



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
44/2023

Liite 1

Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Liite 1

Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Väyläviraston julkaisuja 44/2023

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-083-8

Väylävirasto

PL 33

00521 HELSINKI

puh. 0295 343 000

Sisältö

1	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUSTAPA	4
2	VALIKOITUJEN ARTIKKELEIDEN SISÄLTÖJEN KUVAUKSET	5
3	VALIKOITUJEN ARTIKKELEIDEN TEMAATTINEN YHTEENVETO	22
4	POHDINTAA KIRJALLISUUSHAUN JA TYÖSSÄ TOTEUTETTUJEN TYÖPAJOJEN TULOSTEN VÄLILLÄ.....	23
	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN LÄHDELUETTELO	25

1 Kirjallisuuskatsauksen toteutustapa

Tämä katsaus sisältää *Tulevaisuuden hallinta väylienpidossa* -toimeksiannon osana tehdyn akateemisen tulevaisuudentutkimusta koskevan kirjallisuuskatsauksen tulokset. Kirjallisuushaut on tehty seuraaviin tulevaisuudentutkimuksen keskeisiin julkaisuihin vuodesta 2000 eteenpäin:

- *Futures*
- *Foresight*
- *Journal of Futures Studies*
- *Technological Forecasting and Social Change*.

Julkaisuihin tehtiin ensin 32 artikkelia tuottanut suppea haku seuraavilla hakuehdoilla:

- "Future* of transport" OR
- "transport* infrastructure*" OR
- "road* infrastructure*" OR
- "rail* infrastructure*" OR
- "waterway* infrastructure*

Tämän jälkeen tehtiin 537 artikkelia tuottanut laaja haku seuraavilla hakuehdoilla:

- Transport* OR
- Road* OR
- Waterway* OR
- Rail* OR

Liikennealan tutkimuksista käytiin lisäksi läpi seuraavia kärkisijoille rankattuja julkaisuja vuodesta 2016 eteenpäin:

- *Transportation Research Part B: Methodological*
- *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*,
- *Transportation research Part A: Policy and practise*
- *Communications in Transportation Research*
- *Transportation Research, Part E: Logistics and Transportation Review*
- *Transport Reviews*
- *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*
- *Transportation Science*.

Liikennealan julkaisujen tunnistamisessa käytettiin hakusanoja "futures*" OR "foresight*" OR "scenario*".

Tämän lisäksi tutkimuksia on kartoitettu haun tekemisen jälkeen julkaistuista tulevaisuudentutkimuksen nimikkeistä, suoraan suosituksina liikenteen tulevaisuuksiin perehtyneiltä ennakoitiasiantuntijoilta tai laajennetuilla hauilla.

2 Valikoitujen artikkeleiden sisältöjen kuvaukset

Angelidou M., Politis C., Panori A., Barkratsas T., Fellnhofer K. (2022). **Emerging smart city, transport and energy trends in urban settings: Results of a pan-European foresight exercise with 120 experts.** *Technological Forecasting and Social Change* 183 (2022) 121915

Sisältää Delphi-kyselyyn perustuvan analyysin, johon osallistui 120 eurooppalaista asiantuntijaa. Analyysin perusteella älykkäät kaupungit, älykäs energia ja älykäs liikenne tulevat kokemaan nopean muutoksen ja paikoin jopa rakennemuutoksen tulevina vuosina. Kirjoittajien mielestä seuraavat kehityskulut ovat hyvin todennäköisiä tulevan kymmenen vuoden aikana:

- julkisten palvelujen keskitetty digitalisointi
- älykkäiden teknologioiden kustannustehokkuus joukkoliikenteessä
- EU:n sääntelykehysten mukauttaminen yksityisyyden suojan, turvallisuuden ja eettisten näkökohtien suhteen
- eettiset markkinaratkaisut
- yksityisen sektorin osallistuminen älykkäiden kaupunkiprojektien kestävien liiketoimintamallien kehittämiseen
- prosumeristien (*producer + consumer = prosumer*) määrän lisääntyminen energia-alalla.

Kirjoittajat tunnistavat myös 17 uskottavaa visiota, jotka eivät kuitenkaan ole kovin todennäköisiä. Asiantuntijalausunnat erosivat eniten asioissa, jotka käsittelivät yksityisyyttä, turvallisuutta ja eettisiä näkökohtia sekä politiikan ja päätöksenteon kysymyksiä hidastamassa älykkäiden kaupunkien toteutumista. Erilaisia näkemyksiä oli myös siitä, kuinka paljon etätyö ja toimintojen digitalisointi vähentävät energiankulutusta.

Asplund, Disa, Eliasson, Jonas (2016). **Does uncertainty make cost-benefit analyses pointless?** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 92, 2016, 195–205.

Kirjoittajat tarkastelevat hyöty-kustannusanalyysin (CBA) toimivuutta epävarmassa tulevaisuudessa. Hyöty-kustannusanalyysiä käytetään laajalti julkisessa infrastruktuuri-investointeja koskevassa päätöksenteossa. Osana hyöty-kustannusanalyysiä tehtävät kysyntäennusteet, kustannusarviot, hyötyarviot ja vaikutusarviot sisältävät kuitenkin kaikki eriasteisia epävarmuustekijöitä. Kysymys kuuluu, missä määrin hyöty-kustannusanalyysit ovat edelleen hyödyllisiä hankkeiden priorisointiin, ja kuinka relevantteja ovat hyöty-kustannusanalyysin perusteella tehdyt politiikkapäätelmät.

Kirjoittajat tutkivat Ruotsin ja Norjan kansallisten infrastruktuurisuunnitelmien todellisiin tietoihin perustuvilla simulaatioilla, miten investointien valinta ja toteutuneet HK-suhteet muuttuvat, kun päätökset perustuvat hyöty-kustannusanalyysiin, joihin liittyy useita erilaisia epävarmuustekijöitä. Tulokset osoittavat, että toteutuneet hyödyt ja prioriteetit ovat yllättävän vähän herkkiä kaikille tutkituille epävar-

muustekijöille. Kaksi eniten tuloksiin vaikuttavaa epävarmuutta ovat investointikustannusten ja liikennekysynnän epävarmuus. Edellyttäen, että päätökset perustuvat hyöty-kustannusanalyysin tuloksiin, on epävarmuuden vähentäminen silti kannattavaa, koska päätösten kohteina ovat suuret summat. Myös yksikköarvojen, investointikustannusten, tulevaisuuden kysynnän ja projektivaikutusten epävarmuuden pieneneminen voi lisätä infrastruktuuri-investointisuunnitelmien toteutuneita hyötyjä kymmenillä tai sadoilla miljoonilla euroilla. Päättelemme, että monenlaisista epävarmuustekijöistä huolimatta CBA pystyy melko johdonmukaisesti erottamaan jyvän akanoista ja siten edistämään hyviä infrastruktuuripäätöksiä.

Belton, O. & Dillon (2021). **Futures of autonomous flight: Using a collaborative storytelling game to assess anticipatory assumptions.** *Futures* 128 (2021)102688.

Kirjoittajat käyttävät yhteistyöhön perustuvaa tarinan kerrontapeliä (*collaborative storytelling game*) arvioidessaan ennakoivia oletuksia autonomisesta lentämisestä. Artikkelinä näyttää paljastavan, että monet maallikoiden oletukset suhtautuvat ajatukseseen melko skeptisesti – ryhmäkeskustelu (*focus group discussion*) kääntyi so-tilasteknologiaan ja mahdolliseen teknologian epäonnistumiseen sekä siihen, ketä syyttää, jos teknologia ei toimi. Artikkelin perusteella voisi päätellä, että suuri yleisö ei ole vielä valmis ottamaan tätä teknologiaa käyttöön.

Bridgelail, R. & Stubbing, E. (2021). **Forecasting the effects of autonomous vehicles on land use.** *Technological Forecasting and Social Change* 163 (2021) 120444

Kirjoittajat käyttävät suljetun muodon mallintamista (*closed-form modelling*) ennakooidessaan autonomisten ajoneuvojen (*Connected and autonomous vehicles - CAV:t*) vaikutuksia. Oletus on, että CAV:t lisäävät matkustamisalttiutta, koska matkojen palvelutaso paranee ovelta ovelle (matka-aika ja sen ennakoitavuus, liikenneturvallisuus, liikenteen sujuvuus). Tämä lisäksi merkittävästi niiden kysyntää ostos-, viihde- ja ruokailutarkoituksiin (*shopping, entertainment, and dining = SED*). Suur-Toronton alueen mallinnus viittaa siihen, että odotettu väestönkasvu yksinään lisää kysyntää 60 % vuoteen 2050 mennessä, mutta CAV-kulkuneuvojen laaja käyttö saattaa kolminkertaistaa SED-kysynnän samassa ajassa.

Calcada, Rui & Kaewunruen, Sakdirat (2022). **Rail Infrastructure Resilience. A best-practices handbook.** Elsevier.

Kirja käsittelee seikkaperäisesti raideinfrastruktuurin resilienssistä, etenkin äärioloissa. Kirjoittajien mukaan talouskasvu, turvallisuus ja kestävyys kaikkialla Euroopassa ovat vaarassa ikääntyvien rautatieinfrastruktuurijärjestelmien vuoksi. Tällä hetkellä suurin osa näistä järjestelmistä vanhenee, ja jotkut ovat jopa saavuttaneet alkuperäisen suunnitteluikänsä. Nämä kysymykset liittyvät maa- ja vesirakentamisen suureen haasteeseen: kaupunkien infrastruktuurin ja rakennettujen ympäristöjen kunnostamiseen ja parantamiseen. Poliittisiin, ympäristöllisiin ja fyysisiin esteisiin on puututtava ja ne on voitettava. Ongelman monimutkainen ja toisiinsa liittyvä luonne tarkoittaa, että korkeakoulujen, teollisuuden, yhteisöjen ja

hallitusten on tehtävä yhteistyötä. Luonnonkatastrofien ja ihmisen aiheuttamien katastrofien aiheuttamat äärimmäisten tapahtumien aiheuttamat haasteet ovat kiireellisiä. Tämä nk parhaiden käytäntöjen käsikirja esittelee parannusmenetelmiä rautatieinfrastruktuurijärjestelmille, jotta ne pystyvät sietämään äärimmäisiä olosuhteita. Kirjassa kuvataan, miten uutta tietoa voidaan parhaiten hyödyntää rautatieinfrastruktuurin kestävyys suunnittelussa, kunnossapidossa, rakentamisessa ja uudistamisessa tiedonvaihdon ja valmiuksien kehittämisen avulla.

Kirja esittelee RISEN-projektina tunnetun suuren eurooppalaisen tutkimushankkeen tuloksia. Siinä tehostettiin tiedon luomista ja siirtoa eurooppalaisten edistyneiden rautatiealan tutkimusyliopistojen ja pk-yritysten sekä EU:n ulkopuolisten johtavien rautatieyliopistojen välillä. Kirja tarjoaa metodologisia lähestymistapoja ja käytännön työkaluja rautateiden infrastruktuurijärjestelmien korjaamiseen äärimmäisiä tilanteita varten. Tämän projektin jäsenten toimittama ja kirjoittama kirja on olennaista luettavaa tutkijoille ja alan ammattilaisille, jotka haluavat löytää käytännön ratkaisuja rautatieinfrastruktuurin kestävyys haasteisiin.

Castillo Luna, Viktor M. (2021). **The digital society as determining factor in mobility, urban dynamics and current city structures.** *Transportation Research Procedia* 58 (2021) 423–430.

Kirjoittajat kuvaavat, kuinka digitaalisuhteiskunnan syntyminen myötä ihmiset kokevat kaupungin eri tavoin kuin ennen. Kuten YK:n Agenda 2030 toteaa, digitaaliset tekniikat ovat keskeisiä välineitä sosio-taloudelliselle kehitykselle ja ne modernisoivat infrastruktuureja. Käyttäen Madridin kaupunkia tapaustutkimuksenaan tekijä on kehittänyt monimuuttujatilastotekniikan, jolla hän analysoi tieto- ja viestintätekniikoiden vaikutusta kaupunkirakenteelle. Klusteroinnissaan hän arvioi eri tasoja kaupunkipalveluille, mm julkisen liikenteen bussipysäkkiheyksien avulla ja matkustusetäisyyksinä palvelujen äärelle.

Charles, M.B., To, H., Gillett, P., von der Heidt, T., Kivits, R. (2011). **Transport energy futures: Exploring the geopolitical dimension.** *Futures* 43 (2011) 1142–1153.

Kirjoittajat tarjoavat näkemyksen menneisiin liikenteen tulevaisuusnäkyymiin. He arvioivat neljää eri maailman aluetta liikenteeseen liittyvän energian tarpeen ja niistä johdettujen geopoliittisten ulottuvuuksien perusteella. Euroopan analyysi vaikuttaa huomattavan ennustettavalta. Tunnistetut esteet eivät ole välttämättä muuttuneet kirjoituksen jälkeen 12 vuotta sitten tapahtuneen julkaisun jälkeen:

- suuret kustannukset,
 - energiaressurssien yhdistelmän nopean muutoksen estäminen aikaisempien liikenneinfrastruktuuri-investointien mahdollisen redundanssin seurauksena
 - kuinka olemassa olevien teknologioiden jatkuvat asteittaiset parannukset estävät selkeän "voittajan" syntyminen kuten esimerkiksi täyssähköajoneuvot.
-

Colbertaldo, P., Cerniauskas, S., Grube, T., Robinius, M., Stolten, D. & Campanari, S. (2020). **Clean mobility infrastructure and sector integration in long-term energy scenarios: The case of Italy.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 133 (2020), 110086.

Kirjoittajat esittelevät Italiassa tehtyä tapaustutkimusta ja laskennallista skenaariota, joka yhdistelee aluetaloutta ja insinööritiedettä. Skenaariotyössä hahmotettiin massiivista kasvua uusiutuvaan energiaan pohjautuvan sähköntuotannon kapasiteetille ja tarkastellaan erilaisia liikkumisen skenaarioita autokannan ollessa 50 % vähäpäästöinen. Lähinnä hahmotellaan autojen energiateknologian tulevaisuutta ja pohditaan uusien energiamuotojen vaatiman infran investointikustannuksia. Skenaariot projisoivat sähköautoja ja vetytaloutta vuoteen 2050 asti.

Dacko, S.G. & Spalteholz, C. (2014). **Upgrading the city: Enabling intermodal travel behavior.** *Technological Forecasting and Social Change* 89 (2014) 222–235.

Kirjoittajat pohtivat haasteita ja mahdollisuuksia intermodaalisen liikennekäyttämisen lisäämiseksi kaupungeissa olemassa olevan kirjallisuuden ja asiantuntija-haastattelujen perusteella. Esteitä tälle ovat liikenteen käyttäjien mielestä havaittu tiedon puute, havaittu koordinoinnin puute ja havaittu hallinnan puute (riippuvuus useiden liikennemuotojen olemassaolosta yhden sijaan). Tottumus on toinen avaintekijä muutoksen vastustuksessa. Mahdollisuudet lisääntyvään intermodaaliiseen käyttäytymiseen ovat palveluntarjoajan tarjonnassa ja erityisesti integroidun tiedon tarjoamisessa.

Gracht, H. A. von der, Darkow, I.-L. (2016) **Energy-constrained and low-carbon scenarios for the transportation and logistics industry.** *International Journal of Logistics Management*, Vol. 27 (1), 142–166.

Kirjoittajat tarkastelevat, millaisia skenaarioita on nähtävissä toimitusketjuille vuoteen 2030 mennessä. Liikenne kuluttaa suuren osan maailmassa tuotettavasta energiasta. Siksi on merkityksellistä pyrkiä etsimään mahdollisia, relevantteja ja kestäviä skenaarioita liikenteelle vähähiilisessä ja energiansaanniltaan niukassa tulevaisuudessa. Kirjallisuuden ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella tutkimuksessa päädytään pohtimaan energian saatavuuden, hinnan ja päästöjen; tulevaisuuden asiakaskäyttämisen; tulevaisuuden liikennöintitapojen sekä toimintaketjujen suunnittelun näkökulmia. Näiden näkökulmien sisällä luotiin Delfoi -työskentelyä varten projektioita, jotka ryhmiteltiin (*clustering*) saatujen vastauksien perusteella niiden todennäköisyyden ja vaikuttavuuden (*impact*) perusteella.

Energiatehokkuuden yleistymistä liikenteessä ja logistiikassa pidettiin odotettavana. Matkailun nähtiin vähenevän, etenkin kaukomatkailun, mutta maantieteellisesti paikallisten ja nykyistä omavaraisempien yhteisöjen muodostamista ei pidetty todennäköisenä. Asiakkaiden käyttäytymisessä hinta ja laatu vaikuttavat arvioissa toimitusketjujen muotoutumiseen tuotantopaikan sijaintia enemmän. Vaikka esimerkiksi kaikkialla kehitysmaissa infrastruktuuri ei kestä nykyistä raskaampaa liikennettä, logistiikan keskittämiseen, kustannustehokkuuteen ja autonomisuuteen tähtäävä kehitys todennäköisesti jatkuu. Kun kuluttajille avautuu mahdollisuuksia valita kuljetustapojen välillä, energiatehokkuuteen ja päästöihin voi syntyä tarve

kiinnittää pelkkien kustannusvaikutusten sijaan ennakoitua enemmän huomiota. Mikäli kuluttajatottumukset muuttuvat, voi syntyä vielä tarve panostaa kasvavasti alueelliseen tuotantoon ja logistiikkaankin.

Muina tuloksina reaaliaikainen päästöjen mittaus ja valvonta nähtiin mahdollisena ja vaikutukseltaan suurena. Myös fossiilisille energialähteille vaihtoehtoisen ja nopeasti yleistyvän energialähteen löytymisen vaikutus arvioitiin suureksi, vaikkakin todennäköisyys nopeille siirtymille nähtiin epätodennäköiseksi. Yleensä ottaen valitsevien liikenteen ja logistiikan toimintatapojen ei nähty muuttuvan nopeasti, mutta tunnistettiin kuitenkin tarve sietää aiempaa paremmin erilaisia epäjatkuvuuksia. Saatuja tuloksia validoidaan artikkelissa vertaamalla niitä muuhun kirjallisuuteen. Tutkimus on esimerkki siitä, miten Delfoi -menetelmän avulla on mahdollista luoda verraten tarkkoja skenaarioita valikoitujen projektoiden tapauksissa. Tutkimus ei kuitenkaan ole kattava, koska globaaleihin toimitusketjuihin vaikuttavien seikkojen määrä on suuri eikä niitä ole voitu ottaa kokonaisvaltaisesti huomioon.

Halim, R.A., Kwakkel, J. H., Tavasszy, L.A. (2016). **A scenario discovery study of the impact of uncertainties in the global container transport system on European ports.** *Futures* 81 (2016) 148–160

Kirjoittajat käyttävät mallipohjaista lähestymistapaa (luotaava mallinnus) skenaarioiden kehittämiseen arvioidakseen epävarmuustekijöiden vaikutuksia merikonttikuljetuksiin Euroopassa. Tutkimuksen ydin on Rotterdamin sataman suhteellinen kilpailuasema. Analyysissä todetaan, että suurin haavoittuvuus on sisämaayhteyksien laatu ja että sisämaayhteyksien vaatimatonkin heikkeneminen johtaisi Rotterdamin toiminnan supistumiseen. Tämän päätelmän perustana ovat useat vaihtoehtoiset reitit Rotterdamin läheisyydessä.

Hansen, C. Daim, T., Ernst H., Herstatt, C. (2016). **The future of rail automation: A scenario-based technology roadmap for the rail automation market.** *Technological Forecasting and Social Change* 110 (2016) 196–212

Kirjoittajat tarjoavat skenaariopohjaisen teknologian tiekartan rautateiden automaatiomarkkinoille. Artikkelin mukainen tärkeysjärjestys radanpidon järjestelmistä ja tuotteista:

- Etäkunnonvalvonta/älykäs huolto
- Älykäs liikenteenhallinta- ja ohjausjärjestelmä (CTC)
- Tietoliikennepohjainen junanohjaus (CBTC)
- Kuljettajan neuvontajärjestelmä (DAS)
- Älykäs automaattinen omaisuudenhallinta.

Lisäksi he antavat priorisointiluettelon teknologioista.

- Tiedonhallintajärjestelmä ja big data
- Ennustemenetelmät
- Suuren kapasiteetin puhe- ja dataviestintäjärjestelmät
- Automatisoidut huolto- ja tarkastuskoneet
- Optimoitu liitäntä junan, radan ja ohjauksen välillä

-
- Valvonta-anturit infrastruktuurille
 - sekaliikenteen ominaisuudet
 - pilvi/avoin verkko/esineiden internet
 - asianmukainen turvallisuus- ja turvallisuusmekanismi.
-

Harb, Mustapha, Stathopoulos, Amanda, Shiftan, Yoram, Walker, Joan L. (2021). **What do we (Not) know about our future with automated vehicles?** *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 123 (2021).

Kirjoittajat tekevät meta-analyysin automaattisten ajoneuvojen (AV) teknologioiden tutkimuksesta. Heidän mukaansa teknologioiden kehittämisen ja testaamisen tutkimus on hyvässä vauhdissa, mutta tutkimus niiden vaikutuksista matkustamiseen liittyvään käyttäytymiseen on lapsenkengissään. Artikkelin tavoitteena on tiivistää ja analysoida kirjallisuutta, joka keskittyy AV:n matkustamiseen liittyviin käyttäytymisvaikutuksiin eli automaation tasoihin 4 ja 5, sekä korostaa tärkeitä tutkimussuuntia. Tutkimuksessa tarkastellaan viittä menetelmää, joita käytetään näiden vaikutusten kvantitatiiviseen tutkimiseen ja miten kukin menetelmä vaikuttaa tähän kirjallisuuteen:

- Ohjatut testialustat
- Ajosimulaattorit ja virtuaalimodellisuus
- Agenttipohjaiset ja matkustamisen kysyntämallit
- Kyselyt
- Kenttäkokeet.

Kirjoittajat esittelevät myös viisi kriittistä tutkimuskysymystä AV:n vaikutuksista liikenteen kysyntäpuolelle ja teemme yhteenvedon nykyisen kirjallisuuden tuloksista:

- Mikä on halukkuus ottaa tekniikka käyttöön?
- Mitkä ovat tekniikan vaikutukset käyttäytymiseen ajoneuvossa?
- Mikä on ajoneuvon käyttäjän ajan arvo?
- Miten matkustuskäyttäytyminen muuttuu (matkojen määrä ja suuntautuminen; asuinpaikan valinta)?
- Miten ajoneuvosuorite muuttuu?

Tulokset voidaan jakaa neljään kategoriaan. Ensimmäinen luokka vastaa tutkimuskysymyksistä saatuja tuloksia, joissa on lukuisia tietopisteitä, joissa vaikutuksen suunta on kirjallisuudessa johdonmukainen, vaikkakin suuruus vaihtelee huomattavasti. Esimerkiksi tutkimukset osoittavat, että 19–68 prosenttia ihmisistä ei halua omaksua AV-tekniikkaa (halukkuus tekniikan käyttöön lisääntyy ajan kuluessa). Lisäksi ihmiset pitävät enemmän AV-laitteiden omistamisesta kuin niiden jakamisesta eivätkä usko luopuvansa auton omistamisesta.

Useimmat tutkimukset ennustavat liikennesuoritteen lisääntyvän 1–90 prosenttia riippuen skenaariosta ja tutkittavasta oletuksesta. Toinen havaintokategoria vastaa tutkimuskysymyksiä, joiden datapisteet ovat rajalliset ja johdonmukaiset, vaikkakin erittäin vaihtelevat. Esimerkiksi muutamat todetut mieltymystutkimukset osoittavat, että stressin vähentäminen ja moniajo matkustamisen aikana vähentää ajan arvoa 5–90 prosenttia. Kolmas tulosluokka koskee tutkimuskysymyksiä, joissa on muutama mutta ristiriitainen datapiste. Esimerkiksi tutkimukset osoittavat, että ihmiset (80–85 %) eivät usko, että AV-laitteiden käyttöönotto vaikuttaa

heidän asuinpaikkaansa. Jotkut simulaatiotutkimukset osoittavat kuitenkin, että alhaisemmat matkakustannukset ajavat ihmiset pois kaupungeista lähioihin, kun taas toiset tutkimukset raportoivat päinvastaista. Lopullinen tulosluokka vastaa tutkimuskysymystä, jossa on yksi tai ei yhtään datapistettä. Esimerkiksi eräässä tutkimuksessa tutkitaan, kuinka käyttäjät käyttävät ajoneuvoja asioiden hoitamiseen, kun taas yksikään tutkimus ei tutki käyttäjien mieltymyksiä ajoneuvotyypeille (esim. vuokraa tai jättää käyttämättä). Jatkossa tavoitteena on siirtää kaikki tulokset ensimmäiseen kategoriaan ja samalla tiukentaa vaikutusten suuruuden ennusteväliä. Tämä voidaan saavuttaa: 1) keskittymällä enemmän tutkimuskysymyksiin, jotka kuuluvat kolmeen jäljellä olevaan kategoriaan kirjallisuuden aukkojen täyttämiseksi, ja 2) luomalla johdonmukaisuutta ja selkeyttä tutkijoiden käyttämille oletamuksille tulosten vertailun ja siirrettävyyden mahdollistamiseksi.

Hickford, A.J., Nicholls, R.J., Otto, A., (...), Tran, M., Baruah, P. (2015). **Creating an ensemble of future strategies for national infrastructure provision.** *Futures* 66 (2015) 13–24.

Kirjoittajat muodostavat kuusi skenaariota kansallisille (Iso-Britannian) liikenneinfrastruktuurin tarjonnan strategioille: TIPS0 "Väheneminen ja rappeutuminen", TIPS1 "Ennusta ja tarjoa", TIPS2 "Leikkaa ja rajoita", TIPS3 "Mukauta kanta (fleet)", TIPS4 "Promo-hinnoittelu", TIPS5 "Yhdistetty verkosto", TIPS6 "Älykkäämpiä valintoja". Lisäksi kirjoittajat kehittävät neljä poikkileikkaavaa ja vastakaista strategiaa, joiden välillä päättäjät voivat valita infrastruktuuripoliittiset mieltymyksensä: a) Minimaalinen puuttuminen (MI), b) Pitkän aikavälin kapasiteetin laajentaminen (CE), c) Järjestelmän tehokkuuden lisääminen (SE), d) Järjestelmän uudelleenjärjestely (SR). Tässä artikkelissa on vahva systeeminen ote: kehitettiin metodologia erilaisten strategioiden laatimiseksi koskien kansallisia infrastruktuureja (*NIs = national infrastructures*), joka soveltuu kansallisten infrastruktuurien tulevaisuuden hallinnan systeemien systeemiseksi (*system-of-systems*) integroiduksi arvioimiseksi. Kompleksisia politiikkakysymyksiä tulisi tarkastella eri infrastruktuurien – kuten liikenne, energia, vesi – kokonaisuudessa.

Inayatullah, S. (2003). **Alternative futures of transport.** *Foresight* 5,1.

Tämän jo 20 vuotta sitten julkaistun artikkelin kirjoittaja uskaltaa ehdottaa radikaalisti erilaisia vaihtoehtoisia liikenteen tulevaisuuksia vaihtoehtoisten globaalien skenaarioiden pohjalta: 1) Korkean teknologian maailma (kaupunki on integroitu älykkäisiin koteihin ja älyautoihin), 2) Globaali kylä (siirrytään individualismista kohti yhteisöä ja ympäristöä), 3) Kaupunkipohjaiset kylät (syntyy kantakaupungin kyliä, jotka luovat yhteisöllisyyttä tiheään kaupunkikehityksen kautta), 4) Linnoituskaupunki (kaupungit siirtyvät suojaustilaan, globalisaatio, alueelliset suhteet ja liittoutumat pysähtyvät). Eri kehityspoluilla on perustavanlaatuisia ja syvällisiä vaikutuksia liikenneinfrastruktuuriin, vaikka ne eivät välttämättä liity liikenteeseen siinänsä. Hän korostaa, kuinka liikenteen alalla pitkän tähtäyksen lähestymistapa on kriittisen tärkeää, koska vääränlaiset investoinnit voivat johtaa suuriin tappioihin. Liikkumisvalinnat luovat uusia järjestelmiä, sekä uusia merkityksiä ja arvoja (tietoisesti tai tiedostamatta) noiden järjestelmien ympärille. Heti kun valitaan jokin tietty teknologia käyttöön, siitä on vaikea päästä eroon. Esimerkkinä polttomoottori – sen ympärille syntyi kokonainen ekosysteemi valmistajia, myyjiä, huoltajia, pal-

veluja jne. Autokeskeisyyden dominoinnin purkamiseen Inayatullah ehdottaa julkisen liikenteen monimuotoistamista yleisön diversiteetin mukaan. Auto puhuttelee yksilön vapautta, mutta julkisen liikenteen tulisi vastaavasti puhutella käyttäjien monimuotoisuutta massana pitämisen sijaan (massan ja yksilön paradoksi). Jos halutaan vaihtoehtoja liikennejärjestelmään, niitä täytyy ensin kuvitella.

Keseru, I., Coosemans, T., Macharis, C. (2021). **Stakeholders' preferences for the future of transport in Europe: Participatory evaluation of scenarios combining scenario planning and the multi-actor multi-criteria analysis.** *Futures* 127 (2021) 102690

Kirjoittajat tarjoavat valaisevan luokituksen sidosryhmien mieltymyksistä laaditussa neljässä skenaariossa: 1) Datamaailma, 2) Digitaaliset nomadit, 3) Hidas on kaunista, 4) Hiilidioksidin minimoiminen. Neljän skenaarioiden toivottavuuden arvioinnin pohjalta laadittiin sidosryhmien yhteinen visio liikkumisesta ja liikenteessä Euroopassa vuonna 2030. Tämän yhteisen vision ytimeksi valittiin kaksi skenaariota: Digitaaliset nomadit ja Hiilidioksidin minimoiminen. Tämä toteutettiin sidosryhmille (N = 214) järjestettyjen työpajojen tulosten ja selvitysten pohjalta.

Kiviluoto, Katariina, Tapio, Petri, Tuominen, Anu, Lyytimäki, Jari, Ahokas, Ira, Silonsaari, Jonne & Schwanen, Tim (2022). **Towards sustainable mobility – Transformative scenarios for 2034.** *Futures*.

Kirjoittajat pureutuvat Delfoi-kyselyn avulla kävelyn ja pyöräilyn tulevaisuuksiin. Kerätyn aineiston pohjalta laadittiin viisi skenaariota, joissa eri kulkumuotojen osuudet vaihtelevat: 1) Business as usual plus, 2) Bussiliikenteen rappioksi, 3) Kävelyn ja pyöräilyn aikakausi, 4) Joukkoliikenteen kultakausi, ja 5) Autokeskeinen elämäntapa. Skenaarioita voidaan käyttää esimerkiksi päätöksenteon tukena tai käytännön liikennejärjestelmätöitä suunniteltaessa.

Kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuuden lisääminen on yksi kestävä kaupunkikehityksen rakennuspalikoista. Muutos kohti kestävämpää liikennekulttuuria edellyttää perustavanlaatuisia muutoksia kaupunkirakenteeseen, jotta kävely ja pyöräily valtavirtaistuvat osaksi jokapäiväistä liikkumista. Kyselyyn osallistuneilta 30 liikenneasiantuntijalta tiedusteltiin arvioita ei vain kävelyn ja pyöräilyn tulevaisuuksista, vaan myös muiden liikennemuotojen osalta. Kaupunkitilan uudelleen organisointi tunnistettiin keskeisenä kysymyksenä. Tarpeelliseksi nähtiin kestävä kehityksen mukainen liikennejärjestelmä, jossa on sekä vähäpäästöisiä henkilöautoja muiden kestävien liikkumismuotojen rinnalla että liikenteen kokonaiskysynnän pienenemistä. Delfoi-panelistien vastauksissa heijastui myös huoli siitä, miten julkinen liikenne, etenkin bussiliikenne nousee entiselleen pandemian aiheuttamien liikkumisrajoitusten jälkeen. Henkilöautoliikenteen dominoiva asema näkyi kaikissa skenaarioissa. Jatkotutkimuksen aiheeksi nostettiin haaste saada esiin panelistien vastusten takaa syvempiä olettamuksia ja hiljaista tietoa.

Kluge, U., Ringbeck, J., & Spinler, S. (2020). **Door-to-door travel n 2035 – A Delphi study.** *Technological Forecasting & Social Change* 157 (2020) 120096

Kluge et al. (2020) esittelevät Delphoi-tutkimuksen ovelta ovelle matkustamisesta (*D2D travel*) vuonna 2035. Delphoin tulokset johtavat kolmeen keskeiseen skenaarioon. 1) Henkilökohtainen D2D-matkailu (digitaalisesti ohjattu tulevaisuuden D2D-matkailu, joka keskittyy korkeaan personointiasteeseen ja asiakkaiden tarpeisiin), 2) Integroitu D2D-matkailu (Yhteistyö integroitujen palvelujen tarjoamiseksi ja arvokkaan matka-ajan luomiseksi), 3) Pelin muuttaja (matkustamon rahallinen hyödyntäminen, mikä häiritsee tarjontapuolta matkaketjussa ja muuttaa liikenteentarjoajien tulovirtoja). Panelistit pitivät pelinmuutosskenaariota vähemmän toivottavana verrattuna kahteen muuhun skenaarioon.

Kolarova, Viktoriya, Steck, Felix, Bahamonde-Birke, Francisco J. (2019). **Assessing the effect of autonomous driving on value of travel time savings: A comparison between current and future preferences.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 129, 2019, 155–169.

Kirjoittajat tekevät maksuhalukkuustutkimuksen tulevaisuuden preferensseistä automaattiajamista ja jaettua liikkumista kohtaan. Käyttäjien preferenssien muutosten ymmärtäminen on erittäin tärkeää liikennepolitiikan ja -suunnittelun toimijoille. Huolimatta aiheen merkityksellisyydestä, käyttäjien mieltymyksistä autonomiseen ajamiseen on vain rajallisesti empiirisiä näkemyksiä. Tutkimuksessa on tehty verkkokysely autonomisen ajamisen saatavuudesta johtuvien mahdollisten matka-ajan säästöjen (VTTS) arvon muutoksien analysoimiseksi (RP ja SP-menetelmin). Kyseilyssä arvioitiin käyttäjien mieltymyksiä tällä hetkellä saatavilla oleviin ja tuleviin käytettävissä oleviin kulkumuotoihin käyttämällä kahta erillistä valintakoetta. VTTS-laskelmat perustuvat arvioituun yhteisen sekalogiikkamalliin. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että työmatkan ajan arvo on keskimäärin 41 prosenttia pienempi autonomisessa autossa matkustaen kuin autolla ajaen. Vapaa-ajan matkoilla ei havaittu merkittäviä eroja. Kun tarkastellaan jaettuja autonomisia ajoneuvoja (SAV), tulokset osoittavat, että SAV:n käyttöä pidetään vähemmän houkuttelevana vaihtoehtona kuin yksityisomistuksessa olevan autonomisen ajoneuvon käyttöä. Havaitaan mahdollinen ristiriita autonomisen ajamisen yksilöllisten etujen ja yhteiskunnallisten tavoitteiden välillä.

Lavieri, Patrícia S., Bhat, Chandra R. (2019). **Modeling individuals' willingness to share trips with strangers in an autonomous vehicle future.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 124, 2019, 242–261.

Kirjoittajien mukaan täysin automatisoidut ajoneuvot yleistyvät nopeasti, ja kyyti- palveluilla voi olla tärkeä rooli liikennejärjestelmän tehostamisessa (ajoneuvojen käyttöasteen lisääminen, ajosuoritteiden väheneminen, liikenneolosuhteiden parantuminen). Vaikutusten toteutuminen riippuu kuitenkin kuluttajien halusta jakaa kyyti. Matkustuskäyttäytymisen näkökulmasta kaksi olennaista elementtiä jaetun kyydin käyttöönotossa ovat se, että ihmiset hyväksyvät muiden matkustajien noutoon/pudotukseen liittyvät pidentyneet matka-ajat sekä matkustamisen tuntemattomien henkilöiden kanssa. Lavieri ja Bhat kehittävät tutkimuksessa jakamishalukkuuden käsitettä (*WTS, willingness to share*), joka edustaa yksin matkustamisen

rahamääräistä arvostusta suhteessa tuntemattomien kanssa matkustamiseen. Tutkimuksessa on tarkasteltu monimuuttuja-analyysin avulla nykyisiä valintoja ja tulevaisuuden aikomuksia jaetun kyydin käytössä ja arvioitu yksilöiden WTS-arvoja sekä matka-ajan arvoja kodin ja työpaikan välisillä matkoilla sekä vapaa-ajan matkoilla. Tulokset osoittavat, että käyttäjät ovat vähemmän herkkiä tuntemattomien läsnäololle työmatkalla kuin vapaa-ajan matkalla. Matkaan lisätty matka-aika muiden matkustajien palvelemiseksi voi olla suurempi este yhteisten palvelujen käytölle kuin vieraan läsnäolo. Mahdollisuus käyttää matka-aikaa tuottavasti voi kuitenkin auttaa ylittämään tämän esteen erityisesti korkeatuloisille henkilöille.

Lyons, G., Davidson, C. (2016). **Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 88 (2016), 104–116.

Kirjoittaja käyttää osallistavaa ennakointia ymmärtämään ilman kuljettajaa olevan auton tulevaisuuden ongelmia. Artikkelin keskeinen kohta on kymmenen periaatetta, joilla varmistetaan, että kuljettajattomat autot ovat osa parempaa tulevaisuutta. Keskeiset seikat liittyvät hallintoon, sääntelyyn, turvallisuuteen, liikenne-
muotohierarkiaan, tasapuolisuuteen, varusteluun, tehokkuuteen, hinnoitteluun, dataan, ja kumppanuuksiin.

Lyons, G., Davidson, C. (2016) **Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 88 (2016), 104–116.

Kirjoittajat toteavat, että kirjallisuuden perusteella tiedetään ennusteiden ("forecasting") epäluotettavuus tulevaisuuden olosuhteiden kuvaamisessa. Vaikka tarjolla on menetelmiä ennusteiden parantamiseksi (*esim. reference class forecasting*), ennusteita ohjaavat tekijät eivät välttämättä pysy kehityksen nopeutuessa samoina, ja tarkastelemalla rinnakkaisia skenaarioita on mahdollista luoda monitahoisempi kuva tulevaisuudesta epävarmuuksineen. Kirjoittajat keskittyvät liikenteen ja erityisesti autoliikenteen kehitykseen Uudessa Seelannissa. He pyrkivät vastaamaan kysymykseen siitä, miten liikenteen järjestelmien tulisi kehittyä vuoteen 2042 mennessä palvellakseen liikkuvuutta (*mobility*). Asiantuntijoiden kesken työpajoissa määriteltyjen muutostekijöiden (*key drivers*) sekä niiden todennäköisyyden ja toisaalta vaikuttavuuden avulla etsittiin olennaisia epävarmuuksia (*critical uncertainties*).

Määrääväksi epävarmuudeksi nousi ensinnäkin kysymys tulevista tarpeista päästä virtuaaliyhteyden sijaan fyysisesti paikalle, muun muassa tuotteita hankkiakseen tai ihmisiä kohdatakseen. Toisena olennaisena epävarmuutena nousi esiin energian hinta. Kohtaamistarve (fyysinen tai virtuaalinen) yhtenä ja energian hinta (korkea tai matala) toisena nelikentän akselina hahmottui neljä toisistaan poikkeavaa skenaariota. Kirjoittajat toteavat, että fyysisten tai virtuaalisten kohteiden saavutettavuus on mahdollista mallintaa maankäytön määrittämään tilaan liittyvien järjestelmien, liikkuvuuden mahdollistavien liikenteen järjestelmien ja digitaaliset yhteydet mahdollistavien sähköisten viestintäjärjestelmien kombinaatioina. Näiden järjestelmien suhde saavutettavuuteen ja toisiinsa on olennaista huomioida liikenteen-

nepolitiikassa. Artikkelissa korostetaan menneeseen tukeutuviin trendeihin pohjautuvan prosessin sijaan oletuksia kyseenalaistavan, avoimen ja joustavan prosessin tärkeyttä strategioiden pohdinnassa ja muotoilussa.

Lyons, G., Marsden, G. (2021). **Opening out and closing down: The treatment of uncertainty in transport planning's forecasting paradigm.** *Transportation*, Vol. 48 (2), 595–616.

Kirjoittajat palaavat edellä esitellyn tutkimuksen kysymykseen ennusteiden toimivuudesta epävarmoissa tulevaisuuksissa. Tapaustutkimuksessa tarkastellaan menneiden vuosien autoliikenne-ennusteita Iso-Britanniassa. Kirjoittajat kuvaavat, miten ennusteissa on käytetty muuttujista tärkeimpinä väestön määrää, tulotasoa ja polttoaineen hintaa, joihin on liittynyt epävarmuuksia ja näistä johtuvaa tulkintaa. Ennusteisiin liittyvien muuttujien arvojen vaihtelun vaikutusta on mallinnettu kokeilemalla erilaisten arvojen yhdistelmiä tulevaisuuteen ulottuvien aikasarja-analyyysien tai herkkyysanalyysien tapaan. Kirjoittajat pitävät kuitenkin aiemmassa julkaisussaan esittämäänsä menetelmää suositeltavana, kun halutaan monipuolisempia ja kattavampia skenaarioita.

Kirjoittajat toteavat, että lisättäessä pohdintaan epävarmuuksia (*opening out*), informaatiota voi syntyä päätöksentekoa ajatellen liikaa, ja voi olla tarkoituksenmukaista pyrkiä rajaamaan (*closing down*) esitettyjen vaihtoehtojen määrää. Jos kuitenkin kaivataan pluralistista näkökulmaa, siis esimerkiksi halutaan kuvata useita toivottavia tulevaisuuden tiloja, tähän voi etsiä hahmottamista helpottavia esitystapoja. Kirjoittajayt näyttävät esimerkkinä värikoodatun matriisin, jossa liikennevalojen tapaan skenaarioon sopivat liikennepoliittiset toimet osoitetaan vihreällä värillä, mahdollisesti sopivat keltaisella ja huonosti sopivat punaisella. Keskenään yhteensopivat skenaariot ja poliittiset toimet ovat matriisissa värikoodin ansiosta visuaalisesti helposti erotettavissa.

Lyons, G., Rohr, C., Smith, A., Rothnie, A., Curry, A. (2021). **Scenario planning for transport practitioners.** *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 11, 100438.

Kirjoittajat yhdistelevät mm. edellä esitellyjen kahden artikkelin keskeisiä viestejä mainitsemalla, että skenaarioiden avulla suunnittelu mahdollistaa narratiiveihin perustuvien kvalitatiivisten ja numeeriseen dataan perustuvien kvantitatiivisten aineiden käytön yhdessä tai erikseen. Skenaarioiden käyttö on suositeltavaa, koska ne haastavat laajentamaan näkökulmaa konventionaalisesta ajattelusta sekä ottamaan huomioon vaihtoehtoisia kehityskulkuja, sidosryhmien vaikutusta ja rajoittavia tai ohjaavia tekijöitä. Skenaariot voivat toimia stressitestinä vaativille ja epävarmuuksia sisältäville poliittisille päätöksille.

Maia, S.C., Teicher, H., Meyboom, A. (2015). **Infrastructure as social catalyst: Electric vehicle station planning and deployment.** *Technological Forecasting and Social Change* 100 (2015) 53–65.

Kirjoittajat käsittelevät sähköautojen latausasemien optimaalista käyttöä. Artikkelin rakentuu näkemykseen, jonka mukaan uuden infrastruktuurin suunnittelu on yhtä

lailla sosiaalinen ja kulttuurinen hanke kuin tekninenkin. Tämä infrastruktuurin suunnittelunäkemyks vaatii suunnitteluun erilaisen näkökulman ja siihen liittyvän pedagogisen muutoksen.

Moriarty, P., Honnery, D. (2008). **Low-mobility: The future of transport.** *Futures* 40 (2008) 865–872.

Kirjoittajat asettavat maailmanlaajuisen matkustajakysynnän ennusteen vastakain ekologisten ja eettisten tarpeiden kanssa ja korostavat nopeaa siirtymistä kohti kestävämpiä ratkaisuja. Kirjoittajat väittävät, että optimistisia teknologisia ratkaisuja liikenteen ulkoihin vaikutuksiin ei todennäköisesti kehitetä ja oteta laajalti käyttöön lähiaikoina. Lisäksi ennustetun jatkuvasti kasvavan ajoneuvojen lukumäärän lisääntyminen on epätodennäköistä ja määrän kasvun jatkumisesta aiheutuvat inhimilliset kustannukset ovat myös liian suuria. Tulevaisuudessa tulisi esisijaisesti keskittyä sen sijaan liikkumisen vähentämiseen (*low-mobility*).

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019). **Foreseeing the Impact of Transformational Technologies on Land Use and Transportation.** Washington, DC: *The National Academies Press*.

Raportin mukaan elämme haastavia aikoja. Liikennealalla ei ole koskaan ollut nykyisenkaltaisia nopeita muutoksia ihmisten ja tavaroiden kuljettamiseen käytetyissä teknologioissa. Aiemmin perinteisiä henkilö- ja kuorma-autoja rakentava ala haluaa nyt Yhdysvalloissa investoida miljardeja dollareita kaikilla liikenneinfrastruktuurin osa-alueilla. Suunnittelijat voivat nähdä valoisan tulevaisuuden, mutta myös haasteellisen tulevaisuuden edessään. Ero on siinä, miten suunnittelijat julkisella sektorilla työskentelevät yksityisen sektorin yrittäjien kanssa. Tässä projektissa tutkittiin uusien teknologioiden vaikutuksista paikallisiin, osavaltion ja liittovaltion viirastoihin ja miten ne voisivat parhaiten mukauttaa ja kehittää nykyistä liikennettä ja maankäyttöä, sekä muokata suunnittelukäytäntöjä ja tuotteita vastatakseen uusien teknologioiden haasteisiin.

Neef, Robin, Verweij, Stefan, Busscher, Tim & Arts, Josh (2020). **A Common ground? Constructing and exploring scenarios for infrastructure network-of-networks.** *Futures*, Volume 124, 2020, 102649.

Kirjoittajat laativat erityisesti infrastruktuuriin liittyviä skenaarioita, joissa liikenne oli vain yksi valituista. He nostivat esiin mielenkiintoisen verkkojen verkko -käsitteen. Nykyaikaiset infrastruktuuriverkot vaativat suuria investointeja mm. ikääntymisen takia. Verkkojen verkon investointimahdollisuudet jäävät usein hämärään, koska usein tarkastellaan vain yksittäisiä infrastruktuuriverkkoja. Tämän artikkelin tavoitteena on rakentaa ja tehostaa verkkojen verkon käyttöä. Hybridimetodina käytettiin delfoita, skenaarioita ja tulevaisuustyöpajatyöskentelyä kattaen viisi suurta kansallista infrastruktuurihallintoa Alankomaissa. 28 infrastruktuuriasiantuntijaa antoi tulevaisuuden arvioita, joiden pohjalta rakennettiin seitsemän skenaariota: *Infraconomy*; *Techno-Pessimism*; *Safety*; *Technological*; *Missed Boat*; *Hyperloop*; ja *Green*. Kirjoittajat korostavat yhteistyön tärkeyttä: toivotut skenaariot ovat epätodennäköisiä, jos infrastruktuurihallinnot säilyttävät nykyisen alakohdaisen näkemyksensä, kun taas sektoreiden välinen näkökulma voi luoda lisää investointimahdollisuuksia.

Prause, L. & Dietz, K. (2022). **Just mobility futures: Challenges for e-mobility transitions from a global perspective.** *Futures* 141 (2022), 102987.

Kirjoittajat pohtivat, voidaanko nykyistä sähköiseen liikenteeseen siirtymistä pitää "oikeudenmukaisena liikenteen tulevaisuutena" (*just mobility futures*) globaalista näkökulmasta. Kirjoittajat tuovat liikennekeskusteluun tarvittavien luonnonvarojen louhinnan aspektit tapaustutkimuksilla Kongon demokraattisessa tasavallasta (koboltin louhinta), Chilestä (litiumin louhinta) ja Perusta (kuparin louhinta). He päättelivät, että oikeudenmukaisten liikenteen tulevaisuuksien luominen on satunnainen (*contingent*), moniskalaarinen prosessi, jota muovaavat useiden globaalien pohjoisen ja globaalien etelän toimijoiden oikeusvaatimukset. Vain ottamalla huomioon yleiset, mutta kontekstiin liittyvät (esim. kaivostoimintaa koskevat) vaatimukset voidaan muotoilla siirtymäprosesseja oikeudenmukaisiksi.

Richter et al. (2022). **Smart Cities, Urban Mobility and Autonomous Vehicles: How different cities need different sustainable investment strategies.** *Technological Forecasting and Social Change*. 184(2):121857.

Kirjoittajat kehittävät simulaatioon perustuvan vertailun eri kaupunkien ja autonomisten ajoneuvojen (AV) käyttöönottoskenaarioiden välillä ymmärtääkseen, mitkä näkökohdat johtavat myönteisiin AV-toteutustuloksiin. He kehittivät viisi kaupungin arkkityyppiä, ja mallinnuksen tulokset osoittavat, että optimaalinen AV-strategia vaihtelee kaupunkikontekstien mukaan. Ei ole olemassa "yhden koon" älykästä politiikkaa.

Schuckmann, S.W., Gnatzy, T., Darkow, I.-L., von der Gracht, H.A. (2012). **Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 - A Delphi based scenario study.** *Technological Forecasting and Social Change* 79 (2012) 1373–1387.

Kirjoittajat tutkivat Delphi-tutkimuksen avulla, mitkä tekijät vaikuttavat liikenneinfrastruktuurin tulevaan kehitykseen vuoteen 2030 asti. Tulokset eivät ole erityisen yllättäviä, sillä niitä ovat mm. havainnot, että infrastruktuurijärjestelmät jäävät epätäydellisiksi ja että tällä alalla toimivien sidosryhmien on vielä varauduttava epävarmuuteen. Merkittävintä on, että heidän tutkimustulostensa mukaan käyttäjä tai kansalaiset eivät ole valmiita vuoteen 2030 mennessä hyväksymään tietulleja, ruuhkamaksuja ja käyttäjäkohtaisia rahoitusrakenteita, mutta niiden odotetaan silti olevan yleisiä. Lisäksi odotettiin, että "ekoseurantajärjestelmät" otettaisiin laajalti käyttöön, jotta liikenteen käyttäjät voivat seurata ekologista jalanjälkeään matkarakaisujen avulla.

Shiftan, Y., Kaplan, S., Hakkert, S. (2003). **Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system.** *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 8 (5), 323–342.

Kirjoittajat ovat kiinnostuneet kestävän liikennejärjestelmän vaihtoehtoista Tel Avivissa 30 vuoden aikajänteellä. Pääkaupungissa korostuu paikallisen liikenteen

lisäksi valtakunnallisen liikenteen kehittäminen. Tavoitteeseen pääsemiseksi tutkimuksessa on valittu lähestymistavaksi ns. backcasting menetelmä, jossa valitusta tulevaisuuskuvasta käsin arvioidaan mahdollisia tapahtumien ketjuja kohti kuluva aikaa. Kaksivaiheisen Delfoi -kyselyn ensimmäisellä kierroksella asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan valikoitujen toimenpiteiden todennäköisyyttä ja vaikutusta kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumiseen. Ensimmäisen kierroksen vastausten perusteella muodostettiin kaksi skenaariota – todennäköisin skenaario ja kestävän kehityksen mukaisin skenaario. Jälkimmäistä käsiteltiin backcastingin lähtökohdana. Delfoi -kyselyiden toisella kierroksella vastaajia pyydettiin verifioimaan ensimmäisen kierroksen tulos ja arvioimaan skenaarioiden toivottavuutta.

Todennäköisessä skenaariossa nähtiin ratkaisuksi kevyen raideliikenteen ja linja-autojen yhdistelmä. Väestön arvioitiin keskittyvän joukkoliikenteen pääreittien ja päätepuoleiden läheisyyteen. Yksityisautoilun määrää hillittäisiin maksuin ja rajamalla pysäköintitilaa sekä luomalla yksityisautoilusta vapaita vyöhykkeitä. Tieverkkoa tihennettäisiin ja liikennettä ohjattaisiin älykkäillä järjestelmillä. Kestävän kehityksen mukainen skenaario oli hyvin samankaltainen. Siinä esiintyy kuitenkin kevyen raideliikenteen ja linja-autojen lisäksi maanalainen raideliikenne, jonka merkitys koettiin toisaalta vähäiseksi. Asemien lähellä tehostettaisiin jälkimmäisessä skenaariossa maankäyttöä suunnitelmallisesti ja älykkäiden järjestelmien käytön yhtenä kohteena olisi päästöjen vähentäminen. Kirjoittajien mukaan yksi olennainen löydös oli se, että kestävän kehityksen tavoitteisiin pääsemiseksi tarvitaan yksittäisten toimenpiteiden sijaan toimenpiteiden paketteja. Maankäyttö ja teknologiset ratkaisut ovat esimerkiksi taloudellisia tai muita hallinnollisia ratkaisuja määräävämpiä, mutta ratkaisut kytkeytyvät jossain määrin ristiin: yhtä ei voi valita vaikuttamatta toiseen.

Sircar, I., Sage, D., Goodier, C., Fussey, P., Dainty, A. (2013). **Constructing Resilient Futures: Integrating UK multi-stakeholder transport and energy resilience for 2050.** *Futures* 49 (2013) 49–63.

Kirjoittajat perustelevat, että monen sidosryhmän keskustelut tulevaisuuteen perustuvilla skenaarionarratiiveilla auttavat saamaan eri sidosryhmät mukaan yhteiseen projektiin. Tämä on tärkeää, jotta voidaan luoda resilienttejä (häiriön ja kriisinsietokykyisiä) tulevaisuuksia, jotka kattavat sekä liikenteen, energian että muut sektorit. Artikkelin keskittyy hyvin selvästi Iso-Britanniaan, mutta muut tahot voivat saada inspiraatiota prosessista, eivät niinkään tuloksista.

Soria-Lara, J. A., Banister, D. (2017a) **Dynamic participation processes for policy packaging in transport backcasting studies.** *Transport Policy*, Vol. 58 (2017), 19–30.

Kirjoittajat kuvaavat, miten tutkijoiden, päättäjien ja operatiivisten toimijoiden näkökulmia on mahdollista koota työpajoissa skenaarioiksi, joissa kuvataan mahdollisia ilmastomuutoksen huomioivia strategioita toivottuun tulevaisuuden tilaan pääsemiseksi. Dialogia synnyttämällä onnistuttiin aikaansaamaan oppimista, jonka seurauksena yhteisesti jaettujen näkökulmien luominen oli mahdollista. Tutkimuksessa nostettiin esiin kattavasti Euroopassa käytössä olevia liikennepoliittisia toimenpiteitä (*policy measures*) kestävyuden lisäämiseksi. Näitä yhdisteltiin toimenpidepaketeiksi työpajoissa, joiden tavoitteena oli löytää ratkaisuja hiilipäästöjen

vähentämiseksi, teknologinen kehitys huomioiden ja tiiviimpään taajamarakenteeseen pyrkien. Toimenpiteiden, jotka kohdistuisivat esimerkiksi teknologiakehitykseen, talouspolitiikkaan tai elämäntyyliin, tuli olla keskenään yhteensopivia. Saatua toimenpidekuvauksia arvioitiin poliittisen toteuttamiskelpoisuuden ja yhteiskuntaan sopivuuden perusteella. Tuloksissa korostui etenkin rahtiliikenteen vaikutus päästölähteenä Andalusiassa ja motorisoimattoman liikenteen edistämisen tarkeys. Kymmenen aikaansaattua toimenpidekokonaisuutta tai osastrategiaa olivat

- Vähäpäästöisten ajoneuvojen käytön edistäminen
- Digitaalisten teknologioiden hyödyntäminen henkilö- ja rahtiliikenteen tehostamiseksi
- Liikenteen verotulojen kohdentaminen ympäristöä suojeleviin kohteisiin ja halvempaan julkiseen liikenteeseen
- Rahtiliikenteen päästöjen vähentäminen paikallisen tuotannon kulutusta ja vähäpäästöistä teknologiaa lisäämällä
- Liikennemuotojen välisen yhteystyötä
- Maankäytön kehittäminen ja vähäpäästöisen liikenteen edistäminen taajamissa
- Kävelyn ja pyöräilyn infrastruktuuriin panostaminen
- Ekologisten liikennöintitapojen edistäminen yleensä (esim. nopeusrajoitukset, yritysten liikennöintiratkaisut, käyttövoimaa ohjaava politiikka)
- Yleisen tietoisuuden lisääminen ja panostus yleisesti matalapäästöisen liikenteen infrastruktuuriin (esim. raideliikenne, vilkkaiden tieyhteyksien ympäristöä palvelevat ratkaisut).

Soria-Lara, J. A., Banister, D. (2017b) **Participatory visioning in transport backcasting studies: Methodological lessons from andalusia (spain).** *Journal of Transport Geography*, Vol. 58 (2017), 113–126.

Toisessa artikkelissaan kirjoittajien tarkoituksena on poimia sidosryhmien näkökulmia, kun tarkastellaan mahdollisia kehityskulkuja toivottuun tilanteeseen vuonna 2050. Sidoryhmänä osallistettiin suunnittelijoiden, päättäjien ja tutkijoiden lisäksi myös Andalusiassa asuvia ja joukossaan erityisesti nuoria 14–16-vuotiaita ennakkoluulottomien vastausten löytämiseksi. Sidoryhmiä osallistavina tekniikoina käytettiin sekä Delfoi -menetelmää että haastatteluita.

Vaikka niinkin kauas kuin vuoteen 2050 ulottuvien muutosten tai tavanomaisesta poikkeavien ratkaisujen mieltäminen oli tutkimukseen osallistuneille haaste, tutkimuksessa onnistuttiin luomaan sellaisia pitkälle aikavälille ulottuvia visioita toivottuille tulevaisuuksille, jotka johtaisivat alhaisempiin hiilipäästöihin ja parempaan energiatehokkuuteen liikenteessä. Lähtökohtina tunnistettiin yksityisautoilun väheneminen, liikenteen siirtyminen vähähiilisempiin teknologioihin sekä panostus motorisoimattoman liikenteen mahdollistamiseen. Syntyi esimerkiksi ajatuksia tarvittavasta uudesta teknologiasta, jota voisivat alueen tarpeet huomioiden edustaa yksinkertaisesti pienikokoisemmat ja vähemmän kuluttavat ajoneuvot. Tarve tiivistää taajamien rakennetta korostui. Tuloksina esitetyissä lyhyissä narratiiveissa korostuivat yleiseen alueen kehittämiseen tähtäävien ideoiden lisäksi liikenteen osalta mm. turismin keskittyminen tiettyihin kulttuurikohteisiin tai maataloustuotannosta tunnetussa Andalusiassa paikallistuotannon korostamisen vaikutus rahtiliikenteeseen tätä vähentävästi. Kirjoittajat painottavat moninäkökulmaisuuksien merkitystä ja erilaisten tilanteeseen sopivien rinnakkaisten menetelmien käyttöä kokonaisvaltaisempien tulevaisuudennäkymien mallintamiseksi.

Sykes, P., Bell, M., Dissanayake, D. (2019). **Identifying the factors driving the uncertainty in transport infrastructure project by application of structural dynamic analysis to a backcast scenario.** *Futures* 111 (2019) 26–41.

Kirjoittajat käyttävät rakenteellista dynaamista analyysiä backcasting-skenaariosta tunnistaakseen tekijöitä, jotka aiheuttavat epävarmuustekijöitä liikenteen infrastruktuuri-investoinneissa. Tapaustutkimuksena on käytöstä poistettu rautatie, johon kohdistuu ristiriitaisia näkemyksiä sen uudelleen avaamisen eduista. Ei ole todennäköisesti yllätys, että viranomaisten välistä yhteistyötä pidettiin tärkeänä mahdollistajana, kun taas taloudelliseen ympäristöön liittyvä epävarmuus oli suurin este liikenteen infrastruktuuri-investoinnille.

Tijan et al. (2021). **Digital Transformation in the maritime transport sector.** *Technological Forecasting & Social Change* 170 (2021), 120879.

Kirjoittajat tekevät perusteellisen kirjallisuuskatsauksen meriliikenteen digitaalista muutosta käsittelevästä materiaalista, keskittyen muutostekijöihin, menestystekijöihin ja esteisiin. Jotkut korkean profiilin satamat ovat jo pitkällä digitalisaatiossa, mutta muut merisatamat, sataman sidosryhmät ja yritykset merenkulun toimitusketjussa ovat jäljessä. Innovatiiviset teknologiat kuten esimerkiksi lohkoketjuteknologia (*blockchain*) ja miehittämättömät alukset (*autonomous shipping*) vauhdittavat eittämättä digitaalista muutosta meriliikenteessä. Hidasteiksi puolestaan todetaan tiedon puute siitä, miten digitaalinen transformaatio saattaa vaikuttaa liiketoimintaan, standardien puuttuminen sekä toimijoiden välisen yhteistyön vähäisyys.

Valtionrautatiet (2022). **Matkalla vuoteen 2072 - miltä junamatkustaminen voisi näyttää 50 vuoden päästä?**

Valtionrautatiet julkaisi 160-vuotisjuhlansa kunniaksi futuriikin, joka on tarina kuvitteellisesta tulevaisuuden junamatkasta. Tarinassa itseohjautuva podi leijuttaa päähenkilön suoraan junaan, jossa henkilö- ja matkalipputiedot tarkistetaan automaattisesti. Matka tapahtuu 1000 km/h nopeudella vaunuissa, joissa ikkunat muuttuvat suurimmilla nopeuksilla näytöiksi. Junan mukana siirtyvä podi sopii sekä vapaa-ajan viettoon että työntekoon. Matka jatkuu määränpäässä podin kyydissä junan pysähtyttyä tai podia voidaan siirrellä myös volopterin avulla. Tarinassa kuvataan lisäksi tulevaisuuden arkista miljöötä, jossa on vaikkapa mahdollista osallistua virtuaalisesti paritanssiharjoituksiin tai tehdä työtä virtuaaliassistentin kanssa. Futuriikin laatimiseksi käytettiin tutkittua tietoa ja lisäksi osallistettiin työpajoissa eri taustoista tulevia ihmisiä, mukaan lukien lapsia ja nuoria. Visuaalisessa toteutuksessa hyödynnettiin tekoälyä ja kolmiulotteista mallinnusta pelimoottoripohjaisesti.

Wong, Yale Z., Hensher, David A., Mulley, Corinne (2020). **Mobility as a service (MaaS): Charting a future context.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 131, 2020, 5–19.

Kirjoittajat ehdottavat uutta tarkastelukehikkoa uusien liikkumispalvelujen arviointiin kaupunkiympäristön parantamisen näkökulmasta. Tekijät ehdottavat "kulkumuototehokkuuden" käsitettä viitekehyksessä, jossa tarkastellaan sekä nykyisiä että kehittyviä liikkumismuotoja alueellisissa ja ajallisissa ulottuvuuksissa. Tämä viitekehys auttaa arvioimaan, kuinka uusien ja joustavien liikennepalvelujen edistämällä voi olla merkittäviä kielteisiä vaikutuksia epäsuotuisissa olosuhteissa (paikassa tai aikana). Ne voivat esimerkiksi lisätä ruuhkia ja vaikuttaa pidemmällä aikavälillä kaupunkirakenteeseen. Tekijät ehdottavat kaupunkien maankäytön ominaisuuksien yhdistämistä matkan hintaan ja kulkumuototehokkuuteen. Jakamiseen ja liikennemuotojen integraatioon perustuva liikenne palveluna (MaaS) tarjoaa merkittävän mahdollisuuden toteuttaa nämä ihanteet, jos ne järjestetään asianmukaisesti. MaaS käsittää laajasti erilaisia palvelumalleja, kuten markkinaehtoisesti toimivat mallit (jotka voivat pahentaa tehokkuusongelmia) ja institutionaalisesti johdetut järjestelmät. Tekijät suosittelvat harkitsemaan MaaS-mallia, jossa tiehinnoittelu sisällytetään pakettihintaan vuorokaudenajan, maantieteellisen sijainnin ja liikennemuotojen tehokkuuden mukaan. Uusien liikkuvuusteknologioiden ja -palveluiden hypetyksen keskellä tarvitaan aiheen kriittistä arviointia, jotta päätöksentekoon saadaan parempaa tietoa sääntelyn perustaksi, ja että digitaalinen murros toimiisi eduksemme.

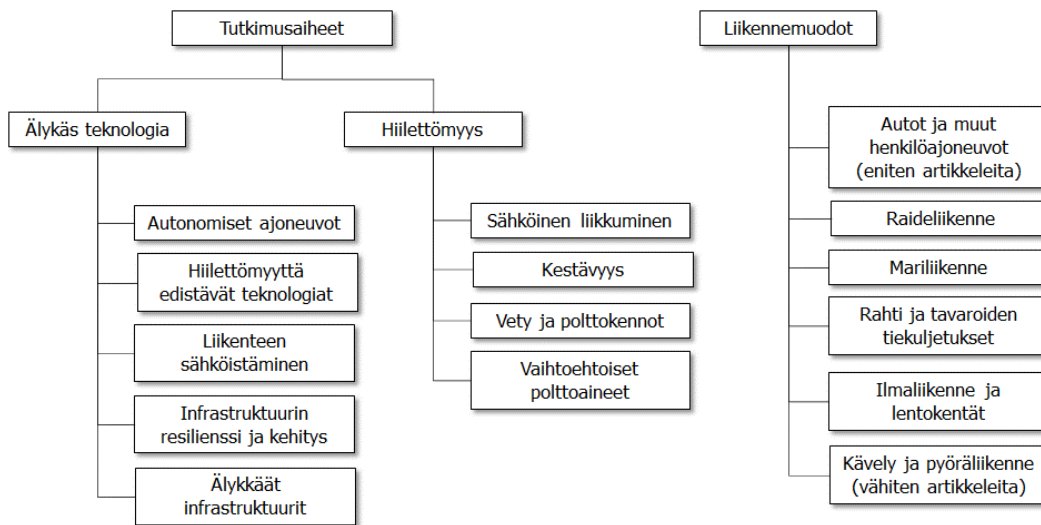
Yuan, P. X. & Cai, Y. (2021). **Forecasting the development trend of low emission vehicle technologies: Based on Patent Data.** *Technological Forecasting and Social Change* 166 (2021), 120651.

Kirjoittajat käyttävät patenttitietoihin perustuvaa ennustelähestymistapaa arvioidakseen voimansiirtoteknologioiden kehitystä. He havaitsivat, että hybridisähköajoneuvoilla (HEV) on lupaavampi tulevaisuus, kun taas akkusähköajoneuvot (BEV) ja perinteiset polttomoottoriajoneuvot (ICEV) seuraavat perässä, ja polttokenosähköajoneuvot (FCEV) puolestaan ovat vähemmän lupaavia. Tulokset ovat josain määrin vastoin tavanomaista tulevaisuuden autoteknologioihin liittyvää tietämystä, mikä tekee tutkimuksesta mielenkiintoisen, vaikka se saattaa vain osoittaa patenttitietoihin perustuvan lähestymistavan rajoituksia.

3 Valikoitujen artikkeleiden temaattinen yhteenveto

Valituista artikkeleista voidaan tunnistaa otsikoiden ja tiivistelmien melko pinnallisen analyysin perusteella joitakin toistuvia teemoja. Monissa artikkeleissa tutkimuksen rajaus näyttää olevan varsin kapea, kuten yksittäisen tekniikan kehittyminen. Tällaiset tutkimukset näyttävät olevan hyvin kiinnittyneitä ajatukseen asteittaisesta (inkrementaalista) muutoksesta ja perustuvat pääasiassa uskottaviin (*plausible*) tulevaisuuksiin.

Vain muutamat artikkelit näyttävät ehdottavan merkittäviä muutoksia liikenteen infrastruktuurien järjestelmään. Yrityksiä tarjota radikaalisti erilaisia vaihtoehtoja ilmaantui enemmän tarkastelujakson alkuvuosina. Viime vuosina yhä suurempi osa julkaistusta kirjallisuudesta käsittelee yksittäisiä liikkumisen innovaatioekosysteemejä, mm. sähköautot tai e-skooterit. Jotkut toistuvat aiheet liittyvät "älykkääseen teknologiaan", hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen ja yksittäisiin liikennemuotoihin. Yksittäisiä liikennemuotoja koskevissa artikkeleissa useimmat koskevat autoja ja matkustajaliikennettä, kun taas melko harvat käsittelevät pyöräilyä ja jalankulkua koskevaa liikennettä. Yksi syy tähän voi olla se, että monissa artikkeleissa on tietty liike- tai yritystaloudellinen näkökulma.



Kuva 1. Lyhyt ryhmittely usein esiin nouseviin teemoihin: älykkääseen teknologiaan (smart technology), hiilettömyyteen (decarbonisation) ja spesifeihin liikkumismuotoihin.

4 Pohdintaa kirjallisuushaun ja työssä toteutettujen työpajojen tulosten välillä

Sekä kirjallisuushaussa analysoitavaksi valikoituneissa julkaisuissa että täydentävissä julkaisuissa nousi esiin monimuotoisesti erilaisia pohdintoja liikenteen ja liikennejärjestelmien tulevaisuuksista. Joko käsiteltiin

- Eri liikennemuotoja, kuten ajoneuvoliikennettä, raideliikennettä tai meriliikennettä, jota ehkä oli tutkimuksellisesti vähiten tässä otannassa
- Eri tekniikoita, polttoaineita, voimanlähteitä
- Laajempaa yhteiskunnan transformaatiota
- Maantieteellisiä tapaustutkimuksia ja alueellisia erityistarpeita.

Varsinaisesti erityisesti liikenteen infrastruktuuria käsittelevää tulevaisuudentutkimuksen julkaisuja ei kovin paljoa noussut esiin.

Kiinnostavaa on, että useita skenaarioharjoituksia on tehty kattaen liikennejärjestelmää kokonaisuutena, esimerkiksi Italian ja Australian osalta. Inayatullah (2003) korostaa, että tehtyjä skenaarioita tulee käyttää jatkossakin. Niihin voi palata uudelleen uudessa yhteiskunnallisessa tai vaikkapa geopolitiisessä kontekstissa. Skenaarioita voi testata viiden kysymyksen avulla:

1. Onko noussut esiin uusia muutostekijöitä, jotka vaikuttavat skenaarioiden relevanssiuteen, uskottavuuteen ja käytettävyyteen? Tällaisia nousevia tekijöitä voivat olla uudet teknologiat, vaikka nanotekniikka tai synteettinen biologia tai kulttuuriset muutokset
2. Ovatko skenaarioita vauhdittaneet muuttujat edelleen jaettuina? Vai löytyykö uusia muuttujia, jotka paremmin heijastelevat toimijoiden tulevaisuudenpohdinnan ja huolenaiheita?
3. Onko uusi toimijoita, joiden näkemykset tulisi ottaa huomioon?
4. Onko toivotun tulevaisuuden kuva ja visio muuttunut?
5. Onko skenaarioista jotkut jo alkaneet toteutua?

Kirjallisuushaun tulosten karkea ryhmittely älykkääseen teknologiaan ja hiillettömyyteen (ja niiden keskinäiset kytkennät) tuli esiin kaikissa kolmessa työpajassa (vesiväylät ja kv-toiminta), raideliikenne ja maantieliikenne. Työpajatyöskentelyn tuloksissa sekä digitaalisuuden avaamat mahdollisuudet tuotiin esiin, mutta samalla tiedostaen sen mahdollisia haittapuolia esimerkiksi järjestelmien ja infrastruktuurin haavoittuvuuden lisäämiseksi. Työpajatyöskentelyssä tuotiin esiin hiillettömyyden lisäksi laajemmin ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumisen edellytyksiä ja vaatimuksia. Liikenteen (uusiutuvaan energiaan pohjautuvan) sähköistymisen ja automatisoitumisen lisäksi kiinnitettiin huomiota biopolttoaineisiin ja muihin vaihtoehtoisin liikenteen energiamuotoihin kuten vedyn käytön mahdollisuuksiin. Selkeästi otettiin kantaa myös elämäntapamuutosten rooliin tulevaisuuden liikkumisen muotoutumisessa sekä sen epävarmuusasteita.

Kirjallisuushaun tuloksissa turvallisuus oli mukana useissa julkaisuissa mutta ei niinkään geopolitiisessä turvallisuuden muodossa mitä puolestaan työpajoissa painotettiin ja pohdittiin Venäjän ja Kiinan rooleja maailmanpolitiikassa ja sen vaikutuksia liikkumiseen. Kansallisen kokonaisturvallisuuden käsitteeseen kuuluu vahvasti myös kyberturvallisuuden kysymykset. Täysin yllättävien tapahtumien peilaus

liikenteeseen, liikennejärjestelmään ja liikenneinfrastruktuuriin jäi vähäiselle huomiolle kirjallisuushaun tuloksissa. Työpajoissa niitä sen sijaan pohdittiin, kuten esimerkiksi Itämeren sulkua tai rajausta pois meriliikenteestä. Tämä selittyy kuitenkin sillä, että työskentelyssä nimenomaan pyydettiin miettimään myös mustia joutse-
nia.

Liikennejärjestelmien ja liikenneinfrastruktuurin tulevaisuuksia pohdittaessa korostuu pitkän tähtäyksen ja kokonaisvaltaisen, eri sektorit integroivan tarkastelun kriittinen rooli myös taloudellisessa mielessä. Maailman muutoksen kiihtyessä epävarmuudet kasvavat ja vastaavasti haasteet investointien kohdentamisessa. Vaihtoehtoisten tulevaisuuksien pohtiminen ja testaaminen auttaa irtautumaan sellaisista polkuriippuvuuksista, jotka eivät tue investointeja vihreään ja digitaaliseen siirtymään.

Kirjallisuuskatsauksen lähdeluettelo

Angelidou M., Politis C., Panori A., Barkratsas T., Fellnhofer K. (2022). Emerging smart city, transport and energy trends in urban settings: Results of a pan-European foresight exercise with 120 experts. *Technological Forecasting and Social Change* 183 (2022), 121915.

Asplund, Disa, Eliasson, Jonas (2016). Does uncertainty make cost-benefit analyses pointless?, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 92, 2016, 195–205.

Belton, O. & Dillon (2021). Futures of autonomous flight: Using a collaborative storytelling game to assess anticipatory assumptions. *Futures* 128 (2021)102688.

Bridgelail, R. & Stubbing, E. (2021). Forecasting the effects of autonomous vehicles on land use. *Technological Forecasting and Social Change* 163 (2021) 120444

Calcada, Rui & Kaewunruen, Sakdirat (2022). *Rail Infrastructure Resilience. A best-practices handbook*. Elsevier.

Castillo Luna, Viktor M. (2021). The digital society as determining factor in mobility, urban dynamics and current city structures. *Transportation Research Procedia* 58 (2021) 423–430.

Charles, M.B., To, H., Gillett, P., von der Heide, T., Kivits, R. (2011). Transport energy futures: Exploring the geopolitical dimension. *Futures* 43 (2011) 1142–1153.

Colbertaldo, P., Cerniauskas, S., Grube, T., Robinius, M., Stolten, D. & Campanari, S. (2020). Clean mobility infrastructure and sector integration in long-term energy scenarios: The case of Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 133 (2020), 110086.

Dacko, S.G. & Spalteholz, C. (2014). Upgrading the city: Enabling intermodal travel behavior. *Technological Forecasting and Social Change* 89 (2014) 222–235.

Gracht, H. A. von der – Darkow, I.-L. (2016) Energy-constrained and low-carbon scenarios for the transportation and logistics industry. *International Journal of Logistics Management*, Vol. 27 (1), 142–166.

Halim, R.A., Kwakkel, J. H., Tavasszy, L.A. (2016). A scenario discovery study of the impact of uncertainties in the global container transport system on European ports. *Futures* 81 (2016) 148–160

Hansen, C. Daim, T., Ernst H., Herstatt, C. (2016). The future of rail automation: A scenario-based technology roadmap for the rail automation market. *Technological Forecasting and Social Change* 110 (2016) 196–212

Harb, Mustapha, Stathopoulos, Amanda, Shiftan, Yoram, Walker, Joan L. (2021). What do we (Not) know about our future with automated vehicles? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 123 (2021).

Hickford, A.J., Nicholls, R.J., Otto, A., (...), Tran, M., Baruah, P. (2015). Creating an ensemble of future strategies for national infrastructure provision. *Futures* 66 (2015) 13–24.

Inayatullah, S. (2003). Alternative futures of transport. *Foresight* 5,1.

Keseru, I., Coosemans, T., Macharis, C. (2021). Stakeholders' preferences for the future of transport in Europe: Participatory evaluation of scenarios combining scenario planning and the multi-actor multi-criteria analysis. *Futures* 127 (2021), 102690

Kiviluoto, Katariina, Tapio, Petri, Tuominen, Anu, Lyytimäki, Jari, Ahokas, Ira, Silonsaari, Jonne & Schwanen, Tim (2022). Towards sustainable mobility – Transformative scenarios for 2034. *Futures*.

Kluge, U., Ringbeck, J., & Spinler, S. (2020). Door-to-door travel in 2035 – A Delphi study. *Technological Forecasting & Social Change* 157 (2020) 120096

Kolarova, Viktoriya, Steck, Felix, Bahamonde-Birke, Francisco J. (2019). Assessing the effect of autonomous driving on value of travel time savings: A comparison between current and future preferences, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 129, 2019, 155–169.

Lavieri, Patrícia S., Bhat, Chandra R. (2019). Modeling individuals' willingness to share trips with strangers in an autonomous vehicle future, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 124, 2019, 242–261.

Lyons, G., Davidson, C. (2016) Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 88 (2016), 104–116.

Lyons, G., Marsden, G. (2021). Opening out and closing down: The treatment of uncertainty in transport planning's forecasting paradigm. *Transportation*, Vol. 48 (2), 595–616.

Lyons, G., Rohr, C., Smith, A., Rothnie, A., Curry, A. (2021). Scenario planning for transport practitioners. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 11, 100438.

Lyons, G. (2022). The Driverless Cars Emulsion: Using participatory foresight and constructive conflict to address transport's wicked problems. *Futures* 136 (2022) 102889.

Maia, S.C., Teicher, H., Meyboom, A. (2015). Infrastructure as social catalyst: Electric vehicle station planning and deployment. *Technological Forecasting and Social Change* 100 (2015) 53–65.

Moriarty, P., Honnery, D. (2008). Low-mobility: The future of transport. *Futures* 40 (2008) 865–872.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019). Foreseeing the Impact of Transformational Technologies on Land Use and Transportation. Washington, DC: *The National Academies Press*.

Neef, Robin, Verweij, Stefan, Busscher, Tim & Arts, Josh (2020). A Common ground? Constructing and exploring scenarios for infrastructure network-of-networks. *Futures*, Volume 124, 2020, 102649.

Prause, L. & Dietz, K. (2022). Just mobility futures: Challenges for e-mobility transitions from a global perspective. *Futures* 141 (2022), 102987.

Richter et al. (2022). Smart Cities, Urban Mobility and Autonomous Vehicles: How different cities need different sustainable investment strategies. *Technological Forecasting and Social Change*. 184(2):121857.

Schuckmann, S.W., Gnatzy, T., Darkow, I.-L., von der Gracht, H.A. (2012). Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 - A Delphi based scenario study. *Technological Forecasting and Social Change* 79 (2012) 1373–1387.

Shiftan, Y., Kaplan, S., Hakkert, S. (2003). Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 8 (5), 323–342.

Sircar, I., Sage, D., Goodier, C., Fussey, P., Dainty, A. (2013). Constructing Resilient Futures: Integrating UK multi-stakeholder transport and energy resilience for 2050. *Futures* 49 (2013) 49–63.

Soria-Lara, J. A., Banister, D. (2017a) Dynamic participation processes for policy packaging in transport backcasting studies. *Transport Policy*, Vol. 58 (2017), 19–30.

Soria-Lara, J. A., Banister, D. (2017b) Participatory visioning in transport backcasting studies: Methodological lessons from andalusia (spain). *Journal of Transport Geography*, Vol. 58 (2017), 113–126.

Sykes, P., Bell, M., Dissanayake, D. (2019). Identifying the factors driving the uncertainty in transport infrastructure project by application of structural dynamic analysis to a backcast scenario. *Futures* 111 (2019) 26–41.

Tijan et al. (2021). Digital Transformation in the maritime transport sector. *Technological Forecasting & Social Change* 170 (2021), 120879.

Valtionrautatiet (2022). Matkalla vuoteen 2072 - miltä junamatkustaminen voisi näyttää 50 vuoden päästä?

Wong, Yale Z., Hensher, David A., Mulley, Corinne (2020). Mobility as a service (MaaS): Charting a future context, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 131, 2020, 5–19.

Yuan, P. X. & Cai, Y. (2021). Forecasting the development trend of low emission vehicle technologies: Based on Patent Data. *Technological Forecasting and Social Change* 166 (2021), 120651.



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-083-8
www.vayla.fi