



Tampereen kantakaupungin yleiskaava, valtuustokausi 2017-2021
Vaikutusarvio ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja ilmatoriskien hallinnasta

ID-numero 5108493
17.12.2020

Sitowise Oy / Vilja Larjosto, Satu Onnela, Tiina Ronkainen, Maija Mattinen-Yuryev

Sisällys

1	Johdanto	3	4	Ilmatoriskien hallinnan sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen yleiskaavaluonnokseen	17
1.1	Työn tausta.....	3	4.1	Askelmerkkejä varautumiseen	17
1.2	Työn menetelmät.....	3	4.1.1	Priorisointi	17
1.3	Käsitteet.....	4	4.1.2	Toteutus ja seuranta	18
2	Ilmastonmuutokseen liittyvät ennusteet 2040 ja 2060-2100	5	4.2	Sopeutumisesta valtavirtaa: dynaaminen yleiskaava ja muutoskestävyys	20
2.1	Ilmastonmuutoksen mallintaminen.....	5	4.3	Yhteenveto ja johtopäätökset	20
2.2	Ilmastoskenaariot 2040 ja 2060-2100	5	4.4	Suosittelvat jatkotoimenpiteet	21
2.3	Yhteiskunnallisten ja maankäytöllisten muutosten vaikutus ilmatoriskeihin.....	9	5	Lähteet.....	22
3	Tampereen kantakaupungin ilmatoriskit ja sopeutumistarpeet	9	6	Liitteet.....	23
3.1	Yhdyskuntarakenne	9	LIITE 1: Ilmastonmuutoksen mallintaminen.....	23	
3.1.1	Riskeihin vaikuttavat tekijät	10	LIITE 2: Merkittävimmät tulvareittien epäjatkuvuuskohtat kantakaupungin alueella.....	25	
3.1.2	Varautuminen ja sopeutuminen	11	LIITE 3: Arvio mahdollisista helleriskikohteista	26	
3.2	Viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut.....	11	LIITE 4: Teemakarttakohtaiset taulukot sopeutumistoimista	27	
3.2.1	Riskeihin vaikuttavat tekijät	12			
3.2.2	Varautuminen ja sopeutuminen	12			
3.3	Kulttuuriperintö.....	13			
3.3.1	Riskeihin vaikuttavat tekijät	13			
3.3.2	Varautuminen ja sopeutuminen	14			
3.4	Kestävä vesitalous, ympäristöterveys ja yhdyskuntatekninen huolto	14			
3.4.1	Riskeihin vaikuttavat tekijät	14			
3.4.2	Varautuminen ja sopeutuminen	15			
3.5	Yhteiset asiat.....	16			

1 Johdanto

Tässä selvityksessä arvioidaan yleiskaavan vaikutuksia ilmatoriskien hallinnan ja sopeutumisen näkökulmasta. Huomio kohdistuu niihin vaikutuksiin, joilla saattaa olla yleiskaavallista merkitystä ja/tai joihin voidaan reagoida yleiskaavalla. Tehtävänä on tuoda esiin, miten kantakaupungin yleiskaavassa huomioidaan ilmastonmuutoksen vaikutus alueen riskeihin ja miten kaavoituksessa siihen tulisi sopeutua.

1.1 Työn tausta

Tampereen yleiskaava konkretisoi kaupunkistrategiaa maankäyttöön valtuustokausittain. Yleiskaavan tehtävänä on ohjata asema-kaavoitusta ja muuta tarkempaa suunnittelua. Yleiskaavahanke etenee luonnoksesta ehdotukseen ja lopulta kaupunginvaltuuston hyväksymiskäsittelyyn. Luonnos- ja ehdotusvaiheissa yleiskaava-aineisto on yleisön ja viranomaisten nähtävillä.

Yleiskaavan väestötavoite pohjautuu kaupunkistrategiaan, jonka mukaan Tampere on 300 000 asukkaan viihtyisä ja elävä kaupunki vuonna 2030.

Valtuustokaudella 2017-2021 Tampereen kantakaupungin yleiskaavaa on päivitetty neljän teemakartan kautta: 1) yhdyskuntasuunnittelu, 2) viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut, 3) kulttuuriympäristö sekä 4) kestävä vesitalous, ympäristöterveys ja yhdyskuntatekninen huolto. Aikavälillä 13.2. – 22.3.2020 nähtävillä olleessa luonnoksessa kaupunki on ottanut ilmastonmuutokseen kantaa vahvasti, hiilineutraalimman liikkumisen ja kaupunkirakenteen valinnoilla. Lisäksi kaupunki on pyrkinyt turvaamaan ja kehittämään viher- ja virkistysalueiden verkostoa kaavassa niiden yhtenäisyyden ja alueiden arvojen säilymisen näkökulmasta. Pirkanmaan ELY-keskus otti nähtävillä olleeseen luonnokseen kantaa. ELY-keskus piti tarpeellisena huomioida tulevassa kaavaehdotuksessa aiempaa tarkemmin viheralueiden ja kaupunkivihreän hyödyt sekä ilmastonmuutoksen sopeutuminen ja riskien hallinta.

Työtä ovat ohjanneet Tampereen kaupungilta kaavoitusarkkitehti Dani Kulonpää ja yleiskaavapäällikkö Pia Hastio Yleiskaavoituksesta, kehityspäällikkö Sanna Mari Huikuri ja suunnittelija Eeva Palmolahti Kestävän kehityksen yksiköstä sekä vesihuoltoinsinööri Maria Åkerman Viheralueet ja hulevedet -yksiköstä.

Sitowise Oy:ssa työstä ovat vastanneet Vilja Larjosto, Satu Onnela ja Tiina Ronkainen. Eri suunnittelualojen asiantuntijoina työhön ovat osallistuneet Maija Mattinen-Yuryev, Tiina Huotari, Eero Puurunen, Katja Rodionova, Mikko Seppälä, Juha Seppänen, Nora Siljanpää ja Raisa Valli.

1.2 Työn menetelmät

Työssä on tarkasteltu Tampereen kantakaupungin ominaisuuksia ilmatoriskialttiuden näkökulmasta. Työn pohjana on ollut Tampereelle laaditun SECAP-raportin (Tampereen kaupunki ja Benviroc Oy 2019) riskiarvioinnin ja sopeutumisen osiot sekä Ilmatieteen laitoksen globaalien ilmastoskenaarioiden pohjalta esittämät arviot Suomessa tapahtuvasta ilmastonmuutoksesta. SECAP-raportin arviointia on tässä työssä tarkennettu kantakaupungin yleiskaavan alueelle sekä mittakaavaan käsittelemällä kantakaupungin yleiskaavaluonnoksen (Valtuustokausi 2017-2020) neljää temaattista karttaa.

Teemakarttojen merkintöjä ja määräyksiä tarkasteltiin suhteessa oleellisimpiin muuttuviin sääilmiöihin. Näin etsittiin mahdollisia haavoittuvia yhteiskunnan ja luonnon toimintoja ja riskitekijöitä. Kaavakarttojen ohella on tarkasteltu Tampereen seudun ilmakuvaa ja kantakarttaa sekä Oskari-karttapalvelun aineistoja koskien mm. maaperää, luontoarvoja sekä hydrografiaa. Työssä on hyödynnetty myös muuta yleiskaava-aineistoa sekä Tampereen kaupungin tulvareittianalyysia (Ramboll 2018). Lisäksi on käytetty Suomen Ympäristökeskuksen ja Ilmatieteen laitoksen ylläpitämää Ilmasto-opas.fi-sivustoa. Muut lähteet löytyvät työn lopusta.

Työn alkuvaiheessa varmistettiin konsultin monialaisen asiantuntijaryhmän sekä Tampereen kaupungin ohjausryhmän kanssa, ettei kaava-aineistosta puutu olennaisia näkökulmia. Tätä varten

järjestettiin Tampereen kaupungin asiantuntijoiden kanssa virtuaalinen työpaja kantakaupungin yleiskaavaluonnoksen (Valtuustokausi 2017-2021) ilmatoriskeistä ja niihin sopeutumisesta.

Raportissa pohditaan yhteiskunnan perustoimintojen turvaamisen ohella alueen vaalittavia arvoja ja ominaispiirteitä sekä sini-viherverkoston turvaamista. Ilmatoriskeille alttiimmat ja haavoittuvimmat paikat ja alueet on mahdollisuuksien mukaan nostettu esiin. Hallintakeinoja ja sopeutumistoimia on kirjattu raporttiin yleiskaavan tasoa ajatellen. Osa huomioista liittyy suoraan tiettyihin kaavamääräyksiin ja osa on yleistasoisia. Suositukset perustuvat arvioituun kaavaluonnokseen, mutta niitä voidaan hyvin edistää myös kaavan päivytystä ajatellen. Lisäselvitystarpeita ilmatoriskien arviointiin ja sopeutumistyöhön on esitetty raportin lopussa.

1.3 Käsitteet

Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos on luonnollisista tekijöistä johtuva sekä ihmiskunnan aiheuttama ilmaston muuttuminen. Ilmastonmuutos on käynnissä oleva ilmiö, joka aiheutuu pääasiassa hiilidioksidin (CO₂) ja muiden kasvihuonekaasujen määrän kasvusta ilmakehässä. Kasvihuonekaasupäästöjä syntyy ihmisten toiminnasta, erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Päästöjen kasvaessa kasvihuoneilmiö voimistuu. Maapallon keskilämpötila nousee. Muutos vaikuttaa sateen määrään, tuuliin ja tuo siten lisääntyvää kuivuutta ja toisaalla tulvia. Maailmanlaajuinen lämpeneminen näkyy myös Suomessa: Ilmastomallien perusteella on arvioitu, että keskilämpötila jatkaa nousua ja sateisuus lisääntyy ja voimistuu erityisesti talvella. Tulevien talvien lumipeite vähenee ja routaa on arvioitu olevan nykyistä vähemmän.

Ilmatoriski

Ilmatoriskillä tarkoitetaan ihmistoiminnalle, elinkeinoille tai ympäristölle aiheutuvan vahingollisen tapahtuman mahdollisuutta, jonka syynä on suoraan tai epäsuoraan sää ja ilmasto sekä niiden kehitys. Tässä työssä on sovellettu IPCC:n mallia (kuva 1.1), jonka mukaan riskin arvioinnissa huomioidaan vaaratekijän (esim.

myrsky) lisäksi altistuminen (esim. asukkaiden määrä vaikutusalueella) ja haavoittuvuus (esim. ikä, varallisuus tai elinympäristön harvinaisuus). Altistumiseen ja haavoittuvuuteen vaikuttavat riskin hallintakyky ja sopeutumisen valmiudet.

Riskit kytkeytyvät usein toisiinsa: esimerkiksi rankkasateesta aiheutuva tulva on suora riski, mutta hulevesien haitta-ainekuormituksen vaikutukset voivat olla vaikeammin ennustettavissa. Intensiivisten kertaluontoisten tapahtumien lisäksi ilmatoriskit todentuvat hitaana pitkän aikavälin muutoksena, jota on vaikeampi havaita. Tässä työssä käsitellään ensisijaisesti välittömiä ilmatoriskejä, joihin on mahdollista vaikuttaa yleiskaavatasolla. Kaupunkirakenteen ominaisuudet vaikuttavat paljon siihen, millaisia vaaroja tapahtumasta aiheutuu.



Kuva 1.1: Ilmatoriskeihin vaikuttavat tekijät. Lähde: Tampereen kaupungin ja Benviroc Oy:n SECAP-raportti 2019 s.72 mukaillen IPCC 2014.

Sopeutuminen

Ilmastonmuutokseen sopeutumisella tarkoitetaan erilaisia toimia, joilla ennakoidaan ja lievennetään ilmatoriskien toteutumisen todennäköisyyttä sekä haittavaikutuksia. Toimet voivat liittyä kaupunkirakenteen fyysisiin ominaisuuksiin (yhdyskuntarakenne, kunnallistekniikka, ekologia ja elinympäristöt) tai yhteiskunnan sosiaaliin ominaisuuksiin sekä talouteen (resurssit, valmiudet, toimintamallit, vahinkovakuutukset). Sopeutumisvalmius voi olla yleistasoista muutoskestävyyttä, mutta sopeutumistoimet tulee myös suunnitella riskikohtaisesti (minkä sopeutuminen mihin).

Viheralueilla, luontopohjaisilla ratkaisuilla sekä ekosysteemipalveluilla on tunnistetusti merkittävä rooli ilmatoriskien hallinnassa sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa (esim. EU Biodiversity Strategy 2030). Kaupungin sopeutuminen riskeihin ja muutoskestävyys (urbaani resilienssi) muodostuu ekologisesta, sosiaalisesta, teknisestä ja taloudellisesta ulottuvuudesta sekä niiden vuorovaikutuksesta. Tavoitteiden, kuten esimerkiksi huoltovarmuuden, elinympäristöjen tai alueen ominaispiirteiden turvaamisen lisäksi on määriteltävä, minkä asteinen muutos tai poikkeustila on hyväksyttävissä.

2 Ilmastonmuutokseen liittyvät ennusteet 2040 ja 2060-2100

Seuraavassa tarkastellaan arvioita ilmaston muuttamisesta. Niiden perusteella arvioidaan, millaisiin asioihin Tampereen kantakaupungin yleiskaavassa on tarpeen kiinnittää huomiota ilmastonmuutoksen vuoksi. Muutosta tarkastellaan vuosina 2040 ja 2060. Arvioidut ilmastotekijöiden muutokset on koottu taulukkoon. Yleiskaavalla voidaan vaikuttaa riskien suuruuteen ja alueelliseen kohdentumiseen muun muassa kaupunkirakenteella.

2.1 Ilmastonmuutoksen mallintaminen

Tulevaisuuden ilmastoa tarkastellaan ilmastomallien avulla. Mallien lähtökohtina ovat erilaiset skenaariot kasvihuonekaasupäästöjen kehittymisestä tulevaisuudessa. Ilmastomallien avulla simuloidaan muun muassa pitkän aikavälin lämpötilaa, sademäärää ja tuulia. Ennusteet ulottuvat tämän vuosisadan loppupuolelle. Mallintamisen epävarmuudet lisääntyvät aikajänteen kasvaessa. Tarkempia tietoja ilmastonmuutoksen mallintamisesta ja skenaarioista on koottu liitteeseen 1. Liitteestä 1 löytyy myös lisätietoja ja karttoja lämpötilan ja sademäärän ennustetuista vuosikeskiarvoista Suomessa sekä vertailujaksosta.

2.2 Ilmastoskenaariot 2040 ja 2060-2100

Ilmatoriskien arvioinnissa käytetään Ilmatieteen laitoksen laatimia globaaleihin ilmastomalleihin ja niiden skenaarioihin perustuvia arvioita Suomen ilmaston kehityksestä. Muuttuvaa ilmastoja tarkastellaan näiden avulla 2040-luvulla ja 2060-2100 eli vuosisadan loppupuolella suhteessa ilmaston nykytilaa kuvaavaan vertailujaksoon. Ilmatieteen laitoksen mukaan Suomen ilmastoon on odotettavissa seuraavassa esitettyjä muutoksia, jotka on kappaleen lopussa koottu taulukkoon 2.1. Muutostekijöistä aiheutuvia riskejä on koottu taulukkoon 2.2.

Lämpötila nousee 2040-luvun vaiheille useimpien kasvihuonekaasuskenaarioiden mukaan lähes yhtä nopeasti. Niiden mukaan Suomen vuotuinen keskilämpötila nousisi noin 1,5–2 °C verrattuna jaksoon 1981–2010. Tampereella vuotuinen keskilämpötila olisi siis noin 6,1 – 6,6 °C. Jos päästöt jatkavat kasvuaan nopealla tahdilla lämpötila kohoaa Suomessa jopa noin 6 astetta vuosisadan loppuun mennessä, jolloin vuotuinen keskilämpötila Tampereella olisi noin 10,5 °C. (Ilmasto-opas 2020, ilmatieteen laitos 2020).

Lämpötilan nousu on voimakkainta talvella. Vuosisadan loppuun mennessä keskimääräinen arvio tammikuun lämpötilan nousulle on noin 8 astetta. Tampereella tammikuun lämpötilat olisivat siis plussan puolella. Ilmaston lämmitessä ja talven alimpien

lämpötilojen kohotessa päivät, jolloin vuorokauden alin lämpötila jää nollan alapuolelle, käyvät tulevaisuudessa entistä harvinaisemmiksi.

Kesän keskilämpötilojen ennakoitaan Suomessa nousevan vuosisadan loppuun mennessä, noin 3-5 °C. Tulevaisuudessa kesien kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pitenevät. Hellepäivien määrän arvioidaan kolmin- tai nelinkertaistuvan ennen vuosisadan loppua. Vuosisadan lopulla hyvin kuumia päiviä, jolloin vuorokauden keskilämpötila ylittää 24 °C, arvioidaan esiintyvän jo useammin kuin joka toinen vuosi. Vaikka lämpötilat kohoavat tulevaisuudessa, Suomen ilmastolle tyypillinen luontainen vaihtelu vuosien välillä säilyy. Myös tulevaisuudessa voi siis joskus esiintyä tavallista viilempiä kesiä tai hyvin kylmiä talvia.

Sademäärä. Ilmaston muuttuessa sademäärät kasvavat Suomessa kuluvalla vuosisadalla, muutoksen oletetaan kuitenkin tapahtuvan hitaasti. 2040-luvun vaiheilla vuotuisen sademäärän on arvioitu olevan keskimäärin noin 5-7 % suurempi kuin vertailujaksolla, jolloin Tampereen alueella vuotuinen sademäärä olisi suurimmillaan noin 660 mm. Vuosisadan jälkipuolen sadeolojen on ennustettu kasvavan 6-20 % vertailujaksoon nähden, mikä tarkoittaa, että Tampereen alueella vuotuinen sademäärä vaihtelisi 660-740 mm välillä.

Sademäärät kasvavat suhteellisesti eniten talvella, vaikka talven kokonaissademäärän ennustetaan jatkossakin olevan pienempi kuin kesän. 2040-luvun vaiheilla talven kokonaissademäärän arvioidaan kasvavan 5-10 %, ja vuosisadan lopulla noin 7-30 % vertailujaksoon nähden. Talvisten sadepäivien ennustetaan yleistyvän ja pisimpien sateettomien poutajaksojen lyhentyvän noin 10 %. Talvella kovimmat sateet myös voimistuvat suhteellisesti eniten. Lämpötilan kohoamisen seurauksena entistä suurempi osa talven sateista saadaan tulevaisuudessa vetenä.

Ilmastonmuutoksen seurauksena sademäärät kasvavat ennusteiden mukaan 2040-luvun tienoilla noin 5-10 % ja vuosisadan lopulle tultaessa noin 10-15 % vertailujaksoon verrattuna. Suurin osa rankkasateista saadaan jatkossakin kesällä, ja ne voivat voimistua 10-25 %.

Lumipeite. Entistä suurempi osa talven sateista on lumen sijaan vettä. Samanaikaisesti lumia sulattavat suojasääät yleistyvät. Tampereen korkeudella lumipäivät voivat vähentyä vuoteen 2040 mennessä 40-80 % ja lumipeitteen keskimääräinen massa 20-60 %. Vuosisadan lopulla lumipäivät voivat vähentyä 40-100 % ja lumipeitteen keskimääräinen massa 40-100 %.

Auringon säteily. Ilmastonmuutos vaikuttaa maanpinnalle saapuvan auringonsäteilyn määrään, sillä pilvisuus lisääntyy. Talviaikaan Suomessa on tulevaisuudessa entistä pilvisempää ja säteilyn vähentymisen ennustetaan olevan vuosisadan loppupuolella noin 10-15 %. Harmautta korostaa edelleen valoa heijastavan lumipeitteen harvinaistuminen.

Pilvisuus on Suomessa nykyään alkutalven aikana 80 % luokkaa. Ennusteiden mukaan pilvisuus lisääntyisi viiden prosenttiyksikön verran, mikä tarkoittaisi, että selkeän taivaan osuus vähenisi entisestään. Kesän aikaiseen säteilyyn ei ennusteiden mukaan ole juuri odotettavissa muutoksia.

Routa. Tulevaisuudessa roudan määrä vähenee lumettomilla alueilla. Mallien keskimääräisen lämpötilan nousun perusteella Tampereen seudulla roudan ennustetaan vähenevän 2040-2070 välillä noin 40 % ja 2070-2100 välillä 60 %. Roudan määrä tulee tulevaisuudessa kuitenkin vaihtelevaan vuosien välillä riippuen talvilämpötiloista.

Maaperän kuivuminen. Vaikka sademäärät Suomessa ilmaston muuttuessa kasvavat, haihtuu maaperästä lämpötilan noustessa aiempaa tehokkaammin vettä. Ilmastonmuutoksen myötä maaperän pintakerroksen ennustetaan muuttuvan tämän vuosisadan aikana keskimäärin entistä kuivemmaksi. Maaperä kuivuu Suomessa keskimäärin kaikkina vuodenaikoina. Kuivumisen on ennustettu olevan voimakkainta keväällä.

Syy maaperän keväiseen kuivuuteen on lumen ja roudan vähentyminen sekä niiden aikaisempi sulaminen. Vaikka maaperä keskimäärin kuivuukin, niin se voi silti ajoittain olla hyvinkin märkä runsastuvien sateiden takia, etenkin talvisin. Vaikka kesä onkin sateisin vuodenaika Suomessa, ja sateiden ennustetaan todennäköisemmin kasvavan kuin vähenevän, kuivuu maaperä keskimäärin

myös kesäisin. Lisääntyvien kesäsateiden oletetaan kumoavan osittain nousevan lämpötilan kiihdyttämää haihtumista.

Ilmaston lämmitessä ennustetaan myös kesien, jolloin maaperä Suomessa kuivuu erittäin paljon, yleistyvän. Kasvihuonekaasupäästöjen jatkaessa kasvuaan nykytahdilla eli voimakkaan kasvun skenaarion mukaan on odotettavissa tämän vuosisadan lopulla erittäin kuivia kesiä Suomessa keskimäärin 2–3 kertaa vuosikymmenessä.

Maaperän kuivumisen ennustetaan lisäävän myös helleaaltoja. Maan pintakerroksen kuivuessa kunnolla lämpöä ei juuri sitoudu veden haihduttamiseen, jolloin valtaosa auringon säteilyn tuomasta energiasta lämmittää ilmaa.

Taulukko 2.1. Muuttuvat ilmastotekijät Ilmatieteen laitoksen aineistoihin ja karttapohjaiseen arviointiin perustuen. Vertailujaksona on 1981-2010, ellei toisin mainita. (Ilmatieteen laitos, 2020b, c).

Lähteet: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>

http://www.mtt.fi/modags/Ilmastonmuutosennusteet_SR.pdf

MUUTTUVA ILMASTOTEKIJÄ	1981-2010	2040	2060-2100
Lämpötila, vuotuinen	4,6 °C	+ 1 °C	+ 2-11 °C
Lämpötila, kesä (touko-syyskuu)	15,6 °C	+ 2°C *	+ 3-5 °C *
Lämpötila, talvi (marras-huhtikuu)	-5 °C	+ 2-4 °C *	+ 8 °C *
Sademäärä, vuotuinen	618 mm	+ 5-7 %	+ 6-20 %
Sademäärä, kesä (touko-syyskuu)	311 mm	+ 5-10 % *	+ 10-15 % *
Sademäärä, talvi (loka-huhtikuu)	307 mm	+ 5-10 % *	+ 7-30 % *
Lumipeitepäivät	-	-40-80 %	-40-100 %
Lumipeitteen keskimääräinen massa	-	-20-60 %	-40-100 %
Auringonsäteily, kesä	-	ei muutosta	ei muutosta
Auringonsäteily, talvi	-	- 5-10 %	-10-15 %
Routa	-	-40 %	-60 %
* keskimääräinen muutos vertailujaksoon 1961-1990 verrattuna.			

Taulukko 2.2: Sääilmiöiden voimistumisesta ja muutoksista seuraa yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvia haittoja Tampereen kantakaupungin alueella. Taulukko on koostettu edellä esitettyjen ennusteiden, Tampereen SECAP-raportin (2019) sekä tässä työssä pidetyn työpajan tuloksista.



Rankkasateet	Hellejaksot Kuivuus	Hulevesitulvat Vesistötulvat	Myrskyt Tuulisuus	Lämpötilan vaihtelu +/-	Lumipeite, jää ja routa vähe- nevät	Äärimmäinen kylmyys
<ul style="list-style-type: none"> - Sademäärät ja intensiiviset sadetapahtumat kasvavat - Maanvyörymä- ja eroosioriski - Tulvat lisääntyvät - Haitta-aineiden kuormituspiikit - Vesistöjen vedenkorkeuden vaihtelu kasvaa - Pohjavesien muutokset - Pilvisyys lisääntyy ja auringonpaiste vähenee 	<ul style="list-style-type: none"> - Keskilämpö kohoaa - Kuivuusjaksot lisääntyvät ja pidentyvät - Lämpösaareke-ilmio voimistuu - Ilmankosteus lisääntyy - Avainhabitaatin tuho, esim. metsäpalossa - Terveysriskit 	<ul style="list-style-type: none"> - Hulevesitulvat lisääntyvät - Vesistötulvat lisääntyvät - Hulevesikuormitus talvella lisääntyy - Rakennevauriot - Reitit katkeavat 	<ul style="list-style-type: none"> - Rakenteet vaurioituvat - Puita kaatuu - Reitit katkeavat - Tuulenpuuskat voimistuvat - Sähkökatkot 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaihtelu nollan molemmin puolin lisääntyy - Rakenteiden rapautuminen - Onnettomuusriski - Ekosysteemien sopeutuminen heikkenee 	<ul style="list-style-type: none"> - Talvisadanta lisääntyy - Maaperän vakavuus heikkenee - Lisääntyvä suolaus – hulevesien haittakuormitus - Ekosysteemien sopeutuminen heikkenee - Pilvisyys lisääntyy ja auringonpaiste vähenee 	<ul style="list-style-type: none"> - Saattaa yleistyä - Lämmitys- haasteet - Rakenteiden vauriot - Hankalat liikkumisen olosuhteet

2.3 Yhteiskunnallisten ja maankäytöllisten muutosten vaikutus ilmatoriskeihin

Ilmastonmuutoksen kehityskulut ovat pitkän aikavälin ennusteita, joiden epävarmuus kasvaa, mitä kauemmas tulevaisuuteen katsotaan. Maantieteellisesti ennusteet liikkuvat maailmanlaajuisen ja kansallisen mittakaavan välillä, ja epätarkkuus kasvaa paikalliso-oloja tulkittaessa. Riskien vaikutusten suuruuteen ja toteutumiseen vaikuttavat paikalliset ja yhteiskunnalliset tekijät. Se, millaisia vaikutuksia ilmatoriskit voivat aiheuttaa Tampereen kantakaupungin alueella 2040- ja 2060-luvuilla riippuu pitkälle maankäytön ja yhteiskunnan muutoksista.

Esimerkkejä ilmatoriskien kasvuun tai hallintaan vaikuttavista tekijöistä kaupungeissa:

- kaupunkirakenteen ratkaisut ja toteutuminen
- ekologisten verkostojen laatu ja laajuus
- ilmastonmuutoksen hillintätoimien onnistuminen
- läpäisemättömän pinnan kehitys
- ihmistoiminnan alueellinen keskittyminen - asumispreferenssit, vapaa-aika ja työpaikkojen sijainti, suositut reitit
- huoltovarmuuden kannalta kriittiset sijainnit ja logistiikka
- energiantuotannon ja -jakelun sekä vesihuollon ratkaisut muutokset tuotannossa ja tuotantoalueilla
- riskien ennakointi rakennuskannassa
- liikennemuotojen kehitys
- digitalisaation vaikutus fyysisen infrastruktuurin haavoittuvuuteen
- ihmisten tietoisuus riskeistä ja toimintamallit riskitilanteissa

Näistä yleiskaavatasolla voidaan huomioida erityisesti yhdyskuntarakenteeseen, sini-viherrakenteeseen, huoltovarmuuteen ja väestön turvallisuuteen sekä hyvinvointiin liittyviä asioita.

3 Tampereen kantakaupungin ilmatoriskit ja sopeutumistarpeet

Seuraavassa tarkastellaan, mihin asioihin yleiskaavaehdotusta laadittaessa tulisi keskittyä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa ja ilmatoriskien hallinnassa sekä miten aineistossa voidaan huomioida riskit ja sopeutumistoimet ja yleiskaavaratkaisussa ja kaavamääräyksissä voidaan kehittää ilmastonmuutoksesta johtuvien muutosten huomioonottoa.

Erityisesti kappaleessa arvioidaan, miten yleiskaavan (valtuustokausi 2017-2021) neljää temaattista karttaa voidaan kehittää ilmatoriskien vaikutusten vähentämiseen. Kartat ovat:

1. Yhdyskuntarakenne
2. Viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut
3. Kulttuuriympäristö sekä
4. Kestävä vesitalous, ympäristöterveys ja yhdyskuntatekninen huolto

Lopuksi nostetaan esiin huomioita eri osa-alueille yhteisiä asioita.

Kartta-kohtaisissa riskiarvioinneissa on mahdollisuuksien mukaan huomioitu ja nostettu esiin topografian vaikutuksia haavoittuvuuteen. Kaikkien riskien kohdentumista ei voi osoittaa kartalla, tai niiden kohdentumiseen tarvittaisiin tarkentavia selvityksiä.

3.1 Yhdyskuntarakenne

Yhdyskuntarakenne-teemakartalla ja -määräyksissä kuvataan maankäyttö ja rakentaminen, liikennejärjestelmä sekä strategisen kehittämisen kohdealueet. Teemaan sisältyvät asuminen, työpaikat, palvelut sekä niiden välillä liikkuminen. Rakennuskantaa ja liikennejärjestelmää koskevat määräykset ovat merkittäviä

erityisesti niiden suuren skaalan vuoksi. Niillä on myös keskeinen vaikutus yhdyskunnan toimivuuteen.

3.1.1 Riskeihin vaikuttavat tekijät

Tiivistyminen. Rakennettujen alueiden tiivistyminen ja laajentuminen kasvattavat painetta läpäisemättömän pinnan lisääntymiselle ja viheralueiden pienenemiselle. Muutos todennäköisesti heikentää hulevesien imeytymistä ja voimistaa lämpösaarekeilmiötä kantakaupungissa. Siten rakentamisalueiden osuuden kasvu voi lisätä helle- ja tulvariskejä.

Hulevesien hallinta. Sateisuus ja tulviminen voivat heikentää ulkoalueiden käytettävyyttä, maaperän tukevuutta sekä aiheuttaa omaisuusvahinkoja. Tampereen kaupungin tulvareittianalyysin (Ramboll 2018) mukaan tulvakohteet keskittyvät keskusta-alueille. Merkittävistä potentiaalisista vaikutuksistaan ja tehdyistä analyyseistä (teemakartta 4, hulevesiohjelma) huolimatta hulevesien hallintaa ei ole mainittu suuressa osassa yhdyskuntarakenteen kaavamääräyksiä. Asian tarkastelu on kuitenkin tärkeää juuri rakennetuilla alueilla. Tampereella tehdyissä tarkasteluissa ei ole todettu lakisääteisen määrittelyn mukaisia tulvariskialueita, mutta liitteessä 2 on yhdyskuntarakenne -kartalle lisätty merkittävimmät selvitettävät tulvareittien epäjatkuvuuskohdat.

Lämpö. Ilmastonmuutos saattaa kasvattaa viilentämisen tarvetta kaupunkialueilla. Kesäpäivien kuumuuden tunteeseen tulee vaikuttamaan myös saman aikaisesti nouseva ilmankosteus. Lämpö saattaa koetella erityisesti alavia tuulensuojaisia alueita. Todennäköisimpiä haittojen ilmenemiselle ovat laajimmat rakennetut alueet, joilla viherympäristöä on vähiten, esimerkiksi Lielahden ja Nekalan teollisuusalueet. Samoilla alueilla on eniten läpäisemätöntä pintaa, mikä voi kasvattaa tulvariskiä sekä lämpösaarekeilmiötä. Liitteen 3 kartassa on esitetty topografiaan ja yhdyskuntarakenteeseen perustuva arvio mahdollisista helleriskien alueista.

Infra ja reitit. Tulvat, myrsky ja hankalat sääolosuhteet saattavat tulevaisuudessa aiheuttaa poikkeustilanteita, jolloin

liikkumisreitit saattavat katketa. Tästä voi olla vaikutusta niin julkiselle liikenteelle ja kuljetuksille kuin onnettomuusriskiinkin. Tulvareittiselvityksen (Ramboll 2018) mukaan liikenteen sujuvuudelle ei todennäköisesti ole merkittävää riskiä, mutta asia on selvityksen arvoinen. Myös infran korjaustarve kasvaa vaihtelevasta säästä johtuvan rapautumisen sekä ja lisääntyvien sään ääri-ilmiöiden vuoksi.

Rakennukset. Infra ja rakennuksia rasittavat saman tyyppiset sääilmiöt, kuten vaihtelevat tai äärimmäiset lämpötilat, sademäärät ja tuulen nopeudet. Ilmatoriskit saattavat lisätä rakenne- ja omaisuusvahinkoja, jotka heijastuvat kiinteistötalouteen. Palvelujen ja työpaikkojen sekä teollisuus- ja tuotantotoimintojen alueilla voivat riskit kohdistua taloudellisesti merkittäviin rakennuksiin tai toimintoihin. Kantakaupungin yleiskaavan alueella on paljon olevaa rakennuskantaa sekä kuntatekniikkaa. Kunnostuksen tarve ja syklit saattavat kiihtyä erityisesti alueilla, joilla on paljon historiallista rakennuskantaa sekä vanhoja rakenteita.

Jos rakennusten ja infrastruktuurin korjaukset keskittyvät alueittain ja ajallisesti, se voi vaikuttaa kaupungin toimivuuteen sekä ympäristöön. Rapistuvat tai sääilmiöiden kannalta ongelmalliset alueet voivat joutua eriarvoiseen asemaan, kun ilmastonmuutokseen paremmin sopeutuvat alueet ovat asukkaiden ja sitä kautta sijoittajien suosiossa.

Ulkotilojen käytettävyys. Sääilmiöiden äärevöityminen voi hankaloittaa kaupunkielämää ulkona. Riskeille altistumiseen vaikuttaa se, missä ihmiset oleskelevat vaaran hetkellä, joten on tarpeen arvioida ihmisten keskittymiä eri paikkoihin eri aikoina. On kuitenkin alueita, jotka ovat todennäköisempiä ääri-ilmiöiden vaikutuksille. Esimerkiksi pohjoiset myrskytuulet saattavat koetella Näsijärven eteläistä rantaa. Kuitenkin rajumyrskyjä todennäköisempää ja asukkaiden arkeen vaikuttavampaa on yleinen tuulisuuden lisääntyminen. Pitkällä aikavälillä nämä muutokset vaikeuttavat ulkoilua ja voivat aiheuttaa liikunnan vähenemistä ja terveyshaittoja.

3.1.2 Varautuminen ja sopeutuminen

Keskusta-alueet ovat sosiaaliselta, tekniseltä ja taloudelliselta kannalta useampien riskien keskittymiä, joissa tulee lyhyellä aikavälillä varautua tulviin, helteisiin ja myrskyihin sekä pidemmällä aikavälillä rapautumiseen. Kaavaluonnoksessa teemakartan hajautettu keskustarakenne tukee muutoskestävyyden tavoitteita: riski ei todennäköisesti koettele kaikkia alueita yhtä voimakkaasti, ja ympäröivän viherverkoston tilavaraukset tukevat sopeutumista jossain määrin (ks. 3.2). Liikenneverkostojen kasvava pinta-alantarve saattaa voimistaa joitakin riskejä, joita on tarkasteltava osana kokonaisuutta. Tie- ja katuympäristössä onkin tarve hulevesi- sekä ekologisten yhteyksien ratkaisuin tukea ilmatoriskien hallintaa.

Kaupunkivihreällä on rooli pienilmaston parantamisessa, ja läpäisevän pinnan määrästä huolehtiminen parantaa tulvanhallintaa. Sini-viherrakenne sekä riskiarviointi on huomioitu yksittäisenä mainintana muutamassa kaavamerkinnässä. Niitä sekä rakentamis- ja liikennealueiden hulevesien hallintaa tulisi painottaa enemmän. Esimerkiksi **asumisen ja virkistyksen sekoittuneilla alueilla** on hyvät mahdollisuudet hallinta- ja sopeutumistoimiin sini-viherrakenteen pohjalta. Tarvetta olisikin erityisesti tiivistyville alueilla. Myös **uudistuva keskusta** on oivallinen mahdollisuus ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Hyvin suunniteltu ympäristö helpottaa viihtyisien ja pienilmastoltaan miellyttävien olosuhteiden luomista kaupunkilaisille.

Alla olevien hallinta- ja sopeutumiskeinojen lisäksi tarkempia suosituksia on koottu kaavamerkinnöittäin liitteen 4 taulukoon 1.

- Turvataan ja lisätään tilavarauksia kaupunkivihreälle ja hulevesien hallinnalle. Huomioidaan sini-viherrakenne kaikilla rakentamisalueilla sekä liikenneverkostossa. Mainitaan riskiarviot sekä ilmastonmuutokseen sopeutuminen keskusta-alueiden kaavamerkinnöissä.
- Selvitetään olevan rakennuskannan ja kuntatekniikan haavoittuvimmat alueet. Tarkastellaan pienilmaston, maaston ja

maaperän pohjalta rakenteiden altistumista säärasituksille. Laaditaan riskinhallinnan ja sopeutumisen strategia, jotta voidaan varautua korjaustarpeisiin.

- Tarkastellaan tulvariskin ymmärtämiseksi yhdyskuntarakennetta suhteessa teemakartassa 4 esitettyihin valuma-alueisiin sekä tulvareittikartoitukseen (Ramboll 2018) ja seurataan mahdollista tulvariskin kehittymistä.
- Huomioidaan tarve vaihtoehtoisille reiteille poikkeustilanteessa, perustuen tärkeimpien yhteyksien priorisointiin.
- Suunnitellaan uusia, ilmastonkestäviä tie- ja katu ympäristön ratkaisuja ja huomioidaan esim. autojen määrän muutos sekä pysäköintialueiden rooli läpäisevinä pintoina maankäytössä.
- Edistetään yhteisesti käytettävissä olevia tiloja ja toimintoja, jotka tukevat kriisitilanteissa.

3.2 Viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut

Viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut -teemakartalla ja kaavamääräyksissä kuvataan keskuspuistoverkosto ja sitä täydentävät virkistysreitit, ekologiset yhteydet ja näiden katkospaikat, luonnonsuojelualueet ja -kohteet keskitettyjen virkistyspalvelujen kohdealueet, kaupunginosapuistot, uimarannat ja satamat.

Laajat, monipuoliset ja kytkeytyneet viheralueet ovat tarpeen kaupunkiympäristön monimuotoisuuden ja muutoskestävyyden vaalimiseksi. Viherympäristöllä on keskeinen rooli kantakaupungin ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Kasvillisuuteen, maaperään ja pienilmastoon liittyvät ekosysteemipalvelut, kuten hulevesien imeyttäminen, pienentävät eroosioriskiä ja viilentävät pienilmastoa. Ekosysteemipalveluiksi voidaan laskea myös kasvi- ja sienilajien saatavuus, tunnistettava paikallisidentiteetti sekä virkistysarvot ja viihtyisyys. Teema linkittyy vahvasti yhdyskuntarakentamiseen (teemakartta 1) ja hulevesien hallintaan (teemakartta 4).

3.2.1 Riskeihin vaikuttavat tekijät

Äärevien sääilmiöiden yleistymisen ja pitkäaikainen ilmastonmuutos voivat aiheuttaa elinympäristöjen muutoksia ja viheralueiden muutoskestävyyden heikkenemistä. Kaupungistuminen vahvistaa riskejä.

Äkilliset vahingot. Kuivuus, tulvat, roudan puute ja tuulisuus voivat aiheuttaa puuston äkillistä vahingoittumista.

Elinympäristöjen muutos. Ilmaston lämpenemisen myötä haitallisten vieraslajien riski kasvaa. Luonnon arvokohteet saattavat muuttua tai hävitä sopeutuessaan uusiin olosuhteisiin.

Herkät kohteet. Äkillisten vahinkotapahtumien tai hitaan kehityksen seurauksena voi olla avainbiotooppien menetys. Alttiimpia vahingoille ja menetyksille ovat kapeat viheryhteydet, reunat sekä sirpaleiset, pienet alueet. Puustoiset alueet eivät välttämättä ole haavoittuvaisimpia, mutta niihin kohdistuvat riskit on erittäin tärkeä huomioida, sillä puusto uusiutuu hitaimmin menetyksen jälkeen. Puuston vaaliminen on tärkeää pienilmaston, monimuotoisuuden sekä vesitalouden kannalta.

Virkistys ja turvallisuus. Tulvat sekä myrskyt voivat haitata viheralueiden virkistyskäyttöä ja reittien toimivuutta. Vesistöjen hygieeninen laatu saattaa kärsiä lisääntyvästä hulevesikuormituksesta. Lumi- ja jääpeitteen vähetessä talviurheilumahdollisuudet hupenevat. Yleistyvä huono sää saattaa haitata ulkoilua ja vaikuttaa mielialoihin. Lämpenemisen seurauksena eläinvälitteiset taudit voivat lisääntyä. Metsäpalot voivat yleistyä ja aiheuttaa vaaratilanteiden ja metsätuhojen lisäksi mm. savuhaittoja.

Kaupungin kasvu. Kaupunkirakenteen leviäminen ja tiivistyminen sekä kulutuksen lisääntyminen on keskuspuistoverkostolle ja pienille viheralueille todennäköisesti suurempi uhka kuin ilmatoriskit. Maankäytön kehitys saattaa kasvattaa viherympäristön altistumista ilmatoriskeille.

3.2.2 Varautuminen ja sopeutuminen

Kaavaluonnoksen viheralueiden ja -yhteyksien kattava verkostomaisuus, kytkeytyneisyys sekä tasapuolisesti eri puolille tarkastelualuetta sijoittuvat virkistyskohteet ovat vahvuus ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta. Rakenne mahdollistaa myös useimmat, tarvittaessa korvaavat **yhteydet**. Kokonaisuus on tasapainossa yhdyskuntarakenteen kanssa. Keskuspuistoverkosto ja vesistöt muodostavat vajaan 45% kantakaupungin 2040 yleiskaavaehdotuksen maankäyttöalueista (Tampereen kaupunki 2017:14).

Keskuspuistoverkoston siniviherrakenteella on kantakaupungin mittakaavassa tärkeä rooli ilmastonmuutokseen sopeutumisessa, erityisesti hulevesiriskien ja hellejaksojen hallinnassa. Siksi verkostoa ei tulisi heikentää, vaan sen riittävä laajuus tulee turvata. Lisäksi olisi tunnistettava osa-alueiden erot sekä ilmatoriskien kannalta haavoittuvimmat kohdat. Kaupunkivihreän tilantarve ja luonnon toiminnoille tarpeelliset olosuhteet tulee huomioida myös rakennetussa ympäristössä (Kuva 3.1). Kaupunkivihreän tuoma viihtyisyys mainitaan yleiskaavassa. Painavamman maininnan tarvitsisi ilmastonmuutoksen riskien hallinta ja niihin sopeutuminen.

Viheralueiden kohdalla on tarpeen varautua vähitellen tapahtuvaan pitkän aikavälin muutokseen elinympäristöissä. Herkkien **luontokohteiden** osalta keskeistä on säilyttää riittävän laajoja kokonaisuuksia ja lisätä alueiden monimuotoisuutta. Näin niillä on jatkossa paremmat mahdollisuudet ottaa vastaan ilmastossa tapahtuvia muutoksia.

Keskeisiä sopeutumistoimia ovat:

- Säilytetään tai laajennetaan viherympäristön osuutta kaupungin pinnasta ja ehkäistään pirstoutumista
- Turvataan toisiaan korvaavat elinympäristölaikut ja yhteydet niiden välillä.
- Kehitetään viherympäristön monimuotoisuutta ja käytettävyyttä.
- Tunnistetaan osa-alueiden erot, pullonkaulat ja haavoittuvimmat kohdat.

- Määritellään, minkä asteinen muutos luonnonympäristöissä on hyväksyttävissä.
- Varmistetaan, ettei puustoisten alueiden vaaliminen ja hulevesien hallinnan tarpeet ole ristiriidassa.
- Esitetään kartalla huomioon otettavat hiilinielut.

Liitteen 4 taulukossa 2 on lisäksi esitetty kaavamääräyskohtaisia suosituksia.



Kuva 3.1. Luonnonmukaista hulevesien hallintaa kaupunkirakentamisen rinnalla. Riittävät tilavaraukset sini-viherrakenteelle helpottavat ilmastonmuutokseen sopeutumista ja luovat viihtyisää ympäristöä (Kuva: Elka Lupunen).

3.3 Kulttuuriperintö

Kulttuuriperinnön teemakartalla ja kaavamääräyksissä esitetään huomioon otettavat valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti arvokkaat rakennetun kulttuuriympäristön alueet ja kohteet, kulttuurimaisemat ja arkeologiset kohteet.

Tampereen kulttuuriympäristö on osa laajemman seudun identiteettiä sekä mahdollisuuksia tunnistaa yhteiskunnassa aiemmin tapahtuneita muutoksia ja vaiheita. Kulttuuriympäristö tukee myös vahvasti matkailua ja vapaa-ajan mahdollisuuksia ja niiden kehittymistä. Rakennetun kulttuuriympäristön kohteista on myös mahdollisuus oppia suomalaisiin olosuhteisiin sopeutuneita rakentamisen käytäntöjä ja elämäntapaa.

3.3.1 Riskeihin vaikuttavat tekijät

Kulttuuriperinnön arvoalueita ja kohteita asettavat vaaraan sekä sään ääri-ilmiöt että pitkällä aikavälillä toistuva ja kasvava rasitus.

Rakennuksiin ja rakenteisiin kohdistuvat rasitukset. Rakennuskantaa uhkaavat lisääntyvä kosteuskuorma ja vaihtelevan sään tuomat rasitukset. Rakennuksiin kohdistuva rapautuminen, lisääntyvä kosteus ja katon ja perustusten rasitukset lisäävät korjaustarvetta ja nopeuttavat korjaus sykliä. Alueiden maaperää rasittavat roudan väheneminen, talvien sateisuus ja pohjaveden korkeuden muutokset, jotka koettelevat erityisesti sortumaherkkää maaperää. Lisääntyvät rankkasateet ja roudan puute voivat vaikuttaa maaperän vakavuuteen esimerkiksi Pispalassa. Muuttuvat olosuhteet voivat vaikuttaa myös arkeologisten kohteiden säilyvyyteen.

Tunnistettavien maisemien herkkyyt. Maisemallisesti arvokkaissa kohteissa vanha puusto sekä harjumetsät voivat olla haavoittuvia myrskytuulille, kuivuudelle sekä roudan vähenemiselle.

Korvaamattomuus. Kulttuuriympäristö on erityisen haavoittuva siksi, että ainutlaatuisuutta ja historiallisia arvoja ei voida korvata, jos ilmatoriskit aiheuttavat menetyksiä.

3.3.2 Varautuminen ja sopeutuminen

Kulttuuriympäristön sopeutumistarpeet liittyvät erityisesti riskien ennakoimiseen. Sopeutumisen tueksi on tarpeen tunnistaa haavoittuvimpia osa-alueita sekä tehdä herkkien kohteiden säännöllisiä riski- ja kuntokartoituksia. Perinteinen suomalainen, ennen sotia syntynyt rakentaminen on pohjautunut pitkälti paikallisten sääolosuhteidemme huomioiseen. Se onkin kulttuurihistoriallisten ympäristöjen vahvuus. Arjessa käytössä olleita rakennuksia korjattiin ja päivitettiin pikkuhiljaa. Tätä on tarpeen jatkaa ja suunnitella rakenteiden korjattavuutta sekä ylläpitää kulttuuriympäristön kohteiden korjausosaamista.

Hulevesiriskeihin ja kuumuuteen sopeutumisen kannalta kulttuuriympäristöjen vahvuutena on, että ne ovat suojeltuja tiivistämiseltä. Näin esimerkiksi palstoittamalla syntyneillä alueilla säilyy lämpäisevää pintaa sekä pienilmastoa parantavaa kasvillisuutta. Kulttuuriympäristöjen kasvillisuuden elinvoimaisuuden, monimuotoisuuden ja moni-ikäisen rakenteen ylläpito voi ehkäistä puuston menetyksiä ja kasvattaa kasvillisuuden sopeutumiskykyä.

Kulttuuriympäristöjen ilmastonkestävyyden ja sopeutumisen haasteena voi olla fyysisten muutosten toteuttaminen kaavamääräysin suojelluilla alueilla. Mahdollistamalla ilmatoriskeihin varautuminen myös yleiskaavatasolla voidaan turvata kulttuuriympäristöjen identiteetin säilymistä. Ympäröivien uudisrakentamisalueiden suunnittelussa tulee huomioida kulttuuriperintöön kohdistuvien ilmasto- ja säänriskien minimointi.

Yleiskaavaluonnoksen teemakarttaan suositeltavia huomioita on koottu liitteen 4 taulukkoon 3.

3.4 Kestävä vesitalous, ympäristöterveys ja yhdyskuntatekninen huolto

Kestävän vesitalouden, ympäristöterveyden ja yhdyskuntateknisen huollon teemakartalla ja kaavamääräyksissä esitetään kestävän vesitalouden ratkaisut hulevesien hallinnan ja pohjavesien suojelun osalta, melun, ilmanlaadun sekä kemikaalilaitosten huomiointialueet sekä teknisen huollon verkostojen kehittäminen energiahuollon, sähkönjakelun, vesihuollon, jätehuollon ja yleisten alueiden huollon osalta. Ympäristöterveyden osalta pyritään minimoimaan kaupungin toiminnoista ja elinympäristöstä ihmisiin kohdistuvia terveyshaittoja.

Teeman tarkoitus on huolehtia yhdyskunnan toimintoja ylläpitävästä "aineenvaihdunnasta", veden, energian ja jätteen liikkeestä ja ohjailusta rakennetussa ympäristössä. Mitä tiiviimpi on kaupunkirakenne, sitä monimutkaisempi on näiden toimintojen verkosto. Ilmastonmuutoksen näkökulmasta teema on keskeisessä roolissa hulevesiriskeiden sekä huoltovarmuuden kannalta, ja liittyy vahvasti teemakarttoihin 1 sekä 2.

3.4.1 Riskeihin vaikuttavat tekijät

Vesitalous. Vesitalouden kannalta ensisijaisia ilmatoriskejä ovat tulvat, eroosio ja lisääntyvien hulevesien haitta-ainekuormitus. Ilmastonmuutos vahvistaa monia näitä kaupungistumisen jo nykyilmastossa vauhdittamia muutoksia luonnollisessa vedenkierrossa, kuten virtaamien äärevöitymistä, pintavalunnan ja hajakuormituksen kasvua sekä lumen sulamisen aikaistumista. Purojen ja järvien vedenkorkeuden vaihtelu kasvaa. Rankkasateet saattavat lisääntyä enemmän kuin kokonaissadanta.

Tulvat. Hulevesitulvien mahdollinen yleistyminen johtuu sekä sateiden muutoksista että läpäisemättömän pinnan lisääntymisestä kaupunkirakenteessa. Tulvariski kasvaa katu- ja korttelitasolla. Ylivuodot sekaviemäröidyillä alueella voivat lisääntyä. Tulvareittien epäjatkuvuuskohdat on kartoitettu Tampereella 2018 (Ramboll). Kantakaupungin alueella merkittävimmät kohteet on esitetty liitteen 2 kartassa.

Eroosio ja kiintoaines. Kasvatavat sateen rankkuudet lisäävät eroosiota paljaissa rinteissä, avouomissa ja rakennustyömailla. Kiintoaines heikentää vesistöjen laatua ja voi tukkia putkia.

Haitta-aineet ja pohjaveden korkeus. Lisääntyvä sademäärä kasvattaa kaupunkialueilta kulkeutuvaa haitta-ainekuormitusta. Suolausmäärien lisääntyminen heikentää hulevesien ja vesistöjen laatua väylien ympäristössä sekä mahdollisesti pohjavesissä, kun nollan ympärillä olevat lämpötilat yleistyvät. Kuivuus ja lisääntyvä sadanta voivat aiheuttaa pohjaveden korkeuden ja laadun muutoksia, mikä voi vaikuttaa vesihuoltoon. Ylivuodot puhdistamolta ja epäpuhtaudet lumenkaatopaikalta tulee myös huomioida. Vesistöjen virkistysarvot ja hygieeninen taso saattaa kärsiä.

Erytisen haavoittuvaisia haitta-aineille ovat pohjavesialueet, avainbiotoopit, ja luonnontilaisista vesistöistä tiealueiden sekä teollisuusalueiden läheiset purot ja järvien rannat sekä tärkeät kosteikot.

Huoltovarmuus. Huoltovarmuuden kannalta kriittisiä ilmatoriskejä ovat myrskyjen aiheuttamat sähkökatkokset ja kuljetuksien estyminen tulvimisen tai sään vuoksi. Sääolosuhteet voivat myös vaikuttaa onnettomuusriskeihin. Nollapistepäivillä on haitallinen vaikutus infrastruktuurin rakenteisiin sekä toimintaan.

3.4.2 Varautuminen ja sopeutuminen

Kestävällä hulevesien hallinnalla voidaan kompensoida ja ehkäistä sekä kaupungistumisesta että ilmastonmuutoksesta aiheutuvia haittoja. Vesitalouden yleismääräyksessä edellytetäänkin kaupungin hulevesiohjelman noudattamista. Lisäksi kaavaluonnoksessa on valuma-alueittain ja kohteittain otettu kantaa hulevesien laadullisen ja määrällisen hallintaan, ja osa herkistä kohteista on nostettu esiin. Sopeutumisen kannalta olennaista on, miten määrät viedään käytäntöön. Hulevesien hallinnan tavoitteita ja syitä on tarpeen tarkentaa, sillä se ohjaa ratkaisujen mitoitusta ja tyyppiä. Vesienhallinnassa käytettäviä keinoja ei kuitenkaan tule lukita yleiskaavassa, sillä tavoitteena tulisi olla järjestelmän joustavuus.

Hulevesiriskien hallintaa on aiheellista tarkastella yhdessä viherverkoston kanssa. Alla olevien hallinta- ja sopeutumiskeinojen lisäksi tarkempia suosituksia on koottu kaavamerkinnöittäin liitteen 4 taulukkoon 4.

- Turvataan riittävät tilavaraukset sekä sini-viherrakenteen integroiva suunnittelu hulevesiin ja vesistöihin liittyvien ilmatoriskien hallitsemiseksi.
- Tarkistetaan kapeissa kohdissa sinivihreän verkoston riittävä leveys, esimerkiksi hulevesien hallintaan varattavat alueet ja puustoiset yhteydet eivät voi olla päällekkäin.
- Täydennetään valuma-alueiden kohdekohtaisiin tavoitteisiin hallinnan syy: esimerkiksi eroosion tai tulvinnan ehkäisy, tai alapuolisen virtausreitit kapasiteettiongelmien helpottaminen.
- Käsitellään hulevedet (myös liikenne- pohjavesialueilla) ensisijaisesti lähellä syntyisiä ennen pois johtamista.
- Huomioidaan katuverkoston suunnittelussa ja kehittämisessä entistä paremmin hulevesien hallinta. Selvitetään suolaantumiseen liittyvää ongelmaa ja tehdään tarvittavia tilavarauksia.
- Harkitaan läpäisemättömän pinnan määrään liittyvää merkintää valuma-alueitasolla. Tutkitaan läpäisemättömän pinnan lisääntymisen kompensointikeinoja, jotka edistävät kaava-alueen sopeutumista hulevesiriskeihin.
- Selvitetään hulevesiviemäreiden saneeraustarve ja suositaan avo-ojia. Putkitusten avaaminen luonnonmukaisiksi avouomiksi voi merkittävästi edistää lisääntyvien hulevesiriskien hallintaa. Rakentamisen alueilla tarvitaan ojille riittäviä tilavarauksia.
- Kaikkien alueiden hulevesiratkaisuja ei ole tarkoituksenmukaista mitoittaa tietyn sateen perusteella.
- Kaikilla osa-alueilla tarvitaan tulvilta turvallisia paikkoja ja tulvareittiä, suunnitellaan tilapäisiä tulva-alueita.

- Merkitään vesialueille ja siniverkostoon tulva-alueita tai yhteystarpeita samaan tapaan kuin merkitään viherverkoston yhteystarpeita sekä ekologisia yhteyksiä.
- Selvitetään ja toteutetaan koko kantakaupungin kattava hulevesimalli, joka toimii hulevesisuunnittelun pohjana.
- Tarkastellaan ilmatoriskejä sekä valuma-alueiden ja hulevesien hallinnan tilaa ja tarpeita uudelleen säännöllisin väliajoin.

Yhdyskuntateknisen huollon sijoittamisessa osin toteutuvaa hajautettua sijoittamista (esim. energiantuotanto, vesihuolto) ja varajärjestelmiä on tarve kehittää niin, ettei riski kohdistu kerralla koko kapasiteettiin. Monet kaupungin ja arjen toiminnot ovat tulevaisuudessa yhä enemmän riippuvaisia sähköstä, joten sähkökatkojen ehkäiseminen on keskeistä. Hiilineutraalit energiamuodot hillitsevät ilmastonmuutosta ja ovat sitä kautta osa riskinhallintaa. Niihin liittyvät rakenteisiin kohdistuvat riskit on tarpeen kartoittaa. Lakisääteisesti arvioitavan kriittisen infrastruktuurin turvaamiseen on tarpeen lisätä ennakoiva riskinarvioinnin näkökulma.

Huoltovarmuuden näkökulmasta on huomioitava tulvista aiheutuva riski liikenteen mahdollisiin katkoksiin, ja turvattava ensihoidon ja pelastustoimen tavoitettavuus. **VAK-ratapihalle** määrätyn riskiarvioinnin ulottaminen muihinkin kriittisiin kohteisiin on suositeltavaa. Helleriskin hallinnan ja siihen liittyvien lämpösaarekeilmiön ehkäisemisen tai riskikohteet/riskiselvityksen voisi sisällyttää **ympäristöterveyden** määräyksiin.

3.5 Yhteiset asiat

Edellä on tunnistettu useita ilmatoriskitekijöitä ja kantakaupungin maankäyttöön liittyviä haavoittuvuuksia. Lopuksi nostetaan esiin useampaa yleiskaavaluonnoksen teemakarttaa koskevia asioita.

Vahvuudet. Yleiskaavaluonnoksen hyviä ominaisuuksia ovat kantakaupungin rakentamisen ja viherympäristön moniosainen, kattava verkostomaisuus sekä hajautettu keskustarakenne ja yhdyskuntatekninen huolto. Näin voidaan tukea elinympäristöjen

säilyminen sekä infran varajärjestelmien ja muiden toimintoja korvaavien elementtien olemassaolo riskien toteutuessa jollakin rajallisella alueella. Kaavaluonnoksen mukainen monikeskuksisuus tukee kantakaupungin muutoskestävyyttä.

Pahin skenaario. Pahin skenaario olisi luultavasti useamman vaaratekijän ja haavoittuvuuden summa, eräänlainen ketjureaktio. Kaupunkirakenteen kannalta Tampereen kriittisenä haasteena on pullonkaula järvien välissä. Esimerkki ongelmien ketjuuntumisesta voisi olla voimakkaan myrskyn aiheuttama puiden kaatuminen, infrastruktuurin ja reittien katkokset sekä rakennusten vauriot. Haavoittuvuutta voisi lisätä myrskyä edeltävä erityisen kuiva kesä tai leuto, vähäroutainen talvi. Tuolloin rankkasateet voisivat aiheuttaa eroosiota ja tulvimista sekä levittää haitta-aineita ja kiintoainesta. Tapahtumaa seuraavat poikkeukselliset sääolot, kuten kuivuusjakso, hidastaisivat ekosysteemin toipumista.

Viherympäristön tärkeys. Kantakaupungin sini-viherrakenteen merkitys ilmatoriskien hallinnassa ja niihin sopeutumisessa toistuu ja korostuu kaikissa teema-alueissa. Siksi kaupunkirakenteen tiivistyessä on tarve uudelle otteelle, jolla luontopohjaiset riskinhallinnan ja sopeutumisen toimet saadaan osaksi rakennettua ympäristöä. Ne tukevat myös ihmisten terveyttä ja viihtyvyyttä.

Ihmiset. Fyysisen ympäristön muutokset eivät yksin riitä ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Myös ihmisten, kaupungissa toimijoiden tulee ilmastonmuutoksen myötä muuttaa toimintatapojaan, koska toimintaympäristöön tulee paljon muutoksia. Tämä saattaa tuottaa lisätyötä kaupunkistrategian tavoitteiden toteutumiseksi. Haaste on pitkälti kulttuurinen ja yleiskaavan kautta siksi hankala ratkaista.

Riskinhallinta ja sopeutumistoimet tai niiden puute eivät saisi aiheuttaa sosiaalista eriarvoistumista. Väestön haavoittuvuuteen tai sopeutumiskykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi ikärakenne, varallisuus sekä terveyden ja elinkeinojen kytkökset ilmatoriskeihin. Yleiskaavoituksen riskiarvioinneissa ja valinnoissa on tarve kiinnittää huomiota kantakaupungin eri osa-alueiden demografisiin tekijöihin sekä sopeutumisen sosiaaliseen ulottuvuuteen.

4 Ilmatoriskien hallinnan sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen yleiskaava-luonnokseen

Seuraavassa hahmotellaan askelmerkkejä ilmastonmuutokseen sopeutumisen toteuttamiseksi. Lisäksi esiin nostetaan ajatuksia siitä, kuinka ilmastonmuutokseen sopeutumisesta voi tulla jatkossa kiinteämpi osa yleiskaavaa. Lopuksi esitetään suosituksia tarpeellisista jatkotoimenpiteistä.

4.1 Askelmerkkejä varautumiseen

Ilmastossa näkyvät muutokset toteutuvat todennäköisesti keskenään eri nopeuksilla, voimakkuuksilla, mittakaavalla ja toistuvuuden tiheydellä. Nykyisten ennusteiden mukaan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin tämän vuosisadan loppupuolella ja niissä kehityspoluissa, joissa kasvihuonekaasupäästöjen määrä kasvaa voimakkaasti. Kuitenkin muutoksia on jo nyt havaittavissa ja eri ilmastoskenaariot antavat pitkälle yhdensuuntaisia vaikutuksia vielä vuoteen 2040 saakka.

Sopeutuminen muutokseen on keskeistä aloilla, jossa muutokset toteutuvat vähitellen valittujen kehittämistoimien seurauksena, kuten yleiskaavoituksessa. Riskien ennakoiminen on tärkeää. Lisäksi monissa toiminnoissa on tarpeen jo lyhyellä aikavälillä varautua nykyistä voimakkaampiin ja tiheämmin esiintyviin sään ääri-ilmiöihin. Sopeutumiskyvyn kehittäminen nopeuttaa palautumista ääriolosuhteista.

4.1.1 Priorisointi

Kaupunki vastaa julkisten toimintojen ja alueiden käytettävyydestä ja turvallisuudesta sekä ohjaa yksityisten toimintojen sijoittamista ja laatua. Yleiskaavassa kaupunkistrategiaa siirretään

kartalle – tarkempaa suunnittelua ohjataan määrittämällä sijainnit eri kehittämisperiaatteille, painopisteille ja maankäytön toiminnoille. Kaavalla sovitetaan sosiaalisia, taloudellisia, ekologisia sekä teknisiä tarpeita ja olosuhteita toisiinsa sekä haetaan eri toiminnoille synergiaa, yhteistä etua.

Priorisointi auttaa etenemään riskien arvioinnista sopeutumiseen. Ilmatoriskien kannalta Tampereen kantakaupungin yleiskaavassa tulisi ensisijaisesti turvata yhteiskunnan perustoimintojen edellytykset.

Priorisoinnin haasteena on todennäköinen useiden riskien ja haavoittuvuuksien yhteisvaikutus. Talous ja väestön hyvinvointi ovat riippuvaisia infran ja ekologisten olosuhteiden kunnosta ja päinvastoin. Yksittäisen teeman sijaan yhteiskunnan toimivuus tukeutuu siis eri toimintojen väliseen tasapainoon.

Priorisointi – oleellisimpia kaavalla turvattavia toimintoja

Väestön turvallisuus ja hyvinvointi

Hengenvaaraa aiheuttavien tilanteiden ehkäisy

Infran kestävyys ja toimivuus

Kriittiset liikenteen ja yhdyskuntateknisen huollon verkostot (sähkö, sairaalat, pelastustoimi, logistiikka, vesi- ja viemäriverkosto) sekä varautuminen kriisitilanteisiin, kuten evakuointitarve, kotien menetykset, pelastuskuljetukset.

Perustarpeet ja arjen toimivuus: Rakennuksiin sijoittuvat toiminnot (asuminen, palvelut, työpaikat, vapaa-aika)

Ekologiset olosuhteet

Puhdas ilma ja vesi, ravinnontuotannon mahdollisuudet
Sini-viherverkoston yhtenäisyys, avainekosysteemien säilyminen, herkät ja ainutlaatuiset luonnonalueet ja lajisto.

Taloudellinen toiminta

Tulonhankinta ja perustarpeiden saatavuus (työpaikat, kiinteistö- ja infra-vahingot, tuotannon estyminen)

4.1.2 Toteutus ja seuranta

Sopeutumistoimien ajoittaminen kustannustehokkaasti vaatii kaupungin taloutta ja ilmastoa koskevan tiedon yhdistämistä sekä arviointia laajalla aikajänteellä. Turvattavien toimintojen lisäksi keskeistä on erotella, millä osa-alueilla muutoksiin reagoiminen on vielä helppoa ja jo toteutettavissa. Samalla on mietittävä, miten ilmastonmuutokseen voidaan vastata vaikeasti muutettavissa tai haavoittuvissa kohteissa. Erityisesti huomioitavat riskit on tarpeen määrittää aluekohtaisesti.

Ratkaisujen monimutkaisuuden lisäksi ajoittaminen voi olla riippuvaista kustannuksista – jotkut hallinnan ja sopeutumisen toimenpiteistä vaativat merkittäviä investointeja, kun taas osa voidaan tehdä pienin kustannuksin ja asteittain. Monet raportissa esitetyt ajatukset sopeutumisesta voidaan integroida monikäyttöisen kaupunkiympäristön suunnitteluun, ja ne ovat hyödyllisiä ilmastonmuutoksesta riippumatta. Hyvät ratkaisut ovat muunneltavissa, ja ennakoiva toteutus vähentää ylläpito- ja korjauskustannuksia.

Nopeimmin tulee varautua äkillisiin tulvariskeihin ja hulevesikuormituksen piikkeihin, huoltovarmuuden katkoksiin, nollapistepäivien lisääntymiseen sekä elinympäristöjen tai ekologisten yhteyksien katkeamiseen metsäpaloissa tai myrskyissä. Hengenvaaratilanteiden ehkäisemiseksi on tutkittava, missä ihmiset riskin hetkellä sijaitsevat. Pidemmällä aikavälillä ja pysyvien ratkaisujen suunnittelussa on tarve varautua nouseviin lämpötiloihin, rapautumiseen sekä lisääntyvään kosteuteen ja pilvisyyteen. Välittömät ja välilliset riskit kuitenkin liittyvät toisiinsa, eikä tarkkaa ohjeistusta varautumisen ajankohdasta voida antaa. Varautumista on päivitettävä maankäytön sekä ilmastonmuutoksen arvioiden kehityksen myötä. Ennusteiden lisäksi ennakointiin tarvitaan myös seurantaa.

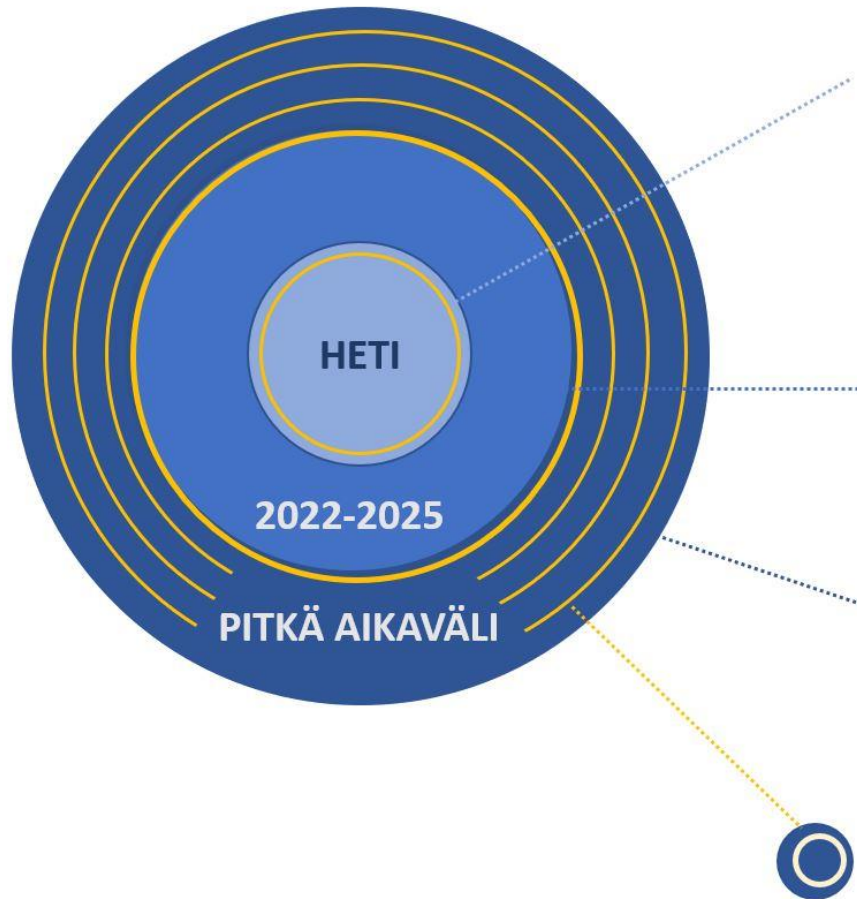
Tampereella on vahvuutena usein ja säännöllisesti päivittyvä yleiskaava, joka antaa mahdollisuuden liittää uusin tieto joustavasti suunnitteluun. On tärkeää, että tuleviin ilmastonmuutokseen liittyviin muutostarpeisiin reagoidaan entistä vahvemmin tulevissa yleiskaavan päivityksissä ja olosuhteiden muutosta seurataan kaavoitusta tukevin selvityksin. Seurannassa on suositeltavaa kerätä ja analysoida ilmastonmuutoksen hallinnan ja sopeutumisen

toimenpiteistä koituneita hyötyjä tai haittoja. Tätä varten on tarpeen tunnistaa laadullisia tai määrällisiä indikaattoreita.

Esimerkkejä seurannan indikaattoreista

- läpäisemättömän pinnan osuus (%) rakentamisalueilla
- hulevesitulvien esiintymistiheys ja vahinkojen määrä
- viheralueiden pinta-alan muutokset
- puuston menetykset
- osa-aluekohtaisten riskiarvioiden määrä (laadittu % alueille)
- uuden rakennuskannan määrä (k-m²), jossa huomioitu sopeutuminen ilmastonmuutokseen
- rakennuksiin ja infraan kohdistuvien sääilmiöistä johtuvien korjaustehtävien määrä ja säästöt korjauskustannuksissa
- kaupunkilaisten varautuneisuus ja sopeutumiskeinot

Seuraavan sivun kaaviossa hahmotellaan askelmerkkejä ilmatoriskien hallinnan ja sopeutumisen toteutukseen (kuva 4.1).



- HETI** Tämän valtuustokauden aikana ja kaavaehdotuksessa
- Ehdotetut muutokset kaavaan ja siten asemakaavan ohjaamiseen
 - Uusien toimintamallien suunnittelu esim. uudistettavilla alueilla ja varajärjestelmien, joustavuuden luomiseksi
 - Kaavaluonnoksen pohjalta rohkea ilmastonmuutoksen hillinnän painotus, aloittaen huoltovarmuudesta ja riskikeskittymistä

- 2022-2025** Seuraavalla valtuustokaudella
- Tulevat selvitykset
 - Tarpeelliset strategiset muutokset
 - Mahdolliset uudet alueelliset painopisteet liittyen riskien hallintaan

- PITKÄ AIKAVÄLI** tulevina valtuustokausina ja vuosikymmeninä 2040 ja 2060
- Uudet tavat toteuttaa yhteiskunnallisia toimintoja, kuten kulutuksen muutokset, palvelut ja työnteke sekä vahvempi kaupunkiekologia
 - Uudenlainen yhdyskuntarakenne ja asukasmäärä?
 - Muuttuneet liikkumisen tavat?

- TOISTUVAT** toimenpiteet
- Ilmastonmuutoksen ennusteiden seuranta
 - Riskiarvioiden päivittäminen

Kuva 4.1. Riskienhallinnan ja sopeutumisen askelmerkit Tampereen kantakaupungin yleiskaavoituksessa.

4.2 Sopeutumisesta valtavirtaa: dynaaminen yleiskaava ja muutoskestävyys

Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joka ilmenee paikallisesti hyvin eri tavoin. Haasteena se on monimutkainen, ns. *wicked problem*. Sille ei ole selkeää yhtä ratkaisua ja sen vaikutukset tuntuvat useilla eri yhteiskunnan osa-alueilla. Ilmastonmuutoksen suoria ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan on hankala ennustaa usean vuosikymmenen päähän. Olosuhteet saattavat muuttua nopeasti ja odottamattomaan suuntaan. Jatkuva riskiarviointi ja ennakointi esimerkiksi joustavin ja muuntelukykyisin ratkaisuin on kustannustehokasta.

Keskeistä yleiskaavassa olisikin kaupunkiympäristön *resilienssi eli muutoskestävyys*. Resilienssin kehittäminen on strateginen lähestymistapa ilmastonmuutoksen haasteisiin. Muutoskestävä kaupunkiympäristö muodostuu esimerkiksi joustavuudesta, ekologisesta ja sosiaalisesta monimuotoisuudesta, sini-viherrakenteen kytkeytyneisyydestä sekä varajärjestelmistä (redundanssi). Nämä ominaisuudet voivat koskea niin kaupunkirakennetta ja kunnallistekniikkaa kuin myös yhteisöjä, luonnon elinympäristöjä ja virkistysalueita.

Yleiskaava on oleellinen mittakaavataso kaupungin ilmatoriskien hallinnan ja sopeutumismahdollisuuksien kehittämiseen, sillä siinä luodaan kokonaiskuvaa kaupungin ekologisten, sosiaalisten ja teknisten verkostojen kytkeytymisestä toisiinsa. Samalla karttamerkinnät ovat paikallistettavissa kaupungin vaihteleviin olosuhteisiin, kuten maastonmuotoihin.

Tampereella valtuustokausittain päivittyvä yleiskaava on hyvä askel kohti joustavuutta, samoin nykyinen paikkatietojärjestelmä QGIS:iin kytketty kaavakartta. Yleisimpien paikkatietoaineistojen mittakaava sopiikin hyvin yleiskaavatyöhön. Kaavoitusta on mahdollista kehittää itsessään yhä enemmän älytoiminnoin täydennyksi kaupungin kehityksen elinkaarityökaluksi. Dynaamiseen, tietomallipohjaiseen kaavaan (esim. Sitowise et al. 2019) olisi mahdollista kytkeä ajantasainen tieto olosuhteista sekä eri toimintojen kertaantuminen, toistuminen ja seuraamuksen laajuus.

4.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä selvityksessä arvioitiin yleiskaavan vaikutuksia ilmatoriskien hallinnan ja sopeutumisen näkökulmasta. Työssä on tarkasteltu Tampereen kantakaupungin ominaisuuksia ilmatoriskialttiuden näkökulmasta nojautuen aiemmin laadittuun SECAP-raporttiin sekä tarkastelemalla neljää teemakarttaa. Työssä järjestettiin myös työpaja, jonka aineistoa hyödynnettiin arvioinnissa.

Raportti on nostanut esiin konkreettisia haasteita, joita ilmastonmuutos voi tuoda Tampereen kantakaupungin alueelle lähivuosisikymmeninä. Selvityksessä on tunnistettu useita ilmastoon ja maankäyttöön liittyviä riskitekijöitä ja haavoittuvuuksia sekä mahdollisuuksia varautua niihin yleiskaavatasolla.

Riskien kohdentuminen. Keskustat ovat todennäköisimmin sosiaaliselta, tekniseltä ja taloudelliselta kannalta riskien keskittymiä. Ekologiaan välittömästi ja välillisesti kohdistuvat ilmatoriskit koettelevat erityisesti kapeita viheryhteyksiä, sirpaleisia alueita ja herkkiä vesistöjä. Ilmatoriskien ja sopeutumisen sosiaalisen ulottuvuuden arviointiin kaava-aineisto antaa vähemmän pohjaa.

Priorisointi ja seuranta. Riskinhallintaa voidaan lähestyä priorisoimalla, minkä pohjaksi haavoittuvuuksia ja sopeutumistoimenpiteitä on tarkasteltava osa-aluekohtaisesti. Ensisijaiseksi tavoitteeksi on nostettu huoltovarmuus. Haasteena on useiden riskien ja haavoittuvuuksien yhteisvaikutus sekä ennustamattomuus. Osa riskeistä vaikuttaa hitaasti, osa äkillisesti. Siksi jatkossa tarvitaan myös seurantaa ja tarkentavia selvityksiä. Sopeutumisessa avainasemassa on sini-viherrakenteen riittävä laajuus ja kaupunkirakenteeseen integroitu suunnittelu.

Korvaamattomuus. Erityisesti viherympäristön osalta tulee huomioida riittävien yhteyksien ja alueiden turvaaminen, sillä niiden menetykset saattavat olla peruuttamattomampia ja ennallistaminen menetyksen jälkeen saattaa olla erittäin vaikeaa. Vastaava haaste on kulttuuriympäristöjen kohdalla. Harvinaisia, uniikkeja ja ikänsä vuoksi arvokkaita kohteita on mahdoton saada korvattua alkuperäisinä. Laaja reservi voi tukea menneiden aikakausien merkkien säilymistä mahdollisista menetyksistä huolimatta.

Sopeutumisesta valtavirtaa. Tampereen kaupunki ottaa kaupunkistrategiallaan, yleiskaavaluonnoksellaan ja jatkuvasti päivittyvällä yleiskaavoituksella suuren askeleen ilmastonmuutokseen varautumisessa. Riskien hallinta ja niihin sopeutuminen vaativat laajoja yhteiskunnallisia muutoksia sekä yhä tarkempaa huomiota yleiskaavatasolla. Näin saadaan tukea niiden edistämiseen ja ratkaisemiseen tarkemmassa jatkotyössä: asemakaavoituksessa, rakennusjärjestyksessä sekä poliittisissa prosesseissa. Jatkossa on tärkeää tehdä ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksista käytännön tasolla tuttuja ilmiöitä suunnittelijoille, päättäjille ja kaupunkilaisille. Eli nostaa päivittäisessä työssä esiin ilmastonmuutoksen tuomia konkreettisia tilanteita ja seurannaisvaikutuksia. Näin tulevissa valinnoissa osataan huomioida tulevia muutostarpeita ja epävarmuustekijöitä – hyväksyä jatkuva muutos ja olla hereillä joustamaan totutusta.

4.4 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Tehdyn arvioinnin pohjalta suositellaan yleiskaavaluonnoksen täydentämistä ilmatoriskeihin ja sopeutumiseen liittyvillä huomioilla. Lisäksi tulevan valtuustokauden kaavan painotukseksi ehdotetaan ilmastonmuutoksen hillinnän lisäksi riskien hallintaa ja sopeutumista. Riskeihin voidaan pureutua tarkemmin selvittämällä ja tuomalla esiin mm. hulevesien hallinnan tavoitteet, tuulisuusvyöhykkeet tai demografiset haavoittuvuuden erityispiirteet. Niiden sekä kehitysskenaarioiden avulla voidaan nostaa esiin riskinhallinnan ja sopeutumistoimien priorisointialueita. Kun ilmastonmuutoksen ennusteet päivittyvät ja yhteiskunta sekä maankäyttö ja ympäristön tila muuttuvat, riskiarvioita on tarve päivittää. Jatkossa keskeistä on huomioida niin riski-ilmiöiden kuin haavoittuvien kohteiden mitataava ja toistuvuus eli vaikutusten kertaantuminen ja kasautuminen. Vaikutusketjuja ja heijastevaikutuksia on tärkeä pyrkiä tunnistamaan, jotta hahmotetaan, miten yhden ilmiön toteutuminen muokkaa olosuhteita seuraavalle. Myös hallinta- ja sopeutumistoimien onnistumisen ja muutostarpeiden seuranta on tärkeää. Alle on listattu selvityssuosituksia sekä tarpeita jatkotyöhön.

Selvitystarpeita

- Paikkatietopohjaiset riskikartoitukset
- Sääilmiöiden ja niiden vaikutusten seurantaohjelmat
- Osakokonaisuuksien haavoittuvuusprofilointi (esim. demografiset tekijät, elinympäristöt, rakenteet) ja sopeutumisvalmiuksien selvitys sekä sen pohjalta riskinhallinnan ja sopeutumistoimien priorisoidut alueet.
- Olemassa olevat laadullisen ja määrällisen riskinhallinnan digitaaliset työkalut (toimenpidejärjestelmät) osana dynaamista arviointijärjestelmää.
- Riskiarvion tarkentaminen riskien suuruuden ja vaikuttavuuden osalta sekä sen pohjalta laadittava hallinta- ja sopeutumistoimien priorisointi.
- Tulvareittien epäjatkuvuuskohtien riskiarviointi
- Liikenteen sujuvuuteen vaikuttavat ilmasto- ja säänriskit tulevaisuudessa
- Sähköriippuvaisuuden analysoiminen ja kulutuksen tarkastelu, sähkökatkoihin varautumisen suunnittelu
- Olevan rakennuskannan riskialueiden selvitys sekä riskinhallinnan ja sopeutumisen strategia
- Valuma-aluekohtainen tavoitteiden tarkennus
- Viherkattostrategia
- Sini- ja viherverkoston haavoittuvuus ja sopeutumispotenti-aali
- Aluekohtaiset keskusta-alueiden sopeutumis suunnitelmat
- Riskien ja sopeutumistarpeiden tarkastelu kehitysskenaarioiden avulla
- Resilienssin eli muutoskestävyyden arviointi ja suunnittelu
- Seurannan laadullisten ja määrällisten indikaattorien määrittely

5 Lähteet

Tampereen kaupungin aineistot

Kantakaupungin yleiskaavaluonnoksen, valtuustokausi 2017-2021 materiaalit, kaavakartat ja selostus: <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/yleiskaavoitus/kantakaupungin-yleiskaava-2017-2021/yleiskaavaluonnos.html> (luettu 29.10.2020).

Ramboll (2018). Tampereen tulvareittianalyysi, Tulvareitit-kartta 1:15 000, 9.4.2018.

Tampereen kaupunki (2017). Kantakaupungin yleiskaava 2040: Selostus. Hyväksytty kaupunginvaltuustossa 15.5.2017. Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 17.1.2020. Voimaantulokuulutus 20.1.2020.

Tampereen kaupunki ja Benviroc Oy (2019). Tampereen kaupungin kestävän energian ja ilmaston toimintasuunnitelma (SECAP).

Kantakaupungin yleiskaava 2040: <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/yleiskaavoitus/voimassa-olevat-yleiskaavat/kantakaupungin-yleiskaava-2040/aineistot.html> (luettu 15.10.2020).

Muut lähteet

Climate ADAPT. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/> (luettu 29.10.2020)

Ilmasto-opas, 2020, <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/dfe79a73-08ea-4686-8463-811b87f53e44/lampotilat-kohoavat.html> (luettu 29.10.2020).

Ilmatieteen laitos, 2020a, <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot> , (luettu 29.10.2020).

Ilmatieteen laitos, 2020b, <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961> (luettu 29.10.2020).

Ilmatieteen laitos, 2020c, http://www.mtt.fi/modags/Ilmastonmuutosennusteet_SR.pdf (luettu 29.10.2020).

Maa- ja metsätalousministeriö (2014). Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia 2022. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisusarja 2014:5.

Sitowise, Trimble, Symetri ja AE Partners (2019). Kuntapilotti -hanke. Ympäristöministeriö. Loppuraportti 20.6.2019. https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2019/09/2019-06-20_Kuntapilotti_loppuraportti_final.pdf (luettu 29.10.2020).

Tuomenvirta H., Haavisto R., Hildén M., Lanki T., Luhtala S., Meriläinen P., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Sorvali J., Veijalainen N. 2018: Sää- ja ilmatoriskit Suomessa – Kansallinen arvio. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 43/2018.

6 Liitteet

LIITE 1: Ilmastonmuutoksen mallintaminen

Ilmastomalleissa ilmastojärjestelmä esitetään matemaattisten yhtälöiden avulla. Luodut mallit rakentuvat maapallon ilmastoa säätelevien fysiikan lakien pohjalle. Se, kuinka paljon ilmasto muuttuu eli mikä tulevaa kehitystä kuvaavista skenaarioista toteutuu, riippuu kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisten päästöjen määrästä sekä näiden päästöjen viipymästä ilmakehässä ja niiden aiheuttamasta säteilypakotteesta.

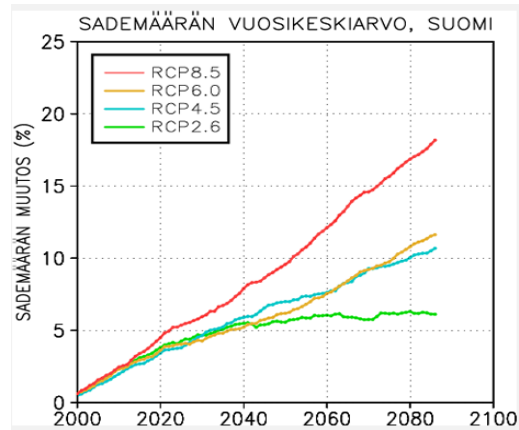
Ilmastonmuutosta simuloitaessa mallin on katettava koko maapallo, sillä ilmakehän ja merien virtaukset toimivat kokonaisuutena vaikuttaen yhtenä suurena järjestelmänä koko planeetan ilmastoihin. Malleja laskevien tietokoneitten suorituskyky asettaa rajansa sille, kuinka tarkkoja ennusteita on mahdollista tuottaa. Tietokoneitten laskentatehon rajallisuuden takia maapallonlaajuisen ilmastomallin alueellinen erotuskyky ei ole kovin hyvä, eikä malleissa pystytä ottamaan huomioon esimerkiksi maan pinnan korkeusjakauman yksityiskohtia. Tällä hetkellä useimmissa maailmanlaajuisissa ilmastomalleissa tarkkuus (hilaväli) on noin 100-400 kilometriä. Alueellista ennustettavuutta ja vaikutusten tarkempaa arvioimista varten käytetään lisäksi alueellisia ilmastomalleja, joita vielä usein täydennetään kansallisesti (Kuva L1.1).

Uusimpia kasvihuonekaasuskenaarioita kutsutaan nimellä RCP-skenaariot (Representative Concentration Pathways eli pitoisuuksien kehityskulun skenaariot). RCP-skenaariot kehitettiin IPCC:n viidettä arviointiraporttia varten. RCP-skenaarioiden pohjalta on laadittu lukuisia ilmastomalliajoja, joihin arviot ilmastonmuutoksen etenemisestä perustuvat. RCP-skenaarioissa kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisten päästöjen oletetaan kehittyvän seuraavasti:

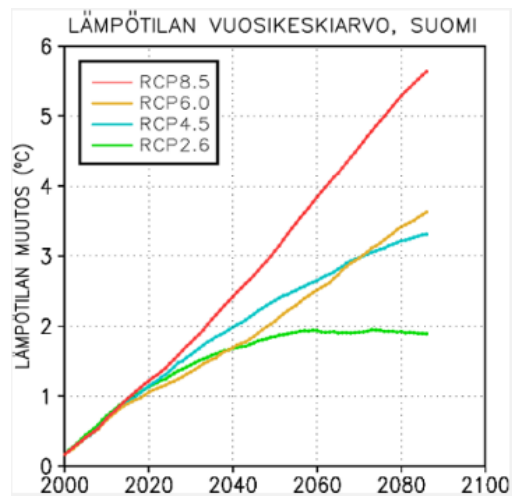
- RCP8.5-skenaario: kasvihuonekaasupäästöjen kasvu jatkuu nopeana tulevaisuudessakin.
- RCP6.0-skenaario: päästöt pysyvät aluksi suunnilleen nykyisellä tasollaan mutta ovat myöhemmin tällä vuosisadalla melko suuria.

- RPC4.5-skenaario: päästöt kasvavat aluksi hieman mutta kääntyvät laskuun vuoden 2040 tienoilla.
- RPC2.6-skenaario: päästöt kääntyvät jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat vuosisadan loppulla lähellä nollatasoa.

Mallituloksia esitetään eri kasvihuonekaasuskenaariolle. Ilmastonmuutosennusteissa annetaan arvio siitä, kuinka ilmastosuureet muuttuvat perusjaksoon eli vuosien 1981–2010 keskiarvoon verrattuna. Kesä- ja talviaikaiset ennusteet perustuvat IPCC:n SRES-skenaarioihin: A2 suuret päästöt, A1B melko suuret päästöt, B1 pienet päästöt, vertailujakso 1961-1990. Arviot ulottuvat noin vuoteen 2100. Ennusteet sisältävät suuren määrän epävarmuuksia, tarkkaa tietoa esimerkiksi ilmakehän hiilidioksidimäärän kehittymisestä ei ole. Mitä pidemmälle ennuste ulottuu, sitä enemmän epävarmuus lisääntyy (Kuva L1.2).

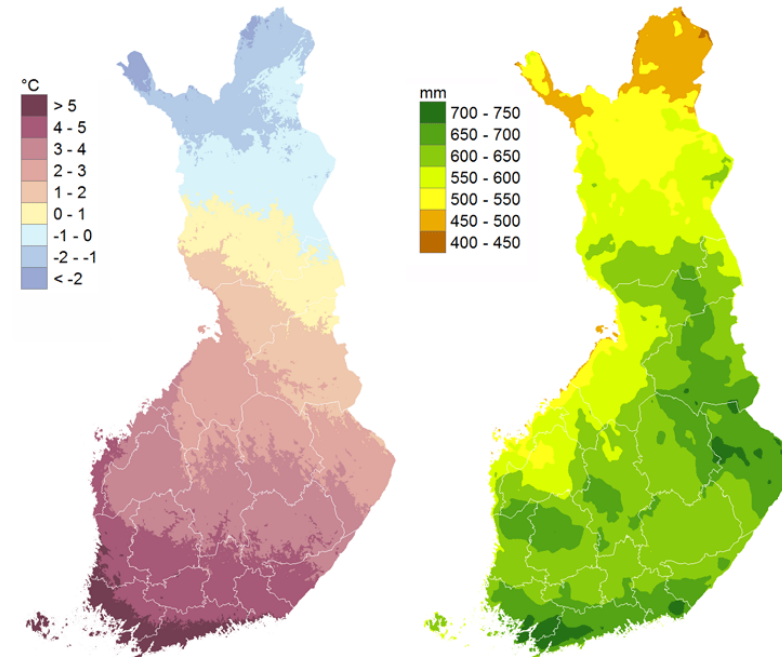


Kuva 1. Vuotuisen sademäärän muuttuminen Suomessa vuosina 2000-2085 verrattuna jakson 1981-2010 keskiarvoon (prosentteina). Muutokset ovat 28 maailmanlaajuisen ilmastomallin tulosten keskiarvoja, jotka on esitetty erikseen neljälle kasvihuonekaasuskenaariolle (RCP8.5: hyvin suuret päästöt, RCP6.0: melko suuret päästöt, RCP4.5: melko pienet päästöt ja RCP2.6: hyvin pienet päästöt). [1] Kuvan saa suuremmaksi klikkaamalla sitä.



Kuva 1. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000-2085 verrattuna jakson 1981-2010 keskimääräisiin arvoihin. Käyrät esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastomuutosmallin tulosten keskiarvoja neljälle eri RCP-kasvihuonekaasuskenaariolle (RCP8.5, hyvin suuret päästöt; RCP6.0, melko suuret päästöt; RCP4.5, melko pienet päästöt; RCP2.6, hyvin pienet päästöt). [1] Kuvan saa suuremmaksi klikkaamalla sitä.

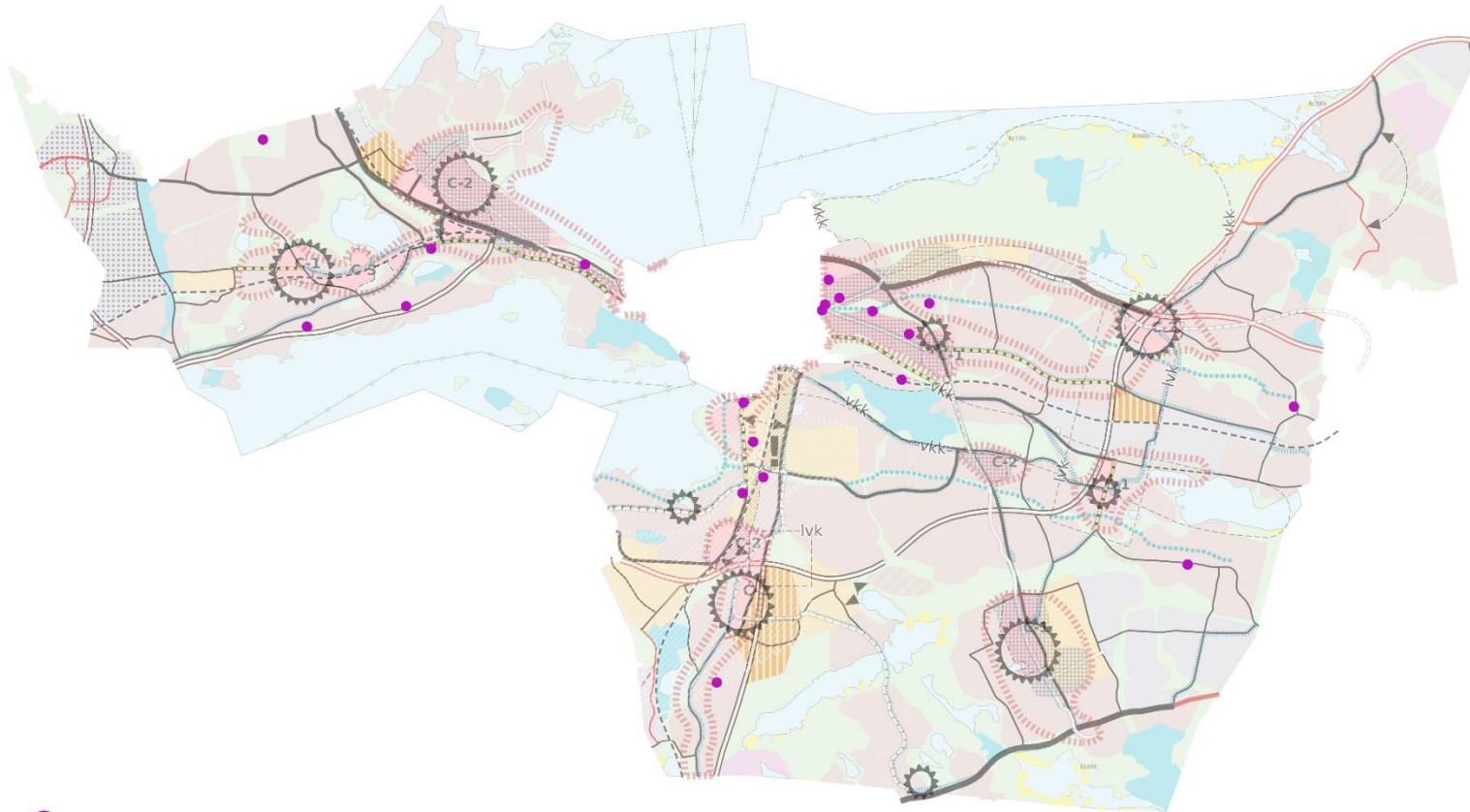
Vuoden keskilämpötila ja vuosisade 1981-2010



Vuoden keskilämpötila (°C) vasemmalla ja keskimääräinen vuosisade (mm) oikealla vertailukaudella 1981-2010.

Kuva L1.1. (yllä) Suomen keskilämpötila ja keskimääräinen vuosisade Ilmatieteen laitoksen vertailukaudella 1981-2010. Lähde: ilmasto-opas (2020)

Kuva L1.2 (vas.) RCP (Representative Concentration Pathways) -skenaarioiden mukaiset sademäärän ja lämpötilan vuosikeskiarvot Suomessa. Lähde: ilmasto-opas (2020). Kaavioissa näkyy neljän skenaarion välisen eron kasvu kohti 2100-lukua. Tämä tarkoittaa sitä, että epävarmuus kasvaa pitemmälle tulevaisuuteen ennustettaessa.

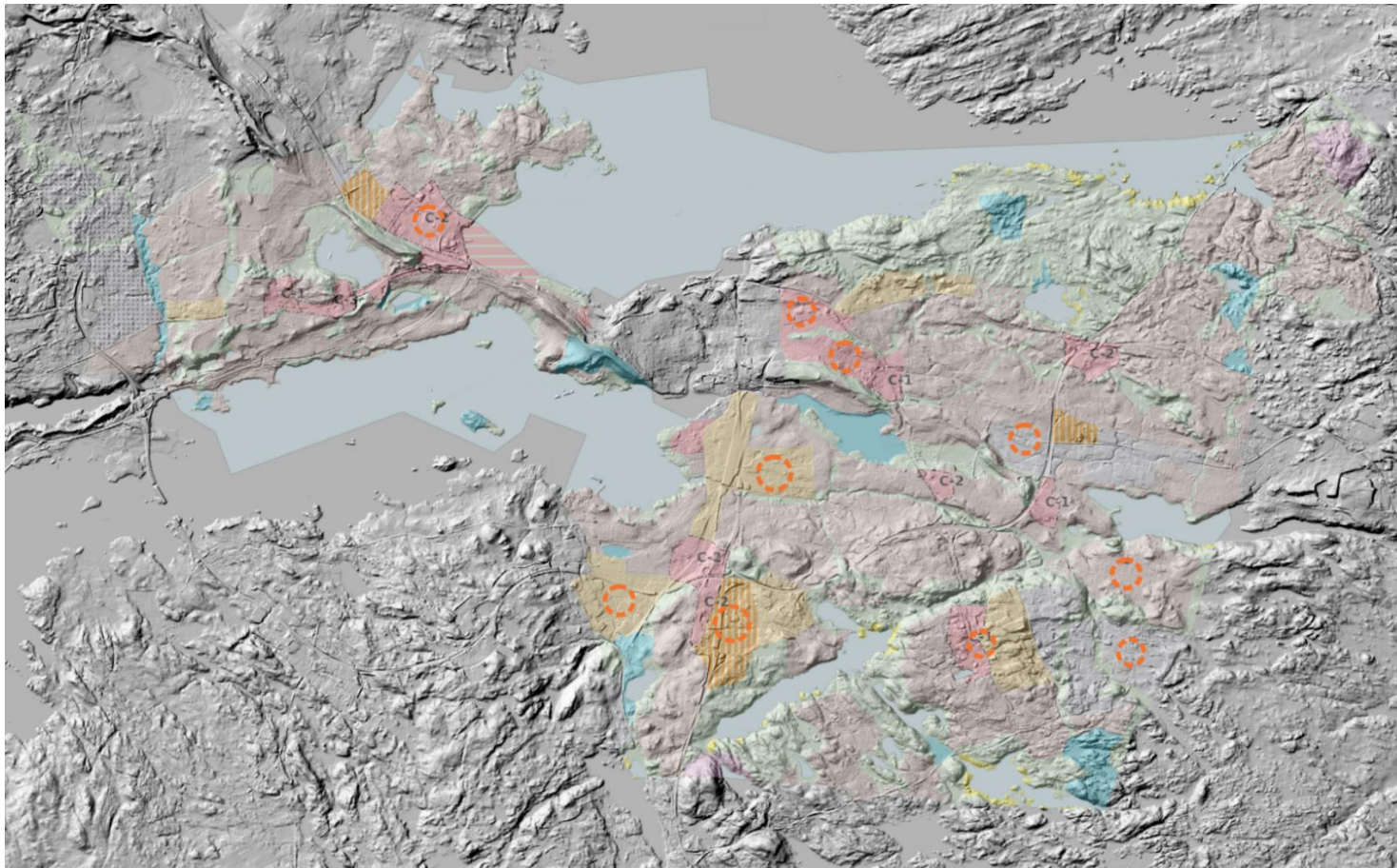
**LIITE 2: Merkittävimmät tulvareittien epäjatkuvuuskohtat
kantakaupungin alueella**

● Selvitettävä tulvareitin epäjatkuvuuskohta (Tulvareittianalyysi, Ramboll 2018)

Kantakaupungin yleiskaava 2040 / Kartta 1. Yhdyskuntarakenne
(pl. liikennekohteet)

Kartan pohjana on yhdyskuntarakenteen teemakartta ilman liikennekohteita. Teemakartalle on tuotu erittäin merkittävät ja merkittävät tulvareittien epäjatkuvuuskohtat tulvareittiselvityksestä (Ramboll 2018). Mahdolliset, selvitettävät riskit kohdentuvat erityisesti keskusta-alueille Tammelan ja Hatanpään ympäristössä.

LIITE 3: Arvio mahdollisista helleriskikohteista



 Arvio mahdollisista helleriskikohteista

Kantakaupungin yleiskaava 2040 / Kartta 1. Yhdyskuntarakenne
Rinnevarjostus MML

Arvio mahdollisista helleriskikohteista perustuu topografian ja tiiviimmin rakentuvien alueiden yhteisvaikutukseen: Ilmaston lämpenemisen myötä helleriski saattaa koetella rakennettuja alueita, joilla on paljon

läpäisemätöntä pintaa ja niukasti kasvillisuuta tuulensuojaisilla ja alavilla paikoilla sekä etelärinteissä. Paikkatietopohjainen analyysi rakeisuudesta, maanpeitteestä ja pienilmastosta on tarpeen alustavan yleispiirteisen arvioon tarkistamiseksi.

LIITE 4: Teemakarttakohtaiset taulukot sopeutumistoimista

* Suluissa oleva kirjain osoittaa ehdotuksen siitä, tulisiko huomio K=karttaan, M=määräyksiin vai S=selostukseen. Huomiot perustuvat arvioituun yleiskaava-alueen (valtuustokausi 2017-2021), mutta monet voidaan ottaa huomioon yleiskaavan seuraavan päivityksen valmistelussa.

KARTTA 1: YHDYSKUNTARAKENNE

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Yleismääräys	-	-	Huomioidaan, ettei kaupungin tiivistyminen saisi heikentää ilmastonmuutokseen sopeutumista tukevaa sini-viherrakennetta; ilmastonmuutokseen liittyvät tarpeet hulevesien ja kaupunkivihreän tilavarauksissa, luontopohjaiset ratkaisut osana kaupunkikuvaa ja infraa (M) Huomioidaan ilmastonmuutoksen vaikutus pohjaolosuhteisiin (kanta- vuus / vesi /erikoistapaukset) ja rakentamiseen (M) Huomioidaan tuulensuunnat (S) Ehdotetaan alueellisiin riskeihin kytkeytyvän rakennusten "kiertotalousindikaattorin" kehittämistä (S)
Keskustatoimintojen alueet	Tulvat, helteet	Tiivistyvässä keskustassa paljon ihmisiä, omaisuutta ja tekniikkaa, riskit keskittyvät, C-1 Kaleva, C-4	Merkitään selvitettävät tulvareittien epäjatkuvuuskohdat keskusta-alueilla (K). Katuympäristön rooli: läpäisevien pintojen määrän tavoiteluku sekä mainitaan vihreä myös pienilmaston parantajana (M, S). Uudistuvaa keskustaa C-4 uudelleen rakentaessa sekä Kaupunkistrategian kasvun ja elinvoiman vyöhykkeelle on mahdollisuus sisällyttää ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinoja edelläkävijänä (M). Laaditaan riskitarkastelu osa-aluekohtaisesti (M). Kehitetään kaupunkivihreän ratkaisuja "ilmastonmuutokseen sopeutumisiksi" ja ohjataan riittäviin tilavarauksiin (M) .
Rakentaminen, vanha rakennuskanta, rantarakentaminen	Rapautuminen ja myrskytuhot	Hiedanranta, historiallisen rakennuskannan keskittymät	Ohjataan tarkemmassa suunnittelussa riskitarkasteluun ja huomioimaan rakennusten ilmastonmuutoksesta johtuva lisääntyvä korjaustarve (S)
Rakentaminen (kaikki alueet)	-	-	Tuodaan kaikilla rakentamisen alueilla tulviin varautumisen maininta sekä "sini-viherrakenteen kytkeytyneisyys" määräyksiin (M)
Keskustatoimintojen ja virkistyssekoittunut alue	Tuulisuus, myrskyvahingot	Uusi rakentuva ranta-alue	Kaupunkirakenne ja rannan käsittely suunnitellaan tukemaan tuulisuden hallintaa ja myrskyvahinkojen ehkäisemistä (M, S)
Asumisen alue	Tulvat, helteet	alavat tuulensuojaisat asuin- alueet	Tarve kartoittaa myrsky- ja helleriskialueet (S). Suositellaan avo-ojia, kaikille alueille tulvareittejä sekä hv-varajärjestelmää (M).
Asumisen ja virkistyssekoittunut alue	Myrskyvahingot, pitkän aikavälin muutokset	Avainbiotoopit, metsät Maurinkylästä länteen sekä Särkijärven koillispuolella	Huomioidaan avainbiotooppien ja puuston säilyminen myös ilmatoriskien kannalta (M), Tavoitteena edelläkävijyyttä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa luontopohjaisin ratkaisuin (M, S)

KARTTA 1: YHDYSKUNTARAKENNE

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Palvelu-, työpaikka- sekä teollisuus- ja tuotantoalueet	Hulevesitulvat, helteet, hulevesien haitta-ainekuormitus, huoltoturvian katkokset esim. myrskyissä	Laajat läpäisemättömät katto- ja maanpinnat, taloudelliset vahingot, ihmisten keskittymät; Rusko, Pyhäoja, Myllypuro	Korostetaan hulevesien hallinnan suunnittelua (M, S). Mainitaan laajojen katto- ja liikennepintojen viherkattomahdollisuudet pienilmaston ja hulevesien hallinnan parantamisessa (M, S). Haitta-aineiden leviämisen estäminen pohjavesiin, luontokohteisiin ja vesistöihin (M, S). Huoltoturvian riskinhallinnan tarve (M).
Keskuspuistoverkosto	Kaupungistumisen voimistava vaikutus ilmatoriskeihin	Kapeimmat kohdat ja reunat	Mainitaan rooli ilmatoriskien hallinnassa kantakaupungin kokonaisuutta ajatellen (M). Keskuspuistoverkosto auttaa kantakaupunkia sopeutumaan ilmatoriskeihin, joten pidettävä huolta myös itse keskuspuistoverkoston sopeutumisesta: turvataan laajuus (K, M), tunnistetaan haavoittuvimmat osat ja riskipaikat sekä pitkän aikavälin muutos (M).
Korkeaan rakentamiseen soveltuva vyöhyke	Tuulisuuden muutokset	Korkealle ja tuulen puolelle sijoittuvat rakenteet, rakennusten väliset tuulitunnelit	Hankkeen soveltuvuutta kaupunkikuvaan, maisemaan ja tuulisuuteen on arvioitava [...] (M)
Liikennejärjestelmä	Tulvat, nollakelit, myrskyt	Huoltovarmuuden ja pelastustoimen keskeiset reitit, joille ei korvaavaa; vilkkaasti liikennöidyt reitit; pienvesistöjen viereiset ja pohjavesialueet	Huomioidaan reitistön varajärjestelmä ja huoltovarmuuden turvaaminen, sekä reitit, jotka saavat katketa poikkeustilanteessa (K, S). Mainitaan katu ympäristön rooli ilmatoriskeihin varautumisessa: katuvihreän lisäksi hulevesien hallinnan luontopohjaiset ratkaisut ja käsittely mahdollisimman lähellä (M). Pienilmaston lisäksi katuvihreä tukee ekologista reittejä (S). Jalankulun ja pyöräilyn reiteillä mahdollisuuksia suojautua säältä ja evakuoitua vaaratilanteessa, priorisoidut reitit (K, M, S).
Kävelykeskustana kehitettävä hitaan liikuttamisen alue	Myrskyt, tuulisuus, sateisuus, hulevesitulvat	Avoimet reitit, tiiviin rakentamisen alueet	Vahvistetaan alueen monimuotoisuutta, hulevesien hallintaa ja pienilmastoa tukevaa kaupunkivihreää ja rakenteita (M)
Vesiväylä	Tuulisuus, vedenpinnan korkeuden vaihtelut	Avoimet rannat ja laajat selät	Tarve itä-länsisuuntaiselle yhteydelle, jos maayhteys Näsijärven ja Pyhäjärven välisellä kannaksella katkeaa (K, M)

* Suluissa oleva kirjain osoittaa ehdotuksen siitä, tulisiko huomio K=karttaan, M=määräyksiin vai S=selostukseen. Huomiot perustuvat arvioituun yleiskaavaluonnoksen (valtuustokausi 2017-2021), mutta monet voidaan ottaa huomioon yleiskaavan seuraavan päivityksen valmistelussa.

KARTTA 2: VIHERYMPÄRISTÖ JA VAPAA-AJAN PALVELUT

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Yleismääräykset	Kaupungistumisen voimistava vaikutus ilmatoriskeihin	-	Huomioidaan ilmastonmuutokseen liittyvät tarpeet hulevesien ja kaupunkivihreän tilavarauksissa (M).
Keskuspuistoverkosto, ohjeellinen keskuspuistoverkoston kehittämistarvealue	tulvat, myrskyt, helteet, roudan ja lumipeitteen puute, haitalliset vieraslajit; Kaupungistumisen voimistava vaikutus ilmatoriskeihin	Avainbiotoopit, pienvesistöt, verkoston kapeat osat ja reunat	Turvataan riittävä laajuus (K, M). Mainitaan rooli ilmatoriskien hallinnassa kantakaupungin kokonaisuutta ajatellen. Keskuspuistoverkosto auttaa kantakaupunkia sopeutumaan ilmatoriskeihin, joten pidettävä huolta myös keskuspuistoverkoston sopeutumisesta: turvataan laajuus (K, M), tunnistetaan haavoittuvimmat osat ja riskipaikat sekä pitkän aikavälin muutos (M). Jatkuvuuden ja monimuotoisuuden turvaamisen lisäksi mainitaan korvaavien yhteyksien ja elinympäristölaikkujen tarpeellisuus (M). Osa-alueiden riskiarvio sekä sopeutumismahdollisuuksien arviointi kannalta samaan tapaan kuin valuma-alueilla (M).
Luonnonsuojelualue tai -kohde	ilmastonmuutoksesta välittömästi tai väliillisesti johtuva menetys pitkällä tai lyhyellä aikavälillä	pienimmät kohteet	Selvitetään herkimät luontotyypit, joihin kohdistuu erityisiä ilmatoriskejä (K, M).
Metsäiset alueet, luonnon ydinalueet	Myrskytuulet, paahdejaksot, roudan väheneminen	Harjujen rinteet, tuuliset rannat, reunavyöhykkeet	Liittyviin kaavamääräyksiin maininta ilmastonmuutokseen sopeutumisesta esim. reunavaikutuksia minimoimalla ja tarvittaessa valmennushakkuin (M, S).
Asumisen ja virkistyksen sekoittunut alue	-	-	Huomioidaan avainbiotooppien säilyminen myös ilmatoriskien kannalta (M), tavoitteena edelläkävijyys ilmastonmuutokseen sopeutumisessa luontopohjaisiin ratkaisuihin (M, S). Kerroslukujen sääntely, laajentaminen ylöspäin (mahdollisuutena), aluekehityksen viherkertoimen tehostaminen (M, S).
Vesialueet, ojat, vesireitit ja kosteikot	tulvat, hulevesien haitta-ainekuoritus, haitalliset vieraslajit, kuivuus	pienet kohteet, avainbiotoopit, luonnonmukaiset pienvesistöt	Selvitetään ja merkitään tulvareittiselvitykseen pohjautuen tulvariskialueita (K). Huomioidaan haitta-aineille alttiit kohteet ja hallitaan saastumisen lähteet (K, M). Selvitetään kuivumisuhkan alaiset kosteikot (K, M). Selvitetään jää- ja lumipeitteen puutteen seuraukset (S). Vesiteitse leviävien vieraslajien hallintastrategia (S).
Ohjeellinen ekologinen yhteys	katkeaminen	luontotyypiltään yksipuoliset ja kapeimmat yhteydet	Laaditaan yhteyksien kokonaistarkasteluna riski- ja sopeutumisarvio, jonka pohjalta määritellään tärkeimmät sekä korvaavat yhteydet (K, M). Varmistetaan riittävä leveys (K, M). Turvataan reunoiltaan huomioiden tuulisuus (M, S).
Ohjeellinen luonnon ydinalue	-	-	Tuetaan yhtenäisyyttä ja monimuotoisuutta turvaamalla reunavyöhyke (K, M) Arvioidaan ilmatoriskit (M).
Pyöräliikenteen pääreitistö	tulviminen, nollakeli (onnettomuusriski), sortuma	pitkät suorat yhteydet, joilta ei sivureittejä	Määritellään, millainen poikkeustilanne hyväksytään ja minkä reitistön osan on aina oltava käytettävissä (K, M) sekä evakuointi ja suojapaikkojen tarve (M, S).

* Suluissa oleva kirjain osoittaa ehdotuksen siitä, tulisiko huomio K=karttaan, M=määräyksiin vai S=selostukseen. Huomiot perustuvat arvioituun yleiskaavaluonnoksen (valtuustokausi 2017-2021), mutta monet voidaan ottaa huomioon yleiskaavan seuraavan päivityksen valmistelussa.

KARTTA 3: KULTTUURIPERINTÖ

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Yleismääräys	-	-	Mainitaan ilmatoriskeihin ja joustava korjaustarpeeseen varautuminen (M) Ympäröivien alueiden suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitava ja minimoitava kulttuuriperinnölle aiheutuvat ilmatoriskit (M) Tunnistetaan haavoittuvimmat kohteet topografian ja pienilmaston perusteella (M)
Arvokkaat rakennetut kulttuuriympäristöt	myrskyt, tulvat, roudan ja lumipeitteen puutteesta johtuva maaperän epävakaus, rankkasateiden aiheuttama eroosio, rapautuminen	Ainutlaatuisuuden korvaamattomuus	Korjaustarpeen seuraaminen ja korvaavuuden kehittäminen sekä joustavuuden salliminen ilmatoriskien hallinnassa (M) Hulevesien hallinnan järjestelyt niin, ettei vahinkoa aiheudu rakenteille (M)
Valtakunnallisesti arvokas maisema-alue	myrskyt, helteet, roudan ja lumipeitteen puute, haitalliset vieraslajit	iäkäs puusto, arvokas kasvillisuus, ainutlaatuisuuden korvaamattomuus	Pidetään yllä kasvillisuuden monipuolista ikärakennetta ja sallitaan lajiston sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon (M) Haitallisten vieraslajien hallinnan strategia (M)

* Suluissa oleva kirjain osoittaa ehdotuksen siitä, tulisiko huomio K=karttaan, M=määräyksiin vai S=selostukseen. Huomiot perustuvat arvioituun yleiskaavaluonnoksen (valtuustokausi 2017-2021), mutta monet voidaan ottaa huomioon yleiskaavan seuraavan päivityksen valmistelussa.

KARTTA 4: KESTÄVÄ VESITALOUS, YMPÄRISTÖTERVEYS JA YHDYSKUNTATEKNINEN HUOLTO

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Yleismääräys hulevesien hallinnasta	tulvat, hulevesien lisääntyvä talvikuormitus	-	Jos hallintarakenteita toteutetaan etupainotteisesti, on huomioitava ympäröivän alueen rakentamisen aikainen hallinta sekä sään äärevöityminen mitoituksen arvioinnissa (M). Integroidaan hulevesien hallinta sini-viherrakenteeseen, luontopohjaiset ratkaisut osana kaupunkikuvaa ja infraa. (M, S). Ohjataan hulevesien hallintaan ensisijaisesti paikan päällä (ei suljeta kategorisesti pois) (M). Hulevesien hallinnassa erityishuomio rinnealueilla, tiiviillä tai tiivistävillä alueilla sekä tulvareittien epäjatkuvuuskohdissa (S). Lisätään hulevesien laadullinen hallinta (M). Pidetään avouomat avoimina (M).
Pohjavesialue	Tulvat, kuivuus, hulevesistä ja nollakelien suolauksesta kulkeutuvat haitta-aineet, lisääntyvä talvikuormitus	Pohjavesialueet, jotka ovat suoraan yhteydessä arvokkaisiin pienvesistöihin ja ranta-alueisiin.	Muutetaan määräykseen: Hulevesiä ei suoraan johdeta pois pohjavesialueilta putkissa, vaan lähtökohtaisesti on tarve käsitellä ne mahdollisimman lähellä ja joka tapauksessa puhdistettava ennen vesistön seuraavaan osaan johtamista (M) Pohjavesimääräyksen tulee olla hulevesiohjelman mukainen, etenkin, jos pohjavesialueet ovat suoraan yhteydessä arvokkaisiin pienvesistöihin ja ranta-alueisiin. Turvataan pohjavesien määrä (M).
Valuma-alueet, merkittävä oja tai vesireitti	tulvat, kuivuus	Runsaasti läpäisemätöntä pintaa käsittävät alueet, herkimät luonnontilaiset vesistöt, eroosioherkkien pintojen ja rakennuspaikkojen lähistöt, tieympäristöt, pohjavesialue	Tarkennetaan hulevesien hallinnan tavoitteet ja syyt (M). Korostetaan tulvakohteet ja päätulvareitit (K). Mahdollista lisätä valuma-aluekohtaisesti läpäisemättömän pinnan määrään liittyviä merkintöjä tai tavoitteellinen yläraja-arvo (M) Tarkastellaan tulvariskin hallintaa ja ääreviin sadetapahtumiin sopeutumista joustavin ratkaisuin osa-valuma-alueiden sisällä (M, S) Korostetaan herkkä alueet ja kohteet, joissa vesiin voi päästä epäpuhtauksia, myrkyjä tai runsaasti kiintoainesta (K). Painotetaan pienempien sivuhaarojen avoimena pysymistä (M, S).
Huomioon otettava huleveden hallinta-alue	lisääntyvä talvikuormitus	-	Integroidaan sini-viherrakenteeseen mahdollisuuksien mukaan soveltaen luontopohjaisia ratkaisuja (M)
Yleismääräys (ympäristöterveys)	kuumuus	lämpösaarekkeet, joissa runsaasti ihmisiä kesäisin	Hyvän pienilmaston vaalimisen voisi sisällyttää ympäristöterveyteen, esim. lämpösaareke- ja helleriskialueet (M),
Kemikaalilaitoksen konsultointivyöhyke, VAK-ratapiha	myrskyt, nollakelit	-	Mainitaan ilmatoriskit ja niiden hallinnan tarve (M)
Yhdyskuntatekninen huolto	tulvista ja myrskyistä aiheutuvat kapasiteetin ylitykset, käyttö- ja kuljetuskatkokset	-	Laaditaan riskiarviointi ja -kartoitus (M). Arvioidaan ja täydennetään merkintöjä kriittisen infrastruktuurin riskinhallinnan kannalta, esimerkiksi varajärjestelmät huoltovarmuuden turvaamiseksi (K, M) Lumen vastaanottoaikalla tarve hulevesien laadulliselle hallinnalle (M).

KARTTA 4: KESTÄVÄ VESITALOUS, YMPÄRISTÖTERVEYS JA YHDYSKUNTATEKNINEN HUOLTO

Altistuminen (aihe kaavassa)	Vaaratekijä	Haavoittuvuus	Sopeutuminen (K/M/S*)
Vesijohto	-	-	Tarkastellaan olemassa olevan verkoston päivitys- ja korjaustarpeet ilmastonmuutoksen näkökulmasta (M). Huomioidaan verkoston varajärjestelmät (M).
Viemäri	-	-	Tarkastellaan olemassa olevan verkoston päivitys- ja korjaustarpeet ilmastonmuutoksen näkökulmasta (M). Huomioidaan verkoston varajärjestelmät (M).
Geolämmön keruuvyöhyke	-	-	Arvioidaan maaperän muutoksen ilmatoriskejä (S).
Sähkölinja	Myrskyt, rapautuminen, sähkökatkoja aiheuttavat sääriskit	-	Huomioidaan verkoston varajärjestelmät ja selvitetään maakaapeloinnin edut tietyillä alueilla riskiarvioon perustuen (M). Tarkastellaan olemassa olevan verkoston päivitys- ja korjaustarpeet ilmastonmuutoksen näkökulmasta (M) Lisähuomiota sähkökatkojen tuomiin haittoihin (S). Huomioidaan sähkölinjoiden rakenneteknisten ratkaisujen kelpoisuus ääriolosuhteissa (kaapelikiinnitykset, jääkuormat jne.) (M, S)
Vesihuolto	Tulvat, nollapistepäivät ja äärimäinen kylmyys	-	Varaudutaan tulviin veden käsittelyssä (M) Tarkastellaan olemassa olevan verkoston päivitys- ja korjaustarpeet ilmastonmuutoksen näkökulmasta (M) Huomioidaan verkoston varajärjestelmät (M)

* Suluissa oleva kirjain osoittaa ehdotuksen siitä, tulisiko huomio K=karttaan, M=määräyksiin vai S=selostukseen. Huomiot perustuvat arvioituun yleiskaavaluonnoksen (valtuustokausi 2017-2021), mutta monet voidaan ottaa huomioon yleiskaavan seuraavan päivityksen valmistelussa.