

Mari Ahola

HARHAANJOHTAVA VISUALISOINTI

Johdattelevien grafiikoiden vaikutus lukijan tulkintaan

Pro gradu -tutkielma
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Huhtikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Mari Ahola: Harhaanjohtava visualisointi
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Computing Sciences
Huhtikuu 2023

Tilastot ovat merkittävä osa ihmisen arkea. Ne vaikuttavat yksilön tapaan tehdä päätöksiä ja luoda mielikuvia senhetkisestä maailmasta. Nykypäivänä tietoa on paljon, mutta vain harvalla on aikaa tai kiinnostusta perehtyä valtavaan määrään numeerista dataa. Sen vuoksi data visualisoidaan muotoon, jossa sitä voidaan tarkastella mahdollisimman pienessä tilassa mahdollisimman monipuolisesti. Lukijan nähtäväksi jää siis vain grafiikat, joiden avulla hän voi ymmärtää datan kokonaiskuvan ja vertailla sen yksityiskohtia.

Kaikki grafiikat eivät kuitenkaan ole luotettavia. Tutkielmassa perehdytään tapoihin, joilla grafiikoista voidaan tehdä harhaanjohtavia. Esiteltäviä menetelmiä ovat esimerkiksi vääränlaisten kaaviotyyppien käyttäminen, roskagrafiikka, grafiikan elementtien vääristely ja datan liioittelu. Johdattelua tapahtuu siis hyvin monella eri tavalla. Työssä oltiin kuitenkin kiinnostuneita tutkimaan, onko harhaanjohtavilla menetelmillä todellista vaikutusta lukijan tulkintaan.

Tutkielman yhteydessä toteutettiin kyselytutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako visuaalinen johdattelu lukijan tapaan tulkita tilastoja. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös iän, koulutustason ja sukupuolen vaikutusta lukijan tulkintaan. Kyselytutkimus toteutettiin 123 vapaaehtoisen vastaajan avulla. Vastaajia pyydettiin tulkitsemaan ja arvioimaan yhdeksää eri kaaviota, joista osaan oli käytetty johdattelevia visualisointeja. Vastauksia tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla. Johdattelevien kaavioiden vaikutusta mitattiin McNemar-testillä. Sukupuolen, iän ja koulutustason vaikutuksia tutkittiin χ^2 -testin ja Kruskal-Wallis testin avulla.

Tutkimustulokset osoittivat, että harhaanjohtavia visualisointeja sisältävät kaaviot saivat tilastollisesti merkitsevästi erilaisia vastauksia kuin vertailukaaviot. Johdattelevat kaaviot saivat myös vertailukaavioita enemmän vääriä vastauksia. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että harhaanjohtavat visualisoinnit vaikuttavat lukijan tapaan tulkita tilastoja. Iällä, sukupuolella ja koulutustasolla oli merkitystä osaan vastauksista. Koulutustason vaikutus osoittautui tilastollisesti merkitseväksi kolmen kaavion kohdalla. Sukupuolen ja koulutustason merkitys näkyi myös vastaajien tavoissa arvioida kaavioita tai omaa luottamustaan sosiaalisessa mediassa esitetyjä tilastoja kohtaan. Selettävien muuttujien vaikutus oli kuitenkin melko pieni ja kohdistui vain osaan kaavioista ja kysymyksistä.

Tutkimuksen koko oli otannaltaan ja sisällöltään pieni. Vaikka tutkimus osoitti johdattelulla olevan vaikutusta, on aihetta syytä tutkia laajemmin. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että visualisointi on monimutkainen kokonaisuus, jota olisi syytä opettaa nykyistä enemmän jo alemmilla koulutusasteilla.

Avainsanat: tilastografiikka, johdattelu, vääristely, visualisointi, kaavio

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

ABSTRACT

Mari Ahola: Misleading visualizations
Master's thesis
Tampere University
Master's Programme in Computing Sciences
April 2023

Statistics are an integral part of everyday life. They help individuals to make informed decisions and promote understanding about the world. Nowadays there is a lot of information but only a few have time or knowledge to study a large amount of numerical data. Because of that, the data is visualized in a form that is as small as possible and contains as much information as possible. The reader only needs to see the graphics that show both the overall picture of the data and the small details that can be compared with each other.

However, all the graphics are not trustworthy. Visualization can be used to mislead the reader in many ways that are described in this thesis. For example, wrong chart type, chart junk, distorted elements and exaggeration can be used to mislead the reader. However, do these methods have an effect on the reader's interpretation?

A questionnaire was conducted to find out if the misleading visualizations have an effect on the reader's interpretation of statistics. The sample consisted of 123 respondents from different ages, genders and educational levels. The respondents were asked to interpret and evaluate nine different graphs. Some graphs were misleading. The responses were analyzed with cross tabulations, χ^2 -test, McNemar test and Kruskal-Wallis test.

McNemar test was used to determine if there were differences in the distributions of the answers to two similar graphs. The results showed that misleading methods have a statistically significant impact on reader's interpretation of statistics. Misleading graphs also got more wrong responses than others. The effect of age, gender and educational level were tested with χ^2 -test and Kruskal-Wallis test. These variables had a little impact on the reader's interpretations, but the effect was seen only in some parts of the data.

The sample size and questionnaire were small, so the topic should be researched more. However, this research showed that misleading visualizations have an effect. As the visualization is such a complicated topic, it should be taught more on the lower educational levels.

Keywords: visualization, graphics, lie, graphs, mislead

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Älä usko kaikkeen, mitä näet. Liika kyynisyys ei ole hyvästä, mutta asioiden sopiva kyseenalaistaminen voi avata elämään aivan uusia ulottuvuuksia. Nykypäivänä me hukumme tietoon, mutta emme aina osaa arvioida tiedon luotettavuutta. Siksi on hyvä pitää mieli avoinna ja esittää kysymyksiä.

Tämä työ oli sukellus syvälle tilastojen, valehtelun ja visualisoinnin maailmaan. Aihe oli varsin mielenkiintoinen, mutta joinakin päivinä myös yllättävän raskas. Huonojen tai johdattelevien kaavioiden tekeminen tuntui väärältä, ja harhaanjohtavien tilastojen näkeminen uutisissa tai sosiaalisessa mediassa oli turhauttavaa. Erityinen kiitos kuitenkin kuuluu kaikille tutkimukseen osallistuneille ja niille, jotka antoivat kannustavaa ja rakentavaa palautetta kysymyksistä ja aiheesta. Ilman teitä työ ei olisi koskaan onnistunut.

Haluan kiittää puolisoani, joka rohkaisi ja oli tukena koko prosessin ajan. Hänen panoksensa oli tilastollisesti erittäin merkitsevää. Kiitos myös vanhemmilleni, jotka ovat koko elämäni ajan kannustaneet oppimaan uutta ja olemaan kiinnostunut maailmasta. Kiitos heille myös inspiraatiosta aiheeseen; ilman heidän skeptisyyttään tilastoja kohtaan ei olisi tätäkään työtä syntynyt.

Tampereella, 25. huhtikuuta 2023

Mari Ahola

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	1
2.	Teoria	3
2.1	Hahmolait.	3
2.2	Datamuste ja roskagrafiikka	4
2.2.1	Datamustesuhde	4
2.2.2	Valekerroin	5
2.3	Korrelaatio vai kausaliteetti?	7
2.4	Ympyrädiagrammi	9
2.5	Kaavion akselit.	12
2.5.1	Asteikko ei ala nolasta	13
2.5.2	Kaksi y-akselia	14
2.5.3	Epäjohdonmukainen aikasarja	14
2.5.4	Muita huomioita	15
2.6	Harhaanjohtavat värit	16
2.7	Muita visuaalisia keinoja johtaa harhaan	18
2.7.1	Inflaation vaikutus rahan arvoon	19
2.7.2	Mielivaltainen data ja harhaanjohtava nimeäminen	20
3.	Aineisto ja menetelmät	22
3.1	Tutkimuksen otanta	22
3.2	Tutkimuskysely.	22
3.3	Tutkimusmenetelmät	24
3.3.1	Kruskal-Wallis testin testi.	24
3.3.2	McNemar-testi	25
3.3.3	χ^2 -testi	26
4.	Analyysi	27
4.1	Vastausten tarkastelu	27
4.2	Hypoteesin testaus McNemar-testillä	30
4.3	Sukupuolen vaikutus vastauksiin.	31
4.4	Koulutuksen vaikutus vastauksiin	33
4.5	län vaikutus vastaustuloksiin	37
5.	Johtopäätökset	39
6.	Pohdinta	41
	Lähteet	44
	Liite A: Tutkimuskysely	49

Liite B: Esimerkki: Ympyrädiagrammit ja niitä vastaavat pylväskaaviot.	69
Liite C: Esimerkki kahdesta y-akselista: Antiikkiliikkeiden määrä ja äänitemyyntitu- lot 1993-2001 (tiedot: Yritys- ja toimipaikkarekisteri; Suomen ääni- ja kuvatallenne- tuottajat ÄKT)	70
Liite D: Teemakartta liukuvalla väriskaalalla	71

KUVALUETTELO

1	Miesten keskipituudet vuosina 1940-1980	6
2	Antiikkiliikkeiden määrä ja Sonyn äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 (tiedot: Yritys- ja toimipaikkarekisteri; Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry)	9
3	Hyvinvointitutkimuksen vastaajien kokemien sairauksien suhteelliset osuudet ympyrädiagrammiin kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) .	11
4	Hyvinvointitutkimuksen vastaajien kokemien sairauksien suhteelliset osuudet palkkikaavioon kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) . . .	12
5	Warner Music Finlandin äänitemyyntitulot ennen ja jälkeen Suomen voittoa jääkiekon MM-kilpailuissa (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry)	12
6	Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 kahdella eri asteikolla kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)	13
7	Tuotteen hinnannousu vuodesta 1950 vuoteen 2020	15
8	Vieraiden maistamien herkkujen lukumäärät eri värien avulla kuvattuna . .	17
9	Teemakartta sateenkaaren väreissä	18
10	Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001: venytetty kuva (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry)	19
11	Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 rahan arvon muutos huomioituna (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry)	20
12	Ylipainon ja kohonneen verenpaineen esiintymismäärä hyvinvointitutkimuksessa kahden eri asteikon avulla kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)	24
13	Kuvan 6 kaavioiden perusteella kerätyt vastaukset	28
14	Kuvan 12 kaavioiden perusteella kerätyt vastaukset	29
15	Miesten ja naisten vastausten osuudet väitteeseen "Haluaisin osata tulkita tilastoja paremmin"	33
16	Eri koulutustasojen vastaukset kysymykseen "kuvaavatko kaaviot samaa dataa"	35
17	Koulutustason vaikutus luottamukseen sosiaalisen median tilastoja kohtaan	36

TAULUKKOLUETTELO

1	Ristiintaulukointi kaavion A ja kaavion B saamista kyllä/ei-vastauksista . . .	25
2	Kyselyn kaaviot, niiden kaaviotyypit, väärin vastauksien suhteelliset osuudet ja käytetyt johdattelumenetelmät	28
3	Äänitemyyntitulokaavioiden vastauksien McNemar-testisuureet ja p-arvot .	31
4	Ylipaino ja kohonnut verenpaine -kaavioiden vastauksien McNemar-testisuureet ja p-arvot	31
5	Väärin vastauksien osuudet naisten ja miesten keskuudessa, sekä niiden välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot	34
6	Väärin vastauksien osuus kummankin koulutusluokan kohdalla sekä vastausten välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot	36
7	Väärin vastauksien suhde kaikkiin annettuihin vastauksiin kahdessa eri ikäluokassa, sekä luokkien välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot	38

1. JOHDANTO

Nykypäivänä tilastot ovat merkittävä osa yksilön arkea. Uutiset esittävät kaavioita vi-rustilanteen etenemisestä, älykellot mittaavat ja visualisoivat unen laatua, ja sosiaalinen media innostuu musiikkipalveluiden vuosittaisista kuuntelutilastoista. Eri suunnilta tulevat kaaviot ja diagrammit muokkaavat yksilön käsitystä senhetkisestä maailmasta ja auttavat yksilöä ymmärtämään eri aihepiirien ajankohtaisia asioita.

Monet eivät ole kuitenkaan valmiita käyttämään aikaa numeerisen datan tarkasteluun ja tulkittamiseen. Visualisoinnin onkin tarkoitus helpottaa lukijaa ymmärtämään grafiikoi-den, kuten kaavioiden ja kuvien, sisältämää tietoa. Data tulee siis käsitellä, analysoida ja esittää siten, että lukijan tehtäväksi jää vain tuloksien tarkastelu kaavioiden ja kuvien avulla. Koska lukija ei itse näe numeerista dataa kokonaisuudessaan, jää vastuu tilastojen luotettavuudesta sille, joka visualisoi datan. Voiko lukija täten luottaa kaikkiin näkemiinsä tilastoihin?

”On kolmenlaisia valheita: valheet, emävalheet ja tilastot”, kuuluu Mark Twainin (1907, s. 471) tunnetuksi tekemä lausahdus. Vaikka grafiikoiden on tarkoitus esittää dataa mahdollisimman ymmärrettävästi ja totuudenmukaisesti (Tuftte 2001), datan visualisointia voi daan käyttää tahallisesti tai tahattomasti väärin. Tilastojen epäluotettavuus ei aina johdu suoranaisesta valehtelusta tai keksitystä datasta, vaan totuudenmukaisuutta voi horjut-taa lukijan johdattelulla ja harhauttamisella. Koska grafiikoiden on tarkoitus auttaa lukijaa muodostamaan käsitys niiden esittämästä datasta, harhaanjohtavat visualisoinnit voivat luoda lukijalle virheellisen lähtökohdan aiheeseen (Raschke & Steinbart 2008).

Lukijalta jää usein huomaamatta visualisointien johdattelevuus. Jos lukija kuitenkin tietää ennestään tilaston aihepiiristä tai visualisoinnin peruseriaatteista, hän voi huomata johdattelun ja virheet helpommin. Mitä enemmän lukija tietää visualisoinnista, sitä helpompi hänen on tunnistaa grafiikan hyviä ja huonoja piirteitä. Lukija voi tällöin myös korjailla mielessään joitakin virheitä grafiikasta ja näin ymmärtää grafiikan asiasisältöä paremmin. Kokemus visualisoinnista ei kuitenkaan poista täysin riskiä harhasta, jota johdattelevat grafiikat voivat luoda. (Kosslyn 1989; Raschke & Steinbart 2008.)

Koska nykyään erilaiset tilastolliset ohjelmistot ovat lähes kaikkien ulottuvilla, kuka vain voi tehdä kaavioita ja tilastoja useamman eri ohjelmiston ja verkkosivun avulla. Siitä huo limatta visualisointia ja visualisointien tulkintaa opetetaan varsin vähän. On yleisesti tie-

dossa, etteivät kaikki tilastot ole luotettavia. Monet kuitenkin ajattelevat ongelman olevan epäluotettavassa datassa tai liian pienessä otannassa, eivätkä tiedosta visualisoinnin tuomaa harhaa. Tämän tutkielman tarkoituksena onkin selvittää tapoja, joilla visualisointia voi käyttää lukijan johdatteluun. Tutkielman alussa käydään läpi hyvän visualisoinnin perusperiaatteita ja selvitetään, millaiset visuaaliset keinot voivat johtaa lukijaa harhaan. Teorialuku pohjautuu erityisesti Tufte (2001) ajatuksiin hyvän visualisoinnin peruspilareista, mutta niitä on sovellettu tutkielman aiheeseen monien muiden merkittävien teosten ja tutkimusten avulla (esim. Huff 1974; Kosslyn 2006; Cairo 2016).

Harhaanjohtamista on käsitelty kirjallisuudessa koko ajan enemmän viimeisten vuosikymmenien ajan (Huff 1974; Tufte 2001; Cairo 2019), ja johdattelevia tilastoja tulee arjessa paljon vastaan. Onko visuaalisella harhaanjohtamisella kuitenkaan vaikutusta siihen, miten lukija tulkitsee tilastoja?

Aihetta tutkitaan tutkimuskyselyllä, jonka tarkoituksena on selvittää harhaanjohtavien visualisointien vaikutusta lukijan tulkintaan. Aiemmat tutkimukset aiheesta ovat osoittaneet eroja yksilöiden kyvyissä ymmärtää grafiikoita (Raschke & Steinbart 2008; Duesbery, Werblow & Yovanoff 2011; Okan, Gracia-Retamero, Galesic & Cokely 2012), joten tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita myös sukupuolen, koulutustason ja iän vaikutuksesta tilastojen tulkintaan.

Tutkimuskysely (LIITE A) muodostuu yhdeksästä kaaviosta, joista osaan sisällytetään johdattelevia piirteitä. Aineiston perusteella selvitetään, eroavatko johdattelevien ja johdattelemattomien kaavioiden tulkinnat toisistaan. Eroa testataan McNemar-testin avulla. Eri ryhmien, kuten sukupuolen, vaikutusta vastauksiin tarkastellaan χ^2 -testin ja Kruskal-Wallis testin avulla. Tutkimusaineistoa ja -menetelmiä käsitellään luvussa 3. Analyysi ja testaaminen käydään läpi luvussa 4. Viimeiset luvut muodostuvat johtopäätöksistä sekä aiheen pohdinnasta.

2. TEORIA

Datavisualisointi pohjautuu ei-visuaaliseen, numeeriseen dataan, josta ei sellaisenaan voi tehdä selkeitä havaintoja. Koska numeerinen data on usein liian tiiviissä ja vaikeasti tulkittavassa muodossa, on dataa avattava lukijalle helppolukuisemmin. Erityisesti suuresta numeerisesta datasta on vaikea tehdä nopeita tulkintoja. Numeerisen datan sanallinen selittäminen on usein liian epämääräistä ja tehotonta, mutta tilastollisen grafiikan, kuten kaavioiden ja diagrammien, avulla lukijan on mahdollista omaksua datan sisältämää tietoa ilman suurta vaivaa (Nummenmaa 2021). Datavisualisointi voi edesauttaa uusien oivallusten syntymisessä ja dataan liittyvien ongelmien löytämisessä (Ware 2012). Datan visualisoinnista on siis hyötyä sekä datan analysoinnissa että tuloksia esittäessä.

Edward Tufte (2001) määrittelee hyvän visualisoinnin tarkoituksiksi suuren datan esittämisen pienessä tilassa tavalla, jolla lukija pystyy vertailemaan grafiikan eri osia ja tarkastelemaan sekä grafiikan yleiskuvaa että sen yksityiskohtia. Visualisoinnin tulisi esittää dataa mahdollisimman totuudenmukaisesti ja vääristymättömänä. Hyvän visualisoinnin tulisi myös esittää data pitäen lukijan huomio sen asiasisällössä esitystavan sijaan. Tufte toteaa loistavan grafiikan antavan lukijalle eniten ajatuksia lyhyimmässä mahdollisessa ajassa ja vähimmällä mahdollisella määrällä mustetta.

Lukijan johtaminen harhaan rikkoo usein jotakin näistä peruseriaatteista. Koska nykypäivänä lähes kaikilla on työkalut visualisointien luomiseen mutta ei välttämättä tarvittavaa tietoutta visualisoinnin periaatteista, voi johdattelu tapahtua täysin vahingossa. Johdattelua kuitenkin tapahtuu myös tietoisesti. Esimerkiksi mainokset, kannatusmittaukset tai muut puolueelliset tahot voivat hyötyä merkittävästi lukijan johdattelusta. Harhaanjohtavissa visualisoinneissa on usein todenmukainen data pohjalla, mutta datan esitystapa voi vääristää asiasisältöä hyvin olennaisilla tavoilla.

2.1 Hahmolait

Visualisoinnin yhteydessä on hyvä nostaa esiin hahmolait (engl. Gestalt principles). Hahmolakeihin kuuluvat muun muassa läheisyyden laki, samankaltaisuuden laki, jatkuvuuden laki, sulkeutuvuuden laki ja symmetrisyyden laki (Todorovic 2008). Nämä lait selittävät sitä, miten ihmisäivot yhdistävät visuaalisia yksityiskohtia kokonaisuuksiksi. Hahmolakien pohjalla on ajatus siitä, kuinka ihminen pyrkii etsimään logiikkaa ja jatkuvuutta näkemäs-

tään ymmärtääkseen paremmin ympäristöään.

Läheisyyden laki perustuu objektien välisiin etäisyyksiin. Mitä lähempänä objektit toisiaan ovat, sitä varmemmin ne muodostavat yksilön mielessä ryhmän. Vastaavasti muodoltaan, väriltään tai kooltaan samankaltaiset kuviot yhdistetään toisiinsa. Tämän samankaltaisuuden lain mukaan yksilö pyrkii muodostamaan ryhmiä objekteista, jotka muistuttavat toisiaan mahdollisimman paljon. (Kosslyn 1989.)

Jatkuvuuden laki kuvaa sitä, kuinka esimerkiksi päällekkäiset viivat jatkuvat risteyskohdassaan siten, että niiden suunta pysyy mahdollisimman samana. Jatkuvuuden lain mukaan ihmismieli pyrkii luomaan objekteista kuvioita, jotka ovat loogisia ja jatkuvia. Sulkeutuvuuden laki sen sijaan kuvaa, kuinka objekti hahmotetaan kokonaisuudeksi, vaikka siitä puuttuisi osia. Symmetrian lain mukaan taas katsoja havaitsee kuvion helpommin yhtenäiseksi kokonaisuuden, jos kuvio on symmetrinen. (Todorovic 2008.)

Nämä ja monet muut hahmolait auttavat yksilöä muodostamaan kokonaisuuksia myös visualisoidusta datasta. Grafiikan elementit, värit ja sijoittelut johdattelevat lukijaa muodostamaan grafiikasta mielekkäitä kokonaiskuvia ja näkemään muuttujien välisiä eroja. Toisaalta esimerkiksi liika värien käyttö, ylimääräiset kuviot ja useampi muuttuja samassa kaaviossa harhauttavat lukijaa, sillä ylimääräiset objektit grafiikassa vievät huomion pois grafiikan asiasisällöstä.

2.2 Datamuste ja roskagrafiikka

Hyvä visualisointi tulisi toteuttaa tavalla, jolla lukijan huomio kiinnittyy visualisoinnin sisältöön muiden elementtien sijasta (Tufta 2001). Kun graafiseen esitykseen sisällytetään paljon ylimääräistä sisältöä, lukijan huomio siirtyy grafiikan asiasisällöstä sen ulkoiseen olemukseen. Tällainen roskagrafiikka, eli sisällön kannalta epäolennainen ja tilaa vievä grafiikka, voi vaikeuttaa kaavion ymmärtämistä ja kaavion yleiskuvan nopeaa sisäistämistä.

2.2.1 Datamustesuhde

Grafiikan merkityksellisiä ja merkityksettömiä elementtejä tarkastellakseen Tufta (2001) kehitti idean datamustesuhteesta. Graafinen esitys koostuu musteesta ja tyhjistä tilasta. Datamuste on grafiikkaan käytettyä merkityksellistä mustetta, joka sisältää grafiikan ydinasiat ja jota ei voi poistaa vähentämättä grafiikan välittämän informaation määrää. Suurin osa kaavion sisältämästä musteesta tulisi olla datamustetta, mutta usein kaavioon lisätään ylimääräistä mustetta tuomaan lisää mielenkiintoa tai sisältöä. Datamusteen ja ylimääräisen sisällön suhde määritellään seuraavasti:

$$\text{datamustesuhde} = \frac{\text{datamusteen määrä}}{\text{musteen kokonaismäärä}}$$

Datamusteen ja musteen kokonaismäärän arvoja on kuitenkin vaikea määrittellä, joten ne perustuvat yleensä arvioihin. Datamustesuhde saa arvonsa nollan ja yhden väliltä. Mitä enemmän datamustetta grafiikka sisältää, sitä korkeampi datamustesuhteen arvo on. Tufte (2001) määrittelee hyvän grafiikan sisältävän mahdollisimman paljon datamustetta ja mahdollisimman vähän ylimääräistä. McGurkan, Fedoroksaya, Sutton ja Herbert (2021) sen sijaan nostavat esiin tutkimuksia, joissa korkea datamustesuhde on lisännyt grafiikoiden tulkinnan tarkkuutta. Toisaalta osa tutkimuksista on todennut roskagrafiikoiden helpottavan lukijaa. McGurkanin ym. tutkimuksen perusteella lukijan kannalta paras vaihtoehto on luoda grafiikoita, joiden datamustesuhde on noin 0,5. Tutkimuksen perusteella monet kokivat liian ison määrän roskagrafiikkaa tulkintaa vaikeuttavaksi tekijäksi, mutta toisaalta pelkästään datamustetta sisältäviä grafiikoita pidettiin liian työläinä ja vaikealukuisina.

Vaikka Tufte (1997) toteaa roskagrafiikan vievän aina graafiselta esitykseltä uskottavuutta, monet ajattelevat roskagrafiikasta olevan myös hyötyä. Kosslyn (2006) nostaa esiin, etteivät roskagrafiikka ja datamustesuhde ole kaikkien grafiikoiden kohdalla olennaisia. Osa ylimääräiseksi kutsutusta musteesta voi sekä auttaa että nopeuttaa grafiikan tulkintaa. Kosslyn mainitsee, että hahmolakeja hyödyntämällä voidaan tehostaa grafiikoiden ymmärtämistä. Jos hahmolain hyödyntäminen vaatii ylimääräistä mustetta, on sitä sallittua käyttää. Yleisenä sääntönä hän pitää sitä, että kaikki ylimääräinen muste on hyvää, jos se täydentää kokonaisuutta. Sen sijaan pelkästään koristetarkoitukseen käytettävä roskagrafiikka, esimerkiksi kolmiulotteisuus, voi häiritä erityisesti niitä, joilla ei ole ennestään hyvää graafista lukutaitoa (Duesbery, Werblow & Yovanoff 2011).

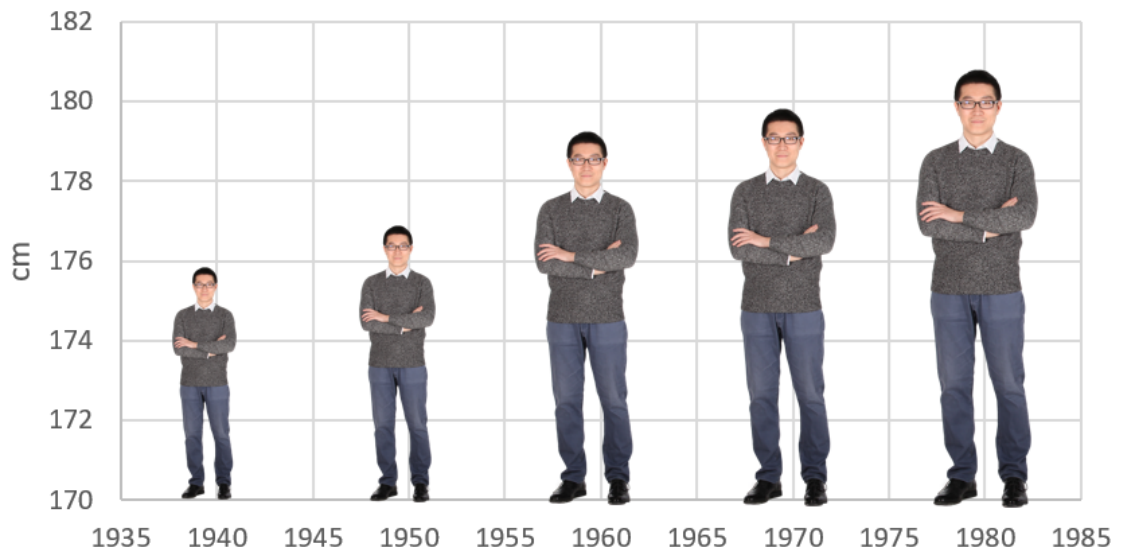
2.2.2 Valekerroin

Roskagrafiikoiden käyttämiseen liittyy usein tavoite mielenkiintoisesta grafiikasta. Ylimääräisen musteen avulla aiheesta pyritään tekemään houkuttava ja mieleenpainuva. Hyvän grafiikan päätavoite kuuluisi kuitenkin olla sen asiasisällön kertominen täysin muuttumattomana. Tufte (2001) määrittelee, että visualisoinnissa käytettävien elementtien ulottuvuuksien määrän ei tulisi olla suurempi kuin datan sisältämien ulottuvuuksien määrä. Tämän lisäksi grafiikassa esiintyvien elementtien tulisi olla kooltaan samassa suhteessa niiden numeeristen vastineiden kanssa. Kun näitä periaatteita ei noudateta, voi grafiikka olla hyvin vääristynyt alkuperäiseen dataan nähden. Kun graafiset elementit eivät ole samassa suhteessa kuin alkuperäisen datan numeeriset arvot, grafiikka ei kuvaa datan todellista luonnetta. Graafisten elementtien vääristymää voidaan mitata valekertomella (engl. Lie factor). Tufte (2001, s. 57) määrittelee valekertoimen seuraavasti:

$$\text{valekerroin} = \frac{\text{grafiikan esittämän ilmiön koko}}{\text{datan esittämän ilmiön koko}}.$$

Kun valekertoimen arvo on 1, grafiikan voidaan sanoa kuvaavan dataa rehellisesti. Jos valekertoimen arvo on pienempi kuin 0,95 tai suurempi kuin 1,05, grafiikka vääristelee ilmiön suuruutta. Valekertoimen logaritmi auttaa hahmottamaan vääristymän suunnan. Jos valekertoimen logaritmi on suurempi kuin 0, grafiikka liioittelee esittämänsä ilmiön suuruutta. Jos valekertoimen logaritmi on pienempi kuin 0, grafiikka vähättelee esittämänsä ilmiön suuruutta. (Tufte 2001.)

Kuvassa 1 on esitetty miesten keskipituuksia pylväskaavion muodossa. Perinteisten pylväiden sijaan on kuitenkin käytetty mieshahmoja. Kokonaisuudessaan grafiikka vaikuttaa selkeältä ja yksinkertaiselta, mutta pelkästään mieshahmoja tarkastellessa pituuserot näyttävät hyvin suurilta. Kuvan ensimmäinen hahmo vaikuttaisi ulottuvan viimeistä hahmoa vain vyötärön korkeudelle saakka. Onko keskipituus muuttunut 40 vuoden aikana todella niin paljon?



Kuva 1. Miesten keskipituudet vuosina 1940-1980

Kun tarkastellaan kuvan 1 numeerisia arvoja, voidaan huomata ensimmäisen ja viimeisen hahmon välisen pituuseron olevan noin viisi senttimetriä. Datan esittämä miesten keskipituuden kasvu on laskettavissa seuraavasti:

$$\frac{180,5 - 175,2}{175,2} \times 100 = 3,03 \%$$

Vastaavasti grafiikan esittämän ilmiön suuruus on

$$\frac{4,9 - 2,8}{2,8} \times 100 = 75 \%$$

Tällöin valekertoimeksi saadaan

$$\text{valekerroin} = \frac{75}{3,03} = 24,75.$$

Valekerroin on huomattavasti suurempi kuin 1, joten voidaan sanoa grafiikan vääristävän hyvin selkeästi. Valekertoimen logaritmi on 1,39, minkä perusteella voidaan todeta grafiikan liioittelevan ilmiötä.

Ongelmana kuvassa 1 kuitenkin on se, ettei mieshahmojen koko muutu pelkästään pituussuunnassa. Hahmon pituuden kasvaessa kasvaa myös sen leveys. Grafiikkaan on siis lisätty ylimääräinen ulottuvuus, eivätkä hahmot edusta ilmiötä vain niiden pituussuunnassa. Valekerroin on nyt laskettava pituuden muutoksen sijaan pinta-alan muutoksena. Lasketaan yksinkertaisuuden vuoksi hahmojen pinta-alat niiden pituuden ja leveyden tulona. Tällöin grafiikan esittämän ilmiön koko on 90,31 % ja valekertoimeksi saadaan

$$\text{valekerroin} = \frac{90,31}{3,03} = 29,81.$$

Leveyden muutokset huomioituna valekerroin on siis entistä suurempi. Valekertoimen logaritmi on 1,47. Kaavion visuaalinen ilme liioittelee siis huomattavasti numeerista dataa, ja voi johdatella lukijaa näkemään keskipituuden muutoksen suurempana kuin se todellisuudessa onkaan.

2.3 Korrelaatio vai kausaliteetti?

Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkastellessa puhutaan usein korrelaatiosta ja kausaliteetista. Korrelaation avulla kuvataan kahden jatkuvan muuttujan yhteisvaihtelua. Usein korrelaatiota laskettaessa käytetään Pearsonin korrelaatiokerrointa, joka mittaa lineaarisen riippuvuuden voimakkuutta kahden muuttujan välillä. Korrelaatiokerroin voidaan laskea kahden muuttujan kovarianssin avulla. Muuttujien välinen kovarianssikerroin lasketaan kaavalla

$$s_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1},$$

missä \bar{x} on x-muuttujan keskiarvo, \bar{y} on y-muuttujan keskiarvo ja $n - 1$ on vapausasteiden määrä. Näiden perusteella voidaan määrittää Pearsonin korrelaatiokerroin kaavalla

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x \times s_y},$$

missä s_x on x-muuttujan keskihajonta ja s_y on y-muuttujan keskihajonta. Korrelaation arvo on aina välillä [-1,1]. Jos korrelaatiokerroin saa arvonsa läheltä jompaa kumpaa ääripäätä, on muuttujien lineaarinen yhteys vahva. Lähellä nollaa olevat arvot osoittavat, ettei muuttujilla esiinny lineaarista yhteyttä. (Nummenmaa 2021, s. 385-388.)

Kausaliteetilla sen sijaan kuvataan kahden tapahtuman syy-seuraussuhdetta: syy tapahtuu ensin ja aiheuttaa seurauksen. Muuttujien välillä voi esiintyä sekä korrelaatiota että kausaliteettia, mutta korrelaatiota voi esiintyä myös yksinään (Schober, Boer & Schwarte 2018).

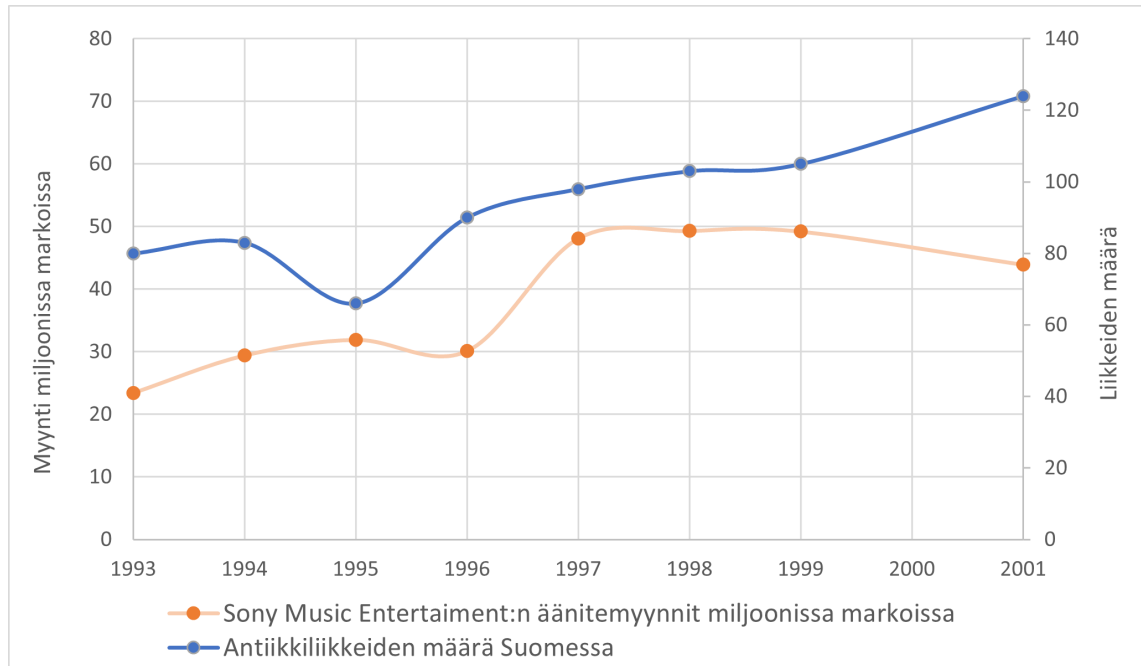
Kun kahden muuttujan välillä esiintyy tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota, toinen muuttuja saattaa aiheuttaa toisen muuttujan. Jos esimerkiksi päihteiden käytön ja huonojen kouluarvosanojen välillä todetaan korrelaatiota, on mahdollista, että runsas päihteiden käyttö heikentää aivotoimintaa ja siten myös kouluarvosanoja. Korrelaatio ei kuitenkaan kerro suoraan, kumpi muuttujista aiheuttaa kumman (Huff 1974). Sen vuoksi on myös mahdollista, että huonot arvosanat johtavat päihteiden käyttöön.

Korrelaatio muuttujien välillä ei kuitenkaan aina tarkoita, että muuttujien välillä olisi kausaaliteettia (Schober, Boer & Schwarte 2018). Muuttujien välinen korrelaatio voi johtua jostakin näkymättömästä taustamuuttujasta (Huff 1974). Aiemman esimerkin tilanteessa taustamuuttuja voi olla esimerkiksi huonot kotioloit tai mielenterveysongelmat, jotka lisäävät päihteiden käyttämistä ja heikentävät arvosanoja. Huff muistuttaa, että lineaarinen riippuvuus voi johtua myös sattumasta. Korrelaatio ei takaa muuttujien välille kausaalista suhdetta. Tämän vuoksi on myös tärkeää ajatella, miten korrelaatio esitetään sanallisesti. Duesbery ja Ilyankou (2021) nostavat esiin, kuinka jotkin ilmaisut, kuten ”tämä johtaa” tai ”tämä edistää”, voivat luoda mielikuvaa syy-seuraussuhteesta.

Sanallisten ilmaisujen lisäksi myös visuaaliset esitykset voivat luoda virheellisen ajatuksen kausaalista suhteesta (Xiong, Shapiro, Hullman & Franconeri 2020). Aiemmin esitetyt hahmolait edesauttavat virheellisen käsityksen syntymistä. Hahmolait, kuten läheisyyden ja samankaltaisuuden lait, ohjaavat lukijaa yhdistämään grafiikan elementtejä kokonaisuudeksi (Grabinger, Hauser & Mottok 2022). Jos kaksi muuttujaa esitetään samassa kaaviossa, on luontevaa ajatella niiden liittyvän toisiinsa. Erityisesti samansuuntaiset käyrät ohjailevat lukijaa näkemään syy-seuraussuhdetta jopa tilanteessa, jossa sellaista ei esiinny. Datan visualisoinnissa merkittävää on johdonmukaisuus (Tufte 2001), joten on oletettavaa, että grafiikan tekijällä on syynsä laittaa muuttujat rinnakkain. Aina näin ei kuitenkaan ole. Vaikka kaksi toisiinsa rinnastettua muuttujaa vaikuttaa liittyvän toisiinsa, ei voida olettaa niiden aiheuttavan toinen toistaan (Kenton 2021).

Kuvassa 2 on esitetty antiikkiliikkeiden määrän ja äänitemyyntitulojen kehitys. Muuttujien välille laskettu Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,71. Kuvaa tarkastellessa voidaan huomata äänitemyyntitulojen laskeneen vuosi sen jälkeen, kun antiikkiliikkeiden määrä on vähentynyt. Vastaavasti antiikkiliikkeiden määrän kasvaessa on myös äänitemyyntitulot lähteneet nousuun. Voidaanko tästä päätellä, että antiikkiliikkeiden määrä vaikuttaa äänitemyyntituloihin?

On melko epätodennäköistä, että muuttujien välillä on kausaalista suhdetta. Korrelaation taustalla voi olla jokin näkymätön taustamuuttuja, kuten talouden kasvun vaihtelu. Toisaalta korrelaatio voi selittyä sattumalla, eikä muuttujien välillä ole mitään todellista yhteyttä. Usein grafiikoita tehdessä taustalla on pyrkimys todistaa jokin tietty ilmiö. Tällöin dataa visualisoidessa monet unohtavat pysytellä objektiivisesti totuudessa ja luovat grafiikan, jota käyttävät perusteena kausaalille suhteelle (Dougherty & Ilyankou 2021). Hyvien tapo-



Kuva 2. Antiikkiliikkeiden määrä ja Sonyn äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 (tiedot: Yritys- ja toimipaikkarekisteri; Suomen Ääni- ja kuvataallennetuottajat ÄKT ry)

jen mukaista on kuitenkin olla esittämättä dataa irrallaan asiayhteydestään (Tuftte 2001) ja välttää mahdollisten virheellisten päätelmien luominen. Muuttujien sijoittaminen samaan kaavioon on aina syytä tehdä harkiten. Lukijan onkin hyvä miettiä kuvaa 2 vastaavien kaavioiden kohdalla, onko muuttujien välillä todellista yhteyttä, vai onko kaavion pyrki- myksenä johdatella lukijaa harhaan.

2.4 Ympyrädiagrammi

Ympyrädiagrammi, eli piirakkakaavio on suosittu ja monien silmää miellyttävä kaaviomalli. Sen avulla voidaan esittää yhden muuttujan luokiteltujen havaintojen jakaumaa muodostamalla jokainen sektori kunkin luokan suhteellisen osuuden mukaisesti. Täysi ympyrä edustaa siis kokonaisuutta, jonka yhteissumma on aina sata prosenttia. Ympyrädiagrammi on helppo muodostaa ja selkeä kokonaisuus, mutta monissa tilanteissa se vie paljon tilaa tarjoamatta juurikaan lisäinformaatiota aiheesta. (Nummenmaa 2021.)

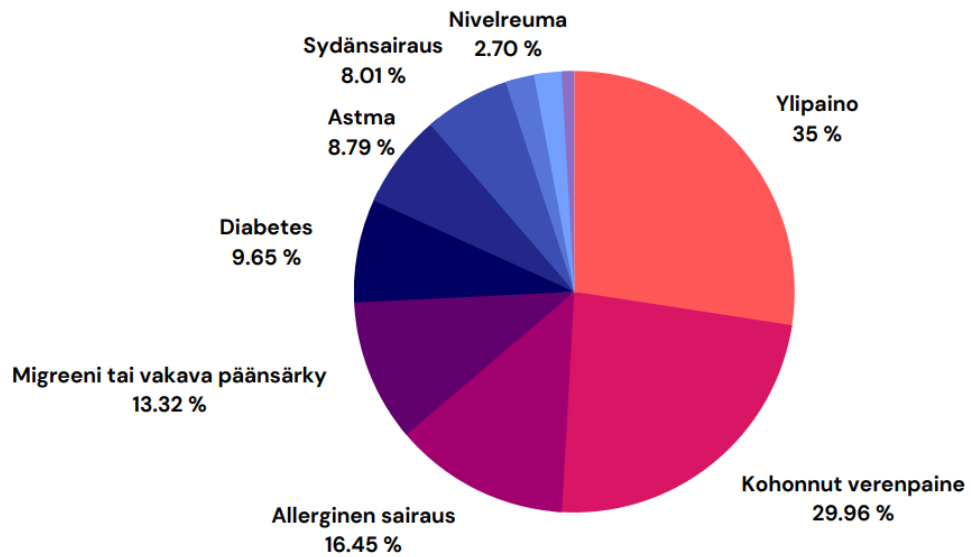
Ympyrädiagrammi jakaa voimakkaasti mielipiteitä. Toisaalta sitä pidetään ulkonäöltään miellyttävämpänä kuin monia muita kaaviotyyppejä (Spence 2005; Sandnes, Flønes, Kao & Harrington 2020; Dougherty & Ilyankou 2021), mutta toisaalta siihen liittyy monia ongelmia. Spence esittää ympyrädiagrammin sopivan yksinkertaiseen tiedon jakamiseen, mutta kokee sen sopimattomaksi monimutkaisien tiedon parissa. Esimerkiksi pitkällä aikavälillä tapahtuvat muutokset pitäisi kuvata useamman ympyrädiagrammin avulla, kun taas pylväskaavioon tai viivakaavioon voi sisällyttää koko aikavälin tarkastelun. Sandnes ym. esittävät ympyrädiagrammin hyväksi puoleksi sen, kuinka ympyrästä on helppo ar-

voida osuuden suhde kokonaiseen ympyrään nähden. Toisaalta he mainitsevat pylväskaavion tarkastelun nopeammaksi ja tarkemmaksi kuin ympyrädiagrammin. Sen sijaan Peterson ja Schramm (1954) kertovat tutkimuksensa perusteella ympyrädiagrammin johdaneen tarkempiin vastauksiin kuin muut kaaviotyypit.

Vaikka ympyrädiagrammi jakaa mielipiteitä sen tarkkuudesta ja tehokkuudesta (Peterson & Schramm 1954; Spence 2005; Sandnes, Flønes, Kao & Harrington 2020), pitävät monet ympyrädiagrammia parhaimpana tietyissä tilanteissa. Tiettyjen osuuksien arvioiminen ympyrädiagrammista on helpompaa kuin monista muista kaaviomalleista (Croxtton & Stryker 1927; Sandnes ym. 2020). Tällaisia osuuksia ovat 0 %, 25 %, 50 %, 75 % ja 100 %. Sen sijaan lukijan on haastava arvioida näistä poikkeavia arvoja, erityisesti suhteessa muihin sektoreihin tai ympyrädiagrammeihin (LIITE B). Tämän vuoksi ympyrädiagrammi vaatii lähes aina numeeriset selitteet, eikä itse visualisoinnin painoarvo ole välttämättä yhtä suuri. Sen sijaan esimerkiksi pylväskaaviosta luokkien välisiä eroja on huomattavasti selkeämpi tarkastella.

Lukijan johdattelua tapahtuu erityisesti silloin, kun ympyrädiagrammia käytetään tilanteissa, joihin se ei sovi. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi ei-kategorisen muuttujan esittäminen sektoreittain tai diagrammi, jossa suhteellisten osuuksien summa on yli tai alle sata prosenttia (Dougherty & Ilyankou 2021). Jos osuuksien summa on alle sata prosenttia, on yleensä jokin luokka jätetty pois diagrammista. Jos summa taas on yli sata prosenttia, diagrammi ei kuvaa kokonaisuutta. Tällainen tilanne syntyy erityisesti silloin, jos vastaaja voi valita monivalintakysymyksen vaihtoehtoista useamman kuin yhden. Kuvan 3 tilanteessa hyvinvointitutkimuksen (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) vastaajilta kysyttiin, mitä sairauksia he olivat kokeneet edeltävän 12 kuukauden aikana. Vastaajat saivat valita kaikki heidän tilanteeseensa sopivat vaihtoehdot listatuista sairauksista. Yksi henkilö on siis voinut vasta useamman vaihtoehdon, kuten astman, ylipainon ja diabeteksen. Osa vastaajista on voinut kokea olleensa täysin terve ja jättää vastaamatta. Koska vastaajat eivät ole merkinneet aina tasan yhtä vaihtoehtoista, ei vastausten suhteelliset osuudet toimi ympyrädiagrammissa. Sektoreiden, joista jokainen kuvaa yhtä sairautta, osuudet kuvastavat sitä, kuinka suuri osa kaikista vastaajista on kokenut kutakin sairautta. Jos esimerkiksi kaikki vastaajat olisivat kokeneet verenpaineensa olleen koholla, olisi sen luokan osuus sata prosenttia. Tämä tarkoittaa sitä, ettei luokkien summa vastaa kokonaisuutta, vaan luokat ovat itsenäisiä muuttujia, eikä niitä kuuluisi esittää ympyrädiagrammissa. Kuvan 3 kaaviosta voidaan laskea prosentit yhteen, jolloin saadaan diagrammin kokonaissummaksi 127,63 %.

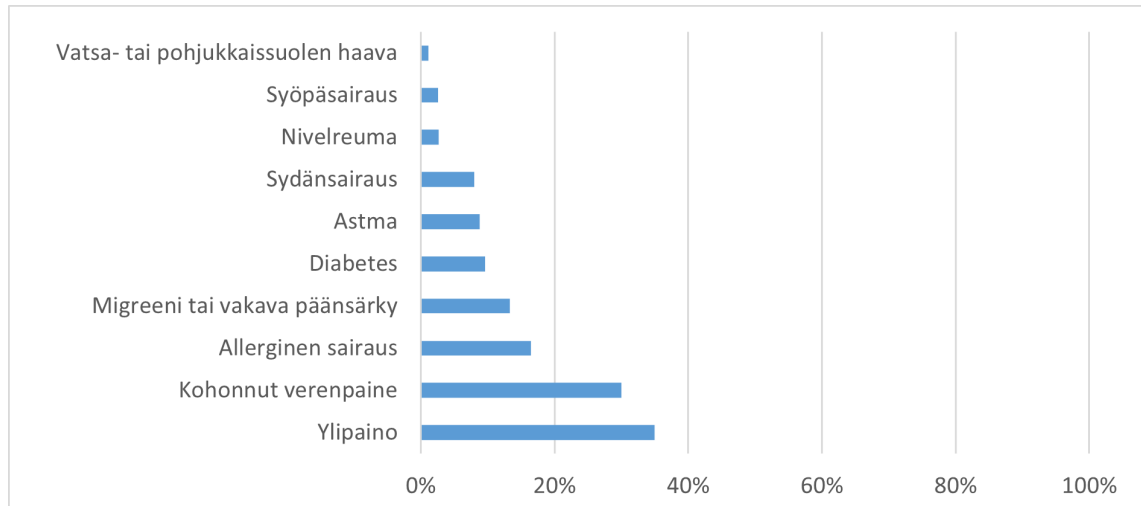
Suurin osa lukijoista olettaa visualisoinnin tekijän pysytelleen visualisoinnin peruseriaateissa. Tämän oletuksen vuoksi lukija ei todennäköisesti huomaa esimerkiksi kuvan 3 rikkovan ympyrädiagrammin sääntöjä (ks. esim. Dougherty & Ilyanko 2021). Kun diagrammin ajatellaan olevan oikeassa suhteessa, muodostetaan virheellisiä oletuksia. Esimerkiksi kuvan 3 perusteella voisi väittää, että puolet kyselyyn vastanneista on sairastanut jo-



Kuva 3. Hyvinvointitutkimuksen vastaajien kokemien sairauksien suhteelliset osuudet ympyrädiagrammiin kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)

ko ylipainoa tai kohonnutta verenpainetta – ei kumpaakin. On kuitenkin mahdollista, että ylipainosta kärsineet ovat kokeneet myös verenpaineensa olleen koholla. Tällöin vastaajat ovat valinneet kummatkin vaihtoehdot ja kyseiset sektorit ovat päällekkäisiä. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että vastaajista yhteensä noin 30 % olisi kokenut ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta. Kuvaa 4 tarkastelemalla asian voi nähdä selkeämmin. Palkkien perusteella on helpompi nähdä, kuinka jokainen sairaus on oma muuttujansa, ja niiden päällekkäin ilmeneminen on mahdollista. Palkkikaaviosta on myös helpompi nähdä, kuinka osa vastaajista on voinut kokea itsensä terveeksi ja jättää vastaamatta kysymykseen. Ympyrädiagrammiin ei ollut sisällytetty tilaa tyhjille vastauksille. Virheellisen ympyrädiagrammin tarkastelu loi siis hyvin vääristyneen käsityksen siitä, miten vastaajat ovat sairauksia kokeneet. Palkkikaavio mahdollistaa tässä tilanteessa kokonaiskuvan näkemisen paremmin.

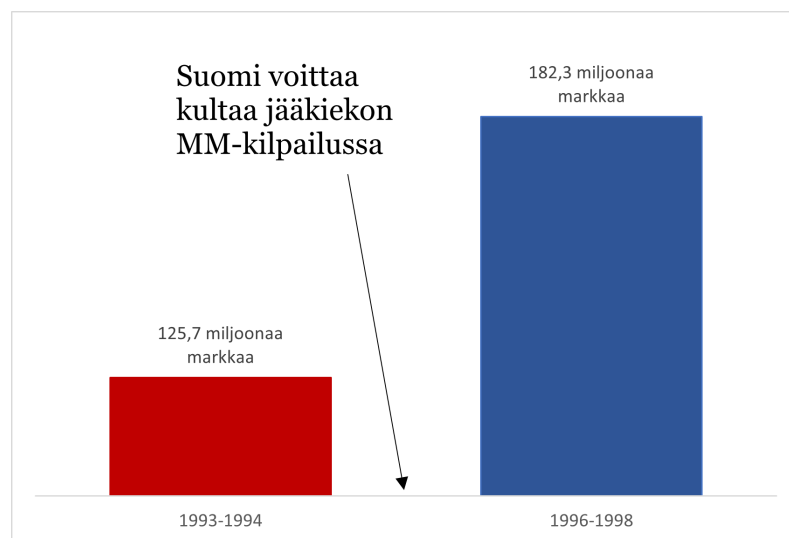
Ympyrädiagrammit ovat lukijan kannalta sekavia myös silloin, jos esitettävällä muuttujalla on liikaa luokkia. Diagrammista on tällöin vaikea hahmottaa, mikä sektori kuvaa mitäkin nimettyä luokkaa. Monissa tapauksissa pienimpien sektoreiden nimet jäävät kokonaan pois näkyviltä (kuva 3). Nimien puutteen lisäksi ympyrädiagrammin visuaalinen informaatio jää vajavaiseksi, jos luokkia on liikaa. Koska ympyrädiagrammin sektoreiden koko on usein vaikeaa arvioida, on pienien sektorien arvioiminen ja vertaileminen erityisen vaikeaa. Tällaisissa tilanteissa onkin usein viisaampaa käyttää jotain toista kategorisien muuttujien kuvaukseen sopivaa kaaviomallia (esim. kuva 4), joka näyttää totuudenmukaisen kuvan muuttujan jakaumasta. (Nummenmaa 2021.)



Kuva 4. Hyvinvointitutkimuksen vastaajien kokemien sairauksien suhteelliset osuudet palkkikaavioon kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)

2.5 Kaavion akselit

Tyypillisesti kaaviot sisältävät x-akselin ja y-akselin, jotka kuvaavat muuttujan ulottuvuuksia. Akselien asteikkoja käytetään määrittämään ja nimeämään arvot, joita muuttuja saa. Kun akseleiden ominaisuuksia muutetaan korostamaan dataa tai poikkeamaan normaalista, voi visualisointi muuttua vääristyneeksi. Tarkastellaan esimerkiksi kuvaa 5. Kuva pyrkii osoittamaan lukijalle, kuinka äänitemyyntitulot ovat kasvaneet jääkiekosta saadun kullan jälkeen. Kaaviosta voidaan kuitenkin löytää useita ongelmia: puuttuva y-akselin asteikko, pylväiden pituus väärä suhteessa numeeriseen dataan, eripituiset aikavälit sekä oletettu kausaliteetti äänitemyyntitulojen ja jääkiekkomenestyksen välille. Saako lukija mitään olennaista tietoa kuvaa tarkastellessaan?



Kuva 5. Warner Music Finlandin äänitemyyntitulot ennen ja jälkeen Suomen voittoa jääkiekon MM-kilpailuissa (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatalennetuottajat ÄKT ry)

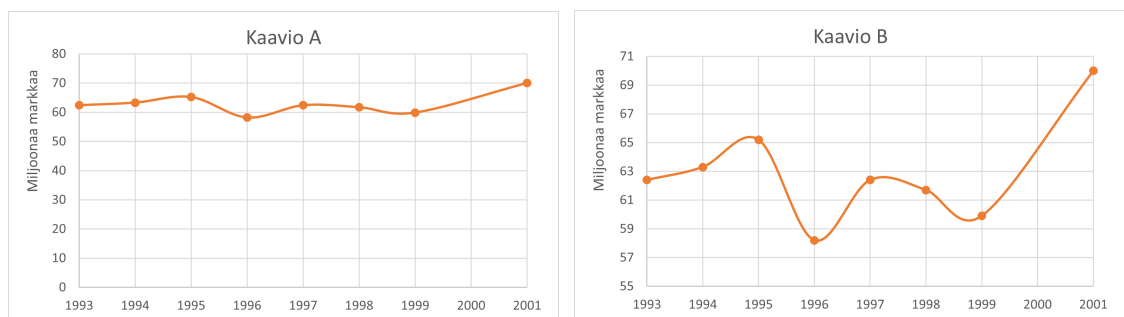
Koska visualisoinnin peruseriaatteita on pysyä totuudessa vääristämättä dataa (Tuftte 2001), voi akselien ominaisuuksien käsittely johtaa lukijaa merkittävästi harhaan. Aiemmin esitetty kuva 5 sisälsi puutteita niin y-akselin kuin x-akselin osalta. Vaikka kuva oli luotu täysin mielivaltaisesti tutkielmaa varten, on vastaavia kaavioita säännöllisesti esillä niin sosiaalisen median kuin markkinoinnin parissa. Usein puolueelliset tahot tiedostavat, että lukija ei kiinnitä paljoa huomiota vastaavanlaisiin grafiikoihin (Cairo 2016). Lukija ehtii tällöin muodostaa virheellisen mielikuvan kaavion asiasisällöstä, mutta ei tarkastele kaaviota tarpeeksi huomatakseen siihen liittyviä ongelmia.

2.5.1 Asteikko ei ala nolasta

On yleistä, että Y-akselin asteikko asetetaan alkamaan jostakin muusta kuin nolasta (Burgess 2002). Usein asteikko asetetaan alkamaan niin, että dataa saadaan korostettua parhaalla mahdollisella tavalla. Y-akselin asteikon aloittaminen muualta kuin nolasta voi kuitenkin vaikuttaa merkittävästi siihen, miten lukija hahmottaa grafiikan (Erdogan, Vollert & Michel 2020).

Jos pylväskaavion y-akseli asetetaan alkamaan jostain muusta kuin nolasta, muuttuvat pylväiden koot vääristyneiksi. Verrataan ilmiötä kuvassa 1 esitettyyn kaavioon. Kuvan pylväät – tässä tapauksessa mieshahmot – ovat eri pituiset kuin niiden esittämä numeerinen data, sillä asteikko alkaa nolasta sijasta 170 senttimetrillä. Tuften (2001) periaatteen mukaisesti elementtien koon tulisi olla numeerisen datan kanssa samassa suhteessa. Näin ei tapahdu, jos pylväät eivät näy grafiikassa kokonaisina.

Kuvassa 6 on esitetty kaksi kaaviota. Kaaviot ovat muuten täysin samanlaiset, mutta kaaviossa A y-akselin asteikko alkaa nolasta, ja kaaviossa B asteikko alkaa 55:stä. Jos lukija ei kiinnitä huomiota kaavioiden asteikkoihin, kaaviot eivät vaikuta kuvaavan lainkaan samaa dataa. Kaavio B korostaa selkeästi enemmän myynnissä tapahtunutta vaihtelua, kun taas kaaviossa A vaihtelu vaikuttaa hillityltä ja tasaiselta. Asteikon mukauttaminen korostaa myynnin vaihtelua hyvin paljon.



Kuva 6. Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 kahdella eri asteikolla kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)

Monet ohjelmistot eivät lähtökohtaisesti anna käyttäjän asettaa asteikkoa alkamaan muu-

alta kuin nollasta, mutta osa ohjelmistoista muokkaa asteikkoa automaattisesti. Tämän vuoksi yksilö, joka ei tunne hyvän visualisoinnin periaatteita (Tuftte 2001; Kosslyn 2006), voi tehdä johdattelevan kaavion täysin vahingossa. Toisaalta Cairo (2016) toteaa muokattun asteikon sopivan tietynlaisiin kaavioihin. Pääsääntöisesti asteikon aloittamista muualta kuin nollasta ei kuitenkaan suositella (Erdogan, Vollert & Michel 2020). Lukijan olisi siis hyvä tarkastaa, millaista asteikkoa kaaviossa on käytetty. Jos asteikko ei ala nollasta, on syytä miettiä, mitä grafiikan tekijä on pyrkinyt valinnallaan tavoittelemaan.

2.5.2 Kaksi y-akselia

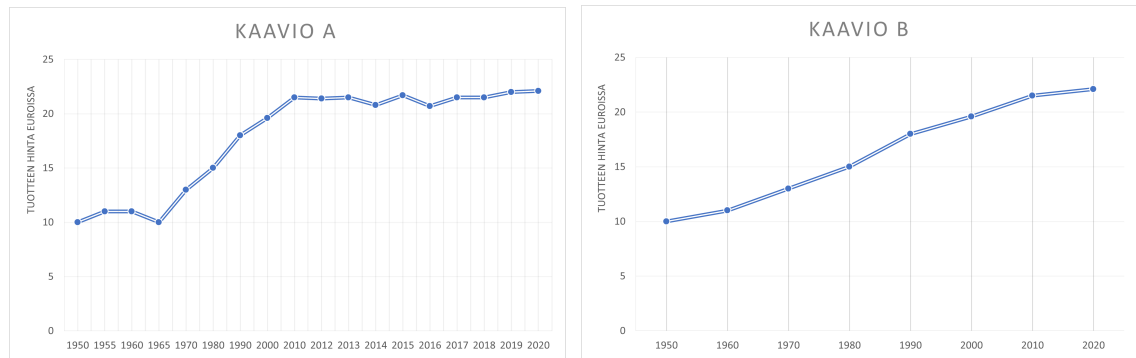
Kahta y-akselia voidaan hyödyntää tilanteissa, joissa halutaan vertailla kahta muuttujaa samassa kaaviossa. Yleensä tarve kahdelle y-akselille muodostuu, kun muuttujat saavat hyvin erikokoisia arvoja tai niiden arvot ovat eri mittayksikössä. Esimerkiksi kuvassa 2 käytetään toista y-akselia kuvaamaan antiikkiliikkeiden lukumäärää ja toista kuvaamaan myyntituloja miljoonissa markkoissa.

Kahden y-akselin käyttäminen on kuitenkin huono idea. Muuttujat sijoitetaan y-akselien avulla samaan kaavioon, jolloin yksilö odottaa muuttujien välillä olevan jokin riippuvuus. Jos muuttujien välillä ei ole suhdetta, on vertailu usein järkevämpää toteuttaa kahden eri kaavion avulla. Cairo (2016) toteaa kahden y-akselin tekevän kaavion tulkitsemisesta sekavaa. Lukija joutuu näkemään enemmän vaivaa ymmärtääkseen, mitä tekijä kaaviolla haluaa sanoa. Erityisen vaikeaa tulkitsemisesta tekee tilanne, jossa toisen tai molempien y-akselien asteikko alkaa jostakin muusta kuin nollasta (LIITE C).

2.5.3 Epäjohdonmukainen aikasarja

Aikasarjat kuvaavat muuttujan arvoja tietyn ajanjakson sisällä. Aikasarjoja käytetään monipuolisesti, sillä niiden avulla voidaan kuvata tehokkaasti esimerkiksi työttömyysprosentteja, hinnannousua, viruksien leviämistä ja suoratoistopalveluiden suosiota. Aikasarjat ovat kuitenkin herkkiä vääristymään tai antamaan erilaisia mielikuvia riippuen siitä, millä aikavälillä muuttujan arvoja esitetään (Tuftte 1997). Käytetyn asteikon on oltava johdonmukainen ja jatkuva, jotta se ei esitä dataa vääristyneesti. Tarkastellaan esimerkiksi kuvaa 7. Kuvaan on sisällytetty kaksi kaaviota, jotka esittävät samaa dataa tuotteen hinnan kehityksestä 70 vuoden ajalta. Kaavio A näyttää hinnassa olleen vaihtelua ja jyrkkä nousu, kun taas kaavio B näyttää hinnan nousseen tasaisesti. Miksi kaaviot esittävät datan hyvin eri sävyyn?

Cairo (2016) toteaa aikasarjojen johtavan lukijaa helposti harhaan. Epäsäännöllisyys ja suuret hyppyt jättävät lukijalta paljon dataa näkemättä. Kuvan 7 kaavio A esittää aikasarjan hyvin epäjohdonmukaisesti. Vuodesta 1950 vuoteen 1970 muuttujan arvot on ilmoitettu viiden vuoden välein. Sen sijaan vuodesta 1970 vuoteen 2010 arvot on annettu kymme-



Kuva 7. Tuotteen hinnannousu vuodesta 1950 vuoteen 2020

neen vuoden välein. Kaavion alkupuoli näyttääkin jyrkimmän nousun tuotteen hinnassa. Vuodesta 2012 eteenpäin tuotteen hinnassa näkyy paljon pientä vaihtelua, jollaista ei ole aiempien vuosien aikana tapahtunut. Tämä selittyy sillä, että vuodesta 2012 eteenpäin esitetty aikaväli on vain vuosi. Lyhyempien aikavälien kohdalla pieni vaihtelu erottuu selkeämmin. Kaaviossa A on siis käytetty kolmea erilaista aikaväliä, mutta arvot on asetettu siitä huolimatta yhtä kauas toisistaan. 5 Jos tarkastellaan kuvan 7 kaaviota B, voidaan huomata hinnan kehityksen näyttävän hyvin tasaiselta. Jokaisen arvon väli on kymmenen vuotta, eli aikasarja on tehty johdonmukaisesti. Aikaväli on kuitenkin niin iso, että esimerkiksi vuonna 1965 tapahtunutta pientä hinnan laskua ei näy kaaviossa B. Kuten Cairo (2016) totesi, on mahdollista, että suuret aikahyppyt jättävät olennaista tietoa lukijan näkyviltä pois.

Aikasarjaa tehdessä on hyvä miettiä, mitä lukijalle haluaa esittää. Toisaalta myös lukijan on syytä ajatella, mitä hän grafiikassa näkee ja mitä häneltä mahdollisesti jää näkemättä. Aikasarjan olennaisimpia piirteitä ovat johdonmukaisuus ja helppo luettavuus. Normaalista ajan esittämisestä poikkeaminen, kuten asteikon kääntäminen uusimmasta vanhimpaan tai ajankohtien esittäminen täysin satunnaisessa järjestyksessä, voi tehdä kaavion luettavuudesta hyvin huonon.

2.5.4 Muita huomioita

Erityisesti y-akseli vaikuttaa merkittävästi lukijan tapaan tulkita kaaviota. Fisher, Dewulf ja Hill (2005) tarkastelivat, vaikuttaako pylväskaavion y-akselin suunta lukijan tehokkuuteen tulkita kaaviota. He totesivat, että pylväskaavion tulkinta oli nopeampaa kuin palkki- eli vaakapylväskaavion tulkinta. Pylväskaaviot koetaan usein tutummaksi ja se korostaa paremmin luokkien saamia arvoja. Toisaalta Cairo (2016) toteaa, että lukijan kannalta on pitkien luokkanimien kohdalla parempi käyttää palkkikaaviota, jotta luokkien nimien lukeminen ei olisi niin vaivalloista. Koska grafiikan tavoitteena on olla mahdollisimman helpolukuinen ja antaa mahdollisimman paljon tietoa jo lyhyellä tarkastelulla, on kaaviomallin valinnalla merkitystä. Mitä selkeämpi kaavio on, sitä helpommin lukija ymmärtää sen

sisällön.

Toinen merkittävä huomio akseleihin liittyen on asteikkojen määrittelemisen. Jos asteikkoa ei nimetä, on lukijan vaikea ymmärtää muuttujan saamia arvoja. Jos lukija ei voi olla varma, mitataanko muuttujan lukuarvoja vai suhteellisia arvoja, on hänen vaikea sisäistää näkemäänsä (Tuftte 2001). Tuftte esittää, ettei asteikon näyttäminen ole aina tarpeellista, jos muuttujan saamat arvot on nimetty. Toisaalta McGurkan, Fedoroksaya, Sutton ja Herbert (2021) esittävät grafiikan musteen vähentämisen haittaavan lukijan tulkintaprosessia. Asteikon esittäminen selkeyttää grafiikkaa ja auttaa suhteuttamaan muuttujan arvoja toisiinsa ja kokonaisuuteen.

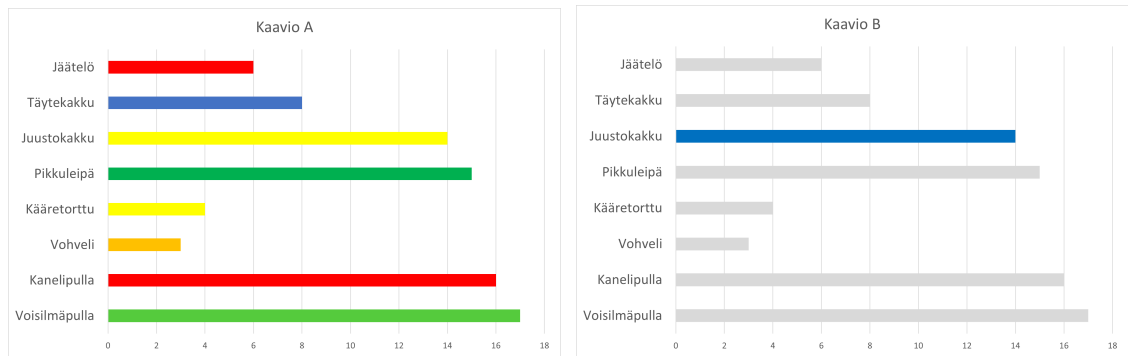
2.6 Harhaanjohtavat värit

Datavisualisointia voidaan elävöittää värien avulla. Värit eivät vain lisää lukijan mielenkiintoa, vaan niiden avulla voidaan tehostaa tiedon välittämistä. Oikein käytettynä värit auttavat lukijaa erottelamaan visualisoinnin elementtejä ja muuttujien luokkia toisistaan. Hahmolakien mukaan värejä hyödynnetään ryhmien luomisessa ja kokonaisuuksien hahmottamisessa. Värit voivat näin nopeuttaa grafiikan hahmottamista. Vaikka värien avulla voidaan helpottaa ja tehostaa lukijan tapaa tulkita grafiikkaa, voidaan värejä käyttää myös lukijan johdatteluun tai vaikeuttamaan tulkintaa. (Kosslyn 2006.)

Vaikka värien käyttäminen tehostaa grafiikan ymmärtämistä, tulisi väriä käyttää vain olennaisimmissa elementeissä (MacDonald 1999). Jos eri elementtien värien ja kuviointien erot eivät ole selvät, on lukijan vaikea ymmärtää grafiikkaa. Ei ole myöskään suositeltua käyttää syvän punaista ja sinistä väriä rinnakkain, sillä lukijan on työläämpää aistia rinnakkain värejä, joiden valon aallonpituus poikkeaa voimakkaasti toisistaan. Myös vihreän ja punaisen tai sinisen ja keltaisen yhdistelmiä on suositeltua välttää, sillä kyseiset yhdistelmät ovat vaikealukuisia värisokeille (Wexler 2021).

Kuvassa 8 on kaksi erilaista värivaihtoehtoa palkkikaaviolle. Kaaviota A on elävöitetty värittämällä jokainen pylväs eri värillä. Toteutus ei kuitenkaan näytä kovin elävältä, vaan kaavio on väriensä vuoksi työlästä luettavaa. Värejä on liikaa, eivätkä ne toimi runsaan värikylläisyytensä takia hyvin yhteen. Varsinaista merkitystä väreillä ei ole, sillä ne eivät anna lisätietoa tai helpota grafiikan lukemista. Värit tekevät kaavion lukemisesta epämiellyttävää, eivätkä ne rohkaise lukijaa tarkastelemaan kaavion asiasisältöä tarkemmin. Sen sijaan kaaviossa B on käytetty hillitysti värejä. Lukijan katse kulkeutuu automaattisesti väritettyyn vaihtoehtoon, jota grafiikan tekijä on halunnut korostaa (Wexler 2021). Jos grafiikalla on haluttu esittää juustokakun menestystä muihin herkkuihin nähden, helpottaa väritys lukijaa. Sen sijaan, jos kiinnostuksen kohteena ovat vohveli ja kääretorttu, häiritsee väritetty palkki lukijan keskittymistä.

Värien käytössä on erityisen tärkeä muistaa, että väreihin liittyy paljon mielikuvia. Riip-

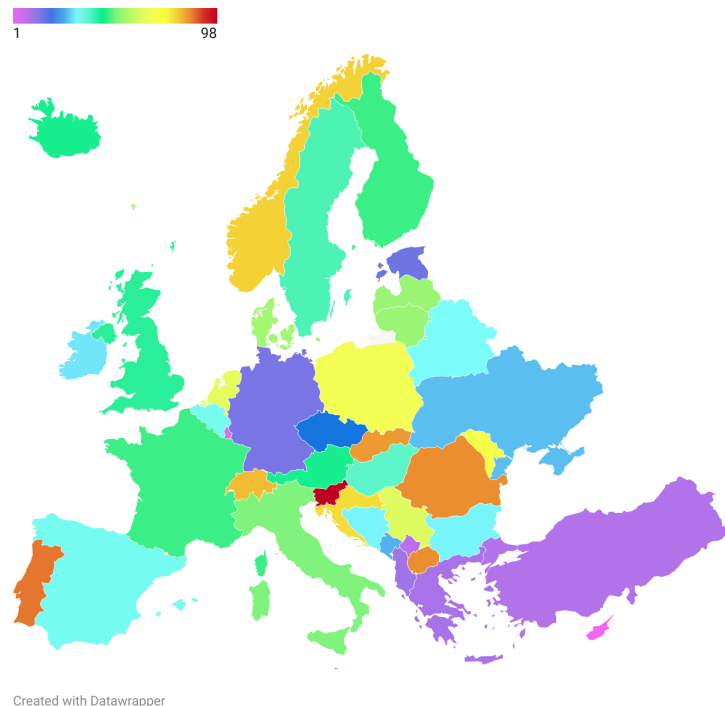


Kuva 8. Vieraiden maistamien herkkujen lukumäärät eri värien avulla kuvattuna

puen kulttuurista tai maasta, mielikuvat voivat olla hyvin erilaisia (Monmonier 1991). Tiettyt värit luokkien tai muuttujien yhteydessä voivat johdatella lukijaa harhaan. Esimerkiksi punainen sävy voi herättää negatiivisia mielleyhtymiä (Wexler 2021). Kosslyn (2006) esittää punaiseen liittyvän myös ajatusta pelosta ja halpuudesta, kun taas sininen huokuu luotettavuutta ja turvallisuutta. Jos siis käytetään esimerkiksi tummanpunaisia sävyjä kuvaamaan virustilanteen leviämistä, voi lukija kokea virustilanteen erityisen hälyttävänä. Sen sijaan sinisellä värillä kuvattu virustilanne ei välttämättä tunnu yhtä uhkaavalta. Myös värien kontrasteilla ja värikylläisyydellä on vaikutusta siihen, millaisena väri koetaan (MacDonald 1999).

Teemakartoilla kuvataan eri alueille sidonnaista dataa värien tai kuvioiden avulla (Cairo 2016). Esimerkiksi mitä tummempi väri jonkin maan kohdalla on, sitä suuremman arvon muuttuja maassa saa. Teemakarttojen kohdalla on siis erityisen tärkeä miettiä, millaisia värejä datan visualisoinnissa käytetään. Tummanpunaisen värin käyttäminen voi luoda liian negatiivisen kuvan tiettyjä alueita kohtaan, kun taas liian samanlaiset sävyt voi olla vaikea erottaa kartasta. Yleisimmin kritisoitu väriskaala on sateenkaaren värinen (Borland 2002; Cairo 2016). Sateenkaaren väreissä esitetty teemakartta (kuva 9) on hidasluokinen ja työläs, sillä joka alueen sama arvo pitää etsiä erikseen annetusta skaalasta. Eri alueiden vertaaminen toisiinsa on vaikeaa, eikä lukijan ole mahdollista saada selkeää kokonaiskuvaa muuttujan arvojen jakautumisesta kartalla. Huonot värivalinnat tekevät kartasta helposti lukukelvottoman. Cairo ehdottaa teemakartassa käytettävän liukuvaa väriskaalaa (LIITE D), jossa esimerkiksi pienet arvot ovat vaaleita sävyjä ja suuret arvot tummia. Tällöin teemakartta on kokonaisuudeltaan yhtenäinen ja lukijan on mahdollista hahmottaa sekä kartan kokonaiskuva että aluekohtaiset yksityiskohdat.

Värivalinnat eivät siis ole vain esteettinen osa visualisointia. Niitä käytetään korostamaan, tehostamaan ja tuomaan esiin yksityiskohtia, joita lukija ei välttämättä itse huomaisi. Toisaalta väreillä voi luoda vastakkainasettelua, kärjistää tai vääristellä ilmiötä. (Kosslyn 2006.)



Kuva 9. Teemakartta sateenkaaren väreissä

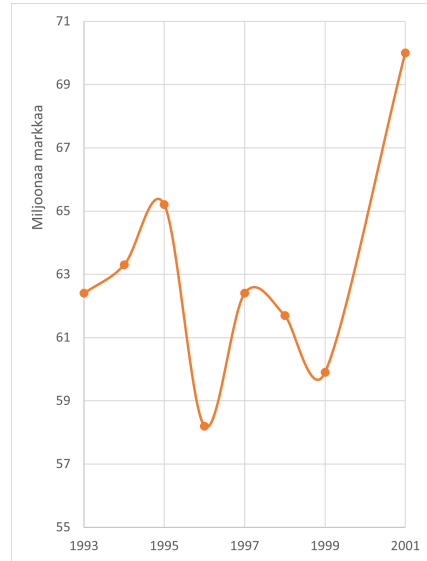
2.7 Muita visuaalisia keinoja johtaa harhaan

Visualisointi on monipuolinen työkalu, jota voidaan käyttää väärin pienten muutosten avulla tai välinpitämättömyydellä. Jos grafiikan tekijä ei ole tyytyväinen esimerkiksi aikasarjan nousuvaan käyrään, hän voi kääntää y-akselin asteikon ylösalaisin saadakseen käyrän näyttämään laskevalta. Koska asteikko tällöin on yhä näkyvillä, ei muutos ole varsinaisesti vale. Sen tarkoituksena on kuitenkin johdatella lukijaa harhaan, sillä monilla ei tule mieleenkään tarkastella asteikon suuntaa.

Harhaanjohdattelua voi myös toteuttaa myös kaavion mittasuhteilla. Kuvaan 10 on on sisällytetty kuvan 6 kaavio B, jonka leveyttä on pienennetty ja korkeutta lisätty. Näiden muutosten avulla numeeriset arvot pysyvät yhä samoina, mutta äänitemyyntitulojen vaihtelua on saatu korostettua. (Tuft 2001.)

Dataa voidaan liioitella myös kolmiulotteisuuden avulla (Kosslyn 2006). Ihmisen visuaalinen järjestelmä prosessoi tilavuuksia epätarkemmin kuin tasossa olevia kuvioita, joten muuttujien tarkastelu on vaikeampaa kolmiulotteisesta kaaviosta. Kolmiulotteisuus voi siten vääristää kaavion sisältöä merkittävästi (Cairo 2019). Toisaalta osa tutkimuksista on osoittanut, ettei kolmiulotteisuus pylväskaavion pylväissä muuta lukijan tapaa tulkita kaaviota. Sen sijaan kolmiulotteisuus kaavion muissa elementeissä voi hidastaa lukijan tulkitusta (Fisher 2000).

Vaikka y-akselin mukauttaminen, ympyrädiagrammin virheellinen käyttö ja liiallinen määrä roskagrafiikkaa ovat yleisimpiä ja tunnetuimpia keinoja johdatella lukijaa harhaan, on



Kuva 10. Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001: venytetty kuva (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatalennetuottajat ÄKT ry)

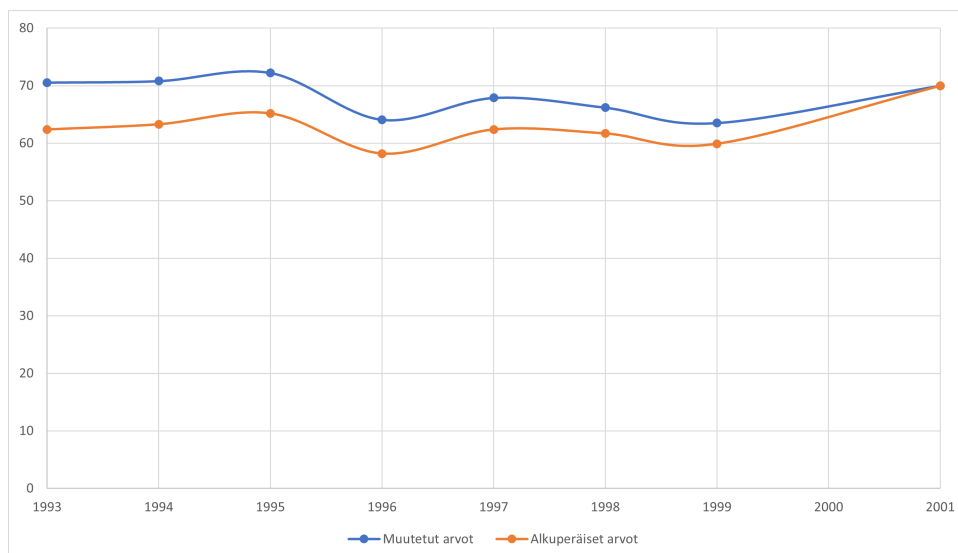
hyvä nostaa esiin vielä muutamia huomioita johdattelusta. Valheellinen data, grafiikan elementtien nimeäminen ja rahan arvon muutokset kuuluvat osin visualisoinnin ulkopuolelle, mutta niiden vaikutus grafiikan lopulliseen ilmeeseen voi olla lukijan kannalta merkittävä.

2.7.1 Inflaation vaikutus rahan arvoon

Kun tarkastellaan rahasummia pitkällä aikavälillä, on syytä huomioida rahan arvossa tapahtunut muutos. Tufte (2001) toteaa rahasummien vertailun olevan järkevää vain, kun rahasummissa on huomioitu inflaation vaikutus rahan arvoon, sillä rahan arvo voi muuttua hyvin nopealla aikavälillä merkittäviä määriä. Esimerkiksi euron arvo on Tilastokeskuksen rahanarvonmuuntimen mukaan muuttunut + 23,39 % vuodesta 2010 vuoteen 2022. Keskimääräinen vuotuinen inflaatio on kyseisellä aikavälillä ollut 1,77 %. Käytännössä siis vuoden 2010 sataa euroa vastaava rahamäärä oli 123,39 euroa vuonna 2022.

Kuvassa 6 tarkasteltiin äänitemyyntituloja vuodesta 1993 vuoteen 2001. Kuvan perusteella äänitemyyntitulot ovat lisääntyneet aikavälin sisällä. Jos kuitenkin tarkastellaan kuvaa 11, nähdään tilanne toisin. Kuva sisältää alkuperäisen käyrän äänitemyyntitulojen kehityksestä ja käyrän, joka huomioi inflaation äänitemyyntituloissa. Kaikki muutetut arvot on suhteutettu vuoden 2001 rahan arvoon, eli ne vastaavat vuoden 2001 rahan arvoa. Suhteutettujen arvojen kehityksestä voidaan huomata, että vuoden 1993 ja vuoden 2001 äänitemyyntitulot ovat lähes yhtä suuret. Kuvasta 6 voitiin ymmärtää äänitemyyntitulojen lisääntyneet hiljalleen, kun taas kuvasta 11 nähdään tulojen laskeneen hetkeksi mutta palautuneen sitten aiemmalle tasolle.

Jos inflaatiota ei huomioida, lukija voi saada virheellisen käsityksen pitkän aikavälin muutoksista. Tufte (2001) huomauttaa myös, että taloutta tarkastellessa inflaation lisäksi on



Kuva 11. Äänitemyyntitulot vuosina 1993-2001 rahan arvon muutos huomioituna (tiedot: Suomen Ääni- ja kuvatalennetuottajat ÄKT ry)

syytä huomioida muutokset väkimäärässä. Esimerkiksi myyntitulot eivät välttämättä ole kymmenien vuosien aikana kasvaneet paremman taloudellisen tilanteen vuoksi, vaan osittaja on väkimäärän kasvun takia enemmän.

2.7.2 Mielivaltainen data ja harhaanjohtava nimeäminen

Kaikki tilastot eivät ole oikeita. Vaikka luvut vaikuttaisivat aidoilta ja grafiikka näyttäisi asialliselta, ei niiden taustalla välttämättä ole toteutettua tutkimusta tai päteviä lähteitä (Best 2012). Osa luvuista voi olla keksittyjä tai todellisuutta lähenteleviä arvioita (Cairo 2019). Osa taas voi olla todellisia lukuja, mutta ne perustuvat tutkimukseen, jonka otanta on liian pieni heijastamaan todellisuutta (Morse 2010). Huff (1974) nostaa esiin myös epäolennaisen datan. Numeerinen data voi olla todellista, mutta siitä ei ole mitään hyötyä, jos sen perusteella ei saada mitään uutta tai mielenkiintoista tietoa. Kun luvut visualisoidaan hyvin, ei lukija välttämättä kyseenalaista lukemaansa.

Datavisualisoinnilla on lähes aina jokin päämäärä: ajatus siitä, mitä grafiikalla halutaan esittää. Jos dataa visualisoidaan kuitenkin liian subjektiivisesti, saatetaan datasta poimia mielivaltaisesti vain omaa päämäärää tukevia osia. Tämä näkyy esimerkiksi poikkeavien havaintojen käsittelyssä. Poikkeavat havainnot ovat arvoja, jotka eroavat merkittävästi muista muuttujan saamista arvoista. Koska ne voivat vaikuttaa tilastoihin liian voimakkaasti, esimerkiksi laskea merkittävästi keskiarvoa, on niitä tapana poistaa hallitusti eri menetelmien avulla (Coontz 2013; Kwak & Kim 2017). Jos datasta kuitenkin poistetaan satunnaisesti kaikkia niitä arvoja, jotka vähänkin poikkeavat omista tavoitteista, vääristetään dataa merkittävästi. Sama ongelma syntyy, jos kategorisen muuttujan luokkia jätetään visualisoinnin ulkopuolelle ilman pätevää syytä (Cairo 2019). Tuften (2001)

periaatteiden mukaisesti data tulee esittää totuudenmukaisesti sellaisena kuin se on, eikä irrottaa sitä asiayhteydestään. Joidenkin grafiikoiden kohdalla on sallittua esittää vain osa luokista, mutta joidenkin grafiikoiden kohdalla luokkien mukana voi jäädä pois paljon olennaista tietoa.

Myös muuttujien, kaavioiden ja asteikkojen nimeämisellä voidaan vaikuttaa siihen, miten lukija näkee grafiikan. Tufte (2001) painottaa nimeämisen tärkeyttä. Tavoitteena on olla selkeä ja todella kuvata nimien avulla datan sisältöä. Vaikka grafiikan muut elementit olisivat kohdallaan, voi johdattelevat tai puuttuvat nimet ja selitteet johdatella lukijaa harhaan.

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

Data-visualisointia voidaan käyttää ilmiöiden liioittelemiseen tai vähättelemiseen. Muuttujan saamia arvoja ja luokkia on mahdollista korostaa halutulla tavalla tai peitellä ros-kagrafiikan avulla. Visualisointia voidaan käyttää monin tavoin lukijan johdatteluun. Onko tällaisilla menetelmillä kuitenkin vaikutusta lukijan tapaan tulkita tilastoja? Aiheen tutkimiseksi toteutettiin kyselytutkimus, jonka päämääränä oli selvittää, onko johdattelevilla kaavioilla vaikutusta lukijan tapaan ymmärtää lukemaansa. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita myös sukupuolen, koulutustason ja iän vaikutuksesta vastaajien tapaan tulkita kaavioita.

3.1 Tutkimuksen otanta

Tutkimuksen otanta muodostui vapaaehtoisista vastaajista. Tutkimukseen osallistuminen tapahtui osallistumislinkin kautta, ja sitä mainostettiin useammalla sosiaalisen median alustalla. Tavoitteena oli saada mahdollisimman monipuolinen otanta eri ikäisistä ja eri koulutustaustan omaavista henkilöistä. Lopulliseen otokseen valikoitui 123 yksilöä, joista 99 oli naisia, 19 miehiä ja 5 muunsukupuolisia. Vastaajista noin 58 % oli alle 26-vuotiaita, 21 % 26–35-vuotiaita ja loput yli 35-vuotiaita. Noin puolet vastaajista ilmoitti korkeimmaksi suoritetuksi tutkinnokseen toisen asteen tutkinnon. Vastaajissa oli myös 25 % alemman ja 15 % ylemmän korkeakoulututkinnon suorittanutta sekä pieni osuus perus- tai opistoasteen tutkinnon suorittaneita yksilöitä.

Koska tavoitteena oli muodostaa otos, joka kuvaisi monipuolisesti eri ikäisiä ja koulutustaustaisia yksilöitä, jäi lopullinen otos vajaaksi. Valikoitumisharhaa, eli jonkin populaation osan jäämistä otoksen ulkopuolelle, tapahtuu usein juurikin vapaaehtoisia vastaajia käytettäessä (Lohr 2010). Lopullinen otos ei siis välttämättä edusta kaikkia populaation ryhmiä kattavasti. Tässä tapauksessa erityisesti nuoret naiset ovat yliedustettuina, kun taas esimerkiksi yli 65-vuotiaita vastaajia on vain yksi.

3.2 Tutkimuskysely

Tutkimusta varten luotiin yhdeksän kaaviota (LIITE A), jotka mukailivat uutisista ja sosiaalisesta mediasta löydettyjä kaavioita. Kaavioihin käytettiin vuoden 2017 hyvinvointi-

tutkimuksen (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) dataa sekä tilastokeskuksen kulttuuridataa (Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry; Yritys ja toimipaikkarekisteri). Suurin osa kaavioista sisälsi aiemmassa luvussa esitettyjä harhaanjohtavia menetelmiä, ja loput kaavioista toimi vertailukohteina. Jotta kysely pysyi kohtuullisen pituisena, ei kaikkia aiemmin mainituista menetelmistä voitu hyödyntää. Käytettyjä menetelmiä olivat esimerkiksi y-akselin asteikon mukauttaminen, virheellisten ympyrädiagrammien käyttäminen ja roskagrafiikka.

Tutkimuskysymykset (LIITE A) käsittelivät kaavioiden sisältöä ja arviota kaavioista. Kysymykset olivat monivalintakysymyksiä ja Likert-asteikollisia kysymyksiä. Monivalintakysymyksiin oli mahdollista valita useampi vaihtoehto, joten niiden vastaukset muutettiin binäärisiksi muuttujiksi analysoinnin helpottamiseksi. Likert-asteikollisten kysymysten vastaukset asetettiin kategorisiksi muuttujiksi, joiden luokat olivat yhdestä viiteen. Myös esitiedot käsiteltiin kategorisina muuttujina kyselylomakkeessa määriteltujen luokkien mukaisesti.

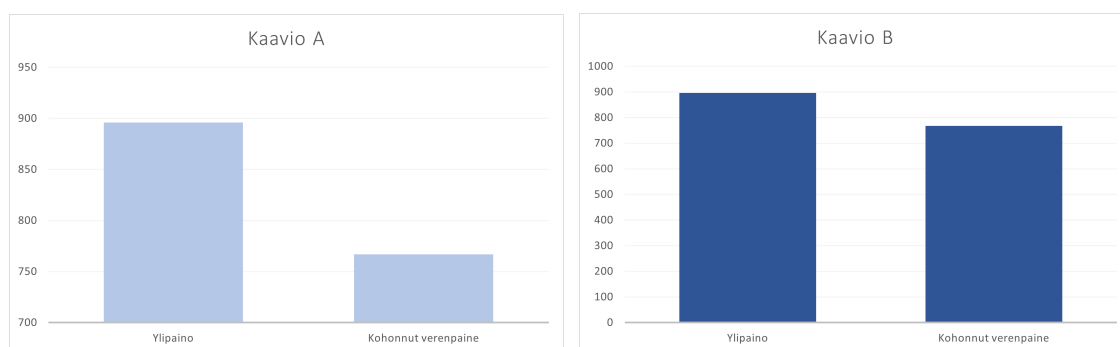
Kysely sisälsi yhden kaavion, johon ei ollut käytetty johdattelevia menetelmiä, sekä yhden tarkoituksellisesti selkeämmin johdattelevan ja hieman sekavan kaavion. Jälkimmäinen kaavio oli pylväskaavio, jonka pylväät eivät selkeästi kuvanneet numeerista dataa ja jonka luokkanimet oli sijoitettu pystyasentoon pylväiden päälle. Kumpikin kaavioista toimi vertailukohteina muille kaavioille. Sekavan kaavion tarkoituksena oli tarkastella erityisesti sitä, miten selkeitä ongelmakohtia kaaviossa täytyy olla, jotta lukija huomaa virheet.

Yksi kyselyn kaavioista esitettiin aiemmassa luvussa kuvassa 1. Kaavio kuvasi miesten keskipituuksien muutosta neljänkymmenen vuoden aikana. Kaavion yhteydessä vastaajia pyydettiin arvioimaan, onko keskipituus pysynyt lähes samana, kasvanut hieman vai kasvanut hyvin paljon. Kysymykseen ei ole oikeaa eikä väärää vastausta, vaan vastaajilta toivottiin subjektiivista arviota pituudenmuutoksesta. Kaaviosta esitettiin myös muita kysymyksiä ja sen onnistuneisuutta pyydettiin arvioimaan. Samoin kuvaa 3 vastaavaa ympyrädiagrammia pyydettiin arvioimaan ja tulkitsemaan kyselyssä. Aiemmassa luvussa esitettiin oletus, jonka mukaan lukija voi tulkita, että puolet vastaajista on sairastanut joko ylipainoa tai kohonnutta verenpainetta. Tämä esitettiin myös yhtenä monivalintakysymyksen vaihtoehtona. Kyselyssä oli myös kuvaa 2 vastaava kaavio, joka kuvasi antiikkiliikkeiden määrän ja äänitemyyntitulojen kehitystä. Kaavio sisälsi kuitenkin vain yhden y-akselin, jonka mittayksikköä ei ollut määritetty. Kaavion yhteydessä kerrottiin muuttujien välillä esiintyvän korrelaatiota, ja äänitemyyntin kehityksen kuvailtiin mukailevan antiikkiliikkeiden määrän kehitystä.

Tutkimuskysely sisälsi myös kaksi kaavioparia, joissa parin toinen kaavio oli johdatteleva ja toinen ei. Ensimmäinen niistä muodostui äänitemyyntituloja kuvaavista kaavioista (kuva 6), joista toisessa kaaviossa y-akselin asteikko alkoi nolasta ja toisessa 55:stä. Kaaviot olivat erillään toisistaan kyselyssä, ja niiden välille oli sijoitettu kaksi muuta kaaviota.

Kaavioihin liittyvät kysymykset ja vaihtoehdot olivat kuitenkin täysin samat, jotta asteikon mukauttamisen aiheuttamaa muutosta voitiin tarkastella tilastollisin menetelmin.

Toinen kaaviopari (kuva 12) esitettiin kyselyssä peräkkäin. Ensin vastaajia pyydettiin tulkitsemaan kaaviota A, jonka y-akselin asteikko oli välillä 700–950. Heti kaavioon A liittyvien kysymysten jälkeen esitettiin kaavio B, jonka asteikko oli välillä 0-1000. Kaavion B yhteydessä vastaajille kerrottiin, että kaaviot on muodostettu samasta datasta, mutta eri tavalla. Kaavion B kysymykset olivat jälleen samat kuin kaavion A kohdalla. Kuvaparin jälkeen vastaajia pyydettiin arvioimaan, kumpi kaavioista oli parempi ja kumpi oli luotettavampi. Vastaajilta kysyttiin myös, kuvasivatko kaaviot samaa dataa.



Kuva 12. Ylipainon ja kohonneen verenpaineen esiintymismäärä hyvinvointitutkimuksessa kahden eri asteikon avulla kuvattuna (tiedot: Laihiala, Saari & Uusitalo 2022)

Kyselyn lopuksi vastaajia pyydettiin arvioimaan, kuinka paljon he luottavat tilastoihin, joita näkevät sosiaalisessa mediassa tai uutisissa ja lehdissä. Vastaajilta kysyttiin myös, kokevatko he osaavansa tulkita tilastoja ja haluaisivatko he osata tulkita niitä paremmin.

3.3 Tutkimusmenetelmät

Datan käsittely ja analysointi toteutettiin SPSS-ohjelmistolla. Otoksen ja otosryhmien, kuten eri koulutustasojen, pienen koon vuoksi monien testien käyttäminen ei ollut mahdollista. Monia monivalintakysymyksiä tarkasteltiin pääosin vastaustulosten ja ristiintaulukoinnin avulla. Jos ryhmien, kuten koulutustasojen, koot olivat tarpeeksi suuria, tarkasteltiin ryhmien vaikutusta vastaustuloksiin χ^2 -testin avulla. Kaaviopareja testattiin McNemar-testillä, jotta saatiin selville, oliko johdattelevilla menetelmillä vaikutusta vastaajien tulkitsemisiin. Likert-asteikollisia vastauksia tarkasteltiin Kruskal-Wallis testin avulla selittävien muuttujien vaikutuksen selvittämiseksi.

3.3.1 Kruskal-Wallis testin

Kruskal-Wallis testin avulla voidaan testata, jakautuuko järjestysasteikollinen tai jatkuva muuttuja eri osapopulaatioissa samalla tavoin. Muuttujan ei tarvitse olla normaalijakautunut, mutta havaintojen oletetaan olevan riippumattomia toisistaan. Samoin osapopulaatio-

tioiden jakaumat oletetaan samanmuotoisiksi. Aineistoa analysoidessa oltiin kiinnostuneita siitä, jakautuvatko Likert-asteikolliset muuttujat samoin eri sukupuolen, koulutustason tai ikäluokan kohdalla. Toisin sanoen selitettävä muuttuja Y kuvaa yksilön vastausta ja selitettävä muuttuja X_i kuvaa edellä mainittuja vastaajaryhmiä. (Hollander, Wolfe & Chicken 2013.)

Testin nollahypoteesina on se, että Y jakautuu samalla tavoin X_i :n muodostamissa osapopulaatioissa. Vaihtoehtoisen hypoteesin mukaan vähintään yksi osapopulaatio jakautuu muista poikkeavalla tavalla. Testisuureen H laskemiseksi havaintoarvot järjestetään pienimmästä suurimpaan ja niille lasketaan järjestysluvut. Järjestyslukujen avulla voidaan laskea testisuure seuraavasti:

$$H = \left(\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right) - 3(N+1),$$

missä k kuvaa osaryhmien määrää, N otoksen kokoa, n_j kuvaa j :n ryhmän kokoa ja R_j j :n ryhmän järjestyslukujen summaa. Kun nollahypoteesi on tosi ja otoskoko on tarpeeksi suuri, testisuure H on suunnilleen χ^2 -jakautunut vapausastein $k-1$. Testisuureesta voidaan tällöin laskea p -arvo, jonka perusteella nollahypoteesi voidaan hyväksyä tai hylätä. (Hollander, Wolfe & Chicken 2013.)

3.3.2 McNemar-testi

McNemar-testi on ei-parametrinen testi, joka sopii tilanteisiin, joissa tarkastellaan saman otoksen vastauksia kahteen toisiaan vastaavaan tehtävään (Pembury Smith & Ruxton 2020). Tässä tilanteessa sitä hyödynnettiin kaaviopareihin, joissa parin kaavioista esitettiin samat kysymykset, mutta vain toinen kaavio oli tehty johdattelevaksi. Tarkoituksena oli verrata, oliko vastausten jakaumat samat parin kummankin kaavion tilanteessa.

Selitettävän muuttujan tulee olla dikotominen, eli se voi saada vain kaksi arvoa. Muuttujista voidaan muodostaa 2×2 -taulukko esimerkkitaulukon 1 mukaisesti (Pembury Smith & Ruxton 2020).

Taulukko 1. Ristiintaulukointi kaavion A ja kaavion B saamista kyllä/ei-vastauksista

		Kaavio A		
		Ei	Kyllä	Yhteensä
Kaavio B	Ei	a	b	a + b
	Kyllä	c	d	c + d
	Yhteensä	a + c	b + d	a + b + c + d

McNemar-testi noudattaa likimain χ^2 -jakaumaa yhdellä vapausasteella, ja sen testisuure

voidaan määritellä kaavalla $\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c}$. McNemar-testiin on myös kehitetty useampia variaatiota eri tilanteita varten. (Fagerland, Lydersen & Laake 2013.)

3.3.3 χ^2 -testi

Pearsonin χ^2 -testin nollahypoteesina on se, että ryhmien väliset jakaumat ovat samat. Vastaavasti vaihtoehdoisen hypoteesin mukaan ryhmien jakaumat poikkeavat toisistaan. Tässä tapauksessa oltiin kiinnostuneita siitä, oliko ryhmien, kuten sukupuolien, välillä eroa vastaustuloksissa. Nollahypoteesiksi asetettiin, että ryhmien vastauksien välillä ei ole eroa, eli muuttujat eivät riipu toisistaan. χ^2 -testin voi tehdä luokitelluille muuttujille, joten se soveltuu myös monivalintakysymyksiä vastauksien tarkasteluun. Testiä ei voida kuitenkaan käyttää tilanteissa, joissa jonkin ryhmän koko on liian pieni. (Franke, Ho & Christie 2011.)

Testi toteutetaan ristiintaulukoinnin avulla, sillä sen laskemiseen käytetään ehdollisia frekvenssejä. Odotetun frekvenssin avulla testissä otetaan huomioon ryhmien eri koot. Odotettu frekvenssi voidaan määritellä seuraavasti:

$$\text{Odotettu frekvenssi} = \frac{(\text{rivin kokonaissumma}) \times (\text{sarakkeen kokonaissumma})}{\text{havaintojen määrä}}.$$

Testi perustuu havaittujen ja odotettujen frekvenssien eroihin. Testisuure voidaan laskea kaavalla

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i},$$

missä O_i kuvaa havaittua frekvenssiä ja E_i odotettua frekvenssiä. Testisuureen arvo on tällöin sitä suurempi mitä enemmän havaitut frekvenssit eroavat odotetuista frekvensseistä. Testisuure noudattaa χ^2 -jakaumaa vapausastein $(r - 1)(c - 1)$, missä r kuvaa ristiintaulukoinnin rivien määrää ja c sarakkeiden määrää. (Franke, Ho & Christie 2011.)

4. ANALYYSI

Tutkimuksen päätarkoituksena oli tarkastella vaikuttaako visuaalinen johdattelu vastaajien tapaan tulkita kaavioita. Tutkimuksessa oltiin myös kiinnostuneita siitä, vaikuttavatko sukupuoli, koulutustaso ja ikä siihen, millaisia tulkintoja vastaajat tekivät tilastoista. Toissijaisena mielenkiinnonkohteena oli selvittää, millä tavoin yksilöt arvioivat kaavioiden toimivuutta ja yleistä luottamustaan tilastoja kohtaan.

4.1 Vastausten tarkastelu

Tutkimuskysely (LIITE A) sisälsi yhteensä kolme kaaviota, joihin ei ollut käytetty johdattelevia menetelmiä. Näiden kaavioiden kohdalla vastaukset olivat jakautuneet melko yksimielisesti, ja virheellisiä vastauksia esiintyi kohtalaisen vähän. Sen sijaan kuusi muuta, johdattelua sisältänyttä kaaviota jakoivat mielipiteitä, ja kysymyksiin tuli myös paljon virheellisiä vastauksia. Selkeimmin johdattelun vaikutuksen erotti kahdesta aiemmassa luvussa esitellystä kaavioparista.

Taulukossa 2 on esitetty kaavioiden saamien väärin vastauksien suhteelliset osuudet. Suhteellisten osuuksien laskemiseen on huomioitu kaikki ne kaavion vastausvaihtoehdot, jotka voi luokitella oikeiksi tai vääriksi. Tällöin esimerkiksi mielipidettä siitä, onko kaavio onnistunut, ei ole huomioitu. Taulukkoon on esitetty myös kaaviossa käytettävät johdattelumenetelmät, jotka voivat selittää vastaustuloksia.

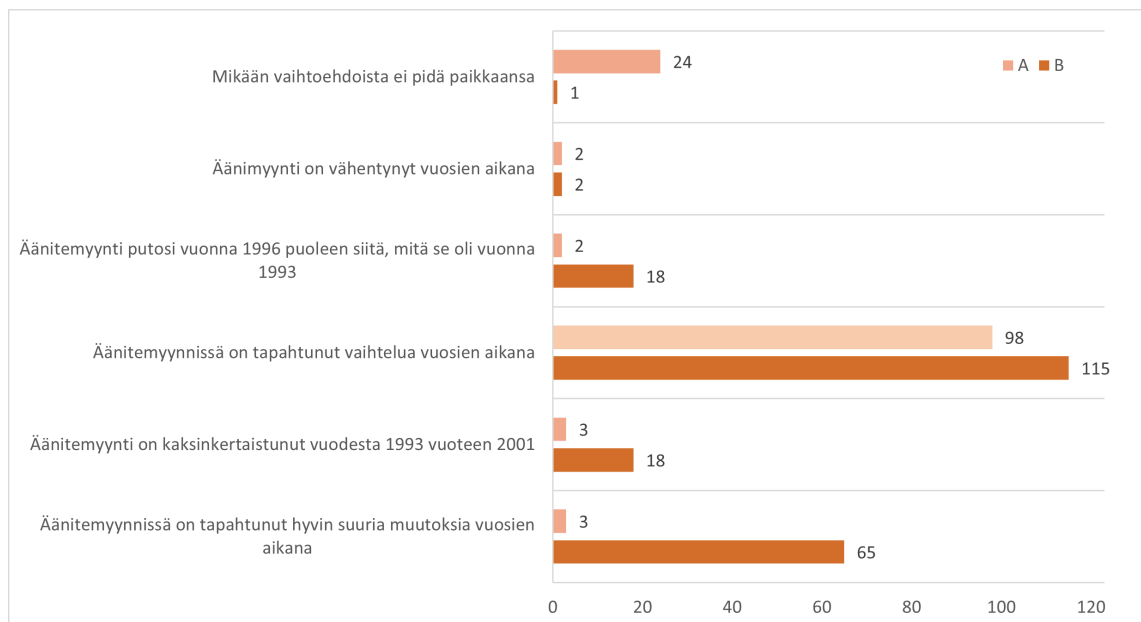
Selvästi vähiten väärin vastauksia on saanut kaavio 1 (taulukko 2), joka pyrittiin tekemään selkeäksi ja helposti luettavaksi. Myös vertailukaavioiden 5 ja 7 kohdalla väärin vastauksia on tullut melko vähän. Eniten väärin vastauksia on tullut kaavioon 6, jonka kohdalla väärin vastauksia oli suhteessa enemmän kuin oikeita vastauksia.

Taulukon 2 äänitemyyntituloja kuvanneet kaaviot 2 ja 5 on esitetty myös kuvassa 6, missä kaavio A vastaa taulukon kaaviota 5 ja kaavio B vastaa taulukon kaaviota 2. Kaavion A annetuista vastauksista 14,4 % on ollut virheellisiä, kun taas kaavion B kohdalla väärin vastauksia on 19,1 % kaikista vastauksista. Virheellisiä vastauksia on tullut siis enemmän kaavioon B, jossa y-akselia on muokattu johdattelevaksi. Kaavioiden monivalintakysymysten jakaumaa voidaan tarkastella tarkemmin kuvasta 13. Vastaajia pyydettiin valitsemaan kaikki heidän mielestään oikeat vaihtoehdot. Suurin osa vastaajista on ollut sitä mieltä,

Taulukko 2. Kyselyn kaaviot, niiden kaaviotyypit, väärin vastauksien suhteelliset osuudet ja käytetyt johdattelumenetelmät

	Kaaviotyyppi:	Väärin vastauksien suhteellinen osuus:	Johdattelumenetelmät:
Kaavio 1: Kotitalouksien koko	Ympyrädiagrammi	1,5 %	Vertailukaavio. Pienimmän sektorin suhteellinen osuus ei näy
Kaavio 2: Äänitemyynnit 1993–2001	Viivakaavio	19,1 %	Y-akseli alkaa 55:stä, jätetty väliin vuosi 2000
Kaavio 3: Sairauksien osuudet	Ympyrädiagrammi	36,2 %	Pienimpien sektoreiden nimet ja osuudet ei näy, osuuksien summa on yli 100 %, väärä kaaviotyyppi
Kaavio 4: Antiikkiliikkeiden ja äänitemyynnitilujen kehitys	Viivakaavio	27,7 %	Korrelaatio ei ole merkitsevä, muuttujat samalla asteikolla, vaikka mittayksikkö on eri
Kaavio 5: Äänitemyynnit 1993–2001	Viivakaavio	14,4 %	Vertailukaavio. Jätetty väliin vuosi 2000
Kaavio 6: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	Pylväskaavio	58,5 %	Y-akseli alkaa 700:sta, pylväät eivät ole samat suhteessa numeeriseen dataan
Kaavio 7: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	Pylväskaavio	18,8 %	Vertailukaavio
Kaavio 8: Vastaajien yksinäisydentunne	Pylväskaavio	26,7 %	Sekavat värit, sekavat luokkien nimeämiset, vääränkokoiset pylväät, ei asteikkoja näkyvillä
Kaavio 9: Miesten keskipituus	Pylväskaavio	22,3 %	Y-akseli alkaa 170:stä, pylväät väärät suhteessa numeeriseen dataan, roska grafiikka (mieshahmot)

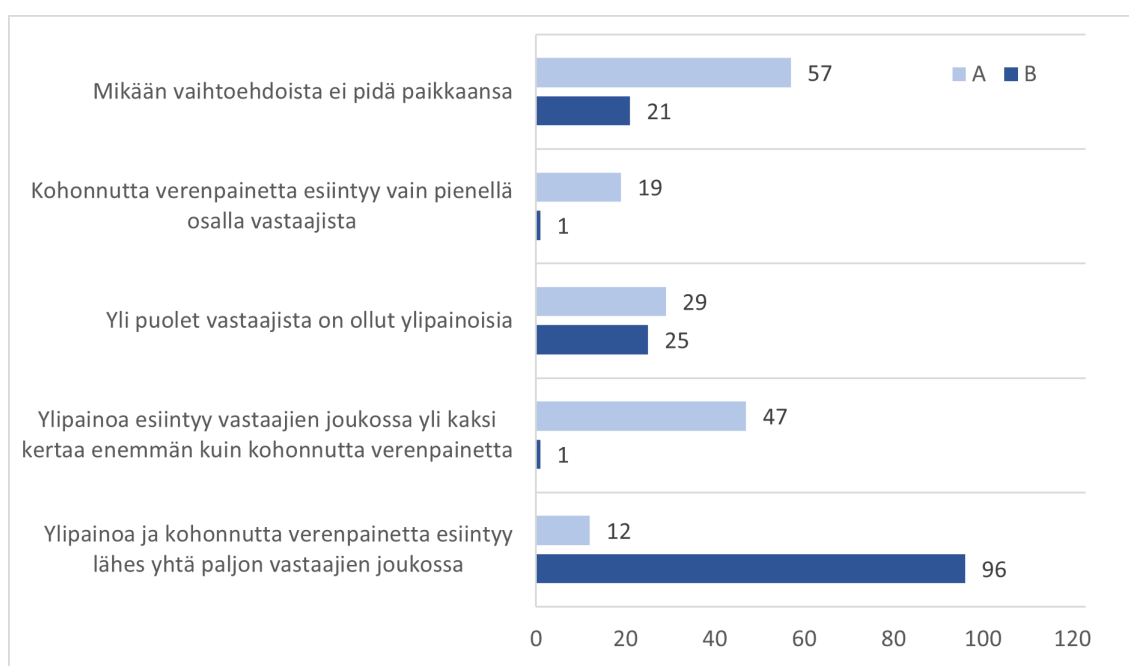
että kummankin kaavion perusteella äänitemyynnissä on tapahtunut vaihtelua vuosien aikana. Kaavion B perusteella 58 % vastaajista on luonnehtinut vaihtelua hyvin suureksi. Kaavion A muutoksia tarkastellessa vain 2 % vastaajista on pitänyt muutoksia hyvin suurena. Muiden vastausten kohdalla ero ei ole yhtä suuri, mutta vastausten jakaumat selvästi poikkeavat toisistaan.



Kuva 13. Kuvan 6 kaavioiden perusteella kerätyt vastaukset

Toisen kaavioparin (kuva 12) vastauksien välinen ero on selvästi suurempi. Kuvan kaavio A vastaa taulukon 2 kaaviota 6 ja kaavio B vastaa kaaviota 7. Kaavio A on siis saanut suhteessa enemmän väärä vastauksia kuin oikeita. Kaavio B sen sijaan on saanut vain

18,8 % väärä vastauksia suhteessa kaikkiin kaavioon annettuihin vastauksiin. Johdatteleva kaavio on siis saanut selvästi enemmän väärä vastauksia. Vastausten jakaumien (kuva 14) tarkasteleminen osoittaa myös selkeää eroa vastauksissa. Kaavion A perusteella noin 10 % ja kaavion B perusteella noin 78 % vastaajista on arvioinut ylipainon ja kohonneen verenpaineen esiintyvyyden lähes yhtä suureksi. Kaavion A pohjalta 38 % vastaajista on tulkinnut ylipainoa esiintyneen yli kaksi kertaa enemmän kuin kohonnutta verenpainetta. Vastaavasti kaavion B pohjalta alle prosentti vastaajista tulkitse ylipainon esiintyvyyden kaksinkertaiseksi. Vastaajista 67 % piti kaaviota B parempana ja 73 % luotti siihen enemmän kuin kaavioon A. 69 % vastaajista oli sitä mieltä, että kaaviot kuvaavat samaa dataa.



Kuva 14. Kuvan 12 kaavioiden perusteella kerätyt vastaukset

Yli kolmasosa taulukon 2 kaavion 3 vastauksista on ollut virheellisiä. Vastaajista yli 80 % on ollut sitä mieltä, että kaavion perusteella hyvinvointitutkimuksen (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) osallistujista puolet olivat joko ylipainoisia tai kärsivät kohonneesta verenpaineesta. Lähes yhtä suuri osa vastaajista arvioi ympyrädiagrammin sopivan hyvin kuvaamaan sairauksien osuuksia.

Korrelaatiota käsittelevän kaavion 4 (taulukko 2) kohdalla noin 35 % vastaajista koki antiikkiliikkeiden määrän ja äänitemyyntitulojen välillä olevan vahvaa yhteyttä kaavion ja korrelaatiokertoimen perusteella. Vastaajista noin 13 % tulkitse muuttujien vaikuttavan toisiinsa. Yli 60 % vastaajista arvioi olevansa jokseenkin samaa mieltä siinä, että muuttujien välinen yhteys oli helppo nähdä muuttujien ollessa samassa kaaviossa. Kaikista kaavioon liittyvistä vastauksista noin 28 % oli virheellisiä.

Taulukon 2 kaavio 8 oli tarkoituksella luotu selkeästi johdattelevaksi ja sekavammaksi.

Suurin osa vastaajista arvioi kaavion vaikealukaiseksi ja epämieluisaksi. Yli neljäsosa an-
netuista vastauksista oli virheellisiä. Kaavio 9 sen sijaan sai hieman vähemmän vääriä
vastauksia. Noin 27 % vastaajista oli arvioinut vuosien 1950–1960 välillä keskipituuden
kasvaneen viisi senttimetriä. Todellisuudessa kyseisen aikavälin muutos oli vain noin kak-
si senttimetriä. Vastaajista 11 % koki keskipituuden pysyneen lähes samana, 78 % arvio
keskipituuden kasvaneen hieman ja 21 % koki keskipituuden kasvaneen hyvin paljon.
Arvioinnin haastavuudesta kertoi se, että osa vastaajista oli valinnut kaksi tai kolme mai-
nituista vaihtoehtoista. Yli 70 % vastaajista piti kaaviota huonosti toteutettuna.

4.2 Hypoteesin testaus McNemar-testillä

Tutkimuskysely (LIITE A) sisälsi kaksi kuvaparia, joiden avulla voitiin vertailla suoraan
johdattelevien menetelmien vaikutusta tilastojen tulkintaan. Ensimmäinen kuvapari (kuva
6) sisälsi kaksi äänitemyyntituloihin liittyvää kaaviota, joista toinen oli johdatteleva ja toi-
nen ei. Nollahypoteesiksi oli asetettu se, että vastaukset (kuva 13) olivat jakautuneet sa-
malla tavoin. Vaihtoehtoinen hypoteesi oli, että vastaukset ovat jakautuneet eri tavalla.
Hypoteesintestaus suoritettiin epäparametrisella McNemar-testillä. Koska jokainen vas-
tausvaihtoehto oli asetettu omaksi binääriseksi muuttujakseen ja McNemar-testi voidaan
muodostaa vain kahden muuttujan perusteella, tarkasteltiin jokaista vastausvaihtoehto-
paria erikseen.

Taulukkoon 3 on kuvattu vastausvaihtoehtopareille lasketut McNemar-testisuureet ja p-
arvot. Vaihtoehdolle ”Äänitemyynti on vähentynyt vuosien aikana” laskettu testisuure sai
arvon nolla, p-arvolla yksi. Aiemman tarkastelun perusteella vaihtoehdon oli valinnut vain
kaksi vastaajaa kummankin kaavion pohjalta. Hyväksytään nollahypoteesi testisuureen ja
p-arvon perusteella. Sen sijaan muiden vastausvaihtoehtojen testisuureet olivat selkeästi
suurempia ja niiden p-arvo oli merkitsevällä tai erittäin merkitsevällä tasolla. Hylätään
siis nollahypoteesi kaikkien näiden vastausten kohdalla, sillä niiden jakaumat poikkevat
merkitsevästi toisistaan.

Vastaavasti kuvan 12 kaavioiden vastauksia (kuva 14) vertailtiin keskenään. Nollahypo-
teesina oli, että kaaviot ovat jakautuneet samalla tavoin. Tällöin vaihtoehtoisen hypo-
teesin mukaan jakaumat eroavat toisistaan. Jokaiselle vastausvaihtoehtoparille laskettiin
McNemar-testisuureet ja p-arvot (taulukko 4). Vaihtoehto ”Yli puolet vastaajista on ollut
ylipainoisia” sai testisuureeksi 0,900 ja p-arvoksi 0,344. Hyväksytään nollahypoteesi p-
arvon nojalla. Muiden vastauksien p-arvot olivat alle 0,001, joten hylätään nollahypoteesi
niiden kohdalla. Kyseiset vastaukset eroavat siis toisistaan tilastollisesti erittäin merkitse-
vällä tasolla.

McNemar-testitulosten perusteella voidaan nähdä visuaalisella johdattelulla olevan tilas-
tollisesti merkitsevää vaikutusta lukijan tapaan tulkita tilastoja. Kaavioparien kohdalla vai-
kutusta ei kuitenkaan ulotu kaikkien vastausvaihtoehtojen kohdalle.

Taulukko 3. Äänitemyyntitulokaavioiden vastauksien McNemar-testisuureet ja p-arvot

	Testisuure	p-arvo
Äänitemyynnissä on tapahtunut hyvin suuria muutoksia vuosien aikana	60,016	< 0,001
Äänitemyynti on kaksinkertaistunut vuodesta 1993 vuoteen 2001	11,529	< 0,001
Äänitemyynnissä on tapahtunut vaihtelua vuosien aikana	9,481	0.002
Äänitemyynti putosi vuonna 1996 puoleen siitä, mitä se oli vuonna 1993	12,500	< 0,001
Äänitemyynti on vähentynyt vuosien aikana	0.000	1.000
Mikään vaihtoehtoista pidä paikkaansa	19,360	< 0.001

Taulukko 4. Ylipaino ja kohonnut verenpaine -kaavioiden vastauksien McNemar-testisuureet ja p-arvot

	Testisuure	p-arvo
Ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta esiintyy lähes yhtä paljon vastaajien joukossa	82,012	0,000
Ylipainoa esiintyy vastaajien joukossa yli kaksi kertaa enemmän kuin kohonnutta verenpainetta	44,022	< 0,001
Yli puolet vastaajista on ollut ylipainoisia	0,900	0,344
Kohonnutta verenpainetta esiintyy vain pienellä osalla vastaajista	14,450	< 0,001
Mikään vaihtoehtoista ei pidä paikkaansa	29,167	< 0,001

4.3 Sukupuolen vaikutus vastauksiin

Sukupuolen vaikutuksia tarkastellessa jätettiin muunsukupuoliset tarkastelun ulkopuolelle, sillä niiden osuus oli analysoinnin kannalta liian pieni. Sukupuoli korreloi joidenkin vastausten kanssa, mutta korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitsevällä tasolla. Ristiintaulukoinnin perusteella suurin osa vastauksista oli jakautunut hyvin samalla tavalla sukupuolesta riippumatta, mutta joidenkin yksittäisten vastausvaihtoehtojen kohdalla oli havaittavissa eroja. Ristiintaulukoinnin yhteydessä toteutettiin χ^2 -testi, jonka nollahypoteesinä oli vastausten samanlainen jakautuminen sukupuolesta riippumatta. Sama nollahypoteesi oli voimassa myös Kruskal-Wallis testin kohdalla, kun testattiin Likert-asteikollisia

muuttujia. Kaikki vastausvaihtoehdot ristiintaulukoitiin ja testattiin itsenäisinä muuttujina. Koska vastausvaihtoehdoja oli niin paljon, esitetään niistä vain ne, joiden jakaumissa esiintyy huomion arvoisia eroja.

Kuvan 6 kaavioon B liittyen vastaajia pyydettiin arvioimaan äänitemyynnissä tapahtunutta vaihtelua. Noin 32 % miehistä tulkitse äänitemyynnissä tapahtuneen hyvin suuria muutoksia vuosien aikana, kun taas naisista jopa 57 % piti muutoksia hyvin suurina. Ristiintaulukoinnin yhteydessä laskettu χ^2 -testisuure oli 3,991 ja p-arvo 0,046. Nollahypoteesi voitiin hylätä merkitsevyydellä $\alpha = 0.05$, sillä jakaumat poikkeavat toisistaan tilastollisesti melkein merkitsevästi. Naiset ja miehet siis arvioivat muutoksien suuruutta eri tavoin.

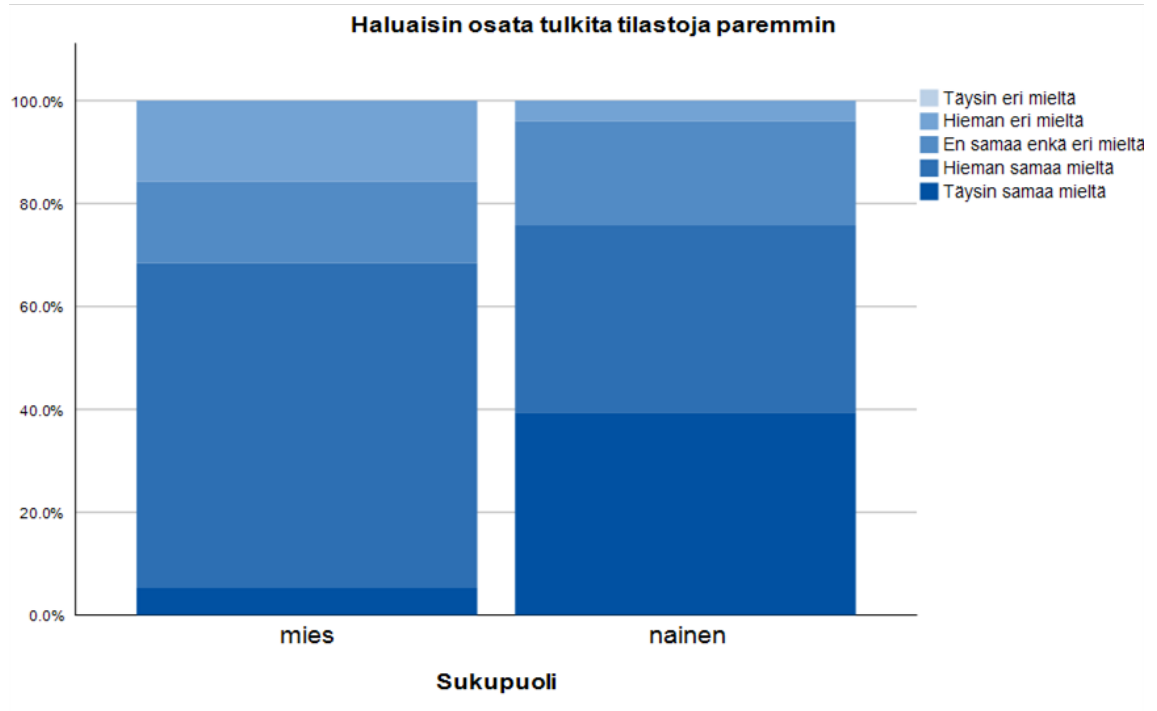
Sairauksien osuuksia esittävässä ympyrädiagrammissa esitettiin kohonneesta verenpaineesta kärsineen 29,96 % hyvinvointitutkimuksen (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) osallistujista. Tutkimuskyselyyn vastanneista miehistä 47 % oli sitä mieltä, että diagrammin perusteella lähes neljäsosa osallistujista oli kokenut verenpaineensa olevan koholla. Vastaa luku naisten keskuudessa oli jopa 79 %. χ^2 -testisuure oli 8,124 ja sen p-arvo oli 0,004. Nollahypoteesi voitiin hylätä merkitsevyydellä $\alpha = 0.01$. Myös antiikkiliikkeiden ja äänitemyyntitulojen korrelaatiota kuvaavassa kaaviossa oli havaittavissa eroa yhden vastauksen jakaumissa. Miehistä noin 32 % oli sitä mieltä, että antiikkiliikkeiden määrän kehitys ja äänitemyyntitulojen kehitys noudattivat lähes samaa käyrää. Naisista lähes 65 % ajatteli kaavion perusteella samoin. Laskettu χ^2 -testisuure sai arvokseen 7,223 ja sen p-arvo oli 0,007, joten nollahypoteesi tilastollisesti merkitsevällä tasolla.

Monivalintakysymyksien vastauksien kohdalla vaikutti ristiintaulukoinnin perusteella olevan enemmänkin eroa sukupuolesta riippuen, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitsevällä tasolla. Likert-asteikollisissa muuttujissa sen sijaan havaittiin kaksi muuta tilastollisesti merkittävää eroavuutta.

Virheellisesti toteutetun ympyrädiagrammin kohdalla vastaajia pyydettiin tarkastelemaan ylipainoa kuvaavaa sektoria. Sektorin yhteydessä ylipainon suhteelliseksi osuudeksi oli ilmoitettu 35 %, mutta sektorin todellinen koko ei vastannut numeerista arvoa. Vastaajia pyydettiin arvioimaan Likert-asteikolla, kuinka samaa mieltä he ovat seuraavan väitteen kanssa: ”Kaaviosta käy selväksi, että vajaa neljäsosa vastaajista on ylipainoisia.” Miehistä noin 6 % oli hieman tai täysin samaa mieltä ja 84 % hieman tai täysin eri mieltä. Naisista noin 55 % oli hieman tai täysin samaa mieltä ja 42 % hieman tai täysin eri mieltä. Kruskal-Wallis testisuureksi laskettiin 11,367 ja p-arvo oli pienempi kuin 0,001. Nollahypoteesi jakaumien samankaltaisuudesta voitiin siis hylätä, sillä jakaumat poikkesivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi.

Kyselyn lopuksi vastaajia pyydettiin arvioimaan Likert-asteikolla, haluaisivatko he osata tulkita tilastoja paremmin. Vastausten jakauma on esitetty kuvassa 15. Kukaan vastaajista ei ollut täysin eri mieltä väitteen kanssa. Myönteisiä vastauksia on lähes yhtä paljon kummankin sukupuolen kohdalla, mutta kokonaisuudeltaan vastaukset vaikuttavat jakau-

tuneen hieman eri tavoin. Kruskal-Wallis testisuure H saa arvon 5,776 ja p -arvon 0,16. Jakaumat poikkeavat siis toisistaan tilastollisesti melkein merkitsevästi.



Kuva 15. Miesten ja naisten vastausten osuudet väitteeseen "Haluaisin osata tulkita tilastoja paremmin"

Ristiintaulukoinnin perusteella naiset luottavat hieman miehiä enemmän sosiaalisessa mediassa ja uutisissa esitettyihin tilastoihin. Jakaumien välillä ei kuitenkaan todettu tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukkoon 5 on esitetty monivalintakysymysten väärin vastausten osuudet naisten ja miesten keskuudessa. Taulukon perusteella naiset ovat tehneet lähes kaikissa kysymyksissä vähemmän virheellisiä päätelmiä kuin miehet. Erot eivät vaikuta suurilta, mutta niitä päätettiin tutkia χ^2 -testin avulla. Nollahypoteesina oli, että naiset ja miehet tekivät saman verran virheitä monivalintakysymyksissä, toisin sanoen oikeiden ja väärin vastausten jakauma oli sama kummassakin ryhmässä. Vaihtoehdoisen hypoteesin mukaan tehtyjen virheiden määrässä oli eroja sukupuolten välillä. Taulukkoon on kirjattu kaaviokohtaiset testisuurearvot ja niihin liittyvät p -arvot. Testien perusteella hyväksytään nollahypoteesi kaikkien kaavioiden kohdalla. Naisten ja miesten vastaukset eivät siis eroa toisistaan merkitsevästi.

4.4 Koulutuksen vaikutus vastauksiin

Koulutustasojen vaikutusten tarkastelu osoittautui haastavaksi pienten ryhmäkokojen vuoksi. Monivalintakysymysten vastauksia päätettiin tarkastella ristiintaulukoinnin avulla, ja Likert-asteikollisia Kruskal-Wallis testillä. Testin nollahypoteesi oli, että vastaukset

Taulukko 5. Väärien vastausten osuudet naisten ja miesten keskuudessa, sekä niiden välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot

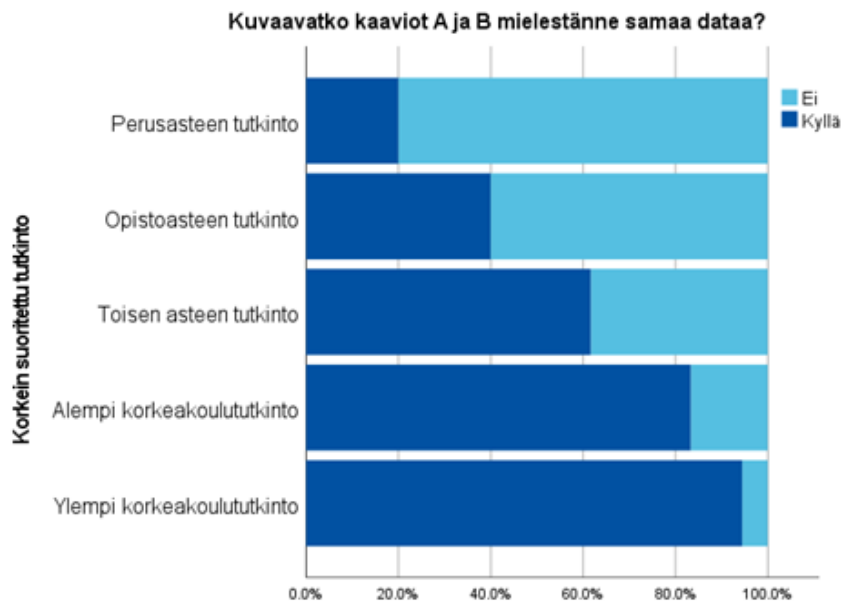
	Väärien vastausten osuus naisilla:	Väärien vastausten osuus miehillä:	Testisuure	p-arvo
Kaavio 1: Kotitalouksien koko	1,1 %	3,8 %	2,1582	0,1418
Kaavio 2: Äänitemyynnit 1993–2001	17,7 %	20,7 %	0,1528	0,6959
Kaavio 3: Sairauksien osuudet	31,9 %	36,4 %	0,5353	0,4644
Kaavio 4: Antiikkiliikkeiden ja äänitemyynnitilujen kehitys	31,1%	34,3 %	0,1435	0,7049
Kaavio 5: Äänitemyynnit 1993–2001	25,2 %	20,0 %	0,2501	0,6170
Kaavio 6: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	57,4 %	59,3 %	0,0328	0,8562
Kaavio 7: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	16,8 %	28,0 %	1,6751	0,1956
Kaavio 8: Vastajien yksinäisydentunne	24,6 %	33,3 %	0,7123	0,3987
Kaavio 9: Miesten keskipituus	22,7 %	18,5 %	0,2302	0,6314

ovat jakautuneet samalla tavoin eri koulutustasolla. Vaihtoehtoisena hypoteesina on, että jakaumat eroavat toisistaan. Koska vastausvaihtoehtoja on paljon, luvussa esitetään vain ne tapaukset, joissa jakaumien kohdalla on havaittavissa jotain poikkeamaa.

Kuvan 6 kaavio B kuvasi äänitemyynnitilujen kehitystä. Vastaajia pyydettiin arvioimaan, onko äänitemyynnissä tapahtunut hyvin suuria muutoksia vuosien aikana. Vastaajista noin puolet oli väitteen kanssa samaa mieltä. Ristiintaulukoinnin perusteella vaikutti siltä, että korkeammin koulutetut olivat kuitenkin hieman vähemmän samaa mieltä väitteen kanssa kuin matalasti koulutetut. Perusasteen tutkinnon suorittaneista kaikki kokivat äänitemyynnissä tapahtuneen hyvin suuria muutoksia, opistoasteen tutkinnon suorittaneista 80 % ja toisen asteen tutkinnon suorittaneista 62%. Sen sijaan alemman korkeakoulututkinnon suorittaneista vain 30 % ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista 39 % pitivät tapahtuneita muutoksia hyvin suurena.

Kuvan 12 kaavio A esittää kohonneen verenpaineen osuutta vähättelevään sävyyn. Ristiintaulukoinnin perusteella matalammin koulutetut olivat useammin sitä mieltä, että kohonnutta verenpainetta esiintyy vain pienellä osalla vastaajista. Perusasteen tutkinnon suorittaneista 40 %, opistoasteen tutkinnon suorittaneista 20 % ja toiseen asteen tutkinnon suorittaneista 18 % koki kohonneen verenpaineen esiintyvyyden pieneksi. Sen sijaan korkeakoulutetuista vain noin kuusi prosenttia oli samaa mieltä. Saman kaavion vastausvaihtoehto ”Mikään vaihtoehto ei pidä paikkaansa” (vrt. kuva 14) sai myös erilaisia vastauksia koulutustason perusteella. Perusasteen tutkinnon suorittaneista kukaan ei valinnut kyseistä vaihtoehtoa. Opistoasteen tutkinnon suorittaneista 20 % valitsi vaihtoehdon, toisen asteen tutkinnon suorittaneista 40 % ja korkeakoulutetuista 60 %. Kun kaavioiden A ja B (kuva 12) esittämisen jälkeen kysyttiin, kuvaavatko ne samaa dataa, jakautuivat mielipiteet hyvin selvästi koulutustason mukaan. Kuva 16 osoittaa, kuinka korkeammin koulutetuista suurempi osa piti käytettyä dataa samana, kun taas alemmin

koulutetuista merkittävä osa ajatteli kaavioiden sisältävän eri dataa.

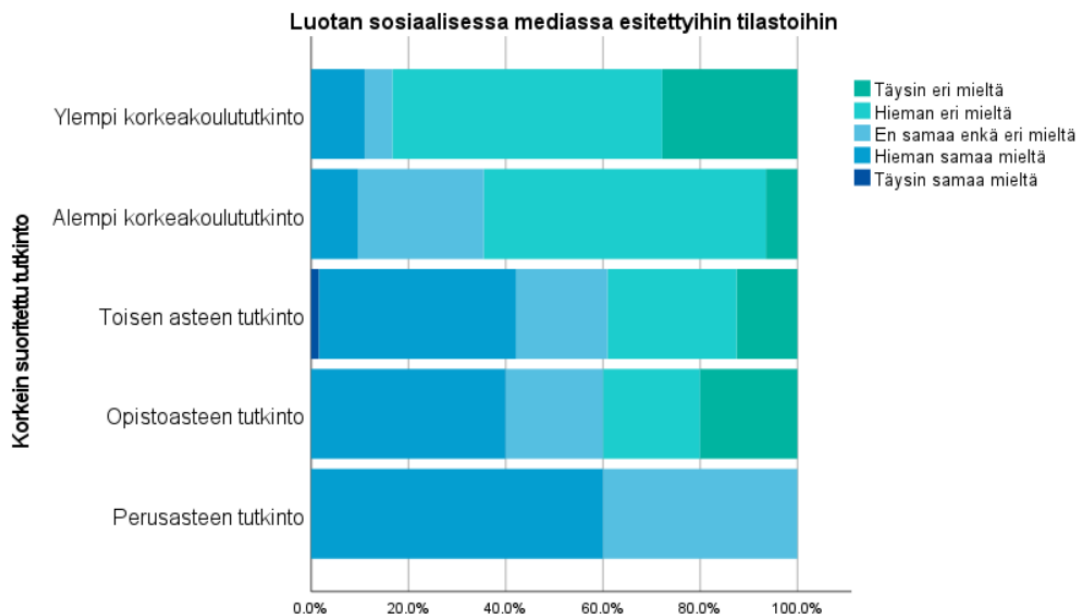


Kuva 16. Eri koulutustasojen vastaukset kysymykseen "kuvaavatko kaaviot samaa dataa"

Yksi kyselyn (LIITE A) pylväskaavioista oli tarkoituksella luotu vaikealukaiseksi, ja vastaajia pyydettiin arvioimaan sen toimivuutta. Perusasteen tutkinnon käyneistä 80 % oli hieman tai täysin samaa mieltä väitteen "Kaavio auttaa tulkitsemaan vastauksia" kanssa. Vastaavasti opistoasteen tutkinnon suorittaneista 60 %, toisen asteen tutkinnon suorittaneista 43 %, alemman korkeakoulun suorittaneista 17 % ja ylemmän korkeakoulututkinnon käyneistä 22 % oli hieman tai täysin samaa mieltä väitteen kanssa. Nollahypoteesi oli, että vastaukset jakautuvat samalla tavoin koulutustasosta riippumatta. Kruskal-Wallis testisuure H sai arvon 20,521. Nollahypoteesi hylättiin, sillä p-arvo oli pienempi kuin 0,001. Vastaukset eroavat siis toisistaan koulutustasosta riippuen tilastollisesti erittäin merkitsevällä tasolla.

Koulutustaso näyttäisi myös vaikuttavan vastaajan tasoon luottaa sosiaalisessa mediassa esitettyihin tilastoihin (kuva 17). Mitä korkeammin koulutettuja tarkasteltiin, sitä pienempi osuus sanoi luottavansa sosiaalisen median tilastoihin. Nollahypoteesiksi asetettiin, että vastaukset jakautuvat samalla tavoin eri koulutustasoilla. Kruskal-Wallis testisuure H sai arvon 17,247 ja p-arvon 0,02. P-arvon perusteella nollahypoteesi voidaan hylätä, sillä jakaumat poikkeavat toisistaan tilastollisesti melkein merkitsevästi.

Koska korkeakoulutettujen vastaajien tulkinnat vaikuttivat eroavan selkeästi muista vastaajista, päätettiin vastaajat jakaa kahteen eri luokkaan. Ensimmäinen luokka sisälsi perusasteen, opistoasteen ja toisen asteen tutkinnon suorittaneet ja toinen luokka alemman ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneet vastaajat. Kummallekin luokalle laskettiin monivalintakysymysten väriin vastauksien osuus luokan kaikista annetuista vastauksis-



Kuva 17. Koulutustason vaikutus luottamukseen sosiaalisen median tilastoja kohtaan

ta. Osuudet on esitetty taulukossa 6. Lähes kaikkien kysymysten kohdalla korkeakoulututkinnon suorittaneet ovat antaneet vähemmän vääriä vastauksia. Suurin ero vaikuttaisi olevan kaavio 6 kohdalla, missä ensimmäisen koulutusluokan virheellisten vastausten osuus on lähes 70 %.

Taulukko 6. Väärien vastausten osuus kummankin koulutusluokan kohdalla sekä vastausten välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot

	Väärien vastausten osuus perusasteen, opistoasteen tai toisen asteen tutkinnon suorittaneilla:	Väärien vastausten osuus korkeakoulututkinnon suorittaneilla:	Testisuure	p-arvo
Kaavio 1: Kotitalouksien koko	2,0 %	0,1 %	0,8363	0,3477
Kaavio 2: Äänitemyynnit 1993–2001	17,6 %	18,2 %	0,0113	0,9153
Kaavio 3: Sairauksien osuudet	31,9 %	32,5 %	0,0107	0,9176
Kaavio 4: Antiikkiliikkeiden ja äänitemyynnitulojen kehitys	33,3 %	26,7 %	1,1957	0,2742
Kaavio 5: Äänitemyynnit 1993–2001	26,6 %	18,9 %	1,0505	0,3054
Kaavio 6: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	<u>69,2 %</u>	<u>36,8 %</u>	15,9362	> 0,001
Kaavio 7: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	<u>24,2 %</u>	<u>9,4 %</u>	4,7779	0,0288
Kaavio 8: Vastaajien yksinäisydentunne	31,2 %	18,9 %	2,6153	0,1058
Kaavio 9: Miesten keskipituus	<u>28,3 %</u>	<u>11,3 %</u>	6,7026	0,0096

Koska oikeat ja väärät vastaukset vaikuttivat jakautuneen eri tavoin luokkien kohdalla, tarkasteltiin vastausten jakaumien eroja χ^2 -testin avulla. Nollahypoteesina oli, että luokkien vastaukset jakautuvat samalla tavoin keskenään. Vaihtoehdoisen hypoteesin mukaan jakaumat eroavat toisistaan. Lasketut testisuureet ja p-arvot on esitetty taulukossa 6, johon on merkitty kaikki tilastollisesti merkitsevällä tasolla olevat p-arvot. Kaavio 6 kohdal-

la voidaan todeta vastausten jakautuneen tilastollisesti erittäin merkitsevästi eri tavalla. Kaavion 7 kohdalla jakaumat eroavat toisistaan tilastollisesti melkein merkitsevällä tasolla. Samoin viimeisen kaavion kohdalla jakaumat eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Toisin sanoen hylätään nollahypoteesi kaikkien näiden kolmen kaavion kohdalla, sillä väärää vastauksia vaikuttaisi olevan suhteellisesti enemmän ensimmäisessä koulutusluokassa. Muiden kaavioiden tilanteessa voidaan hyväksyä nollahypoteesi, sillä kaaviot eivät poikkea toisistaan merkitsevästi.

4.5 Iän vaikutus vastaustuloksiin

Iän ja vastausten välillä ei ollut havaittavissa korrelaatiota. Koska vastaajia oli osassa ikäryhmistä hyvin vähän, toteutettiin ristiintaulukointi sekä alkuperäisellä ikäluokittelulla, että yhdistämällä luokkia niin, että niistä muodostui kolme isompaa luokkaa. Monivalintakysymyksiä vastaukset vaikuttivat kuitenkin jakautuvan samalla tavoin iästä riippumatta. Osa Likert-asteikkolisista muuttujista sisälsi hieman eroja ikäryhmien välillä, mutta erot eivät olleet merkittäviä. Tilastollista merkitsevyyttä havaittiin kuitenkin yhden vastauksen kohdalla.

Väitteen ”Luotan sosiaalisessa mediassa esitettyihin tilastoihin” kohdalla vaikutti olevan hajontaa. Alle 26-vuotiaista 39 % oli hieman tai samaa mieltä väitteen kanssa. 26–35-vuotiaista 12 %, 36–45-vuotiaista 25 %, 46–55-vuotiaista 10 % ja yli 56-vuotiaista 13 % oli hieman samaa mieltä väitteen kanssa. Kruskal-Wallis testin nollahypoteesiksi määriteltiin, että muuttuja jakautuu samoin kaikissa ikäryhmissä. Lasketun testisuureen H arvo oli 16,981 ja p-arvo 0.005. Nollahypoteesi voitiin hylätä, sillä ryhmien väliset erot jakoumassa ovat tilastollisesti merkitseviä.

Myös iän kohdalla päätettiin tarkastella monivalintakysymysten väärin ja oikeiden vastausten osuutta. Ristiintaulukoinnin perusteella ikä-muuttuja päätettiin jakaa kahteen luokkaan. Ensimmäinen luokka koostui 18–35-vuotiaista ja toinen 36–65-vuotiaista. Ristiintaulukoinnin perusteella näiden luokkien välillä vaikutti olevan suurimmat eroavaisuudet. Taulukkoon 7 laskettiin kummankin ikäluokan väärin vastausten suhteellinen osuus kaikista luokan vastauksista. 36–65-vuotiaiden keskuudessa väärää vastauksia vaikuttaisi esiintyvän hieman vähemmän.

Oikeiden ja väärin vastausten jakaumia vertailtiin luokittain χ^2 -testin avulla. Nollahypoteesina oli, että ikäluokkien vastausten jakaumat eivät eroa toisistaan. Vaihtoehdoisen hypoteesin perusteella vastausten jakaumat eroavat toisistaan. Jakaumien perusteella laskettiin testisuureet ja p-arvot, jotka ovat esillä taulukossa 7. Kaavion 1 kohdalla toisessa ikäluokassa ei ollut yhtäkään virheellistä vastausta. Koska χ^2 -testissä frekvenssien täytyy olla nollaa suurempia, ei laskettu testisuure ole luotettava. Kaavion 6 kohdalla väärin vastausten suhteelliset osuudet eroavat toisistaan melko paljon, mutta p-arvon perusteella vastausten jakaumat eivät eroa toisistaan merkitsevällä tasolla. Testisuure sai

Taulukko 7. Väärien vastauksien suhde kaikkiin annettuihin vastauksiin kahdessa eri ikäluokassa, sekä luokkien välille lasketut χ^2 -testisuureet ja p-arvot

	Väärien vastauksien osuus 18–35-vuotiailla:	Väärien vastausten osuus 36–65-vuotiailla:	Testisuure	p-arvo
Kaavio 1: Kotitalouksien koko	1,9 %	0 %	1,2878*	0,2564
Kaavio 2: Äänitemyynnit 1993–2001	17,1 %	18,6 %	0,0571	0,8111
Kaavio 3: Sairauksien osuudet	31,7 %	34,5 %	0,1619	0,6874
Kaavio 4: Antiikkiliikkeiden ja äänitemyyntitulojen kehitys	32,2 %	26,2 %	0,5858	0,4441
Kaavio 5: Äänitemyynnit 1993–2001	25,0 %	19,2 %	0,3812	0,5369
Kaavio 6: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	60,9 %	41,4 %	3,7113	0,0540
Kaavio 7: Ylipainon ja kohonneen verenpaineen määrä	21,2 %	7,4 %	2,7026	0,1002
Kaavio 8: Vastaajien yksinäisyydentunne	28,2 %	22,2 %	0,3976	0,5283
Kaavio 9: Miesten keskipituus	23,2 %	19,3 %	0,2199	0,6391

**testisuureen arvo ei ole luotettava, sillä väärien vastauksien frekvenssi toisessa luokassa oli 0.*

pieniä arvoja jokaisen kaavion kohdalla, joten p-arvot jäivät suuriksi. Kaikkien testien nol-lahypoteesi siis hyväksytään, sillä jakaumat eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkielmassa tarkasteltiin erilaisia tapoja johdatella lukijaa visuaalisesti harhaan. Menetelmiä olikin paljon ja monet niistä oli hyvin huomaamattomia niin lukijalle kuin grafiikan tekijällekkin. Johdattelevia menetelmiä olivat esimerkiksi kaavion akselien muokkaaminen, ympyrädiagrammin käyttäminen, värien hyödyntäminen ja virheellisen kausaliteetin esittäminen. Johdattelun perustana oli vääristellä grafiikan ilmiön kokoa tai siirtää lukijan huomio haluttuihin elementteihin ja arvoihin.

Esitettyjen menetelmien avulla luotiin tutkimuskysely. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita siitä, onko visuaalisella johdattelulla todella vaikutusta lukijan tapaan tulkita tilastoja. Tutkimukseen luotiin kaksi kaavioparia, joissa parin toiseen kaavioon oli käytetty johdattelevia menetelmiä ja toiseen ei. Kumpaakin paria vertailtiin McNemar-testin avulla. Tarkoituksena oli selvittää, eroaako johdattelevan kaavion vastausten jakauma vertailukaavion vastausten jakaumasta. Nollahypoteesina oli, että jakaumat eivät eroa toisistaan. Vaihtoehdoisen hypoteesin perusteella jakaumat eroavat merkitsevästi.

Ensimmäisellä kaavioparilla (kuva 6) oli kuusi vastausvaihtoehtoa, joista vastaaja sai valita kaikki mielestään oikeat vaihtoehdot. Vastausvaihtoehtoja tarkasteltiin testissä itsenäisinä muuttujina, eli jokaista vastausparia testattiin erikseen. Yhden vaihtoehdon kohdalla nollahypoteesi hyväksyttiin. Muiden vaihtoehtojen kohdalla nollahypoteesi sen sijaan hylättiin merkitsevyydellä $\alpha = 0,01$ tai $\alpha = 0,001$. Lähes kaikkien vastausvaihtoehtojen kohdalla jakauma siis poikkesi tilastollisesti merkitsevällä tai erittäin merkitsevällä tasolla. Ensimmäisen kaavioparin kohdalla vastaukset siis erosivat merkitsevästi toisistaan.

Toisella kaavioparilla (kuva 12) oli viisi vastausvaihtoehtoa, jotka käsiteltiin itsenäisinä muuttujina. Yhden vastausvaihtoehdon kohdalla nollahypoteesi hyväksyttiin, sillä sen kohdalla vastausten jakaumat eivät eronneet merkitsevästi toisistaan. Sen sijaan neljän muun vaihtoehdon vastausten jakaumat erosivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi toisistaan, eli nollahypoteesi hylättiin merkitsevyydellä $\alpha = 0,001$. Voidaan siis myös sanoa toisen kaavioparin vastausten eroavan merkitsevästi toisistaan.

Tarkastelu osoitti johdattelevien kaavioiden saavan suhteellisesti enemmän vääriä vastauksia kuin vertailukaavioiden. Visuaalisesti johdattelevissa kaavioissa vastaukset jakautuivat epätasaisesti, ja jokaiseen niistä tuli virheellisiä vastauksia. Sen sijaan vertailukaavioiden kohdalla vastauksien jakaumat olivat melko tasaisia ja virheellisten vastausten

osuus jäi kohtalaisen pieneksi. Suhteellisesti eniten vääriä vastauksia sai toisen kuva-parin (kuva 12) johdatteleva kaavio, jonka kohdalla vääriä vastauksia tuli enemmän kuin oikeita.

Tutkimuksessa oltiin myös kiinnostuneita iän, sukupuolen ja koulutustason vaikutuksesta tilastojen tulkintaan. Iällä ei osoittautunut olevan suurta vaikutusta kyselyn vastauksiin. Sen sijaan sukupuolen ja koulutustason kohdalla vaikutusta oli enemmän. Sukupuoli ja koulutustaso vaikuttivat yksittäisten vastausvaihtoehtojen jakaumiin merkitsevästi. Korkeakoulututkinnon käyneet myös antoivat suhteellisesti vähemmän vääriä vastauksia kaavioiden monivalintakysymyksiin. Erityisesti toisen kaavioparin (kuva 12) tulkinnessa vaikutti olevan merkitseviä eroja korkeakoulutettuja ja perusasteen, opistoasteen ja toisen asteen tutkinnon suorittaneita vertaillessa.

Toissijaisena mielenkiinnon kohteena tutkimuksissa oli vastaajien tapa arvioida tilastoja ja omaa luottamustaan niitä kohtaan. Koulutustasolla ja iällä oli tilastollisesti merkitsevää vaikutusta siihen, kokiko vastaaja luottavansa sosiaalisessa mediassa esitettyihin tilastoihin. Sukupuoli sen sijaan vaikutti tilastollisesti merkitsevästi siihen, halusiko vastaaja osata tulkita tilastoja nykyistä paremmin.

6. POHDINTA

Tutkielmassa esitettiin useita tapoja johdatella lukijaa harhaan visualisointien avulla. Nämä menetelmät pohjautuivat erityisesti siihen, että ilmiöiden kokoa vääristeltiin tai lukijan huomio kiinnitettiin grafiikan asiasisällön sijaan grafiikan ulkoasuun ja elementteihin. Aiemmat tutkimukset menetelmien toimivuudesta ovat painottuneet erityisesti kaavion akselien muokkaamiseen tai ympyrädiagrammin arviointiin (esim. Peterson & Schramm 1954; Fisher, Dewulf & Hill 2005; Sandnes, Flønes, Kao & Harrington 2020). Visuaalisen johdattelun yleistä toimivuutta sen sijaan on tutkittu yhä hyvin vähän. Tässä tutkimuksessa kyselyn kaaviot pyrittiinkin luomaan useampien eri menetelmien avulla. Y-akselin asteikon muokkaamisen ja virheellisen ympyrädiagrammin käyttämisen lisäksi tutkimukseen hyödynnettiin esimerkiksi värejä, asteikkojen puuttumista, vaikealukuisuutta ja korrelaatioita.

Tutkimus osoittikin visuaalisella johdattelulla olevan vaikutusta lukijan tapaan tulkita tilastoja. Erityisesti y-akselin alkamiskohdan käsittely ja siten grafiikan elementtien koon vääristäminen osoitettiin merkitseviksi keinoiksi vaikuttaa lukijan tulkintaan. Tämä tukee hyvin aiempien tutkimusten tuloksia ja teorioita siitä, kuinka y-akselin muokkaaminen voi muuttaa merkitsevästi lukijan tapaa tulkita grafiikoita (Tuftte 2001; Erdogan, Vollert & Michel 2020). Koska tutkimuskyselyn vastaajat tiesivät heidän vastauksiaan tarkasteltavan, he mahdollisesti pyrkivät tulkitsemaan kaavioita erityisen huolellisesti. Normaalioloissa visuaalisen johdattelun vaikutus voi olla tällöin tutkittua suurempi, sillä lukija ei usein kiinnitä erityisen suurta huomiota tarkastelemiinsa grafiikoihin ja niiden elementteihin.

Tutkimustulos on siis hieman huolestuttava. Koska harhaanjohtamisella voidaan vaikuttaa lukijan tekemiin tulkintoihin, on valheellisen tiedon levittäminen helpompaa. Datan liioittelu, vähättely tai vääristely voi aiheuttaa paljonkin vahinkoa, jonka korjaaminen ei ole yksinkertaista. Johdattelevien grafiikoiden esittäminen sosiaalisessa mediassa, lehdissä tai uutisissa on erityisen ongelmallista. Mitä isompi kohdeyleisö esitettävillä tilastoilla on, sitä suurempaa vahinkoa vääristely voi aiheuttaa.

Toisaalta tutkimuksen perusteella voidaan myös todeta, ettei harhaanjohtaminen vaikuta jokaiseen lukijaan. Johdatteleviin kysymyksiin tuli paljon vääriä vastauksia, mutta monet vastaajista tulkitsevat tilastoja moitteettomasti. Kuten aiemmissa tutkimuksissa (Kosslyn 1989; Raschke & Steinbart 2008) on todettu, tilastonlukutaito vaikuttaa olevan hyvin yk-

silöllistä. Taitoon voi vaikuttaa lukijan tietous tilaston aihepiiristä, kokemus tilastotieteen parissa tai tottumus grafiikoiden lukemisesta.

Tilastojen tekemistä ja lukemista tulisi kuitenkin opettaa enemmän jo alempien koulutusasteiden aikana. Peruskoulusta lähtien opetetaan kyllä prosenttilaskuja ja kaavioiden peruselementtejä, mutta tarkempi grafiikoiden tulkinta opetetaan vasta korkeammilla koulutusasteilla. Toisen asteen koulutuksessa ja korkeakouluissa tilastoihin perehdytään jo enemmän. Grafiikoiden vertaileminen, tarkempi tulkitseminen ja luotettavuuden arvioiminen jää kuitenkin monilla välistä. Kyselyvastausten perustella noin 75 % vastaajista haluaisikin jossain määrin oppia tulkitsemaan tilastoja nykyistä paremmin.

Tutkimus osoitti iällä, sukupuolella ja koulutustasolla olevan vaikutusta osaan vastauksista. Iällä vaikutusta oli tosin hyvin vähän. Koulutus sen sijaan osoittautui merkitseväksi useamman vastauksen kohdalla. Tutkimuksen perustella on kuitenkin vaikea sanoa, liittyykö vaikutus täysin kaavioihin ja niiden tulkintaan, vai oliko kysymyksenasettelulla jotain tekemistä asian kanssa. Esimerkiksi kahden kaavion jälkeen kysyttiin, oliko niihin vastaajan mielestä käytetty samaa dataa. Korkeammin koulutetut vastasivat useammin kyllä kuin matalasti koulutetut. Tätä voidaan selittää sillä, että erityisesti korkeakoulutetuille on opetettu enemmän tilastotieteitä ja sitä, kuinka samaa dataa voidaan esittää useassa muodossa. Korkeasti koulutetut saattoivat myös huomata paremmin kaavioiden eron johtuvan käytetyistä akseleista eikä eroavasta datasta. Toisaalta data on heille myös käsitteenä tutumpi, sillä alemmilla koulutusasteilla datasta ei puhuta yhtä paljon. Esimerkiksi peruskoulutustasoisille data voi olla lähes vieras käsite. Virheellinen vastaus ei siis välttämättä johdu tulkinnasta vaan siitä, ettei kysymystä ole ymmärretty kunnolla.

Toisaalta korkeakoulututkimuksen käyneiden vastauksista suhteellisesti pienempi osuus oli väärää kuin matalammin koulutetuilla. Kolmen kaavion kohdalla korkeakoulutettujen vastaukset olivat tilastollisesti merkitsevästi jakautuneet eri tavoin kuin matalasti koulutetuilla. Kyseisissä kaavioissa johdattelumenetelminä oli käytetty erityisesti y-akselin asteikon muokkaamista ja ilmiön liioittelemista. Tutkimuksen perusteella ei voida sanoa, vaikuttavatko tietyt johdattelutavat enemmän joihinkin osapopulaatioihin. On kuitenkin mahdollista, että korkeakoulutetut ovat parempia tulkitsemaan kaavioita, joissa johdattelumenetelmänä on käytetty juuri akselien käsittelyä.

Myös sukupuolten välillä havaittiin eroja. Havaitut erot kuitenkin koskivat vain pientä osaa vastausvaihtoehdoista. Osassa eroavista vastauksista suuremmalla osalla naisista oli väärää vastauksia kuin miehistä. Muiden jakaumiltaan eroavien vastausten kohdalla pyydettiin vastaajilta subjektiivista tulkintaa, eikä niiden voi sanoa olevan väärää tai oikeita vastauksia. Ristiintaulukoinnin perusteella naiset olivat luottavaisempia näkemiään tilastoja kohtaan. Naiset halusivat myös miehiä enemmän osata lukea tilastoja nykyistä paremmin.

Eroja on vaikea selittää tämän tutkimuksen pohjalta. Aiemmat tutkimukset naisten ja

miesten eroista tilastotieteen parissa ovat osoittaneet naisten kokevan enemmän ahdistusta matematiikan ja tilastojen yhteydessä (Mammarella ym. 2017). Vaikka kaikkien tutkimusten perusteella näin ei ole, Mammarella ym. esittää mahdollisen ahdistuksen vaikuttavan naisten suoriutumiseen matemaattisissa aineissa. Toisaalta on syytä muistaa, että miesten osuus tässä kyselytutkimuksessa oli merkittävästi pienempi ja mahdollisen sattuman vaikutus täten suurempi.

Tutkimuksen luotettavuutta onkin hyvä kyseenalaistaa. Tutkimuksen lopullinen otos oli melko pieni, eikä se sisältänyt kattavaa edustusta kaikista osapopulaatiosta. Naisten osuus vastaajista oli merkittävän suuri, kun taas miehiä tai muunsukupuolisia oli vähän. Vastaajat olivat suurelta osin nuoria, 18–35-vuotiaita. Iso osa vastaajista oli taustaltaan toisen asteen tutkinnon, alemman korkeakoulututkinnon tai ylemmän korkeakoulututkinnon käyneitä. Esimerkiksi perus- tai opistoasteen tutkinnon suorittaneita oli melko vähän. Otos ei siis edustanut tasapuolisesti kaikkia ryhmiä, vaan erityisesti nuoret naiset olivat yliedustettuina.

Toisaalta myös kyselytutkimuksen koko oli pieni, eikä siinä käsitelty kaikkia mainittuja harhaanjohtavia menetelmiä. Jatkoa ajatellen olisikin hyvä toteuttaa tutkimus laajemmassa muodossa. Koska kaaviopareista näki selkeimmin erot yksilöiden tavassa tulkita tilastoja, olisi niitä tarpeen käyttää monipuolisemmin. Kumpikin tutkimuksen kaaviopareista sisälisi erityisesti y-akselin muokkaamista ja mittasuhteiden vääristymistä. Laajempi tutkimus voisi osoittaa, onko jotkin menetelmät muita parempia harhaanjohtamisessa. Kyselyn pituus oli kuitenkin rajoitettu niin, että vapaaehtoisia vastaajia saatiin mahdollisimman paljon, joten esimerkiksi roskagrafiikan ja värienkäytön vaikutusta ei tutkittu yhtä tehokkaasti kuin akselien vaikutusta tulkintaan.

Koska nykypäivänä esitetään tilastoja useammilla eri alustoilla, olisi hyvä tutkia myös sitä, miten paljon johdattelua käytetään eri asiayhteyksissä. Esimerkiksi uutisissa ja sosiaalisen median alustoilla esitettävät kaaviot leviävät laajalle lukijakannalle, joten niissä esiintyvän harhaanjohtamisen määrää olisi syytä tarkastella. Noin 30 % vastaajista kokee luottavansa sosiaalisessa mediassa esitettäviin tilastoihin jollain tasolla. Sen sijaan yli 70 % vastaajista kokee luottavansa uutisissa ja lehdissä esitettäviin tilastoihin. Sosiaalisessa mediassa esitettäviä tilastoja kohtaan osataan olla epäileviä, mutta uutisia ja lehtiä pidetään paljon luotettavampana lähteenä. Siksi olisi hyvä tutkia, kuinka paljon erityisesti suosituimmat uutislähteet ja lehdet jakavat visuaalisesti johdattelevia tilastoja.

Johdattelevista tilastoista puhuttaessa on kuitenkin hyvä muistaa, etteivät kaikki tilastot pyri tietoisesti valehtelemaan lukijalle. Nykypäivänä lähes kuka vain voi käsitellä ja visualisoida dataa. Kaikki eivät kuitenkaan ole tietoisia siitä, mitkä grafiikat ovat hyviä ja mitkä eivät. Tilastoista pyritään tekemään mielenkiintoisia ja viihdyttäviä, eikä niiden luomiin mielikuviin välttämättä kiinnitetä niin paljon huomiota. Toisaalta visualisointia käytetään myös tarkoitukselliseen johdatteluun. Grafiikoiden pyrkimyksenä on osoittaa tietynlaisia

piirteitä datasta, ja joskus tämän pyrkimyksen vuoksi unohdetaan pysyä totuudessa. Tästä syystä onkin erityisen tärkeää edistää yksilöiden kykyä lukea tilastoja ja arvioida niiden luotettavuutta.

Teoria-luvussa esitetyt menetelmät eivät myöskään aina tarkoita grafiikoiden olevan huonoja tai johdattelevia. Joissakin asiayhteyksissä esimerkiksi y-akselin asteikoin muokkaaminen tai ylimääräinen värienkäyttö voi olla tarkoituksenmukaista ja toimivaa. Tällöin lukijalla täytyy kuitenkin olla tieto grafiikan asiayhteydestä tai taitoa lukea esitettyjä tilastoja.

Tuften (2001) periaatteiden mukaan hyvän visualisoinnin tulisi rohkaista lukijaa tarkastelemaan ja vertailemaan grafiikassa esitettyä ilmiötä. Monia kyselytutkimuksen kaavioita arvioitiin vaikealukuisiksi tai epämieluisiksi. Joidenkin johdattelumenetelmien, kuten roskagrafiikan, pääasiallisena tarkoituksena on tehdä grafiikasta mielenkiintoisen ja miellyttävän näköinen silläkin riskillä, että grafiikan asiasisältö jää epäolennaisempaan osaan. Monen johdattelevan kaavion ulkoasu kuitenkin aiheuttaa päinvastaista reaktiota. Lukija ei ole yhtä kiinnostunut tutkimaan esitettyä ilmiötä, sillä grafiikan kokonaisuus ei ole toimiva tai mieluisa.

Toisaalta tutkimuksessa huomattiin, että eniten vääriä vastauksia sai kaavio, joka sisälsi hienovaraista johdattelua. Kaavion esittämä data ei siis jäänyt sekavan tai epämiellyttävän ilmiön taakse piiloon, tai vaatinut lukijoilta aikaa monimutkaisen kuvaajan ymmärtämiseen. Kaaviossa oli esitetty hyvin yksinkertaisesti data, ja johdattelumenetelmänä oli käytetty y-akselin asteikon aloittamista nolaa korkeammalta ja siten elementtien koon vääristelemistä. Kaavion yksinkertaisuus kuitenkin saattoi aiheuttaa sen, etteivät lukijat käyttäneet paljon aikaa sen tulkitsemiseen. Koska he tekivät tulkinnot hyvin nopeasti ja tehokkaasti, eivät he ehtineet kiinnittää huomiota kaavion elementteihin, joista olisi voinut huomata johdattelun. Yksinkertaisten kaavioiden kohdalla lukija ei siis välttämättä koe paljoa mielenkiintoa kaavion tarkempaan tutkimiseen ja tulkitsemiseen. Kuten Kosslyn (2006) mainitsi, joskus roskagrafiikan käyttäminen voi rohkaista ja auttaa lukijaa tarkastelemaan ja tulkitsemaan esitettyjä kaavioita ja diagrammeja. Mielenkiinnon ja harmonian luomisesta voi olla apua tilastojen ymmärtämisessä.

Visuaalinen johdattelu on siis monimutkainen kokonaisuus. Eri menetelmät voivat toimia eri tavoin jokaisen lukijan kohdalla. Grafiikkaa tehdessä tulisi tällöin punnita monia eri asioita. Visualisoinnissa tulee huomioida sen kohde, pitää yllä mielenkiintoa, varoa johdattelua ja esittää data mahdollisimman hyvin. Virheiltä voi olla vaikea välttyä, ja väärinymmärryksiä sattuu hyvänkin grafiikan kohdalla. Tärkein asia visualisoinnissa kuitenkin on totuus. Kun data visualisoidaan totuudenmukaisesti, voidaan lukijalle tarjota mahdollisuus tehdä mahdollisimman hyvä tulkinta näkemästään.

LÄHTEET

Best, J. (2012). *Damned Lies and Statistics: Untangling Numbers from the Media, Politicians, and Activists*. Berkley, Calif: University of California Press.

Borland, D. & Taylor li, R. M. (2007). Rainbow Color Map (Still) Considered Harmful. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 27(2), 14-17. DOI: 10.1109/MCG.2007.323435

Burgess, D. O. (2002). Graphical Sleight of Hand. *Journal of Accountancy*, 193(2), 45.

Cairo, A. (2016). *The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication*. Hoboken: Pearson Education, Limited.

Cairo, A. (2019). *How Charts Lie: Getting Smarter about Visual Information*. New York, NY: W. W. Norton & Company.

Coontz, S. (2013). When Numbers Mislead: Op-Ed. *The New York Times*

Croxtan, F. E. & Stryker, R. E. (1927). Bar Chart Versus Circle Diagrams. *Journal of the American Statistical Association*, 22(160), 473-482.

DOI: 10.1080/01621459.1927.10502976

Dougherty, J. & Ilyankou, I. (2021). *Hands-On Data Visualization*. O'Reilly Media, Inc.

Duesbery, L., Werblow, J. & Yovanoff, P. (2011). Graphical Literacy Moderates the Interaction of Democratic Dimensionality and Cognitive Demand in Computer-based Graph Comprehension. *Journal of Educational Computing Research*, 45(1), 75-93.

DOI: 10.2190/EC.45.1.d

Erdogan, B. R., Vollert, J. & Michel, M. (2020). Choice of Y-axis Can Mislead Readers. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol*, 393(9), 1769-1772. DOI: 10.1007/s00210-020-01926-x

Fagerland, M. W., Lydersen, S. & Laake, P. (2013). The McNemar Test for Binary Matched-pairs Data: Mid-p and Asymptotic are Better than Exact Conditional. *BMC Medical Research Methodology*, 13(1), 91-91. DOI: 10.1186/1471-2288-13-91

Fisher, M. H. (2000). Do Irrelevant Depth Cues Affect the Comprehension of Bar Graphs? *Applied Cognitive Psychology*, 14(2), 151-162.

DOI: 10.1002/(SICI)1099-0720(200003/04)14:2<151::AID-ACP629>3.0.CO;2-Z

Fisher, M. H., Dewulf, N. & Hill, R. L. (2005). Designing Bar Graphs: Orientation Matters. *Applied cognitive psychology*, 19(7), 953-962. DOI: 10.1002/acp.1105

- Franke, T. M., Ho, T. & Christie, C. A. (2012). The Chi-Square Test: Often Used and More Often Misinterpreted. *The American Journal of Evaluation*, 33(3), 448-458.
DOI:10.1177/1098214011426594
- Grabinger, L., Hauser, F. & Mottok, J. (2022). Accessing the Presentation of Causal Graphs and an Application of Gestalt Principles with Eye Tracking. *IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*. 1278-1285.
DOI: 10.1109/SANER53432.2022.00153
- Hollander, M., Wolfe, D. A. & Chicken, E. (2013). *Nonparametric Statistical Methods*. (3. painos) Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Huff, D. (1974). *Kuinka tilastoilla valehdellaan?* Helsinki: Otava.
- Kenton, W. (2021). *Spurious Correlation: Definition, How it Works, and Examples*. Investopedia. Viitattu 03.04.2023. https://www.investopedia.com/terms/s/spurious_correlation.asp
- Kosslyn, S. M. (1989). Understanding Charts and Graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 3(3), 185-225. DOI: 10.1002/acp.2350030302
- Kosslyn, S. M. (2006). *Graph Design for the Eye and Mind*. New York: Oxford University Press.
- Kwak, S. K. & Kim, J. H. (2017). Statistical Data Preparation: Management of Missing Values and Outliers. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(4), 407-411.
DOI: <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.4.407>
- Laihiala, T., Saari, J. & Uusitalo, H. (2022). Hyvinvointitutkimus 2017. Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:fsd:T-FSD3614>
- Lohr, S. L. (2010). *Sampling: Design and Analysis*. (2. painos). Boston Mass.: Brooks/Cole.
- MacDonald, L. W. (1999). Using Color Effectively in Computer Graphics. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 19(4), 20-35. DOI: 10.1109/38.773961.
- Mammarella, I. C., Szucs, D., Maloney, E. A., Tomasetto, C., Primi, C. & Morsanyi, K. (2017). *Mathematical and Statistics Anxiety: Educational, Social, Developmental and Cognitive*. Frontiers Media SA. DOI 10.3389/978-2-88945-076-3
- McGurgan, K., Fodoroksay, E., Sutton, T. M. & Herbert, A. M. (2021). Graph Design: The Data-ink Ratio and Expert Users. *VISIGRAPP 2021 – Proceedings of the 16th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, 3, 188-194.
- Monmonier, M. (1991). *How to Lie with Maps?* Chicago: The University of Chicago Press.
- Morse, J. M. (2010). "Cherry Picking": Writing From Thin Data. *Qualitative Health Research*, 20(1), 3. DOI: 10.1177/1049732309354285

- Nummenmaa, L. (2021). *Tilastotieteen käsikirja*. Helsinki: Tammi.
- Okan, Y., Garcia-Retamero, R., Galesic, M. & Cokely, E. T. (2012). When Higher Bars Are Not Larger Quantities: On Individual Differences in the Use of Spatial Information in Graph Comprehension. *Spatial Cognition and Computation*, 12(2-3), 195-218. DOI: 10.1080/13875868.2012.659302
- Pembury Smith, M. Q. R. & Ruxton, G. D. (2020). Effective Use of the McNemar Test. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(11). DOI: 10.1007/s00265-020-02916-y
- Peterson, L. V. & Schramm, W. (1954). How Accurately are Different Kinds of Graphs Read? *Audio Visual Communication review*, 2(3), 178-189. DOI: 10.1007/BF02713334
- Raschke, R. L. & Steinbart, J. P. (2008). Mitigating the Effects of Misleading Graphs on Decisions by Educating Users about the Principles of Graph Design. *The Journal of Information Systems*, 22(2), 23-52. DOI: 10.2308/jis.2008.22.2.23
- Sandnes, F. E., Flønes, A., Kao, WT., Harrington, P. & Issa, M. (2020). Searching for Extreme Portions in Distributions: A Comparison of Pie and Bar Charts. *Cooperative Design, Visualization, and Engineering. CDVE 2020. Lecture Notes in Computer Science*, 12341, 342-351. DOI: 10.1007/978-3-030-60816-3_37
- Schober, P., Boer, C. & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia and analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Spence, I. (2005). No Humble Pie: The Origins and Usage of a Statistical Chart. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 30(4), 353-368. DOI: 10.1213/ANE.00000000000002864
- Suomen Ääni- ja kuvatallennetuottajat ÄKT ry. Äänitemyyntin markkinaosuudet 1993-2001. Tilastokeskus. Viitattu 23.04.2023.
https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/kulttuuritilasto/html/suom0004.htm
- Tilastokeskus. Rahanarvonmuunnin. Verkkosivu. Viitattu 23.04.2023.
<https://www.stat.fi/tup/laskurit/rahanarvonmuunnin.html>
- Todorovic, D. (2008). Gestalt Principles. *Scholarpedia Journal*, 3(12), 5345. DOI: 10.4249/scholarpedia.5345
- Tufte, E. R. (1997). *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*. (2.painos). Cheshire Conn. : Graphic Press.
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information*. (2. painos). Cheshire CN: Graphics Press.
- Twain, M. (1907). Chapter from my Autobiography. *The North American Review*, 185(618), 465-474.

Ware, C. (2012). *Information Visualization: Perception for Design*. Boston: Morgan Kaufmann.

Wexler, S. (2021). *The Big Picture: How to Use Data Visualization to Make Better Decisions – Faster*. New York : McGraw-Hill.

Xiong, C., Shapiro, J., Hullman, J. & Franconeri, S. (2020). Illusion of Causality in Visualized Data. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(1), 853-862. DOI: 10.1109/TVCG.2019.2934399

Yritys- ja toimipaikkarekisteri. Antiikkiliikkeet 1993-2020. Tilastokeskus. Viitattu 23.04.2023. https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/kulttuuritilasto/html/suom0007.htm

LIITE A: TUTKIMUSKYSELY

Kysely tilastojen tulkinnasta

Tutkimuksessa tarkastellaan yksilöiden kykyä tulkita ja arvioida arkipäiväisiä tilastoja ja kaavioita. Vastaaminen ei edellytä ennakkotietoja aiheesta. Vastaukset kerätään luottamuksellisesti pro gradu -tutkielmaa varten.

Kyselyyn vastaaminen kestää noin 10–15 minuuttia, ja osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Vastaukset kerätään anonyymisti, eikä niistä voi tunnistaa vastaajien henkilöllisyyksiä. Tutkimukseen liittyvissä kysymyksissä ja ongelmatilanteissa voitte lähettää sähköpostia osoitteeseen mari.ahola@tuni.fi

Esitiedot

1. Sukupuoli

- Mies
- Nainen
- Muu

2. Ikä

- Alle 18
- 18 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 55
- 56 - 65
- Yli 65

3. Korkein suorittamanne tutkinto

- Perusasteen tutkinto
- Opistoasteen tutkinto
- Toisen asteen tutkinto (lukio, ammattikoulu)
- Alempi korkeakoulututkinto
- Ylempi korkeakoulututkinto
- Tohtorin tai lisensiaatin tutkinto
- Muu

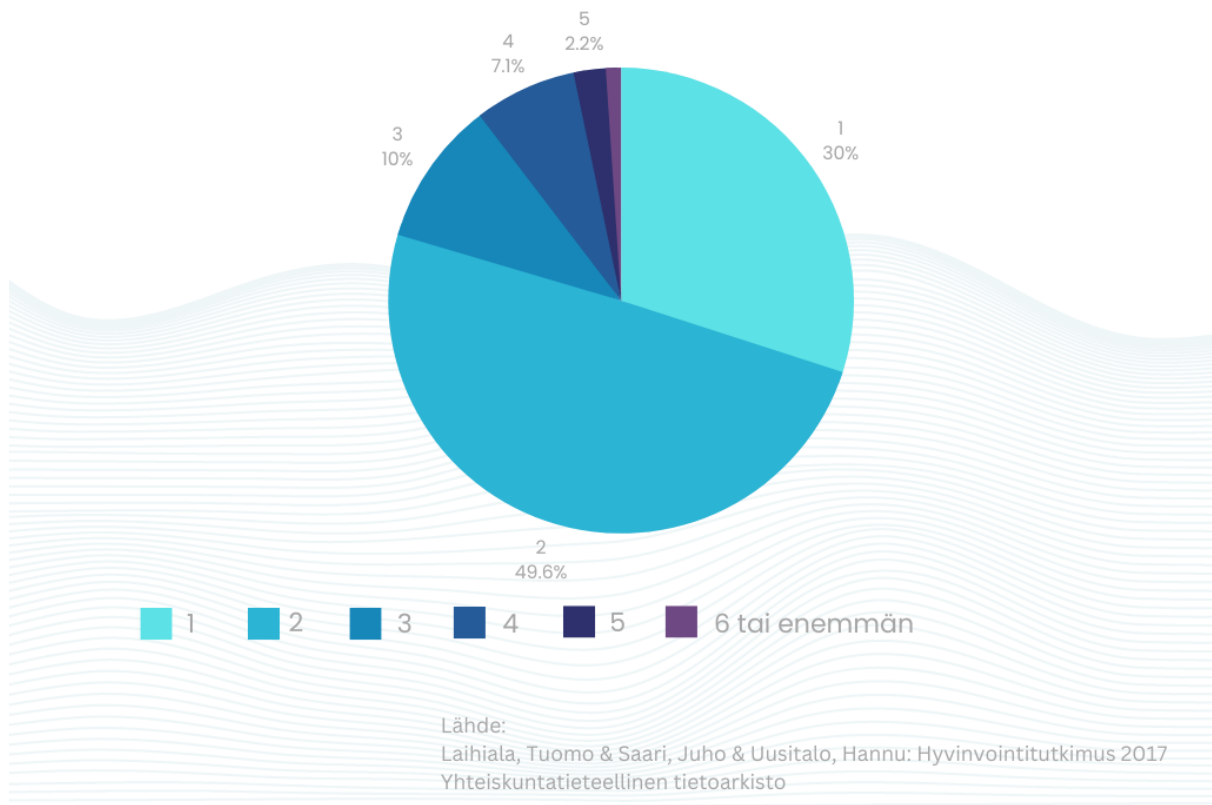
Tutkimuskysymykset

Seuraavassa osioissa teille esitetään kaavioita, jotka mukailevat esimerkiksi uutisissa, lehdissä ja sosiaalisessa mediassa nähtäviä tilastoja. Tarkastelkaa kaavioita ja niiden kuvailuja, ja vastatkaa niiden perusteella esitettyihin kysymyksiin.

Kaavio 1: Kotitalouteen kuuluvien henkilöiden lukumäärä

Hyvinvointitutkimuksessa (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) tarkasteltiin 2560 suomalaisen henkilön hyvinvointia. Yhdessä kysymyksessä vastaajia pyydettiin ilmoittamaan heidän kotitalouksiinsa kuuluvien henkilöiden lukumäärä vastaaja itse mukaan lukien. Kaavioon 1 on kuvattu saatujen vastausten jakauma.

Kotitalouteen kuuluvien henkilöiden lukumäärä



4. Merkitkää kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

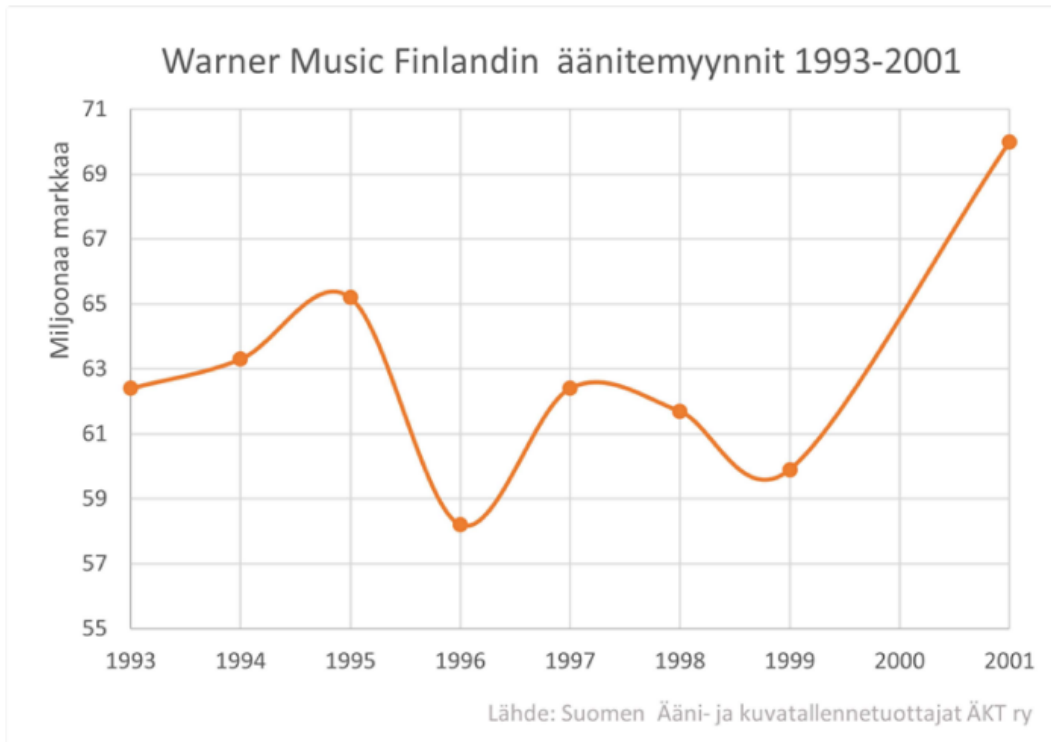
- Noin puolet vastaajista asuu kahden hengen taloudessa
- Kaavion perusteella yksin asuvia on vähemmän kuin neljän hengen talouksia
- Noin kolmasosa vastaajista asuu yksin
- Noin prosentti vastaajista asuu vähintään kuuden hengen taloudessa
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

5. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaavio on helposti ymmärrettävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytetty kaavio sopii hyvin kuvaamaan kotitalouksien kokoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytetty ympyräkaavio auttaa tulkitsemaan vastausten osuuksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaavion perusteella on selvää, että puolet vastaajista asuu kahden hengen taloudessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 2: Warner Music Finlandin äänitemyynnit 1993-2001

Kaavio 2 kuvaa Warner Music Finlandin äänitemyyntituloja miljoonissa markoissa.



6. Merkitkää kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

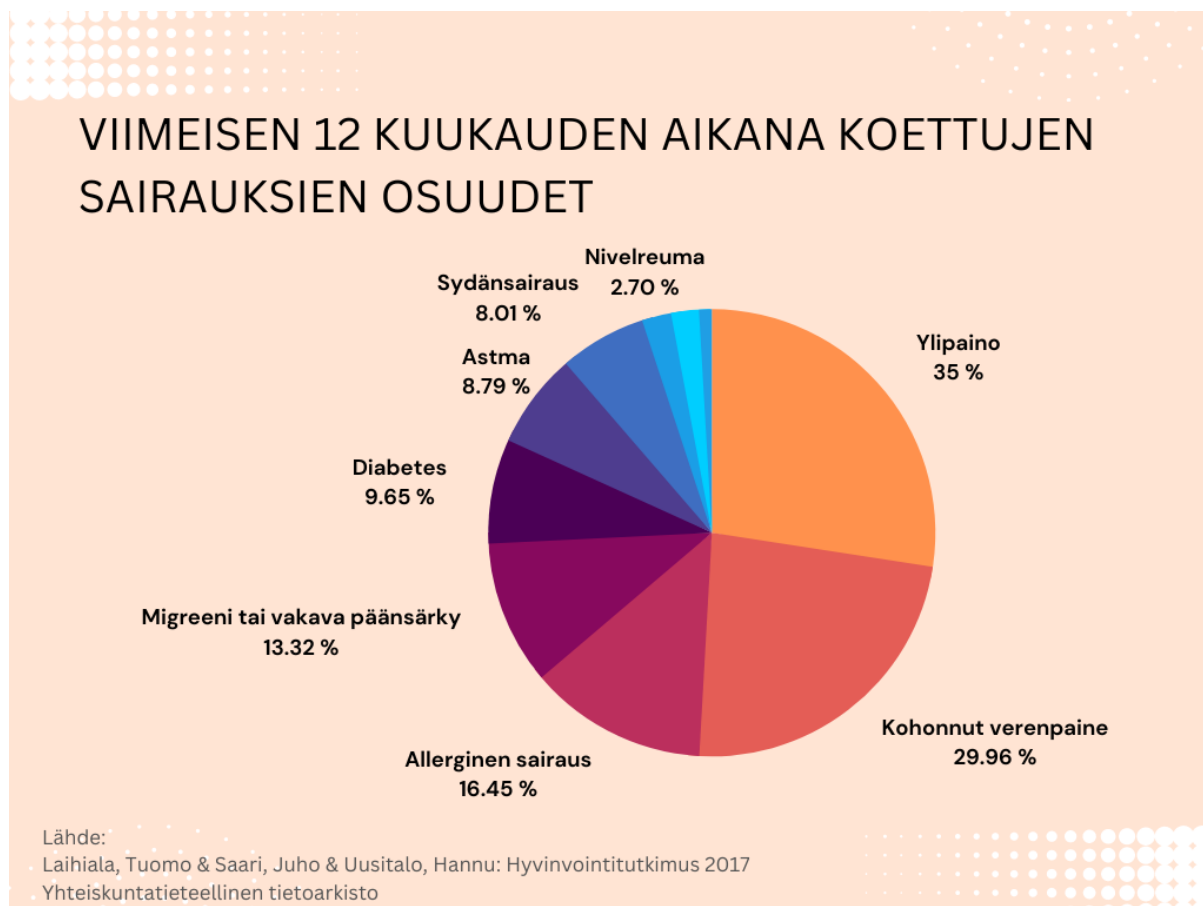
- Äänitemyynnissä on tapahtunut hyvin suuria muutoksia vuosien aikana
- Äänitemyynti on kaksinkertaistunut vuodesta 1993 vuoteen 2001
- Äänitemyynnissä on tapahtunut vaihtelua vuosien aikana
- Äänitemyynti putosi vuonna 1996 puoleen siitä, mitä se oli vuonna 1993
- Äänitemyynti on vähentynyt vuosien aikana
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

7. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaaviosta käy hyvin ilmi myynnin vuosittaiset vaihtelut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaavioita tulisi muuttaa, jotta sen sisältö olisi selkeämpi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
On selvää, että myynti on tuplaantunut vuodesta 1993 vuoteen 2001	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 3: Viimeisen 12 kuukauden aikana koettujen sairauksien osuudet

Hyvinvointitutkimuksessa (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) pyydettiin osallistujia merkitsemään, mitä annetuista sairauksista he olivat kokeneet edeltävän 12 kuukauden aikana. Kaavio 3 kuvaa, kuinka suuri osa 2560 vastaajan joukosta on kokenut listattuja sairauksia.



8. Merkitkää kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

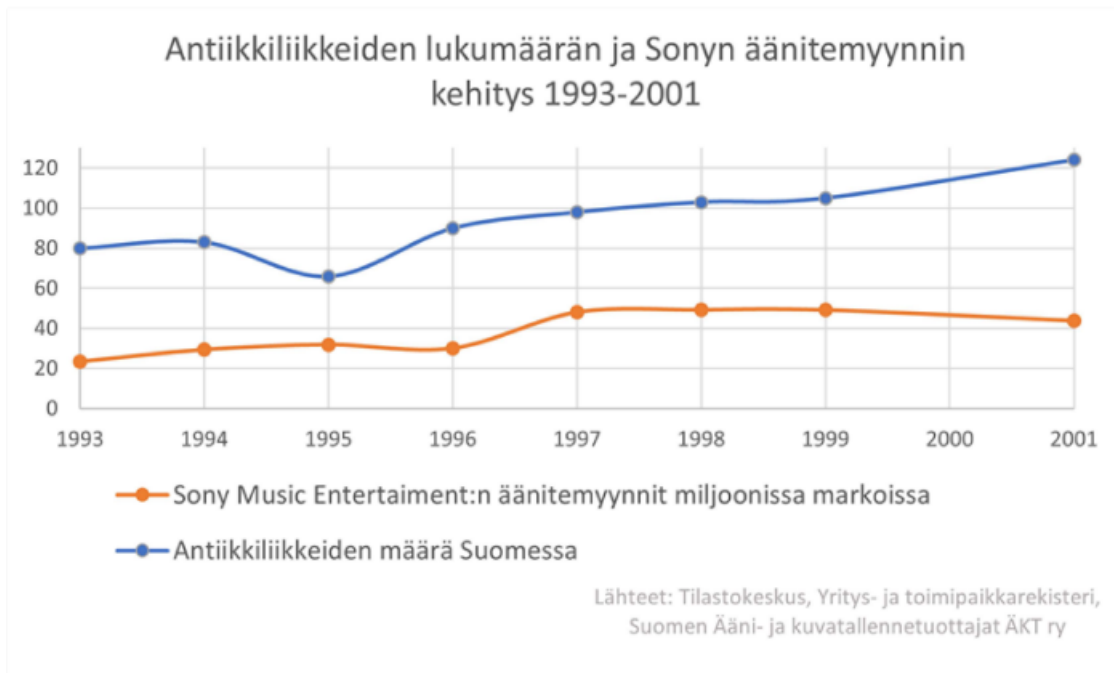
- Puolet kyselyyn vastanneista on sairastanut joko ylipainoa tai kohonnutta verenpainetta
- Kaavion perusteella nivelreuma on selvästi harvinaisempi sairaus kuin ylipaino
- Lähes neljäsosa vastaajista on kokenut verenpaineensa olleen koholla
- Allergisten sairauksien ja astman osuus on lähes yhtä suuri
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

9. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Käytetty ympyräkaavio auttaa ymmärtämään sairauksien osuuksia paremmin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytetty kaavio sopii hyvin kuvaamaan vastaustuloksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaaviosta käy selväksi, että vajaa neljäsosa vastaajista on ylipainoisia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 4: Antiikkiliikkeiden lukumäärän ja Sonyn äänitemyynnin kehitys 1993-2001

Antiikkiliikkeiden vuosittaista lukumäärää tarkastellessa on huomattu, että se korreloi selvästi Sonyn äänitemyynnin kanssa. Korrelaatio kuvaa muuttujien lineaarista riippuvuutta, ja muuttujien välille laskettu korrelaatiokerroin sijoittuu aina välille $[-1, 1]$. Sonyn äänitemyynnin ja antiikkiliikkeiden lukumäärän välille laskettu korrelaatiokerroin on jopa 0,71. Kaaviosta 4 voidaankin nähdä, kuinka äänitemyynnin kehitys mukaillee selvästi antiikkiliikkeiden määrän kehitystä.



10. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

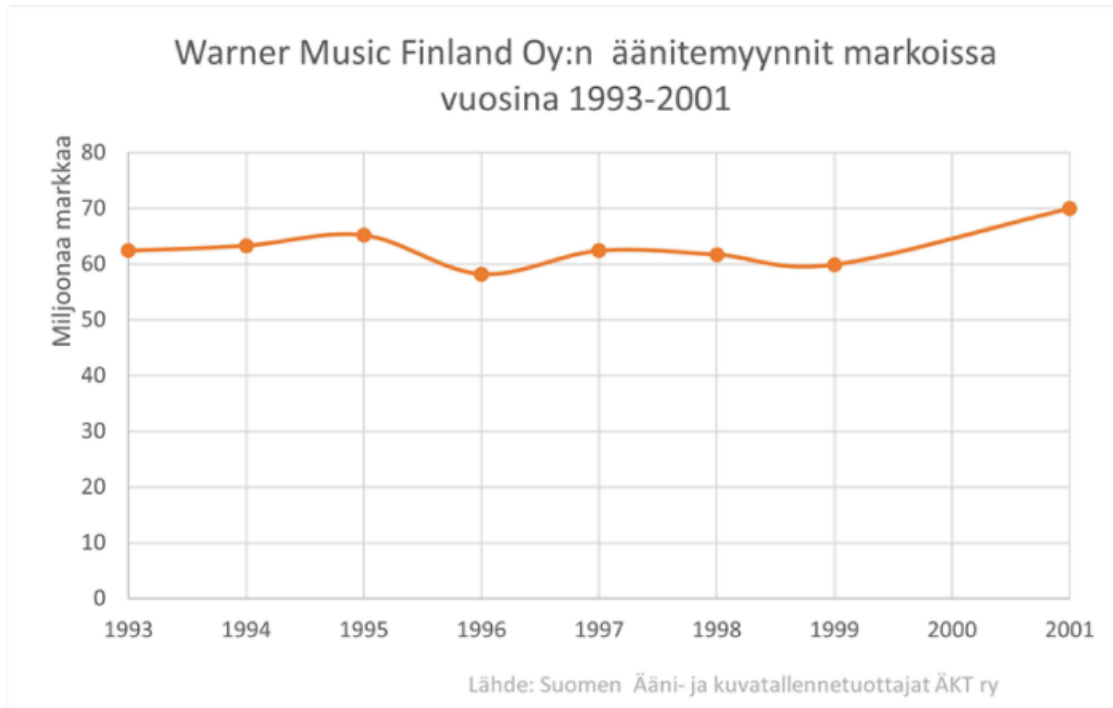
- Kaavio ja korrelaatio osoittavat, että antiikkiliikkeiden määrällä ja äänitemyynnillä on vahva yhteys toisiinsa
- Vuonna 2001 antiikkiliikkeiden määrä on entistä isompi, kun taas äänitemyynti on hieman laskenut
- Mitä enemmän antiikkiliikkeitä on, sitä suuremmat äänitemyynnit ovat
- Antiikkiliikkeiden määrän kehitys ja äänitemyynnin kehitys noudattavat lähes samaa käyrää
- Antiikkiliikkeiden määrä vaikuttaa Sonyn äänitemyynnin määrään
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

11. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaavio auttaa ymmärtämään muuttujien välistä riippuvuutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaavio on tehty hyvin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muuttujien välinen yhteys on helppo nähdä, kun muuttujat on sijoitettu samaan kaavioon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 5: Warner Music Finlandin äänitemyynnit 1993-2001

Kaavio 5 kuvaa Warner Music Finlandin äänitemyyntituloja miljoonissa markkoissa.



12. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

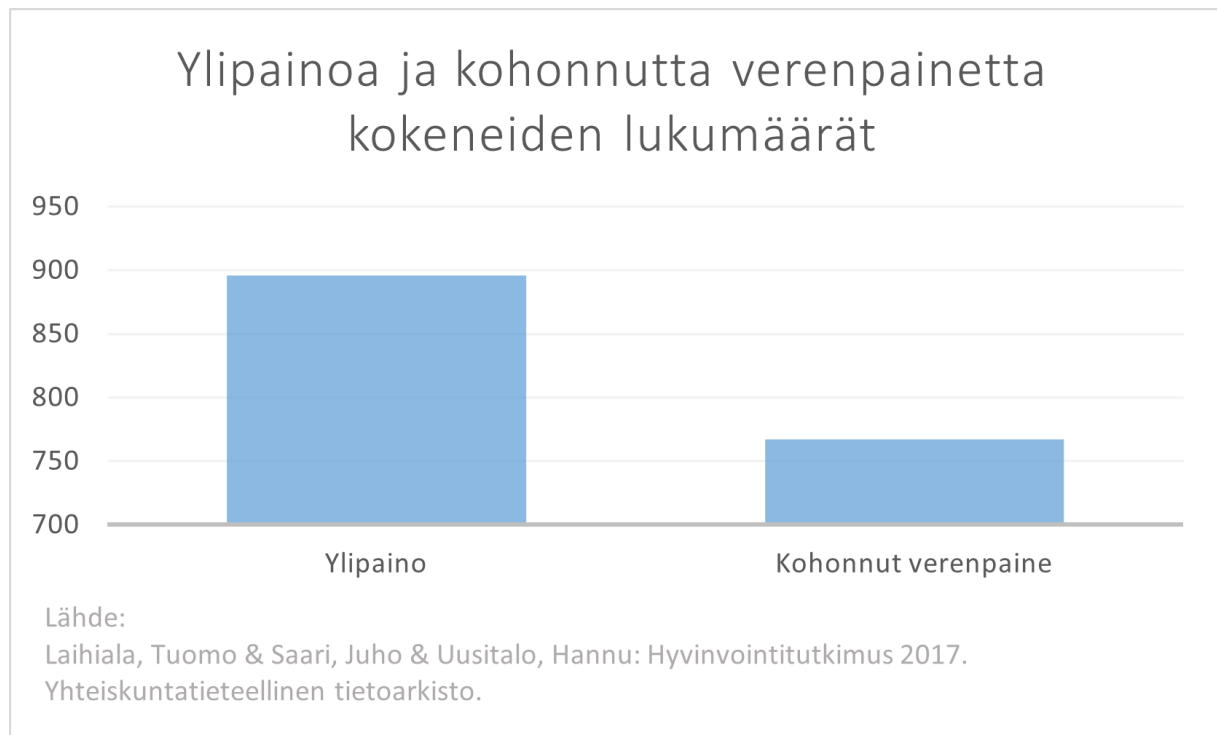
- Äänitemyynnissä on tapahtunut hyvin suuria muutoksia vuosien aikana
- Äänitemyynti on kaksinkertaistunut vuodesta 1993 vuoteen 2001
- Äänitemyynnissä on tapahtunut vaihtelua vuosien aikana
- Äänitemyynti putosi vuonna 1996 puoleen siitä, mitä se oli vuonna 1993
- Äänitemyynti on vähentynyt vuosien aikana
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

13. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaaviosta käy hyvin ilmi myyntien vuosittaiset vaihtelut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaaviota tulisi muuttaa, jotta sen sisältö olisi selkeämpi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
On selvää, että myynti on tuplaantunut vuodesta 1993 vuoteen 2001	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 6: Ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta kokeneiden lukumäärät

Tarkastellaan jälleen hyvinvointitutkimukseen (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) kysymystä vastaajien kokemista sairauksista. Kaavioon 6 on poimittu kaksi vastaajien keskuudessa yleisimmin esiintyvää sairautta. Vastaajia kyselyssä on ollut 2560.

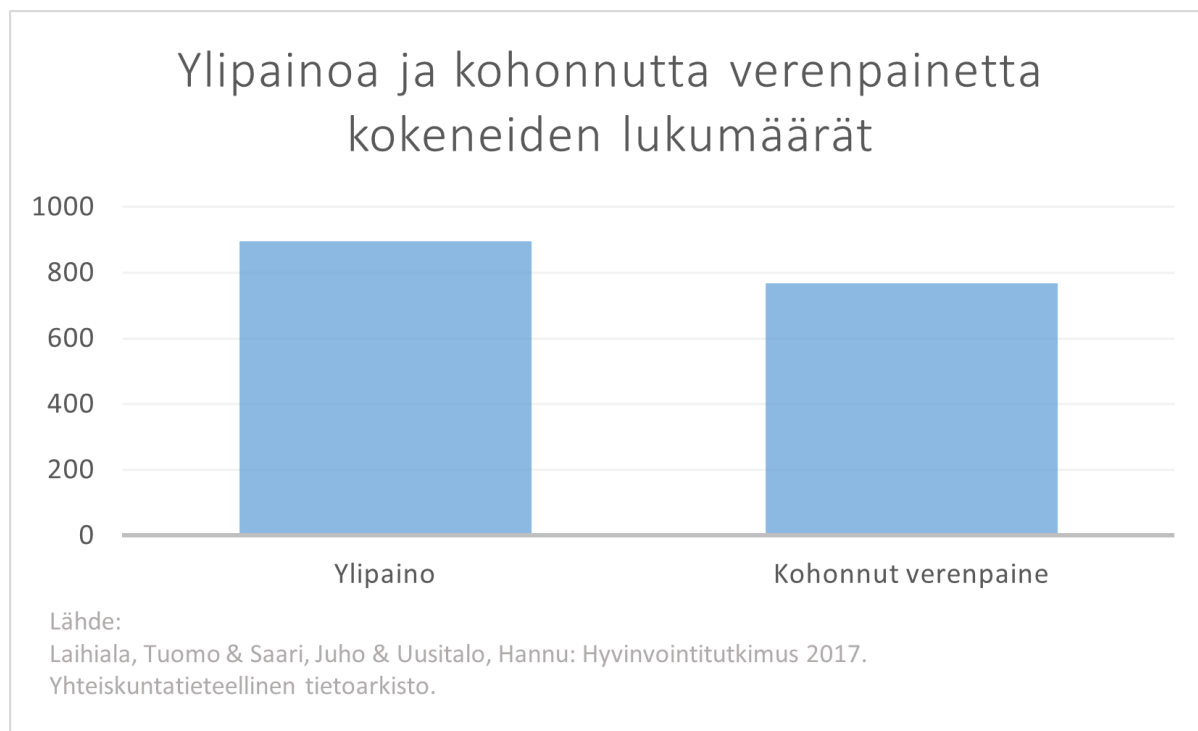


14. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

- Ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta esiintyy lähes yhtä paljon vastaajien joukossa
- Ylipainoa esiintyy vastaajien joukossa yli kaksi kertaa enemmän kuin kohonnutta verenpainetta
- Yli puolet vastaajista on ollut ylipainoisia
- Kohonnutta verenpainetta esiintyy vain pienellä osalla vastaajista
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

Kaavio 7: Ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta kokeneiden lukumäärät

Keskitytään jälleen hyvinvointitutkimuksessa (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) yleisimmin esiintyneisiin sairauksiin. Vastaajien kokonaismäärä on ollut 2560. Kaavio 7 on luotu hieman eri tavalla kuin edellinen kaavio, joten tarkastelkaa sitä ennen kysymyksiin vastaamista.



15. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

- Ylipainoa ja kohonnutta verenpainetta esiintyy lähes yhtä paljon vastaajien joukossa
- Ylipainoa esiintyy vastaajien joukossa yli kaksi kertaa enemmän kuin kohonnutta verenpainetta
- Yli puolet vastaajista on ollut ylipainoisia
- Kohonnutta verenpainetta esiintyy vain pienellä osalla vastaajista
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

Ylipainoa ja kohonnuttua verenpainetta kokeneiden lukumäärät

Näitte aiemmin kaksi erilaista kuvaajaa ylipainoon ja kohonneeseen verenpaineeseen liittyen. Tarkastelkaa nyt näitä kaavioita tarkemmin.

16. Kumpi kaavioista on mielestänne parempi? *



Kaavio 6



Kaavio 7

17. Kumpaan kaavioon luotatte enemmän? *



Kaavio 6



Kaavio 7

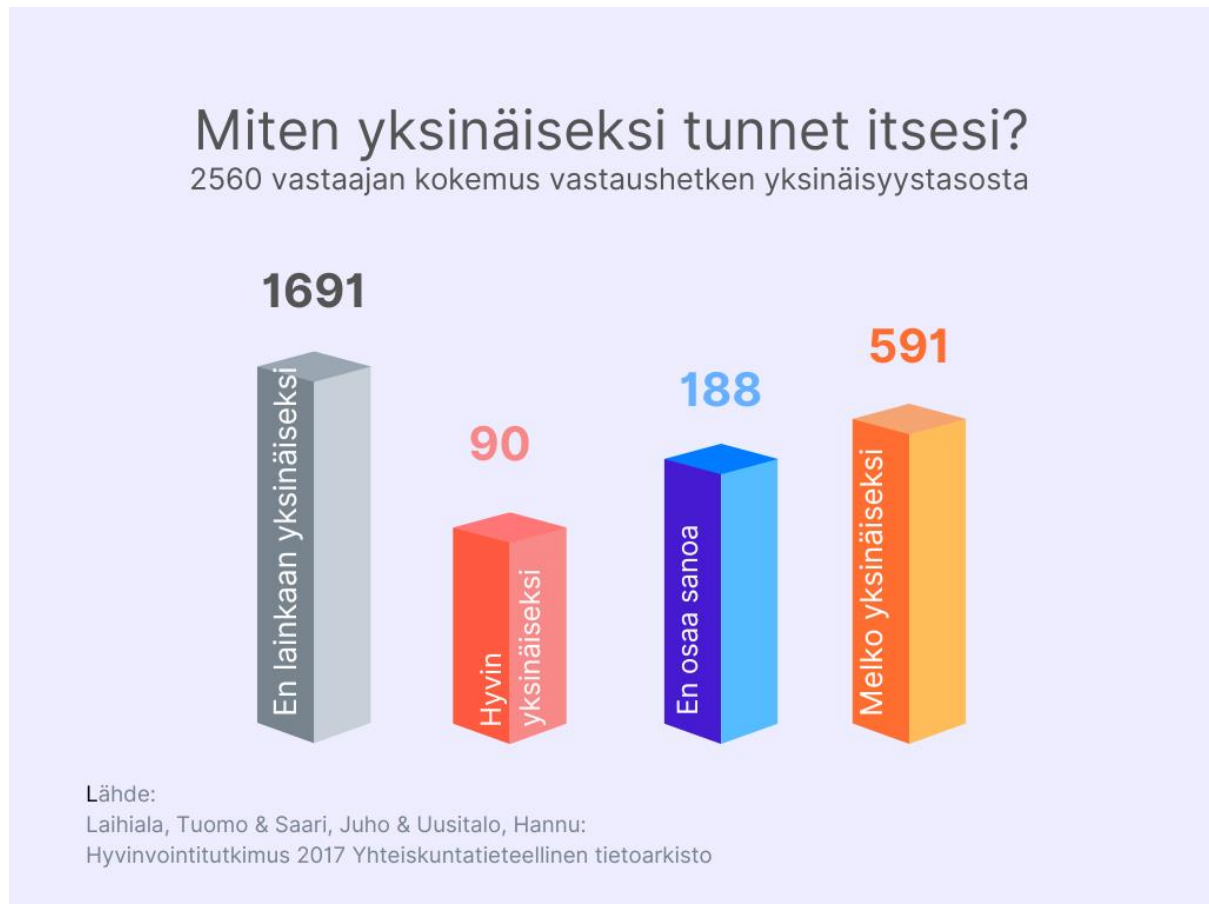
18. Kuvaavatko kaaviot 6 ja 7 mielestänne samaa dataa? *

Kyllä

Ei

Kaavio 8: Vastaajien kokema yksinäisydentunne

Hyvinvointitutkimuksessa (Laihiala, Saari & Uusitalo 2022) vastaajilta kysyttiin heidän kokemustaan senhetkisestä yksinäisyydestä. Vastaukset jakautuvat neljään eri kategoriaan: Ei lainkaan yksinäiseksi, melko yksinäiseksi, hyvin yksinäiseksi ja en osaa sanoa.



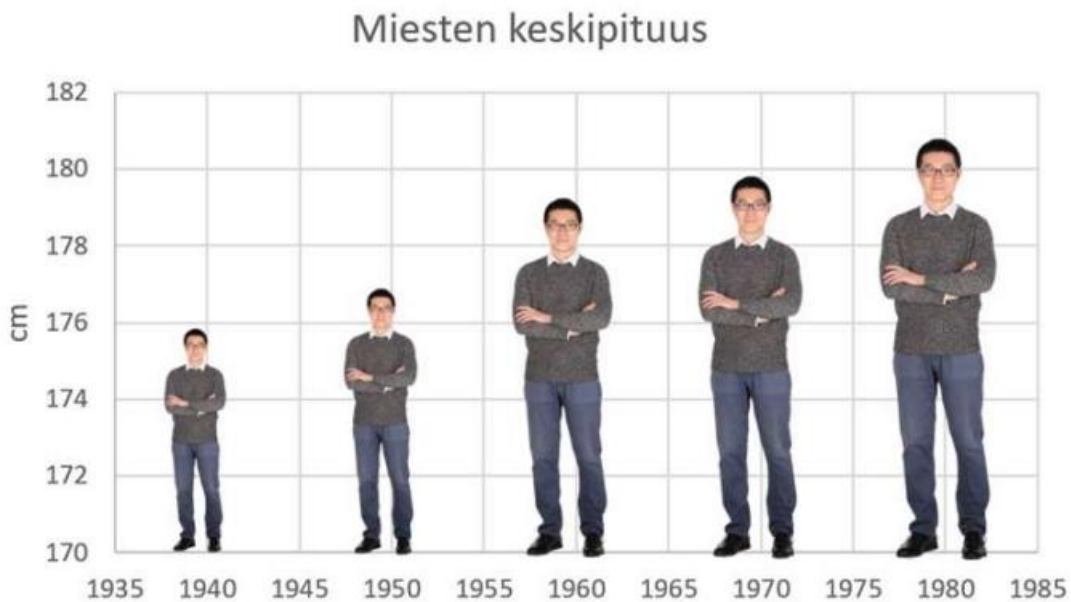
19. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

- Vastaukset ovat jakautuneet tasaisesti eri kategorioihin
- Yli puolet vastaajista ei ole kokenut itseään yksinäiseksi
- Kategoriden "Melko yksinäiseksi" ja "En osaa sanoa" osuus on lähes yhtä suuri
- Yhteensä noin puolet on kokenut yksinäisyyttä melko paljon tai hyvin paljon
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

20. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaavio auttaa tulkitsemaan vastauksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaaviota oli vaikea lukea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pidän tällaisista kaavioista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kaavio 9: Miesten keskipituus vuosina 1940-1980



21. Valitkaa kaikki mielestänne OIKEAT vaihtoehdot

- Miesten keskipituus on pysynyt lähes samana
- Miesten keskipituus on kasvanut hieman
- Miesten keskipituus on kasvanut hyvin paljon
- Miesten keskipituus on lähes tuplaantunut vuodesta 1940 vuoteen 1980
- Vuosien 1950-1960 välillä keskipituus on kasvanut noin viisi senttimetriä
- Mikään vaihtoehdoista ei pidä paikkaansa

22. Merkitkää, miten samaa mieltä olette väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Kaavio auttaa ymmärtämään eroja keskipituuksissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pidän tällaisista kaavioista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaavio on toteutettu huonosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

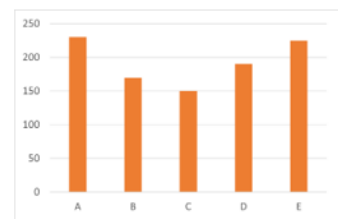
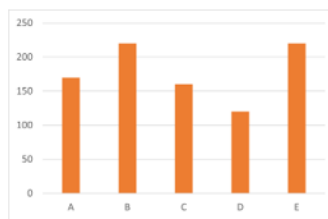
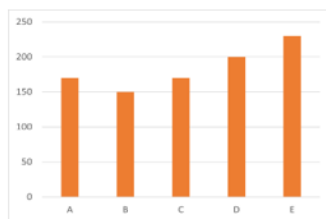
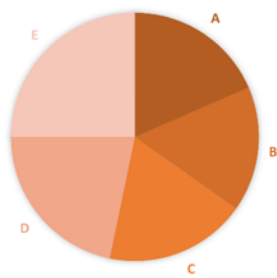
Lopuksi

Miettikää arjessa kohtaamianne tilastoja.

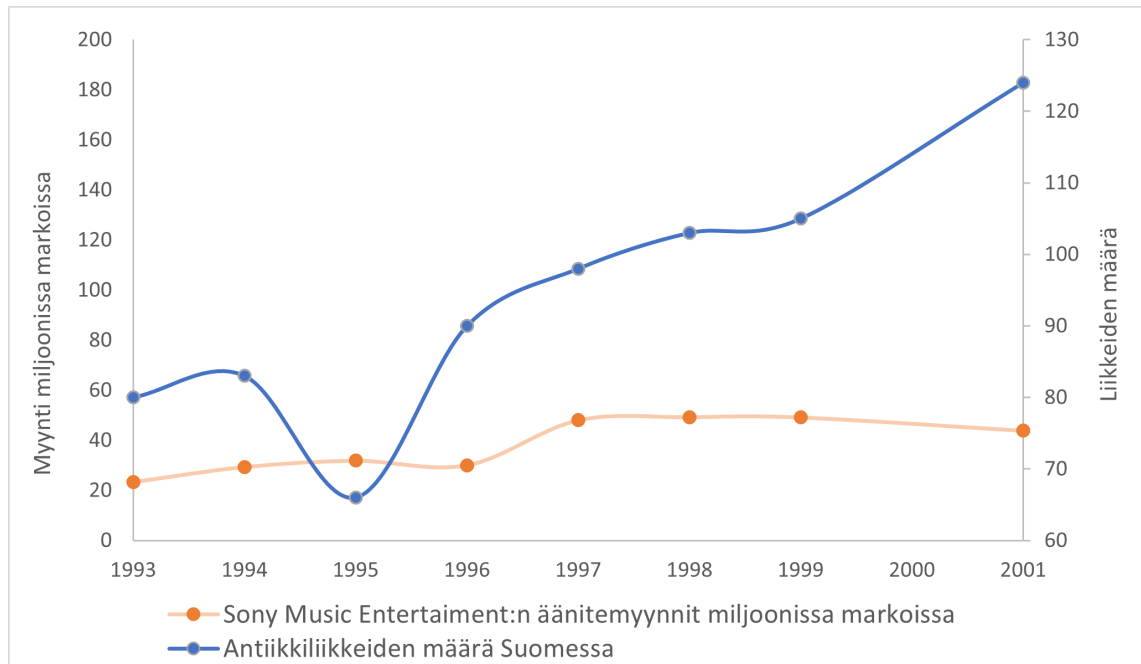
23. Merkitkää, miten samaa mieltä olette seuraavien väitteiden kanssa

	Täysin eri mieltä	Hieman eri mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Hieman samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Luotan uutisissa ja lehdissä esitettäviin tilastoihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luotan sosiaalisessa mediassa esitettyihin tilastoihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen ymmärtäväni tavanomaisia tilastoja ja kaavioita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haluaisin osata tulkita tilastoja paremmin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

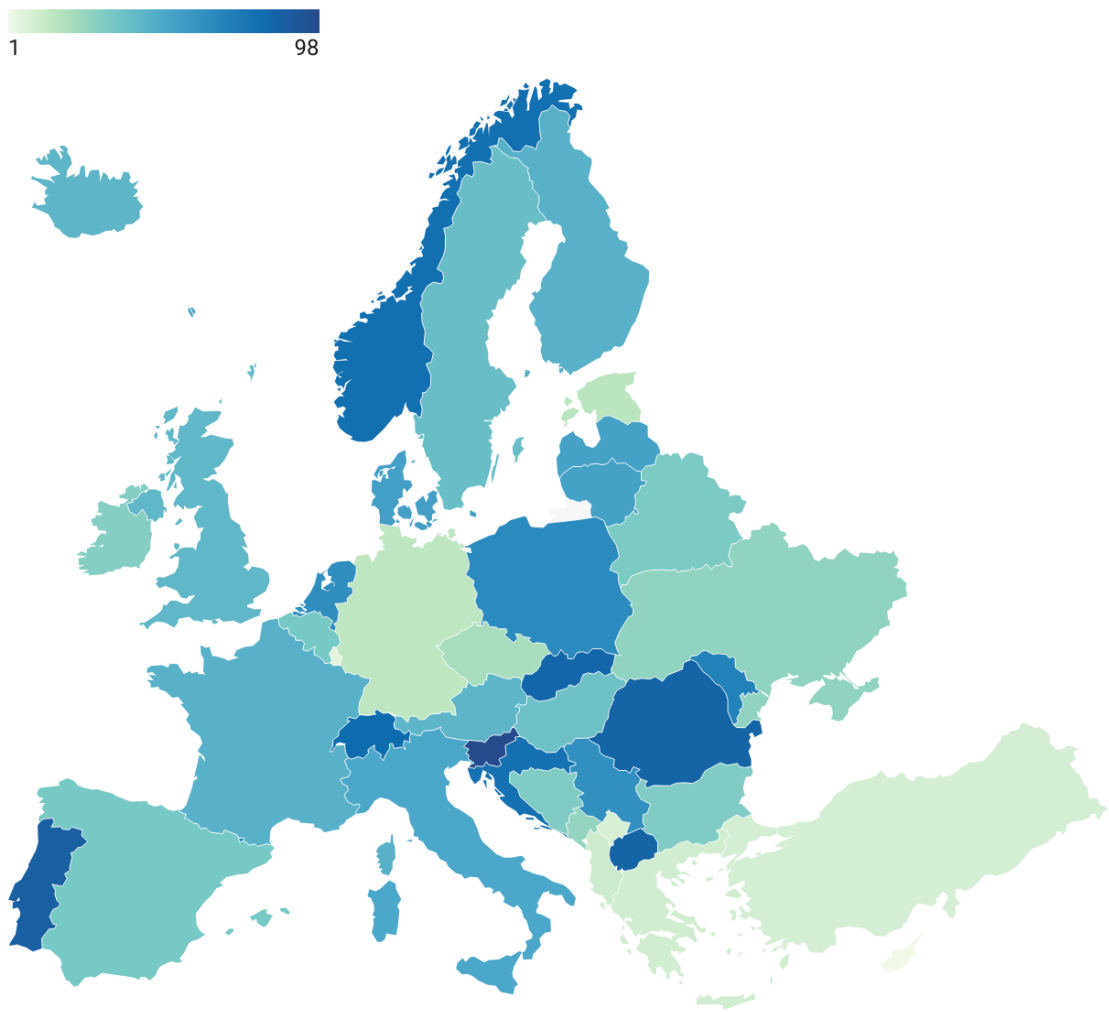
LIITE B: ESIMERKKI: YMPYRÄDIAGRAMMIT JA NIITÄ VASTAAVAT PYLVÄSKAAVIOT



**LIITE C: ESIMERKKI KAHDESTA Y-AKSELISTA:
ANTIKKILIIKKEIDEN MÄÄRÄ JA
ÄÄNITEMYYNTITULOT 1993-2001 (TIEDOT:
YRITYS- JA TOIMIPAIKKAREKISTERI; SUOMEN
ÄÄNI- JA KUVATALLENNETUOTTAJAT ÄKT)**



LIITE D: TEEMAKARTTA LIUKUVALLA VÄRISKAALALLA



Created with Datawrapper