

Evaluating Effectiveness and Efficiency of Topobathymetric Geovisualizations

An Eye-Tracking Study on 3D Perspective Views and Hypsometric Tinting in Static Maps

Topobatymetrinen geovisualisointien toimivuuden ja tehokkuuden arviointi

Silmänliiketutkimus 3D-perspektiivinäkymästä ja korkeusvyöhykeväretyksestä staattisissa kartoissa

Anna Saarinen

Ohjaaja: TkT Pyry Kettunen

Valvoja: Prof. Henriikki Tenkanen

Tausta

Keskeiset visualisointitekniikat

- Korkeus- ja syvyyskäyrät sekä korkeusvyöhykeväritys
- 3D-perspektiivinäkymä visuaalisen hahmottamisen tukena
- Vähän tutkimusta ja epäselviä tuloksia → vaikutukset tiedon tulkintaan osin tuntemattomia



Photo by [Irene Demetri](#) on [Unsplash](#)

Miksi silmänliikeseuranta?

- Silmänliikemittauksessa suuri potentiaali yhdistettynä muihin tutkimusmenetelmiin
- Mittaa, mihin katse kohdistuu karttaa katsoessa
- **Fiksaatio** = hetki, jolloin katse pysyy paikallaan tietyssä pisteessä tiedon keräämiseksi
 - Määrä ja kesto kuvaavat kognitiivista kuormitusta
 - Tehokkuuden lisämittareita



Image from Tobii Academy

Tutkimuksen tavoite

Miten 3D-perspektiivinäkymä ja korkeusvyöhykeväritys vaikuttavat:

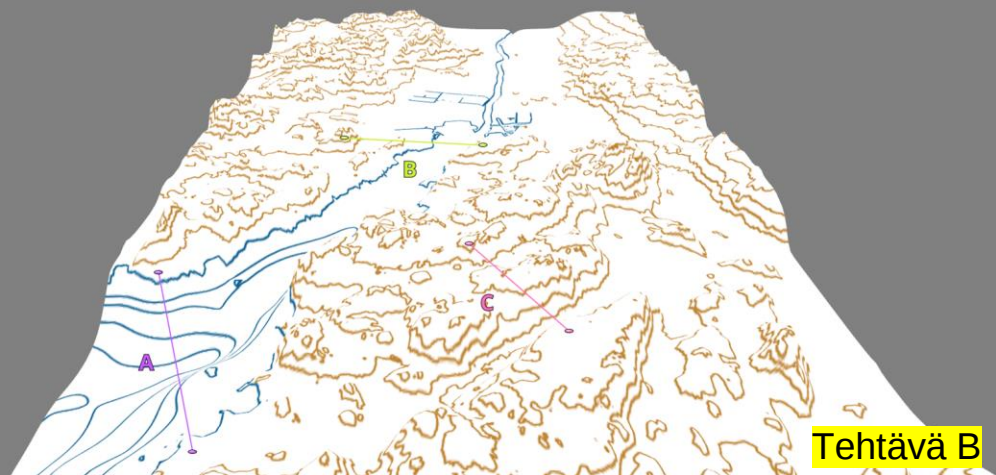
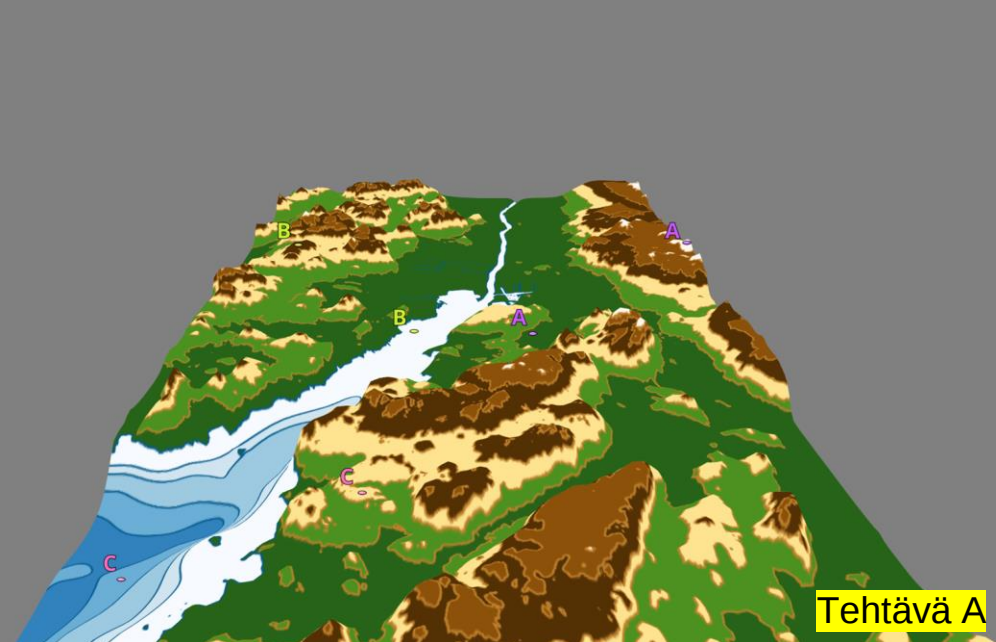
- Toimivuuteen (vastaustarkkuus)
- Tehokkuuteen (vastausaika)
- Katseen kohdistumiseen
 - Fiksaatioiden määrä ja kesto

Staattisten topobatymetrinen geovisualisointien tulkinnessa

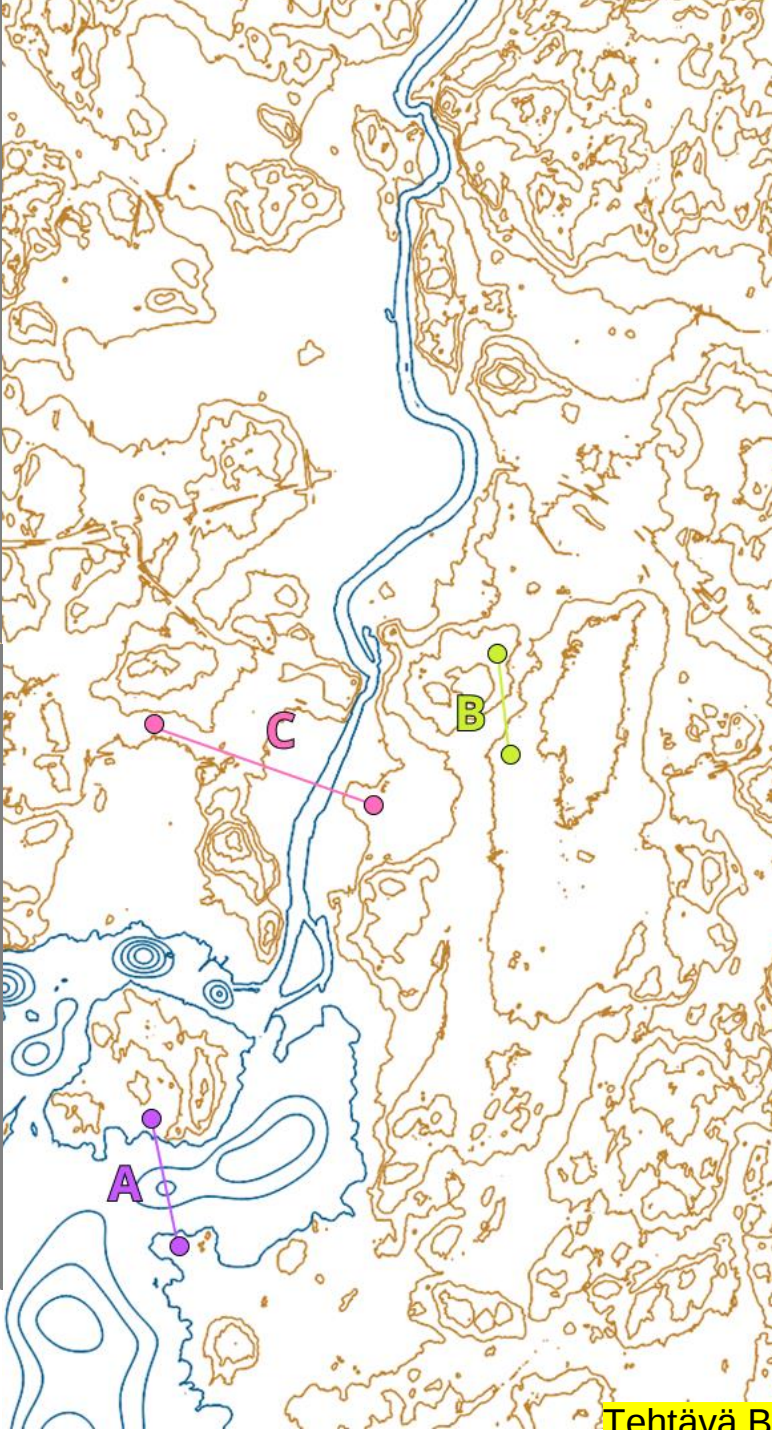
Koeasetelma

- 26 osallistujaa
- Kaikki suorittivat saman kokeen
- **Tehtävä A:** Valitse pistepari, jonka välillä on suurin korkeusero (A, B tai C)
- **Tehtävä B:** Valitse silta (A, B tai C), joka on korkeimmalla suhteessa sen alla olevan pinnan matalimpaan kohtaan
- 16 ärsykettä (8 per tehtävä)





A!



Aineisto ja analyysit

Aineisto

- Suoritustulokset: vastaustarkkuus (oikein/väärin), vastausaika (s)
- Silmänliikkeet: fiksaatioiden määrä ja keskimääräinen kesto (ms)

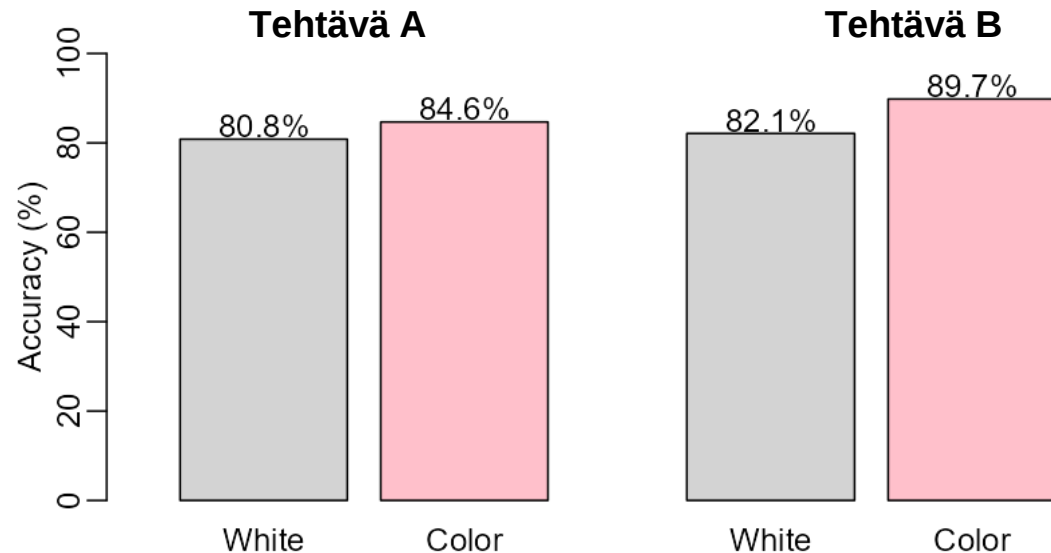
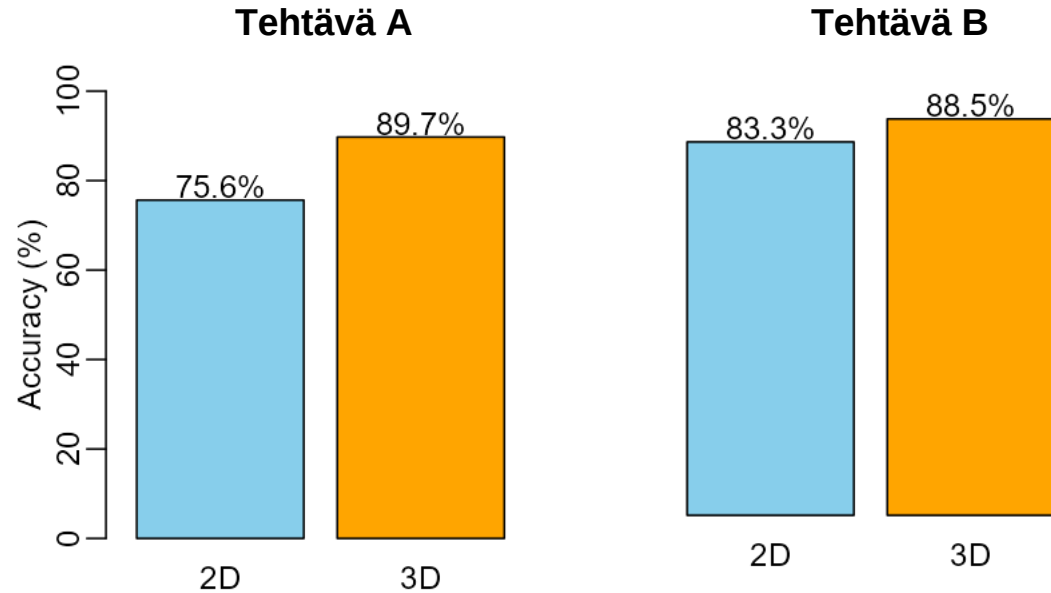
Analyysi

- Epänormaali jakauma → ei-parametriset testit
 - Merkittävä tulos, kun $p < 0,05$
 - Friedmanin + Durbin-Conover post-hoc (jatkuva)
 - Cochranin Q + McNemar post-hoc (binääri)
 - Lisäksi eksploratiiviset heatmapit fiksaatioista
- A!** → katseen kulkureitit



Icon made by Freepik from www.flaticon.com

Suoritustulokset



Vastaustarkkuus

- **3D paransi merkittävästi** ($p < = .015$) **tehtävässä A**
- Korkeusvyöhykevärityksen vaikutukset ei merkittäviä

Vastausaika

- Ei merkittäviä eroja kummallakaan tekniikalla
→ osallistujat keskittyivät tarkkuuteen nopeuden sijaan

A!

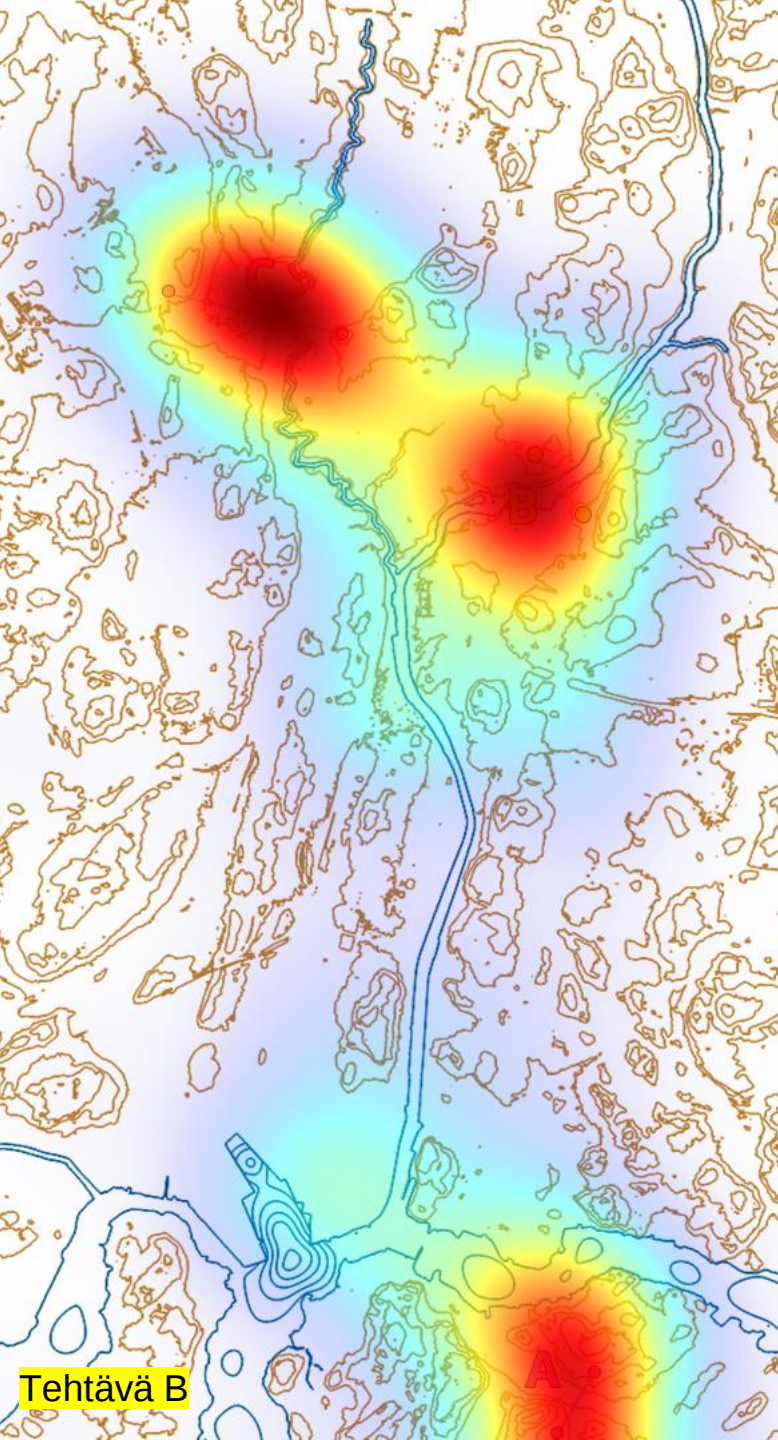
Silmänliiketulokset

Fiksaatioiden määrä

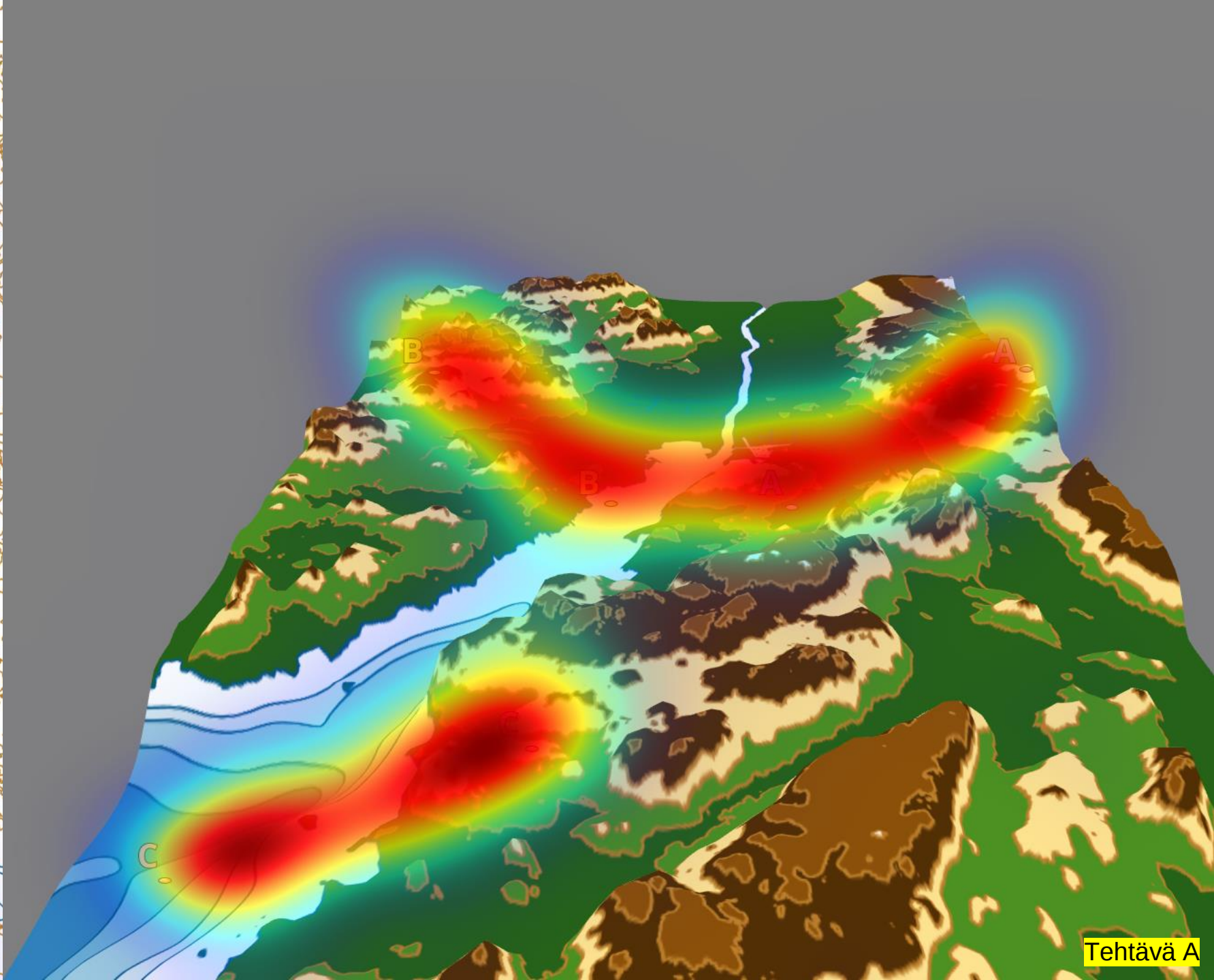
- **Tehtävä B:**
 - $3D > 2D$ ($p < .001$) → 3D ja vääristymät laajensivat katseltavaa aluetta → enemmän fiksaatioita

Fiksaatioiden keskimääräinen kesto

- **Tehtävä A:**
 - Valkoinen tausta < korkeusvyöhykeväritys ($p = .024$) → väriskaala ei välttämättä ollut tuttu → saattoi häiritä tulkintaa alussa
 - $2D > 3D$ ($p = .002$) → 3D mahdollisti tehokkaampaa katselua
- **Tehtävä B:**
 - $2D > 3D$ ($p < .001$) → 3D tehosti tulkintaa, vaikka fiksaatioita oli enemmän



Tehtävä B



Tehtävä A

Johtopäätökset

3D-perspektiivinäkymä

- Parantaa toimivuutta yksinkertaisissa tehtävissä
- Potentiaalisesti edistää tehokkuutta, mutta saattaa lisätä kognitiivista kuormitusta

Korkeusvyöhykevärit

- Vaikutukset epäselviä → mahdollista, että käyrät yksinään riittävä visuaalinen vihje
- Vaatii lisätutkimusta eristetyksi muista visuaalitekniikoista

Rajoitteita

- Pieni ja homogeeninen otoskoko → tarve jatkotutkimukselle laajemmalla otoskolla ja monimuotoisemmalla osallistujajoukolla

Yleistä

- Visualisointitekniikat vaikuttavat suoritukseen ja katseen kohdistumiseen → vaikutukset tehtävä- ja käyttäjäsidonnaisia
- Huolellinen visuaalinen suunnittelu tärkeää, jotta geovisualisoinnit tukevat toimivaa ja tehokasta havainnointiprosessia

A!

Kiitos!
aalto.fi

anna.saarinen@helsinki.fi