



Aili Priimann

Oppimisdatan vaikuttavuuden visualisointi Power BI -sovelluksen avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikan tutkinto-ohjelma

Insinööriyö

24.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Aili Priimann
Otsikko:	Oppimisdatan vaikuttavuuden visualisointi Power BI -sovelluksen avulla
Sivumäärä:	37 sivua
Aika:	24.4.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine:	Mediatekniikka
Ohjaajat:	Osaamisaluepäällikkö Janne Salonen Digitaalisten ratkaisujen tiiminvetäjä Anna Valtonen

Insinööriyön tarkoituksena oli visualisoida oppimisdataa käyttäen Power BI Desktop -sovellusta ja luoda helposti käytettävät visualisointimallipohjat yrityskumppaneiden käyttöön. Näin yritykset voisivat käyttää mallipohjia koulutuksen vaikuttavuuden arvioinnissa ohjeiden mukaisesti. Power BI on erittäin suosittu ja helppokäyttöinen sovellus datan visualisointiin ja analysointiin, ja se on kasvatanut suosiotaan sitä mukaa, kuin visualisoitavan ja analysoitavan datan määrä on kasvanut.

Toisena tavoitteena oli tutkia, miten oppimisen vaikuttavuutta mittaavat kyselytiedot voitaisiin kerätä e-koulutuksen sisältä ja saada ne Power BI:hin. Tämä edellyttää uudempien e-oppimisstandardien käyttöönottoa, kuten cmi5 ja xAPI, sekä LRS-tallennusjärjestelmän käyttöä. Yhteys LRS:n ja Power BI:n välille luodaan LRS-palveluntarjoajan luoman ohjelmointirajapinnan (API) avulla. Vaihtoehtoisesti voi ladata LRS-tallennusjärjestelmästä tarvittavat tiedot CSV-tiedostoina ja tuoda ne Power BI:hin taulukkoina.

Insinööriyössä tarkasteltiin oppimisen vaikuttavuuden mittaamisprosessia kokonaisuutena, jotta voitiin saada yleiskuva aiheesta. Tutkimus aloitettiin tarkastelemalla yleisiä menetelmiä oppimisdatan mittaamiseen, mukaan lukien yksi käytetyimmistä oppimisdatan arvioinnissa käytetyistä malleista, Kirkpatrickin neljä tasoa. Sen jälkeen tutkittiin teknisiä ratkaisuja, joilla oppimisdata voidaan kerätä ja saada Power BI:hin. Lopputuloksena luotiin mallipohjat oppimisen vaikuttavuuden arvioinnin tekemiseen ilmaisessa Power BI Desktop -versiossa. Ensimmäisessä versiossa tiedot haettiin Excel-taulukoista, mutta toisessa versiossa voitaisiin jo käyttää xAPI:a hyödyksi.

Avainsanat: e-oppiminen, Moodle, vaikuttavuus, oppimisdatan mittaaminen, Kirkpatrickin neljä tasoa, kyselylomakkeet, Excel, Power BI, datan visualisointi, mallipohja, SCORM, xAPI, cmi5, LRS

Abstract

Author: Aili Priimann
Title: Visualizing the effectiveness of learning data with the Power BI application
Number of Pages: 37 pages
Date: 24 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Information and Communication Technology
Professional Major: Media Technology
Supervisors: Janne Salonen, Head of School (ICT)
Anna Valtonen, Team leader of Digital Solutions

The purpose of the final year project was to visualize learning data with the Power BI Desktop application and to create user-friendly visualization templates for business partners to use. Companies could use the templates to evaluate the effectiveness of their training according to instructions.

The second goal was to investigate how survey data measuring the effectiveness of learning could be collected from e-learning content and imported into Power BI. This requires the implementation of newer e-learning standards, such as cmi5 and xAPI, as well as the use of an LRS (Learning Record Store) storage system. The connection between LRS and Power BI is established through the application programming interface (API) created by the LRS service provider. Alternatively, the required data can be downloaded from the LRS storage system as CSV files and imported into Power BI as tables.

The thesis examined the common methods for measuring learning data, data collection and -transferring into Power BI. As a result, templates were created for evaluating the effectiveness of learning in the free Power BI Desktop version. In the first version, information was retrieved from Excel tables, but in the second version, xAPI could already be utilized for better results.

Keywords: e-learning, Moodle, effectiveness, measuring of learning data, Kirkpatrick's four levels, questionnaires, Excel, Power BI, data visualization, templates, SCORM, xAPI, cmi5, LRS

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Oppimisdatan vaikuttavuuden arviointiprosessi	2
2.1	Oppimistulosten mittaaminen	2
2.2	Kirkpatrickin malli	3
3	Oppimisdatan kerääminen	6
3.1	Oppimisympäristöt	7
3.2	Testit, lomakkeet ja kyselyt	7
3.3	E-kurssit ja e-oppimisstandardit	8
4	Tietojen siirto	13
4.1	LRS-tallennusjärjestelmä	13
4.2	Power BI -työkalu	15
5	Oppimisdatan visualisointi Power BI:n avulla	15
5.1	Raportin jakaminen	15
5.2	Datan visualisointi	17
5.3	Datan valmistaminen ja hakeminen	21
5.4	Relaatioiden luominen	23
5.5	Mallipohjat	25
5.6	Jatkokehitys	34
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36

Lyhenteet

- ADL: *Advanced Distributed Learning*. Yhdysvaltain puolustusministeriön rahoittama organisaatio.
- AICC: *Aviation Industry Computer-Based Training Committee*. E-oppimisstandardi.
- API: *Application programming interface*. Joukko määriteltyjä sääntöjä, jotka mahdollistavat eri sovellusten kommunikoinnin toistensa kanssa.
- BI: *Business Intelligence*. Ohjelmisto, joka kerää yritystietoja ja esittää ne käyttäjäystävällisissä näkymissä.
- CMI5: *Computer Managed Instruction*. E-oppimisstandardi, joka tarjoaa kaikki SCORM:n ja xAPI:n ominaisuudet samanaikaisesti.
- CSV: *Comma Separated Values*. Eroteltu tekstitiedosto, joka erottaa arvot pilkulla. Jokainen tiedoston rivi on tietue.
- JSON: *Javascript Object Notation Language*. Standardi tietojen tallentamiseen ja siirtämiseen.
- LMS: *Learning Management System*. Verkko-oppimisympäristö ja hallintajärjestelmä.
- LRS: *Learning Record Store*. Tallennusjärjestelmä, joka toimii verkko-opetusta harjoittavista yhdistetyistä järjestelmistä kerättyjen oppimistietueiden säilytyspaikkana.
- MOODLE: *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. Ilmainen ja avoimen lähdekoodin oppimisen hallintajärjestelmä, joka on kirjoitettu PHP:llä ja jota jaetaan GNU General Public License -lisenssillä.

SCORM: *Sharable Content Object Reference Model*. E-oppimisstandardi, joka tallennetaan zip-tiedostona ja joka sisältää kaikki tiedostot, joita tarvitaan verkkokurssien näyttämiseen oppimishallintajärjestelmässä.

XAPI: *Experience Application Programming Interface*. E-oppimisstandardi, jota kutsutaan joskus myös Tin Can API:ksi ja jonka avulla voi kerätä tietoa monenlaisista oppimiskokemuksista sekä online-että offline-tilassa.

1 Johdanto

Datan visualisoinnin ja analysoinnin suosio on kasvanut jatkuvasti sen jälkeen, kun datamäärät ovat kasvaneet valtavasti. Datavisualisointityökalun avulla pystyy suuria ja monimutkaisia tietoja tekemään helposti ymmärrettäväksi ja havainnolliseksi, ja tietoja analysoimalla taas pystyy tekemään parempia liiketoiminnallisia päätöksiä. Tällä hetkellä yksi suosituimmista työkaluista erityisesti liiketoiminnassa on Microsoftin Power BI sen helppokäyttöisyyden ja monipuolisuuden takia. Se voidaan helposti integroida muihin sovelluksiin, ja se voi tarjota reaaliaikaisia tietojen päivityksiä.

Insinööriyön tavoitteena on luoda Power BI:n avulla oppimisdatan vaikuttavuudesta mallipohjainen raportti, jota voi jakaa ja soveltaa erilaisissa projekteissa erilaisilla tiedoilla. Aluksi tutkitaan oppimisdatan vaikuttavuuden arviointiprosessia teoreettisesti. Sen jälkeen selvitetään, millaisia tietoja on tarpeen kerätä ja miten ne voidaan hankkia Moodlesta olevasta kurssista ja siirtää oppimisympäristöstä Power BI:hin. Viimeiseksi tutustutaan Microsoftin luomaan Power BI -sovellukseen, jonka avulla on mahdollista luoda helposti visualisointeja ja analysointeja yhdistelmällä eri lähteistä kerättyä oppimis- ja liiketoimintatietoa.

Projektin tilaaja on johtamisen ja osaamisen kehittämiseen erikoistunut yritys Faros & Com. Yritystä kiinnostaa oppimisdatan vaikuttavuuden visualisointi ja analysointi Power BI:n avulla. Kurssien vaikuttavuuden arvioinnissa mitataan hyötyä, jonka ihmiset ovat saaneet kurssin läpäisystä, sekä sen mahdollista taloudellista hyötyä yritykselle, esimerkiksi lisämyynnistä. Kurssin jatkokehityksen kannalta on tärkeää saada palautetta kurssin onnistumisesta tai epäonnistumisesta ja toiveista. Tulosten analysointi voi olla hyödyllistä yrityksen talouden hallinnassa ja lähijohtamisessa. Lisäksi tämä auttaa parantamaan tuottavuutta ja lisäämään yrityksen kilpailukykyä.

2 Oppimisdatan vaikuttavuuden arviointiprosessi

Oppimisdatan vaikuttavuuden arviointiprosessin suunnittelu alkaa jo interaktiivisen koulutuksen suunnittelusta ja valmistelusta, johon lisätään hyvin mietittyjä kyselyitä ja testejä. Valmis koulutus lisätään e-oppimisalustalle ja avataan opiskelijoille. Seuraavaksi kerätään tietoja, joihin opiskelijat ovat antaneet luvan. Kun dataa on kerätty, se käsitellään, analysoidaan ja visualisoidaan. Koko tämä prosessi koulutuksen suunnittelusta data visualisointiin voi viedä vuoden.

Insinööriyössä ohitetaan koulutuksen suunnittelu- ja valmisteluvaihe. Sen sijaan keskitytään oppimistulosten mittaamisen menetelmiin sekä tiedonkeruun ja jakelun teknisiin ratkaisuihin. Lisäksi luodaan mallipohjat oppimisdatan vaikuttavuuden arvioinnin visualisointia varten hyödyntäen parhaita käytäntöjä datan esittämisessä.

2.1 Oppimistulosten mittaaminen

Arvioinnin tarkoituksena on kerätä dataa suoraan koulutusohjelman tavoitteisiin liittyen. Ennen ratkaisun määrittämistä ja tavoitteiden kehittämistä on tärkeää tunnistaa tarpeet oikein. Tavoitteiden kehittäminen toimii yhteytenä koulutusratkaisun ja lopputuloksen välillä. Kun mittarit on tunnistettu, on tarpeen selvittää niiden nykyinen tila, jotta voidaan määrittää perustaso. Tämä perustaso toimii lähtöpisteenä, kun vertaillaan mittareiden parannuksia ennen koulutusta ja sen jälkeen. (1, s. 52.)

On tärkeää osoittaa, että koulutusohjelma tuottaa konkreettisia tuloksia ja edistää tehokkaampaa työsuoritusta. Tämä edellyttää koulutusohjelman uudistamista ja soveltamista käytännön työtehtävissä. Menestyvät yritykset ja organisaatiot ymmärtävät, että koulutus ei ole arvokasta, ellei opittua sovelleta työssä ja sitä seuraava työsuoritus edistää organisaation keskeisiä tavoitteita. Tämä on ratkaisevaa koulutuksen rahoituksen ja jatkuvuuden kannalta. (2, s. 4.)

Syitä koulutusohjelmien arviointiin:

- parantaa koulutusohjelmaa
- maksimoida oppimisen siirtyminen käyttäytymiseen ja sitä seuraaviin organisaation tuloksiin
- osoittaa koulutuksen arvo organisaatiolle. (2, s. 5.)

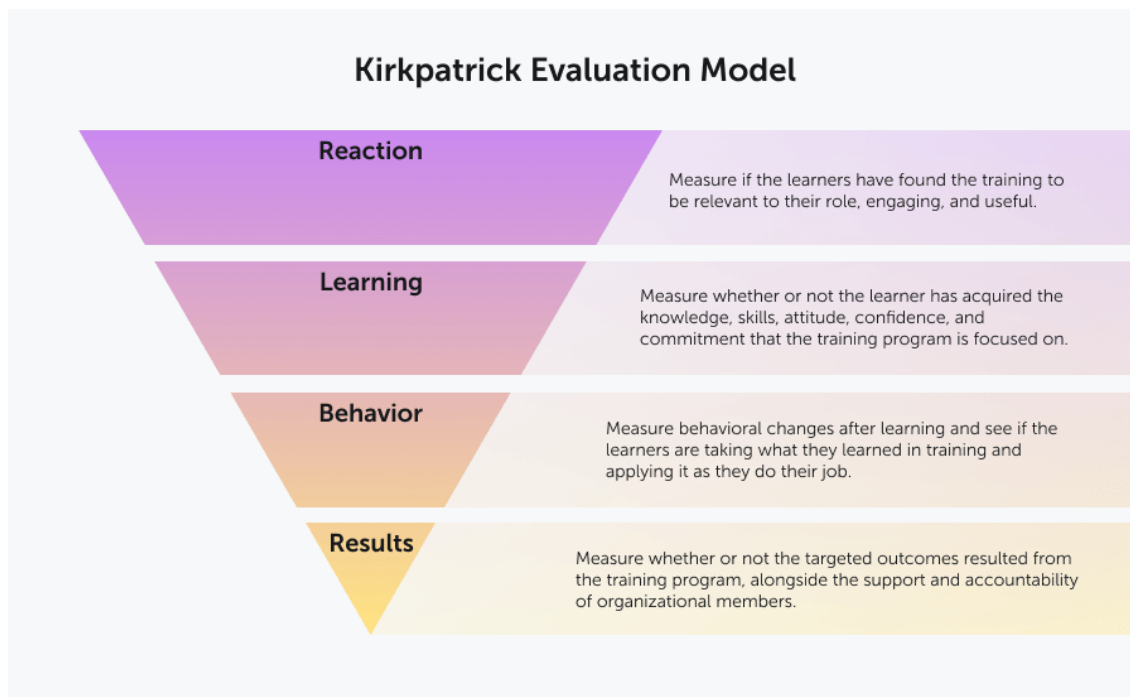
Useimmat organisaatiot edellyttävät, että koulutuksessa opitut taidot ja tiedot otetaan käyttöön työssä ja niillä on mitattavissa oleva vaikutus organisaation keskeisiin tuloksiin. Jos opittu johtaa työn parantumiseen, on mahdollista saavuttaa parempia tuloksia organisaatiossa. Koulutuksen arvioinnin tarkoituksena on todentaa, että koulutus tuottaa todellisia tuloksia ja edistää tehtävän suorittamista. Jos koulutusarvioinnin perusteella todetaan, että työsuorituskyky parani ja tulokset paranivat, voidaan päätellä, että koulutus oli tehokas. (2, s. 5–6.)

2.2 Kirkpatrickin malli

Tässä työssä käytetään oppimisdatan arviointiprosessissa Kirkpatrickin mallia ja menetelmiä. Kirkpatrick-malli, tunnetaan myös nimellä Kirkpatrickin neljä koulutustasoa, on yksi yleisimmin käytetyistä koulutuksen arviointimalleista, ja se on maailmanlaajuisesti tunnustettu yhdeksi tehokkaimmaksi. Se on keskeinen työkalu koulutuksen tehokkuuden arvioinnissa organisaatiossa. Sen on kehittänyt Donald Kirkpatrick 1950-luvulla, ja se koostuu neljästä tasosta: reaktio, oppiminen, käyttö ja tulokset (kuva 1). (2, s.11; 3.)

Kirkpatrickin malli on jo aika vanha. Maailma ja oppiminen ovat muuttuneet paljon sen jälkeen. Tietokoneiden tulo on nopeuttanut liiketoimintaa, ja oppiminen ja verkkotapahtumat ovat muuttaneet koulutuksen luonnetta. Helppo pääsy tietoihin ja oppimateriaaleihin Internetissä on muuttanut yleistä suhtautumista oppimiseen ja mahdollistanut oppimisen milloin tahansa ja missä tahansa. Neljän tason soveltamisen haasteena on esitetty se, että suurin osa oppimisesta tapahtuu epävirallisesti, työssä. Vuonna 2010 tohtori Jim Kirkpatrick, Donald Kirkpatrickin poika, ja Wendy Kayser Kirkpatrick muuttivat hieman neljän tason määritelmiä ja alkoivat kutsua sitä Uuden maailman Kirkpatrick-malliksi. Se käsittelee työ- ja oppimisympäristön modernisointia. (2, s. 11; 4.) Uuden maailman Kirkpatrick-malli korjaa väärinkäytöksiä, jotka tulivat yleiseksi käytännöksi

vuosikymmenten aikana, jolloin koulutuksen ammattilaiset käyttivät ja mukauttivat mallia itsenäisesti, kuten tasojen 1 ja 2 liiallinen korostaminen sekä harhaanjohtanut uskomus, että tasot 3 ja 4 ovat liian kalliita tai liian vaikeita arvioida. (2, s. 11.)



Kuva 1. Reaction – reaktio, taso 1; Learning – oppiminen, taso 2; Behavior - käyttäytyminen, taso 3; Results – tulokset, taso 4 (3).

Taso 1

Reaktion arviointi tarkoittaa sitä, missä määrin osallistujat pitivät koulutusta suosuisana, kiinnostavana ja hyödyllisenä ja mitkä olivat heidän henkilökohtaiset reaktionsa siihen (2, s. 17; 5).

1. Tyytyväisyys: Onko oppija tyytyväinen koulutuksen aikana oppimaansa?
2. Sitoutuminen: Kuinka paljon oppija osallistui oppimiskokemukseen ja vaikutti siihen?
3. Relevanssi: Kuinka paljon näistä tiedoista oppijat voivat soveltaa työhön?

Reaktiota mitataan yleensä kyselyllä tai sanallisilla reaktioilla, joka suoritetaan koulutuksen jälkeen. Tätä kyselyä kutsutaan usein "hymylapuksi", ja siinä pyydetään oppijoita arvioimaan kokemuksiaan koulutuksesta ja antamaan palautetta. (3.)

Ryhmäpalautteen kerääminen tai analysointi ei ole kallista. Se voidaan suorittaa heti koulutuksen päätyttyä (5).

Taso 2

Oppimisen arviointi tarkoittaa sitä, miten hyvin osallistujat omaksuvat tavoitteena olevat tiedot, taidot, asenteen, itseluottamuksen ja sitoutumisen koulutukseen perustuen (2, s. 15).

Oppimista mitataan kyselylomakkeilla, kokeilla, haastatteluilla tai arvioinneilla. Tulosten tarkkuuden vuoksi tulisi käyttää ennen oppimista kerättyjä ja sen jälkeisiä arviointeja. Joissakin tapauksissa vertailuryhmästä voi olla apua tulosten vertailussa. (3.)

Oppimisen arviointi on suhteellisen helppo järjestää, mutta vaatii enemmän investointeja ja ajattelua kuin reaktioarviointi. Se on erittäin relevantti ja selkeä koulutuksen tiettyjen osa-alueiden, kuten mitattavien tai teknisten taitojen, osalta, mutta vähemmän helppoa monimutkaisemmassa oppimisessä, kuten asenteiden kehittämisessä, jota on tunnetusti vaikea arvioida. (5.)

Taso 3

Käyttäytymisen arviointi tarkoittaa sitä, miten koulutettavat soveltavat koulutuksen aikana oppimaansa palattuaan työhön ja muuttavat käyttäytymistään (2, s. 14; 5).

Käyttäytymistä mittaavat johtajat tekemällä havaintoja työpaikalla. Lisäksi voidaan käyttäytymismuutoksia arvioida haastatteluilla tai tutkimuksilla. Tehokkain

aika tämän tason toteuttamiselle on 3–6 kuukautta koulutuksen päättymisestä. Liian aikaisin tehdyt arvioinnit eivät anna luotettavia tietoja. (3; 5.)

Käyttäytymisen muutosta on vaikeampi mitata ja tulkita kuin reaktion ja oppimisen arviointia. Tarkkailijoiden yhteistyö ja ammattitaito ovat tärkeitä tekijöitä, joita on vaikea hallita. (5.)

Taso 4

Tulosten arviointi tarkoittaa sitä, millainen vaikutus koulutettavan parannetulla suorituskyvällä on liiketoimintaan tai ympäristöön (5).

Jokaisen organisaation ja jokaisen koulutusohjelman tulokset ovat erilaisia, mutta niitä voidaan seurata avainindikaattoreiden avulla. Joitakin esimerkkejä yleisistä avainindikaattoreista ovat lisääntynyt myynti, vähentyneet työntekijöiden korvausvaatimukset tai korkeampi sijoitetun pääoman tuotto. (3.)

Yksilötasolla tulosten arviointi ei ole erityisen vaikeaa. Koko organisaation laajuisesti se kuitenkin muuttuu haastavammaksi johtamisen varaan rakentuvan luonteen ja jatkuvasti muuttuvien rakenteiden, vastuiden ja roolien vuoksi, mikä monimutkaistaa selvän vastuullisuuden määrittämistä. Lisäksi vaikuttavat ulkoiset tekijät merkittävästi organisaation ja liiketoiminnan suorituskyykyyn, mikä voi hämärtää hyvien tai huonojen tulosten todellisen syyn. (5.)

3 Oppimisdatan kerääminen

Perinteisesti oppimisdataa kerätään pääasiassa kyselyillä ja haastattelemalla ihmisiä. Kun siirrytään uusiin teknologioihin, tiedonkeruulle tulee uusia mahdollisuuksia.

3.1 Oppimisympäristöt

E-oppimisympäristöistä pystyy keräämään merkityksellisiä tilastoja automaattisesti. Ne tallentavat kaikki yksityiskohtaisia tietoja siitä, mitä oppija teki e-oppimisen aikana. Tällaisten järjestelmien lokeja ja raportteja tutkimalla voidaan kerätä hyödyllistä tietoa, kuten

- kurssille pääsyn tiheys ja tapa
- käytettävien sivujen tai moduulien määrä
- lähetetyt tehtävät
- osallistuminen online-chateihin ja keskusteluihin
- etenemisnopeus kurssin aikana
- vastauksia kyselyyn.

Tässä työssä käytetään Moodle-nimistä oppimisympäristöä ja hallintajärjestelmää. Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) LMS (Learning Management System) on hyvin muokattavissa oleva ilmainen ja avoimen lähdekoodin opetusalusta, joka voidaan räätälöidä minkä tahansa kurssin tai opetusmenetelmän mukaan. Moodle syntyi halusta antaa opettajille mahdollisuus luoda laadukkaita koulutuskokemuksia internetin kautta. Ensimmäinen versio Moodlesta julkaistiin vuonna 2002. Sillä on laaja valikoima sisäänrakennettuja työkaluja. Se on modulaarinen, mikä tarkoittaa, että jos jokin ominaisuus puuttuu, siihen voidaan luoda räätälöity laajennus ohjelmoinnin avulla. Nykyään Moodle on yksi yleisimmin käytetyistä opetusalustoista. (6, luku Understanding Moodle; 7.)

3.2 Testit, lomakkeet ja kyselyt

Verkko-oppimisessa testejä voidaan hallinnoida, pisteyttää, tallentaa ja raportoida automaattisesti. Automaattinen testaus vähentää testien luomisen ja hallinnoinnin vaikeutta, vaivaa ja kustannuksia. Tämä tarkoittaa, että testejä voi käyttää laajemmin, esimerkiksi seuraavasti:

- Esitestejä voidaan käyttää, jotta nähdään, ovatko oppijat valmiita aloittamaan kurssin tai moduulin.
- Diagnostisia testejä voidaan käyttää tiettyjen moduulien tai oppimisobjektien tunnistamiseksi.
- Opiskelijoiden tulee suorittaa jälkitestejä oppimisen vahvistamiseksi tai oppijat voidaan siirtää korjaaviin oppimiskokemuksiin.
- Kurssimoduulien sisällä olevien testien avulla oppijat voivat jatkuvasti seurata oppimistavoitteiden saavuttamista. (2, s. 72–73.)

Kyselyiden tekemiseen voidaan käyttää monia sovelluksia, kuten esimerkiksi Google Forms. Se on helppo ja ilmainen sovellus, joka mahdollistaa kyselyiden luomisen ja jakamisen. Vastaukset voi ladata itselleen CSV-tiedostona, jota voi käyttää tilastolliseen analyysiin. (8.) Tällaista tapaa on Faros & Comissa aikaisemminkin käytetty, mutta tavoitteena tulevaisuudessa olisi kerätä lomakkeiden dataa automaattisesti koulutuksen sisältä, joten opiskelijan ei tarvitse poistua kurssilta linkin kautta johonkin ulkopuoliseen sovellukseen.

3.3 E-kurssit ja e-oppimisstandardit

E-oppimisstandardit mahdollistavat oppimissisällön ja hallintajärjestelmien välisen viestinnän siten, että eri luontityökaluilla kehitetty sisältö voi toimittaa testitulokset ja raportoida pisteet mihin tahansa hallintajärjestelmään, kunhan kaikki käytetyt työkalut ja sisältö noudattavat samaa standardia. Nykyään käytössä on kolme päästandardia: AICC, SCORM ja Experience API (2, s. 74-75). AICC:tä pidetään tekniikaltaan vanhanaikaisena, vanhentuneena, sen toimivuus on rajallinen ja siitä puuttuu edistymisen seurantakyky (9). Tässä työssä keskitytään SCORM:iin ja xAPI:iin.

SCORM-tiedosto

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) on joukko e-oppimisohjelmistotuotteiden teknisiä määrittämiä, joka sallii selainpohjaisen verkko-oppimisen. Vuonna 2000 Yhdysvaltain hallituksen Advanced Distributed Learning (ADL) -aloite kehitti SCORM-standardin vastaamaan verkko-oppimisen

yhteentoimivuuden, uudelleenkäytettävyyden ja kestävyiden haasteisiin eri valmistajien verkko-oppimishankintatuotteiden välillä.

SCORM standardoi tavan, jolla verkko-oppimissisältö voidaan pakata ja toimittaa oppijoille oppimisen hallintajärjestelmän (LMS) kautta. Se tarjoaa yhteisen kielen ja rakenteen verkkokursseille, mikä mahdollistaa niiden helpon jakamisen eri opetusalojen välillä. (10.)

SCORM-kursseja luetaan SCORM-luontiohjelmistolla. SCORM-kurssi on kuin Powerpoint-esitys, jossa on ylimääräistä interaktiivisuutta. SCORM-kurssien tulos on zip-kansio, joka ladataan opetusalustalle, jossa LMS käsittelee kaiken. Kun oppilas käynnistää SCORM-kurssin selaimessa, LMS kerää tietoja seurataksien ja raportoidakseen niiden suorituksen tuloksia. SCORM-kurssi kertoo LMS:lle, mitä tietoja on vastaanotettava. (11.)

SCORM:sta on teknisesti viisi versiota, mutta ADL-aloite ylläpitää dokumentaatiota vain kolmesta versiosta (taulukko 1). On tärkeää huomioida, että SCORM:a pidetään vanhempana teknologiana, eikä se välttämättä ole paras vaihtoehto kaikkiin verkko-oppimistarpeisiin, kuten mobiilioppiminen puhelimella tai tabletilla. Uudemmat tekniikat, kuten xAPI (Experience API) ja cmi5, tarjoavat enemmän joustavuutta ja toimivuutta. Vaikka ADL-aloite suosittelee nyt xAPI- ja cmi5-ratkaisuja uusiin verkko-oppimishankintoihin ja -toteutuksiin, ovat SCORM-ratkaisut edelleen laajalti käytössä. (9; 10.)

Taulukko 1. SCORM-versiot, joiden asiakirjoja ADL-aloite ylläpitää (10).

SCORM-versio	Julkaisuvuosi
1.2	2001
2004 3th Edition	2004
2004 4th Edition	2009

xAPI

xAPI (Experience API), jota kutsutaan joskus myös Tin Can API:ksi, on määritelmä e-oppimisohjelmistoille, ja se mahdollistaa oppimiskokemusten seurannan ja analysoinnin. xAPI on noussut uudeksi standardiksi verkkokoulutuksen toimittamisessa. xAPI:tä kuvataan usein SCORM:n seuraavaksi evoluutioksi. Vaikka SCORM-standardi ei ole katoamassa minnekään pian, xAPI on määritelty uudelleen joitakin oppimiskokemusten seurannan peruskäytäntöjä. xAPI pystyy keräämään tietoja myös LMS:n ulkopuolelta ja eri lähteistä. (9; 12.)

xAPI:n kehitti Yhdysvaltain puolustusministeriön rahoittama Advanced Distributed Learning (ADL) yhdessä Rustici Softwaren ja suuren SCORM-käyttäjien yhteisön kanssa, jotka ehdottivat parannuksia. Ajatuksena oli keksiä seuraavan sukupolven SCORM, järjestelmä, joka ei ollut yhä useammin enää pysynyt tekniikan ja käyttäjien oppimistottumuksien muutosten mukana. xAPI pystyy keräämään monimutkaisempaa tietoja ja myös tietoja LMS:n ulkopuolelta. xAPI:n merkittävä etu on sen kyky seurata oppimista mobiililaitteilla, joissa noin 40 prosenttia oppimisesta tapahtuu. Oppilaat voivat olla vuorovaikutuksessa oppimateriaalin kanssa yhdellä laitteella ja jatkaa siitä, mihin he jäivät myöhemmin toisella laitteella. Sen lisäksi, että offline-oppimista, kuten todellista suorituskykyä ja tiimipohjaista verkko-oppimista, voidaan seurata.

Opetussuunnittelija päättää, kuinka monta lausuntoa oppimistoiminnan tulee tuottaa: tämä voi olla pieni tai suuri määrä, aina yhdestä muutamiin satoihin. xAPI-lauseet kirjoitetaan yleensä JSON-kielellä (Javascript Object Notation Language). Oppimistoiminnan tuloksista ja kontekstitoiminnasta voidaan luoda myös tarkempia lausuntoja. Asiakirjoja ja tiedostoja voidaan liittää. xAPI kerää nämä lausunnot ja lähettää ne LRS:lle, ja LRS voi lähettää ne myös muihin järjestelmiin.

Käyttäjä ei ole rajoitettu käyttämään tiettyä laitetta tai olemaan jatkuvasti verkko-yhteydessä. xAPI mahdollistaa sen, että offline-tilassa tuotetut lausunnot

kerätään ja tallennetaan laitteelle tai ympäristölle ja ne lähetetään LRS-tallennusjärjestelmään, kun online-yhteys palautuu.

Learning Record Store (LRS) vastaanottaa, tallentaa ja jäsentää tietoja lausuntojen muodossa (esimerkiksi: Mari – on suorittanut – työterveys- ja turvallisuus-koulutus), valmiina tulkittavaksi ja tarkastettavaksi. LRS on välttämätön, kun työskennellään Experience API:n kanssa. Se toimii keskusvarastona, joka lähettää ja hakee tietoja tapahtuneesta oppimisesta. (12.)

Kun vertaillaan xAPI:ta SCORM:iin (kuva 2), merkittävin ero on se, että xAPI mahdollistaa oppimistoiminnan seurannan monista yhteyksistä sekä online- että offline-tilassa eikä vain opetusalustalla. xAPI:n avulla sisällöntuottajat voivat seurata, arvioida, personoida ja parantaa käyttäjien oppimiskokemusta paljon herkemmin ja vivahteikkaammin. (9.)

Feature	xAPI	SCORM
Track completion	✓	✓
Track time	✓	✓
Track pass/fail	✓	✓
Report a single score	✓	✓
Report multiple scores	✓	✗
Detailed test results	✓	✗
Solid security	✓	✗
No LMS required	✓	✗
No internet browser required	✓	✗
Keep complete control over your content	✓	✗
No cross domain limitation	✓	✗
Use mobile apps for learning	✓	✗
Platform transition	✓	✗
Track serious games	✓	✗
Track simulations	✓	✗
Track informal learning	✓	✗
Track real world performances	✓	✗
Track office learning	✓	✗
Track interactive learning	✓	✗
Track adaptive learning	✓	✗
Track blended learning	✓	✗
Track long term learning	✓	✗
Track team based learning	✓	✗

Kuva 2. XAPI:n ja SCORM:n vertailu (9).

Cmi5

Cmi5-spesifikaatio on xAPI:n profiili, joka hyödyntää xAPI:n edut (etenkin mahdollistaa e-oppimistietojen kaappauksen mistä tahansa) samalla kun se korostaa sen muuten laajaa, joustavaa spesifikaatiota. Cmi5:n cmi-osa tarkoittaa "tietokoneohjattua opetusta" (computer managed instruction). Se on ylimääräinen sääntöjoukko, joka auttaa määrittämään pakettimääritykset kursseille, jotka tuodaan LMS:ään. (13.)

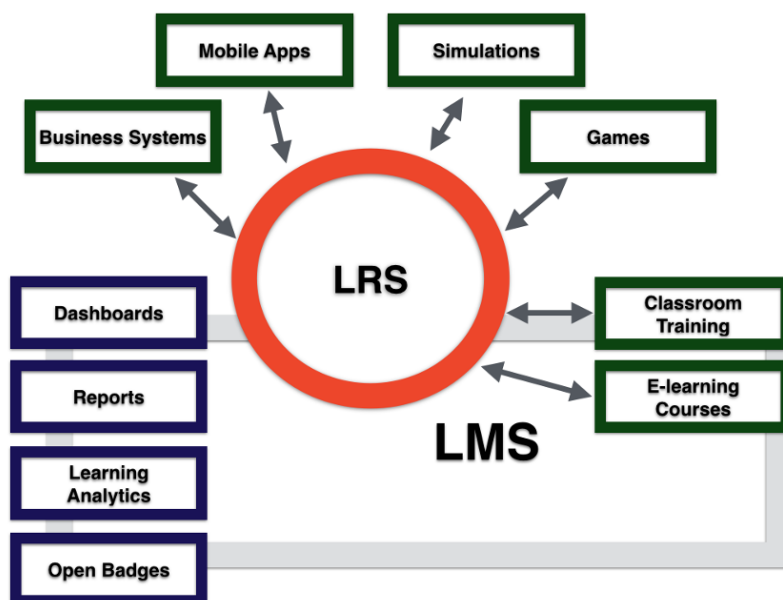
Aviation Industry Computer-Based Training Committee (AICC) ja Advanced Distributed Learning (ADL) -aloite loivat cmi5-spesifikaation vuonna 2015 tarjotakseen vaihtoehdon jaettavan sisällön objektiivitemallille (SCORM). Se määrittelee, kuinka online-oppimisresurssit tuodaan, käynnistetään ja seurataan SCORM:n kaltaisella menetelmällä. Cmi5-spesifikaatio tarjoaa kuitenkin parannettuja ominaisuuksia, koska se on myös Experience Application Programming Interface (xAPI) -määrityksen mukainen. Cmi5-spesifikaatio käyttää xAPI:a viestintä- ja tietokerroksena, mutta toteuttaa ohjattuja sanastoja, joita tarvitaan oppimisen hallintajärjestelmien (LMS) ja LMS-tyyppisten järjestelmien yhteentoimivuuteen. Cmi5-spesifikaatio sisältää sanastomallin ja xAPI-lausemallit, jotka on kapseloitu xAPI-profiiliksi.

Cmi5 on xAPI:n ilmentymä. Jos sovellus tai ohjesisältö on cmi5-yhteensopiva, se on myös xAPI-yhteensopiva. Kun oppija navigoi eri oppimistoimintojen läpi, cmi5-spesifikaatio kohdistaa edistymisen ja saavutusten määritelmät käyttämällä erillisiä verbejä, jotka vastaavat tiettyjä tapahtumia. Cmi5 käyttää xAPI:a viestintä- ja tietokerroksena, mutta toisin kuin perus-xAPI-standardi, cmi5 toteuttaa ohjattuja sanastoja helpottaakseen LMS-järjestelmien ja muiden LMS-tyyppisten järjestelmien yhteentoimivuuden standardoimista. Toisin sanoen cmi5-spesifikaatio sisältää sanastomallin ja xAPI-lausemallit, jotka on kapseloitu xAPI-profiiliksi. Cmi5 sisältää kuitenkin lisälauseita ja tietoelementtejä, jotka liittyvät verkko-oppimis- ja koulutusympäristöjen tarpeisiin, kuten kurssin navigointiin, pisteytykseen ja suorittamiseen liittyviä lausuntoja. (13.)

4 Tietojen siirto

4.1 LRS-tallennusjärjestelmä

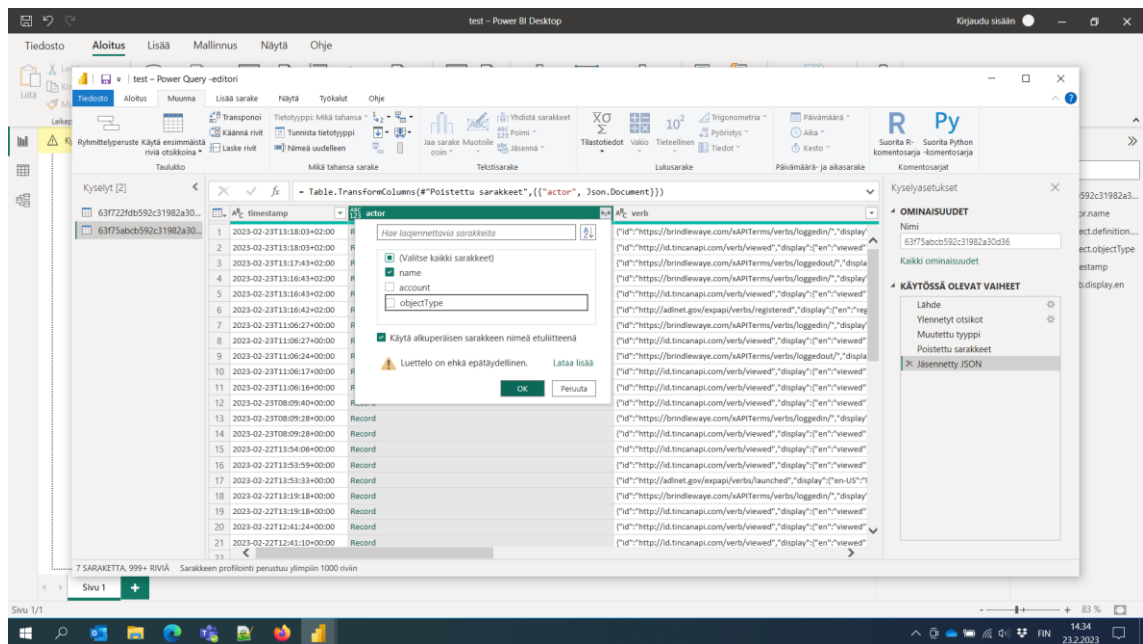
LRS (Learning Record System) on tallennusjärjestelmä, joka toimii verkko-ope-
tusta harjoittavista yhdistetyistä järjestelmistä kerättyjen oppimistietueiden säily-
tyspaikkana. Learning Record Store (LRS) on e-oppimisekosysteemin keskei-
nen osa, joka kerää yhteen oppimisjärjestelmien ja sovellusten dataa. LRS vas-
taanottaa, tallentaa ja tarjoaa pääsyn kaikille e-oppimistietueille. Se on olennai-
nen osa Experience API (xAPI) -standardin käyttämisestä. LRS on suunniteltu eri-
tyisesti auttamaan järjestelmiä tallentamaan ja hakemaan xAPI-lauseita ja muita
xAPI-metatietoja muista järjestelmistä. (14.) (Kuva 3.)



Kuva 3. LRS-tallennusjärjestelmän ja oppimisen hallintajärjestelmän (LMS) välinen kommunikaatio (15).

Tässä työssä käytetään Learning Locker -nimistä ilmaista LRS-ratkaisua, joka vaatii xAPI Launch Link- ja Logstore xAPI -nimiset Moodlen lisäosat välittämään tiedot Moodlesta LRS:iin.

Learning Lockerista pystyy lataamaan CSV-tiedoston tietokoneelle, ja sillä voi jatkaa työskentelyä Power BI:ssa (16). Tästä käy ilmi, että vaatii melko paljon manuaalista työtä, kun joudutaan suodattamaan sopivat tiedot, tallentamaan ne tietokoneelle ja avaamaan Power BI:ssa. CSV-dokumentin avaaminen Power BI:ssa paljastaa, että tiedot ovat epäselviä, ne tulevat JSON-muodossa eikä niitä voi käyttää sellaisenaan (kuva 4). Kaikki tarvittavat JSON-tiedot on jäsennettävä ja niille pitää luoda omat sarakkeet. Aikaleima on myös muutettava päivämäärä- ja aikatyypeiksi.



Kuva 4. Power BI:ssa avattuna CSV-tiedosto, jota ollaan jäsennyttämässä.

Liittimet

Tietovirran automatisoimiseksi LRS:stä Power BI:hin on otettava käyttöön liittimet. Jokaisella LRS-tallennusjärjestelmän tarjoajalla on käytössä omat ratkaisut. Learning Lockerin pilvipalveluversiosta saa Power BI:hin yhteyden, kun valitsee verkkosivu-vaihtoehdon ja käyttää esimerkiksi sen HTTP-liitäntäpohjaista Connection API:a. (17.)

4.2 Power BI -työkalu

Power BI on työkalu, joka mahdollistaa erilaisten tietolähteiden yhdistämisen yhdeksi visuaalisesti houkuttelevaksi ja interaktiiviseksi kokonaisuudeksi. Se sisältää erilaisia ohjelmistopalveluita, sovelluksia ja liittimiä, jotka mahdollistavat esimerkiksi Excel-laskentataulukoiden tai pilvipohjaisten ja paikan päällä olevien tietovarastojen yhdistämisen. Power BI:n avulla käyttäjä voi helposti muodostaa yhteyden erilaisiin tietolähteisiin, visualisoida tietoa ja löytää merkitykselliset asiat sekä jakaa tietoa haluamilleen henkilöille tai ryhmille. (18.)

Power BI koostuu monesta osasta, jotka kaikki toimivat yhdessä:

- Power BI Desktop, joka on Windows-työpöytäsovellus
- Power BI -palvelu (SaaS-palvelu)
- Power BI -mobiilisovellukset Windows-, iOS- ja Android-laitteille. (18.)

Tässä työssä käytetään Power BI Desktop -sovellusta. Se on ilmainen työpöytäsovellus, joka asennetaan paikallisesti tietokoneelle. Sen avulla voidaan muodostaa yhteys erilaisiin tietolähteisiin, muokata ja visualisoida tietoja. Power BI Desktopilla on mahdollista yhdistää useita tietolähteitä yhdeksi tietomalliksi ja luoda visualisointeja sekä raportteja organisaation sisällä jaettavaksi. (19.)

5 Oppimisdatan visualisointi Power BI:n avulla

Visualisointiprojekti aloitettiin selvittämällä, millaisella Power BI Desktop -sovelluksen versiolla mallipohjat kannattaa toteuttaa ja miten ne jaetaan asiakkaalle.

5.1 Raportin jakaminen

Microsoft myy Power BI Desktopille kolme erilaista maksullista lisenssiä ja lisäksi ilmaisen version: Power BI Pro, Power BI Premium (henkilökohtainen) ja Power BI Premium (kapasiteettia kohti). Jokaisella lisenssityypillä on omat lisäominaisuudet ja niitä vastaava hinta. (20.)

Kaikissa tapauksissa Power BI Desktop -sovelluksella luotu raportti julkaistaan Power BI Service -pilveen, jonka kautta raportteja jaetaan. Raportin jakaminen ilmaisessa Power BI Desktop -versiossa on hyvin rajoitettua. Sitä voi jakaa Power BI -pilvestä:

- PDF-tiedostona
- Powerpoint-tiedostona, jossa uutena ominaisuutena saa jakaa myös interaktiivista raportin sisältöä
- verkossa julkaistavana, jolloin linkin voi jakaa. Raporttia pääsee katsomaan kuka tahansa, jolla on linkki, joten tämä ei ole riittävän turvallinen tapa toimia. Tällainen käytäntö voi altistaa tiedot luvattomalle käytölle ja paljastaa arkaluonteiset tiedot väärille henkilöille. (21.)

Lisäksi aina voi jakaa Power BI:n tiedostotyyppiä pbix-tiedostona (raportti ja data) tai pbit-tiedostona (mallipohja ilman dataa). Tässä tapauksessa Power BI -tiedosto ladataan yrityksen pilveen ja jaetaan latauslinkkinä yrityksen ulkopuolisille tahoille. Pbit- tai pbix-tiedostotyyppin saa auki toisessa tietokoneessa Power BI Desktop -sovelluksella. Näin toisella osapuolella säilyvät kaikki muokkaus- ja jakamisoikeudet.

Erilaisten lisenssityyppien huomioiminen on tärkeää Power BI -työkalua käytettäessä. Jos tiedostotyyppi on tallennettu ilmaisessa versiossa, sen saa avattua millä tahansa lisenssillä. Jos tiedostotyyppi on tallennettu Pro-versiossa, sen avaaminen vaatii joko Pro- tai Premium-version lisenssin. Jos tiedostotyyppi on tallennettu Premium-versiossa, sen saa avattua ainoastaan Premium-lisenssillä.

Raportin jakaminen Power BI Desktop Pro -versiossa on jo paljon helpompaa organisaation sisällä. Saman organisaation työntekijä pääsee tarkastamaan raportin Power BI -pilvestä, mutta hänellä ei ole muokkusoikeuksia. Jos tavoite on tehdä yhteistyötä, kaikki muutkin osapuolet tarvitsevat ainakin Pro-lisenssin. Raporttien jakaminen samalla tavalla organisaation ulkopuolisille on mahdollista, jos heilläkin on Pro-lisenssi, mutta he näkevät jaetun raportin tai hallintapaneelin omassa selainikkunassaan, eivät tavallisessa Power BI -portaalissa, eivätkä he voi muokata sisältöä jaetussa raportissa tai hallintapaneelissa. (21.)

Raporttien jakaminen organisaation ulkopuolisille yhteistyön merkeissä on mahdollista, mutta se on tehty monimutkaiseksi. Esimerkiksi vastaanottajan on oltava organisaation Azure Active Directoryssa (AAD). Jos vastaanottaja ei ole AAD:ssa, häntä pyydetään luomaan AAD-tili. Power BI Pro on suunniteltu tarjoamaan turvallinen ja valvottu ympäristö yritystiedoille, ja ulkopuolisten käyttäjien pääsy näihin tietoihin voi vaarantaa tietojen turvallisuuden ja yksityisyyden. Silti pbix-tiedoston lataaminen omalle koneelle ei onnistu tällä tavalla. (21.)

Selvitystyön tuloksena kävi ilmi, että organisaation ulkopuolisille mallin lataaminen omalle tietokoneelle Power BI Service -pilvestä on monimutkaista millä tahansa Power BI -versiolla. Järkevintä on jakaa suoraan pbit-tiedosto ladattavan linkin kautta yrityksen omassa pilvessä.

Insinööriyössä päätettiin käyttää Power BI:n ilmaisversiota, jotta voitiin varmistaa, että asiakas voi avata mallin millä tahansa Power BI -versiolla. Lisäksi ilmaisversiota käyttäessä mallin jakaminen uusille käyttäjille, joilla ei ole Power BI:tä käytössään, on helpompaa ja vaivattomampaa. Tämä tekee mallin myymisestä uusille asiakkaille sujuvampaa.

5.2 Datan visualisointi

Ennen kuin projektissa aloitettiin datan kanssa työskentely, tutkittiin, millaisia kaaviotyyppejä kannattaisi käyttää vaikuttavuuden arviointiin ja millaisia kaaviotyyppejä ei suositella käytettäväksi, millaisia värejä kannattaisi käyttää ja millainen visuaalinen suunnitelma kannattaisi toteuttaa.

Kaaviotyypit

Visualisointeja luodessa yritetään välittää tietoa mahdollisimman yksinkertaisesti ja selkeästi. Mallipohjassa käytettyjen kaaviotyyppien joukkoon valikoituivat seuraavat kaaviot:

1. Palkkikaavio: Sitä on erittäin helppo lukea, jos luokkien nimet ovat pitkiä. Useimmat lukevat vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas, joten

palkkikaavion rakenne on sellainen, että silmät osuvat luokkien nimiin ennen varsinaista dataa.

2. Pinottu palkkikaavio: Tämä lähestymistapa voi toimia hyvin visualisoitaessa kokonaisuuden osia asteikolla negatiivisesta positiiviseen, ja se mahdollistaa helpon vertailun vasemman- ja oikeanpuolisten osien välillä (22, kappale 2). Tässä työssä käytettiin paljon erilaisia arviointiasteikkoja, jotka vaihtelevat positiivisesta negatiiviseen. Yksi tällainen arviointiasteikko on 1–6 asteinen asteikko, joka kattaa erilaisia arvoja asteikon eri pisteillä. Näiden arviointiasteikkojen avulla työssä annettiin arvioita tietojen eri näkökohdista. Positiiviset arviot kertovat hyvistä ja toivottavista ominaisuuksista, kun taas negatiiviset arviot kertovat huonoista tai vähemmän toivottavista ominaisuuksista. Tämän tyyppiset arvioinnit ovat tärkeitä tutkimuksessa, sillä ne auttavat kuvaamaan tietojen eri puolia ja antavat lukijalle paremman käsityksen tietojen laadusta ja merkityksestä.
3. Viivakaavio: Soveltuu jatkuvan tiedon piirtämiseen ajan mittaan (22, kappale 2). Tässä työssä erilaiset lomakkeet (1–3) kuvaavat oppimisen muutosta ajassa.
4. Matriisit: Erinomaisia kommunikointiin sekalaiselle yleisölle, jonka jäsenet etsivät kukin omia kiinnostuskohteitaan (22, kappale 2). Tässä käytettiin matriiseja, jotta tarvittaessa pystyisi tarkistamaan tarkemmin numerotietoja.
5. Yksinkertainen teksti: Yhden tai kahden numeron esittelemiseksi (22, kappale 2).
6. Sanapilvi: Jotta nähdään mitkä sanat esiintyvät eniten kommentoissa.

Lisäksi tutkimuksessa käytettiin osittajaa, jonka avulla voidaan tarkastella eri lomakkeiden tietoja tarkemmin visuaalisesti. Osittajaa voidaan käyttää valitsemalla tietty työkokemuksen pituus, osasto tai lomake, jotta voidaan vertailla vastauksia näiden eri tekijöiden perusteella.

3D-kaavioita, ympyräkaavioita ja donitsikaavioita ei käytetä tässä mallissa, koska niitä on vaikea vertailla ja lukea eikä niiden käyttöä suositella. Ympyräkaaviot tai donitsikaaviot voivat olla hyödyllisiä, esimerkiksi kun niiden avulla esitellään kyllä/ei-kyselyvastauksia. (22, kappale 2; 23.)

Gestalt-teorian hahmolakien periaatteet

Visuaalisen ilmeen suunnittelussa otetaan huomioon kognitiivinen kuormitus ja pyritään esittämään asiat yksinkertaisesti, jotta visuaalinen esitys ei vaikuta monimutkaisemmalta kuin on tarpeen. Liian monimutkainen visuaalinen esitys voi lisätä kognitiivista kuormitusta ja hankaloittaa tiedon vastaanottamista ja ymmärtämistä. Yksinkertainen esitystapa puolestaan helpottaa tiedon esittämistä selkeästi ja ymmärrettävästi. Tämän vuoksi visuaalisen ilmeen suunnittelussa pyritään löytämään tasapaino visuaalisen näyttävyyden ja tiedon selkeyden välillä. (22, kappale 3.)

Visualisointien suunnittelussa kannattaa hyödyntää Gestalt-teorian hahmolakien visuaalisen havainnon periaatteita:

1. Läheisyys: Tarkoittaa, että esineet, jotka ovat fyysisesti lähellä toisiaan, liittyvät todennäköisesti johonkin yhteiseen ryhmään tai aiheeseen.
2. Samankaltaisuus: Esineet, jotka ovat samanvärisiä, -muotoisia, -kokoisia tai samoin suuntautuneita, koetaan samanlaisiksi tai samaan ryhmään kuuluviksi. Tämä ominaisuus mahdollistaa huomion kiinnittämisen esineiden yhtäläisyyksiin ilman ylimääräisten elementtien, kuten rajojen, käyttöä huomion ohjaamiseen.
3. Kotelointi: Esineet, jotka ovat fyysisesti suljettuina, kuuluvat johonkin ryhmään. Esimerkiksi vaalea taustan varjostus riittää usein.
4. Sulkeutuminen: Ihmiset haluavat yksinkertaistaa asioita ja sovittaa ne olemassa oleviin rakenteisiin. Esimerkiksi, kun joitakin osia kokonaisuudesta puuttuu, mieli täydentää aukot automaattisesti.

5. Jatkuvuus: Kun esineitä katsoo, silmät etsivät tasaisinta polkua ja pyrkivät yhdistämään samankaltaisia elementtejä. Tämä luo luonnollisen jatkumon, vaikka sitä ei olisikaan olemassa. Tämän vuoksi tarpeettomien elementtien poistaminen ja samankaltaisten elementtien ryhmittely voivat tehdä tiedoista selkeämpiä ja helpommin ymmärrettäviä.
6. Yhteys: Ihmisen mieli taipuu ajattelemaan esineitä, jotka ovat fyysisesti yhteydessä toisiinsa, osana samaa ryhmää. Yhdistävällä ominaisuudella on tyypillisesti vahvempi assosiativinen arvo kuin samanlaisella värillä, koolla tai muodolla. Esimerkiksi viivojen paksuutta ja tummuutta voidaan käyttää vaikuttamaan tähän suhteeseen ja luomaan haluttu visuaalinen hierarkia.

Gestalt-periaatteet auttavat ymmärtämään, miten ihmiset näkevät, minkä avulla voidaan tunnistaa tarpeettomia elementtejä ja helpottaa visuaalisen viestinnän käsittelyä. (22, kappale 3.)

Värit

Värejä kannattaa hyödyntää valikoivasti strategisena työkaluna visuaalisesti tärkeiden osien korostamiseen. Värien käytön tulee aina olla tarkoituksellinen päätös. Värien käytössä on hyvä tuntea seuraavat periaatteet:

1. Säästeliäisyys: Jotta väri olisi tehokas, sitä on käytettävä säästeliäästi. Kontrastin on oltava riittävä, jotta jokin saa yleisön huomion.
2. Johdonmukaisuus: Samankaltaisen tiedon visualisoinnissa voi olla hyödyllistä säilyttää sama ulkoasu. Näin opetetaan lukija lukemaan tietoja, mikä tekee myöhempien kaavioiden tulkinnasta entistä helpompaa ja vähentää henkistä väsymystä.
3. Värisokeuden huomioiminen: Se ilmenee useimmiten vaikeuksina erottaa punaisen ja vihreän sävyt toisistaan.

4. Harkitsevaisuus: Väri herättää tunteita, kannattaako hyödyntää tuotemerkkivärejä. (22, kappale 4.)

Haasteena visualisointien luomisessa on, miten tehdä ne mahdollisimman helposti luettavaksi lisäämällä tärkeintä ja ottamalla pois ylimääräinen tieto, jotta kuormitus olisi mahdollisimman pieni.

Selvitystyön tuloksena projektissa päätettiin käyttää perusmallipohjassa hyvin neutraaleja ja tuttuja värejä, kuten sininen, punainen, harmaa, vihreä sekä näiden samojen värien eri sävyjä. Vihreää väriä ei käytetä punaisen kanssa. Brändiväri-mallipohjassa kokeiltiin Faros & Com -brändiväreillä.

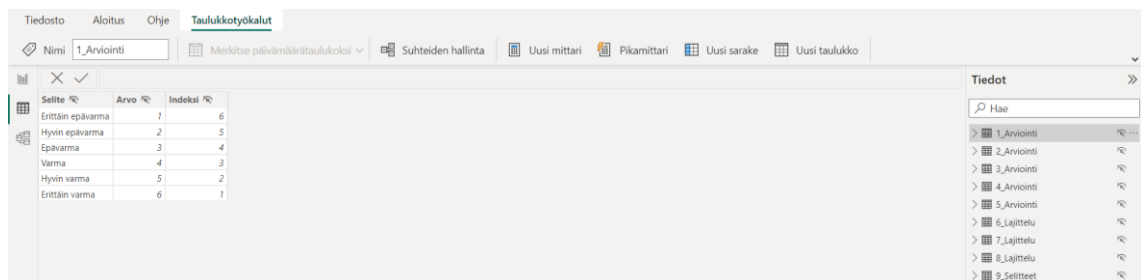
5.3 Datan valmistaminen ja hakeminen

Vaikuttavuuden arvioinnin suunnittelua varten oli valmiina kolme esimerkkilomaketta Word-tiedostoina. Näiden kolmen lomakkeen pohjalta alettiin suunnitella mallipohjaa. Valitettavasti oikeita kerättyjä tietoja Excel-taulukoissa oli vain kahden lomakkeen verran eikä näiden tietojen käyttämiseen ollut lupaa. Lisäksi ei ollut vielä olemassa yhtään kurssia, jossa kurssin sisällä olisi ollut kyselylomakkeita ja jossa olisi voinut hyödyntää xAPI:a ja tallentaa tietoja LRS-tallennusjärjestelmään.

Ensimmäisessä mallipohjan versiossa päätettiin käyttää Excel-taulukoita datan lähteenä ja luoda tekaistuja tietoja. Laadittiin lomakkeiden pohjalta kolme Excel-taulukkoa, joissa jokaiseen kysymykseen oli yksi sitä vastaava sarake. Haasteena oli datan valtava määrä ja se, miten kysymykset kannattaa nimetä. Ne päätettiin nimetä hyvin neutraalisti ja numeroituna, kuten lomakkeilla, jotta silmä pystyisi erottamaan ja etsimään oikeat tiedot, esimerkiksi 1.2 Kysymys, 2.1 Kysymys 1, 2.1 Kysymys 2 jne. Taulukoihin lisättiin myös vastausaikasarakkeen, joka kuvaa lomakkeen täyttämisen kestoa aloitus- ja lopetusaikojen välillä, sekä mittarisarakkeen, joka määrittää lomakkeiden järjestyksen numeroituna 1–3.

Kysymyksiin annetaan vastaukset numeroasteikolla 1–6, joista 1 on heikoin ja 6 vahvin arvo. Visualisointeja varten halutaan selitteet näyttää sanallisessa muodossa, joka järjestetään vahvimasta heikoimpaan. Tämän toteuttamiseksi tarvitaan aputaulukkoita, joita luotiin yhteensä yhdeksän:

- Arviointitaulukoissa 1–2 ja 4–5 annetaan arvoille 1–6 vastaavat sanalliset selitteet ja järjestetään hierarkkiseen järjestykseen indeksoimalla ne oikein (kuva 5).
- Arviointitaulukossa 3 annetaan arvoille 1–3 vastaavat sanalliset selitteet ja järjestetään hierarkkiseen järjestykseen indeksoimalla ne oikein.
- Lajittelutaulukko 6 asettaa suositukset oikeaan hierarkkiseen järjestykseen indeksoimalla sanalliset arvot.
- Lajittelutaulukko 7 asettaa työkokemuksen oikeaan hierarkkiseen järjestykseen indeksoimalla sanalliset arvot.
- Lajittelutaulukossa 8 annetaan ryhmitetyille prosenttiyksiköille selitteet ja järjestetään hierarkkiseen järjestykseen indeksoimalla ne oikein.
- Selitteet-taulukossa 9 lasketaan DAX-funktiolla mittari 2 ja mittari 3 arvot, eli kuinka monta kertaa kukin vastaus on valittu. Mittareiden käyttöä varten on laadittu kaksi muuta taulukkoa nimeltään L2_Kys_2_4 ja L3_Kys_2_5. Näihin taulukoihin on yhdistetty vastavasti lomakkeen 2 monivalintakysymys 2.4 ja lomakkeen 3 monivalintakysymys 2.5 yhdeksi sarakkeeksi, joita on helppoa laskea yhteen.



Selite	Arvo	Indeksi
Erittäin epävarma	1	6
Hyvin epävarma	2	5
Epävarma	3	4
Varma	4	3
Hyvin varma	5	2
Erittäin varma	6	1

Kuva 5. Taulukko 1_Arviointi, jossa kaikille arvoille annetaan vastaava selite ja indeksi.

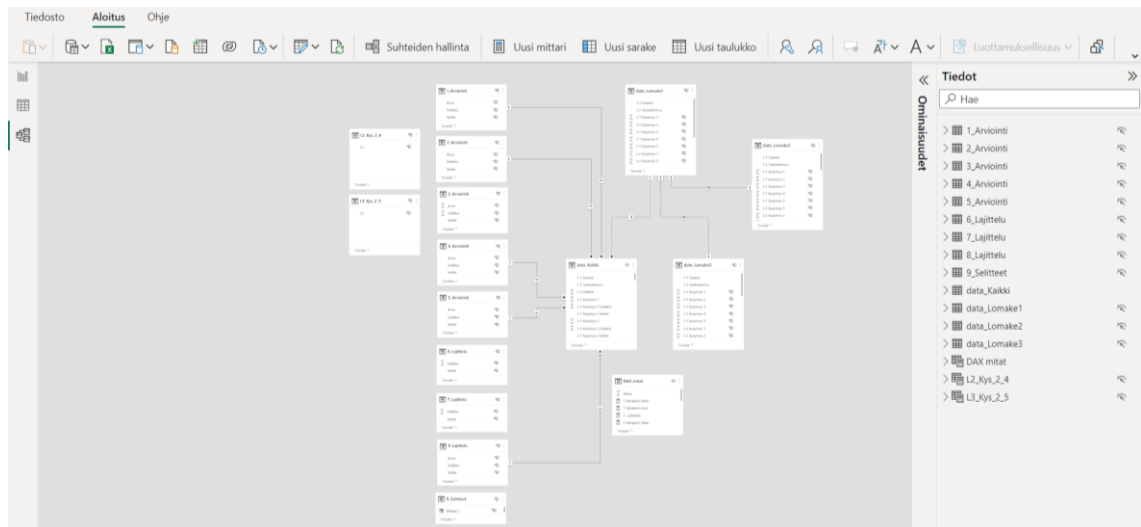
Excelissä on hyvä järjestää tiedot selkeästi, mutta muiden toimintojen suorittaminen siellä ei ole järkevää, koska Power BI käyttää Excel-tietoja raakatietoina.

Power BI tunnistaa vain perustietotyypit eikä muita Excelissä määriteltyjä muunnoksia. Tietojen muuntamista on syytä jatkaa Power BI:ssa.

Excelistä datan hakeminen Power BI:hin on yksinkertaista. Aloitussivulta valitaan Excel-työkirja ja halutut taulukot.

5.4 Relaatioiden luominen

Power BI pystyy usein automaattisesti luomaan relaatioita joidenkin taulukoiden välille, kun tietoja haetaan sinne. Kuitenkin, jos halutaan luoda relaatioita manuaalisesti, Power BI:ssa on useita tapoja, kuten Power Query -editori, mallinäkö (kuva 6) ja DAX-funktiot. Käytettävä tapa riippuu henkilökohtaisista mieltymyksistä ja siitä, mitä halutaan saavuttaa. Tässä projektissa jouduttiin luomaan paljon relaatioita manuaalisesti erityisesti aputaulukoiden ja lomaketaulukoiden välille. Vaikka relaatioiden luominen on yksinkertainen prosessi, se vaatii paljon toistoa, erityisesti kun käsitellään suurta määrää dataa.



Kuva 6. Mallinäkö, relaatiot taulukoiden välillä.

Relaatioiden luomisprosessi mallipohjassa on seuraava:

1. Power BI Desktop -sovellukseen haetaan kolme Excelin lomaketaulukkoa, joissa sarakkeet on jo nimetty neutraalisti ja numeroituina. Aputaulukot on jo luotu valmiiksi mallipohjaan, joten niitä ei tarvinnut erikseen hakea. Mallipohjassa on valmiina myös DAX-mitat-niminen funktiokansio.
2. Mallinäkömystä poistetaan tarpeettomat automaattisesti luodut relaatiot ID-kenttien välillä (jos Power BI ne luo), sillä lomakkeisiin vastataan anonyymisti ja ID 1 toisella lomakkeella ei välttämättä vastaa ID 1:tä toisella lomakkeella. Tämä vaihe voisi jäädä väliin, jos ID siistitään tai poistetaan jo Excelissä.
3. Kolme lomaketaulukkoa liitetään yhdeksi uudeksi taukukoksi Power Query -editorissa, jotta samankaltaista dataa voitaisiin verrata helpommin. Nimetään tämä data_Kaikki-tauluksi.
4. Jotta mallipohjassa voitaisiin esittää vastaukset sanallisessa muodossa numeroiden sijaan ja lajitella ne vahvimasta heikoimpiin, yhdistetään kysymysten ja aputaulukoiden numerolliset arvot keskenään. Tästä syntyy uusi sarake data_Kaikki-taukukoon. Siitä tehdään ensin kaksoiskopio ja sen jälkeen jäsennetään ensimmäinen uusi sarake selitesarakkeeksi ja toinen indeksisarakeeksi. Sarakkeet nimetään kysymyksiin mukaan, esimerkiksi 2.1 Kysymys 1.Selite ja 2.1 Kysymys 1.Indeksi. Sama toiminto toistetaan kaikkien tarvittavien kysymysten osalta.
5. Kysymyksille 1.2 ja 3.7 on jo olemassa sanallinen selite, eikä numeerista arvoa tarvitse erikseen luoda. Tällöin riittää, kun luodaan vain yksi uusi indeksisarake.
6. Lomakkeissa 2 ja 3 voi olla kysymykselle ”Voiko jokin asia työpaikallasi estää sinua hyödyntämästä kurssilla oppimiasi asioita omassa työssäsi?” kolme vastausta yhdeltä henkilöltä. Kaikki yhden henkilön vastaukset tulee jakaa erottimen mukaan (esimerkiksi puolipiste) eri sarakkeisiin, jolloin tuloksena voi olla enintään kolme eri saraketta. Poikkeuksellisesti tehdään nämä muutokset data_Lomake2:lla ja data_Lomake3:lla.

7. Kysymykselle 2.4 vastataan prosenttiasteikolla 0–100, ja arvot pitää ryhmittää ennen, kun relaatiot voidaan luoda. Prosenttien ryhmittelyä varten luodaan ehdollinen sarake, johon luodaan viisi kategoriaa: 20, 40, 60, 80 ja 100. Luotu sarake nimetään Prosentit ryhmissä -sarakeeksi ja jaetaan sadalla, joten sarakkeen tietotyypistä tulee automaattisesti desimaaliluku. Sen jälkeen pystytään luomaan relaatiot Prosentit ryhmissä -sarakkeen ja 8_Lajittelu-taulun välille. Tehdään siitäkin selitesarake ja indeksisarake. Poikkeuksellisesti tehdään nämä kaikki muutokset data_Lo-make3:lla.
8. Kun tarvittavat muutokset on tehty, ne tallennetaan ja poistetaan Power Query -editorista. Tämän jälkeen järjestetään luodut selitesarakkeet indeksisarakeen mukaan Power BI:n tietonäkymässä.
9. Prosentit ryhmissä -sarakkeen arvot vaihdetaan prosenteiksi.
10. Tietonäkymässä muunnetaan vastausaikasarake aikatyypiksi. Samalla luodaan uusi toSeconds-sarake ja muunnetaan vastausaika desimaaliluvuksi Timevalue DAX -funktion avulla. Tätä saraketta tarvitaan keskihajonnan ja mediaanin laskemiseen.

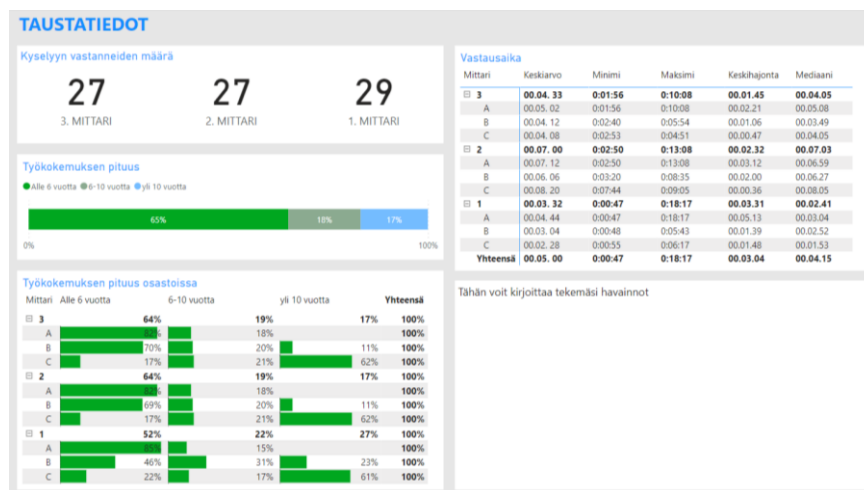
5.5 Mallipohjat

Tähän projektiin kuului useita raportinmuotoisia mallipohjia. Mallipohjat rakennettiin loogisesti. Alussa esitetään yleisimpiä tietoja ja pikkuhiljaa tiedon tarkkuus syvenee. Mallipohja jätettiin mahdollisimman kevyeksi ja vältettiin luomasta kaikille kysymyksille jo valmiiksi mallipohjat, mutta kaikille kysymyksille luotiin jo valmiiksi relaatiot, jotta käyttäjän ei tarvitse enää luoda niitä erikseen. Tämä varmistaa, että mallipohjat ovat helposti muokattavissa, muutokset voidaan tehdä vain yhteen samantyyppiseen mallipohjaan ja ottaa helposti käyttöön. Kaikkia mallipohjan muunnelmia ei välttämättä tarvitse käyttää, mutta niistä voi olla apua tarvittaessa tiedon analysoinnissa.

Mallipohjasta jätettiin pois vaikuttavuuden neljäs taso, joka kuvaa tuloksia, koska projektin aikana ei ollut riittävästi tietoa sen sisällyttämiseksi malliin. Neljän tason mittausmittaamiseksi on tarpeen luoda uusi kyselylomake tai tehdä haastattelu vastaajien kanssa. Lisäksi on tarpeen kerätä tietoa tulosten mittaukseen vertailua varten. Vertailuun otettava tieto riippuu koulutuksen aiheesta. Esimerkiksi myyntikoulutuksen tärkeä mittari on myynnin kasvu, kun taas koulutuksen aiheena paremman palvelun tarjoaminen edellyttäisi vertailuun asiakasyytyväisyyden mittaria.

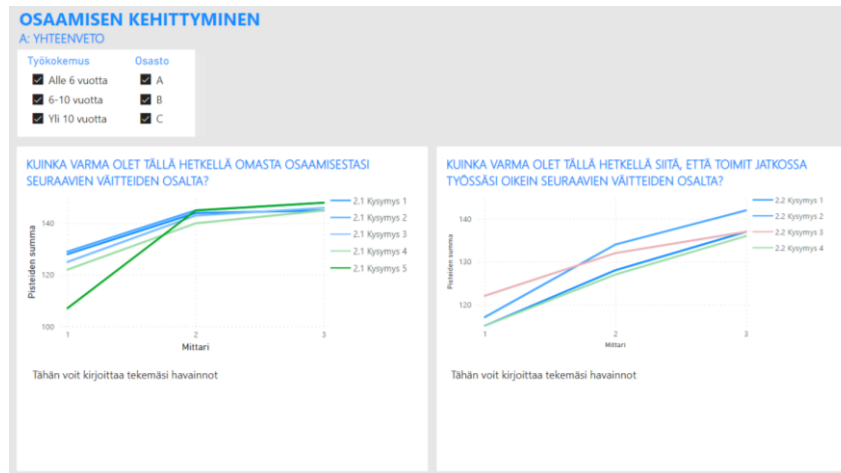
Vaikuttavuuden arviointimallipohjia on yhteensä neljätoista erilaista:

1. Taustatiedot: Kuvataan yleisesti kyselyihin vastanneiden määrä, heidän työkokemuksensa pituus, työkokemuksen pituus osastoissa erikseen, vastausaika ja tekstikenttä kommentoinnille (kuva 7).



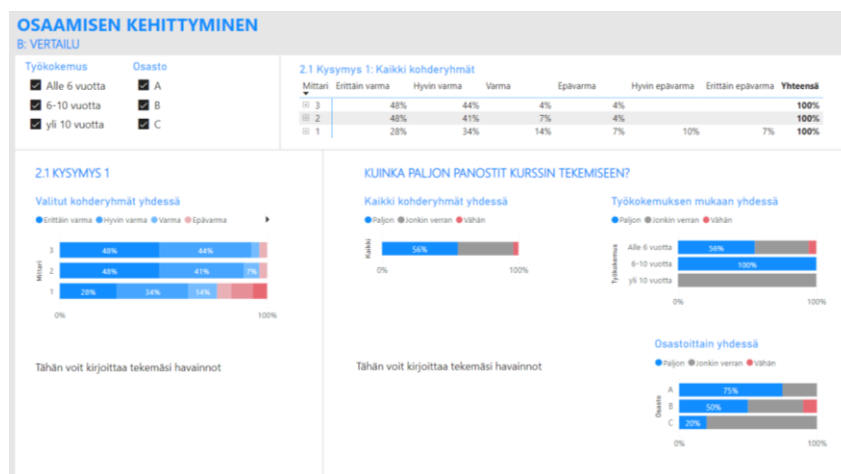
Kuva 7. Taustatietojen mallipohja.

2. Osaamisen kehittyminen A: Verrataan yleisesti kolmen eri lomakkeen vastausten samankaltaisuutta samankaltaisiin kysymyksiin ja selvitetään, onko vastausten muutos samankaltainen näiden lomakkeiden välillä. Osittajaa (työkokemus ja osasto) painamalla pystyy tarkastelemaan syvemmin erilaisia kohderyhmiä (kuva 8).



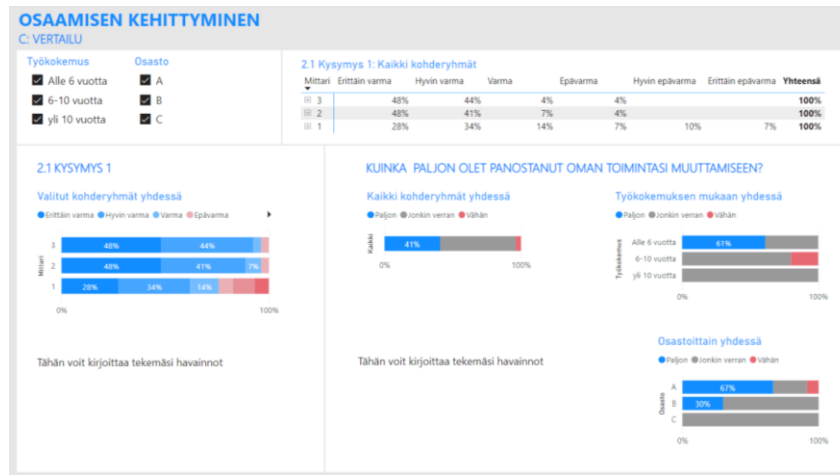
Kuva 8. Osaamisen kehittymisen mallipohja A.

3. Osaamisen kehittyminen B: Verrataan kysymystä yleisellä tasolla taustamuuttujiin: kuinka paljon panostit kurssin tekemiseen (kuva 9)?



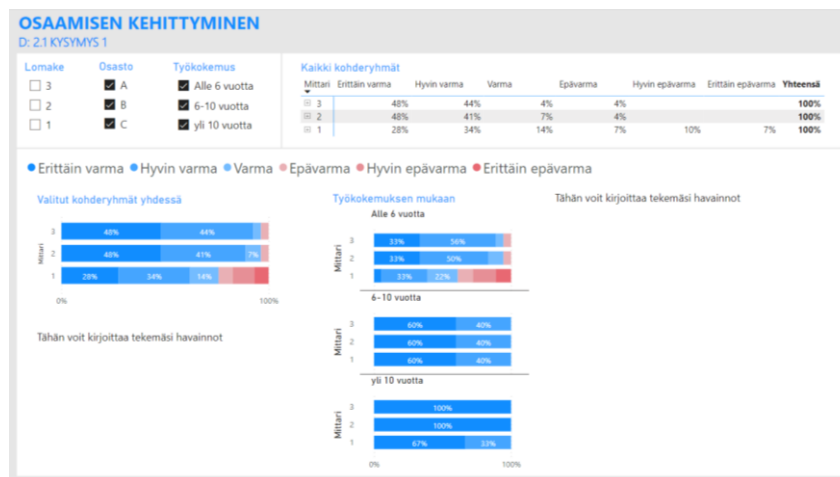
Kuva 9. Osaamisen kehittymisen mallipohja B.

4. Osaamisen kehittyminen C: Verrataan kysymystä yleisellä tasolla taustamuuttujiin: kuinka paljon olet panostanut oman toimintasi muuttamiseen (kuva 10)?



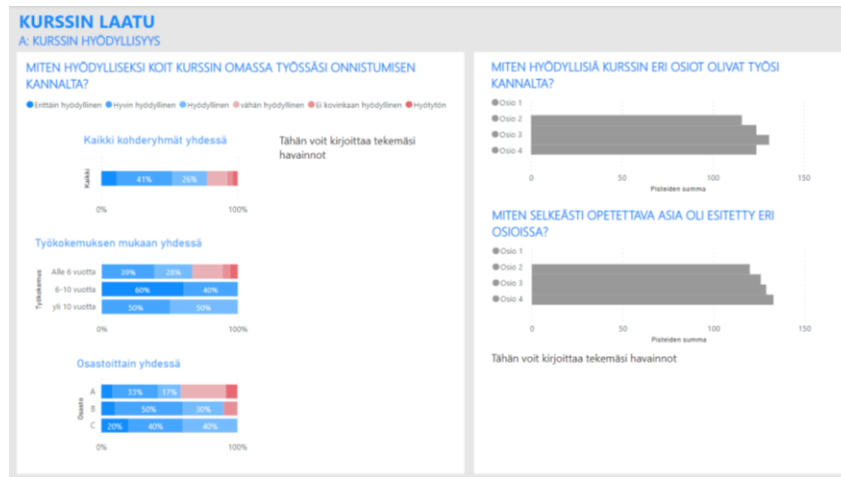
Kuva 10. Osaamisen kehittymisen mallipohja C.

5. Osaamisen kehittyminen D: Mennään vertailussa syvemmälle ja verrataan kysymystä työkokemuksen mukaan (kuva 11).



Kuva 11. Osaamisen kehittymisen mallipohja D.

6. Osaamisen kehittyminen E: Mennään vertailussa syvemmälle ja verrataan kysymystä osastoittain. Jos osastoja ei ole, tämän mallipohjan voi poistaa (kuva 12).



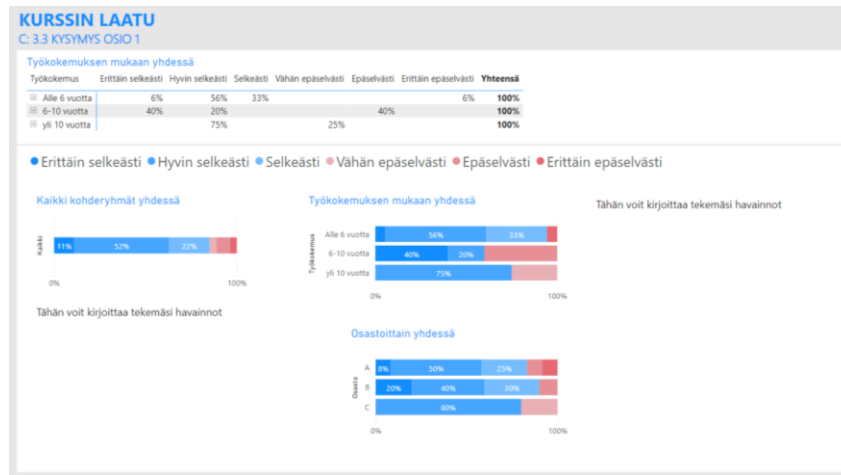
Kuva 14. Kurssin laadun mallipohja A.

9. Kurssin laatu B: Tarkastellaan kurssin sujuvuutta (kuva 15).



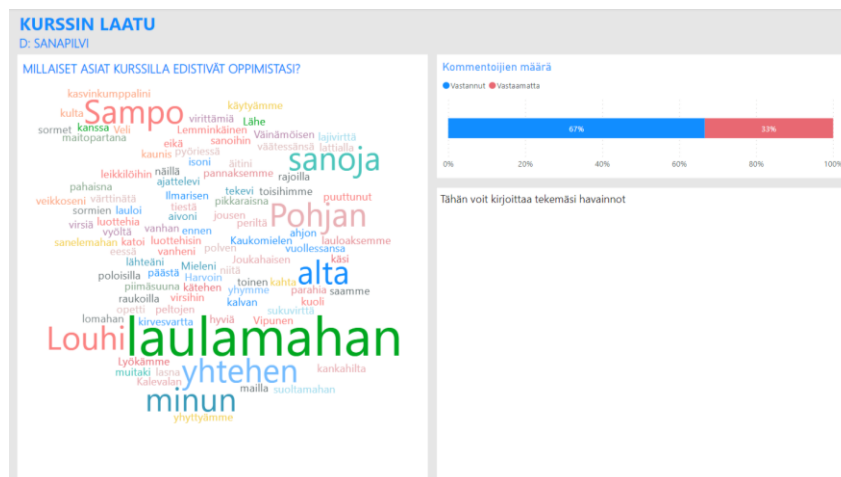
Kuva 15. Kurssin laadun mallipohja B.

10. Kurssin laatu C: Tarkastellaan kurssin osion selkeyttä tarkemmin (kuva 16).



Kuva 16. Kurssin laadun mallipohja C.

11. Kurssin laatu D: Tarkastellaan sanapilven avulla, millaiset asiat kurssilla edistivät oppimista (kuva 17).



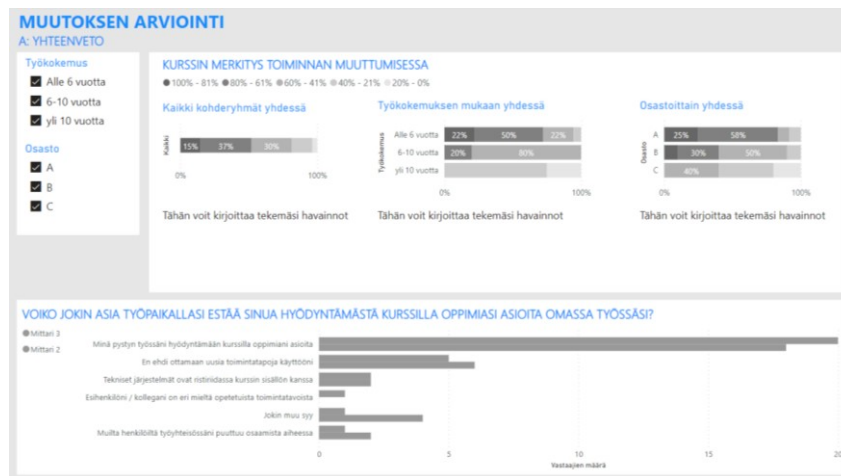
Kuva 17. Kurssin laadun mallipohja D.

12. Kurssin laatu E: Tarkastellaan sanapilven avulla, millaiset asiat haittasivat oppimista (18).



Kuva 18. Kurssin laadun mallipohja E.

13. Muutoksen arviointi A: Yhteenveto (kuva 19). Tarkastellaan kurssin merkitystä toiminnan muuttumisessa ja työpaikalla esiintyviä esteitä, jotka estävät kurssilla opittujen asioiden hyödyntämisen.



Kuva 19. Muutoksen arvioinnin mallipohja A.

14. Muutoksen arviointi B: Tarkastellaan sanapilven avulla, miten olet hyödyntänyt omassa työssäsi kurssilla opittuja asioita (kuva 20).

Mallipohja on helppo ottaa käyttöön uusilla tietolähteillä. Tärkeintä on nimetä Excel-taulukoiden nimet ja sarakkeet samalla tavalla kuin mallipohjassa. Kun lomakkeiden kenttien nimet vastaavat mallipohjan kenttien nimiä, tietojen näyttäminen mallipohjassa tapahtuu automaattisesti, koska tietomalli on luotu valmiiksi eikä ole tarvetta vetää ja pudottaa tietoja erikseen visualisointeihin. Tämä helpottaa tiedonhallintaa ja nopeuttaa prosessia.

5.6 Jatkokehitys

Mallipohjan ensimmäinen versio, josta data haetaan Excel-taulukoista, tarvitsee käytettävyyden testausta oikean datan kanssa ja palautetta siitä, kuinka helppoa sitä on käyttää ohjeiden mukaan. Testauksen avulla selviää myös, tarvitaanko siihen vielä erikoiskaavioita. Lisäksi mallipohjaan on lisättävä Kirkpatrickin neljättä tasoa vastaava mallipohja, jolla analysoidaan tuloksia.

Toisessa vaiheessa toteutetaan toinen versio mallipohjasta käyttäen xAPI:a, josta data haetaan LRS-tallennusjärjestelmästä. xAPI mahdollistaa laajemman tiedonkeruun käyttäjien oppimiskäyttäytymisestä, ja se voidaan ottaa huomioon toisessa mallipohjassa. Testikurssi luodaan vastaamaan cmi5- ja xAPI-standardia, ja se asetetaan Moodle-oppimisympäristöön. Tiedot kerätään LRS-tallennusjärjestelmään.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda oppimisdatan vaikuttavuuden arviointia varten mallipohjat, joita voisi jakaa yrityskumppaneille, jotta yritykset voisivat toteuttaa ohjeiden mukaan visualisoinnit ja analysoida koulutuksen tuloksia. Power BI valittiin visualisointisovellukseksi, koska se on laajasti käytössä useassa yrityksessä ja sen suosio on noususuunnassa. Lisäksi oltiin kiinnostuneita sovelluksen mahdollisuuksista ja ajatuksesta käyttää sitä muissa yrityksen projekteissa tulevaisuudessa. Power BI:ta on kenen tahansa helppo käyttää, ja sillä saa nopeasti aikaan monimutkaisia visualisointeja ja raportteja.

Työssä tutkittiin oppimisdatan vaikuttavuuden arvioinnin prosessia kokonaisuudessaan. Oppimisdatan arviointiprosessi perustuu Kirkpatrickin neljän tason malliin, jonka pohjalta rakennettiin myös tämän työn mallipohjat. Aluksi toteutettiin mallipohjan ensimmäinen versio, joka haki tiedon Excel-taulukoista, sillä ensimmäiset kolme lomakepohjaa olivat jo valmiina ja niiden dataa kerättiin vastaavan sovelluksen avulla. Kun neljännen tason lomakkeet valmistuvat, ne säilytetään mallipohjaan.

Tulevaisuudessa olisi tarkoitus kerätä dataa suoraan e-oppimisympäristöistä, joista pystyy keräämään merkityksellisiä tilastoja automaattisesti. Kysymyksiä pystyisi lisäämään koulutuksen osioiden väliin ja tekemään kysymyksiin vastaamisesta sujuvampaa. Lisäksi pystyy hyödyntämään yksityiskohtaisia tietoja siitä, mitä oppija teki e-oppimisen aikana, ja seuraamaan henkilökohtaista kehitystä. Näin saisi tarkempia tuloksia ja poikkeuksien syyt olisi helpompi selvittää.

Tutkimuksessa selvisi, että vaikka SCORM-tiedosto on edelleen paljon käytetty e-oppimisstandardi, sillä pystyy seuraamaan vain hyvin rajattuja koulutuksen sisäisiä ominaisuuksia. Koulutuksen sisäisen oppimisen kehityksen ja kysymyksiin saatujen vastausten seuraamiseen on otettava käyttöön uudempi e-oppimisstandardi, cmi5 ja xAPI. Cmi5 ja xAPI ovat yhteensopivia, molemmat käyttävät erillisiä verbejä, jotka vastaavat tiettyjä tapahtumia. XAPI:sta tulevat tiedot tallennetaan LRS-tallennusjärjestelmään, joka kokoaa yhteen dataa oppimisjärjestelmistä ja sovelluksista. Oppimisdata haetaan Power BI:hin LRS-järjestelmästä.

Lopputuloksena saatiin aikaan oppimisdatan vaikuttavuuden arvioinnin mallipohjien ensimmäinen versio ja selvitettiin teknisiä vaatimuksia toisen mallipohjaversioon toteuttamista varten, jossa kyselylomakkeet olisivat suoraan koulutusmateriaalissa ja tiedonkeruu automatisoitu.

Lähteet

- 1 Philips, Jack & Drewstone, Ron. 2000. How to measure training results. McGraw-Hill.
- 2 Kirkpatrick, James & Kirkpatrick Kayser, Wendy. 2016. Kirkpatrick's Four Levels of Training Evaluations. ATD Press.
- 3 The Kirkpatrick Model. 2022. Verkkoaineisto. Valamis. <<https://www.valamis.com/hub/kirkpatrick-model>>. Päivitetty 17.1.2022. Luettu 16.2.2023.
- 4 The Kirkpatrick Model. Verkkoaineisto. Kirkpatrickpartners. <<https://www.kirkpatrickpartners.com/the-kirkpatrick-model/>>. Luettu 21.2.2023.
- 5 Kirkpatrick Evaluation Method. Verkkoaineisto. Businessballs. <<https://www.businessballs.com/training-assessment-and-quality-assurance/kirkpatrick-evaluation-method/>>. Luettu 25.2.2023.
- 6 Wild, Ian. 2017. Moodle 3.x Developer's Guide. Packt Publishing.
- 7 The Moodle story. Verkkoaineisto. Moodle. <<https://moodle.com/about/the-moodle-story/>>. Luettu 6.2.2023.
- 8 Rebelo, Miguel. 2022. The 8 best free survey tools and form builders in 2022. Verkkoaineisto. Zapier. <<https://zapier.com/blog/best-free-survey-tool-form-app/#google>>. 1.9.2022. Luettu 26.2.2023.
- 9 What is Experience API (xAPI)? 2022. Verkkoaineisto. Valmis. <<https://www.valamis.com/hub/xapi#xapi-vs-scorm>>. 10.3.2022. Luettu 13.2.2023.
- 10 Sharable Content Object Reference Model (SCORM®). Verkkoaineisto. adlnet.gov. <<https://adlnet.gov/past-projects/scorm/#scorm-history>> Luettu 13.2.2023.
- 11 Quigley, Eoghan. What is SCORM? A Simple Guide for those new to eLearning. Verkkoaineisto. Learnupon Blog. <<https://www.learnupon.com/blog/what-is-scorm/>> Luettu 13.2.2023.
- 12 Anderson, Des. What is xAPI? Verkkoaineisto. Learnupon Blog. <<https://www.learnupon.com/blog/what-is-xapi/>> Luettu 14.2.2023.

- 13 An Introduction to cmi5: Next-generation of e-Learning Interoperability. 2021. Verkkoaineisto. Adlnet. <<https://adlnet.gov/news/2021/09/09/cmi5-Resources/>>. 9.9.2021. Luettu 20.2.2023.
- 14 Pucher, Rob. 2021. Learning Record Store (LRS) Guide: Basics You Need to Know. Verkkoaineisto. Knowledge anywhere. <<https://www.knowledgeanywhere.com/resources/article-detail/learning-record-store-lrs-guide-basics-you-need-to-know>>. 30.4.2021. Luettu 20.2.2023.
- 15 Kipruto, Titus. 2019. Alternatives to the traditional eLearning architecture. Verkkoaineisto. Titusbatson. <<https://titusbatson.com/alternatives-to-the-traditional-elearning-architecture/>>. 10.4.2019. Luettu 20.2.2023.
- 16 Adventures in xAPI Implementation: Visualizing your Statements. 2020. Verkkoaineisto. Dev.to. <<https://dev.to/xapidev/adventures-in-xapi-implementation-visualizing-your-statements-20mc>>. 29.6.2020. Luettu 25.2.2023.
- 17 Connection API. Verkkoaineisto. Learninglocker. <<https://learninglocker.atlassian.net/wiki/spaces/DOCS/pages/106168396/Connection+API>>. Luettu 20.2.2023.
- 18 What is Power BI? 2023. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview#how-power-bi-matches-your-role>>. 19.1.2023. Luettu 24.2.2023.
- 19 What is Power BI Desktop? 2023. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/desktop-what-is-desktop>>. 13.1.2023. Luettu 24.2.2023.
- 20 Power BI pricing. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://powerbi.microsoft.com/en-us/pricing/>>. Luettu 9.2.2023.
- 21 Share Power BI reports and dashboards with coworkers and others. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/ collaborate-share/service-share-dashboards>>. Luettu 11.2.2023.
- 22 Nussbaumer Knaflic, Cole. 2015. Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals. Wiley.
- 23 Emery, Ann K. 2015. When Pie Charts Are Okay (Seriously): Guidelines for Using Pie and Donut Charts. Verkkoaineisto. Depict data studio. <<https://depictdatastudio.com/when-pie-charts-are-okay-seriously-guidelines-for-using-pie-and-donut-charts/>>. Päivitetty 2.12.2015. Luettu 8.3.2023.