

A photograph of the Tampella building at night, illuminated from within. The building is a large, multi-story brick structure with many windows. The word "Tampella" is written in large, illuminated letters on the roof. In the foreground, a river flows, reflecting the lights from the building and the sky. The sky is a deep blue, suggesting dusk or dawn. A dark blue semi-transparent box is overlaid on the middle of the image, containing white text.

Tampereen haavoittuvuusanalyysi

Haavoittuvuustarkastelu

Liite 1

Väestö

VAARATEKIJÄT JA NIIDEN VAIKUTUKSET / ILMASTORISKIT:

Lämpötilan nousu

Äärimmäinen kuumuus

Terveyshaitat (verenkierto- ja hengityselinten kuormitus, pitkäaikaissairauksien oireiden paheneminen), lämpösaivat (elimistön kuivuminen ja siihen liittyvät oireet, lämpöhalvaukset, kuolemat); ulkona oleskeluun ja työskentelyyn liittyvät lämpöoireet / työturvallisuuden heikentyminen;

Kuivuus ja veden niukkuus

Käyttöveden väheneminen/säännöstely/vedenpuute ja vedenkäytön priorisointi; mahdollisen erillisen vedenjakelun tarve; vedenlaadun heikkeneminen voi lisätä vesivälitteisiä tauteja

Maasto- ja metsäpalot

Huono ilmanlaatu; hengityselinsairaudet, altistuminen mikrohiukkasille; tuhojen vaikutukset omaisuuteen

Sateisuus

Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)

Jalankulun ja pyöräilyn olosuhteiden heikkeneminen; liikkumisen ja liikenteen vaikeutuminen ja epäsujavuus; sateisuuden aiheuttamat vauriot asuinrakennuksille sekä tähän liittyvät korjauskustannukset; lumisateiden avaruskustannukset kotitalouksille; asunnottomuuden vaikutusten korostuminen

Maanvyörymät

erosion aiheuttamat riskit rakennuksille

Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)

tulvan aiheuttamat tulvatuhot rakennuksille ja muulle omaisuudelle; jalankulun ja pyöräilyn olosuhteiden heikkeneminen, liikenteen epäsujavuus, huoltovarmuuden takertelu, vahingot asuinrakennukselle ja kotitalouksien omaisuudelle, veden laadun heikkeneminen/ likavesi ja tähän liittyvät terveysongelmat (vesivälitteiset taudit)

Myrskyt

Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)

ulkona liikkumisen ja oleskelun vaikeutuminen, vaarat ja tapaturmat; rakennus-, rakenne- ja omaisuusvauriot, sähkökatkot, liikenteen vaikeutuminen;

Talviolosuhteiden muutos

Jäätymis- ja sulamissykli

liukkaus, jalankulun ja pyöräilyn olosuhteiden vaikeutuminen, kaatumisten aiheuttamat vammat

Äärimmäinen kylmyys

paleltumat, kylmyyteen liittyvä sairastuvuus (sydän- ja aivoperäiset sairaudet ja kuolemat, hengitystieinfektiot); ulkona oleskelun, liikkumisen ja työskentelyn vaikeutuminen; rakennusten lämmitystarpeen lisääntyminen ja tähän liittyvät kustannukset; lisäkustannukset kylmyyttä torjuvista muista varusteista

Biologiset riskit

Tautiriskit

hyönteisten levittämien ja vesivälitteisten tautien lisääntyminen; työturvallisuusriskit

Ekosysteemimuutokset

luonnon ihmisille tuottamien ekosysteemipalveluiden vaarantuminen ja siihen liittyvän hyvinvoinnin heikentyminen; lajistomuutokset, vieraslajit sekä uudet tuhonaiheuttajat

Kemialliset muutokset

vesien happamoituminen ja rehevöityminen, happamien sateiden lisääntyminen, ravinnepitoisuuksien muutokset vesistöissä ja peltomaassa

Heijastevaikutukset

Heijastevaikutukset

globaalit seuraukset: pakolaisuus, toimitusketjujen katkeaminen, huoltovarmuuden heikkeneminen

KARTTATARKASTELUN LÄHTÖKOHDAT:

Haavoittuviin väestöryhmiin sisällytettiin useita eri tavoin haavoittuvia ryhmiä. Mukana on lisääntyneen herkkyyden väestöryhmiä, alentuneen sopeutumiskyvyn väestöryhmiä sekä poikkeusoloissa alentuneen sopeutumiskyvyn ihmisryhmiä. Osa haavoittuvaksi tunnistetuista väestöryhmistä on haavoittuva ainoastaan tulvia tai ainoastaan helteitä kohtaan. Tämän vuoksi tarkastelu tehtiin erikseen tulva- ja hellehaavoittuvuudelle. Tunnistaaksemme korkeimman riskin alueet, verrattiin haavoittuvuusindeksiä vielä tulva- ja pintalämpötilakarttoihin.

Karttatarkastelussa 250x250 ruudusta lasketaan jokaisen haavoittuvaksi luokitellun muuttujan kohteet. Tämän jälkeen kaikkien muuttujien kohteet lasketaan yhteen. Näin tunnistetaan ruudut, joissa haavoittuvia kohteita on yhteensä eniten, eli löydetään haavoittuvien kohteiden kasaumat. Ruudut joihin haavoittuviin ryhmiin kuuluvia on kasautunut eniten, indikoivat korkeampaa haavoittuvuustasoa.

Taulukko 1. Väestörakenteen paikkatietotarkastelun lähtökohdat.

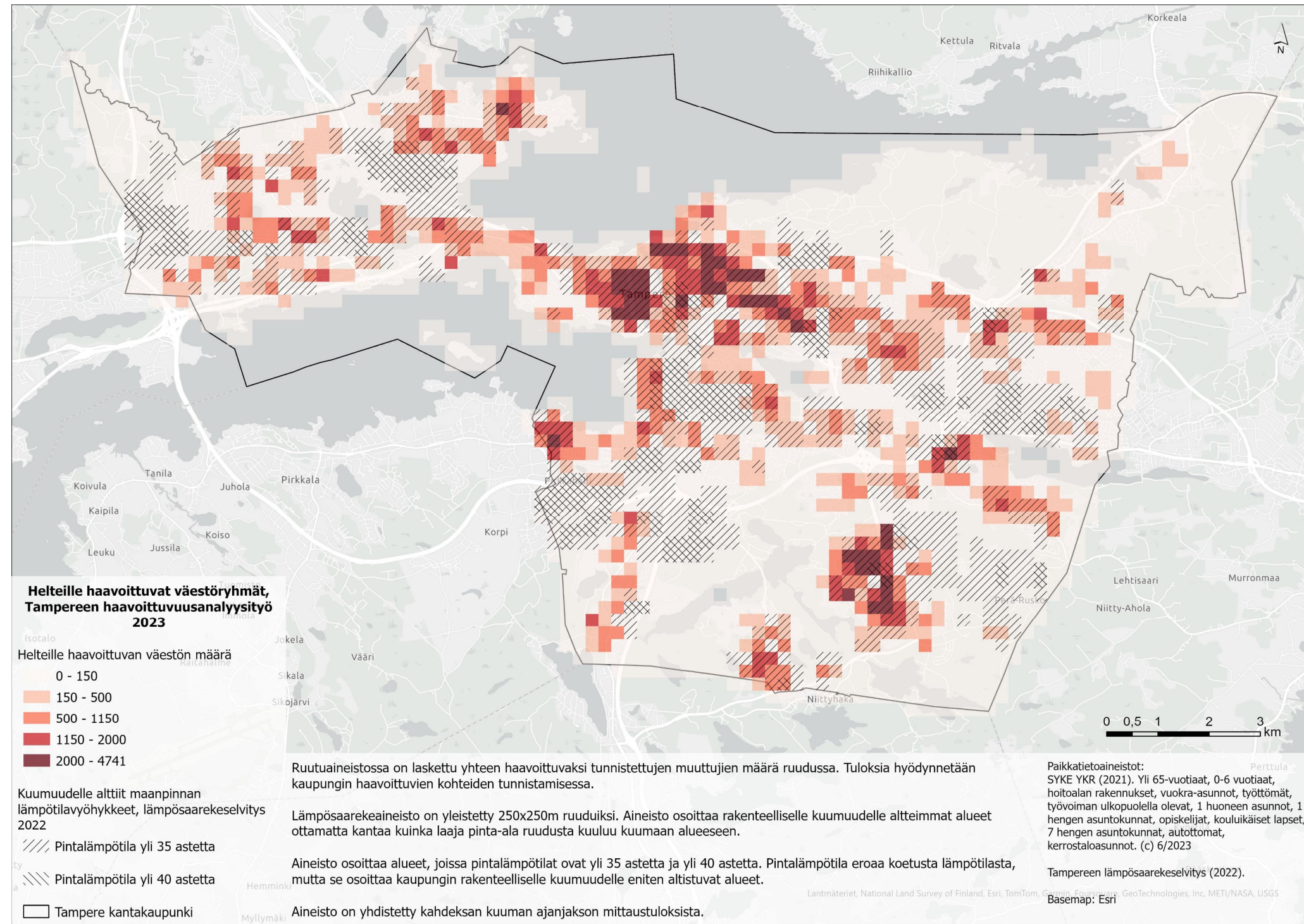
Väestörakenne	Muuttuja	Haavoittuvuuden tekijä	Haavoittuva tulville	Haavoittuva helteille
	Yli 65-vuotiaat	Ikä	X	X
	Alle 0-6 vuotiaat	Ikä	X	X
	Hoitoalan rakennukset	Terveys	X	X
	Vuokralla asuvat	Asuntokanta	X	X
	Työttömät	Tulot	X	X
	Työvoiman ulkopuolella olevat	Tulot	X	X
	1 hengen asuntokunnat	Sosiaaliset verkostot	X	X
	Opiskelijat	Sosiaaliset verkostot	X	X
	Kouluikäiset lapset 7-14 vuotiaat	Sosiaaliset verkostot	X	X
	7 hengen asuntokunnat	Tilanpuute		X
	1 huoneen asunnot	Tilanpuute		X
	Autottomat	Saavutettavuus	X	
	Kerrotaloasunnot	Asuntokanta		X

Lämpösaarekeilmiö:

Väestörakenteen osalta korkeimman haavoittuvuuden ilmentymät sijoittuvat suuriin kasvukeskittyymiin, kuten Tampereen keskusta ja Hervantaan. Tämä selittyy osaltaan sillä, että paljon asutusta on keskittynyt näille alueille. Kun ihmisiä on keskittynyt alueelle paljon, on siellä myös paljon haavoittuviin ryhmiin kuuluvia. Lisäksi pienempi vahva keskittymä löytyy Härmälän länsiosasta. Kaikki korkeimman luokan haavoittuvuuden keskittymät ovat myös erittäin rakennettua ympäristöä, ja ne kuuluvat yli 35 asteen kuumaan vyöhykkeeseen.

Pienempiä haavoittuvuuden keskittymiä on korkeimpien luokkien lisäksi Lielahden ja Kaukajärven keskuksissa, Lentävänniemessä, Vuoreksessa, Annalassa sekä Tesoman ja Lintulammen alueilla.

Alueet, jotka kuuluvat kuumiin vyöhykkeisiin, mutta niissä ei ole haavoittuvien ryhmien keskittymää, ovat pitkälti jo Lämpösaarekeselvityksessä (2022) tunnistettuja teollisuusalueita. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Lähdesjärvi, Rusko ja Hankio. Alueet ovat rakennettua ympäristöä ja sijoittuvat asuinalueiden läheisyyteen. Vähäisestä asutuksesta johtuen alueilla ei kuitenkaan ole havaittavissa haavoittuvan väestön keskittymää. Alueiden kuumuus voi kuitenkin kuormittaa väestöä, vaikka siellä ei olekaan asutustihentymää - kyseisillä alueilla on runsaasti työpaikkoja ja siten myös väestöä etenkin juuri päivällä kuumaan vuorokauden aikaan.



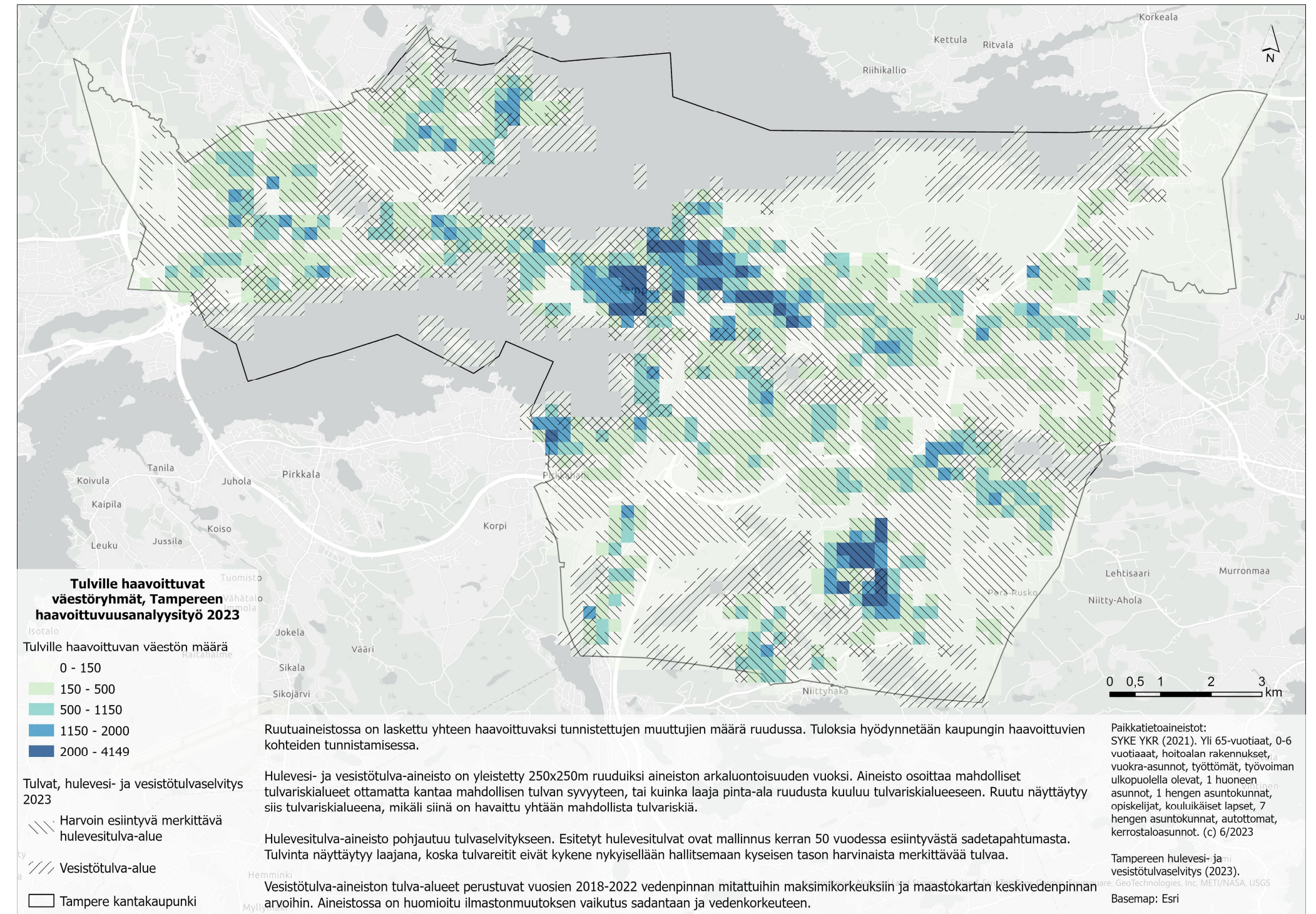
Kuva 1, Haavoittuva väestö suhteessa lämpösaarekeilmiöön.

Tulvat:

Haavoittuvuus tulville on lämmön kannalta haavoittuvien tavoin suurinta pitkälti Tampereen keskustan, Hervannan ja Härmälän alueilla. Samaan tapaan muita korkean haavoittuvuuden alueita on Vuoreksessa, Annalassa sekä Tesoman ja Lintulammen alueilla. Keskittymät eivät kuitenkaan ole aivan yhtä suuria kuin lämpösaarekkeen kannalta haavoittuvien väestöryhmien keskittymät.

50 vuoden välein yleistyvät harvoin esiintyvät merkittävät hulevesitulvat kattavat suuren osan Tampereen keskuksen alueesta. Näin ollen lähes kaikissa haavoittuvan väestön määrältä suurissa ruuduissa esiintyy myös hulevesitulvan riskiä.

Vesistötulvan riski paikantuu pintavesien läheisyyteen Näsijärven ja Villilänsalmen rannoille sekä pienempien vesistöjen kuten Särkijärven, Kaukajärven ja Iidesjärven rannoille. Näillä alueilla on kohtalaisen suuria haavoittuvan väestön keskittymiä.



Kuva 2, Haavoittuva väestö suhteessa tulviin.

Väestö

Haavoittuvuus

Haavoittuvuutta on väestön osalta tarkasteltu ja jäsennetty kahden tekijän osalta. Herkkyyden osalta on pyritty tunnistamaan haavoittuvia väestöryhmiä, jotka ovat ominaisuuksiensa perusteella herkkiä kyseiselle vaaratekijälle ja kyseistä herkkyyttä on vaikeaa (tai mahdotonta) poistaa. Alentuneen sopeutumiskyvyn perusteella on puolestaan tunnistettu väestöryhmiä, jotka ovat haavoittuvia sellaisten piirteiden osalta, joihin voi olla mahdollista vaikuttaa ulkoisilla tekijöillä (esim. matalatuloisten varallisuuden lisääntymisellä, asunnottomuuden vähentämisellä tai monikielisellä tiedottamisella).

X Lisääntynyt herkkyys

X Alentunut sopeutumiskyky

Vaaratekijä	Ikääntyneet	Pitkäaikais-sairaat	Henkilöt, joilla fyysisiä haasteita ¹	Asunnot-tomat	Heikkok-untoisissa raken-nuksissa asuvat	Matala-tuloiset kotitaloudet	Ulkona työskent-elevät	Kieliväh-emmistöt	Koko väestö	Lapset	Nuoret	Heikot kotitaloudet ²	Erosio-herkillä maaperillä olevissa raken-nuksissa asuvat	Tulvariski-alueella asuvat
Äärimmäinen kuumuus	X	X	X	X	X	X	X	X		X				
Kuivuus ja veden niukkuus			X			X		X	X			X		
Maasto- ja metsäpalot		X	X	X	X	X		X	X	X		X		
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	X		X	X	X	X						X		
Maanvyörymät													X	
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)			X			X						X		X
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)			X	X	X	X		X				X		
Jäätymis- ja sulamissykli	X		X											
Äärimmäinen kylmyys		X		X	X	X	X	X			X	X		
Tautiriskit			X	X			X	X	X	X				
Ekosysteemi-muutokset									X					
Kemialliset muutokset									X					

Taulukko 2, Väestön haavoittuvuus suhteessa vaaratekijöihin.

¹ Yleisesti alentunut toimintakyky, vastustuskyky tai alentunut liikkumiskyky sekä kyky liikkua on heikko tai liikkumiseen käytetään apuvälineitä (esim. pyörätuoli, rollaattori).

² Mahdollisuudet hankkia ja kuljettaa vettä omatoimisesti tai siirtyminen ja liikkua omatoimisesti vaaratapahtuman aikana ovat heikot (esim. autottomuus, heikot julkiset kulkuyhteydet, heikko oma liikkumiskyky).

Sosiaalisesti erityisen haavoittuviin ryhmiin kohdistuviksi vaaratekijöiksi on arvioitu äärimmäinen kuumuus, maasto- ja metsäpalot, rankkasateet, äärimmäinen kylmyys, ekosysteemimuutokset sekä erilaiset heijastevaikutukset. Näistä äärimmäinen kuumuus, maasto- ja metsäpalot sekä äärimmäinen kylmyys ovat luonteeltaan kokonaisvaltaisia ja kohdistuvat koko vaikutusalueelle siten, että niiltä suojautuminen (esimerkiksi viilennys, lämmittely tai puhtaan hengitysilman varmistaminen) edellyttää tiloja, joissa nämä olosuhteet toteutuvat. Haavoittuvien ryhmien sopeutumisen osalta näissä korostuu siten erityisen haavoittuvassa asemassa olevien ryhmien tukeminen tarjoamalla vaaratilanteissa helposti saavutettavia tiloja eri puolilla kaupunkia. Äärimmäisen kuumuuden osalta pikaisen sopeutumisen tärkeyttä korostaa se, että vaikutusten ajoittumisen aikajänne on aiemmissa selvityksissä arvioitu lyhyeksi (ennen 2050). Rankkasateiden osalta vaikutukset ovat edellisiä vaaratekijöitä paikallisempia, linkittyvät rakennettuun ympäristöön ja yhteiskunnan kannalta kriittisiin toimintoihin sekä kohdistuvat haavoittuviin ryhmiin suorien terveyshaittojen sijaan heikentämällä mm. liikkumismahdollisuuksia tai aiheuttamalla taloudellisia menetyksiä. Tämänkin vaaratekijän osalta korostuu tarve nopeaan varautumiseen sillä vaikutus on aiemmissa selvityksissä arvioitu jo lyhyellä aikajänteellä hyvin todennäköiseksi.

Ekosysteemimuutoksia ja heijastevaikutuksia, kuten huoltovarmuuden heikkenemistä, ilmastopakolaisuutta ja ilmastoahdistusta voidaan luonnehtia edellisten sijaan laajemmiksi yhteiskunnallisiksi vaikutuksiksi, joihin sopeutuminen edellyttää kokonaisvaltaisia systeemisä rakennemuutoksia.

Alla olevassa taulukossa vaikutusten suuruus, todennäköisyys ja aikajänne perustuvat pitkälti aiempaan tutkimus- ja selvitystietoon.

Taulukko 3, Vaaratekijöiden vaikutusten arviointi suhteessa väestöön.

Vaaratekijä	Vaikutuksen suuruus	Vaikutusten todennäköisyys	Vaikutusten ajoittumisen aikajänne	Kohdistuminen sosiaalisesti erityisen haavoittuviin
Äärimmäinen kuumuus	2	2	3	3
Kuivuus ja veden niukkuus	3	2	2	2
Maasto- ja metsäpalot	3	2	2	3
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	2	3	3	3
Maanvyörymät	1	1	1	1
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	2	3	3	2
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	2	2	3	2
Jäätymis- ja sulamissykli	2	2	3	2
Äärimmäinen kylmyys	2	1	1	3
Tautiriskit	3	2	3	2
Ekosysteemimuutokset	3	2	3	3
Kemialliset muutokset	?	?	2	?
Heijastevaikutukset	3	2	3	3

ARVIOINTIKRITEERIT

Vaikutuksen suuruus:

alueen tai ihmisryhmän koko, jota koskettaa; 1 = pieni, 2 = kohtalainen, 3 = suuri

Vaikutusten todennäköisyys:

1 = ei kovinkaan todennäköistä, 2 = todennäköinen, 3 = hyvin todennäköinen

Vaikutusten ajoittumisen aikajänne:

Toteutuminen; 3 = lyhyt (ennen vuotta 2050), 2 = keskipitkä aikajänne (vuonna 2050-),

1 = pitkä (tulevaisuudessa 2100-)

Kohdistuminen sosiaalisesti erityisen haavoittuviin:

1 = jonkin verran, 2 = paljon, 3 = runsaasti

Rakennettu ympäristö ja yhteiskunnan kannalta kriittiset toiminnot

Rakennettu ympäristö ja yhteiskunnan kannalta kriittiset toiminnot

Tausta

VAARATEKIJÄT JA NIIDEN VAIKUTUKSET / ILMASTORISKIT:

Lämpötilan nousu

Äärimmäinen kuumuus

Terveystieteiden lisääntyvä kuormitus, työskentelyolosuhteiden heikkeneminen; viilentämistarpeet ja siihen liittyvä energiatarve; liikenteen häiriöt; ohjauksjärjestelmien lisäjähdytyskapasiteetin tarpeet.

Kuivuus ja veden niukkuus

Pintavedenottamoiden häiriöt lisääntyvät; järvi- ja jokirantojen kaivojen vedenlaadun heikentyminen (rantaimeytyminen); vedenlaadun ongelmat (voivat yhdistyä veden saatavuusongelmiin); veden käsittelytarve kasvaa; pohjaveden saatavuus heikentyy, huoltovarmuus ja merkittävien vedenkäyttäjien vedensaannin ongelmat; terveydenhuollon kuormitus voi lisääntyä; pelastustoimen kuormituksen lisääntyminen.

Maasto- ja metsäpalot

Terveystieteiden lisääntyvä kuormitus, työskentelyolosuhteiden heikkeneminen; palojen sammutuksesta sekä muista paloihin liittyvistä pelastustehtävistä aiheutuva lisääntynyt kuormitus sekä vaaralliset työskentelyolosuhteet; logistiikan häiriintyminen poikkeustilanteissa; häiriöt tieto- ja viestintäyhteyksissä, avunsaanti hätätilanteissa voi vaikeutua; energiahuollon häiriintyminen, sähkökatkokset.

Sateisuus

Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)

Pintavesiä voi päästä kaivoihin ja käyttöveden laatu heikentyä (ravinne- ja mikrobihuuhtoumat); veden käsittelytarve kasvaa; häiriöitä vedenjakelussa; rankkoihin sateisiin liittyvä tulviminen tai kinostuminen; liikenneinfran kunnossapitotarpeen lisääntyminen, liikenteen häiriintyminen; logistiikan ja huoltovarmuuden häiriintyminen poikkeustilanteissa ja heijastevaikutukset ihmisiin ja elinkeinoin; jätehuollon häiriintyminen poikkeustilanteissa sekä jätehuollon kuormituksen lisääntyminen sekä lisäkapasiteetin tarve; pelastustoimen kuormituksen lisääntyminen; häiriöt tieto- ja viestintäyhteyksissä, avunsaanti hätätilanteissa voi vaikeutua; rakennusten ja rakenteiden kosteus- ja vesivauriot sekä näihin liittyvät korjaustarpeet, taloudelliset menetykset ja mahdolliset kulttuuriarvojen menetykset.

Viistosateet

Tuulen mukana julkisivuille päätyvien sateiden lisääntyminen kasvattaa rakennuskannan kosteusrasitustasoa. Kuntotutkimusten ja kunnossapitotoimenpiteiden merkitys kasvaa.

Maanvyörymät

Liikenteen häiriöt; liikenneinfran vauriot ja korjaustarpeet; lisääntynyt onnettomuusriski; vesihuollon häiriöt; vesihuollon infran vauriot ja korjaustarpeet; vedenlaadun ja saatavuuden ongelmat sekä tähän liittyvät välilliset vaikutukset ihmisten hyvinvointiin ja elinkeinoin; pelastustoimen kuormituksen lisääntyminen; logistiikan häiriintyminen poikkeustilanteissa ja heijastevaikutukset ihmisiin ja elinkeinoin.

Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)

Vesihuollon häiriöt; vesihuollon infran vauriot ja korjaustarpeet; vedenlaadun ja saatavuuden ongelmat sekä tähän liittyvät välilliset vaikutukset ihmisten hyvinvointiin ja elinkeinoin; jätevesien hallinnan vaikeutuminen ja esim. mahdolliset pumppaamojen ylivuodot; pelastustoimen kuormituksen lisääntyminen; liikenteen häiriintyminen; liikenneinfran vauriot ja korjaustarpeet sekä tähän liittyvät välilliset vaikutukset ihmisten hyvinvointiin ja elinkeinoin; häiriöt tieto- ja viestintäyhteyksissä, avunsaanti hätätilanteissa voi vaikeutua; rakennusten ja rakenteiden vesivauriot ja tähän liittyvät taloudelliset ja mahd. kulttuuriarvon menetykset, rakennusten ja rakennetun ympäristön käytön hankaloituminen tai estyminen, vesivaurioiden korjaustarpeet.

Myrskyt

Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)

Energiahuollon häiriintyminen, sähkökatkokset ja näihin liittyvät vaikutukset ihmisiin ja omaisuuteen; energiahuoltojärjestelmän laajat korjaustarpeet (huomattavat taloudelliset vaikutukset); pelastustoimen kuormituksen lisääntyminen; vaaralliset työskentelyolosuhteet terveydenhuollon kuormitus voi lisääntyä; liikenteen häiriintyminen; liikenneinfran vauriot ja korjaustarpeet sekä tähän liittyvät välilliset vaikutukset ihmisten hyvinvointiin ja elinkeinoin; rakennusten ja rakenteiden vauriot ja tähän liittyvät taloudelliset ja mahdolliset kulttuuriarvojen menetykset, myrskyssä

vaurioituneiden rakennusten käytön vaikeutuminen tai estyminen sekä vaarat; logistiikan häiriintyminen poikkeustilanteissa ja heijastevaikutukset ihmisiin ja elinkeinoin; häiriöt tieto- ja viestintäyhteyksissä, avunsaanti hätätilanteissa voi vaikeutua.

Talviolosuhteiden muutos

Jäätymis- ja sulamissykli

Terveystieteiden kuormituksen kasvu liukkauden vuoksi; pintavesien humuspitoisuuden kasvu ja vedenlaadun heikkeneminen; liikenneinfran kulumisen ja tähän liittyvät korjaustarpeet; kunnossapitotarpeiden lisääntyminen; liikenneturvallisuuden vaarantuminen, liikennevälineiden kulumisen ja vauriot; lämpötilavaihteluun liittyvä rakennusten ja rakenteiden kuormittuminen (esim. LVI-tekniikka, rakennetun ympäristön pinnat) sekä näihin liittyvä lisääntynyt huolto- ja korjaustarve.

Äärimmäinen kylmyys

Mahdollinen lisääntynyt terveydenhuollon kuormitus; energiakulutuksen kasvu, energiahuoltojärjestelmän kuormituksen lisääntyminen, huoltojen vaikeutuminen sekä mahdollinen vaurioherkyys; rakennusten energiankulutuksen kasvu; rakennusten järjestelmien kuormitus ja esim. putkistojen jäätyminen sekä näistä aiheutuva lisääntynyt vaurioherkyys ja huolto- ja korjaustarve.

Biologiset riskit

Tautiriskit

Terveystieteiden lisääntyvä kuormitus; vesivälitteisten tautien aiheuttamat veden laadunhallinnan tarpeet.

Ekosysteemimuutokset

Kasvuolosuhteiden heikentyminen/muuttuminen. Lajistomuutokset, vieraslajit ja tuholaiset).

Kemialliset muutokset

Vesien happamoituminen ja rehevöityminen, happamien sateiden lisääntyminen, ravinnepitoisuuksien muutokset vesistöissä ja peltomaassa.

Heijastevaikutukset

Heijastevaikutukset

Globaalit seuraukset: pakolaisuus, toimitusketjujen katkeaminen, huoltovarmuuden heikkeneminen.

KARTTATARKASTELUN LÄHTÖKOHDAT:

Rakennettua ympäristöä tarkasteltaessa haavoittuviksi kohteiksi tunnistettiin erilaisia kaupungin huoltovarmuuden ja toiminnan kannalta keskeisiä kohteita sekä rakennuksia, joissa asuu/asioi paljon haavoittuviin väestöryhmiin kuuluvia. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi erilaiset hoitoalan rakennukset.

Rakennetun ympäristön kannalta erityisen haavoittuviksi kohteiksi tunnistettiin myös kulttuurikohteita sekä keskeisintä infraa kuten isoimmat tiet. Suurimmat tiet ovat asfalttipintansa vuoksi paitsi hulevesitulvia edistäviä myös lämpösaareilmiötä vahvistavia. Kiinteä pinta ei imeytä vettä, mikä pahentaa tulvimista. Lisäksi tumman värinsä vuoksi se varastoi hyvin auringon lämpöä ja voimistaa lämpösaareilmiötä. Vaikutukset korostuvat juuri suurten teiden kohdalla. Lisäksi suuret tiet ovat pääväylinä keskeisiä saavutettavuuden takaajia, minkä vuoksi niiden haavoittuvuus on keskeistä.

Tiestöstä aineistoon kuuluvaksi rajattiin seuraavien luokitteiden tiet:

- Autotie Ia: moottoritie kaksi- tai useampi kaistainen ajorata
- Autotie Ib: muun kaksiajorataisen kuin moottoritien kaksi- tai useampikaistainen ajorata tai yksiajoratainen, kaksi- tai useampikaistainen autotie, ajoradan leveys on yli 8m
- Autotie IIa: Yksiajoratainen, kaksikaistainen, ajoradan leveys on 6,5-8m
- Autotie IIb: yksiajoratainen, kaksikaistainen ajoradan leveys on 5-6,5m

Rakennusaineisto esitetään 250x250 ruudukossa, jossa haavoittuvien kohteiden yhteenlaskettu määrä on tunnistettu ruutukohtaisesti. Ruudut, joissa merkittäviä rakennuksia on enemmän ovat haavoittuvampia.

Rakennettu ympäristö ja yhteiskunnan kannalta kriittiset toiminnot

Karttatarkastelu

Taulukko 4, Rakennetun ympäristön ja yhteiskunnan kannalta kriittisten toimintojen paikkatietotarkastelun lähtökohdat

	Muuttuja	Haavoittuvuuden tekijä	Haavoittuva tulville	Haavoittuva helteille
Rakennettu ympäristö	Keskussairaalat	Huoltovarmuus	X	X
	Muut sairaalat	Huoltovarmuus	X	X
	Kuntoutuslaitokset	Huoltovarmuus	X	X
	Muut terveydenhuollon rakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Terveys ja hyvinvointirakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Erikoissairaalat ja laboratoriot	Huoltovarmuus	X	X
	Avopalveluiden rakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Erityisryhmien asuinrakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Päiväkodit	Huoltovarmuus	X	X
	Paloasemat	Huoltovarmuus	X	X
	Energian varastointirakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Energiansiirtorakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Energian tuotanto ja varastointirakennukset	Huoltovarmuus	X	X
	Sähköenergian tuotantoratkaisut	Huoltovarmuus	X	X
	Veden puhdistamot	Huoltovarmuus	X	X
	Jätteen keruu	Huoltovarmuus	X	X
	Yleissivistävät oppilaitokset	Huoltovarmuus	X	X
	Tieverkko	Infra	X	X
	Suojellut rakennukset	Kulttuuriperintö	X	X
	Muinaisjäänökset	Kulttuuriperintö	X	X
	Rky-kohteet	Kulttuuriperintö	X	X

Kuumuus:

Rakennetun ympäristön ja yhteiskunnan kriittisten toimintojen kannalta haavoittuvimpina alueina korostuvat yliopiston ja Kalevankankaan hautausmaan välinen alue, keskusta sekä muutama muu alue, jolla on koulujen ja/tai päiväkotien keskittymiä Pohjois-Hervannassa, Muotialassa ja Hyhkyssä. Näillä alueilla sijaitsee kriittisten toimintojen kannalta merkittäviä rakennuksia. Muita korostuvia alueita ovat esimerkiksi koulujen alueet sekä Yliopistollisen sairaalan alue.

Suurin osa yli kolme haavoittuvaa kohdetta sisältävää ruutua kuuluvat yli 35 asteen kuumiin vyöhykkeisiin. Poikkeuksena on havaittavissa vesistöjen lähelle sijoittuvat alueet, esimerkiksi Pispalan haavoittuvuuden keskittymät.

Tiestön osalta kuumuudelle altistuu erityisesti voimakkaasti rakennetun ympäristön tiet. Tien lämpeneminen ei tee tiestöstä käyttökeltontonta, mutta sillä on lämpösaarekeilmiötä voimistava vaikutus. Näin ollen se luo lisähaasteita alueille, joissa haavoittuvaa väestöä on paljon.

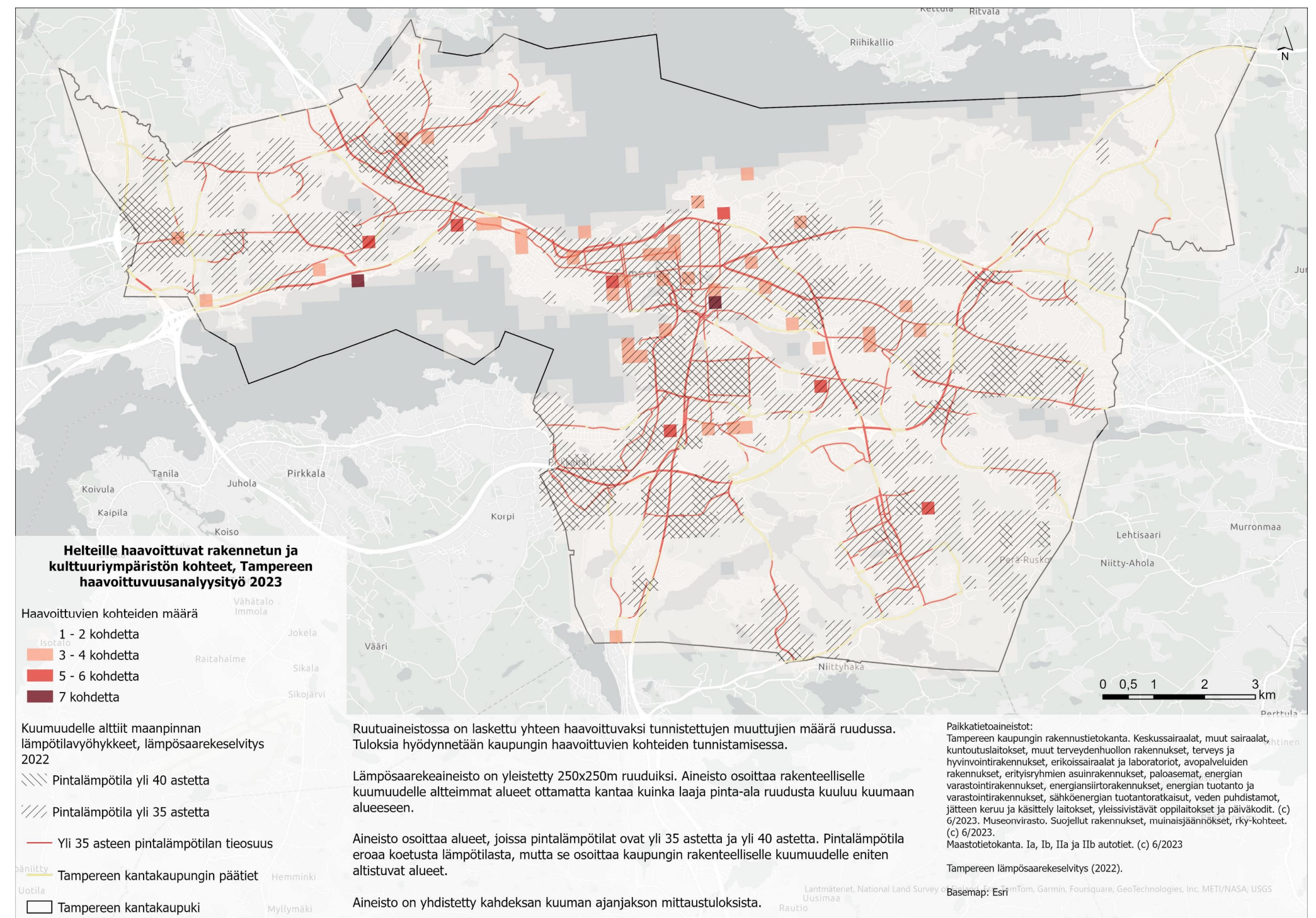
Tulvat:

Tulville haavoittuvia kohteita ovat mm. Satakunnankatu, Paasikivenkadun kohta, joka johtaa liikenneympyrän kautta Rantatunneliin ja keskustaan, Sampolan ja Tullin välinen alue, Viinikanojan ja lidesjärven läheinen tiestö, Ahvenisjärven pohjoispuoli sekä Nekala-Turtolassa Sotilaankatu-Nekalantie-Muotiala-alue.

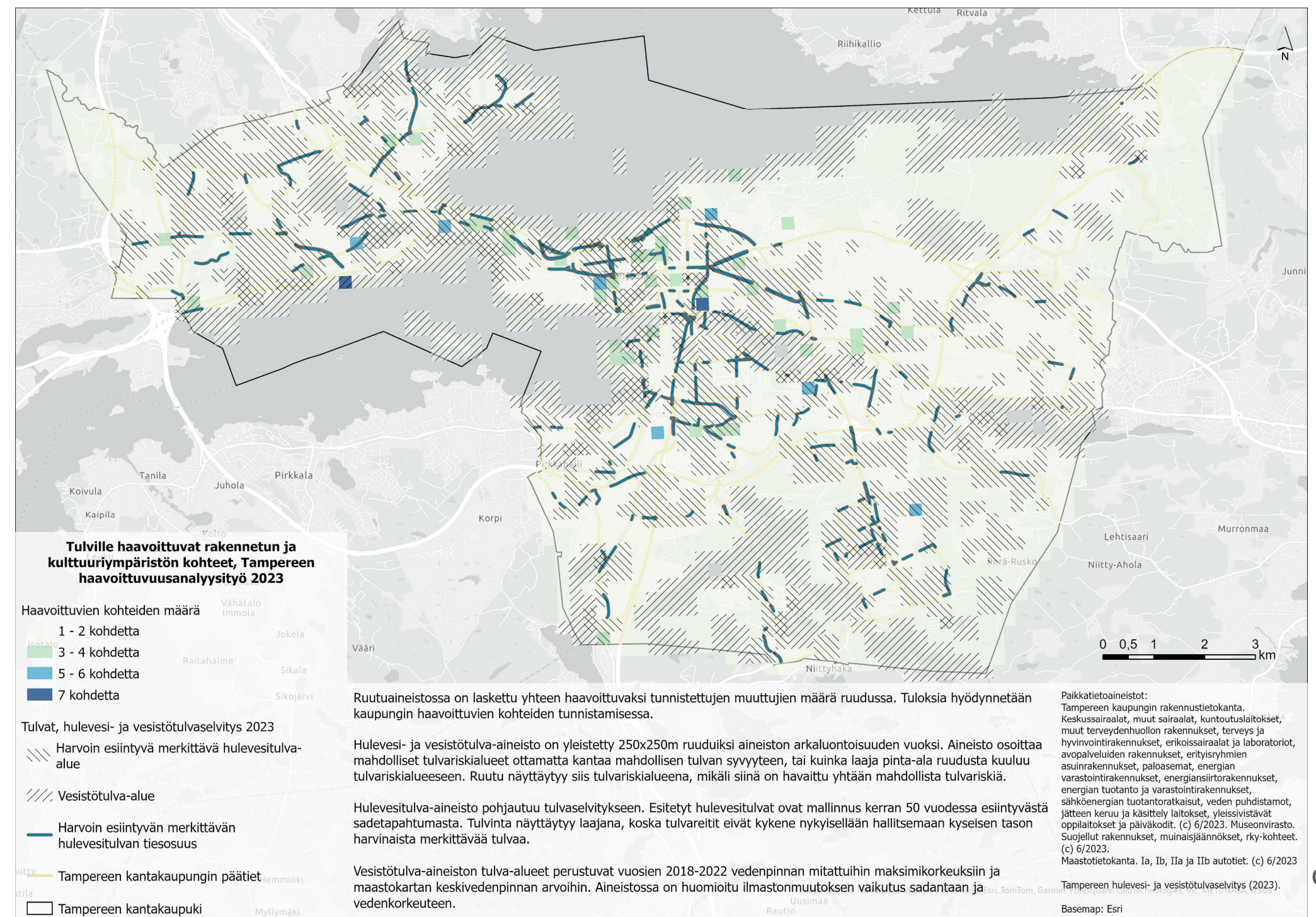
Kuten aiemmin tässä selvityksessä mainittu, 50 vuoden välein yleistyvät tulvat kattavat ison osan Tampereen keskuksen alueesta. Täten myös suuri osa rakennetun ympäristön haavoittuvista kohteista sijaitsee hulevesitulva-alueella. Huomattavaa on kuitenkin, että kaikista korkeimman kasauman ruutuuihin ei kohdistu hulevesitulvan riskiä.

Vesistötulvan riski paikantuu pintavesien läheisyyteen Näsijärven ja Villilänsalmen rannoille sekä pienempien vesistöjen kuten Särkijärven, Kaukajärven ja lidesjärven rannoille. Raholan jätevedenpuhdistamon haavoittuvien kohteiden keskittymä sijoittuu riskialueelle. Teopoliksen korkean haavoittuvuuden alue ei kuitenkaan ole vaarantunut vesistötulville.

Tiestön osalta tulville altistuvat erityisesti rakennetun ympäristö tiestö. Yhtenäiset altistuvat tieosuudet ovat kuitenkin pienempiä kuin kuumille vyöhykkeille altistuvat tieosuudet. Itse tiestön kannalta tulvimisella on kuumuutta suuremmat vaikutukset, koska pahan tulvinnan seurauksena tie voi olla käyttökeltontonta. Lisäksi tulviminen ja sitä aiheuttavat rankkasateet voimistavat eroosiota ja rapauttavat tien kuntoa.



Kuva 3, Helteille haavoittuvat rakennetun ympäristön ja yhteiskunnan kriittisten toimintojen kohteet (ml. kulttuuriympäristöt)



Kuva 4, Tulville haavoittuvat kohteet rakennetun ympäristön ja yhteiskunnan kriittisten toimintojen kohteet (ml. kulttuuriympäristöt)

Rakennettu ympäristö ja yhteiskunnan kannalta kriittiset toiminnot

Haavoittuvuus

Taulukko 5, Yhteiskunnan kriittisten toimintojen ja rakennetun ympäristön kohteiden haavoittuvuus suhteessa vaaratekijöihin.

Vaaratekijä	Terveydenhuolto	Liikenneinfra	Vesihuolto	Pelastustoimi	Tieto- ja viestintäyhteydet	Energiahuoltojärjestelmä	Logistiikka ja huoltovarmuus	Logistiikka	Jätehuolto	Rakennukset	Rakennetun ympäristön kulttuuriperintökohteet
Äärimmäinen kuumuus	X	X									
Kuivuus ja veden niukkuus	X		X	X							
Maasto- ja metsäpalot	X			X	X	X	X				
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Maanvyörymät		X	X	X	X			X			
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)		X	X	X	X			X		X	X
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	X	X		X	X	X		X		X	X
Jäätymis- ja sulamissykli	X	X	X							X	X
Äärimmäinen kylmyys	X					X				X	X
Tautiriskit	X		X								
Kemialliset muutokset			X								
Heijastevaikutukset						X		X			

Rakennettu ympäristö ja yhteiskunnan kannalta kriittiset toiminnot

Vaikutusten arviointi

Yhteiskunnalle kriittisiin toimintoihin kohdistuvien vaaratekijöiden vaikutusten voidaan ajatella kohdistuvan välillisesti sosiaalisesti erityisen haavoittuviin ryhmiin. Yhteiskunnan kriittisten toimintojen osalta monet vaaratekijät lisäävät toimintojen (esim. terveydenhuolto, pelastustoimi, tieto- ja viestintäyhteydet) kuormitusta ja heikentävät niiden toimivuutta. Tämä puolestaan heijastuu voimakkaasti ryhmiin, joilla ei ole mahdollisuutta omatoimisesti varautua häiriötilanteisiin eikä vähentää häiriöiden vaikutusta itse tilanteen aikana. Esimerkiksi äärimmäinen kuumuus voi heikentää terveydenhuollon rakennusten asiakkaiden olosuhteita ja terveydenhuollon työntekijöiden työskentelyolosuhteita eivätkä asiakkaat tai työntekijät voi tällöin itse juurikaan vaikuttaa tilanteeseen. Vastaavasti tilanteessa, jossa esimerkiksi kuivuus ja veden niukkuus aiheuttaa veden saatavuus ja laatu muutoksia, voi sosiaalisesti haavoittuvien ryhmien kyky hankkia omatoimisesti lisää hyvälaatuista vettä olla heikko esimerkiksi liikkumisen ja veden kuljettamisen vaikeuden sekä matalatuloisuuden vuoksi. Nykyään yhteiskunnan teknologiapainotteisuus korostaa riskien vaikutuksia (ml. Kustannusvaikutuksia). Häiriötilanteet erilaisissa verkostoissa kertautuvat ja heijastuvat nopeasti moniulotteiseksi häiriökokonaisuudeksi, jollaiseen varautuminen edellyttää eri toimialarajat ylittäviä valmiussuunnitelmia. Näihin on syytä sisällyttää mukaan sosiaalisesti erityisen haavoittuvien ryhmien tukitoimet eri vaiheissa (ennakointi, tilanteen aikainen toiminta, jälkihuolto).

ARVIOINTIKRITEERIT

Vaikutuksen suuruus:

alueen tai ihmisryhmän koko, jota koskettaa; 1 = pieni, 2 = kohtalainen, 3 = suuri

Vaikutusten todennäköisyys:

1 = ei kovinkaan todennäköistä, 2 = todennäköinen, 3 = hyvin todennäköinen

Vaikutusten ajoittumisen aikajänne:

Toteutuminen; 3 = lyhyt (ennen vuotta 2050), 2 = keskipitkä aikajänne (vuonna 2050-), 1 = pitkä (tulevaisuudessa 2100-)

Välilliset vaikutukset sosiaalisesti erityisen haavoittuviin:

1 = jonkin verran, 2 = paljon, 3 = runsaasti

Taulukko 6, Vaaratekijöiden vaikutusten arviointi suhteessa rakennettuun ympäristöön ja yhteiskunnan kannalta kriittisiin toimintoihin.

Vaaratekijä	Vaikutuksen suuruus	Vaikutusten todennäköisyys	Vaikutusten ajoittumisen aikajänne	Välilliset vaikutukset sosiaalisesti erityisen haavoittuviin
Äärimmäinen kuumuus	2	2	3	3
Kuivuus ja veden niukkuus	2	2	2	3
Maasto- ja metsäpalot	3	2	2	3
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	3	3	3	3
Maanvyörymät	2	1	1	1
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	3	3	3	2
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	3	2	3	3
Jäätymis- ja sulamissykli	3	2	3	3
Äärimmäinen kylmyys	2	1	1	2
Tautiriskit	2	2	3	3
Kemialliset muutokset	?	2	2	?
Heijastevaikutukset	?	2	3	?

Elinkeino

VAARATEKIJÄT JA NIIDEN VAIKUTUKSET / ILMASTORISKIT:

Lämpötilan nousu

Äärimmäinen kuumuus

Työskentelyolosuhteiden heikkeneminen, terveyshaitat; metsäpalariskin kasvaminen, maaperän lämpeneminen, kasvillisuuden kuivuminen työskentelyolosuhteiden heikkeneminen alkutuotannossa, eläintuotannon haasteet; kalaston muutokset, uusien tuhoniheuttajien leviäminen.

Kuivuus ja veden niukkuus

Satovahingot, kastelutarpeen lisääntyminen, viljelymaan kunnan heikkeneminen, metsäpalariskin kasvaminen, kasvillisuuden kuivuminen, eläintuotannon haasteet.

Maasto- ja metsäpalot

paikalliset metsä- ja satotuhot, työskentelyolosuhteiden heikkeneminen, terveyshaitat.

Sateisuus

Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)

Satomenetykset viljelysmailla, maaperän muutokset (eroosio, ravinteiden huuhtoutuminen); metsätien kantavuuden heikkeneminen; metsämaaperän kantavuuden heikkeneminen ja puunkorjuun vaikeutuminen; maastovaurioriski lisääntyy puunkorjuukohteilla; kosteutta vaativien tuhoniheuttajien runsastuminen, työskentelyolosuhteiden heikkeneminen.

Maanvyörymät

Paikalliset metsä- ja satotuhot

Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)

Satomenetykset ja viljelyn vaikeutuminen viljelysmailla, ravinnehuuhtoumat, puunkorjuun ja -kuljetuksen hankaloituminen (kohteiden saavutettavuuden heikkeneminen); huonot työskentelyolosuhteet ja vaaratilanteet tulva-alueisiin liittyen, taloudelliset menetykset.

Myrskyt

Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)

Metsien myrskytuhot ja seurannaisvaikutukset (taloudelliset menetykset, hyönteistuhoriskin kasvu, puunkorjuun ja -kuljetuksen lisätarpeet; satomenetykset viljelysmailla; työskentelyolosuhteiden vaarallisuus ja työturvallisuuden heikkeneminen.

Talviolosuhteiden muutos

Jäätymis- ja sulamissykli

Metsätien ja metsämaaperän kantavuuden vaihtelevuuden ja edelleen puunkorjuun ja -kuljetuksen hankaloituminen; maastovaurioiden riski puunkorjuussa lisääntyy ns. talvikorjuukohteilla; viljelysmaiden talvivauriot

Äärimmäinen kylmyys

Energiatarpeen lisääntyminen maataloudessa, häiriöt ja lisätarpeet järjestelmissä (esim. vesihuollon järjestelmien toimivuuden varmistamistarpeet), herkän kasvillisuuden tuhoutuminen; ulkotyöskentelyolosuhteiden vaikeutuminen.

Biologiset riskit

Tautiriskit

Kasvintuhoojien aiheuttamat riskit lisääntyvät

Ekosysteemimuutokset

Lajistomuutokset, vieralajit ja tuholaiset, lisääntyvät kasvitaudit, erityisesti kuusien ja kuusimetsien heikentyminen; kasvuolosuhteiden muutokset suhteessa olevaan lajistoon ja olevan lajiston heikko sopeutumiskyky muutoksiin (mm. puusto).

Kemialliset muutokset

Vesien happamoituminen ja rehevöityminen, happamien sateiden lisääntyminen, ravinnepitoisuuksien muutokset vesistöissä ja peltomaassa.

Heijastevaikutukset

Heijastevaikutukset

Globaalit seuraukset: pakolaisuus, toimitusketjujen katkeaminen, huoltovarmuuden heikkeneminen.

Taulukko 7, Elinkeinojen haavoittuvuus suhteessa vaaratekijöihin.

Vaaratekijä	Ulkona tapahtuvaan työskentelyyn perustuvat alat	Kalatalous	Matkailuyrittäjät ja tapahtumatuottajat	Puutarhatalous	Maa- ja metsätalous	Liiketoimijoiden omistajat ilmastoriskien vaikutusalueella
Äärimmäinen kuumuus	X	X	X		X	X
Kuivuus ja veden niukkuus				X	X	
Maasto- ja metsäpalot	X				X	X
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	X				X	
Maanvyörymät					X	
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	X				X	X
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	X		X		X	
Jäätymis- ja sulamissykli	X				X	
Äärimmäinen kylmyys	X			X		
Tautiriskit	X				X	
Ekosysteemimuutokset		X			X	
Kemialliset muutokset					X	

Elinkeinojen haavoittuvuuden osalta on tärkeää tunnistaa sekä elinkeinojen erityinen haavoittuvuus luonnonolojen muutokselle (esim. maatalous, puutarhatalous, kalatalous) ja yrityksen mahdollisuudet varautua näihin muutoksiin (esim. pieni vs. suuri yrityskoko). Maatalousyritykset ovat yleensä pieniä ja vaikka yrityksiin on sisäänrakennettu tietty sopeutumiskyky luonnonolojen vaihtelulle voi ilmastonmuutokseen sopeutuminen edellyttää erityisiä riskien hajauttamiseen liittyviä toimia, jolloin koko yritystoiminta ei ole sidoksissa tietynlaisiin riskialttiisiin olosuhteisiin.

Olosuhteisiin liittyvä elinkeinojen haavoittuvuus liittyy myös ulkona työskentelyn vaikeutumiseen esimerkiksi äärimmäisen kuumuuden tai kylmyyden, maasto- ja metsäpalojen tai rankkasateiden vaikutuksesta.

Elinkeinojen osalta monen elinkeinon haavoittuvuus liittyy myös yhteiskunnalle kriittisten toimintojen haavoittuvuuteen (esimerkiksi vesihuolto, energiajärjestelmät, liikenne ja logistiikka sekä tietoliikenne). Näiden haavoittuvuuksien heijastusvaikutukset ulottuvat esimerkiksi rakentamiseen, teollisuuteen sekä moniin palveluihin.

Ekosysteemi muutokset heijastuvat vähintään välillisesti kaikkiin elinkeinoihin muuttamalla ekosysteemin kykyä tuottaa ihmisille hyödyllisiä ekosysteemipalveluita, jotka ovat elinkeinojen perusta.

ARVIOINTIKRITEERIT

Vaikutuksen suuruus:

alueen tai ihmisryhmän koko, jota koskettaa; 1 = pieni, 2 = kohtalainen, 3 = suuri

Vaikutusten todennäköisyys:

1 = ei kovinkaan todennäköistä, 2 = todennäköinen, 3 = hyvin todennäköinen

Vaikutusten ajoittumisen aikajänne:

Toteutuminen; 3 = lyhyt (ennen vuotta 2050), 2 = keskipitkä aikajänne (vuonna 2050-), 1 = pitkä (tulevaisuudessa 2100-)

Elinkeinojen yritysten sosiaalinen haavoittuvuus:

1 = jonkin verran, 2 = paljon, 3 = runsaasti

Taulukko 8, Vaaratekijöiden vaikutusten arviointi suhteessa elinkeinoihin.

Vaaratekijä	Vaikutuksen suuruus	Vaikutusten todennäköisyys	Vaikutusten ajoittumisen aikajänne	Elinkeinojen yritysten sosiaalinen haavoittuvuus
Äärimmäinen kuumuus	2	2	3	3
Kuivuus ja veden niukkuus	1	2	2	3
Maasto- ja metsäpalot	2	2	2	3
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	2	3	3	3
Maanvyörymät	1	1	1	3
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	2	3	3	3
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	2	2	3	3
Jäätymis- ja sulamissykli	2	2	3	3
Äärimmäinen kylmyys	2	1	1	3
Tautiriskit	2	2	3	3
Ekosysteemi-muutokset	1	2	3	3
Kemialliset muutokset	?	2	2	?

Ekosysteemit

VAARATEKIJÄT JA NIIDEN VAIKUTUKSET / ILMASTORISKIT:

Lämpötilan nousu

Äärimmäinen kuumuus

vesistöjen veden pintalämpötilat nousevat sekä lajiston olosuhteet muuttuvat.

Kuivuus ja veden niukkuus

pohjaveden muodostuminen vähenee, pohjaveden laatu heikentyy; lajiston olosuhteet muuttuvat (kuivuus ja veden vähyys); maaperän kuivuminen ja kuorettuminen; veden määrä vesistöissä vähenee ja laatu muuttuu sekä lajiston olosuhteet muuttuvat (kuivuus ja veden vähyys).

Maasto- ja metsäpalot

puuston palotuhot; uusia elinympäristöjä metsäpaloista riippuvaiselle lajistolle sekä kasvillisuuden väheneminen paloalueilla.

Sateisuus

Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)

valunta lisääntyy, ravinteiden kierto muuttuu ja ravinteita huuhtoutuu vesistöihin; eroosio voimistuu ja maan mikrobitoiminta kiihtyy, viljelysmaiden kasvukunto heikkenee (mm. liettyminen, tiivistyminen yms) sekä veden määrä ja laatu vesistöissä muuttuu; virtavesien virtaamavaihtelut ja vesieroosio (erit. kaupunkipurot).

Maanvyörymät

erosion voimistuminen ja siihen liittyvät ravinnehävikit sekä maaperän toiminnan muutokset ja veden laatu vesistöissä muuttuu; ravinnekuormitus.

Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)

valunta lisääntyy, ravinteiden kierto muuttuu ja ravinteita ja haitta-aineita huuhtoutuu vesistöihin; eroosio voimistuu ja maan mikrobitoiminta kiihtyy, viljelysmaiden kasvukunto heikkenee (mm. liettyminen, tiivistyminen yms); tulviminen heikentää puustoa (juuriston hapensaanti heikkenee); puukuolemat tuottavat lahoppuusta riippuvaiselle lajistolle elinympäristöjä (pystylahopuu); toisaalta kuoleviin puihin voi liittyä tautiriskien lisääntyminen ympäröivissä metsissä sekä veden määrä ja laatu vesistöissä muuttuu.

Myrskyt

Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)

puuston tuulituhot; lahoppuusta riippuvaisen lajiston elinympäristöt lisääntyvät (maalahopuu); toisaalta kuoleviin puihin voi liittyä tautiriskien lisääntyminen ympäröivissä metsissä.

Talviolosuhteiden muutos

Jäätymis- ja sulamissykli

maata eroosiolta suojaava lumipeite ohenee, eroosio voimistuu ja maan mikrobitoiminta kiihtyy, viljelysmaiden kunto heikkenee; syyskylvöisten lajikkeiden talvehtimisen riskit kasvavat; maata eroosiolta suojaava lumipeite ohenee, eroosio voimistuu ja maan mikrobitoiminta kiihtyy, lajiston olosuhteet muuttuvat sekä jääpeite ohenee ja jääpeitteinen aika lyhenee, lajiston olosuhteet muuttuvat; talviaikainen ravinnekuormitus (lisääntyvä valunta).

Äärimmäinen kylmyys

poikkeama nykyisiin olosuhteisiin on pieni verrattuna lämpötilan nousun aiheuttamiin muutoksiin; oletetaan, että

lajistossa on edelleen sopeutumaa kylmiin olosuhteisiin.

Biologiset riskit

Tautiriskit

uudet tautiriskit

Ekosysteemimuutokset

kasvuolosuhteiden heikentyminen/muuttuminen. Lajistomuutokset, vieraslajit ja tuholaiset

Kemialliset muutokset

vesien happamoituminen ja rehevöityminen, happamien sateiden lisääntyminen, ravinnepitoisuuksien muutokset vesistöissä ja peltomaassa

KARTTATARKASTELUN LÄHTÖKOHDAT:

Keskeisiksi haavoittuviksi tunnistettuja ekosysteemejä Tampereella ovat:

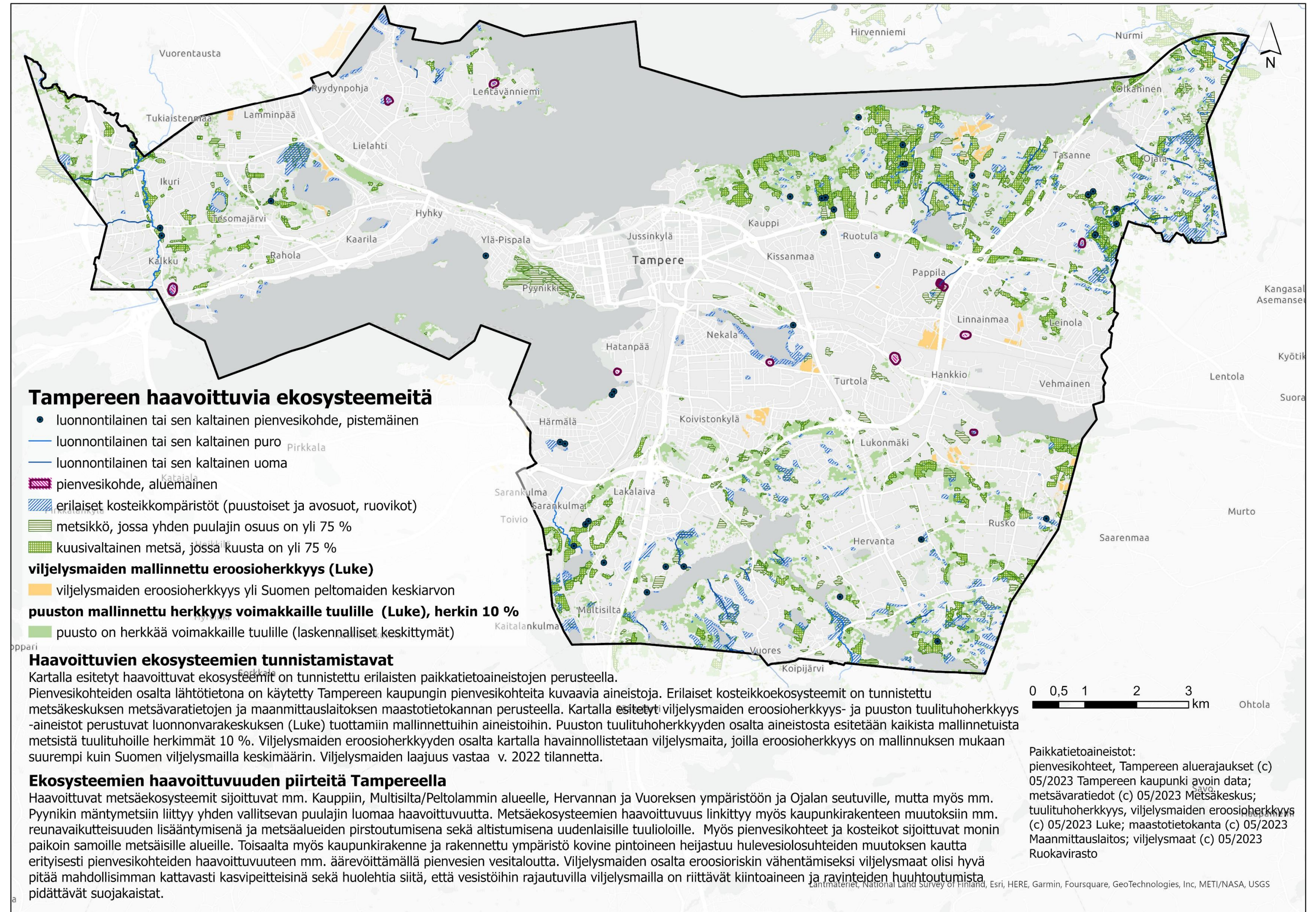
1. Metsäekosysteemeistä erityisesti
 - o metsät, joissa pääpuulajin osuus on yli 75 % - ns. yhden puulajin metsät: nämä metsät on tunnistettu metsäkeskuksen metsävaratietojen avulla.
2. Vesiekosysteemeistä erityisesti
 - o Pienvedet: Aineistona on käytetty Tampereen pienvedet –aineistoa (pisteet, viivat, alueet), josta haetaan luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia kohteita.
3. Kosteikkoekosysteemit: Aineistona käytetään metsävaratietojen tietosisältöä luonnontilaisista soista, maastotietokannan suo- ja soistumatietoja sekä Suomen ympäristökeskuksen aineistoa ”maanpeite soilla ja rantakosteikoilla”, joka on tuotettu eri aineistolähteiden avulla (mm. maanmittauslaitoksen maastotietokanta, laserkeilausdata, Sentinen 2 satelliittidata, valtakunnan metsien inventointi, tulva-alueet).

Ekosysteemien haavoittuvuuteen liittyy ekosysteemipalveluiden haavoittuvuus – tältä osin ekosysteemien haavoittuvuuskartalla esitetään alkutuotantoon / elinkeinoihin / kulttuurisiin ekosysteemipalveluihin liittyvänä:

- o viljelysmaiden eroosioherkkyys (heijastuu mm. maatalouteen, viljelysmaiden ravinne- ja hiiliprosesseihin, vesistövaikutuksiin). Alueet on määritelty luonnonvarakeskuksen mallinnuksella tuottaman eroosioherkkyyskartan avulla (Luke, 2019). Tampereella peltomaiden vesieroosio on Luonnonvarakeskuksen arvioiden (Luke, 2016) mukaan keskimäärin 0,909 t/ha/v, mikä on huomattavasti enemmän kuin Suomen peltomaiden keskimääräinen eroosio 0,43 t/ha/v (Luke, 2019). Kartalla esitetään alueet, joilla vesieroosion on mallinnuksen perusteella arvioitu olevan suurempi kuin Suomessa keskimäärin. Aineistosta on poistettu maatalousmaa 2022-tietojen perusteella alueet, jotka eivät enää ole viljelyskäytössä.
- o metsien suhteellinen tuulituhoriski (heijastuu mm. metsien kehitysdynamiikkaan ja luonnon monimuotoisuuteen, metsien virkistyskäyttöön, metsätalouteen). Tuulituhoriskien metsien tunnistaminen perustuu luonnonvarakeskuksen tuottamaan aineistoon v. 2017. Aineistossa tuulituhoriskien kartalla vaikuttavat puuston pituus, metsikön pääpuulaji, edellisestä harvennuksesta kulunut aika, avoimet metsänreunat, kasvupaikan tuulisuus, kasvupaikan tyyppi, maaperän tyyppi ja paksuus sekä keskimääräinen lämpösumma. Aineistosta on haettu metsäalueet, jotka kuuluvat kaikista arvioituista metsistä herkimmän 10 %:n joukkoon.

Ekosysteemien kannalta suurimmat haavoittuvuuden keskittymät sijoittuvat Tampereen kantakaupungin pohjoisosiin, jossa herkkää puustoa on paljon. Alueella sijaitsee Soukonvuoren luonnonsuojelualue, jossa on varttunutta metsää sekä paljon lahoppuuta ja siitä riippuvaa lajistoa (Tampereen kaupunki 2023).

Haavoittuvat metsäekosysteemit sijoittuvat mm. Kauppiin, Multisilta/Peltolammin alueelle, Hervannan ja Vuoreksen ympäristöön ja Ojalan seutuville, mutta myös mm. Pyynikin mäntymetsiin liittyy yhden vallitsevan puulajin luomaa haavoittuvuutta. Metsäekosysteemien haavoittuvuus linkittyy myös kaupunkirakenteen muutoksiin mm. reunavaikutteisuuden lisääntymisenä ja metsäalueiden pirstoutumisena sekä altistumisena uudensuomalaisille tuulioloille. Myös pienvesikohteet ja kosteikat sijoittuvat monin paikoin samoille metsäisille alueille. Toisaalta myös kaupunkirakenne ja rakennettu ympäristö kovine pintoineen heijastuu hulevesiolosuhteiden muutoksen kautta erityisesti pienvesikohteiden haavoittuvuuteen mm. äärevöittämillä pienvesien vesitaloutta. Viljelysmaiden osalta eroosioriskin vähentämiseksi viljelysmaat olisi hyvä pitää mahdollisimman kattavasti kasvipeitteisinä sekä huolehtia siitä, että vesistöihin rajautuvilla viljelysmailla on riittävät kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista pidättävät suojakaistat.



Kuva 5, Haavoittuvat ekosysteemit.

Taulukko 8, Ekosysteemien haavoittuvuus suhteessa vaaratekijöihin.

Vaaratekijä	Vesiekosysteemit	Maaekosysteemit	Peltoekosysteemit	Kosteikkoekosysteemit	Metsäekosysteemit	Kaikki ekosysteemit
Äärimmäinen kuumuus	X	X				
Kuivuus ja veden niukkuus	X	X	X	X		
Maasto- ja metsäpalot		X			X	
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	X	X	X			
Maanvyörymät	X		X			
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	X	X	X		X	
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)					X	
Jäätymis- ja sulamissykli	X	X	X			
Äärimmäinen kylmyys						X
Tautiriskit						X
Ekosysteemimuutokset						X
Kemialliset muutokset						X

Ekosysteemi

Vaikutusten arviointi

Luonnonolosuhteita äärevöittävät olosuhteet, kuten äärimmäinen kuumuus, kuivuus ja veden niukkuus sekä tulviminen ja myrskytuulet heijastuvat voimakkaasti ekosysteemeihin tuottamalla ekosysteemeille poikkeuksellisia olosuhteita, ja osa ekosysteemeistä on muita herkempiä tällaisille poikkeusolosuhteille. Tällaisia ovat esimerkiksi yhden pääpuulajin metsät sekä erilaiset vesiekosysteemit, kuten pienvedet ja kosteikkoympäristöt. Äärevöittävät olosuhteet voivat heikentää ekosysteemejä siten, että niiden elinvoimaisuus alenee ja edelleen ekosysteemien kyky vastustaa esimerkiksi taudinaiheuttajia heikkenee.

Toisaalta vähittäinen olosuhteiden muutos heijastuu ekosysteemin pitkän aikajänteen olosuhteisiin ja edelleen lajistoon. Tältä osin vaikutukset kohdistuvat voimakkaimmin lajeihin, joiden levinneisyysalue on pieni ja nykyinen sekä mahdollinen tuleva levinneisyysalue ovat vain vähän päällekkäisiä.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen osalta on kaupunkiympäristössä tärkeää varmistaa erilaisten luonnonprosessien toimivuus ja alueiden kytkeytyvyys esim. maankäytön suunnittelussa sekä pyrkiä vähentämään haavoittuviin ekosysteemeihin kohdistuvia muita paineita. Ekosysteemeihin kohdistuvissa hoitotoimissa ilmastonmuutokseen liittyvien riskitekijöiden tarkastelu sekä hoitotoimenpiteiden suunnittelu ekosysteemien toimintaa edistävasti on tarpeen.

ARVIOINTIKRITEERIT

Vaikutuksen suuruus:
alueen tai ihmisryhmän koko, jota koskettaa; 1 = pieni, 2 = kohtalainen, 3 = suuri

Kohdistuminen erityisen haavoittuviin ekosysteemeihin:
1 = jonkin verran, 2 = paljon, 3 = runsaasti

Taulukko 9, Vaaratekijöiden vaikutusten arviointi suhteessa ekosysteemeihin.

Vaaratekijä	Vaikutuksen suuruus	Kohdistuminen erityisen haavoittuviin ekosysteemeihin
Äärimmäinen kuumuus	2	3
Kuivuus ja veden niukkuus	3	3
Maasto- ja metsäpalot	1	1
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	3	2
Maanvyörymät	2	2
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	3	3
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	1	2
Jäätymis- ja sulamissykli	3	2
Äärimmäinen kylmyys	1	1
Tautiriskit	3	3
Ekosysteemimuutokset	3	3
Kemialliset muutokset	2	3

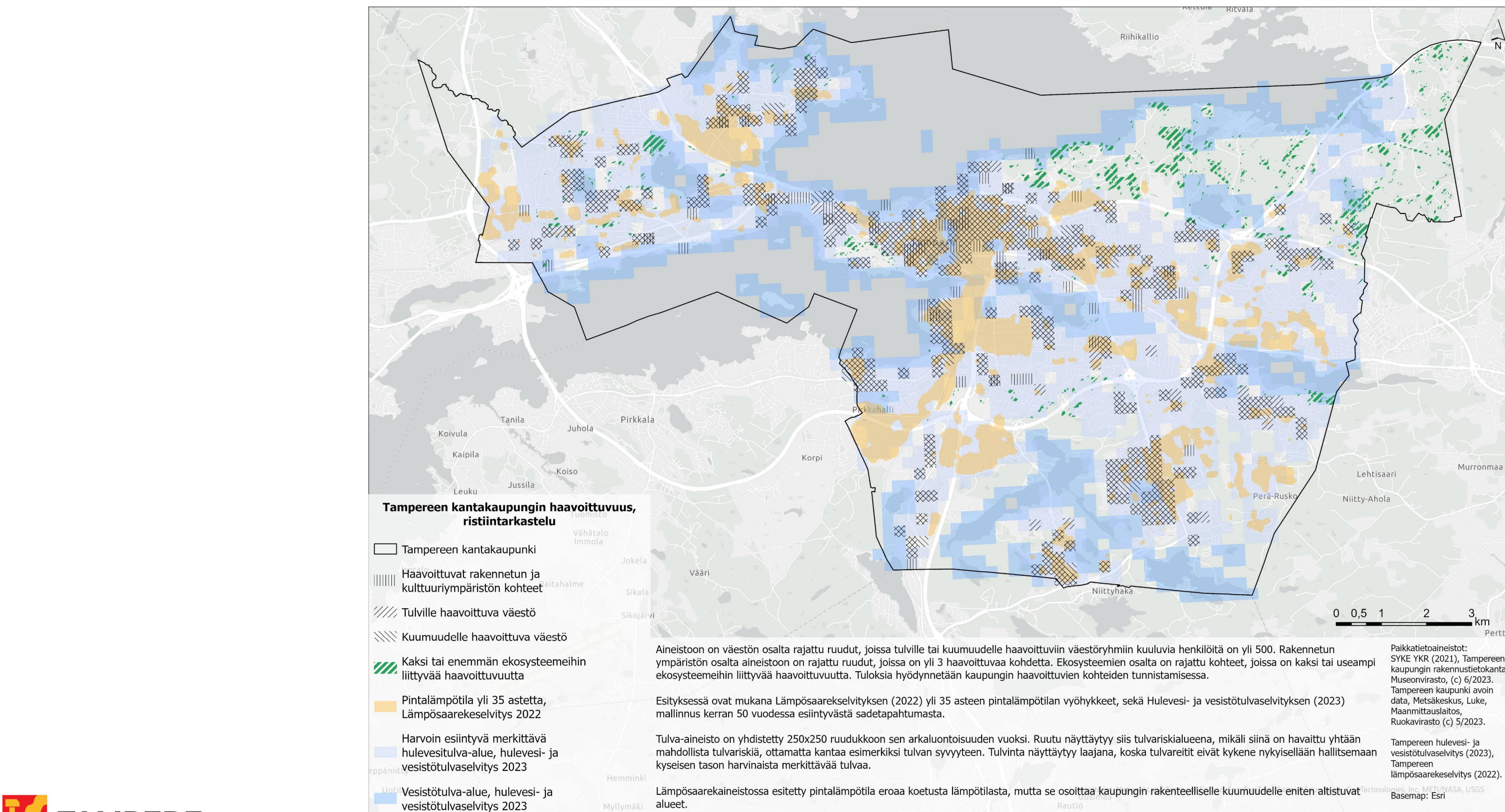
Ristiintarkastelu

Karttatarkastelun ristiintarkastelussa tavoitteena oli tunnistaa alueet, joissa haavoittuvuutta ilmenee useista eri näkökulmista tarkasteltuna. Tämän vuoksi tarkasteluun valikoitiin kaikkien muuttujien kannalta vain kaikkein haavoittuvimmat alueet. Väestön osalta sekä tulville että kuumuudelle haavoittuva väestö rajattiin ruutuihin, joissa on yli 500 ilmiölle haavoittuviin väestöryhmiin kuuluvaa henkilöä. Rakennetun ympäristön osalta valittiin tarkasteluun ruudut, joissa on yli 3 haavoittuvaa kohdetta. Ekosysteemien osalta valikoitiin kohteet, joissa oli kaksi tai useampi ekosysteemiin liittyvää haavoittuvuutta.

Haavoittuvien ryhmien lisäksi kartalle tuotiin merkittävimmät riskit. Esityksessä ovat mukana Lämpösaarekeselvityksen (2022) yli 35 asteen kuumat vyöhykkeet, sekä Hulevesi- ja vesistötulvaselvityksen (2023) 50 vuoden välein uusiutuvat hulevesitulvat ja vesistötulva-alueet. Tulva-aineistoa on jouduttu yleistämään, koska aineisto ei ole vielä julkista, minkä vuoksi tulva-alueet näyttävät laajempina kuin ne todellisuudessa ovat.

Haavoittuvuuden kannalta merkittävimpiä alueita ovat Tampereen keskustan alue, Hervanta, Lielahden pohjoisosat sekä muutamat muut pienemmät keskittymät. Lielahden ja Tampereen keskusta ovat haavoittuvuuden keskittymän lisäksi sekä kuumuuden että tulvien kannalta riskialttiita alueita.

Ekologisen haavoittuvuuden alueet sijoittuvat enimmäkseen Tampereen kantakaupungin koillisosiin. Alueilla ei ilmene juurikaan muita haavoittuvia muuttujia. Lisäksi ekologisen haavoittuvuuden läheisyyteen sijoittuu harvoin kuumia vyöhykkeitä. Sen sijaan sekä hulevesi- että vesistötulvavyöhykkeitä on havaittavissa samalla alueella.



Ristiintarkastelu

Vaikutusten arviointi

Vaikutusten ristiintarkastelussa korostuvat kaikkein suurimpina rankkasateiden, tulvien sekä ekosysteemimuutosten aiheuttamat riskit. Elinkeinoinhin kohdistuu merkittäviä riskejä kaikkien ilmatoriskien osalta, jotka heijastuvat suurimmilta osin pienyrittäjiin. Myös yhteiskunnalle kriittiset toimintojen välilliset vaikutukset sosiaalisesti erityisen haavoittuviin korostuvat lähes jokaisen ilmatoriskin kohdalla, koska ne aiheuttavat merkittäviä epävarmuuksia huoltovarmuuteen, terveydenhuoltoon ym.

ARVIOINTIKRITEERIT

Vaikutuksen suuruus:
alueen tai ihmisryhmän koko, jota koskettaa; 1 = pieni, 2 = kohtalainen, 3 = suuri

Vaikutusten todennäköisyys:
1 = ei kovinkaan todennäköistä, 2 = todennäköinen, 3 = hyvin todennäköinen

Vaikutusten ajoittumisen aikajänne:
Toteutuminen; 3 = lyhyt (ennen vuotta 2050), 2 = keskipitkä aikajänne (vuonna 2050-), 1 = pitkä (tulevaisuudessa 2100-)

Kohdistuminen sosiaalisesti haavoittuviin:
1 = jonkin verran, 2 = paljon, 3 = runsaasti

Taulukko 3, Ristiintarkastelu eri teemojen vaikutusten arvioinneista suhteessa vaaratekijöihin.

Vaaratekijä	Vaikutusten arviointi		Ihmiset		Yhteiskunta		Elinkeinot		Ekosysteemit	
	Vaikutusten todennäköisyys	Vaikutusten ajoittumisen aikajänne	Vaikutuksen suuruus	Kohdistuminen sosiaalisesti erityisen haavoittuviin	Vaikutuksen suuruus	Välilliset vaikutukset sosiaalisesti erityisen haavoittuviin	Vaikutuksen suuruus	Elinkeinojen yritysten sosiaalinen haavoittuvuus	Vaikutuksen suuruus	Kohdistuminen erityisen haavoittuviin ekosysteemeihin
Äärimmäinen kuumuus	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Kuivuus ja veden niukkuus	2	2	3	2	2	3	1	3	3	3
Maasto- ja metsäpalot	2	2	3	3	3	3	2	3	1	1
Rankkasateet (vesisade, lumisade, sumu, rakeet)	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2
Maanvyörymät	1	1	1	1	2	1	1	3	2	2
Tulvat (hulevesi- ja vesistötulvat)	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3
Myrskyt (esim. ukkosmyrskyt, talvimyrskyt, tuulisuus)	2	3	2	2	3	3	2	3	1	2
Jäätymis- ja sulamissykli	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2
Äärimmäinen kylmyys	1	1	2	3	2	2	2	3	1	1
Tautiriskit	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3
Ekosysteemi-muutokset	2	3	3	3	3	3	1	3	3	3

TAMPERE.
FINLAND

Tampella