



Tarkastelu väyläverkon haavoittuvuudesta ilmastonmuutoksen vaikutuksille

Sisältö

- Työn taustaa
- Vaikutusketjut
- Paikkatietotarkastelun aineistot ja menetelmä
- Tulokset
- Yhteenveto

Työn taustaa

- Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on yksi väylänpidon merkittävistä haasteista
- Olemassa olevaan väyläinfran osalta sopeutuminen ilmastonmuutoksen vaikutuksiin täytyy tehdä infran nykyiset ominaisuudet huomioiden
- Ilman sopeutumistoimia sään ääri-ilmiöt ja ilmastonmuutos voivat heikentää väyläinfran palvelutasoa ja lyhentää elinkaarta
- Haavoittuvuustarkastelun avulla voidaan tunnistaa väyläverkon kohteita, jotka ovat alttiita ja herkkiä ilmastonmuutoksen vaikutuksille

Vaikutusketjut

- Työssä laadittiin vaikutusketjut ilmastonmuutoksen aiheuttamista vaikutuksista eri väylämuodoille sekä silloille
- Vaikutusketjuihin kuvattiin mitkä ominaisuudet lisäävät infran herkkyyttä ilmastonmuutoksen vaikutuksille sekä mihin omaisuuslajeihin vaikutukset kohdistuvat.
- Omaisuudenhallinnalla on keskeinen rooli vaikutusten hallinnassa ja sääilmiöihin varautumisessa
- Infraan kohdistuvien vaikutusten lisäksi kuvattiin mahdolliset palvelutasoon, turvallisuuteen ja elinkaaritehokkuuteen kohdistuvat seurannaisvaikutukset
- Suurin osa ilmastonmuutoksen vaikutuksista on negatiivisia → sopeutumistoimille tulee olemaan tarvetta ilmastonmuutoksen edetessä

Kasvavien sademäärien vaikutusketju radoilla

UHKA (ilmastonmuutoksen vaikutusmekanismi)

Sellaisen luonnollisen tai ihmisen aiheuttaman fyysisen tapahtuman tai suuntauksen mahdollinen esiintyminen, joka voi aiheuttaa ihmishenkien menetyksiä, vammoja tai muita terveysvaikutuksia sekä vahinkoja omaisuudelle, infrastruktuurile, elinkeinoille, palvelujen tarjonnalle, ekosysteemeille ja ympäristöresursseille tai niiden menettämiselle.

ALTISTUMISTEKIJÄ

Liikennejärjestelmän ympäristössä altistuminen viittaa infrastruktuuriin, joka voisi potentiaalisesti olla haitallisten vaikutusten kohteena: altistuminen siis riippuu infrastruktuurin sijainnista eikä omaisuustyypistä. Altistumistekijät ovat ulkopuolisia, yleensä sijaintiin liittyviä, tekijöitä, jotka lisäävät infrastruktuurin herkkyyttä / alttiutta ilmastonmuutoksen voimistamista säälimiöistä johtuvilla vaikutuksilla.

HAAVOITTUVA KOHDE (rakenne/omaisuuslaji)

Kohteen haavoittuvuus riippuu uhasta sekä infrastruktuurin sisäisistä tekijöistä (esim. suunnitteluratkaisut tai omaisuuden nykyinen tila), jotka vaikuttavat infrastruktuurin kykyyn kestää ilmastonmuutoksesta johtuvia vaikutuksia. Haavoittuvuudella viitataan allituteen tai vastustuskykyyn haittavaikutuksille.

VAIKUTUS

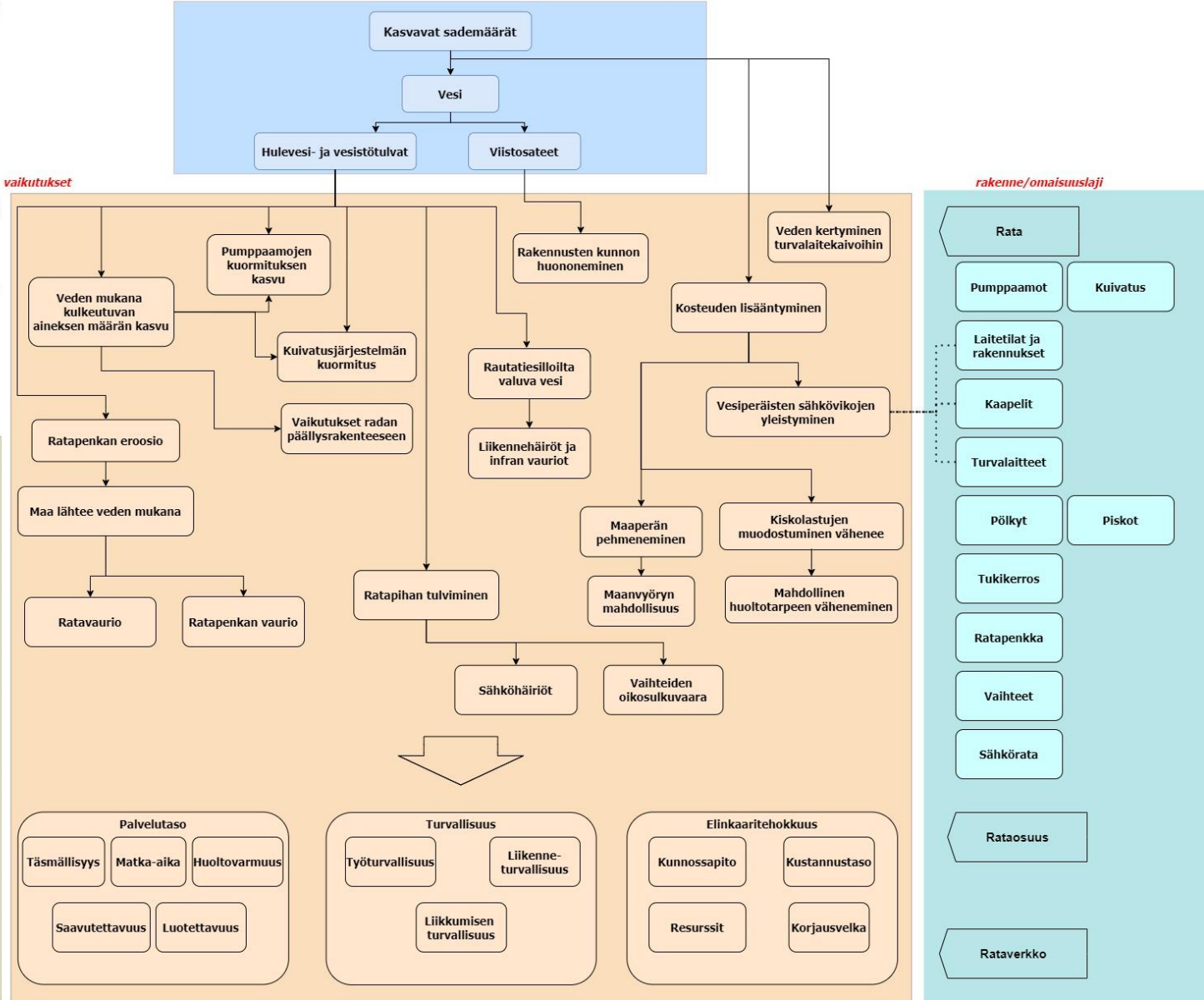
toteutuneiden riskien seuraukset infrastruktuurile, kun riskit johtuvat ilmaston liittyvien uhkien (mukaan lukien äärimmäiset sää- ja ilmastoilmiöt), altistumisen ja haavoittuvuuden vuorovaikutuksesta.

Viittaa yleisesti vaikutuksiin elämään, toimeentuloon, terveyteen ja hyvinvointiin, ekosysteemiin ja lajeihin, taloudellisiin, sosiaalisiin ja kulttuurisiin omaisuuksiin, palveluihin (mukaan lukien ekosysteemi-palvelut) ja infrastruktuuriin. Vaikutuksia voidaan kutsua seurauksiksi tai tuloksiksi, ja ne voivat olla haitallisia tai hyödyllisiä.

altistumistekijät



ilmastonmuutoksen vaikutusmekanismi



Lämpötilan vaihtelun vaikutusketju maanteillä

UHKA (ilmastonmuutoksen vaikutusmekanismi)

Sellaisen luonnollisen tai ihmisen aiheuttaman fyysisen tapahtuman tai suuntauksen mahdollinen esiintyminen, joka voi aiheuttaa ihmishenkien menetyksiä, vammoja tai muita terveysvaikutuksia sekä vahinkoja omaisuudelle, infrastruktuurille, elinkeinoille, palvelujen tarjonnalle, ekosysteemeille ja ympäristöresursseille tai niiden menettämistä.

ALTISTUMISTEKIJÄ

Liikennejärjestelmän ympäristössä altistuminen viittaa infrastruktuuriin, joka voisi potentiaalisesti olla haitallisten vaikutusten kohteena; altistuminen siis riippuu infrastruktuurin sijainnista eikä omaisuustyypistä. Altistumistekijät ovat ulkopuolisia, yleensä sijaintiin liittyviä, tekijöitä, jotka lisäävät infrastruktuurin herkkyyttä / alttiutta ilmastomuutoksen voimistamista sääilmiöistä johtuville vaikutuksille.

HAAVOITTUVA KOHDE (rakenne/omaisuuslaji)

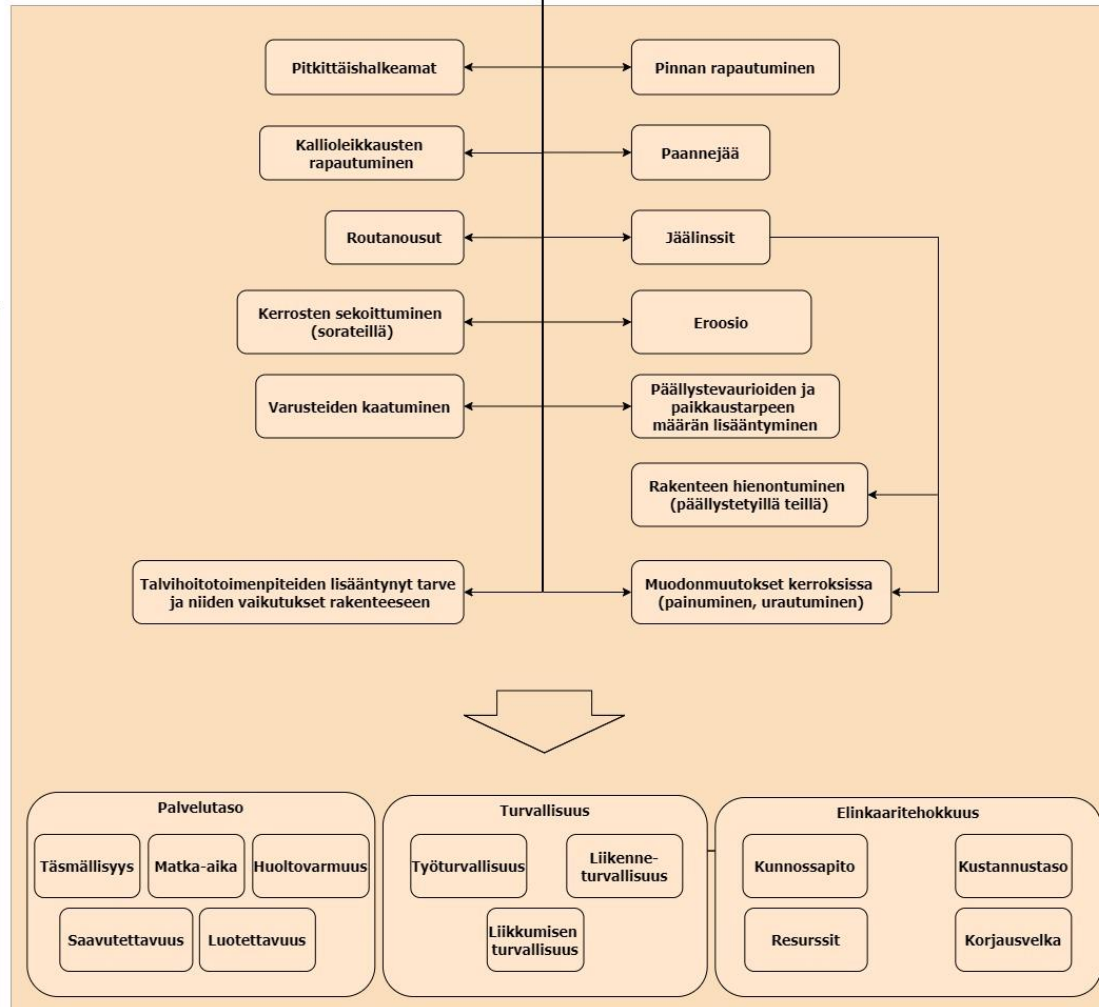
Kohteen haavoittuvuus riippuu uhasta sekä infrastruktuurin sisäisistä tekijöistä (esim. suunnitteluratkaisut tai omaisuuden nykyinen tila), jotka vaikuttavat infrastruktuurin kykyyn kestää ilmastomuutoksesta johtuvia vaikutuksia. Haavoittuvuudella viitataan alltiuteen tai vastustuskykyyn haittavaikutuksille.

VAIKUTUS

toteutuneiden riskien seuraukset infrastruktuurille, kun riskit johtuvat ilmastoon liittyvien uhkien (mukaan lukien äärimmäiset sää- ja ilmastoilmiöt), altistumisen ja haavoittuvuuden vuorovaikutuksesta.

Viittaa yleisesti vaikutuksiin elämään, toimeentuloon, terveyteen ja hyvinvointiin, ekosysteemeihin ja lajeihin, taloudellisiin, sosiaalisiin ja kulttuurisiin omaisuuksiin, palveluihin (mukaan lukien ekosysteempalvelut) ja infrastruktuuriin. Vaikutuksia voidaan kutsua seurauksiksi tai tuloksiksi, ja ne voivat olla haitallisia tai hyödyllisiä.

vaikutukset



rakenne/omaisuuslaji



altistumistekijät



Paikkatietotarkastelun aineistot ja menetelmä



Paikkatietotarkastelun aineistot

- Ilmatieteen laitoksen skenaarioaineistot RCP4.5 jaksolle 2041-2060 ja 2081-2100 sekä RCP8.5 jaksolle 2041-2060 ja 2081-2100
 - Nollanohituspäivien lukumäärä talvella
 - Kerran 50 vuodessa toistuva lämpötila
 - Suuret lumikertymät
- SYKE:n Tulvakeskuksen aineistot
 - Tulvavaaravyöhykkeiden perusskenaariot toistuvuusjaksoille 1/5a, 1/10a, 1/20a ja 1/100a
 - Hulevesitulvakartta sadetapahtumista, joissa sataa vettä tunnin aikana 52 mm (1/100a) ja 80 mm (1/1000a)

Työn aikana todettiin, että skenaarioaineistojen epävarmuuksista sekä puutteista aineistojen kattavuudessa, laadussa ja tarkkuudessa aiheutuu rajoituksia tarkastelun tulosten luotettavuuteen.

Paikkatietotarkastelun aineistot

- Tieosoiteverkko
- Tien ominaisuustiedot
 - Päällysteen tai pintauksen tyyppi
 - Päällystepaksuus
 - Päällysteen vaurioituminen
 - Tien talvihoitoluokka
 - Kaistojen lukumäärä
 - Nopeusrajoitus
 - Talvinopeusrajoitus
 - Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne
 - Raskaiden ajoneuvojen keskimääräinen vuorokausiliikenne
- Rataverkko
- Radan ominaisuustiedot
 - Pääväyläasetus (henkilö-, tavara- vai sekaliikenne)
 - Matkustajaliikennemäärä
 - Tavarankuljetusmäärä
 - Sähköistys
 - Raiteiden lukumäärä
 - Tunneliosuudet
 - Kallioleikkaukset
 - Laiturit
- Sillat
- Siltojen ominaisuustiedot
 - Käyttötarkoitus
 - Päärakennusmateriaali
 - Kansimateriaali
 - Tieosoitteen hoitoluokka
 - Virtavesipaikat
- Siltojen osalta tarkasteltiin vain sijoittumista virtavesipaikkoihin

Työn aikana todettiin, että puutteista aineistojen kattavuudessa, laadussa ja tarkkuudessa aiheutuu rajoituksia tarkastelun tulosten luotettavuuteen.

Ominaisuuksien herkkyyssluokittelu



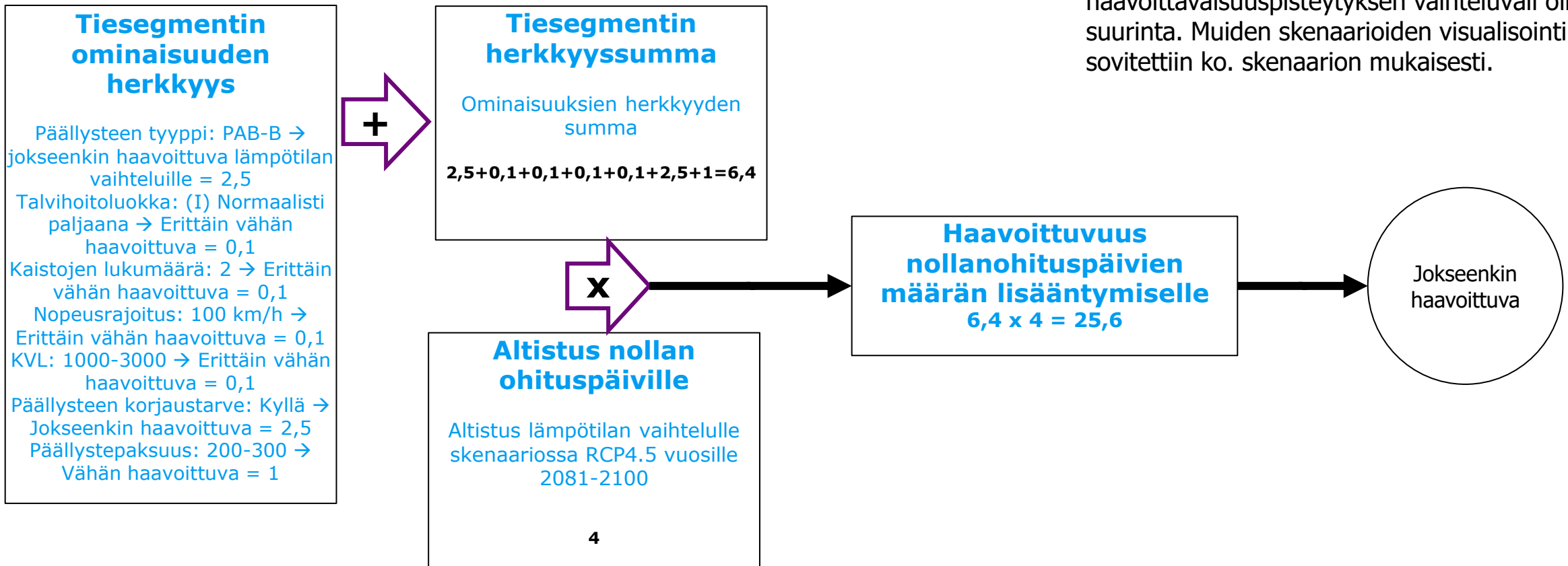
Väylävirasto
Trafikledsverket

- Valitut ominaisuudet luokiteltiin sen mukaan miten herkäksi sääilmiöiden vaikutuksille eri ominaisuudet arvioitiin

Ominaisuus	Ominaisuustiedon arvo	Lämpötilan +/- vaihtelu	Tulviminen
Päällysteen tyyppi	Asfalttibetoni (AB)	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	Avoin asfaltti	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	Betoni (Poistunut käytöstä)	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	Epäjatkua asfaltti (Poistunut käytöstä)	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	Kantavan kerroksen asfalttibetoni (ABK)	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	<u>Kivimastikiasfaltti</u>	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
	Pehmeät asfalttibetonit	Melko haavoittuva	Melko haavoittuva
	Pehmeät asfalttibetonit (PAB-B)	Melko haavoittuva	Melko haavoittuva
	Pehmeät asfalttibetonit (PAB-0)	Melko haavoittuva	Melko haavoittuva
	Pehmeät asfalttibetonit (PAB-V)	Melko haavoittuva	Melko haavoittuva
Sidekerroksen asfalttibetoni (ABS)	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	

Haavoittuvuuden laskenta

kuvitteellinen esimerkki yhden tiesegmentin osalta



- Haavoittuvuus pisteytykset ovat omaisuuslajista ja skenaariosta riippuen hyvin erilaisilla skaaloilla.
- Haavoittuvuusarvon arvojoukko jaettiin keskihajonnan mittaisiin luokkiin keskiarvon kohdalta, jolloin saatiin arvio siitä, mikä oli tyypillinen haavoittuvuusarvo ja mikä taas poikkeus.
- Perustana toimi aina se skenaario, jossa kyseessä olevan väyläomaisuuden ja ilmatoriskin haavoittavuuspisteytyksen vaihteluväli oli suurinta. Muiden skenaarioiden visualisointi sovitettiin ko. skenaarion mukaisesti.



Paikkatietotarkastelun tulokset

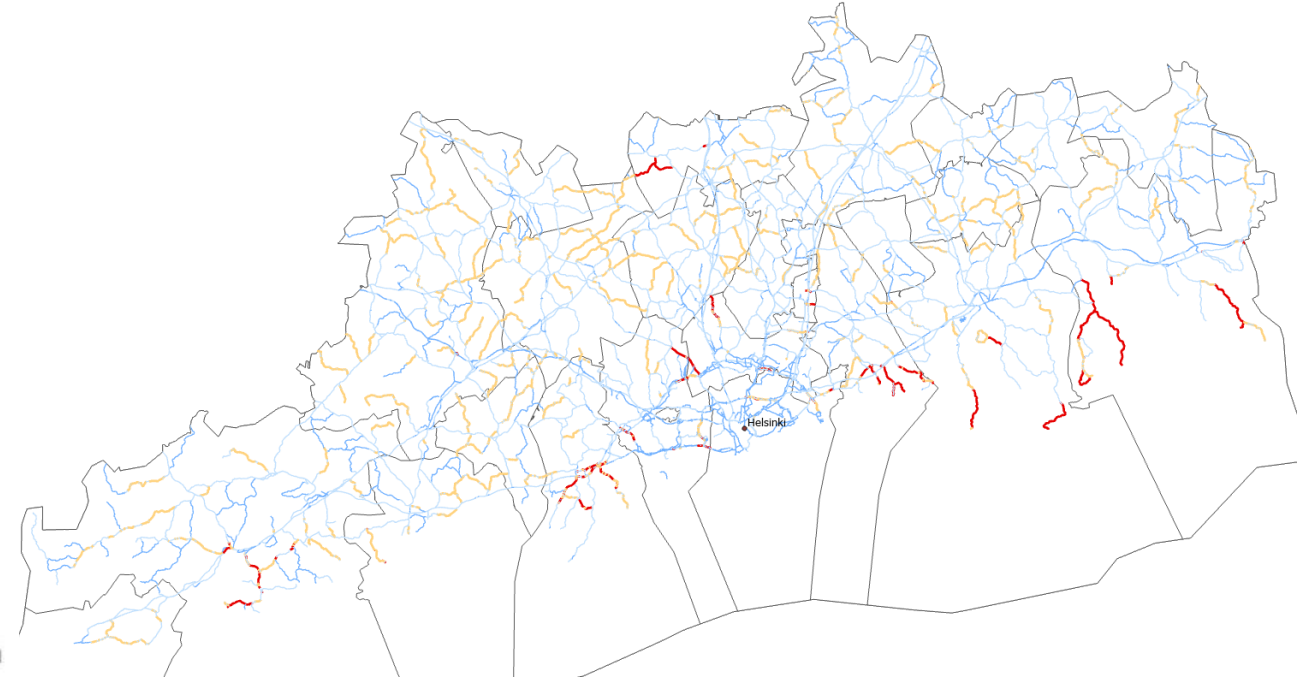
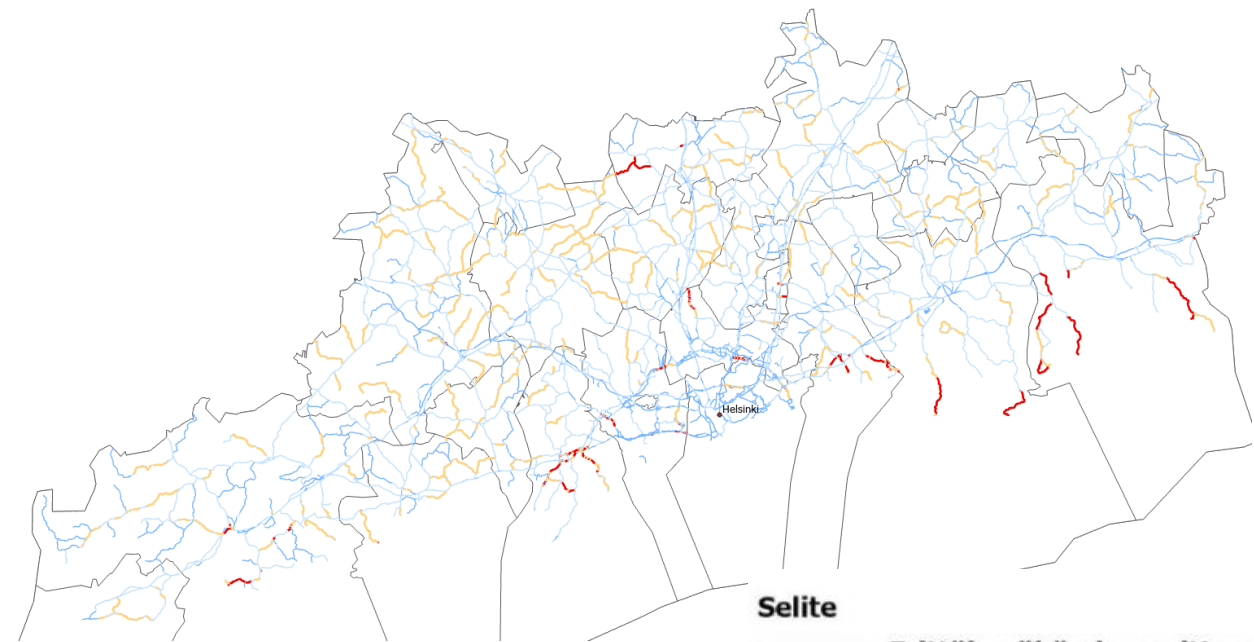
Tieverkon haavoittuvuus vesistötulvien vaikutuksille 1/2

Haavoittuvuuden arvioinnissa käytetyt tien ominaisuudet:

- Päällysteen tai pintauksen tyyppi
- Päällystepaksuus
- Päällysteen vaurioituminen
- Tien talvihoitoluokka
- Kaistojen lukumäärä
- Nopeusrajoitus
- Talvinopeusrajoitus
- KVL
- KVLras

Kerran 5 vuodessa toistuvan tulvan skenaario

Kerran 10 vuodessa toistuvan tulvan skenaario



Selite

— Erittäin vähän haavoittuva

— Vähän haavoittuva

— Jokseenkin haavoittuva

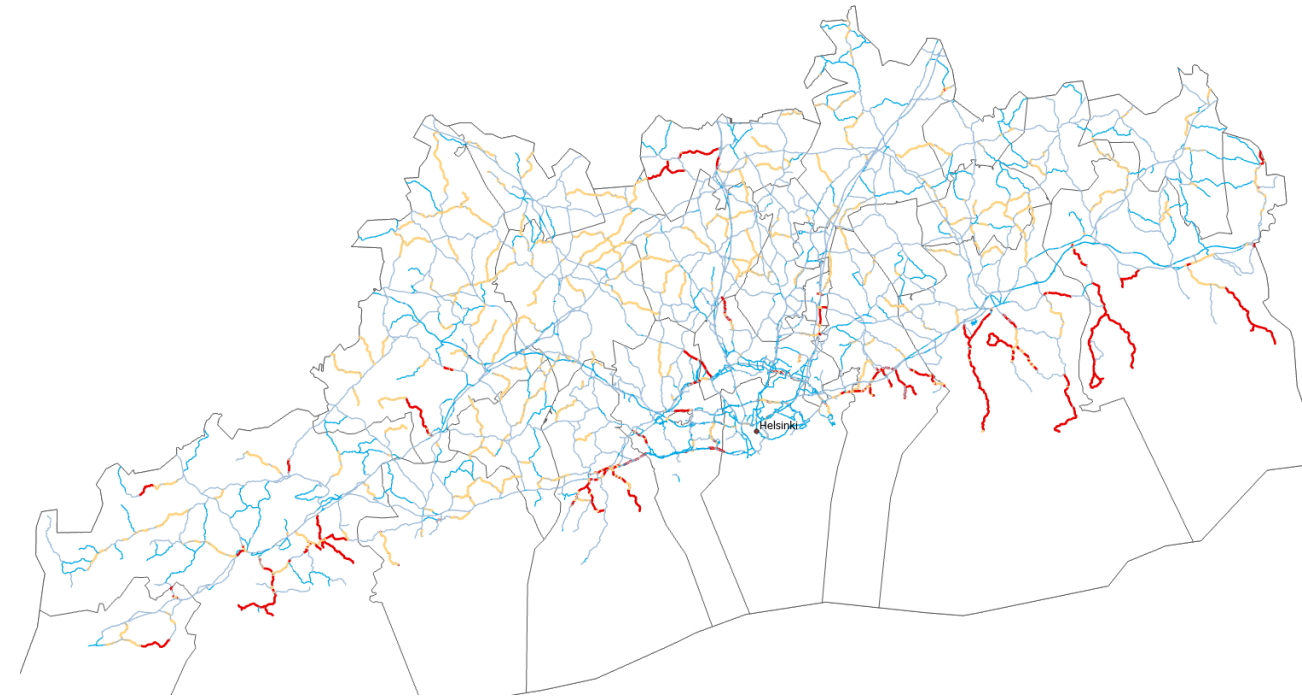
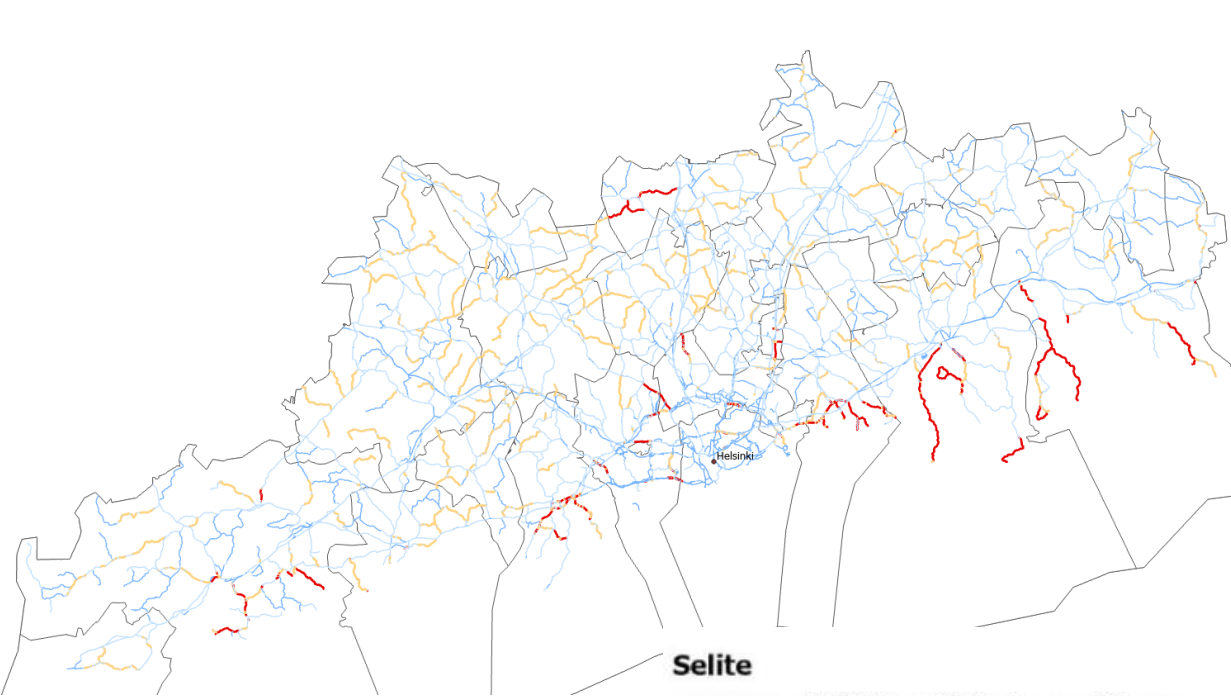
— Erittäin haavoittuva

09/09,

Tieverkon haavoittuvuus vesistötulvien vaikutuksille 2/2

Kerran 20 vuodessa toistuvan tulvan skenaario

Kerran 100 vuodessa toistuvan tulvan skenaario



Selite

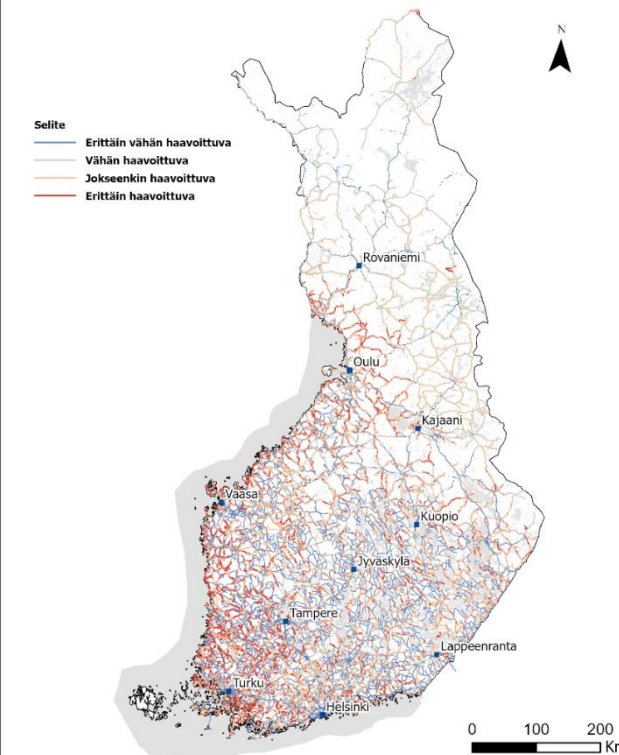
- Erittäin vähän haavoittuva
- Vähän haavoittuva
- Jokseenkin haavoittuva
- Erittäin haavoittuva

Tieverkon haavoittuvuus talviaajan nollanohituspäivien vaikutuksille

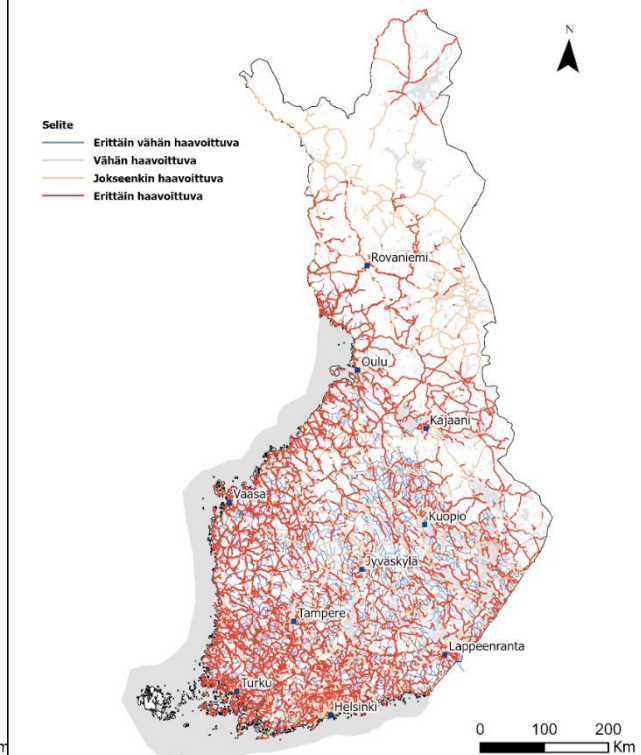
Haavoittuvuuden arvioinnissa käytetyt tien ominaisuudet:

- Päällysteen tai pintauksen tyyppi
- Päällystepaksuus
- Päällysteen vaurioituminen
- Tien talvihoitoluokka
- Kaistojen lukumäärä
- Nopeusrajoitus
- Talvinopeusrajoitus
- KVL
- KVLras

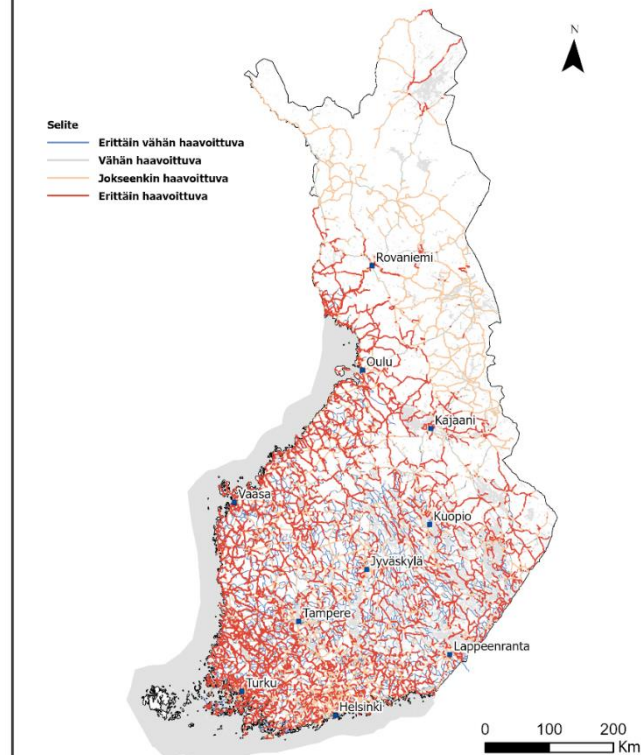
Tieverkon haavoittuvuus nollanohituspäivien määrän vaikutuksille
Skenaario RCP4.5 vuosille 2041–2060



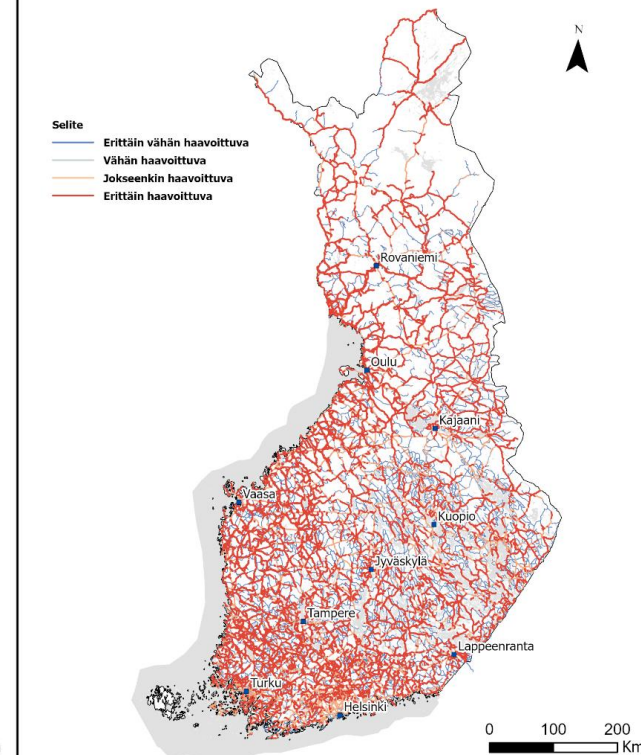
Tieverkon haavoittuvuus nollanohituspäivien määrän vaikutuksille
Skenaario RCP4.5 vuosille 2081–2100



Tieverkon haavoittuvuus nollanohituspäivien määrän vaikutuksille
Skenaario RCP8.5 vuosille 2041–2060



Tieverkon haavoittuvuus nollanohituspäivien määrän vaikutuksille
Skenaario RCP8.5 vuosille 2081–2100



Ajoratakilometrit jaoteltuna skenaarioittain haavoittuvaisuusluokkiin

Ilmiö	Skenaario	Erittäin vähän haavoittuvat (km)	Erittäin vähän haavoittuvien osuus koko pituudesta	Vähän haavoittuvat (km)	Vähän haavoittuvien osuus koko pituudesta	Jokseenkin haavoittuvat (km)	Jokseenkin haavoittuvien osuus koko pituudesta	Erittäin haavoittuvat tieosuudet (km)	Erittäin haavoittuvien osuus koko pituudesta
Vesistötulva	1/5a tulva	30 704	33,35 %	40 258	43,73 %	20 226	21,97 %	879	0,95 %
	1/10a tulva	30 647	33,29 %	40 158	43,62 %	20 204	21,94 %	1 058	1,15 %
	1/20a tulva	30 296	32,91 %	39 852	43,29 %	19 977	21,70 %	1 943	2,11 %
	1/100a tulva	29 732	32,29 %	39 330	42,72 %	19 620	21,31 %	3 385	3,68 %
Hulevesitulva	RCP8.5 1/100a 52 mm	41 258	44,81 %	17 079	18,55 %	33 195	36,06 %	535	0,58 %
	RCP8.5 1/1000a 80 mm	41 227	44,78 %	17 090	18,56 %	33 205	36,07 %	546	0,59 %
Talviajan nollanohituspäivät	RCP4.5 2041– 2060	32 624	35,43 %	17 724	19,25 %	22 023	23,92 %	19 697	21,39 %
	RCP4.5 2081– 2100	32 254	35,03 %	16 533	17,96 %	23 017	25,00 %	24 373	26,47 %
	RCP8.5 2041– 2060	31 761	34,50 %	14 473	15,72 %	21 461	23,31 %	20 263	22,01 %
	RCP8.5 2081– 2100	31 186	33,87 %	13 583	14,75 %	19 409	21,08 %	27 890	30,29 %



Yhteenveto





Yhteenveto

- Vaikutusketjujen avulla nähdään, minkälaisia seurauksia ilmastonmuutoksen voimistamalla sään eri ilmiöillä on väyläinfraan
- Sopeutumistoimia tarvitaan ilmastonmuutoksen edetessä, jotta pystytään vastaamaan väyläinfran palvelutaso-, turvallisuus- ja elinkaaritehokkuustavoitteisiin
- Paikkatietotarkastelussa arvioitiin tie- ja rataverkkoaineistoihin yhdistettyjen ilmastoaineistojen perusteella altistusta ja haavoittuvuutta eri sääilmiöille.
- Paikkatietotarkastelun toteutukseen ja tulosten tarkkuuteen aiheutui rajoituksia aineiston laadusta, tarkkuudesta, saatavuudesta ja kattavuudesta sekä ilmiöiden vaikutusten ymmärtämisestä
 - Lisätietojen avulla tarkastelua voitaisiin tarkentaa ja olisi mahdollista tunnistaa ilmastonmuutoksen vaikutuksille haavoittuvia kohteita tarkemmin
- Tarkastelun tulokset toimivat keskustelun pohjana sopeutumistoimien suunnittelussa sekä lisäävät tietoisuutta ilmastonmuutoksen vaikutuksista väyläverkolla
- Tarkastelun tuloksia voi hyödyntää tarkempien tarkastelujen kohdentamiseen väyläverkolla sekä ilmastonmuutoksen riskitarkastelussa



Väylävirasto
Trafikledsverket