmex XN-550 oppimateriaalien vastauskysely**

Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (\*)

**Sysmex XN-550 toimintaperiaatteen oppimateriaali \***

	1 Täysin eri mieltä	2 Osittain eri mieltä	3 En osaa sanoa	4 Osittain samaa mieltä	5 Täysin samaa mieltä
Oppimateriaali oli selkeä ja ymmärrettävä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuvat auttoivat ymmärtämään asiasisältöä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuvat olivat selkeitä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herättivätkö oppimateriaalin kysymykset sinussa ajatuksia?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Sysmex XN-550 reagenssit oppimateriaali \***

	1 Täysin eri mieltä	2 Osittain eri mieltä	3 En osaa sanoa	4 Osittain samaa mieltä	5 Täysin samaa mieltä
Oppimateriaali oli selkeä ja ymmärrettävä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuvat auttoivat ymmärtämään asiasisältöä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuvat olivat selkeitä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herättivätkö oppimateriaalin kysymykset sinussa ajatuksia?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Mitä parannettavaa toivoisit oppimateriaaleihin? \***

---



---

**Mikä oli hyvää oppimateriaaleissa? \***

---



---