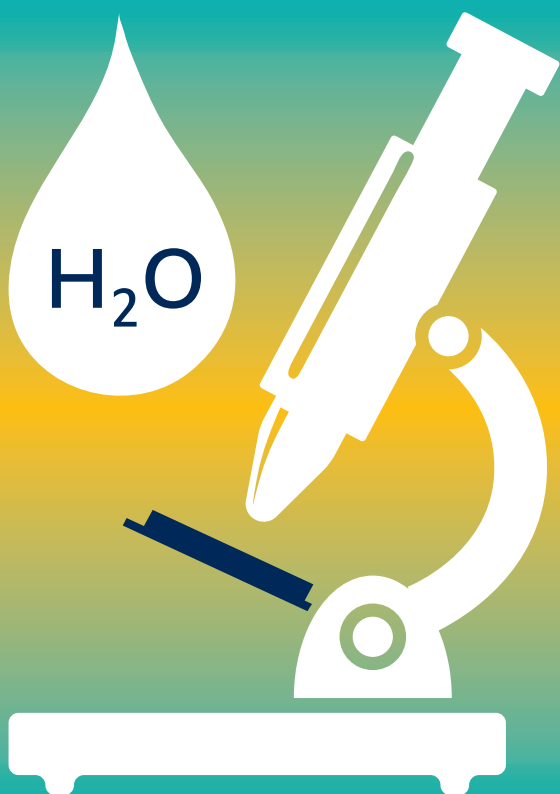


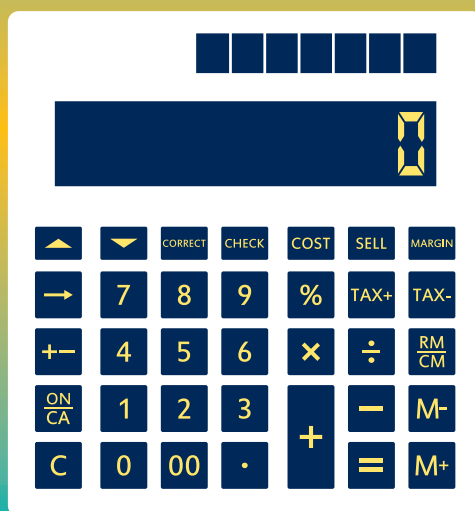
Tiina Mäkelä

LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen (2017–2020) ulkoinen arviointi



$$E=mc^2$$

π



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
KOULUTUKSEN TUTKIMUSLAITOS



LUMA-KESKUS
SUOMI



Opetus- ja
kulttuuri-
ministeriö

**LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen
tehtävän toteutuksen (2017-2020)
ulkoisen arviointi**

Tiina Mäkelä



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ
FINNISH INSTITUTE FOR
EDUCATIONAL RESEARCH

Yhteystiedot

Tiina Mäkelä

Koulutuksen tutkimuslaitos

PL 35

40014 Jyväskylän yliopisto

tiina.m.makela@jyu.fi

Arvioinnin tilaaja: LUMA-keskus Suomi

Arvioinnin rahoittaja: Opetus ja

kulttuuriministeriö

Koulutuksen tutkimuslaitos

Tutkimusselesteita 56

ISSN 2243-139X (PDF)

ISBN 978-951-39-8651-3 (PDF)

Julkaisun pysyvä osoite: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8651-3>

© Tiina Mäkelä ja Koulutuksen tutkimuslaitos

Kannen suunnittelu: Martti Minkkinen

Taitto: Taittopalvelu Ylivo Oy

Jyväskylä 2021

Sisältö

TIIVISTELMÄ.....	5
1 JOHDANTO	9
2 MENETELMÄ	12
3 TULOKSET	14
3.1 Verkoston toiminnan vakiinnuttaminen.....	15
3.1.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	15
3.1.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	17
3.2 "Kansainvälisen yhteistyön lisääminen vahvistaa rahoituksen saamisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa."	19
3.2.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	19
3.2.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	21
3.3 "Lapsille ja nuorille tarjottavat non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit ja formaalit verkkokurssit mm. tukevat korkeakoulujen opiskelijarekrytointia pitkäjänteisesti."	23
3.3.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	23
3.3.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	26
3.4 "LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvä tutkimus tuo arvokasta tietoa mm. toiminnan kehittämiseksi ja alojen vetovoimaisuuden lisäämiseksi."	28
3.4.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	28
3.4.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	32
3.5 "LUMA-keskus Suomen ja sen taustayliopistojen koulutustoiminta kehittää LUMA-aineita opettavien opettajien ammatillista osaamista ehyenä jatkumona."	34
3.5.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	34

3.5.2	Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	38
3.6	”StarT tukee LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajallakin.”	41
3.6.1	Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	41
3.6.2	Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	44
3.7	”Tiede- ja teknologialuokilla on monissa LUMA-keskuksissa keskeinen asema fyysisten toimintojen ”infrastruktuurina”.”	46
3.7.1	Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	46
3.7.2	Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	51
3.8	Toiminnan näkyvyyden lisääminen ja viestinnän kehittäminen.....	53
3.8.1	Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä.....	53
3.8.2	Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	54
3.9	Toiminnan sisäisen ja ulkoisen arvioinnin käyttöönotto	54
3.9.1	Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä	54
3.9.2	Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä.....	55
3.10	COVID-19 pandemian aiheuttamia muutoksia toimintaan vuonna 2020	57
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	60
5	LÄHTEET	67

Tiivistelmä

Mäkelä, Tiina: LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen (2017-2020) ulkoinen arviointi

Tässä raportissa arvioidaan kansallisen LUMA-keskus Suomi -verkoston (11 yliopiston ja 13 LUMA-keskuksen) valtakunnallisen tehtävän toteutusta yliopistojen sopimuskaudella 2017-2020. Verkosto on yliopistojen keskenään sopima yhteistyömuoto. Valtakunnallinen tehtävä on opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama ja Helsingin yliopiston hallinnoima. LUMA-keskus Suomen tavoitteena on (1) innostaa ja kannustaa lapsia ja nuoria matematiikan, ympäristöopin, luonnontieteiden ja teknologian opiskeluun ja harrastamiseen uusien tiede- ja teknologiakasvatuksen avausten kautta, (2) tukea opettajia elinikäiseen oppimiseen varhaiskasvatuksesta korkeakouluihin koko Suomessa, sekä (3) vahvistaa tutkimuspohjaista opetuksen kehittämistyötä. Arvioinnissa kiinnitettiin huomiota valtakunnallisen tehtävän kolmen yleisen tavoitteen ja toiminnan kuuden osa-alueen sekä vahvuuksiin ja hyviin käytänteisiin että haasteisiin ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteisiin. Pääasiallisena aineistona käytettiin LUMA-keskusten vuosittaisia itse- ja vertaisarviointeja sekä sitä täydentämään laaditun kyselyn vastauksia kaikilta 13 LUMA-keskukselta. Arvioinnin tulokset validoitiin esittämällä ensin analyysin ensitulokset verkoston kehittämispäivillä, joilla kaikkien LUMA-keskusten edustajilla oli mahdollista kommentoida tuloksia ja esittää ajatuksiaan. Lisäksi arviointiraportti jätettiin LUMA-keskusten tarkistettavaksi ennen sen lopullista viimeistelyä. Näin kaikilla keskuksissa oli mahdollisuus vielä ehdottaa muutoksia tai lisäyksiä raporttiin. Raportin ovat myös tarkistaneet LUMA-keskus Suomen johtaja sekä johtokunnan puheenjohtaja.

Valtakunnalliselle tehtävälle asetetut tavoitteet saavutettiin erinomaisesti. Aineiston analyysissä tunnistettiin sekä vahvuuksia ja hyviä käytänteitä että haasteita ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteitä liittyen kauden tavoitteisiin ja osa-alueisiin. Ensiksi, *verkoston toimintaa vakiinnutettiin* vahvistamalla yhteistyötä sekä LUMA-keskusten että eri sidosryhmien (oppimisyhteisöt, kunnalliset toimijat, yritykset, järjestöt, ym.) välillä. Esimerkkinä sidosryhmätyöstä on LUMA-keskus Suomen kansallinen LUMA-neuvottelukunta (noin 50 organisaatiota), joka toimii LUMA-keskus Suomen johtokunnan neuvoa-antavana keskustelufoorumina. Kaudella ylitettiin tavoitteet verkoston toimintaan osallistujien määrissä. Tulevaisuudessa on tärkeää jatkaa yhteistyötä toiminnan kehittämisessä, tiedon jakamisessa ja hyvien käytänteiden levittämisessä. Tulisi myös kiinnittää huomiota jatkuvuuteen ja riittävyteen henkilöstöresursseissa. Erityisesti valtakunnallista yhteistyötä ammattikorkeakoulujen, ammattikoulujen ja ammatillisen opettajankoulutuksen kesken voitaisiin vielä lisätä. Toiseksi, *lisättiin kansainvälistä yhteistyötä* järjestämällä monipuolisesti aktiviteetteja kansainväliselle kohderyhmälle ja osallistumalla kansainväliseen toimintaan. Osa keskuksista on myös osallistunut koulutusvienttiin. Kansainvälisellä toiminnalla voidaan nähdä olleen *vaikutusta kansainvälisen rahoituksen saamiseen*. Kaudella hyödynnettiin etenkin eurooppalaisia rahoitusinstrumentteja (mm. Horizon2020 ja Erasmus+). Jatkossa olisi tärkeää vahvistaa verkoston yhteistä kansainvälistä toimintaa ja tunnistaa lisäresursseja kansainväliseen yhteistyöhön ja rahoituksen hakuun.

Kolmanneksi, *lapsille ja nuorille tarjottiin runsaasti non-formaaleja tiedekasvatusaktiviteetteja*, kuten kerhoja, leirejä ja erilaisia tapahtumia samoin kuin *formaaleja verkkokursseja*. Sekä non-formaali toiminta että kurssitarjonta olivat erittäin monipuolisia. Perheitä osallistettiin myös mukaan toimintaan. Hyödynnettiin virtuaalisia, fyysisiä ja hybridejä toiminnan muotoja. VirtuaaliLUMA kokoaa eri keskusten tarjonnan yhteen. *Korkeakoulujen opiskelijarekrytointia* erityisesti tukevia aktiviteetteja olivat toiminnalliset opintokäynnit (tiedeluokkavierailut), lukiolaisille suunnatut verkkokurssit ja kesä/tutkijakoulumahdollisuudet, työelämään tutustumisjaksot ja kesätyömahdollisuudet LUMA-keskuksissa, samoin kuin uramahdollisuuksia esittelevät asiantuntijavierailut ja opiskelijalähettilästoiminta. Kaudella ylitettiin tavoitteeksi asetettu toimintaan osallistuneiden henkilöiden määrä. Tulevalla kaudella on tarkoitus tavoittaa vielä laajemmin lapsia ja nuoria sekä edelleenkehittää ja jakaa etenkin verkkokursseja ja -aktiviteetteja. Neljänneksi, *edistettiin LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvää tutkimusta* perustamalla kansallinen LUMAT Science Research Forum, toimimalla osana LUMA-tutkimusta tekeviä ryhmiä ja luomalla uusia tutkimuskumppanuuksia keskuksen tutkimus- ja kehittämislinjausten mukaisesti. Pidettiin kuukausittaisia kansallisia seminaareja, julkaistiin kansainvälistä tieteellistä lehteä, järjestettiin kansainvälisiä symposiumeja ja tutkimuskesäkouluja. Tutkimusta ja erityisesti kehittämis-tutkimusta hyödynnettiin *toiminnan kehittämisessä ja alojen vetovoimaisuuden lisäämisessä*. Tulevaisuudessa olisi tärkeää vahvistaa edelleen tutkimusyhteistyötä eri LUMA-keskusten

kesken sekä tunnistaa resursseja etenkin vielä systemaattisempaan vaikuttavuuden tutkimukseen pitkällä aikavälillä.

Viidenneksi, *LUMA-keskus Suomen ja sen taustayliopistojen koulutustoiminta kehitti LUMA-aineita opettavien opettajien ammatillista osaamista ehyenä jatkumona*. Etenkin opettajankoulutusta tarjoavissa yliopistoissa opettajan perus- ja täydennyskoulutus on integroitu tiiviisti osaksi LUMA-keskuksen toimintaa. Jatkuvan oppimisen tukemiseen on kehitetty erilaisia toimintamalleja (mm. yli 30 verkkokurssia) ja opettajankoulutus osana non-formaalia tiedekasvatusta (esim. Tiedekasvatuksen verkkokurssi ja ohjaustoiminta tiedeluokissa). Opettajankouluttajien, opettajaopiskelijoiden, opettajien ja oppilasryhmien välistä yhteistyötä tuettiin mm. integroimalla toiminta oppimisyhteisöjen arkeen ja osallistamalla opettajat koulutuksen yhteissuunnitteluun (co-design). Haasteena toiminnassa on myös kansainvälisissä tutkimuksissa tunnistettu suomalaisten opettajien vähäinen osallistuminen täydennyskoulutukseen. Tähän haasteeseen voidaan vastata kehittämällä ja tarjoamalla erityisesti kevyttä ja joustavaa koulutustoimintaa. Kuudenneksi, *StarT tuki LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajallakin*. Kansainvälisesti palkittu StarT-ohjelma keräsi runsaasti osallistujia yli 50 maassa ja siihen osallistui entistä enemmän eri oppiasteiden edustajia. StarTin päätavoitteena on erityisesti uusien opetussuunnitelman perusteiden tavoitteiden tukeminen eheyttävän ja monialaisen opetuksen osalta. Toimintaa oppimisyhteisössä tuki muun muassa LUMA-keskusten mentorointi, StarT-lähettiläät, virtuaaliset StarT-opehuoneet, StarT-työpajat opettajille LUMA-päivillä sekä virtuaaliset verkkokurssit ja materiaali-pankki teemoittain. Tärkeinä tulevaisuuden kehittämistoimenpiteinä nähtiin toiminnan kehittämistä helposti viestittäväksi ja laajempia kohderyhmiä tavoittavaksi ja houkuttavaksi ohjelmaksi, hybridien (fyysisten ja virtuaalisten) StarT-tapahtumien tarjoaminen sekä ruotsin- ja saamenkielisen toiminnan tukeminen osana StarTia.

Seitsemänneksi, *tiede- ja teknologialuokilla on monissa LUMA-keskuksissa keskeinen asema fyysisten toimintojen infrastruktuurina*. Tiede- ja teknologialuokkia on eri LUMA-keskuksissa kaikkiaan 16. Toiminta on hyvin suosittua. Tiedeluokat toimivat (a) koulujen ja päiväkotien toiminnallisten opintokäyntien kohteena tukien opetussuunnitelman tavoitteita, (b) opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen oppimisympäristöinä tehden uudet avaukset tutuksi opettajille, (c) kehittämis- ja tutkimusympäristöinä, joissa uusia avauksia ja toimintamalleja kehitetään ja tutkitaan ja (d) yhteistyöfoorumina (esim. yritys yhteistyö, media, perheet). Osassa tiedeluokissa on vahva elinkeinoelämäyhteistyö. Tiede- ja teknologialuokkatoimintaa järjestettiin virtuaalisena, fyysisenä ja mobiilina (mm. välineläinaus). Virtuaalisia opintokäyntimalleja on kehitetty erityisesti vuonna 2020. Haasteena on se, että usein kysyntää toiminnalle on enemmän kuin mitä pystytään tarjoamaan. Kahdeksanneksi, *toiminnan näkyvyyden lisäämisestä ja viestinnän kehittämisestä* osoituksena on se, että on tavoitettu vuosi vuodelta enemmän eri kohderyhmien edustajia viestintäsuunnitelman

mukaisesti. Tulevaisuudessa voitaisiin vielä selkeyttää sitä, kuinka toiminnasta viestitään sekä osana oman korkeakoulun että LUMA-keskus Suomi -verkoston toimintaa. Yhdeksänneksi, *otettiin käyttöön toiminnan sisäinen ja ulkoinen arviointi* useista eri näkökulmista. Vuosittain kukin keskus asetti tavoitteet osa-alueisiin ja kävi tavoitekeskustelut johtajan kanssa. Tavoitteet arviointiin itsearviointin ja vertaisarviointin kautta. Johtokunta hyväksyi sekä tavoitteet että vuosittaisen raportin arvioinnista. Lopuksi suoritettiin vielä toiminnan ulkoinen arviointi. On tärkeää huolehtia, että arviointitietoa käytetään systemaattisesti tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä.

Toimintaa pystyttiin jatkamaan myös COVID-19 pandemian aikana kehittämällä erityisesti virtuaalisia ja hybridejä toiminnan muotoja. Tähän raporttiin koottua analyysiä tullaan hyödyntämään valtakunnallisen tehtävän suunnittelussa ja toteutuksessa kaudella 2021-2024 ja sen neljällä osa-alueella: (1) "Vahvistetaan ja laajennetaan valtakunnallista LUMA-kehittämissyhteisöjen verkostoa"; (2) "Vahvistetaan yliopistojen keskinäistä yhteistyötä kehittämällä LUMA-aineiden opettajankoulutuksen, opetuksen tutkimuksen ja kehittämisen foorumia"; (3) "Lisätään lasten, nuorten ja perheiden vapaa-ajan LUMA-toiminnan kattavuutta ja vaikuttavuutta vahvistamalla virtuaalista tarjontaa" ja (4) "Vahvistetaan kansainvälistä akateemista tutkimus- ja kehittämiss- sekä perus- ja jatkokoulutusyhteistyötä."

1

Johdanto

Tässä raportissa arvioidaan kansallisen LUMA-keskus Suomi -verkoston (11 yliopistoa ja 13 LUMA-keskusta), Helsingin yliopiston hallinnoiman ja opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittaman valtakunnallisen tehtävän toteutusta yliopistojen rahoituskaudella 2017-2020. LUMA-keskus Suomen tavoitteena on (I) innostaa ja kannustaa lapsia ja nuoria matematiikan, ympäristöopin, luonnontieteiden ja teknologian opiskeluun ja harrastamiseen uusien tiede- ja teknologiakasvatuksen avausten kautta, (II) tukea opettajia elinikäiseen oppimiseen varhaiskasvatuksesta korkeakouluihin koko Suomessa, sekä (III) vahvistaa tutkimuspohjaista opetuksen kehittämistyötä.¹

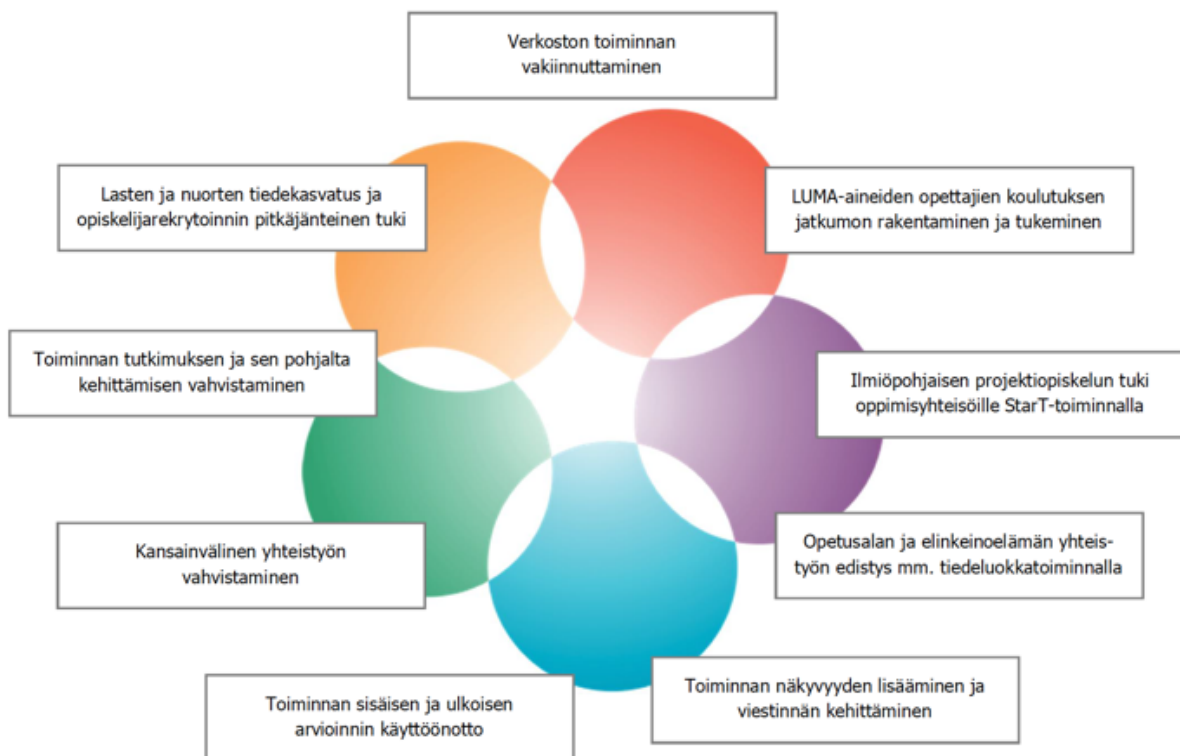
Kuvio 1. tiivistää LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen tavoitteet kaudella 2017-2020. Kauden 2017-2020 LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen kuusi osa-aluetta päätavoitteineen olivat:

1. "Kansainvälisen yhteistyön lisääminen vahvistaa rahoituksen saamisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa."
2. "Lapsille ja nuorille tarjottavat non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit ja formaalit verkkokurssit mm. tukevat korkeakoulujen opiskelijarekrytointia pitkäjänteisesti."
3. "LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvä tutkimus tuo arvokasta tietoa mm. toiminnan kehittämiseksi ja alojen vetovoimaisuuden lisäämiseksi."

¹ Ks. <http://www.luma.fi>

4. "LUMA-keskus Suomen ja sen taustayliopistojen koulutustoiminta kehittää LUMA-aineita opettavien opettajien ammatillista osaamista ehyenä jatkumona."
5. "StarT tukee LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajallakin."
6. "Tiede- ja teknologialuokilla on monissa LUMA-keskuksissa keskeinen asema fyysisten toimintojen "infrastruktuurina"."

Kohdat "verkoston toiminnan vakiinnuttaminen", "toiminnan sisäisen ja ulkoisen arvioinnin käyttöönotto" ja "toiminnan näkyvyyden ja viestinnän kehittäminen" ovat yleisiä valtakunnallisia tavoitteita.



KUVIO 1 LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen tavoitteet kaudella 2017-2020 (Lähde: LUMA-keskus Suomi suunnitelma 14.11.2016)

LUMA-keskukset valitsivat kuudesta osa-alueesta ne, joihin osallistuivat. Tavoitteet asetettiin kullekin osa-alueelle vuosittain, ja ne käsiteltiin LUMA-keskus Suomi -verkoston johtajan kanssa käydyissä tavoitekeskusteluissa. Tavoitteet arvioitiin sekä itsearvioinnin että vertaisarvioinnin kautta. LUMA-keskus Suomi -verkoston kaikkien sopijaosapuolien edustajista koostuvan johtokunnan² kokouksissa käsiteltiin säännöllisesti valtakunnallisen tehtävän edistymistä ja raporttia sekä tilannetta eri keskuksissa. Johtokunta hyväksyi sekä kunkin vuoden tavoitteet että vuosittaisen raportin arvioinnista. Toimintaa ohjasi johtokunnan asettamat tavoitteet ja päätökset. Kukin yliopisto oli sitoutunut tehtävään ja myös allokoimaan saman määrän resurssia kuin yliopisto sai tehtävänsä. Keskusten resurssit olivat siis erisuuruisia. Suurin osa LUMA-keskuksista osallistui kaikkien osa-alueiden toimintaan omien resurssiensa puitteissa. On myös huomioitava, että opetus- ja kulttuuriministeriön päätös valtakunnallisen tehtävän rahoituksesta tuli keväällä 2017. Tästä syystä vuoden 2017 alkupuoliskolla keskityttiin vielä laajamittaisemman toiminnan suunnitteluun ja varsinainen toiminta voitiin käynnistää vasta vuoden 2017 loppupuoliskolla.

Arviointi kohdistuu siihen, kuinka valtakunnalliselle tehtävälle asetetut tavoitteet ovat toteutuneet (ks. Kreber, Book & Policy, 2001). Tunnistetaan toiminnan (1) vahvuuksia ja hyviä käytänteitä, joita ylläpitää ja vahvistaa edelleen ja (2) haasteita, joihin vastata tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä. Raporttia tullaan hyödyntämään tulevan kauden (2021-2024) valtakunnallisen tehtävän suunnittelussa ja toteutuksessa.

Tutkimuskysymykset arvioinnissa ovat:

- Mitkä ovat LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen merkittävimmät vahvuudet ja hyvät käytänteet, joita on tärkeää ylläpitää ja vahvistaa edelleen?
- Mitkä ovat LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen merkittävimmät haasteet, joihin tulisi vastata tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä?

² Ks. <https://www.luma.fi/keskus/hallinto/>

2

Menetelmä

Arvioinnin päämenetelmänä on dokumenttianalyysi (ks. Bowen, 2009). Analysoitavat dokumentit koostuivat (1) LUMA-keskus Suomen johtokunnan työstämästä ja hyväksymästä alkuperäisestä tavoitemuistiosta ("LUMA-keskus Suomi suunnitelma 14.11.2016"), (2) vuosittaisista LUMA-keskusten itsearviointi- (13 kpl/vuosi) ja vertaisarviointi- (kaksi arviota per itsearviointi/vuosi) lomakkeista ja (3) vuosittaisista muistioista valtakunnallisen tehtävän toteutumisesta. Nämä verkoston sisäiset dokumentit toimitettiin ulkoiselle arvioitsijalle analyysiä varten. LUMA-keskusten itsearviointi oli kunkin keskuksen johtajan vastuulla, mutta siihen osallistui vaihtelevasti johtajan lisäksi myös keskusten koordinaattorit ja toimijat, ja joissakin tapauksissa myös keskuksen ohjausryhmä. Vertaisarviointiin oli arvottu kullekin keskukselle kaksi LUMA-keskusta. Samat LUMA-keskukset tekivät vertaisarvioinnin ensimmäisenä kahtena vuotena, jonka jälkeen vaihdettiin vertaisarvioijia seuraaviksi kahdeksi vuodeksi. Tässä raportissa arvioinnin eri osa-alueisiin osallistuneista henkilöistä käytetään nimitystä "LUMA-keskuksen edustajat".

Analyyssissä hyödynnettiin myös julkisesti jaettuina vuosittaisia LUMA-keskus Suomi -verkoston toimintakertomuksia vuosilta 2017-2019 ³ ja LUMA-keskus Suomi -verkoston toimintaa esittelevää verkkokirjaa "LUMA SUOMI - yhdessä olemme enemmän" (toim. Aksela, Lundell & Ikävalko, 2020). Lisäksi lokakuussa 2020 LUMA-keskuksilta (n = 13) kerättiin täydentävää tietoa lyhyellä avoimilla kysymyksillä sisältävällä kyselyllä. LUMA-kes-

³ Ks. <https://www.luma.fi/keskus/toimintakertomukset/>

kusten edustajia pyydettiin esittämään osallistumiltaan osa-alueiltaan enintään kolme (1) merkittävintä vahvuutta tai hyvää käytännettä, joita on tärkeää ylläpitää ja vahvistaa edelleen ja (2) merkittävintä haastetta, joihin tulisi vastata tulevaisuuden kehittämis-toimenpiteissä. Esitettiin myös seuraavia tarkentavia kysymyksiä eri toimintojen vaikutavuudesta: (a) Mitä kansainvälisiä rahoituksia LUMA-keskuksenne on hakenut kaudella 2017-2020? (b) Kuinka non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit tai formaalit (verkko) kurssit ovat tukeneet korkeakoulujen opiskelijarekrytointia? (c) Kuinka tutkimustuloksia on hyödynnetty toiminnan kehittämisessä ja/tai alojen vetovoimaisuuden lisäämisessä? (d) Kuinka StarT on tukenut LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista? Lopuksi pyydettiin palautetta ja kehittämisideoita toiminnan sisäisestä ja ulkoisesta arvioinnista sekä annettiin mahdollisuus esittää muita ajatuksia, joita toivottaisiin hyödynnettävän arvioinnissa.

Sisältöanalyysiä (Bowen, 2009) käytettiin tunnistamaan dokumenteista ja kyselyn vastauksista toiminnalle kuvatut sekä vahvuudet ja hyvät käytänteet että haasteet ja kehittämisaalueet. Toistuvien teemojen tunnistamisen lisäksi huomioitiin LUMA-keskusten edustajien yksittäisiä ääniä. Näin pyrittiin varmistamaan, että aineiston kuvauksessa näkyy mahdollisimman monipuolinen kirjo erilaisia äänenpainotuksia.

Analyyysin tulokset validoitiin sekä suullisesti että kirjallisesti osallistujien edustajien kanssa ("osallistujatarkistus" eng. "member check", ks. esim. Koelsch, 2013): Ensituloksia esiteltiin LUMA-keskuksen osallistujille keskusten kehittämispäivillä (1.10.2020). Osallistujille (n = 48) annettiin mahdollisuus ilmaista, ovatko he samaa mieltä tuloksista. Lisäksi kysyttiin, puuttuiko heistä tuloksista jotakin merkittäviä sisältöjä. He saivat myös vapaasti ilmaista ajatuksiaan arvioinnin eri osa-alueisiin liittyen. Kirjallinen analyysin tarkastus tapahtui myöhemmin lähettämällä raporttiluonnos kaikkien 13 LUMA-keskuksen edustajille luettavaksi ja kommentoitavaksi (23.11.-6.12.2020). Lisäksi yksittäisiä tarkentavia kysymyksiä esitettiin sekä taustatietoa ja tilastoja (esim. nettisivujen katselukertoja) kerättiin LUMA-keskus Suomen johtajalta, johtokunnan puheenjohtajalta ja muilta asiantuntijoilta. Lisäksi LUMA-keskus Suomen johtaja ja johtokunnan puheenjohtaja tarkistivat vielä lopullisen raportin. Arviointiraportti käytiin suullisesti läpi LUMA-keskus Suomen johtajan kanssa 15.12.2020. Tämä johti vielä muutamiin tarkennuksiin arvioinnissa.

3

Tulokset

LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen (2017-2020) ulkoisen arvioinnin tulokset esitetään toiminnan tavoitteittain ja osa-alueittain. Tuloksissa kuvataan tutkimuskysymysten ohjaamana sekä aineiston analyysissä tunnistettuja (1) vahvuuksia ja hyviä käytänteitä, joita on tärkeää ylläpitää ja vahvistaa edelleen ja (2) haasteita, joihin tulisi vastata tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä. Yleisten tulosten lisäksi annetaan esimerkkejä eri LUMA-keskusten toiminnasta eri osa-alueilla. Lähes kaikki LUMA-keskukset raportoivat aktiviteetteja jokaiselle kauden osa-alueelle, vaikka he eivät olleetkaan virallisesti sitoutuneet jonkin osa-alueen toimintaan. Analyysissä tunnistettuja COVID-19 pandemian aiheuttamia muutoksia toimintaan vuonna 2020 käsitellään vielä lopuksi omassa alaluvussa. Analyysin ensituloksia tarkasteltiin LUMA-keskus Suomen kehittämispäivillä (1.10.2020) ja raporttiluonnos lähetettiin vielä LUMA-keskusten edustajien tarkastettavaksi (23.11.-6.12.2020) ennen sen viimeistelyä. Raportin on myös tarkistanut LUMA-keskus Suomen johtaja ja johtokunnan puheenjohtaja. Osallistujat kaikista eri keskuksista olivat yleisesti samaa mieltä verkoston toiminnan vahvuuksista ja haasteista, mutta myös joitakin tarkentavia huomioita ja lisäyksiä esitettiin. Ne huomioitiin lopullisessa raportissa.

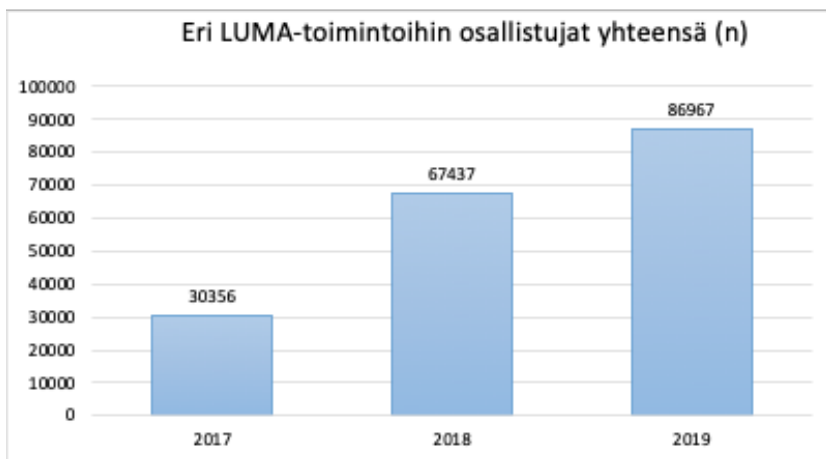
3.1 Verkoston toiminnan vakiinnuttaminen

Valtakunnallisen tehtävän yleistavoitteena oli verkoston toiminnan vakiinnuttaminen. Tehtävän alkaessa verkosto oli toiminut yhdessä neljä vuotta, vuodesta 2013 lähtien. Osa keskuksista oli tehnyt LUMA-toimintaa pidempään, ja osa olivat uusia. Ensimmäinen LUMA-keskus perustettiin Suomeen Helsingin yliopiston yhteisen vuonna 2003.⁴

3.1.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Analysoidut dokumentit sisältävät runsaasti näyttöä verkoston toiminnan vakiinnuttamiseksi tehdyistä toimenpiteistä LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutuksen kaudella 2017-2020. Kuvio 2. kokoo vuosina 2017-2019 eri verkoston toimintoihin osallistuneet henkilömäärät toimintakertomusten raporttien pohjalta.

Kauden 2017-2020 tavoitteena oli, että vuoteen 2020 mennessä olisi tavoitettu fyysisellä toiminnalla 50 000 lasta ja nuorta. Vuonna 2017 vielä suunniteltiin laajamittaisempaa toimintaa, mutta jo vuonna 2018 tavoite ylitettiin ja vuonna 2019 raportoitiin jo 86 967 osallistujaa. Tavoitteena oli lisäksi, että virtuaalisella toiminnalla tavoitetaan 130 000 lasta ja nuorta. Vaikka tarkkoja määriä virtuaaliseen toimintaan osallistujista on vaikea saada, esimerkiksi LUMA:n YouTube-kanavan katselukerrat olivat vuosina 2018 ja 2019 yhteensä 240 383. Kerätyn analytiikan pohjalta suurin osa katsojista oli nuoria. Lisäksi esimerkiksi LUMA.fi sivustolla oli vuosina 2017-2019 yhteensä 59 348 uniikkia käyttäjää, 86 971 istuntoa ja 166 819 sivulatausta.



KUVIO 2 Vuosina 2017-2019 eri LUMA-toimintoihin osallistuneet henkilöt (lähde: toimintakertomukset).

⁴ Ks. <https://www.luma.fi/keskus/historia/>

Verkoston LUMA-keskusten välistä toimintaa vakiinnutettiin etenkin seuraavin keinoin:

- Johtokunnan kokouksissa käsiteltiin kokonaistilanne säännöllisesti (edustus joka keskukselta; pääosin keskusten johtajat).
- Järjestettiin säännöllisesti fyysisiä ja virtuaalisia koordinaatiotapahtumia (mm. kuukausittaiset koordinaattorien tapaamiset, kehittämispäivät).
- Jaettiin hyviä käytänteitä, malleja ja materiaaleja.
- Järjestettiin tutustumisvierailuja eri LUMA-keskuksiin.

Ruotsinkielisten koulujen tavoittamisessa tehtiin yhteistyötä eri LUMA-keskusten kesken Åbo Akademin *Skolresurs* -keskuksen johdolla, jolla on johtokunnan päätöksen mukaisesti päävastuu ruotsinkielisestä toiminnasta.

Verkostossa tehtiin myös laajasti yhteistyötä **ulkopuolisten tahojen kesken**. LUMA-keskus Suomella on kansallinen LUMA-neuvottelukunta (noin 50 organisaatiota)⁵, joka toimii LUMA-keskus Suomen johtokunnan neuvoo-antavana keskustelufoorumina. Kansallinen LUMA-neuvottelukunta oli tiiviisti mukana yhteistyössä. Yhteistyöllä voidaan nähdä olleen toiminnan vaikuttavuutta vahvistava vaikutus. Tärkeimpiä sidosryhmiä olivat:

- oppimisyhteisöt varhaiskasvatuksesta toiselle asteelle
- korkeakoulujen edustajat (mm. yhteistyö oman yliopiston eri tiedekuntien kanssa ja ammattikorkeakoulujen kanssa)
- kunnalliset toimijat (sivistys-, nuoriso-, ympäristötoimi ym.)
- yritykset (mm. MyTech-hanke, sponsorisopimukset)
- järjestöt/yhdistykset (luontokoulut, nuorisokeskukset, tiedekeskukset, kirjastot, URSA, Arktinen keskus, Innokas-verkosto, Nuori Yrittäjyys ry, MAOL, TAE, STEAM Turku, BusinessOulu, Tiedeseura ry, Niilo Mäki Instituutti, ToukoFest...)
- kansainvälinen yhteistyö (mm. StarTin partnerimaat, Science on Stage; EU-hankkeet, EU STEM Coalition, ALLEA), ks. myös luku 3.2.

Yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa on tukenut se, että useilla LUMA-keskuksilla on eri sidosryhmien, kuten koulutusorganisaatioiden, elinkeinoelämän ja kuntien edustajia ohjausryhmissään.

LUMA-keskus Suomi -verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) tuotiin esiin LUMA-toiminnan ja verkostomallin ainutlaatuisuus kansainvälisesti. Tästä on saatu myös paljon positiivista kansainvälistä palautetta. Lisäksi esiteltiin eri keskusten vahvuusalueita, joiden

⁵ Ks. <https://www.luma.fi/keskus/kansallinen-luma-neuvottelukunta/>

nähtiin tulevan esille verkostossa. Taulukkoon 1 on tiivistetty kunkin LUMA-keskuksen esille tuomia, muista LUMA-keskuksista erottuvia vahvuusalueita.

TAULUKKO 1. Tiivistelmä LUMA-keskuksien vahvuusalueista

LUMA-keskus:	Erityiset vahvuusalueet
Aalto-yliopisto Junior	Monialaisuus/STEAM, kuvataidekasvatus, muotoiluajattelu, teknologiakasvatus, talous ja yrittäjyys, tytöt ja teknologia, "Scientists in schools"-malli, tiedeluokkatoiminta
Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus (ent. Helsingin yliopiston LUMA-keskus)	Monitieteisyys, monipuolisuus, kytkös opettajien peruskoulutukseen ja jatkuvaan oppimiseen, LUMA-alojen oppimisen ja opettamisen tutkimus, non-formaali tiedekasvatus, laaja tiedeluokkatoiminta, kansainvälisyys, vahva verkostoituminen yhteiskuntaan ja elinkeinoelämään
Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus	Kytös opettajankoulutukseen, LUMA-alojen oppimisen ja opettamisen tutkimus, kansainvälinen toiminta, välinelainat ja tiedeluokkatoiminta, vahva alueellinen yhteistyö
Keski-Pohjanmaan LUMA-keskus	Luokanopettajien aikuiskoulutus, vahva maakuntayhteistyö, ammattikorkeakouluyhteistyö, tiedeluokkatoiminta
Keski-Suomen LUMA-keskus	Kytös opettajankoulutukseen, tutkimusperustainen kehittäminen, maakuntayhteistyö, StarT-toiminta
Lounais-Suomen LUMA-keskus	Kytös opettajankoulutukseen, non-formaali tiedetoiminta mm. kasvitieteellisen puutarhan tiloissa, materiaali- ja laitelainaus, kansainvälinen toiminta, SciCruise (StarT), vahva alueellinen yhteistyö
Skolresurs	Ruotsinkielisten oppimisyhteisöjen tukeminen ja opettajien täydennyskoulutus, opetusmateriaalien tuottaminen ja kääntäminen, pohjoismainen yhteistyö
LUMA-keskus Lappi	Kytös opettajankoulutukseen, tiivis yhteistyö opettajien kanssa, etäyhteyksien vahva hyödyntäminen, saamenkielisten oppimisyhteisöjen tukeminen, arktisen alueen luonto ja olosuhteet
LUMA-keskus Pohjanmaa	Hyvät yhteydet alueen kuntiin, energia ja kestävä kehitys teema, runsaasti toimintaa erityisesti peruskouluissa
LUMA-keskus Saimaa	Teknologiakasvatus, LUT Junior Universityn kautta runsaasti toimintaa, ABB-laboratoriotoiminta (puhdas energia), teknologia- ja ohjelmointikerhot, vahva maakuntayhteistyö
Oulun yliopiston LUMA-keskus	Kytös opettajankoulutukseen, laajat yhteistyöverkostot, kerho- ja leiritoimintaa, vierailut LUMA-keskukseen ja materiaalilainaukset, opintopolkuihin liittyvä tutkimus
Päijät-Hämeen LUMA-keskus	Ympäristötieteet, kestävä kehitys, monitieteellisyys, tiedeluokkatoiminta, yritys-yhteistyö, yhteistyö kaupungin kanssa
Juniversity / Tampereen LUMATE-keskus	Monialainen tiede- ja teknologiakasvatus, vahvaa non-formaalia tiedekasvatus-ta, lainaamatoiminta, yritys-yhteistyö

3.1.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kaudella 2017-2020 onnistuttiin vakiinnuttamaan valtakunnallisen verkoston toiminta mutta erityisesti nuoremmilla LUMA-keskuksilla resurssit ovat kuitenkin kohdistuneet etenkin alueellisen toiminnan käynnistämiseen valtakunnallisessa verkostossa. Analysoiduista dokumenteista käy ilmi, että useat LUMA-keskusten edustajat toivovat tulevaisuudessa vielä aktiivisempaa ja systemaattisempaa verkoston yhteistyötä toiminnan

kehittämisessä ja hyvien käytänteiden ja mallien levittämisessä. Vielä tehokkaampi ja organisoidumpi käytänteiden ja tiedon jakaminen LUMA-keskusten kesken todettiin tärkeäksi kehittämiskohteeksi myös LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020). Samoin kyselyn vastauksissa nostettiin esiin haasteet keskinäisen tiedon ja materiaalin jakamisessa verkostotasolla. Mahdollisimman monen toimijan kuuleminen ja asioiden sopiminen yhdessä laajassa verkostossa koettiin haasteellisenä.

Kehittämispäivillä keskusteltiin, että haasteita verkoston toiminnan vakiintumiselle aiheuttaa monissa LUMA-keskuksissa **henkilöstöressurssien ja etenkin ohjaajien ja opetushenkilökunnan niukkuus sekä henkilöstövaihdokset.** Mahdollisuudet vakinaisten työntekijöiden palkkaamiseen riippuvat etenkin siitä, kuinka paljon yliopistot kohdistavat omia resurssejaan LUMA-toimintaan. Lisäksi mainittiin, että esimerkiksi uusia ohjaajina toimivia opiskelijoita on rekrytoitava jatkuvasti, kun ohjaajina toimineet opiskelijat valmistuvat ja sijoittuvat muualle työelämään. Kyselyvastauksissa ilmaistiin lisäksi haasteeksi se, että lyhyehköjä rahoituskausia varten rekrytoidaan henkilöitä monipuolisiin, haastaviin, asiantuntemusta ja oma-aloitteisuutta vaativiin tehtäviin, joihin perehdyttäminen ja työn hallinta vievät aikaa. Nähtiin tärkeäksi kehittää työtehtävien kirjaamista ja suunnittelua sekä jakaa aktiivisesti tietoa LUMA-keskuksen sisällä sen varmistamiseksi, että henkilövaihdokset eivät vaikuta merkittävästi keskuksen toimintaan. Esitettiin myös ajatus systemaattisemman LUMA-toimintaan perehdyttämiskokonaisuuden kehittämistä keskusten uusille työntekijöille. Lisäksi raportoitiin, että **yhteistyön jatkuvuus eri sidosryhmien kanssa vaatii ponnisteluja.**

Kyselyn vastauksissa kuvattiin haasteena LUMA-keskusten toiminnassa myös sitä, että **ajoittain LUMA-keskuksille kohdistuu verkostossa useita päällekkäisiä tehtäviä** (esim. uusien toimintojen jalkautus, verkkokurssien luominen, vuosittain toistuvat aktiviteetit). Useat keskusten työntekijät työskentelevät vain osa-aikaisesti LUMA-keskuksissa ja toimivat osa-aikaisesti esimerkiksi yliopisto-opettajina. Tällöin kiireiset jaksot LUMA-keskuksissa ovat erityisen kuormittavia. On tärkeää pyrkiä ennakoimaan nämä jaksot ja mahdollistaa joustavuus työsuunnitelmissa kuormituksen vähentämiseksi.

Analyysin perusteella tulevaisuuden kehittämiskohteena voidaan pitää myös **yhteistyön lisäämistä ammattikorkeakoulujen, ammattikoulujen ja ammatillisen opettajakoulutuksen kanssa.** Kehittämispäivillä käydyissä keskusteluissa tuotiin esille, että LUMA-keskus Suomi on yliopistojen rehtorien sopima verkosto. Tästä johtuu, että ammattikorkeakoulut eivät ole sopimuksen osapuolina. Osalla keskuksia on kuitenkin jo vahvaa ammattikorkeakoulu-yhteistyötä (mm. *Keski-Pohjanmaan LUMA-keskus, LUMA-keskus Saimaa, Juniversity/Tampereen LUMATE-keskus*). Oltiin kuitenkin samaa mieltä siitä, että tulevilla kaudella yhteistyötä ammattikorkeakoulujen, ammattikoulujen ja ammatillisen opettajakoulutuksen kanssa voitaisiin laajentaa kansallisesti.

Kehittämispäivillä todettiin, että kaudella 2017-2020 on saatu tavoitellusti verkoston

toiminta käyntiin. Toimintansa vastikään aloittaneiden LUMA-keskusten huomio keskittyi etenkin toiminnan vakiinnuttamiseen. Tulevalla kaudella olisi tärkeää **skaalata paikallinen toiminta vielä vahvemmin kansalliselle tasolle**. Aineistosta tuli lisäksi esiin tarve vahvistaa toimintaa LUMA-keskusten omien paikkakuntien ulkopuolella. Valtakunnallista verkostoa on tarkoitus jatkokehittää kaudella 2021-2024 etenkin osana tavoitetta 1. *”Vahvistetaan ja laajennetaan valtakunnallista LUMA-kehittämisyhteisöjen verkostoa”*.

3.2 ”Kansainvälisen yhteistyön lisääminen vahvistaa rahoituksen saamisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa.”

3.2.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Taulukko 2. tiivistää itse- ja vertaisarviointiraporttien sekä kyselyaineiston analyysin pohjalta tunnistetut kansainvälistä yhteistyötä lisänneet toimenpiteet kaudella 2017-2020.

TAULUKKO 2. Tiivistelmä kansainvälistä yhteistyötä lisänneistä toimenpiteistä

Toimenpide	Esimerkkejä
(a) Järjestettiin toimintaa kansainvälisille kohderyhmille.	<ul style="list-style-type: none"> - tutustumisvierailuja LUMA-keskuksiin (esim. ERASMUS-vierailut, Fullbright opettaja-vaihto; huom. vierailuja myös maksullisina) - täydennyskoulutuksia opettajille (esim. <i>Helsingin yliopiston LUMA-tiedekasvatuskeskuksen</i> ”Teacher’s Climate Change Forum” –verkkokurssi ja leiri Hyytiälän tutkimusasemalla) - kurseja opiskelijoille (esim. <i>Helsingin yliopiston LUMA-tiedekasvatuskeskuksen</i> ”Global Challenges for Youth” -kurssi, <i>Lounais-Suomen LUMA-keskuksen</i> ja yhteistyökumppanien online-quanttityöpaja lukiolaisille) - virtuaalikerhoja - työpajatoimintaa opettajille ja oppijoille - kesäkouluja ja leirejä - Kansainvälinen LUMAT-tutkimussymposium ja kesäkoulu sekä tieteellinen lehti LUMAT - StarT ohjelma (partnerimaat, käynnissä jo yli 50 maassa), StarT-verkkokurssit, StarT-virtuaalikerho ja ohjelman kansainvälinen StarT gaala - StarT-ohjelmaan yhdistyvä kansainvälinen SciCruise, yhteistyötä etenkin ruotsalaisten toimijoiden kanssa (<i>Lounais-Suomen LUMA-keskus</i> ja <i>Skolresurs</i>)
(b) Osallistettiin kansainväliseen toimintaan.	<ul style="list-style-type: none"> - jäsenyys organisaatioissa (esim. Suomen UNESCO –toimikunta, ALLEA, EU STEM Coalition, Scientix, Science on Stage, Citizen Science Association, EIT/European Institute of Innovation & Technology) - <i>Skolresurs</i>-keskuksen vastuulla oleva pohjoismainen yhteistyö (esim. Nordic ESERO) ja yhteistyö ruotsalaisten LUMA-toimijoiden kanssa (esim. Kemilärarnas Resurscentrum, KRC) - saamenkielisten alueiden yhteistyö: yhteydet Suomen saamelaiskäräjiin, Saamelaisalueen koulutuskeskukseen ja Sami University of Applied Sciences -korkeakouluun Norjassa (<i>LUMA-keskus Lappi</i>) - yhteydet Skills21 ja Smithsonian Institute (USA) ja Agastya International -tiedekasvatusjärjestön (Intia) kanssa (<i>Päijät-Hämeen LUMA-keskus</i>) - konferenssit, kesäkoulut ja leirit - tutustumisvierailut ulkomaille

(c) Tuettiin eri tahojen kansainvälistä toimintaa.	<ul style="list-style-type: none"> - yhteistyö yliopistojen kansainvälisessä toiminnassa ja yliopiston koulutusvientiorganisaatioiden kanssa - paikallisten toimijoiden kuten kaupungin kansainväliseen toimintaan osallistuminen, esim. koulutusmatkailu (<i>LUMA-keskus Saimaan vierailupaketit</i>) - oppimisyhteisöjen toiminnan tukeminen (esim. ystäväkoulutoiminta, vieraiden ohjaaminen kouluille)
(d) Vietiin suomalaista LUMA-osaamista.	<ul style="list-style-type: none"> - asiantuntijoina ja konsultteina kansainvälisesti toimiminen - LUMA China Centerin perustaminen ja keskukselle maksullisten opettajankoulutuskurssien tarjoaminen sekä tutkimusyhteistyötä - "Jokamiehen oikeus matematiikkaan"-koulutuskehitysmenetelmän pilotoinnit Namiabiassa, tekoälyn ja koneoppimisen opettamisen koulutuspaketin kehittäminen hongkongilaisen yrityksen kanssa ja kansainvälisesti tarjottavan "keksijyysharjoitus-konseptin" kehittäminen (<i>Lounais-Suomen LUMA-keskus</i>)
(e) Muita toimenpiteitä	<ul style="list-style-type: none"> - kansainvälinen tutkimus ja julkaisut (ks. myös luku 3.4) - kansainväliset kartoitukset STEM-toiminnasta (<i>Aalto-yliopisto Junior</i>) - kansainvälisen toiminnan tukeminen kääntämällä materiaaleja esimerkiksi englannin, ruotsin ja pohjoissaamen kielille - ulkomaalaisten ohjaajien ja opettajien osallistaminen täydennyskoulutusten ja työpajojen vetämiseen

Lisääntyneen kansainvälisen yhteistyön voidaan odottaa lisäävän rahoituksen saamisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Itsearviointiraporttien ja kyselyaineiston mukaan kaudella 2017-2020 oli saatu seuraavia rahoituksia:

Erasmus+ -rahoitteiset hankkeet:

- Learning from Innovation and Networking in STEM (LINKS) hanke: rahoitus myönnetty vuosille 2016-19 (LUMA-keskus Suomi, Helsingin yliopisto ja Itä-Suomen yliopisto)
- DESIGNSTEM: rahoitus myönnetty vuosille 2016-2019 (LUMA-keskus Suomi, Helsingin yliopisto)
- Integrated Approach to STEM Teacher Training (STEM): rahoitus myönnetty vuosille 2019-2022 (LUMA-keskus Suomi, Helsingin yliopisto).

Muita rahoituksia:

- Opetushallitukselta rahoitus LUMA-keskus Suomi verkoston StarTin kansainväliseen toimintaan (2019-2020)
- Horizon 2020 -rahoitteinen Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world (DOIT): rahoitus myönnetty 2017 (LUT/LUMA-keskus Saimaa)
- HEI-ICI (2020-2024) rahoittama Teacher Education without Walls – New models for STEM and Teacher Education in the Digital age ("Olive") hanke (Helsingin yliopisto ja Itä-Suomen yliopisto)
- Google Community Grants/Tides Foundationin apurahat vuosina 2016-2017 ja 2020- (*LUMA-keskus Saimaa*)
- EIT Raw Materials @schools (*Aalto-yliopisto Junior*)

- Opetushallituksen (2020) rahoittama ”Tieteellä tulevaan” -hanke, jossa mukana myös ulkomaalaisia oppilaitoksia (*Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus*).

Lisäksi haettiin joitakin Erasmus+, Horizon2020, EIT ja Suomen Akatemian ”International researcher mobility based on bilateral agreements” - rahoituksia, joista ei saatu myöntöä. Joissakin tapauksissa rahoitusta (mm. Erasmus+) haettiin myös yhdessä lähialueiden oppimisyhteisöjen kanssa. Rahoituksia ovat hakeneet sekä yksittäiset LUMA-keskukset että useat keskukset yhteistyössä.

Kansallinen toiminta on ollut kauden 2017-2020 pääprioriteettina, mutta kansainvälinen toiminta nähtiin tärkeänä ei vain kansainvälisen vaikuttamisen näkökulmasta, vaan myös mahdollisuutena oppia hyvistä toimintatavoista muualta.

3.2.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Valtakunnallisen toimintakauden 2017-2020 fokus oli kansallisessa toiminnassa mutta onnistuttiin erinomaisesti lisäämään myös kansainvälistä yhteistyötä. Itse- ja vertaisarviointidokumenttien sekä kyselyaineiston perusteella tunnistettiin seuraavia kansainväliseen yhteistyön lisäämiseen ja ylläpitoon liittyviä kehittämiskohteita seuraavaa toimintakautta ajatellen:

- LUMA-keskusten omien kansainvälisten verkostojen jakaminen ja ylläpitäminen yhteistyössä LUMA-keskus Suomi -verkostossa
- yhtymäkohtien tunnistaminen yliopistojen muiden toimijoiden kansainvälisten hankkeiden kanssa
- pohjoismaisen yhteistyön laajentaminen eri LUMA-keskuksiin
- kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen saamelaisalueilla
- lasten ja nuorten tasolla tapahtuvan kansainvälisen yhteistyön kehittäminen
- kansainvälisiin tilaisuuksiin osallistujien rekrytoinnin kehittäminen
- kansainväliseen tarjontaan tarkoitettujen täydennyskoulutusten jatkokehittäminen (esim. modularisointi).

Kyselyssä suurin osa (8/13) vastaajista ilmaisi eksplisiittisesti, että **resurssien riittävyys oli yksi merkittävimmistä haasteista kansainvälisessä yhteistyössä**. Kommentoitiin esimerkiksi seuraavaa:

- Kansainvälisen yhteistyön rakentaminen, ylläpito ja koordinointi (matkustaminen, yhteydenpito, ym.) vaatii runsaasti resursseja.

Tulokset

- Kansainvälinen yhteistyö vie resursseja kansallisesta toiminnasta.
- Rahoitushakuihin osallistuminen on työlästä ja aikaa vievää.
- Jatkuvuuden saaminen rahoituksissa on haasteellista.
- Toiminnan esittely kansainvälisille vieraille vie paljon työaikaa.
- Tarvittaisiin lisäresursseja saamenkieliseen asiantuntija-, käänös-, ym. työhön, yhteisiin kehittämisprojekteihin ja (virtuaalisten) tiedetapahtumien järjestämiseen.

Lisäksi koettiin, että kansainvälinen yhteistyö ja esimerkiksi toiminnan esittely kansainvälisille vieraille ei aina konkretisoidu kansalliseksi hyödyksi tai rahoituksen saamiseksi. Tähän voitaisiin kiinnittää huomiota tulevalla toimintakaudella. Nähtiin, että resursseihin liittyviä haasteita voitaisiin voittaa esimerkiksi

- kehittämällä pidempiaikaisia yhteistyösuhteita vaihtuvien kumppanuuksien ja lyhytkestoisten hankkeiden sijaan
- keskittymällä yhteistyöhön muutamien yhteistyökumppanien kanssa
- siirtämällä kansainvälinen yhteistyö yhä voimakkaammin digitaaliseksi.

Pidettiin myös tärkeänä, että keskuksen omaa toimintaa voidaan kehittää osana kansainvälisiä hankkeita.

Lisäksi tulevaa toimintakautta ajatellen aineistosta nousi tarve **määritellä paremmin koulutusviennin rooli osana LUMA-keskusten toimintaa**. Kommentoitiin, että olisi tärkeää pohtia, kuinka yhteensovittaa koulutusvienti liiketoimintana ja julkisella rahoituksella tuettavan muu toiminta. Mainittiin, että vaikka koulutusvienti ei ole LUMA-keskus Suomen ydinaluetta, siihen osallistutaan yhteistyössä koulutusvientitahojen kanssa. Tätä yhteistyötä tulisi määritellä vielä paremmin korkeakoulujen koulutusvientitahojen kanssa. Ilmaistiin, että keskustelua voitaisiin myös käydä LUMA-keskus -mallin kansainvälisestä monistamisesta.

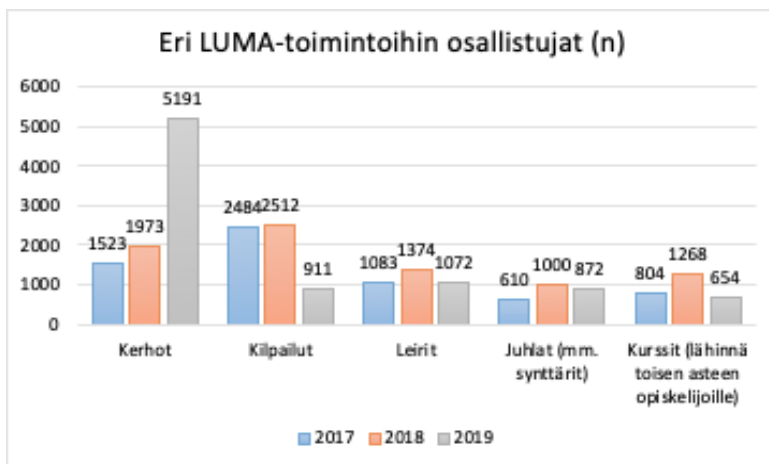
LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin tarpeesta **tarkentaa vielä yhteisiä tavoitteita kansainvälisessä toiminnassa**. Tämän osa-alueen toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 osana tavoitetta 4. *“Vahvistetaan kansainvälistä akateemista tutkimus- ja kehittämis- sekä perus- ja jatkokoulutusyhteistyötä.”*

3.3 ”Lapsille ja nuorille tarjottavat non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit ja formaalit verkkokurssit mm. tukevat korkeakoulujen opiskelijarekrytointia pitkäjänteisesti.”

3.3.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Kuvio 3. kokoaa eri tavoitteellisiin non-formaaleihin tiedekasvatusaktiviteetteihin ja kursseille vuosina 2017-2019 osallistuneiden lasten ja nuorten määriä. Non-formaali toiminta on vahvaa kaikissa verkoston LUMA-keskuksissa. Erityisesti kerhojen osallistujien lukumäärä nousi merkittävästi vuonna 2019 ylittäen jo 50 000 osallistujan rajan. Tiedeleirejä on järjestetty jopa 50 kesässä. Lisäksi toimintakertomusten raportit osoittavat, että erilaisien työpajojen ja tapahtumapäivien osallistujamäärät kasvoivat toimintakaudella saavut-taen vuonna 2019 peräti 30 8000 osallistujaa.

Myös virtuaalikerhoihin, virtuaalitiedejuhliin ja verkkokursseille osallistuvien lasten ja nuorten määrät ovat olleet nousussa jo ennen COVID-19 kriisin aiheuttamaa muutosta. LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) käydyissä keskusteluissa korostettiin sitä, että Suomessa **virtuaalinen toiminta on tärkeää myös täyden maan-tieteellisen saavutettavuuden ja tavoitettavuuden kannalta.**



KUVIO 3 Osallistujamäärät eri LUMA-toimintoihin vuosina 2017-2019 (lähde: toimintakertomukset).

Kerhojen, kilpailujen, leirien ja tiedejuhlien (esim. tiedesynttärit) lisäksi järjestettiin seuraavia non-formaaleja aktiviteetteja varhaiskasvatuksesta toiselle asteelle:

- pelejä/pelilaboratorioita (esim. "maailmanpelastuspeli")
- "tiedepähkinä" -tiedetehtäviä verkossa
- erilaisia tapahtumia lapsille, nuorille ja koko perheelle (esim. LUMA-viikko, retkiä, näyttelyitä, tiede- ja työelämäpäiviä, tiedetuokioita/kahviloita/brunsseja/pysäkkejä/karuselleja/iltoja)
- ohjelmaa eri tapahtumissa ja tilaisuuksissa (esim. Mahtavaa matematiikkaa -teemapäivällä)
- asiantuntijavierailuja ja asiantuntijapankkeja tarjolla olevista asiantuntijoista.

Toimintaa on järjestetty sekä maksullisena että maksuttomana. Pienen maksun perimisen nähtiin edistävän ilmoittautuneiden sitoutumista toimintaan.

Järjestetty kerhotoiminta on ollut erityisen monimuotoista ja sen raportoitiin olevan tunnettua ja suosittua monien keskusten alueella (ks. myös Aksela, Lundell & Ikävalko, 2020). Kerhoja järjestettiin

- **virtuaalisesti** (esim. ZAU-kerho, Pulmaario-kerho, raketikerho, StarTGoEdu, Tiedepysäkit YouTubessa)
- **fyysisissä tiloissa** (esim. ohjelmointikerho, teknologiakerho, tähtitiedekerho, yrityskerho)
- **hybridisti** (esim. MatikkaPysäkki).

Fyysisinä tiloina toimivat sekä LUMA-keskusten **omat tilat** että **yhteistyökumppaneiden tilat** (esim. päiväkodit, koulut, kirjastot). Kerhotoimintaa kehitettiin esimerkiksi Magnus Ehrnroothin säätiön rahoituksella (*LUMA-keskus Saimaa*, *Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus* ja *Päijät-Hämeen LUMA-keskus*): Tavoitteena oli kokoneiden kerho-ohjaajien osaamisen sekä kerhosisältöjen monistaminen ja jatkokehittäminen.

Esimerkkinä monipuolisten ympäristöjen hyödyntämisestä non-formaalien tiedeaktiviteettien järjestämisessä, *Lounais-Suomen LUMA-keskus* raportoi hyödyntäneensä Tuorlan observatorion sekä Kasvitieteellisen puutarhan ja luontokoulun tiloja erilaisiin toimintoihin: Näissä tiloissa on järjestetty esimerkiksi avoimia ovia, kerhoja, tiedesynttäreitä, tiedeleirejä, perheiden tiedeiltoja ja "aikavaellus"-polku. Käynnissä on myös pienten lasten puutarhakasvatushanke. Lisäksi keskus on hyödyntänyt ympäristöjä kuten Seilin saarella sijaitsevaa tutkimusasemaa perheleiri- ja muuhun toimintaan.

Kyselyssä yli puolet (7/13) LUMA-keskuksista nimesi yhdeksi merkittävimmäksi vahvuudekseen tiedekasvatusaktiviteettien järjestämisessä sen, että heillä on **vahvat yhteis-**

työkumppanit toiminnan järjestämiseen. Aineistosta käy ilmi, että kerhotoiminnassa monipuolista yhteistyötä tehtiin etenkin kunnallisten tahojen kanssa: Kunnat vastasivat esimerkiksi tiedotuksesta ja maksoivat ohjaajien palkat. LUMA-keskukset tukivat kerhojen suunnittelua sekä kouluttivat ja rekrytoivat ohjaajia. Aktiivista yhteistyötä tehtiin myös Zonta-järjestön kanssa tyttöjen ZAU-kerhojen järjestämiseksi. Näitä tyttöjen matemaattis-luonnontieteellisille aloille ja teknologiaan tyttöjä innostavia kerhoja oli Suomessa vuonna 2019 jo 23 eri paikkakunnalla. ZAU-kerhoja on tarjolla myös virtuaalisina.

Eryteisesti keskukset, jotka ovat tiiviissä yhteydessä matemaattis-luonnontieteelliseen tiedekuntaan tai kasvatustieteellisen tiedekunnan kanssa, ovat **tarjonneet opettajaopiskelijoille mahdollisuutta toimia kerho- ja leiriohjaajina.** Verkoston yhteinen Tiedekasvatuksen perusteiden ohjauskurssi (Tiedekasvatuksen verkkokurssi) tukee kerhojen ohjausta⁶. Raportoitiin, että LUMA-ohjaajia tuettiin ja heidän yhteistyötään vahvistettiin kuukausittaisissa tapaamisissa, yhteydenpidolla verkossa ja jakamalla materiaalia ohjaajien kesken.

Formaaleja kursseja, joista lukiolaiset saavat kurssimerkinnän, järjestettiin sekä verkossa että kampuksella⁷. Näiden kurssien lisäksi tarjottiin esimerkiksi seuraavia korkeakoulujen opiskelijarekrytointia lyhyehköillä aikavälillä tukevia aktiviteetteja:

- opiskelijarekrytointiin tähtääviä toiminnallisia opintokäyntejä ja tiedeluokkavierailuja nuorille
- luennot ja kesä/tutkijakoulut/leirit lukiolaisille
- yrittäjyyskurssit (*Aalto-yliopisto Junior*)
- kärkikurssit (*Aalto-yliopisto Junior*)
- Lukustartti-tapahtuma lukuloman aloittaville lukiolaisille (*Oulun yliopiston LUMA-keskus*)
- työelämään tutustumisjaksot ja kesätyömahdollisuudet LUMA-keskuksissa (n. 80 nuorta vuodessa), mm. TeknoTET työelämään tutustumisohjelma (*LUMA-keskus Pohjanmaa*)
- osallistuminen toisen asteen opiskelijoille suunnattuun JATKOON-päivään LUMA-alojen esittelemiseksi (*Juniversity/Tampereen LUMATE-keskus*)
- uramahdollisuuksia esittelevät asiantuntijavierailut (mm. *Aalto-yliopisto Juniorin* "Scientist in School"-palvelu) ja opiskelijalähettilästoiminta
- Abilab-kurssi ja kurkistuskurssi luonnontieteiden opintoihin lukiolaisille *Skolresursin* järjestämänä.

⁶ Ks. <https://www.luma.fi/sanomat/2020/09/07/tiedekasvatuksen-perusteiden-ohjauskurssi-kaikille/>

⁷ Ks. <https://www.luma.fi/lapsille-nuorille-perheille/korkeakoulujen-luma-opetustarjontaa-lukiolaisille/>

LUMA-keskuksilla on erittäin vahvat yhteydet sekä tieteen ja teknologian tutkimukseen että elinkeinoelämään ja täten erittäin hyviä mahdollisuuksia tutustuttaa nuoria eri tulevaisuuden uravaihtoehtoihin.

Kyselyaineistosta nousi seuraavaa näyttöä siitä, **kuinka non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit tai formaalit (verkko)kurssit ovat tukeneet opiskelijarekrytointia:**

- Noin puolet (6/13) LUMA-keskuksista kertoo heillä olevan tietoa useista yksittäisistä opiskelijoista, jotka ovat osallistuneet LUMA-keskusten toimintaan (mm. leiritoiminta, lukiolaisille suunnatut kurssit) ennen hakeutumista opiskelemaan LUMA-aloja. Tiedettiin, että LUMA-keskusten toimintoihin osallistuneita nuoria on esimerkiksi otettu opiskelemaan suoravalinnan kautta.
- Jyväskylän yliopistossa tehdyssä kyselytutkimuksessa kemian opinnot vuonna 2019 yliopistolla aloittaneista opiskelijoista n. 25 % muisti osallistuneensa LUMA-toimintaan (mm. lukiolaisten verkkokurssit ja vierailut LUMA-keskukseen) ennen opiskelujensa aloittamista.
- Helsingin yliopiston Kemianluokka Gadolinin ensimmäisen vuoden kemian opiskelijoille tehdyn kyselyn mukaan opiskelijat olivat kokeneet tiedeluokkavierailut positiivisina.
- On saatu positiivista palautetta siitä, kuinka osallistuminen eri toimintoihin on mm. innostanut, motivoinut, tarjonnut tukea, sosiaalisia suhteita ja riittävän haasteellisia aktiviteetteja, ja kasvattanut minäpystyvyyttä valmistautuen näin nuoria hakeutumaan opiskelemaan LUMA-aloille.

Lisäksi LUMA-keskukset raportoivat, että harrastetoimintaan osallistuu vuosittain jo vaikiintunutta osallistujakuntaa. **Pitkäaikaisen harrastetoiminnan voidaan odottaa vaikuttavan osallistujien opiskelu- ja uravalintoihin.**

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) oltiin yleisesti sitä mieltä, että LUMA-keskus Suomi verkoston sekä non-formaali toiminta että kurssitarjonta ovat monipuolisia ja että laadukkaita materiaaleja ja lainattavia välineitä on tarjolla runsaasti. Mainittiin myös, että toiminta on saanut paljon positiivista palautetta ympäri Suomea.

3.3.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kaudella 2017-2020 tarjottiin runsaasti non-formaaleja tiedekasvatusaktiviteetteja ja verkkokursseja sekä muita kursseja. Aineiston analyysin perusteella yksi selkeä jatkokehittämiskohde on **verkkokurssien ja -aktiviteettien vielä systemaattisempi tuottaminen ja valtakunnallinen jakaminen**. Tulisi varmistaa, että kaikki tarjonta löytyy yhteisiltä verkko-

sivuilta VirtuaaliLUMA -materiaalipankista⁸. LUMA-keskukset kokivat myös tärkeäksi viimeistellä COVID-19 pandemian vauhdittamana tuotettua verkkomateriaalia. Lisäksi nähtiin tärkeäksi tunnistaa uusien sisältöjen kehittämistarpeita etenkin lasten ja nuorten kiinnostuksen pohjalta.

Kyselyn vastauksissa yhdeksi merkittävimmistä haasteista nousi lasten ja nuorten **vielä laajempi tavoittaminen keskuksen alueella (9/13)**. Erityisesti yläkoululaisten ja lukiolais-ten/toisen asteen opiskelijoiden parempi tavoittaminen koettiin tärkeäksi (4/13). Pitäisi myös huolehtia, että kerhoilla ja leireillä on edustettuna eritaustaisia lapsia ja nuoria, ei esimerkiksi vain yliopistotyöntekijöiden lapsia. Mainittiin, että toimintaa pitäisi tehdä vielä tunnetummaksi mainostamalla ja markkinoimalla sitä aktiivisesti. On tärkeää myös huomioida yhteinen viestintäsuunnitelma alueellista viestintää toteutettaessa.

Aineiston perusteella tarvetta näyttäisi myös olevan erilaisten mallien edelleenkehittämiseen ja jakamiseen siitä, **kuinka non-formaalien aktiviteettien ohjaajia koulutetaan, värvätään, tuetaan ja heidän työtään kompensoidaan** (mm. palkka/apurahat, opintopisteet, työajan allokointi). Esimerkiksi yhteistä Tiedekasvatuksen verkkokurssia voitaisiin vielä hyödyntää paremmin kaikissa LUMA-keskuksissa. Kyselyssä lähes puolet (5/13) LUMA-keskuksista mainitsivat yhdeksi merkittävimmistä haasteista tällä osa-alueella ohjaajien rekrytoinnin ja pysyvyyden. Lisäksi koettiin haasteelliseksi rekrytoida apuhenkilöitä eri tapahtumiin. Ohjaajien rekrytointia kerrottiin vaikeuttavan myös se, jos keskuksen alueella ei ollut opettajankoulutusta tarjoava yliopistoa. Myös kehittämisspäivillä (1.10.2020) kommentointiin, että ohjaajien rekrytointi ja resursointi vaatii jatkuvia ponnisteluja LUMA-keskuksilta. Opettajien peruskoulutuksen integroiminen osaksi LUMA-toimintaa tukee tätä työtä. Teknillisillä yliopistoilla näitä mahdollisuuksia on vähemmän.

Lyhyet rahoituskaudet mainittiin kyselyvastauksissa pitkäjänteisen työskentelyn vaikeuttajana (4/13). Lisäksi dokumenttien analyysissä nousi esiin seuraavia yksittäisiä kehittämiskohteita:

- toiminnan järjestäminen eri kotimaisilla kielillä
- riittävien osallistujamäärien saaminen maksullisiin aktiviteetteihin
- työelämään tutustumisjaksojen (TET) aiempaa systemaattisempi organisointi
- asiantuntijapankin ja asiantuntijavierailujen edelleenkehittäminen (mm. työajan allokoiminen, palkkiot)
- selkeämmän polun luominen eri vaatavuustasoisten tiedekerhojen välille
- monipuolisen toiminnan pirstaleisuus ja vaikeudet koordinaatiossa
- yhtenäisen tiedekasvatusstrategian puuttuminen yliopistolla
- toiminnan prosessien kehittäminen.

⁸ Ks. <https://www.luma.fi/virtuaaliluma/>

Kyselyaineiston perusteella tarvetta on myös **toiminnan selkeämmälle kytkemiselle opiskelijarekrytointiin**. Toivottiin systemaattista, moniulotteista ja pitkäaikaista vaikuttavuustutkimusta, jolla arvioitaisiin niin määrällisesti kuin laadullisesti LUMA-keskusten toimintojen suoria ja epäsuoria yhteyksiä opiskelijarekrytointiin. Joitakin tutkimuksia on käynnissä, mutta koettiin tärkeänä kirkastaa, kuinka mitata tämänkaltaista vaikuttavuutta parhaalla mahdollisella tavalla. Tämänkaltaiseen tutkimustyöhön voitaisiin tunnistaa resursseja tulevaisuudessa (ks. myös 3.4).

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä keskusteltiin siitä, kuinka kansainvälisissä tutkimuksissa on tunnistettu tarve erityisesti suomalaisten poikien osaamisen tukemiseen. Keskusteluissa nostettiin esille sitä, kuinka olisi **tärkeää huomioida erilaiset haasteet tyttöjen ja poikien kohdalla**; tyttöjen oppimistulokset ovat poikia korkeampia, mutta heitä ei välttämättä kiinnosta LUMA-alat. Poikien minäpystyvyys on taas vahvempi. Muistutettiin, että on myös tärkeää huomioida ala- ja aihekohtaiset sukupuolierot (mm. tekniikka tai biologia) kiinnostavuudessa ja osaamisessa. On tärkeää jatkaa jo tehtyjä toimenpiteitä ja tutkimusta aiheeseen liittyen myös tulevaisuudessa. Tämän osa-alueen toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 etenkin osana tavoitetta 3. *“Lisätään lasten, nuorten ja perheiden vapaa-ajan LUMA-toiminnan kattavuutta ja vaikuttavuutta vahvistamalla virtuaalista tarjontaa”*.

3.4 “LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvä tutkimus tuo arvokasta tietoa mm. toiminnan kehittämiseksi ja alojen vetovoimaisuuden lisäämiseksi.”

3.4.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Sekä itsearviointiraporteista että kyselyaineistosta nousi esille useita tapoja, joilla toimintakaudella 2017-2020 edistettiin LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvää tutkimusta:

1. **Toimittiin osana LUMA-tutkimusta tekeviä tutkimusryhmiä** (esim. Oulun yliopiston nuorten opintopolkuja kartoittava AVAIN-tutkimusryhmä).
2. **Luotiin uusia tutkimusryhmiä**: Tampereen yliopistoon perustettiin vuonna 2018 LUMATE-tutkimusryhmä. *Helsingin yliopiston tiedekasvatustieteiden keskuksessa* perustettiin vuonna 2020 LUMA Science Helsinki tutkimusryhmä. Sille asetettiin monitieteinen ohjausryhmä. Tutkimusryhmään rekrytoitiin tohtorikoulutettavia ja tutkimusavustajia.

3. **Luotiin uusia professuureja:** Tutkimusta vauhditti mm. teknologiakasvatuksen professuuri (*Aalto-yliopisto Junior*) ja luonnontieteiden tiedekasvatuksen professuuri (*Helsingin yliopiston tiedekasvatuskampus*).
4. **Perustettiin kansallinen ja kansainvälinen LUMAT Science Research Forum** (syksyllä 2019) tukemaan tutkimusyhteistyötä. Foorumilla on oma ohjausryhmä. Toiminta koostuu kesäkouluista, kansainvälisestä symposiumista ja kuukausittaisista kansallisista tutkimusseminaareista. Foorumin yhteydessä toimitetaan myös kansainvälisiä tutkimusaikakauslehtiä (LUMAT ja LUMAT-B).
5. **Luotiin tutkimuskumppanuuksia:** LUMA-keskusten ulkopuolella tehtävää tutkimusta kytkettiin LUMA-keskus Suomi verkostoon mm. tarjoamalla aineistonkeru-, väitöstyö-, post doc tutkimus- ja opinnäytetyömahdollisuuksia sekä opettajan koulutuslaitoksella että muissa laitoksissa/tiedekunnissa. Nähtiin, että tutkimusyhteistyö ei vaadi välttämättä esim. sitä, että toimitaan itse ohjaajana. Dataa kerättiin myös esimerkiksi kaupungin kanssa yhteistyössä tehdyissä aktiviteeteista. Kommentoitiin, että LUMA-aktiviteetteihin osallistuu runsaasti lapsia ja nuoria, mikä tarjoaa hyviä mahdollisuuksia tutkimukselle. Myös useat tiedeluokat (esim. Kemianluokka Gadolin), toimivat kehittämis- ja tutkimusyhteistyöympäristöinä ja tutkimus on liitetty opettajien peruskoulutukseen.

Lisäksi tuettiin LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvää tutkimusta seuraavilla tavoilla:

- Laadittiin yhteisiä ja LUMA-keskuskohtaisia tutkimus- ja kehittämisstrategioita/linjauksia⁹.
- Hyödynnettiin tutkimusasantuntijuutta (mm. professorijäseniä) LUMA-keskusten ohjausryhmätyöskentelyssä.
- Yhdistettiin kehittämis- ja tutkimustyötä soveltamalla kehittämistutkimuksen lähestymistapoja.
- Haettiin aktiivisesti tutkimusrahoituksia.
- Tuotettiin tutkimusjulkaisuja (n. 50 per vuosi¹⁰).
- Tehtiin ja esiteltiin tutkimusta osana eri hankkeita (mm. LUMA Suomi -kehittämisohjelman osana tuotettiin 80 julkaisua ja 10 väitöskirjaa, ks. Aksela & Lehto, 2019).
- Tarjottiin tutkimusavustajan paikkoja ja maksettiin pieniä apurahoja opinnäytetyöskentelyyn.
- Tutkijatohtoreita on ollut palkattuna osa-aikaisesti LUMA-keskuksissa, jolloin he ovat voineet yhdistää LUMA-toimintaa ja omaa tutkimustaan.

⁹ Ks. https://www.luma.fi/wp-content/uploads/2019/03/LUMA_TK_linjaukset_2018-06.pdf

¹⁰ Ks. <https://www.luma.fi/keskus/julkaisuja/>

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) todettiin, että kaudella 2017-2020 on tehty hyvä pohjatyö tutkimustoiminnan vakiinnuttamisessa. Pidettiin tärkeänä, että tutkimus yliopistojen yhtenä ydintehtävistä on sisäänrakennettuna verkoston toiminnassa. Taulukko 3 kokoaa sekä itsearviointidokumenttien että kyselyvastausten pohjalta tutkimuksia, jotka ovat toimineet toiminnan kehittämisen (tutkimusperäinen kehittämistyö) ja alojen vetovoimaisuuden lisäämisen tukena (ks. myös Aksela, Lundell & Ikävalko, 2020).

TAULUKKO 3. Toiminnan kehittämisen ja alojen vetovoimaisuuden lisäämiseksi tehtyä tutkimusta

LUMA-keskus:	Tutkimus ja sen hyödyntäminen
Aalto-yliopisto Junior	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkimus STEAM-sisältöihin liittyen (esim. Ruuth, 2020) on osoittanut demokraattisen monialaisuuden tärkeyden STEAM-opetuksessa. Tutkimustietoa on sovellettu ilmiöläh- töisen pedagogiikan ja eri alojen Junior-koordinaattorien välisen yhteistyön kehittä- misessä. - Väitöstutkimusta (Ikävalko, 2017; HY) mielekkäiden toiminnallisten opintokäyntien jär- jestämisestä non-formaaliin yliopiston oppimisympäristöön on hyödynnetty kehittä- mistyön teoreettisena pohjana ja manuaalina. Tutkimuspohjaisen kehittämisen vaikut- tavuudesta kertoo, että vierailijamäärät ovat nousseet kahdessa vuodessa 4000 vieraas- ta 20 000 kävijään. - LUMA-keskuksen ohjelmointileireillä on kerätty tutkimusaineistoa. Lisäksi on kerätty taustatietoja yliopistovierailuista ennen yliopisto-opintojen alkua.
Helsingin yli- opiston tiede- kasvatukseen	<ul style="list-style-type: none"> - Helsingin yliopiston tiedekasvatustoiminnassa on vuodesta 2003 lähtien tutkittu ja ke- hitetty uusia ratkaisuja ja pedagogisia malleja matematiikan ja luonnontieteiden tiede- kasvatuksen (formaali, non-formaali ja informaali) tueksi (ks. Aksela, Oikkonen & Halon- en, 2018). Kuusi tiedeluokkaa on toiminut kehittämis- ja tutkimusympäristöinä. - Tutkimus on kytkeyty opettajien peruskoulutuksen opinnäytetöihin ja jatko-opis- keluun (noin 15 väitöskirjaa valmistunut; ks. Aksela & Vihma, 2015; Aksela, Pernaa & Blomgren, 2018) sekä niitä on hyödynnetty toiminnan kehittämisessä (ks. myös Akse- la, 2019). - Tutkittiin opettajien minäpystyvyyttä opettaa ilmastonmuutos- ja kestävyysteemaa (esim. Herranen & Aksela). Tutkimusta voidaan hyödyntää opettajien täydennyskoulu- tuksen kehittämisessä. - Tehtiin tutkimusta non-formaaleista oppimisympäristöistä (esim. Halonen & Aksela, 2018) ja StarT-toimintaan liittyen (esim. Aksela & Haatainen, 2018).
Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkittiin sukupuolittuneiden jatkokoulutus- ja uravalintojen taustatekijöitä (Ikonen, 2020). Fokuksessa on ollut mm. minäpystyvyyksikäsitusten kohentamisen ja sukupuoli- sidonnaisten mielikuvien lieventämisen merkitys. Tutkimus osoitti, että LUMA-aineiden opettajilla on heikot valmiudet ehkäistä sukupuolenmukaista segregaatiota. Tutkimuk- sen pohjalta on tuotettu verkkokurssi ja -materiaalia segregaatioilmiön ymmärtämisek- si ja ehkäisemiseksi. - Lisäksi on tutkimusperustaisesti kehitetty eri fysiikan aihealueiden oppimista tukevia tehtäväkokonaisuuksia, joista on saatu myönteistä palautetta opettajilta ja näyttöä nii- den toimivuudesta (Leinonen ym., 2016; Kesonen ym., 2019). - Lisäksi on perehdytty tutkimuksellisesti argumentointia painottavaan luonnontietei- den kouluopetukseen (Kesonen ym., 2017), sillä argumentoinnin merkitys korostui LUMA-aineiden tavoitteissa vuoden 2014 opetussuunnitelman perusteissa. Tutkimus- työ loi perustan aiheen parissa laadituille koulutuksille ja verkkokurssien sisällöille.

Keski-Pohjanmaan LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tehtiin matematiikan oppimiseen ja opettamiseen liittyviä opinnäytetöitä liittyen esimerkiksi toiminnallisuuteen (Suomela, 2018), murtolukukäsitteen opettamiseen (Mäki & Vihelä, 2019), käsityksiin ja kokemuksiin matematiikasta (Hietämäki, 2020; Toivonen, 2020), tanssillisiin ja kehollisiin harjoituksiin (Oja, 2020) ja sanallisiin tehtäviin (Sipiläinen-Ersta, 2020).
Keski-Suomen LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - On tutkittu LUMA-keskuksen toiminnan vaikutusta koulun ulkopuolella tapahtuvaa oppimisen kiinnostuksen ja motivaation herättäjänä. - On kerätty tutkimusaineistoa tiedeluokkavierailujen yhteydessä. - On tehty opinnäytetöitä StarT-toimintaan liittyen. - Projektioppimisen graduja (Mononen, 2018; Pensasmaa, 2019; Reddy, 2020), liittyen esimerkiksi projektioppimisen arvioinnin tukeen, opettajien käsitteellisen ymmärtämiseen ja opetuksen kohdentamiseen ja opettajaopiskelijoiden haasteisiin, on hyödynnetty opettajien koulutuksessa.
Lounais-Suomen LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tehtiin tutkimuksia lasten ja nuorten asenteista ja käsityksistä tiedettä ja ympäristöä kohtaan. Tuloksia aiotaan hyödyntää LUMA-keskuksen toimintaa kehitettäessä. - Tutkimuksissa on havaittu, että lapsilla ja nuorilla on usein stereotyyppinen näkemys tutkijan työstä. Näitä stereotyyppioita pyritään kumoamaan tutustuttamalla lapsia ja nuoria tutkijan työhön ja tiedetoimintoihin. Muun muassa syksyllä 2020 aloitetussa Tiedetestaajat -tutkimushankkeessa tutkitaan ja kehitetään koululaisvierailuja yliopistolle ja tutkijavierailuja kouluille ja tutustutaan tutkimustyöhön myös videoyhteyksin. Tarkoituksena on luoda malli, jota voidaan hyödyntää lasten tiedekasvatuksen ja koulu-yliopistoyhteistyön lisäämiseksi. Tutkimuksessa on mukana myös Jyväskylän yliopisto ja Jyväskylän Kesäyliopisto. - Tehtiin opinnäytetöitä alakoulun maasto-opetukseen (Puutio, 2017) ja tiedesynttäreiden (Koivusalo, 2019) kehittämiseen liittyen.
Skolresurs	<ul style="list-style-type: none"> - On tutkittu esimerkiksi LUMA-aineiden oppimista monitieteellisyyden (Brasken ym. 2019), yrittäjyyskasvatuksen (Elo & Kurtén, 2020) ja varhaiskasvatuksen (Henriksson, 2018; 2019) näkökulmista. - Skolresurs toimii yhteistyössä Åbo Akademin kasvatustieteiden tiedekunnan kanssa (ÅÅ FPV), jossa tehdään aiheeseen liittyvää tutkimusta.
LUMA-keskus Lappi	<ul style="list-style-type: none"> - Tehtiin tiedekasvatuksen työpajoihin ja LUMA-toimintaan liittyviä opinnäytetöitä (esim. Kinni & Muotka, 2019) - On tehty tutkimusta liittyen alakouluikäisten oppijoiden algebralliseen ajatteluun (ns. "early algebra") ja kehitetty sen pohjalta oppimateriaalia (ks. Muotka, 2019; Partanen & Tolvanen, 2019). Kertynyttä osaamista ja aineistoa voidaan hyödyntää opetussuunnitelmatyössä.
LUMA-keskus Saimaa	<ul style="list-style-type: none"> - Kehitettiin kyselyä tiede- ja teknologiakasvatustoimenpiteiden vaikuttavuuden arvioimiseksi ja seuraamiseksi (ks. Naukkarinen & Koikkalainen, 2020). - Hyödynnettiin tutkimusta tyttöjen teknologiasuuntautuneisuudesta lukiolaiskurssin kehittämisen tukena (ks. Naukkarinen, Kuisma & Järvisalo, 2019). - Tutkittiin nuorison teknologiakäsityksiä ja niissä ilmeneviä sukupuolieroja (ks. Naukkarinen & Niemelä, 2020). Tutkimus on osoittanut, että on kannattavaa suunnata toimintaa myös yhdelle sukupuolelle kerrallaan (erityisesti tytöt ja tekniikka). Pelkästään LUMA-aineiden merkityksen korostamisen lisäksi tytöille on tarjottava konkreettisia kokemuksia teknologian käytöstä ja merkityksestä yhteiskunnassa. (Ks. Naukkarinen & Ikonen, 2018.)

Oulun yliopiston LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - On tehty tutkimusta lukion ainevalintojen merkityksestä ja koulutuspoluista jatko-opintoihin sijoituttaessa (ks. esim. Kaleva ym., 2019). Tutkimustulosten perusteella matematiikan, kemian ja fysiikan osaamisen tarve on huomattava yliopisto-opinnoissa ja huomattavan suuri osuus etenkin pitkän matematiikan kirjoittajista jatkaa opintojaan yliopistossa. Tutkimustyö on vaikuttanut yliopistojen opiskelijavalinnan uudistukseen (ks. esim. Venäläinen ym., 2020). Tutkimusta on myös hyödynnetty opiskelijoiden tukemisessa heidän valinnoissaan. - Tutkimusta pitkän matematiikan suosion nousuun vaikuttavista tekijöistä voidaan hyödyntää opetus suunnitelmatyössä. Se on myös vaikuttanut matemaattisten aineiden merkityksestä käytävään yhteiskunnalliseen keskusteluun. - Tutkimusta LUMA-alojen sukupuolittuneisuudesta on hyödynnetty viestinnässä. Esimerkiksi tutkimustuloksia tasa-arvosta STEAM-oppimisessa on hyödynnetty alan houkuttavuuden lisäämisessä erityisesti tyttöjen keskuudessa. - Tutkimusta lasten, nuorten ja opetushenkilöstön ilmastoasenteista on hyödynnetty ilmastokasvatuksen suunnittelussa.
Päijät-Hämeen LUMA-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkittiin 9. luokkalaisten näkemyksiä tiedeluokkavierailuihin liittyen (Lampiselkä, 2020). Fokuksena oli tiedeluokkavierailujen vaikutus kiinnostuksen lisääntymiseen LUMA-aineita kohtaan, ajattelun taitojen kehittymiseen, tulevaisuuden opintovalintoihin ja LUMA-aloille työllistymismahdollisuuksiin. - Tutkimus LUMA-aineiden kiinnostavuudesta antaa viitteitä siitä, että vaikka LUMA-aineet koetaan kohtuullisen kiinnostaviksi, LUMA-ammattit houkuttelevat vähemmän. Tähän haasteeseen voitaisiin vastata esimerkiksi laajentamalla ja syventämällä TET-toimintaa LUMA-aloilla ja tekemällä näin LUMA-ammattiteja tutuksi ja voimistamalla LUMA-alojen relevanssia oppijoille.
Juniversity / Tampereen LUMATE-keskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkimusta projektioppimisesta matematiikassa (mm. Viro & Joutsenlahti, 2018a; 2018b) on hyödynnetty StarT-toiminnassa ja LUMA2020 hankkeen kehittämistyössä. - Kehittämistutkimuksena on luotu ja toteutettu matematiikan kertauskurssi yläkoulun oppimäärästä (ks. Lähteenmäki, 2019; Hamdi, 2020).

3.4.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kaudella 2017-2020 edistettiin tavoitteiden mukaisesti LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvä tutkimusta. Aineiston analyysin pohjalta ja tulevan kauden tavoitteiden mukaisesti **tutkimusyhteistyötä LUMA-keskusten kesken olisi hyvä tulevaisuudessa tiivistää**, mm. määrittämällä yhteisiä tutkimusteemoja ja esittelemällä eri keskusten tutkimustuloksia verkostossa. Toivottiin myös, että opinnäytetöiden tekoon liittyviä käytänteitä (esim. aiheiden valinta, opinnäytetyöntekijöiden rekrytointi ja innostaminen, töiden esittely ja jakaminen) jaettaisiin. LUMA-keskus Suomi -verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin, että yhteistyötä on tarkoitus lisätä tulevan kauden tavoitteiden mukaisesti muun muassa siten, että LUMAT Science Research Forumin ohjausryhmä ehdottaa teemoja ja toimintamalleja, joihin integroida tutkimusta. Tutkimustyötä voidaan tehdä sekä kansallisessa yhteistyössä että tutkimustehtäviä voidaan jakaa eri LUMA-keskuksille niiden resurssien ja asiantuntemuksen mukaan. Kyselyvastauksissa mainittiin, että toimijoiden kokoaminen yhteen ja tutkimustyöryhmän toiminnan vakiinnuttaminen vaatii vielä ponnisteluja. Lisäksi toivottiin, että keskustelut yliopistojen välisistä tutkimushankkeista etenisivät toiminnan tasolle.

Aineistosta tuli myös esille, että LUMAT-lehdessä julkaistun **tutkimuksen näkyvyyttä ollaan kehittämässä** indeksointipalveluiden (Web of Science) kautta ja saamalla lehdelle "impact factor". Lisäksi ehdotettiin, että LUMA-tutkimusta voitaisiin tuoda enemmän näkyville eri julkaisufoorumeilla. Näitä ovat esimerkiksi Suomen Matematiikan ja luonnon-tieteiden tutkimusseura MALU¹¹, jonka kanssa LUMA-Suomi verkostolla on jo yhteistyösopimus, samoin kuin Ainedidaktiikan julkaisufoorumi¹². LUMAT-seminaareista voitaisiin myös viestiä enemmän opettajille.

Useat LUMA-keskukset näkivät myös tarpeellisena, että **vaikuttavuuden tutkimusta tehtäisiin vielä systemaattisemmin ja pitkällä aikavälillä** seuraavalla kaudella. Kommentoitiin, että tutkimuksellista näyttöä vaikuttavuudesta tulisi kerätä pitkäaikaisseurannoilla (esim. nuorten asenteiden kehittyminen). Nähtiin kuitenkin haasteellisena luoda jatkuvuutta ja laajempaa vaikuttavuutta kestoltaan rajallisissa tutkimushankkeissa ja LUMA-keskuksen ulkopuolisten tutkijoiden kanssa tehdyssä tutkimuksessa. Tutkimusyhteistyössä muiden tahojen kanssa haasteena nähtiin olevan myös se, mikä raportoidaan LUMA-keskusten toimintaan liittyväksi tutkimukseksi.

Nähtiin että tulevalla kaudella pitäisi vahvistaa edelleen **tutkimuspohjaista kehittämistä**. Toivottiin enemmän tutkimusnäkökulmia, jotka tukevat suoraan LUMA-toiminnan kehittämistä sekä selkeämpää raportointia siitä, kuinka tutkimustuloksia on hyödynnetty kehitystyössä. Ehdotettiin myös, että tutkimustuloksia voitaisiin hyödyntää entistä vahvemmin eräänlaisena täydennyskoulutuksena LUMA-keskuksen työntekijöille. Näin vahvistetaan LUMA-keskusten henkilöiden tutkimuspohjaista asiantuntijuutta. **Kehittämistutkimus -lähestymistapaa** pidettiin erinomaisena keinona tutkimuksen (tutkimusaineisto) ja kehittämistyön (palautteenkeruu) yhdistämisessä. Toisaalta kyselyaineistossa nousi esille tarve vahvemmalle kehittämistutkimuksen asiantuntijuudelle omassa yliopistossa. Kommentoitiin myös, että niissä LUMA-keskuksissa, joilla ei ole vahvaa yhteyttä opettajankoulutuslaitokseen koettiin haasteellisempänä tehdä tutkimusta didaktisesta/pedagogisesta näkökulmasta.

Nostettiin myös esille, että olisi tärkeää tutkia **lasten ja nuorten LUMA-kiinnostuksen vähenemistä ja sitä, kuinka saada riittävästi LUMA-alan osaajia** tulevaisuudessa sekä Suomeen että muualle Eurooppaan. Koettiin myös tärkeäksi nostaa **uusia tutkimuskysymyksiä etenkin virtuaalisen tarjonnan lisäämiseen liittyen**. Esimerkiksi:

- Mitkä ovat virtuaalisten toimintamuotojen vahvuudet ja heikkoudet?
- Kuinka eri toimintamuodot (virtuaalinen/fyysinen) vaikuttavat opettamisen ja oppimisen prosesseihin ja tuloksiin?

¹¹ Ks. <http://www.protsv.fi/mlseura/>

¹² Ks. <https://events.tuni.fi/ad-2020/>

Kyselyssä suurin osa (8/13) vastaajista nosti yhdeksi **merkittävimmistä haasteista rajalliset resurssit tutkimuksen tekoon**. Sama haaste nousi esiin myös itsearviointiraporteissa. Todettiin, että koska LUMA-keskusten valtakunnallisen tehtävän perusrahoitus ei sisällä tutkimusresursseja, niitä on hankittava muilla tavoin. On tärkeää jatkaa keskusteluja tutkimusohjelman käynnistämisestä esimerkiksi Suomen Akatemian ja opetus- ja kulttuuriministeriön kanssa. Tutkimusrahoituksen hankkimista pidettiin haasteellisena: Rahoitushaut vievät aikaa ja ovat työläitä. **Toivottiin, että projektirahoituksen lisäksi LUMA-keskuksen toiminnalle saataisiin kattava perusrahoitus, joka mahdollistaa myös tutkimuksen**. Lisäresursseja kaivattiin esimerkiksi tutkimuksen (opinnäytetyöt, väitökset) ohjaamiseen. Mainittiin, että nykyisellään on haasteellista sisältää monipuolisiin työtehtäviin tutkimusta ja löytää tasapaino tutkimustyön ja oppimisyhteisöjen kanssa tehtävän käytännöntyön välillä. Toisaalta muistutettiin, että LUMA-keskukset eivät ole tutkimusyksiköitä, vaikka tutkimuksen tekoon osallistutaan.

Tämän osa-alueen toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 sekä osana tavoitetta 2. *“Vahvistetaan yliopistojen keskinäistä yhteistyötä kehittämällä LUMA-aineiden opettajankoulutuksen, opetuksen tutkimuksen ja kehittämisen foorumia”* että tavoitetta 4. *“Vahvistetaan kansainvälistä akateemista tutkimus- ja kehittämis- sekä perus- ja jatkokoulutusyhteistyötä.*

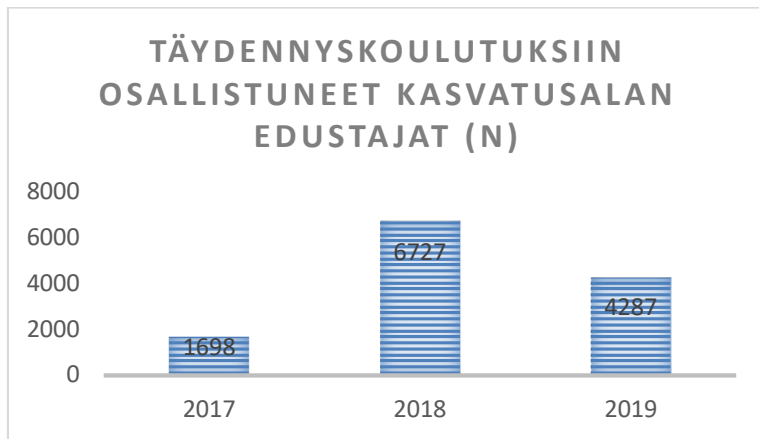
3.5 ”LUMA-keskus Suomen ja sen taustayliopistojen koulutustoiminta kehittää LUMA-aineita opettavien opettajien ammatillista osaamista ehyenä jatkumona.”

3.5.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Kauden 2017-2020 tavoitteena oli tavoittaa vuoteen 2020 mennessä 5000 kentällä työskentelevää opettajaa. Kuvio 4. kokoa osallistujamäärät kasvatusta- ja opetusalan henkilöstölle tarkoitettuihin täydennyskoulutuksiin valtakunnallisesti vuosina 2017-2019. Vuonna 2017 fokus oli vielä toiminnan suunnittelussa, mutta vuonna 2018 osallistujia oli peräti 6727. Korkeakoulujen opiskelijoille tarjottua opetusta ei koottu yhteen vuonna 2017 mutta vuonna 2018 raportoitiin 858 ja vuonna 2019 340 opiskelijan osallistuminen koulutuksiin.

Kansallisen LUMA-keskus Suomi -verkoston päätapahtuma opettajille on vuosittain valtakunnalliset LUMA-päivät, jolle osallistuu satoja opettajia, tulevia opettajia ja verkoston yhteistyötahoja sekä Suomesta että ulkomailta. Päivät suunnitellaan yhdessä, ja ne järjestetään eri yliopistoissa (Ks. Aksela, Lundell & Ikävalko, 2020). Niitä on järjestetty vuodesta 2004 lähtien.

Aineistosta käy ilmi, että LUMA-keskukset tekevät runsaasti **keskinäistä yhteistyötä opettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämisessä ja tarjoamisessa**. Koulutusta



KUVIO 4 Osallistujamäärät kasvatus- ja opetusalan henkilöstölle tarkoitettuihin täydennyskoulutuksiin valtakunnallisesti vuosina 2017-2019 (lähde: toimintakertomukset).

kehitettiin ja tarjottiin erityisesti osana eri ohjelmia: mm. Opettajankoulutusfoorumi, LUMA SUOMI ja sen osahanke Koulutuksesta kouluun, LUMATIKKA, LUMA2020 (LUMA2020 ohjelmasta ks. Aksela & Kiviluoto, 2020). Nämä rahoitukset nähtiin välttämättömiksi toiminnan laajentamiseksi. Toisaalta valtakunnallisen tehtävän rahoituksella voitiin tehdä myös eri ohjelmia näkyväksi osaksi LUMA-kokonaisuutta.

LUMA-keskus Suomi verkosto tarjoaa eri LUMA-keskuksissa kehitettyjä ja järjestettyjä verkkokoulutuksia valtakunnallisesti. **Tarjolla on yli 30 verkkokurssia opettajille**¹³. Lisäksi on tarjottu kursseja osana koulutusmyyntiä. Myös etenkin opiskelijoille suunnattu modulaarinen ohjaajaksi valmistava koko LUMA-keskus Suomi –verkoston yhteinen Tiedekasvatuksen verkkokurssi on tarjolla valtakunnallisesti. Kurssi on pakollinen osa Helsingin yliopiston matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajankoulutusta ja vapaaehtoinen kurssi muille opiskelijoille, esimerkiksi luokanopettajakoulutuksessa. Se on myös sisällytetty osaksi Helsingin yliopiston avoimen yliopiston tarjontaa. Kurssi on lisäksi tarjolla esimerkiksi Lappeenrannan-Lahden teknillisen yliopiston (LUT) opinto-oppaassa.

Kurskien lisäksi LUMA-keskukset raportoivat tarjonneensa sekä opettajaopiskelijoille että opettajille

- runsaasti kouluttautumismahdollisuuksia, mm.
 - työpajoja/"pedakahviloita"/"pedagogisia iltoja", työvälineisiin perehdytyksiä/käyttökoulutuksia
 - luentoja/webinaareja

¹³ Ks. <https://www.luma.fi/opettajille/ammattillisen-kehittymisen-tuki/>

Tulokset

- kehittämispäiviä/opettajapäiviä/koulutusiltoapäiviä
- monipuolisia online materiaaleja ja materiaalipankkeja, mm.
 - videomateriaaleja
 - tiedekasvatusmateriaaleja eri oppiasteille
 - työohjeita ja materiaaleja tiedeluokkavierailuihin.

Koulutusten **kehittämisessä ja tarjoamisessa hyödynnettiin erilaisia verkostoja ja yhteistyökumppaneita** (mm. Innokas- ja LUKEMA -verkostot, kunnat, AVI, MAOL, MLTK, BMOL ry., Kehittämiskeskus Opinkirjo). Esimerkiksi:

- *Lounais-Suomen LUMA-keskus* osallistui aineenopettajan koulutukseen valinnan ja koulutuksen tarjonnan kehittämiseen MALU-työryhmän jäsenenä.
- *Keski-Suomen LUMA-keskus* on järjestänyt kesäisin opettajien LUMA-klubi täydennyskoulutuspäivän yhteistyössä kemian laitoksen kanssa. Vuonna 2018 kaikki LUMA-aineet kattava LUMA-klubi järjestettiin yhteistyössä Jyväskylän yliopiston Normaali-koulun, matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan ja Keski-Suomen MAOL ry:n kanssa.
- *Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus* on järjestänyt yhteistyössä elinkeinoelämän etujärjestöjen kanssa avoimia täydennyskoulutuksia ja yleisöluentoiltoja aiheesta LUMA-aineet yhteiskunnassa (osa LUMA2020-ohjelmaa)¹⁴. Luennot myös videoitiin ja jaettiin YouTubessa.

Erityisesti yritys yhteistyön nähtiin lisäävän koulutusten työelämärelevanssia.

Niissä LUMA-keskuksissa, joiden taustayliopistot vastaavat alueen opettajankoulutuksesta, **opettajan perus- ja täydennyskoulutus on integroitu pääosin tiiviisti osaksi LUMA-keskuksen toimintaa**. Vaihtelua on kuitenkin **pääaineittain** ja asteittain. Yhteistyötä tehdään varhaiskasvatuksen, luokanopettaja- ja aineenopettajakoulutuksen kanssa. Esimerkiksi:

- *Keski-Pohjanmaan LUMA-keskus* raportoi, että Kokkolan yliopistokeskuksen aikuis-koulutuksen opiskelijoiden opintoihin on hyväksytty erittäin joustavasti LUMA-keskusten luomia verkkokoulutussisältöjä.
- *Keski-Suomen LUMA-keskuksessa* tarjottiin opettajille mahdollisuutta suorittaa Jyväskylän yliopiston maisterivaiheen aineenopettajille suunnattuja kursseja täydennyskoulutuksena.

¹⁴ Ks. <https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/luma-aineet-yhteiskunnassa>

- *Helsingin yliopiston tiedekasvatustietokeskus* raportoi, että yhteistyötä laajennettiin tällä kaudella myös humanististen alojen aineenopettajankoulutuksen kanssa. Keskuksessa yhdistettiin myös tiedeluokkatoimintaa opettajankoulutukseen esimerkiksi ”Maantieteen didaktiikkaa käytännössä” -kurssilla. Lisäksi on tehty verkkokursseja kuten ”Kemia tieteenä ja yhteiskunnassa”.
- Useat LUMA-keskukset raportoivat, että heidän välineistönsä on opettajaopiskelijoiden käytössä.

LUMA-keskukset tarjoavat räätälöityjä koulutuksia ja tukea alueensa opettajille. Esimerkiksi:

- *Keski-Suomen LUMA-keskus* raportoi, kuinka heidät tunnetaan toimijana, joka tarjoaa räätälöityjä täydennyskoulutuksia kouluille. Viime aikoina koulutuksia on pyydetty esimerkiksi monialaiseen oppimiseen ja projektioppimiseen liittyen.
- *LUMA-keskus Lappi* raportoi tekevänsä paljon opettajakeskeistä, henkilökohtaista ja koulukohtaista kehittämistyötä opettajien kanssa. Kehittämisyhteistyön kuvattiin toimivan molemminpuolisena oppimisena.
- *LUMA-keskus Pohjanmaa* kuvaa tarjoamiansa täydennyskoulutus- ja tukitoimia (mm. Ideapaja-iltoja) vapaiksi, avoimiksi ja helposti lähestyttäviksi. He kertovat onnistuneensa alueellisten koulutustarpeiden kartoittamisessa ja siihen vastaamisessa.
- *Päijät-Hämeen LUMA-keskus* kertoo valitsevansa tarjoamansa paikalliset täydennyskoulutukset opettajien kiinnostuksen mukaan. Kaudella 2017-2020 on tarjottu esimerkiksi matematiikkaan ja koodaukseen liittyvää koulutusta.

Kaudella tuettiin yhteistyötä opettajankouluttajien, opettajaopiskelijoiden, opettajien ja oppilasryhmien kesken integroimalla koulutustoimintaa oppimisyhteisöjen arkeen. Tätä voidaan pitää erinomaisena työssäoppimisen mallina. Opettajaopiskelijat työskentelivät opettajien kanssa esimerkiksi osana StarT-lähettilästoimintaa, osana kerhonojajakoulutusta tai tekemällä kouluilla opetuskokeiluja. Tämä mahdollisti vastavuoroisen oppimisen opettajaopiskelijoiden ja opettajien välillä.

LUMA-keskuksen edustajat tekivät kiinteää yhteistyötä opettajien kanssa oppimiskonaisuuksien (esim. MOK) suunnittelussa ja toteuttamisessa: Esimerkiksi *Lounais-Suomen LUMA-keskuksen MeriHavet* -hankkeessa tarjottiin lähikoulutuksia, joissa opettajat tuottavat ja jakavat materiaaleja keskenään.

Koulutuksia ja tukitoimia suunniteltiin harmoniassa opetussuunnitelmien kanssa. Esimerkiksi *Lounais-Suomen LUMA-keskuksessa* luotiin nykyisten opetussuunnitelmien mukaisia eri oppiaineita integroivien ja eri aineiden opettajien yhteistyötä tukevia oppimiskonaisuuksia opettajien käyttöön.

Myös tiede- ja teknologialuokkatoiminta ja välinelainat on suunniteltu tukemaan opettajien perus- ja täydennyskoulutusta. Tiede- ja teknologialuokkia on hyödynnetty aineenopettajakoulutuksessa (esim. koulukokeellisuuden opintojaksot). *Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskuksen* tiedeluokissa (esim. Kemianluokka Gadolin) toiminta on osa kemian aineenopettajakoulutuksen peruskoulutuksen kurseja ja aineenopettajaopiskelijat ovat toimineet tiedeluokkien ohjaajina (ks. Aksela, Pernaa & Blomgren, 2018). On myös kehitetty jatkuvan oppimisen mallia, jossa opettaja on toiminnallisen opintokäynnin aikaan täydennyskoulutuksessa. Opettajia on myös koulutettu mobiililaboratorioiden käyttöön. Esimerkiksi *Aalto-yliopisto Junior* raportoi suunnitelleensa koululaisryhmien vierailut ja toiminnalliset opintokäynnit siten, että ne tarjoavat myös mukana oleville opettajille oppimismahdollisuuksia.

Eri LUMA-keskusten vahvuusalueet tulivat hyvin esille koulutustarjonnassa (ks. myös Taulukko 1). Helsingin yliopistossa on vuodesta 2003 integroitu LUMA-toiminta opettajakoulutukseen (ks. Aksela, Oikkonen & Halonen, 2018). Esimerkiksi *Aalto-yliopisto Juniorin* vahvuutena on teknologiakasvatus sekä taidetta, tiedettä ja teknologiaa ennakkoluulottomasti yhdistelevät teemat ja design-ajattelu. Keskus on painottanut koulutuksissaan etenkin STEAM-lähestymistapaa (esim. Matharts). STEAM-näkökulma on mukana myös *Oulun yliopiston LUMA-keskuksen* LUMA2020-ohjelmaan liittyvissä täydennyskoulutuksissa ja verkkokurssien sisällöntuotannossa. Oulussa järjestettiin myös opinto-ohjaajille tarkoitettu koulutus, jonka avulla voidaan vaikuttaa nuorten tulevaisuuden valintoihin.

3.5.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kaudella 2017-2020 järjestettiin runsaasti koulutustoimintaa sekä opettajaopiskelijoille että opettajille. Aineiston perusteella yksi merkittävimmistä haasteista, johon tulisi vastata tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä on **opettajien tavoittaminen täydennyskoulutuksiin**. Kyselyssä suurin osa LUMA-keskuksista (10/13) ilmaisi tämän yhdeksi merkittävimmistä haasteistaan koulutustoiminnan järjestämisessä. Työelämässä olevia opettajia on vaikea saada koulutuksiin ja täydennyskoulutustapahtumiin. Erityisen haasteellisenä koettiin ei-aktiivisten opettajien tavoittaminen. Mainittiin, että verkko- ja muissa koulutuksissa oli usein tavoiteltua heikommin osallistujia. Seuraavien seikkojen nähtiin vaikeuttavan opettajien tavoittamista:

- Opettajat ovat usein hyvin kiireisiä työssään.
- Erityisesti pitkät välimatkat vaikeuttavat opettajien osallistumista lähiopetuksena tarjottaviin täydennyskoulutuksiin.

- Opettajilla on ennakkoluuloja virtuaalisen toiminnan hyödyntämisessä kouluttautumisessa.
- Opettajilla kuvattiin olevan negatiivisia asenteita täydennyskoulutuksia kohtaan etenkin, jos he kokivat sen itselleen pakollisena.
- Täydennyskoulutustarjonnasta on kilpailua eri tahojen kanssa.
- On haasteellista päästä mukaan eri paikkakuntien sisäisiin koulutussopimuksiin.

Mainittiin, että myös kouluttajien kiireiset aikataulut rajaavat koulutusten järjestämismahdollisuuksia.

Koettiin, että opettajien laajamittaisemmaksi tavoittamiseksi tulisi **kehittää erityisesti kevyttä ja joustavaa koulutustoimintaa** kuten

- täydennyskoulutuksen tarjoaminen opettajien ja ohjaajien työaikana
- työssäoppiminen/kisällimenetelmä
- oppilasryhmille tarjottavien aktiviteettien ja opettajien täydennyskoulutuksen vielä systemaattisempi yhdistäminen
- virtuaalisten koulutussisältöjen yhä monipuolisempi tarjoaminen
- täydennyskoulutusten videoiminen ja jakaminen verkossa
- koulutuspakettien modularisointi helposti suoritettaviksi kokonaisuuksiksi
- avoimet koulutukset/yleisöluennot ja iltakoulut.

Nähtiin myös tärkeänä, että **tunnistetaan, kehitetään ja tarjotaan koulutuksia, joilla vastataan opettajien konkreettisiin täydennyskoulutustarpeisiin**. Esimerkiksi opettajilta jo kerättyä palautetta tulisi hyödyntää vielä systemaattisemmin koulutusten (jatko) kehittämisessä. Todettiin lisäksi, että on tärkeä tarjota **tukea täydennyskoulutussisältöjen pedagogiseen soveltamiseen**.

Haasteena koettiin toisaalta se, että kaikkia **koulutusmuotoja ei aina hyväksiluetä osaksi opettajien pakollisia suunnittelu- ja koulutustyöpäiviä** (veso-päivät). Lisäksi niissä LUMA-keskuksissa, jotka ovat osa korkeakouluja, joilla ei ole opettajankoulutusta, on vaikeampi järjestää virallista täydennyskoulutusta.

Lisäksi aineistosta nousi esiin tarve **edelleenkehittää malleja opettajaopiskelijoiden osallistamiseen LUMA-toimintaan** esimerkiksi harjoittelujaksojen avulla. Koettiin, että varsinaisten kurssien lisäksi toimintaa voitaisiin "opinnollistaa" niin, että opiskelijoiden toimintaa voitaisiin hyväksilukea osaksi heidän opintojaan. Mainittiin, että LUMA-koulutusten hyväksilukeminen osaksi eri opintoja vaatii koordinoitua.

LUMA-keskusten yhteydet aineenopettajankoulutukseen ovat aineiston perusteella yleisesti vahvempia kuin yhteydet luokanopettajien- ja varhaiskasvatuksen koulutuslinjoille. Raportoitiin, että opettajankoulutuksen eri koulutusohjelmien linkittymisessä

LUMA-toimintaan on eroja: kaikki eivät vielä tunne hyvin LUMA-toimintaa eivätkä ole mukana siinä. LUMA-opettajankoulutusfoorumi on jo toiminut tärkeänä foorumina tiedottamiselle ja keskusteluille mutta tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä olisi tärkeää **vahvistaa yhteyksiä kaikkien oppiasteiden opettajaopiskelijoihin ja opettajiin**. Erityisesti **ammattillisen opettajankoulutuksen kanssa** voitaisiin voimistaa yhteyksiä.

Lisäksi aineistosta nousi esiin seuraavia yksittäisiä koulutustoiminnan kehitysehdotuksia:

- selkeämmät linjaukset ja jatkuvuus täydennyskoulutustoiminnassa
- vielä systemaattisempi yhteistyö eri LUMA-keskusten kesken koulutusten kehittämisessä, tarjoamisessa ja jakamisessa
- yhteistyön laajentaminen eri LUMA-keskusten kesken ruotsinkielisten koulutusten ja materiaalien tuottamisessa ja tarjoamisessa
- maksullisten koulutuspakettien (liiketoiminta) tarjoamisen ja LUMA-keskusten valtakunnallisen tehtävän toteuttamisen rajojen selkeämpi hahmottaminen
- LUMA-keskuksen ja sen yhteydessä olevan korkeakoulun erityisosaamisen vieminen koulutuksen muodossa toimialueen kohderyhmille
- tutkijoiden/tohtorikoulutettavien laajempi aktivointi koulutusten tarjoamisessa
- luotujen verkkokurssien jatkokehittäminen ja ylläpitäminen.

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin siitä, kuinka on tarvetta **kehittää edelleen sekä materiaalien että täydennyskoulutustarjonnan levittämistä**. Tulisi varmistaa, että ne ovat saatavilla LUMA-verkkosivujen lisäksi myös esimerkiksi Avointen oppimateriaalien kirjastosta¹⁵. Tätä koontityötä on jo aloitettu kaudella 2017-2020 ja sitä tullaan jatkamaan seuraavalla kaudella. Keskusteluissa ilmaistiin tosin, että etenkin vanhempien materiaalien tekijänoikeuksien hallinta on haastavaa. Ehdotettiin myös, että tiede- ja teknologiakasvatuksen verkkokurssia voitaisiin tarjota opettajien täydennyskoulutuksena.

Tämän osa-alueen toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 osana tavoitetta 2. *“Vahvistetaan yliopistojen keskinäistä yhteistyötä kehittämällä LUMA-aineiden opettajankoulutuksen, opetuksen tutkimuksen ja kehittämisen foorumia”*. Tavoitteena on kohdistaa huomio jatkuvaan oppimiseen, johon liittyviä malleja kuten yhteissunnittelumallia (co-design) on hyödynnetty ja kehitetty esimerkiksi LUMA2020 ohjelmassa (ks. Aksela, 2019; Aksela & Kiviluoto, 2020).

¹⁵ Ks. <https://aoe.fi>

3.6 ”StarT tukee LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajallakin.”

3.6.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

LUMA-keskus Suomi -verkoston StarT-toimintamallissa¹⁶ tuetaan monialaisten projektien toteuttamista ja ilmiöpohjaista projektioppimista oppimisyhteisöissä sekä hyvien käytänteiden jakamista tiede- ja teknologiatapahtumissa. Toiminnalla tuetaan erityisesti uusien opetussuunnitelmien perusteiden tavoitteiden jalkauttamista. Toimintaa oppimisyhteisössä tukee muun muassa LUMA-keskusten mentorointi, StarT-lähettiläät, virtuaaliset StarT-opehuoneet, StarT-työpajat opettajille LUMA-päivillä ja virtuaaliset verkkokurssit ja materiaalipankki teemoittain. Toimintakertomuksiin koottujen tilastojen perusteella, vuosittain toimintaan osallistui aktiivisesti Suomessa noin

- 100 päiväkotia
- 350 peruskoulua
- 150 lukiota ja 20 ammattikoulua
- 50 kerhoa
- 4100 opettajaa
- 41 800 lasta ja nuorta perheineen.

Lisäksi raportoitiin, että toiminnasta viestittiin aktiivisesti ja se tuli vielä laajemman yleisön tietoisuuteen esimerkiksi osana opettajankoulutusta, materiaalipankin tarjontaa ja eri ohjelmia (esim. LUMA2020, ks. Aksela & Kiviluoto, 2020). StarT-ohjelman 1.6.2017 avautuneilla sivuilla raportoitiin olleen 27 655 käyttäjää, 49 242 istuntoa ja 162 482 sivulatausta 31.11.2020 mennessä. Myös StarTin virtuaalitoiminnot (mm. verkkoäänestys ja kansainvälinen verkkolähetys) ovat tavoittaneet laajasti eri sidosryhmiä. Kansallinen ja kansainvälinen StarT-projektipäällikkö samoin kuin verkkosivuilla jaetut videot ja materiaalit sekä kuukausittaiset StarT -uutiskirjeet ovat tukeneet StarT-toiminnan järjestämistä.

Kaudella 2017-2020 StarT toiminnassa raportoitiin olleen **mukana 50 maata**. StarT-ohjelma sai myös kansainvälisen ”Global Best Awards 2018” -palkinnon parhaana työelämää ja koulutusta yhdistävänä STEM-hankkeena Euroopassa, ja sitä kautta paljon näkyvyyttä. LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) nostettiin esille, että kansainvälistä StarT-yhteistyötä ollaan laajennettu esimerkiksi Afrikan maihin.

¹⁶ Ks. <http://www.start.luma.fi>

Paikallisten StarT-festivaalien sekä kansallisen ja kansainvälisen StarT-gaalan raportoitiin keränneen yli 5000 osallistujaa vuodessa. Kyselyssä enemmistö LUMA-keskuksesta (8/13) mainitsi **hyvät yhteistyöjärjestelyt** yhdeksi merkittävimmistä vahvuuksista StarT-toiminnassaan. StarT -aluefestivaalien osallistujamääriä ja näkyvyyttä lisättiin seuraavin yhteistyömuodoin:

- Luotiin yhteistapahtumia eri yhteistyökumppanien kanssa (mm. First Lego League, Innokas -verkoston robottiturnaus, Tekniikan päivät).
- Järjestettiin festivaalit yhdessä eri LUMA-keskusten kesken (mm. *LUMA-keskus Pohjanmaa & Juniversity/Keski-Pohjanmaan LUMA-keskus, Aalto-yliopisto Junior & Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus*).
- Osallistettiin toimintaan eri sidosryhmiä (mm. yritykset esillä tilaisuudessa, sponso-reita, kaupungin edustus). Yritysten kerrottiin osallistuneen mielellään StarT-festareille.
- Tehtiin yhteistyötä oman korkeakoulun muiden toimijoiden kanssa (mm. OKL).
- Hyödynnettiin paikallista asiantuntijuutta (mm. projektioppisen asiantuntijat, LUMA-alojen edustajat). Asiantuntijoita hyödynnettiin esimerkiksi kilpailun tuomareina. Heidän nähtiin toimivan myös erinomaisina esikuvina lapsille ja nuorille.

Myös virtuaaliset StarT-festarit ja toimintamallit ovat lisänneet StarT-toiminnan osallistujamääriä ja näkyvyyttä. Muita aineistosta nousseita Start-festivaalien onnistumiselle tärkeitä pidettyjä seikkoja ovat:

- Rakennettiin festivaaleja fokusoidummin jonkin tietyn teeman ympärille.
- Kehitettiin uusia konsepteja kuten kansainvälinen StarT SciCruise (*Lounais-Suomen LUMA-keskus & Skolresurs*).
- Maksettiin matkakustannukset projekteja StarT-festareille esittelemään tuleville ryhmille.

Pidettiin tärkeänä, että **toimintaan osallistuu vuodesta toiseen ohjelman hyvin tuntevia aktiivisia yhteistyökouluja ja opettajia**. Toisaalta raportoitiin, että toimintaan saatiin myös mukaan **uusia osallistujia ja entistä enemmän eri oppiasteiden, kuten varhaiskasvatuksen, edustajia**. Esimerkiksi *LUMA-keskus Pohjanmaa* raportoi järjestäneensä "Startti StarT -ohjelmaan" -webinaareja rohkaistakseen ja motivoidakseen opettajia mukaan toimintaan. Nähtiin myös, että StarTista viestiminen suoraan opettajille ja kouluille innosti heitä enemmän mukaan kuin yleinen viestintä. Mainittiin, että erityisesti LUMA2020-ohjelma tarjosi lisäresursseja uusien oppimisyhteisöjen rekrytoimiseen.

Erityisen tärkeänä pidettiin **monipuolista ja laadukasta tukea, jota annettiin ohjelman osallistuville ryhmille ilmiölähtöisen ja monialaisen projektioppimisen (MOK) toteuttamisen tueksi**. Aineistossa tuli esiin seuraavia tukimuotoja:

- koulutukset opettajille ja kasvattajille (esim. asiantuntijaluennot, verkkokurssit, työpajat; kansalliset virtuaaliset "StarT-opehuoneet")
- mentorointi ja "StarT-lähettiläiden" (opiskelijat, eläköityneet opettajat, LUMA-keskusten työntekijät) vierailut oppimisyhteisöissä
- tapahtumien järjestäminen oppimisyhteisöissä (mm. tiedepajat, koulun StarT-päivä)
- materiaalien tarjoaminen ja välineiden lainaaminen työskentelyn avuksi
- mahdollisuudet edistää projekteja LUMA-keskusten tiedeluokissa.

LUMA-keskukset raportoivat kartoittavansa ja kehittävänsä jatkuvasti projektien tekoon tarvittavia tukimuotoja. Kaudella 2017-2020 StarT-toimintaan kehitettiin uusia aktiviteetteja esimerkiksi LUMA2020-ohjelman yhteydessä. Lisäksi *Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus*, *Keski-Suomen LUMA-keskus*, *Juniversity/Tampereen LUMATE-keskus* ja *Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus* kehittivät StarT-toimintaa opetus- ja kulttuuriministeriön (2017-2019) rahoittamassa "Yhteisölliset tutkimusperustaiset oppimisympäristöt opettajankoulutuksessa LUMA-ekosysteemissä" ("StarT-ohjuri") hankkeessa. Hankkeessa kehitettiin mm. oppiaineiden sisältöjä huomioivaa projektitöiden arviointia sekä materiaalia fysiikan ilmiöiden käsitteellistämiseen esimerkiksi liikkuvien lelujen avulla.

Opiskelijoita valmennettiin StarT-lähettilästoimintaan osana tiede- ja teknologiakasvatusaktiviteettien ohjauksen verkkokurssia. Lisäksi esimerkiksi *LUMA-keskus Pohjanmaalla* ammattikorkeakoulun sosionomiopiskelijat osallistuivat StarT-toimintaan osana heidän harjoitteluaan.

Kyselyssä LUMA-keskuksia pyydettiin vielä antamaan **konkreettisia esimerkkejä siitä, kuinka StarT-toiminta on tukenut LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista**. Vastauksissa tuotiin esiin seuraavia esimerkkejä:

- Tehdyistä projektitöistä heijastuu sekä oppijoiden että opettajien innostus samoin kuin monipuoliset tavat hyödyntää LUMA-aineita.
- StarT-festarit koetaan iloisina, innostavina ja elämyksellisinä tapahtumina.
- StarT on innostanut monia varhaiskasvatuksen oppimisyhteisöjä, joissa on järjestetty korkealaatuista tiedekasvatusta ja levitetty innostusta myös laajemmin.
- StarT konkretisoi LUMA-toimintaa siihen osallistuville opettajille.
- Toimintaan on saatu innostettua mukaan opettajia, jotka ovat toteuttaneet monialaista projektioppimista ensimmäistä kertaa.

- Ohjelma on tarjonnut lapsille ja nuorille ainutlaatuisia elämyksiä ja onnistumisen kokemuksia.
- Oman asiantuntemuksen esittely StarT-festareilla on vahvistanut uskoa omaan osaamiseen (minäpystyvyyttä).
- Projektien tekeminen ja siihen liittyviin ilmiöihin syvemmin tutustuminen on innostanut syventymään LUMA-aineiden opiskeluun.
- StarT ja projektityö ja tiedekerhoyöskentely ovat innostaneet oppijoita tekemään aloitteita LUMA-aineisiin ja -aloihin liittyen. Esimerkiksi yhdessä oppimisyhteisössä tytöt alkoivat pitää omaa tiedekerhoa koulunsa oppilaille.
- Ohjelmassa tehtävä yritys yhteistyö auttaa oppijoita näkemään monipuolisella ja stereotyyppioita rikkovalta tavalla, mihin LUMA-aineiden osaamista tarvitaan.

Lisäksi ilmaistiin, että ohjelman kautta LUMA-keskukset saavat tietoa, kuinka tukea ja innostaa oppimisyhteisöjä parhaalla mahdollisella tavalla.

3.6.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

StarT-toiminnalla onnistuttiin tukemaan kauden tavoitteiden mukaisesti lasten ja nuorten LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajalla. Toisaalta useat LUMA-keskukset raportoivat, että haasteena StarT-toiminnassa on erityisesti **rajalliset resurssit ohjelman markkinointiin, tunnettavuuden lisäämiseen ja toiminnan laadukkaaseen organisointiin**. Mainittiin, että vaikka StarT-toimintaa tuettiin monilla eri tavoilla (ks. 3.6.1), StarT-toimintaan voitiin kohdistaa kaudella 2017-2020 suunniteltua vähemmän resursseja valtakunnallisen tehtävän rahoituksesta. Koettiin, että tulevaisuudessa tulisi pystyä asettamaan resursseihin nähden realistisia määrällisiä tavoitteita toimintaan ja tunnistaa parhaat raportointimallit niiden toteutumisen systemaattiseen seurantaan.

Kyselyn vastausten perusteella kaikki LUMA-keskukset kokevat tarvetta **StarTin kehittämisesä helposti viestittäväksi ja markkinoitavaksi sekä laajempia kohderyhmiä tavoittavaksi ja houkuttelevaksi ohjelmaksi:**

- Kommentoitiin, että toiminnan "monitahoisuus" / "moniportaisuus" / "laveus" / "hajanaisuus" on haastavaa viestinnällisesti ("kärki puuttuu", "vaikeasti lähestyttävä"). Tämä vaikeuttaa toimintaan mukaan lähtemistä.
- Koettiin, että uusien osallistujien saaminen jatkuvasti mukaan toimintaan on haastavaa.

- Mainittiin myös, että on vaikea vastata paikallisesti usein vaihtuviin valtakunnallisiin toimintamalleihin. Pidettiin tärkeänä yhteensovittaa alueellista ja kansallista viestintää StarT ohjelmasta.
- Kerrottiin, että StarT-festareilla ei käy varsinaisten osallistujien lisäksi paljon muita vierailijoita, mikä on ongelmallista viestin levittämisessä.
- Haasteita raportoitiin etenkin yläkoulujen ja lukioiden saamisessa mukaan toimintaan.

Pitkien etäisyyksien raportoitiin vaikeuttavan StarT-festareille osallistumista joillakin maantieteellisillä alueilla (esim. Lappi, Itä-Suomi, Keski-Pohjanmaa). Koettiin tärkeäksi tukea osallistujia kyytijärjestelyissä sekä tehdä virtuaalinen osallistuminen entistä toimivammaksi (jonkinlainen ”hybridi”-malli).

Aikataulujen yhteensovittamisessa osallistujien kesken raportoitiin haasteita. Vaikeuksia tuotti esimerkiksi mahdollisimman monille sopivan festivaalipäivän löytäminen. Raportoitiin, että opettajat nähtiin erittäin työllistettyinä ja erityisesti kevät on sekä heille että LUMA-keskuksille kiireistä aikaa StarTin järjestämiseen.

Lisäksi nähtiin tärkeänä **tukea ruotsin- ja saamenkielistä toimintaa osana StarTia** ja tehdä sitä näkyväksi esimerkiksi kääntämällä enemmän materiaaleja ja järjestämällä enemmän toimintaa näillä kielillä. LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin siitä, kuinka ruotsinkieliseen toimintaan haetaan tukea myös vahvistamalla yhteistyötä Ruotsiin ja muihin Pohjoismaihin. Esimerkiksi SciCruiseen etsitään aktiivisesti Ruotsista kumppaneita. Koettiin, että toimintaa olisi hyvä vahvistaa asteittain esimerkiksi yksi oppiaste kerrallaan. Saamenkielisiin toimintoihin panostetaan muun muassa etsimällä yhteistyömuotoja Sami University of Applied Sciences kanssa. Suunnitteilla on mm. saamelaislasten tiedetapahtuma. Nostettiin myös esille, että Arktinen neuvosto ja Rovaniemen yliopisto tukee saamelaisalueiden yhteistyön kehittämistä.

Muita aineiston analyysissä tunnistettuja StarT-ohjelman kehittämistarpeita ovat:

- vielä intensiivisempi kokemusten ja hyvien käytänteiden jakaminen eri LUMA-keskusten välillä
- valtakunnallisen palautekyselyn systemaattisempi hyödyntäminen toiminnan systemaattisessa edelleenkehittämisessä
- oppimisyhteisöjen täytettävien StarT-lomakkeiden selkeyttäminen
- tasapainon löytäminen toiminnan kansainvälisen, kansallisen ja paikallisen ulottuvuuden välillä
- uusien yhteistyökumppaneiden tunnistaminen (mm. yhteistapahtumat, sponsorit)
- opettajien projektioppimista kohtaan kokemien ennakkoluulojen voittaminen.

Kehittämispäivillä käydyissä keskusteluissa ideoitiin lisäksi StarT-lähettilästoiminnan kehittämistä esimerkiksi siten, että ohjattaisiin opiskelijoita oman kotipaikkakuntansa StarT-lähettiläiksi. StarT-toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 osana tavoitetta 1. *“Vahvistetaan ja laajennetaan valtakunnallista LUMA-kehittämisyhteisöjen verkostoa”*.

3.7 ”Tiede- ja teknologialuokilla on monissa LUMA-keskuksissa keskeinen asema fyysisten toimintojen ”infrastruktuurina”.

3.7.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

LUMA-keskuksilla on kaikkiaan 16 tiede- ja teknologialuokkaa¹⁷. Kuvio 5 osoittaa, kuinka tiede- tai teknologialuokissa vierailleiden opetusryhmien opettajien ja oppijoiden määrät ovat kasvaneet valtakunnallisesti vuosina 2017-2019. Vuonna 2017 fokus oli vielä pitkälti toiminnan suunnittelussa, mutta vuonna 2019 vieraita oli yhteensä jo lähes 30 000. Lisäksi on tavoitettu tuhansittain oppilaita vierailemalla oppimisyhteisöissä. Toimintakertomuksiin kerättyjen tilastojen perusteella vuonna 2019 tavoitettiin oppimisyhteisövierailujen yhteydessä yhteensä 9955 oppilasta ja opettajaa. Kaudella kehitettiin valtakunnallisesti tiede- ja teknologialuokkatoimintaa ja jaettiin kokemuksia toimintaan liittyen erityisesti osana LUMA2020-ohjelmaa (Ks. Aksela & Kiviluoto, 2020). Tiedeluokkavierailuja tehtiin myös osana MyTech -hanketta.



KUVIO 5 Tiede- tai teknologialuokkiin vierailleiden opettajien ja oppijoiden määrät vuosina 2017-2019 (lähde: toimintakertomukset).

¹⁷ Ks. <https://www.luma.fi/opettajille/luma-keskusten-tiede-ja-teknologialuokat/#:~:text=%20Toiminnalliset%20opin-tokäynnit%20LUMA-keskusten%20tiede-%20ja%20teknologialuokkiin%20,10%20Tampereen%20LUMATE%20-keskus.%20Muita%20tiedekeskuksia...%20More%20>

Analysoidusta aineistosta nousee paljon näyttöä siitä, kuinka tiede- ja teknologia- luokilla on keskeinen asema fyysisten toimintojen ”infrastruktuurina” monissa LUMA-keskuksissa (malleista tarkemmin, ks. Aksela, Lundell & Ikävalko, 2020). Erityisen **vakiintunutta ja laajaa toimintaa** on tarjolla *Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskuksessa*, jossa on kuusi tiedeluokkaa:

- BioPop (bio- ja ympäristötieteet)
- F2k (fysiikka)
- Kemianluokka Gadolin (vanhin tiedeluokka Suomessa, vuodesta 2008 lähtien)
- Geopiste (geotieteet ja maantiede)
- Linkki (tietojenkäsittelytiede)
- Summamutikka (matematiikka ja tilastotiede).

Tiedeluokissa on vierailut reilusti yli 10 000 vierailijaa vuosittain. Kemianluokka Gadolinin eri toimintamuodoissa oli yksistään noin 9000 vierailijaa vuonna 2019. Keskuksessa on myös **lisätty tiedeluokkien välistä yhteistyötä** tutustumalla eri tiedeluokkiin, yhteiskehittämällä toimintatapoja ja tekemällä yhteistyötä tiedeluokkien kesken mm. vierailemalla eri tiedeluokissa osana ”Amazing Race of Science” -toimintaa.

Myös *Aalto-yliopisto Juniorin* tiedeluokka Junior Lab on kerännyt suuria kävijämääriä: Vuonna 2019 siellä raportoitiin vierailleen noin 9000 henkilöä. Vakiintunutta toimintaa on myös esimerkiksi *LUMA-keskus Saimaan* LUTin sähkötekniikan koulutusohjelman tiloissa toimivassa ABB-luokassa, jossa on ollut toimintaa jo noin 20 vuotta ja jossa tavoitetaan vuosittain noin 1000 vierasta.

Kaudella 2017-2020 **avattiin uudet tiedeluokat** *LUMA-keskus Lappiin* ja *Päijät-Hämeen LUMA-keskukseen* (v. 2018) ja *Juniversityyn/Tampereen LUMATE-keskukseen* (v. 2019). *LUMA-keskus Saimaa* sai vuonna 2020 rahoituksen uuden tiedeluokan varustehankintoihin, työpajasisältöjen suunnitteluun, pilotointiin (EkspSäätiö) ja tapahtumien järjestämiseen kampuksella (Tides Foundation). *Lounais-Suomen LUMA-keskukseen* on valmistumassa vuonna 2021 uusi OpiLUMA -labra. *Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus* raportoi, että kaudella lisättiin päiväkotiohjaajien koulutuksia toimintaan liittyen kasvaneen kysynnän vuoksi.

Tiede- ja teknologialuokkatoimintaa on järjestetty eri muodoissa. Kyselyssä yli puolet (8/13) LUMA-keskuksista ilmaisi vahvuudekseen ja hyväksi käytänteekseen ”monitoimiset”, ”monipuoliset”, ”monialaiset”, ”muuntautumiskykyiset” tai ”laaja-alaiset” tiedeluokkatarjonnat. Tiedeluokilla on eri keskuksissa vaihtelevasti neljä roolia. Ne toimivat (a) koulujen ja päiväkotien toiminnallisten opintokäyntien kohteena ja tukevat opetussuunnitelman tavoitteita, (b) opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen oppimisympäristöinä tuoden uudet avaukset tutuksi opettajille), (c) kehittämis- ja tutkimusympä-

ristöinä, jolloin uusia avauksia ja toimintamalleja kehitetään ja tutkitaan) ja (d) yhteistyöfoorumeina (esim. yritys yhteistyö, media, perheet). Osassa tiedeluokissa on myös vahva elinkeinoelämäyhteistyö. Esimerkiksi Kemianluokka Gadolinilla on ollut kymmenen yritys yhteistyökumppania vuodesta 2008 alkaen. Virtuaalisia opintokäyntimalleja on kehitetty erityisesti vuonna 2020.

Opettajien peruskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen kytkeminen tiedeluokkatoimintaan on havaittu hyväksi malliksi (esim. Aksela, Pernaa & Blomgren, 2018): Opiskelijat oppivat tärkeitä taitoja ohjatessaan toiminnallisia opintokäyntejä ja opettajat oppivat uutta seuratessa ja reflektoidessa oppilaitaan opintokäynneillä. Tiedeluokat toimivat myös kehittämis- ja tutkimusympäristöinä: uusia avauksia ja pedagogisia toimintamalleja kehitetään tutkimusperustaisesti eri yhteistyötahojen (esim. tutkijat ja elinkeinoelämä) kanssa (esim. Aksela, Pernaa & Blomgren, 2018). **LUMA-keskusten omien tilojen lisäksi** tarjolla on:

- **Tiedeluokkatoimintaa korkeakoulujen yleisissä laboratorioissa ja luokissa** (myös eri korkeakoulujen kesken), mm.
 - opetus- ja tutkimuslaboratorio Technobothnia Vaasan yliopiston, Vaasan ammattikorkeakoulun ja Novia yrkeshögskolanin yhteiskäytössä (*LUMA-keskus Pohjanmaa*)
 - yhteistyömalli ammattikorkeakoulun Centrian kanssa tiedeluokan tilojen ja ohjaajien käytössä (*LUMA-keskus Keski-Pohjanmaa*)
 - ABB-luokka LUTin sähkötekniikan koulutusohjelman tiloissa (*LUMA-keskus Saimaa*)
 - Åbo Akademin FNT:n (Fakulteten för naturvetenskaper och teknik) laboratorio käytössä (*Skolresurs*)
 - taidetta, biotiedettä ja teknologiaa yhdistävä oppimis- ja tutkimisympäristö Biofilia (*Aalto-yliopisto Junior*)
 - (Mobile) FabLab -verstaita (*Oulun yliopiston LUMA-keskus, Juniversity/Tampereen LUMATE-keskus*)
 - toimintaa yliopiston tiedepuutarhalla (*Oulun yliopiston LUMA-keskus*) ja yliopiston kasvitieteellisessä puutarhassa (*Lounais-Suomen LUMA-keskus*).

Vahvuutena tässä toimintamuodossa pidettiin sitä, että vierailijat pääsevät tutustumaan autenttisiin tutkimuslaboratorioihin, joissa yliopiston tutkijat työskentelevät.

- **Mobiileja/liikkuvia tiedeluokkia ja välinelainausta** (materiaalisalkut, tutkimuslaukut ym.) ohjeistuksineen ja käyttökoulutuksineen, mm.
 - Tiede- ja taidetuokiot (*Aalto-yliopisto Junior*)

- Sphero-robottipallokiertue (*LUMA-keskus Pohjanmaa*)
- vuokrattava mobiili Kaboom tiedepuisto (*LUMA-keskus Pohjanmaa*)
- mobiililaboratoriot "Mitattu minä", "Vesimittaukset" ja "Metsästä mikroskoopille" (*Lounais-Suomen LUMA-keskus*)
- "LUMA-paku" -välinesetti (*LUMA-keskus Saimaa*)
- varhaiskasvatuksen LUMA-laatikko/"päiväkotiboksit" (*Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus*)
- virtuaaliset toiminnalliset opintokäynnit (*Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus*).

Toimintaa järjestettiin esimerkiksi oppimisyhteisöjen, kirjastojen ja tiedekeskusten tiloissa ja osana eri tilaisuuksia ("LUMA-pisteet/työpajat"). LUMA-keskukset raportoivat, että työpajoja pyritään suunnittelemaan sellaisiksi, että niitä voidaan tarjota fyysisesti eri tiloissa. Kyselyn vastauksissa ilmaistiin, että vierailut kouluille välineiden kanssa ovat hyvä vaihtoehto erityisesti silloin, kun oppimisyhteisöillä on vaikeuksia vierailulla LUMA-keskuksessa, esimerkiksi johtuen pitkistä etäisyyksistä. Myös välineiden lainaamisen kouluille ja päiväkodeille raportoitiin olevan erityisen kiitettyä toimintaa.

- **Virtuaalisia tiedeluokkia**, mm.
 - matematiikan ja ohjelmoinnin Pulmaario-pajakokonaisuus ohjeistuksineen¹⁸
 - VirtuaaliGadolin¹⁹
 - *LUMA-keskus Lapin* virtuaalinen tiedeluokka²⁰.

Esimerkiksi *LUMA-keskus Lapin* virtuaalitetiedeluokassa on tarjolla kaksi eri videoversiota alakoulun tiedeluokkatoiminnan tueksi: Video A sisältää johdannon lapsille. Video B on tarkoitettu opettajan tueksi. Siinä näytetään koe ja käsitteellistetään ilmiö.

LUMA-keskukset raportoivat, että kaudella **edistettiin tiede- ja teknologialuokkatoimintaa** muun muassa:

- luomalla ja jakamalla toimintaa tukevia materiaaleja (esim. vierailupaketit, työohjeet, videomateriaalit...) suomeksi, ruotsiksi, pohjoissaameksi ja englanniksi
- hankkimalla uusia välineitä tiedeluokkiin ja välinelainaukseen (esim. mikroskoopeja, robotiikkaa)
- automatisoimalla tiedeluokan varauskäytäntöjä ottamalla käyttöön mm. sähköinen varauskalenteri

¹⁸ <https://pulmaario.luma.fi/>

¹⁹ <https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/virtuaaligadolin>

²⁰ <https://www.ulapland.fi/FI/Yksikot/LUMA-keskus-Lappi/Tiedeluokka-tyoohjeita-ja-lainavaliineet>

Tulokset

- koordinoimalla vierailuja yhteistyössä muiden yliopistotoimijoiden kanssa (esim. lukioyhteistyökoordinaattorit, hakijapalvelut, vierailuvastaavat)
- tekemällä yhteistyötä eri tieteenalojen kanssa (esim. humanistinen/filosofinen tiedekunta).

Aalto-yliopisto Junior raportoi, että heidän järjestämänsä **vierailukokonaisuudet on suunniteltu kiinteäksi osaksi koulutyötä** (mm. ennakkotehtävät, työohjeet, opintopaketit) ja **opetussuunnitelmaa** (mm. eheyttävät/integroivat kokonaisuudet). *Oulun yliopiston LUMA-keskus* raportoi, että **vierailuja oli pelillistetty** luomalla vierailupolkupelejä Sep-po-alustalla kampusalueelle tutustuessa.

Lähes puolet (6/13) kyselyyn vastanneesta LUMA-keskuksesta ilmaisi yhdeksi merkittävimmäksi vahvuudekseen tai hyväksi käytänteekseen tiede- ja teknologialuokkatoiminnassa **yhteistyön eri sidosryhmien kesken**. Esimerkiksi:

- Lisättiin yrittäjyyskasvatuksen näkökulmaa tekemällä yhteistyötä paikallisen BusinessAseman (*Oulun yliopiston LUMA-keskus*) ja Yrittäjäseuran (*Päijät-Hämeen LUMA-keskus*).
- Vahvistettiin toiminnan ammatillista ja yhteiskunnallista relevanssia ja luotiin uusia yhteyksiä ammatillisiin oppilaitoksiin (Kemianluokka Gadolin, *Helsingin yliopiston tiedekasvatustakeskus*).
- Mahdollistettiin tilojen käyttö koulujen pidempiaikaisissa opetushankkeissa (*Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskus*).
- Tarjottiin työharjoittelumahdollisuuksia tiedeluokissa (*Oulun yliopiston LUMA-keskus*).
- Osallistettiin eri perheenjäseniä järjestämällä perheilloja (*Lounais-Suomen LUMA-keskus*).

Yhdessä toimimisen lisäksi kerrottiin, että oli saatu myös tukea koululaisryhmien matkakustannusten kattamiseen. Pidettiin myös tärkeänä, että yliopistot tukevat rahallisesti tiedeluokkatoimintaa. Esimerkiksi *LUMA-keskus Pohjanmaa* raportoi, että yliopiston tuki on mahdollistanut "Unifun" -luokkaretkipäivien järjestämisen ja lukuvuoden avajaiset tiedeluokassa. Myös *Aalto-yliopisto Juniorissa* pidettiin yliopiston rahallista tukea tärkeänä määrällisesti merkittävän toiminnan mahdollistajana.

Kyselyssä nostettiin lisäksi esille seuraavia vahvuuksia tai hyviä käytänteitä tiede- ja teknologialuokkatoimintaan liittyen:

- Tiedeluokkatilat ovat innostavia.
- Tavoitetaan hyvin eri ikäryhmiä.

- Toiminta on säännöllistä.
- Kuunnellaan opettajia ja vastataan heidän tarpeisiinsa.
- Osallistetaan opettajaopiskelijoita toimintaan.

Lisäksi tiede- ja teknologialuokkatoiminnan nähtiin tukevan opetussuunnitelman perusteiden tavoitteita ja uusien avauksien ja pedagogisten mallien kehittämistä. Tiede- ja teknologialuokat toimivat myös tutkimusympäristöinä.

3.7.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kauden 2017-2020 tiede- ja teknologialuokkatoiminta oli monipuolista ja runsasta. LUMA-keskukset raportoivat, että haasteena tiede- ja teknologialuokkatoiminnassa on se, että **usein kysyntää toiminnalle on enemmän kuin mitä LUMA-keskukset pystyvät tarjoamaan**. On myös haasteellista ylläpitää runsasta toimintaa ja pitää huolta siitä, että tiedeluokat ovat aktiivisessa ja monipuolisessa käytössä.

Kyselyssä nostettiin haasteeksi **toiminnan riippuvuus hankerahoituksesta ja jatko-rahoituksen varmistaminen**. Koettiin, että rahoitusta pitäisi saada esimerkiksi uusien välineiden hankintaan. Tulevaisuuden kehittämistoimenpiteeksi ehdotettiin selkeiden mallien luomista toiminnan rahoittamisessa (mm. eri rahoitukset, maksullinen toiminta, sponsorit, työajan allokointi...).

Kyselyssä useat (5/13) LUMA-keskukset nostivat **ohjaajien rekrytoinnin yhdeksi merkittävimmistä haasteistaan** tiede- ja teknologialuokkatoiminnassa. Samoin itse- ja vertaisarviointiraporteissa tuotiin esille tarve edelleenkehittää ja jakaa malleja liittyen ohjaajien (aineenopettaja-, luokanopettaja- ja varhaiskasvatuksen opiskelijat) kouluttamiseen, värväämiseen, ohjeistamiseen ja kompensointiin.

Tarjonnan lisäämistä joillakin LUMA-keskuksilla vaikeuttaa se, että heillä **ei ole vapaasti käytettävissä olevia tiloja tai käytettävissä olevat tilat ovat pieniä**. Esiin nousi myös seuraavia toiminnan logistiikan kehittämiseen liittyviä tarpeita:

- lisää tilaa lainattavien välineiden säilyttämiseen
- lainalaitteiston huolto ja ylläpito
- välineiden järjestäminen ja järjestyksen ylläpito laboratoriossa
- käytänteet välineiden siirtelyyn eri tilojen välillä.

Haasteena on lisäksi usein **pitkät välimatkat** sekä oppimisyhteisöjen vierailuille LUMA-keskuksiin että vierailujen tai välinelainojen järjestämiseen oppimisyhteisöihin. Jotkin keskukset näkivät myös ongelmaksi tiedeluokkien kaukaisen/haasteellisen sijainnin.

Haasteellisenä pidettiin etenkin oman kaupungin ulkopuolella olevien oppimisyhteisöjen tavoittamista. Ratkaisuna näihin haasteisiin ehdotettiin esimerkiksi:

- mobiiliin tiede- ja teknologialuokkatoiminnan edelleenkehittämistä ja huomioimista osana LUMA-keskuksen henkilökunnan muuta työtä
- tiedeluokkien luomista eri puolelle LUMA-keskuksen toimialuetta
- ”virtuaaliopintokäyntimallin” ja virtuaalitiedeluokkien edelleenkehittämistä.

Lisäksi aineistossa ehdotettiin seuraavia tulevaisuuden kehittämistoimenpiteitä:

- vielä systemaattisempi kokemusten, mallien, välinelainakäytänteiden ja työohjeiden jakaminen eri LUMA-keskusten kesken
- yhteistyön edelleenkehittäminen ruotsinkielisen toiminnan tarjoamisessa
- arviointi- ja palautesysteemin edelleenkehittäminen ja jakaminen eri LUMA-keskusten kesken
- opettajien ja muiden sidosryhmien yhä aktiivisempi kuuleminen toiminnan kehittämisessä
- toiminnan koordinoinnin/moderoinnin, ylläpidon ja toiminnan taustalla olevien prosessien kehittäminen
- automaattisten (esim. varauskalenteri vierailuille ja välinelainaukseen) ja helposti toteutettavien (esim. vakiintunut opetustarjonta/sisällöt) toimintojen kehittäminen
- sen selkeyttäminen, koska yhteistyössä eri yliopiston toimijoiden kesken järjestettävät vierailut raportoidaan LUMA-keskuksen toiminnaksi.

Lisäksi pidettiin tärkeänä huolehtia, että eri LUMA-alat ovat tasapuolisesti esillä tiedeluokkatoiminnassa. Nähtiin myös tärkeänä kehittää yhteistyötä eri tiedeluokkien kesken muun muassa erilaisten teemakokonaisuuksien avulla.

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin hyvistä tavoista nimetä tiedeluokkatoiminnan eri muotoja. Esimerkiksi käsitettä ”toiminnalliset opintokäynnit” ja ”oppimisympäristöt” käytetään tiedeluokkatoiminnan yhteydessä. Englanniksi käytetään termiä ”LUMA Labs”. Tämän osa-alueen toimintaa voidaan jatkokehittää kaudella 2021-2024 osana tavoitetta 1. *”Vahvistetaan ja laajennetaan valtakunnallista LUMA-kehittämissyhteisöjen verkostoa”*.

3.8 Toiminnan näkyvyyden lisääminen ja viestinnän kehittäminen

3.8.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

LUMA-keskus Suomi –verkostolla on johtokunnan hyväksymä viestintäsuunnitelma, jonka mukaan toimitaan. Toiminnan näkyvyyden lisääntymisestä ja viestinnän onnistumisesta kertoo se, että on tavoitettu vuosi vuodelta enemmän eri kohderyhmien edustajia. Esimerkiksi vuonna 2019 eri LUMA-toimintoihin raportoitiin osallistuneen lähes 87 000 henkilöä, mikä on yli 50 000 enemmän kuin vuonna 2017 (ks. Kuvio 2). Eri kohderyhmiä on myös tavoitettu verkossa. Esimerkiksi vuosina 2018 ja 2019 LUMA:n YouTube-kanavan katselukertoja oli 240 383. Katsojista 53 % oli 18-24-vuotiaita ja 25 % 25-34-vuotiaita. Ajanjaksolla 2017-2019 LUMA.fi sivustolla kävi 59 348 uniikkia käyttäjää. *Helsingin yliopiston tiedekasvatustietokeskuksen* sivustolla oli latauksia vuosina 2017-2019 yhteensä peräti 305 279.

Kaudella 2017-2020 LUMA-keskus Suomi -verkoston kansallisen tehtävän eri osa-alueiden toiminnan näkyvyyttä on lisätty ja viestintää kehitetty, mm.

- luomalla viestintä- ja yhteiskuntastrategioita/suunnitelmia
- kehittämällä nettisivuja, uutiskirjeitä, somekanavia ja blogeja
- viestimällä aktiivisesti eri foorumeilla sekä kotimaisin kielin että englanniksi
- hankkimalla runsaasti medianäkyvyyttä
- mainostamalla toimintaa kouluvierailuilla, opettajien täydennyskoulutuksissa ja eri tilaisuuksissa.

Suomen- ja ruotsinkieliset kansalliset LUMA-verkkosivut sisältävät englanninkielisen "LUMA News" -osion. VirtuaaliLUMA -osio kokoaa virtuaaliset toimintamuodot. LUMA-keskusten näkyvyyttä lisää myös se, että

- niiden toiminta on huomioitu osana korkeakoulujen strategioita
- ne toimivat osana suurempaa kokonaisuutta (esim. *Helsingin yliopiston tiedekasvatustietokeskus, Aalto-yliopisto Junior, Juniversity/Tampereen LUMATE-keskus, LUT Junior University, Lounais-Suomen LUMA-keskus/Biodiversitietiettyksikkö, Skolresurs, Lahden JunnuYliopisto*).

3.8.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Kaudella 2017-2020 onnistuttiin lisäämään toiminnan näkyvyyttä ja kehittämään viestintää. Usean LUMA-keskuksen edustajat kuitenkin toivoivat, että tulevalla kaudella **parhaita viestintään ja näkyvyyteen liittyviä käytänteitä koottaisiin ja jaettaisiin vielä enemmän verkostossa**. Myös kansallisen viestinnän kehittämistä pidettiin tärkeänä. Lisäksi eri kursien ja täydennyskoulutuskokonaisuuksien markkinoinnissa ja viestinnässä LUMA-keskus Suomi verkostossa koettiin olevan parantamisen varaa. Tulevalla kaudella on tarkoitus vahvistaa viestintää kohdistamalla enemmän henkilöresursseja valtakunnalliseen viestintään.

Aineistosta nousi esille, että on erityisen tärkeää **huolehtia LUMA-toiminnan näkyvyydestä silloin, kun yliopistoissa tehdään rakenteellisia muutoksia**, jotka vaikuttavat myös LUMA-toiminnan sijoittumiseen osana yliopistoa. Rakennemuutosten yhteydessä on myös haasteellista esitellä LUMA-keskuksen toimintaa, jos on epävarmuutta toiminnan jatkuvuudesta tai uusista muodoista. Kun toimitaan osana laajempaa kokonaisuutta (esim. Junior -toiminta), on haasteellisempaa pitää huolta esimerkiksi siitä, että LUMA-keskus-brändi (sisältäen myös LUMA-logon) on näkyvästi esillä, vaikka osa toiminnasta rahoitetaan muutoin kuin OKM:n LUMA-rahoituksella.

LUMA-keskus Suomi-verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) käydyissä keskusteluissa nostettiin esiin **haasteet, jotka liittyvät työskentelyyn useissa eri rooleissa**: Useat LUMA-keskusten edustajat toimivat esimerkiksi niin laitoksen opettajana kuin paikallisen LUMA-keskuksen ja LUMA-keskus Suomen edustajana. Toivottiin, että voitaisiin kirkastaa entistä paremmin sitä, mitä tahoa milloinkin edustetaan ja kuinka tuodaan suurempaa kokonaisuutta esiin. Kommentoitiin, että esimerkiksi LUMA-keskusten välinen yhteistyö eri tapahtumissa tukee verkostona näkymistä. Selkeyttämistä toivottiin myös siihen, mille tahoille kohdistetaan toiminnasta syntyvät ansiot (esim. laitokselle, LUMA-keskukselle). Lisäksi koettiin, että viestintään liittyvässä resursoinnissa, tehtävien delegoinnissa ja priorisoinnissa on vielä kehitettävää.

3.9 Toiminnan sisäisen ja ulkoisen arvioinnin käyttöönotto

3.9.1 Vahvuuksia ja hyviä käytänteitä

Toimintaa on arvioitu sisäisesti hyödyntämällä vuosittain sekä **itse- että vertaisarviointimenetelmiä**. Vuosina 2017 ja 2018 kukin LUMA-keskus kirjasi alkuvuodesta ylös tavoitteensa jokaiselle osallistumalleen valtakunnallisen tehtävän osa-alueelle. Ne käytiin johtajan kanssa keskusteluissa läpi alkuvuodesta. Johtokunta hyväksyi tavoitteet kokouksessaan.

Jokainen keskus arvioi loppuvuodesta niiden toteutumista. Kunkin LUMA-keskuksen itsearviointi arvioitiin kirjallisesti kahden muun LUMA-keskuksen toimesta. Useat LUMA-keskukset pitivät myös suullisen arviointikeskustelun, joka arvioinnin lisäksi mahdollisti esimerkiksi hyvien käytänteiden jakamisen. Vuonna 2019 uudistettiin itse- ja vertaisarviointidokumenttipohjaa: Tavoitteiden ja niiden toteutumisen arvioinnin lisäksi kirjattiin ylös kuvaukset 1. toteutusmallista, 2. arviointitiedon keruusta ja 3. mahdollisen levittämisen toimenpiteistä. Johtokunta hyväksyi vuosittain raportin ja suuntasi resurssit käyttöön.

Ulkoista arviointia tehtiin etenkin keräämällä palautetta LUMA-keskusten aktiviteetteihin osallistujilta sekä tilaamalla ulkoinen toiminnan arviointi, jonka tuloksia esitellään tässä raportissa. Kerättyä palautetta on käytetty etenkin toiminnan edelleenkehittämisessä mutta myös esimerkiksi rahoituskeskustelujen tukena. Oltiin yleisesti sitä mieltä, että monipuolinen (ulkoinen, itse- ja vertaisarviointi ja arviointikeskustelut) ovat hyödyllisiä ja tarpeellisia jatkossakin.

3.9.2 Haasteita ja kehittämistoimenpiteitä

Toiminnan sisäinen ja ulkoinen arviointi oli kaudella erittäin monipuolista mutta seuraavat kehittämissuhteet nousivat aineistosta **arviointiraportointikäytänteiden yhtenäistämiseen** liittyen:

- Itsearviointin ohjeistusten selkeyttäminen, mm.
 - numeraalisten tavoitteiden ja niiden saavuttamisen raportointi
 - sekä vahvuuksien että kehittämiskohteiden raportointi
- vertaisarviointin ohjeistuksen selkeyttäminen, mm.
 - sekä myönteisen että rakentavan kriittisen palautteen antaminen
 - vertaisarviointikeskustelun tulosten kirjaaminen raportteihin.

Lisäksi tuotiin esille seuraavia kehitysehdotuksia toiminnan sisäiseen ja ulkoiseen arviointiin liittyen:

- Tarvetta olisi kokonaisarviointille seuraavista näkökulmista: Toiminnan kokonaisuus, verkoston toimivuus, ja toimijoiden ja johtokunnan välinen vuorovaikutus.
- Arviointi voisi olla syvällisempää ja myös numeraalista dataa tulisi esittää.
- Tavoitettujen henkilöiden määrän lisäksi (kohderyhmien saavuttaminen) tulisi arvioida tavoitavuuden laatua.

Kyselyvastauksissa korostettiin sen tärkeyttä, että **arviointi suoritetaan suhteessa kun-
kin LUMA-keskuksen omalle toiminnalleen asettamiin tavoitteisiin, jotka asetetaan
keskusten resurssit huomioiden**. Koettiin tärkeänä, että arvioinnissa huomioidaan toi-
mintaan vaikuttavia tekijöitä kuten keskusten ikä (koska perustettu), koko (resurssit ja
henkilöstömäärä), sijainti (tiheään/harvaan asuttu alue) ja etäisyydet eri paikkakuntien
välillä. Mainittiin, että tulisi huomioida, esimerkiksi

- vastikään perustettujen pienten keskusten suuri työmäärä toiminnan tunnetuksi tekemisessä ja vakiintumisessa laajoilla maantieteellisillä alueilla
- resurssien vaihtelu eri keskusten välillä johtuen myös siitä, kuinka paljon yliopisto tukee toimintaa.

Kyselyvastauksissa nousi seuraavia **kehittämisehdotuksia vertaisarvioinnille**:

- Vertaisarviointia voitaisiin kehittää kehityskeskustelujen mallien avulla.
- Vertaisarviointien tarkoitusta voitaisiin vielä tarkentaa ja esimerkiksi kirjata huolelli-
semmin epäselviä kohtia tai heikkouksia ulkoista arviointia varten.
- Vahvuuksien tunnistamisen lisäksi voitaisiin keskittyä vielä enemmän siihen, kuinka
kehittää toimintaa ja kuinka saada tukea kehittämistyöhön muilta keskuksilta.
- Tulisi varmistaa systemaattinen rotaatio LUMA-keskusten välisissä vertaisarvioinneis-
sa siten, että ajatustenvaihtoa tapahtuisi kaikkien keskusten välillä toimintakauden
aikana.

Pidettiin erityisen tärkeänä, että **erilaista arviointitietoa ja kerättyä palautetta hyödynne-
tään yhä systemaattisemmin tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä**:

- Toivottiin konkreettisia toimenpide-ehtotuksia, joiden avulla toimintaa voidaan
kehittää.
- Koettiin, että hyvien käytänteiden levittämistä, seuranta ja dokumentointia voitai-
siin tehdä vielä systemaattisemmin.
- Johdon kesken tehdyn itse- ja vertaisarvioinnin lisäksi voitaisiin tehdä enemmän yh-
teissuunnittelua ja hyvien käytänteiden jakamista LUMA-keskusten eri toimijoiden
kesken.
- Oltiin sitä mieltä, että kerättyä laadullista palautetta tulisi hyödyntää vielä paremmin
toiminnan kehittämisessä.
- Toivottiin johtokunnalta vastaanottavaista asennetta toimijoiden kehittämisehdotus-
ten suhteen. Koettiin tärkeänä, että jokaisen LUMA-keskuksen edustaja tuo johtokun-
nan jäsenenä esiin eri keskusten toimijoiden ääniä.

LUMA-keskus Suomi -verkoston kehittämispäivillä (1.10.2020) keskusteltiin tarpeesta terävöittää mm. tavoitekeskusteluissa ja itsearviointidokumenteissa sen kuvausta, **kuinka tutkimustuloksia on hyödynnetty ja kuinka tutkimustyö on vaikuttanut LUMA-keskusten toimintaan.**

Ulkoisen arvioinnin perusteella suosituksena olisi pohtia vielä, kuinka **itse- ja vertaisarviointilomakkeita voisi kehittää kustannustehokkaammiksi.** Seuranta vuosittaisten arviointien välillä voitaisiin tukea esimerkiksi keräämällä vuosittaiset arvoinnit samaan dokumenttiin. Tämä tukisi sen reflektointia, kuinka tavoitteiden toteuttamisessa on onnistuttu pidemmällä aikavälillä. Näin olisi myös vaivattomampaa käydä läpi ja vastata vertaisarvioinnissa eri vuosina esitettyihin kysymyksiin ja pohtia sitä, kuinka niissä saatuja ehdotuksia voitaisiin huomioida tulevaisuudessa.

3.10 COVID-19 pandemian aiheuttamia muutoksia toimintaan vuonna 2020

Tässä alaluvussa kootaan vielä yhteen COVID-19 pandemian aiheuttamia muutoksia LUMA-keskus Suomi -verkoston toiminnassa vuonna 2020.

1. LUMA-keskukset raportoivat, että **joitakin toimintoja jouduttiin perumaan tai siirtämään tulevaisuuteen.** Näitä ovat esimerkiksi fyysisissä tiloissa pidettävät
 - leirit
 - tiede- ja teknologialuokkavierailut
 - TET-harjoittelut
 - täydennyskoulutukset
 - luennot
 - matkat
 - kansainvälisten vieraiden vastaanotto
 - konferenssit (mm. Bridges Aalto 2020 konferenssi)
 - tapahtumat (mm. SciCruise).

Myös esimerkiksi välinelainatoiminnan raportoitiin tyrehtyneen kevään etäopiskelukaudella. Lisäksi vaikka fyysinen kerho- ja leiritoiminta tuli syksyllä 2020 uudelleen mahdolliseksi, aina ei tullut tarpeeksi ilmoittautumisia toiminnan järjestämiseksi. Raportoitiin, että poikkeustilanteen aiheuttamaan uudelleenjärjestäytymiseen tarvittu aika vaikeutti joidenkin tavoitteiden toteutumista. Esimerkiksi toiminnan esittelyjä, yhteistyötapaamista ja tiedottamista jouduttiin vähentämään.

2. Poikkeustilan seurauksena **syntyi vaihtoehtoisia toimintamuotoja**. Jo muutoinkin vahvasti käynnissä oleva **toimintojen digitalisoituminen sai lisävauhtia**:

- Siirrettiin tapahtumia (StarT-aluefestivaalit, LUMA-päivät, kansainvälinen StarT gaala, konferensseja), kerhotoimintaa, leirejä, tiedeluokkavierailuja, oppimisyhteisövierailuja, opettajatapaamisia, luentoja, ym. verkkoon.
- Kehitettiin uusia materiaaleja, aktiviteetteja ja videoita verkkoon.
- Luotiin uusia virtuaalisia lähestymistapoja (esim. etäohjatut työpajat).
- Parannettiin verkkosivuja ja verkkoympäristöjä.
- Viestittiin aktiivisesti sosiaalisessa mediassa.

Lisäksi **mukautettiin kontaktiopetusta ja lähitapaamisia**, mm.

- pienentämällä ryhmäkokoja
- huolehtimalla erityisistä turvajärjestelyistä (maskit, käsidesit, turvavälit ym.)
- toteuttamalla aktiviteetteja ulkotiloissa (esim. *Lounais-Suomen LUMA-keskuksen* tiedemarkkinat jokirannassa ja *Oulun yliopiston LUMA-keskuksen* "metsämatikka" ja "luontopaja" -aktiviteetit).

Luotiin myös **uusia toimintamalleja kuten hybridimalli**, jossa yhdistetään virtuaalista toimintaa ja lähitapaamisia.

Eriyisesti StarT-toiminnassa kehitettiin runsaasti vaihtoehtoisia toimintamuotoja. Esi-merkiksi:

- *LUMA-keskus Lappi* toteutti Start-festarit kokonaisuudessaan (mm. avajaiset, projektien esittely, äänestys, palkintojenjako, tiedetyöpajat, pedagoginen kahvila) virtuaalisena²¹.
- *Oulun yliopiston LUMA-keskuksessa* jaettiin verkossa töistä koottuja videoita ja palkittiin parhaat työt etätalaisuudessa.
- *Keski-Suomen LUMA-keskuksessa* koostettiin videokooste töiden arvioinneista, joka jaettiin StarT-oppimisyhteisöille.
- *LUMA-keskus Pohjanmaa* järjesti StarT-lähettilästoimintaa StarT-webinaareina varhaiskasvatuksen ja peruskoulujen henkilökunnalle.
- *Itä-Suomen yliopiston LUMA-keskuksen* StarT-festareilla jaettiin osallistumispalkintona katseluoikeuksia Koulukinon suoratoistopalvelun kotimaiseen dokumenttielokuvaan ja sen opetusmateriaaleihin. Tämä koettiin toimivana palkintomuotona myös jatkossa.

²¹ Ks. <https://www.ulapland.fi/FI/Kotisivut/Lapin-virtuaaliset-Start-festarit>

StarTin virtuaaliset toteutusmuodot innostivat kehittämään muita virtuaalisia tapahtumia, kuten yli maiden rajojen ulottuvaa saamelaislasten ja nuorten virtuaalista tiedetapahtumaa (*LUMA-keskus Lappi*). Tilanteeseen reagoitiin myös **keräämällä palautetta uusista toimintamuodoista sekä keräämällä kasvatushenkilöstöltä ehdotuksia vaihtoehtoiseen toimintaan.**

- 3. Etätyöskentelyjaksoja käytettiin toiminnan kehittämiseen.** Kehitettiin esimerkiksi uusia opetuskokonaisuuksia tiedeluokkaan. Lisäksi raportoitiin, että etätyöskentely **innoitti useampiin online-kokouksiin verrattuna aikaisempiin lähikokouksiin** etenkin etäällä toisistaan työskentelevien henkilöiden kesken.

Aineistosta nousi lisäksi seuraavat haasteet virtuaaliseen toimintaan liittyen:

- **Virtuaalisten aktiviteettien osallistujamääriä oli vaikeampi laskea:** Videoiden katselukerrat tai nettisivuvierailut eivät anna tarkkaa tietoa osallistujamäärästä.
- Koettiin, että virtuaalisissa tapahtumissa oli **haasteellisempaa saavuttaa pysyvä vaikutus osallistujiin** esimerkiksi toiminnallisten työpajoihin verrattuna.

4

Johtopäätökset

Tässä raportissa arvioitiin LUMA-keskus Suomi -verkoston valtakunnallisen tehtävän toteutusta kaudella 2017-2020. Kiinnitettiin huomiota toiminnan eri osa-alueiden merkittävimpiin vahvuuksiin ja hyviin käytänteisiin sekä haasteisiin ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteisiin. Pääasiallisena aineistona käytettiin LUMA-keskusten vuosittaisia itse- ja vertaisarviointeja sekä sitä täydentämään laaditun kyselyn vastauksia kaikilta 13 LUMA-keskukselta. Arvioinnin tulokset validoitiin esittämällä ensin analyysin ensitulokset verkoston kehittämispäivillä, joilla kaikkien LUMA-keskusten edustajilla oli mahdollista kommentoida tuloksia ja esittää ajatuksiaan. Lisäksi arviointiraportti jätettiin LUMA-keskusten tarkistettavaksi ennen sen lopullista viimeistelyä. Näin kaikilla keskuksissa oli mahdollisuus vielä ehdottaa muutoksia tai lisäyksiä raporttiin. Raportin tarkisti lopuksi LUMA-keskus Suomen johtaja sekä johtokunnan puheenjohtaja. Valtakunnalliselle tehtävälle asetetut tavoitteet saavutettiin erinomaisesti. Seuraavaksi tiivistetään analyysin tulokset osa-alueittain.

”Verkoston toiminnan vakiinnuttamiseen” liittyviä *vahvuuksia ja hyviä käytänteitä* kaudella olivat LUMA-keskusten kesken pidettyjen koordinaatiotapahtumien järjestäminen, hyvien käytänteiden, materiaalien ja mallien jakaminen sekä tutustumisvierailut eri LUMA-keskuksiin. Yhteistyötä tehtiin myös esimerkiksi ruotsinkielisten koulujen tavoittamisessa. Jokaisen LUMA-keskuksen vahvuusalueita hyödynnettiin verkoston toiminnassa. Lisäksi tehtiin runsaasti yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa (oppimisyhteisöt, kunnalliset toimijat, yritykset, järjestöt, ym.) LUMA-aktiiviteettien kehittämisessä ja tarjoamisessa.

Esimerkkinä sidosryhmätyöstä on LUMA-keskus Suomen kansallinen LUMA-neuvottelukunta (noin 50 organisaatiota), joka toimii LUMA-keskus Suomen johtokunnan neuvoo-antavana keskustelufoorumina. Kaudella ylitettiin tavoitteet verkoston toimintaan osallistujien määrissä. *Haasteita ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteitä* verkoston toiminnan vakiinnuttamisessa ovat erityisesti vielä aktiivisempi ja systemaattisempi verkoston yhteistyö toiminnan kehittämisessä ja hyvien käytänteiden ja mallien levittämisessä, jatkuvuuden luominen yhteistyöhön eri sidosryhmien kanssa ja yhteistyön lisääminen ammattikorkeakoulujen, ammattikoulujen ja ammatillisen opettajankoulutuksen kanssa. Verkoston toiminnan vakiinnuttamista vaikeutti toiminnan henkilöresurssien niukkuus etenkin pienemmissä LUMA-keskuksissa sekä henkilökunnan vaihtuvuus johtuen esimerkiksi projektirahoitukseen perustuvista palkkauksista.

Osa-alue 1. "Kansainvälisen yhteistyön lisääminen vahvistaa rahoituksen saamisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa": *Vahvuudeksi ja hyviksi käytänteiksi* tunnistettiin etenkin seuraava toiminta:

- Järjestettiin runsaasti aktiviteetteja kansainvälisille kohderyhmille.
- Osallistuttiin kansainväliseen toimintaan.
- Tuettiin eri tahojen kansainvälistä toimintaa.
- Vietiin suomalaista LUMA-osaamista ulkomaille.

Kansainvälisen yhteistyön lisäämisellä voidaan nähdä olleen vaikutusta kansainvälisen rahoituksen saamiseen. Kaudella hyödynnettiin etenkin eurooppalaisia rahoitusinstrumentteja (mm. Horizon2020 ja Erasmus+). *Tulevaisuuden haasteina ja kehittämiskohteina* on etenkin kansainvälisten verkostojen jakaminen ja ylläpitäminen eri LUMA-keskusten kesken sekä pohjoismaisen ja saamelaisalueiden välisen yhteistyön laajentaminen. Haasteena on myös kansainvälisen yhteistyön ja rahoituksenhaun vaatimat runsaat resurssit. Tarvetta on lisäksi koulutusviennin roolin määrittämisellä osana LUMA-keskusten toimintaa.

Osa-alue 2. "Lapsille ja nuorille tarjottavat non-formaalit tiedekasvatusaktiviteetit ja formaalit verkkokurssit mm. tukevat korkeakoulujen opiskelijarekrytointia pitkäjänteisesti": Osa-alueen *vahvuuksia ja hyviä käytänteitä* edustavat monipuolinen non-formaalien aktiviteettien kuten kerhojen, leirien, tapahtumien ja asiantuntijavierailujen tarjonta varhaiskasvatuksesta toiselle asteelle. Samoin kurssitarjonta oli erittäin monipuolisia. Osallistettiin myös perheitä mukaan toimintaan. Kaudella ylitettiin tavoitteeksi asetettu toimintaan osallistuneiden henkilöiden määrä. Toiminnassa hyödynnettiin virtuaalisia, fyysisiä ja hybridejä toiminnan muotoja ja sekä LUMA-keskusten omia tiloja että yhteistyökumppaneiden tiloja. VirtuaaliLUMA kokoaa eri keskusten tarjonnan yhteen. Korkeakoulujen opiskelijarekrytointia lyhyehköllä aikavälillä tukevia aktiviteetteja olivat esimerkiksi:

- toiminnalliset opintokäynnit tiedeluokkiin tai yliopistoille
- lukiolaisille suunnatut verkkokurssit, joista saa kurssisuorituksen
- työelämään tutustumisjaksot ja kesätyömahdollisuudet LUMA-keskuksissa
- uramahdollisuuksia esittelevät asiantuntijavierailut/opiskelijälähettilästoiminta
- kesä/tutkijakoulumahdollisuudet lukiolaisille.

LUMA-keskuksilla on näyttöä siitä, kuinka LUMA-keskusten toimintaan osallistuminen on vaikuttanut nuorten jatko-opintovalintoihin. *Haasteina ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteinä* nähtiin verkkokurssien ja -aktiviteettien vielä systemaattisempi tuottaminen ja valtakunnallinen jakaminen sekä esimerkiksi COVID-19 pandemian vauhdittamana tuotetun verkkomateriaalin viimeistelemineen. Olisi tärkeää jakaa malleja liittyen ohjaajien kouluttamiseen, rekrytointiin ja kompensointiin. Tulisi tavoitella vielä laajemmin lapsia ja nuoria. Kansainvälisten tutkimusten kuten 4. ja 8. luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaamista arvioivan ”Trends in International Mathematics and Science Study” eli TIMSS-tutkimuksen Suomea koskevat tulokset (Kupari ym., 2012a; Kupari ym., 2012b; Vettenranta ym., 2016) osoittavat, että matematiikan ja luonnontieteiden opiskelussa tulisi kiinnittää huomiota oppijoiden motivointiin, kiinnostuksen lisäämiseen sekä osaamiseltaan heikompien oppijoiden ja heidän perheidensä tukemiseen. Vuonna 2020 julkaistujen tulosten (Vettenranta ym. 2020a; 2020b) perusteella erityisesti kahdeksasluokkalaisten luonnontieteellisessä osaamisessa tyttöjen osaaminen on poikia vahvempaa.

Osa-alue 3. ”LUMA-alojen opetukseen ja LUMA-toimintaan liittyvä tutkimus tuo arvokasta tietoa mm. toiminnan kehittämiseksi ja alojen vetovoimaisuuden lisäämiseksi”: *Vahvuutena ja hyvänä käytänteenä* voidaan pitää toimimista osana LUMA-tutkimusta tekeviä ryhmiä. Myös uusia tutkimusryhmiä ja professuureja perustettiin tukemaan tutkimusta. Lisäksi kaudella vahvistettiin tutkimustoimintaa

- laatimalla tutkimus- ja kehittämisstrategioita
- perustamalla LUMAT Science Research Forum
- hakemalla aktiivisesti tutkimusrahoituksia
- luomalla tutkimuskumppanuuksia (mm. tarjoamalla aineistonkeruu- ja opinnäyte-työmahdollisuuksia).

Kehittämistutkimusta (eng. ”design-based research”) hyödynnettiin tutkimuksen ja kehittämistyön yhdistämisessä. Toimitettiin tutkimusjulkaisuja (LUMAT ja LUMAT-B) ja julkaistiin runsaasti tutkimuksia (n. 50 per vuosi). Tutkimuksista jaettiin tietoa verkossa. LUMA-keskuksilla on runsaasti näyttöä siitä, kuinka tutkimusta on hyödynnetty toiminnan kehittämisessä ja alojen vetovoimaisuuden lisäämisessä. *Haasteet ja tulevaisuuden kehittämistoimenpiteet* liittyvät etenkin rajallisiin ja katkonaisiin resursseihin tutkimuksessa:

Tarvittaisiin esimerkiksi resursseja vielä systemaattisempaan vaikuttavuuden tutkimukseen pitkällä aikavälillä. Tulevaisuudessa erityisesti kehittämistutkimusta voitaisiin hyödyntää yhä paremmin mm. tutkimuksen (tutkimusaineisto) ja kehittämistyön (palautteenkeruu) yhdistämisessä. Tarvetta on myös vielä tiiviimmälle tutkimusyhteistyölle LUMA-keskusten kesken.

Osa-alue 4. "LUMA-keskus Suomen ja sen taustayliopistojen koulutustoiminta kehittää LUMA-aineita opettavien opettajien ammatillista osaamista ehyenä jatkumona": Osa-alueen *vahvuutena ja hyvänä käytänteenä* voidaan pitää sitä, että kaudella tarjottiin runsaasti monipuolista koulutustoimintaa sekä opettajaopiskelijoille että opettajille (mm. työpajat, online -kurssit, kehittämispäivät, online materiaalipankit). Erityisesti opettajan-koulutusta tarjoavissa yliopistoissa opettajan perus- ja täydennyskoulutus on integroitu tiiviisti osaksi LUMA-keskuksen toimintaa. Koulutustoiminta suunniteltiin harmoniassa opetussuunnitelmien kanssa. Erityisen tärkeänä pidettiin sitä, että koulutusta ja tukea tarjottiin räätälöidysti opettajille heidän tarpeittensa mukaan. Oltiin aktiivisesti mukana koulutuksen kehittämisessä. Jatkuvan oppimisen tukemiseen on kehitetty erilaisia toimintamalleja (mm. yli 30 verkkokurssia) ja opettajankoulutus osana non-formaalia tiedekasvatusta (esim. Tiedekasvatuksen verkkokurssi ja ohjaustoiminta tiedeluokissa). Opettajankouluttajien, opettajaopiskelijoiden, opettajien ja oppilasryhmien välistä yhteistyötä tuettiin mm. integroimalla toiminta oppimisyhteisöjen arkeen ja osallistamalla opettajat koulutuksen yhteissuunnitteluun (co-design) ja toteutukseen. *Haasteena* toiminnassa on myös kansainvälisissä tutkimuksissa kuten TIMMS:issä (ks. Kupari ym., 2012a, 2012b; Vettenranta ym., 2016; Vettenranta ym. 2020a; 2020b) tunnistettu suomalaisten opettajien vähäinen osallistuminen täydennyskoulutuksiin. Osallistumista vaikeutti muun muassa opettajien kiireinen arki ja pitkät etäisyydet lähiopetukseen. Näihin haasteisiin voidaan vastata kehittämällä ja tarjoamalla erityisesti kevyttä ja joustavaa koulutustoimintaa (mm. työssäoppiminen, modulaariset online-koulutukset). Uusimpien TIMMS-tutkimustulosten mukaan (Vettenranta ym. 2020a; 2020b) tarvetta näyttäisi olevan erityisesti koulutuksille teknologian integroinnista LUMA-aineisiin sekä oppilaiden kriittisen ajattelun ja tutkimustaitojen kehittämisestä. Lisäksi haasteina oli sen määrittelemisen, millainen koulutustoiminta hyväksytään osaksi opettajien pakollisia suunnittelu- ja koulutustyöpäiviä (veso-päivät) ja kilpailu täydennyskoulutustarjonnasta eri tahojen kanssa. Haasteita oli myös virallisen täydennyskoulutuksen järjestämisessä niissä LUMA-keskuksissa, jotka eivät ole osa opettajankoulutusta tarjoavaa korkeakoulua.

Osa-alue 5. "StarT tukee LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista eri asteiden oppimisyhteisöissä sekä lasten ja nuorten vapaa-ajallakin": StarT-toiminnan *vahvuutena ja hyvänä käytänteenä* voidaan pitää sitä, että toiminta tukee uusien opetussuunnitelmien perusteiden tavoitteiden edistämistä ja jalkauttamista eheyttävän ja monialaisen projektioppimisen osalta. Kansainvälisesti palkittu StarT-ohjelma keräsi

runsaasti osallistujia yli 50 maassa ja siihen osallistui entistä enemmän eri oppiasteiden edustajia. Toimintaa oppimisyhteisössä tuki muun muassa LUMA-keskusten mentorointi, StarT-lähettiläät, virtuaaliset StarT-opehuoneet, StarT-työpajat opettajille LUMA-päivillä ja virtuaaliset verkkokurssit ja materiaalipankki teemoittain. Lisäksi StarT-lähettilästoiminta sisällytettiin osaksi tiede- ja teknologiakasvatusaktiviteettien ohjauksen verkkokurssia. StarT-toiminta keräsi runsaasti osallistujia ja siihen osallistui entistä enemmän eri oppiasteiden, kuten varhaiskasvatuksen edustajia. StarT -aluefestivaalien osallistujamääriä ja näkyvyyttä lisättiin

- luomalla yhteistapahtumia muiden organisaatioiden kanssa
- järjestämällä festivaalit yhdessä eri LUMA-keskusten kesken
- tekemällä yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa.

LUMA-keskuksilla on paljon näyttöä siitä, kuinka StarT-toiminta on tukenut LUMA-aineiden opiskelua ja LUMA-alojen pariin innostamista. Tärkeinä tulevaisuuden *kehittämistoimenpiteinä* pidettiin StarTin kehittämistä helposti viestittäväksi ja laajempia kohderyhmiä tavoittavaksi ja houkuttelevaksi ohjelmaksi. Tulisi kehittää edelleen hybridejä (fyysinen ja virtuaalinen) StarT-tapahtumia. On myös tärkeää tukea ruotsin- ja saamenkielistä StarT-toimintaa.

Osa-alue 6. "Tiede- ja teknologialuokilla on monissa LUMA-keskuksissa keskeinen asema fyysisten toimintojen infrastruktuurina": Toiminnan *vahvuudesta* kertoo se, että tiede- ja teknologialuokissa vierailleiden opetusryhmien määrät ovat kasvaneet valtakunnallisesti. Monissa LUMA-keskuksissa on vakiintunutta ja monipuolista tiede- ja teknologiatoimintaa. Lisäksi on perustettu uusia tiedeluokkia. Niitä on eri LUMA-keskuksissa kaikkiaan 16. Tiedeluokat toimivat (a) koulujen ja päiväkotien toiminnallisten opintokäyntien kohteena tukien opetussuunnitelman tavoitteita, (b) opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen oppimisympäristöinä tehden uudet avaukset tutuksi opettajille, (c) kehittämis- ja tutkimusympäristöinä, joissa uusia avauksia ja toimintamalleja kehitetään ja tutkitaan ja (d) yhteistyöfoorumeina (esim. yritys yhteistyö, media, perheet). Osassa tiedeluokissa on vahva elinkeinoelämäyhteistyö. Kaudella on luotu ja jaettu toimintaa tukevia materiaaleja suomeksi, ruotsiksi, pohjoissaameksi ja englanniksi. Tiedeluokkavierailut on integroitu osaksi koulutyötä ja opetussuunnitelmaa. Toimintaa tarjotaan eri muodoissa:

- (1) toimintaa korkeakoulujen yleisissä laboratorioissa ja luokissa (myös eri korkeakoulujen kesken)
- (2) mobiileja tiedeluokkia ja välinelainausta sekä toimintaa mm. oppimisyhteisöjen, kirjastojen ja tiedekeskusten tiloissa
- (3) virtuaalinen tiedeluokka.

Virtuaalisia opintokäyntimalleja on kehitetty erityisesti vuonna 2020. Tiedeluokkavierailuja koordinoidaan yhteistyössä muiden yliopistotoimijoiden kanssa (mm. lukioyhteistyökoordinaattorit, hakijapalvelut, vierailuvastaavat). On myös tehty yhteistyötä eri tieteenalojen kanssa (mm. humanistinen/filosofinen tiedekunta). *Haasteena* toiminnalle on se, että usein kysyntää toiminnalle on enemmän kuin mitä pystytään tarjoamaan. Kaikilla LUMA-keskuksilla ei ole myöskään vapaasti käytettävissä olevia tiloja tai tilat ovat pieniä. On haasteellista saada riittävästi ohjaajia mukaan toimintaan. Lisäksi pitkät etäisyydet vaikeuttavat vierailujen järjestämistä joillakin maantieteellisillä alueilla. Nähtiin, että toiminnan koordinoiminen ja ylläpito vaativat runsaasti resursseja: On tärkeää tunnistaa eri rahoitusmahdollisuuksia (esim. maksullinen toiminta, sponsorit, työajan allokointi) toiminnalle.

”Toiminnan näkyvyyden lisäämisestä ja viestinnän kehittämistä” osoituksena on se, että on tavoitettu vuosi vuodelta enemmän eri kohderyhmien edustajia. *Toiminnan vahvuutena* on esimerkiksi se, että

- luotiin viestintä- ja yhteiskuntastrategioita
- kehitettiin viestintäkanavia (nettisivuja, uutiskirjeitä, somekanavia)
- viestittiin aktiivisesti eri foorumeilla
- hankittiin medianäkyvyyttä.

Suomen- ja ruotsinkieliset kansalliset LUMA-verkkosivut sisältävät englanninkielisen ”LUMA News” -osion. VirtuaaliLUMA-osio kokoaa virtuaaliset toimintamuodot. Näkyvyyttä vahvistaa myös se, että LUMA-keskusten toiminta on usein huomioitu osana korkeakoulujen strategioita ja monet LUMA-keskukset toimivat osana suurempaa kokonaisuutta (mm. yliopistojen juniortoiminta). *Tulevaisuuden kehittämistoimenpiteinä* tulisi esimerkiksi koota ja jakaa parhaita käytänteitä näkyvyyden ja viestinnän edistämiseksi sekä parantaa kurssien ja täydennyskoulutuskokonaisuuksien markkinointia. On tärkeää varmistaa, että LUMA-keskus -brändiä pidetään näkyvästi esillä toimittaessa osana laajempaa kokonaisuutta. Tulisi myös selkeyttää sitä, kuinka toiminnasta viestitään sekä osana oman korkeakoulun että LUMA-keskus Suomen toimintaa.

”Toiminnan sisäisen ja ulkoisen arvioinnin käyttöönotossa” *vahvuutena* voidaan pitää sitä, että toimintaa on arvioitu useista eri näkökulmista (palautteen keruu osallistujilta, itse- ja vertaisarviointi, ulkoinen arviointi). Vuosittain kukin keskus asetti tavoitteet osa-alueisiin ja käytiin tavoitekeskustelut johtajan kanssa. Tavoitteet arviointiin sekä itsearvioinnin ja vertaisarvioinnin kautta. Johtokunta hyväksyi sekä tavoitteet että vuosittaisen raportin arvioinnista. Lopuksi suoritettiin vielä toiminnan ulkoinen arviointi. Tulevaisuudessa voitaisiin vielä *kehittää edelleen* itse- ja vertaisarviointikäytänteitä esimerkiksi parantamalla ohjeistuksia ja yhtenäistämällä raportointikäytänteitä vertailun helpottami-

seksi. Tulisi myös huolehtia, että arviointitietoa käytetään systemaattisesti tulevaisuuden kehittämistoimenpiteissä.

Toimintaa pystyttiin jatkamaan hyvin vuonna 2020 COVID-19 pandemiasta huolimatta. Se aiheutti toiminnalle kuitenkin seuraavia muutoksia: fyysisissä tiloissa pidettäviä tapahtumia jouduttiin perumaan tai siirtämään, kehitettiin runsaasti vaihtoehtoisia virtuaalisia ja hybridejä toiminnan muotoja ja hyödynnettiin etätyöskentelyjaksoja toiminnan kehittämiseen.

Tässä raportissa esitettyä analyysiä tullaan hyödyntämään valtakunnallisen tehtävän suunnittelussa ja toteutuksessa kaudella 2021-2024 ja sen neljällä osa-alueella:

- (1) "Vahvistetaan ja laajennetaan valtakunnallista LUMA-kehittämissyhteisöjen verkostoa".
- (2) "Vahvistetaan yliopistojen keskinäistä yhteistyötä kehittämällä LUMA-aineiden opettajankoulutuksen, opetuksen tutkimuksen ja kehittämisen foorumia".
- (3) "Lisätään lasten, nuorten ja perheiden vapaa-ajan LUMA-toiminnan kattavuutta ja vaikuttavuutta vahvistamalla virtuaalista tarjontaa".
- (4) "Vahvistetaan kansainvälistä akateemista tutkimus- ja kehittämissä sekä perus- ja jatkokoulutusyhteistyötä."

Lähteet

- Aksela, M. (2019). Towards student-centred solutions and pedagogical innovations in science education through co-design approach within design-based research. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 7(3), 113–139. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.3.421>
- Aksela, M., & Haatainen, O. (2019). Project-Based Learning (PBL) in Practise: Active Teachers' Views of Its' Advantages And Challenges. In *Integrated Education for the Real World 5th International STEM in Education Conference Post-Conference Proceedings*. Queensland University of Technology.
- Aksela, M. & Kiviluoto, O. (2020). LUMA2020 -Yhdessä tehden, oppien ja innostuen: Raportti kansallisesta matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen ja oppimisen kehittämisohjelmasta. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162593>
- Aksela, M., & Lehto, S. (2019). LUMA-yhdessä olemme enemmän!: Intoa matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian opetukseen ja opiskeluun. <https://www.luma.fi/sanomat/2019/11/20/luma-suomi-kehittamisohjelman-loppuraportti-intoa-matematiikan-luonnontieteiden-ja-teknologian-opiskeluun-uusilla-opetusmenetelmilla/>
- Aksela, M., Lundell, J. & Ikävalko, T. (2020). LUMA Suomi – Yhdessä olemme enemmän. <https://www.luma.fi/sanomat/2020/09/30/uusi-verkkokirja-kansallisesta-ja-kansainvalisesta-luma-tiedekasvatuksesta-parhaita-ratkaisuja-ja-toimintamalleja-hyvaan-tulevaisuuteen/>
- Aksela, M., Oikkonen J. & Halonen, J. (2018). Yhteisöllistä ja tutkimuslähtöistä tiedekasvatusta varhaiskasvatuksesta korkeakouluun Helsingin yliopistossa vuodesta 2003 lähtien <https://www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/isbn-978-951-51-4087-6.pdf>
- Aksela, M., & Vihma, L. (2015). Uudenlainen yhteisöllinen opettajankoulutus LUMA-ekosysteemissä elinikäisen oppimisen tukena. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 3(6), 711-720. <https://doi.org/10.31129/lumat.v3i6.992>
- Aksela, M., Pernaa J. & Blomgren, P. (2018). Yhteisöllistä tiedekasvatusta Helsingin yliopistossa: Kemianluokka Gadolin -tiedeluokka innostavana oppimis-, kehittämis- ja tutkimusympäristönä vuodesta 2008 lähtien https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/306420/isbn_978_951_51_4471_3.pdf?sequence=1
- Braskén, M., Hemmi, K., & Kurtén, B. (2019). Implementing a Multidisciplinary Curriculum in a Finnish Lower Secondary School—The Perspective of Science and Mathematics. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1-17.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, 9(2), 27
- Elo, J. & Kurtén, B. (2020). Exploring points of contact between enterprise education and open-ended investigations in science education. *Education inquiry* 11(1), 18-35.

- Hamdi, R. (2020). Yläkoulun matematiikan kertaavan intensiivikurssin rakentaminen kehittämistutkimuksena. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/122940>.
- Halonen, J., & Aksela, M. (2018). Non-formal science education: The relevance of science camps. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(2), 64–85. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.316>
- Henriksson, A.-C. (2019). Teachers' perceptions of environmental education in early childhood settings, in proc. of ESERA2019 (European Science Education Research Association) conference, Universitetet i Bologna, Italy, 26 – 30.8.2019, also presented as invited lecture at NoFa7, Nordic Conference on Teaching and Learning in Curriculum Subjects, Stockholms universitet, 13 – 15.5.2019
- Henriksson, A.-C. (2018). Primary school teachers' perceptions of out of school learning within science education. *LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education*, 6(2), 9–26.
- Hietamäki, E. 2020. Ekaluokkalaisten käsityksiä matematiikasta. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. Saatavilla <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/69022>
- Ikävalko, VM. (2017) Mielekkään kemian non-formaalien oppimisympäristön kehittämistutkimus yhteistyössä työelämän kanssa, Akateeminen väitöskirja, Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J., & Muukkonen, H. (2019). Students' reasons for STEM choices and the relationship of mathematics choice to university admission. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 43.
- Kesonen, M. H. P., Leinonen, R., Asikainen, M. A., & Hirvonen, P. E. (2017). Argumentointia painottava luonnontieteen kouluopetus – Katsaus tavoitteisiin. *FMSERA Journal*, 1(1), 43-53. <https://journal.fi/fmsera/article/view/60938>
- Kesonen, M. & Leinonen, R. & Asikainen, M. (2019) Applying a simple model aiding in understanding the acceleration of a bungee. *Physics Education*. 54. 045012.
- Kinni, A. & Muotka, A. (2019). Ymmärtää tän ilmaston merkitystä sekä ihmiskunnalle ja maapallolle ylipäätän- sä - Käsityksiä alakoulun ilmastokasvatuksen tavoitteista, esteistä ja edistäjistä. Pro gradu -tutkielma. Lapin yliopisto.
- Koivusalo, S. (2019). Tiedesynttäreiden kehittäminen: vanhempien syyt valita tiedesynttärät. Pro gradu. Kemian laitos, Turun yliopisto.
- Koelsch, L. E. (2013). Reconceptualizing the member check interview. *International Journal of Qualitative Methods*, 168–179.
- Kreber, C., Brook, P., & Policy, E. (2001). Impact evaluation of educational development programmes. *International Journal for Academic Development*, 6(2), 96-108.
- Kupari, P., Vettenranta, J., & Nissinen, K. (2012a). Oppijalähtöistä pedagogiikkaa etsimään: kahdeksannen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa
- Kupari, P., Sulkunen, S., Vettenranta, J., & Nissinen, K. (2012b). Enemmän iloa oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainväliset PIRLS- ja TIMSS-tutkimukset Suomessa.
- Lampiselkä, J. (2020). LUMA-aineiden kiinnostavuus: Lahtelaisten 9. vuosiluokan koululaisten kiinnostus LUMA-aineisiin. Teoksessa Aksela, M., Lundell, J. & Ikävalko, T. (toim.). LUMA Suomi – Yhdessä olemme enemmän.
- Leinonen, R. Kesonen, M. & Hirvonen, P. (2016). Hidden circuits and argumentation. *Physics Education*. 51. 065018. 10.1088/0031-9120/51/6/065018. https://www.researchgate.net/publication/309001964_Hidden_circuits_and_argumentation
- Lähteenmäki, Y. (2019). Kehittämistutkimus: matematiikan hiihtolomakurssi yhdeksäsluokkalaistille (Master's thesis). <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/118353>
- Mononen, M. (2018). Oppimisen arviointi LUMA-projektioppimisessa. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Muotka, P. (2019). Design-tutkimus määrällisen päättelyn opettamisesta peruskoulussa. Pro gradu -tutkielma. Lapin yliopisto.
- Mäki, N. & Vihelä, E. (2019). "Kumpi on suurempi, puolet kolmasosasta vai kolmasosan puolikas?" : murtolukukäsitteen opettaminen kolmessa kolmannen luokan oppikirjassa. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201909134152>
- Naukkarinen, J., Niemelä, H. 2020. Understanding better young people's views on technology in Finland. 2020 ASEE Annual Conference, Virtual Conference, 22-26 June.

- Naukkarinen, J. & Koikkalainen, K. (2020). All-inclusive outreach - A long-term co-operation process between a Finnish mid-sized university and a Finnish mid-sized town (Work in Progress). 2020 ASEE Annual Conference, Virtual Conference, 22-26 June.
- Naukkarinen, J., Kuisma, M. & Järvisalo, H. (2019). Hands-on work in a web-based Basic Electronics course. Paper presented at the 47th SEFI Annual Conference, Budapest, 16-19 September.
- Naukkarinen, J. & Ikonen, L. (2018). Reaching out for girls. Raising interest and self-efficacy in engineering with 'girls only' workshops at a technical university. Paper presented at the 46th SEFI Annual Conference, Copenhagen, 17-21 September.
- Oja, M. 2020. "Vielä lisäksi, että oli mukava tehtävä, sai hymyn huulille": tanssillisten ja kehollisten harjoitusten mahdollisuuksista lukujonotaitojen oppimisen edistämässä. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. Saatavilla <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/71777?show=full>
- Partanen, A-M., & Tolvanen, P. (2019). Developing a frame for analysing different meanings of the concept of variable mediated by tasks in elementary-school mathematics textbooks. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 24(3-4), 59-79.
- Pensasmaa, A. (2019). Kehittämistutkimus LUMA-keskus Suomen Liikkuva lelu –projektista. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Puutio, K. (2017). Alakoulun maasto-opetusta edistävät ja hankaloittavat tekijät – mikä saa jäämään luokkaan? Pro gradu. Biologian laitos, Turun yliopisto.
- Reddy, S. (2020). Towards Project-based Science Learning: A Finnish class teacher's conceptions and implementation. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Ruuth, I. (2020). Taidetta, tiedettä ja parempia tulevaisuuksia, Pro Gradu-tutkielma, Espoo: Aalto-yliopisto.
- Sipiläinen-Ersta, J. 2020. Matematiikan sanalliset tehtävät ja niiden opettaminen alkuopetuksen opettajien kokemana. Jyväskylä yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. Saatavilla <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/72351>
- Suomela, E. (2018). Perusteita toiminnallisille työtavoille matematiikan opetuksessa. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201812215299> 2019
- Toivonen, K. (2020). Maahanmuuttajaoppilaan kokemuksia matematiikan ja kielitiedon kielentämisestä. Jyväskylän yliopisto. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. Pro gradu -tutkielma. Saatavilla <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/69294?show=full>
- Venäläinen, N., Kaasila, A., Kleemola, K., Muukkonen-van der Meer, H., Rusanen, J. & Pursiainen, J. (2020) Kauppatieteiden opiskelijavalinnan uudistaminen: Mikä muuttui vuosien 2016 ja 2018 välillä? -Ainevalinnat ja alueellinen näkökulma (Tilastoneuvos).
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E., & Rautopuro, J. (2016). Lapsuudesta eväät oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa.
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Kotila, J., Lehtola, P., Nissinen, K., Puhakka, E., Pulkkinen, J., Ström, A. (2020a): Perustaidoista vauhtia koulutielle. Neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa.
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Kotila, J., Lehtola, P., Nissinen, K., Puhakka, E., Pulkkinen, J., Ström, A. (2020b): Tulevaisuuden avaintaidot puntarissa. Kahdeksannen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa.
- Viro, E., Joutsenlahti, J. (2018). The StarT Project Competition from the Perspective of Mathematics and Academic Literacy. *Education Sciences*, 8(2), 67. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/educsci8020067>.
- Viro, E., Joutsenlahti, J. (2018). Projektityöskentelyn kehittäminen yläkoulun matematiikan opetuksessa. *FMSERA Journal* 2(1), 90-99. Saatavissa: <https://journal.fi/fmsera/article/view/69879>