

Ilmastomuutoksen vaikutukset ja riskit

Soile Knuuti

5.11.2024



Väylävirasto
Trafikledsverket



Esityksen sisältö

- Mihin väylänpidossa tulee sopeutua? Miten ilmasto muuttuu Suomessa?
 - Skenaariotarkastelu
- Sääolosuhteiden rautateille aiheuttamat turvallisuusriskit
 - Operatiivinen toiminta
- Ilmastonmuutoksen ja sään ääri-ilmiöiden vaikutukset väylänpidolle
 - Haavoittuvuustarkastelu: millaisia vaikutuksia ratainfraan, missä?
 - Pitkä aikajänne

Mihin väylänpidossa tulee sopeutua?

Ilmastonmuutoksen skenaariot väylänpidossa –selvitys 04/2024

- Yhdessä Ilmatieteen laitoksen kanssa selvitettiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri väylämuotojen kannalta keskeisimpiin sääilmiöihin eri skenaarioilla ja eri aikajänteillä
 - Keskin kertaiset päästöt RCP 4.5, hyvin suuret päästöt RCP8.5
 - vv 2041-2060, 2081-2100
 - Radanpidon kannalta merkittäviä ovat muutokset **lämpö-, sade- ja tuulioloissa**
 - Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutusten odotetaan olevan selvimpiä erilaisissa lämpötilaan suoraan liittyvissä ilmiöissä

Ilmastonmuutoksen skenaariot väylänpidossa: **Merkittävimmät vaikutukset**

- Hellejaksot pitenevät ja voimistuvat
- Kuumat ääriämpötilat kohoavat
- Lämpötilan vaihtelu vaimenee
- Lämpötilan nollarajan ohituspäivät lisääntyvät talvella
- Talviset keliolosuhteet harvinaistuvat
 - kovat pakkaset ja jääpeite merialueilla vähenevät
- Sademäärän ennustetaan hiljalleen kasvavan, etenkin talvella
 - Enemmän vesisateita talvella
- Rankkasateet voimistuvat ja lisääntyvät, vähemmän heikkoja sateita
- Märkää lunta sataa yhä, kuivaa pakkaslunta harvemmin
- Kevättulvat heikkenevät, talvitulvat yleistyvät
- Merenpinnan korkeuden skenaariot Suomen rannikoilla
- Tuulisuus ja myrskyisyys muuttuvat vain vähän
 - Osa malleista ennakoi tuulisuuden ja myrskyisyyden lisääntyvän, osa vähenevän.
 - Lännenpuoleisten tuulten osuus todennäköisesti kasvaa jonkin verran.

Vaikeita olosuhteita esiintyy jo nykyisin, yleistyvät ilmastonmuutoksen edetessä

- Helteet
 - kiskon hellekäyrä, ajolankojen venyminen
- Nopea lämpötilan lasku
 - ratakiskon katkeaminen
- Vaihtuvat jäätymis-sulamissyklit
 - ajolankojen huurtuminen
 - hiekoituksen tarve lisääntyy ratapihoilla ja asemilla
 - Tasoristeyksissä jään kertyminen uriin
- Tulvimista on havaittu rataverkolla vuosittain
- Tuulet
 - Puiden kaatuminen kiskoille tai ajolankojen päälle
 - Kaluston raiteilta suistuminen
- Kuivuus
 - Metsäpalo
 - Maan kantavuuden muutokset
- Ukkonen
 - Työturvallisuus- ja laiteriskejä

Poimintoja työpajojen keskusteluista

- Oleellista on tunnistaa, mihin ilmiöihin voidaan varautua **operatiivisen kunnossapidon** keinoin ja mihin **pitkän aikavälin suunnittelulla**.
- Infrastruktuurin **riskikohteiden tunnistaminen** on keskeistä ja väyläverkolla on vielä paljon omaisuuslajeja, joiden osalta riskejä ei ole kunnolla tunnistettu.
 - Riskit tulee huomioida myös suunnitteluohjeissa
- Pitkän aikavälin varautumisessa ongelmana on, että suunnittelussa ei voida muuttaa mitoitusarvoja ilman varmaa tietoa, sillä ylimitoitusta ei haluta tehdä. Toisaalta pitäisi tietää, miten paljon nyt pitää varautua, jotta 50 vuoden päästä ei olla isoissa ongelmissa.
- **Ohjeissa tulee olla yhdenmukainen linja siitä, millaiseen tulevaisuudenkuvaan halutaan varautua.** Kaikkein pahimpaan mahdolliseen skenaarioon varautuminen ei kuitenkaan ole välttämättä järkevää eikä resurssitehokasta.
- **Alueelliset erot tulisi huomioida** riskienhallinnan ohjeistuksessa
- Riittääkö kuivatuksen mitoitusadannan kerroin 1,2?

- **Sääolosuhteiden
rautateille
aiheuttamat
turvallisuusriskit**
 - **Operatiivinen
toiminta**



Riskienarvioinnin lähtökohta ja toteutus (2024)

- Työssä tunnistettiin rautatiejärjestelmän turvallisuuden ja toimintavarmuuden kannalta keskeisimpiä sääilmiöihin liittyviä vaaroja, arvioitiin niiden aiheuttamat riskit sekä määritettiin riskiä pienentävät toimenpiteet.
- Työn aikana järjestettyihin riskityöpajoihin osallistui tilaajan edustajia sekä rautatiejärjestelmän eri toimijoiden edustajia (liikennöitsijöitä, kunnossapitäjiä, liikenteenohjaus, kalustovalmistajia)
- Riskien tunnistuksessa keskityttiin sään normaaleista ja ääri-ilmiöistä aiheutuviin turvallisuus- ja toimintavarmuusriskeihin sekä sääolosuhteista aiheutuviin työturvallisuusriskeihin

Tulokset

- Työssä tunnistettiin riskejä yhteensä 120 kpl, joista **2 arvioitiin merkittäväksi, 33 kohtalaiseksi**, 50 vähäiseksi ja 33 merkityksettömäksi.
- Riskin suuruuden arviointi tehtiin erikseen turvallisuusvaikutuksille sekä liikennehaittavaikutuksille.
- Selkeästi eniten Väyläviraston riskien toimenpideluokituksen mukaisesti ei-hyväksyttävällä tasolla olevia, eli **vähintään kohtalaiseksi arvioituja riskejä tunnistettiin myrskyihin ja koviin tuuliin sekä runsaisiin lumisateisiin liittyen.**

- **Teemat**

- Myrskyt ja kovat tuulet
- Lumisateet
- Vesisateet ja tulvat
- Helteet ja poikkeuksellinen kuumuus
- Pakkanen ja jäätymis-/sulamissyklit
- Ukkonen
- Erilaisten säätilanteiden yhdistelmät

Nostoja merkittävistä ja kohtalaisista riskeistä



Väylävirasto
Trafikledsverket

Myrskyt ja tuulet

- Puiden kaatuminen radalle. Törmäys. Sähköratavaurio
- Vaunun kaatuminen, kiskoilta suistuminen (voimakas sivutuuli)
- Lastin (esim. kontin) lentäminen pois vaunusta (voimakas sivutuuli)
- Auton ajautuminen radalle
- Alueellinen akustojen keston ylittävä sähkökatko (sähköverkkoyhtiöistä johtuva)
- Kaluston liikkuminen itsekseen (karkaaminen)
- Olosuhteet estävät avun saamisen linjalle jääneen/vaurioituneen kaluston luokse (myrskyvauriot)

Lumisateet

- Kaluston teleihin ja jarrulaitteisiin kertyvä lumi heikentää jarrutuskykyä
- Kalustoon kertyvät jääkamit, vauriot ratarakenteille
- Lumen kinostuminen raiteille. Kalustovauriot
- Vaihteiden kääntymisongelmat
- Lumen aurauksen virheet radan lähellä mm. tasoristeyksissä
- Ajoneuvon putoaminen laiturilta kiskoille
- Huoltoteille pääsy estyy (pelastustoimi, kunnossapito)
- Runsas lumimäärä jätkänpoluilla
- Pysäytyskenkien piiloutuminen lumen alle

Vesisateet ja tulvat

- Voimakas tulviminen radan päälle, ratapenkan heikentyminen, turvalaiteviat
- Tulvavesi syö radanvarren ojaa ja esim. sen yli kulkevan tasoristeysrakenteen. Ratapenkan heikentyminen

Helteet ja poikkeuksellinen kuumuus

- Hellekäyrät (kiskon vääntyminen ja taipuminen)
- Rautatiekalustosta aiheutuvat maastopalot, höyryvetureiden vetämä kalusto
- Hellejaksoilla avattava silta ei lämpölaajenemisen vuoksi avaudu tai sulkeudu

Pakkaset ja jäätymis-/sulamissyklit

- Liikkuvan kaluston pyörien kulumisen ja vaurioherkkyys kasvaa pakkasen kiristytessä
- Vaunujen päätyihin kertyy lunta ja jäätä, jolloin vetokoukku ei tule asennettua kunnolla kytkimen lenkkiin
- Kallioleikkauksiin ja tunneleihin kertyvän jään putoaminen
- Matkustajan putoaminen liukkaalta laiturilta raiteelle tai laiturin ja junan väliin

Ukkonen

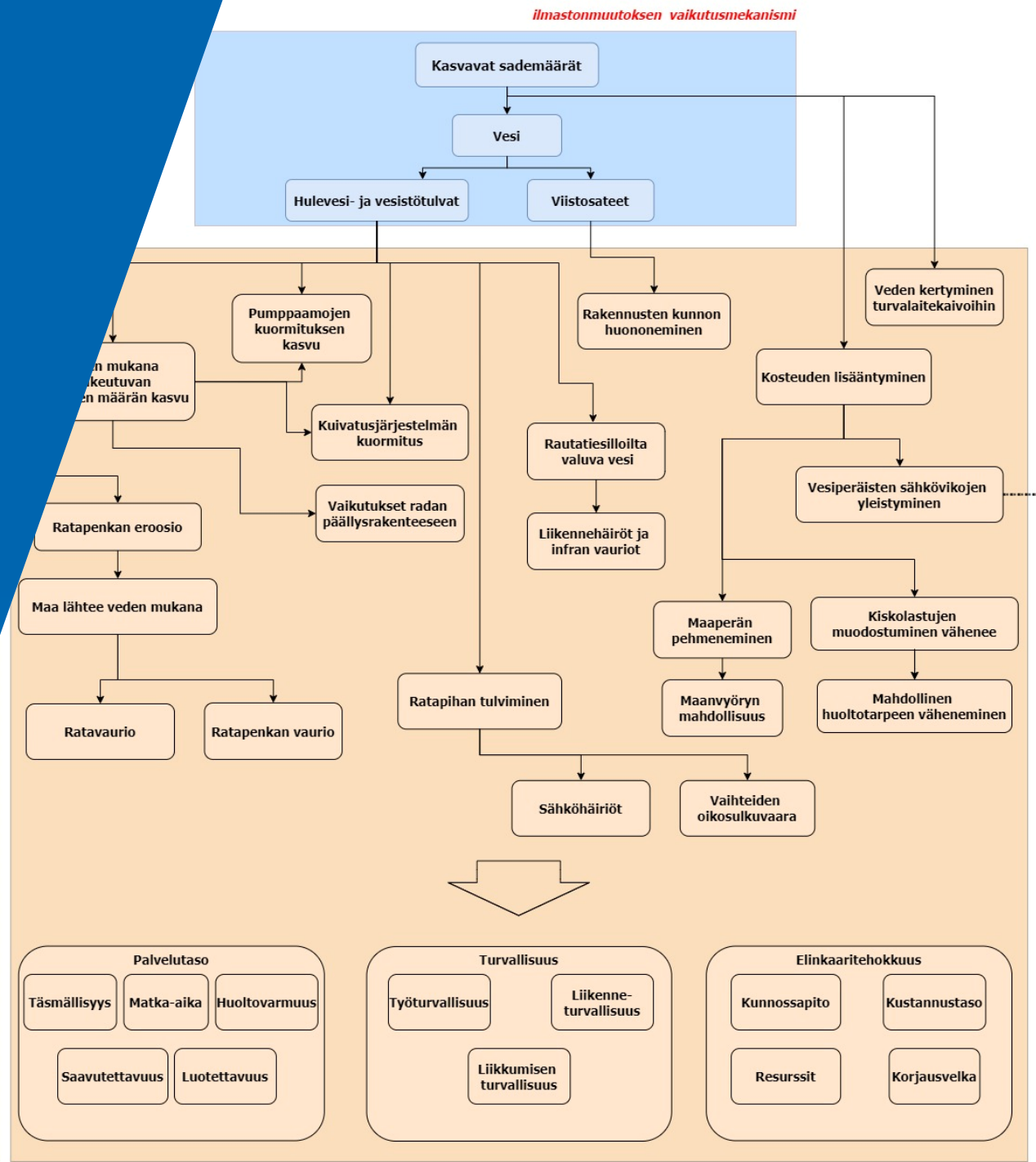
- Ukkonen iskee sähköratarakenteisiin jännitekatkoalueen lähelle
- Ukkosesta aiheutuva indusoituminen ratarakenteisiin

Riskienhallintatoimenpiteet

- Toimenpiteiden määrittelyssä ei päästy kaikilta osin tarkkaan konkretiaan, toimenpiteet on määritetty *toimenpide-ehdotuksiksi* ja niihin on merkitty toimenpiteen tilaksi *suunniteltu*.
 - Osaan on jo toimenpiteitä käynnissä
 - Jatkokeskustelua syytä käydä erityisesti merkittävien ja kohtalaiseksi arvioitujen riskien toimenpiteiden tarkemman määrittämisen ja toteuttamisen osalta
 - Tieto tunnistetuista sääriskeistä on syytä välittää Digiradan riskienhallintaan, sillä Digiradan myötä rataverkolle tulee myös uutta laitteistoa, johon työssä tunnistetut sääolosuhteet voivat vaikuttaa tavalla, josta ei ole vielä kokemusta
- Jatkotyössä keskitytään aluksi myrskyihin ja koviin tuuliin sekä vesistö- ja hulevesitulviin.
 - Koville tuulille alttiiden alueiden tunnistaminen ja riskit liikkuvalla rautatiekalustolle
 - Riskipuualueet ja rataverkon ja sen laitteiden toimintavarmuus myrskyjen yhteydessä
 - Vesistö- ja hulevesitulvien riskikohteiden tunnistaminen

Ilmastonmuutoksen ja sään ääri-ilmiöiden vaikutukset väylänpidolle

Väyläverkon
ilmastonmuutoksen
haavoittuvuustarkastelu



Väyläverkon ilmastonmuutoksen haavoittuvuustarkastelu

- Projektin käynnissä 06/24-02/25
 - Vaihe 1: Vaikutusketjujen tunnistaminen / väylämuoto
 - **Millaisia vaikutuksia ilmastonmuutoksesta väyläverkolle aiheutuu?**
 - Lämpötila (kuumuus, +/-0), sateet, tulvat
 - Vaihe 2: Alueellinen, väylämuotokohtainen (tie, rata, vesi) paikkatietotarkastelu
 - **Missä väyläverkolla on ilmastonmuutoksen vaikutuksille haavoittuvat kohteet?**
 - Vaihe 3: Säästä aiheutuvien vaurioiden ja häiriöiden tietojen hallinnan kehittäminen
 - nykytila ja kehittämissuositus määrämuotoiselle tietojen keräämiselle ja tallentamiselle, jotta **sään vaikutusta infraan voidaan tulevaisuudessa paremmin dokumentoida ja seurata.**

ROADAPT. Guideline – Part C: GIS-aided vulnerability assessment for roads – Existing methods and new suggestions.



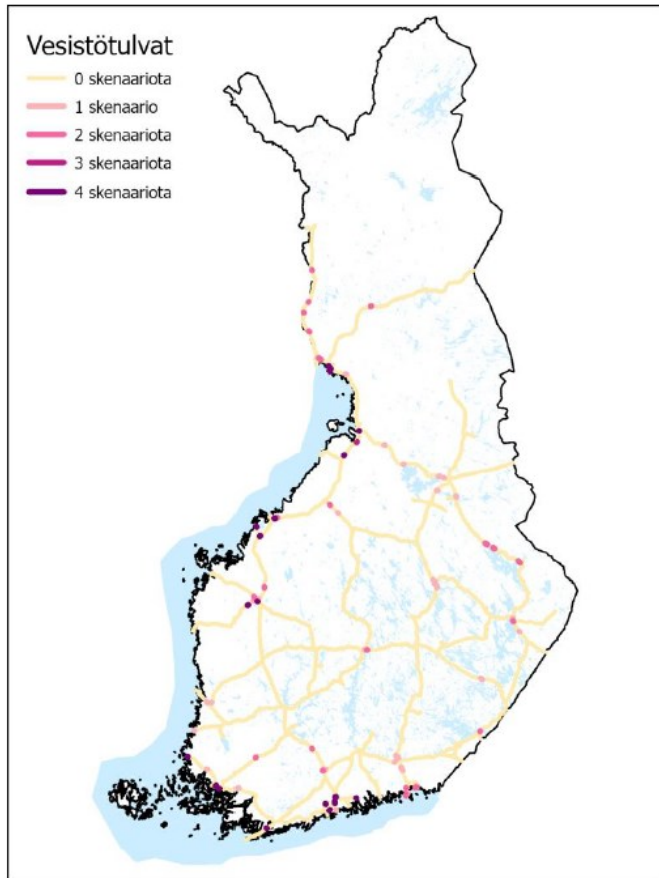


- Haavoittuvuustarkastelulla pyritään löytämään alttiimmat ja haavoittuvimmat kohteet väyläverkolla, joiden osalta tarkastellaan tarkemmin sopeutumistoimien tarvetta ja kohdentamista
- Jatkotyössä priorisoidaan tarvittavat sopeutumistoimet viraston muut tavoitteet huomioiden
 - Saavutettavuus, palvelutaso, turvallisuus, omaisuudenhallinta, riskienhallinta, huoltovarmuus, kriittinen infra, kustannukset ym.

Esimerkki: Haavoittuvuus tulville, alustavia kuvia altistumisesta

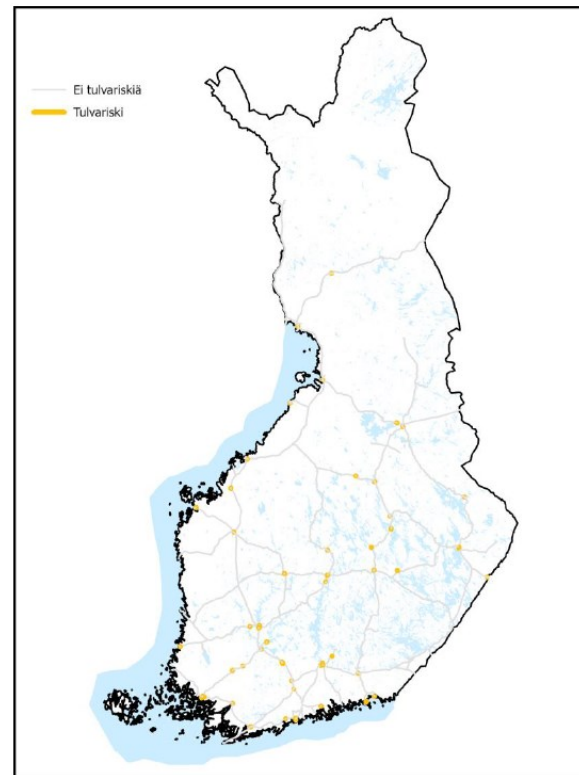


Väylävirasto
Trafikledsverket

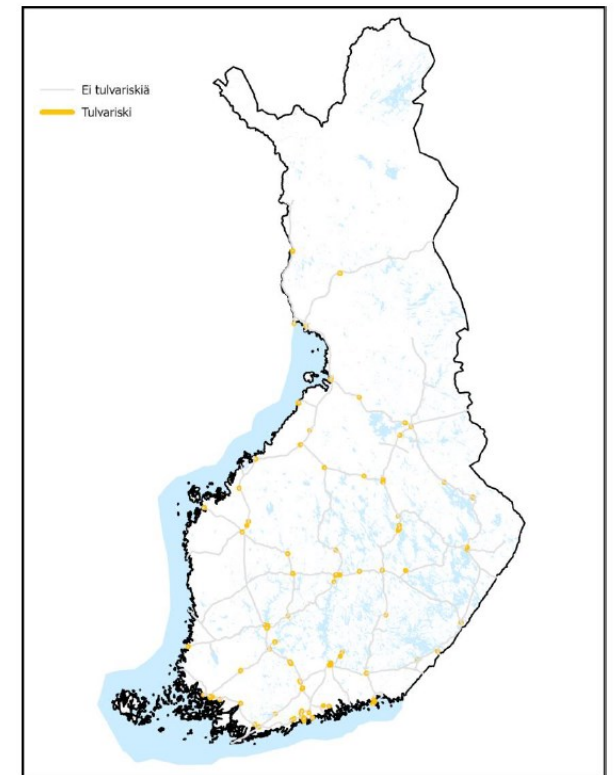


Rataverkko

Hulevesitulvat – Skenaariot rataverkolle Rataosuudet, jotka hulevesitulvan alueella



52 mm



80 mm

Esimerkki: Haavoittuvuus tulville

- Haavoittuvuus= Altistuminen x Herkkyys
 - Altistuminen: sijainti, vesistöjen ja tulvavaara-alueiden läheisyys, väylän korkeusasema
 - Herkkyys: infran kunto ja ikä, kunnossapito, kuivatus, ympäröivä maankäyttö, maaperä
- Kartat antavat tietoa siitä, mitkä alueet ovat altistuvia ja mihin tarkemmat tarkastelut ja mahdollisesti myös sopeutumistoimenpiteet tulee kohdistaa
 - esim. kuivatuksen rakenne (rumpujen koko/määrä) ja toimivuus, onko ollut tulvimista aiemmin, kunnossapito
- Tarvitaan tarkempaa ymmärrystä eri sääilmiöiden (lämpötila, sade ym.) ja ilmastomuutoksen vaikutuksista ratainfraan ja liikenteeseen
 - Dataa mm. poikkeamista ja häiriöistä



Väylävirasto
Trafikledsverket