

Kriittisen infrastruktuurin resilienssi alkaa suunnittelupöydältä

Tuomas Raivio

Critical Infrastructure Lead, Sweco Finland Oy

Dosentti, Executive in Residence, Aalto-yliopisto

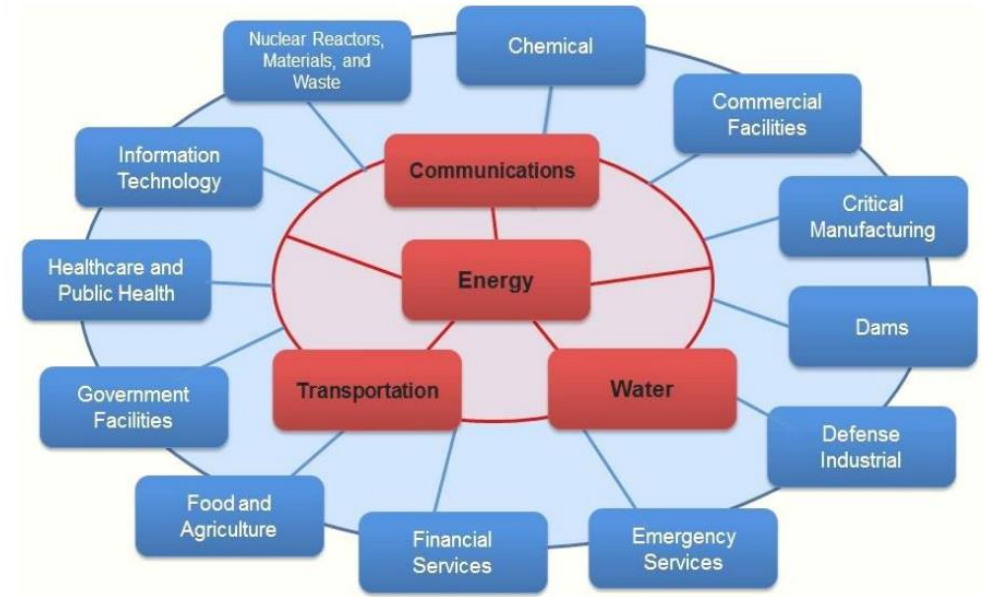


Sisältö

- Mikä on kriittinen infrastruktuuri?
- Kuljetukset kriittisenä infrastruktuurina
- Mikä kriittisiä infrastruktuureja uhkaa?
- Miksi kriittisten infrastruktuurien hallinta on vaikeaa?
- Kriittisten infrastruktuurien resilienssi
- Kohti resilienttiä kriittistä infrastruktuuria
- Esimerkkejä

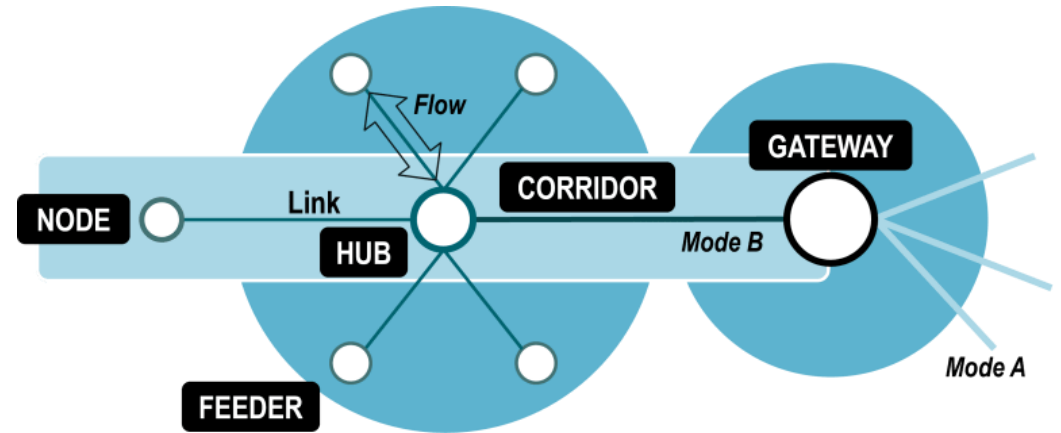
Mikä on kriittinen infrastruktuuri?

- Yhteiskunta nojaa yhä enemmän erilaisiin perusjärjestelmiin ja palveluihin
- Suomen olosuhteissa tietyt järjestelmät ovat välttämättömiä välittömän hengissä pysymisen kannalta
- Toiset järjestelmät ovat välttämättömiä yhteiskunnan toimivuuden kannalta
- Yhteiskunnan elintärkeät toiminnot nojaavat paljolti näille järjestelmille
- **Kriittiset infrastruktuurit ovat niitä palveluja ja rakenteita, jotka mahdollistavat hengissä pysymisen ja yhteiskunnan toiminnan**
- Kaikki kriittiseksi väitetty ei ole kriittistä kaikkien kannalta



Kuljetukset ovat yksi monimutkaisimpia kriittisiä infrastruktuureja

- Tiet, vesiväylät, raiteet, lentokentät, satamat, tunnelit, sillat
- Terminaalit ja hubit
- Lastinkäsittelylaitteistot, käyttövoima, henkilöstö, varaosat, huoltokyvykyys
- Kuljetusvälineet
- Kuljettajat, pääsy
- Polttoaineet ja niiden toimitusketju
- Maksuinfra
- Varaosat ja niiden toimitusketju
- Huoltotilat, työkalut ja laitteistot



- Digitalisaatio on mahdollistanut varastokokojen minimoinnin
- Kuljetusten globaali häiriöttömyys on yhä tärkeämpää
- Yhden konttilaivan juuttuminen Suezin kanavaan aiheutti todennäköisesti maailmassa taloudellisen käänteen

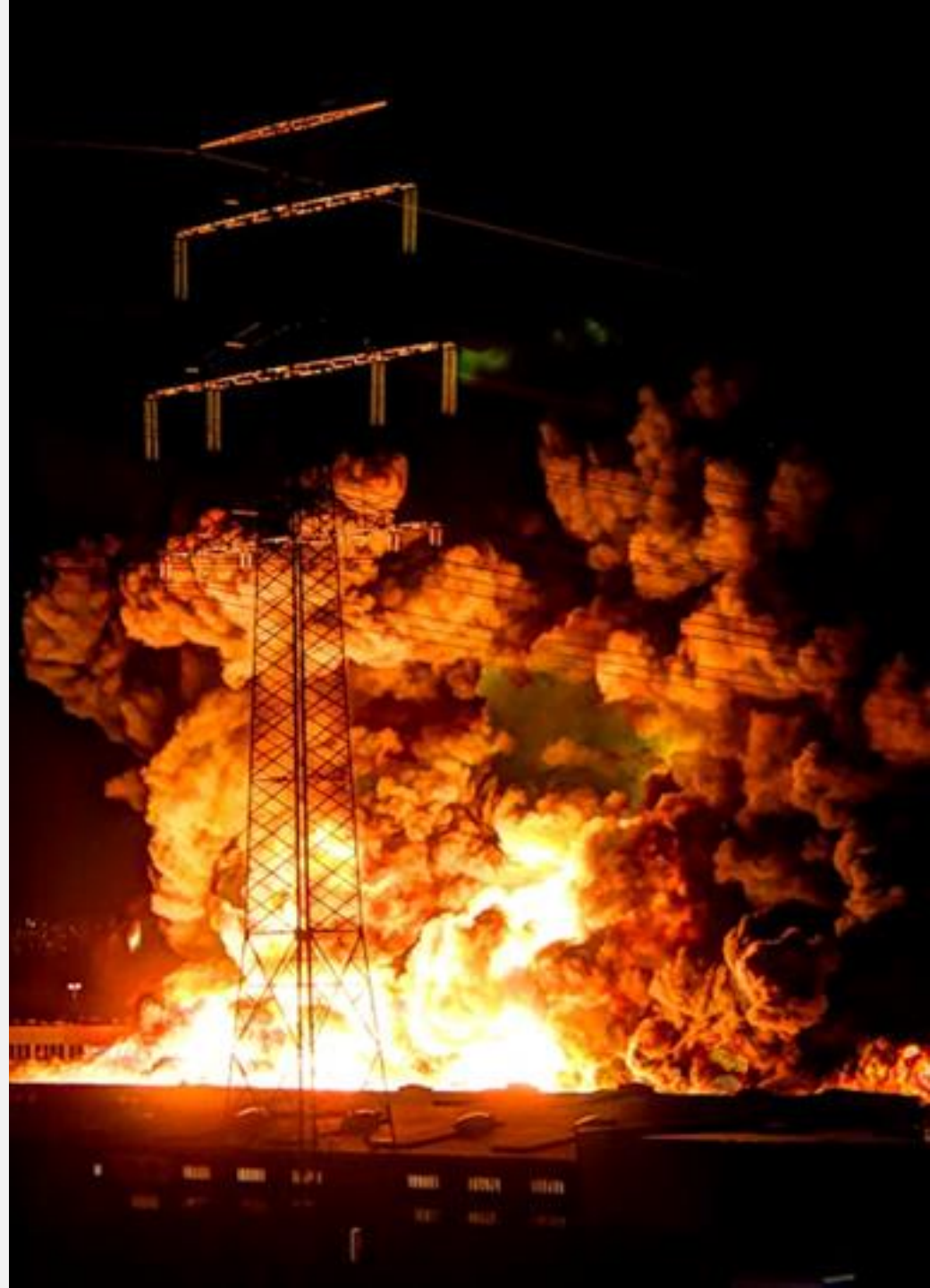
Mikä kriittisiä infrastruktuureja uhkaa?

Fyysiset ja biologiset **luonnonilmiöt**

Ihmisen aiheuttamat fyysiset uhat

- 1) Oma ja osallisten hölmöily
- 2) Tarkoituksellinen toiminta

Erilaiset megatrendit ja **kehityskulut**



Miksi hallinta on vaikeaa?

Massiivisia ja monimutkaisia

Paljon erillisiä tuotannontekijöitä, useita omistajia ja määääjiä

Kehittyneet ja rakennettu vuosikymmenten kuluessa

Sisältävät sekä teknistä infraa että palveluja ja tuotantoa

Ovat **täysin riippuvaisia** toisista infrastruktuureista ja usein myös ylläpidosta ja esim. varaosista

Yritysten intresseissä ei ole yhteiskunnan varautuminen eikä kokonaisuutta aina näe kukaan

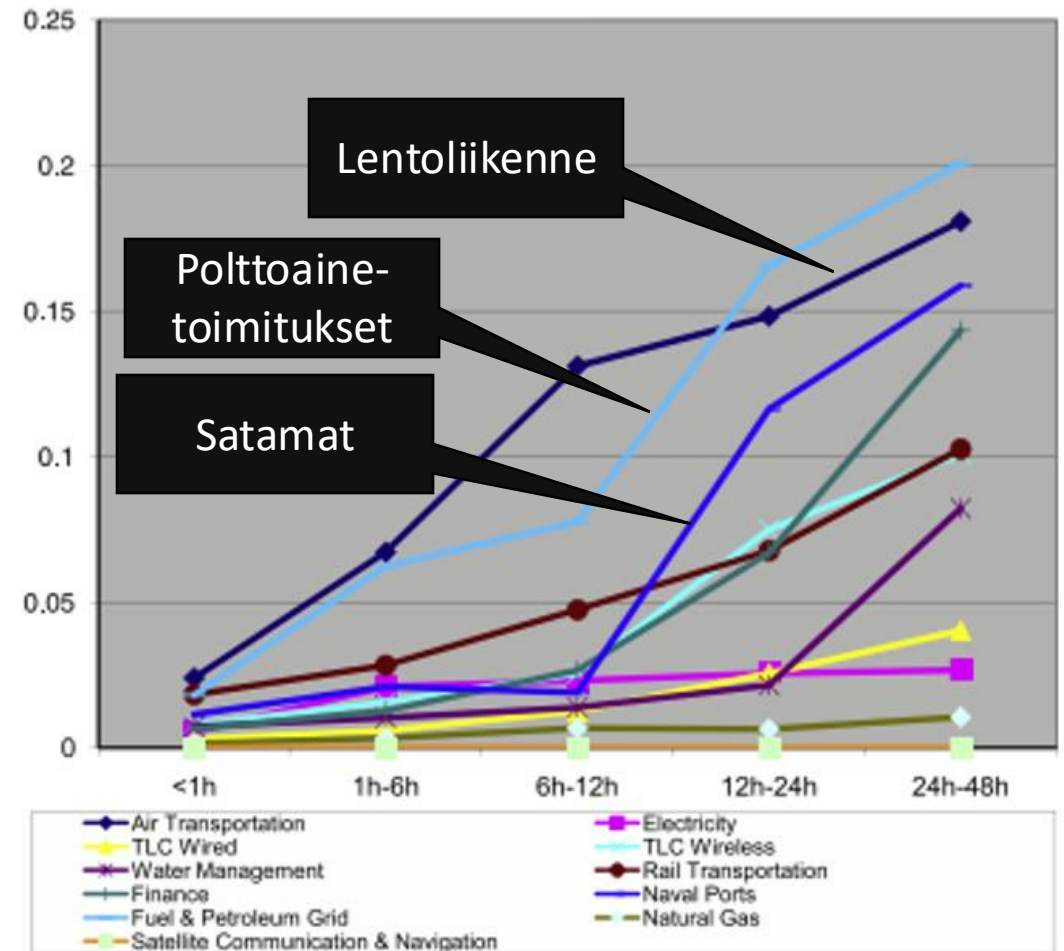
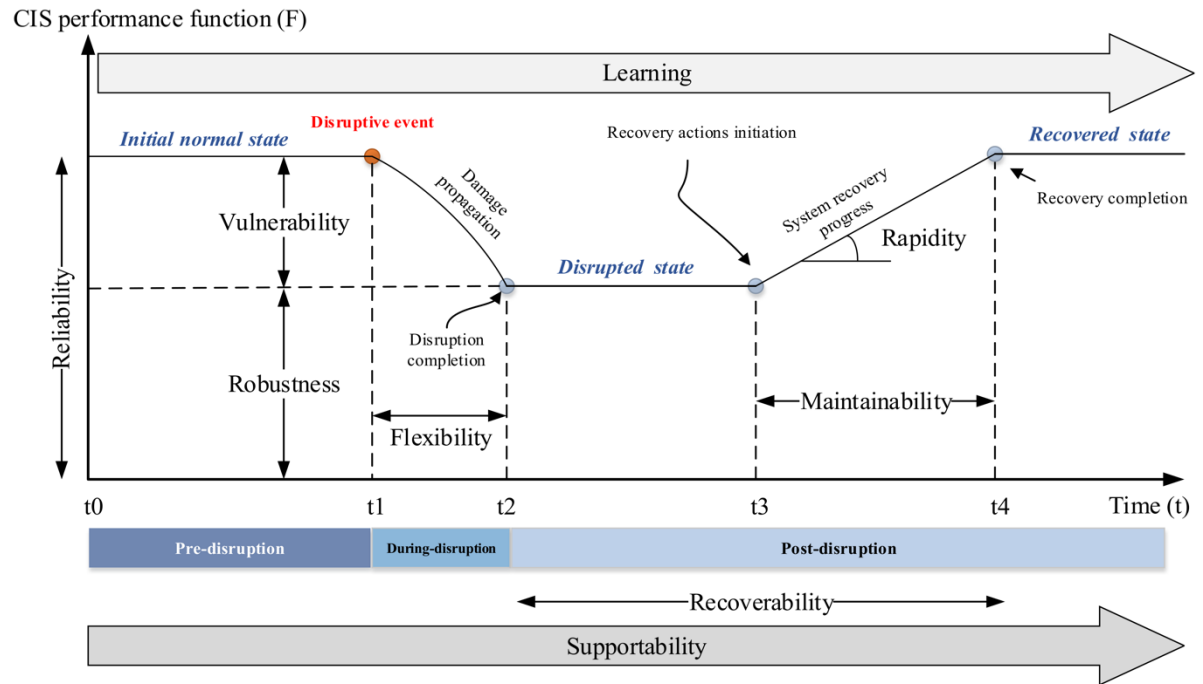


Fig. 4 – Dependency indices δ_i for various outage periods.

Kriittisten infrastruktuurien resilienssi

Resilientille kriittiselle infrastruktuurille on ominaista kyky

- Kuvitella mitä on tulossa
- Suojautua häiriötapahtumalta ja vastustaa sitä
- Vaimentaa häiriön vaikutuksia
- Sopeutua uusiin olosuhteisiin ja häiriöiden aiheuttamiin muutoksiin
- Palautua mahdollisimman nopeasti



Redundanssi – Monimuotoisuus - Modulaarisuus - Segmentointi - Hajauttaminen - Varma viestintä - Joustavuus - Mukautuvuus - Säännöllinen stressitestausta - Reaaliaikainen seuranta - Varautumissuunnittelu - Jatkuva parantaminen - Oppiminen - Koulutus

Kohti resilienttiä kriittistä infrastruktuuria

1. Resilienssin huomioiminen suunnittelussa

- Uudet uhkakuvat
- Uudet standardit
- Innovatiiviset ratkaisut
- Kustannustehokkuus

2. Resilienssin varmistaminen toteutuksessa

- Mitä aiheutetaan muille infroille
- Resilienssiä vaarantavat oikopolut ja ad hoc-ratkaisut
- Jatkuva seuranta

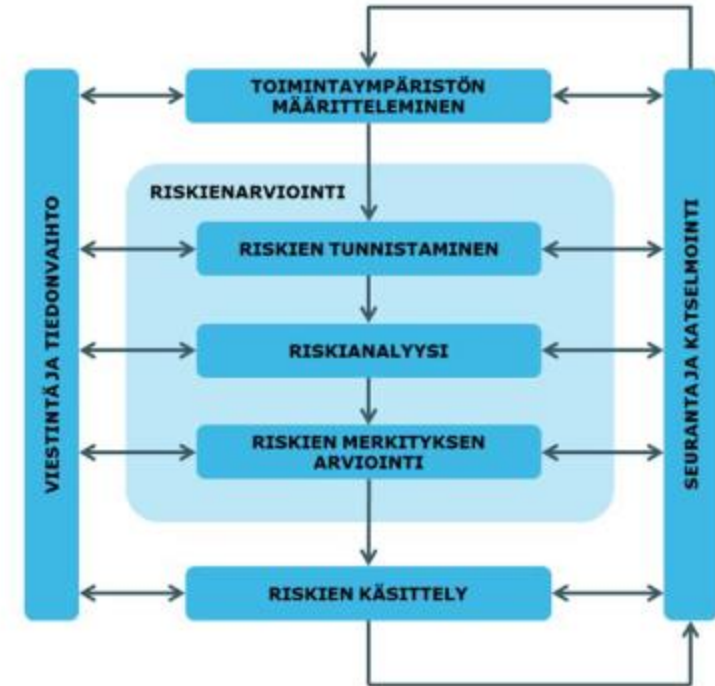
3. Käytönaikainen omaisuuden-, riskin- ja resilienssinhallinta

- Omaisuudenhallinta
- Riskien tunnistaminen, analyysi ja hallinta
- Reaaliaikainen seuranta
- Varautumissuunnittelu
- Stressitestaus
- Jatkuva parantaminen

Mitä aikaisemmassa vaiheessa resilienssi huomioidaan, sitä parempi on lopputulos

Kuljetusreitit ja ilmastonmuutos

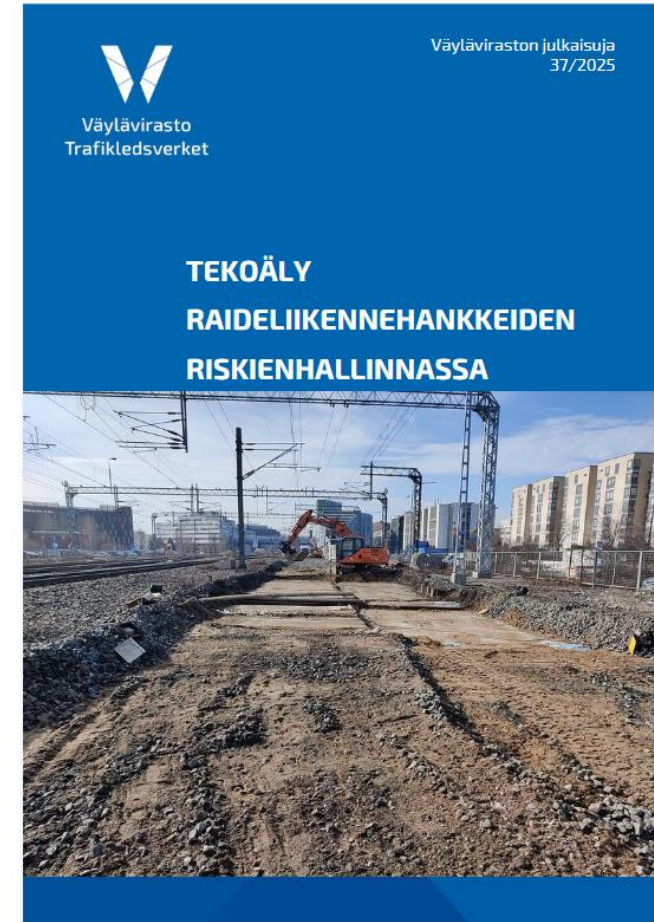
- Ilmastonmuutos aiheuttaa merkittäviä konkreettisia uhkia kuljetusreiteille
 - Lämpötilan nousu ja vaihtelun lisääntyminen – routajaksojen muutokset, vaikutukset kantavuuteen, lämpölaajenemisen muutokset, asfalttien pehmeneminen
 - Lisääntyvät sateet ja tulvat – kuivatusjärjestelmien ylikuormitus, pintavesitulvat, pohjavesivaihtelut
 - Myrskyjen lisääntyminen – puiden ja rakenteiden kaatuminen reiteille, taitorakenteiden uudenlaiset rasitukset
 - Lumisateen ja jään satunnaisuus – uudenlaiset jääkuormat, ennustamaton sää, sulamisvesitulvat, massiiviset lumisateet
 - Meren ja vesistöjen pinnan nousu ja vaihtelu – tulvariskit
 - Biologiset muutokset – vieraslajit, pieneläinten pesintä ja toiminta
 - Toimitusketjukysymykset – yleistyvät vauriot voivat kuormittaa huoltoa ja hidastaa varaosien saatavuutta
- **Näiden muutosten on pakko vaikuttaa suunnittelukäytäntöihin**



Sweco selvitti Väylävirastolle ilmastonmuutoksesta todennäköisesti rataverkolle aiheutuvia riskejä – tuloksia voidaan käyttää sekä käytönaikaisessa resilienssin lisäämisessä että suunnittelun muuttamisessa.

Voisiko tekoäly ratkaista jotain?

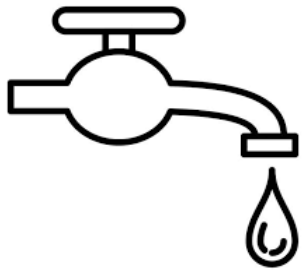
- Riskienhallinta on väylänpidossa keskeisessä roolissa
- Raideliikenteessä tekoälyn hyödyntämistä on tutkittu mm. onnettomuustutkinnassa ja vastaavanlaisten onnettomuuksien ennaltaehkäisyssä, turvallisuuden varmistamisessa ja systeemin kunnossapitotarpeiden ennakoinnissa
- Tekoäly tuottaa kuitenkin tietoa, jonka päättelyketjua on haastavaa tai jopa mahdotonta selittää ja selvittää
- Laajat kielimallit perustuvat (tällä hetkellä) historialle, joten disruptiiviset tulevaisuustilanteet ovat niille haastavia
- Olemassa olevan materiaalin tiivistämiseen tekoäly on hyvä
- Valmiita ratkaisuja ei ole olemassa
- Tällä hetkellä tekoäly riskienhallinnassa on **fixsusti käytettynä hyvä renki mutta huono isäntä**



Sweco laati Väylävirastolle selvityksen tekoälyn käyttömahdollisuuksista raideliikennehankkeiden riskienhallinnassa.

Swecon kriittisen infrastruktuurin resilienssin kärjet

Vesihuolto



Energiaverkot



**Kuljetus-
reitit**



**Kyber-
turvallisuus**



**Puolustus ja
turvallisuus**



Kiitos