

Opinnäytetyö (YAMK)

Tradenomi (ylempi AMK), liiketoiminnan kehittäminen

2024

Tiina Halt

# Visualisointi päätelmien ja päätöksenteon tukena

– käytettävyyttä, saavutettavuutta ja visuaalisen kognitiotieteen näkökulmaa

Opinnäytetyö (YAMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tradenomi (ylempi AMK), liiketoiminnan kehittäminen

2024 | 129 sivua

Tiina Halt

## Visualisointi päätelmien ja päätöksien tukena

— käytettävyyttä, saavutettavuutta ja visuaalisen kognitiotieteen näkökulmaa

Aivotyössä, kuten ongelmanratkaisussa tai päätöksenteossa, tarvitaan informaatiota havainnollisessa, ymmärrettävässä muodossa — saavutettavuuden ja käytettävyyden näkökohdat huomioivaa visualisointia voidaan käyttää työkaluna tämänkaltaisen kognitiivisen työn tukemisessa.

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä työyhteisön tietoisuutta visuaaliseen materiaaliin tehtävien visuaalisten valintojen merkityksestä. Aihetta lähestyttiin yhden esimerkkitapauksen kautta, päämääränä parantaa Tableau-visualisointeja hyödyntävän käyttäjän käyttäjäkokemusta.

Menetelminä käytettiin käyttöyhteyden tutustumisvaiheessa syventävän tiedonkeruun menetelmiä sekä visualisointien arvioinnissa kuiluanalyysiä. Teoriaosuuden sisältö ja rakenne muotoiltiin niin, että siitä olisi hyötyä myös laajemmalle, visuaalisia esityksiä tekevälle käyttäjäkunnalle.

Kehitystehtävän aikana visualisointeja hyödyntävälle käyttäjälle luotiin muun muassa käyttöohje ja visualisointeja laativille tarkistuslista. Kuiluanalyysin perusteella toimeksiantajalle tehtiin suosituksia toimenpiteiksi. Opinnäytetyön loppupäätelmänä on, että visualisointiprosessi vaatii kokonaisvaltaista ajattelua, aina tavoitteen ja käyttöyhteyden ymmärtämisestä tiedon esitystavan muotoiluun, jotta visualisointi on saavutettava, aivotyötä tukeva, käyttäjäystävällinen ja sille määritetyn tavoitteen saavuttava.

Asiasanat:

käytettävyys, saavutettavuus, visualisointi, visuaalinen kognitiotiede

Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

MBA (Poly), Econ., Adm., Mark.

2024 | Total number of pages: 129

Tiina Halt

## Visualization as a cognitive aid for decision making

— with aspects of usability, accessibility, and visual cognition science

Brain work such as problem solving or decision making requires information in illustrative and comprehensible format – visualization that takes accessibility and usability aspects into account can be used as a tool to support this kind of cognitive work.

The aim of this thesis was to raise awareness in the working community about the importance of visual choices in visual materials. The topic was approached through a single case study, to improve the user experience of Tableau visualizations.

Different in-depth data collection methods were used during the familiarization to context of use phase, and gap analysis was used to evaluate the visualizations. The content and structure of the theoretical part was designed to be useful also for a wider audience creating visual materials.

During the development task, a user manual was created for users and a checklist for those creating visualizations. Based on the gap analysis, recommendations for action were made to the client. The conclusion of the thesis is that the visualization process requires holistic thinking, from understanding the objective and context of use to designing a visual representation of the information, to create a visualization which is accessible, user-friendly, supportive to brain work, and achieves its defined objective.

Keywords:

accessibility, usability, visualization, visual cognitive science



# Sisältö

<b>Käsitteet</b>	<b>8</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>10</b>
1.1 Taustaa	10
1.2 Tavoitteet	11
1.3 Menetelmät	12
<b>2 Aivotyöstä, visualisoinneista ja käytettävyydestä</b>	<b>14</b>
2.1 Havaitsemisesta ja luontaisista arvioista	14
2.2 Ajattelusta ja päätöksentekoprosesseista	19
2.3 Visualisoinneista ja visualisointiprosessista	24
2.4 Käytettävyydestä ja kognitiivisesta suorituskyvystä	30
<b>3 Arvoa luova — aivotyötä tukeva — visualisointi</b>	<b>35</b>
3.1 Visualisoinnin ydinviestin ja kohderyhmän määrittäminen	37
3.2 Käyttöyhteyteen liittyvä ymmärrys	38
3.3 Tietosisältö	41
3.3.1 Tietojoukon merkitykselliset piirteet (tietojen tietomalli)	41
3.3.2 Datan graafisen esitysmuodon ja kaaviotyypin valinta	42
3.3.3 Datan kuvailutieto – tietoa tiedosta	47
3.4 Sisällön sommittelu	49
3.4.1 Selkeä visuaalinen ilme ja yksinkertainen rakenne	50
3.4.2 Saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevat muoto- ja väripiirteet	52
<b>4 Visualisointeja hyödyntävän käyttäjäkokemuksen parantaminen</b>	<b>58</b>
4.1 Tavoitteen kirkastus	58
4.2 Käyttöyhteyteen tutustuminen ja tuotokset	60
4.3 Kuiluanalyysi ja analyysin tulokset	66
4.4 Asiantuntijoiden opit tietomuotoiluteemoista	72
<b>5 Kehitystehtävän tulokset</b>	<b>78</b>
5.1 Käyttäjäkokemus ja käytettävyyteen liittyvä tyytyväisyys	78

5.2 Saavutettavuus	80
5.3 Tehokkuuteen ja tuloksellisuuteen vaikuttavat käytettävyyssnäkökohdat	81
<b>6 Pohdinta</b>	<b>86</b>
6.1 Johtopäätelmät	86
6.1.1 Aivotyön tukeminen harkituilla visuaalisilla suunnitteluvalinnoilla	86
6.1.2 Käyttäjän tukeminen Tableau-käyttöliittymän käytössä	89
6.1.3 Tableau-visualisointien käytettävyyden parantaminen	90
6.1.4 Visualisoinnista tekoihin – havainnoimisesta reagoimiseen	95
6.2 Suositukset toimenpiteiksi	99
6.3 Jatkotutkimus ja jatkuva parantaminen	101
6.4 Rajoitukset	102
<b>7 Yhteenveto</b>	<b>103</b>
<b>Lähteet</b>	<b>104</b>

## **Liitteet**

Liite 1. Viitteitä saavutettavuuskriteereihin ja käytettävyyssstandardeihin.

Liite 2. Miellekartta käyttöyhteyteen liittyvistä tekijöistä kalanruotokaaviona.

Liite 3. Listaus tuotoksista.

Liite 4. Visualisointien päivittäjän tarkistuslista.

Liite 5. Kuiluanalyysin tulokset taulukkona.

## Kuvat

Kuva 1. Vahvistetun älykkyyden systeemi (the Intelligence Amplified) Myattia ja Johnsonia (2011, s. 9) mukaillen.....	10
Kuva 2. Kognitiiviset järjestelmät Kahnemania (2003, s. 1451) mukaillen. ....	19
Kuva 3. Visualisointikategoriat Berinatoa (2016, s. 92–100) mukaillen.....	24
Kuva 4. Visuaalisen järjestelmän (Bach ym., 2023, s. 350) suunnittelussa huomioitavien näkökohtien keskinäiset riippuvuudet Bachia ym. (n.d.) mukaillen. ....	35
Kuva 5. Käyttäjäkokemuksen parantaminen: kehittämisenäkökulmien rinnakkaiset aikajanat.....	58
Kuva 6. Käyttöyhteydestä, käytön lopputulemasta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s.12, mukaillen) ja päämäärästä (Laatu – Quality, 2018). ....	60
Kuva 7. Yhdistetty miellekartta ja muistiinpanopohja. ....	61
Kuva 8. Uuden käyttäjän ohjeen sisältö. ....	63
Kuva 9. Esimerkki prosessin ylätasoa kaaviosta.....	64
Kuva 10. Esimerkki yksityiskohtaisesta prosessikaaviosta. ....	64
Kuva 11. Arviointien jakauma 21 mittarille 23 arviointikriteerin osalta, n=483...	69
Kuva 12. Tulokset arviointikriteereittäin lukumäärinä ilmoitettuna.....	71
Kuva 13. Tableau-visualisoinnin vaihtoehtoisia väripaletteja. ....	81
Kuva 14. Visualisointiprosessi alkaa ydinviestin ja kohderyhmän määrittämisestä. ....	95
Kuva 15. Yhdistetty validoinnin v-malli ja draaman kaari. ....	97
Kuva 16. Ydinviestin kirkastuksesta oivallukseen. ....	103

## Taulukot

Taulukko 1. Gestalt-hahmolakeja	16
Taulukko 2. Kuiluanalyysin tulokset aihepiireittäin.	70
Taulukko 3. Arviointitulokset kriteereittäin (%), n=483.	70

## Käsitteet

Graafinen suunnittelu	Visuaalisen esitystavan suunnittelua, jonka tavoitteena on yleensä esteettisyys (Koponen ym., 2017, s. 20).
Heuristiikka	Kognitiiviset resurssit minimoiva ajattelutapa, ajattelun oikotie, nyrkkisääntö (Killen 2020, s. 269). Kun asian hahmottamisessa hyödyntää tunnetun asian yksityiskohtia, kyseinen asia toimii heuristisena apuvälineenä. (Heuristiikka, 2024).
Informaatiomuotoilu	Tiedon jäsentämistä ja muotoilua päätavoitteena selkeä tiedonvälitys estetiikan ollessa aina toissijaista tiedonvälitykseen nähden (Koponen ym., 2017, s. 23–24).
Kognitiivinen vinouma	Tiedonkäsittelyyn, kuten ajatteluun, vaikuttava ilmiö, joka on tahaton, todellisuudesta eroava, systemaattinen ja hankala välttää (Pohl, 2016, Dimaran mukaan, 2020, s. 1414). Vinouma voi aiheuttaa päätelmään vääristymän esimerkiksi datakeruuvaiheessa, tulosten tulkinnassa ja visualisoidun tiedon tarkastelussa (Dror, 2020, s. 7998).
Kognitiivinen ergonomia	Järjestelmiin ja ihmisen tiedonkäsittelyyn liittyvä ergonomia (Kognitiivinen ergonomia, 2024).
Kognitiiviset prosessit	Tiedonkäsittelytoiminnot, kuten havaitseminen, tarkkaavaisuus, ongelmanratkaisu, muistaminen ja oppiminen (Revonsuo & Lang, 1996, s. 11).
Kognitiivinen sopivuus	Esitystapa, joka korostaa ratkaisemiseen tarvittavaa tietoa, vastaa kyseisen ongelmanratkaisutilanteen mentaalista mallia ja aiheuttaa vähemmän kognitiivista kuormitusta (Bina ym., 2023, s. 2).
Käytettävyys	Ominaisuus, joka ilmentää sitä, miten määritetty käyttäjä saavuttaa tavoitteen tietyssä käyttöyhteydessä tuloksekkisuuden, tehokkuuden ja tyytyväisyyden osalta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 6; Käytettävyys, 2024).



Mentaalimalli	Mielessä oleva, yleensä tiedostamaton vastine todellisuudesta, kuten tuotteesta. Henkilöllä voi olla asiasta useita mentaalimalleja, kuten rakennemalli ja toiminnallinen malli. (Sinkkonen ym. 2006, s. 207, 209.)
Oivallus	Monimutkainen, syvällinen, laadukas, odottamaton ja merkityksellinen näkemys (Wall ym., 2019, s. 491).
Propositionaalinen	Lauseen merkityssisältö (Proposiotionaalinen, 2024).
Saavutettavuus	Tuotteeseen, järjestelmään, palveluun, ympäristöön tai tilaan liittyvän tavoitteen saavuttaminen määritetyssä käyttöyhteydessä, kun käyttäjinä on kyvyiltään, ominaisuuksiltaan ja käyttötarpeiltaan erilaisia henkilöitä (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 9).
Tableau	Järjestelmä, jonka käyttöliittymää käyttävät useat toimeksiantajayrityksessä työskentelevät käyttäjäryhmät. Osa käyttäjistä hyödyntää käyttöliittymää analytiikka-alustana tuottaen visualisointeja. Visualisointeja hyödyntäville käyttäjille käyttöliittymä toimii päätöksentukityökaluna.
Tehokkuus	Saavutetun tuloksen ja siihen käytettyjen resurssien (aika, henkilöresurssi, kustannukset, materiaalit) suhde (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 8).
Tuloksellisuus	Määritetyn tavoitteen saavuttamisen tarkkuus ja täydellisyys (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 8).
Tyytyväisyys	Käyttäjäkokemuksen vastaaminen odotuksiin ja tarpeeseen fyysisten, kognitiivisten ja tunneperäisten reaktioiden osalta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 8).
Visualisointi	Visualisointiprosessin avulla ei-visuaalisesta datasta tuotettu kuva, jonka voi tulkita ja tunnistaa (Kosara, 2017, Koposen ym. mukaan, 2017, s. 23).

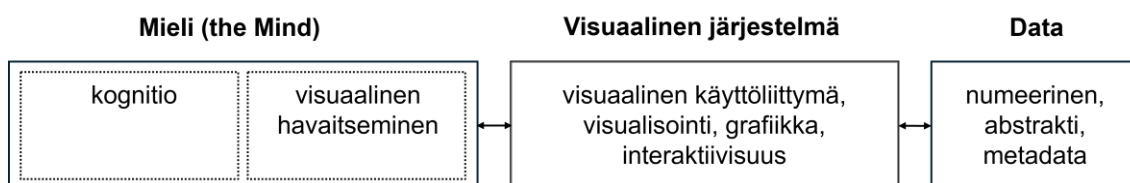
# 1 Johdanto

Visualisoinneilla on voima inspiroida, pakottaa ja jopa muuttaa tiukasti kiinni olevia uskomuksiamme. Parhaimmillaan visualisoinnit paljastavat vaivattomasti tietojen todellisen luonteen laajalle yleisölle. Toisaalta tällainen raaka voima voi johtaa vakaviin viestintävirheisiin.

– Szafir ym. (2023, s. 1.)

## 1.1 Taustaa

Aivotyössä, kuten ongelmanratkaisussa tai päätöksenteossa, informaatiota tarvitaan havainnollisessa, ymmärrettävässä muodossa. Tämänkaltaisia päätöksentekotilanteita voidaan tukea graafisilla visualisointityökaluilla (Miettinen, 2014, s. 3) ja visualisoinneilla (Killen ym., 2020, s. 269). Visuaalisen järjestelmän, datan ja yksilön kognitiivisten prosessien yhteyttä Myatt ja Johnson (2011, s. 9) kutsuvat vahvistetuksi älykkyudeksi (kuva 1).



Kuva 1. Vahvistetun älykkyuden systeemi (the Intelligence Amplified) Myattia ja Johnsonia (2011, s. 9) mukailen.

Visuaalisia järjestelmiä ja visualisointeja voidaan tarkastella eri näkökulmista muun muassa niiden tavoitteen mukaan. Koponen ym. (2017, s. 20, 23) kiteyttävät graafisen suunnittelun yleiseksi päätavoitteeksi visuaalisen esitystavan esteettisyyden ja informaatiomuotoilussa selkeän tiedonvälityksen. Schloss ym. (2023, s. 34) kuvaavat tietovisualisointeja koskevan psykologian tavoitteeksi ymmärtää visuaalisista piirteistä johdettavia päätelmiä, jotta katsojan kognitiivinen panos pystytään kohdistamaan piirteiden ymmärtämisen sijaan tietosisältöön. Wilkinson ja Jagaroo (2004, s. 133) puolestaan toteavat **visuaalisen kognitiotieteen** periaatteet hyödyllisiksi näyttöjä suunniteltaessa.

Käsitys visualisoinnin arvosta voi olla tilanne- ja käyttäjäkohtaista. Koettu arvo voi olla tunneperäistä tai symbolista, mutta se voi olla myös taloudellisuutta, toiminnallisuutta (Houhala ym., 2022, s. 8–9), tehokkuutta, tuloksellisuutta, tyytyväisyyttä, saavutettavuutta (SFS-EN ISO 9241-11:2018) eli esteettömyyttä (Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019), hukan eli arvoa tuottamattoman työn minimoimista (Dinis-Carvalho ym., 2017), esteettisyyttä, leikillisyyttä (Coursaris & van Osch, 2016, s. 261), kilpailuetua (Medeiros & Maçada, 2022) tai käytettävyyttä (SFS-EN ISO 9241-11:2018), kuten miellyttävyyttä, opittavuutta, muistettavuutta, pientä virhealttiutta ja yksilön aiempaan kokemusmaailmaan pohjautuvaa intuitiivisuutta (Kuutti, 2003, s.13).

Viitaten Houhalan ym. (2022, s. 8) näkemykseen palvelun arvosta – arvonluonti liittyy käyttötilanteeseen – visualisointia voidaan tarkastella palvelun näkökohdista. Visualisointia hyödyntävän käyttäjän kokeman arvon lisäksi arvonluonnin kannalta on oleellista tarkastella sitä, mihin tarpeeseen visualisointi tehdään. Tässä opinnäytetyössä visualisointiin liittyvä arvo on käyttäjän aivotyön tukemista harkituilla visuaalisilla suunnittelupäätöksillä ja visualisoinnin ydinviestin välittymistä määritetyille kohderyhmälle.

## 1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä työyhteisön tietoisuutta visuaaliseen materiaaliin tehtävien visuaalisten valintojen merkityksestä yhtä esimerkkitapausta hyödyntäen. Tunnistettu tarve liittyy Tableau-analysointialustalla tuotettuihin visualisointeihin eli tunnuslukumittareihin ja koontimittaristoihin. Toimeksiantona on jatkuvan parantamisen ideologian mukaisesti parantaa Tableau-mittaristoja hyödyntävän käyttäjän käyttäjäkokemusta. Kehitystehtävän toimeksiantajana on digitalisaatioon panostava tuotantolaitos, jonka strategisena tavoitteena on faktaan perustuvien päätöksien tekeminen reaaliaikaisen tiedon pohjalta. Suorituskykyä kuvaavia koontimittaristoja hyödynnetään toimeksiantajayrityksessä kaikilla kolmella Bachin ym. (2023) kuvaamalla tavoilla: niitä hyödynnetään päivittäisessä

operatiivisessa toiminnassa, niillä tiivistetään osastoita koskevia tietoja taktista päätöksentekoa varten, ja ne tukevat johtotason strategista päätöksentekoa.

Kehitystehtävän tavoitteena on Tableau-mittaristojen käyttäjäkokemukseen liittyvän tyytyväisyyden lisääminen sekä tuotoksin että kehitysehdotuksin. Optimitalanteessa käyttäjä osaa hyödyntää päätöksentukityökalussa olevia toimintoja, käyttöliittymän visuaalinen ilme ja rakenne tukee käyttäjää toimimaan tehokkaasti, virhetulkintojen määrä on mahdollisimman pieni ja visualisoinnit on toteutettu niin, että käyttäjän kognitiivinen panos kohdistuu visuaalisten piirteiden ymmärtämisen sijasta käsillä olevan informaation ymmärtämiseen. Visuaalisten valintojen osalta oppeja voidaan soveltaa myös muihin visualisointeihin, ja teoriaosuuden pyrkimyksenä on toimia erilaisia visuaalisia materiaaleja tuottavalle henkilöstölle omana informaatiomuotoilun maailmaan. Cairon (2024) näkemyksenä on, että jokainen voi oppia visualisoimaan hyvin.

Tiedonkeruuta ja kehitystehtävän toteutusta ohjaavat seuraavat kysymykset:

- Miten visuaalisilla suunnitteluvalinnoilla pystytään tukemaan visualisointia hyödyntävän käyttäjän aivotyötä? Miksi?
- Miten käyttäjää voidaan tukea Tableau-käyttöliittymän käytössä?
- Miten Tableau-visualisointien käytettävyyttä voidaan parantaa?

### 1.3 Menetelmät

Kehitystehtävän analysointivaiheessa käytetään kuuluanalyysimenetelmää, ja sitä edeltävässä käyttöyhteyden tutustumisvaiheessa erilaisia tiedonkeruun menetelmiä: käyttöliittymään ja sen sisältöön tutustumisen lisäksi avointa haastattelua, mittariarviointia yhdessä mittarinomistajan kanssa, standardeja, opastusvideota, havainnointia työyhteisöön kuuluvana jäsenenä sekä vertaisarvioituja artikkeleita, jotka muodostavat opinnäytetyön teoreettisen pohjan. Informaatiomuotoilutietämystä haetaan myös visualisointitapahtumista.

Opinnäytetyön teoreettisen viitekehyksen keskiössä ovat kognitiivista tiedonkäsittelyä tutkivat tai tutkimustuloksia hyödyntävät alat: visuaalinen

kognitiotiede, kognitiivinen psykologia, käytettävyyden psykologia, kognitiivinen ergonomia ja informaatiomuotoilu eli tietomuotoilu. Tietomuotoiluteoksiin (Tufte, 1998; Tufte, 2005; Tufte, 2006; Koponen ym., 2017; Cairo, 2013) pohjautuva alkupäätelmä on, että visualisoinnissa tulee kiinnittää huomiota vertailun mahdollistamiseen, totuudenmukaisuuteen, yksinkertaiseen ja selkeään rakenteeseen, väri- ja muotopiirteisiin ja siihen, että käyttää esitystapaa, joka tuottaa parhaan mahdollisen lopputuloksen.

Teoriaosuuden rakenne korostaa visualisoinnin ydinviestin määrittelyn ja käyttöyhteyteen liittyvän ymmärryksen merkitystä ennen varsinaista visualisointityötä (luku 3). Opinnäytetyön aiheeseen johdattavat aivotyötä, visualisointeja ja käytettävyyttä koskeva teorialuku (luku 2). Opinnäytteen tutkimuksellista osiota (luvut 4 ja 5) seuraa pohdinta ja yhteenveto.

## 2 Aivotyöstä, visualisoinneista ja käytettävyydestä

Tässä luvussa käsitellään näköhavaintoon liittyvää havaitsemista ja Nobel-palkitun Daniel Kahnemanin näkemystä ihmisen kahdesta ajattelutavasta sekä selitetään visualisointia käsitteenä, prosessina ja visualisointien arvioimisen kannalta. Luvun lopussa käsitellään käytettävyyttä erityisesti kognitiivisen kuormituksen minimoinnin kannalta.

### 2.1 Havaitsemisesta ja luontaisista arvioista

Koivisto (2006, s. 291) viittaa Treismanin **piirreintegraatioteoriaan** selittäessään, että ihminen havaitsee yksittäisiä piirteitä, kuten värin tai suunnan, automaattisesti ja esitarkkaavaisesti. Bossi ym. (2023, s. 1–2) kirjoittavat, että integraatioteorian mukaan visuaalinen hakuprosessi koostuu nopeasta, esitietoisesta vaiheesta, jossa käsitellään yksittäisiä näköhavaintopiirteitä (rinnakkaishaku) ja sen jälkeen tapahtuvasta hitaammasta, keskittyneen huomion vaiheesta, jossa rinnakkaishaussa tunnistetut yksittäiset piirteet pyritään ryhmittelemään pitkäaikaismuistin avulla kohteeksi (sarjahaku).

Ceplen ym. (2023, s. 1–2) mukaan näköaistimukseen liittyvään havaitsemiseen kuuluu kaksi ydinprosessia: kuvion erottaminen taustasta ja havaintoryhmittely. Kuvio-tausta -prosessi määrittelee objektin muodon ja tilaan liittyvät ominaisuudet, kuten objektin suunnan ja etäisyyden muihin kohteisiin. Havaintoryhmittelyssä visuaaliset ärsykkeet ryhmitellään objektiksi. Palmer ym. (2003, s. 311) kuvaavat ryhmittelyä prosessiksi, jossa verkkokalvokuvien jäsentymätön data koostetaan tunnistettavaksi kokonaisuudeksi, kuten autoksi.

Sinkkonen ym. (2006, s. 89) selventää, että havaintojärjestelmämme ryhmittelee yksittäisiä ärsykejä osakokonaisuuksiksi tunnistamista varten. Ryhmittelyjen jatkuessa osakokonaisuuksista muodostuu laajempia kokonaisuuksia. Henkilön kokemukset ja odotukset vaikuttavat siihen, miten nopeasti tunnistaminen tapahtuu – yksityiskohtien yhdistelmistä hahmottuu

yleensä ensimmäiseksi yksinkertaisin tai tuttu vaihtoehto. Tätä ilmeisesti synnynnäistä piirteiden yhdistelytapaa kutsutaan hahmolait-käsitteeksi.


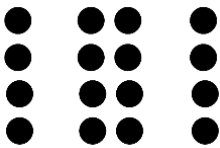
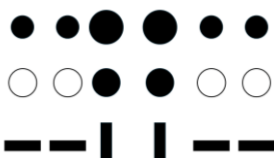
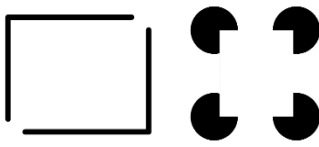

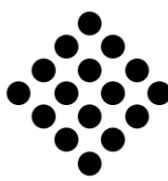
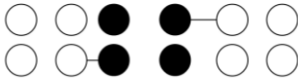
### **Gestalt-hahmolait**

Havaitsemiseen liittyvien ryhmittelyperiaatteiden historian osalta Palmer ym. (2003, s. 312) viittaavat Gestalt-psykologeihin ja Max Wertheimerin vuonna 1923 julkaistuun artikkeliin, jossa Wertheimer määritteli ilmiötä ohjaavia ärsyketekijöitä. Muotopiirteiden osalta teemme lähes automaattisia vertailuja samankaltaisille kuvioille muun muassa koon, etäisyyden, yllättävyyden ja samankaltaisuuden perusteella (Kahneman, 2003, s. 1452–1453).

Koponen ym. (2017, s. 91) kirjoittavat, että vaikka Wertheimerin ja kollegoiden esittämä teoria ei vastaa nykyistä tieteellistä käsitystä hahmotunnistamisen taustalla olevista neurologista tekijöistä, visuaalisia jäsentelyperiaatteita pidetään edelleen paikkansa pitävinä. Siitä, mitkä jäsentelyperiaatteet ovat varsinaisia hahmolakeja, ei tosin ole yksimielisyyttä. Luptonin ja Phillipsin (2015), Palmerin (2003) ja Sinkkosen ym. (2006) tulkintoja on taulukossa 1.

Ryhmittelyperiaatteiksi on nimetty muun muassa hyvä jatkuvuus, läheisyys, symmetria (Ceple ym., 2023, s. 1; Lupton & Phillips, 2015, s. 102), sulkeutuvuus, yksinkertaisuus, (Lupton & Phillips, 2015, s. 102), yhteinen liike/kohtalo (Palmer ym., 2003, s. 312) ja samankaltaisuus niin värin, koon kuin suunnankin osalta (Lupton & Phillips, 2015, s. 102; Ceple ym., 2023, s. 1). Sinkkonen ym. (2006, s. 91) opastavat hyödyntämään hahmolakeja muun muassa käyttöliittymän **suunnittelussa**, jotta käyttöliittymä hahmottuisi käyttäjälle luonnostaan niin kuin suunnittelija on sen ajatellut.

Taulukko 1. Gestalt-hahmolakeja.

Gestalt-hahmolaki	Esimerkkikuva
<p><b>Jatkuvuus:</b> olemme taipuvaisia näkemään risteävien viivojen jatkuvan tasaisesti (Palmer ym., 2003, s. 312; Ware ym., 2002, s. 104).</p>	
<p><b>Läheisyys:</b> hahmotamme lähekkäin olevat elementit ryhmiksi (Palmer ym., 2003, s. 312; Lupton &amp; Phillips, 2015, 102).</p>	
<p><b>Samanlaisuus:</b> ryhmittelemme elementtejä väri- ja muotopiirteiden perusteella (Palmer ym., 2003, s. 312; Lupton &amp; Phillips, 2015, s. 102; Sinkkonen ym., 2006, s. 89).</p>	
<p><b>Sulkeutuvuus:</b> suljemme tai täydennämme tyhjän kohdan yhteiseksi alueeksi (Lupton &amp; Phillips, 2015, 102; Palmer ym., 2003, s. 312; Sinkkonen ym., 2006, s. 91).</p>	
<p><b>Yhteinen liike, yhteinen kohtalo:</b> koemme samaan suuntaan liikkuvien kohteiden kuuluvan yhteen (Sinkkonen ym., 2006, s. 90).</p>	
<p><b>Yksinkertaisuus, valiomuotoisuus:</b> yhdistämme piirteitä kuvioksi useiden epäsäännöllisten muotojen sijaan (Lupton &amp; Phillips, 2015, s. 102; Sinkkonen ym., 2006, s. 90).</p>	
<p><b>Yhteenliittyminen (vahvin hahmolaki):</b> toisissaan kiinni olevat kohteet kuuluvat yhteen (Sinkkonen ym., 2006, s. 90).</p>	



## Huomion ohjaaminen ja visuaaliset vihjeet

Kuutti (2003, s. 13, 27) opastaa hyödyntämään käytettävyyden parantamisessa visuaalisia vihjeitä esimerkiksi merkitsemällä ja ryhmittelemällä yhteenkuuluvia toimintoja, eli kuten Palmer ym. (2003, s. 312) artikkelissaan havainnollistavat – hyödyntämään sitä, että havainnot ryhmitellään niiden samanlaisten piirteiden mukaan. Esitettävän tiedon osalta Padilla ym. (2018, s. 20) toteavat, että merkitykselliset tiedot täytyy ensin tunnistaa, jotta katsojan huomio osataan ohjata niihin visuaalisten piirteiden avulla. Milutinović ym. (2021, s. 1267) toteavat usean tutkimuksen osoittaneen, että erottuvalla tavalla esitettyä tietoa omaksutaan ja käsitellään todennäköisesti paremmin kuin neutraalimpaa tietoa. Haittapuolena on se, että erottuvasti esitetty tieto voi aiheuttaa muiden merkityksellisten tietojen huomiotta jättämisen, mikä saattaa vaikuttaa päätöksenteon laatuun.

Värin ja koon visuaalista erottuvuutta tutkineiden Milutinovićin ym. (2021, s. 1282) päätelmänä on, että kaaviotyypin ja siinä käytetty visuaalisen erottuvuuden tapa voi vaikuttaa huomioon sekä päätöksenteon laatuun ja että visuaalinen erottuvuus toimii todennäköisesti parhaiten nopeaa reagoitua edellyttävässä monikriteerisessä päätöksenteossa, kuten hälytyksien käsittelyssä. Kaaviotyypin osalta Kahneman (2003, s. 1452–1453) selittää, että eri kaavioiden mahdollistama vertailun tarkkuus vaihtelee johtuen ihmisaivojen kyvystä havaita eroja ja vertailla niitä. Kahnemanin esimerkissä on kolme erilaista pylväsrakennelmaa, joita katsomalla saa välittömästi erilaisia vaikutelmia joko korkeudesta tai pinta-alasta. Pylväsrakennelmien vertailu onnistuu myös samankaltaisten rakennelmien välillä, mutta pinta-alaa esittävien ja korkeuteen perustuvien pylväiden keskinäinen vertailu vaatii jo enemmän ajattelutyötä, eli harkitsevan ajattelujärjestelmän käyttöä.

Kahnemanin tavoin Xiong ym. (2022, s. 955) mainitsevat pylväskaavion eduksi vertailun helppouden ja mahdollisen myönteisen vaikutuksen nopeuteen ja tarkkuuteen. Cairo (2013, s. 119–123) puolestaan kirjoittaa, että pinta-aloja hyödyntävien kaavioiden tarkastelussa ihminen tekee virhearvioita – mutta lisää myös, että on huomioitava, että aina vertailun tarkkuus ei ole kaavion

tärkein viesti. Se voi olla myös kohteiden sijoittamista kartalle tai suuremman kokonaisuuden hahmottamista. Vertailun tarkkuuden osalta Cairo viittaa kirjassaan Clevelandin ja McGillin artikkeliin (Cleveland & McGill, 1984, Cairon mukaan, 2013, s. 119), jossa esiteltiin kymmenen perushavaintotehtävän eli esitystapojen vertailutarkkuuden perusteella ryhmitelty skaala. Clevelandin ja McGillin (1984, s. 536) skaalan tarkimman vertailun mahdollistava kaavio on skaalan ylimpänä oleva 'sijainti samassa asteikossa'. Toisena on 'sijainti erillisellä, mutta yhtenevällä asteikolla' eli kaaviot, joiden akselien arvoasteikko on samanlainen kaavioiden kesken. Skaalan esitystavat vertailutarkkuusjärjestyksessä ovat: (1) sijainti samassa asteikossa; (2) sijainti erillisellä, mutta yhtenevällä asteikolla; (3) pituus, suunta, kulma; (4) alue; (5) tilavuus, kaarevuus; ja (6) varjostus, värikylläisyys. Koponen ym. (2017, s. 95) huomauttavat, että visualisoinneissa käytetään yleensä useamman visuaalisen muuttujan koodausta, jota voidaan kutsua vahvistavaksi koodaukseksi.

Koponen ym. (2017, s. 94, 96–97) valottavat Cleveland ja McGill -skaalan perustuvan Jacques Bertinin visuaalisten muuttujien teoriaan. Asteikon osalta on huomioitava, että se on kehitetty staattisten kuvien aikakaudella, eikä se huomioi asiaa vuorovaikutteisten visualisointien kannalta. Tosin tutkimustiedon puuttuessa Koponen kollegoineen ei myöskään anna ohjeita liikkeen käytöstä visuaalisena elementtinä. Heidän versionsa visuaalisten muuttujien esitystapojen paremmuusjärjestyksestä ohjeistaa numeroarvojen (suhde- tai välimatka-asteikko) tarkimmiksi visuaalisiksi koodaustavoiksi sijainnin ja pituuden. Järjestyksen kuvaamisessa (ordinaaliasteikko) tarkimpia ovat sijainti ja värin tummuus; kategorioiden erottamisessa (laatuasteikko) sijainti, muoto ja värisävy. Visuaaliset muuttujat -teos on julkaistu Creative Commons -lisenssillä ja on saatavilla verkkosivustolla (ks. Koponen ym., 2016).

Erottuvien piirteiden valinnassa on muistettava myös huomioida värinäkemiseen liittyvät erot, sillä sekä Cramerin ym. (2020, s. 2) että Malkanin ym. (2023) mukaan on arvioitu, että maailman väestöstä joka kahdessadas (0,5 %) nainen ja joka kahdestoista mies (8 %) omaa puutteen värinäössä. Yleisin värinäön puute on punavihreä dikromaattisuus, deuteranomalia, jolloin henkilö

ei pysty tulkitsemaan visualisointia, jossa on punaista ja vihreää samalla vaaleusasteella (Crameri ym., 2020, s. 2). Protanomaliassa ja tritanomaliassa havaitsemisvaikeus liittyy punaiseen ja siniseen väriin.

## 2.2 Ajattelusta ja päätöksentekoprosesseista

Kahnemanin (2003, s. 1450–1469) näkemyksenä on, että ajattelumme perustuu **intuitiiviseen** ja **harkitsevaan** ajatteluun ja viittaa näihin kognitiivisen rakenteen osiin termeillä 'Järjestelmä 1' ja 'Järjestelmä 2' (kuva 2). Ihminen toimii pääasiassa intuitiivisesti käyttäen järjestelmää 1, jolle on oleellista, mitä kyseisessä hetkessä havaitaan. Tilannekohtaista käyttäytymistä voidaan pyrkiä ennakoimaan pohtimalla, minkälaista käytöstä impulsiivisuudesta seuraisi tai mikä toimintatapa olisi luonnollisin. Jos impulsiivinen toimintatapa on ristiriidassa harkitsevan ajattelun kanssa, tulisi pohtia kuinka todennäköisesti harkitsevaan ajatteluun liittyvä näkökohta tulee mieleen ennen intuitiiviseen ajatteluun perustuvaa toimintaa. Lähestymistavassa korostuu tilanteen ja siihen liittyvien yksilöiden ja ryhmäkohtaisten erojen huomioiminen — intuitiiviset ja luonnolliset reaktiot eri tilanteissa eivät ole samanlaisia kaikille, vaan ne ovat riippuvaisia muun muassa kulttuurista ja yksilön tietotaidosta. Taitojen osalta intuitiivisuus vaatii, että taito on omaksuttu.

	HAVAITSEMINEN	INTUITIO Ajattelujärjestelmä 1	PÄÄTTELY Ajattelujärjestelmä 2
PROSESSI	nopea, rinnakkaishakuun perustuva, automaattinen, vaivaton, mielleyhtymiin perustuva, oppiminen hidasta, tunnepitoinen		hidas, sarjahakuun perustuva, kontrolloitu, vaivaa vaativa, sääntöjen hallitsema, joustava, neutraali
SISÄLTÖ	havainnot, nykyhetken ärsykkeet, ärsykesidonnainen	käsitteelliset esitykset, menneisyys, nykyisyys, tulevaisuus, voidaan herättää kommunikaatiolla (kieli)	

Kuva 2. Kognitiiviset järjestelmät Kahnemania (2003, s. 1451) mukaillen.

Padilla ym. (2018, s. 2, 5, 6) tukevat Kahnemanin teoriaa ja viittaavat päätöksenteon kaksiprosessiteorian olevan eniten kannatusta saanut, riskejä sisältävän päätöksenteon teoria. Päätöksiä tehdään sekä intuitiivisesti heuristiikkojen avulla että strategisesti: järjellä ja todennäköisyyksiin perustuen. Padillan ym. ehdottama malli korostaa työmuistin osuutta visualisointeihin liittyvissä päätelmissä. Säilömuisti voi vaikuttaa päättelyyn joko esitietoisesti tai tietoisien tiedonkäytön ja työmuistin avulla, koska aiemmin muistiin painettuja asioita säilötään pitkäkestoisessa muistissa, josta ne tarvittaessa palautetaan mieleen eli työmuistiin. Bossi ym. (2023, s. 2) kuvaavat työmuistia pienen, mielessä pidettävän tietomäärän säilytyspuskuriksi kognitiivisten tehtävien suorittamista varten.

Valikoivaan tarkkaavaisuuteen kuuluvan visuaalisen tarkkaavaisuuden osatekijöitä ovat Bossin ym. (2023, s. 1–2) mukaan havaittavien ärsykkeiden suodatus (bottom-up -tarkkaavaisuus); tietoinen mieli ja päämäärät (top-down -tarkkaavaisuus) sekä visuaalinen työmuisti. Ärsykkeiden suodatus vaikuttaa siihen, mitä havaintoja yksilön työmuistiin pääsee. Toisaalta visuaalinen työmuisti eli visuaalisen tarkkaavaisuuden osatekijä voi osaltaan vaikuttaa tarkkaavaisuuden ohjaamiseen.

### **Epävarmuudesta ja suorituskyvystä**

Eberhard (2023, s.176, 182, 203) toteaa päätöksentekoon sisältyvän usein epävarmuutta. Visualisointi voi parantaa epäselvien päätöksentekotilanteiden ratkaisemista, mutta se voi myös lisätä päätöksentekijän itseluottamusta liiallisesti. Syynä voi olla visualisoinnin kyvykkyys esittää tietoa runsaasti, jolloin ei enää koeta tarvetta etsiä lisää tietoa, vaikka päätöksenteko-ongelma olisi monimutkainen. Myös Hoffensonin ym. (2023, s. 1) näkemyksen mukaan päätöksentekoon liittyvien epävarmuustekijöiden lisäksi päätöksenteossa on läsnä yksilön kokema epävarmuus tai virheellinen käsitys omasta suorituskyvystään. Tutkijoiden havaintona interaktiivisia informaationäyttöjä koskeneessa tutkimuksessa oli, että tutkittavan suorituskyyä koskeva itsearviointi ei vastannut todellisuutta. Joissakin tapauksissa eniten visuaalisia

ominaisuuksia sisältänyttä näyttöä testanneet kokivat suorituskäytönsä todellisuutta paremmaksi.

Hoffensonin ym. (2023, s. 2) mukaan esitystavan valinta voi vaikuttaa esitystapaan liitettävään luottamuksen kokemukseen ja viittaa Speierin tutkimushavaintoihin (Speier, 2006, Hoffensonin ym. mukaan, 2023, s. 2). Tutkimukseen osallistuneet tekivät yksinkertaisten tehtävien osalta parempia päätöksiä taulukoita hyödyntävällä käyttöliittymällä verrattuna kaavioita sisältäneen käyttöliittymän testajiin. Kaavioita tutkineet testajat olivat kuitenkin nopeampia. Avaruudellista hahmottamista vaativissa ja monimutkaisemmissa tehtävissä kaavioiden käyttäjät tekivät parempia ja nopeampia päätöksiä. Kaikkien tehtävien osalta osallistujat kokivat eniten luottamusta taulukoitujen tietojen tulkintaan, vaikka suorituskäyttö taulukkopohjaisen käyttöliittymän osalta oli parempi vain yhdessä kaikkiaan neljästä tehtävätyypistä.

### **Kognitiiviset vinoumat**

Asiantuntijoiden päätöksenteon kognitiivisia ja inhimillisiä tekijöitä käsittelevässä artikkelissaan Dror (2020, s. 7998) mainitsee kaikkialla esiintyvien kognitiivisten vinoumien aiheuttavan päätöksentekoon vääristymiä datankeruuvaiheesta tulosten tulkintaan ja visualisoidun tiedon tarkasteluun. Asiantuntijoiden havaintojen sekä johtopäätöksien oletetaan kuitenkin usein olevan puolueettomia, ja päätelmien arvioinnissa tarkastellaan tietoja ja käytettyjä menetelmiä – ei päätöksentekijää. Yksi kognitiivisen vinouman tyyppi on vahvistusharha eli taipumus validoida tietoa uskomuksien ja oletuksien perusteella (Kahneman ym., 2019, s. 68; Killen ym., 2020, s. 268).

Muita vinoumia ovat muun muassa saatavuusharha, jossa silmiinpistävä, uusi tai helposti mieleen tuleva tieto saa enemmän painoarvoa kuin objektiivisesti tärkeämmät tosiasiat; edustavuusharha, jossa arvio perustetaan aiempiin samankaltaisiin tapauksiin; liiallinen johdonmukaisuus eli taipumus luoda vähäisen tiedon perusteella johdonmukaisia kertomuksia välittämättä

ristiriidoista (Kahneman ym., 2019, s. 68); ja ankkurivaikutus, jossa suhteellisten arvioiden perustana käytetään ensiksi saatavilla olevaa tietoa (Padilla ym., 2018, s. 11). Dror (2020, s. 7998–7999) jakaa kognitiiviset vinoumat kolmeen luokkaan: (1) yksittäistä tapausta koskevaksi, (2) työvaihetta suorittavaa yksilöön liittyväksi ja (3) ihmisluonteesta johtuvaksi. Vinouma voi johtua siitä, mitä ja miten eri työvaiheita suoritetaan ja kuka niitä suorittaa. Eli syynä voi olla tietojen havaitsemis-, analysointi- ja tulkintatapa, kuten mitkä tiedot sisällytetään datajoukkoon tai rajataan pois kohinana. Kognitiivisten ennakkoluulojen vaikutuksesta visuaaliseen data-analyysiin on kuitenkin Dimaran ym. (2020) mukaan vain vähän tutkimustietoa.

Päätöksenteon vinouman lähteiksi Dror (2020, s. 8000–8002) luettelee seuraavat: (1) tietojen sisältämä puolueellisuus; (2) aineiston tulkintaa ohjaava puolueellisuus eli kun oletus tai epäily vaikuttaa päätöksentekoon datan sijaan; (3) asiayhteyteen liittyvät tiedot ja ennakkoluulot; (4) aiempi asiantuntemus tai kokemus; (5) organisatoriset tekijät, kuten hierarkia; (6) koulutuksen vaikutus esimerkiksi tietyn hypoteesin tavoitteluun tai päätösharkintaan; (7) henkilöön liittyvät tekijät, kuten riskinottohalukkuus; (8) inhimilliset ja kognitiiviset tekijät, aivojen kapasiteettirajoitus ja tosiasia, että ihminen ei näe maailmaa sellaisena kuin se on.

Killen ym. (2020, s. 267–268) toteavat, että vaikka päätöksenteon laatua voidaan parantaa visualisoinnin avulla, se voi myös aiheuttaa päätöksentekoon vinouman. Visualisoinnin etuna on sen havainnointi- ja kognitiivista kykyä hyödyntävä luonne, mutta se voi johtaa harhaan keskittämällä päätöksentekijän huomion vain tiettyihin vaihtoehtoihin korostamalla merkityksettömämpää tietoa tai tarjoamalla epätarkkaa vertailutietoa. Padillan ym. (2018, s. 9–11) mukaan katsojalle voi aiheuttaa kognitiivisen vinouman pelkästään visualisointityylin tai elementin valinnalla. Heidän esimerkissään vinouma johtui tieteellisesti korkeatasoiselta vaikuttaneesta kuvasta: kuva antoi vaikutelman, että kuvan sisältänyt dokumenttikin oli korkealaatuinen. Tarpeettoman monimutkainen ja epäolennaista tietosisältöä sisältävä kuva voi vinouman lisäksi aiheuttaa myös kognitiivista kuormitusta heikentäen suorituskkyä.

Toisena Padillan ym. esimerkkinä on muotopiirre, joka luo kuvaan rajauksen tai kehysten. Kehys voi johtaa virheelliseen käsitykseen, mikäli se aiheuttaa keinotekoisien rajan muotopiirteiden sisä- ja ulkopuolella olevien datapisteiden välille. Padillan ym. mainitsemassa tutkimuksessa sijaintiin liittyvä epävarmuus oli visualisoitu Gaussin häivytyksellä tai reunaviivan sisältävänä ympyränä (McKenzie, 2016, Padilla ym. mukaan, 2018, s. 11). Jos sijainnin epävarmuutta koskeva tieto oli ilmaistu karttaan kehysten aiheuttavan muotopiirteiden avulla, tutkimukseen osallistuneet päättelivät todennäköisemmin sijainnin olevan rajatun alueen sisäpuolella.

Aiemmin mainitun laadukas kuva -vinouman lisäksi muita **visuaalis-spatiaalisia vinoumia** ovat muun muassa tuttuusharha, jonka vuoksi tehtävään valitaan intuitiivisesti optimaalisesti sopivan visualisoinnin sijasta mieluummin tuttu visualisointi (Padilla ym., 2018, s. 9, 16); värikarttojen tulkintaan liittyvä tummempi-on-enemmän -vinouma, jossa tummemmat värit rinnastetaan isompaan määrään; korkeampi-on-enemmän -vinouma, jossa sijainti pystysuuntaisessa kaavioselitteessä rinnastetaan määrään (mitä korkeammalla, sitä suurempi määrä); ja läpinäkyvämpi-on-enemmän -harha (Soto ym., 2023, s. 2). Käsitteeseen liittyvä miellelyhtymä voi myös aiheuttaa päätelmän, jossa värin voimakkuus kuvastaa käsitteeseen liitettävää määrää eli sään osalta keltaisen värin vahvuus kuvastaisi auringonpaisteen määrää.

Padilla ym. (2018, s. 9–10) epäilevät visuaalisesta esitystavasta johtuvien visuaalis-spatiaalisten vinoumien liittyvän intuitiiviseen ajatteluun ja havainnoimastamme datasta perustuvaan päättelyyn. Vinouma voi parantaa suorituskkyä, jos se ohjaa päättelyä kohti oikeaa tulkintaa. Mikäli vinouma haittaa päätöksentekoa, sitä tulisi pyrkiä hallitsemaan tietoisesti. Eberhardin (2023, s. 202) artikkelikatsauksen päätelmänä on, että visualisointi voi aiheuttaa kognitiivisen vinouman, vaikka se olisi kognitiivisesti sopiva ja soveltuva käyttäjälle. Tämä voi johtua siitä, että visuaalisia elementtejä käytetään harhaanjohtavasti ja sekavasti. Soton ym. (2023, s. 16) mielestä visualisointien suunnittelussa tulee ymmärtää, miten visuaaliset piirteet vaikuttavat päätelmiin, ja datasta tulisi tuoda esille sen käsitteitä, ei pelkästään numeerisia arvoja.

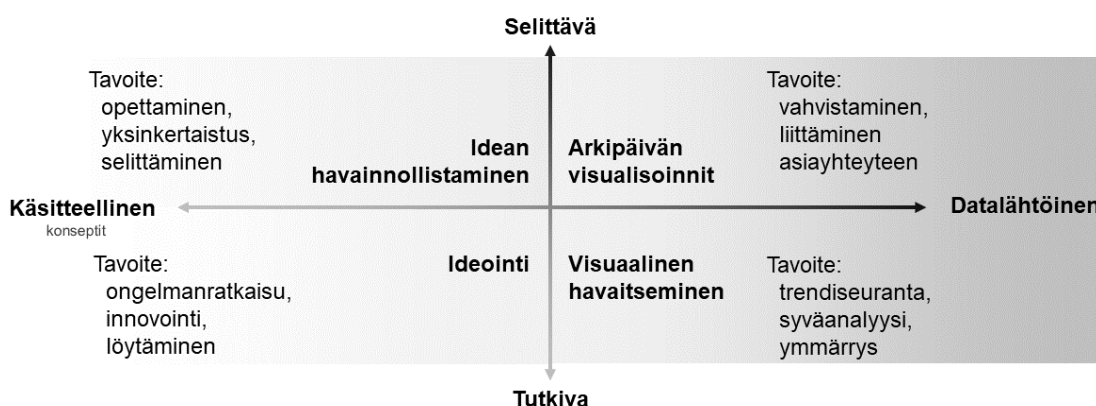
Drorin (2020, s. 7998–7999) mukaan on myös virheellisiä uskomuksia siitä, että kognitiiviset vinoumat liittyisivät (1) henkilön eettisiin arvoihin, kuten luonteeseen, rehellisyyteen tai (2) henkilön pätemättömyyteen. Lisäksi uskotaan virheellisesti (3) että vinoumat eivät vaikuta päteviin, rehellisiin asiantuntijoihin, (4) teknologian käyttö estää inhimillisiä kognitiivisia vinoumia, (5) kognitiivisia vinoumia on vain muilla ja (6) tietoisuus vinoumien vaikutuksesta riittää niiden torjumiseen.

### 2.3 Visualisoinneista ja visualisointiprosessista

The purpose of visualization is insight, not pictures. – Ben Schneiderman

The purpose of visualization *can* be insight —but also justice, self-expression, surprise, humor, delight.... – Alberto Cairo (2024).

Berinato (2016, s. 92–100) jakaa artikkelissaan ‘Visualizations That Really Work’ visualisoinnit niiden luonteen ja tavoitteen mukaan **käsitteellisiin** ja **dataan pohjautuviin** visualisointeihin. Käsitteellisten visualisointien painopisteenä on ideoiminen tai idean havainnollistaminen ja tavoitteena yksinkertaistukset ja opettaminen (kuva 3). Datapohjaisten visualisointien tavoitteena on informoida, tuottaa oivalluksia. Havainnollistavia visualisointeja ja arkipäivän visualisointeja yhdistää niiden **selittävä** luonne, ideointia ja visuaalista havaitsemista tukevia visualisointeja **tutkiva** ja **paljastava** luonne.



Kuva 3. Visualisointikategoriat Berinatoa (2016, s. 92–100) mukailleen.



Koposen ym. (2017, s. 20) mukaan tietoa välittävät kuvat jaetaan yleensä infografiikoihin ja visualisointeihin niiden viestinnällisen tavoitteen mukaan. Infografiikan ja visualisoinnin käsitteiden osalta he hyödyntävät Alberto Cairon määritelmiä. **Infografiikka** eli yhdistelmägrafiikka kertoo tarinan, selittäen ja viestintää tukien, ja se voi olla muuttumaton eli staattinen tai liikkuva eli animoitu, kun taas **visualisoinnin** avulla lukija löytää oman tarinan aineistosta – visualisointi paljastaa aineistosta uusia piirteitä, ja se pyrkii löytämään uutta tietoa (Cairo, 2012, s. xv–xvi; Cairo, 2016, s. 27–40, Koposen ym. mukaan, 2017, s. 20–21). Cairon (2013, s. xvi) näkemyksen mukaan jokaisella grafiikalla on tietoa esittävä ja tutkiva piirre, mutta piirteiden määrä vaihtelee esittävän (infograafi/esitys) ja tutkivan piirteen (visualisointi/tutkiva) osalta.

### Visualisointiprosessista

Cairo (2013, s. 318) kuvaa kirjassaan Moritz Stefanerin visualisointiprojektin työkulkumallia (ks. myös luku 4.4). Se on nelivaiheinen, ja prosessissa voidaan palata uudelleenmäärittelyvaiheeseen:

- Ymmärryksen saaminen (mitä & miksi):  
prosessivaiheen syötteenä ovat asiasisältö (konteksti) ja tavoitteet, sekä ymmärrys rajoituksista ja intuitio.
- Tutkiminen ja tutustuminen sekä luonnostelu ja testaus:  
syötteenä olevasta datasta tehdään data-analyysia, visuaalisia kokeiluita ja toiminnallisia prototyyppejä, ja tarvittaessa palataan vaiheeseen 1.
- Määrittely- ja tuottamisvaihe:  
vaiheessa suunnitellaan visuaalista ilmettä ja interaktiivisuutta, implementoidaan, testataan ja valmistaudutaan lanseeraukseen.
- Ylläpito- ja analysointivaihe:  
viimeiseen prosessivaiheeseen sisältyvät käyttäjäseuranta ja -analysointi, päivitykset ja laajennukset.

Datajournalismin näkökulmasta lähestyvät Bobkowski ja Etheridge (2023, s. 99–101) jakavat dataprojektin prosessin viiteen vaiheeseen. Jokainen

prosessivaihe jakautuu manuaalisesti, sovelluksilla ja koodaustyökaluilla suoritettaviin tehtäviin sekä edelleen vielä osaamistasoihin aloittelevasta harjaantuneeseen asiantuntijaan. Prosessivaiheita ovat suunnittelu, datan hankinta, datan järjestäminen, datan analysointi ja tulkinta sekä datan selittäminen, mutta vaiheet eivät välttämättä aina etene tässä järjestyksessä. Esimerkiksi analyysivaiheesta voi olla tarve palata datan järjestelyvaiheeseen, tai joitakin vaiheita voidaan ohittaa, mikäli hyödynnetään valmista data-aineistoa.

Bobkowskin ja Etheridgen yksityiskohtaisen listauksen manuaalisessa suunnitteluvaiheessa määritetään tavoite, hankitaan ymmärrystä asiayhteydestä huomioiden myös datahallintaan liittyvät eettiset ja tietoturvaan liittyvät näkökohdat sekä määritetään datankeruuotapa. Hankintavaiheessa, dataa kerätessä tiedostetaan kokonaisotoksen ja otoksen merkitysero, punnitaan henkilötietosuojaa vaativien tietojen tarpeellisuus, arvioidaan aineiston sattumanvaraisuus, edustavuus ja validius. Olemassa olevien tietokokonaisuuksien osalta hyödynnetään tunnistettuja aineistoja ja primääridatan osalta laaditaan tarvittavat pyynnöt datan saamiseksi. Data kerätään rekistereistä, laskemalla, havainnoimalla tai haastattelemalla.

Järjestelyvaiheessa määritetään datahallinnassa tarvittava aineisto sekä lajitellaan, luokitellaan ja luodaan tapa datan normalisoimiseksi. Analysointi- ja tulkintavaiheessa tuloksia tulkitaan hyödyntäen tunnuslukuja, huomioiden riippuvuuden ja seuraussuhteen merkitysero sekä tuloksien merkittävyysasteen että epävarmuustason todenmukainen raportointi. Selitysvaiheessa kirjoitetaan, visualisoidaan ja selitetään päätelmät tuloksien pohjalta tietolähteisiin viitaten ja mahdolliset rajoitukset tai puolueellisuudet esille tuoden. Visualisointia varten määritetään tarpeeseen parhaiten soveltuva esitystapa, joka tuo esille datan olemuksen ja muuttujien väliset riippuvuudet. (Bobkowski & Etheridge, 2023.)

Tarinallisemmasta näkökohdasta lähestyvien Zhangin ym. (2022, s. 2, 6) visuaalisen datatarinan prosessi etenee viestin suunnittelusta tietoyksiköiden koostamisen kautta sommitteluun. Viestin suunnittelun komponentteja ovat data-analyysin data, idea, narratiivi ja oivallus tai näkemys. Tietoyksiköitä ovat

tarinakomponentti, dataviesti ja esitystavan tunnelma tai sävy.

Tarinakomponentti rakentaa tarinamaailman, mihin muut tietoyksikön komponentit liitetään. Tarinan rakenteeseen kuuluvat ympäristö eli miljö, henkilöhahmo, teot tai toiminta ja vaikutus tai opetus. Mayr ja Windhager (2018, s. 2–5) korostavat artikkelissaan tarinallistamisen hyötyjä ja viittaavat myös Kosaran näkemykseen visualisoinnista tarinan kerrontaa varten tehtynä materiaalina – tarinan kertoo ihminen, ei visualisointi.

Mayr ja Windhager (2018, s. 3–4) selittävät, että tarinallisuus auttaa vähentämään kognitiivista kuormitusta, kunhan narratiivi ei sisällä epäjohdonmukaisuuksia, joita pitäisi ratkaista tekemällä päätelmiä sekä tiedon osien välillä että aikaisempaan tietoon verraten. Kirjoittajat olettavat, että narratiivit sisäistetään sanallisessa, visuaalisessa, kaksi tietomuotoa yhdistävässä (bimodaalinen) tai useamman tietomuodon (multimodaalinen) yhdistävässä muodossa. Bimodaalisessa mallissa sanallis-propositionaalisen ja visuaalis-spatiaalisen järjestelmän informaatiot yhdistyvät tietorakenteeksi, kognitiiviseksi tilannemalliksi. Tilannemallin muodostuminen on sujuvaa, kun tarinallinen visualisointi on johdonmukainen ja ristiriidaton tapahtuman, ajanjakson, tilan, toimijoiden ja niiden välisten syy-seuraussuhteiden osalta.

Zhang ym. (2022, s. 7–8) näkevät perinteisen datavisualisoinnin ja narratiivisen datatarinan (visuaalinen tarinankerronta) prosessien eroina muun muassa määrittelyvaiheeseen liittyvät erot. Kirjoittajien mukaan visuaalisen datatarinan tavoitteena on määrittää, **minkälainen viesti** visualisoinnin avulla halutaan välittää, kun taas perinteistä datavisualisointia luotaessa on tarve tunnistaa visualisoinnissa tarvittavia muuttujia. Toisaalta tilastollisen tutkimuksen näkökulmasta lähestyvä Heikkilä (2008, s. 25, 145) nostaa tutkimusprosessin ensimmäiseksi vaiheeksi **tutkimusongelman määrittämisen**. Hän opastaa suunnittelun alussa selvittämään, mitä tuloksia ongelmaan tai kysymykseen **vastaamiseen** tarvitaan ja tässä muuttujien määrittely on tärkeää. Heikkilä suosittaa teoreettisten vastausten sisällyttämistä kysymysasetteluun, kuten 'vaikuttavatko muuttuja A ja muuttuja B muuttujaan C', yleisemmän kysymysasettelun sijaan.

Zhang ym. (2022, s. 19) huomauttavat vielä, että narratiivisen visualisoinnin tulkinta voi olla tutkivaa visualisointia subjektiivisempi kokemus, koska esimerkiksi väri voi sisältää eri merkityksen eri kulttuurien edustajille. Mayr ja Windhager (2018, s. 5) ovat samaa mieltä – narratiivisesta visualisoinnista sisäistettävät asiat riippuvat henkilöstä ja hänen kokemusmaailmastaan.

### **Visualisoinnin arvosta ja arvioimisesta**

Kuten johdannossa todettiin, palvelun arvon luominen liittyy käyttötilanteeseen, ja se voi liittyä sekä sisältöön että kokemukseen (Houhala ym., 2022, s. 8–9). Stasko (2016, Wall ym. mukaan, 2019, s. 491) kuvaa visualisoinnin arvoa visualisoinnin kyvyksi viestiä datasta, datan asiayhteydestä ja merkityksestä kokonaisvaltaisesti ja syvällisesti. Visualisoinnin arvon tai hyödyllisyyden mittaaminen on kuitenkin haastavaa (Wall ym., 2019, s. 491, 499). Arvioitavaa hyödyllisyyden mittaa ei ole esimerkiksi helppo kuvata niin, että eri arvioijat ymmärtäisivät sen samalla tavalla. Arvioinnin osalta Heikkilä (2008, s. 73) nostaa esille ymmärryksen alkuperäisestä pyrkimyksestä – arvioitavana oleva kohde esittää asiasta tiettyä, valittua näkökulmaa. Ilman oivallusta alkuperäisestä tavoitteesta on oikea tulkinta haastavaa.

Wallin ym. (2019, s. 491) mukaan visualisoinnin tiedonvälityskykyä ja käytettävyyttä voidaan testata tarkkuuden ja ajankäytön osalta benchmark-tehtävillä. Perusteellisemmän käsityksen saamiseksi voidaan pyrkiä selvittämään visualisoinnista syntyvien oivallusten ja oivaltavien kysymysten määrää, siitä saatavaa aikasäästöä, kyvykkyyttä välittää datan olemusta tai keskeistä sisältöä, datan luotettavuutta sekä inspiroivuutta. Arviointimenetelmän haasteena on, että tutkimus täytyy suorittaa asiantuntijoiden kanssa, joilla on ymmärrys datasta ja saadun ymmärryksen luokittelu oivallukseksi on subjektiivista. Yhtenä vaihtoehtona on syvällisempi, pitkäkestoinen tutkimus, jossa visualisoinnin arvoa tutkitaan varsinaisessa käyttöympäristössä. Sen haasteina ovat logistiset haasteet, ajankäyttö ja implementoinnin hankaluus.

Arviointimenetelmiä on useita, ja Wall ym. (2019, s. 492) mainitsevatkin Forsellin ja Johanssonin tavoitteen löytää 63 julkaistun arviointiheuristiikan joukosta 10 heuristiikkaa, jotka toimivat 87-prosenttisesti kaikkiaan 74 käytettävyyssongelmassa. Pyrkimyksen haasteeksi he nostavat Tarrellin näkemyksen, että kyseisten heuristiikkojen yleisluonteiset kuvaukset voivat aiheuttaa väärinymmärryksiä eri arvioijille. Zukin ja Carpendalen kymmenen kohdan 'Cognitive and Perceptual Heuristics' -menetelmää Wall ym. kuvaavat niin spesifiksi, että sitä on vaikea hyödyntää erilaisissa visualisoinneissa. Mainituksi tulevat Toryn ja Möllerin 'Expert review process with heuristics' sekä de Oliveiran ja da Silvan 15 heuristiikkaa.

Wallin, Staskon ja kollegoiden (2019, s. 492–493) kehittämä, käytännöllisistä ja arvioitavista lausunnoista koostuva ICE-T -arviointimenetelmä pohjautuu Staskon visualisoinnin arvoyhtälöön  $V=T+I+E+C$ , jossa  $T$  tarkoittaa visualisoinnin kyvykkyyttä minimoida laajan kysymyssarjan vastaamiseen tarvittavaa kokonaisaikaa (time – aika);  $I$  kyvykkyyttä herättää oivalluksia ja oivaltavia kysymyksiä (insight – oivallus);  $E$  kykyä viestiä datan yleisestä olemuksesta (essence – olemus); ja  $C$  visualisoinnin kyvykkyyttä luoda varmuutta, tietämystä ja luottamusta dataan, sen aihealueeseen ja kontekstiin (confidence – luottamus).

Killen ym. (2020, s. 269, 276) opastavat arvioimaan visualisoinnin ja päätöksentekoprosessin lisäksi myös päätöksentekijöiden taipumusta heuristiseen päätöksentekoon. Killenin ym. luonnehdinnan mukaan ihmisen käyttämällä nyrkkisäännöillä, ajattelun oikoteinä kutsuttavilla heuristikoilla, ei ole positiivista tai negatiivista ominaisuutta, mutta niiden käyttämisestä voi aiheutua ennakkoluuloja tai virheitä, jos päätelmässä huomioidaan esimerkiksi vain päätelmää tukeva aineiston osa (vahvistusharha). Kognitiivisten vinoumien osalta tiedostaminen ja ymmärtäminen auttavat kehittämään keinoja vinoumien lähteiden ja vaikutusten vähentämiseksi (Dror, 2020, s. 8003).

## 2.4 Käytettävyydestä ja kognitiivisesta suorituskyvystä

Vanicek ja Popelka (2023, s. 1) kuvaavat käytettävyyttä tuotteen olennaiseksi ominaisuudeksi heidän viitatessaan standardiin ISO 9241. Käytettävyydellä pyritään varmistamaan, että määritetyt käyttöympäristön käyttäjät saavuttavat määritetyt tavoitteet. Käytettävyys on vaikuttavuutta, tehokkuutta ja tyytyväisyyttä. Järjestelmään liittyvää käyttäjätyytyväisyyttä voidaan pitää käytön miellyttävyytenä, tiedonhaun tehokkuutena, järjestelmän selkeytenä, ymmärrettävyytenä ja mahdollisimman pienenä kognitiivisena kuormituksena. Käytettävyysstandardissa ISO 9241 käytettävyys määritellään tuotteen/palvelun/järjestelmän käytön helppoudeksi siihen liittyvissä olosuhteissa, niin jatkuvassa kuin epäsäännöllisessä käytössä, opittavuuden osalta ja eri käyttäjäryhmien näkökulmasta, sekä virheiden minimoimisen ja kunnossapidon kannalta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 5).

Käyttäjälähtöisyydessä tavoitteena on tuottaa asiakkaalle tarvetta vastaava palvelu/tuote, joka vaatii niin palveluun/tuotteeseen, käyttöympäristöön kuin käyttäjiin liittyvää ymmärrystä (Käyttäjälähtöisyys, 2024). Kun kyse on visualisoinnista, tulee sen suunnittelussa huomioida visualisoinnin tutuus käyttäjälle (Killen ym., 2020, s. 274); aiempaan kokemukseen, taitoihin ja kykyihin perustuva käyttäjäkokemus; järjestelmiin ja ihmisen tiedonkäsittelyyn liittyvän ergonomian näkökohdat (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 1, 9); sekä toimintakykyyn ja työn suoritukseen vaikuttavat kognitiiviset kuormitustekijät, kuten digitalisoitu työympäristö, työtehtävien kognitiiviset vaatimukset, työolosuhteet sekä työn pirstaloituminen, moniajo ja informaatioähky (Kalakoski ym., 2020, s. 1–2).

### **Kognitiivinen suorituskyky**

Työmuistin eli lyhytkestoisen muistin rajallisuuteen liittyvä **Millerin laki**,  $7 \pm 2$ , on periaate, jonka mukaan ihminen pystyy pitämään mielessään 5–9 asiaa. Millerin seuraajat ovat osoittaneet, että aikuisen työmuistikapasiteetti voi olla sitäkin pienempi: Cowanin laki on  $4 \pm 1$ . (Thiruvathukal, 2013, s. 4; Gignac,

2015: s. 85.) Gignac (2015, s. 86, 91) ehdottaa oman tutkimuksensa pohjalta työmuistikapasiteetiksi lukua  $5 \pm 3$ . On myös huomioitava, että kognitiivisen kapasiteetin rajallisuuden takia vaativampia tehtäviä ei usein pystytä tekemään samanaikaisesti, toisin kuin helpompia tehtäviä (Kahneman, 2003, s. 1451).

Käyttäjän kognitiiviseen suorituskyykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tarkkuutta vaativan tehtävän kesto, käyttäjän fyysinen ja psykologinen olotila, kuten koettu stressi (Martin ym., 2024, s. 71–72), (kognitiivinen) väsymys ja motivaatio, toimintaympäristöön liittyvät tekijät, kuten valo (Wascher ym. 2023, s. 86–87), suorituksessa käytettävän visualisoinnin käyttöympäristö, kuten fyysinen ympäristö, tietokoneen näyttö tai virtuaaliympäristö (da Silva Soares ym., 2024, s. 3), visualisoinnin kaksi- tai kolmiulotteisuus (2D, 3D), staattinen, interaktiivinen tai dynaaminen eli animoitu mediaformaatti (Yang & Wang, 2023, s. 2) sekä esitystapa sisältäen asettelun, väriyhdistelmät ja kaaviovalinnat, esitysnopeuden ja informaatiokuorman (Ke ym. 2023, s. 2–3).

Tiedon kuormittavuutta aiheuttavat tiedon monimutkaisuus, monitulkintaisuus ja epäselvyys. Informaatiokuormasta aiheutuva kognitiivinen kuormitus saattaa lisätä esimerkiksi virheriskiä. Sunin ym. (2022, s. 19–20) tutkimustuloksen mukaan kognitiivista ponnistelua vaativa näyttöpäätteiden käyttö aiheuttaa kognitiivista väsymystä työn kestäessä pitempiä jaksoja. Kognitiivinen väsymys puolestaan vähentää jatkuvaa tarkkaavaisuutta, pidentää reaktioaikaa, kasvattaa toimintavirheiden riskiä ja nostaa sykettä. Ke ym. (2023, s. 1, 8, 15, 18) osoittivat tutkimuksessaan, että informaatiokuormasta johtuvaa kognitiivista kuormitusta pystytään vähentämään jakamalla esitettävää tietoa useaan näkymään.

Ke ym. (2023, s. 3–4, 15) kirjoittavat, että kognitiivisen kapasiteetin lisäksi henkilön tiedonkäsittelyyn vaikuttaa merkittävästi yksilön **kognitiivinen tyyli** eli tiedonkäsittelytapaan liittyvä psykologinen ominaisuus. Kognitiivinen tyyli vaikuttaa siihen, miten yksilö tekee havaintoja, ajattelee, päättelee, ratkoo ongelmia tai tekee valintoja. Ken ym. tutkimuksessa näytöllä olevat epäolennaiset tiedot aiheuttivat enemmän kognitiivista kuormitusta toiselle tutkituista ryhmistä. Epäolennaisien tietojen osalta Padilla kollegoineen viittaa

Sanchezin ja Wileyn väittämään, että ihminen kiinnostuu luonnostaan laadukkaista kuvista, ja huomion siirtäminen pois merkityksettömästä kuvasta vie työmuistikapasiteettia merkittävästi (Sanchez & Wiley, 2006, Padillan ym. mukaan, 2018, s. 12). Tämän lisäksi visualisoinneissa olevien piirteiden huomion vangitseva luonne voi aiheuttaa visuaalis-spatiaalisia vinoumia.

Killenin ym. (2020, s. 274–275) mukaan päätöksentekijän taipumus käyttää heuristiikkoja eli nyrkkisääntöjä ja visualisoinnin tuttuus vaikuttavat siihen, miten tehokkaasti visualisointi tukee päätöksentekoa. Kun visualisointi on tuttu, ei kognitiivista resurssia tarvitse käyttää visualisoinnin piirteiden ymmärtämiseen vaan varsinaiseen tehtävään eli datan analysoimiseen. Keskinin ym. (2023, s. 1, 19) karttojen maamerkkien mieleenpainuvuutta sekä vaikeusasteen tai asiantuntemuksen tason vaikutusta suoritustasoon selvittäneen tutkimuksen päätelmänä puolestaan oli, että tehtävätyypillä ja kartan ominaisuustyypillä oli enemmän merkitystä kartan sisällön muistamiseen kuin asiantuntemuksella.

Eberhardin (2023, s. 199–203) mukaan kognitiivista suorituskkyä voidaan sekä haitata että tukea käyttämällä visualisointia. Killenin ym. (2020, s. 269) esimerkissä visualisointi on ajattelun apuväline, joka vähentää työmuistin kuormitusta. Eberhard (2023, s. 201) jakaa tämän näkemyksen: visualisointi tukee päätöksentekoa ulkoisen työkalun tavoin kyvykkyydellään esittää moniulotteista tietoa ja auttamalla omaksumaan rajalliseen työmuistiin enemmän tietoa. **Kognitiivisen sopivuuden** osalta tulee varmistaa, että visualisointi sekä esittää tarpeeksi dataa tehtävän suorittamiseen, mutta samalla minimoi esitettävän informaation määrän.

### **Innostavan ja kuormittavan aivotyön tasapaino**

Kognitiivista ponnistelua voi Mækelæn ym. (2023, s. 1–3, 13) mukaan testata, mutta on huomioitava, että yksilön ponnistelun määrä riippuu sekä motivaatiosta että kyvystä. He suosittelevat hyödyntämään mittaamisessa useita erityyppisiä käyttäytymistehtäviä kattavan näkemyksen saamiseksi. Testejä ovat muun muassa tehtävävaatimuksiin liittyvä NASA Task Load Index



(N-TLX), kognitiivisen ponnistelun minimointia mittaava Demand Selection Task Paradigm, kognitiivisen ponnistelun mittari Cognitive Effort Discounting Paradigm sekä rationaalista ja heuristista päättelyä mittaava Rationality Battery.

Oppimisprosessin osalta asiaa tarkasteltuna Skulmowski & Xu (2022, s. 171) kirjoittavat, että kognitiivisen kuormituksen teoria ohjeistaa vähentämään ylimääräistä kognitiivista kuormitusta, jotta kognitiiviset resurssit voidaan kohdentaa varsinaiseen oppimiseen. Teoriaa on haastettu digitaalisen ja verkko-oppimisen aloilla, sillä kuormitusta lisäävät tekijät, kuten vuorovaikutteiset oppimisvälineet ja realismi, voivat edistää motivaatiota ja oppimista. Digitaalisessa ympäristössä tulisikin huomioida kognitiiviseen kuormitukseen vaikuttavat kielteiset ja myönteiset tekijät eli sovittaa yhteen kognitiivisen kuormituksen taso halutun oppimistuloksen kanssa. Myös Työterveyslaitos (Kalakoski ym., 2022, s. 10, 70) ohjeistaa pitämään kuormittavan aivotyön ja innostavan aivotyön tasapainossa.

### **Käyttäjän tukeminen**

Killenin ym. (2020, s. 275–276) suosituksena on, että visualisointeja tulisi testata käyttäjillä toistuvasti ennen kuin lopullinen esitystapa päätetään ja esitystapa puolestaan standardisoidaan. Standardisoinnin eduksi he mainitsevat tutun esitystavan myönteisen vaikutuksen tehokkuuteen. Visualisointien määrän tulee olla maltillinen, ja mikäli käyttöön otetaan uusi esitystapa, sen tulkinnan opetteluun tulee varata aikaa.

Kun ihminen on kognitiivisten resurssiensa ääri rajoilla, hän päätyy Killenin ym. mukaan helposti käyttämään nyrkkisääntöjä. Nyrkkisääntöjä hyödyntävä, heuristinen päätöksenteko voi olla hyödyllistä pienemmissä päivittäisissä päätöksissä, mutta monitahoisessa, strategisessa päätöksenteossa tulisi heuristiikkojen sijaan käyttää tietoa. Päätöksenteossa visualisointia hyödyntävien käyttäjien kognitiivista kuormitusta ja nyrkkisääntöjen käyttöä saatetaan pystyä vähentämään sisällyttämällä visualisointiin esimerkiksi lajitteluvaihtoehtoja.

Tehokkain tapa on kuitenkin **perehdyttäminen** ja koulutus päätöksenteon apuvälineen käyttöön (Schiffels ym. 2018, Killenin ym. mukaan, 2020, s. 274). Myös Padilla kollegoineen nostaa esille koulutuksen tarpeellisuuden viitatessaan Hegartyn ym. tutkimukseen, jossa visualisoinnin piirteet ohjasivat katsojien huomiota, mutta visualisoinnilla ei ollut vaikutusta suorituskyykyyn ennen visualisoinnin piirteisiin liittyvää koulutusta (Hegarty ym., 2010, Padillan ym. mukaan, 2018, s. 9).

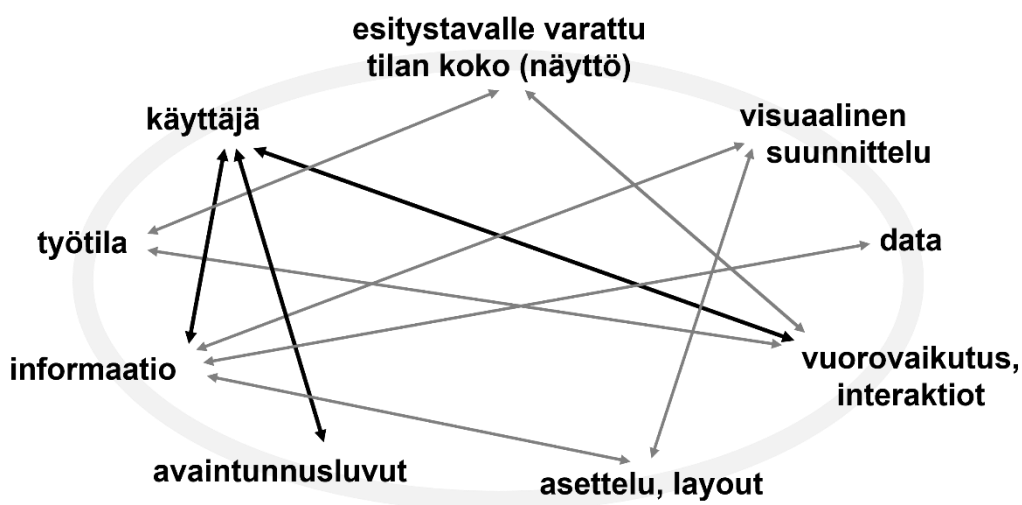
### **Aivotyöstä, visualisoinneista ja käytettävyydestä**

Luvun yhteenvedona voidaan todeta, että visualisointien käytettävyyteen liittyy monia huomioitavia näkökohtia. Näitä ovat muun muassa käyttäjinä olevien yksilöiden sekä luontaiset, automaattisesti tapahtuvat, että tietoisesti tehtävät havainnointiin ja ajatteluun liittyvät kognitiiviset prosessit, kognitiivisen kuormituksen vaikutus muun muassa tarkkaavaisuuteen sekä käyttöhetkeen liittyvä tilanne.

### 3 Arvoa luova — aivotyötä tukeva — visualisointi

Tässä luvussa käsitellään visualisoinnin käyttäjäystävällisen esitystavan tuottamiseen liittyviä tekijöitä, kuten ydinviestiä tukevan kaaviotyypin valintaa, metatietoa, ulkoasua, sekä saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevia väri- ja muotopiirteitä erityisesti visuaalisen kognitiotieteen artikkeleita hyödyntäen.

Luku koostuu alaluvuista: 3.1 Visualisoinnin ydinviestin ja kohderyhmän määrittäminen, 3.2 Käyttöyhteyteen liittyvä ymmärrys, 3.3 Tietosisältö ja 3.4 Sisällön sommittelu. Lukujen 3.3 ja 3.4 sisältöä koskeva jako perustuu osittain Bachin ym. (2023, s. 342) jaotteluun: **tietosisältöä** koskeva alaluku käsittelee merkityksellisten datapiirteiden tunnistamista visualisointia varten, datan kuvailutietoa (metadata) ja kaaviotyypin valintaa sekä **sommittelun** osalta sivun ulkoasun rakennetta ja värien käyttöä. Edellä mainittujen näkökohtien lisäksi sommitteluluvussa käsitellään saavutettavuutta ja käytettävyyttä.



Kuva 4. Visuaalisen järjestelmän (Bach ym., 2023, s. 350) suunnittelussa huomioitavien näkökohtien keskinäiset riippuvuudet Bachia ym. (n.d.) mukailten.

Suunnittelutyö vaatii Bachin ym. (n.d.) mukaan useiden tekijöiden ja niiden keskinäisten suhteiden huomioimista. Kuva 4 havainnollistaa Bachin ym. näkemystä visuaalisen järjestelmän, kuten koontimittariston, suunnittelussa huomioitavista tekijöistä.

## Yleiset suunnitteluperiaatteet

Sinkkosen ym. (2009, s. 292–293) mukaan visuaaliseen suunnitteluun liittyvä käytettävyys on graafisten elementtien hyödyntämistä käyttäjän tavoitteen tukemisessa. Käytettävyysarvioinnin osa-alueita ovat päänavigoinnin, linkkien ja muiden peruselementtien havaittavuus, asemoinnin tasapainoisuus, visuaalinen toimivuus, hierarkioiden käyttö, ryhmittelyn onnistuneisuus, taustan neutraalius, katsetta kuljettavat elementit, sisältöä tukevien kuvien käyttö, esteettinen miellyttävyys kuvilla ja ilman, kuvakkeiden ymmärrettävyys, tekstin erottuvuus sekä tyhjän tilan käyttö tärkeiden asioiden korostamisessa.

Parish ja Edmondson (2019, s. 1–8) toteavat tieteellisen kirjallisuuden sisältävän ohjeistuksia numeerisen tiedon esittämiseen luettavassa ja intuitiivisessa graafisessa muodossa – heidän versionsa huomioi fyysikaalisen tiedeyhteisön tarpeet. Sen lisäksi että kaavioita tulisi luoda automatisoidusti, tulisi heidän mukaansa käyttää monimuuttujadatalle eri muuttujien vaikutusta havainnollistavaa esitystapaa yksittäisten muuttujien esittämisen sijaan; esittää keskiarvon ja keskihajonnan sijaan **datajoukon olennaiset piirteet** Anscomben kvartetti -esimerkin tavoin; valita väripaletti tiedon luonteen perusteella; hyödyntää Tuften toistokuvioita (small multiples) eli monen pienen visualisoinnin sarjaa; ja tarvittaessa valmismateriaalin sijaan luoda raakadatatista totuudenmukainen, luettava visualisointi.

Visuaalisen näytön osalta McCrudden ja Rapp (2017, s. 634) ohjeistavat suunnittelemaan näytön, joka: (1) tukee merkityksellisen tiedon löytämistä hyödyntämällä signaaleja tai tiedon poimintaa; (2) ei sisällä epäoleellista, ylimääräistä tietoa; (3) tukee rakenteeltaan toisiinsa liittyvien tietojen yhdistämistä ja järjestämistä; (4) tukee rakenteellisesti näyttöön liittyvää päätöksentekotyyppejä; (5) mahdollistaa integroivien johtopäätösten tekemisen käyttäjän saatavilla olevien toimintojen avulla; (6) huomioi käyttäjien ominaisuudet käytön ja ymmärtämisen osalta; sekä (7) tarjoaa käyttäjälle sisäänrakennettuja ja/tai täydentäviä hakutoimintoja eri tilanteita varten.

Bach ym. (2023, s. 343) ovat samalla linjalla väittäessään, että monen asiantuntijan mielestä koontimittariston (1) visuaalisen suunnittelun laatuun tulee panostaa ja koristelua välttää; (2) informaatiomäärän tulisi olla maltillinen; (3) mittariston tulee sisältää vuorovaikutteisia toimintoja; (4) valittujen esitystapojen tulee olla harkittuja; sekä lisäksi muun muassa, että (i) näytettävät suorituskykyindikaattorit tulee valita huolellisesti; ja (ii) tehtyjen valintojen tulee olla yhdenmukaisia, monimutkaisuutta halliten. Myös Wall ym. (2019, s. 497) näkevät, että interaktiivisista ominaisuuksista voi olla apua tiedon tutkimisessa. He opastavat, että oivalluksien saamiseksi esitystavan tulisi mahdollistaa odottamattomien löytöjen tekeminen ja epätavallisten arvojen tai piirteiden huomaaminen, tuoda esille muuttujien yhteyksiä tai riippuvuuksia ja näyttää dataa eri näkökulmista. Tiedon saamisen ja dataa koskeviin kysymyksiin vastaamisen pitäisi olla helppoa niin, että yksittäiset tietotapaukset ja niiden ominaisuudet sekä datan jakauma ovat nähtävissä.

### 3.1 Visualisoinnin ydinviestin ja kohderyhmän määrittäminen

Koponen ym. (2017, s. 305) ohjeistavat, että visualisoinnin suunnittelussa tulee huomioida viestinnällinen tavoite ja kohderyhmä sekä käyttöyhteys.

#### **Mitä haluat visualisointia katsovan näkevän — ymmärtävän — tekevän?**

Zhang ym. (2022, s. 8–9) opastavat pohtimaan ensimmäiseksi, mikä tosiasia datajoukosta on selvitettävä tai mikä viesti datasta on välitettävä kohderyhmälle. Tavoitteena voi Parishin ja Edmondsonin (2019, s. 1) esimerkin tavoin olla viestiä tieteellistä tutkimustulosta tavalla, jolla sidosryhmät ymmärtävät tuloksen merkityksen. Xiongin ym. (2022, s. 955) artikkelissa viitataan visualisoinnin pääviestiin 'key takeaway' -termillä. Kun tämä ydinviesti on selvillä, määritetään keskeiset tarvittavat tiedot (Zhang ym., 2022, s. 9). Infograafin osalta Krum (2014, s. 28–29) ohjeistaa noudattamaan kolmivaiheista rakennetta: johdantoa aiheeseen, kuten otsikkoa ja lyhyttä kuvailevaa tekstiä; varsinaisen viestin sisältävää osaa; sekä lopun tiivistystä tai toimintakehotusta.

## Kohde- tai käyttäjäryhmä

Visualisoinnin käyttäjäryhmän tunnistaminen vaikuttaa (Bach ym., 2023, s. 343) muun muassa valittavaan visualisointityyppiin (Zhang, 2022, s. 8), kaavioiden selitetekstien yksityiskohtaisuuteen (Malkani ym., 2023), narratiivin laajuuteen (Zhang, 2022, s. 7), kulttuuristen tekijöiden myötä värivalintoihin (Cyr ym., 2010, s. 16) ja mahdollisesti sukupuolierojen huomioimiseen (Gaba ym., 2024, s. 327). Lisäksi visualisointien tulee olla saavutettavia (Malkani ym., 2023). Käyttäjiä kannattaa myös mahdollisuuksien mukaan osallistaa suunnitteluvaiheeseen, sillä Bach ym. (2023, s. 343) nostivat esille, että koontimittaristoa ei välttämättä käytetä, jos käyttäjäryhmä ei ole osallistunut suunnitteluun. Tämä korostaa käyttäjälähtöisen suunnittelun merkitystä.

### 3.2 Käyttöyhteyteen liittyvä ymmärrys

Käyttöyhteyteen kuuluvat resurssit, käyttäjät, tavoitteet ja tehtävät sekä käyttöympäristö (SFS-EN ISO 9241-11: 2018). Bach ym. (2023, s. 350) kutsuvat suunnitteluprosessin alussa suoritettavaa käyttäjiä, heidän tehtäviään ja tietojoukkoa koskevaa selvitystyötä vaatimusanalyysiksi. Bachin ym. artikkeliin liittyvällä verkkosivustolla Bach ym. (n.d.) tarkentavat keräämään ymmärrystä koontimittariston käyttäjistä ja heidän tehtävistään, fyysisestä ja teknisestä käyttöympäristöstä sekä niihin liittyvistä rajoitteista ja mahdollisuuksista, kuten interaktiivisuudesta, visualisoinnin tarkasteluun käytettävästä ajasta, tiedoista joita visualisoinnin tulee tuottaa ja päätöksiä, joita visualisoinnin pohjalta tehdään. Myös Killen ym. (2020, s. 276) opastavat arvioimaan visualisoinnin käyttötapaa, käyttöastetta sekä tuttuutta esimerkiksi aiemmin käytössä olevan standardoidun esitystavan näkökulmasta.

Killenin ym. (2020, s. 268) pohdinnan mukaan visualisoinnin parantava tai harhaanjohtava vaikutus päätöksenteon laatuun liittyy todennäköisesti siihen, kuinka visualisointeja käytetään ja kuka niitä käyttää. Padilla ym. (2018, s. 20–22) suosittelevat arvioimaan käyttäjien yksilökohtaisten erojen mahdollista vaikutusta visualisoinnista tehtäviin päätelmiin esimerkiksi laskutaidon tai

graafisen lukutaidon osalta. He ehdottavat valitsemaan visualisoinnin, joka huomioi käyttäjän tietotaitotason ja on kognitiiviselta sopivuudeltaan hyvä kyseiseen päätöksentekotehtävään. Visualisointiin liittyvää päätöksentekoprosessia voidaan myös testata heuristisen ja harkitsevan ajattelun osalta suorittamalla kahta tehtävää samanaikaisesti ja arvioimalla lisätehtävän vaikutusta päätöksenteon oikeellisuuteen ja päätöksentekoon kuluvaan aikaan.

Kahnemanin (2003, s. 1469) kahteen ajattelutapaan perustuva käyttäytymisen ymmärtämisen ja ennustamisen lähestymistapa korostaakin tilanteen vaikutusta: luonnolliset reaktiot eri tilanteissa eivät ole samanlaisia kaikilla, vaan ne ovat riippuvaisia muun muassa kulttuurista ja yksilön tietotaidosta.

Eberhardin (2023, s. 176–194) mukaan käyttäjäryhmää voi tutkia kognitiivisten kykyjen, kuten graafisen lukutaidon tai havaintonopeuden osalta, sekä visualisointiin liittyen päätöksenteon tarkkuuden, vasteajan eli tehokkuuden, luottamuksen, vinoumien esiintyvyyden, asennemuutoksen (vaikutus haluun toimia), käyttäjän mieltymyksen ja graafisen erottuvuuden, kuten kirkkauden, värin, kaaviolajin, taustan, vaihtelun ja tietojen sekavuuden, osalta.

Vanicek ja Popelka (2023, s. 1) tarkentavat, että käytettävyyttä voidaan arvioida vastausten tarkkuuden ja oikeellisuuden osalta vaikuttavuustestillä, tehokkuuden osalta suoritusajan mittaamisella sekä osallistujien asennetta ja koettua käyttömukavuutta tyytyväisyyskartoituksella. Käyttäjien ominaisuuksien osalta Gaba ym. (2024, s. 327–335) korostavat, että tehtävissä valinnoissa on otettava huomioon käyttäjien kokemus ja tietotaito sekä tutkittava visualisoinnin vaikutuksia siihen, miten kohderyhmä tekee päätelmiä. Koneoppimisen mallien visualisointivalinnoissa tulee pohtia, miten käyttäjää voi auttaa arvioimaan mallin tai sen datan luotettavuutta tai tarkkuutta.

### **Käyttöliittymä ja koontimittaristo teknisenä käyttöympäristönä**

Ken ym. (2023, s. 15) mukaan selkeän ja intuitiivisen käyttöliittymän suunnittelussa huomioidaan yleensä visuaalisuus ja toiminnallisuus. Bach ym. (2023, s. 345–346) tunnistivat koontimittariston sommittelun näkökohdiksi

yksittäistä sivua koskevan sommittelun eli sivurakennemallin, näyttötilamallin, sivujen keskinäisen rakenteen mallin, interaktiomallin ja värimaailman. Näyttötilan malli (screenspace pattern) kuvaa sitä, miten sisältö on sovitettu kerralla näkyvissä olevalle sivulle. Vaihtoehtoja ovat näyttöön sovitettu malli (screenfit), pääasiassa pystysuuntaisella vierityksellä toimiva ylivuotomalli (overflow) ja lisäsisältöä pyynnöstä -malli (detail on demand). Tietojen esittämisessä voidaan hyödyntää myös usean sivun rakennetta ja parametrisointia, jonka avulla tietoja pystyy suodattamaan. Ke ym. (2023, s. 17) ehdottavat myös harkitsemaan toimintoa, jolla esitystavan voi vaihtaa tekstimuotoiseksi.

Bachin ym. (2023, s. 345, 347) mukaan koontimittaristo voidaan toteuttaa yhden tai useamman sivun rakenteella. Sivujen keskinäisen rakenteen malli kuvaa tapaa, miten sivut on rakennettu suhteessa toisiinsa. Ihanteellinen ja tasapainoinen lopputulos edellyttää, että suunnittelussa pohditaan sivujen määrän ja rakenteen lisäksi yhdellä sivulla olevaa informaatiokuormaa eli kerralla näytettävää informaatiota, interaktiivisuutta ja näyttötilan kokoa. Ken ym. (2023, s. 8, 15, 17) tutkimustuloksen perusteella yhdellä sivulla ei tulisi olla kahdeksaa tietojoukkoa enempää tietoa vaan mieluiten 4 tai 6. Näytettävä informaatiomäärä voi aiheuttaa eri käyttäjille eri suuruista kognitiivista kuormitusta, ja mikäli suoritettavan tehtävän kannalta epäolennainen tieto aiheuttaa liikaa kuormitusta, kannattaa kokeilla toteutustapaa, jossa yksinkertainen päänavigointi mahdollistaa porautumisen tarvittaviin tietoihin.

Interaktiomallin osalta Bach ym. (2023, s. 346) nimeävät koontinäytön toiminnoiksi porautumisen lisäksi navigoinnin ja personoinnin. Interaktiivisen eli vuorovaikutteisen mediaformaattimuodon lisäksi Krum (2014, s. 31) listaa mediaformaateiksi seuraavat: staattinen, zoomattava, klikattava, animoitu ja videomuotoinen. Dynaaminen-termin osalta Pei ym. (2022, s. 1) selittävät dynaamisen kuvan näyttöelementiksi, jonka ominaisuudet muuttuvat ajan myötä. Dynaamisuus voi Pein ym. mukaan parantaa opiskelijan ymmärrystä opetuksesta tai herättää enemmän visuaalista huomiota kuin sama tieto staattisena. Toisaalta dynaaminen kuva voi aiheuttaa suuremman kognitiivisen



kuormituksen heikentäen suorituskykyä ja tehokkuutta. Yhtenä syynä on se, että dynaamiseen kuvaan sisällytetään usein liiallisesti tietoa omaksuttavaksi lyhyessä ajassa. Mayr ja Windhager (2018, s. 6) jakavat Pein ym. näkemyksen todeten, että dynaaminen esitys voi tukea havainnointia, mutta toisaalta kuormittaa työmuistia.

Visualisoinnin käyttöyhteyteen tutustumisen jälkeen visualisoinnin tietosisältöä ja erityisesti sen esitystapaa on pohdittava harkiten – infograafin varsinaisen viestin sisältävää osaa Krum (2014, s. 28) kutsuu infograafin olemassaolon syyksi.

### 3.3 Tietosisältö

Tässä tietosisältöä koskevassa luvussa käsitellään tietojoukon merkityksellisten piirteiden tunnistamista (3.3.1), datan graafisen esitysmuodon ja kaaviotyypin valintaa (3.3.2) ja datan kuvailutietoa eli metadataa (3.3.3).

#### 3.3.1 Tietojoukon merkitykselliset piirteet (tietojen tietomalli)

Bach ym. (2023, s. 344, 350) ohjeistavat suunnitteluprosessin alussa tehtävässä vaatimusanalyysissä määrittämään käyttäjien ja tehtävien lisäksi tietojoukot. Visualisoitavan tiedon osalta suunnittelijan tarvitsee tietää, mikä tieto on merkityksellistä, jotta on mahdollista määritellä, kuinka paljon tietoa koko datasta tulee olla näkyvillä. Tietojoukko voidaan esittää **kokonaan**, yksinkertaisemmassa muodossa **yhdistettyinä** tietojoukkoina eli aggregoituna **kynnysarvon ylittävän** datan osalta, johdettujen arvojen osalta tai datasettiin kuuluvien tiettyjen **ehdot täyttävien arvojen** osalta. Myös Padilla ym. (2018, s. 22) ohjeistavat tunnistamaan suunnitteluvaiheessa merkitykselliset tiedot, jotta katsojan huomio osataan ohjata niihin visuaalisten piirteiden avulla.

Samat data-arvot voidaan järjestää visualisointiin eri tavoin, mikä Xiongin ym. (2022, s. 955, 963) mukaan saattaa aiheuttaa eri katsojille tietojoukosta erilaisia käsityksiä. Pylväskaavio voi korostaa eri pylväiden suuruuseroa yksittäin, kun

taas pinottu pylväskaavio sitä, millä pylväällä on suurin summa. Xiongin ym. tutkimustuloksen mukaan käyttäjät vertaavat helpoimmin pylväskaavioissa lähemmäs olevia tietoja, ja he suosittavat, että merkitykselliset tiedot järjestetään lähemmäs vertailun helpottamiseksi. Pylväsryhmät kannattaa asetella vertailuun liittyvän käyttäjätavoitteen perusteella joko vierekkäin omille x-akseleilleen (adjacent), lomittain samalle x-akselille (overlaid) tai pystysuuntaisesti, päällekkäin omille x-akseleillaan (vertical). Maksimi- ja minimiarvojen tunnistamiseksi kannattaa pylväsryhmät asettaa lomittain samalle x-akselille.

Visualisointipäätöksiä tehdessä on tärkeää myös huomioida Gaban ym. (2024, s. 327–328) muistutus, että liiallisen tietomäärän esittäminen voi heikentää päätöksen laatua kognitiivisen kuormituksen takia. Näytettävän informaation osalta tulee huomioida myös käyttöyhteyteen liittyvät näkökohdat, kuten käyttäjien tuntemus visualisoitavasta tietosisällöstä, paljonko visualisoinnin tarkasteluun on aikaa ja perustuvatko visualisoinnin avulla tehtävät päätökset analysointiin vai vertailuun (Bach ym., n.d.). Eri visualisointityypit tukevat erilaisia päätöksentekotilanteita (Killen ym., 2020, s. 270), ja aivotyötä voidaan tukea hyödyntämällä muun muassa kaavioita, joiden avulla vertailu on luontaisesti helpompaa (Kahneman, 2003, s. 1452; Cairo, 2013, s. 119).

### 3.3.2 Datan graafisen esitysmuodon ja kaaviotyypin valinta

Xiong ym. (2022, s. 955) toteavat, että kaaviotyypin valinta voi vaikuttaa visualisointia katsovan havaintoihin, tulkintaan ja ymmärrykseen. Huonosti valittu kaaviotyyppi voi aiheuttaa väärinymmärryksiä, piilottaa merkityksellistä tietoa tai vääristää sitä. Tarkoituksenmukainen kaaviotyyppi voi sen sijaan auttaa katsojaa käsittelemään tietoja intuitiivisesti ja tehokkaasti. Kahneman (2003, s. 1453) opastaa, että kaavion tai visualisoinnin piirteiden valinnassa kannattaa hyödyntää ihmisen luontaista, lähes automaattista kykyä vertailla objektien fyysisiä tai abstrakteja ominaisuuksia. Fyysisiä ominaisuuksia ovat esimerkiksi koko ja etäisyys; abstrakteja ominaisuuksia samankaltaisuus tai yllättävyys, kuten houkuttelevuus.

Cairo (2013, s. 119) nostaa esille vertailun tarkkuuden tason – mitä tarkempia päätelmiä datasta tarvitsee tehdä, sitä tarkempaa vertailua mahdollistavaa graafista muotoa tulee käyttää. Malkani ym. (2023) tiedostavat visualisointien käytön tehokkuuden, mutta heidän mukaansa tulee myös huolehtia siitä, että tietoihin voi syventyä myös numeerisessa muodossa esimerkiksi taulukoituna. Valittavat esitysmallit Bach ym. (2023, s. 344) jakavat yksityiskohtaista tietoa tarjoaviin, itsenäisiin visualisointeihin ja pienoiskaavioihin. **Itsenäinen visualisointi** voi olla taulukko, luettelo tai muu tarkkoja arvoja esittävä visualisointi, joka sisältää selitteet ja akseliotsikot. **Pienoiskaavio** sen sijaan välittää yksityiskohtaisen tiedon sijaan nopean tilannekuvan, trendiä näyttävän sparkline-kaavion tavoin, eikä sisällä esimerkiksi otsikkoa tai akselin kuvausta.

Bach kollegoineen listaavat **abstraktimman** visuaalisen koodauksen tyypeiksi viisarityyppisen mittarin, edistymispalkin, lämpömittarin tai piktogrammin. Mittariin voi sisällyttää kynnyсарvomerkinän eli tiedon siitä minkä raja-arvon jälkeen arvon luonne on kriittinen tai se on huomioitava. **Piktogrammi** voi kertoa data-arvon olemassaolosta (esimerkiksi rasti ruudussa), datan suhteellisesta määrästä prosenttiosuuden perusteella väritetyn dataa symboloivan piktogrammin avulla (täytetty piktogrammi) ja eräänlaisena sisältölistauksena, jolloin piktogrammi ilmaisee sen vieressä olevan arvon aiheen. **Trendinuolia** käytetään osoittamaan data-arvon muutoksen suuntaa nousevana, laskevana tai kaltevuuden vaihtelua sisältäen. **Numero** toimii yksittäisen arvon numeerisena esityksenä esimerkiksi avainarvolle tai kynnyсарvon osoittamisessa (Bach ym., 2023, s. 344; Bach ym., n.d.).

Xiong ym. (2022, s. 955) opastavat tarkoituksenmukaisen **kaaviotyypin** valinnassa harkitsemaan muun muassa seuraavia eri kaaviotyypin etuja:

- Pylväskaavio voi kannustaa vertailuun.
- Viivakaavion avulla voidaan seurata trendiä tai havaita aikajaksoon sisältyviä muutoksia.
- Histogrammi auttaa löytämään äärimmäisyyksiä.
- Sirontakaavio tuo esille datapisteiden ryhmittymät.
- Lämpökartta auttaa vertailemaan likimääräisiä arvoja.

- Puukartta helpottaa hierarkkisten rakenteiden tunnistamisessa.
- Data-arvopisteitä kerääviä kaaviotyyppejä, kuten pylväskaaviota, voidaan hyödyntää syy-yhteyden päättelyssä (toimivampi kuin pistekaavio).

Heikkilä (2008, s. 81) selittää mittaamisen olevan tilastotieteessä tilastoyksiköiden ominaisuuksien määrittämistä. Mittaustason ilmaisukykyä kuvaavia mitta-asteikoita ovat nominaali- eli luokittelu- eli laatueroasteikko, järjestys- eli ordinaaliasteikko, välimatka- eli intervalliasteikko ja suhdeasteikko eli absoluuttinen asteikko. Few (2004, s. 36–38) lisää, että numeeriset datavisualisoinnit sisältävät aina luokittelevaa tietoa arvoja kuvaavien otsikoiden muodossa. Luokitteleva tieto vastaa kysymykseen ‘mitä’ ja kvantitatiivinen tieto kysymykseen ‘kuinka paljon’. Yksi kaavio voi sisältää useampaa luokittelevaa tietoa, kuten alueittaiset ja kuukausikohtaiset tiedot. Yksittäisen luokan vertailun Few jakaa kolmeen tyyppiin: laatuero-, järjestys- ja välimatkavertailuun.

Luokittelu- ja määrätietoa voidaan koodata visuaalisesti hyödyntämällä muotoa, kokoa, viivan pituutta, suuntaa, väriä ja 2D-paikkaa, ja Few’n mukaan numeerisen datan koodaamiseen 2D-paikka ja viivan pituus ovat tehokkaimmat tavat. Numeerisen datan viestimistavat Few jakaa seuraaviin kvalitatiivisten viestien tyyppeihin ja niille suosittelemiinsa visuaalisiin koodaustapoihin – jako perustuu siihen, miten arvoja verrataan toisiinsa. Tyypit ovat laatuerojen vertailu, arvojärjestys, aikajärjestys, frekvenssijakauman eli tietyn vaihteluvälin lukumäärien näyttäminen, poikkeavuuksien osoittaminen, korrelaatio eli kahden muuttujan vertailu niiden välisen riippuvuuden selvittämiseksi ja osan suhteellinen koko kokonaisuuteen verrattuna.

**Laatuerojen** vertailussa, eli kun luokkien välillä ei ole tiettyä järjestystä, Few (2004, s. 39) suosittaa käyttämään visuaalisena koodaustapana pylväs- tai palkkikaaviota. Myös **arvojärjestystä** koodataan pylväs- tai palkkikaavion avulla, ja korkeiden arvojen korostamiseksi lajittelu tehdään alenevasti ja matalien arvojen korostamiseksi nousevasti. **Aikasarjoissa** aikajakso on sijoitettava horisontaaliselle akselille. Yleisvaikutelman esittämisessä käytetään viivakaaviota ja yksittäisten arvojen korostamisessa pylväs- tai palkkikaaviota. Jos yleisvaikutelman lisäksi halutaan tuoda yksittäisiä arvoja esille, käytetään

viivalla yhdistetyt pisteet -kaaviota. **Frekvenssijakaumassa** yksittäisten arvojen korostamisessa käytetään histogrammia; yleiskuvan välittymiseksi histogrammiin voi lisätä viivan eli frekvenssimonikulmion.

**Poikkeavuuksien** osoittamisessa vertailuarvo on aina sisällytettävä kaavioon. Kun halutaan näyttää sekä yleiskuva että poikkeavuudet ajallisessa yhteydessä, käytetään viivakaaviota; jos halutaan lisäksi näyttää yksittäisiä datapisteitä, käytetään viivalla yhdistetyt pisteet -kaaviota. Yksittäisten arvojen korostamisessa hyödynnetään pylväskaaviota, mutta jos tiedot esitetään ajallisena jatkumona, tulee erot visualisoida pystysuuntaisen pylvään avulla. Korrelaation esittämisessä arvojen ja trendiviivan visuaalisena koodaustapana toimii hajontakaavio tai pareittain järjestetty pylväskaavio. Kun **osan** suhteellista kokoa visualisoidaan kokonaisuuteen nähden, käytetään koodaustapana pylväs- tai palkkikaaviota. Kun on näytettävä sekä kokonaisuus että luokkien osuudet yhdessä, voidaan käyttää pinottua pylväskaaviota — kyseistä kaaviotapaa ei tule käyttää muulloin. (Few, 2004.)

Padilla ym. (2018, s. 17–18) kokevat kuitenkin, että osan suhdetta laajempaan kokonaisuuteen voidaan kuvata myös muilla tavoin. Koska yksilön tietotaito vaikuttaa visualisoinnista tehtyyn päätelmään, kirjoittajat ehdottavat harkitsemaan matemaattista kyvykkyyttä vaativan esitystavan sijaan esimerkiksi kuvakkeita. Myös Burns ym. (2022, s. 4515, 4529) pohtivat samaa teemaa todeten, että yleisempään jakeluun tarkoitetun visualisoinnin suunnittelussa on huomioitava sopiva visuaalisen monimutkaisuuden taso. Visualisointi voi koostua geometrisista objekteista, kuten tavanomaisista kaavioista ja piktogrammeista eli kuvakkeista, kuten ihmissilhueteista. Piktogrammien käyttö voi lisätä muistamista ja sitoutumista. Burns ym. tutkimuksessa tavanomaisten kaavioiden tai piktogrammien käytöllä ei ollut tutkimusjoukon ajatteluun merkittävää vaikutusta, mutta yksilöiden välillä oli mieltymyseroja.

Yleisesti ottaen piktogrammien tulkinta vaati enemmän aikaa, mutta toisaalta aiheen hahmottaminen oli niiden avulla helpompaa. Osa henkilöistä koki piktogrammivisualisointien helpottaneen aiheen hahmottamista, kun toiset pitivät pylväs- ja piirakkakaavioista niiden nopealukuisuuden ja selkeyden takia.

Piktogrammeja hyödyntävän tuleekin arvioida niiden visuaalista miellyttävyyttä, ymmärtämiseen kuluvaan aikaan sekä aiheen hahmottamisen helppoutta ja selkeyttä. (Burns ym., 2022, s. 4515, 4529.)

Akselien esittämistavan merkitystä Padilla ym. (2018, s. 4) havainnollistivat esimerkillä, jossa y-akselin arvoasteikko on käännetty, eli suurimmat luvut ovat lähellä origoa. Kuvasta saatava ensivaikutelma perustuu todennäköisesti totutumpaan esitystapaan, eli nolla-arvon sijaintiin alhaalla. Kaaviota tarkemmin katsova henkilö voi muokata omaa mentaalimalliaan vastaamaan visualisoinnin y-akselin arvoja tulkitukseen kaaviota oikein, mutta vaativampi kognitiivinen työ voi lisätä virheiden mahdollisuutta, suoritusajan kestoa ja kognitiivista kuormitusta. Myös Wall ym. (2019, s. 497) kehottavat varmistamaan, että esitystapa ei johda harhaan. Sen lisäksi tulisi tarkastella, korostaako visualisointi virheellisiä, odottamattomia, päällekkäisiä ja puuttuvia tietoja sekä ovatko visuaaliset koodaukset tarkoituksenmukaisia ja tarkkoja. Visualisointiin liittyvää luottamusta voi testata muun muassa tutkimalla visualisoinnin vaikutuksia siihen, miten sidosryhmä tekee päätelmiä (Gaba ym., 2024, s. 328).

Xiongin ym. (2022, s. 963) arvion mukaan asiantuntijoilla on yleensä hyvä intuitio valita parhaiten toimiva esitystapa, mutta kirjoittajien tutkimuksessa asiantuntijat tekivät myös useita valintapäätöksiä, jotka eivät vastanneet visualisointia tarkastelleiden näkemystä parhaasta esitystavasta. Myös Bach ym. (2023, s. 342) tiedostavat suunnitteluvalintojen haastavuuden. Ohjeille on tarvetta, sillä koontinäyttöjä suunnittelevat nyt muun muassa henkilöt, joilla ei ole asiantuntemusta käyttöliittymäsuunnittelusta tai visualisoinneista. Xiong ym. (2022, s. 955) toteavat, että muun muassa Tableau-analysointialustassa on suositusjärjestelmä visualisointitavan valinnan tueksi. Suositusjärjestelmän käytöstä on hyötyä, mutta on kuitenkin huomioitava, että suositukset perustuvat yksinkertaisiin sääntöihin. Visualisoinnin tulkinta on yleensä monen tekijän summa, missä tulee huomioida muun muassa käyttäjän osaamistaso ja tiedonhaun tarkoitus.

### 3.3.3 Datan kuvailutieto – tietoa tiedosta

Ilman asiayhteyttä numero 23 on vain numero.

Huolimatta siitä, että kuvan sanotaan vastaavan tuhatta sanaa, Yukin ja Diamondin (2014, s. 53, 55) näkemyksen mukaan viestinnällisesti tehokas visualisointi tarvitsee kontekstin ilmeiseksi tuovaa, mahdollisimman pienellä sanamäärällä tuotettua selkeää tekstiä, esimerkiksi väärinkäsitysten välttämiseksi. Myös Malkani ym. (2023) ohjeistavat tuomaan dataan liittyvää kontekstia esille. Metatieto-termiä Bach ym. (2023, s. 344) selittävät dataa ja sen asiayhteyttä kuvailevaksi lisätiedoksi. Metatietoja ovat datalähdettä koskeva tieto, datan rajoituksia koskevat ilmoitukset, dataa tai sen aihealuetta selittävä tieto, päivitystieto sekä huomautukset, jotka korostavat tiettyä tietoa, muutosta tai kehitystä. Visualisoinnissa olevien metatietojen merkitys saatetaan tietyissä tilanteissa pystyä päättelemään; esimerkiksi visualisoinnissa oleva päivämäärä ymmärretään kuluvaan päiväksi tai datan päivitysajankohdaksi.

Malkanin ym. (2023) mukaan selkeät kuvaukset tukevat ymmärtämistä ja auttavat sijoittamaan tiedon laajempaan kontekstiin. He neuvovat nimeämään x- ja y-akselien otsikot ja muut kaavion kuvaukset selkeästi varsinkin, jos kohderyhmässä on henkilöitä, jolle esitystapa ei ole tuttu. Xiong ym. (2022, s. 963) ehdottavat, että vertailutavoitetta tukevien visuaalisten valintojen lisäksi kaavion selitetekstiin kirjattaisiin, mitä vertailua valittu visualisointitapa tukee. Tämänlainen kaavion ja kuvatekstin toisiaan tukeva yhdistelmä parantaisi käyttäjän tekemän vertailun tehokkuutta ja auttaisi sisäistämään visualisoinnista saatavaa viestinnällistä 'takeaway'-tietoa.

Suunnittelussa kannattaa hyödyntää myös kansainvälistä Web Content Accessibility Guidelines -ohjeistusta (WCAG), jonka tarkoituksena on varmistaa verkkosisältöjen esteettömyys eli saavutettavuus. Ohjeistus koskee julkisen sektorin lisäksi osaa yksityisen ja kolmannen sektorin organisaatioista verkkosisällön toimintavarmuuden, hallittavuuden, havaittavuuden ja ymmärrettävyyden osalta. Ymmärrettävyyttä koskeva kriteeristö liittyy käyttöliittymän toimintaan sekä luettavaan ja ymmärrettävään tekstisisältöön ,

kuten johdonmukaiseen merkitsemiseen, nimilappuihin ja otsikoihin. (Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019; Etelä-Suomen aluehallintovirasto [AVI], n.d.)

### **Ilmoitukset dataa koskevista rajoituksista tai puolueellisuudesta**

It ain't so much the things we don't know that get us in trouble.  
It's the things we know that ain't so. – Artemus Ward 1834–1867

Meille ei aiheuta niin paljon harmia se, mitä emme tiedä, kuin se,  
että meille annetaan väärää tietoa. (Ward, Heikkilän mukaan 2008, s. 72).

Mena (2023, s. 729–730) toteaa, että esitettävän tiedon tulee perustua tosiasioihin ja mahdollisista rajoituksista tulee ilmoittaa, jotta välttyttäisiin väärinkäsityksiltä. Eberhard (2023, s. 203) jakaa näkemyksen ja opastaa, että visualisoituun tietoon liittyvän epävarmuuden voi tuoda esille esimerkiksi korostamalla, jotta päätöksentekovarmuus ei kasva virheellisesti. Myös Gaba ym. (2024, s. 327–334) käsittelevät samaa aihetta. Tarkkuusasteesta informoiminen ja informointitapaan liittyvät visuaaliset valinnat vaikuttavat siihen, kuinka luotettavana dataa pidetään, miten datapisteitä vertaillaan ja miten datan syy-seuraussuhteista tehdään johtopäätöksiä ja päätelmiä. Visualisoinnin tarkkuuden tai puolueellisuuden informoinnissa voi käyttää varoitustekstiä, sillä tekstimuotoinen ilmoitus voi olla vaikuttavampi kuin vastaavan tiedon esittäminen pylväskaavion avulla.

Gaban ym. esimerkissä pylväskaavio vei tutkimusosallistujien huomion selkeästi erottuviin, suurimpiin arvoihin, kun taas tekstimuodossa esitetyt arvot edesauttoivat lukujen välisen erotuksen laskemista. Graafisen kuvaajan ja tekstin ollessa ristiriitaiset, osallistujat luottivat enemmän tekstimuotoiseen informaatioon. Visualisoinnin luotettavuusarvon varmistamiseksi tulisi Wallin ym. (2019, s. 497) mukaan huolehtia, että datan aihealueesta saa kokonaiskäsityksen, datan laadukkuutta pystyy arvioimaan ja visualisointi on suunniteltu niin, ettei sen pohjalta tehdä virheellisiä johtopäätöksiä.



Visualisoinnin luottamusta mittaaviksi menetelmiksi Gaba ym. (2024, s. 328) listaavat käyttäytymismittarit, luottamuspelit ja osallistujien omakohtaisen arvion visualisoinnin tarkkuudesta ja luotettavuudesta joko kyselylomakkeella tai haastatellen. Käyttäytymismittarit ja itsearviointit ovat luonteeltaan erilaisia, joten niiden korrelaatio on heikko. Itsearviointien heikkoutena Gaba ym. pitävät epätarkkuutta ja asteikon tulkitsemiseroja. Koneoppimismalliin tarkkuutta, oikeudenmukaisuutta ja vinoumia voidaan arvioida ei-ohjelmoijille suunnatun What-If Tool -työkalun lisäksi muun muassa Microsoft Fairlearn, IBM AI Fairness 360, Fairkit-learn, FairSight, FairVis ja SliceTeller -järjestelmissä.

Tämä tietosisältöä koskeva luku käsitteli tietojoukon merkityksellisten piirteiden tunnistamista; graafisen esitystavan, kuten kaaviomallin valintaa; ja datan kuvailutietoa. Nämä tietosisällöt tulee sommitella visualisointiin.

### 3.4 Sisällön sommittelu

Sommitelulla luodaan arvoa niin painotuotetta (Schwen, 2020, s. 6–7) kuin infograafia lukevalle (Locoro ym., 2020, s. 1), aktiiviselle järjestelmän käyttäjälle tai ensimmäistä kertaa käyttöliittymään tutustuvalle (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 5). Graafisen suunnittelun (Koponen ym., 2017) kulmakiviä ovat tyhjän tilan hyödyntäminen (Coursaris & van Osch, 2016, s. 262), typografiset (Schwen, 2020, s.1–5; Coursaris & van Osch, 2016, s. 254) ja väreihin liittyvät valinnat (Coursaris & van Osch, 2016, s. 252), ulkoasu (Coursaris & van Osch, 2016, s. 262; Schwen, 2020, s. 6), harmonia, symmetria ja kultaisen leikkauksen suhdeluku 1,618:1 (Jia, 2021, s. 2). Visuaalinen selkeys voi tukea esteettisyyden kokemusta (Coursaris & van Osch, 2016, s. 254, 261) sekä vaikuttaa tehokkuuteen (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 14) ja käytettävyyteen (Kuutti, 2003, s. 13). Suunnittelussa on huomioitava kokonaisuus ja arvioitava elementtien välistä vuorovaikutusta, sen haastavuudesta huolimatta (Coursaris & van Osch, 2016, s. 261).

Visuaalisen järjestelmän sommittelunäkökohtia ovat Bachin ym. (2023, s. 345) mukaan yksittäistä sivua koskeva sommittelu eli sivurakennemalli,

näyttötilamalli eli miten visualisointi sovitetaan näyttöön, useiden sivujen keskinäisen rakenteen malli, interaktiomalli ja värimaailma. Tämä luku käsittelee visualisoinnin sommittelua lähinnä sivusommittelun ja väreihin liittyvien valintojen osalta. Alalukuina ovat selkeä visuaalinen ilme ja yksinkertainen rakenne (3.4.1) sekä saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevat muoto- ja väripiirteet (3.4.2).

### 3.4.1 Selkeä visuaalinen ilme ja yksinkertainen rakenne

Bossi ym. (2023, s. 1) kirjoittavat Meißnerin ja Ollin osoittaneen, että informaation havaitsemisprosessiin vaikuttavat merkittävästi visuaalisten elementtien erottuvuus sekä sekavuus. Visuaalista erottuvuutta, ja siten myös huomiota, saadaan aikaan kontrastilla, värillä, suunnalla ja rajauksilla. Piirreintegraatioteorian mukaan tietyn piirteen erottuminen voi tapahtua nopeasti ja esitietoisesti (rinnakkaishaku), ja mikäli huomiota herättävien tekijöiden määrä kasvaa, kohteen tunnistaminen (sarjahaku) hidastuu. Tästä voidaan päätellä, että visuaaliseen havainnointiin liittyvä suorituskyky huononee, jos visuaalisten elementtien sekavuus kasvaa.

Näytön visuaalinen vaihtelu vaikuttaa Lazardin ja Kingin (2020, s. 96) mukaan käyttäjien kiinnostukseen käänteisen U-kuvion tavoin. Liian vähäinen vaihtelu ei herätä kiinnostusta ja liian korkea visuaalinen monimutkaisuus on katsojalle jo ylivoimaista. Tämä visuaalisen monimutkaisuuden teoria perustuu Gestalt-psykologiaan ja Berlynen esteettiseen teoriaan. Ke ym. (2023, s. 2–4) viittaavat myös käänteiseen U-muotoon ja toteavat monimutkaisen, monitulkintaisen ja epäselvän informaatiokuorman aiheuttavan kognitiivista kuormitusta. Bossi ym. (2023) selittävät visuaalisten vihjeiden paljouden ja visuaalisen sekavuuden haittaavan tarkkaavaisuutta ja tehokkuutta. Sekavuutta aiheuttaa suuren informaatiokuorman lisäksi visuaalisten elementtien jäsenitelemätön rakenne ja epäolennainen visualisoitu tieto. Sekava ulkoasu lisää kognitiivista työtä, vaikeuttaa olennaisen tiedon löytämistä ja aiheuttaa päätöksentekoon vinoumia haitaten päätöksenteon laadukkuutta.

Bossi ym. (2023, s. 4) viittaavat aiempiin tutkimuksiin tuoden esille Ognjanovicin ja kollegoiden tutkimuspäätelmän, jonka mukaan näytön sekavuus vaikutti enemmän aloittelijoiden suorituskykyyn ja visuaaliseen tarkkuuteen kuin kokeneempiin käyttäjiin. Neurokuvantamiseen perustuva tulos osoitti, että kokeneet käyttivät työtehtävässä hyvin opittua automaattista käyttäytymistä, kun taas aloittelevilta tehtävä vaatii enemmän tarkkaavaisuutta. Padillan ym. (2018, s. 16–17) mukaan on myös merkittävää näyttöä pidemmältä ajalta, että yksilön tietotaito ja esimerkiksi graafiseen lukutaitoon tai laskutaitoon liittyvät kyvykkyydet vaikuttavat visualisoinnin avulla tehtyyn päätelmään.

Hoffensonin ym. (2023, s. 10) tutkimuspäätelmänä on, että oppimista ja arviointia tukeva tapa on esittää tarvittava tieto informaatiotaululla niin, että siinä on mahdollisimman vähän ominaisuuksia ja toimintoja. Käytettävyydessä yksinkertaisuuden ajatellaankin voittavan monimutkaisuuden (Rousi ja Silvennoinen, 2018, s. 67). Hyvän havaittavuuden huomioivassa esitystavassa on johdonmukainen navigointi ja merkitsemistavat. (AVI, n.d.) Wallin ym. (2019, s. 497) mukaan selkeys mahdollistaa visualisointiin liittyvää nopeaa havainnointia, yksittäisen tiedon etsimistä ja kattavan käsityksen saamista. Elementtien asettelu tulee olla tehty mielekkäästi ja tiedon oleellisten piirteiden nähtävissä kerralla. Tietoja on hyvä pystyä järjestämään eri esitystavoilla tiedon ominaisuuksien perusteella, ja tietojen tarkastelun tulisi olla sujuvaa eri yksityiskohtaisuustasojen välillä. Interaktiivisuuden tulee toimia ilman komentoja tai tekstikyselyitä, ja yleiskäsitys datasta tulee saada saavutettavasti, mielekkäiden visuaalisten kaavioiden avulla.

Terveystieteen mittaritauluja tutkineet Malkani ym. (2023) listaavat yhdeksi suunnittelun näkökohdaksi monimutkaisuuden minimoinnin. Keinoiksi he mainitsevat tietojen esittämisen yksinkertaisemmin, tiivistetysti ja jakamalla tietomäärän yhden sivun sijaan useammalle, alkusivulta navigoitaville alemmille tasoille. Käytettävyyttä parantavat yksinkertaisen asettelun lisäksi tekstin luettavuus ja tietojen nopea latausaika. Rousin ja Silvennoisen (2018, s. 67) mielestä monimutkaisetkin elementit pystytään organisoimaan niin, että vaikutelma pysyy selkeänä. Se on harkittua monimutkaisuutta.

Visuaalisen navigoinnin osalta Sinkkonen ym. (2006, s. 102–104) opastavat, että käyttäjän katsetta pystytään ohjaamaan havainnointia helpottavalla hierarkkisella asettelulla ja loogisuus- tai tärkeysjärjestykseen perustuvalla elementtien asettelulla. Käyttäjä katsoo yleensä ensimmäiseksi näytön vasenta yläneljänneestä, ja suunnittelussa voi pyrkiä ohjaamaan käyttäjän katsetta sieltä eteenpäin esimerkiksi viivojen avulla tai hyödyntäen tyhjiä väliä luomia väyliä ohjaamaan visuaalista navigointia. Kun rakenne on selkeä ja yksinkertainen, on todennäköisempää, että katse kulkee suunnittelijan ajattelemaa reittiä. Bossi ym. (2023, s. 2) ohjeistavat, että näytön rakenteen parantamisessa voidaan hyödyntää mittausmenetelmiä, kuten visuaalisia hakutehtäviä tai Stroopin efekti-tehtävää, jossa tutkitaan, miten kognitiivista ristiriitaa tai häiriötä käsitellään. Tehtävässä sanan merkityksen ja fonttiväriin erottuvuuden välillä on ristiriita, ja valikoivan tarkkaavaisuuden tulisi jättää epäolennainen informaatio huomiotta.

### 3.4.2 Saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevat muoto- ja väripiirteet

Participants must feel comfortable working with a product while they efficiently find the information needed.

– Tomas Vanicek, Stanislav Popelka (2023, s. 1).

Saavutettavuus on määritetyn tavoitteen saavuttamista esteettömästi ja käytettävyys käytön helpoutta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s. 5, 9).

### **Saavutettavuus**

Näyttöpäätteeltä katseltavien visualisointien osalta tulee Dimaran ym. (2020, s. 1413) mukaan huomioida tietokoneen ja näyttöjä koskevien rajoitusten lisäksi ihmisten rajoitteet muun muassa päättelyn ja näkemisen kannalta. Näkemisen osalta Wang ym. (2023, s. 1390) nostavat näkökohdaksi värinäön puutteet. Verkkosisältöjen saavutettavuusvaatimukset koskevat neljää aihealuetta: havaittavuutta, hallittavuutta, ymmärrettävyyttä ja sisällön toimintavarmuutta eri asiakasohjelmilla (AVI, n.d.). Informaation ja käyttöliittymäkomponenttien

**havaittavuus** koskee esimerkiksi värien käyttöä, kontrastia, visuaalista esitystapaa ja tekstin välitystä. **Hallittavuus** liittyy käyttöliittymäkomponentteihin ja navigointiin. Informaation ja käyttöliittymän toiminnan **ymmärrettävyys** on muun muassa tekstisisällön luettavuutta ja ymmärrettävyyttä, johdonmukaista navigointia ja aiheen tai merkityksen kuvailevia otsikoita.

Muun muassa viranomaisia koskevia, lain velvoittamia A- ja AA-tason saavutettavuuskriteereitä on kaikkiaan 49. Havaittavuutta koskevien kriteerien osalta saavutettavuuskriteeri WCAG 1.4.1 [A] ohjeistaa, että väriä ei tule käyttää ainoana visuaalisena keinoa välittää informaatiota. Kontrastin osalta kriteeri WCAG 1.4.3 [AA] puolestaan neuvoo, että tekstin ja tekstiä esittävän kuvan välisen kontrastin tulee olla vähintään 4,5:1, ja isokokoisien tekstin ja isokokoisia tekstiä esittävän kuvan osalta 3:1. Kun pyritään saavuttamaan parannettu kontrastisuhde, kriteerin WCAG 1.4.6 [AAA] mukaan vähimmäiskontrastin on oltava vähintään 7:1, ja isokokoisien esitysmuodon osalta 4,5:1. Kontrastia koskevat vaatimukset 1.4.3 ja 1.4.6 eivät koske oheissisältöä tai logotyyppejä (AVI, n.d.).

Visuaalisen esitystavan ergonomisia periaatteita ohjeistava standardi SFS-EN ISO 9241-171 (2009, s. 9) linkittää WCAG-kriteerit ISO-standardeihin ja yleisiin suunnitteluperiaatteisiin (Design For All, DFA) seuraavasti:

- havaittava: WCAG 2.0 -periaate 1 ja ISO 9241-12
- toimiva: WCAG 2.0 -periaate 2 ja ISO 9241-110
- virheenkestävä ohjelmisto: ISO 9241-110 sekä DFA
- käytettävyydeltään joustava ohjelmisto: ISO 9241-110 sekä DFA
- ymmärrettävä: WCAG 2.0 -periaate 3 ja ISO 9241-12, ISO 9241-110.

## Käytettävyys

Käytettävyysuunnittelussa ja käyttöliittymäsuunnittelussa on Kuutin (2003, s. 27–29) mukaan hyvä hyödyntää muotopiirteiden osalta **hahmolakeja** eli ihmisen taipumusta ryhmitellä yksittäisiä elementtejä muodon, koon tai läheisyyden perusteella esimerkiksi toisiinsa liittyvien toimintonappien suhteen.

Kirjasinmuotojen, kuten typografian, osalta tulee huomioida se, että lukeminen perustuu normaalisti sanojen muodon tunnistamiseen, koska kokonaisen sanan tunnistaminen on nopeampaa. Jos tunnistamista häiritään esimerkiksi isoilla KIRJAIMILLA, sanan tunnistaminen hidastuu, koska sanojen hahmot on opittu tunnistamaan pienaakkosilla ilmaistuna. Poikkeuksena ovat kirjainyhdistelmät, jotka on tarkoitettu tunnistettavaksi yksittäisinä kirjaimina esimerkiksi rekisterinumero tai lennon numero (vertaa AY2345 ja Ay2345).

Schlatter (2013, s. 171) kutsuu väriä käyttöliittymäsuunnittelijan strategiseksi kumppaniksi ohjaamisessa ja suuntaamisessa Cyrin (2010, s. 14) todetessa, että värisuunnittelulla voidaan vaikuttaa esimerkiksi web-sivun herättämään luottamukseen ja tyytyväisyyteen. Myös Bach ym. (2023, s. 346) toteavat värin olevan tärkeä piirre visualisoinnissa, ja Schloss (2023, s. 1–2) kutsuu väriä tehokkaaksi viestintävälineeksi. Muun muassa käsitteitä voidaan visualisoida hyödyntämällä muotoa, kokoa tai muita visuaalisia piirteitä, kuten väriä – värin merkitys riippuu aiheysteystä. Wang ym. (2023, s. 1401) nostavat esille myös värien vaikutuksen kognitiivisiin tunteisiin. Värien avulla voidaan herättää positiivisia tunteita ja parantaa oppimissuoritusta.

Bachin ym. (2023, s. 346) mukaan värivalinnoilla voidaan pyrkiä lisäämään esimerkiksi esteettisyyden vaikutelmaa tai saamaan aikaan tunnereaktioita. Koontinäyttöjen osalta Bach ym. listasivat värien käyttötavoiksi seuraavat: (1) yhteisesti jaettu värimaailma, jossa datan osaryhmien yksilöllisiä värejä käytetään johdonmukaisesti kaikkialla; (2) luokkien tai asteikkojen tietojen koodaaminen hyödyntämällä värejä visuaalisena muuttujana (Data Encoding); (3) semanttiset värit, joissa väri sisältää usein merkityksellisen kynnyksen, kuten liikennevaloväreissä; ja (4) aiemmin mainitut tunteisiin liitettävät värit.

Coursaris ja van Osch (2016, s. 261–262) toteavat värin olevan kuitenkin vain yksi elementti suunnitteluelementtien joukossa, ja suunnittelussa on huomioitava myös muun muassa tyhjän tilan sekä ulkoasun rakennetta ja pyrittävä arvioimaan näiden eri elementtien käyttöä kokonaisuutena huomioiden elementtien väliset vuorovaikutukset. Dror (2020, s. 8000–8002) muistuttaa myös, että kognitiiviset vinoumat ja yksilökohtaiset erot voivat vaikuttaa siihen,

miten värit havaitaan ja koetaan. Drorin esimerkissä tuloksen tulkinnassa ei huomioitu kaikkia näkökohtia, vaan epäily aiheutti väritestin tulkitsemisen virheellisesti oletusta tukevaksi tulokseksi. Schlossin (2023, s. 1–2, 9) esimerkissä hedelmiin liittyneen pylväskaavion värit eivät vastanneet hedelmien luontaisia värejä, mikä aiheutti visualisointia tulkitsevalle enemmän kognitiivista ponnistelua kuin kaavio, jossa värivalinnat oli tehty hedelmien värien mukaan.

Väri- ja muotopiirteiden valinnassa tulee Tractinskyn ym. (1999, s. 398) tavoin huomioida myös Tuften ohjeistukset roskagrafiikan välttämisestä ja suuresta **informaatiotiheydestä** (data-ink ratio). Hyvässä kaaviossa tulisi olla mahdollisimman vähän tarpeettomia graafisia elementtejä eli maksimaalinen musteen käyttöaste datan näkökulmasta. Zhangin ym. (2022, s. 7) mukaan korkea informaatiotiheys on tehokas tiedonsiirron tarkkuuden varmistamisen tapa. Kolmiulotteisten muotojen osalta Bina ym. (2023, s. 2) väittävät vastoin Tuften näkemyksiä, että kolmiulotteiset kaaviot voivat toimia tietyissä tehtävissä kaksiulotteisia paremmin. He myöntävät kuitenkin kaksi- ja kolmiulotteisten muotojen vertailun haastavaksi. Suurimpana haasteena on visualisointikirjallisuuden irralliset teoreettiset näkökulmat ja ristiriitaiset tulokset. Piktogrammien osalta Burns ym. (2022, s. 4515) viittaavat aiempiin tutkimuksiin todetessaan, että niitä käyttämällä voidaan vaikuttaa muun muassa muistiin.

### **Värinäkemisen erot, väripaletit ja -asteikot**

Wangin ym. (2023, s. 1401) mukaan värikontrasteja lisäämällä voidaan parantaa visuaalisten yksityiskohtien, kuten kohteen sijainnin, muodon, asettelun ja tilarakenteen havaitsemista. Muokkaamalla helposti sekoittuvia värejä erottuviksi, autetaan käyttäjiä tunnistamaan värit ja kohteet oikein. Muuttamalla esimerkiksi punainen-vihreä -värimaailma keltaiseen ja siniseen huomioidaan käyttäjä, jolla on deuteranomalia. Värivalinnoissa Parish ja Edmondson (2019, s. 6) suosittelevat hyödyntämään simulointityökaluja, joilla pystyy tarkastamaan, miltä väriyhdistelmät näyttävät henkilöille, joilla on puutteita värinäkemisessä, esimerkiksi: <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>.

Väriasteikkojen osalta Parish ja Edmondson (2019, s. 6) käyttävät seuraavaa jakoa: (1) olemukseltaan tasaisesti muuttuva, mutta havainnollisesti yhtenäinen, peräkkäinen väriasteikko; (2) poikkeavuutta tai ominaisuuseroja, kuten positiivista tai negatiivista arvoa, korostava väriasteikko, (3) eroavuutta tai laatueroa korostava väriasteikko; ja (4) sateenkaariasteikko. Sateenkaariasteikon osalta sekä Parish ja Edmondson (2019, s. 6) että Crameri ym. (2020, s. 7) jakavat näkemyksen, että sitä ei tule käyttää. Parish ja Edmondson (2019, s. 6) selventävät, että väriasteikkoa ei pysty hyödyntämään mustavalkoisena, ja havaintokyvyn kannalta väriasteikon epäyhtenäiset värivaihtelut johtavat virheellisiin tulkintoihin värien suhteellisista arvoista, ja erityisesti punavihersokeiden on vaikea ymmärtää tietoja.

Crameri ym. (2020, s. 4, 7–8) ohjeistavat valitsemaan väriasteikon, joka soveltuu tieteellisen tiedon esittämiseen ja huomioi värinäkemisen erojen osalta sen, että asteikko ei sisällä saman valoisuusasteen punaista ja vihreää. Valinnan tulee sopia tietokokonaisuuden luonteeseen, jotta tietojen esittäminen on tehokasta. Käytettäessä tummuusasteikkoa sen asteittaisesti muuttuvien värierojen tulee olla kaikille vierekkäisille väreille yhtä suuria. Havaittavasti epäyhtenäinen väriasteikko voi aiheuttaa visuaalisia virheitä ja tiedon vääristymistä.

Crameri ym. listaavat tiedeviestintään soveltuviksi väripaleteiksi kartografiaan suunnitellun Colorbrewer-paletin, Python-järjestelmän MPL eli Matplotlib-väripaletit (viridis, magma, plasma ja inferno), erityisesti deuteranomaliaan suunnitellun Cividis-paletin, fyysisille parametreille tarkoitetun CMOcean-väripaletin, yleisimmät väriyhdistelmät eri tietomuodoissa tarjoavan Keski-Euroopan Centre for Exploration Targeting -väripaletin ja muun muassa mustavalkoisen tulosteen tulkinnan mahdollistavat, versioittain arkistoitavat Scientific colour maps -väripaletit. Myös Parish ja Edmondson (2019, s. 6) viittaavat Python-järjestelmän viridis-väriasteikkoon, jota pystyy tulkitsemaan myös mustavalkoisena valkokopiona.



## **Arvoa aivotyötä tukevalla visualisoinnilla**

Luvun yhteenvetona on, että visualisointiprosessiin liittyy visualisoinnin ydinviestin ja kohderyhmän määrittäminen, käyttöyhteyteen liittyvän ymmärryksen kerääminen, datan merkityksellisten piirteiden tunnistaminen, metadatasta huolehtiminen ymmärrettävyyden ja luotettavuuden varmistamiseksi, sopivan esitystavan valinta ja tietosisällön sommittelu esitysformaattiin.

## 4 Visualisointeja hyödyntävän käyttäjäkokemuksen parantaminen

Opinnäytetyön tutkimuksellinen osio koostuu kehitystehtävästä, jossa on konstruktiivisen tutkimuksen piirteitä, sillä kehitystehtävän lopputulemana on suositusten lisäksi myös konkreettisia tuotoksia. Käyttäjäkokemuksen parantamiseen tähtääviä kehittämisenäkökuilma oli kaksi, ja niitä edistettiin rinnakkain (kuva 5).

Tableau-visualisoinnit: käyttäjäkokemuksen parantaminen		maalis 2024					huhti 2024				
		3.3	10.3	17.3	24.3	31.3	7.4	14.4	21.4	28.4	5.5
1	<b>Käyttäjän tukeminen Tableau-käyttöliittymän käytössä</b>	██									
2	Hierarkiakartan laatiminen (as-is)	▬									
3	Best Practice -ohje uudelle käyttäjälle	▬									
4	<b>Tableau-visualisointien käytettävyyden parantaminen</b>	██									
5	Tarkistuslista ennen uuden visualisoinnin julkaisua	▬									
6	Kuiluanalyysi & suositukset	▬									
7	Mittariarvioinnit & kehitystoimenpiteiden tunnistaminen	▬									

Kuva 5. Käyttäjäkokemuksen parantaminen: kehittämisenäkökuilma rinnakkaiset aikajajat.

Kehitystehtävän lähestymistapana eli näkökuilma olivat käyttäjän tukeminen Tableau-käyttöliittymän käytössä ja Tableau-visualisointien käytettävyyden parantaminen. Kehitystehtävä alkoi tavoitteen kirkastuksesta (luku 4.1) jatkuena käyttöyhteyteen tutustumiseen (4.2) ja kuiluanalyysin suorittamiseen (4.3).

### 4.1 Tavoitteen kirkastus

Kehitystehtävän kohteeksi valittiin analytiikka-alusta Tableauun avulla tuotetu visualisoinnit, joita hyödynnetään päätelmien tekemisessä sekä staattisessa muodossa että suoraan käyttöliittymästä. Kohderyhmänä oli työssään ja päätöksenteossa koontimittaristoja käyttävät henkilöt. Näille henkilöille Tableau toimii avustavana päätöksentukityökaluna. Järjestelmä ei ole validoitu, joten

hyvien tuotantotapojen mukaisesti järjestelmän avulla tuotettua tietoa ei voi käyttää kriittisten päätöksiä perusteena.

Aihevalinnan taustalla oli toimeksiantajan edustajan kanssa käyty keskustelu kognitiivisten näkökohtien merkityksestä visualisointien tulkinnessa ja siitä, miten yksilön aiemmat kokemukset ja mentaalimallit voivat aiheuttaa sen, että eri henkilöt ymmärtävät samansisältöisen asian eri tavoilla. Kehitystehtävän teoriaosuus pyrittiinkin kirjoittamaan niin, että siitä olisi hyötyä laajemmalle lukijakunnalle – ei pelkästään Tableau-käyttäjille.

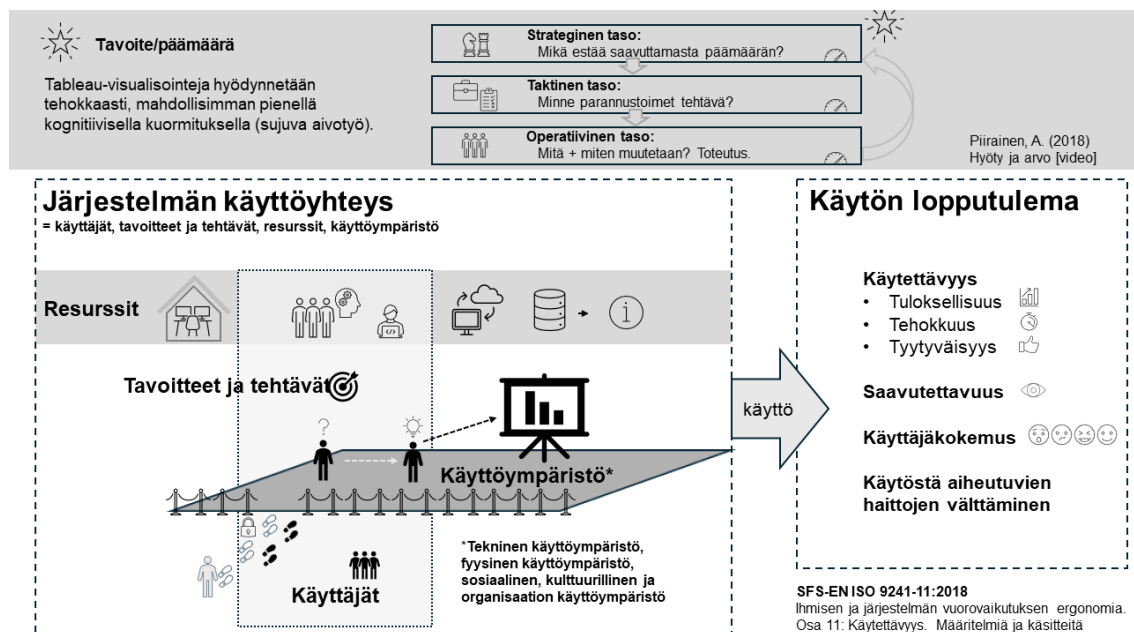
Kehitystehtävälle sovittiin alustava tavoite, ja analysointityön aikana tavoitteen määrittelyvaiheeseen palattiin muun muassa käyttöyhteyteen tutustumisen jälkeen iteratiivisen prosessin tavoin. Kehitystehtävä liittyy strategiseen tavoitteeseen tehdä päätöksiä reaaliaikaisen, faktaan perustuvan tiedon pohjalta ja strategisen tavoitteen osatavoitteeseen tukea toimintatavan muutoksessa siirryttäessä hyödyntämään staattisten mittareiden sijaan reaaliaikaista, faktaan perustuvaa tietoa. Eli, kuten toimeksiantajan edustaja 6.5.2024 päämäärää kuvasi:

tietoa tarjoillaan oikea-aikaisesti, oikein, oikealle kohderyhmälle.

Kehitystehtävällä pyrittiin parantamaan Tableau-visualisointien hyödyntämiseen liittyvää käyttäjäkokemusta ensisijaisesti visualisointien ymmärrettävyyden ja löydettävyyden osalta. Kehitystehtävän aikana keinoiksi valikoituivat uusien käyttäjien tukeminen opastusmateriaalien muodossa (konstrukttiivinen tutkimus) ja kehitysehdotuksia tekeminen mittarivisualisointien käytettävyyden parantamiseksi (kehittämistehtävä).

## 4.2 Käyttöyhteyteen tutustuminen ja tuotokset

Kehitystehtävä aloitettiin tutustumalla käyttöyhteyteen. Tutki, tutustu ja luonnostele -vaihe koostui käyttöyhteyteen liittyvien tekijöiden pohtimisesta Tableau-visualisointeja hyödyntävän käyttäjän kannalta (kuva 6) hyödyntäen syventävän tiedonkeruun menetelmiä. Vaihe sisälsi myös tutustumista päätöksentukityökaluna käytettävään Tableau-käyttöliittymään sekä Tableau-mittaristojen kansiorakenteeseen.



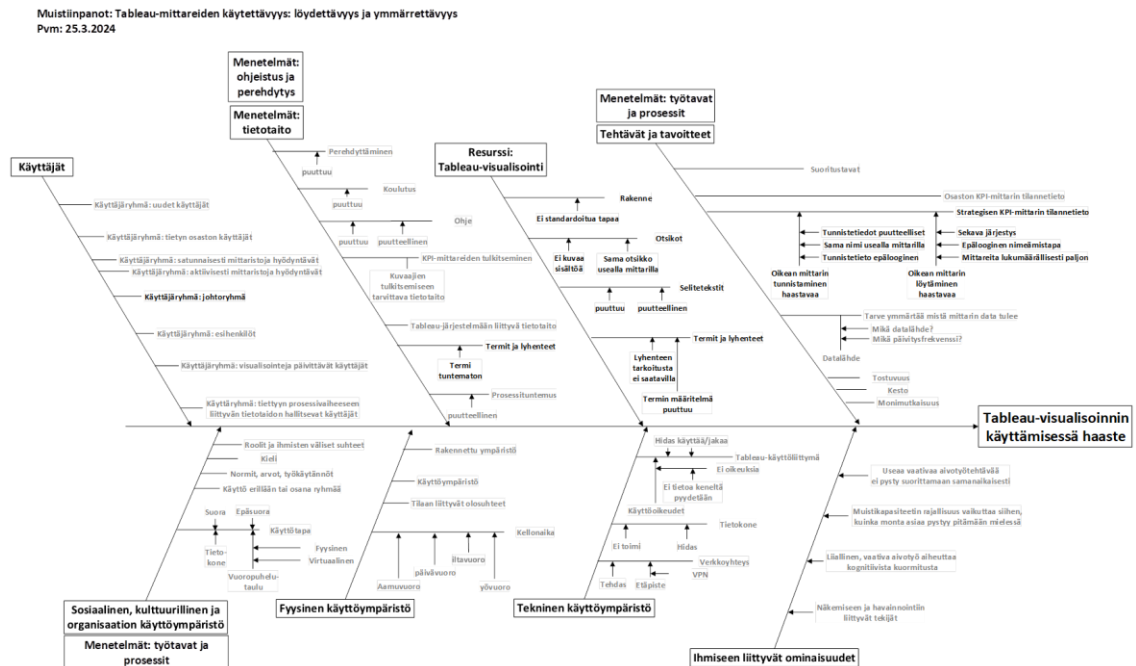
Kuva 6. Käyttöyhteydestä, käytön lopputulemasta (SFS-EN ISO 9241-11:2018, s.12, mukailen) ja päämäärästä (Laatu – Quality, 2018).

Syventävässä tiedonkeruussa pyrittiin saamaan lisätietoa todellisuuden kuvasta, kuten Ojasalo ym. (2009, s. 93–96) kuvaavat laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän tarkoitusta. Käyttöyhteyteen liittyvän tiedonkeruun menetelminä käytettiin keskusteluita Tableau-pääkäyttäjän kanssa, haastattelunomaista avointa keskustelua johtoryhmään kuuluvan käyttäjän kanssa, työyhteisössä tehtyjä havaintoja työyhteisön jäsenen roolissa, saavutettavuusvaatimuksia (AVI, n.d.), käytettävyysstandardia SFS-EN ISO 9241-11:2018 (2018), valvontakeskusten näyttöjen ergonomista suunnittelua ohjaavaa standardia SFS-EN ISO 11064-5 (2009), yleiskirjallisuutta (Alhonen &

Iloranta, 2021) ja opastusvideoita (Laatu - Quality, 2018; Tableau, 2023a; Tableau, 2023b). Syventävä tiedonkeruuvaihe jatkui kehitystehtävän raportointivaiheeseen asti sisältäen arviointikeskustelun yhden mittariomistajan kanssa, pohdintoja toimeksiantajan edustajan kanssa ja tutustumista käytettävyyssstandardeihin SFS-EN ISO 9241-125:2017 (2017) ja SFS-EN ISO 9241-171 (2009). Standardiviittausten listaus on liitteessä 1.

Tiedonkeruuvaiheen herättämien ajatusten perusteella laadittu, oman ajattelutyön avuksi luotu Ishikawa-diagrammi toimi myös johtoryhmän edustajan kanssa käydyn keskustelun muistiinpanojen taltioinnissa (kuva 7 ja liite 2). Ruotojen sisällön pohdinnassa hyödynnettiin perinteisen ruotokategorisoinnin ja käyttöyhteyden liittyvien teemojen lisäksi muun muassa Arvolupaus-kanvaksen (Alhonen & Iloranta, 2021 s. 17) kysymyksiä:

- Miten lisäämme asiakkaan hyötyä? Mikä tekisi hänen arjestaan helpompaa? Miten poistamme asiakkaan kipupisteitä?
- Hoidettava tehtävä: Mitä asiakas haluaa saada aikaiseksi työssä?
- Kipukohtat: Mikä ärsyttää asiakasta? Mikä estää häntä tekemästä sitä, mitä hän haluaa tehdä?



Kuva 7. Yhdistetty miellekartta ja muistiinpanopohja.

Tutki, tutustu, luonnostelevaiheen aikana luonnosteltiin ohjetta uudelle käyttäjälle, mittaristosivun sisältöä kuvaavaa kansiorakennekarttaa ja tarkistuslistaa visualisointeja laativille. Liite 3 sisältää listauksen tuotoksista ja niiden syötteistä sekä tiedon, josta selviää missä tuotoksia hyödynnettiin edelleen syötteinä. Seuraavat kappaleet sisältävät dokumenttien toteutukseen liittyvää lisätietoa.

### **Kansiorakennekartta**

Kansiorakennetta havainnollistava kartta luotiin pääasiassa kahden kansiorakennetason osalta. Poikkeuksena olivat suppeamman käyttäjäkunnan käytössä olleet kansiot, kuten testivisualisointeja sisältäneet kansiot, joista sisällytettiin mukaan vain ylin taso. Word-ohjelmalla tehty pdf-muotoinen kartta sisältää linkit kansiorakenteeseen sisältyviin kansioihin.

### **Best Practice -ohje Tableau-käyttöösiirtymän uudelle käyttäjälle**

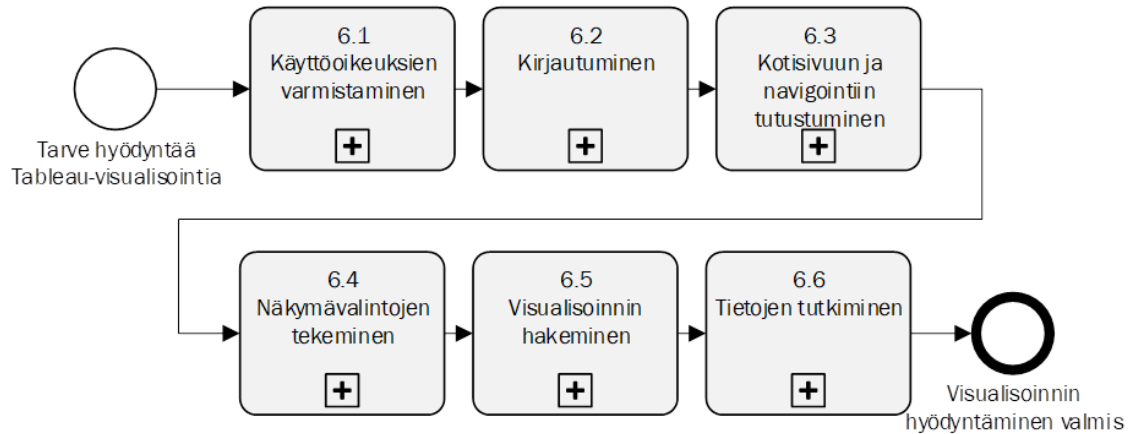
Uuden käyttäjän ohjeen alussa käsitellään ohjeen tarkoitusta ja kohdetta sekä vastuita, käsitteitä ja määritelmiä. Näiden lukujen jälkeen aiheet otsikoitiin ylimmän tason osalta seuraavasti: Tableau-visualisointien hyödyntäminen prosessina; yksityiskohtainen prosessikuvaus; käyttöoikeuksien varmistaminen; kirjautuminen; kotisivu ja navigointi; näkymävalinnat; tarvittavan visualisoinnin hakeminen; ja tietojen tutkiminen (kuva 8). Luonnosversiossa ohjeeseen sisältyi myös yleisimpiä kaaviotyyppejä koskeva luku.

## Sisältö

1	Tarkoitus.....
2	Kohde.....
3	Vastuut.....
4	Käsitteet ja määritelmät.....
5	Prosessia koskeva informaatio.....
5.1	Tarkoitus: Tableau-käyttöliittymän käytön opastaminen.....
5.2	Prosessin kuvaus.....
5.2.1	Prosessikaavion komponenttien selitteet/merkitykset.....
5.2.2	Prosessikaavio ylätasolta.....
5.2.3	Viittaukset yksityiskohtaiseen prosessikuvaukseen.....
6	Yksityiskohtainen prosessikuvaus.....
6.1	Käyttöoikeuksien varmistaminen.....
6.1.1	Käyttöoikeuksien hakeminen.....
6.2	Kirjautuminen.....
6.2.1	VPN-yhteys.....
6.2.2	Kirjautuminen.....
6.3	Kotisivu ja navigointi.....
6.3.1	Kotisivuun tutustuminen.....
6.3.2	Navigointipalkkiin tutustuminen.....
6.4	Näkymävalinnat.....
6.4.1	Grid view- näkymä.....
6.4.2	List view -näkymä.....
6.5	Tarvittavan visualisoinnin hakeminen.....
6.5.1	Hierarkiakartta.....
6.5.2	Hakutoiminto.....
6.5.3	Suodatus tietotyypin mukaan.....
6.6	Tietojen tutkiminen.....
6.6.1	Lisätiedot kohdistimen avulla.....
6.6.2	Tietoihin porautuminen.....
6.6.3	Visualisointia koskevat tiedot.....

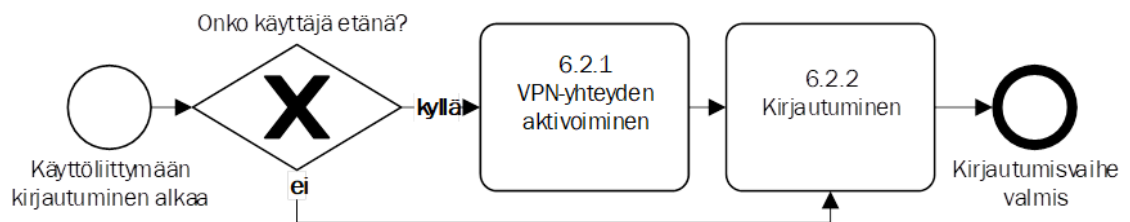
Kuva 8. Uuden käyttäjän ohjeen sisältö.

Ohje rakennettiin etenemään uuden käyttäjän kannalta mahdollisimman loogisesti. Ohjeen alussa esiteltiin ylätasoinen prosessikuvaus, josta on esimerkki kuvassa 9.



Kuva 9. Esimerkki prosessin ylätasoinen kaaviosta.

Alaluvuissa kunkin prosessivaiheen osiin syvennettiin tarkemmin. Esimerkki alemman tason yksityiskohtaisesta prosessikaaviosta on kuvassa 10.



Kuva 10. Esimerkki yksityiskohtaisesta prosessikaaviosta.

Ohjedokumentin laatimisessa huomioitiin seuraavat Web Content Accessibility Guidelines 2.1 saavutettavuuskriteerit (AVI, n.d.):

- lyhenteestä on tarjolla laajennettu muoto tai merkitys (WCAG 3.1.3)
- riviväli on vähintään 1,5 (WCAG 1.4.12)
- tekstilohkon leveys on enintään 80 merkkiä (WCAG 1.4.8)



- tekstiä ei ole tasattu molempiin reunoihin (WCAG 1.4.8)
- tekstikoko on suurennettavissa 200% (WCAG 1.4.4) elektronisen version osalta
- väriä ei käytetä ainoana visuaalisena keinona informaation välittämiseen (WCAG 1.4.1).

Ohjeessa olevien graafisten objektien visuaalisen esitystavan kontrastieroja paranneltiin, mutta kontrasti viereiseen väriin ei ollut kaikilta osin 3:1 (WCAG 1.4.11). Kuvaksi luokitelluille kuvaelementeille lisättiin tekstivastine (WCAG 1.1.1), mutta prosessikaavioille ei. Perusteluna oli, että prosessikaavioita ei lisätty dokumenttiin kuvana, jotta kaavion resoluutio pysyisi hyvänä elektronista versiota suurennettaessa. Prosessikaaviot lisättiin myös ohjeen liitteeseen, jotta ne saatiin sisällytettyä ohjeeseen suuremmassa koossa muun muassa vaakasuuntaisen sivunkäytön avulla. Näin ne olisivat luettavampia myös tulostetussa muodossa.

### **Visualisointien päivittäjän tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua**

Päivittäjän tarkistuslista -dokumentin sisältö laadittiin kahta tarkoitusta varten, sekä käytettäväksi kuiluanalyysin arviointikriteerilistana että toimimaan jatkossa visualisointien päivittäjän tarkistuslistana ennen visualisoinnin julkaisua.

Tarkistuslistan sisältö on liitteessä 4.

### 4.3 Kuiluanalyysi ja analyysin tulokset

Kuiluanalyysissa visualisointien käyttäjäystävällisyyden, kuten ymmärrettävyyden ja löydettävyyden, tasoa pyrittiin selvittämään vertaamalla visualisointien nykytilaa arvioijan määrittelemään tavoitetilaan. Tavoitetilaa kuvasi arviointikriteeristö eli käyttöyhteyteen tutustumisen aikana laadittu tarkistuslista visualisointeja päivittäville (liite 4). Kuiluanalyysi suoritettiin 21 visualisoinnille ositettua otantaa hyödyntäen.

#### **Vaihe 1: Visualisointien eli mittareiden valinta**

Yleisesti käytetyistä, kansiohierarkian ylätasolla olevista kansioista (21) valittiin kustakin kansioista yksi eniten kolmen (3) viimeisen kuukauden aikana avattu visualisointi. Mikäli ylätasossa ei ollut saatavilla tietoa avausmääristä, valittiin mittari viimeisimmän muokkauspäivän perusteella. Valituista mittareista ei valintahetkellä selvitetty, ovatko ne ajantasaisia tai käytössä.

#### **Vaihe 2: Kuiluanalyysin aloitus**

Mittareiden arvioinnissa käytettiin arviointikriteereitä, jotka oli valittu teoriaperustan pohjalta rikastettuna syventävästä tiedonkeruusta saaduilla näkökohdilla, kuten mittariomistajaa koskevan tiedon merkityksestä. Mittareita arvioitiin mittariston tunnistetietojen; varsinaisen mittaristosivun tietojen; asettelun ja rakenteen; informaatiokuorman; datalähdettä koskevien tietojen; kaavioiden; selitteiden; sekä värien ja kontrastien osalta. Jokainen arviointialueista sisälsi 1–4 kohtaa. Visualisointi sai arvioinnissa jokaiselle kriteerille jonkin seuraavista vaihtoehdoista: puute, osittainen puute, mahdollinen puute, kunnossa, ei relevantti tai ei arvioitu.

Arviointitulokset annettiin niille arviointikohtille, jotka arvioija koki mahdolliseksi arvioida olemassa olevan tietopohjan perusteella – osa kohdista jätettiin tässä vaiheessa arvioimatta. Analysointiprosessin aikana tehtyjen havaintojen takia

kriteerit todettiin vielä riittämättömiksi ja kriteeristöön lisättiin vaiheen 2 jälkeen kaksi arviointikriteeriä (6c, 8d).

### **Vaihe 3: Mittarin tavoitetta koskeva arviointi**

Tavoitearviointi koski arviointikriteeriä 6a 'Kaaviotyyppin valinta tukee visualisoinnin tavoitetta eli mitä tietoa kohderyhmälle on tarkoitus välittää'. Arviointikriteeriä arvioitiin kahden (2) koontimittariston osalta. Arvioitujen mittarien lukumäärä jäi pieneksi, koska arviointiin ei ollut varattu henkilöresursseja. Kvantitatiivisen tuloksen sijaan arviointi toimi enemmänkin laadullisena, syventävän tiedonkeruun oivalluttavana tietolähteenä.

Mittarin arviointi suoritettiin yhdessä mittarinomistajan ja Tableau-pääkäyttäjän kanssa Teams-yhteydellä ja arvioinnista tehtiin erilliset muistiinpanot. Arvioinnissa keskusteltiin koontimittariston kohderyhmästä, tiedonvälityksen tavoitteesta ja siitä onnistuuko mittari sille määritetyssä tavoitteessa eli tehtävässä, jota varten mittari on luotu. Mittarin mahdollisiksi tavoitteiksi oli kirjallisuuden pohjalta etukäteen pohdittu seuraavia vaihtoehtoja: välittää informaatiota tietyistä aiheista; mahdollistaa vertailu määriteltyjen muuttujien välillä; näyttää muuttujan tai muuttujien muutosta ajassa; järjestää dataa ryhmiin tai tiettyyn järjestykseen; sekä paljastaa muuttujan riippuvuuksia tai korrelaatiota muihin muuttujiin. Arvioinnin aikana pyrittiin myös selvittämään, sisältääkö mittari turhaa tietoa tai jääkö jokin tarvittava tieto saamatta.

### **Vaihe 4: Kuiluanalyysin päättäminen**

Kahden arviointikriteerin lisäämisen (6c, 8d) ja kirjallisuusaiheisen lisätiedonkeruun jälkeen kuiluanalyysi suoritettiin loppuun. Osa kohdista jäi arvioimatta, ja ne raportoitiin tuloksella 'ei arvioitu'. Kyseisten kohtien arvioimiseen olisi muun muassa tarvittu mittarinomistajalta tietoa visualisoinnin ydinviestistä. Muita arviointituloksia olivat puute, osittainen puute, mahdollinen puute, ei relevantti ja kunnossa. Kuiluanalyysissä arvioitiin 21 mittaria 23

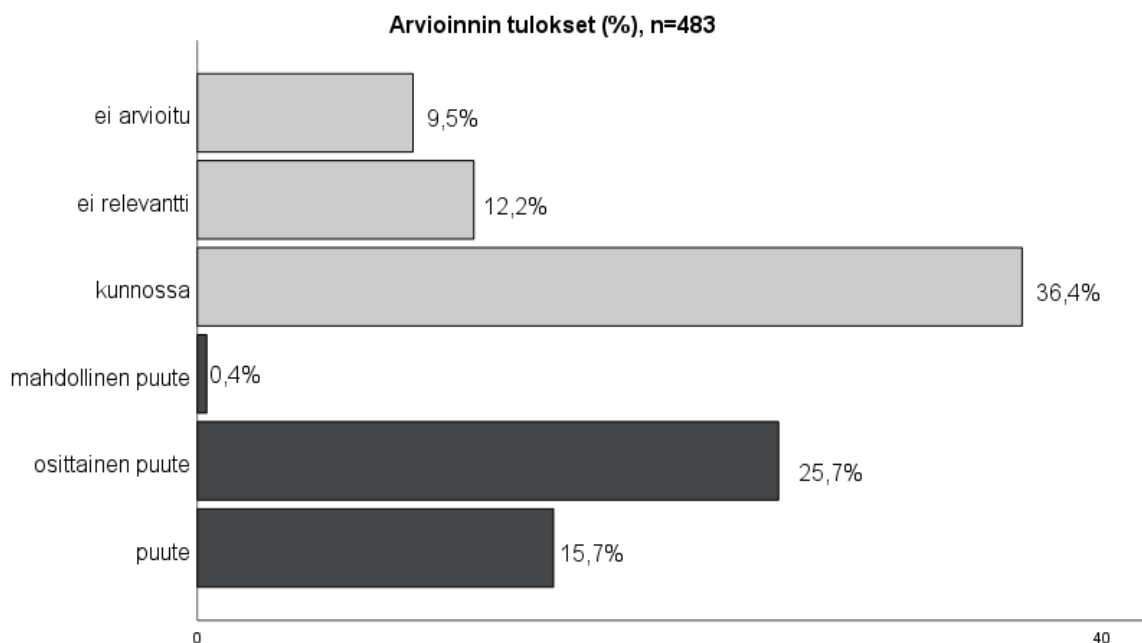
arviointikriteerin osalta, eli kaikkiaan 483 kohtaa. Tarkasteltujen aihepiirien osalta suuremman painotuksen tuloksissa ovat saaneet enemmän kysymyksiä sisältäneet aihealueet.

Arviointiaihe, joka sisälsi neljä arviointikriteeriä vastaa osuudeltaan 17:ää prosenttia (17 %) kaikista arviointikriteereistä. Tällaisia aihealueita olivat 'Asettelu, rakenne', 'Mittariston tunnistetiedot' ja 'Värit ja kontrastit'. Kolme kriteeriä (13 %) sisältäviä aihealueita olivat aiheet 'Selitteet' ja 'Kaaviot' sekä kahden kriteerin aihealueita (9 %) olivat 'Datalähdettä koskevat tiedot' ja 'Varsinaisen mittaristosivun tiedot'. Yhden arviointikriteerin (4 %) sisälsi arviointiaihe 'Informaatiokuorma'.

Kriteereitä jätettiin arvioimatta pääasiassa siksi, että ei ollut varmuutta, mikä päätelmä visualisoinnista pitäisi tehdä (4a, 6a, 6b). 'Ei relevantti' -tuloksen sai seuraavista syistä: sovittua mittarin nimeämiskäytäntöä ei ole (1a), mittari ei ole käytössä, tai mittaria ei käytetä suorituskykymittarina vaan testauskäytössä olevana luonnosteluversiona. Viimeksi mainittuja tietoja saatiin Tableau-pääkäyttäjältä kuiluanalyysin viimeisessä vaiheessa. Arviointitulokset kirjattiin Excel-tiedostoon, josta ne siirrettiin käsiteltäväksi SPSS-järjestelmään.

## Kuiluanalyysin tuloksista yleisesti

Arviointien jakauma 21 mittarille arviointituloksen osalta jakautuu kuvan 11 mukaisesti. Puutteellisten sekä osittaisen puutteen tai mahdollisten puutteen sisältäneiden osuus kaikista arvioituista on 42 %. Visualisoinneissa havaittiin kaikkiaan 76 puutetta (16 % arvioituista), 126 osittaista puutetta (26 %) ja mahdollinen puute kahdessa (2) visualisoinnissa (0,4 %). Nämä on visualisoinnissa korostettu tummanharmaalla värillä. Arvioimatta jäi 46 arviointikriteeriä (10 %) ja 59 arviointikohtaa (12 %) todettiin epärelevantteiksi esimerkiksi puuttuvan toimintatavan takia (1a).



Kuva 11. Arviointien jakauma 21 mittarille 23 arviointikriteerin osalta, n=483.

Kuiluanalyysin tulokset aihepiireittäin ovat taulukossa 2. Suurin osa 'puute'-tuloksen saaneista arvioista kohdistuu värit ja kontrastit -aiheeseen (33 %), mittariston tunnistetietoihin (30 %) ja varsinaisen mittaristosivun tietoihin (22 %).

## Taulukko 2. Kuiluanalyysin tulokset aihepiireittäin lukumäärinä.

Tarkasteltava aihepiiri \* arvioinnin tulos, ristiintaulukointi

		Arvioinnin tulos						
		puute	osittainen puute	mahdollinen puute	kunnossa	ei relevantti	ei arvioitu	Summa
		N	N	N	N	N	N	N
Tarkasteltava aihepiiri	1 Mittariston tunnistetiedot	23	16	0	23	22	0	84
	2 Mittaristosivun tiedot	17	13	0	12	0	0	42
	3 Asettelu, rakenne	1	2	0	53	23	5	84
	4 Informaatiokuorma	0	1	0	1	2	17	21
	5 Datalähdetiedot	0	41	0	1	0	0	42
	6 Kaaviot	1	6	2	26	4	24	63
	7 Selitteet	9	30	0	22	3	0	64
	8 Värit ja kontrastit	25	15	0	38	5	0	83
Summa	76	124	2	176	59	46	483	

Kuiluanalyysin tulokset arviointikriteereittäin ovat taulukossa 3 ja tarkemmat tulokset arviointikriteereittäin liitteessä 5. Kolme eniten puute-tuloksia saaneita arviointikriteereitä ovat 8b 'Väri näkemisen erot' (20 %), 1d 'Asiasanat metadatana' (16 %) ja 2b 'Mittariomistajatieto' (15 %).

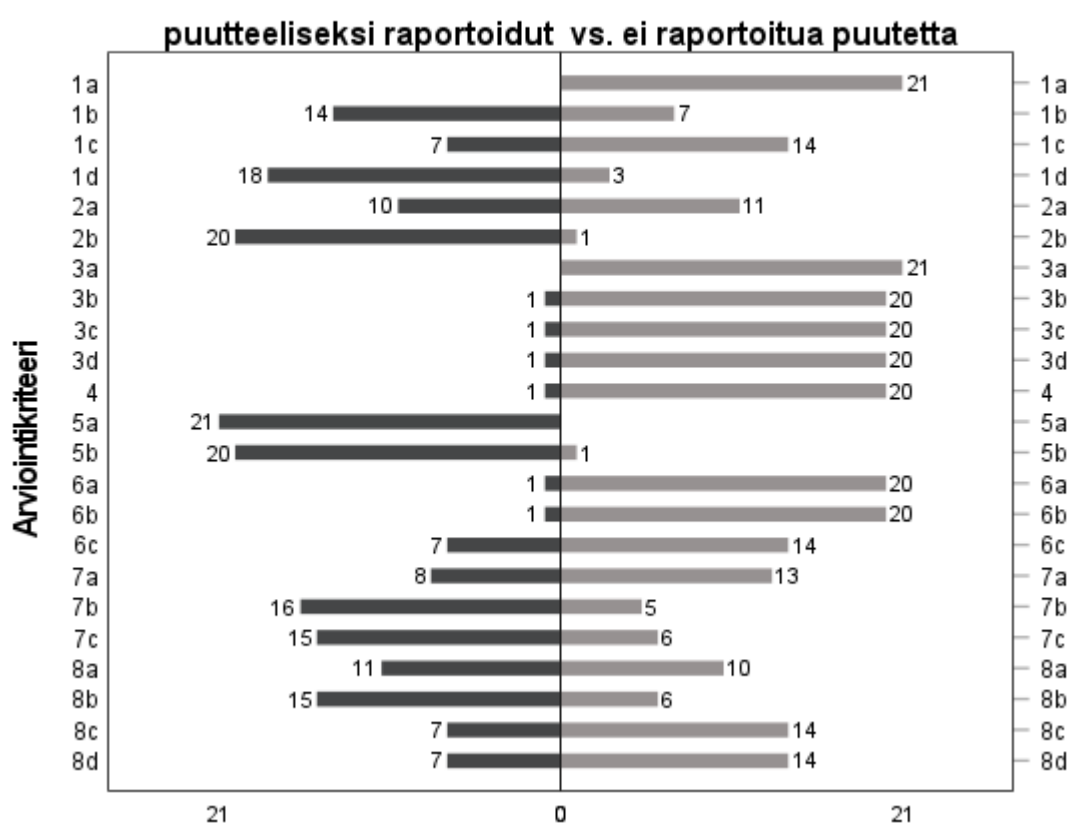
## Taulukko 3. Arviointitulokset kriteereittäin (%), n=483.

Kriteeri \* Arvioinnin tulos, ristiintaulukointi

		Arvioinnin tulos					
		puute	osittainen puute	mahdollinen puute	kunnossa	ei relevantti	ei arvioitu
		%	%	%	%	%	%
Kriteeri	1a Mittarinimi ohjeen mukaan	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	35,6%	0,0%
	1b Mittarin tunniste	10,5%	4,8%	0,0%	4,0%	0,0%	0,0%
	1c Yksilöllinen tunniste	3,9%	3,2%	0,0%	8,0%	0,0%	0,0%
	1d Asiasanat metadatana	15,8%	4,8%	0,0%	1,1%	1,7%	0,0%
	2a Otsikko: aiheen kuvaileva	7,9%	3,2%	0,0%	6,3%	0,0%	0,0%
	2b Mittariomistajatieto	14,5%	7,3%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%
	3a Standardi esitystapa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	35,6%	0,0%
	3b Koontimittaristossa max. 3	1,3%	0,0%	0,0%	11,4%	0,0%	0,0%
	3c Tietojen looginen järjestys	0,0%	0,8%	0,0%	10,2%	1,7%	2,2%
	3d Tärkein tieto vas./keskellä	0,0%	0,8%	0,0%	8,5%	1,7%	8,7%
	4 Informaatiokuorma	0,0%	0,8%	0,0%	0,6%	3,4%	37,0%
	5a Datalähdetiedot	0,0%	16,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	5b Päivitystapa	0,0%	16,1%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%
	6a Kaaviotyypit vs. tavoite	0,0%	0,8%	0,0%	0,6%	1,7%	39,1%
	6b Kaavio vs. vertailutarve	0,0%	0,8%	0,0%	7,4%	1,7%	13,0%
	6c Hyvä data-ink ratio	1,3%	3,2%	100,0%	6,8%	3,4%	0,0%
	7a Selite: piirteiden merkitys	6,6%	2,4%	0,0%	6,3%	3,4%	0,0%
	7b Lyhenteen merkitys	3,9%	10,5%	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%
	7c Termien merkitys	1,3%	11,3%	0,0%	2,8%	1,7%	0,0%
	8a Väri ei ainoa tiedonvälittäjä	3,9%	6,5%	0,0%	5,1%	1,7%	0,0%
8b Väri näkemisen erot	19,7%	0,0%	0,0%	2,8%	1,7%	0,0%	
8c Kontrastisuhde	5,3%	2,4%	0,0%	7,4%	1,7%	0,0%	
8d Korostusvärejä max.3	3,9%	3,2%	0,0%	6,8%	3,4%	0,0%	
Summa		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Aihepiireittäin jakautuvat tulokset on esitetty kuvassa 12 jakamalla tulokset kahteen luokkaan. Kaavion vasemmalla puolella ovat mittarit, mitkä arvioitiin puutteelliseksi, osittain puutteelliseksi tai ne saattavat olla puutteellisia. Oikealla puolella kaaviota ovat 'kunnossa' ja 'ei relevantti' -tuloksen saaneet sekä arvioimatta jätetyt mittarit. Kaavion 'ei raportoitua puutetta' -termillä korostetaan sitä, että mittarissa tai arviointikriteeriin liittyvässä toimintatavassa voi olla parannettavaa huolimatta kuiluanalyysin neutraalista tuloksesta.

### Arviointitulokset jaettuna kahteen luokkaan: puutteellisiin ja ei-puutteellisiin



Puutteelliseksi raportoidut: puute, osittainen tai mahdollinen puute  
Ei raportoitua puutetta: kunnossa, ei relevantti tai ei arvioitu.

Kuva 12. Tulokset arviointikriteereittäin lukumäärinä ilmoitettuna.

Kun tulokset 'puute', 'osittainen puute' ja 'mahdollinen puute' laskettiin yhteen suurimmat lukumäärät saivat arviointikriteerit 5a 'Datalähdetiedot' (21 mittaria), 5b 'Päivittymistapa' (20 mittaria), 2b 'Mittariomistajatieto' (20 mittaria) ja 1d

'Asiasanat metadatana' (18 mittaria). Kuiluanalyysin laadullisia näkemyksiä käsitellään tarkemmin kehitystehtävän tulokset -luvussa (luku 5) ja pohdintaosiossa (luku 6). Pohdintaan vaikuttivat lisäksi eri tapahtumissa esitetyt asiantuntijoiden näkemykset, joita käsitellään seuraavassa luvussa.

#### 4.4 Asiantuntijoiden opit tietomuotoiluteemoista

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyöprosessin aikana eri tapahtumissa kuultuja näkemyksiä, joilla on ollut oma vaikutuksensa opinnäytetyön pohdintaosioon. Pääasiassa puheenvuorot on esitetty informaatiomuotoilua ja datavisualisointia koskevissa tapahtumissa. Aalto-yliopiston järjestämä tapahtuma Visualizing Knowledge 2023 järjestettiin 16.6.2023 ja Eurasian Dataviz Conference 2024: Make Your Data Speak ajalla 10.-11.5.2024. Tapahtumissa puhuivat muun muassa Jonathan Hildén, Juuso Koponen, Frank Elavsky, Moritz Stefaner sekä Alberto Cairo. Nimellä mainituilta esiintyjiltä on pyydetty ja saatu lupa julkaista nimi osana opinnäytettä. Muihin esiintyjiin viitataan tunnisteilla E1 (Data2speak, 2024a) ja E2 (Data2speak, 2024b).

#### **Tavoite ja käyttäjä- tai kohderyhmä**

Tavoitteen ymmärtäminen ja käyttäjä- tai kohderyhmän tunnistamisen tärkeys ei puheenvuoroissa jäänyt epäselväksi:

Consider the goal of your data visualizations(s). – Cédric Scherer (2024)

Tell them the Takeaway. – E1

Start every project with a conversation to **define your communication objectives**. – Alberto Cairo (2024)

Greenbrookin (2024) mukaan koontimittaristolla on useita keskeisiä viestejä, kun taas datatarina keskittyy viestimään yhtä ydinviestiä. Koontimittaristoista esiintyjä E1 totesi, että koska niiden osalta data päivittyy jatkuvasti ei ydinviestiä



pysty kirjoittamaan yhtenä lauseena. Koontimittaristossa otsikko kertoo datasta, joten siksi välittyvän viestin tulisikin koskea tietoa ollaanko tavoitteessa. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi mittariston yläosassa olevan rasti ruudussa - kentän avulla.

Tell them if they're on target. – E1

Scherer (2024) ohjeisti, että on ymmärrettävä kenelle ja miksi kommunikoit. On keskityttävä informaationvälitykseen – tietoa ei pelkästään näytetä, vaan ydinviestiä tulee korostaa.

### **Visualisointiprosessista ja käyttöyhteydestä**

Cairo (2024) totesi, että kommunikointitarkoitukseen tehtävän visualisoinnin suunnittelussa kyse ei ole sääntöjen noudattamisesta vaan perusteluprosessista, jossa on huomioitava visualisointiin liittyvät tekijät ja niiden välinen vuorovaikutus. Perusteluiden tekemisessä on huomioitava datasisältö, kohderyhmä, määritelty tarkoitus, mahdolliset rajoitukset ja seuraukset sekä käytettävä ajattelutapaa: ”if — then”: JOS haluamme näyttää nämä tiedot – SITTEEN kaaviotyyppinä voidaan käyttää...

Scherer (2024) opasti pohtimaan suunnitteluvaiheessa onko tarkoituksena mahdollistaa tutkiminen ja löytäminen vai selittää tietoa ja suositteli aiheen osalta tutustumaan Benjamin Wiederkehrin Exploratory-Explanatory Visualization Spectrum -materiaaleihin. Benzi (2024) kuvasi datavisualisoinnin tutkivaa tapaa keinoksi lisätä ymmärrystä, koska visualisointia luodessa ei vielä tiedä mitä tietoja siitä tulee saamaan. Cairo (2024) puolestaan ohjeisti tutkimaan dataa ennen suunnittelutavan päättämistä:

The data is a stakeholder – explore and prototype your data before you commit to design and story. – Albero Cairo (2024)

Esiintyjä E1 ohjeisti miettimään missä visualisointia tarkastellaan ja tekemään suunnitteluvaiheet sen perusteella. Suunnitteluun vaikuttaa onko mediaformaattina pdf-raportti vai heijastetaanko visualisointi neuvotteluhuoneen

seinälle johtoryhmää varten. Printtvisualisointeja luova Scherer (2024) kuvaili dashboard-koontimittaristoja tiedon tutkimisen välineeksi ja raportteja datan kommunikoimisen välineeksi. Raportin etuina hän piti mahdollisuutta rakentaa narratiivia ja kustomointia eri ryhmille räätälöimällä datajoukkoja, muuttujia, aikajanaa ja kaaviotyyppejä.

The Data Storyteller's Handbook -kirjan kirjoittaja Greenbrook (2024) neuvoi ydinviestin visualisoinnissa miettimään mitkä tiedot tulee visualisoida; mikä kaaviotyyppi tehtävään soveltuu parhaiten; ja mitä visuaalisen kontrastin keinoa, kuten esimerkiksi värisävyä tai viivan paksuutta, visualisoinnissa voi käyttää. Koontimittaristosuunnittelussa Scherer (2024) neuvoi välttämään liian laajoja tavoitteita, käyttämään vain muutamaa kaaviota, merkitsemään minimi- ja maksimiarvot sekä korostamaan odottamattomia muutoksia tai tuloksia. Benzi (2024) käytti esityksessään termiä 'dashboard fatigue' ja ohjeisti, että informaatiota ei tulisi välittää liikaa, koska tällöin aivot väsyvät. Tavoitteena on kommunikoida, ei monitoroida:

To get impact. – Kirell Benzi (2024)

Prosessin mukaisesti etenevän työskentelyn osalta Cairon (2024) yhtenä keskeisenä näkemyksenä on, että laadukas työ edellyttää tiimityötä ja noudattaa prosessia:

Quality work is a team sport that follows the process.

– Alberto Cairo (2024)

Visualisointiprojektin työnkulun osalta Stefaner vahvisti sähköpostitse 27.5.2024, että teoriaosuuden kohdassa 2.3 kuvattu prosessikuvaus on edelleen ajantasainen.

Konferenssiensiintyjistä usea mainitsi, että hakee datavisualisointeihin inspiraatiota muiden tekemien visualisointien lisäksi esimerkiksi luonnosta tai arkkitehtuurista – eli varsinaisen aihealueen ulkopuolelta. Opinnäyteprosessin aikana oli työyhteisön jäsenenä mahdollista osallistua myös koulutuksiin, jotka eivät liittyneet tietomuotoiluun. Yhdessä webinaarissa ulkopuolinen kouluttaja

Jari Suhonen (2024) kertoi prosessista, jossa suunniteltua ja rakennettua systeemiä arvioidaan rakentamisen jälkeen suunnitteluvaiheen määrittämiä ja dokumentteja vasten eli validoinnin v-mallista.

### **Kaaviotyypin valinta, totuudenmukaisuus ja luotettavuus**

Kaavioiden osalta Cairo (2024) mainitsi informaatiomuotoilun ytimessä olevan ajatuksen:

Right graphic for the right message,

ja jatkoi pohtimista visualisoinnin tarkoituksen kannalta:

They are just better or worse depending on our intent: What it is what we want to communicate, what we want our reader to **be able to see in the data**. – Alberto Cairo (2024)

Practical charts- kirjan kirjoittaja Desbarats (2024) ohjeisti 'Don't waste your timeline' -esityksessään minkälaisia esitystapoja erilaisille aikasarjan sisältäville datalle tulisi käyttää.

Standard line charts are *often* the best way to show data over time, but there [are] many situations in which you must use another data-over-time chart type. – Nick Desbarats (2024)

Datan esitystavan totuudenmukaisuuteen liittyvänä yksittäisenä ohjeena on, että jos dataa ei ole saatavilla koko aikajaksolta on tieto tuotava visualisoinnissa selkeästi esille. Yhtenä tapana voi olla käyttää pistekaaviota viivakaavion sijaan. Bátorfy (2023) käsitteli puheenvuorossaan 'Unreliable, incomplete, uncertain - the Hungarian case' datan totuudenmukaisuutta painottaen saatavissa olevan, vääristelemättömän ja hyväresoluutioisen datan merkitystä. Rennerin (2023) esitys keskittyi totuudenmukaisuuteen journalistin kannalta, kuten siihen, että dataa tutkiessa on ymmärrettävä sen sisältöön vaikuttaneet näkökulmat ja mahdollinen motivaatio.

Truth has a perspective – so do maps, data visualizations and infographics. – Adina Renner (2023)

Truth is personal and so is the creation of a dataset.  
– Adina Renner (2023)

Renner (2023) painotti, että visuaalista materiaalia ei tule luoda, jos faktoja ei ole saatavilla. Better data visualizations -kirjan kirjoittaja Schwabish (2024) totesi, että jos dataa ei ole, älä visualisoi. Myös Hildén ja Koponen (2023) jakoivat nämä näkemykset. Koponen viittasi 'How, when, and what \*not\* to visualize' -esityksen aikana visuaalisuuden voimaan tekstiin verrattuna:

Visualizations are a really powerful tool for communication, but the corollary is that they are also powerful when they mislead.  
– Juuso Koponen (2023)

Visualisointi voi välittää totuudenmukaista kuvaa, mutta se ei takaa luotettavuutta. Työyhteisölle tarjotussa koulutuksessa ulkopuolinen kouluttaja Shekh Emran (2024) kertoi tiedon eheydestä metadatan kannalta ja korosti, että ilman metadataa ei tiedollakaan ole merkitystä. Cairon (2024) mukaan sisältöä koskevassa pohdinnassa tuleekin käsitellä datan luonnetta, lähdettä ja sen rajoituksia.

## **Käyttäjälähtöisyys ja käyttäjäkokemus**

Scherer (2024) kehotti ohjaamaan lukijaa havaintovaiheessa oikeaan tulkintaan ymmärryksen varmistamiseksi. Käyttäjän huomioimista suunnittelussa korostettiin useassa muussakin esityksessä, esimerkkeinä:

Standards and guidelines set the floor of an experience.  
Users teach us what a good experience is. – Frank Elavsky (2023)

Guide the viewer to draw conclusions. Also in dashboards.  
– Cédric Scherer (2024)

Esiintyjä E1 nosti esityksessään standardin toimintatavan edut sekä laatijalle että lukijalle. Style Guide -ohjeen käyttämisestä E1 viittasi muun muassa The Financial Times -lehden standardoituun tapaan esittää kaaviota, jolloin lehteä ennenkin lukenut tietää miten lukea kaaviota, se tuntuu tutulta ja helpolta käyttää ja aivotyö on sujuvampaa. Esiintyjä E2 kertoi puolestaan case-esimerkin avulla miten käyttäjän kokemia mittaristoihin liittyviä haasteita voi yrittää ratkaista esimerkiksi kouluttamalla. Mikäli käyttäjät haluavat mittaristojen sijaan valmiita näkemyksiä datasta voi ratkaisuna olla tietojen lähettäminen edukkaan systeemin avulla. Jos raporteihin ei luoteta voi mittarin sisäistä sertifiointia viestiä tunnuksella '< funktion> suosittalema'.

Stefaner (2023) kehotti panostamaan tekstin ja selitteiden ymmärrettävyyteen ja neuvoi tutustumaan World Health Organizationin Data Design Language -työkalupakkiin. Lisäksi hän opasti, että tiedon esittämisessä tulee turhien koristeluiden sijaan huolehtia informaation visuaalisesta hierarkiasta:

Visual hierarchy with focus on information layer. – Moritz Stefaner (2023)

Elavskyn (2023) esitys käsitteli saavutettavuutta huomioiden sen eri näkökohtia:

A simple static design simply cannot always be accessible for everyone.  
– Frank Elavsky (2023)

Cairo (2024) puolestaan painotti, että meidän kaikkien on syytä tutustua eettisyyteen, oikeudenmukaisuuteen sekä saavutettavuuteen ja suositteli tutustumaan muun muassa Chartability-sivustoon.

## **Visualisointeja hyödyntävän käyttökokemuksen parantaminen**

Tässä luvussa käytiin läpi kehitystehtävän tavoitteen kirkastusta, esiteltiin käyttöyhteyteen tutustumisvaiheen aikana luotuja konkreettisia tuotoksia, kuiluanalyysiä ja sen tuloksia yleisellä tasolla sekä asiantuntijoiden oppeja eri tapahtumista. Nämä vaiheet loivat pohjaa kehitystehtävän tuloksille ja pohdinnalle.

## 5 Kehitystehtävän tulokset

Seuraavaksi kehitystehtävän tuloksia käsitellään käytön lopputulemien sekä visualisointiprosessin ja visualisoinnin tavoitteen kannalta. Tulokset tarkoittavat tässä yhteydessä kuiluanalyysin kvantitatiivisten ja laadullisten tuloksien lisäksi syventävän tiedonkeruuvaiheen havainnoita. Havainnoista Alasuutari (1989, Hirsjärven ym. mukaan, 2007, s. 178) kirjoittavat, että ne ovat kuin johtolankoja, joita solmimalla pyritään tekemään johtopäätelmiä. Ratkaisuun käytettävä johtolanka voi olla vanha tai tuore, mutta se ei itsessään sisällä tulkintaa, vaan on vihje jostain mitä ei suoraan pysty havaitsemaan. Kuiluanalyysin suorittajan omakohtaisiin havaintoihin ja työyhteisössä tekemiin havaintoihin viitataan tunnisteella arvioija A1 sekä avoimien keskusteluiden ja mittariarviointien henkilöihin tunnisteella H1, H2 ja H3. Työyhteisön jäsenten tekemiä kommentteja tai heihin liittyviä havainnoita ei ole yksilöity tunnistein.

Alaluvut on jaettu pääasiassa käytön lopputulemaan liittyviin teemoihin sisältäen käyttäjäkokemuksen ja käytettävyyteen liittyvän tyytyväisyyden (5.1), saavutettavuuden (5.2) sekä tehokkuuteen ja tuloksellisuuteen liittyviin näkökohtiin, kuten visualisointien hyvään löydettävyyteen, luettavuuteen ja ymmärrettävyyteen (5.3). Jokaisen luvun alussa on johdanto tuloksien teemaan käyttöyhteyteen tutustumisvaiheen aikana luettujen standardien näkökulmasta.

### 5.1 Käyttäjäkokemus ja käytettävyyteen liittyvä tyytyväisyys

Standardi SFS-EN ISO 9241-171 (2009, s. 7, 83) kuvaa käytettävyyttä laajuutena, missä määrin määritetyt käyttäjät voivat käyttää tuotetta määritetyssä yhteydessä määritellyn tavoitteen saavuttamiseen tehokkaasti, tuloksellisesti ja tyytyväisenä. Tyytyväisyys on tuotteen käyttämiseen liittyviä käyttäjän myönteisiä mielikuvia. Käytettävyys liittyy käyttäjän ja tuotteen vuorovaikutukseen, sen laatuun.

Kehitystehtävän kannalta oleellisiksi käyttäjäryhmiksi tunnistettiin visualisointeja hyödyntävät, visualisointeja luovat, staattisia visualisointeja käyttävät,

interaktiivisia visualisointeja käyttävät, uudet käyttäjät, operatiivisen toiminnan käyttäjät, eri osastoiden käyttäjäryhmät ja johtoryhmän jäsenet. Visualisointia hyödyntäviä käyttäjiä voidaan pitää myös visualisoinnin kohderyhmänä.

Yksittäisen käyttäjän mielipidettä edustaa seuraava, syventävän tiedonkeruun aikana kerrottu mielipide Tableau-visualisointien käytettävyyssnäkökohdista:

mieluummin 10 selkeää mittaria, kuin 35 epäselvää. (H2)

Subjekttiivisten näkemysten lisäksi käytettävyyttä tai käytön lopputulemia arvioitaessa tulee myös huomioida, että visualisoinnin käyttöympäristö ei ole kaikille käyttäjille sama. Visualisoitujen mittarien käyttöympäristöä koskeva käsitys perustuu arvioijan A1 näkemukseen, sillä asian kartoittamiseksi kaavailtuun, laajemman käyttäjäryhmän kyselyyn tai lähinnä kyselyyn vastaamiseen ei ollut varattu henkilöresursseja. Arvioijan näkemysten mukaan osa käyttäjistä hyödyntää Tableau-visualisointeja osaston vastuuhenkilön tulostamana paperiversiona, vastuuhenkilön ottamana kuvankaappauksena digitaalisella vuoropuhelutaululla ja osa interaktiivisessa muodossa vähintään lukuoikeudet omaavana Tableau-käyttäjänä teknistä järjestelmää käyttäen. Käyttöyhteyden tutustumisvaiheessa selvisi, että visualisointeja on myös mahdollista lähettää automaattisesti sähköpostiin.

Käyttöympäristöön liittyvät syventävän tiedonkeruun johtolangat olivat:

- Teknisen käyttöympäristön osalta mittarin esittämisvaiheessa näyttöä jakava henkilö sanoi eräänlaisena sivukommenttina, että:

tuntuu, että Tableau on aina hidas, kun jakaa Teamsin kautta. (H3)

- Organisatorisen käyttöympäristöön liittyen työyhteisön jäsen kommentoi staattisten mittareiden käytöstä luopumista ja interaktiivisten mittareiden käyttöönottoa kulttuuriin liittyvänä asiana.
- Arvioija A1 koki kuiluanalyysiä suorittaessaan, että arviointituloksen vastaus voi vaihdella sen mukaan asettuuko mittaria arvioidessaan staattista versiota vai interaktiivista versiota käyttävän asemaan.

Käyttäjien tunnistettuja **tehtäviin** liittyviä **tavoitteita** olivat operatiiviseen toimintaan liittyvä päivittäinen seuranta, selvityksissä ja ongelmanratkaisussa hyödynnettävien datajoukkojen suuntaa antava analysointi sekä edellisten lisäksi viikkotasolla tehtävä taktisemman tason seuranta mahdollisten toimenpiteiden aloittamisen tunnistamiseksi. Tunnistettuihin tehtäviin ja tavoitteisiin liittyvän syventävän tiedonkeruun yhtenä johtolankana oli arvioijan A1 omakohtainen tunne, että mittarin arviointi on haastavaa, jos ei tiedä mitä mittarilla koitetaan viestiä ja kenelle. Toinen havainto liittyi mittariarviointiin, jossa mittarin omistaja kertoi mittarin olevan positiivinen mittari:

– jotta kaikkia asioita ei aina esitettäisi tekemättömien töiden kannalta, vaan tuodaan esille sitä, mitä on saatu aikaiseksi. (H3)

Arvioijalle A1 mittarin käyttö positiivisena mittarina oli yllättävä tieto, sillä aiemmin mittariin liittyvänä oletuksena oli ollut, että se kuvastaa tekemättömien töiden määrää, joita pitäisi edistää.

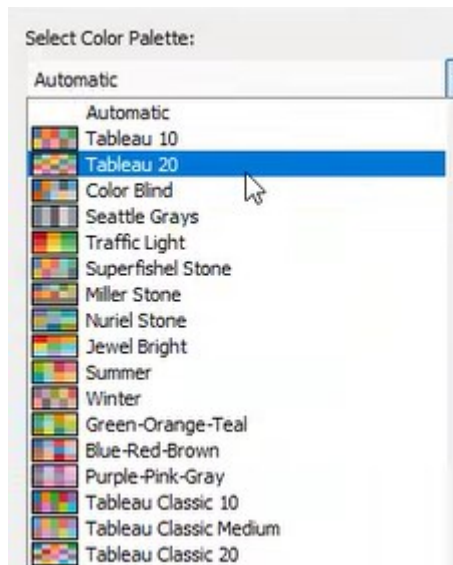
## 5.2 Saavutettavuus

Standardissa SFS-EN ISO 9241-171 (2009, s. 2, 69, 72) todetaan, että muuttuva näkökyky ja ympäristötekijät, kuten auringonvalo, vaikuttavat yksilön kykyyn erottaa ja nähdä visuaalista materiaalia. Tukikeinoina voidaan käyttää esimerkiksi fonttikoon suurentamista, kontrastin parantamista, väriyhdistelmien mukauttamista tai mahdollisuutta suurentaa näytönosaa. Saavutettavuutta standardi kuvaa käytettävyydeksi kyvykkyyksiltään mahdollisimman laajan käyttäjäkunnan kannalta. Kehitystehtävän osalta saavutettavuudella tarkoitetaan informaation osalta AVI:n (n.d.) luettelemia riittävää kontrastia ja värien havaittavuutta. Käsitteenä väri tarkoittaa värisävyn, kylläisyyden ja kirkkauden yhdistelmää sekä kontrasti kohteiden havaintoaistivaraista erotettavuutta (SFS-EN ISO 9241-171, 2009, s. 3).

Kontrastierojen osalta visualisointeja tarkasteltiin harmaasävyisenä ja tuloksen 'puute' tai 'osittainen puute' sai seitsemän (7) visualisointia. Osassa visualisoinneista väripiirteet oli erotettu toisistaan mustalla ääriiviivalla, jolloin



katse kiinnittyi pylväiden jaettuihin osiin harmaasävyisen kuvan osalta eri tavalla kuin värillisessä kuvassa. Visualisoinneissa käytetyt värit todettiin runsaiksi, eikä värejä ole käytetty pelkästään korostamiseen. Viisitoista (15) visualisointia arvioitiin puutteelliseksi värinäkemisen eroja huomioivan väripaletin osalta. Osuus oli suurin kaikkien arvioitujen arviointikohtien osalta



Kuva 13. Tableau-visualisoinnin vaihtoehtoisia väripaletteja.

Tuloksen osalta on huomioitava, että kyseisen arviointikriteerin (8b) osalta arvioija A1 ei pystynyt tarkistamaan käytettyä väripalettia, joten arviointi perustui pääkäyttäjän (H1, 29.4.2024) kommenttiin, ettei Color Blind -asteikkoa yleensä käytetä, vaan pyritään kirkkaampien värisävyjen, kuten liikennevalovärien käyttöön. Arvioija A1 päätti myös olla käyttämättä julkisia värisimulointityökaluja, koska kyse oli yrityksen sisäisistä tiedoista. Taulukkomuotoisten visualisointien värit koostuvat käytännössä fonttiväristä ja taulukon reunaviivojen väristä, joten niiden tulokseksi kirjattiin 'kunnossa'.

### 5.3 Tehokkuuteen ja tuloksellisuuteen vaikuttavat käytettävyyssnäkökohdat

Tässä luvussa käsitellään löydettävyyden, luettavuuteen ja ymmärrettävyyteen, luotettavuuteen ja visualisointien päivittämiseen liittyviä tuloksia.

## Hyvä löydettävyys

Standardissa SFS-EN ISO 9241-171 (2009, s. 83) todetaan, että mikäli tuotetta ei pysty käyttämään tehtävään liittyvän tavoitteen saavuttamiseksi, ei tuote ole tehokas, käyttökelpoinen tai helppokäyttöinen. Standardi SFS-EN ISO 9241-125:2017 (2017, s. 8) puolestaan ohjeistaa, että kun tieto on sijoitettu käyttäjien odotuksien ja tehtävän vaatimusten mukaisesti vähentää se hakuun kuluva aikaa. Käytettävyys paranee, jos tehokkuutta pystytään lisäämään ja kyetään saavuttamaan parempaa hyötysuhdetta ja tyytyväisyyttä (SFS-EN ISO 9241-171, 2009, s. 83).

Kehitystehtävässä tarkasteltiin päätöksentukityökalussa olevien visualisointien eli mittareiden löydettävyyttä ja siihen liittyvät syventävän tiedonkeruun johtolangat olivat:

- Avoimen keskustelun aikana tehty havainto, kun haastattelija koitti viedä aihetta käytettävyyden osalta toiseen näkökohtaan, mutta keskustelu palasi oikean mittarin löytämisen vaikeuteen (H2).
- Yhden kalenteriviikon aikana arvioija A1 havaitsi eri aihepiirien kokouksissa kolmen työyhteisön jäsenen viittaavan siihen, että ei löydä oikeaa mittaria tai ei ole varma mittarin oikeellisuudesta.
- Pääkäyttäjä H1 oli tunnistanut jo aiemmin tarpeen lisätä asiasanoja vanhoihin visualisointeihin.
- Tosiasian, että kansiorakennekartan työstövaiheessa view-tyyppisiä visualisointeja ja niistä koottuja koontimittareita oli ylätasen 21 kansiossa 16.3.2024 kaikkiaan 594. Lukuun ei sisältynyt testikansioissa olevat visualisoinnit.

Kuiluanalyysin löydöksiä olivat, että:

- Samannimisiä mittareita on eri sisällöllä, mittareissa on puutteellisia otsikoita tai kuvailutietoja eikä hakutoiminto toimi kaikkien mittareiden osalta puuttuvien asiasanojen takia.

- Arviointikriteeri 1d 'Mittariston asiasanat on lisätty mittariston metadatatietoihin (Tableau: About)' sai toiseksi suurimman määrän arviointituloksia 'puute'.
- Joissakin mittarinimissä on kirjoitusvirheitä aiheuttaen sen, että ne eivät listaudu mukaan oletetulla hakusanalla tehtävään hakuun.
- Mittariotsikko saattaa olla osittain suomeksi ja englanniksi tai pelkästään suomeksi tai pelkästään englanniksi.
- Mittariotsikkona on saatettu käyttää pelkkää lyhennettä.
- Osa otsikoista sisältää mittarissa käytetyn vertailutavan (% , lukumäärä tms.), mutta eivät kaikki.

Visualisoinnin löydettävyyteen liittyvänä tuloksena voidaan myös osittain pitää kehittämistehtävän aikana pääkäyttäjän kanssa suoritettujen testauksien tulosta. Testissä varmistettiin, että lisäämällä asiasanan visualisoinnin metatietoihin (About) kyseisen visualisoinnin löytää Search-toiminnolla käyttämällä lisättyä asiasanaa.

### **Luettavuus ja ymmärrettävyys**

Standardi SFS-EN ISO 9241-171 (2009, s. 69, 72–73) ohjeistaa huomioimaan ohjelmiston saavutettavuudessa selkeän ilmaisun ja kielellisen esitystavan lisäksi ympäristötekijät, näkemiseen liittyvät tekijät sekä ihmisen mukautuvat ja elämän aikana muuttuvat kognitiiviset kyvyt erityisesti tiedonkäsittelyn kannalta. Koska muistikapasiteetin rajoitukset vaikuttavat herkästi tiedonkäsittelytehtäviin, tulisi vuorovaikutteisen ohjelmiston tukea muistamisen sijaan (recall) asioiden tunnistamista (recognition).

Kuuluanalyysin osalta, luettavuuteen ja ymmärrettävyyteen liittyvien arviointikriteerien tuloksena oli, että visualisoinneissa oli puuttuvia tai osittain puutteellisia selitteitä 14 % ja epäselviä tai muuten puutteellisia mittareiden otsikoita 11 %. Kaavioita koskevan arviointiaiheen kriteereitä jätettiin arvioimatta, koska täsmällisempään analyysiin olisi tarvittu tietoa mittarin tavoitteesta. Informaatiokuorman arviointi tehtiin käytännössä interaktiivisen

visualisoinnin näkökulmasta oletuksella, että staattisen version osastolle tulostava suodattaa tietoja ennen tulostusta tai kuvankaappauksen ottamista.

Kuiluanalyysin löydöksiä oli, että:

- Mittareissa on lyhenteitä ilman että niiden merkitystä oli selitetty.
- Mittareissa käytettyjen värien merkityksiä ei ole selitetty.
- Yhteen koontimittaristoon sisältyneillä kolmella mittarilla oli samoilla väreillä eri merkityksiä.

Kehitystehtävän aikana sattui myös tapaus, jossa ohjeluonnosta lukenut henkilö ei ymmärtänyt ohjeessa olevaa kohtaa, koska ei nähnyt kunnolla siinä olevaa pienitekstistä prosessikaaviota. Tilanne muistutti arvioijaa A1 aiemmasta kokemuksesta vastaavalla tavalla toteutetun prosessimuotoisen ohjeen prosessikaavion osalta. Lisäksi arvioijalla A1 oli kuiluanalyysiä suorittaessa vaikeuksia ymmärtää kolmea mittaria ja selvisi, että mittarin nimessä oleva numero ei vastannutkaan oletettua linjan numeroa, vaan mittaristopakettin numeroa. Oli sattumaa, että sekä linjoja että mittareita oli lukumäärällisesti yhtä monta.

### **Tuloksellisuus: luotettavuus**

Näytöllä esitettävään informaatioon liittyvänä periaatteena voidaan pitää sitä, että jos todellisia tietoja ajasta ja alkuperästä ei ole mahdollista esittää riittäväällä resoluutiotasolla on siitä ilmoitettava. Ilmoitukseksi käy esimerkiksi tieto, milloin edellinen data on tuotettu. (SFS-EN ISO 11064-5, 2009, s. 10.) Luotettavuuteen liittyvät syventävän tiedonkeruun johtolankana on arvioijan A1 tekemät vanhemmat havainnot työyhteisöstä: kommentit tai pohdinnat mittareiden luotettavuudesta, datalähteestä tai datan päivitysajankohdasta. Lisäksi kuiluanalyysin tuloksena oli, että visualisoinneissa on osittain puutteellisia datalähdemerkintöjä (17 %) ja osasta puuttuu päivitysmistapätieto (16 %).

## **Tuloksellisuus: mittareiden päivitykset**

Data on yksi päätöksenteon resursseista ja niistä luotujen visualisointien avulla pystytään tukemaan päätöksentekijän kyvykkyyttä. Visualisointien elinkaareen ja visualisointiprosessiin liittyi seuraava mittarin arvioinnissa kerrottu tieto:

mittari on kehitetty 3 vuotta sitten,  
ja on sen jälkeen ollut oman onnen nojassa. (H1)

## **Tuloksista**

Tässä luvussa käytiin läpi kehitystehtävän tuloksia käyttäjäkokemuksen ja käytettävyyteen liittyvän tyytyväisyyden, saavutettavuuden sekä joidenkin tehokkuuteen ja tuloksellisuuteen liittyvien käytettävyyssnäkökohtien, kuten hyvän löydettävyyden, luettavuuden ja ymmärrettävyyden, kautta. Seuraavassa luvussa pohditaan johtopäätelmiä sekä esitetään suosituksia kuiluanalyysin tuloksien (4.3) että käyttöyhteyteen tutustumisen ja syventävän tiedonkeruun aikana tehtyjen havaintojen pohjalta (4.2).

## 6 Pohdinta

Tässä luvussa käydään läpi johtopäätelmiä ja kehitysehdotuksia sekä kehitystehtävän suorituksen ja analysoinnin luotettavuutta ja pätevyyttä.

### 6.1 Johtopäätelmät

Yleisesti voidaan todeta, että digitalisaatio ja digitaalinen kehitys ovat oleellisia tekijöitä toimintatapamuutoksessa kohti reaaliaikaisen tietoon perustuvaa päätöksentekoa. Yksi näistä tiedolla johtamisen elementeistä on datan visualisointi. Tarpeen pohjalta suunnitellun arvoa luovan visualisoinnin pitäisi tuottaa enemmän arvoa kuin sen tuottamiseen on käytetty resursseja. Hyvin suunniteltu visualisointi voi toimia päätöksentekijän tukityökaluna ilmentämään ongelmanratkaisussa tai päätelmien tekemisessä tarvittavien datajoukkojen oleellisia piirteitä tai merkityksellisiä tietoja.

Data on, kuten Suomen itsenäisyyden juhlarahaston (Aura ym. 2024, s. 6) Kilpailukykyä datasta -käsikirjassa todetaan:

jatkuvasti uusiutuva ja kulumaton raaka-aine, joka tarjoaa organisaatioille ennennäkemättömiä mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseen.

#### 6.1.1 Aivotyön tukeminen harkituilla visuaalisilla suunnitteluvalinnoilla

Aivotyön osalta Kalakoski ym. (2020) totesivat kognitiivisen kuormituksen vaikuttavan toimintakykyyn ja työn suoritukseen. Kun pyritään vähentämään kognitiivisia kuormitustekijöitä, tarvitaan ymmärrystä käyttöyhteydestä. Kehitystehtävän käyttöyhteyteen tutustumisvaiheessa käyttäjäryhmiä tunnistettiin useita ja aivotyötä tukevan visualisoinnin kehittämisen kannalta merkittävin ero käyttäjäryhmien käytettävyyden tukemisessa on todennäköisesti staattisten visualisointien käyttäjäryhmän ja päätöksentukityökalua käyttävien käyttäjäryhmän välillä. Rajattomilla henkilöresursseja sekä staattisia että interaktiivisia mediaformaattimuotoja voisi parantaa käyttäjäystävällisemmäksi,

mutta yleensä niukkoja resursseja suunnataan vain tiettyihin parannustoimiin. Helppoa olisi valita parannuskohteeksi vain interaktiiviset visualisoinnit, mutta toimintakulttuurimuutoksessa, minkä tavoitteena on reaaliaikainen tiedolla johtaminen, on kuitenkin järkevää tukea myös staattisten visualisointien käyttäjiä tavalla, joka lisää ymmärrystä visualisointien käytöstä luoden kiinnostusta reaaliaikaisen tiedon äärelle ja päätöksentekityökalun käyttäjiksi.

Huolimatta mediaformaatista, visualisoinnissa tulisi huomioida Bossin ym. (2023) oppi, että visuaaliseen havainnointiin liittyvä suorituskyky huononee, jos visuaalisten elementtien sekavuus kasvaa. Kuiluanalyysissä visualisoinneissa olevien värien käytön todettiin olevan runsasta, mikä voi aiheuttaa osalle käyttäjistä sekavan vaikutelman. Suodatintoimintoja sisältävän interaktiivisen visualisoinnin käyttäjälle värien runsaus ei välttämättä korostu yhtä paljon kuin staattista kuvaa tarkastelevalle. Staattisen kuvan arvioinnin osalta olisi kuitenkin tarvittu lisää tietoa siitä, miten visualisoinnit tulostetaan käyttäjien saataville: suodatetaanko visualisoinneista ylimääräisiä tietoja vai käytetäänkö versiota, missä näkyvät esimerkiksi kaikki monenkirjavat pinotut pylväskaaviot – ja toisaalta tietoa siitä mikä visualisoinnin pääviesti on.

Xiong ym. (2022) artikkelissa todettiin, että jos visualisoinnin pääviestinä on tuoda esiin millä pylväällä on suurin summa, ei pylvään luokkia tarvitse pystyä erottelemaan. Kyseiseen päämäärään tähtäävän Tableau-visualisoinnin ja siinä olevan pinotun pylväskaavion runsaita värejä voisi näin ollen muuttaa hillitymmäksi – päätös riippuu kuitenkin kaavion viestinnällisestä tavoitteesta ja käyttäjäryhmästä. Värivalintoja tulisi tehdä Schlatterin (2013) näkemyksen tavoin ja käyttää strategisena kumppanina huomion ohjaamisessa ja suuntaamisessa. Interaktiivisissa visualisoinneissa huomion suuntaaminen voi olla helpompaa, koska muun muassa suodatustoimintojen käyttäminen vähentää kerralla esitettävää tietomäärää. Staattinen visualisointi voi kuitenkin olla joillekin käyttäjille ainut mahdollisuus tarkastella tietoja.

Teoriaosuuden puolella Bach ym. (2023) käsitelivät visuaalisissa järjestelmissä käytettyjä värien käyttötapoja käyttäen käsitettä jaettu värimaailma, kun datan osaryhmillä on yksilölliset värit johdonmukaisesti kaikkialla. Kuiluanalyysin

yhtenä havaintona oli, että kun kolme visualisointia oli yhdistetty yhdeksi koontimittaristiksi oli jäänyt huomioimatta, että eri mittareiden väreillä oli eri värimerkitykset. Selitteen puuttuminen yhdestä mittarista saattaa saada katsojan päättelemään väriselityksiä toisen mittarin selitteestä. Jaetun värimaailman ideologia tuleekin huomioida ainakin visualisointeja yhdistäessä.

Kognitiivisen sopivuuden huomioimisessa Eberhardin (2023) ohjeena on varmistaa, että visualisointi esittää tarpeeksi dataa, mutta samalla mahdollisimman vähän. Kuiluanalyysissä visualisointien asetelussa ja rakenteessa ei havaittu merkittäviä puutteita ainakaan interaktiivisten visualisointien osalta. Interaktiivisuuden etuna on se, että käyttäjä voi hyödyntää visualisointeihin rakennettuja suodattimia kerralla näytettävän tietomäärän vähentämiseksi. Joissakin koontimittaristoissa visualisointien lukumäärä vaikutti suurelta, mutta koska koontimittaria ei arvioitu mittariomistajan kanssa jäi mahdollinen perustelu, kuten kokonaiskuvan välittäminen, saamatta. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että suodattimien käyttö helpottaa ainakin interaktiivisten visualisointien käyttäjiä ja niiden käyttö on suositeltavaa. Tällöin suodattimien valintavaihtoehtojen tekeminen tulee tehdä harkiten.

Tarkoituksenmukaisella kaaviotyypivalinnalla voidaan Xiongin ym. (2022) mukaan auttaa katsojaa käsittelemään tietoja intuitiivisesti ja tehokkaasti. Bach ym. (2023) korostavat, että suunnittelijan on tiedettävä mikä tieto on merkityksellistä, jotta on mahdollista määritellä kuinka paljon tietoa datajoukosta tulee saada näkyviin. Kuiluanalyysin osalta kaaviotyypivalintoja ei arvioitu, sillä tähän olisi tarvittu tietoa mittarin pääviestistä ja validin tuloksen varmistamiseksi enemmän asiantuntemusta kaaviotyypeistä. Tableau-analysointialustassa on suositusjärjestelmä visualisointeja luovien avuksi, mutta sen osalta on huomioitava Xiongin ym. (2022) huomio, että suositus perustuu yksinkertaisiin sääntöihin, mitkä eivät välttämättä huomioi käyttäjän osaamistasoa ja tiedonhakun tarkoitusta. Jatkossa visualisointeja julkaisevien on hyvä pohtia suositusjärjestelmän antamaa kaaviotyyppiä ydinviestin kannalta mahdollisesti käyttäjäryhmän edustajien kanssa. Mikäli kaaviotyypiksi valitaan käyttäjien kannalta uusi kaaviotyyppi, tulee sen tulkintatapa perehdyttää käyttäjille.



### 6.1.2 Käyttäjän tukeminen Tableau-käyttöliittymän käytössä

Teoriaosuudessa todettiin, että tehokkain tapa päätöksentekoon liittyvän tukityökalun käyttöön on perehdyttäminen ja koulutus, sillä visualisoinnilla ja sen visuaalisilla piirteillä ei ole välttämättä vaikutusta suorituskykyyn ennen visualisoinnin piirteisiin liittyvää koulutusta. Toimeksiantajayrityksessä varsinaisia Tableau-perehdytyksiä ei ole visualisointia hyödyntäville järjestetty, mutta työyhteisössä olisi kuitenkin tarvetta sille. Kehitystehtävään liittyi ohjeistavan materiaalin luominen ja jatkossa olisi hyvä, että ohjeistavia materiaaleja päivitetään tai luodaan tarvittaessa soveltuvalla tavalla. Vanhentuneet ohjeistukset tulee myös muistaa poistaa käyttäjien saatavilta. Perehdytystilaisuuksia on hyvä järjestää säännöllisin määräajoin tai tarjota perehtymismateriaaleja käyttäjille tallenteena.

Avoimen keskustelun merkityksellisimmältä vaikuttanut kannanotto liittyi mittarien selkeyteen, johon tulisi panostaa mittareiden lukumäärän sijaan. Tämän yksittäisen näkemyksen lisäksi oli myös havaintoja työyhteisöstä, että jonkin tietyn mittarin tulkinta oli haastavaa. Kuiluanalyysin löydökset tukivat näitä havaintoja, sillä mittareissa havaittiin puutteellisia selitteitä ja otsikoita. Mittarin selkeys liittyy myös löydettävyyteen esimerkiksi otsikoiden ja muiden nimeämiskäytäntöjen osalta. Kuiluanalyysissä samannimisiä – tai lähes samannimisiä – mittareita todettiin useita. Hakutoiminto ei myöskään toiminut kaikkien mittareiden osalta puuttuvien asiasanojen takia. Mittareiden lukumäärä todettiin käyttöyhteyteen tutustumisen aikana suureksi ja se saattaa olla osasyynä työyhteisön kipuiluun, että oikeaa mittaria ei löydetä tai ei olla varmoja mittarin oikeellisuudesta. Käyttäjälähtöisyyden tavoitteena on tuottaa asiakkaalle tarvetta vastaava palvelu (Käyttäjälähtöisyys, 2024) ja mittarin osalta sen löydettävyys ja tulkittavuus ovat oleellisia näkökohtia.

Yleiskirjallisuuden puolella kehoitetaan harkitsemaan miten asiakkaan kipupisteitä tarpeen tai ongelman osalta pystyisi poistamaan (mm. Alhonen & Iloranta, 2021) ja keskittymään varsinaisen ongelman ymmärtämiseen oletetun ratkaisuvaihtoehdon työstämisen sijaan – ‘Love the problem, not the solution’

(Levine & Wozniak, 2023). Kun avoimessa keskustelussa haastattelija koitti viedä keskustelua käytettävyyssnäkökohtien osalta toiseen näkökohtaan, keskustelu palasi oikean mittarin löytämisen vaikeuteen. Pohdittavaksi ja mahdolliseksi selvityskohteeksi jäi, onko mittarin löydettävyys tällä hetkellä käyttäjän tai käyttäjien isoin ongelma tai kipupiste. Jos näin on, sille pitäisi keksiä ratkaisu. Suosituksena on parantaa mittarien löydettävyyttä asiasanoja lisäämällä, mittareiden otsikointia parantamalla ja sen jälkeen kartoittaa tilannetta kyselyllä tai vastaavalla keinolla.

Käyttäjän visuaalista navigointia käyttöliittymässä voidaan myös tukea räätälöimällä laskeutumissivua ja siivoamalla kansiorakennetta. Siivoaminen tarkoittaa tässä yhteydessä vanhojen mittareiden poistamista tai siirtämistä toiseen sijaintiin sekä vaihtoehtoisten mittareiden uudelleennimeämistä. Kansiorakenteen osalta on myös hyvä tarkastella, mitkä kansiot kuuluvat ylätasolle – yksittäisten henkilöiden käytössä olevien kansioden järkevämpi paikka olisi todennäköisesti alempana kansiorakenteessa. Tällä tavalla ylätasolla olevien kansioden määrä pysyisi hallitumpana.

### 6.1.3 Tableau-visualisointien käytettävyyden parantaminen

Tässä luvussa käsitellään Tableau-mittareiden ja -koontimittaristojen käytettävyyttä saavutettavuuden, luettavuuden ja tulkittavuuden, intuitiivisuuden, luotettavuuden sekä ymmärrettävyyden kannalta.

#### **Saavutettavuus, luettavuus ja tulkittavuus**

Havaitsemisen osalta Koivisto ym. (2006) selitti piirreintegraatioteorian perustuvan ajatukseen, että ihminen havaitsee tiedostamattaan yksittäisiä piirteitä, Kahnemanin (2003) todetessa, että samankaltaisten kuvioiden vertailu on lähes automaattista. Tableau-visualisoinneissa automaattisten kognitiivisten prosessien lisäksi tietoisesti tehtävään aivotyöhön vaikuttaa mittareiden visuaalisten piirteiden havaittavuus ja saavutettavuus. Saavutettavuuskriteerien

hyödyntäminen tekstin muotoilussa, riittävän kontrastin varmistuksessa ja johdonmukaisessa merkitsemisessä auttaa luomaan visualisoinnista saavutettavaa suuremmalle osalle väestöstä. Kuten Malkani ym. (2023) totesivat, visualisoinnin tulee olla saavutettava – ja Tableau-mittareiden osalta saavutettava kaikille visualisointia tarvitseville käyttäjäryhmille.

Kuiluanalyysin aikana Tableau-koontimittaristoissa käytettyjen värien todettiin olevan runsaita ja vaikka visualisointeja ei testattu värinäkemistä simuloivilla työkaluilla on hyvin todennäköistä, että osalle käyttäjistä visualisointien värivalinnat aiheuttavat haasteita. Saavutettavuus on myös värinäkemisen erojen huomioimista ja värivalintoja tehdessä olisi hyvä käyttää esimerkiksi Parishin ja Edmondsonin (2019) suosittamia simulointityökaluja väriyhdistelmien tarkistamiseksi. Helpoin tapa saattaa olla käyttää Tableau-analysointialustan Color Blind -väripalettia. Johtopäätöksenä on, että visualisointien värivalintoja tulee tehdä harkiten ja mikäli värejä on käytettävissä useita, tulee valita värinäkemisen erot huomioiva väripaletti tai -asteikko.

Visualisoinnin luettavuuden lisäksi Padilla ym. (2018) suosittelevat arvioimaan käyttäjien graafisen lukutaidon mahdollista vaikutusta visualisoinnista tehtäviin päätelmiin. Killen ym. (2020) lisää huomioitavaksi seikaksi käyttäjän tietokonelukutaidon eli miten hyvin käyttäjä hallitsee tietokoneen ja siihen liittyvän teknologian. Kehitystehtävään ei sisällynyt käyttäjien ominaisuuksien tai kykyjen kartoitusta, mutta visualisointien tulkintaa olisi mielenkiintoista selvittää erityisesti graafisen lukutaidon tai datalukutaidon osalta. Visualisointeja luovat eivät välttämättä osaa huomioida, mitkä tulkinnat voivat olla käyttäjille haastavia, koska ovat niihin itse jo perehtyneet.

Saavutettavuutta voidaan ajatella myös tekniseen käyttöympäristöön liittyvänä esteettömyytenä. Käyttöoikeuksien osalta Tableau-lukuoikeuksien pyytämistä helpottaa, kun oikeuksien saamiseen liittyvä hakuprosessi on kirjattu uuden käyttäjän ohjeeseen. Kyseisen ohjeen tulee luonnollisesti olla saatavilla käyttöliittymän ulkopuolisessa järjestelmässä, jotta se on tulevan käyttäjän löydettävissä. Toisena käyttöympäristöön liittyvänä asiana on mittareiden käyttäminen käyttöliittymän sijaan tulosteena tai kuvankaappauksina

esimerkiksi PowerPoint-muodossa. Syitä miksi mittaristoja käytetään edelleen staattisessa muodossa on tiedon tasapuolisen jakamisen lisäksi todennäköisesti järjestelmän toimivuuteen liittyvät tekijät, kuten hitaus tai käyttökatkot.

### **Intuitiivisuus ja opittavuus**

Käytettävyys on myös käytön helppoutta, intuitiivisuutta ja opittavuutta. Killen kollegoineen (2020) opastaakin arvioimaan onko visualisointitapa tuttu ennestään käytössä olevan standardoidun esitystavan ansiosta. Työyhteisössä on käytössä tietyissä materiaaleissa standardeja esitystapoja, mutta visualisointien osalta koontimittaristoissa ei sellaista varsinaisesti ole. Standardoidut esitystavat helpottaisivat erityisesti sellaisia käyttäjiä, jotka tarkastelevat muiden käyttäjäryhmien visualisointeja. Standardipohjia voisi ottaa käyttöön niiltä osin, kun se tukee visualisointien tehokasta käyttämistä laajemmassa yhteydessä. Aihetta on kuitenkin tarkasteltava eri näkökulmista, sillä yhden yksittäisen käyttäjäryhmän takia ei kaikkia visualisointeja tule standardisoida tiettyyn muottiin. Päätöksissä tulee antaa painoarvoa sille, mikä esitystapa tukee visualisoinnin pääasiallista kohderyhmää, niin että esitystapa on tehokas, vaikuttava, käyttäjäystävällinen ja tukee työn suorittamista.

Totutut esitystavat eivät myöskään estä uusien esitystapojen käyttöönottoa, mutta uuden esitystavan käyttöönottovaiheeseen tulee varata aikaa kouluttamiselle ja asian omaksumiselle. Lisäksi uusille käyttäjille tulisi tarjota esitystavan tulkintaan liittyvää opastusta jossain muodossa. Muoto voi olla perehdytyksen ohjedokumentaatio tai päätöksentekityökalussa olevat avustavat toiminnot esitystavan ymmärtämiseksi.

### **Luotettavuus**

Eberhardin (2023) mukaan tietoon liittyvä epävarmuus tulee tuoda esille, jotta päätöksentekovarmuus ei kasva virheellisesti. Myös Gaba kollegoineen (2024)

totesi tarkkuusasteesta informoimisen ja esitystavan visuaalisten valintojen vaikuttavan siihen, kuinka luotettavana dataa pidetään, miten datapisteitä vertaillaan ja miten datan syy-seuraussuhteista tehdään johtopäätöksiä ja päätelmiä. Kuiluanalyysin perusteella mittareissa on puutteellisia tai puuttuvia otsikoita, kuvailutietoja, datalähdemerkintöjä ja päivitysajankohtia. Lisäksi työyhteisön kokemusten perusteella mittarin oikeellisuudesta, luotettavuudesta, datalähteestä tai päivitysajankohdasta ei aina ole varmuutta. Epäselvät mittarit eivät luo luottamusta, mikä saattaa johtaa siihen, että mittareita ei käytetä. Teorian lisäksi standardi SFS-EN ISO 11064-5 (2009) korostaa esitettävän informaation läpinäkyvyyttä ja totuudenmukaisuutta tukevia tekijöitä, kuten datalähteiden merkitsemistä. Myös työyhteisökoulutuksen kouluttaja muistutti, että datalla ei ole arvoa ilman metadataa. Kehitystehtävän suosituksena on, että visualisointeja päivitettäessä ja luotaessa näihin kohtiin kiinnitettäisiin erityistä huomioita.

## **Ymmärrettävyys**

Avoimen keskustelun merkityksellisimmältä vaikuttanut kannanotto oli jo aiemmin mainittu:

mieluummin 10 selkeää mittaria, kuin 35 epäselvää.

Haasteet visualisoinnin ymmärtämisestä voivat liittyä kuiluanalyysissä tunnistettuihin puutteisiin mittarinimien, otsikoiden tai selitteiden osalta. Epäselvyyttä voi aiheuttaa myös graafinen esitystapa, jota ei osata tulkita perinteisestä poikkeavan esitystavan takia. Työyhteisössä saatetaan käyttää myös samoja lyhenteitä eri aiheille ja useaa käyttäjää helpottaisi, mikäli käytössä olisi saavutettavuuskriteeri 3.1.3 (WCAG 2.1), joka ohjeistaa, että lyhenteistä tulisi olla saatavilla laajennettu muoto tai merkitys (AVI, n.d.).

Mittarin tavoitearvioinnissa yksi arvioiduista visualisoinneista ilmeni positiiviseksi mittariksi. Näkemyksenä positiivisen mittarin käyttö on kannustavaa, mutta positiivinen viesti ei välttämättä tällä hetkellä välity kaikille käyttäjille mittarista vaan ydinviesti voi jäädä epäselväksi. Käyttäjille tarkoitetun pääviestin

ymmärtämistä tukisi, mikäli mittarin viestinnällinen tavoite tai visualisoinnin tulkintaan liittyvä ohje olisi näkyvässä mittarissa (Xiong ym., 2022) tai sen metatiedoissa. Visualisointi on resurssi, jonka arvo riippuu sen käytettävyydestä ja siitä, miten visualisointi saavuttaa tavoitteensa eli viestimään tietoa määritetyille kohderyhmälle. Xiong ym. (2022) viittaavat visualisoinnin 'key takeaway' -pääviestin tärkeyteen ja Heikkilä (2008) nostaa arvioinnin osalta esille ymmärryksen alkuperäisestä pyrkimyksestä. Visualisointia voidaan tulkita toisin, kun suunnittelija on ajatellut, jos käyttäjällä ei ole tietoa minkälainen viesti visualisoinnista pitäisi saada.

Sen lisäksi, että visualisointivalinnat tulee tehdä tavoitteen, käyttötarkoituksen perusteella (Krum, 2014) on muistettava käyttäjälähtöisen suunnittelun merkitys (Bach ym., 2023). Koontimittaristo saatetaan jättää käyttämättä, mikäli käyttäjäryhmää ei oteta mukaan suunnitteluvaiheessa. Kun käyttäjäryhmän edustajia osallistetaan suunnitteluun, on suunnittelijoilla ja käyttäjillä yhteinen käsitys mahdollisista suunnitteluvaihtoehdoista. Viimeistään mittarin kehittämisen loppuvaiheen arvioinnissa visualisoinnin käyttökelpoisuus tulisi varmistaa ennen varsinaista käyttöönottoa.

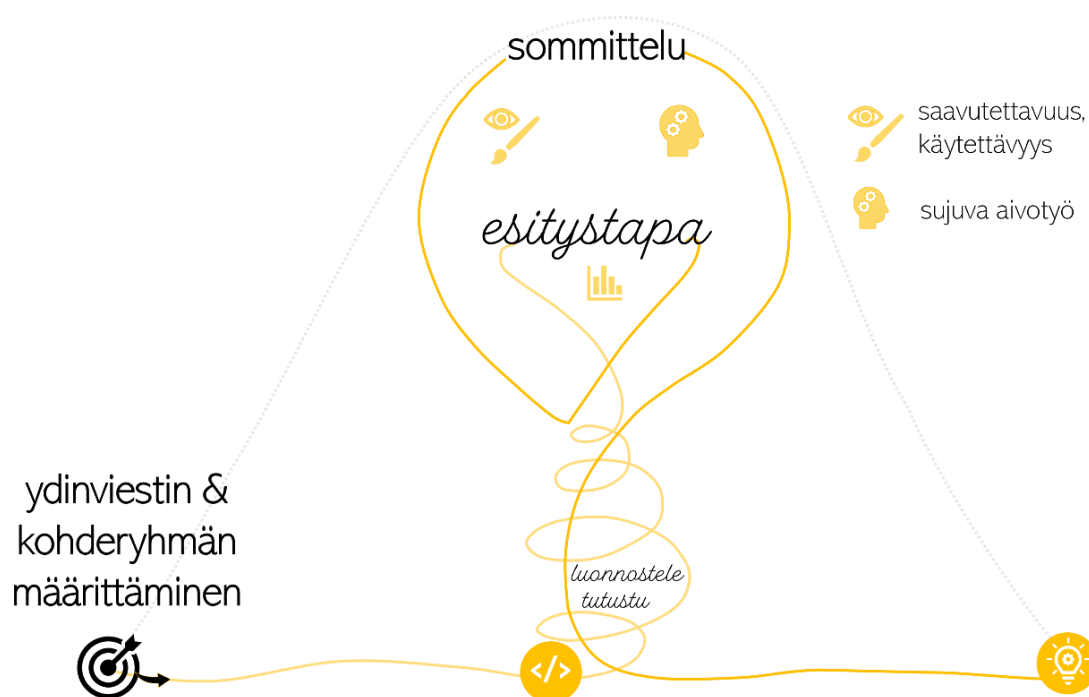
### **Eri mediaformaatteja käyttävien huomioiminen**

Staattisen ja interaktiivisen visualisoinnin käytössä tulee huomioida osittain eri käytettävyyssnäkökohtia ja molempien mediaformaattimuotojen yhtäaikainen tukeminen on haastavaa. Resurssit voisi suunnata vain toisen mediaformaattimuodon käytettävyyden parantamiseen, mutta kun pyritään muuttamaan toimintakulttuuria ja työyhteisön jäseniä reaaliaikaisen datan hyödyntäjiksi ei voida oikeastaan valita vain yhtä polkua, sillä mittareiden reaaliaikaiselle käytölle on luotava ensin kiinnostusta staattisten mittareiden käyttäjien keskuudessa. Reaaliaikainen tiedolla johtaminen, tai pyrkimys siihen, vaatii ennen kaikkea organisatorisen käyttöympäristön tukea. Toimintatapoihin ja kulttuuriin liittyvä muutos edellyttää muutoksen tukemista niin, että sen kohteena olevilla henkilöillä on tarpeeksi tietoa ja aikaa valmistautua siihen, miten toimintatavan uusi tavoitetilä vaikuttaa yksilöön ja hänen tehtäviinsä. On

muistettava motivaation voima sekä innostavan ja haastavan aivotyön tasapaino.

#### 6.1.4 Visualisoinnista tekoihin – havainnoimisesta reagoimiseen

Kuuluanalyysin oivalluksena oli, että visualisointia hyödyntävän käyttäjän kokeman arvon lisäksi on oleellista tarkastella sitä, miksi visualisointi tehdään eli välittykö visualisoinnista määritetylle kohderyhmälle tarkoitettu ydinviesti. Visualisointia katsovan aivotyötä voi sujuvoittaa ilman päämäärää, mutta se ei välttämättä auta saavuttamaan tavoitetta, johon visualisointi on suunniteltu. Visualisointiprosessi tulee aloittaa tarpeen määrittämisestä: miksi ja kenelle visualisointia tehdään eli kohderyhmän ja ydinviestin määrittämisestä (kuva 14).



Kuva 14. Visualisointiprosessi alkaa ydinviestin ja kohderyhmän määrittämisestä.

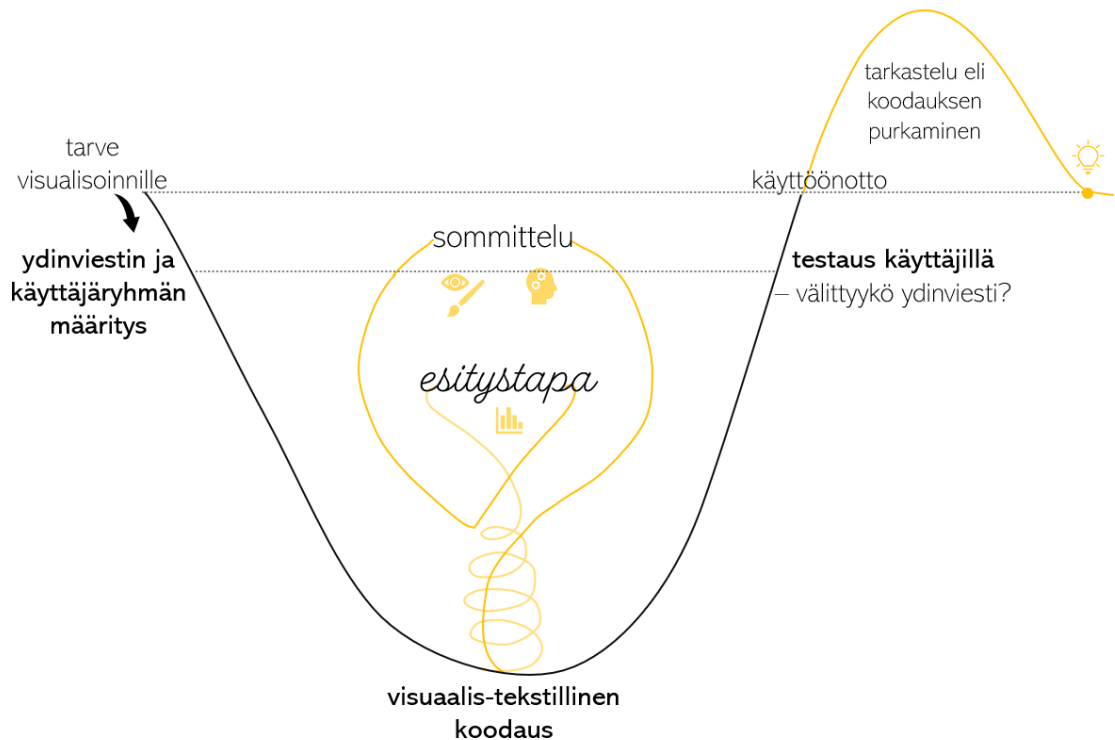
Visualisointia suunnitellessa kannattaa perinteisten käyttöyhteysnäkökohtien, kuten käyttöympäristön ja käyttäjien tehtävien, lisäksi selvittää käyttäjien aiempaa kokemusta, tietotaitoa, kyvykkyyksiä ja sitä minkälaisiin esitystapoihin he ovat tottuneet. Eberhard (2023) kuvasi visualisointia ajattelun apuvälineeksi,

joka vähentää työmuistin kuormitusta. Teorian perusteella tällainen tukityökalu tulee suunnitella soveltuvaksi tehtävänsä eli epäselvän ja liiallisen informaatiokuorman sijaan tulee panostaa selkeisiin kuvauksiin, tiedon eheyteen ja esitystapaan, joka korostaa päätöstilanteessa tarvittavaa tietoa. Visualisoinnin ulkoasuun ja sisältösommitteluun liittyvien päätösten tekemisessä voi hyödyntää saavutettavuusvaatimuksia – ne toimivat hyvänä ohjeistuksena, vaikka visualisointi ei päätyisikään verkkosivulle.

Krum (2014) suosittelee infograafin kerronnan rakenteeksi kolmivaiheista 'alku–keskikohta–loppu' -toteutustapaa eli dramaturgiastakin tuttua draaman kaarta. Varsinainen visualisointiprosessikin muistuttaa kyseistä rakennetta: tarpeesta käynnistyvä määrittelyvaihe etenee visualisoinnin suunnitteluun ja luomiseen, sekä lopulta visualisoinnin käyttööntovaiheeseen. Validoinnin V-malli koostuu myös kolmesta vaiheesta: suunnitteluvaiheesta, koodausvaiheesta sekä validointivaiheesta, jossa varmistetaan, että suunnitteluvaiheessa asetetut vaatimukset täyttyvät ja tuote soveltuu käyttötarkoitukseen.

Opinnäytetyössä käyttöönotettavan visualisoinnin soveltuvuus, arvo, on määritetyn ydinviestin välittymistä ja aivotyön tukemista visuaalisten suunnittelupäätösten avulla. Ja koska soveltuvuutta on hyvä testata ennen käyttöönottoa tuntuu luontevalta yhdistää edellä mainitut kaksi mallia niin, että validoinnin v-malli ohjaa varsinaisen visualisointiprosessin kulkua huomioiden kuitenkin visualisoinnin kerronnallisen rakenteen. Oivallus on koodattu visuaalis-tekstilliseen muotoon kuvaan 15.





Kuva 15. Yhdistetty validoinnin v-malli ja draaman kaari.

Kun visualisoinnin soveltuvuutta testataan käyttäjillä, pystytään ainakin jollain tasolla huomioimaan sitä, miten visualisointia tulkitaan, aiheuttavatko siihen valitut visuaaliset piirteet epähuomiossa virhetulkintoja tai kuormittaako sen informaatiokuorma tiettyjä käyttäjiä enemmän kuin toisia. Visualisoinnin kyvykkyyttä välittää datan keskeistä sisältöä voidaan arvioida eri tavoin (Wall ym., 2019), mutta tärkeintä on kuitenkin se, että kun uusia esitystapoja otetaan käyttöön, tulkintatavan perehdyttämiseen varataan riittävästi aikaa.

Käytössä olevassa visualisoinnissa draaman kaari näyttäytyy tavallisessa muodossa visualisointia lukevalla käyttäjällä. Valmiin visualisoinnin tulee johdattaa katsoja visualisoinnin aiheeseen vähintään hyvin nimetyn otsikon avulla. Asiasisältöön tutustumisen tulee olla käyttäjäystävällistä, saavutettavaa ja kognitiivisen kuormituksen minimoivaa: informaatiota tulee olla riittävästi päätelmän tekemiseen, mutta samalla mahdollisimman vähän. Pyrkimyksenä on, että luotu visualisointi mahdollistaa oivalluksen tai saa aikaan määriteltyjä toimia – sille määritetyn tavoitteen mukaan.

## Kooste johtopäätelmistä

Aivotyötä voidaan tukea huomioimalla ihmisen luontaista havainnointitapaa sekä intuitiiviseen ja harkitsevaan ajatteluun liittyviä näkökohtia ja lyhytkestoisen muistin rajoituksia. Tiedon esitystavassa tulee huomioida käyttöyhteys, jotta visualisointi on saavutettava ja käyttäjäystävällinen. Päätöksentekoon tarvitaan dataa riittävästi, mutta mahdollisimman vähän. Datan merkitykselliset piirteet esille tuova, luotettava tieto luo arvoa ja on oleellinen tekijä, kun tehdään faktaan perustuvia päätelmiä.

Käyttöliittymän käytettävyyttä voidaan parantaa varmistamalla hakutoimintojen toimivuus sisällyttämällä mittareihin asiasanoja ja varmistamalla, että vanhat mittarit poistetaan käytöstä. Käyttäjille luotuja ohjeistavia dokumentteja tulee tarpeen mukaan päivittää tai korvata uusilla. Mittareiden löydettävyyttä ja ymmärrettävyyttä voidaan parantaa selkeillä kuvauksilla ja datalähdetiedoilla, huomioimalla värinäkemisen erot ja väripiirteiden yhdenmukaisuus sekä sopimalla yhteisiä nimeämiskäytäntöjä. Mahdollisuuksina ovat myös käyttöliittymän laskeutumissivun räätälöiminen ja käyttäjien osallistaminen suunnitteluun. Yksi tehokkaimmista tavoista on käyttäjien perehdyttäminen ja kouluttaminen päätöksentukityökalun käyttöön ja visualisointien tulkintaan.

Uusien visualisointien luomisessa ja vanhojen päivittämisessä on hyvä käyttää tarkistuslistaa. Lisäksi mittareille on hyvä tehdä määräaikaistarkastuksia, jotta mahdollistetaan sekä visualisointien käytettävyys käyttäjän kannalta että mittarin tavoitteen mukainen viestinvälitys. Suunnittelun on oltava kokonaisvaltaista. Tavoite ja ydinviesti on kirkastettava ja käyttöyhteydestä on oltava riittävä ymmärrys. Visuaalisessa koodausvaiheessa on harkittava sopivinta graafista esitystapaa, saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevia muoto- ja väripiirteitä sekä aivotyön sujuvoittamista tukevia valintoja. Ja ennen käyttöönottoa, visualisointia tulisi testata käyttäjillä.

## 6.2 Suositukset toimenpiteiksi

Käyttöyhteyteen tutustumisen ja kuiluanalyysin perusteella ehdotettavat toimenpidesuosituksukset on jaettu lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin suosituksiin.

### **Lyhyen aikavälin suositukset**

Uusia visualisointeja tai koontimittaristoja luotaessa on suositeltavaa hyödyntää tarkistuslistaa (liite 4) ja huomioida erityisesti selkeän nimeämisen lisäksi datalähteen tiedon ja päivitysajankohdan sisällyttäminen koontimittaristoon. Mikäli vanhalle mittarille luodaan korvaava mittari, tulee vanha versio uudelleennimetä selkeästi, jotta sen tunnistaa käytöstä poistetuksi mittariksi ja siirtää mielellään käytöstä poistettujen mittareiden kansioon. Vanhojen visualisointien osalta niiden metatiedot tulee päivittää eli mittarin kuvailutietoihin tulee lisätä soveltuvat asiasanat, jotta mittarit löytyvät myös hakutoiminnolla. Mikäli mittarille on tehty vaihtoehtoisia versioita, niiden tulee olla nimetty selkeästi, jotta käyttäjät tietävät, mitä mittaria tulee ensisijaisesti käyttää.

Ymmärrettävyyden parantamiseksi selitetekstien sisältöön tulee panostaa on sitten kyse asiayhteyttä selittävistä tekstistä tai värien merkityksistä. Useasta visualisoinnista yhdistettyjen koontimittaristojen osalta on varmistettava, että visuaaliset väripiirteet ovat yhteneviä kaikkien koontimittaristojen osalta tai vaihtoehtoisesti kaikille mittareille tulee olla omat selitteet, mikäli mittareiden väreillä on eri merkityksiä. Väriasteikkojen osalta tulisi harkita siirtymistä värinäkemisen erot huomioivan Color blind -väripaletin käyttöön.

### **Keskipitkän aikavälin suositukset**

Kun tiedossa olevan tietojenkäsittely-ympäristöön liittyvän muutoksen vaikutukset ovat selvillä sekä käyttöliittymän laskeutumissivua että sisällöllistä kansiorakennetta olisi suositeltavaa muokata mittareita hyödyntävän käyttäjän helpottamiseksi. Saatavilla on lukuisia opastuksia mahdollisista kehitystoimista sekä videoina että verkkosivustoina. Ensisijaisesti resurssit kannattaa ohjata **asiasanahaun** toimivuuteen liittyviin tekijöihin, kuten asiasanojen

määrittämiseen (perusmuoto vs. taivutettu muoto, kieli), ja lisäämiseen käytössä oleville mittareille.

**Laskeutumissivun** käytettävyyttä voisi parantaa luomalla esimerkiksi räätälöityjä valintalistoja tiedonhakuun ja tarjoamalla ohjeistavia materiaaleja. Käyttöohjeen ja sisältöä kuvaavan sisältökartan lisäksi käytetyistä asiasanoista voisi viestiä käyttäjille hakusanalistauksen avulla. Tableau-opastusvideoista merkityksellisimmältä vinkiltä vaikutti visualisoinnin tulkintaa opastava 'Annotation overlay' -toiminto. Toiminnon käyttöönottoa voisi harkita ainakin laajimman käyttäjäkunnan käyttämissä visualisoinneissa.

Mittaristojen **kansiorakenteen** osalta sekä kansionimen että visualisointien tunnistetietojen muodostamiseen on hyvä sopia yhteinen nimeämistapa. Käytössä olevien mittareiden viimeisiin versioihin voisi lisätä mittarinomistajan merkinnän, että mittari on viimeisin käytössä oleva versio. Tapa toimisi eräänlaisena yrityksen sisäisenä mittarin sertifiointimerkintänä. Kansiorakenteen sisältö mittareineen tulee käydä läpi 5S-ideologiaa hyödyntäen. Käytöstä poistetut mittarit tulisi siirtää eri kansioon ja uudelleennimetä niin, että mittarin tunnistaa hakutulostalalta käytöstä poistetuksi. Mittareiden vaihtoehtoisille versioille voisi myös harkita toista sijaintipaikkaa, kuten päämittarin yhteyteen luotavaa alakansiota 'vaihtoehtoiset mittarit'. Lisäksi eri henkilöiden visualisointiharjoitteluun käytettävät hiekkalaatikkokansiot kannattaisi siirtää yhteen kansiorakenteeseen sen sijaan, että ne ovat kaikki suoraan päätasolla.

### **Pitemmän aikavälin suositukset**

Koontimittaristoille tai kaikille mittareille tulisi suorittaa säännöllisin määräajoin mittariarviointi yhdessä mittarinomistajan ja mittareita julkaisevan tai päivittävän henkilön kanssa eli tehdä koontimittaristolle määräaikaistarkastus. Ennen arviointia mittarin omistajan tulee varmistaa tai pohtia mikä mittarin määritetylle kohderyhmälle tarkoitettu ydinviesti on ollut ja onko se edelleen sama. Pohdintaa helpottaisi, jos mittarin viestintätavoitetta koskeva tieto olisi kirjattu joko visualisointiin, sen metadatatietoihin tai siihen liittyvään apumateriaaliin.

Mittarin julkaisijan roolissa toimivan vastuulla on puolestaan varmistaa mittarin datalähteeseen liittyvät tiedot, kuten mistä data haetaan ja mitä dataa visualisointi tosiasiasa näyttää (vastaako mittariin kirjattua tietoa). Arvioinnin aikana tulisi sopia mahdolliset parannustarpeet ja aikataulu parannusehdotuksien toteuttamiselle. Arvioinnissa on suositeltavaa hyödyntää tarkistuslistaa ja varmistaa, että mittarissa tai koontimittaristossa ovat nähtävillä muun muassa mittarin päivitysajankohta ja datalähde. Myös tarkistuslistaa tulee arvioida määräajoin ja tarvittaessa päivittää.

### 6.3 Jatkotutkimus ja jatkuva parantaminen

Suositukseen sisältyneen asiasanojen lisäämisen jälkeen olisi hyvä kartoittaa käyttäjien tyytyväisyyttä mittareiden löydettävyyden osalta esimerkiksi kyselyllä. Jos oikean mittarin löytäminen on käytettävyyden osalta käyttäjän isoin ongelma, tulisi sille keksiä ratkaisu, jotta interaktiivisten mittareiden käyttö ei olisi turhauttavaa. Toisaalta datavisualisointikonferenssissa nostettiin esille myös päätöksentekijöiden mieltymys saada mittaristojen sijaan täsmällistä tietoa. Mikäli mittaristot eivät palvele kaikkia käyttäjäryhmiä, tilanne ei parane uusien mittareita kehittämällä vaan silloin tulisi kehittää toisenlaisia ratkaisuja tarpeen perusteella, käyttäjälähtöisesti.

Yleisesti ottaen visualisointien ymmärrettävyyttä olisi mielenkiintoista tutkia esimerkiksi graafisen lukutaidon tai datalukutaidon osalta. Yksi vaihtoehto on myös silmänseurantamenetelmällä toteutettava käytettävyytutkimus, mihin tällä kertaa ei ollut varattu resursseja. Kuiluanalyyssissä esitystapaa koskeva arviointi jäi myös puutteelliseksi ja visualisoinnin ydinviestin välittymisen merkityksellisyyden takia se olisi mielenkiintoinen sekä tutkimuskohteena että jatkuvan parantamisen kannalta.

## 6.4 Rajoitukset

### **Reliabiliteetti, luotettavuus – toistettavuus**

Kuילuanalyysin otannassa käytetty valintaperuste on toistettavissa, mutta varsinaisen arvioinnin osalta on huomioitava, että arviointi perustuu yhden henkilön subjektiiviseen käsitykseen kyseisessä arviointihetkessä. Arviointitulos saattaa muuttua toisen henkilön arvioidessa samoja mittareita ja myös vaikka sama henkilö tekisi arvioinnin uudestaan esimerkiksi karttuneen tietomäärän avulla. Myös tiedonkeruun osalta tuloksiin vaikuttaa subjektiivinen kokemus ja näkemys. Lisäksi avoimia keskusteluita tai mittariarviointeja ei tallennettu, joten muistamiseen liittyvät virheet voivat vaikuttaa johtopäätelmien tekemiseen.

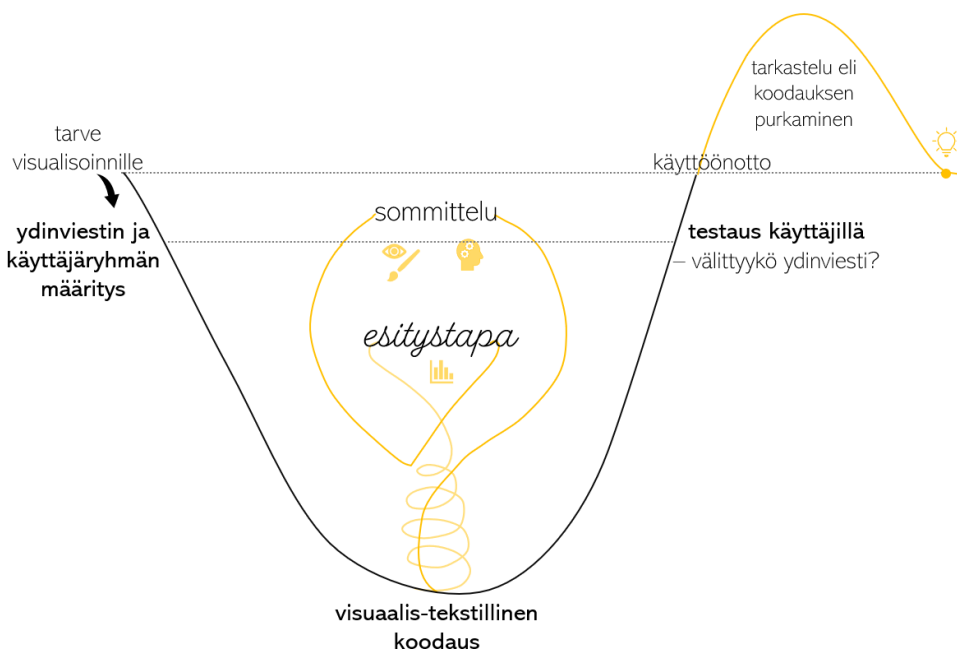
Tuotoksien osalta toistettavuus on hyvä ja vaikka kuילuanalyysin tulokset eroaisivatkin toistettaessa antaa kuילuanalyysin varsinainen suorittaminen jo todennäköisesti arvoa mittareita arvioivalle näkemyksen muodossa. Useiden mittareiden tarkastelu saman arviointikriteerin kautta mahdollistaa sekä hyvien että vähemmän hyvien toteutustapojen havaitsemisen ja toivottavasti myös niiden kautta oivalluksien saamisen visualisointien jatkuvaan parantamiseen.

### **Validiteetti, pätevyys – ei systemaattista virhettä**

Ositetusta otantamenetelmästä on huomioitava, että visualisointien avausmäärä ei kerro mittareiden todellista käyttäjämäärää, sillä osa visualisointien käyttäjistä hyödyntää muiden hakemia mittareita staattisessa muodossa esimerkiksi paperitulosteena tai kuvankaappauksena osaston vuoropuhelutaululla. Sekä kuילuanalyysin että havainnoinnin osalta voidaan todeta, että havainnosta tehty tulkinta voi olla virheellinen havainnon tekijän suunnatun tarkkavaisuuden tai subjektiivisen näkemyksen takia. Tulkintoihin on voinut vaikuttaa myös se, että arvioijalla ei ollut aiempaa kokemusta kuילuanalyysimenetelmästä, mittaristojen arvioinnista eikä visualisointien tekemisestä Tableau-analysointialustalla. Myös visuaalinen kognitiotiede on tullut tutuksi vasta opinnäytetyöprosessin aikana.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoisuutta visuaalisten valintojen merkityksestä visuaalisissa materiaaleissa sekä parantaa Tableau-visualisointeja eli tunnuslukumittareita hyödyntävien käyttökokemusta. Menetelminä käytettiin syventävää tiedonkeruuta ja kuiluanalyysia. Käyttöyhteyden tutustuessa luotiin tuotoksia sekä käyttäjille että kehitystehtävän muihin vaiheisiin. Tärkeimpinä suosituksina esitetään, että tunnuslukumittarin esitystapaa koskevia päätöksiä tehdessä on hyvä hyödyntää tarkistuslistaa, ja mittareita tulee määrääkaistarkastaa määriteltyä ydinviestiä vasten, jotta varmistetaan, että tarkoitettu viesti välittyy käyttäjälle.



Kuva 16. Ydinviestin kirkastuksesta oivallukseen.

Visualisointityö vaatii kokonaisvaltaista lähestymistapaa (kuva 16):

- Ydinviesti on määritettävä ja käyttöyhteydestä on oltava riittävä ymmärrys.
- Visuaalis-tekstillisessä koodauksessa on harkittava sopivinta esitystapaa, saavutettavuutta ja käytettävyyttä tukevia muoto- ja väripiirteitä sekä aivotyön sujuvoittamista tukevia valintoja.
- Ennen käyttöönottoa visualisointia tulee testata käyttäjillä.

## Lähteet

- Alhonen, M. & Iloranta, R. (2021). *Palvelumuotoilun menetelmiä ja työkaluja arkeen* (Haaga-Helia julkaisut 5/2021). Theseus.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021060835207>
- Aura, H., Wuori, N.; Paavilainen, L.; Ruokonen, M. (2024). *Kilpailukykyä datasta -käsikirja: Toimintamalli ekosysteemeille datan hyödyntämiseen* (Sitran selvityksiä 237). Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA.  
[https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/12/sitra\\_kilpailukyky\\_datasta\\_kasikirja\\_toimintamalli\\_ekosysteemeille\\_datan\\_hyodyntamiseen.pdf](https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/12/sitra_kilpailukyky_datasta_kasikirja_toimintamalli_ekosysteemeille_datan_hyodyntamiseen.pdf)
- Bach, B., Freeman, E., Abdul-Rahman, A., Turkay, C., Khan, S., Fan, Y., & Chen, M. (2023). Dashboard design patterns. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 29(1), 342–352. IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3209448>
- Bach, B., Freeman, E., Abdul-Rahman, A., Turkay, C., Khan, S., Nguyen, P.H., Fan, Y., & Chen, M. (n.d.). *Dashboard design patterns: Design process and guidelines*. Github. Haettu 13.4.2024 osoitteesta  
<https://dashboarddesignpatterns.github.io/processguidelines.html>
- Bátorfy, A. (16.6.2023). Unreliable, incomplete, uncertain - the Hungarian case. *Visualizing Knowledge conference 2023 (VK23): Visualizing uncertainty* [on-site ja videostriimaus]. Aalto Yliopisto. <https://vizknowledge.aalto.fi/>
- Benzi, K. (10.5.2024–11.5.2024). Harnessing data-driven creativity for business innovation. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Berinato, S. (2016). Visualizations that really work. *Harvard Business Review*, 94(6), 92–100. <https://hbr.org/2016/06/visualizations-that-really-work>
- Bina, S., Kaskela, T., Jones, D. R., Walden, E., & Graue, W. B. (2023). Incorporating evolutionary adaptations into the cognitive fit model for data visualization. *Decision Support Systems*, 171, 113979.  
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2023.113979>



- Bobkowski, P. S., & Etheridge, C. E. (2023). Spreadsheets, software, storytelling, visualization, lifelong learning: Essential data skills for journalism and strategic communication students. *Science Communication*, 45(1), 95–116. <https://doi.org/10.1177/10755470221147887>
- Bossi, F., Malizia, A. P., D’Arcangelo, S., Maggi, F., Lattanzi, N., & Ricciardi, E. (2023). Visual attention and memory in professional traders. *Scientific Reports*, 13(1), 20056. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46905-3>
- Burns, A., Xiong, C., Franconeri, S., Cairo, A., & Mahyar, N. (2022). Designing with pictographs: Envision topics without sacrificing understanding. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(12), 4515–4530. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3092680>
- Cairo, A. (2013). *The functional art: An introduction to information graphics and visualization*. New Riders.
- Cairo, A. (10.5.2024–11.5.2024). Data visualization: Back to basics. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Ceple, I., Skilters, J., Lyakhovetskii, V., Jurginska, I., & Krumina, G. (2023). Figure-ground segmentation and biological motion perception in peripheral visual field. *Brain Sciences*, 13(3), 380. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030380>
- Cleveland, W. S., & McGill, R. (1984). Graphical perception: Theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association*, 79(387), 531–554. <https://doi.org/10.1080/01621459.1984.10478080>
- Coursaris, C. K., & Kripintris, K. (2012). Web aesthetics and usability: An empirical study of the effects of white space. *International Journal of e-Business Research*, 8(1), 35–53. <https://doi.org/10.4018/jebr.2012010103>
- Coursaris, C. K., & van Osch, W. (2016). A cognitive-affective model of perceived user satisfaction (CAMPUS): The complementary effects and interdependence of usability and aesthetics in IS design. *Information & Management*, 53(2), 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.im.2015.10.003>

- Cramer, F., Shephard, G. E., & Heron, P. J. (2020). The misuse of colour in science communication. *Nature Communications*, 11(1), 5444. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19160-7>
- Cyr, D., Head, M., & Larios, H. (2010). Colour appeal in website design within and across cultures: A multi-method evaluation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.08.005>
- da Silva Soares, J., Ramirez-Chavez, K. L., Tufanoglu, A., Barreto, C., Sato, J. R., & Ayaz, H. (2024). Cognitive effort during visuospatial problem solving in physical real world, on computer screen, and in virtual reality. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 24(3), 977. <https://doi.org/10.3390/s24030977>
- Data2speak (10.5.2024–11.5.2024a). Dashboard design lessons from journalists [verkkoseminaari]. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Data2speak (10.5.2024–11.5.2024b). The lord of the board: The fellowship of adoption. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Desbarats, N. (10.5.2024–11.5.2024). Don't waste your timeline. Common mistakes that chart creators make when showing data over time *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Dimara, E., Franconeri, S., Plaisant, C., Bezerianos, A., & Dragicevic, P. (2020). A task-based taxonomy of cognitive biases for information visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(2), 1413–1432. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2872577>
- Dinis-Carvalho, J., Ratnayake, R. M. C., & Ferrete, L. (2017). Implementation of lean principles for performance improvement: Use of VSM+WID for waste identification. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2017 (IEEM)*, s. 644–648). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8289970>

- Dror, I. E. (2020). Cognitive and human factors in expert decision making: Six fallacies and the eight sources of bias. *Analytical Chemistry (Washington)*, 92(12), 7998. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00704>
- Eberhard, K. (2023). The effects of visualization on judgment and decision-making: A systematic literature review. *Management Review Quarterly*, 73(1), 167-214. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00235-8>
- Elavsky, F. (16.6.2023). Accessibility design is an act of anticipation: Practical lessons and resources from working in visualization and accessibility *Visualizing Knowledge conference 2023 (VK23): Visualizing uncertainty* [on-site ja videostriimaus]. Aalto Yliopisto. <https://vizknowledge.aalto.fi/>
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto, saavutettavuuden valvonnan yksikkö. (N.d.) *Digipalvelulain vaatimukset*. Haettu 1.3.2024 osoitteesta <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/>
- Emran, S. (16.5.2024, 25.5.2024). Audit trails & data integrity in general – when required and what's enough. *Pharmaca GMP-Forum 2024* [verkkoseminaari]. Pharmaca. <https://academy.pharmaca.fi/gmp-forum>
- Few, S. (2004). Eeenie, meenie, minie, moe: Selecting the right graph for your message. *Intelligent Enterprise*, 7(14), 35. <https://www.proquest.com/trade-journals/eenie-meenie-minie-moe-selecting-right-graph-your/docview/200627194/se-2?accountid=14446>
- Gaba, A., Kaufman, Z., Cheung, J., Shvaker, M., Hall, K. W., Brun, Y., & Bearfield, C. X. (2024). My model is unfair, do people even care? Visual design affects trust and perceived bias in machine learning. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 30(1), 327-337. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3327192>
- Greenbrook, K. (10.5.2024–11.5.2024) Storytelling bridge, connecting the world of data analytics with the realm of business. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Gignac, G. E. (2015). The magical numbers 7 and 4 are resistant to the Flynn effect: No evidence for increases in forward or backward recall across 85 years of data. *Intelligence*, 48, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.11.001>

- Heikkilä, T. (2008). *Tilastollinen tutkimus* (7. uud. p.). Edita.
- Heuristiikka (2024). *Tieteen termipankki*. Haettu 13.5.2024 osoitteesta <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/heuristiikka>
- Hoffenson, S., Philippe, C., Chen, Z., Barrientos, C., Yu, Z., Chell, B., & Blackburn, M. (2023). Graphical features of interactive dashboards have little influence on engineering students performing a design task. *International Journal of Human-Computer Studies*, 180, 103121. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103121>
- Houhala, K., Kuoppakangas, P., Stenvall, J., & Salminen, V. (2022). Palvelulupauksen täydentäminen asiakaslupauksella: Arvolupausten lähestyminen ja arviointi omakuvasta? *Focus Localis*, 50(3), 6–25. <https://journal.fi/focuslocalis/article/view/119904>
- Jia, Y. (2021). Research on the application of computer aided technology in graphic design visual aesthetics. *Journal of Physics. Conference Series*, 1992(2), 22096. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/2/022096>
- Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *The American Economic Review*, 93(5), 1449–1475. <https://doi.org/10.1257/000282803322655392>
- Kahneman, D., Lovallo, D., & Sibony, O. (2019). A structured approach to strategic decisions. *MIT Sloan Management Review*, 60(3), 67–73.
- Kalakoski, V., Lahti, H., Paajanen, T., Valtonen, T., Ahtinen, S., Kauppi, M., Turunen, J., Ojajärvi, A. & Luukkala, K. (2022). *Viisi avausta aivotyöhön - Viisikko* (Tutkimushankkeen loppuraportti). Työterveyslaitos. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-391-044-7>
- Kalakoski, V., Selinheimo, S., Valtonen, T., Turunen, J., Käpykangas, S., Ylisassi, H., . . . Paajanen, T. (2020). Effects of a cognitive ergonomics workplace intervention (CogErg) on cognitive strain and well-being: A cluster-randomized controlled trial. A study protocol. *BMC Psychology*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40359-019-0349-1>
- Ke, J., Liao, P., Li, J., & Luo, X. (2023). Effect of information load and cognitive style on cognitive load of visualized dashboards for construction-related

activities. *Automation in Construction*, 154.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105029>

Keskin, M., Krassanakis, V., & Çöltekin, A. (2023). Visual attention and recognition differences based on expertise in a map reading and memorability study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(1), 21. <https://doi.org/10.3390/ijgi12010021>

Killen, C. P., Geraldi, J., & Kock, A. (2020). The role of decision makers' use of visualizations in project portfolio decision making. *International Journal of Project Management*, 38(5), 267–277.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.04.002>

Koivisto, M. (2006). Tietoisuus ja tarkkaavaisuus. Teoksessa Hämäläinen, H., Laine, M., Aaltonen, O. & Revonsuo, A. (toim). *Mieli ja aivot: Kognitiivisen neurotieteen oppikirja*, 13–21. Turun yliopisto.

Kognitiivinen ergonomia (2024). Teoksessa *Tieteen termipankki*. Haettu 13.5.2024 osoitteesta  
<https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/kognitiivinen%20ergonomia>

Koponen, J., Hildén, J., & Vapaasalo, T. (2016). *Visuaaliset muuttujat*. Koponen/Hildén/Vapaasalo 2016. Creative Commons BY-ND 4.0, Nimeä-EiMuutoksia 4.0 Kansainvälinen. Haettu 15.5.2024 osoitteesta  
<http://www.tietonakyvaksi.fi>

Koponen, J., Hildén, J., & Vapaasalo, T. (2017). *Tieto näkyväksi: Informaatiomuotoilun perusteet*. Aalto-yliopisto.

Koponen, J. (16.6.2023). How, when, and what \*not\* to visualize. *Visualizing Knowledge conference 2023 (VK23): Visualizing uncertainty* [on-site ja videostrimaus]. Aalto Yliopisto. <https://vizknowledge.aalto.fi/>

Krum, R. (2014). *Cool infographic: Effective communication with data visualization and design* (1st edition). Wiley.

Kuutti, W. (2003). *Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi*. Talentum.

Käytettävyys (2024). Teoksessa *TEPA-termipankki*. Sanastokeskus. Haettu 13.5.2024 osoitteesta  
<https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/k%C3%A4ytett%C3%A4vyys>

Käyttäjälähtöisyys (2024). Teoksessa *Tieteen termipankki*. Haettu 19.5.2024 osoitteesta

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Viestint%C3%A4:k%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4l%C3%A4ht%C3%B6isyys>

Laatu - Quality (30.5.2018). *Piirainen: Hyöty ja arvo [video]*. YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ykt8y-bv9E0>

*Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019.*

<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306>

Lazard, A. J., & King, A. J. (2020). Objective design to subjective evaluations: Connecting visual complexity to aesthetic and usability assessments of eHealth. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(1), 95-104. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1606976>

Levine, U., & Wozniak, S. (2023). *Fall in love with the problem, not the solution: A handbook for entrepreneurs*. Watkins.

Locoro, A., Cabitza, F., Ravarini, A., & Buono, P. (2020). IGV short scale to assess implicit value of visualizations through explicit interaction. *Applied Sciences*, 10(18), 6189. <https://doi.org/10.3390/app10186189>

Lupton, E. & Phillips, J. C. (2015). *Graphic Design: The new basics* (2<sup>nd</sup> ed.). Princeton Architectural Press.

Malkani, D., Malkani, M., Singh, N., & Madan, E. (2023). Best practices for the design of COVID-19 dashboards. *Perspectives in Health Information Management*, 20(1), 1b-7.

Martin, K., Flood, A., Pyne, D. B., Périard, J. D., Keegan, R., & Rattray, B. (2024). The impact of cognitive, physical, and psychological stressors on subsequent cognitive performance. *Human Factors*, 66(1), 71–87. <https://doi.org/10.1177/00187208211065548>

Mayr, E., & Windhager, F. (2018). Once upon a spacetime: visual storytelling in cognitive and geotemporal information spaces. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), 96. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030096>

- McCrudden, M. T., & Rapp, D. N. (2017). How visual displays affect cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 29(3), 623–639.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9342-2>
- Medeiros, M. M. d., & Maçada, A. C. G. (2022). Competitive advantage of data-driven analytical capabilities: The role of big data visualization and of organizational agility. *Management Decision*, 60(4), 953–975.  
<https://doi.org/10.1108/MD-12-2020-1681>
- Mena, P. (2023). Reducing misperceptions through news stories with data visualization: The role of readers' prior knowledge and prior beliefs. *Journalism*, 24(4), 729–748. <https://doi.org/10.1177/14648849211028762>
- Miettinen, K. (2014). Survey of methods to visualize alternatives in multiple criteria decision making problems. *OR Spectrum*, 36(1), 3–37.  
<https://doi.org/10.1007/s00291-012-0297-0>
- Milutinović, G., Ahonen-Jonnarth, U., & Seipel, S. (2021). Does visual saliency affect decision-making? *Journal of Visualization*, 24(6), 1267–1285.  
<https://doi.org/10.1007/s12650-021-00760-4>
- Myatt, G. J., & Johnson, W. P. (2011). *Making sense of data III: A practical guide to designing interactive data visualizations*. Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781118121610>
- Mækelæ, M. J., Klevjer, K., Westbrook, A., Eby, N. S., Eriksen, R., & Pfuhl, G. (2023). Is it cognitive effort you measure? Comparing three task paradigms to the need for cognition scale. *PloS One*, 18(8), e0290177.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290177>
- Padilla, L. M., Creem-Regehr, S. H., Hegarty, M., & Stefanucci, J. K. (2018). Decision making with visualizations: A cognitive framework across disciplines. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 29(3), 1–25.  
<https://doi.org/10.1186/s41235-018-0120-9>
- Palmer, S. E., Brooks, J. L., & Nelson, R. (2003). When does grouping happen?: Visual Gestalt formation. *Acta Psychologica*, 114(3), 311–330.

- Parish, C. M., & Edmondson, P. D. (2019). Data visualization heuristics for the physical sciences. *Materials & Design*, 179(C), 107868.  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107868>
- Pei, H., Huang, X., & Ding, M. (2022). Image visualization: Dynamic and static images generate users' visual cognitive experience using eye-tracking technology. *Displays*, 73, 102175.  
<https://doi.org/10.1016/j.displa.2022.102175>
- Propositionaalinen (2024). Tieteen termipankki. Haettu 24.2.2024 osoitteesta  
<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Kielitiede:propositionaalinen>.
- Renner, A. (16.6.2023). Journalism's visual response to geopolitical crisis: Perspectives on truth and data. *Visualizing Knowledge conference 2023 (VK23): Visualizing uncertainty* [on-site ja videostriimaus]. Aalto Yliopisto.  
<https://vizknowledge.aalto.fi/>
- Revonsuo, A. & Lang, H. (1996). *Mitä on kognitiivinen neurotiede?* Teoksessa Revonsuo, A., Lang, H., & Aaltonen, O. (toim.). *Mieli ja aivot: Kognitiivinen neurotiede*, 11–25. Turun yliopisto.
- Rousi, R., & Silvennoinen, J. (2018). Simplicity and the art of something more: A cognitive-semiotic approach to simplicity and complexity in human-technology interaction and design experience. *Human Technology*, 14(1), 67–95. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201805242752>
- Scherer, C. (10.5.2024–11.5.2024). Print's (not) dead — creating graphics for reports and books. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkkoseminaari]. Data2speak.  
<https://data-2-speak.com/conference>
- Schlatter, T., & Levinson, D. A. (2013). *Visual usability: Principles and practices for designing digital applications* (1st edition.). Morgan Kaufmann.
- Schloss, K. B. (2023). Color semantics in human cognition. *Current directions in psychological science: a journal of the American Psychological Society*.  
<https://doi.org/10.1177/09637214231208189>
- Schloss, K. B., Schoenlein, M. A. & Mukherjee, K. (2023). Teoksessa Szafir, D. A., Borgo, R., Chen, M., Edwards, D. J., Fisher, B., & Padilla, L. (toim.). *Visualization psychology*. Springer Nature.



- Schwabish, J. (10.5.2024–11.5.2024). Hall of shame: What not to do in data visualization. *Eurasian Dataviz Conference 2024: Make your data speak* [verkko-seminaari]. Data2speak. <https://data-2-speak.com/conference>
- Schwen, L. O. (2020). Ten simple rules for typographically appealing scientific texts. *PLoS Computational Biology*, 16(12), e1008458. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008458>
- SFS-EN ISO 9241-11:2018. (2018). *Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutuksen ergonomia. Osa 11: Käytettävyys. Määritelmiä ja käsitteitä*. Suomen standardoimisliitto.
- SFS-EN ISO 9241-125:2017. (2017). *Ergonomics of human-system interaction. Part 125: Guidance on visual presentation of information (ISO 9241-125:2017)*. Suomen standardoimisliitto.
- SFS-EN ISO 9241-171. (2009). *Ergonomics of human-system interaction. Part 171: Guidance on software accessibility (ISO 9241-171:2008)*. Suomen standardoimisliitto.
- SFS-EN ISO 11064-5. (2009). *Ergonomic design of control centres. Part 5: Displays and controls (ISO 11064-5:2008)*. Suomen standardoimisliitto.
- Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J., Vastamäki, R. (2006). *Käytettävyiden psykologia*. Edita Oyj, IT Press. 3.painos
- Sinkkonen, I., Nuutila, E., & Törmä, S. (2009). Helppokäyttöisen verkkopalvelun suunnittelu. Tietosanoma.
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational Psychology Review*, 34(1), 171-196. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Stefaner, M. (16.6.2023). From spark to ember. *Visualizing Knowledge conference 2023 (VK23): Visualizing uncertainty* [on-site ja videostrimaus]. Aalto Yliopisto. <https://vizknowledge.aalto.fi>
- Soto, A., Schoenlein, M. A., & Schloss, K. B. (2023). More of what? Dissociating effects of conceptual and numeric mappings on interpreting colormap data

- visualizations. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 8(1), 38.  
<https://doi.org/10.1186/s41235-023-00482-1>
- Suhonen, J. (16.4.2024, 25.5.2024). Perusteet haltuun tilasuunnittelussa: huomioi nämä asiat. *Pharmaca GMP-Forum 2024* [verkkoseminaari]. Pharmaca. <https://academy.pharmaca.fi/gmp-forum>
- Sun, L., Guo, Z., Yuan, X., Wang, X., Su, C., Jiang, J., & Li, X. (2022). An investigation of the effects of brain fatigue on the sustained attention of intelligent coal mine VDT operators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 11034.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph191711034>
- Tableau. (01.06.2023–02.06.2023a). *Balash & Sojka: 10 steps to user-friendly design – Tableau Conference 2023* [video]. YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=-OgFdOhXtLA>
- Tableau. (01.06.2023–02.06.2023b). *Wee: Dashboard design tips: Creative ways to use images, Tableau Conference 2023* [video]. YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=JbbiP9o1L-4&t=4s>
- Thiruvathukal, G. K. (2013). Productivity in the cognitive overload era. *Computing in Science & Engineering*, 15(3), 4–5.  
<https://doi.org/10.1109/MCSE.2013.65>
- Tractinsky, N., & Meyer, J. (1999). Chartjunk or goldgraph? Effects of presentation objectives and content desirability on information presentation. *MIS Quarterly*, 23(3), 397–420.  
<https://doi.org/10.2307/249469>
- Tufte, E. (1998). *Envisioning information* (6<sup>th</sup> ed). Graphics Press.
- Tufte, E. (2005). *Visual explanations. Images and quantities, evidence and narrative* (7<sup>th</sup> ed). Graphics Press.
- Tufte, E. (2006). *Beautiful Evidence*. Graphics Press.

- Vanicek, T., & Popelka, S. (2023). The think-aloud method for evaluating the usability of a regional atlas. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(3), 95. <https://doi.org/10.3390/ijgi12030095>
- Wall, E., Agnihotri, M., Matzen, L., Divis, K., Haass, M., Endert, A., & Stasko, J. (2019). A heuristic approach to value-driven evaluation of visualizations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(1), 491-500. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2865146>
- Wang, J., Jin, S., Zhong, Z., Feng, S., Deng, Y., & Li, R. (2023). Spatial cognition effects of IVE teaching resources on red-green color blindness. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1389-1409. <https://doi.org/10.1177/07356331231158759>
- Ware, C., Purchase, H., Colpoys, L., & McGill, M. (2002). Cognitive measurements of graph aesthetics. *Information Visualization*, 1(2), 103-110. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500013>
- Wascher, E., Reiser, J., Rinkenauer, G., Larrá, M., Dreger, F. A., Schneider, D., . . . Arnau, S. (2023). Neuroergonomics on the go: An evaluation of the potential of mobile EEG for workplace assessment and design. *Human Factors*, 65(1), 86–106. <https://doi.org/10.1177/00187208211007707>
- Wilkinson, K. M., & Jagaroo, V. (2004). Contributions of principles of visual cognitive science to AAC system display design. *Augmentative and Alternative Communication*, 20(3), 123-136. <https://doi.org/10.1080/07434610410001699717>
- Xiong, C., Setlur, V., Bach, B., Koh, E., Lin, K., & Franconeri, S. (2022). Visual arrangements of bar charts influence comparisons in viewer takeaways. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(1), 955-965. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114823>
- Yang, F., & Wang, H. (2023). Tracking visual attention during learning of complex science concepts with augmented 3D visualizations. *Computers*

*and Education*, 193, 104659.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104659>

Yuk, M., & Diamond, S. (2014). *Data visualization for dummies*. John Wiley & Sons, Incorporation

Zhang, Y., Reynolds, M., Lugmayr, A., Damjanov, K., & Hassan, G. M. (2022). A visual data storytelling framework. *Informatics (Basel)*, 9(4), 73.

<https://doi.org/10.3390/informatics9040073>

## Liite 1: Viittauksia saavutettavuusvaatimuksiin ja käytettävyysstandardeihin

Aihepiiri	Tarkenne	viite
Saavutettava (havaittava, mukautettava)	Sisältöä voi mukauttaa informaatiota tai rakennetta menettämättä.	WCAG 2.1, <b>1.3</b> Mukautettava SFS-EN ISO 9241-171, <b>10.2.1</b> Enable users to adjust graphic numbers
	Tietoa ei välitetä pelkästään aistinvaraisilla tavoilla (muoto, koko, sijainti, suunta, ääni).	WCAG 2.1, <b>1.3.3</b> Aistinvaraiset ominaispiirteet [A] SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>7.2.2</b> Text alternative for icons SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>7.2.9</b> User guidance for icons
Saavutettava (havaittava, erottuva)	Väri ei ole ainoa visuaalinen keino informaation välittämisessä.	WCAG 2.1, <b>1.4</b> Erottuva WCAG 2.1, <b>1.4.1</b> Värien käyttö [A] SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.1</b> Avoiding presentation of information by colour alone SFS-EN ISO 9241-171, <b>10.4.1</b> Do not convey information by colour output alone
	Teksti ja tekstiä esittävä kuva: visuaalisen esitystavan kontrastisuhte on vähintään 4,5:1 ja paremman kontrastin saamiseksi vähintään 7:1.	WCAG 2.1, <b>1.4.3</b> Kontrasti (minimi) [AA] WCAG 2.1, <b>1.4.6</b> Kontrasti (parannettu) [AAA] WCAG 2.1, <b>1.4.11</b> Ei-tekstimuotoisen sisällön kontrasti
	Isokokoinen teksti ja isokokoista tekstiä esittävässä kuvissa kontrastisuhte on vähintään 3:1, ja paremman kontrastin saamiseksi, vähintään 4,5:1.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.18</b> Contrast SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.19</b> Contrast enhancement SFS-EN ISO 9241-171, <b>10.4.5</b> Provide contrast between foreground and background

Aihepiiri	Tarkenne	viite
Saavutettava (havaittava, erottuva)	Käyttöliittymäkomponenttien ja graafisten objektien visuaalisessa esitystavassa kontrastisuhte viereiseen väriin on vähintään 3:1.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.17</b> Improved colour identification SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.14</b> Size and the use of blue SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.15</b> Blue and red on dark backgrounds
	Kohteen ja sen taustan värien (värisävy ja valoisuus) välillä tulee olla riittävä kontrasti huolimatta värinäkemisen kyvystä.	SFS-EN ISO 9241-171, <b>10.4.2</b> Provide colour schemes designed for people with disabilities Työkalu: Contrast Checker, Web Accessibility In Mind <a href="https://webaim.org">https://webaim.org</a>
	Tekstin kokoa voidaan muuttaa 200% asti.	WCAG 2.1, <b>1.4.4</b> Tekstin koon muuttaminen [AA] WCAG 2.1, <b>1.4.8</b> Visuaalinen esitystapa [AAA]
	Visuaalisella näytöllä esitettävän sisällön kokoa pystyy suurentamaan tai pienentämään.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>4.4.3</b> Scaling visually presented information
	Merkit, kuvakkeet, symbolit ja graafiset kohteet ovat yksiselitteisiä ja luettavia.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>4.4.1</b> Legibility of characters and symbols SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.21</b> Drawing attention
	Tekstilohkon leveys on enintään 80 merkkiä	WCAG 2.1, <b>1.4.8</b> Visuaalinen esitystapa [AAA]
	Tekstiä ei ole tasattu molempiin reunoihin	
	Riviväli on vähintään 1,5.	
	Kappaleen jälkeinen tyhjä tila on vähintään 2-kertainen kirjainkoon suhteen.	WCAG 2.1, <b>1.4.12</b> Tekstin välitys [AAA]
	Kirjainväli vähintään 0,12 kertaa kirjasinkoko	
	Sanojen väli vähintään 0,16 kertaa kirjasinkoko	

<b>Aihepiiri</b>	<b>Tarkenne</b>	<b>viite</b>
Saavutettava (hallittava, navigoitava)	Mahdollisuus navigoida, etsiä sisältöä ja määrittää sijainti.	WCAG 2.1, <b>2.4</b> Navigoitava
Saavutettava (ymmärrettävä, luettava)	Otsikot ja nimilaput kuvailevat aiheen tai merkityksen.	WCAG 2.1, <b>2.4.2</b> Sivuoitsikot [A] WCAG 2.1, <b>2.4.6</b> Otsikot ja nimilaput [AA] SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.1.2</b> Provide meaningful names SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.1.3</b> Provide unique names within context SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.11</b> Labelling user interface element
	Linkin tarkoitus on linkkitekstissä tai selviää lisäinformaation avulla.	WCAG 2.1, <b>2.4.4</b> Linkin tarkoitus (kontekstissa) [A]
	Lyhenteestä tarjotaan laajennettu muoto tai merkitys.	WCAG 2.1, <b>3.1.3</b> Epätavalliset sanat [AAA] WCAG 2.1, <b>3.1.4</b> Lyhenteet [AAA]
	Lyhyet, yksinkertaiset, selkokiehiset, ymmärrettävät ilmoitukset	SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.4.11</b> Provide understandable user notifications
Saavutettava (ymmärrettävä, ennakoitava)	Toistuvat navigointimekanismit esiintyvät samassa järjestyksessä suhteessa toisiinsa	WCAG 2.1, <b>3.2</b> Ennakoitava WCAG 2.1, <b>3.2.3</b> Johdonmukainen navigointi [AA] SFS-EN ISO 11064-5, <b>A.2.5</b> Design elements SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.3</b> Consistent location of area
	Komponentit, joilla on sama toiminnallisuus, merkitään johdonmukaisesti	WCAG 2.1, <b>3.2.4</b> Johdonmukainen merkitseminen [AA] SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.5.2</b> Application of Gestalt Principles ISO 9241-125:2017, <b>8.1.5</b> Consistent coding

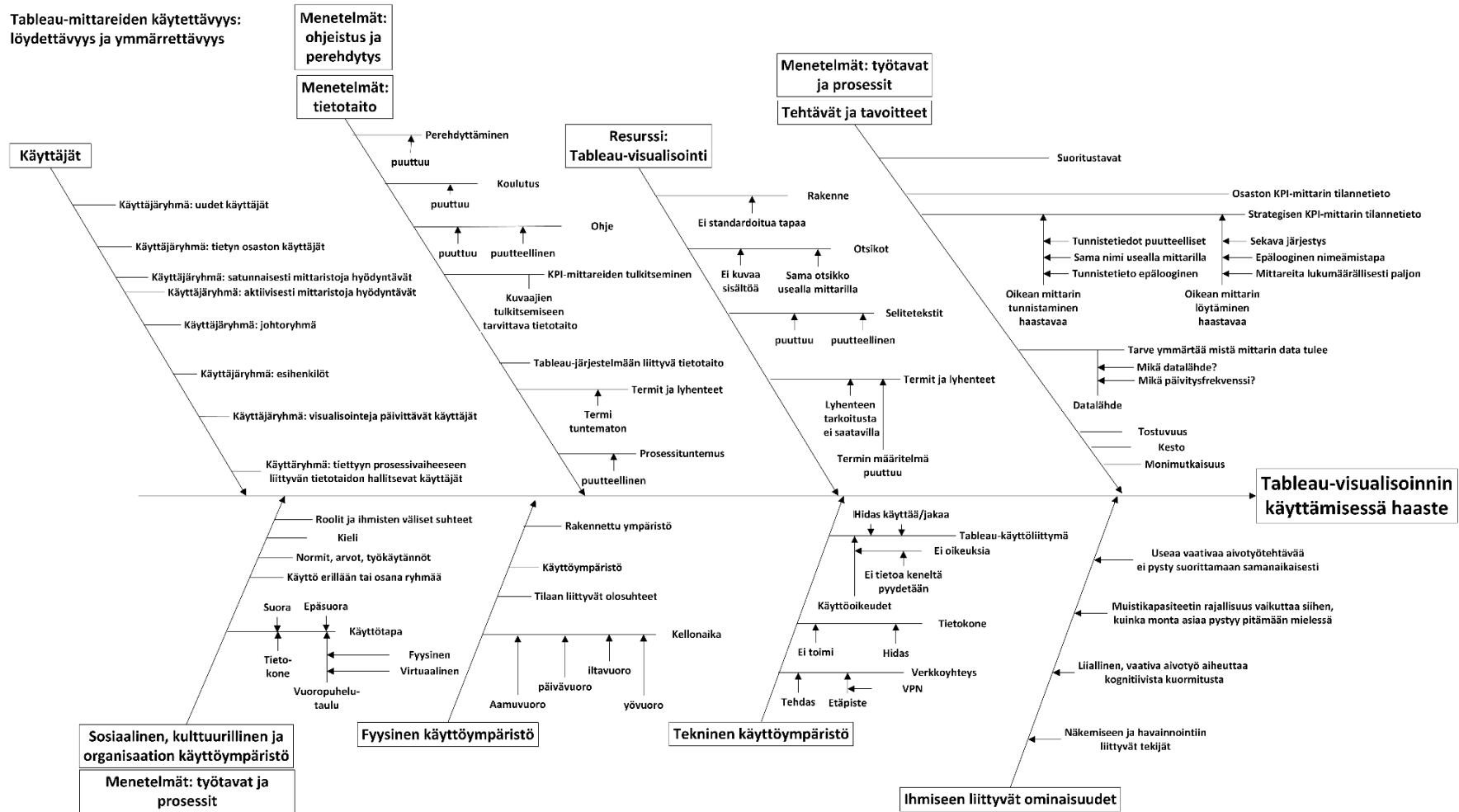
<b>Aihepiiri</b>	<b>Tarkenne</b>	<b>viite</b>
Aivotyön tukeminen	Käyttäjälähtöinen suunnittelu: odotuksiin ja tarpeisiin vastaaminen.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>8.1.2</b> Meeting user expectations SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>8.1.6</b> Meaningfulness
(kognitiiviset toiminnot)	Tietojen sijainti vastaa odotuksia ja tehtävän vaatimuksia minimoiden haku- ja käyttöajan.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.5.2</b> Application of Gestalt Principles SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.1</b> Information location
	Kognitiivista kuormitusta minimoiva ja aivotyötä tukeva toteutustapa.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>7.2.5</b> Ease of learning SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.5.1</b> Ensuring visual distinction of groups SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.4.11</b> Provide understandable user notifications
	Tehtävän suorittamiseksi tarvittava, välttämätön informaatio on saatavilla (informaatiotiheys).	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.2</b> Required information SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.4</b> Density of displayed information SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.1.6</b> Provide names and labels that are short
	Nimilappu on lähellä elementtiä, mihin se liittyy. Jos järjestelmässä on käytänne nimilappujen sijoittamiseen, tulee käytännettä noudattaa	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.14</b> Label position SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.3</b> Consistent location of area SFS-EN ISO 9241-171, <b>8.1.8</b> Properly position the labels of user-interface elements on screen
	Lyhytkestoisen muistikapasiteetin rajoitukset eli $\pm 7$ -sääntö huomioidaan.	SFS-EN ISO 11064-5, <b>Table 1</b> — General Principles: 8 Memory



Aihepiiri	Tarkenne	viite
Aivotyön tukeminen (kognitiiviset toiminnot)	Käyttäjällä on tarvittavat tiedot järjestelmästä, jotta henkinen malli järjestelmästä on vankka ja kattava.	SFS-EN ISO 11064-5, <b>Table 1</b> — General Principles: 6. Mental models
	Parhaiten soveltuvan esitystavan valitseminen.	SFS-EN ISO 11064-5, <b>A.2.4</b> Developing formats: <b>A.2.4.2</b> Text, <b>A.2.4.3</b> Bar charts/histograms, <b>A.2.4.4</b> Trend curves, <b>A.2.4.5</b> Graphs, <b>A.2.4.7</b> Pie charts, <b>A.2.4.8</b> Flowcharts, <b>A.2.4.9</b> Mimics and diagrams
	Datan liittyvä konteksti, asiayhteys, on riittävää kohderyhmän kannalta.	SFS-EN ISO 11064-5, <b>6.3.2</b> The alarm system should be context-sensitive SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>8.4.3</b> Legend showing colour code
	Väri- ja muotopiirteisiin liitetyt merkitykset vastaavat käyttäjäryhmän luontaisia miellelyhtymiä.	SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>5.1.7</b> Use of conventions SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>7.2.4</b> Cross-cultural icon SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.20</b> Realistic colours SFS-EN ISO 9241-125:2017, <b>9.2.22</b> Restricted use of warning colours

<b>Aihepiiri</b>	<b>Tarkenne</b>	<b>viite</b>
Käytettävyys (tuloksellisuus ja tehokkuus)	Käytettävyys	ISO 9241-11:2018 Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutuksen ergonomia. Osa 11: Käytettävyys. Määritelmiä ja käsitteitä.
	Näytetään luotettavaa dataa ja huomioidaan datalähde, aika ja riittävä resoluutio. Rajoitteista kerrotaan ilmoittamalla esimerkiksi viimeisin mittausaika.	SFS-EN ISO 11064-5 <b>Table 2</b> – Display-related principles, 11: Present true information

## Liite 2. Miellekartta käyttöyhteyteen liittyvistä tekijöistä kalanruotokaaviona



### Liite 3: Listaus tuotoksista

Syötteet	Tuotos	Panos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keskustelut Tableau-pääkäyttäjän kanssa</li> <li>Tableau-käyttöliittymä ja Tableau-opastusvideot</li> <li>Ohjepohja</li> <li>Koulutusmateriaali: prosessimuotoisen ohjeen laatiminen</li> <li>Saavutettavuutta koskevat ohjeistukset (AVI, n.d.)</li> </ul>	Best Practice uudelle Tableau-käyttäjälle, luonnosteluversiot 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ja versio 1	Tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoria ja käytettävyyssstandardit</li> <li>Keskustelu tuotantojohtajan kanssa (muistiinpanot)</li> </ul>	Tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua, versio 1	Kuiluanalyysi, vaihe 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuiluanalyysi, vaihe 1: valitut mittarit</li> <li>Tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua, versio 1</li> </ul>	Kuiluanalyysi, arviointitulokset vaiheesta 2	Päivitykset tarkistuslistaan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Huomiot kuiluanalyysin vaiheesta 2</li> </ul>	Tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua, versio 2	Kuiluanalyysi, vaihe 4 = opinnäytetyön liite 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keskustelu mittariomistajan ja Tableau-pääkäyttäjän kanssa</li> </ul>	Kuiluanalyysi, vaihe 3: mittariston arviointi	Opinnäytteen pohdinta
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuiluanalyysin aiempien vaiheiden tuotokset</li> <li>Teoria</li> </ul>	Kuiluanalyysi, vaihe 4: lopulliset arviointitulokset	Opinnäytteen pohdinta

## Liite 4: Tarkistuslista ennen visualisoinnin julkaisua

### 1 Mittariston tunnistetiedot

---

- 1a Mittarin tunniste (nimi) muodostettu sovitun ohjeen mukaan.
- 1b Tunniste (nimi) kuvaa sisältöä.
- 1c Tunnistetieto on yksilöllinen:  
ei samaa nimeä eri sisältöisille mittareille.
- 1d Mittariston asiasanat on lisätty mittariston metadatatietoihin  
Tableau: About

### 2 Varsinaisen mittaristosivun tiedot

---

- 2a Otsikko kuvailee aiheen tai merkityksen.
- 2b Suositeltavaa: tieto mittariston omistajasta/omistajaorganisaatiosta.

### 3 Asettelu, rakenne

---

- 3a Mikäli mittaristolle on sovittu standardi esitystapa, käytetään sitä.
- 3b Koontimittaristossa (dashboard) on enintään 3 visualisointia.
- 3c Tiedot on järjestetty loogisesti esimerkiksi etenemisjärjestykseen tai ryhmitelty aiheittain.
- 3d Ensiksi katsottava tai tärkein tieto on sijoitettu vasempaan yläkulmaan tai keskelle.

### 4 Informaatiokuorma

---

- 4a Tietoa on riittävästi päätelmän tekemiseen, mutta toisaalta mahdollisimman vähän.

### 5 Datalähdettä koskevat tiedot

---

- 5a Datalähteen tiedot näkyvissä tai selvitettävissä interaktiivisesti (toiminto ohjeistettu).
- 5b Päivittymistapa (automaattinen/manuaalinen) näkyvissä tai sen pystyy selvittämään interaktiivisesti (toiminto ohjeistettu).

## 6 Kaaviot

---

- 6a Kaaviotyypin valinta tukee visualisoinnin tavoitetta eli mitä tietoa kohderyhmälle on tarkoitus välittää.
- 6b Jos on mahdollistettava tarkka vertailu:
  - (1) sijainti samalla asteikolla,
  - (2) sijainnit erillisellä mutta yhtenevällä asteikolla,
  - (3) pituus/suunta/kulmat.
- 6c Informaatiotiheys eli data-ink-ratio on hyvä - koristelun sijaan esitetään merkitykselliset datapiirteet.

## 7 Selitteet

---

- 7a Mikäli kuvaaja sisältää piirteitä, joiden merkitys ei ilmene kuvaajasta, kuvaajalla on selite.
- 7b Lyhenteestä on tarjolla laajennettu muoto tai merkitys.
- 7c Suositeltavaa: termeistä on tarjolla määritelmä tai keino termin selvittämiseen.

## 8 Värit ja kontrastit

---

- 8a Väri ei ole ainoa keino välittää informaatiota.  
Ns. liikennevaloväreille väripiirteiden lisäksi esimerkiksi muotopiirre.
- 8b Väripaletin valinnassa on huomioitu värinäkemisen erot.  
Tableau: väripaletti Color Blind.
- 8c Graafiset objektit: kontrastisuhde vierekkäisten värien välillä on vähintään 3:1.
- 8d Värien lukumäärä hillitty, mieluiten 1–3 korostusväriä (ympyrädiagrammissa enintään 5 väriä).

## Liite 5: Kuiluanalyysin tulokset

		Kuiluanalyysin arviointitulokset, n=483											
		puute		osittainen puute		mahdollinen puute		kunnossa		ei relevantti		ei arvioitu	
		taulukko		taulukko		taulukko		taulukko		taulukko		taulukko	
		n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %
Kriteeri	1a	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %	21	4,3 %	0	0,0 %
	1b	8	1,7 %	6	1,2 %	0	0,0 %	7	1,4 %	0	0,0 %	0	0,0 %
	1c	3	0,6 %	4	0,8 %	0	0,0 %	14	2,9 %	0	0,0 %	0	0,0 %
	1d	12	2,5 %	6	1,2 %	0	0,0 %	2	0,4 %	1	0,2 %	0	0,0 %
	<b>välisumma, aihepiiri* 1</b>	<b>23</b>	<b>4,8 %</b>	<b>16</b>	<b>3,3 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>23</b>	<b>4,8 %</b>	<b>22</b>	<b>4,6 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>
	2a	6	1,2 %	4	0,8 %	0	0,0 %	11	2,3 %	0	0,0 %	0	0,0 %
	2b	11	2,3 %	9	1,9 %	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	0	0,0 %
	<b>välisumma, aihepiiri* 2</b>	<b>17</b>	<b>3,5 %</b>	<b>13</b>	<b>2,7 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>12</b>	<b>2,5 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>
	3a	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %	21	4,3 %	0	0,0 %
	3b	1	0,2 %	0	0,0 %	0	0,0 %	20	4,1 %	0	0,0 %	0	0,0 %
	3c	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	18	3,7 %	1	0,2 %	1	0,2 %
	3d	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	15	3,1 %	1	0,2 %	4	0,8 %
	<b>välisumma, aihepiiri* 3</b>	<b>1</b>	<b>0,2 %</b>	<b>2</b>	<b>0,4 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>53</b>	<b>11,0 %</b>	<b>23</b>	<b>4,8 %</b>	<b>5</b>	<b>1,0 %</b>

(jatkuu)  
sivu 1/3

## Kuiluanalyysin arviointitulokset, n=483

	mahdollinen											
	puute		osittainen puute		puute		kunnossa		ei relevantti		ei arvioitu	
	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %
4	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	1	0,2 %	2	0,4 %	17	3,5 %
<b>välisumma, aihepiiri* 4</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>1</b>	<b>0,2 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>1</b>	<b>0,2 %</b>	<b>2</b>	<b>0,4 %</b>	<b>17</b>	<b>3,5 %</b>
5a	0	0,0 %	21	4,3 %	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %
5b	0	0,0 %	20	4,1 %	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	0	0,0 %
<b>välisumma, aihepiiri* 5</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>41</b>	<b>8,5 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>1</b>	<b>0,2 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>
6a	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	1	0,2 %	1	0,2 %	18	3,7 %
6b	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %	13	2,7 %	1	0,2 %	6	1,2 %
6c	1	0,2 %	4	0,8 %	2	0,4 %	12	2,5 %	2	0,4 %	0	0,0 %
<b>välisumma, aihepiiri* 6</b>	<b>1</b>	<b>0,2 %</b>	<b>6</b>	<b>1,2 %</b>	<b>2</b>	<b>0,4 %</b>	<b>26</b>	<b>5,4 %</b>	<b>4</b>	<b>0,8 %</b>	<b>24</b>	<b>5,0 %</b>
7a	5	1,0 %	3	0,6 %	0	0,0 %	11	2,3 %	2	0,4 %	0	0,0 %
7b	3	0,6 %	13	2,7 %	0	0,0 %	5	1,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %
7c	1	0,2 %	14	2,9 %	0	0,0 %	5	1,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %
<b>välisumma, aihepiiri* 7</b>	<b>9</b>	<b>1,9 %</b>	<b>30</b>	<b>6,2 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>21</b>	<b>4,3 %</b>	<b>3</b>	<b>0,6 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>

(jatkuu)  
sivu 2/3



Kuiluanalyysin arviointitulokset, n=483												
	puute		osittainen puute		mahdollinen puute		kunnossa		ei relevantti		ei arvioitu	
	taulukko		taulukko		taulukko		taulukko		taulukko		taulukko	
	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %	n	N %
8a	3	0,6 %	8	1,7 %	0	0,0 %	9	1,9 %	1	0,2 %	0	0,0 %
8b	15	3,1 %	0	0,0 %	0	0,0 %	5	1,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %
8c	4	0,8 %	3	0,6 %	0	0,0 %	13	2,7 %	1	0,2 %	0	0,0 %
8d	3	0,6 %	4	0,8 %	0	0,0 %	12	2,5 %	2	0,4 %	0	0,0 %
<b>välisumma, aihepiiri* 8</b>	<b>25</b>	<b>5,2 %</b>	<b>15</b>	<b>3,1 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>	<b>39</b>	<b>8,1 %</b>	<b>5</b>	<b>1,0 %</b>	<b>0</b>	<b>0,0 %</b>
Summa	76	15,7 %	124	25,7 %	2	0,4 %	176	36,4 %	59	12,2 %	46	9,5 %

sivu 3/3

**\*Aihepiirit:**

- 1 Mittariston tunnistetiedot,
- 2 Varsinaisen mittarisivun tiedot
- 3 Asettelu rakenne
- 4 Informaatiokuorma
- 5 Datalähdettä koskevat tiedot
- 6 Kaaviot
- 7 Selitteet
- 8 Värit ja kontrastit