



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Kuuppelomäki

BI-järjestelmän hallinta ja kehittäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (ylempi AMK), Teknologiaosaamisen johtaminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä: Jussi Kuuppelomäki

Työn nimi: BI-järjestelmän hallinta ja kehittäminen

Ohjaaja: Petteri Mäkelä

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 56

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää parempia keinoja BI-järjestelmien hallintaan ja kehittämiseen keskisuudessa teollisuusyrityksessä. Työn toimeksiantaja oli Relicomp Oy, joka on ohutlevytekнологiaan erikoistunut metalliteollisuuden yritys ja työllistää noin 150 työntekijää.

Työssä käydään läpi BI-järjestelmien ja niiden viitekehyksen teoriaa. Aluksi annetaan katsaus järjestelmäintegraatiosta. Katsausta laajennetaan tietovarastoihin sekä niiden tapoihin käsitellä ja keskittää järjestelmäintegraatiossa saatua tietoa. Seuraavaksi kerrotaan yleisesti BI-järjestelmistä, tietojen louhinnasta sekä yrityksen käytössä olevasta Qlik Sense -järjestelmästä.

Työssä kuvataan yrityksen nykyinen BI-järjestelmä sekä sitä edeltävien järjestelmien kehityshistoria. Työssä tehtiin kyselytutkimus, jonka tavoitteena oli tutkia järjestelmän käyttöä ja käyttökokemuksia. Lopuksi pohditaan kyselyn tuloksia sekä annetaan kyselyn ja teorian pohjalta esiin nousseita kehitysehdotuksia.

¹ Asiasanat: BI-järjestelmä, järjestelmäintegraatio, tietovarasto, OLAP, Qlik Sense

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Master of Engineering Technology Competence Management

Author: Jussi Kuuppelomäki

Title of thesis: Management and development of business intelligence systems

Supervisor: Petteri Mäkelä

Year: 2023

Number of pages: 56

The purpose of the thesis was to find better ways to manage and develop business intelligence systems in a medium-sized company. The client of the thesis was Relicomp Oy, a metal industry company specializing in sheet metal technology and employing about 150 people.

The thesis reviews the theory of BI systems and their framework. First, an overview of system integration was presented. The overview was extended to data warehouses and the ways in which they processed and centralize the information obtained through system integration. This was followed by a general description of BI systems, data mining and the Qlik Sense system used by the company.

The thesis describes the company's current BI system and the development history of previous systems. A survey was conducted to investigate the use of the system and user experiences. Finally, the results of the survey were discussed and suggestions for improvement were made based on the survey and theory.

¹ Keywords: Business intelligence, System integration, Data warehousing, OLAP, Qlik Sense

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite.....	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely	9
2 JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO	12
3 TIETOVARASTOT	17
3.1 Historia	17
3.2 Suunnittelu	18
3.3 Metatieto	20
3.4 Tähti- ja lumihiutalemalli.....	21
3.5 OLAP-rakenne.....	22
3.6 Testaaminen.....	26
4 BUSINESS INTELLIGENCE -JÄRJESTELMÄT	28
4.1 Yleistä	28
4.2 Tietojen louhiminen	29
4.3 Qlik Sense.....	31
5 TAUSTATUTKIMUS.....	34
5.1 Historia	34
5.2 Tuotannon tehokkuusmittari	35
5.3 BI-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto.....	37
5.4 Tietovarastoselvitys.....	38
5.5 BI-Järjestelmän nykytilan kartoitus	38

6	KYSELYTUTKIMUS	41
6.1	Kyselytutkimuksen perusta.....	41
6.2	Kyselykysymykset	41
6.3	Kyselyn muodostaminen ja pitäminen	43
6.4	Kyselytutkimuksen tulokset	44
6.4.1	Käyttötutkimus	44
6.4.2	Kokemukset	46
6.4.3	Palauteosio	49
7	POHDINTAA	51
7.1	Pohdintaa	51
7.2	Kehitysehdotukset	53
8	YHTEENVETO	54
	LÄHTEET	55

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Relicomp Oy:n tehdas Kurikassa.....	10
Kuvio 1. IT-järjestelmien vaikutus yritykseen.	13
Kuvio 2. Tietovarastojen viitekehys.....	19
Kuvio 3. Tähti- ja lumihuutalemalli.	21
Kuvio 4. OLAP-rakenteen havainnollistaminen kuutiona.	23
Kuvio 5. OLAP-kuution käsitteleminen.....	25
Kuvio 6. Tietojen louhimisen prosessi.....	30
Kuvio 7. Esimerkki tehokkuusmittariston viimeisimmän version antamasta kaaviosta.....	36
Kuvio 8. BI-järjestelmän rakenne.	39
Kuvio 9. Käyttökartoituksen tulokset kaikkien käyttäjien osalta.....	45
Kuvio 10. Käyttökartoituksen tulokset työnjohtajien osalta.....	46
Kuvio 11. Sovellusten kokemukset kaikkien käyttäjien osalta.....	47
Kuvio 12. Sovellusten käyttökokemukset pelkkien työnjohtajien osalta.	48
Kuvio 13. Näyttöjen kokemukset kaikkien käyttäjien osalta.	48
Kuvio 14. Näyttöjen kokemukset pelkkien työnjohtajien osalta.	49
Kuvio 15. Vastaukset koulutuksen tarpeesta.	49

Käytetyt termit ja lyhenteet

Automaatio	Tekniikka, jonka avulla toiminta tapahtuu ilman ihmisen ohjaavaa tai suoritettavaa osuutta.
BI-Järjestelmä	Liiketoimintatiedon hallinnan älykäs järjestelmä.
Integraatio	Eri palvelujen liittäminen toisiinsa mahdollisimman sujuvasti, oikea-aikaisesti ja saumattomasti.
Oikeellisuus	Oikeellisuutta tarkasteltaessa aineistojen tietoja verrataan tietojen kuvaamaan ajanhetken tilaan maailmassa. Oikeellisuutta on esimerkiksi se, että tietoaineiston tieto vastaa ajankohdan tilannetta ja aikaa ilmaiseva tieto vastaa todellista ajankohtaa.
Resurssitehokkuus	Voimavarojen sellainen käyttö, jossa tuotetaan enemmän lisäarvoa pienemmillä panoksilla.
Siiloutuminen	Tietojen esiintyminen toisistaan erillään olevissa tietojärjestelmissä.
Tietojärjestelmä	Järjestelmä jonkin yhtenäisen, pysyväisluonteisen tietojenkäsittelykokonaisuuden suorittamiseen.
Tietokanta	Digitaalisessa muodossa oleva rakenteinen tietojen kokoelma, jota yksi tai useampi tietojärjestelmä käyttää ja päivittää.
Tietovarasto	Tietokanta tai tietokantakokoelma, johon on kattavasti koottu tietoa organisaation eri toiminnoista.
Tuloksellisuus	Toiminnan ominaisuus, joka ilmentää sitä, millainen toiminnalla saavutettu toteuma on suhteessa toiminnalle asetettuihin tavoitteisiin.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

BI-järjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jolla yritys kerää ja analysoi liiketoimintansa kannalta oleellista tietoa. Perinteisesti BI-järjestelmän tarkoitus on ollut käsitellä, automatisoida, visualisoida ja esittää tietoa loppukäyttäjille. BI-järjestelmät toimivat muiden tietojärjestelmien päällä ja käyttävät taustajärjestelmiin tallennettuja tietoja. Yleensä pyrkimyksenä on, että BI-järjestelmillä vain koottaisiin ja esitettäisiin muiden järjestelmien tietoja. Kuitenkin etenkin pienissä yrityksissä BI-järjestelmän toiminta voi laajentua alaspäin tiedon keräämiseen, järjestämiseen, keskittämiseen ja säilyttämiseen.

Tietojen tehokkaampi käsittely BI-järjestelmiä hyödyntämällä tuottaa yrityksille useita hyötyjä. Näitä hyötyjä ovat esimerkiksi tietojen parempi saatavuus, ajankohtaisuus, laajuus ja suurempi automaation aste. Kuitenkin BI-järjestelmän kehittämiseen joudutaan käyttämään monesti paljon enemmän aikaa ja vaivaa, kuin mitä siitä näyttäisi olevan hyötyä. Esimerkiksi yksittäisen tiedon hankkiminen, erityisesti lyhyellä tähtäimellä, on paljon helpompaa toteuttaa normaalilla raportointijärjestelmällä tai kokonaan käsin.

BI-järjestelmää hyödyntämällä voidaan kuitenkin saavuttaa etuja, jotka eivät ole ilmeisiä nopeasti tarkasteltuna. BI-järjestelmä kykenee esimerkiksi tuottamaan perinteistä raportointijärjestelmää ajankohtaisempaa ja selkeämpää raportointia. BI-järjestelmän avulla voidaan tuottaa myös muokattavissa olevia raportteja. Esimerkiksi vakioidun viikoittaisen toimitusvarmuusraportin sijaan on mahdollista muodostaa vuorovaikutteinen sovellus. Tästä sovelluksesta voidaan nähdä esimerkiksi viikoittainen tai kuukausittainen tilanne. Lisäksi voidaan porautua alaspäin ja tarkastella asiakaskohtaista toimitusvarmuutta valitun kuukauden sisällä.

BI-järjestelmä antaa aivan uudenlaisen mahdollisuuden tutkia ja tulkita yrityksen tietoja tavoilla, jotka olivat aikaisemmin aivan liian työläitä toteutettaviksi. Näihin mahdollisuuksiin liittyy kuitenkin myös merkittäviä haasteita. Tekniseltä kannalta tietoja on yleensä lataamisen lisäksi muokattava, varastoitava ja parannettava, että ne tukisivat interaktiivista analyysiä.

Tekniset ongelmat eivät kuitenkaan ole ainoita haasteita BI-järjestelmissä. BI-järjestelmän vuorovaikutteiset sovellukset ovat monimutkaisia ja mahdollistavat myös tietojen vääränlaisen tulkinnan. Tämä asettaa merkittäviä tarpeita paitsi BI-järjestelmän selkeydelle, kuin myös sen käytön tutkimiselle ja kouluttamiselle.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on BI-järjestelmän kehittäminen siten, että se palvelee paremmin yrityksen tarpeita ja tuottaa selkeää ja luotettavaa tietoa johtamisen tueksi. Tässä on tavoitteena löytää parempia ratkaisuja järjestelmän hyödyntämiseen ja käyttämiseen. Työssä tavoitteena on myös löytää uusia ratkaisuja tietovarastojen ja järjestelmäintegraation hyödyntämiseen.

Tavoitteena on myös löytää parempia toimintatapoja järjestelmän kehittämiseen. Tämä tarkoittaa esimerkiksi järjestelmän kehittämistä tutkittujen tarpeiden tai strategian näkökulmasta sen sijaan, että puututtaisiin satunnaisesti ilmaantuviin ongelmakohtiin tai raportointitarpeisiin. Tarkoituksena ei siis ole vain parantaa itse sovelluksia ja järjestelmää, vaan parantaa myös itse kehitysprosessia ja sen menetelmiä.

1.3 Työn rakenne

Luvussa 2 käydään läpi järjestelmäintegraation teoriaa yleisesti niiltä osin, kuin se on BI-järjestelmien kannalta olennaista. Luvussa 3 käsitellään tietovarastoihin liittyvää teoriaa ja työkaluja. Luvussa 4 kerrotaan BI-järjestelmistä ja tiedon louhinnasta sekä esitellään Qlik Sense BI -järjestelmä. Luvussa 5 kartoitetaan yrityksen raportoinnin historia, sen vaiheet ja BI-järjestelmän nykytilanne. Luvussa 6 käydään läpi BI-järjestelmistä tehty käyttäjätutkimus ja sen tulokset. Luvussa 7 on pohdintaa teoriasta ja kyselyn tuloksista ja annetaan kehitysehdotuksia toiminnan parantamiseen.

1.4 Yritysesittely

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Relicomp Oy. Relicomp on voimakkaasti kasvava ohutlevytekniikkaan erikoistunut teknologiayritys (Relicomp Oy 2023). Yritys sijaitsee

Kurikassa. Yrityksellä on noin 150 työntekijää, joista 26 on toimihenkilöitä. Yrityksen organisaatio jakautuu toimistoon, tuotannonjohtoon ja erilaisiin tukitoimiin sekä useista eri osastoista koostuvaan tuotantoon. Kuvassa 1 on nähtävissä Relicomp Oy:n toimitilat Kurikassa.



Kuva 1. Relicomp Oy:n tehdas Kurikassa (Relicomp Oy, 2023).

Yrityksen strategiana on tehdä teräksisiä kokonaisratkaisuja kilpailukykyisesti ja kannattavasti (Relicomp Oy, 2023). Käytännössä valmistettava kappale voidaan siis esimerkiksi leikata, muovata, hitsata ja maalata sekä lopulta kokoonpanna tuotteeksi tehokkaasti samassa toimipisteessä. Yrityksen tuotteita ja valmistusprosessia kehitetään jatkuvasti, jotta asiakkaille voidaan tuottaa lisäarvoa.

Yrityksen toiminta on laajentunut ja kehittynyt jatkuvasti (Relicomp Oy, 2023). Kehityksen keskiössä on ollut automaation lisääminen. Automaatiota on pyritty lisäämään paitsi itse tuotannon automatisoinnilla, kuin myös uusien IT-järjestelmien käyttöönottamisella ja kehittämällä. Tästä esimerkkinä on työn aiheenakin oleva BI-järjestelmien kehittäminen, jolla perinteistä paperi- ja tauluraportointia korvataan automaattisesti ajettavilla raporteilla ja infonäytöillä. Yritys on lisäksi tehnyt merkittäviä panostuksia nykyaikaiseen valmistustekniikkaan. Tästä hyvänä esimerkkinä on syvävetopuristin ja sen automatisointi. Yrityksen

tarkoituksena on laajentaa ja kehittää toimintaansa myös jatkossa. Yrityksen toimitiloja ollaan myös mahdollisesti laajentamassa, mikä antaa uusia mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseen.

2 JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO

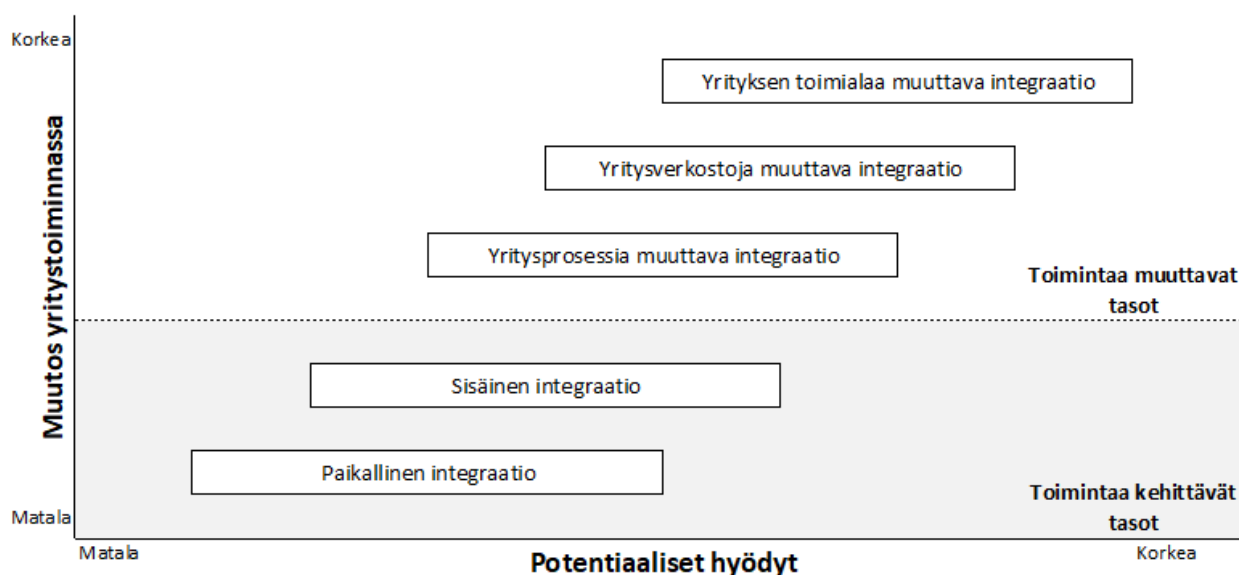
BI-järjestelmiä voidaan lähestyä järjestelmäintegraation näkökulmasta (Tähtinen, 2005, s. 22–23). Yksinkertaistettuna järjestelmäintegraatio tarkoittaa tapoja, joilla muuten yhteen sopimattomat järjestelmät saadaan yhdistettyä. Kuitenkin käytännössä järjestelmien yhdistäminen vaatii usein monimutkaisia ratkaisuja. Tämän vuoksi järjestelmäintegraatiota kannattaa tehdä vain harkitusta tarpeesta ja tarkasti käyttötarkoitukseen rajattuna. Järjestelmäintegraatiossa hyvien ratkaisujen löytämiseen ei ole mitään selkeää mallia, ja tämän vuoksi järjestelmäintegraatio vaatii kehittäjältään mielikuvitusta ja kokeilunhalua (mts. 32).

Alun perin järjestelmäintegraatiossa oli kysymys tapauskohtaisesta toiminnasta (Tähtinen, 2005, s. 17). Tietojärjestelmät olivat monesti ainutkertaisia ja tietylle yritykselle tai tietyyn käyttötarkoitukseen räätälöityjä. Järjestelmien kehittyminen yleisemmiksi, liitettävämmiksi ja standardoidummiksi on helpottanut järjestelmäintegraatiota. Kuitenkin järjestelmäintegraation perimmäiset ongelmat ja ratkaisut ovat monilla tavoin edelleen samoja.

Lähtökohtaisesti järjestelmäintegraation toteuttamisessa huomio pitäisi kiinnittää sen hyötyihin (Tähtinen, 2005, s. 22, 23). Usein lähtökohtana ovat selkeät ja helposti mitattavissa olevat hyödyt. Integraatiosta saatava hyöty voi olla esimerkiksi toiminnan nopeutuminen tai virheiden väheneminen. Kuitenkin tulee muistaa, että järjestelmäintegraatiolla on myös välillisiä ja vähemmän ilmeisiä etuja. Näitä ovat esimerkiksi verkostoitumisen, joustavuuden tai informaation liikkuvuuden tuomat hyödyt.

Yleensä järjestelmäintegraation suurimmat hyödyt ovat saavutettavissa toiminnanohjausjärjestelmien tehokkaassa integroinnissa (Themistocleous ym., 2005, s. 381). Toiminnanohjausjärjestelmät toimivat liiketoiminnan ytimenä. Ne sisältävät kattavia ominaisuuksia aina tuotannon ohjauksesta tileihin ja myyntiin. Laajuudestaan huolimatta toiminnanohjausjärjestelmät voivat kattaa vain osan yrityksen toiminnasta. Koska kaikkea toimintaa ei voida suorittaa toiminnanohjausjärjestelmän avulla, tarvitaan muita yrityksen toimintaa tukevia järjestelmiä, joihin toiminnanohjausjärjestelmän tietoja joudutaan integroimaan. Integraatiotarpeet eivät rajoitu vain yksittäisiin järjestelmiin, vaan integraatiota voidaan tehdä hyvinkin laajasti.

Themistocleousin ym. (2005, s. 391) mukaan toimintajärjestelmien integroimisessa on olennaista kiinnittää huomiota siihen, millaisen muutoksen integraatio aiheuttaa yrityksen toiminnalle. Tämän arvioimiseen voidaan soveltaa IT-järjestelmien yleiseen arviointiin tarkoitettua Venkatramanin (1994, s. 74) mallia. Tätä mallia on havainnollistettu kuviossa 1 integraation näkökulmasta.



Kuvio 1. IT-järjestelmien vaikutus yritykseen (soveltaen Venkatraman, 1994, s. 74).

Venkatraman mukaan IT-järjestelmistä saatavissa olevat hyödyt liittyvät siihen, miten ne muuttavat yritystoimintaa (1994, s. 74–84). Nämä yritystoiminnan muutoksen tasot ovat nähtävissä kuviossa 1 ja tarkemmin nämä tasot ovat:

- Paikallinen integraatio eli järjestelmä on toteutettu vain paikallisesti. Tällöin integraatio voi nopeuttaa esimerkiksi laatutapahtumien kirjaamista viivakoodeja hyödyntämällä.
- Sisäinen integraatio eli järjestelmä on integroitu yrityksen sisäiseen järjestelmään. Tällöin laatutapahtumat voidaan esimerkiksi kirjata suoraan järjestelmään ja niitä voidaan tutkia tai raportoida tehokkaammin työpisteen ulkopuolella.
- Yritysprosessia muuttava integraatio, jossa integraatio mahdollistaa uudenlaisen tuotantotavan. Järjestelmään voidaan integroida esimerkiksi konenäköä, joka kirjaa laatutapahtumat automaattisesti ja ilman keskeytystä tuotantoon.

- Yritysverkostoja muuttava integraatio, jossa integraatio mahdollistaa muutoksen yritysverkostoissa. Laatutapahtumat voidaan esimerkiksi kirjata suoraan ulkoisen toimijan järjestelmään.
- Yrityksen toimialaa muuttava integraatio, jossa järjestelmä mahdollistaa kokonaan uudenlaisen toiminnan. Laadun valvomiseen voidaan esimerkiksi integroida kattava järjestelmä, joka mahdollistaa siirtymisen korkeampaa laatua vaativalle toimialalle.

Jokainen näistä yritystoiminnan muutoksen tasoista tuo mukanaan omat haasteensa yritystoiminnalle, ja haasteita on punnittava integraation hyötyjä vastaan (Venkatraman, 1994, s. 74). Paikallinen muutos voi tarkoittaa esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmän ja valmistusohjausjärjestelmän integroimista. Tällainen integraatio parantaisi tiedonkulkua ja tehostaisi toimintaa, mutta ei todennäköisesti muuttaisi itse toimintaa juurikaan. Toisaalta integraatio yhteistyökumppanin järjestelmään voisi tuottaa suurempia hyötyjä. Kuitenkin eri yritysten tietojärjestelmien välillä tapahtuva integraatio vaikuttaisi myös yritysverkostojen toimintaan.

Monesti järjestelmäintegraation suurin este on yritysten halussa toteuttaa sitä (Manouvrier & Menard, 2008, s. 1). Yrityksissä esiintyy halua pitää järjestelmät ja niiden sisältämät tiedot erillään toisistaan yritysten välisestä tiedonsiirrosta puhumattakaan. Tämän taustalla voi olla, paitsi normaalia muutosvastarintaa ja pelkoa integraation riskeistä, kuin myös yrityksen määrittämiä sääntöjä. Tällainen sääntö voi olla esimerkiksi tavoite noudattaa organisaatorakennetta pääsyn- ja oikeuksienhallintaan. Tästä huolimatta tarpeellisia tietoja joudutaan yleensä joka tapauksessa siirtämään, ja siirtäminen tapahtuu yleensä käsin kirjaamalla. Tähän taas käytetään työaikaa, jota voitaisiin säästää integroimalla järjestelmiä. Myös aikaisemmat vaikeat ja epäonnistuneet järjestelmäintegraation projektit saattavat heikentää yrityksen halua toteuttaa niitä (mts. 2).

Järjestelmäintegraatio antaa myös paremman kokonaiskuvan yrityksen liiketoimintaprosessien ja tietoratkaisujen tilasta (Tähtinen, 2005, s. 32). Monesti tämän mielletään tarkoittavan laajoja valvontajärjestelmiä, mutta kokonaiskuvaa voidaan parantaa myös hyvin yksinkertaisilla tavoilla. Tästä esimerkkinä voidaan pitää automaatiossa yleistä toimintamallia, jossa järjestelmien välillä integroidaan pelkät hälytykset. Hälytysten integrointi on paitsi

yksinkertainen toteuttaa, niin se toimii myös tarkoituksessaan hyvin, koska mahdollinen ongelma ja sen sijainti on paljon helpompi tulkita pelkistä hälytyksistä.

Yritysten tietojärjestelmät on yleensä muodostettu eri aikoihin, eri tiimien toimesta, erilaisiin käyttötarkoituksiin ja usein ilman kunnollista ohjausta (Manouvrier & Menard, 2008, s. 12–14). Tietojärjestelmät on usein tehty vain tiettyyn käyttötarkoitukseen, eikä tarvetta niiden integroimiselle ole aina otettu huomioon. Tämä on johtanut tietojärjestelmiin, joiden integroiminen on vaikeaa. Integraatiota kannattaa lähestyä tietojärjestelmien ominaisuuksien, tarpeiden ja rajoitteiden pohjalta.

Manouvrierin ja Menardin (2008, s. 13) mukaan tietojärjestelmille ominaisia asioita ovat:

- ohjelmien ja alustan erilaisuudet
- ohjelmien erilaiset ja moninkertaiset käyttöliittymät
- ohjelmien sisäisen ja ulkoisen tiedonsiirron vaikeus.

Nämä tietojärjestelmille ominaiset asiat ovat olennaisia ymmärtää ennen järjestelmäintegraatioon ryhtymistä, koska ne ennustavat siinä esiin tulevia ongelmia. Esimerkiksi tietojärjestelmien monet erilaisuudet johtavat yleensä siihen, että käytännössä jokainen liityntä on tehtävä erikseen.

Manouvrierin ja Menardin (2008, s. 14) mukaan tietojärjestelmät voidaan tarpeidensa ja rajoitteidensa perusteella jakaa seuraaviin kategorioihin:

- eräajettavat ohjelmat
- transaktioon perustuvat ohjelmat
- asiakas/palvelin -ohjelmat
- verkko-ohjelmat
- reaaliaikaiset ohjelmat
- kaupalliset ohjelmistopakettit.

Näiden kategorioiden tunnistaminen on tarpeen, koska niihin kuuluvien tietojärjestelmien toiminta eroaa olennaisesti toisistaan järjestelmäintegraation näkökulmasta. Esimerkiksi reaaliaikainen ohjelma tekee jatkuvasti pieniä muutoksia. Toisaalta eräajettava ohjelma tekee yleensä harvoin muutoksia, mutta muutokset ovat suuria. Näihin molempiin on suhtauduttava täysin eri tavalla. Reaaliaikaisesti päivittyvät tiedot voidaan hakea esimerkiksi

kerran tunnissa. Sen sijaan eräajojen kautta päivittyvät tiedot kannattaa todennäköisesti hakea aina, kun ne ovat päivittyneet.

3 TIETOVARASTOT

Tietovarastot ovat asiakkeskeisiä, integroituja, ajasta riippuvia ja vakaita tietojärjestelmiä, jotka on muodostettu tukemaan päätöksentekoa (Turban ym., 2011, s. 52). Tässä asiakkeskeisyys tarkoittaa tietojen organisoimista tiettyihin aihepiireihin, kuten esimerkiksi myyntiin tai asiakkaisiin. Integraatio tarkoittaa näiden tietojen liittymistä toisiin tietojärjestelmiin ja tietotyökaluihin esimerkiksi järjestelmäintegraation näkökulmasta. Ajasta riippuvuus taas tarkoittaa tietojen organisoimista ajan suhteen ja niiden historian varastoimista. Vakaus tarkoittaa ajatusta siitä, että käyttäjät eivät voi muuttaa tietovarastojen tietoja, jolloin tietojen voidaan olettaa pysyvän vakioina.

3.1 Historia

Ajatus tietovarastosta sai alun perin alkunsa siitä, että tietotekniikan ammattilaiset alkoivat tiedostaa merkittävän eroavuuden tietokannassa ja raportoinnissa käytettävien tietojen välillä (Nagabhushana, 2006, s. 10). Tietokannat olivat esimerkiksi merkittävästi tarkempia ja suurempia kuin historiallisessa raportoinnissa oli tarpeellista. Alkuperäinen idea oli muodostaa uusi järjestelmä, joka haki säännöllisesti tarkkaa tietoa tietojärjestelmistä. Tämä uusi järjestelmä summasi tiedoista karkeampaa pidemmän aikavälin tietoa, josta oli helpompaa muodostaa analyysiä päätöksentekoa varten.

Tietovarastot kehittyivät myös raportointijärjestelmien perustalle (Törmänen, 1999, s. 13). Tällainen raportointijärjestelmä oli esimerkiksi Management Information System eli yrityksen johdon tietojärjestelmä. Siihen pyrittiin kokoamaan sekä ajankohtaista että historiallista tietoa yrityksen toiminnasta. Muita järjestelmiä olivat Decision Support Systems ja Executive Support Systems -ratkaisut, joissa johdon tietojärjestelmää laajennettiin muun muassa tulevaisuuden ennustamisella ja ryhmätyöratkaisuilla. Näissä raportointijärjestelmissä oli kuitenkin erilaisia tiedonhallinnan ongelmia, joita ratkottiin pääasiallisesti tapauskohtaisesti. 1990-luvun alussa syntyi ajatus näiden ratkaisujen yhdistämisestä yhtenäiseksi tietovarastoksi (mts. 16).

Myös tekniikan kehittyminen vaikutti tietovarastojen kehittymiseen (Bradhu & Venkatesan, 2006, s. 1). Tekniikan kehitys on lisännyt tiedon tallennuskapasiteettia, parantanut

suorituskykyä ja laskenut kustannuksia. Tämä taas on mahdollistanut paljon aikaisempaa laajemman tietomäärän varastoinnista ja tutkimista. Samalla tekniikan kehitys on mahdollistanut myös suurta suorituskykyä vaativien tiedonhallinnan työkalujen kehittymistä ja hyödyntämistä. Tällaisia työkaluja ovat esimerkiksi koneoppiminen ja tietojen louhiminen (mts. 2).

3.2 Suunnittelu

Tietovarastojen suunnittelu tulee aloittaa tietovarastointistrategian laatimisesta (Törmänen, 1999, s. 28). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mietitään todellisia tietovarastointitarpeita ja sitä, mitä tietojen varastoinnilla pyritään saavuttamaan. Tietovarastojen määrittelyssä tulee pohtia, mitkä tiedot ovat hyödyllisiä liiketoiminnan kannalta ja mille tiedoille on käyttäjiä. Tarpeettoman tiedon varastoinnista ei ole hyötyä.

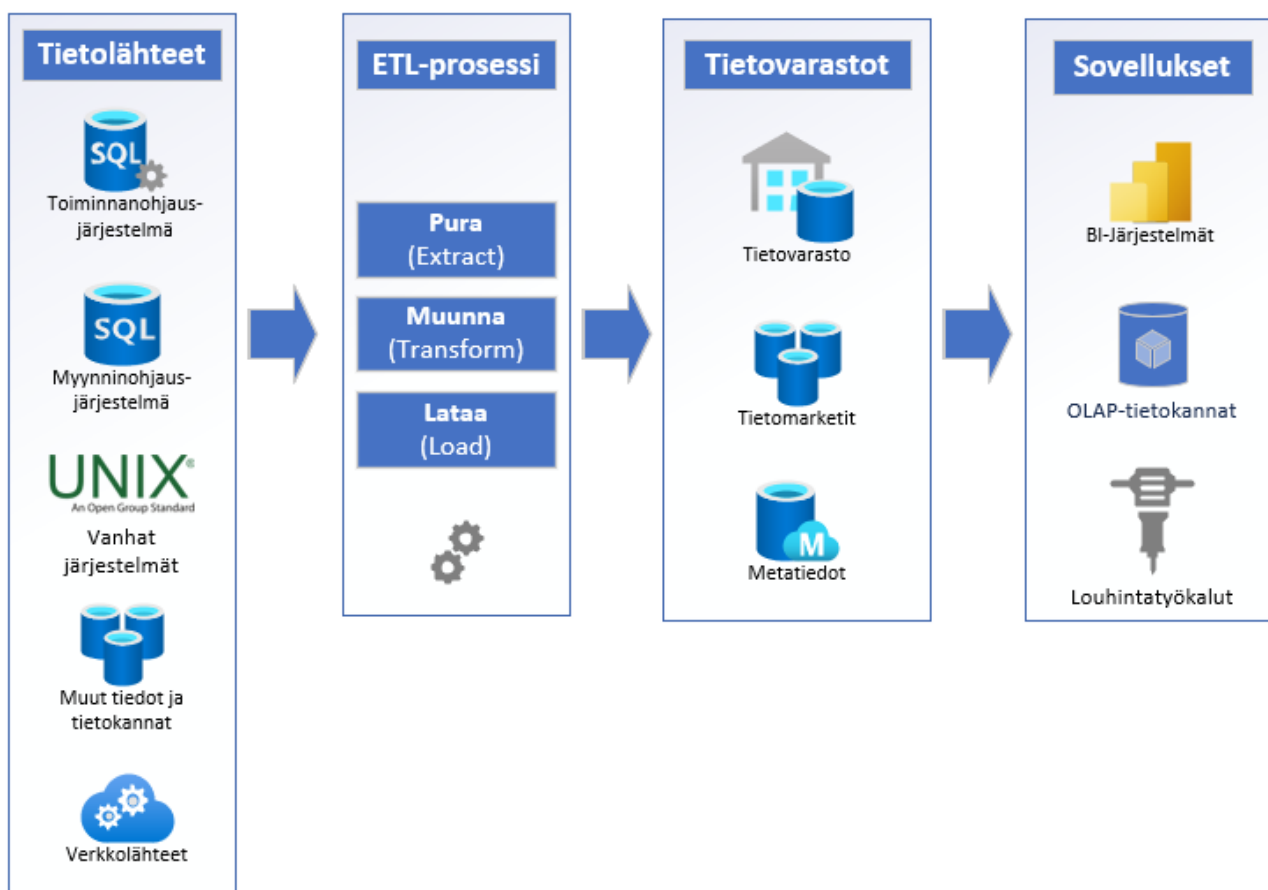
Tietovaraston tarkoituksena on myös vähentää yrityksen riippuvuutta alijärjestelmistä (Nagabhushana, 2006, s. 14). Vaikka jokin yrityksen tietojärjestelmä olisikin mahdollista laajentaa vastaavaan käyttöön, tämä sitoo yrityksen toimintaa tähän tietojärjestelmään ja vaikeuttaa siitä luopumista tulevaisuudessa. Toisaalta tietovarasto tarjoaa tietoa raportointijärjestelmille. Tietovaraston tarkoituksena on tarjota valmista ja helposti ymmärrettävää tietoa raportointijärjestelmien käyttöön (mts. 17).

Tietovarastojen tietoja hyödynnetään yleensä BI-järjestelmissä (Hovi ym., 2001, s. 117). BI-järjestelmille on tyypillistä tiedon käsitteleminen useilla eri tavoilla ja näkökulmilla. Tietoja voidaan tarkastella esimerkiksi erilaisten kaavioiden avulla. Tietoja voidaan myös rajata ja muokata paremmin käyttöön soveltuvaksi. Tietojen muokkaamisessa ja rajaamisessa on huomioitava tietojen eheys suhteessa taustalla oleviin tietojärjestelmiin. Tiedon eheys voidaan varmistaa parhaiten korjaamalla karkeat virheet taustajärjestelmässä. Jos virheelliset tiedot rajataan pois vain latauksessa, alkavat BI-järjestelmä ja taustajärjestelmä raportoida toisiinsa nähden ristiriitaisia tietoja.

Tietovarastoille suositeltava topologia on sellainen, jossa pohjalla olevia tietovarastoja hyödynnetään päätöksiä tukevissa järjestelmissä tai OLAP-rakenteissa (Nagabhushana, 2006, s. 17). Tietojen hyödyllisyyttä on vaikea ennustaa etukäteen. Tämä taas johtaa

monesti siihen, että ilmaantuviin tarpeisiin reagoitaessa raportteja muodostetaan kiireisesti ja tehottomasti. Tietovarastot taas sisältävät valmiiksi muokattuja ja strategisesti tärkeitä tietoja. Tietovarastojen avulla kehittäminen voidaan tehdä tehokkaammin ja ennakoivasti, koska tärkeimmät tiedot ovat todennäköisesti jo saatavilla ja valmiiksi lasketussa muodossa.

Turbanin ym. (2011, s. 57) mukaan tietovarastojen topologia ja tietojen liikkuminen voidaan määritellä tarkemmin kuvion 2 osoittamalla tavalla. Erilaisista tietolähteistä saadut tiedot käsitellään ETL-prosessissa ennen tietovarastoihin siirtämistä. ETL-prosessissa tiedot puretaan ensin lähdejärjestelmästä. Seuraavaksi tiedot muutetaan tietovaraston vaatimaan muotoon ja tämän jälkeen ne ladataan itse tietovarastoon (mts. 67).



Kuvio 2. Tietovarastojen viitekehys (soveltaen Turban ym., 2011, s. 57).

Tietojen täsmällinen reitti ei kuitenkaan ole täysin selkeä (Turban ym., 2011, s. 57). Tiedot voivat esimerkiksi siirtyä suoraan tietovarastosta BI-järjestelmään, mutta joskus välissä voi olla myös erillinen OLAP-tietokanta. Yrityksillä on myös hyvin monenlaisia

lähestymistapoja tietovarastoihin ja tieto voi liikkua hyvin eri tavoilla esimerkiksi tietovarastojen ja tietomarkettien välillä (mts. 72).

3.3 Metatieto

Metatiedot ovat lisätietoja, joissa kerrotaan tarkempia tietoja itse tiedoista (Hovi ym., 2001, s. 110). Itse tietueen nimi ja arvot eivät yleensä anna kuin suuntaa sille, mikä on tiedon oikea merkitys. Merkityksen epäselvyydestä syntyy nopeasti ongelmia tietovarannon kasvaessa, koska tietojen tulkitseminen tulee monimutkaisemmaksi. Yleisiä metatietoja ovat esimerkiksi tiedon nimi, omistaja, tyyppi, pituus, lähdejärjestelmä, laskukaava ja käyttöoikeudet. Kenttien lisäksi myös tauluille voidaan lisätä metatietoja ja näihin voidaan tallettaa esimerkiksi summataulun taso ja summausperiaate (mts. 111).

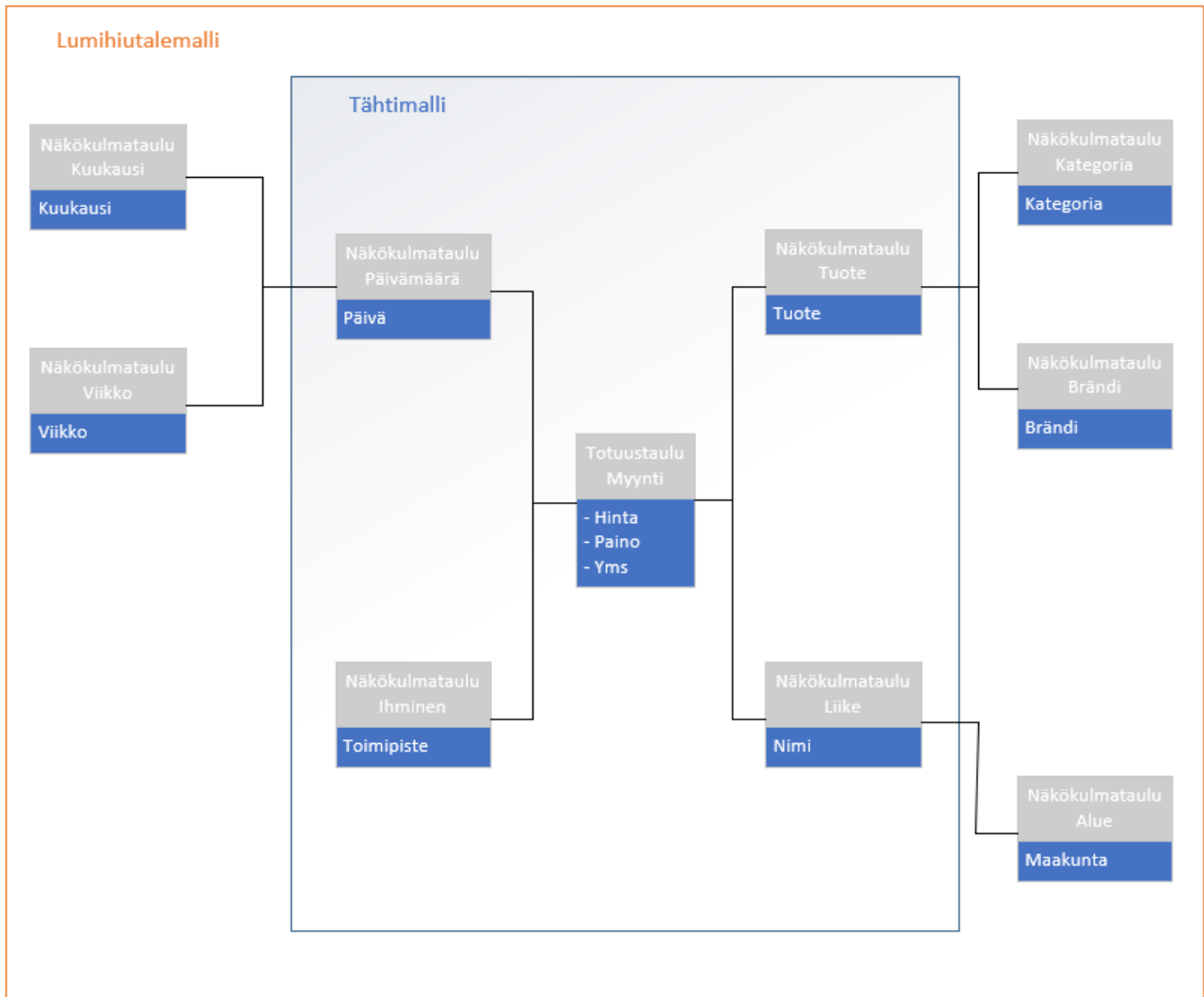
Metatietojen tallentamiseen on monia eri tapoja, joista yleensä paras on muodostaa niistä oma tietokantansa (Hovi ym., 2001, s. 111). Tällöin metatiedoista muodostuu tiedostokuvauksen tietovarasto eli metatietojärjestelmä. Myös tiedon lataus, kysely- ja raportointivälineissä on yleensä omat metatietokantansa. Metatietojärjestelmän tarkoituksena on helpottaa tietojen selaamista ja hakemista.

Metatietojen keskeinen tehtävä on muutostenhallinta, jota tehdään tietovarastojärjestelmään jatkuvasti (Hovi ym., 2001, s. 112). Järjestelmien ja käsittelyn monimutkaisuus tekee tietojen käsittelystä vaikeaa, ja tilanne pahenee nopeasti järjestelmien kasvaessa. Metatiedot helpottavat paitsi tietojen ymmärrystä, niin erityisesti myös sitä, minne tiedot on kytketty ja minne kaikkialle muutokset vaikuttavat.

Metatietoja voidaan kerätä myös OLAP-ympäristöstä (Baragoin ym., 2003, s. 8). Tällöin on kysymys siitä, mihin tätä metatietoa on tarkoitus käyttää. Metatietoa voidaan kerätä esimerkiksi siitä, missä OLAP-rakenteiden tiedot oikeasti sijaitsevat. Tämä helpottaa esimerkiksi viallisten tietojen löytämistä. Tietoja voidaan kerätä myös suorituskyvystä, kuten esimerkiksi tietojen laskenta- ja latausajasta. Kehittyneissä ympäristöissä metatietojen säilyttämiseen voidaan hyödyntää myös OLAP-rakennetta.

3.4 Tähti- ja lumihiihtalemalli

Tietojen tallentamisessa tietovarastoon käytetään eri näkökulmat huomioon ottavia malleja (Turban ym., 2011, s. 76). Yleisimmin tähän käytetään kuviossa 3 esitettyä tähtimallia. Tähtimallissa tietojen mitta-arvot talletetaan keskellä olevaan totuustauluun ja sitä selittävät eri näkökulmat tallennetaan totuustauluun liitettyihin näkökulmatauluihin. Tässä mallissa näkökulmia ei ole normalisoitu ja samoja tietoja voidaan toistaa näkökulmatauluissa. Tällöin taulussa pidettävä karkeusaste on sarakkeena jokaisella rivillä eli esimerkiksi jokaisella päivällä on oltava kuukausi ja vuosi. Tähtimallin etuna on sen yksinkertaisuus, mutta huonona puolena on näkökulmataulujen koko.



Kuvio 3. Tähti- ja lumihiihtalemalli (soveltaen Turban ym., 2011, s. 76).

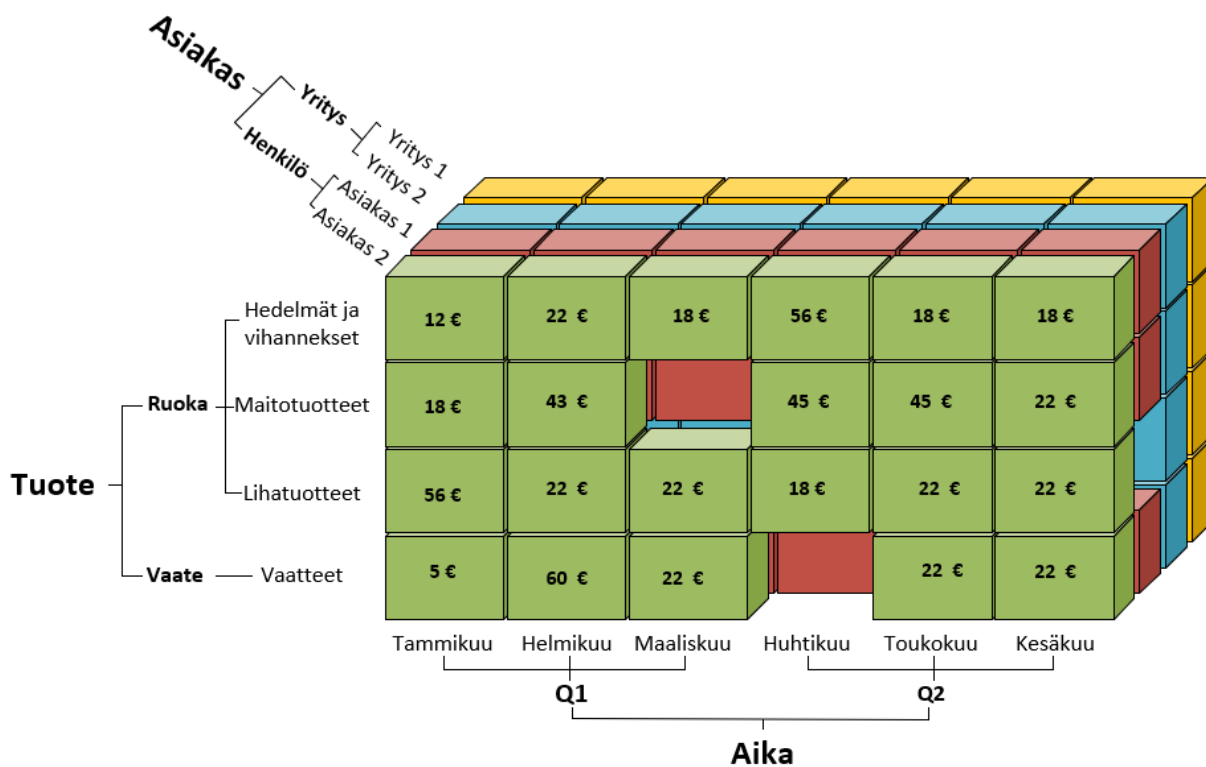
Toinen yleinen malli on myös kuviossa 3 oleva lumihiutalemalli (Turban ym., 2011, s. 76). Myös tässä mallissa mitta-arvot talletetaan keskellä olevaan totuustauluun. Erona on kuitenkin se, että näkökulmataulut hajautettu niin, että taulut on normalisoitu ja näkökulmien erikoistapaukset on hajautettu erillisiin tauluihin. Esimerkiksi päivämäärän erikoistapaus on kuukausi. Lumihiutalemallin käsittely on vaikeampaa mutta sen etuna on näkökulmataulujen pieni koko.

Tähti- ja lumihiutalemallien yhteydet tallennetaan näkökulmatauluun ja totuustauluun käyttämällä uniikkeja avaimia (Celko, 2006, s. 18–22). Tähtimallissa tämä avain vastaa suoraan avainta näkökulmataulussa, ja sen avulla tiedot voidaan hakea valmiina kaikki karkeusasteet sisältävänä tauluna. Lumihiutalemallissa taas totuustaulun avain on yhdistelmä näkökulmataulun ja erikoistapaustaulujen avaimista. Avaimen avulla tiedot voidaan hakea näkökulmatauluista liitettynä rakenteena.

Tähti- ja lumihiutalemallien suorituskyky riippuu itse kantojen rakenteesta ja käyttötarkoituksesta (Bradhu & Venkatesan, 2006, s. 84–85). Lumihiutalemallin pieni koko tuo suuria etuja erityisesti lataamisessa ja tallennusvarannon suorituskyvyssä. Toisaalta lumihiutalemallin liitokset hidastavat laskentaa ja johtavat huonoon suorituskykyyn erityisesti siitä muodostetussa OLAP-rakenteessa.

3.5 OLAP-rakenne

OLAP-rakenteen tarkoituksena on muodostaa rakenne, jossa itse moninäkökulmaisten tietojen ja näkökulmien sijaan käsitellään niiden yhdistelmiä (Celko, 2005, s. 57). Tällöin rakenteesta tulee merkittävästi pienempi. Tätä mallia on myös paljon helpompi esittää visuaalisesti pienemmän kokonsa takia, koska siinä voidaan käsitellä esimerkiksi päivien sijaan kuukausia. OLAP-rakenne voidaan esittää kuutiona. Kuviossa 4 on esitetty myyntitiedoista muodostettu OLAP-kuutio, jossa näkökulmia ovat asiakas, tuote ja aika sekä mitattavana arvona myynnin määrä summattuina euroina.



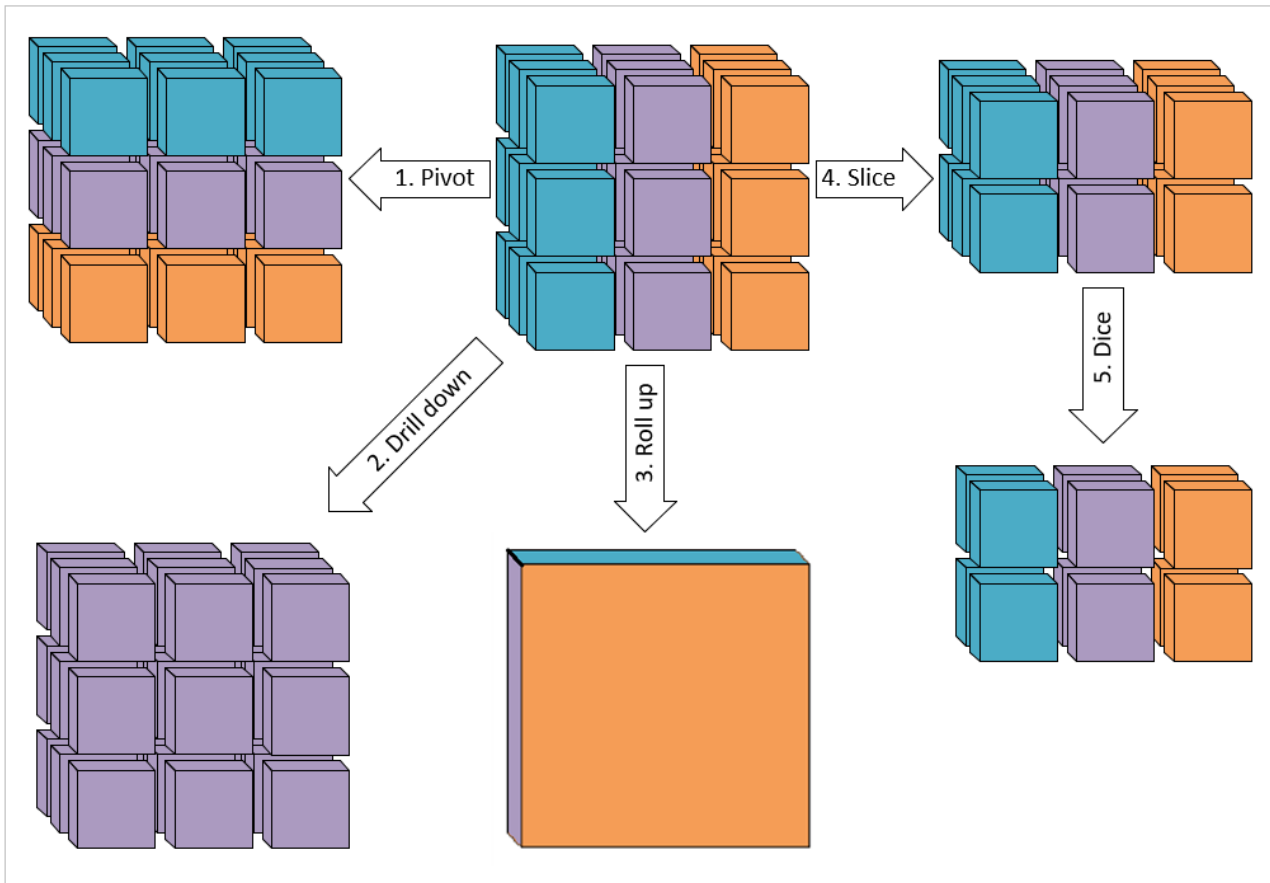
Kuvio 4. OLAP-rakenteen havainnollistaminen kuutiona (soveltaen Hovi ym., 2001, s. 53 ja Celko, 2004, s. 58).

Kuten kuviosta 4 nähdään, OLAP-rakenne sisältää aina kaikki näkökulmien vaihtoehdot mutta siitä ei tarvitse löytyä kaikkia mitta-arvoja (Celko, 2004, s. 58). Esimerkiksi Asiakas 2 ei ostanut maitotuotteita maaliskuulla tai vaatteita huhtikuulla, jolloin kyseinen mitta-arvo puuttuu. OLAP-kuutio muodostetaan yleensä tähtimalliksi muodostetuista tiedoista. Tällöin totuustaulussa olevat tiedot yhdistetään näkökulman karkeuden mukaan. Esimerkiksi kuviossa 4 ne on summattu päiviltä kuukausille.

Tietojen tehokas yhdistäminen on yksi OLAP-rakenteen merkittävimmistä hyödyistä (Mourya & Gupta, 2012, s. 130). Rakenteen yhdistämisessä mitta-arvoista voidaan laskea esimerkiksi keskiarvo, summa, maksimi, minimi tai määrä. Nämä voidaan myös laskea itse rakenteesta. Tällöin laskenta voidaan toteuttaa tehokkaasti järjestelmän sisällä matriisilaskentana sen sijaan, että nämä tiedot laskettaisiin suoraan kannasta.

Turbanin ym. (2011, s. 77–78) mukaan OLAP-kuution käsittelyssä voidaan hyödyntää erityisiä menetelmiä. Näitä menetelmiä on havainnollistettu kuviossa 5 ja tarkemmin nämä menetelmät ovat:

1. Pivot-menetelmä tarkoittaa käytännössä kuution pyörittämistä. Kääntämällä kuutiota voidaan muuttaa näkökulmien paikkaa tai vaihtaa näkymiä kuution takaa sen etualalle. Tällä tavalla voidaan esimerkiksi muuttaa eräpäivään perustuva analyysi laskutuspäivään perustuvaksi.
2. Drill down/up -menetelmä mahdollistaa summatason vaihtamisen eli porautumisen tarkempaan tietoon tai päinvastoin. Näin voidaan esimerkiksi muuttaa aikajakson näkökulmaa vuosista kuukausiin tai päinvastoin. Yleensä porautumista käytetään yhteydessä slice-menetelmään, jolloin kuution porautumisen aste ja raja-
aus seuraavat toisiaan. Näin on tehty myös kuviossa 5.
3. Roll up -menetelmä taas yhdistää näkökulman tiedot. Tässä voidaan esimerkiksi summata kuukausien tiedot vuosille.
4. Slice-menetelmä leikkaa kuutiosta viipaleen rajaamalla sen näkökulmaa yhden tai useamman suureen perusteella. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi valita vain ne asiakkaat, joita halutaan tarkastella.
5. Dice-menetelmä on jatke slice-menetelmälle. Se kuvaa ajatusta, jossa viipaletta voidaan leikata edelleen toisen näkökulman perusteella. Näin viipaleista saadaan aikaan pienempiä kuutioita. Tällöin voidaan kuvata esimerkiksi vain halutut asiakkaat ja vain vuonna 2023.



Kuvio 5. OLAP-kuution käsitteleminen (soveltaen Turban ym., 2011, s. 77–78).

OLAP-rakenteen tekniikka on kehittynyt vuosien myötä (Celko, 2006, s. 62–63). Ensimmäinen kehittyneempi versio oli MOLAP eli moninäkökulmainen OLAP. MOLAP teki pienien tietokantojen laskennasta paljon helpompaa ja mahdollisti tietojen käsittelyn laskentataulukkona. Myöhemmin kehitettiin ROLAP eli relaationaalinen OLAP, joka toimii ilman omaa tietokantaa. ROLAP haki tiedot alla olevista kannoista valintojen mukaan ja oli skaalautuvampi, mukautuvampi ja paremmin siirrettävissä. Kuitenkin puhdas ROLAP-kanta oli paljon aikaisempia hitaampi käyttää. Tämä johti lopulta nykyaikaiseen HOLAP-rakenteeseen, jossa esimerkiksi indeksointia ja summatauluja hyödyntämällä saadaan aikaan hyvä kompromissi tilankäytön ja nopeuden välillä.

Nykyaikaisessa järjestelmässä OLAP-kuutiot voidaan myös yhdistää tähtirakennetta hyödyntämällä (Baragoin ym., 2003, s. 22–23). Näin muodostetaan OLAP-keskus, joka sisältää OLAP-kuutioiden metatiedot, kuten mitta-arvot, johdannaiset, näkökulmat, hierarkiat ja liitokset. OLAP-keskus liitetään yleensä raportointijärjestelmään ja sen avulla voidaan helposti selvittää, missä taulussa OLAP-kuution tiedot oikeasti sijaitsevat. Tätä taas voidaan

hyödyntää esimerkiksi siten, että tietojen haku pohjajärjestelmistä tai tietojärjestelmistä voidaan automatisoida ja tietojen sijainteja voidaan ylläpitää samassa paikassa (mts. 24).

3.6 Testaaminen

Tietovarastojen tietoja ei voi ottaa käyttöön, ellei niiden sisältöön tai kannan suorituskykyyn voida luottaa (Hovi ym., 2001, s. 113). Tämän vuoksi tietovarastoja on testattava useilla eri tavoilla, jotka jakautuvat pääasiallisesti oikeellisuuden ja suorituskyvyn testaamiseen. Oikeellisuutta testataan vertaamalla tietovarastoa alkuperäiseen kantaan ja sen raportteihin. Suorituskyky taas testataan käytännössä suorittamalla itse latausta. Molemmissa testeissä on huomioitava myös osapuolina olevat järjestelmät, sekä niiden suorituskyky, saatavuus, luotettavuus ja muuntumattomuus.

Tietovarastojen testaamisessa voidaan käyttää useita eri menetelmiä (Hovi ym., 2001, s. 114). Testaaminen lähtee yleensä silmämääräisestä tarkistuksesta, jolla voidaan nopeasti todeta karkeat virheet. Tarkastusmenetelmänä voidaan käyttää myös pistokokeita. Pistokokeilla voidaan varmistaa esimerkiksi yksittäisten rivien olevan oikein. Pistokokeilla voidaan tehdä myös tilastollista analyysiä ja esimerkiksi varmistaa, että rivien summa tai lukumäärä on oikein. Testeissä tietoja voidaan myös ryhmitellä ja varmistua ryhmän sisäisten tietojen oikeellisuudesta. Näiden lisäksi myös kantojen sisäiset viitaukset voidaan tarkistaa.

Testaamisen teknisinä välineinä voidaan käyttää monia tiedon käsittelyyn soveltuvia järjestelmiä (Hovi ym., 2001, s. 115). Testaamisessa voidaan yksinkertaisimmillaan käyttää SQL-lauseita tai yleistä perusvälinettä kuten Microsoft Exceliä. Toisaalta testaamista voidaan tehdä myös kehittyneillä OLAP-järjestelmillä tai valmiiksi tätä varten kehitetyillä taulukoilla ja ohjelmistoilla. Testaamisessa tulee huomioida myös suorituskyky, jota voidaan tarvittaessa parantaa esimerkiksi indeksointia hyödyntämällä (mts. 116).

Myös tietokannan koko vaikuttaa merkittävästi testimenetelmän valintaan (Ahlemeyer-Stubbe & Coleman, 2014, s. 42). Suurissa ja yleisissä tietokannoissa kannattaa aloittaa sattumanvaraisilla tiedoilla ja pyrkiä välttämään samankaltaisten hakujen esiintymistä. Suuri määrä satunnaisia ja toisistaan eroavia hakuja kertoo hyvin suuren tietomallin

toimivuudesta. Toisaalta pienessä tai tarkkaan rajatussa käytössä olevassa kannassa kannattaa etsiä usein toistuvia tietoja ja tutkia niiden eroavaisuuksia. Yli 100 000 tietuetta sisältävää kantaa pidetään suurena tietokantana (mts. 43).

Tietokannan koon lisäksi tietojen käyttötarkoituksella on merkitystä (Ahlemeyer-Stubbe & Coleman, 2014, s. 42). Sattumanvarainen tarkistus soveltuu heikosti tapaukseen, jossa suhteellisen pientä osaa tiedoista tullaan käyttämään analyysissä. Tämä johtuu siitä, että suurikin määrä täysin sattumanvaraisia hakuja sisältää vain vähän tuloksia niistä tiedoista, joita on tarkoitus testata. Tällainen tilanne voi syntyä esimerkiksi silloin, kun tarkoituksena on seurata pelkästään ajankohtaisia tietoja kannasta, joka sisältää näistä tiedoista myös pitkän historian. Tällöin testaamista olisi ohjattava niin, että se kohdistuu riittävästi ajankohtaiseen tietoon, mutta kuitenkin niin, että historiallinen tieto ei jää testaamatta.

Testaamisessa on syytä kiinnittää huomiota myös tarpeellisten ihmisten osallistamiseen ja vastuuttamiseen (Mourya & Gupta, 2012, s.160). On ilmeistä, että testaamisessa tulee olla mukana kehityksestä, analyysistä ja tietojärjestelmistä vastaavat tahot. Kuitenkin tiedot tulee testata myös käyttäjien kanssa, koska muuten vain käytännön tasolla näkyvät virheet jäävät korjaamatta. Käyttäjien kokemuksia voidaan tutkia esimerkiksi käyttäjäkyselyitä hyödyntämällä.

4 BUSINESS INTELLIGENCE -JÄRJESTELMÄT

4.1 Yleistä

Yrityksen kannalta tärkeitä eivät ole itse järjestelmät vaan tieto, joka järjestelmistä on saatavilla (Thierauf, 2001, s. 3). BI-järjestelmät tunnetaan tehokkaista työkaluistaan ja kehittyneestä analyysistään. Yrityksen kannalta tärkeintä on kuitenkin se, miten tietojärjestelmien avulla voidaan tehostaa prosesseja ja tukea päätöksentekoa. Tiedosta tulee älykästä liiketoimintaa vasta sitten, kun se on päätöksiä tukevassa muodossa ja päätöksiä tekevien ihmisten käytössä (mts. 4).

Itse termi BI-järjestelmä sai alkunsa markkinoinnista, ja sen määritelmä on siksi hajanainen (Turban ym., 2011, s. 28). BI-järjestelmä tarkoittaa sellaisten arkkitehtuurien, työkalujen, tietokantojen, analyysien, ohjelmien ja metodologioiden yhdistelmää, joilla mahdollistetaan tietojen vuorovaikutteinen käsittely ja tutkiminen. BI-järjestelmän tarkoituksena on aikaansaada prosessi, jossa tieto muuttuu ensin ymmärrykseksi, sitten päätöksiksi ja lopulta toimenpiteiksi (mts. 29).

Thieraufin (2001, s. 21) mukaan BI-järjestelmien tehokkaan hyödyntämisen lähtökohtana ovat seuraavat asiat:

- Olemassa olevien raporttien modernisoiminen ja hyödyntäminen
- BI-järjestelmän tiedonkeruu ja muokkaustapojen hyödyntäminen
- Tietovarastojen valmiiksi muokattujen tietojen hyödyntämien
- Yhteistyökumppaneiden, internetin ja muiden ulkoisten tietojen hyödyntäminen.

Näitä lähtökohtia hyödyntämällä on mahdollista muodostaa kehittynyttä raportointia yksinkertaisesti ja tehokkaasti (Thierauf, 2001, s. 21). Olemassa olevasta raportoinnista voi esimerkiksi päätellä paljon nopeammin, mistä tiedot löytyvät, kuin aloittamalla kokonaan tyhjästä. Suurin etu järjestelmästä saadaan kuitenkin yhdistelemällä näitä tapoja. Hyvin pitkälle viedyssä järjestelmässä esimerkiksi kauppakumppanit voivat hyödyntää suoraan toistensa tietovarastoja.

BI-järjestelmiä hyödynnetään myös tietojen keskittämiseen ja sen tavoitteluun, että tiedot olisivat pääasiassa saatavilla yhdessä sijainnissa (Hegde & Solanki, 2017, s.12). Yrityksen tiedot sijaitsevat toisistaan eroavissa ja eri-ikäisissä järjestelmissä. Yrityksen tietoja voi olla säilötyinä yksinkertaisiin CSV-tiedostoihin tai kehittyneisiin tietojärjestelmiin, mutta myös hyvin yllättäviin sijainteihin, kuten sosiaalisen median alustoihin. BI-järjestelmät auttavat eri sijainteihin tallennettujen tietojen hyödyntämisessä. Näitä tietoja on mahdollista keskittää BI-järjestelmän työkaluja hyödyntämällä. Tämä vaatii kuitenkin BI-järjestelmän kehittäjältä laajaa ymmärrystä erilaisten tietojärjestelmien hyödyntämisestä.

Myös organisaation koolla ja kehitysasteella on suuri merkitys sen suhteen, miten BI-järjestelmää tulisi kehittää (Hedge & Solanki, 2017, s.18). Pienissä organisaatioissa kehittäminen tapahtuu yleensä johtajavetoisesti, kun taas suuremmissa organisaatioissa johtotason henkilöt eivät välttämättä edes osallistu BI-järjestelmän kehittämiseen. Organisaation kehitysaste taas kertoo paitsi itse kehittämisestä, kuin myös BI-järjestelmään liittyvän koulutuksen tarpeesta. Kehittyneessä organisaatiossa saatetaan esimerkiksi jo valmiiksi käyttää mukautuvia raportteja, ja tällöin mukautuvien raporttien käyttö voidaan käydä läpi vain lyhyesti.

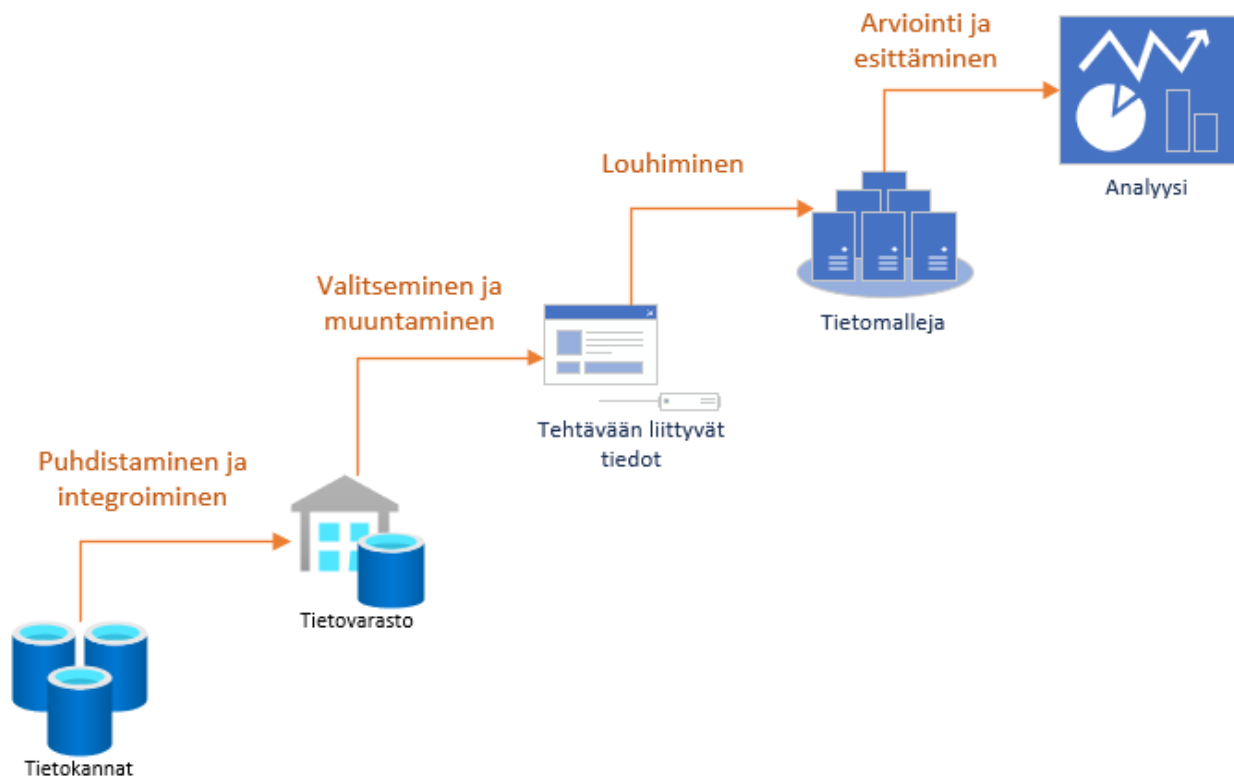
4.2 Tietojen louhiminen

Yksinkertaistettuna tietojen louhiminen on prosessi, jonka tarkoitus on helpottaa loppukäyttäjän kannalta uuden hyödyllisen tiedon löytämistä isoista tietokannoista (Morya & Gupta, 2012, s. 17). Tietojen louhinta perustuu siihen, että suurissa tietomäärissä on todennäköisesti paljon yrityksen kannalta tärkeää tietoa, jota ei vain tunneta tai tiedosteta vielä. Tietojen louhimisessa nämä tiedot pyritään muuttamaan sellaiseen muotoon, että tärkeät tiedot voidaan erottaa massasta. Tähän hyödynnetään yleensä BI-järjestelmiä tai erityisesti tiedon louhintaan kehitettyjä työkaluja.

Moyran ja Guptan (2012, s. 20) mukaan tietojen louhinnan prosessia voidaan kuvata kuviossa 6 esitetyllä tavalla. Tarkemmin prosessin vaiheet ovat:

- Tietojen puhdistaminen, jossa tiedoista poistetaan asiaan liittymätön tieto tai siinä olevat epätarkkuudet.

- Tietojen integroiminen, jossa useissa tietolähteissä olevat tiedot kootaan yhden tietovaraston alle.
- Tietojen valitseminen, jossa tiedoista valitaan analyysin kannalta tärkeä tieto ja ladataan se tietovarastosta.
- Tietojen muuntaminen, jossa tiedot muutetaan sellaiseen muotoon, jossa niiden louhminen on mahdollista.
- Tietojen louhiminen, jossa tiedoista irrotetaan tietomalleja, jotka ovat potentiaalisesti hyödyllisiä.
- Mallien arviointi, jossa tietomalleista valitaan sellaiset, jotka sisältävät tiedossa olevaan tarpeeseen soveltuvaa tai muuten kiinnostavaa tietoa.
- Tietojen esittäminen, jossa löydetty hyödylliset mallit esitetään käyttäjälle visuaalisesti ja ymmärrettävästi.



Kuvio 6. Tietojen louhimisen prosessi (soveltaen Morya & Gupta, 2012, s. 20).

Tietojen louhinnalla on tarkoitus ratkaista isojen tietomassojen ongelmia (Olson ym., 2018, s. 2–3). Tässä ongelmina voivat olla esimerkiksi tietojen suuri koko, tietojen jatkuva virtaus tai tietojen rakenteelliset ongelmat. Tiedot voivat esimerkiksi muuttua liian nopeasti

perinteiselle tietovarastoinnille tai niitä voi olla liian paljon varastoitavaksi. Näitä ongelmia pyritään ratkaisemaan louhimisessa hyödyntämällä tietomassojen suuruutta. Suurissa tietomassoissa ei esimerkiksi tarvita näytteiden ottoa, virheet sulautuvat massaan ja niissä voidaan etsiä kausaaliteetin sijaan korrelaatiota.

Tietojen louhinnassa voidaan myös löytää ja analysoida asioita, joiden syyt eivät ole tiedossa (Olson ym., 2018, s. 3). Louhinnassa voidaan selvittää mitä tapahtuu ja tapahtuman trendi. Esimerkiksi Suomen taloutta tutkittaessa, yrityksen kannalta olennaista on ymmärtää, mihin suuntaan talous kehittyy. Muutoksen suunta voi tarjota riittävästi tietoa yrityksen päätöksenteolle. Sen sijaan kaikki mahdolliset tekijät talouskehityksen taustalla eivät välttämättä kiinnosta yritystä.

4.3 Qlik Sense

Qlik Sense on QlikTechin kehittämä BI-järjestelmä (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 9). Sen perimmäisenä tarkoituksena on vastata BI-järjestelmien uusimpaan trendiin, jossa BI-järjestelmät ovat kehittyneet käyttäjälähtöisemmiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjät voivat kehittää raportointia myös itse, mikä on suuri muutos aiempaan verrattuna. Muita Qlik Senseen uusia ominaisuuksia ovat verkkopohjaisuus, alustariippumattomuus, yhteistyömahdollisuudet, suoraviivaistettu kehitysprosessi ja parannetut yritysominaisuudet (mts. 11).

Qlik Senseen käyttäjävetoinen lähtökohta on merkittävä uudistus monestakin syystä (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 13). Mahdollisuus tehdä omia raportteja lyhentää huomattavasti projektien läpimenoaikaa ja antaa käyttäjälle mahdollisuuden vaikuttaa myös raporttien ulkoasuun. Toisaalta käyttäjävetoisuus vaatii käyttäjältä myös enemmän osaamista ja organisaatiolta panostusta käyttäjien kouluttamiseen (mts. 16).

Käyttäjävetoisessa mallissa tulee ottaa huomioon myös niin sanottu IKEA vaikutus (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 17). Perinteinen olettama olisi, että mikäli kuluttaja joutuu itse kokemaan kalusteensa, se vähentäisi niiden arvostusta. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, vaan itse tehty työ voi lisätä tuotteen tai palvelun arvostusta. IKEA-vaikutus on järjestelmän kannalta yksi sen suurimmista eduista, koska se saa käyttäjät innostumaan sen

kehittämisestä ja tulostensa jakamisesta. Samaan aikaan IKEA-vaikutus on myös merkittävä riski, koska itsetehtyjä järjestelmiä tai raportteja voidaan pitää paljon hyödyllisempinä ja parempina kuin ne oikeasti ovat.

Käyttäjävetoisessa BI-järjestelmässä on monia hyötyjä (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 21–22). Käyttäjillä on enemmän valtaa, jolla ne voivat tehdä parannuksia suoraan itse. Tämä nopeuttaa kehittämistä ja vähentää IT-osaston kuormittumista. Kuitenkin käyttäjävetoisen mallin suurin etu on siinä, että se siirtää toimintaa reagoivasta ennakoivaan suuntaan. Esi-merkkinä on, että yleensä organisaatiot alkavat muodostaa raporttia asiasta vasta silloin, kun se on jo muodostunut ongelmaksi. Käyttäjä taas voi parhaimmillaan toimia havaintojensa perusteella ja muodostaa raportin jo ennen kuin asia muodostuu ongelmaksi.

Käyttäjävetoisessa mallissa on myös haasteita ja riskejä (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 23). Yleensä haasteet liittyvät siihen, että käyttäjillä ei ole kokemusta tietojen laadun ja tulkitsemisen ongelmista. Tästä esimerkkinä voisi toimia järjestelmään kirjattu sähkölasku. Siinä tulkinnallinen ongelma on laskun päivämäärä. Jos järjestelmään kirjattu päivämäärä onkin laskutusvälin sijaan eräpäivä, siitä ei voi tulkita kyseisen kuukauden sähkönkulutusta. Taas virheellinen kirjaus olisi laadullinen ongelma. Se voi siirtää kaksi laskua samalle kuulle ja johtaa tulkintaan tuplaantuneesta kulutuksesta. Molemmissa tapauksissa käyttäjillä ei yleensä ole kokemusta vastaavista ongelmista tai niiden ratkaisemisesta.

Käyttäjävetoinen malli vaatii myös rajoituksia ja vastuumäärittäyksiä (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 24–25). Käyttäjien oikeuksia tulee esimerkiksi rajoittaa niin, että käyttäjät eivät kykene hajottamaan järjestelmää tai tekemään muutoksia, jotka vaikuttavat muiden käyttäjien tietoihin. Organisaation kannattaa määrittää myös kehitystyötä valvovat tahot. Heidän tehtävänä on valvoa kehityksen järkevyyttä, yhtenäisyyttä ja etenemistä. Näin pidetään huolta esimerkiksi suunnittelun ja termistön yhdenmukaisuudesta, mutta valvotaan myös itse kehitystä ja sen aikataulua.

Qlik Sensen yhtenä ominaisuutena on myös mashup-sovelluksien muodostaminen (Mahler & Vitantonio, 2018, s. 314–316). Mashup-sovellusten avulla BI-sovelluksissa olevia tietoja voidaan integroida verkkosivuille. Tällä tavalla sovelluksia voidaan hyödyntää myös itse järjestelmän ulkopuolella. Verkkosivujen kehittämisessä voidaan myös hyödyntää

järjestelmän sisäistä Mashup editor -kehitysympäristöä, joka antaa hyvä pohjan perustuvan integraation muodostamiselle.

Qlik Sensen hyödyntämisessä on tärkeää ymmärtää sitä käyttävää yritystä ja se toimintaa (Hegde & Solanki, 2017, s. 23). Raportointia voidaan tehdä hyvinkin erilaisista asioista, mutta tärkeintä olisi keskittyä yrityksen tarpeisiin. Käyttäjät myös luottavat enemmän järjestelmään, josta on ollut heille selkeää hyötyä. Mikäli järjestelmästä taas ei ole käyttäjille hyötyä tai nämä hyödyt eivät ole ilmeisiä, käyttäjien luottamus järjestelmään laskee. Sama pätee myös käyttäjien mielenkiintoon kehittää järjestelmää.

Hedgen ja Solankin (2017, s. 219–220) mukaan huomiota tulee kiinnittää myös raporttien visuaaliseen ilmeeseen. Tässä huomioarvoista on:

- Tietojen ymmärtäminen. Hyvää visualisointia on vaikeaa toteuttaa ymmärtämättä tietojen laatua tai niiden käyttötarkoitusta. Tässä voidaan esimerkiksi jättää käyttötarkoituksen kannalta tärkeimmät tiedot esittämättä.
- Oikeiden mittareiden käyttö. Mittarin tulee soveltua mitattaviin tietoihin. Luvuista ei esimerkiksi kannata muodostaa kaaviota ilman selkeää tavoitearvoa, vaan ne kannattaa esittää taulukkona.
- Värien oikea käyttö. Väreillä voidaan erottaa esimerkiksi eri kategoriat toisistaan, ja kirkkailla väreillä voidaan kiinnittää huomiota. Vihreä väri kuvastaa hyvää mitta-arvoa ja punainen väri heikkoa mitta-arvoa. Vihreän ja punaisen värin käyttöä muissa tarkoituksissa tulee välttää.
- Tietojen määrän rajoittaminen. Yleinen virhe on esittää liikaa tietoja yhdellä kertaa, ja se saa käyttäjät menettämään kiinnostuksensa. Hyvä ohjesääntö on, että kerrallaan näkyvillä saisi olla vain 5 kaaviota.

5 TAUSTATUTKIMUS

5.1 Historia

Yrityksen toiminnassa käytettiin vuoteen 2015 asti pääasiallisesti joko järjestelmien omaa raportointia tai Excel-raportointia. Tämä raportointi oli jo kehittynyttä ja hyvin automatisoitua. Tiedot haettiin suoraan eri tietojärjestelmistä ja yleensä hyödynnettiin tietojärjestelmän omaa raportointia. Aiempi järjestelmä toimi pääsääntöisesti hyvin ja säästi merkittävästi työaika.

Tässä toimintatavassa oli kuitenkin omat rajoitteensa. Ongelmana oli erityisesti tietojen siiloutuminen. Tiedot jouduttiin hakemaan eri järjestelmistä ja raporteista. Tarvittava tietojen yhdistäminen jouduttiin tekemään käsin esimerkiksi Excel-taulukoiden avulla. Myös raporttien laadussa oli parantamisen varaa. Usein raportit olivat joko tekstipohjaisia tai huonosti visualisoituja.

Esimerkkinä järjestelmän raportoinnista toimii tehokkuusraportointi, jonka myöhempiä vaiheita käsitellään tässä työssä laajemmin. Toiminnanohjausjärjestelmästä saatiin tehokkuusraportteja henkilöittäin tai resurssiryhmittäin. Tehokkuusraporteista nähtiin toteutuneiden tuntien ja suunniteltujen tuntien suhde, mikä kertoi tuotannon suunnittelun onnistumisesta, mutta ei antanut oikeaa kuvaa työn tehokkuudesta.

Toiminnanohjausjärjestelmän raportointia korjattiin käyttäjien toimesta niin, että työaika haettiin työajanhallintajärjestelmästä sen omilla raporteilla. Tiedot yhdistettiin toiminnanohjausjärjestelmän raportointiin käsin Excel-työkirjoilla, jolloin saatiin aikaan tuotannon resurssitehokkuutta mittaavia lukuja. Resurssitehokkuus oli tuloksellisuuteen verrattuna paljon parempi mittari tuotannon tehokkuuden mittaamiseen. Kuitenkin näiden mittareiden muodostaminen vei paljon työaika. Lisäksi saadut luvut olivat saatavilla vain viikkotasoina eikä historiallinen raportointi ollut mahdollista.

5.2 Tuotannon tehokkuusmittari

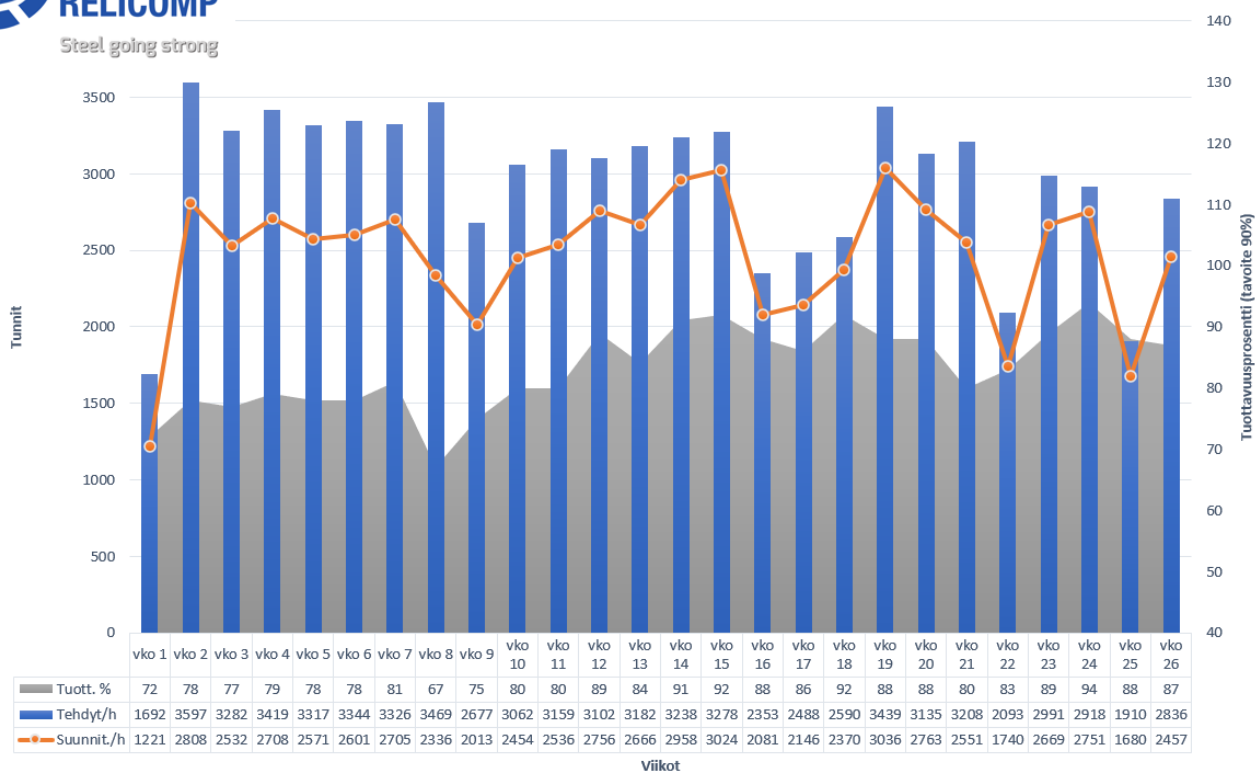
Vuoden 2016 alussa otetiin merkittävä askel tietojärjestelmien kehittämisessä hyödyntämällä Excelin VBA-ohjelmointia. Kehitetyllä VBA-ohjelmalla muodostettiin yksinkertainen Excel-työkirjaan perustuva tietovarasto ja siihen perustuva älykäs raportointi. Raportointi oli varsin kehittynyttä, vaikka varsinaista BI-järjestelmää ja sen työkaluja ei ollut käytössä.

Tehokkuusmittari perustui edelleen viikoittaiseen raporttiin, joka saatiin toiminnanohjausjärjestelmästä. Tämä raportti käsiteltiin ETL-prosessilla, ja raporttiin liitettiin tarpeelliset tiedot työajanhallintajärjestelmästä. Näistä tiedoista muodostui summataulu, jossa tiedot olivat summattuina viikon, henkilön ja työnumeron tarkkuudella. Nämä tiedot kirjattiin Excel-työkirjan välilehtiin ensin kokonaisuutena ja sen jälkeen osastokohtaisesti rajattuna eri osastojen omiin välilehtiin. Tämä tietojen kaksinkertaisuus kuulostaa hieman kyseenalaiselta, mutta kokonaistaulu palveli tarkoitustaan sekä toimipisteraportin pohjana että väärinkuitattujen työnumeroiden etsimisessä.

Tämä Excelillä toteutettu yksinkertainen tietovarasto oli jo paremmalla tasolla kuin aikaisempi raportointi. Siitä voitiin nopeasti tulkita tarpeelliset tiedot, mutta nähtiin myös tietojen historia ja kehitys. Järjestelmän suurin hyöty oli kuitenkin sen mahdollistama henkilö-, osasto-, ja toimipistekohtainen tehokkuusraportointi. Järjestelmästä saatu raportti on esitetty kuviossa 7.



TUOTANNON TEHOKKUUS KURIKKA (KA: 83,2%)



Kuvio 7. Esimerkki tehokkuusmittariston viimeisimmän version antamasta kaaviosta.

Mittaristoa jouduttiin kehittämään edelleen ja se vaati myös jonkin verran ylläpitoa. Koska mittaristoa päivitettiin viikoittaisen raportin perusteella, tätä raporttia ja siihen perustuvaa latausta jouduttiin ajamaan käsin. Tämä ei tapahtunut ainoastaan viikoittain, vaan myös silloin, kun tuntitietoja muutettiin tietojärjestelmissä sen ajamisen jälkeen. Mittaria kehitettäessä ei ollut huomioitu pitkän aikavälin raportointia ja se aiheutti myöhemmin ongelmia.

Kaikista rajoituksistaan huolimatta mittaristo palveli lopulta tarkoitustaan hyvin ja oli käytössä useita vuosia. Kokeneet käyttäjät pystyivät korjaamaan itse siinä olleita virheitä. Tämä muokattavuus oli myös yksi asioista, joka lopulta aiheutti muutosvastarintaa mittarista luovuttaessa. Ajan myötä mittarin rajoitteet tulivat kuitenkin vastaan ja mittari jouduttiin korvaamaan BI-järjestelmään pohjautuvalla raportoinnilla.

5.3 BI-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto

Yrityksessä havaittiin tarpeita kehittää raportointia, ja vuonna 2016 aloitettiin BI-järjestelmien kehittäminen. Tavoitteena oli pääasiallisesti toiminnanohjausjärjestelmän raportointin kehittäminen. Aluksi kartoitettiin eri raportointijärjestelmät ja niiden toimittajat.

Kartoituksen perusteella päädyttiin Qlik-Sense BI-järjestelmään. BI-järjestelmä päätettiin hankkia niin, että sen hankintaan kuului toiminnanohjausjärjestelmän integraatio ja kolme järjestelmää hyödyntävää BI-sovellusta. Tarkoituksena oli varmistaa, että järjestelmä saataisiin nopeasti käyttöön. Järjestelmän mukana hankitut sovellukset liittyivät katelaskentaan sekä liikevaihdon ja laadun mittareiden parantamiseen.

Järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2017 tekemällä integraatiot toiminnanohjausjärjestelmään, ja kehittämistyö aloitettiin yhdessä alihankkijan kanssa. Kehittämisessä pyrittiin hyödyntämään olemassa olevaa tietotaitoa sekä aikaisempaa Crystal Report -ohjelmalla muodostettua raportointia. Kuitenkin uuden BI-järjestelmän assosiatiivinen eli eri tietojen yhteyksiin perustuva malli erosi merkittävästi aiemmasta mallista. Tämän vuoksi vanhoista ja yleensä peräkkäiseen laskentaan perustuvista raporteista oli vain rajallisesti apua.

Järjestelmän mukana hankitut kolme sovellusta hyödynsivät kaikki toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaa tietoa. Ne erosivat kuitenkin toisistaan merkittävästi kehittämisen suhteen. Esimerkiksi laadun mittaristo sisälsi yksinkertaista laskentaa mutta oli näkökulmiensa ja tulkintansa suhteen monimutkainen. Toisaalta liikevaihdon ja katelaskennan mittarit olivat laskennaltaan monimutkaisia mutta näkökulmiensa ja tulkintansa suhteen suoraviivaisia.

Myöhemmin näiden sovellusten kehittämistä päätettiin jatkaa yrityksen omia resursseja hyödyntäen. Alussa tämä tarkoitti pääasiassa yksinkertaisia muutoksia ja korjauksia eri sovelluksiin, joissa oli havaittu pieniä virheitä tai epä johdonmukaisuuksia. Myös sovellusten termistöä jouduttiin vaihtamaan yrityksessä vakiintuneisiin termeihin. Esimerkiksi laatutapahtumat on yrityksessä nimetty poikkeamiksi, ei virheiksi.

5.4 Tietovarastoselvitys

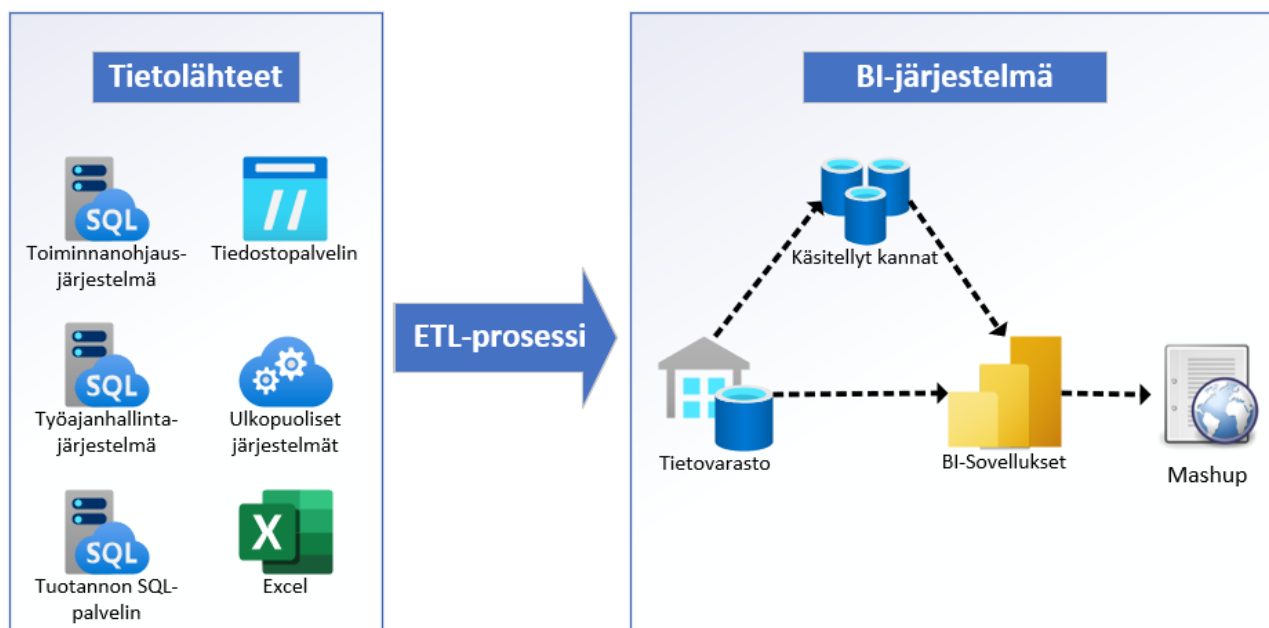
Yrityksessä päätettiin myös kartoittaa tietovarastoinnin käyttöönottoa ja kehittämistä. Tähän lähdettiin siksi, että useat toimijat tarjosivat tietovaraston kehittämistä yritykselle. Tietovarasto vaikutti myös hyvältä ratkaisulta BI-järjestelmän kehittämisessä esiin tulleisiin ongelmiin. Selvitystyön alkaessa ajateltiin, että kehitysongelmat johtuivat alimman tason ongelmista, kuten Excel-pohjaisista ratkaisuista tai tehottomasta tiedonhallinnasta.

Kuitenkin asiaa tutkittaessa havaittiin, että oletama oli aikaisemmista kokemuksista huolimatta väärin. Nykyinen järjestelmä oli jo paljon oletettua kehittyneempi ja perustui jo useisiin tiedonhallintamenetelmiin. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että BI-järjestelmän työkaluilla muodostettua laskentaa ja kantarakennetta voitiin jo itsessään pitää tietovarastona. Siihen ei vain osattu suhtautua tietovarastona eikä sitä myöskään tällöin hyödynnetty täysimääräisesti.

Tämän havainnon pohjalta kokonaan erillisen tietovaraston hankinta ja kartoittaminen päätettiin jättää hyllylle ja selvittää ensin, mihin asti nykyisellä ratkaisulla voidaan edetä. Havainnon perustavanlaatuisuus herätti myös kysymyksen siitä, mitä muuta asiaan liittyvää oli mahdollisesti oletettu väärin. Tämän vuoksi päätettiin lähteä perusteista ja kartoittaa nykytilanne kyselytutkimuksen avulla.

5.5 BI-Järjestelmän nykytilan kartoitus

Yrityksen BI-järjestelmä on toteutettu Qlik Sense -järjestelmää ja sen työkaluja hyödyntämällä. Järjestelmän pääasiallinen rakenne muistuttaa hyvin luvussa 3.2 mainittua tietovarastojen viitekehystä. Erona viitekehykseen on se, että yrityksen ratkaisussa tietovarasto on BI-järjestelmän sisällä. Tätä on havainnollistettu kuviossa 8.



Kuvio 8. BI-järjestelmän rakenne.

Kuten kuviosta 8 nähdään, BI-järjestelmä perustuu kolmeen laajaan tietojärjestelmäintegraatioon, jotka kohdistuvat toiminnanohjausjärjestelmään, työajanhallintajärjestelmään ja tuotannon palvelimeen. Integraatiossa on mukana myös tiedostopalvelimelta haettuja tiedostoja, yrityksen ulkopuolelta ladattavaa tietoa ja erikseen järjestelmää varten olevia Excel-työkirjoja.

Eri lähteistä olevat tiedot on käsitelty ETL-prosessissa, ja raportoinnin kannalta tärkeät tiedot on varastoitu BI-järjestelmään tauluina. Taulujen varastoinnissa on hyödynnetty qvd-tietotyyppiä, joka on tehokas ja luontainen tietorakenne Qlik Sense -järjestelmälle. Varastoituja tauluja käsitellään myös tietovaraston sisällä. Näin muodostetaan esimerkiksi yhdistettyjä tauluja ja summatauluja.

Tietovarastojen tietoja hyödynnetään kymmenissä BI-sovelluksissa. Nämä sovellukset vaihtelevat aina laajoista ja kehittyneistä mittareista yksinkertaisiin tapauskohtaisiin ratkaisuihin. BI-järjestelmää hyödynnetään muun muassa myynnin, hankinnan, laadun ja tuotannon mittaamiseen. Yksinkertaisten ratkaisujen taustalla on yleensä BI-järjestelmän tehokaiden lataustyökalujen tai yrityksen ulkopuolisen tiedon hyödyntäminen.

BI-järjestelmän tuottamia tietoja hyödynnetään myös verkkosivuilla, jotka on tehty mashup-sovellusten avulla. Verkkosivuja on tehty koottuja näkymiä ja infonäyttöjä varten. Koottuja

näkymiä hyödynnetään esimerkiksi johdon mittaristossa useiden eri sovellusten mittareiden yhtäaikaiseen esittämiseen. Infonäyttönäkymiä taas käytetään järjestelmän mittareiden reaaliaikaisessa esittämisessä infonäytöillä.

6 KYSELYTUTKIMUS

6.1 Kyselytutkimuksen perusta

Kyselytutkimus on tehokas tapa kerätä laaja tutkimusaineisto (Hirsjärvi ym. 1997, s. 194). Kyselytutkimuksella voidaan pienellä vaivalla saada aikaan suuria määriä vastauksia ja tietoa. Hyvin suunnitellulla kyselytutkimuksella saatujen tietojen hyödyntäminen on helppoa. Kyselytutkimuksessa voidaan hyödyntää aikaisempia hyväksi todettuja malleja. Kyselytutkimuksen heikkoutena on sen tiedon tulosten tulkinnan vaikeus. On esimerkiksi hyvin vaikeaa sanoa, miten tosissaan käyttäjät ovat vastanneet.

Käyttäjille suunnattu kyselytutkimus soveltuu myös hyvin tilanteeseen, jossa BI-järjestelmää ja sen käyttöä ei ole aikaisemmin tutkittu. Vaikka kyselytutkimuksella saatu tieto voi olla usein tulkinnanvaraista, tuo kyselytutkimus kuitenkin merkittävän parannuksen nykytilanteeseen, jossa tutkittua tietoa ei ole. Kyselytutkimus soveltuu hyvin myös kiireiseen yritysympäristöön, koska siihen vastaaminen on helppoa ja nopeaa.

Kyselytutkimuksella saadaan myös uutta tietoa siitä, miten BI-järjestelmää tulisi kehittää. Kyselyn avulla saadaan uutta tietoa BI-järjestelmästä myös käyttäjien osalta, eikä olla pelkästään kehittäjien ja johdon näkemysten varassa. Jos käyttäjät näkevät nykyisen järjestelmän monimutkaisena, voidaan järjestelmän laajentamisen sijaan keskittyä sen laadulliseen parantamiseen.

6.2 Kyselykysymykset

Kysely pyrittiin tarkoituksella pitämään lyhyenä ja yksinkertaisena. Tämä oli ensimmäinen BI-järjestelmän käyttäjille kohdistettu kysely. Kysely jaettiin kolmeen osioon: käyttötutkimukseen, käyttökokemuksiin ja palautteeseen.

Kyselyssä yhdisteltiin kvalitatiivista ja kvantitatiivista tutkimusta. Siinä oli myös avoimia kysymyksiä, ja monivalintakysymyksiä. Kyselyn ensimmäisessä osassa tutkittiin määrällisiä asioita, kuten sitä, minkä verran järjestelmää käytettiin. Toisessa osassa tutkittiin laadullisia asioita, kuten järjestelmän ja infonäyttöjen käyttökokemuksia. Kolmas osa sisälsi

monivalintakysymyksiä, ja siinä pystyi antamaan myös vapaata palautetta. Tavoitteena oli kysyä käyttäjien näkemyksiä koulutustarpeesta ja saada yleistä palautetta.

Kyselyyn vastanneet on jaettu kyselyssä kahdella tavalla. Ensimmäisenä on jaoteltuna vastaajat sen perusteella, käyttävätkö he järjestelmää suoraan. Ne käyttäjät, jotka eivät käytä järjestelmää suoraan, seuraavat tietoja vain infonäytöiltä. Näiltä vastaajilta kysytään vain infonäyttöjen ja vapaan palautteen osalta. Toisessa jaottelussa vastaajat jaettiin esimiehiin ja työntekijöihin. Esimiehet käyttävät järjestelmää eri tavalla kuin muut työntekijät, ja siksi heiltä saatu palaute on hyödyllistä käsitellä erikseen.

Kysymykset olivat seuraavat:

1. Kuulutko Qlik-käyttäjiin?
2. Oletko työnjohtaja?
3. Mikä vastaavista kuvaa parhaiten sitä miten usein käytät Qlikkiä?
 - a. Yli kolme kertaa päivässä
 - b. Yhdestä kolmeen kertaa päivässä
 - c. Kerran tai useita kertoja viikossa
 - d. Kerran tai useita kertoja kuukaudessa
 - e. Harvemmin
4. Miten montaa Qlik-sovellusta käytät normaalissa työnteossa?
 - a. 1–2
 - b. 3–5
 - c. 5–8
 - d. Yli 8
5. Miten monta Qlik-sovellusta käytät näiden lisäksi harvemmin?
 - a. 1–2
 - b. 3–5
 - c. 5–8
 - d. Yli 8
6. Millaiseksi näet kehitetyt Qlik-sovellukset (1–5 täysin eri – täysin samaa mieltä)
 - a. Sovelluksia on helppo käyttää
 - b. Sovelluksen käyttö on nopeaa
 - c. Sovelluksia ja tietoja on riittävästi

- d. Sovellusten näkymät ovat selkeitä
 - e. Sovellukset ovat ymmärrettäviä
 - f. Sovellusten tiedot pitävät paikkansa
 - g. Sovellusten tiedot ovat hyödyllisiä
 - h. Sovelluksia parannetaan ja korjataan riittävästi
7. Millaiseksi näet kehitetyt infonäyttösovellukset (1–5 täysin eri – täysin samaa mieltä)
- a. Näyttöillä on riittävästi tietoja
 - b. Näyttöjen näkymät ovat selkeitä
 - c. Näyttöjen tiedot ovat ymmärrettäviä
 - d. Näyttöjen tiedot pitävät paikkansa
 - e. Näyttöjen tiedot ovat hyödyllisiä
 - f. Näyttöjen toimintaa parannetaan ja korjataan riittävästi
8. Näetkö että järjestelmän tai sovellusten käyttöön tarvittaisiin enemmän opastusta tai koulutusta?
- a. Kyllä
 - i. Missä näistä näet olevan eniten ongelmia
 - 1. Järjestelmän ja sovellusten käyttäminen
 - 2. Sovellusten valinnat ja tietojen tulkitseminen
 - 3. Uudet tai tuntemattomat sovellukset
 - 4. Muu, mikä?
 - b. Ei
9. Onko jotain muuta, mitä haluat lisätä joko kyselystä tai järjestelmästä itsestään?

6.3 Kyselyn muodostaminen ja pitäminen

Kysely muodostettiin Webropol-työkalua hyödyntämällä ja se toteutettiin verkkokyselynä. Näin kyselyyn voitiin vastata helposti ja nopeasti. Tämän lisäksi vastaamista helpotettiin tekemällä kyselyyn ohituksia. Mikäli käyttäjä ei kuulunut Qlik-käyttäjiin, kysely asetettiin siirtymään suoraan pelkkiin infonäyttökysymyksiin. Samoin koulutustarpeen lisäkysymys ohitettiin, mikäli koulutustarvetta ei nähty.

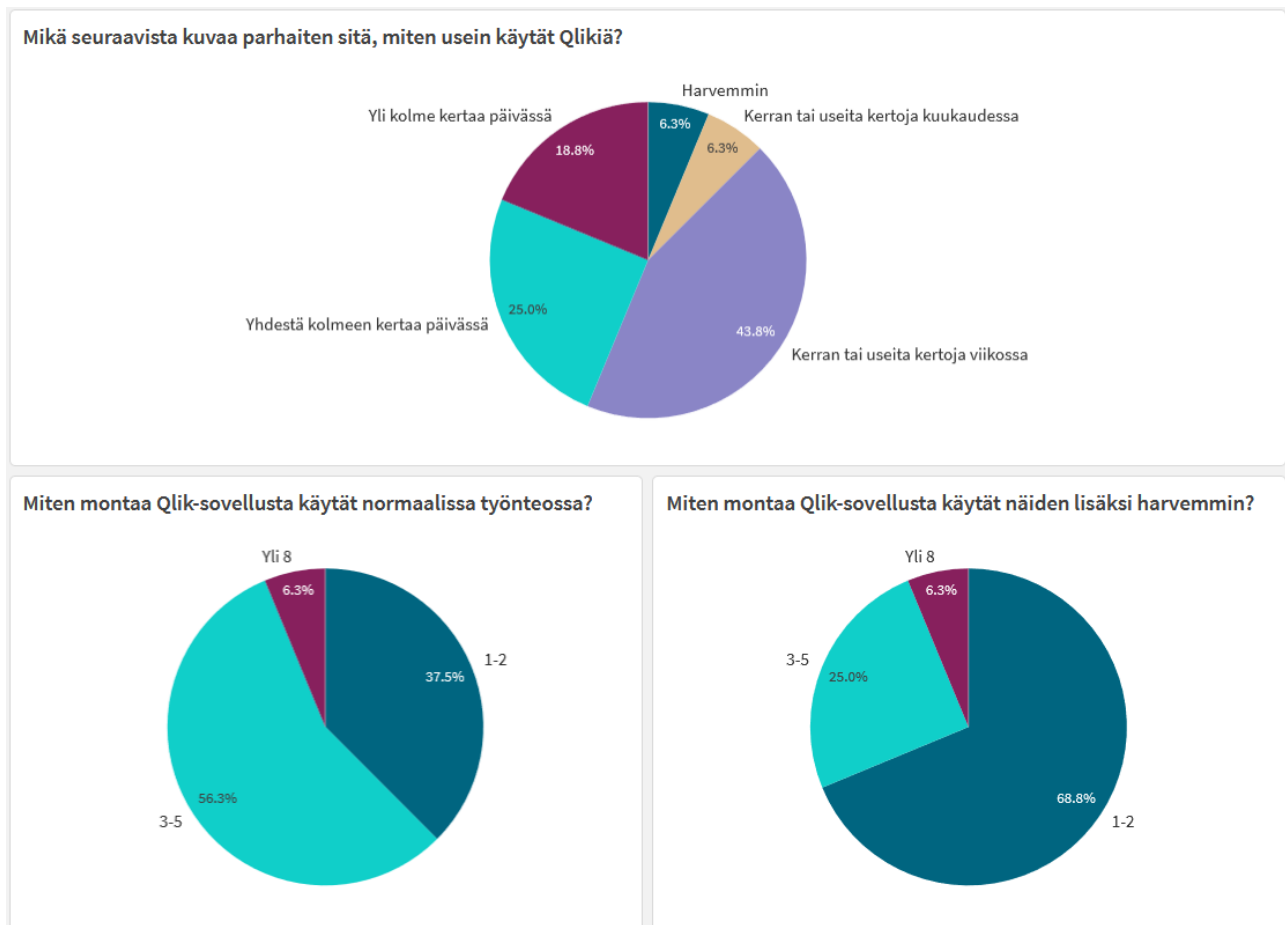
Kysely jaettiin käyttäjille sähköpostilinkillä ja siihen annettiin viikon vastausaika. Sähköpostissa annettiin myös tarkentavaa tietoa itse kyselystä ja ilmoitettiin sen voimassaoloaika. Vastaajia muistutettiin myös uudella sähköpostilla päivä ennen kyselyn sulkeutumista. Muistutusviestissä luvattiin palkkiona tuoda makeisia kahvipöytään, mikäli kyselyn vastausprosentti olisi yli 90 %.

6.4 Kyselytutkimuksen tulokset

Kyselyyn vastasi 23 henkilöä. Kyselyn vastaamisprosentti oli 96 % eli sen tuloksia voidaan pitää kattavina. Kyselyyn vastanneista 70 % oli Qlik-käyttäjiä. Qlik-käyttäjistä 31 % oli tuotannon työnjohtajia.

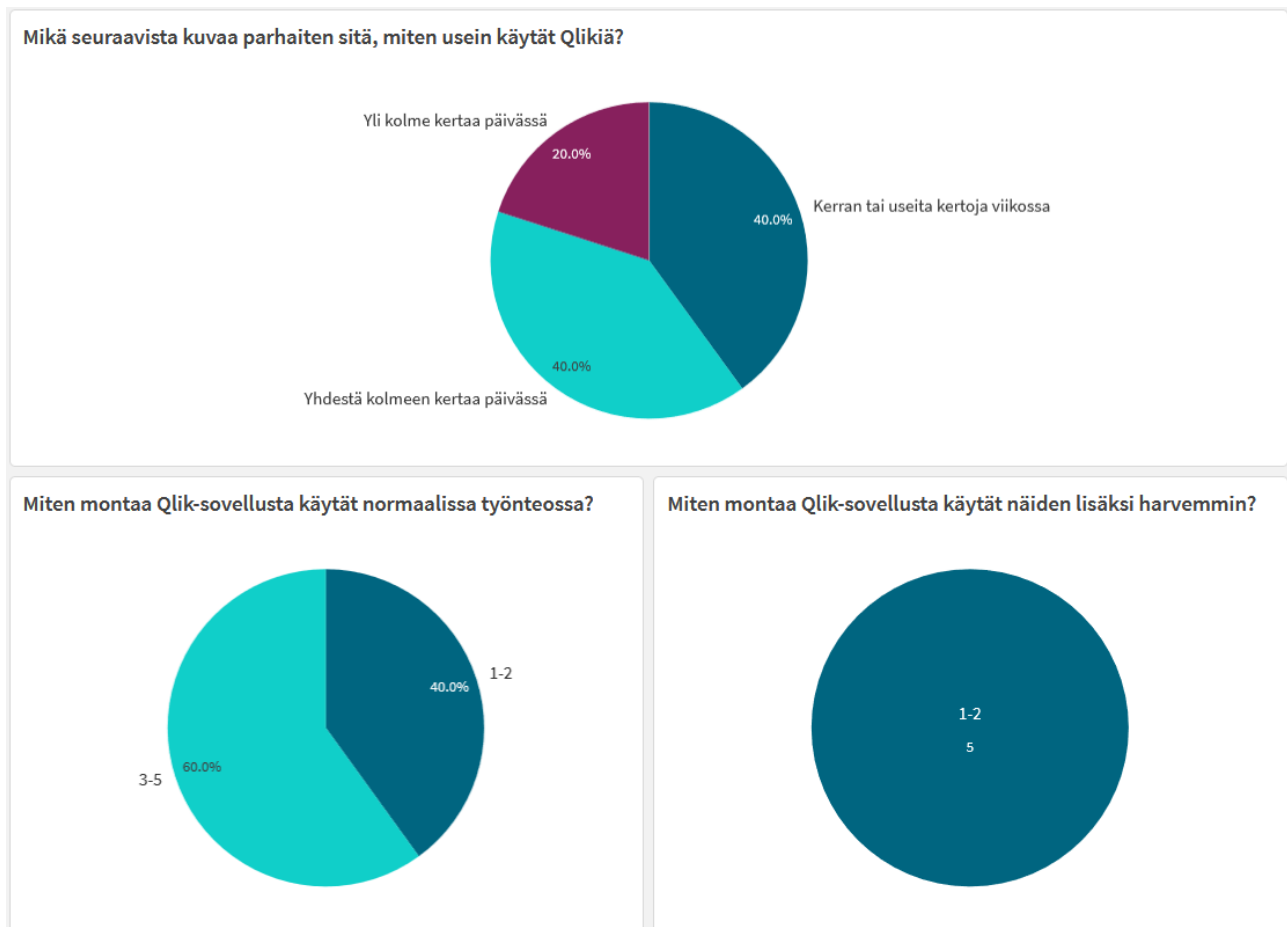
6.4.1 Käyttötutkimus

Kuviossa 9 on esitetty tulokset kaikkien käyttäjien käyttömäärien osalta. Suurin osa vastaajista käyttää normaalisti yhdestä viiteen sovellusta. Näiden lisäksi he käyttävät harvemmin yhdestä viiteen sovellusta. Yksi vastaajista käyttää sekä normaalisti, että lisäksi yli kahdeksaa sovellusta. Järjestelmää käytetään muutamaan poikkeusta lukuun ottamatta vähintään kerran viikossa. Käyttäjistä neljäsosa käyttää järjestelmää yhdestä kolmeen kertaan päivässä ja melkein joka viides yli kolme kertaa päivässä.



Kuvio 9. Käyttökartoituksen tulokset kaikkien käyttäjien osalta.

Kuviossa 10 on esitetty tulokset työjohtajien käyttömäärien osalta. Työnjohtajat käyttävät normaalisti yhdestä viiteen sovellusta. Näiden lisäksi he käyttävät harvemmin yhtä tai kahta sovellusta. Työnjohtajat käyttävät järjestelmää vähintään kerran viikossa. Kolme viidestä käyttää sitä vähintään kerran päivässä.



Kuvio 10. Käyttökartoituksen tulokset työnjohtajien osalta.

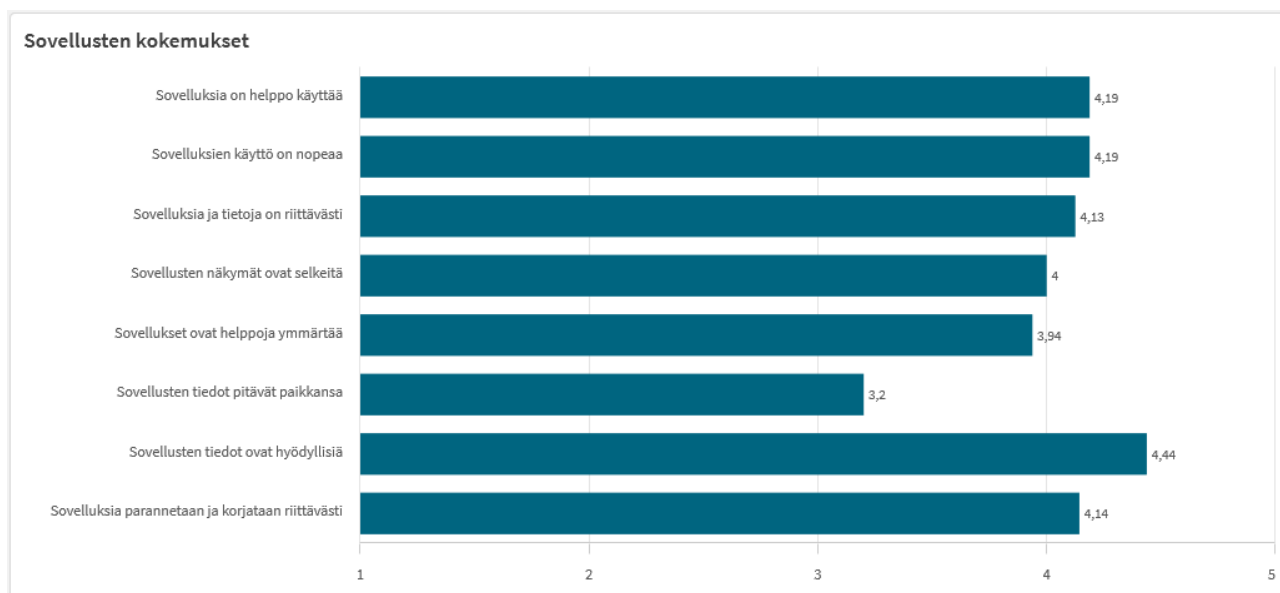
6.4.2 Kokemukset

Kyselytutkimuksen kokemukset mitattiin asteikolla 1–6, jossa selitteet olivat:

1. Täysin eri mieltä
2. Osittain eri mieltä
3. Ei samaa eikä eri mieltä
4. Osittain samaa mieltä
5. Täysin samaa mieltä
6. En osaa sanoa.

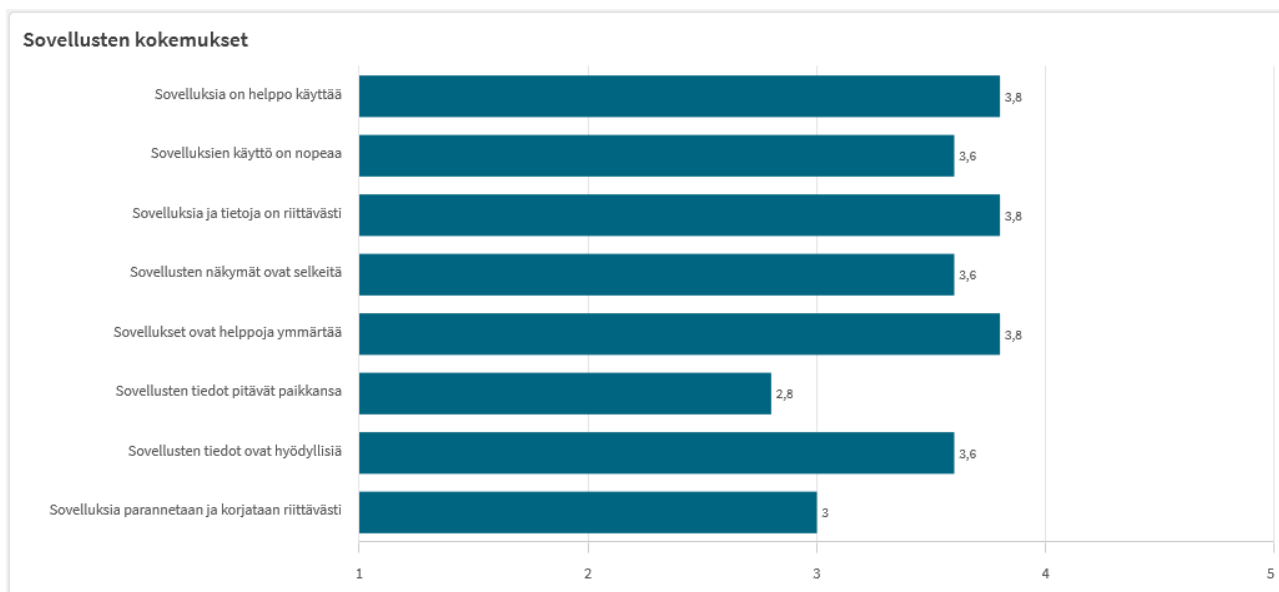
Huomion arvoista tässä on se, että tällä kysymysasettelulla "En osaa sanoa" on rajattava pois tuloksista ja käsiteltävä erikseen. Näitä vastauksia tuli sovellusten osalta hyvin vähän, eivätkä ne juurikaan vaikuta tuloksiin. Sen sijaan infonäyttöjen osalta näin oli vastattu 16 eri kohtaan ja se saattaa vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

Kuviossa 11 on esitetty tulokset sovelluksien kokemuksista kaikkien käyttäjien osalta. Tulosten keskiarvo oli 3,78. ”Sovellusten tiedot pitävät paikkansa” kohdan tulos oli selkeästi heikoin. ”Sovellusten tiedot ovat hyödyllisiä” kohdan tulos oli selkeästi paras. Muuten tulokset olivat lähellä toisiaan.



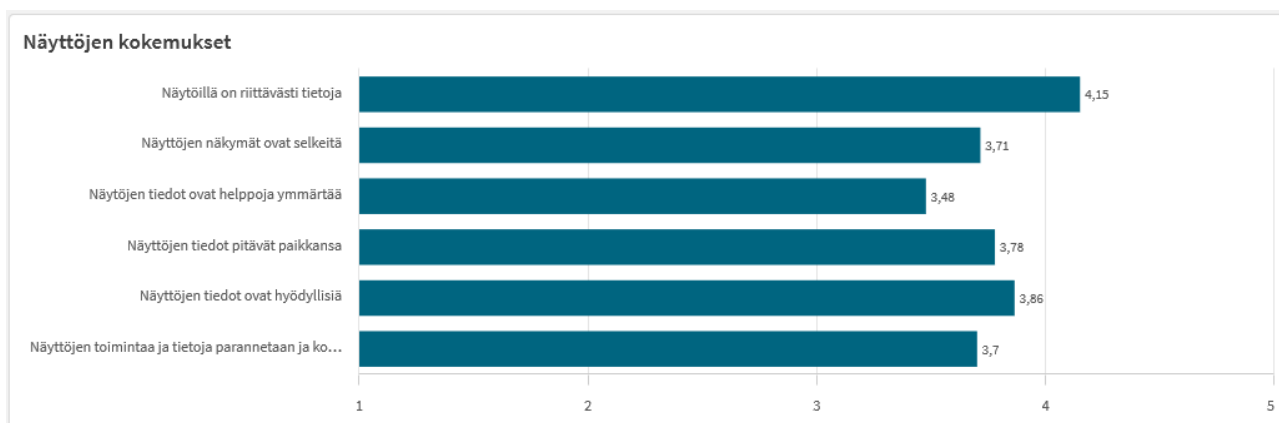
Kuvio 11. Sovellusten kokemukset kaikkien käyttäjien osalta.

Kuviossa 12 on esitetty tulokset työnjohtajien näkemyksistä sovellusten osalta. Tulosten keskiarvo oli 3,46. Heikoimmat tulokset olivat kohdissa ”Sovellusten tiedot pitävät paikkansa” ja ”Sovelluksia parannetaan ja korjataan riittävästi” kohdissa. Muuten tulokset olivat lähellä toisiaan.



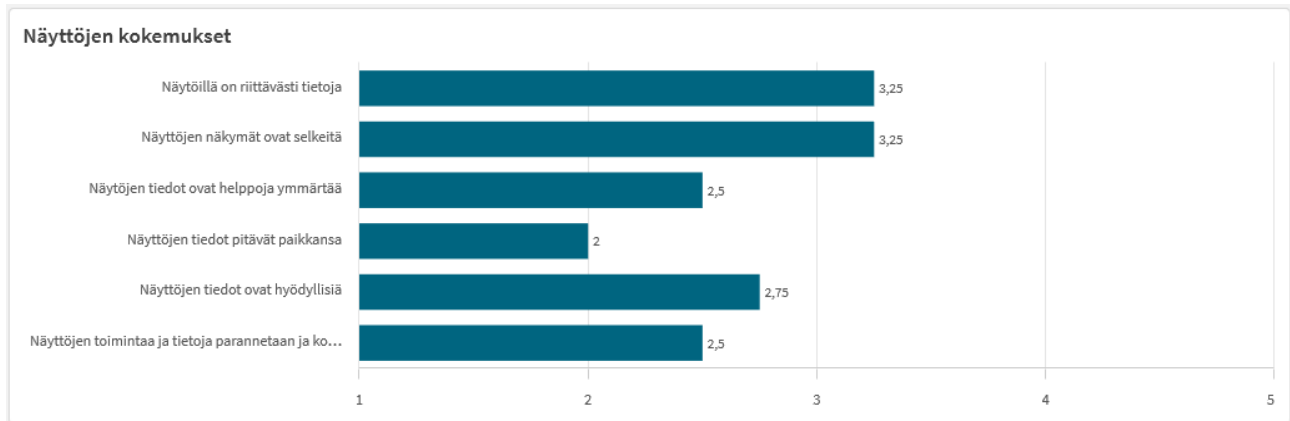
Kuvio 12. Sovellusten käyttökokemukset pelkkien työnjohtajien osalta.

Kuviossa 13 on esitetty tulokset näyttöjen kokemuksista kaikkien käyttäjien osalta. Tuloksien keskiarvo oli 3,78. ”Näytöillä on riittävästi tietoja” sai parhaan tuloksen ja ”Näyttöjen tietoja on helppo ymmärtää” sai heikoimman tuloksen. Muuten tulokset ovat lähellä toisiinsa.



Kuvio 13. Näyttöjen kokemukset kaikkien käyttäjien osalta.

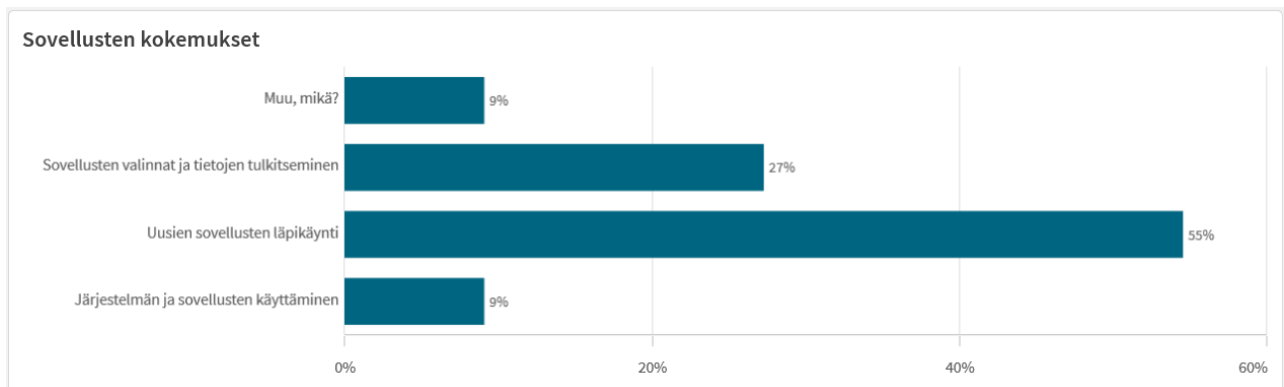
Kuviossa 14 on esitetty tulokset näyttöjen kokemuksista työnjohtajien osalta. Tuloksien keskiarvo on 2,7. ”Näytöillä on riittävästi tietoja” ja ”Näyttöjen näkymät ovat selkeitä” saivat parhaan tuloksen ja ”Näyttöjen tiedot pitävät paikkansa” sai heikoimman tuloksen. Muuten tulokset ovat lähellä toisiaan.



Kuvio 14. Näyttöjen kokemukset pelkkien työnjohtajien osalta.

6.4.3 Palauteosio

Ensimmäisenä kysyttiin tarvetta opastukselle tai koulutukselle. Tähän kysymykseen vastattiin kuvion 15 mukaisesti. Tässä noin kaksi kolmasosaa käyttäjistä koki tarpeen olevan olemassa. Heiltä kysyttiin tarkentava kysymys siitä, missä he kokivat olevan eniten koulutustarvetta.



Kuvio 15. Vastaukset koulutuksen tarpeesta.

Tarkentavassa kysymyksessä noin puolet koki, että koulutusta tarvitaan eniten uusiin sovelluksiin liittyen. Noin neljäsosa koki, että koulutusta tarvitaan eniten sovellusten valintojen ja tietojen tulkitsemisen kanssa. Järjestelmän ja sovellusten käyttämisen osalta tarvetta nähtiin vähemmän.

Vastaajilta pyydettiin myös vapaata palautetta BI-järjestelmästä ja sen kehittämisestä sekä itse kyselystä. Ensisijainen huomio tästä palautteesta oli, että osa vastaajista ei ollut

käsittänyt, mitä infonäyttösovelluksilla tarkoitetaan, ja ne sekoitettiin tulossa olevaan osastojen infonäyttöprojektiin. Toisena huomiona oli myös se, että osa käyttäjistä pitää järjestelmää erinomaisena. Toisaalta taas osa käyttäjistä on sitä mieltä, että järjestelmässä olevat tiedot eivät pidä paikkaansa ja he pitävät järjestelmää tarpeettomana.

Palautteesta nostettiin esiin seuraavia kehitysehdotuksia:

- Mittareiden tietojen oikeellisuuden parempi varmistaminen ennen käyttöönottoa.
- Järjestelmän siivoaminen tarpeettomista ja huonosti toimivista mittareista.
- Käyttäjien parempi osallistaminen mittareiden kehittämisessä.
- Kerralla näkyvissä olevien asioiden ja tietojen vähentäminen.
- Tekstin suurentaminen infonäytöillä.
- Parempi opastus siitä, mitä mittareilla mitataan ja siihen, miten mittareiden mittaamia asioita voidaan kehittää.

7 POHDINTAA

7.1 Pohdintaa

Palautteesta on havaittavissa, että monelle vastaajalle oli jäänyt epäselväksi, mitä infonäyttösovelluksilla tarkoitettiin. Tämä oli ilmeistä, koska osassa vapaita vastauksia nykyiset infonäyttösovellukset sekoitettiin tulevaan osastojen infonäyttöprojektiin. Tässä tulevassa projektissa näitä infonäyttösovelluksia on tarkoitus kehittää myös tuotannon tietojen esittämiseen. Asiaan oli annettu tarkennus kyselyn saatteena olleessa sähköpostissa, jossa täsmennettiin kyselyn koskevan vain nykyisiä sovelluksia. Sähköpostissa annettu ohje ei kuitenkaan ollut riittävä, ja itse kyselyssä olisi pitänyt selventää paremmin, mitä infonäyttösovelluksilla tarkoitettiin.

Järjestelmän laajuuteen verrattuna käyttömäärät olivat ehkä hieman liian pieniä. Myös järjestelmästä saatu palaute sopii tähän tulkintaan. Tämän perusteella voidaan sanoa, että järjestelmässä on monia sovelluksia, joita ei käytetä juurikaan. Olisi siis syytä harkita järjestelmän kehittämistä laadullisesta näkökulmasta sen sijaan, että sitä edelleen pyrittäisiin laajentamaan.

Kokemuspalautteesta voidaan nostaa selkeimpänä esiin se, että suurimmat ongelmat näyttävät olevan tietojen oikeellisuudessa, ja erityisesti työnjohtajat kokevat siinä olevan ongelmia. Tämä korostuu entisestään infonäyttöjä tarkastellessa, koska työnjohtajat pitävät niiden tietoja heikkolaatuisina, vaikka muut käyttäjät pitävät niitä hyvinä. Taustalla on todennäköisesti tuotannon mittareissa aiemmin esiintyneet tulkintaongelmat. Tähän todennäköisesti liittyvät myös kehitysehdotukset käyttäjien osallistamisesta mittareiden suunnitteluun ja mittareiden oikeellisuuden varmistamisesta ennen käyttöönottoa.

Noin kolmasosa vastanneista kertoi, että koulutukselle on tarvetta. Erityisesti toivottiin sovelluksiin liittyvää koulutusta. Jälkikäteen on havaittavissa, että itse kysymys on asetettu huonosti. Vastauksista jää auki, että tarkoittaako tämä kokonaan uusia vai jo olemassa olevia uusia sovelluksia, mutta todennäköisesti tarvetta on molemmissa. Mittareiden sisällöstä ja käytöstä annettu palaute kertoo myös koulutuksen tarpeesta.

Palautteesta on nostettavissa myös järjestelmän ulkoasuun liittyviä ongelmia. Sovellusten osalta yhtäaikaisten tietojen vähentäminen nousee erityisesti esille. Tässä ratkaisuna voi olla esimerkiksi tietojen hajauttaminen eri välilehdille tai näkymille. Toisaalta infonäyttöjen tekstin pieni koko on jo tiedossa ollut ongelma. Tekstin pieni koko johtuu osittain järjestelmärajoitteista ja siitä, ettei BI-sovelluksia ole tarkoitettu toimimaan tiettyä suuremmalla fontilla. Olisi syytä tutkia, löytyisikö näiden järjestelmärajoitteiden kiertämiseen ratkaisua.

Ongelmia on myös uusissa vielä kehitysvaiheessa olevissa mittareissa. Erityisesti tuotannon mittarien oikeellisuutta on hankala varmistaa ennen kuin ne on otettu käyttöön. Vaikka mittareita testattaisiin ennen käyttöönottoa yleisesti, tämä ei silti anna kunnollista näkemystä niiden toimivuudesta. Käytännössä tuotannon mittarit on pakko julkaista keskenäisinä ja testata käytännössä, ennen kuin ne voidaan ottaa käyttöön.

Tuotannon mittareiden testaaminen ei ole yksinkertainen prosessi, eikä siihen ole osattu suhtautua riittävällä vakavuudella. Sovellusten testaaminen voi venyä siksi, että ne ovat jääneet tutkimatta esimerkiksi ajan puutteesta mutta myös siksi, että virheitä ei ole raportoitu. Toisaalta testaaminen voi venyä myös siksi, että mittareissa olevat virheet tulevat esiin vasta pidemmällä aikavälillä.

Ongelmat siis viittaavat myös kehitysprosessiin. Nykyinen kehitysprosessi on suurelta osin määrittelemätön, ja sitä on kehitetty vain siinä olleiden ongelmien perusteella, mikä on johtanut uusiin ongelmiin. Mittareita on esimerkiksi julkaistu kehitysversioina, etteivät ne aiheuttaisi sekaannusta. Kuitenkin tällöin mittarit jäävät yleensä tutkimatta ja kehittämättä. Kehitysprosessi tulisi määrittää tarkemmin.

Kyselytutkimuksen mukaan sovellusten käyttöönottoprosessia on syytä parantaa. Myös sovellusten koulutusta tulee parantaa. Myös BI-järjestelmän kehitysprojektien hallintaa tulisi kehittää.

7.2 Kehitysehdotukset

Ensisijaisena kehityskohteena on BI-järjestelmän käyttäjien opastamisen parantaminen. Tässä lähtökohtana voisi olla perinteinen käyttäjäkoulutus. Käyttäjäkoulutuksessa käy-täisiin läpi järjestelmän, sovellusten ja mittareiden käyttöä sekä niiden tarkoitusta. Myös käyttöohjeita on syytä parantaa. Tekstimuotoisten ohjeiden lisäksi voitaisiin tehdä ope-tusvideoita, joilla järjestelmän vuorovaikutteisia toimintoja pystyttäisiin opettamaan pa-remmin.

Toinen kehityskohde olisi järjestelmän kehitysprosessin parantaminen. Tässä lähtökoh-tana olisi määrittää kehitysprosessi ja sen toimijat tarkemmin. Toimijoiden rajoitetun määrän takia tässä voitaisiin aluksi käyttää yksinkertaista mallia. Projektille tulisi määrit-tää omistajat, kehittäjät ja testauksesta vastuussa olevat käyttäjät. Projektisuunnitel-massa tulisi kiinnittää enemmän huomiota aikataulutukseen ja tehtävien resursointiin. Myös kokouskäytäntöjä tulisi uudistaa. Tarvittaessa kehitysprosessia voitaisiin myöhem-min kehittää esimerkiksi scrum-kehitysmenetelmää vastaavaksi.

Kolmas kehityskohde on BI-järjestelmän ulkoasun parantaminen. Toimenpiteitä ovat jär-jestelmän toimintojen ja termien yhtenäistäminen, valikoiden pikkukuvien hyödyntämi-nen, kerralla näkyvissä olevien tietojen vähentäminen ja näyttöjen selkiyttäminen. So-velluksiin voitaisiin myös lisätä tarkempia tietoja siitä, mitä ne täsmälleen mittaavat. Tä-hän voitaisiin hyödyntää esimerkiksi sovelluksissa olevia tooltip-elementtejä, jolloin hii-ren cursorin pitäminen mittarin päällä näyttäisi lisätietoja mittarista.

Yhtenä kehityskohteena voidaan nostaa myös metatietojen kerääminen ja hyödyttämi-nen. Metatietojen kerääminen voitaisiin aloittaa esimerkiksi tietokannoista ja niiden ken-tistä. Itse metatietoja voisivat olla esimerkiksi nimi, tyyppi ja lähdejärjestelmä sekä tun-netut käyttö-, lasku- ja liittämistavat. Metatietojen tallentaminen keskitetysti helpottaisi virheiden etsintää ja kehitystyötä. Lisäksi metatietojen hyödyllisyys tulee todennäköi-sesti lisääntymään tulevaisuudessa, kun järjestelmä ja sen pohjalla oleva tietovarasto laajenee.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää parempia keinoja BI-järjestelmien hallintaan ja kehittämiseen keskisuuressa teollisuusyrityksessä. Työssä käytiin läpi BI-järjestelmien ja niiden viitekehyksen teoriaa. Aluksi kerrottiin järjestelmäintegraatiosta, että saatiin selvennettyä BI-järjestelmän kannalta olennaisia liitoksia, ja sitä, millaisiin järjestelmiin nämä liitokset liittyvät. Seuraavaksi perehdyttiin tietovarastoihin ja niiden tapoihin käsitellä ja keskittää järjestelmäintegraatiosta saatua tietoa. Tietovarastojen yhteydessä kerrottiin, miten tietoja muokataan varastointia varten ja miten moninäkökulmaista tietoa voidaan käsitellä.

Lopulta kerrottiin BI-järjestelmistä ja niiden käyttötarkoituksesta sekä BI-järjestelmien tehokkaasta hyödyntämisestä. Tässä luvussa käsiteltiin myös tietojen louhimista ja suurien tietomäärien käsittelyä. Lisäksi esiteltiin yrityksen käytössä oleva Qlik Sense -järjestelmä ja sen käyttäjävetoinen malli.

Työssä käytiin läpi myös Relicomp Oy:tä koskeva taustatutkimus ja kyselytutkimus. Työssä kartoitettiin yrityksen nykyisen BI-järjestelmän nykytila. Lisäksi kuvattiin nykytilanteeseen johtava historia ja kerrottiin aiemmasta tietovarastoselvityksestä. Työssä tehtiin kyselytutkimus, jonka tavoitteena oli tutkia järjestelmän käyttöä ja käyttökokemuksia.

Työn lopussa pohdittiin kyselyn tuloksia ja annettiin kehitysehdotuksia. Tässä pohdittiin erityisesti järjestelmän käyttöä, kokemuksia, koulutustarvetta, ulkoasua ja kehittämisprosesseja. Esiin nousseet kehitysedotukset olivat käyttäjäkoulutuksen ja käyttöohjeistuksen parantaminen, kehitysprosessin tarkempi määrittely, BI-järjestelmän ulkoasun parantaminen ja metatietojen kerääminen ja hyödyntäminen.

LÄHTEET

- Ahlemeyer-Stubbe, A., & Coleman, S. (2014). *A Practical Guide to Data Mining for Business and Industry*. John Wiley & Sons.
- Baragoin, C., Balasubramaniam, G., Chandrasekharan, B., DelSordo, L., Lillelind, J., Mah, J., Neroda, A., Pereira, P., & Ramos, J. (2003). *DB2 Cube Views: A Primer*. IBM International Technical Support Organization.
- Bradhu, S., & Venkatesan, H. (2006). *Data Mining and Warehousing*. New Age International.
- Celko, C. (2006). *Joe Celko's Analytics and OLAP in SQL*. Morgan Kaufmann.
- Hedge, G., & Solanki, K. (2017). *Implementing Qlik Sense: Become a Full-fledged Qlik Sense Consultant with the Help of This Unique Guide*. Packt Publishing.
- Hovi, A., Jari, Y., & Koistinen, H. (2001). *Tietovarastot liiketoiminnan tukena*. Talentum Mediat.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (1997). *Tutki ja kirjoita*. Tammi.
- Nagabhushana, S. (2006). *Data Warehousing: OLAP and Data Mining*. New Age International Limited Publishers.
- Mahler, M., & Vitantonio, J. (2018). *Mastering Qlik Sense*. Packt Publishing.
- Manouvrier, B., & Menard, L. (2008). *Application Integration: EAI 2BB BPM and SOA*. John Wiley & Sons.
- Mourya, S. K., & Gupta, S. (2012). *Data Mining and Data Warehousing*. Alpha Science International.
- Olson, D. (2018). *Data Mining Models, Second Edition*. Business Expert Press.
- Relicomp Oy. 2023. *Yrityskuvaus ja kuva tehtaasta*. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.5.2023]. Saatavana: <https://relicomp.fi>
- Themistocleous, M., Rosemann, M., & Loos, P. (2005). *Enterprise Resource Planning And Enterprise Application Integration*. Emerald Publishing.
- Thierauf, R. (2001). *Effective business intelligence systems*. Greenwood Publishing Group.

- Turban, E., Ramesh, S., Delen, D., & King, D. (2011). *Business intelligence: A Managerial Approach*. Prentice Hall.
- Venkatraman, N. (1994). *IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition*. ABI/INFROM Global.
- Tähtinen, S. (2005). *Järjestelmäintegraatio: tarve, vaihtoehdot, toteutus*. Talentum.
- Törmänen, A. (1999). *Tietovarastot strategiasta toteutukseen*. Suomen ATK-kustannus.