



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Anniina Nieminen

# Puna-vihersokeuden huomioiminen infografiikassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Graafinen suunnittelu

Opinnäytetyö

11.11.2020

Tekijä(t) Otsikko	Anniina Nieminen Puna-vihersokeuden huomioiminen infografiikassa
Sivumäärä Aika	57 sivua + 2 liitettä 11.11.2020
Tutkinto	Medianomi
Tutkinto-ohjelma	Viestinnän tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Graafinen suunnittelu
Ohjaaja(t)	Lehtori Jaakko Ruuttunen
<p>Opinnäytetyössä käsitellään puna-vihersokeuden huomioimista infografiikan suunnittelussa. Työn tavoitteena on selvittää, mitä puna-vihersokeus on ja mitä asioita suunnittelijan olisi hyvä ottaa huomioon puna-vihersokeuden kannalta infografiikkaa suunnitellessaan. Työssä hyödynnetään kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitetään ihmisen värinäön toimintaa sekä värinäön poikkeamia, joista erityisesti puna-vihersokeutta. Puna-vihersokeuden syitä ja haasteita tarkastellaan, minkä jälkeen kerrotaan lyhyesti EU:n saavutettavuusdirektiivistä. Seuraavaksi käsitellään infografiikkaa ja siihen liittyvää värinkäyttöä erityisesti puna-vihersokeuden näkökulmasta. Sitten kerrotaan värijärjestelmistä ja esitellään niistä yleisimmät. Viimeisenä työssä esitellään ohjeet puna-vihersokeuden huomioimiseksi infografiikassa.</p> <p>Työn tulos osoittaa puna-vihersokeuden huomioimisen infografiikan suunnittelussa olevan tärkeää ja nivoutuvan läheisesti käsitykseen siitä, mitä on hyvä infografiikka. Värisokeus ja erityisesti puna-vihersokeus on yleistä, minkä vuoksi informaation esittäminen myös puna-vihersokeille välittyvin keinoin olisi hyvä tiedostaa. Yleisestikin infografiikan suunnittelussa tärkeät asiat ovat varsin lähellä niitä asioita, jotka olisi hyvä ottaa huomioon infografiikan suunnittelussa puna-vihersokeuden kannalta. Infografiikan tarkoituksena on esittää sen sisältämä viesti mahdollisimman selkeästi, minkä vuoksi esityksen värien on erotuttava toisistaan tarpeeksi. Riittävä kontrasti onkin erityisen tärkeää, kun halutaan viestin välittyvän myös puna-vihersokeille katsojille. Infografiikka, jonka laatimisessa on huomioitu myös poikkeavan värinäön omaavia, on todennäköisesti selkeämpää myös normaalinäköisille ja siten hyvää suunnittelua.</p> <p>Työssä käsitellään puna-vihersokeuden huomioimista infografiikassa, mutta esitettäviä ohjeita voidaan hyödyntää muillakin graafisen suunnittelun alueilla. Ohjeet ovat suuntaa-antavia, sillä ihmisen värinäkö ja puna-vihersokeus ovat kuitenkin hyvin subjektiivisia kokemuksia.</p>	
Avainsanat	Puna-vihersokeus, infografiikka, graafinen suunnittelu

Author(s) Title	Anniina Nieminen Designing information graphics with the red-green color blind in mind
Number of Pages Date	57 pages + 2 appendices 11 November 2020
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Media
Specialisation option	Graphic Design
Instructor(s)	Jaakko Ruuttunen, Senior Lecturer
<p>The main objective of the final project was to study designing information graphics while paying attention to red-green color blindness. The goal was to gain a better understanding on the subject and offer some advice on how to design information graphics while taking red-green color blindness into account. Qualitative research methods were used in the study.</p> <p>Red-green color blindness is the most common type of color vision deficiency. This is one of the reasons why information graphics should be designed in a way that is accessible to the red-green blinds and not only those with normal color vision. The findings of the study speak for the importance of considering the red-green blinds in the design of information graphics, as it is a crucial part of designing good information graphics. The message of an information graphic is to be portrayed as clearly and unambiguously as possible, which is why the colors used in the graphic should be easily discriminated. Color discrimination plays a crucial role in designing for the red-green blinds as well. Instead of avoiding only certain shades and colors, one should pay attention to the contrast between the colors. If the colors are too similar in contrast, they might be impossible for a red-green blind person to tell apart, thus resulting in missing out on the portrayed information. It is suggested in the study that if a design has been created with the deficiency in mind, it is very likely to be more understandable to those with normal color vision as well.</p> <p>First, the thesis describes how the human color perception works and explains what color vision deficiencies are with a focus on red-green color blindness. Second, problems caused by red-green color blindness are explained, followed by a brief introduction on the directive on accessibility by the European Union. Next, information graphics with a focus on color are discussed, as well as the aspects to consider when designing with the red-green color blinds in mind. After that, the thesis explains the most commonly used color systems. Lastly, some guidelines on designing information graphics considering red-green color blindness are introduced.</p> <p>Even though the final project focused on creating information graphics while taking red-green color blindness into account, the presented guidelines can be applied to other forms of graphic design as well. The guidelines are not absolute, since human color vision and vision deficiencies in general are very subjective.</p>	
Keywords	Red-green color blindness, information graphics, graphic design

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Värien havaitseminen	3
2.1	Värinäön poikkeamat	6
2.2	Puna-vihersokeus	7
3	Puna-vihersokeuden haasteet	10
4	EU:n saavutettavuusdirektiivi	12
5	Infografiikka	13
5.1	Hyvä infografiikka	15
5.2	Infografiikan värit	16
5.3	Infografiikka puna-vihersokeille	21
6	Värijärjestelmät	27
6.1	Munsell	29
6.2	NCS	32
6.3	CIE 1931	34
6.4	CIELAB ja CIELUV	37
6.5	CMYK ja RGB	40
6.6	Parhaiten toisistaan erottuvat värit	44
7	Ohjeet	46
8	Yhteenveto	50
	Lähteet	53
	Kuvalähteet	55
	Liitteet	
	Liite 1. Informaatiograafinen ohjeistustiivistelmä, sivu 1	
	Liite 2. Informaatiograafinen ohjeistustiivistelmä, sivu 2	



## 1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee puna-vihersokeuden huomioimista infografiikassa. Värit ja niiden eri yhdistelmien valinta ovat tärkeä osa graafista visuaalisen sisällön tuotantoa. Värejä valitessaan moni suunnittelija ei tule ajatelleeksi, etteivät tuotoksessa näkyvät värit ja väriyhdistelmät näy samanlaisina kaikille. Jotkin suunnittelussa tehdyt valinnat voivat aiheuttaa ongelmia henkilöille, joilla on heikentynyt värinäkö. Etenkin punaisen ja vihreän eri sävyt voidaan kokea vaikeaksi erottaa toisistaan, kuten myös sellaiset sävyt, joilla on samankaltainen valööri. Useimmiten värisokeus vaikuttaa kuitenkin vain muutaman sävyn sijaan koko värispektriin (Color Blind Essentials 2013, 5, 11).

Miksi graafisen suunnittelijan olisi sitten hyvä tietää puna-vihersokeudesta? Tutkimusten mukaan maailmanlaajuisesti noin 8 % miehistä ja 0,5 % naisista on värisokeita, mikä tarkoittaa, että noin joka kahdeskymmenes esimerkiksi minkä tahansa visuaalisen esityksen katsojasta on värisokea. Ylivoimaisesti suurimmalla osalla värisokeista on puna-vihersokeus. (Color Blind Essentials 2013, 8, 13–14.) Infografiikan tärkein tehtävä on välittää tietoa mahdollisimman selkeästi, mikä ei onnistu, jos puna-vihersokea katsoja ei pysty ymmärtämään infografiikan viestiä sen huolimattomien värivalintojen vuoksi. Työn tavoitteena onkin selvittää, mitä puna-vihersokeus oikeastaan on ja mitä asioita graafisen suunnittelijan olisi hyvä huomioida infografiikan suunnittelussa puna-vihersokeuden näkökulmasta. Opinnäytetyöni on lähdekirjallisuuteen pohjaava katsaus, jonka yhtenä tuloksena on informaatiograafinen ohjeistustiivistelmä.

Työ on rajattu puna-vihersokeuteen sen edellä mainitun yleisyyden vuoksi. Muut värisokeuden muodot ovat erittäin harvinaisia (Color Blind Essentials 2013, 10–11), minkä vuoksi en koe tarpeelliseksi tarkastella niitä laajemmin työssäni. Infografiikkaa käsittelemällä yleisellä tasolla, sillä lähdekirjallisuuteen tutustuessani tulin huomanneeksi, että infografiikasta on monia erilaisia käsityksiä. Näiden eri käsitysten jaottelun sijaan tarkastelen infografiikkaa suurpiirteisesti, enkä pyri esimerkiksi esittelemään alan laajityyppejä. Infografiikan suunnittelussa keskityn lähinnä puna-vihersokeuden kannalta oleellisiin asioihin, kuten värinkäyttöön. Työssäni käydään läpi erilaisia suunnittelussa puna-vihersokeille huomioitavia asioita, joita voi infografiikan lisäksi soveltaa muihinkin graafisen suunnittelun alueisiin.

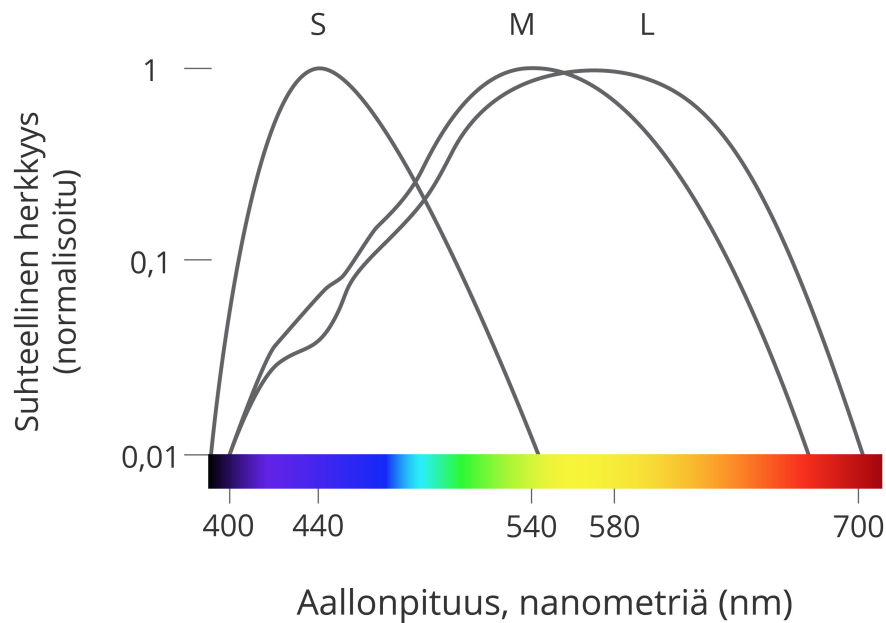
Olen aina ollut kiinnostunut väreistä ja siitä, kuinka ne vaikuttavat toisiinsa. Opinnäytetyöni aihetta pohtiessani halusinkin aiheen liittyvän väriin jollain tapaa. On mielenkiintoista, kuinka itsestään selvänä pidämme väriä ja kykyä nähdä sitä, vaikka kyseessä on hyvin subjektiivinen kokemus. Graafisessa suunnittelussa värien käyttö liittyy vahvasti esteettisyyden lisäksi saavutettavuuteen. Mielestäni suunnittelun ja värinkäytön saavutettavuudesta on kuitenkin yllättävän vähän keskustelua. Esimerkiksi monissa lukemistani lähdekirjoissa visuaalisen suunnittelun värinkäytöstä puhuttaessa värisokeus mainitaan omana pienenä alahuomautuksenaan tai useimmiten se jätetään kokonaan pois. Väriteorioista ja värijärjestelmistä löytyy monenlaisia tutkielmia, mutta suunnittelun värinkäytöstä värisokeuden ja saavutettavuuden näkökulmasta on kirjoitettu erittäin vähän, jos ollenkaan. Graafisessa suunnittelussa ja infografiikassa puhutaan usein tiedon esittämisestä mahdollisimman selkeästi, minkä vuoksi minusta on hieman erikoista, että värisokeus useimmiten unohdetaan näissä keskusteluissa. Siksi pyrin tässä työssä selvittämään erilaisia asioita, joiden ottaminen huomioon infografiikan suunnittelussa ei jättäisi puna-vihersokeita katsojia tiedon vaivattoman ymmärtämisen ulkopuolelle.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä puna-vihersokeus on ja mitä asioita graafisen suunnittelijan olisi hyvä huomioida infografiikan suunnittelussa puna-vihersokeuden näkökulmasta. Haluan myös itse oppia aiheesta lisää, jotta ymmärtäisin puna-vihersokeutta paremmin ja pystyisin ottamaan sen huomioon omassa töissäni. Tarkoitukseni on kertoa puna-vihersokeudesta ja sen huomioimisesta visuaalisessa suunnittelussa suunta-antavasti ja kenties kannustaa tämän työn lukijaa itsekkin perehtymään aiheeseen syvemmin. Työ on tarkoitettu lähinnä graafisen suunnittelun opiskelijoille ja tekijöille sekä aiheesta kiinnostuneille.

## 2 Värien havaitseminen

Ihmissilmä on muodoltaan kuin hieman litistetty pallo, jonka takaosaa peittää valoherkkä verkkokalvo. Verkkokalvolla on kahdentyyppisiä valoa aistivia soluja, joita kutsutaan sauva- ja tappisoluiksi. Sauvasolut reagoivat silmään saapuvan valon määrään, ja ne aktivoituvat erityisesti hämärässä ja pimeässä. Sauvasoluja on tappisoluihin verrattuna varsin paljon, noin 120 miljoonaa. Tappisoluja puolestaan on vain noin 6 miljoonaa, ja niiden avulla havaitsemme päivänvalossa valon määrän lisäksi sen aallonpituuksia, eli niiden avulla kykenemme näkemään värejä. (Kernell 2016, 103–106.)

Tappisoluja on kolmenlaisia, ja niistä jokainen reagoi valon eri aallonpituuksiin. Tappisolujen tyypit on nimetty sen mukaan, mille aallonpituuksille ne ovat herkimpiä. Valon pitkiin aallonpituuksiin reagoivat solut ovat L-tyypin (engl. long) tappisoluja ja lyhyille aallonpituuksille herkimät solut ovat tyyppiä S (engl. short). Näiden kahden tappisolutyypin havaitsemien aallonpituuksien niin sanotusti väliin jääviä arvoja aistivat M-tyypin (engl. middle) solut. Aikaisemmin näihin erilaisiin tappisolutyyppeihin viitattiin myös värein: ne jaettiin ryhmiin sen perusteella, aistivatko ne punaista, vihreää vai sinistä. Väreihin perustuva nimeämistapa on kuitenkin hieman harhaanjohtava, sillä eri kategorioiden solut havaitsevat paljon laajemman värispektrin alueen kuin minkä vain yksi värisävy kattaa, kuten kuvioista 1 voi huomata. (Kernell 2016, 107–109.) Värinäköemme muodostuu niiden kolmen erityyppisen tappisolun antamasta informaatiosta (Color Blind Essentials 2013, 9–10).



Kuvio 1. Ihmissilmän kolmen eri tappisolutyypin (S, M, L) havaitsemat valon aallonpituudet. Arnkilin (2008, 39) kuvion pohjalta muokattu.

Silmiemme verkkokalvoilta tieto siitä, mitä näemme, siirtyy aivoihin. Aivojen takaosassa sijaitsevat primäärinen näköaivokuoren alueet, jotka lajittelevat ja käsittelevät näköaistitietoja. (Arnkil 2008, 43–44.) Värin suhteen signaalit muuntuvat niin sanotuiksi opponentivärisignaaleiksi, jotka jakautuvat vastakkaisiksi signaalipareiksi punainen/vihreä ja sininen/keltainen. Tästä syystä emme pysty havaitsemaan samassa värisä sekä punaista että vihreää tai sekä sinistä että keltaista. (Arnkil 2008, 44; Johnson 2010, 54–55.)

Ihmisen näköaisti on kehittynyt huomaamaan eroja ja kontrastia valossa ja värisä sen sijaan, että näkisimme absoluuttista väriä tai valoa. Kykyä havaita eroja kutsutaan värikonstanssiksi eli värin pysyvyysilmiöksi. Ihmisen esi-isät pystyivät sen avulla tunnistamaan esimerkiksi leopardin tiheikössä samaksi vaaralliseksi eläimeksi vuorokaudenajasta ja valotilanteesta riippumatta. (Johnson 2010, 55.) Värikonstanssi liittyy vahvasti myös simultaanikontrastina tunnettuun ilmiöön, jonka seurauksena lähekkäin asetellut värit vaikuttavat toisiinsa. Väri voi näyttää joko tummemmalta tai vaaleammalta riippuen siitä, onko se tummien vai vaaleiden värien ympäröimä. Muut värit voivat vaikuttaa myös havaittavan värin sävyyn ja joskus jopa kylläisyyteen. Simultaanikontrastin tarkoitus on ollut helpottaa samankaltaisten värien erottamista toisistaan, jotta esimerkiksi hedelmien erottaminen puun lehdistä onnistuisi paremmin. Visuaalisessa suunnittelussa

ilmiö aiheuttaa kuitenkin päänvaivaa, minkä vuoksi se kannattaisi huomioida väripalet-teja suunnitellessa. Simultaanikontrastin vaikutusta havainnollistavat hyvin taidemaalari ja väriteoreetikko Josef Albersin luomat harjoitteet, joiden tarkoituksena on selvittää värien vaikutusta toisiinsa. Harjoituksissa saatetaan esimerkiksi yrittää havainnollistaa, kuinka sama väri saadaan näyttämään kahdelta eri väriltä tai kaksi eri väriä samalta vä-riltä joidenkin toisten värien avulla. Kuviossa 2 on yksi Albersin tehtävistä, jossa kaksi samanväristä neliötä on saatu niitä ympäröivien värien avulla näyttämään erivärisiltä. (Koponen, Hildén & Vapaasalo 2016, 105–107.)



Kuvio 2. Josef Albersin harjoitteet havainnollistavat hyvin simultaanikontrastin vaikutuksen värien sävyn ja valoisuuden näkemiseen (Koponen ym. 2016, 105–107).

Värien näkeminen on siis muutakin kuin vain silmän toimintaa. Värien näkeminen on meille niin luonnollista, että sitä ei varsinaisesti ajatella sen kummoisempänä kyknä, minkä vuoksi onkin yllättävää, kuinka monimutkaisesta silmän ja aivojen vuorovaikutuksesta itse asiassa on kyse. Koska näköhavainnon muodostuminen on niin monipolvinen prosessi, ei voida olla täysin varmoja, johtuvatko esimerkiksi värinäön heikkoudet kaikissa tapauksissa yksinomaan poikkeamista verkkokalvossa, aivojen toiminnassa tai kenties molemmissa (Arnkil 2008, 33, 51).

## 2.1 Värinäön poikkeamat

Kun puhutaan värisokeudesta, tarkoitetaan yleensä tosiasiasa värinäön poikkeamia. Todellisuudessa värisokea ihminen ei varsinaisesti ole millään tavoin sokea, vaan näkee siinä missä muutkin: vaikeuksia voi olla lähinnä esimerkiksi tietyn väristen esineiden tai kuvioiden erottamisessa tietyn värisistä taustoista. Vain harva värisokeaksi luokiteltu ihminen ei pysty näkemään värejä, vaan ainoastaan tummuus-vaaleuseroja. Tällöin kyseessä on aivoperäinen värisokeus eli kortikaalinen akromatopsia, joka on kuitenkin erittäin harvinainen. (Arnkil 2008, 48–50; Kernell 2016, 135.)

Tutkimusten mukaan maailmanlaajuisesti noin 8 % miehistä ja 0,5 % naisista on värisokeita (Color Blind Essentials 2013, 8). Suurin osa värinäön poikkeamista on perinnöllisiä ja näin ollen synnynnäisiä. Syy siihen, miksi poikkeamat punaisen ja vihreän erottamisessa ovat paljon yleisempiä miehillä kuin naisilla, on se, että niitä aiheuttaa sukupuolisidonnainen X-kromosomihäiriö. (Arnkil 2008, 50; Kernell 141–143.) Miehillä X-kromosomeja on vain yksi, joten värisokeuden poikkeama periytyy yleensä isoisältä pojanpojalle ja äiti toimii poikkeaman kantajana (Color Blind Essentials 2013, 6–7). Perinnöllisesti punavihersokea on noin joka neljästoista länsimainen mies (Arnkil 2008, 50). Harvinaisimmat värinäön heikkoudet, kuten sini-keltävärisokeus, eivät periydy sukupuolisidonnaisesti (Kernell 2016, 141, 167–168). Värinäön heikkoutta voivat aiheuttaa myös eiperinnölliset tekijät, kuten silmäsairaudet, diabetes tai erilaiset vammat (Arnkil 2008, 50).

Värinäön poikkeamat voidaan jakaa kolmeen eri pääryhmään, jotka perustuvat siihen, kuinka moni tappisolutyyppejä toimii vajavaisesti. Eri tappisolutyyppejä käsiteltiin aikaisemmin tässä luvussa. Värinäön poikkeamien pääryhmät ovat trikromaattinen, dikromaattinen ja monokromaattinen värisokeus. Trikromaattisessa värisokeudessa kaikki kolme solutyyppejä ovat olemassa, mutta yhden tai useamman toiminta on puutteellista. Dikromaatikolla on vain kaksi solutyyppejä ja yksi tappisolutyyppejä puuttuu tai ei toimi ollenkaan. Monokromaatikolla puolestaan toimivia tappisolutyyppejä on vain yksi tai ei yhtään. (Arnkil 2008, 50–51.) Värisokeista miehistä suurin osa on trikromaatikkoja ja toiseksi suurin osa dikromaatikkoja (Mollon 1995, 136).

Trikromaattinen ja dikromaattinen värisokeus voidaan jakaa edelleen kolmeen ryhmään sen mukaan, mikä tappisolutyyppejä on vajavainen tai tyystin toimimaton (taulukko 1). Jos vajavainen tai toimimaton tappisoluu on tyypin L solu, joka aistii valon pitkiä aallonpituuksia, on kyseessä protanomaly tai protanopia eli punaheikkous tai punasokeus. Ihmisellä

deuteranomaly tai deuteranopia eli viherheikkous tai vihersokeus puolestaan ilmenee silloin, jos M-tyyppin tappisolun puuttuu tai sen toiminta on heikkoa. Kolmesta ryhmästä harvinaisin tritanomaly tai tritanopia eli siniheikkous tai sini-keltavärisokeus johtuu puolestaan siitä, että toimimaton tai tyystin puuttuva tappisolun on valon lyhyitä aallonpituuksia aistiva S-tyyppin solu. (Kernell 2016, 138–141, 167–168; Color Blind Essentials 2013, 6, 9–12.)

Taulukko 1. Taulukko värisokeuden eri tyypeistä ja niiden yleisyydestä miehillä sekä naisilla (mukaillen Color Blind Essentials 2013, 10).

Värisokeuden tyyppi	Nimitys	Puutteellinen tappisolun	Yleisyys miehillä (%)	Yleisyys naisilla (%)
Monokromaattinen	Täydellinen värisokeus	Mitkä tahansa, vähintään 2	0,00003	
Dikromaattinen	Punasokeus	L-solun puuttuu tai ei toimi	1,01	0,02
	Vihersokeus	M-solun puuttuu tai ei toimi	1,27	0,01
	Sini-keltavärisokeus	S-solun puuttuu tai ei toimi	0,0001	
Triokromaattinen	Punaheikkous	L-solun toiminta heikkoa	1,08	0,03
	Viherheikkous	M-solun toiminta heikkoa	4,63	0,36
	Siniheikkous	S-solun toiminta heikkoa	0,0002	

Ero esimerkiksi punaheikkouden ja punasokeuden välillä on se, että punaheikoilla tyyppin L tappisolun toiminta on heikkoa, kun taas punasokeilla solu on joko täysin toimimaton tai se puuttuu kokonaan. Värisokeus-termi on kuitenkin niin yleistynyt, että sillä viitataan sekä värinäön heikkouksiin että varsinaiseen värisokeuteen. Esimerkiksi punasokeutta, punaheikkoutta, vihersokeutta ja viherheikkoutta kutsutaan yleisesti termillä puna-vihersokeus. Vaikka värisokeuksien eri muodot johtuvat suurimmassa osassa tapauksia tiettytyyppisten väriä havaitsevien solujen puutteellisuuksista, ei se kuitenkaan tarkoita, että esimerkiksi punasokea ihminen ei pystyisi näkemään ainoastaan punaista. Tiettyjen värien tai sävyjen sijaan värinäön heikkoudet vaikuttavat koko värispektriin. Esimerkiksi punasokean ihmisen on useimmiten vaikea erottaa violettiä sinisestä tai oranssia vihreästä. (Color Blind Essentials 2013, 6, 9–12.)

## 2.2 Puna-vihersokeus

Kun puhutaan puna-vihersokeudesta, sillä tarkoitetaan oikeastaan neljää eri värinäön poikkeamaa, puna- ja viherheikkoutta sekä puna- ja vihersokeutta. Kuten aiemmin tässä luvussa kerroin, punaheikkous on punasokeuden lievempi muoto ja viherheikkous samoin vihersokeuden lievempi aste. Nämä eri värisokeuden muodot liitetään yhteen siksi,

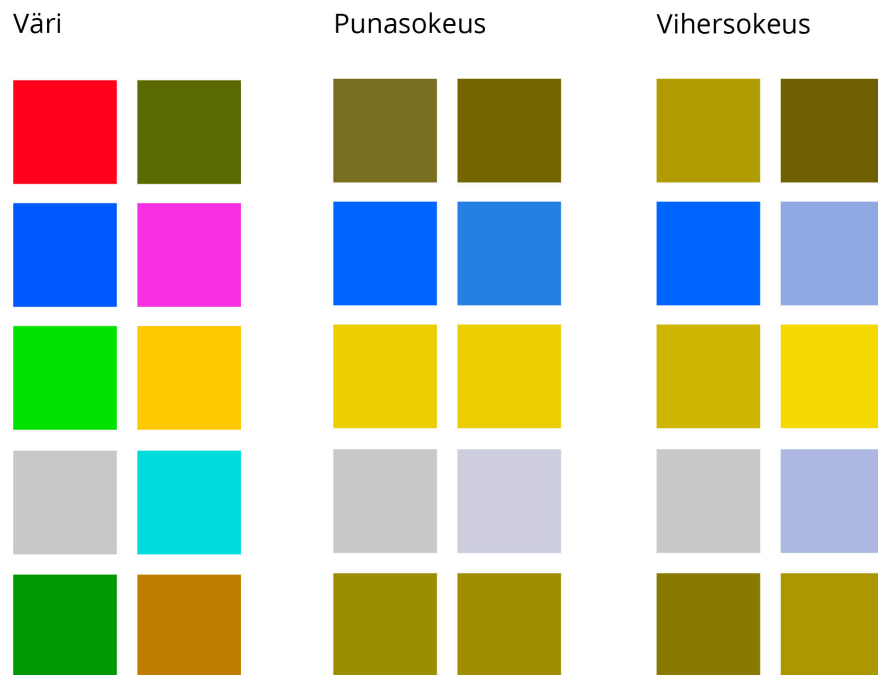
että ne ovat hyvin samanlaisia. Poikkeamiin liittyy samoja värejä, joita on vaikea erottaa toisistaan: punainen, oranssi, keltainen, vihreä ja ruskea. Ne myös sijaitsevat miltei samassa kohtaa X-kromosomia. Yli 99 prosentilla värisokeista on joko puna- tai vihersokeus tai puna- tai viherheikkous, mikä tekee niistä ylivoimaisesti yleisimmät värinäön poikkeamien muodot. (Color Blind Essentials 2013, 13–14.) Seuraavassa kuvassa (kuvio 3) on valokuva väriliiduista normaalinäköisen silmin, ja sen vieressä samaan valokuvaan on laitettu viher- ja punasokeutta simuloivat efektit. Efektit havainnollistavat värinäön poikkeamia suuntaa-antavasti, joten ne eivät välttämättä vastaa täysin viher- tai punasokeiden näkemää värimaailmaa poikkeamien yksilöllisyydestä johtuen.



Kuvio 3. Valokuva väriliiduista ensin normaalinäköisen silmin, sitten vihersokeutta simuloivan efektin vaikutuksen alaisena, ja viimeisenä punasokeutta simuloivan efektin vaikutuksen alaisena (Colblindor 2006–2018).

Puna- ja vihersokeuksilla on myös suuresta samankaltaisuudesta huolimatta joitain eroavaisuuksia. Henkilö, jolla on punasokeus, näkee punaisen värin paljon tummempana kuin henkilö, jolla on vihersokeus. Tämän piirteen lisäksi myös violetin ja sinisen erottamisessa on eroja: punasokea havaitsee paljonkin punaisemmat violetin sävyt sininä kuin vihersokea henkilö. Kuviossa 4 on viisi punasokean henkilön kokoamaa väriparia, jotka ovat hänelle erityisen vaikeita erottaa toisistaan. Kuviosta huomaa, että nämä väriparit näyttävät punasokealle samalta väritä, mutta vihersokealle niiden toisistaan erottaminen on hieman helpompaa. (Color Blind Essentials 2013, 15–16.)





Kuvio 4. Punasokean henkilön kokoama joukko väripareja, jotka ovat hänelle erityisen hankalia erottaa toisistaan. Vihersokealle näiden värien erottaminen on hieman helpompaa. Color Blind Essentials –e-kirjan (2013, 15) kuvion pohjalta muokattu.

Kuten aiemmin olen tässä luvussa maininnut, suurin osa värisokeuksista ja näin ollen puna-vihersokeuksista on perinnöllisiä sekä trikromaattisia tai dikromaattisia. Rajoite on myös varsin yksilöllinen, sillä puna-vihersokeuden vaikeusaste voi vaihdella erittäin lievästä vaikeaan (Color Blind Essentials 2013, 15–16). Normaalinäköinen pystyy erottamaan noin kolme miljoonaa eri väriä, jos otetaan huomioon kaikki mahdolliset valoisuuden, sävyn ja kylläisyyden asteet. Näkyvän valon spektriltä puolestaan normaalinäköinen kykenee erottamaan noin 150 eri sävyä. Tällöin mitataan ihmisen havaitsemia valon aallonpituuksia ja eri sävyt mitataan pienimmistä mahdollisista aallonpituuksien muutoksista. (Birch 1993, 25–33.) Vihersokealle dikromaatikolle sävyjen lukumäärä näkyvän valon spektriltä on noin 31. Punasokea dikromaatti puolestaan erottaa vain noin 21 värispektrin sävyä. Värien näkeminen on kuitenkin hyvin yksilöllistä, ja monet puna- ja vihersokeat dikromaatit kokevat näkevänsä paljon laajemman kirjon värejä. Useimmiten kyse on kuitenkin värin kylläisyydestä tai vaaleudesta eikä sävystä. Sävyn lisäksi kylläisyys ja vaaleus ovat kuitenkin tärkeitä värin ominaisuuksia, joten punasokean dikromaatinkin

maailma voi olla kapeasta värispektristä huolimatta hyvinkin värikylläinen. (Kernell 2016, 145.) Hän vain näkee värit eri tavalla kuin valtaväestö.

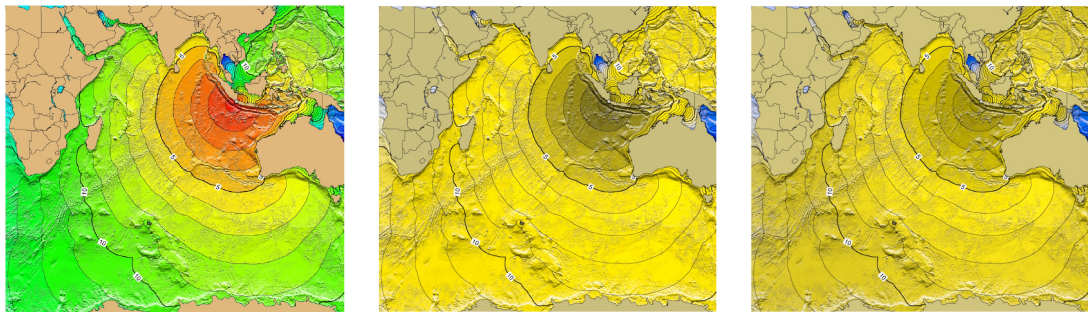
### 3 Puna-vihersokeuden haasteet

Kuten aikaisemmin olen maininnut, puna-vihersokeuden aste vaihtelee yksilöllisesti, ja käytännössä mikä tahansa muoto on mahdollinen. Lievimässä tapauksessa henkilö kykenee erottamaan kaikki normaalissa elämässä kohtaamansa värit, mutta vaikeuksia saattaa ilmetä haaleiden pastellisävyjen kohdalla. Vuonna 1989 Stewardin ja Colen suorittama tutkimus selvitti, kuinka moni puna-vihersokea kohtaa vaikeuksia jokapäiväisessä elämässään poikkeavan värinäkönsä vuoksi. Tilanteesta riippuen vaikeuksia kertoi kohtaavansa 27–86 % dikromaatikoista ja 11–66 % trikromaatikoista. Prosenttien suuri vaihtelevuus vain kertoo puna-vihersokeuden monimuotoisuudesta. Huomioitavaa tutkimukseen osallistuneista on myös se, että yllättävän moni heistä ei ollut ennen testiin osallistumistaan tietoinen värisokeudestaan. (Kernell 2016, 144–155.)

Puna-vihersokeiden arkielämässä kohtaamat ongelmat liittyvät pääosin hämmentäviin ja turhauttaviin tilanteisiin tai vaikeuksiin sekä työelämässä että sen ulkopuolella. Myös jotkin lailliset rajoitteet liittyen sellaisiin ammatteihin ja aktiviteetteihin, joissa värinäön poikkeama voisi aiheuttaa vakavia vaaratilanteita, tuovat jonkin verran esteitä. (Kernell 2016, 152–153.) Useimmille puna-vihersokeista on hankalaa tunnistaa hedelmien kypsyyttä, minkä vuoksi esimerkiksi kypsien omenien tai mansikoiden poiminta ei onnistu ongelmitta. Kokatessa joidenkin on vaikea erottaa, milloin liha on valmis syötäväksi. Valitessaan vaatteita monet kokevat tarpeelliseksi kysyä neuvoa muilta. (Birch 1993, 176–177.) Edellä mainitut arkielämän pulmatilanteet ovat selvitettävissä esimerkiksi väristä riippumattomien apukeinojen voimin, jonkun toisen henkilön avulla, tai vaikeaksi koettujen tilanteiden välttelyllä. Pulmista selviytymisestä kertoo juuri se, kuinka moni synnynnäisesti puna-vihersokea on vielä aikuisiällä tietämätön rajoitteestaan. (Kernell 2016, 153–154.)

Suurimmat puna-vihersokeiden arkielämässään kohtaamat ongelmat liittyvät kuitenkin informaation esittämiseen. Yleensä punaista suositaan näyttämään vaaraa tai virhettä ja vihreää osoittamaan turvallisuutta ja sitä, että jokin on oikein. Lienee kuitenkin varsin selvää, että puna-vihersokealle näiden kahden värin erottaminen toisistaan on vaikeaa. (Kernell 2016, 154.) Kartoissa käytetään usein monia eri värejä erottamaan alueita toi-

sistaan ja selkeyttämään informaatiota. Harmaa tai oranssi kuvaa kaupunkialueita, vihreä metsää, ja korkeuseroja merenpinnan yläpuolella osoittavat useimmiten värikoodit vihreä-keltainen-punainen. Kaikki edellä mainituista väreistä ja väriyhdistelmistä ovat kuitenkin puna-vihersokeuden rajoittamalle henkilölle hankalia tunnistaa, ellei värien välillä ole myös kontrastieroja. (Birch 1993, 177.) Esimerkiksi Krakatau-tulivuoren purkauksen vuonna 1883 Sundansalmessa Indonesiassa aiheuttaman tsunamin etenemistä kuvaavan tietokonemallinnuksen väriasteikkoon on valittu puna-vihersokeille vaikeuksia tuottavia värejä (kuvio 5). Etenkin tietokonemallinnuksen keltainen ja vihreä sävy ovat niin lähellä toisiaan, että puna-vihersokealle ne näyttäytyvät samana värinä. Punaisen intensiteetti on myös huomattavasti hailakampi vihersokean silmin. Mallinnuksen väriasteikon värien välinen kontrasti ei ole tarpeeksi suuri, minkä vuoksi puna-vihersokealta katsojalta osa mallinnuksen informaatiosta menee täysin ohi. Karttojen ymmärtämiseen meneekin puna-vihersokealla keskimäärin kaksi kertaa kauemmin kuin henkilöllä, jonka värinäössä ei ole poikkeamia (Birch 1993, 177).



Kuvio 5. Tietokonemallinnus Krakatau-tulivuoren purkauksen vuonna 1883 Sundansalmessa Indonesiassa aiheuttaman tuhoisan tsunamin etenemisestä. Vasemmalla on alkuperäinen kuva, keskimmaisessä kuvassa on punasokeutta simuloiva efekti ja oikeanpuolimmaisessa vihersokeutta simuloiva efekti. Mallinnuksen väriasteikkoon valittujen värien välillä ei ole tarpeeksi kontrastia, minkä vuoksi puna-vihersokeiden on hankala tulkitä sitä. (NOAA.)

Edellisessä luvussa kerroin, että vihersokeat erottavat violetin sävyt toisistaan paremmin ja punasokeat näkevät monet punertavatkin violetin sävyt sinisinä. Totesin myös, että sekä puna- että vihersokeille vaikeuksia tuottavat värit ovat punainen, oranssi, keltainen, vihreä ja ruskea. Joissain kylteissä ja laitteissa saattaa olla tummanpunaista tekstiä tai numeroita mustalla taustalla, mikä on ongelmallista punasokeille. Punasokea nimittäin havaitsee myös punaisen sävyt varsin tummina, mistä syystä mustan ja tummanpunai-

sen erottaminen tuottaa hankaluuksia. Sinivihreät sävyt näyttäytyvät sekä puna- että vihersokeille varsin heikkoina ja harmahtavina. (Kernell 2016, 150–151, 154.) Myös valkoinen ja vaaleanvihreä on vaikeasti erotettava väripari (Johnson 2010, 62).

#### 4 EU:n saavutettavuusdirektiivi

Suomessa astui voimaan 1.4.2019 laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta, jonka pohjana toimii vuonna 2016 hyväksytty EU:n saavutettavuusdirektiivi. Sen tavoitteena on yhdenmukaistaa Euroopan unionin jäsenmaiden lakeja, asetuksia ja hallinnollisia määräyksiä mitä tulee julkisen sektorin elinten verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuusvaatimuksiin. Direktiivin tarkoitus on parantaa verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuutta erityisesti vammaisten käyttäjien parissa, jotta kaikilla olisi yhtäläiset mahdollisuudet digitaalisessa yhteiskunnassa. Digitaalisia palveluja on myös tarkoitus kehittää, jotta niiden taso ja laatu nousisi. (Valtiovarainministeriö; Direktiivi 2016/2102/EU.)

Viranomaisten ja julkisen hallinnon palveluiden digitalisoinnissa saavutettavuus on hyvin tärkeää, sillä se edistää tasa-arvoa. Saavutettavuusdirektiivissä mainitaan neljä saavutettavuuden periaatetta: havaittavuus, hallittavuus, ymmärrettävyys ja toimintavarmuus. Nämä periaatteet tarkoittavat lyhyesti sitä, että kenen tahansa on kyettävä käyttämään verkkosivuja, mobiilisovelluksia ja muita digitaalisia palveluja ja myös ymmärtämään niiden sisältämää tietoa. Verkkosivustojen ja mobiilisovellusten suunnittelussa on siis otettava huomioon monia käytettävyyteen ja saavutettavuuteen liittyviä asioita, kuten esimerkiksi se, että käyttöliittymän toimintaa pystyy helposti kuka tahansa ymmärtämään ja että sitä voidaan tulkita erilaisten avustavien teknologioiden avulla luotettavasti. (Valtiovarainministeriö; Direktiivi 2016/2102/EU.)

Puna-vihersokeuden kannalta tämä tarkoittaa, että verkko- ja mobiilipalvelujen on oltava tarpeeksi havaittavia, jotta myös poikkeavan värinäön omaavat pystyisivät niitä käyttämään. Kuva- ja videomateriaalissa pitäisi ottaa saavutettavuusvaatimukset huomioon. Direktiivi koskee lähinnä julkisen sektorin verkko- ja mobiilipalveluja, mutta siinä suositellaan jäsenvaltioiden kannustavan myös muita yleisölle avoimia tai yleisölle tiloja ja palveluja tarjoavia verkko- ja mobiilipalveluja ottamaan käyttöön saavutettavuusdirektiivissä esiteltyjä toimenpiteitä. (Direktiivi 2016/2102/EU.)

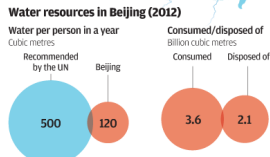
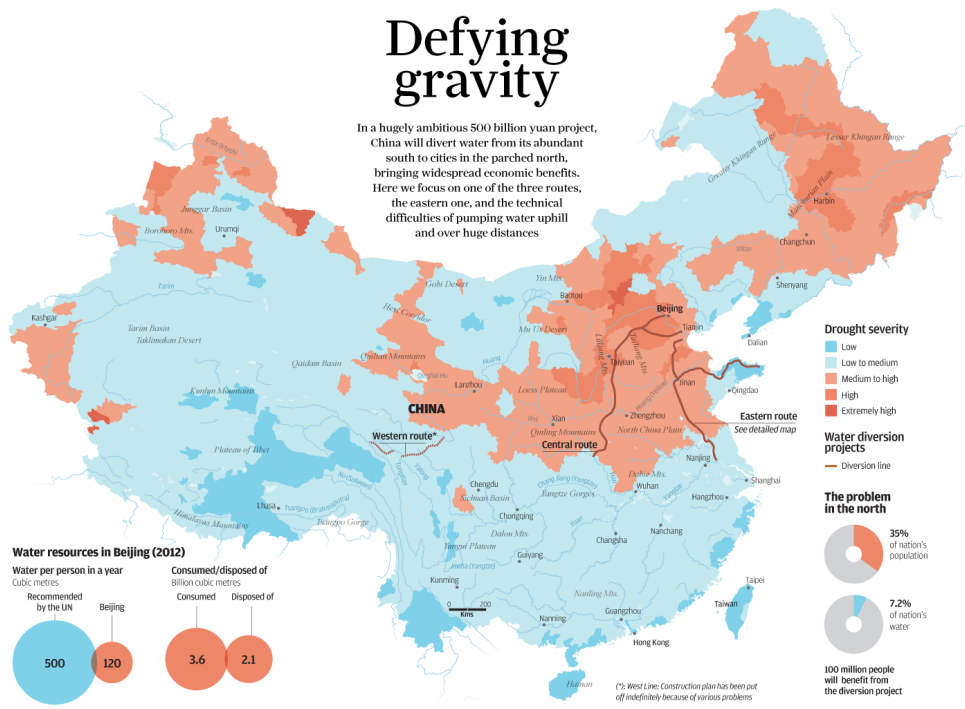
Jo ennen EU:n saavutettavuusdirektiivin laatimista on verkkosivujen värisuunnitteluun ollut suosituksia, jotta eriasteisesti näkörajoitteisilla olisi myös mahdollisuus käyttää verkkosisältöjä. Yleensä erilaisten käyttäjäryhmien huomioiminen edistää myös sivuston yleistä käytettävyyttä. Värisokeuden eri muodot on otettu huomioon etenkin määräyksissä ja standardeissa, jotka liittyvät turvamerkintöihin ja opasteisiin. (Arnkil 2008, 51–52.)

## 5 Infografiikka

Infografiikka on yhden tai useamman viestin välittämiseen tarkoitettu moniosainen visuaalinen tiedon esitys (Cairo 2016). Se on selittävää grafiikkaa, jonka tärkein tehtävä on välittää tietoa ihmiseltä toiselle (Koponen ym. 2016, 20–21). Infografiikat koostuvat tilastografiikasta, kartoista, kuvituksista ja grafiikan sisältämää tietoa selittävästä tekstistä (kuvio 6). Infografiikoissa voidaan käyttää ääntä tekstin sijaan selventämään grafiikan viestiä. (Cairo 2016.)

# Defying gravity

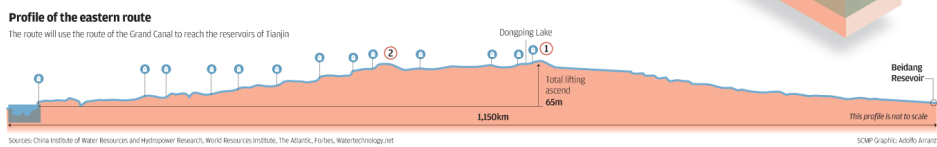
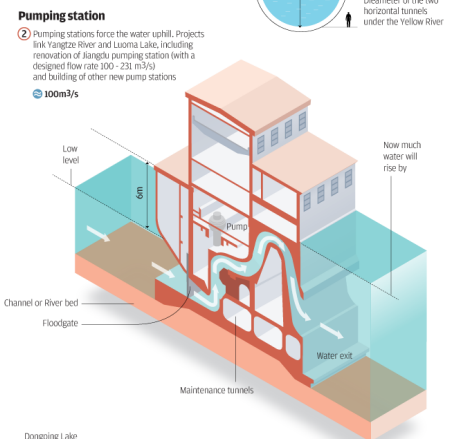
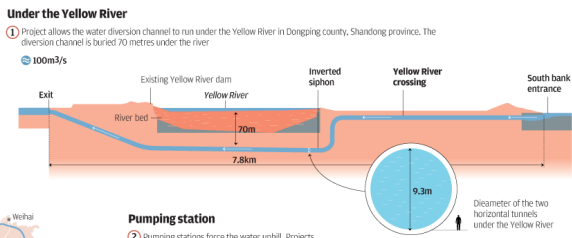
In a hugely ambitious 500 billion yuan project, China will divert water from its abundant south to cities in the parched north, bringing widespread economic benefits. Here we focus on one of the three routes, the eastern one, and the technical difficulties of pumping water uphill and over huge distances



**Volume to be diverted per year by 2050** billion cubic metres

East line	Middle line	West line
15	13	17

**The project's eastern route in detail**



Kuvio 6. Infografiikat muodostuvat tilastografiikasta, kartoista, kuvituksista ja grafiikan sisältä-mää tietoa selittävästä tekstistä (South China Morning Post 2014).

Infografiikoita käytetään yleensä numerotietojen tai sellaisiksi helposti sovitettavien tietojen esittämiseen. Infografiikan avulla onnistuu myös laadullisen tiedon, kuten tapahtumaketjujen ja toimintaperiaatteiden, kuvaaminen. (Koponen ym. 2016, 20–21.) Infografiikat voivat olla staattisia, liikkuvia eli animoituja tai interaktiivisia. Sekä staattinen että liikkuva infografiikka voi olla myös interaktiivista. (Lankow, Ritchie & Crooks 2012, 59.) Infografiikan suunnittelija usein poimii viestin tai viestien välittymisen kannalta tärkeimmät osat kokoamastaan tiedosta esitykseensä sen sijaan, että kaikki hänen keräämänsä tieto olisi näkyvillä grafiikassa. Joskus infografiikat on järjestetty lineaarisesti, kuten vaiheittain etenevät kuvaukset. Ne voivat sisältää paljonkin yksityiskohtia, ja esityksen visuaalista miellyttävyyttä voivat lisätä erilaiset kuvakkeet, piirroksot ja piktogrammit. Kunhan infografiikan päätehtävää, eli sen viestin välittymistä, ei unohdeta, se voi olla hyvin hauskaa ja värikästä. (Cairo 2016.)

Infografiikan käsite on hyvin laaja, ja sen määritelmästä on monia erilaisia näkemyksiä. Esimerkiksi Koponen, Hildén ja Vapaasalo (2016) keskittyvät teoksessaan informaatiomuotoiluun, joka muodostuu kahdesta pääkategoriasta, infografiikoista ja visualisoinneista. Tällöin infografiikat keskittyvät tiedon tukemiseen ja selittämiseen, kun taas visualisointien tehtävänä on tuoda aineistosta esiin uusia piirteitä. Todellisuudessa näiden kahden ryhmän rajat ovat kuitenkin häilyviä, sillä monilla grafiikoilla on ominaisuuksia kummastakin kategoriasta. Myöskään infografiikan yläkäsitteen, informaatiomuotoilun, jakamiseen erilaisiin lajityyppeihin ei ole yhtä tiettyä tapaa. Koponen, Hildén ja Vapaasalo esittävät oman ehdotuksensa lajityyppien ryhmittelyyn. He ovat jaotelleet informaatiomuotoilun tietokuvituksiin, karttoihin, tilasto- ja käsitegrafiikkaan, verkostomalleihin ja tieteellisiin visualisointeihin. (Koponen ym. 2016, 16, 20–23, 117–123.)

## 5.1 Hyvä infografiikka

Infografiikan päätehtävä on tiedonvälitys, jonka pitäisi ohjata grafiikan visuaalisuutta. Jokaisen grafiikan suunnitteluun vaikuttaa se, mitä grafiikalla halutaan saavuttaa. (Lankow ym. 2012, 38.) Hyvin tehdyn visualisoinnin avulla ihmiset voivat tehdä tärkeitä huomioita, jotka saattaisivat jäädä huomaamatta, jos tieto esitettäisiin eri tavalla (Cairo 2016). Esimerkiksi pelkkää taulukkoa lukemalla on paljon vaikeampi määritellä, minkä yrityksen tulot kasvoivat eniten viime vuoden aikana tai missä maanosassa äänestäjät olivat aktiivisimpia (Cairo 2013, 9). Infografiikkaa ei voi pitää hyvänä suunnitteluna, jos sen esitysmuoto vääristää tietoa tai on infografiikan aiheelle sopimaton. Infografiikan ulkoasu on



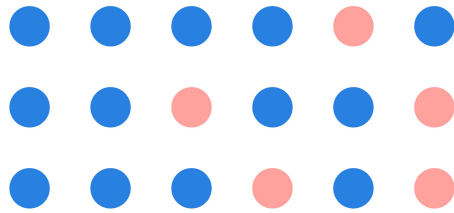
oikeastaan eräänlainen ratkaisu tiedon esittämisen ongelmaan. Tärkeintä on löytää sopivin esitystapa tiedolle, ja keskittyä siihen, mitä halutaan kertoa. Esteettisiä tapoja informaation muotoilulle on lukemattomia. (Lankow ym. 2012, 201.)

Ensinnäkin hyvän infografiikan tarkoitus on olla tehokasta ja helposti ymmärrettävää. Suunnittelussa on pohdittava esityksen rakennetta ja hierarkiaa määrittelemällä kuvion sisältämien elementtien kokoa ja niiden välisiä suhteita. Esityksen kaikkien elementtien tarkoitus on tukea sitä. Jos jotkin elementit eivät ole tarpeellisia, ne on poistettava. Tieto on tarkoitus esittää mahdollisimman selkeästi, minkä vuoksi monitulkintaisuudelle ei pitäisi jäädä sijaa. Siksi esityksessä kannattaakin hyödyntää jo vakiintuneita merkityksiä ja vertauskuvia, kuten kuumien lämpötilojen esittämistä punaisella ja kylmien sinisellä. Grafiikassa on esitettävä myös vain sen viestin ja sisältämän tiedon kannalta tarpeellisin mahdollisimman selkeästi. Jotain elementtiä ei kannata korostaa useammalla kuin yhdellä tavalla. Esimerkiksi jotain esityksen tekstin osaa, kuten vaikkapa otsikkoa, ei tarvitse sekä lihavoida, alleviivata että muuttaa sen väriä. Vain yksi korostuksen muoto saattaa riittää. Sen sijaan, että jokaista esityksen elementtiä korostetaan jollain erityisellä ominaisuudella, kannattaa samanarvoisia elementtejä korostaa samalla tavoin. Esimerkiksi esityksen alaotsikot voivat kaikki olla samalla kirjasimella ja tyyllillä. Esityksen elementtien ja erityisesti niihin liittyvien tekstien pitäisi sijoittua tarpeeksi lähekkäin, jotta katsojan ei tarvitsisi liikuttaa katsettaan edestakaisin elementtien välillä. (Berinato 2016, 109–132.)

## 5.2 Infografiikan värit

Värejä voidaan hyödyntää informaation esittämisessä monin tavoin. Visuaalisten elementtien yhdistäminen, erottaminen ja luokittelu on varsin helppo toteuttaa värien avulla, kuten myös katseen ohjaaminen tärkeisiin kohtiin. (Arnkil 2008, 138.) Visuaalisten esitysten ymmärrettävyyttä voidaan myös lisätä tarkkaan suunniteltujen värien avulla. Väriin yhdistetään aina merkityksiä, joten niiden käytön olisi oltava perusteltavissa. Esityksen joidenkin elementtien värien ei pitäisi erota muista ainoastaan visuaalisuuden vuoksi, vaan sillä pitäisi olla jokin varteenotettava syy. Kuviossa 7 on joukko palloja, joista osan väri eroaa muista. Kuviota katsoessaan ihminen useimmiten yrittää ymmärtää, miksi osa elementeistä on erivärisiä. Jos värierolle ei löydy sisällöllistä perustetta, tuottaa se esityksen katsojalle turhaa hämmennystä. (Koponen ym. 2016, 100–101.)





Kuvio 7. Esityksen elementtien värierolle pitäisi aina olla jokin peruste. Näitäkin palloja katsoessa herää heti kysymys, miksi osa niistä poikkeaa väriltään muista.

Värejä esityksessä pitäisi käyttää harkiten ja vain sen verran kuin on välttämätöntä. Kuvion selkeys kärsii, jos se on liian värikäs. Katsoja kiinnittää huomiota väreihin ja yrittää aina ymmärtää, mitä ne tarkoittavat. Tähän prosessiin menee sitä enemmän aikaa, mitä enemmän värejä esityksessä on. Väriavaintenkin pitäisi perustua esityksen tarkoitukseen: esimerkiksi samoihin ryhmiin kuuluvia elementtejä tai asioita voidaan esittää samoilla tai samanlaisilla sävyillä. Tyystin eri asioita kuvaavia esityksen osia voidaan taas kuvata toisistaan erottuvien värein. Haaleita sävyjä voidaan käyttää kuvaamaan matalampia arvoja ja kirkkaampia, kylläisempiä värejä taas korkeampia arvoja. Harmaata kannattaa hyödyntää, sillä siitä on apua luodessa esityksen hierarkiaa. Esimerkiksi tilastografiikassa harmaat akseliviivat säilyttävät käytettävyytensä viemättä liikaa huomiota tärkeältä tiedolta. Myös esityksen viestiä tai informaatiota tukevaa taustatietoa voidaan kuvata harmaalla värillä. (Berinato 2016, 109–132.) Esimerkiksi kuviossa 8 on Reutersin havainnollistus muovipullojen kulutuksesta. Esityksen tärkeintä viestiä, eli muovipullojen kulutusta, korostetaan sinisellä värillä, kun taas muovipullokasoja ympäröivä kaupunki esitetään valkoisella ja harmaalla. Minimalistisen väripaletin ansiosta havainnollituksen sanoma tulee selkeästi esiin.

## Drowning in plastic

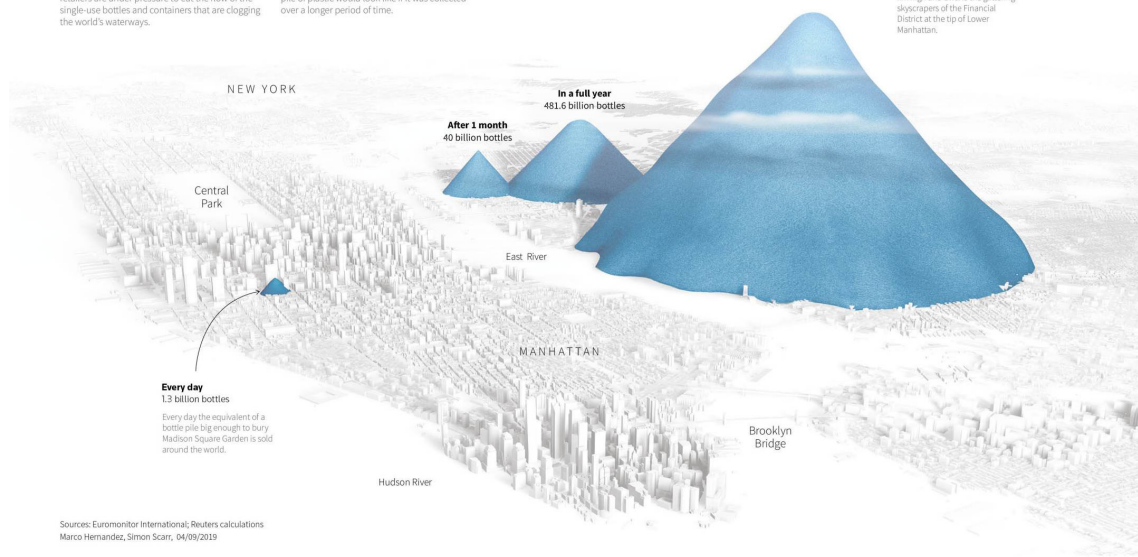
Visualising the world's addiction to plastic bottles

Around the world, almost 1 million plastic bottles are purchased every minute. As the environmental impact of that tide of plastic becomes a growing political issue, major packaged goods sellers and retailers are under pressure to cut the flow of the single-use bottles and containers that are clogging the world's waterways.

Data from Euromonitor International, shows that more than 480 billion of these bottles were sold last year alone. That's almost 1 million every minute. The illustrations here show what that pile of plastic would look like if it was collected over a longer period of time.

**After 10 years**  
4 trillion bottles

The plastic bottles sold worldwide since 2009 would tower above New York's Manhattan Island. The pile visualised below is around 2.4 km high and dwarfs the glittering skyscrapers of the Financial District at the tip of Lower Manhattan.



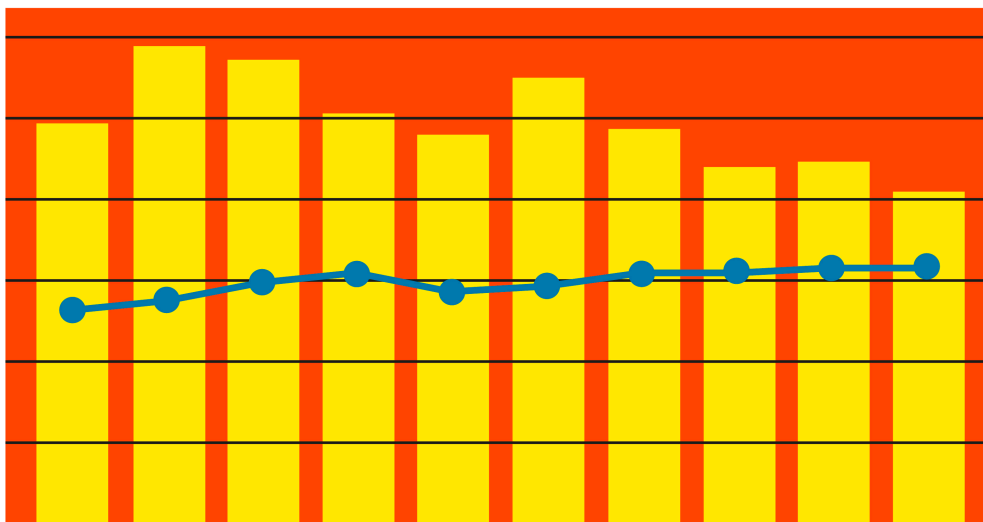
Kuvio 8. Muovipullojen kulutuksesta kertovassa esityksessä sinisellä värillä korostetaan kuvituksen tärkeintä osaa, eli muovipullojen määrää. Niiden alle jäävä kaupunki kuvataan harmaalla ja valkoisella, jotta se ei veisi liikaa huomiota esityksen viestiltä. (Malofiej 2020.)

Jotta värit erottuvat toisistaan, tarvitaan tarpeeksi kontrastia niiden välille. Helpointa on käyttää vahvaa väriä hillityllä tai neutraalilla taustalla. Värin sävyn ja kylläisyyden lisäksi sen tummuus tai vaaleus suhteessa taustaan vaikuttaa kontrastiin. Mahdollisimman suuren sävy- ja vaaleuseron saa aikaan yhdistämällä mustaa ja keltaista, joka onkin suosittu väriyhdistelmä varoituskylteissä juuri erottuvuutensa vuoksi. (Koponen ym. 2016, 105–107.) Liikenne- ja varoitusmerkeissä värien välillä kontrasti on vahva, joten niiden viesti välittyy nopeasti myös puna-vihersokeille, kuten kuviosta 9 voi huomata.



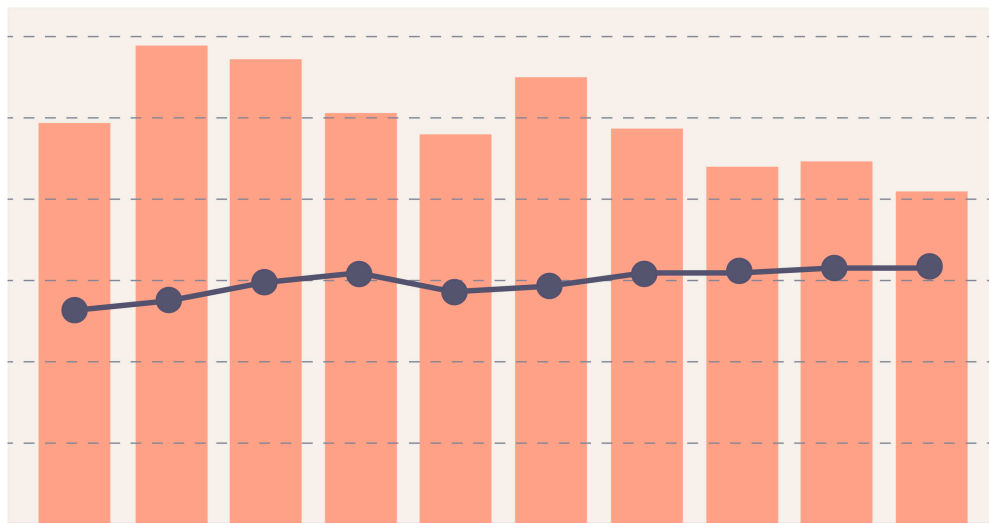
Kuvio 9. Varoitusmerkeissä ja liikennemerkeissä kontrastia on tarpeeksi paljon, joten niiden sisältämä viesti säilyy ymmärrettävänä myös puna-vihersokeille. Vasemmalla alkuperäinen kuva, keskimmäisenä sama kuva punasokean silmin ja oikealla vihersokean silmin. (Väylävirasto 2020.)

Kirkkaiden ja vahvojen värien laittamista vierekkäin olisi kuitenkin hyvä karttaa, sillä niiden välille voi muodostua silmiä ärsyttävä simultaanikontrasti (kuvio 10), josta mainitsinkin aiemmin luvussa 2. Simultaanikontrasti vaikuttaa havaittavan värin sävyyn ja valoisuuteen, mutta voi aiheuttaa myös kahden valoisuudeltaan samanarvoisen mutta sävyllään hyvin erilaisen värin rajalle erilaisia värähtelyjä ja valo- tai varjoefektejä. Esimerkiksi yhtä tumman tai vaalean sinisen ja punaisen raja värisee varsin rajusti. (Koponen ym. 2016, 105–107.)



Kuvio 10. Infografiikan värien välillä on oltava tarpeeksi kontrastia, mutta voimakkaiden värien käyttö ärsyttää silmiä. Koposen ym. (2016, 108) kuvion pohjalta muokattu.

Esitysten väripalettien laatimisessa kannustetaan ottamaan mallia luonnosta: värikokonaisuus luonnossa koostuu useimmiten varsin haaleista värisävyistä, joiden joukossa on kirkkaamman värisiä yksityiskohtia. Esimerkiksi Colin Waren mukaan vaaleita mutta kyläisiä pastellivärejä sovellettaisiin laajoille alueille ja vahvoja pienempiin yksityiskohtiin edellä mainitun simultaanikontrastin torjumiseksi (kuvio 11). Vahvoja värejä voidaan toki käyttää suurinakin pintoina, jos tiedon esittäminen ei edellytä kuin muutamia värejä. (Koponen ym. 2016, 107–109.)



Kuvio 11. Simultaanikontrastin torjumiseksi suurten pintojen värien pitäisi olla tarpeeksi hillittyjä, jotta tärkeimmät yksityiskohdat nousevat esiin. Koposen ym. (2016, 108) kuvion pohjalta muokattu.

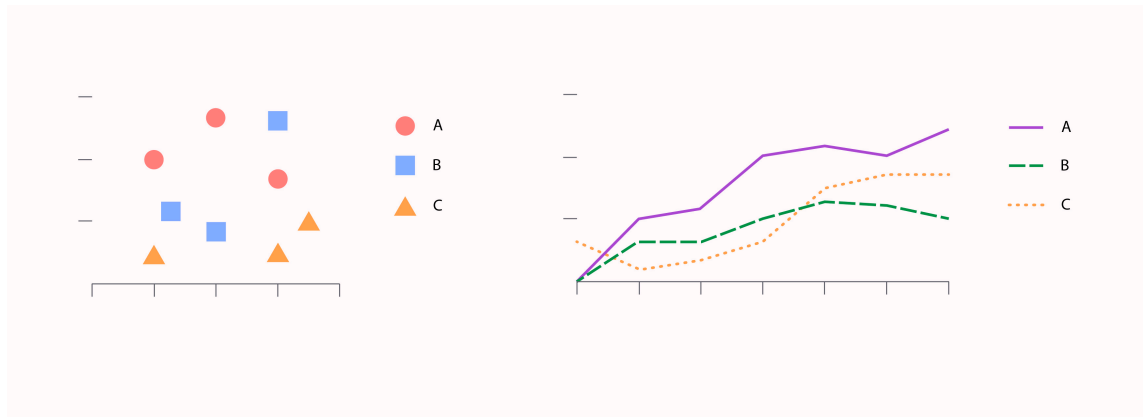
Esityksessä harvoin tarvitsee käyttää mitään selitettä valituille väreille, jos värit ovat selvästi yhdistettävissä luonnossa esiintyviin tai luontoon liittyviin väreihin. Esimerkiksi kartoissa vesialueet ovat sinisiä ja metsät vihreitä. Lämpötilojen kuvaus on myös vakiintunut: kuumia lämpötiloja merkitään punaisilla ja kylmiä sinisillä. (Koponen ym. 2016, 107–109.) Grafiikan esittämää tietoa on helpompi ymmärtää, jos värin yhteys esityksen viestiin on mahdollisimman luonnollinen. Väreillä kannattaa esityksessä olla tietty hierarkia, jonka mukaan vahvimilla väreillä esitetään tärkeimmät kohdat ja vähemmän tärkeät hieman hailakammilla väreillä jne. Näillä huomioilla viitataan lähinnä karttoihin ja niiden väreihin, mutta mielestäni niitä voidaan soveltaa hyvin myös muuhun visuaaliseen suunnitteluun. (Arnkil 2008, 144.) Luvussa 3 ehdinkin jo mainita, että kartoissa eri alueita

merkitään usein eri väreillä, joista osa saattaa olla puna-vihersokeille ongelmallisia. Esimerkiksi korkeuseroja merenpinnan yläpuolella saatetaan esittää värikoodeilla vihreä-keltainen-punainen, minkä vuoksi puna-vihersokealle näitä värikoodeja käyttävän kartan lukeminen voi olla vaikeaa. Siksi kartoissa käytettävien värien välisen kontrastin olisi oltava tarpeeksi suuri, jotta niiden sisältämä informaatio välittyisi myös poikkeavan värinäön omaaville. (Birch 1993, 177.)

### 5.3 Infografiikka puna-vihersokeille

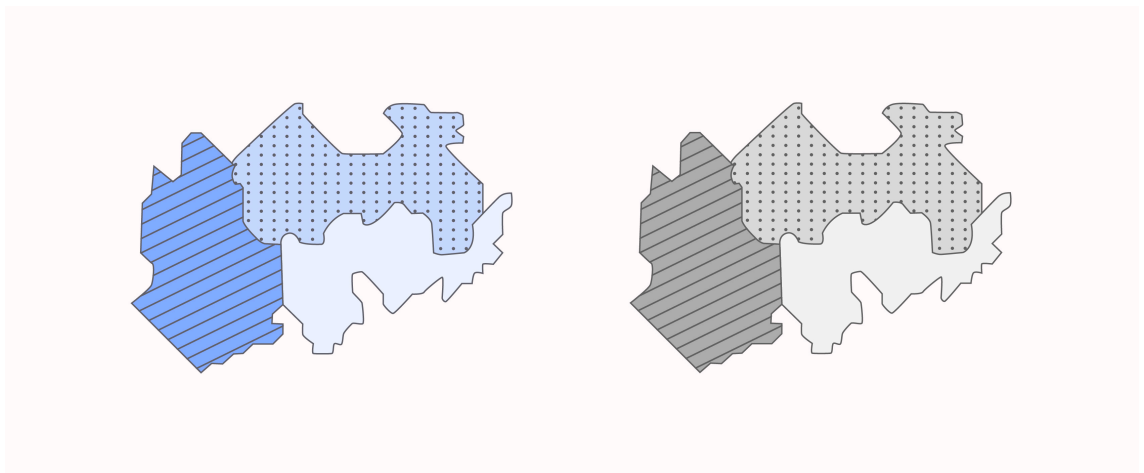
Värien kulttuurillisen ja esteettisen merkityksen lisäksi suunnittelijan olisi huomioitava myös värihavainnon yksilöllisyys. Kuten tässä opinnäytetyössä olen todennut, värinäön poikkeamat ja erityisesti puna-vihersokeus ovat varsin yleisiä. Värien valinnan ei siis pitäisi perustua oletukseen, että esityksen katsojien värinäkö olisi virheetön. Erityisen tärkeää värinäön poikkeamien huomioiminen on esimerkiksi opastejärjestelmissä ja muissa turvallisuuden ja käytettävyyden osalta tärkeissä kohteissa. Luvuissa 2 ja 3 kerroin puna-vihersokeille ongelmia tuottavista väreistä, joista tunnetuimmat lienevät punainen ja vihreä. Punaisen ja vihreän sijaan esimerkiksi sinisen ja oranssin käyttö visualisoinneissa on varmempaa. Joillekin ihmisille kuitenkin myös tämä väripari on vaikea erottaa toisistaan, minkä vuoksi informaation esittäminen vain värin sävyeroilla ei ole suotavaa. Suunnittelutyössä apuna voidaan käyttää graafisen alan ohjelmistoja, kuten Photoshopia tai Illustratoria simuloimaan erilaisia värinäön poikkeamia. Sivustoa nimeltä Vischeck voidaan myös hyödyntää samaan tarkoitukseen. Värejä valitessa kannattaa myös huomioida se, kuinka värit tulevat toistumaan lopullisessa työssä ja käyttöyhteydessä. Painolaatu, valaistus sekä näyttöjen ja projektoreiden värintoisto-ongelmat voivat vaikuttaa siihen, miltä lopputuotteen värivalinnat näyttävät. (Koponen ym. 2016, 100–105.)

Värin lisäksi informaation koodauksessa olisi hyvä käyttää myös väristä riippumattomia ilmaisutapoja, kuten ikoneja tai symboleita (Johnson 2010, 59–62). Erilaisten kuvioden ja viivanpaksuuksien käyttö helpottaa infografiikan sisältämän viestin ja tiedon välittymistä myös puna-vihersokeille. Esimerkiksi tilastografiikassa eri viivoissa voisi viivanpaksuuden lisäksi vaihdella myös niiden tyyli. Osa viivoista voisi olla vaikkapa katko- tai pisteviivoja. (Kernell 2016, 155–156.) Kuviossa 12 havainnollistetaan näitä väristä riippumattomia keinoja.



Kuvio 12. Informaatiota kannattaa esittää myös väristä riippumattomin keinoin, kuten ikonien tai symbolien avulla. Tilastografiikassa viivoja voi erottaa toisistaan värin lisäksi erilaisin tyylein.

Erlaisia tekstuureja voi hyödyntää kartoissa eri alueiden toisistaan erottamiseen (kuvio 13). Sävyeron lisäksi kartoissa värien olisi hyvä erottua toisistaan myös vaaleudeltaan. Karttaa olisi pystyttävä ymmärtämään myös mustavalkoisena, ja erilaisia nuolia ja tekstejä voitaisiin käyttää kartan sisältämän tiedon selventämiseen. (Kernell 2016, 155–156.)



Kuvio 13. Kartoissa voidaan hyödyntää erilaisia tekstuureja värin lisäksi, ja karttoja pitäisi pystyä ymmärtämään myös mustavalkoisena.

Myös tekstien ja numeroiden merkityksen esittämistä ainoastaan värierolla kannattaa välttää. Jos eri värejä kuitenkin tarvitaan, esimerkiksi punaisen ja vihreän tai punaisen ja mustan sijaan tiedon koodaamiseen kannattaa hyödyntää mustaa ja sinistä (kuvio 14). Keltainen tekstin värinä ei ole kovin toimiva, sillä etenkin valkoisella taustalla kontrasti on varsin heikko. (Kernell 2016, 150, 155–156.)

Normaali näkö	Punasokeus	Vihersokeus
Teksti 12345    Teksti 12345	Teksti    Teksti 12345    12345	Teksti    Teksti 12345    12345
Teksti    Teksti 12345    12345	Teksti    Teksti 12345    12345	Teksti    Teksti 12345    12345
Teksti    Teksti 12345    12345	Teksti    Teksti 12345    12345	Teksti    Teksti 12345    12345
Teksti 12345	Teksti 12345	Teksti 12345

Kuvio 14. Puna-vihersokeille punaisen ja vihreän tai punaisen ja mustan tekstin erottaminen on vaikeaa, minkä vuoksi tekstin erottamiseen kannattaa käyttää mustaa ja sinistä.

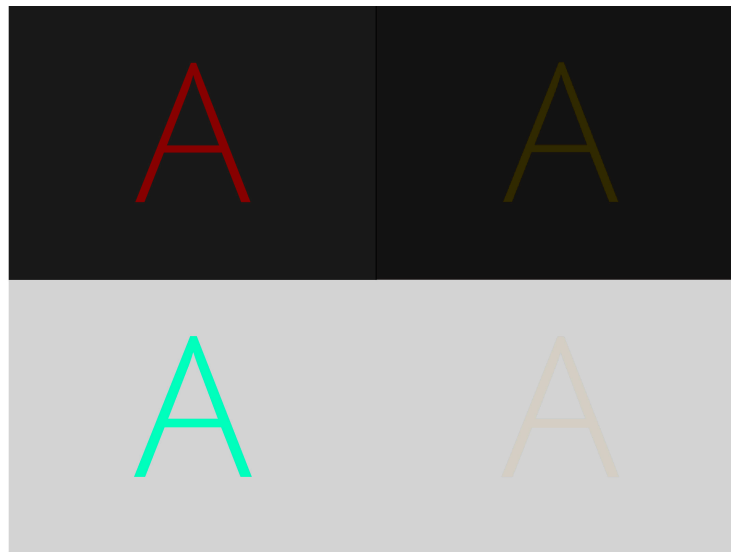
Typografisia keinoja voi soveltaa tekstien ja numeroiden erottamiseen eri värien lisäksi (kuvio 15). Tekstiä ja numeroita voi esimerkiksi lihavoida tai kursivoida tai vaihtaa niiden fonttia tai fonttikokoa. (Kernell 2016, 150, 155–156.)

Teksti 12345	Teksti 12345	Teksti 12345
<i>Teksti</i> 12345	Teksti 12345	Teksti 12345
<b>Teksti</b> <b>12345</b>	<b>Teksti</b> <b>12345</b>	Teksti 12345

Kuvio 15. Tekstin ja numeroiden erottamiseen voi käyttää typografisia keinoja.

Valittaessa värejä kannattaa muistaa myös tarpeeksi selkeä kontrasti niiden välillä. Esimerkiksi puna-vihersokeille dikromaateille sinivihreät sävyt harmaalla tai valkoisella

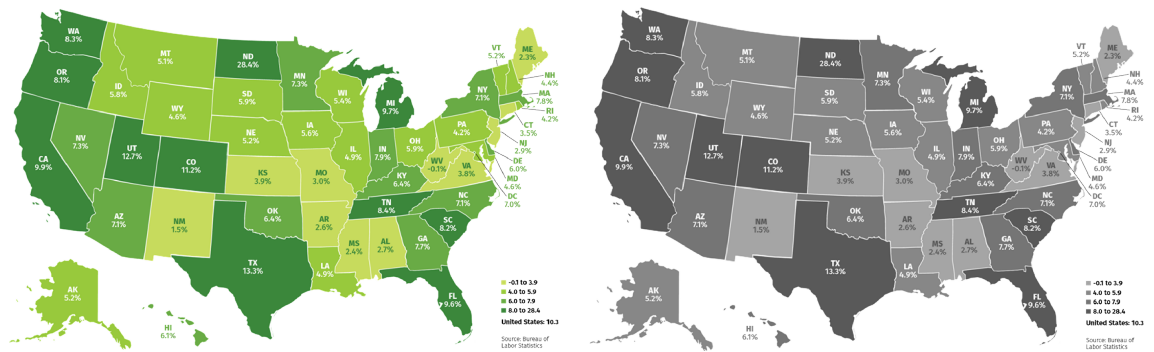
taustalla saattavat muuttua tyystin näkymättömiksi. Mustalta taustalta punaisten kuvioiden tai tekstin erottaminen aiheuttaa ongelmia punasokeille, ja vihreä ja oranssi ovat monelle puna-vihersokealle vaikeita erottaa toisistaan. (Kernell 2016, 155–156.) Kuten kuvio 16 voi huomata, punainen a-kirjain mustaa taustaa vasten erottuu punasokeutta simuloivan efektin alaisena heikosti. Kirkkaanvihreä a-kirjain harmaalla taustalla näyttää puolestaan haihtuvan olemattomiin vihersokeutta simuloivan efektin vaikutuksesta.



Kuvio 16. Punasokeille punaiset kirjaimet tai kuviot mustalla taustalla ja sekä puna- että vihersokeille sinivihreät sävyt harmaalla tai valkoisella taustalla voivat muuttua täysin näkymättömiksi. Yllä punainen a-kirjain mustalla taustalla ja sen vieressä sama kuva punasokean silmin. Alla kirkkaanvihreä a-kirjain harmaalla taustalla ja sen vieressä sama kuva vihersokean silmin.

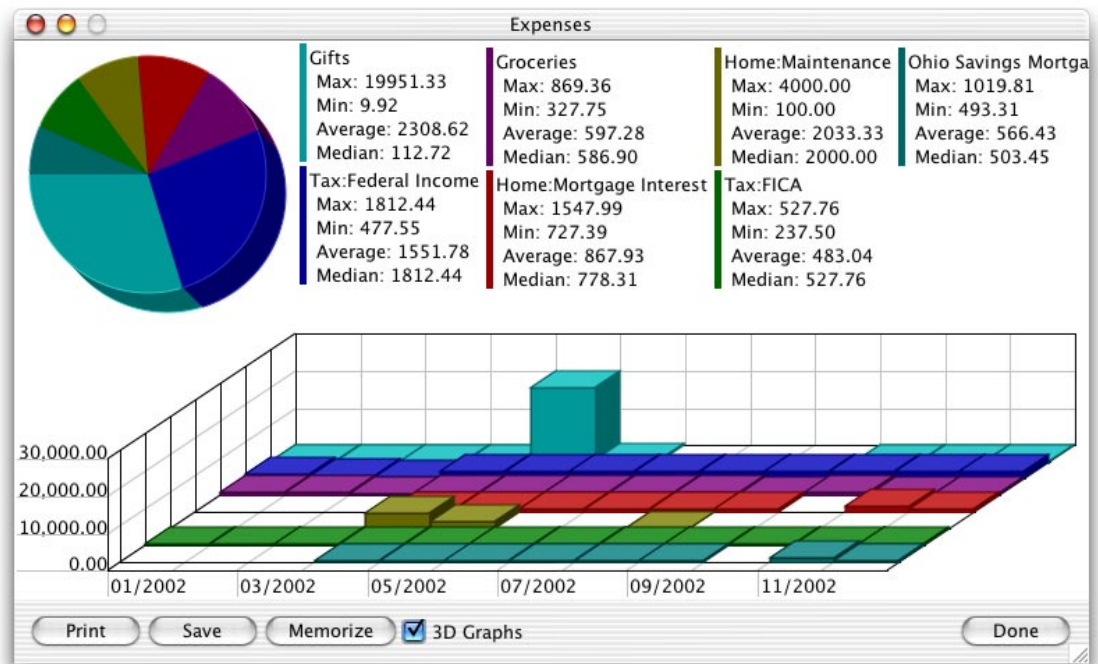
Värien pitäisi siis olla sävyn lisäksi erilaisia myös kylläisyydeltään ja valoisuudeltaan, ja niiden välistä kontrastia voi testata muuttamalla värejä mustavalkoisiksi. Värit eivät ole tarpeeksi erilaisia, jos niitä ei pysty erottamaan toisistaan mustavalkoisina. Minneapoliksen liittovaltion keskuspankki on kartassaan käyttänyt valoisuuksiltaan erilaisia vihreitä (kuvio 17). Kontrasti värien välillä on tarpeeksi suuri, joten eri tavoin värisokeat kykenevät myös lukemaan sitä. (Johnson 2010, 59–63.)





Kuvio 17. Minneapolisin liittovaltion keskuspankin sivustolla kartassa värikoodaukseen on käytetty valoisuudeltaan erilaisia vihreitä, mikä tekee kartasta helposti luettavan myös eri värinään poikkeamia omaaville. Alkuperäinen kartta vasemmalla, sen mustavalkoinen versio oikealla. (Federal Reserve Bank of Minneapolis 2015.)

Suunnittelussa kannattaa välttää sellaisia väripareja, jotka ovat värisokeille hankalia erottaa toisistaan. Tällaisia väripareja, jotka tuottavat vaikeuksia puna-vihersokeille, ovat tummanpunainen ja musta, tummanpunainen ja tummanvihreä, sininen ja violetti, sekä vaaleanvihreä ja valkoinen. Myös tummien punaisten, sinisten ja violettien käyttöä tummalla taustalla olisi syytä välttää. Tumman taustan sijaan edellä mainittuja tummia värejä olisi parempi esittää vaaleankeltaisella tai vaaleanvihreällä taustalla. Kotitalouksien raha-asioiden hallinnointiin tarkoitettu applikaatio MoneyDance on valinnut esitykseensä sellaisia värejä, joita puna-vihersokeiden on vaikea erottaa toisistaan (kuvio 18). Esityksen värit ovat liian lähellä toisiaan joko sävyssä tai valoisuudessa. Jo pelkkä kontrastin lisääminen värien välillä parantaisi esityksen luettavuutta. Vastavärien käyttöä kannattaa kuitenkin harkita aikaisemmin tässä luvussa sekä luvussa 2 mainitsemani simultaanikontrastin vuoksi. (Johnson 2010, 59–62.)



Kuvio 18. Kotitalouksien raha-asioiden hallinnointiin tarkoitettu applikaatio MoneyDance käyttää visualisoinnissaan värejä, joita puna-vihersokeiden on vaikea erottaa toisistaan (Johnson 2010, 59).

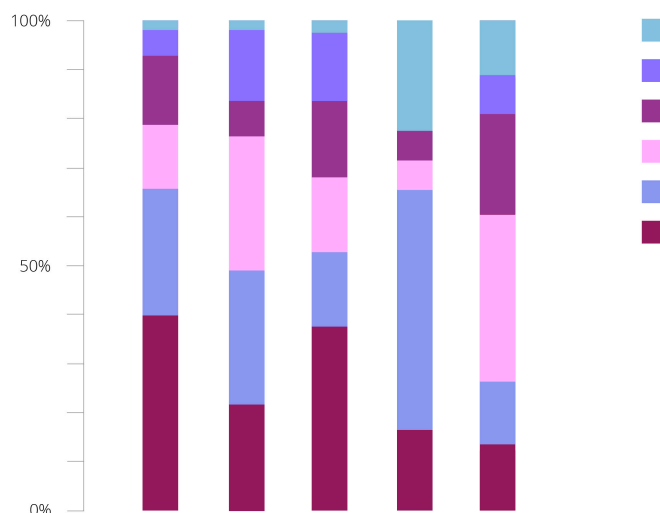
Värien erottamiskykyyn vaikuttavat myös värien hailakkuus, värialueiden koko sekä se, kuinka kaukana värit ovat toisistaan (kuvio 19). Värejä on sitä vaikeampi erottaa toisistaan, mitä vähäisempi niiden kylläisyys on eli mitä hailakampia sävyt ovat. (Johnson 2010, 56.)



Kuvio 19. Värien hailakkuus, värialueiden koko sekä niiden välinen etäisyys vaikuttavat värien erottamiskykyyn.

Värien erottaminen toisistaan vaikeutuu sitä mukaa, mitä enemmän katseen on liikuttava värien välillä. Tyypillisesti tilastografiikan esityksissä tiedon luokitteluun käytetään monia eri värejä, joiden merkitys esitetään usein pienin ruuduin. Monesti ruudut ovat kuitenkin

liian pieniä, mikä vaikeuttaa värien tunnistamista etenkin, jos esityksessä värejä on paljon (kuvio 20). Siksi erityisesti tilastografiikassa väriruutujen tulisi olla riittävän suuria, jotta värien tunnistaminen ja toisistaan erottaminen helpottuisi. (Johnson 2010, 56.)



Kuvio 20. Jos esityksessä on paljon värejä, joiden merkitys esitetään pienin ruuduin, vaikeutuu värien tunnistaminen huomattavasti.

Kuvion ja taustan väliseen kontrastiin liittyvä värialueiden koko riippuu katsomisetäisyydestä ja silläkin on vaikutuksensa värien erottamiseen. Varsinkin silloin, kun vaalealla taustalla on tummia kohteita, tummuu niiden väri entisestään, kun kohteet pienenevät eli niitä katsotaan kauempaa. Joskus jopa värikylläisten värien erottamisessa voi ilmetä vaikeuksia, jos niiden värialueet ovat erittäin ohuita tai pieniä ja niiden tausta on valkoinen. (Arnkil 2008, 143.) Tekstin väriä on usein vaikeahko tunnistaa juuri siitä syystä, että teksti on useimmiten ohutta (Johnson 2010, 56). Kuten kerroin aikaisemmin, erityisesti punasokeille ohuiden mustien ja punaisten viivojen erottaminen toisistaan voi olla vaivalloista, kuten myös punaisen tekstin erottaminen mustalta taustalta (Kernell 2016, 150).

## 6 Värijärjestelmät

Värien eri sävyjen tunnistaminen tarkasti ja luotettavasti on tärkeää etenkin grafiikkaa tai muuta visuaalista sisältöä saatettaessa painokelpoiseksi. Prosessissa käytettyjen laitteiden ja ohjelmistojen ei pitäisi vaikuttaa tietoon kuvien sisältämistä väreistä, vaan tiedon

olisi pysyttävä alusta loppuun samana. Värihallinnalla viitataan juuri tällaiseen väritiedon säilyttämiseen ja siirtämiseen. Värien määrittämisen ja tunnistamisen mahdollistavia värijärjestelmiä on luotu satojen vuosien ajan. Ilman värijärjestelmiä nykyaikainen värihallinta olisikin huomattavasti vaikeampaa. (Arnkil 2008, 152–155.) Kuten edellisessä luvussa totesin, ovat värit tärkeässä osassa suunnitellessa infografiikkaa puna-vihersoikeille. Eri värijärjestelmien ymmärtäminen onkin hyödyksi värien valinnassa ja sen varmistamisessa, että suunnitteluprosessin lopuksi värit näyttävät juuri sellaisilta kuin pitääkin.

Värijärjestelmiä on kehitetty kymmeniä, ja monia niistä hyödynnetään jatkuvasti. Joitakin niistä käytetään kaikkialla maailmassa, mutta joidenkin käyttö on ominaista vain tietyille valtioille tai ammattialoille. Eri järjestelmien käyttökelpoisuus voi vaihdella paljonkin käyttäjän ammatin mukaan. (Rihlama 1997, 35.)

Suunnittelija yleensä valitsee käytettävän värijärjestelmän tekeillä olevan työn julkaisumuodon perusteella. Eri järjestelmillä on nimittäin omat vahvuutensa ja heikkoutensa, ja jotkin järjestelmät sopivat joihinkin tehtäviin toisia paremmin. Suunnittelijan on siis hyvä ymmärtää järjestelmien eroja, jotta työn lopputulos näyttää siltä, miltä pitääkin. Kaksi tunnetuinta ja käytetyintä värijärjestelmää ovat RGB ja CMYK. (Ambrose & Harris 2005, 28–29.)

Parhaimmillaan värijärjestelmistä pystyy löytämään ja määrittelemään kaikki mahdolliset värit nopeasti ja tarkasti. Monilla teollisuuden aloilla on tärkeää, että esimerkiksi tiettyjen tuotteiden, kuten vaatteiden, kosmetiikan tai autojen värejä pystytään kontrolloimaan. Useimmiten sanat eivät riitä kuvaamaan läheskään kaikkia havaitsemiamme värejä, minkä vuoksi tarvitaan tarkempia ja yksityiskohtaisempia termejä niiden tunnistamiseen ja määrittelemiseen. (Kernell 2016, 204–205.) Värijärjestelmien tarkoituksena onkin tunnistaa ja jaotella luotettavasti värien eri sävyjä ja vivahteita (Arnkil 2008, 152–155).

Kolme värin ulottuvuutta, sävy, kylläisyys ja vaaleus, toimivat perustana suurimmalle osalle värijärjestelmistä. Värinäytteitä on tällaisissa järjestelmissä monia, ja ne on järjestetty useimmiten intuitiivisesti ja helposti ymmärrettävällä tavalla. Ideaalitapauksessa värinäytteiden väliset välimatkat toisiinsa ovat suurin piirtein yhtä suuret. (Kernell 2016, 205.) Värijärjestelmät ja –mallit ovat kolmiulotteisia, sillä värissä on havaittavissa aiemmin mainitut kolme eri ulottuvuutta. Näitä kolmiulotteisia järjestelmiä ja malleja kutsutaan

väriavaruuksiksi (engl. Colour space) tai värikappaleiksi (engl. Colour solid). Värikappaleella viitataan väriavaruuden osaan, joka pystytään esittämään konkreettisenä esineenä tai värinäyttekokoelmana. Väriavaruudet taas ovat teoreettisia ja käsitteellisiä, joten niitä on mahdotonta esittää konkreettisesti. Sekä väriavaruuksien että värikappaleiden ulottuvuudet kuvaavat edellä mainittuja määreitä: sävyä, vaaleutta ja kylläisyyttä. Nämä määreet saatetaan esittää erilaisin merkintätavoin eri väriavaruuksissa, mutta ne kuvaavat kuitenkin samoja ulottuvuuksia. Esimerkiksi HSV (Hue, Saturation, Value), HSB (Hue, Saturation, Brightness) sekä HSL (Hue, Saturation, Lightness) ovat englanninkielisiä värimallien lyhenteitä, joita esiintyy mm. painoteollisuudessa ja kuvankäsittelyssä. (Arnkil 2008, 158–159.)

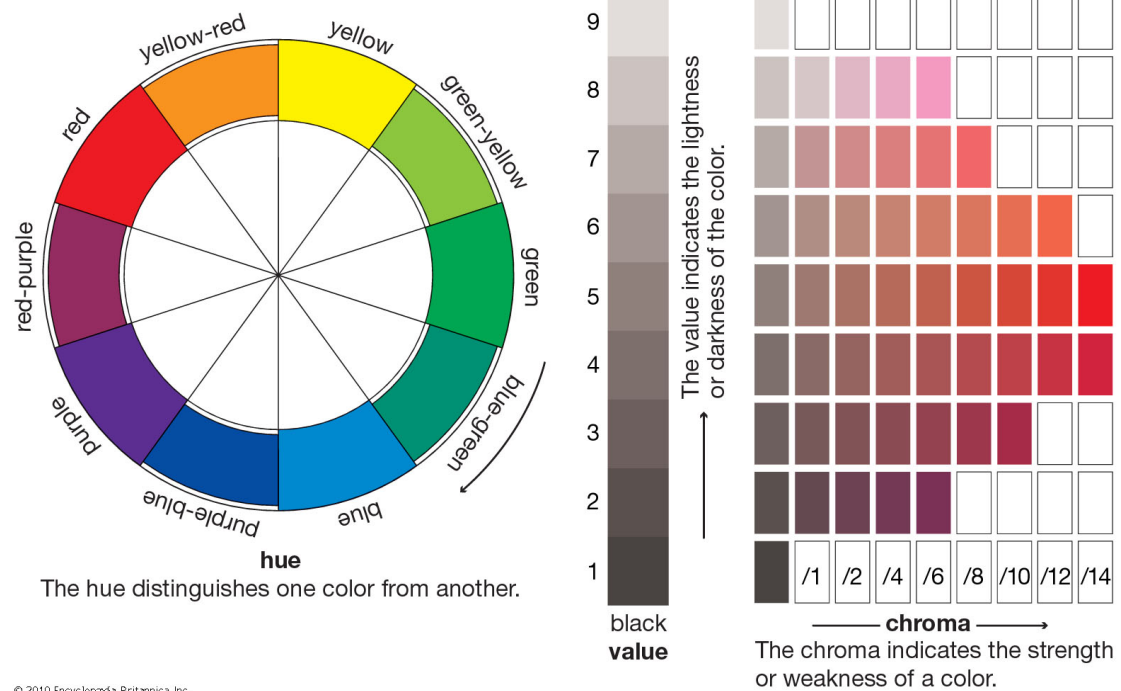
Väriavaruudessa värit voidaan järjestää monin eri tavoin. Tasajakoinen väriavaruus (UCS eli Uniform Colour Space) tarkoittaa sellaista väriavaruutta, jossa on yritetty saada värikoordinaattien geometrinen tai matemaattinen etäisyys vastaamaan värien visuaalista etäisyyttä. Tämä tavoite on kuitenkin ongelmallinen värin psykofyysisen olemuksen vuoksi, sillä sitä ei välttämättä pystytä järjestämään matemaattisesti tai geometrisesti. (Arnkil 2008, 159.)

Tärkeimmät käytössä olevat värijärjestelmät ovat Munsell, NCS (Natural Colour System) ja CIE 1931 sekä sen versiot CIELAB ja CIELUV (Arnkil 2008, 160–169). CIE-järjestelmä on merkittävin kansainvälinen värijärjestelmä, ja sen avulla onnistuu minkä tahansa värin määrittely (Rihlma 1997, 35).

## 6.1 Munsell

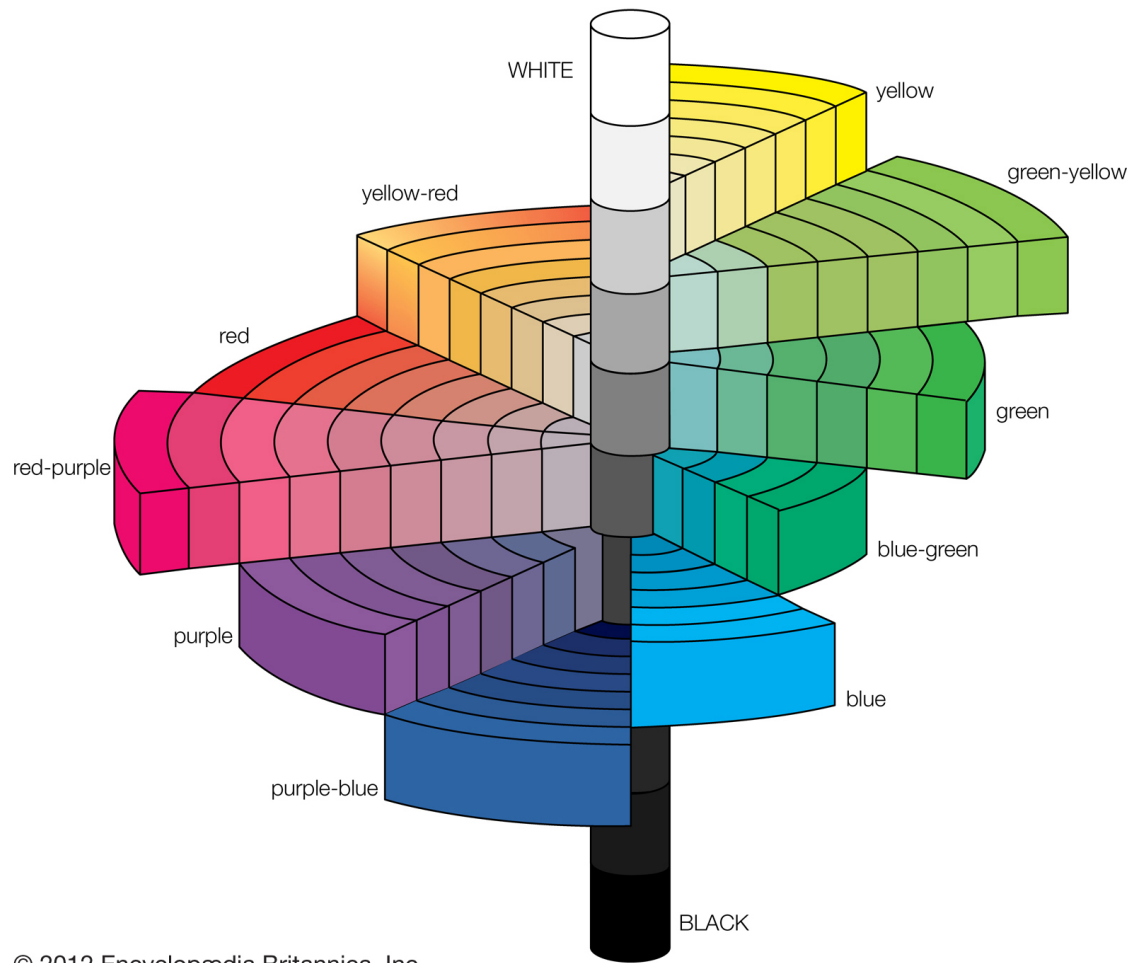
Munsellin värijärjestelmän kehitti Albert H. Munsell. Vuonna 1905 julkaistiin järjestelmää esittelevä kirja ja väriatlas vuonna 1915. (Rihlma 1997, 56.) Munsellin värijärjestelmä on kenties tunnetuin värijärjestelmä englanninkielisissä maissa. Sen perustana toimii sylinteri, ja päävärejä siinä on viisi. (Kuehni 1997, 61–63.) Järjestelmän pääväreinä toimivat punainen, keltainen, vihreä, sininen ja purppura. Välivärejä ovat keltapunainen, keltavihreä, sinivihreä, purppurasininen ja punapurppura. (Rihlma 1997, 56.) Järjestelmän väriympyrä jakautuu yhteensä sataan osioon. Järjestelmä määrittelee värejä kolmen ominaisuuden perusteella: sävyn, kylläisyyden ja valoisuuden (kuvio 21). Värin luokittelu näiden kolmen ominaisuuden perusteella on osasy järjestelmän suosioon, sillä kyseisiä ominaisuuksia on helppo ymmärtää. (Kuehni 1997, 61–63.)

### The Munsell system



Kuvio 21. Munsell-värijärjestelmä luokittelee värejä sävyn, valoisuuden ja kylläisyyden perusteella (Encyclopædia Britannica, Inc. 2010).

Munsellin värijärjestelmän kolmiulotteista diagrammia kutsutaan Munsellin väripuuksi (kuvio 22). Kymmeneen asteeseen jakautuva vaaleusasteikko muodostaa puun rungon. Aste 0 on musta ja 10 valkoinen, ja näiden väliin jääviä arvoja kuvaavat asteet 1-9. (Anderson Feisner 2006, 10–11, 16–18.) Asteelle 5 taas sijoittuu neutraali harmaa (Arnkil 2008, 160–161). Sävyt sijoittuvat väripuun rungon ympäri vaaka-akselille, ja ne vaalenevat runkoa ylöspäin mentäessä ja tummuvat alaspäin mentäessä. Kylläisyys diagrammissa osoitetaan väripuun oksina siten, että kylläisyys kasvaa sitä mukaa mitä pidemmälle oksat ulottuvat. Runkoa lähimpänä kylläisyys on vähäisin. (Anderson Feisner 2006, 10–11, 16–18.)



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Kuvio 22. Munsell-järjestelmän väripuu (Encyclopædia Britannica, Inc. 2012).

Väripuu on epäsymmetrinen johtuen sen tavasta järjestää visuaalisesti yhtä vaaleat värit samalle tasolle. Esimerkiksi puhdas sininen on sijoitettu lähelle mustaa, mutta kylläisyydeltään voimakas keltainen sijaitsee lähellä valkoista. Järjestelmän kehittäjä halusi, että järjestelmään voidaan lisätä aina uusia, kylläisempiä ja kestävämpiä sävyjä väriaineteollisuuden niitä kehittäessä. Tämän ajatuksen vuoksi värien kylläisyys voi lisääntyä väri-järjestelmässä loputtomasti ulospäin, mikä vaikuttaa myös järjestelmän epäsymmetrisyyteen. Munsellin väri-järjestelmässä vuosien saatossa huomattujen epä johdonmukaisuuksien vuoksi järjestelmää on paranneltu. Nykyään Munsell Book Of Colour koostuu 40 sävystä eri muunnoksineen, ja siitä löytyy yhteensä 1600 värinäytettä. (Arnkil 2008, 160–161.)

Munsell kuuluu maailman käytetyimpiin ja parhaiten toimiviin värijärjestelmiin, ja sitä pidetään väristandardina monissa maissa. Sen hyödyntäminen tutkimuksen, tuotesuunnittelun ja markkinoinnin tarpeisiin on yleistä erityisesti Pohjois-Amerikassa, Japanissa ja Isossa-Britanniassa. (Arnkil 2008, 160–161.)

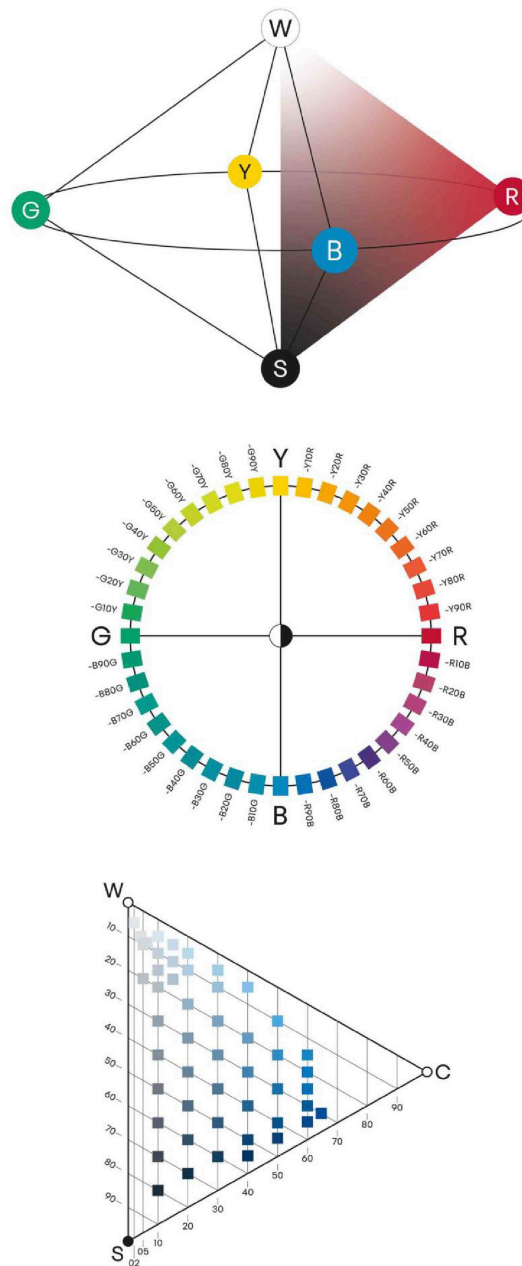
## 6.2 NCS

NCS eli Natural Colour System on ruotsalainen värijärjestelmä, joka kehitettiin 1970-luvulla. Se on monikäyttöinen, ja se on standardi joidenkin Euroopan maiden ohella etenkin Ruotsissa. Järjestelmästä on apua rakennus- ja sisustusmateriaalien valmistajille, sillä sen avulla voidaan laatia helposti yhtenäiseen järjestelmään perustuvia värikarttoja. Ominaisuudesta on hyötyä myös suunnittelijoiden värivalintatyölle. (Huttunen 2005, 189.)

Värien kolmeen perusominaisuuteen pohjautuvassa NCS-järjestelmässä kromaattisia perusvärejä on neljä: keltainen, punainen, sininen ja vihreä. Näiden lisäksi järjestelmässä on kaksi akromaattista perusväriä, jotka ovat valkoinen ja musta. (Huttunen 2005, 189; Kuehni 1997, 57–61.) Päävärit perustuvat teoriaan siitä, että edellä mainitut värit ovat ihmisen näköjärjestelmän perusväriaistimuksia. Kaikki muut sävyt syntyvät näistä perusväriaistimuksista. (Arnkil 2008, 162–164; Kuehni 1997, 57–61.) Kun kromaattiset värit sekoittuvat valkoiseen, mustaan tai harmaaseen syntyy murrettuja ja taitettuja viivahteita (Arnkil 2008, 162–164).

Värijärjestelmässä värit sijoittuvat kaksoiskartioon. Valkoinen sijaitsee ylimpänä ja musta alimpana, ja niiden välissä kulkee harmaa akseli. Puhtaiden värien väriympyrä toimii kaksoiskartion uloimpana kehänä. Perusvärit sijaitsevat kehällä vastakkain ja niiden väliin jäävät muut kylläiset värisävyt. Järjestelmän väriympyrässä keltainen on asetettu valoimpana ylimmäksi. Jokaisen värisävyyn eri kylläisyysasteet käyvät ilmi pystyakselin suuntaisista leikkauskolmioista. Kolmioissa kylläisyysasteet saadaan aikaan tietyn väripigmentin sekä valkoisen että mustan eri sekoituksista. (Huttunen 2005, 189.) Kuviossa 23 on NCS-värijärjestelmän kuvitteellinen väriavaruus, väriympyrä ja poikkileikkaus NCS-värikappaleesta.





Kuvio 23. NCS-värijärjestelmän kuvitteellinen väriavaruus, väriympyrä ja poikkileikkaus NCS-värikappaleesta. (NCS Colour AB 2020.)

Mustuus, valkoisuus ja värisävy määrittävät värinäytteen paikan järjestelmän kaksoiskartiossa. Jokaisen näytteen koodi muodostuu kirjain- ja numeroyhdistelmästä. Esimerkiksi värinäytteessä S 4030-Y40R on 40 % mustaa, 30 % värikylläisyyttä ja valkoisuutta siten 30 %. Koodin loppuosan avulla värinäyte löytyy väriympyrältä: se sijaitsee 40 yksikköä siirryttäessä keltaisesta kohti punaista. (Huttunen 2005, 189–190.)

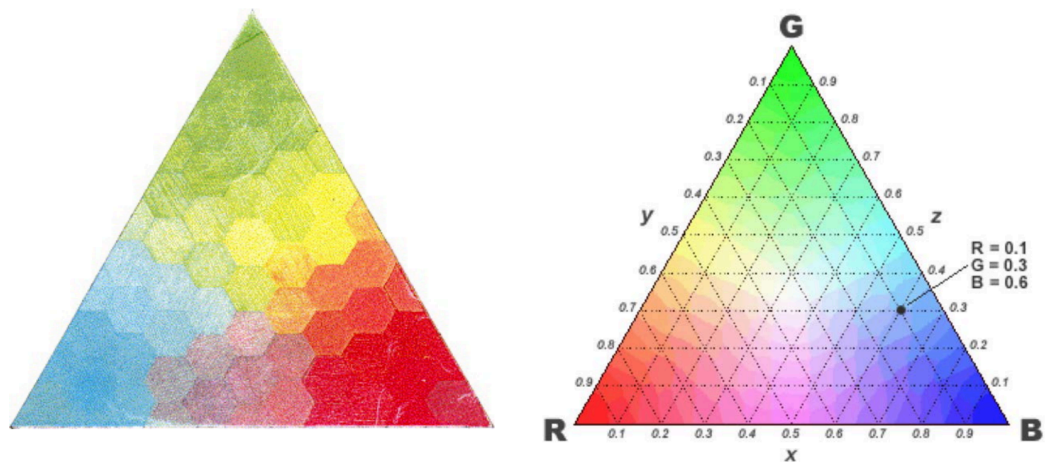
NCS-diagrammi on yksi järjestelmän hyödyllisimmistä työkaluista, jota voidaan käyttää monien värien ja niiden vivahteiden ja muutosten muistiinpanemiseen ja kartoittamiseen samanaikaisesti. Esimerkiksi kellastumisen, kulumisen tai kastumisen aikaansaamia muutoksia värin ulkonäössä voidaan vaivattomasti esittää diagrammin avulla. Katsomisestäisyyden ja vaihtuvan valaistuksen vaikutusta väriin voidaan myös havainnollistaa, kuten myös väritoleransseja. NCS-värijärjestelmä havainnollistaa perusväriaistimuksia ja niiden suhteita, mutta siitä ei käy ilmi, mitä väriaineita sekoittamalla väri on saatu fyysisesti aikaan. Järjestelmä voi esimerkiksi kertoa, että värissä on havaittavissa tietty määrä valkoisuutta, mutta sitä ei saada aikaan sekoittamalla samaa määrää valkoista väriainetta. (Arnkil 2008, 162–164.)

### 6.3 CIE 1931

Nykyaikaisen värinmäärityksen tärkeimpiä järjestelmiä ovat CIE:n värijärjestelmät. Digitaalinen kuvankäsittely tai painoprosessit eivät toimisi ilman niitä. Kaikkien muiden tärkeiden värijärjestelmien näytteet ja laadunvalvonta perustuvat CIE:n mitta-arvoihin. Värimittareiden ja tietokoneruutujen värikalibrointi pohjaa myös niihin. (Arnkil 2008, 165.)

Vuonna 1931 Commission Internationale de l’Eclairage eli Kansainvälinen valaistuskomissio, lyhyesti CIE, käsitteli tarvetta kansainväliselle värien standardoimiselle (Anderson Feisner 2006, 19). Se ehdotti kansainväliseksi värien määrittelyn standardiksi 1920-luvun lopulla kehitettyä CIE XYZ -järjestelmää (Rihlama 1997, 35–36). Valoihin perustuva, tarkka värijärjestelmä toi ratkaisun värikysymyksiin. Järjestelmän perustana toimi havainnon tai väripigmenttien sijaan fysiikka. Jokaisen värin sävy, valoisuus ja kylläisyys mitattiin tarkasti kolorimetrin avulla. (Anderson Feisner 2006, 19.) Kyseisestä järjestelmästä käytetään nykyään nimeä CIE 1931 ja se on yleisin kansainvälinen väristandardi (Arnkil 2008, 165).

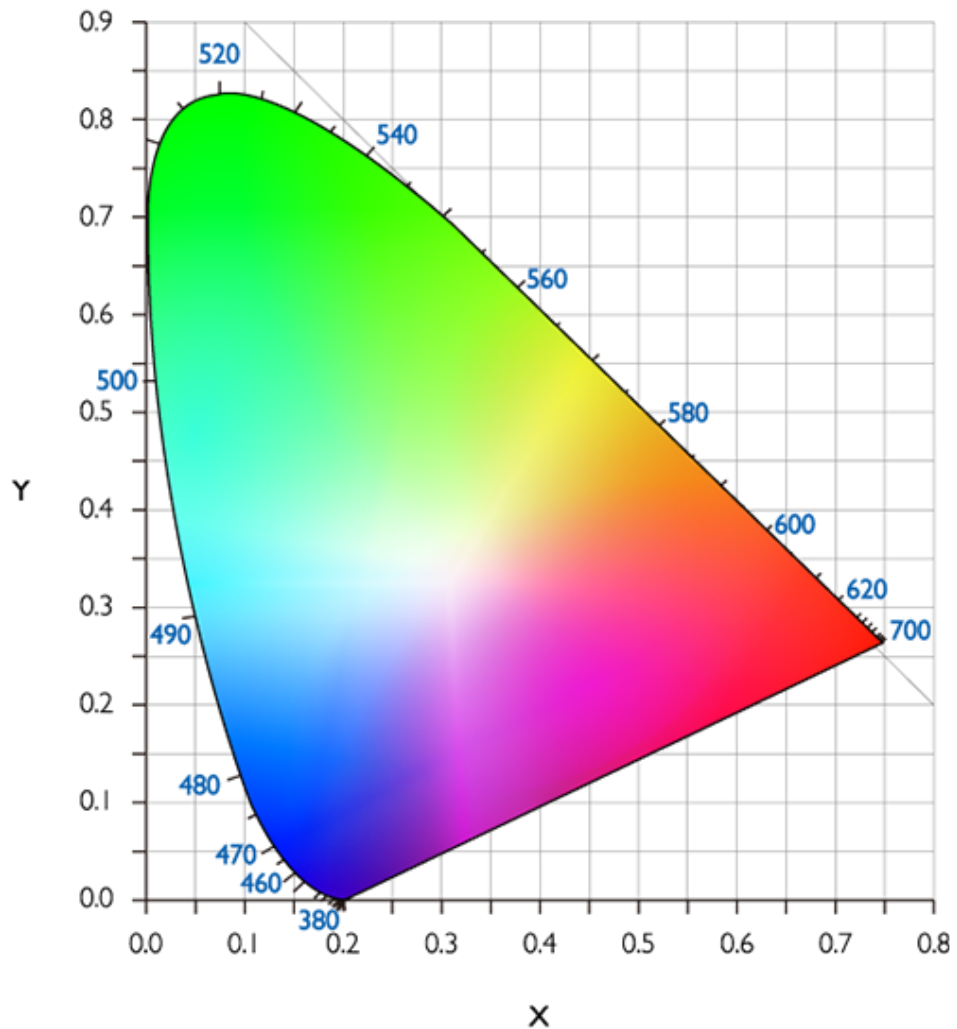
CIE 1931 –värijärjestelmää ei voida esittää konkreettisesti, sillä se on matemaattinen ja käsitteellinen avaruus. Tästä syystä sillä ei ole myöskään värinäytekokoelmia tai karttoja. Järjestelmän pohjana toimivat värihavaintojen sijaan fysiikka ja matemaattiset funktiot. CIE:n värijärjestelmän syntyyn vaikutti myös Maxwellin kromaattisuuskolmio (kuvio 24), joka on fyysikko James Clerk Maxwellin luomus. Maxwell tutki värillisten valojen sekoittumista ja huomasi, että kaikki näkemämme sävyt erilaisine kylläisyyksineen pystyttiin sekoittamaan kolmesta päävärivalosta. (Arnkil 2008, 165–167.)



Kuvio 24. Maxwellin kromaattisuuskolmio. Alkuperäinen kolmio vasemmalla, uudempi versio oikealla. (Värijärjestelmät ja värityökalut.)

CIE 1931 xy –diagrammi (kuvio 25) perustuu Maxwellin kromaattisuuskolmioon. Diagrammi on epäsymmetrinen, sillä huomattiin, ettei Maxwellin kolmiossa pystytty esittämään kaikkia värin sävyominaisuuksia. Järjestelmään lisättiin kuvitteellisia monokromaattisia valoja, sillä kaikkien puhtaiden sävyjen luominen ei onnistunutkaan vain kolmella päävärivalolla. Kaikkien havaittavissa olevien värien saamiseksi kuvioon suurennettiin väriavaruutta myös matemaattisesti. (Arnkil 2008, 165–167.) CIE-diagrammissa voidaan löytää minkä tahansa kahden värin yhdistelmät piirtämällä suora viiva yhden värin alkupisteestä toisen värin alkupisteeseen (Kernell 2016, 207–209). CIE-diagrammista voi saada tietoa kerrallaan vain kahdesta värin ulottuvuudesta. Diagrammi nimittäin on vain kaksiulotteinen tasoleikkaus kolmiulotteisesta väriavaruudesta. (Arnkil 2008, 165–167.)

## xy Chromaticity Chart



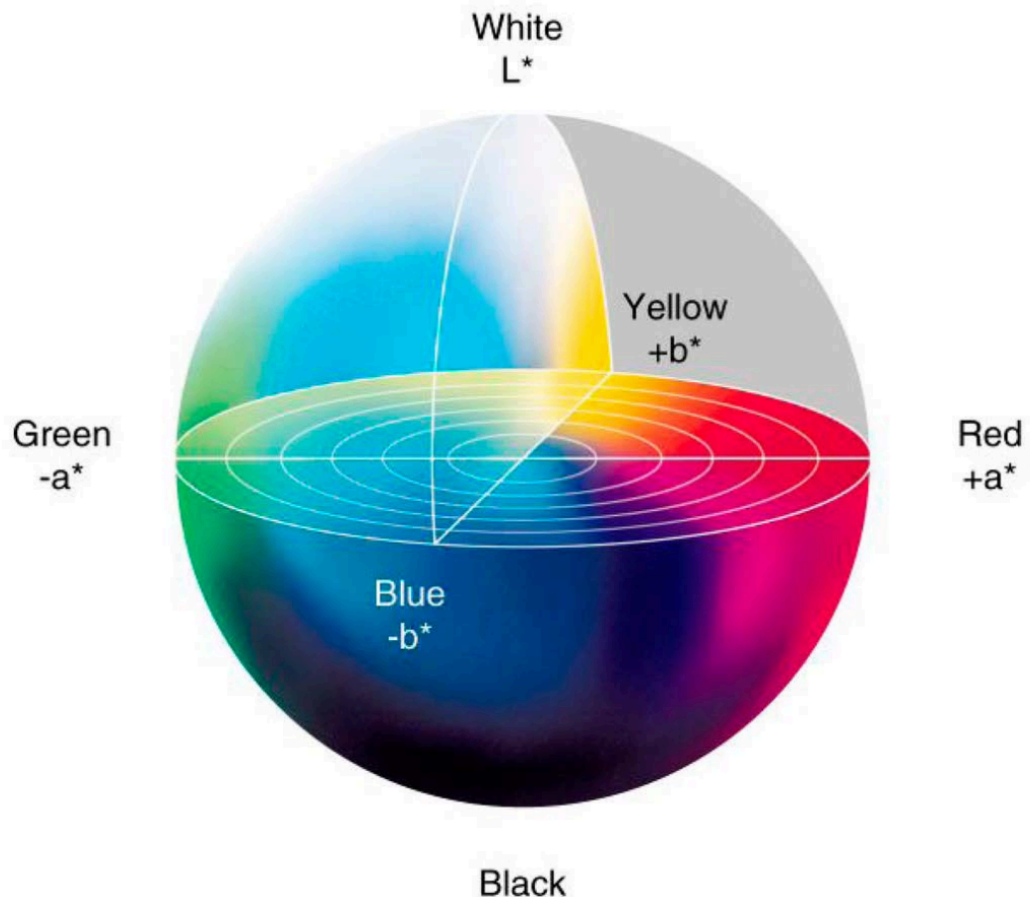
Kuvio 25. CIE 1931 xy –diagrammi (BenQ Knowledge Centre).

CIE-väriavaruudessa värierojen visuaalinen etäisyys ei vastaa niiden geometristä etäisyyttä, eli se ei ole tasajakoinen eikä symmetrinen. Järjestelmän tapaa hahmottaa värien havaitsemista onkin paranneltu. Avaruuden ymmärtämisen helpottamiseksi on myös tehty monia parannuksia ja uudistuksia. (Arnkil 2008, 165–167.)

#### 6.4 CIELAB ja CIELUV

Kuten edellä kerroinkin, on CIE-järjestelmä käsitteellinen ja se perustuu matematiikkaan ja fysiikkaan. Se on erittäin tarkka, mutta samalla myös varsin vaikea ymmärtää. Visuaalisesti rakennetut värijärjestelmät ovat sitä paljon havainnollisempia ja selkeämpiä. Järjestelmästä julkaistiinkin vuonna 1976 kaksi uutta versiota, CIELAB ja CIELUV, ongelmien ratkaisemiseksi. Etenkin CIELAB on suosittu ja yleisesti käytössä. Monia samankaltaisia värijärjestelmiä kutsutaankin lab-avaruuksiksi, vaikkei niillä olisikaan mitään tekemistä CIE:n värijärjestelmien kanssa. (Arnkil 2008, 168–169.)

Aikaisempaan CIE 1931 -malliin verrattuna CIELAB-väriavaruus on täysin symmetrinen ja tasajakoinen, minkä vuoksi se on helpommin lähestyttävä (kuvio 26). Tasajakoisuudella tarkoitetaan sitä, että väriavaruudessa kahden värin geometrinen ja visuaalinen etäisyys ovat samat. CIELAB-avaruudessa opponenttivärit sijaitsevat suorakulmaisesti vastakkain, toisin kuin aikaisemmassa mallissa, mikä onkin sen tärkein ominaisuus. (Arnkil 2008, 168–169.)

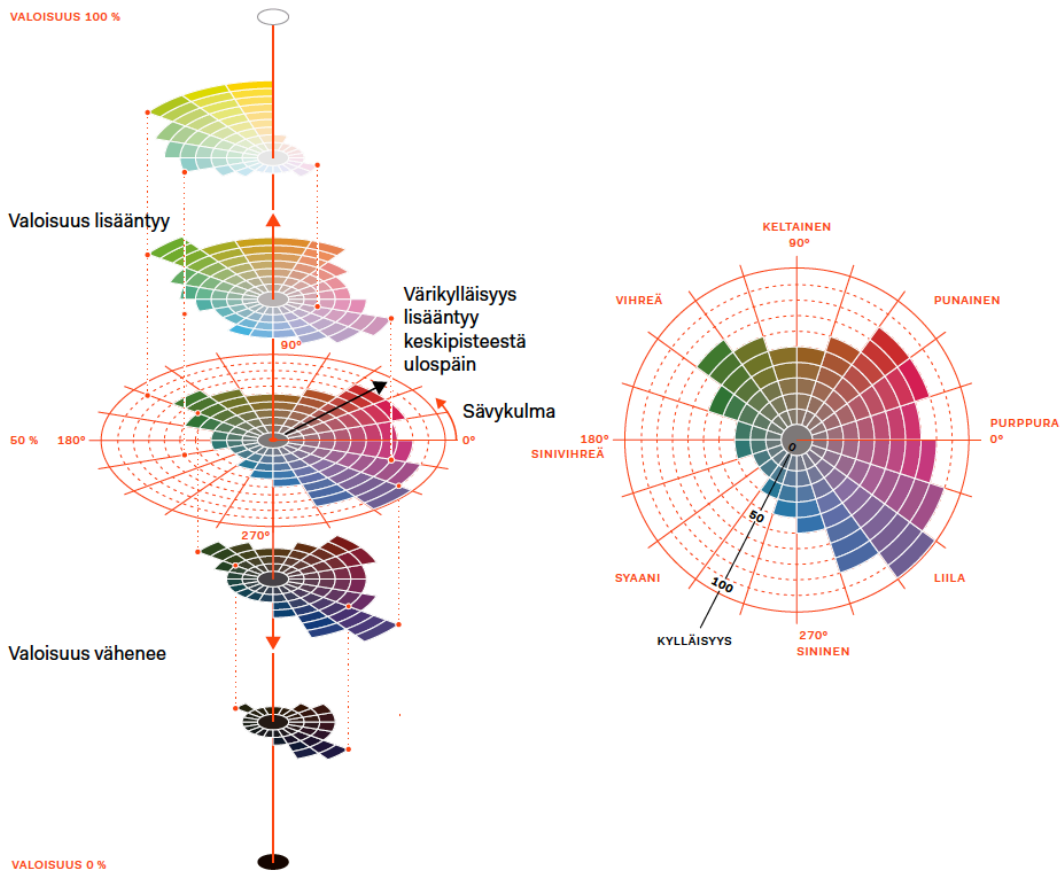


Kuvio 26. CIELAB-väriavaruus on täysin symmetrinen (Värijärjestelmät ja väriyökalut).

CIELAB-väriavaruus on käytössä mm. kuvankäsittelyohjelmissa (Koponen ym. 2016, 110). Kaikki värit, jotka voidaan digitoida, tulostaa ja näyttää, on mahdollista esittää sen avulla. Järjestelmän väritieto pysyy samana laitteesta toiseen, eli se on laiteriippumaton. CIELAB kuvaa ihmisen näkemän värialueen kokonaan, minkä vuoksi todellisuudessa mikään näyttölaite tai tulostin ei pysty toistamaan väriavaruutta täysin. Kaikkia näkyviä värejä ei siis pystytä tuottamaan yhdelläkään laitteella. (Walker & Barstow 2005, 34.)

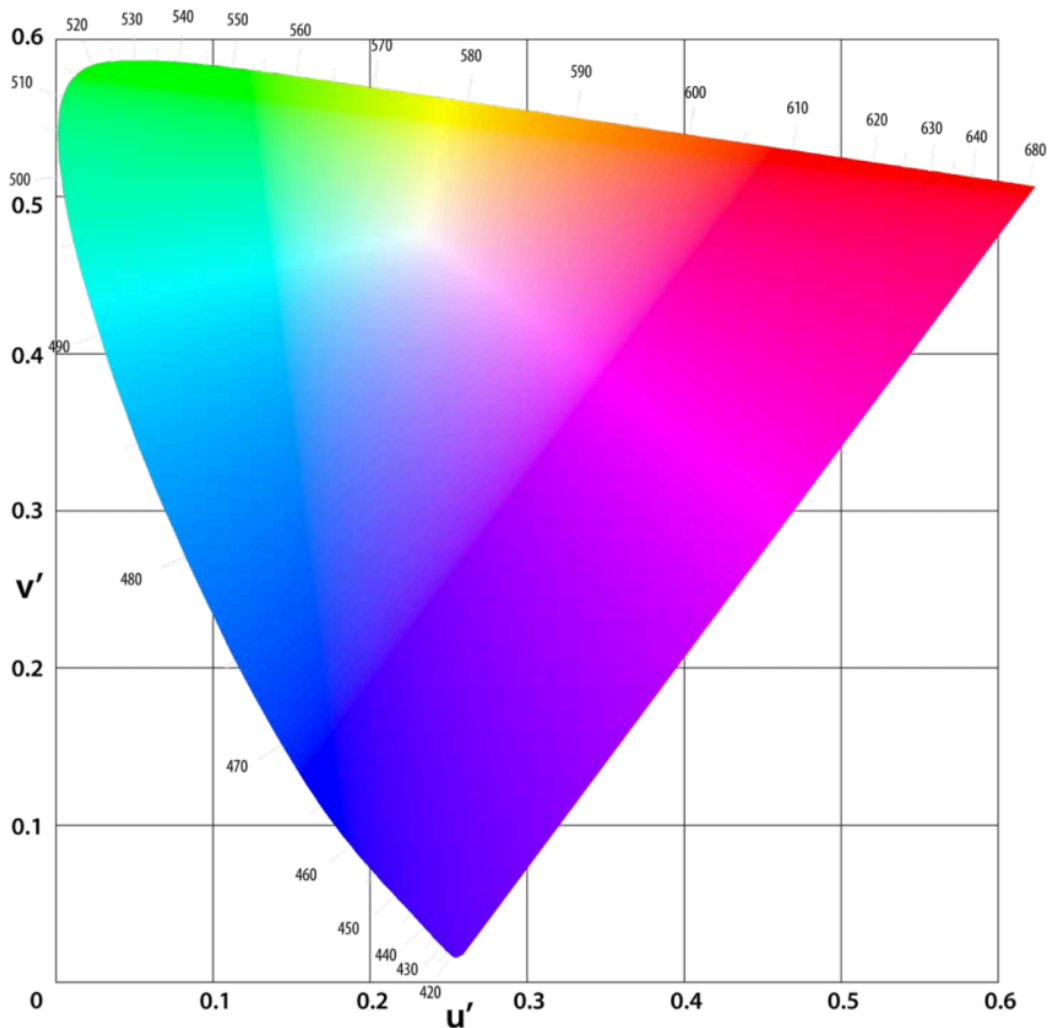
Yksi CIELAB-avaruuden versio on LCH, joka tunnetaan myös nimellä HCL. (Koponen ym. 2016, 110; Arnkil 2008, 168–169). Sen nimi on lyhenne sanoista lightness, chroma, hue eli vaaleus, kromaattisuus ja sävy. CIELAB-avaruus on pallonmuotoinen, mutta LCH on sylinteri (kuvio 27). Sen koordinaatisto on kuitenkin sama kuin CIELAB-avaruudessa. (Arnkil 2008, 168–169.)

## KOLMIULOTTEINEN ESITYS HCL-VÄRIAVARUUDESTA



Kuvio 27. HCL-väriavaruus (Koponen ym. 2016, 104).

CIELUV on CIELABin tapaan tasajakoinen väriavaruus. Sen pohjana toimi XYZ-diagrammi, joka puolestaan ei ole tasajakoinen. Diagrammia laajennettiin, jotta värien geometriset ja visuaaliset etäisyydet saataisiin yhtä suuriksi. CIELUV-väriavaruudella on kromaattisuusdiagrammi, joka XYZ-diagrammin tapaan kuvaa kaksiulotteisesti avaruuden ulkopuolta (kuvio 28). (Arnkil 2008, 168–169.)



Kuvio 28. CIELUV-järjestelmän kromaattisuusdiagrammi (Värijärjestelmät ja värityökälyt).

Väriaistimusten kuvaaminen matemaattisesti ei ole värin psykofyysisen luonteen vuoksi kovinkaan helppoa, mikä käy ilmi CIE:n värijärjestelmästä erilaisine versioineen. Kuitenkin lähes kaikki muut värijärjestelmät ja –mittarit perustuvat siihen, mikä osoittaa järjestelmän olevan tähänastisista toimivin. (Arnkil 2008, 168–169.)

## 6.5 CMYK ja RGB

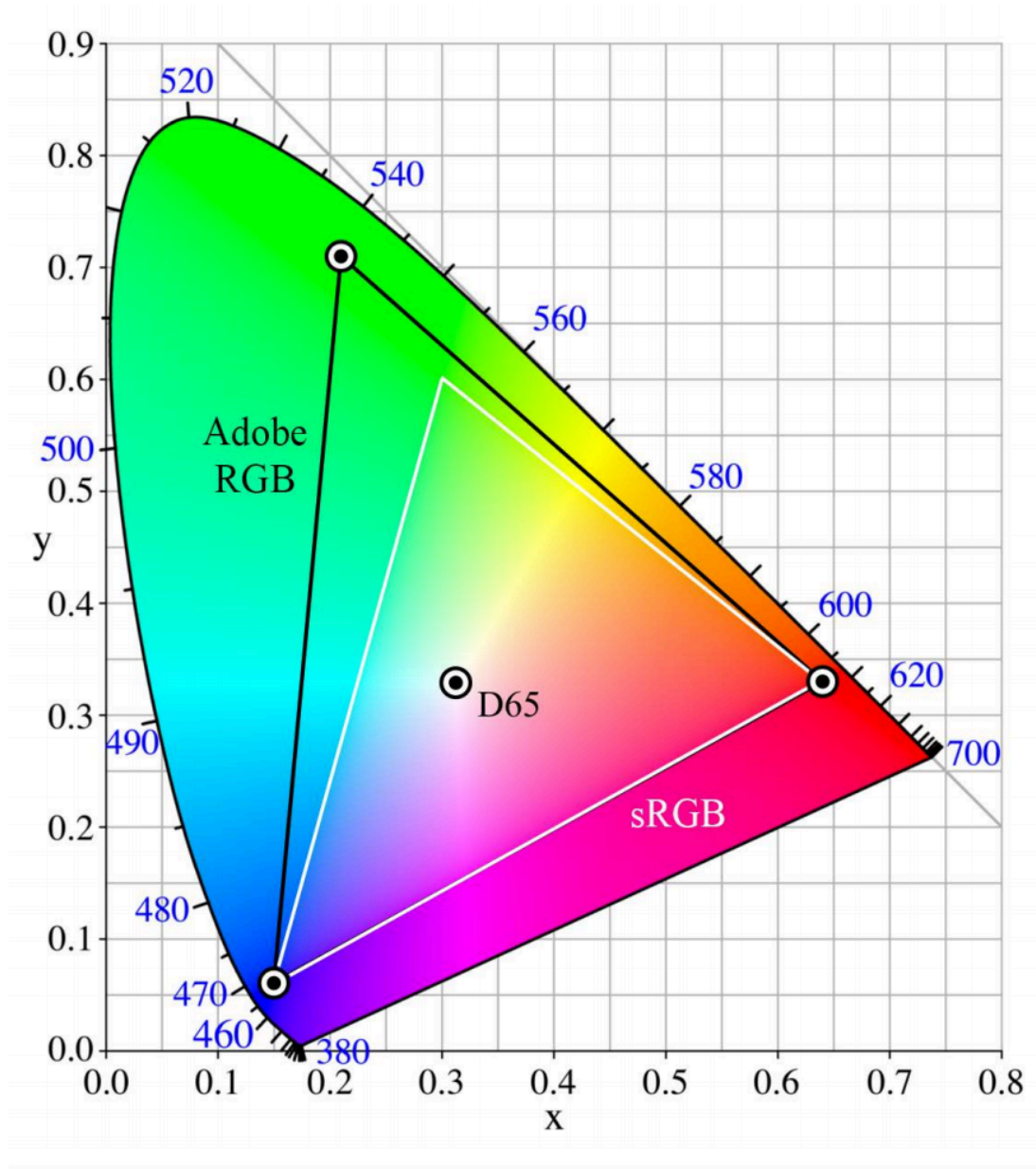
CMYK- ja RGB-arvoihin törmää useimmiten paino- ja kuvankäsittelyprosessissa (Arnkil 2008, 170–171). CMYK-järjestelmää käytetään tyypillisesti neliväripainamisessa. Värikuva painetaan käyttämällä neljää eriväristä painoväriä: syaania, magentaa, keltaista ja mustaa. Joitakin värejä, kuten neonvärejä tai metallisia värejä on mahdoton tuottaa CMYK-neliväripainamisella. Tällöin on turvauduttava muihin keinoihin, kuten painamalla



haluttu erikoisväri erikseen tai vaihtamalla yksi CMYK-painoväreistä toisenväriseen erikoispainoväriin. (Ambrose & Harris 2005, 28–33, 36–37.)

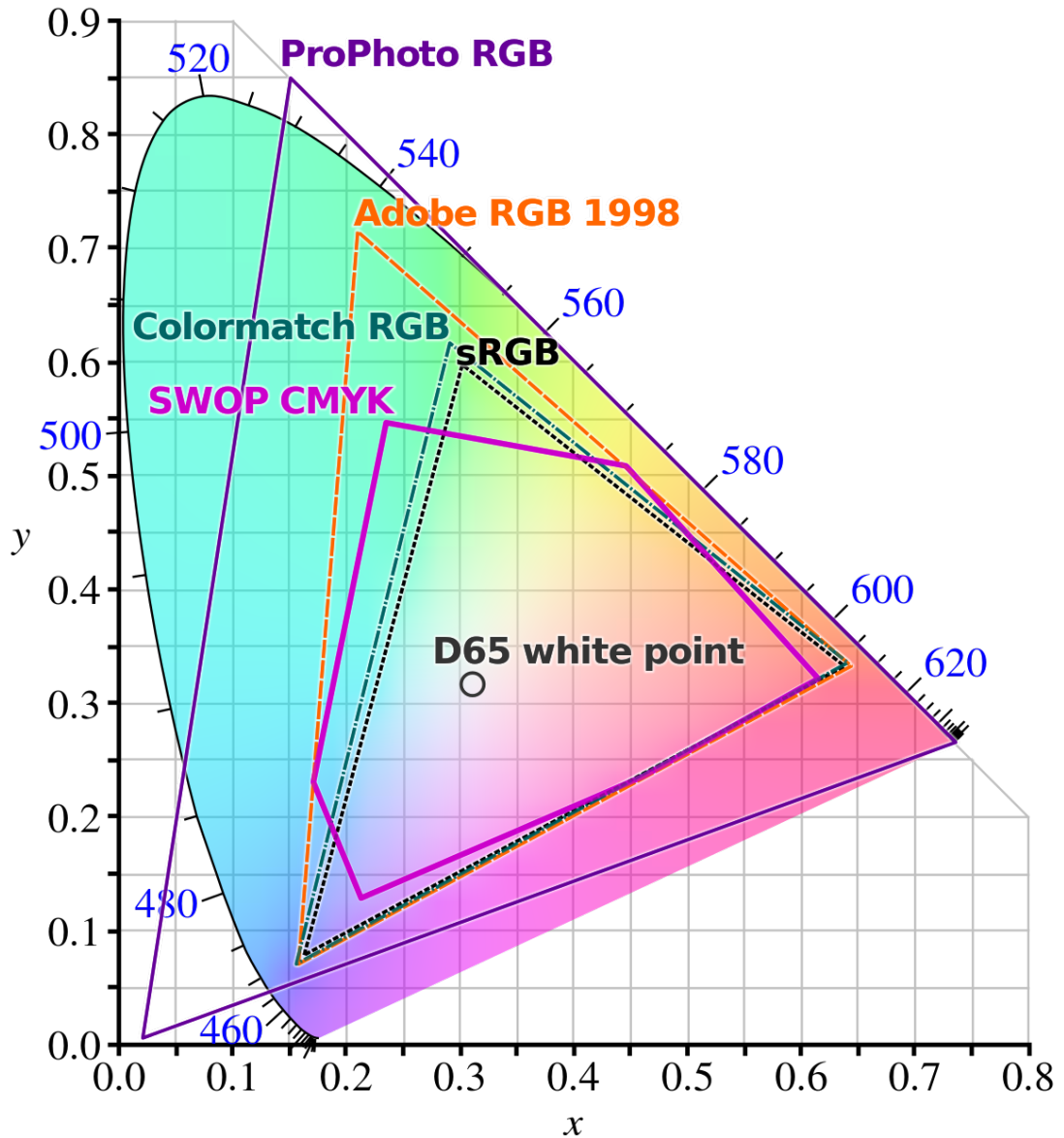
RGB-järjestelmä mahdollistaa värintoiston tietokoneen näytöllä ja televisioruudulla. Järjestelmä perustuu kolmeen additiiviseen päävärivaloon, punaiseen, vihreään ja siniseen. RGB-järjestelmä on yleisesti käytössä mm. kuvankäsittelyssä. Jos kuva tai grafiikka on tarkoitus julkaista digitaalisessa ympäristössä, kuten verkkosivulla, tapahtuu työskentely ja julkaisu RGB-tilassa. Kolmeen väriin perustuva RGB-tiedosto vie vähemmän tilaa verrattuna neljän värin CMYK-tiedostoon. (Ambrose & Harris 2005, 34.)

Adobe RGB ja Standard RGB eli sRGB ovat RGB-väriavaruuden muunnelmia. Kuten kuvista 29 voi huomata, on Adobe RGB laajempi kuin sRGB. Adobe RGB sisältää värikylläisempiä värejä, ja se onkin suosittu kuvankäsittelyssä. sRGB on luotu keskiverto-monitorille, ja siihen törmää esimerkiksi web-sisällössä. Sitä ei kannata käyttää painoprosessin värinmäärittämiseen. (Arnkil 2008, 170–171.)



Kuvio 29. Adobe RGB- ja sRGB-väriavaruudet esitettynä CIE xy -diagrammissa. Adobe RGB on laajempi kuin sRGB. (Värijärjestelmät ja väriyökalut.)

Laitteen toistoala eli gamut viittaa kyseisen laitteen kykyyn tuottaa tai erotella tietty CIE-LAB-värialue. RGB-väriavaruudet ovat CMYK-avaruuksia laajempia, minkä vuoksi CMYK-laitteet eivät pysty kuvaamaan yhtä paljon CIELAB-värejä kuin RGB-laitteet (kuvio 30). sRGB-järjestelmästä ei kuitenkaan löydy joitain vihreitä, syaaneja ja vahvoja keltaisia, joita taas CMYK-avaruus voi esittää. Kuvia muunnettaessa painokäyttöön onkin hyvä huomioida avaruuksien erot, minkä vuoksi toistoalan ulkopuolelle jääviä värejä kannattaa käsitellä. (Walker & Barstow 2005, 34.)



Kuvio 30. RGB- ja CMYK-avaruuksia verrattuna CIE  $xy$  -diagrammiin. CMYK-avaruudet ovat RGB-avaruuksia kapeampia. (Wikipedia 2020.)

Sekä CMYK:n että RGB:n puute on se, että ne ovat laiteriippuvaisia. Laiteriippuvaisuus tarkoittaa sitä, että värit saattavat näyttää hyvinkin erilaisilta eri laitteilla ja ympäristöissä. Esimerkiksi monitorin kirkkaus ja asetukset sekä vallitseva valotilanne vaikuttavat paljonkin värien havaitsemiseen. (Arnkil 2008, 170–171.) RGB- ja CMYK-arvot ovatkin vain eräänlaisia ohjeita värien esittämiseen tai tuottamiseen tietyillä laitteilla. Jotta värit voitaisiin esittää täsmällisesti muillakin laitteilla, tarvitaan värinhallintaa. ICC-väriprofiili onkin luotu juuri tähän tarkoitukseen. Se on tietyn laitteen tapaa käsitellä värejä havainnollistava digitaalinen tiedosto. Tietystä laitteesta, kuten vaikkapa kamerasta, saadut väri-

tiedot siirretään laiteprofiilia käyttäen laiteriippumattomaan väriavaruuteen, kuten CIE-LABiin. Tieto väreistä voidaan sitten sovittaa tulostuslaitteille, kuten esimerkiksi mustesuihkutulostimelle, soveltuviksi arvoiksi taas kyseisen laitteen profiilin avulla. ICC-väriprofiili onkin eräänlainen apuväline, jonka avulla kuvan pikselien väriarvot pystytään tulkitsemaan oikein. (Walker & Barstow 2005, 48–51.)

## 6.6 Parhaiten toisistaan erottuvat värit

Samassa väripaletissa toisistaan hyvin erottuvia värejä voi olla enintään 12. Yleensä suurimman mahdollisen värimäärän hyödyntäminen ei kuitenkaan ole järkevää, sillä se voi tehdä esityksestä vaikealukuisen ja siten aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä. Erottuvia värejä kannattaakin hyödyntää vain tärkeimpiin kohtiin. (Koponen ym. 2016, 111.)





































Tunnistevärejä valittaessa on värien erotuttava taustan lisäksi myös toisistaan (Arnkil 2008, 142–143). Kuten luvussa 2 mainitsin, ihmisen värihavaintoon liittyvät erilaiset opponenttivärisignaalit, kuten punainen-vihreä ja keltainen-sininen. Voimakkaan signaalin jollain näistä värikanavista aiheuttavat värit ovat ihmiselle helpointa erottaa. Nämä helpoiten erottuvat värit ovat siis punainen, vihreä, keltainen ja sininen, sekä valoisuuden aistimiseen liittyvät musta ja valkoinen (kuvio 31). Kaikkien muiden värien erottaminen ei tapahdu yhtä nopeasti, sillä ne aiheuttavat signaalin useammalla kuin vain yhdellä värikanavalla. (Johnson 2010, 61–63.)



Kuvio 31. Punainen, vihreä, keltainen, sininen, valkoinen ja musta saavat kukin aikaan voimakkaan signaalin jollain opponenttivärikanavalla, minkä vuoksi ne ovat normaalinäköiselle ihmiselle helpoimmat ja nopeimmat tunnistaa ja erottaa toisistaan. Arnkilin (2008, 142) kuvion pohjalta muokattu.

Joskus edellä mainitut kuusi perusväriä on kuitenkin liian vähän. Useampia värejä tunnistetarkoitukseen valittaessa olisikin hyvä varmistaa, että ne erottuvat toisistaan tarpeeksi. Tasajakoisessa väriavaruudessa mahdollisimman kaukana olevat värit erottuvat

toisistaan parhaiten. Professori Colin Ware on tutkinut värien käyttöä tiedon visualisoinnissa, ja hän on keksinyt 12 parhaiten erottuvan värin ryhmän, joka pohjaa Berlin & Kayn tutkimuksessa esitettyihin 11 yleisimmin nimettyihin väriin (kuvio 32). Näiden 12 värin joukossa ensimmäiset kuusi ovat aikaisemmin mainitut perusvärit. (Arnkil 2008, 142–143.) Kaikkia 12 parhaiten toisistaan erottuvaa väriä ei kuitenkaan suositella samassa esityksessä käytettäväksi, sillä on havaittu, että ihmiset kykenevät tunnistamaan vain noin yhdeksän väriä yhdessä esityksessä (Kosslyn 2006, 159). Jos esitykseen tarvitaan yli 12 tunnisteväriä, voi niiden erottaminen toisistaan hankaloitua ja mm. painotekniset ongelmat lisääntyä (Arnkil 2008, 142–143).

PARHAITEN TOISISTAAN EROTTUVAT VÄRIT	SAMAT VÄRIT PUNA- SOKEAN SILMIN	SAMAT VÄRIT VIHER- SOKEAN SILMIN	RGB-arvo			LCH-arvo		
			R 0–255	G 0–255	B 0–255	L 0–100	C 0–140	H 0–360
			255	0	0	53	104	40
			0	209	0	73	103	136
			255	230	0	91	90	96
			0	43	255	36	123	304
			255	255	255	100	0	180
			0	0	0	0	0	180
			255	148	148	73	44	24
			137	137	137	57	0	297
			255	103	0	62	90	53
			0	239	176	84	65	165
			145	61	39	37	46	42
			194	18	204	47	96	326

Kuvio 32. Parhaiten toisistaan erottuvat värit. Koposen ym. (2016, 110) ja Arnkilin (2008, 142) kuvioiden pohjalta muokattu.

Kuten kuvioista 29 huomaa, ovat Colin Waren ehdottamat 12 parhaiten erottuvaa väriä erottuvia normaalinäköiselle, mutta niiden valinnassa ei ole huomioitu edes yleisimpiä värinäön poikkeuksia. Värit näyttävät sekä puna- että vihersokeille varsin saman sävyisinä. Siksi on luotu myös toisenlainen, tosin vain yhdeksästä toisistaan erottuvasta väristä koostuva paletti, jonka laatimisessa on huomioitu myös yleisimmät värinäön poikkeamat (kuvio 33). Palettiin valitut värit ovat HCL-väriavaruudessa mahdollisimman kaukana toisistaan. (Koponen ym. 2016, 110.)

PARHAITEN TOISISTAAN EROTTUVAT VÄRIT Väri	Millaisena yleisimmistä värinäön poikkeamista kärsivät havaitsevat värin	RGB-arvo			HCL-arvo		
		R 0–255	G 0–255	B 0–255	H 0–360	C 0–100	L 0–100
Sinooperinpunainen		213	94	0	55,6	76,7	54,2
Sinivihreä		0	158	115	164,4	47,5	57,7
Sininen		0	114	178	266,2	41,5	46,0
Keltainen		240	228	66	100,0	76,6	89,1
Musta		0	0	0	–	0,0	0,0
Valkoinen		255	255	255	–	0,0	100,0
Oranssi		230	159	0	77,6	76,5	70,6
Taivaansininen		86	180	233	250,9	36,8	69,8
Purppura		204	121	167	344,6	40,0	61,0

Kuvio 33. Parhaiten toisistaan erottuvien värien paletti niin, että yleisimmät värinäön poikkeamat on myös huomioitu (Koponen ym. 2016, 110).

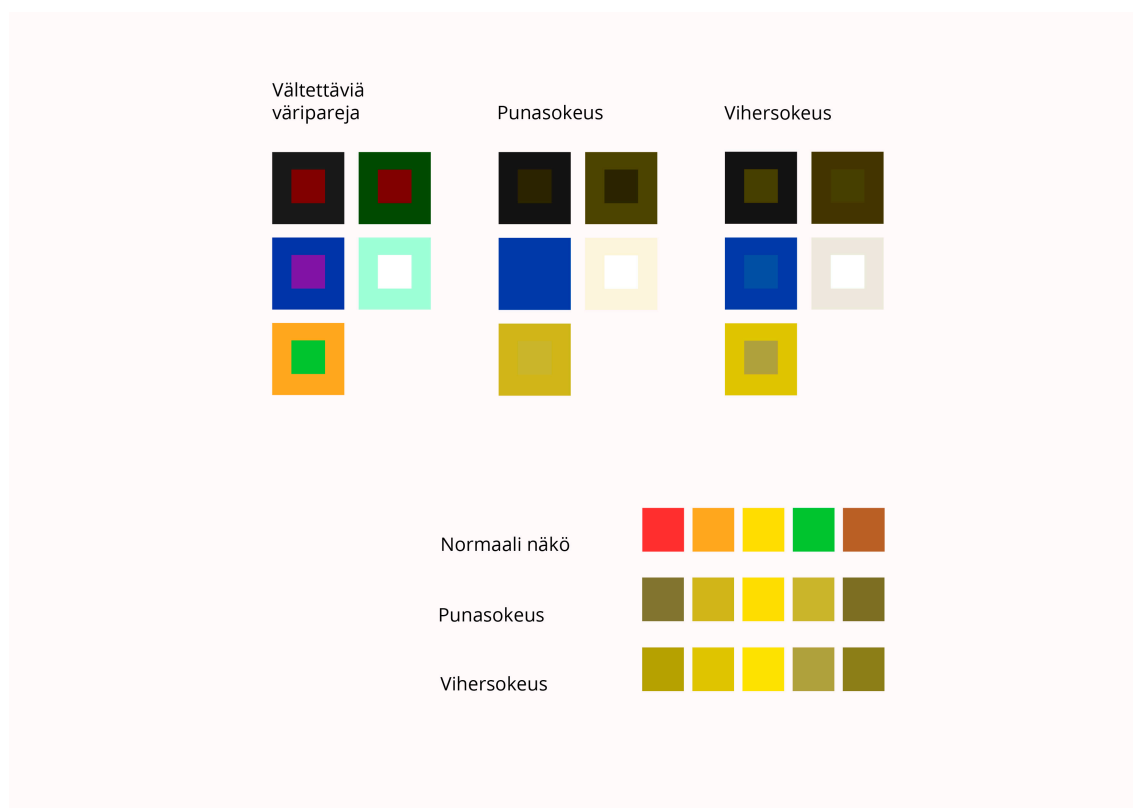
Värin näkeminen on monimutkainen prosessi ja aina subjektiivista, minkä vuoksi täydellistä värijärjestelmää on luultavasti mahdoton luoda. Aikaisemmin tässä luvussa kerroinkin eri värijärjestelmistä, joista CIELAB ja siihen perustuva LCH tai HCL lienevät lähimpänä virheetöntä värijärjestelmää. Näitä värijärjestelmiä olisikin väripaletteja luodessa hyvä hyödyntää, sillä esimerkiksi RGB ja CMYK eivät ole edellä mainittujen järjestelmien tavoin tasajakoisia, eivätkä sen vuoksi sovellu väripalettejen laatimiseen. (Koponen ym. 2016, 110.)

## 7 Ohjeet

Luvussa 5 kerroin erilaisista asioista, joiden huomioiminen suunnittelussa tekee infografiikasta saavutettavampaa puna-vihersokeille. Monet mainituista asioista liittyvät vahvasti siihen, millaista on hyvä infografiikka. Infografiikan tärkeimpiä piirteitä ovat selkeys ja helppolukuisuus, minkä pitäisi näkyä myös grafiikan väreissä. Selkeät värivalinnat ja tarpeeksi suuri kontrasti värien välillä liittyy vahvasti myös siihen, kuinka grafiikka näyttää puna-vihersokeille. Siksi mielestäni infografiikka, jonka suunnittelussa on huomioitu myös puna-vihersokeita, on varmasti luettavampaa myös normaalinäköisille ja siten hyvää suunnittelua. Yksi tämän opinnäytetyön tavoitteista on koota ohjeet siitä, kuinka puna-vihersokeus voitaisiin huomioida infografiikan suunnittelussa. Seuraavaksi tässä luvussa esittelenkin tiivistetysti keräämäni ohjeet. Kuten tässä opinnäytetyössä olen maininnut, vaihtelee puna-vihersokeuden aste yksilöittäin, minkä vuoksi tekemiäni ohjeita ei voi pitää täysin ehdottomina sääntöinä.

### Vältettäviä väripareja

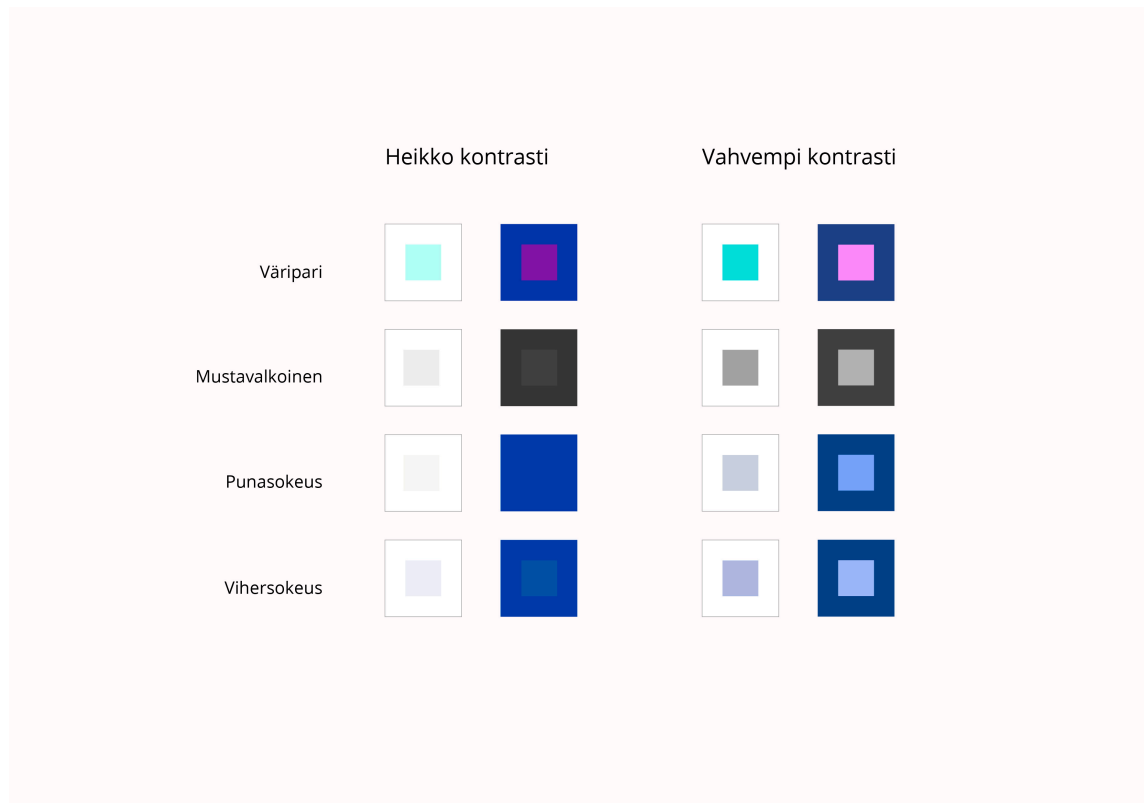
Tiedon esittämisessä kannattaa välttää puna-vihersokeille vaikeuksia aiheuttavia väripareja, joita ovat tummanpunainen ja musta, tummanpunainen ja tummanvihreä, sininen ja violetti, sekä vaaleanvihreä ja valkoinen (Johnson 2010, 59–62). Myös oranssi ja vihreä koetaan usein vaikeaksi erottaa toisistaan (Kernell 2016, 155–156). Punainen, oranssi, keltainen, vihreä ja ruskea voivat näyttäytyä saman sävyisinä puna-vihersokeille (Color Blind Essentials 2013, 13–14). Kuvio 34 esittää näitä ongelmallisia värejä.



Kuvio 34. Puna-vihersokeille vaikeuksia aiheuttavia väripareja ja värejä.

### Riittävä kontrastiero

Värien välisen kontrastin on oltava tarpeeksi suuri, jotta puna-vihersokeat pystyvät erottamaan ne toisistaan (Johnson 2010, 59–63). Esimerkiksi harmaata tai valkoista taustaa vasten sinivihreät sävyt voivat näyttäytyä tyystin näkymättöminä (Kernell 2016, 155–156). Värien kontrastieroja voi testata muuttamalla niitä mustavalkoisiksi (kuvio 35). Jos värit eivät mustavalkoisina erotu toisistaan, on niiden välistä kontrastia lisättävä. (Johnson 2010, 59–63.)



Kuvio 35. Jotta punavihersokea katsoja kykenee erottamaan värit toisistaan, on niiden välisen kontrastin oltava riittävän suuri. Kontrastia voi testata muuttamalla värejä mustavalkoiseksi.

### Väriin lisäksi muiden elementtien hyödyntäminen

Informaatiota ei kannata esittää vain värin sävyeroilla (Koponen ym. 2016, 102–105). Tiedonvälitykseen voidaan käyttää esimerkiksi ikoneja, symboleita (Johnson 2010, 59–62), erilaisia kuvioita, tekstuureja, viivanpaksuutta ja erilaisia viivatyyplejä, kuten katkoviiroja (kuvio 36). Tekstien ja numeroiden toisistaan erottamiseen kannattaa käyttää typografisia keinoja. (Kernell 2016, 155–156.)





Kuvio 36. Tiedonvälitykseen voidaan käyttää värin lisäksi muita elementtejä.

## Hyödynnä ohjelmistoja

Apuna suunnittelutyössä kannattaa käyttää erilaisten ohjelmistojen, kuten Photoshopin tai Illustratorin, mahdollisuuksia simuloida erilaisia värinäön poikkeamia. Myös sivusto nimeltä Vischeck on hyödyllinen, juuri tarkoitukseen tehty verkkosivu. (Koponen ym. 2016, 102–105.)

Osana opinnäytetyötäni toteutin informaatiograafisen ohjeistustiivistelmän. Sen tarkoitus on selittää puna-vihersokeutena tunnettu ilmiö mahdollisimman selkeästi ja esittää ohjeistus sen huomioimiseksi infografiikan suunnittelussa. Esitys löytyy opinnäytetyön liitteistä.

## 8 Yhteenveto

Ihmisen värinäkö on hyvin subjektiivinen, ja erilaiset värinäön poikkeamat ovat yleisiä. Suurin osa poikkeamista liittyy punaisen ja vihreän havaitsemiseen, ja niitä kutsutaan yleisesti termillä puna-vihersokeus. Puna-vihersokeutta on kuitenkin monenlaista aina vaikeuksista haaleiden pastellivärien erottamisesta toisistaan kyvyttömyyteen tunnistaa värikylläisiäkin värejä. Nimestään huolimatta puna-vihersokeus ei kuitenkaan tarkoita, että vain punaisen ja vihreän toisistaan erottaminen tuottaisi vaikeuksia. Värinäön poikkeama vaikuttaa koko värispektriin vain joidenkin sävyjen sijaan, minkä vuoksi esimerkiksi oranssi ja vihreä saattavat näyttää samalta väriltä tai punertavaakaan violetin sävyä ei pysty erottamaan sinisestä.

Infografiikkaa suunnitellessa on tärkeää esittää sen viesti mahdollisimman selkeästi ja ymmärrettävästi. Infografiikan selkeys kuitenkin kärsii, jos puna-vihersokea katsoja ei kykene lukemaan tai ymmärtämään esitystä huolimattomien värivalintojen vuoksi. Opinnäytetyöni tavoitteena olikin selvittää puna-vihersokeutena tunnettua ilmiötä ja sitä, kuinka se voidaan huomioida infografiikan suunnittelussa. Työssä käsittelin ihmisen värinäköä ja värinäön poikkeamia, erityisesti puna-vihersokeutta. Tarkastelin infografiikkaa yleisellä tasolla sekä puna-vihersokeuden kannalta olennaisimpia asioita sen suunnittelussa, kuten värikkäyttä. Käsittelin hieman myös EU:n saavutettavuusdirektiiviä ja erilaisia värijärjestelmiä sekä parhaiten toisistaan erottuvia värejä. Viimeiseksi tässä työssä esittelin keräämäni ohjeet puna-vihersokeuden huomioimiseksi infografiikassa.

Opinnäytetyöni aihe oli minulle varsin uusi, joten opin paljon ihmisen värinäöstä, väri-sokeudesta ja infografiikasta. Minulle tuli hieman yllätyksenä infografiikkaan tutustuessani, että termi onkin varsin laaja ja että siitä on olemassa monia erilaisia käsityksiä. Etenkin infografiikan luokittelusta eri lajityyppeihin ei ole yhtä tiettyä, tyhjentävää tapaa. Siksi tyydyinkin käsittelemään infografiikkaa suurpiirteisesti enkä yrittänyt esitellä siihen kuuluvia lajityyppejä. Näin jälkikäteen ajateltuna olisin voinut keskittyä infografiikan sisällä johonkin tiettyyn kuviotyyppiin tai alalajiin, kuten tilastografiikkaan, ja rajata opinnäytetyöni siihen. Toisaalta infografiikan suunnittelu puna-vihersokeus huomioiden tarjosi mielestäni sopivan rajauksen aiheen käsittelyyn. Huomasin myös, että erityisesti infografiikan tai edes graafisen suunnittelun värinkäyttöön ei ole puna-vihersokeutta tai muitakaan värinäön poikkeamia huomioivia valmiita ohjeistuksia. Värinkäyttöön annetaan kyllä yleisiä ohjeita, mutta jostain syystä ihmisen värinäön monimuotoisuus on useimmiten niistä unohdettu. Opinnäytetyöhöni kokoamani ohjeet infografiikan suunnittelusta puna-vihersokeille onkin koottu monesta eri lähteestä ja hieman soveltaen. Kuten aikaisemmin mainitsin, keräämiäni ohjeita voi soveltaa hyvin muihinkin graafisen suunnittelun alueisiin.

Aluksi opinnäytetyön aihetta valitessani minulla oli hieman harhaanjohtava käsitys, että puna-vihersokeuden huomioimiseksi infografiikan väripaletissa saisi olla vain joitain tiettyjä värejä. Ajattelin, että esimerkiksi punaista tai vihreää ei voisi ollenkaan käyttää paletteissa. Aiheeseen tutustuessani huomasin kuitenkin, että tärkeintä värien valinnassa onkin niiden välinen kontrasti. Punaista, vihreää ja muitakin värejä voi käyttää infografiikassa, kunhan niiden välistä kontrastia ja erottuvuutta muistaa testata. Toki tässä työssä kävin läpi ongelmallisia väripareja, joita kannattaa välttää. Monet väripareista ovat kuitenkin sellaisia, että niiden aiheuttamat ongelmat ovat varsin helposti ratkaistavissa juuri kontrastia tai sävyä muuttamalla. Sain selville, että puna-vihersokeuden huomioiminen infografiikassa liittyykin paljon siihen, mitä pidetään hyvänä infografiikkana. Vaikka esityksessä ei olisikaan huomioitu värinäön poikkeamia, on sen värien välillä oltava tarpeeksi kontrastia ja eri elementtien on erotuttava tarpeeksi. Siispä infografiikka, jonka suunnittelussa puna-vihersokeus on huomioitu, on todennäköisesti hyvää infografiikkaa ja selkeämpää myös normaalinäköisille.

Opinnäytetyöni rajaus puna-vihersokeuteen on mielestäni toimiva, sillä värinäön poikkeamista puna-vihersokeus on ylivoimaisesti yleisin. Puna-vihersokeudesta löytyi myös muihin värinäön poikkeamiin verrattuna eniten tietoa. Puna-vihersokeudella kuitenkin viitataan yleiskielessä ainakin neljään eriasteiseen värinäön poikkeamaan, ja toivonkin,

että sain avattua niitä tarpeeksi selkeästi. Kuvaesimerkeissä käytin kuitenkin vain puna- ja vihersokeutta simuloivia efektejä selkeyden vuoksi. Käyttämäni efektit kuvaavat poikkeamien ääripäitä, joten ajattelin niiden osoittavan ymmärrettävästi poikkeamien piirteitä.

Mielestäni olisin voinut hankkia enemmän tietoa infografiikasta ja siitä, kuinka puna-vihersokeus voidaan ottaa huomioon sen suunnittelussa. Infografiikkaa olisin voinut käsitellä hieman selkeämmin tai rajata sen johonkin infografiikan alalajiin. Infografiikan tarkastelu puna-vihersokeuden kautta tarjosi jonkinlaiset raamit, mutta en löytänyt niin paljon tietoa puna-vihersokeuden huomioimisesta infografiikassa tai graafisessa suunnittelussa kuin olisin halunnut. Työtä kirjoittaessani ajattelin, että värijärjestelmiä on hyvä ymmärtää, kun puhutaan värien erottuvuudesta ja toistumisesta. Puna-vihersokeuden ja kontrastin kannalta on tärkeää, että värit toistuvat oikein, mihin värijärjestelmillä on olennainen yhteys.

Luulen kuitenkin saavuttaneeni opinnäytetyölle asettamani tavoitteet hyvin. Kerroin puna-vihersokeudesta ja esittelin erilaisia keinoja sen huomioimiseksi infografiikan suunnittelussa. Opin työtä tehdessäni aiheesta todella paljon, ja pystyn tästä eteenpäin ottamaan puna-vihersokeuden paremmin huomioon omissa töissäni. Huomasin myös, että puna-vihersokeuden huomioiminen infografiikassa ei ole läheskään niin vaikeaa, kuin mitä aluksi luulin. Siksipä toivon opinnäytetyöni hälventävän samanlaisia ennakkoluuloja, kuin mitä itselläniikin aiheen suhteen oli, ja kannustavan tutustumista aiheeseen syvemmin. Viime aikoina graafisen suunnittelun saavutettavuus on ollut pinnalla, ja luulen, että siihen kiinnitetään koko ajan enemmän huomiota. Toivottavasti värinäön poikkeamien huomioimisesta infografiikassa ja graafisessa suunnittelussa tulee yhä yleisempää.

## Lähteet

Ambrose, Gavin, Harris, Paul 2005. Colour: n. The Sensation Produced by Rays of Light of Different Wavelengths, a Particular Variety of This. Sveitsi: AVA Publishing SA.

Anderson Feisner, Edith 2006. Color Studies. New York: Fairchild Publications, Inc.

Arnkil, Harald 2008. Värit havaintojen maailmassa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Berinato, Scott 2016. Good Charts: The HBR Guide to Making Smarter, More Persuasive Data Visualizations. Boston: Harvard Business Review Press.

Birch, Jennifer 1993. Diagnosis of Defective Colour Vision. Oxford: University of Oxford.

Cairo, Alberto 2013. The Functional Art: An Introduction to Information Graphics and Visualization. Berkeley: New Riders.

Cairo, Alberto 2016. The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication. Berkeley: New Riders. [e-kirja] <https://learning.oreilly.com/library/view/the-truthful-art/9780133440492/title.html#title> (luettu: 5.5.2020).

Daniel from Colblindor 2013. Color Blind Essentials. [e-kirja] <https://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf> (luettu: 2.3.2020).

Direktiivi 2016/2102/EU: Ns. saavutettavuusdirektiivi. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi julkisen sektorin elinten verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Euroopan unionin virallinen lehti 2.12.2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102> (luettu: 3.9.2020).

Huttunen, Martti 2005. Värit pintaa syvemmältä. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Johnson, Jeff 2010. Designing with the Mind in Mind. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann.

Kernell, Daniel 2016. Colours and Colour Vision: An Introductory Survey. Cambridge: University of Cambridge.

Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Helsinki: Aalto ARTS Books.

Kosslyn, Stephen M. 2006. Graph Design for the Eye and Mind. New York: Oxford University Press, Inc.

Kuehni, Rolf G. 1997. Color: An Introduction to Practice and Principles. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Lankow, Jason, Ritchie, Josh, Crooks, Ross 2012. Infographics: The Power of Visual Storytelling. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Mollon, John 1995. Seeing Colour. Lamb, Trevor, Bourriau, Janine (toim.): Colour: Art & Science. Cambridge: University of Cambridge. 127–150.

Rihlama, Seppo 1997. Värioppi. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Valtiovarainministeriö 2018. Saavutettavuus. <https://vm.fi/saavutettavuusdirektiivi> (luettu 3.9.2020).

Walker, Michael, Barstow, Neil 2005. Digikuvan värinhallinta & -korjailu. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

## Kuvalähteet

Kuvio 1. Ihmissilmän kolmen eri tappisolutyypin (S, M, L) havaitsemat valon aallonpituudet. Arnkilin (2008, 39) kuvion pohjalta muokattu. Värit havaintojen maailmassa. Arnkil, Harald 2008. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 39.

Kuvio 2. Yksi Josef Albersin harjoituksista, jossa tutkitaan värien vaikutusta toisiinsa. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 107.

Kuvio 3. Valokuva väriliiduista ensin normaalinäköisen silmin, sitten vihersokeutta simuloivan efektin vaikutuksen alaisena, ja viimeisenä punasokeutta simuloivan efektin vaikutuksen alaisena. Colblindor. 2006–2018. Coblis – Color Blindness Simulator. <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>. (luettu: 4.3.2020).

Kuvio 4. Punasokean henkilön kokoama joukko väripareja, jotka ovat hänelle erityisen hankalia erottaa toisistaan. Color Blind Essentialsin (2013, 15) kuvion pohjalta muokattu. Color Blind Essentials. Daniel from Colblindor 2013. [e-kirja] <https://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf> (luettu: 20.10.2020).

Kuvio 5. Tietokonemallinnus Krakatau-tulivuoren purkauksen vuonna 1883 Sundansal-messa Indonesiassa aiheuttaman tuhoisan tsunamin etenemisestä. NOAA. [https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu\\_travel\\_time\\_events.shtml](https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_travel_time_events.shtml) (luettu: 17.9.2020).

Kuvio 6. Infografiikka Kiinan aikeista pumpata vettä sen eteläosista pohjoisosiin. South China Morning Post. 2014. Defying Gravity. <https://multimedia.scmp.com/culture/article/SCMP-printed-graphics-memory/lonelyGraphics/201405A81.html> (luettu: 23.10.2020).

Kuvio 8. Reutersin havainnollistus muovipullojen kulutuksesta. Malofiej. 2020. 17 Gold, 65 Silver and 87 Bronze Medals at Malofiej 28. <https://www.malofiejgraphics.com/general/list-award/2020/08> (luettu 28.10.2020).

Kuvio 9. Liukas ajorata. Väylävirasto. 2020. Kaikki merkit. <https://vayla.fi/vaylista/liikennemerkki/kaikki-merkit> (luettu 20.9.2020).

Kuvio 10. Vahvoja värejä tilastografiikassa. Koposen ym. (2016, 108) kuvion pohjalta muokattu. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 108.

Kuvio 11. Hillitympiä värejä tilastografiikassa. Koposen ym. (2016, 108) kuvion pohjalta muokattu. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 108.

Kuvio 17. Kartta työllisyyden kasvusta Yhdysvalloissa 2009–2014. Federal Reserve Bank of Minneapolis. 2015. Map: Percent Change in Employment. <https://www.minneapolisfed.org/article/2015/map-percent-change-in-employment> (luettu: 13.5.2020).

Kuvio 18. Kotitalouksien raha-asiointiin tarkoitetun applikaation MoneyDancen visualisointi. Designing with the Mind in Mind. Johnson, Jeff 2010. Burlington, Massachusetts: Morgan Kauffmann, s. 59.

Kuvio 19. Munsell-värijärjestelmä. Encyclopædia Britannica, Inc. 2010. <https://www.britannica.com/science/Munsell-color-system#/media/1/397642/148652> (luettu: 26.10.2020).

Kuvio 22. Munsell-järjestelmän väripuu. Encyclopædia Britannica, Inc. 2012. <https://www.britannica.com/science/Munsell-color-system#/media/1/397642/61524> (luettu: 26.10.2020).

Kuvio 23. NCS-värijärjestelmän kuvitteellinen väriavaruus, väriympyrä sekä poikkileikkaus NCS-värikappaleesta. NCS Colour AB. 2020. NCS – Natural Colour System. <https://ncscolour.com/ncs/> (luettu: 25.9.2020).

Kuvio 24. Maxwellin kromaattisuuskolmio. Värijärjestelmät ja väriyökalut. Arnkil, Harald. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod\\_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf) (luettu: 24.9.2020).

Kuvio 25. CIE 1931 xy –diagrammi. BenQ Knowledge Centre. How Do We Define 'Accurate' Colour? <https://www.benq.eu/en-ie/knowledge-center/knowledge/define-accurate-color.html> (luettu: 24.9.2020).

Kuvio 26. CIELAB-väriavaruus. Värijärjestelmät ja väriyökalut. Arnkil, Harald. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod\\_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf) (luettu: 24.9.2020).

Kuvio 27. HCL-väriavaruus. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 104.

Kuvio 28. CIELUV-järjestelmän kromaattisuusdiagrammi. Värijärjestelmät ja väriyökalut. Arnkil, Harald. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod\\_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf) (luettu: 24.9.2020).

Kuvio 29. Adobe RGB- ja sRGB-väriavaruudet esitettynä CIE xy –diagrammissa. Värijärjestelmät ja väriyökalut. Arnkil, Harald. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod\\_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/905495/mod_resource/content/1/Arnkil%20-%20V%C3%A4rij%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20comp.pdf) (luettu: 24.9.2020).

Kuvio 30. RGB- ja CMYK-avaruuksia verrattuna CIE xy –diagrammiin. Wikipedia. 2020. Color Space. [https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_space) (luettu: 26.9.2020).

Kuvio 31. Kuusi normaalinäköiselle helpoiten toisistaan erotettavaa väriä. Arnkilin (2008, 142) kuvion pohjalta muokattu. Värit havaintojen maailmassa. Arnkil, Harald 2008. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 142.



Kuvio 32. Parhaiten toisistaan erottuvat värit. Kopsen ym. (2016, 110) ja Arnkilin (2008, 142) kuvioiden pohjalta muokattu. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 110. Värit havaintojen maailmassa. Arnkil, Harald 2008. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 142.

Kuvio 33. Parhaiten toisistaan erottuvien värien paletti niin, että yleisimmät värinäön poikkeamat on myös huomioitu. Tieto näkyväksi: informaatiomuotoilun perusteet. Koponen, Juuso, Hildén, Jonatan, Vapaasalo, Tapio 2016. Helsinki: Aalto ARTS Books, s. 110.

## Informaatiograafinen ohjeistustivistelmä

Esityksen ensimmäinen osa, joka kertoo puna-vihersoikeudesta.

# MITÄ PUNA-VIHERSOIKEUS ON?

Puna-vihersoikeudella tarkoitetaan oikeastaan neljää eri värinäön poikkeamaa: **punasokeutta, vihersoikeutta** sekä näiden lievempiä muotoja, **puna- ja vihherheikkoutta**. Poikkeamiin viitataan samalla termillä, sillä ne ovat hyvin samanlaisia.

**Normaali näkö**

**Punasokeus**

**Vihersoikeus**

**Vaikeuksia aiheuttavat värit ovat samat:** punainen, oranssi, kellainen, vihreä ja ruskea.

**Erityisesti punasokealle ongelmallisia väripareja**

**Väripari**

**Punasokeus**

**Vihersoikeus**

**Poikkeamilla on kuitenkin joihain eroavaisuuksia:** punasokeus on punan ja vihreän värien erottamisvaikeus, vihersoikeus on vihreän ja punan värien erottamisvaikeus, vihersoikeus kykenee erottamaan violetin vihersoikea, väriparin vihersoikeus erottamattomasti. Väriparin vihersoikeus erottamattomasti.

Ihmisen värinäkö perustuu kolmeen eri tappisolun antamaan informaatioon. Tappisolut aistivat valon eri aallonpituuksia eli värejä.

**Suhteellinen herkkyys**

**Aallonpituus, nanometriä (nm)**

**Punasokeus** johtuu valon pitkiä aallonpituuksia havaitsevan **L-tyypin tappisolun** täydystä toimimattomuudesta. Punaheikkoudesta on kyse, jos L-solun toiminnassa on lievempiä puutteita.

**M-tyypin tappisolun** toimimattomuus aiheuttaa **vihersoikeuden**. Vihherheikkous johtuu vajavaisesti toimivasta M-solusta.

Värisokeuden nimitys	Puutteellinen tappisolu	Värisyyden määrittäminen (%)	Värisyyden määrittäminen (%)
Punasokeus	L-solu puuttuu tai ei toimi	1,01	0,02
Vihersoikeus	M-solu puuttuu tai ei toimi	1,27	0,01
Punaheikkous	L-solun toiminta heikkoa	1,08	0,03
Vihherheikkous	M-solun toiminta heikkoa	4,63	0,36

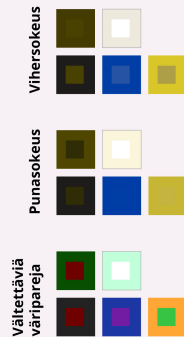
## Informaatiograafinen ohjeistustivistelmä

Esityksen toinen osa, jossa kerrotaan joitain ohjeita puna-vihersokeuden huomioimiseksi infografiikassa.

# OHJEITA INFOGRAFIikkaan

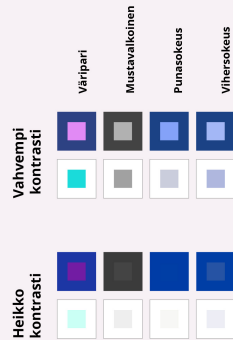
Maailmanlaajuisesti noin **8% miehistä ja 0,5% naisista on värisokeita**. Heistä **99% on puna-vihersokeita**. Puna-vihersokeus on siis varsin yleistä, minkä vuoksi se olisi hyvä huomioida infografiikan suunnittelussa. **Tärkeintä on valita toistaan tarpeeksi erottuvia värejä.**

### Vältä ongelmallisia väripareja



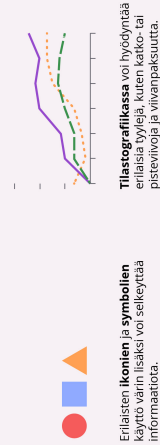
Infografiikan suunnittelussa kannattaa välttää sellaisia väripareja, joita puna-vihersokeiden on haastava erottaa toisistaan. Näitä ovat mm. tummanpunainen ja musta, tummanpunainen ja tummanvihreä, sininen ja violetti, vaaleanvihreä ja valkoinen sekä oranssi ja vihreä.

### Muista riittävä kontrastiero

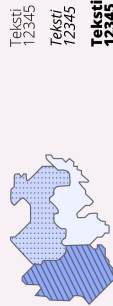


Värien välisen **kontrastin on oltava tarpeeksi suuri**, jotta puna-vihersokeiden on mahdollista erottaa värit. Kontrastieroja voi testata muuttamalla värejä mustavalkoiseksi. **Jos värit eivät erotu mustavalkoisina, on niiden välistä kontrastia lisättävä.**

### Käytä värin lisäksi muitakin elementtejä

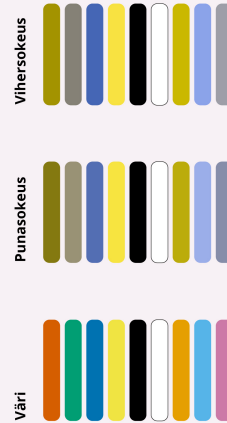


Erialaisten ikonien ja symbolien käyttö värin lisäksi voi selkeyttää informaatiota.



Teksti  
12345  
Teksti  
12345  
Teksti  
12345

### Parhaiten toistaan erottuvat värit



Tunnistetarkoitukseen värejä valittaessa on tärkeää, että värit erottuvat toisistaan tarpeeksi. **Värit yllä ovat tarpeeksi erottuvia myös puna-vihersokeille.**

Kartoissa eri alueita voi erottaa erilaisilla tekstuureilla. Värien välillä kannattaa olla tarpeeksi kontrastia.

Tekstiä ja numeroita voi erottaa toistaan työpgrafisin keinoin, kuten erilaisilla fontteilla, fonttityyleillä ja fonttikokoilla.

### Hyödynnä ohjelmistoja



Suunnitteluyössä kannattaa käyttää apuna erilaisten ohjelmistojen, kuten Photoshopin tai Illustratorin, mahdollisuuksia **simuloida erilaisia värimaon poikkeamia**. Viskiteksiväsi on hyödyllinen, jumi tarkoitukseen tehty verkkosivu.

RGB-arvo			HCL-arvo		
R	G	B	H	C	L
0-255	0-255	0-255	0-360	0-100	0-100
213	94	0	56	77	54
0	158	115	164	48	58
0	114	178	266	42	46
240	228	66	100	77	89
0	0	0	-	0	0
255	255	255	-	0	100
230	159	0	78	77	71
86	180	233	251	37	70
204	121	167	345	40	61