

Voimistuviin helteisiin varautuminen ja sopeutuminen Helsingin kaupungissa – esiselvitys

Susanna Kankaanpää



Helsinki



Helsinki

**Voimistuviin helteisiin varautuminen ja sopeutuminen
Helsingin kaupungissa -esiselvitys**

Helsingin kaupungin keskushallinnon julkaisuja 2024:36

ISBN

978-952-386-521-1 (pdf)

Sarjan ISSN tunnukset:

ISSN-L 2242-4504

ISSN 2242-4504 (painettu julkaisu)

ISSN 2323-8135 (verkkajulkaisu)

Julkaisija

Helsingin kaupunki, Ilmastoyksikkö, Kaupunkiympäristön toimiala

Teksti

Susanna Kankaanpää

Taitto

KMG Turku

Kannen kuva

Veeti Hautanen

Julkaisuvuosi

2024

Sisällys

Tiivistelmä	4
1. Johdanto	6
2. Miksi helteet ovat merkittävä riski?	7
Helteet kaupungissa	7
Hyvinvointi ja haavoittuvuus	8
Terveys	8
Rakennukset, infrastruktuuri ja energia	9
Luonto	10
3. Sopeutuminen tulevaisuuden helleriskeihin kaupunkiympäristössä	11
Lämpösaarekeilmiö	12
Ilmastoriskin määrittely	13
Hellepäivien lukumäärän ja hellejaksojen todennäköisyyksien muutokset tulevaisuudessa	14
4. Miten kaupungissa voi varautua ja sopeutua voimistuviin helteisiin?	16
Helteiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentäminen – lyhyen aikavälin keinoja	17
Lämpösaarekeilmiön heikentäminen – pidemmän aikavälin keinoja	18
5. Seuranta ja toimien vaikuttavuus	21
6. Oikeudenmukaisuus ja haavoittuvuus helteisiin sopeutumisessa	23
Oikeudenmukaisuuden määritelmä	23
Miten oikeudenmukaisuuden toteutumista voi arvioida?	24
Oikeudenmukaisuus helteisiin varautumisessa	25
Haavoittuvuus helteille	25
7. Helsinki, lämpösaarekeilmiö ja helteet	28
Helteet Helsingissä	28
Lämpösaarekeilmiö Helsingissä	29
8. Miten Helsinki varautuu ja sopeutuu helteisiin?	31
9. Yhteenveto	33
Lähteitä	34
Tietopohja	43
Helsingissä toteutettuja ja tekeillä olevia helteisiin varautumiseen ja sopeutumiseen liittyviä töitä ja selvityksiä	43
Helsinkiä koskevat lämpösaarekeineistot	45
Oppaita	47
Kansainvälisiä aineistoja	47
Helteisiin varautumisen esimerkkejä kaupungeista	50

Tiivistelmä

Helleaaltojen yleistyminen on vakava haaste Suomessa. Kiireellisin tehtävä on estää helleaalloista johtuva ennen aikaisten kuolemien yleistyminen. Kaupungin tulee parantaa toimintakykyään sekä asteittain etenevissä muutoksissa että reagointiaan äkillisissä kriisitilanteissa kuten voimakkaassa ja pitkässä helleaallossa. Tämä on tehtävä suunnitelmallisesti – epävarmuuden oloissa on löydettävä selkeät tavoitteet, toimenpiteet ja ohjaukset, joiden avulla lisääntyviin ja voimistuviin hellekausiin sopeudutaan mahdollisimman hyvin. (Ilmastopaneeli 2023).

”In the new world we’re entering, the gap between the everyday and the extreme is quickly slipping away.” “In most years heat waves are the nation’s most lethal form of extreme weather. They remain silent and invisible killers of silent and invisible people. And we ignore them at our peril.” (Klinenberg 2015)

Kaupungit ovat erityisen herkkiä hellejaksoille kaupunkiympäristön ominaisuuksien vuoksi. Vain kaupungeissa esiintyvä lämpösaarekeilmiö aiheuttaa sen, että kaupungit ovat jo valmiiksi kuumempia ympäristöjä kuin ympäröivä harvemmin asuttu tai maaseutumainen alue. Kaupungit ovat rakennettu tiiviisti, niissä on paljon kovaa pintaa ja vähemmän viher- tai vesialueita. Monet kaupungin toiminnot tuottavat lämpöä kuten polttomootoriautot tai ulkona sijaitsevat ilmastointilaitteet.

Lämpösaareke on yleensä voimakkain illalla ja yöllä, sillä rakennuksiin ja rakenteisiin varastoitunut lämpö ei poistu niistä nopeasti. Helsingissä mittausten ja mallinnusten perusteella kuumimpia alueita kesällä ovat mm. kantakaupunki, osa aluekeskuksista, jotkut yksittäiset isot rakennukset kuten ostoskeskukset ja paikoin isojen liikenneväylien varret.

Osa kaupunkien asukkaista on haavoittuvia hellejaksoille. Eniten kuumuudesta kärsivät vanhukset, lapset, ihmiset, joilla on jokin perussairaus kuten sydän- ja verisuonisairaus tai mielenterveyden häiriö. Lisäksi kuumuuden vaikutuksille alttiita ovat esimerkiksi ulkona työskentelevät ja asunnottomat.

Helteet ovat lisääntyneet Suomessa ja niiden arvioidaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen edetessä entisestään. Vuosi 2024 oli sekä mittaushistorian lämpimin yhdessä kesän 1937 kanssa ja myös hyvin helteinen, syyskuussa rikottiin aiempi vuoden 2002 hellepäivien ennätys. Ilmastonmuutoksen myötä hellepäivät lisääntyvät tulevaisuudessa noin kahdella päivällä vuosikymmentä kohden.

Hellejaksojen voimistuessa ja yleistyessä viiennöksen tarve kasvaa. Hellepäivät lisääntyvät

tulevaisuudessa myös loppukeväästä ja alkusyksystä, joten viilennyskausi pitenee. Myös yölämpötilat nousevat ja kaupungin lämpösaarekeilmiö voimistaa niitä entisestään. Helteiden aikana passiiviset viilennysmenetelmät eivät välttämättä toimi riittävästi, joten asuntojen, toimistojen, koulujen, päiväkotien, hoitolaitosten ja sairaaloiden viilennys lisää energiankulutusta ja kasvattaa myös kustannuksia.

Kuivuuskaudet ovat toistaiseksi olleet melko harvinaisia Suomessa. Ilmastonmuutoksen myötä myös niiden arvioidaan lisääntyvän. Kaupungin viheralueiden suunnittelussa ja hoidossa pitää varautua myös kuivuuteen esimerkiksi kasvialojen valinnoissa tai kastelutarpeen arvioinnissa.

Jotta kaupunki voi varautua sekä lähitulevaisuuden voimistuviin helteisiin että pidemmällä aikavälillä lisääntyvään lämpenemiseen ja entistä ankarampiin hellejaksoihin, täytyy tavoitteiden koskea sekä helteiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentämistä että kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämistä eli kaupunkiympäristön kuumenemisen vähentämistä. Lisäksi kaupungissa pitää selviytyä päällä olevasta hellejaksosta. Kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämiseen tähtäävät tavoitteet ja toimet koskevat usein sopeutumista pidemmän aikavälin muutoksiin. Helteiden haitallisten vaikutusten vähentäminen on usein lyhyemmän aikavälin tavoite ja pyrkimyksenä on tehdä nopeammin toteutettavia ratkaisuja.

Helteisiin sopeutumisen toimia suunniteltaessa on tärkeää huomioida niiden oikeudenmukaisuus eri ihmisryhmiä ja myös muuta elollista luontoa kohtaan. Ilmasto-oikeudenmukaisuus liittyy erityisesti menettelytapoihin ja ilmastovaikutuksiin altistumiseen liittyvistä epäoikeudenmukaisista seurauksista eri ihmisille ja alueille sekä ilmastonmuutokseen ja sen seurauksiin liittyvien toimien oikeudenmukaisuuteen.

Oikeudenmukaisuuden lisäksi haavoittuvuus on keskeinen asia, joka vaikuttaa helteisiin varautumiseen ja sopeutumiseen. Altistuminen sään ääri-ilmiöille kuten ankarille helteille ei pelkästään selitä niiden kielteisiä vaikutuksia. Ihmisten ja ihmisryhmien sosiaalisilla tekijöillä on myös merkitystä ja näitä tekijöitä sosiaalisen haavoittuvuuden arvioinnit pyrkivät selvittämään. Haavoittuvuus ei ole joidenkin ihmisryhmien luontainen ominaisuus, vaan haavoittuvuuden määrittää henkilökohtaisten, sosiaalisten, taloudellisten, ympäristöllisten, kulttuuristen ja yhteiskunnan rakenteellisten tekijöiden yhdistelmä

Helsingin kaupunkistrategiassa 2021-2025 linjataan, että ”Helsingissä on sopeuduttava ja varauduttava ilmaston lämpenemiseen ja lisääntyviin ja voimistuviin helleaaltoihin. Tavoitteena on Helsinki, joka on varautunut sään ääri-ilmiöihin ja niiden välillisiin vaikutuksiin. Sopeutumisen edellyttämiin toimiin tartutaan ja varautumisen on näytävä kaupunkisuunnittelussa sekä uudis- ja korjausrakentamisessa. Toimiva viherrakenne vähentää lämpösaarekeilmiötä”. Erityisesti strategiassa mainitaan sairaaloiden, laitoksien ja senioriasumisen tarpeelliset ja tarvittavat toimenpiteet.

Helsingissä koettujen hellejaksojen aikana ensihoidon ja terveystalveluiden kuormitus on lisääntynyt. Vaikka vaikutuksia on jo havaittu ja tunnistettu, ei lisääntyviin helle-riskeihin ole vielä varauduttu ennakoivasti ja suunnitelmallisesti. Myös pidemmällä aikavälillä lisääntyvät ja voimistuvat helteet on tunnistettu merkittäväksi Helsinkiä koskevaksi ilmatoriskiksi, mutta ennakoiva sopeutuminen niihin ei vielä ole valtavirtaa ja normaalia toimintaa kaupungin keskeisillä sektoreilla.

1. Johdanto

Helteet lisääntyvät ja voimistuvat ilmastonmuutoksen myötä jo lähitulevaisuudessa. Helsingin kaupungissa on helteisiin varauduttu eri sektoreilla kuten sosiaali- ja terveystoimissa. Koko kaupungin kattavaan helteisiin varautumisen ja sopeutumisen suunnittelun tarvetta ei ole vielä arvioitu. Pisteittäisiä kansallisen tason ohjeistuksia helteisiin varautumisesta on olemassa, mutta esimerkiksi suositukset varautumisen tasosta puuttuvat. Myös pitkän aikavälin keinot ja ohjeistus sopeutumisen suunnittelun tueksi esimerkiksi kaupunkisuunnittelussa puuttuvat toistaiseksi. Yleisesti ilmastonmuutokseen varautumisen ja sopeutumisen vastuita ei ole määritetty kaupunginlaajuisesti. Lisääntyviin ja voimistuviin helteisiin varautuminen ja sopeutuminen ovat monille tahoille uusi asia ja prosessit näihin puuttuvat. Helteisiin varautumisella

ja sopeutumisella on kuitenkin kiire, sillä menneen ilmaston poikkeukselliset hellejaksot ovat kohta tavanomaisia ja poikkeuksellisen korkeita lämpötiloja ja pitkiä hellejaksoja voi esiintyä jo lähivuosina ja -vuosikymmeninä.

Tähän raporttiin on koottu sekä tutkimus- että suunnittelu- ja kokemustietoa Suomesta ja muualta. Helteisiin varautumisen suunnittelua on tehty jo pidemmän aikaa esimerkiksi Yhdysvalloissa ja kansainväliset organisaatiot kuten Maailman terveysjärjestö WHO ovat koonneet oppaita ja aineistoja varautumistyön tueksi. Suomessa on tehty kuumuden terveysvaikutuksista tutkimusta ja esimerkiksi sosiaali- ja terveystoimissa on ohjeita hellejaksojen aikaiseen toimintaan. Tämä työ pohjautuu näihin aineistoihin.



Kuva: Majja Astikainen

2. Miksi helteet ovat merkittävä riski?

Hellejaksot ja lisääntynyt kuumuus vaikuttavat mm. ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin, paikalliseen taloudelliseen toimintaan, energian ja veden kulutukseen, luontoon ja sen kestävyteen. Hellejaksot vaikuttavat myös työturvallisuuteen, asumismukavuuteen ja turvallisuuteen, joukkoliikenteeseen ja terveydenhuollon kuormitukseen. Helteiden haitat voivat kohdistua suhteettoman paljon haavoittuviin ryhmiin ja heihin, jotka ovat jo muutenkin heikommassa asemassa.

Ilmastonmuutoksen myötä keskilämpötila nousee Helsingissä globaalista päästökehityksestä riippuen noin 1,5-3 astetta vuoteen 2050 mennessä. Jo nyt helleaallot ovat yleistyneet ja hellepäivien määrä lisääntynyt

noin kahdella päivällä vuosikymmentä kohden 1960-luvulta lähtien. Hellepäivien määrän arvioidaan kolmin- tai nelinkertaistuvan ennen tämän vuosisadan loppua (ilmasto-opas.fi)

Helteet kaupungissa

Kaupungit ja niiden asukkaat ovat erityisen alttiita helteiden vaikutuksille. Kaupungit ovat yhdysvaltalaisen tutkimusten mukaan lämmenneet enemmän kuin ympäröivät maaseutu- tai haja-asutusalueet ja etenkin isot kaupungit lämpenevät noin kaksi kertaa nopeammin kuin maapallo keskimäärin. Tämä johtuu lämpösaarekeilmiöstä ja siitä, että kaupunkiympäristön toiminnot tuottavat paljon

hukkalämpöä. Kaupungin haavoittuvuutta helteille lisäävät mm. tiivis kaupunkirakenne, tummat ja kovat pinnat, vettä läpäisevän pinnan ja viherrakenteen pieni osuus, sadevesien nopea haihdunta kovalta pinnoilta ja sen johtaminen viemäreihin ja kaupungin asukkaiden ominaisuudet kuten ikärakenne. Ilmasto- ja sosioekonomisten tekijöiden yhteisvaikutus voi voimistaa vaikutuksia, kuten ikärakenteen ja lämpötilojen yhteisvaikutus haavoittuvuutta. (Urban Climate Lab, Vienna City 2022)

Hyvinvointi ja haavoittuvuus

Ketkä ovat haavoittuvia helteille? Tutkimusten mukaan (CHAMPS-hanke) ihmisten haavoittuvuuteen vaikuttavat mm.

- Ikä (yli 70/75-vuotiaat, lapset, vauvat)
- Sukupuoli
- Kehon koko
- Sairaudet (kuten diabetes, verenkiertoelimistön sairaudet, hermostolliset, mielen-terveyden ja käyttäytymisen häiriöt)
- Lääkitys
- Varallisuus
- Sopeutumisen toteutetut toimet

Ympäristön ja alueiden haavoittuvuuteen vaikuttavat mm.

- Sijainti
- Viherrakenteen ja vettä läpäisevän pinnan määrä/osuus
- Kovan pinnan määrä/osuus
- Rakennusten laatu, tyyppi
- Asuinalueen tiiviys

Terveys

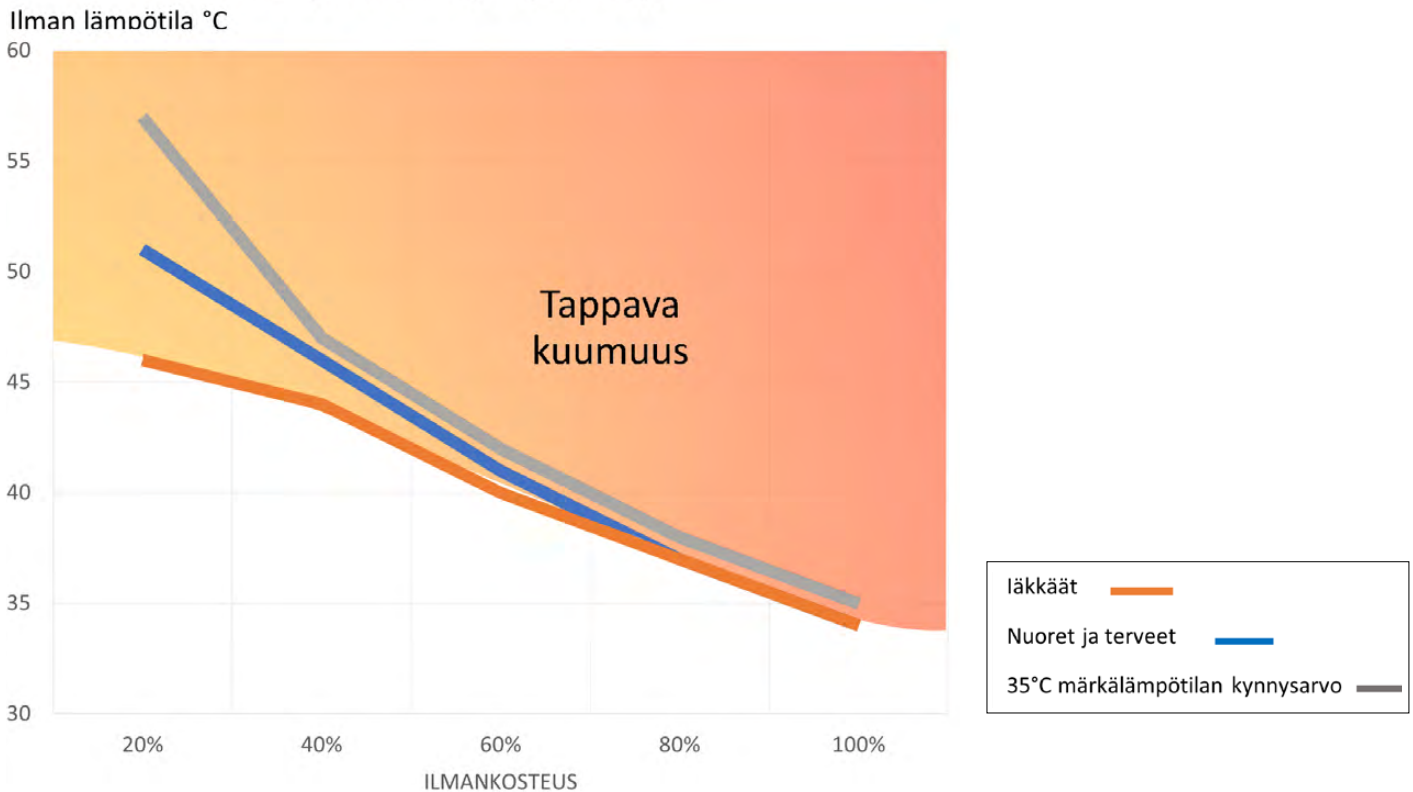
Helteet ovat tappavia. Yhdysvalloissa raportoidaan jopa 10 000 kuumuuteen liittyvää kuolemaa vuosittain (Weinberger ym. 2020) ja kuumuuden aiheuttamat kuolemat ovat

lisääntyneet merkittävästi viimeisten 10 vuoden aikana (CDC). Vuosi 2023 oli mittaushistorian lämpimin maapallolla ja toiseksi lämpimin Euroopassa. Kuumuus aiheutti Euroopassa 48 000 ylimääräistä kuolemaa, vain vuonna 2022 luku on ollut korkeampi (60 000 – 70 000) (EEA 2024). Ilman jo tehtyjä sopeutumistoimia luku olisi ollut vielä korkeampi ja ikääntyneen väestön osalta jopa 100 % korkeampi (Gallo ym. 2024). Myös Suomessa lämpöaallot ovat lisänneet ylimääräisiä kuolemantapauksia. Esimerkiksi vuoden 2010 helleaalto johti noin 90 ylimääräiseen kuolemantapaukseen Helsingissä, jossa kuolleisuusriski oli yli kaksinkertainen verrattuna ympäröivään HUS alueeseen (Ruuhela ym. 2021).

Kuumuus on haitallista monille sille haavoittuville ihmisryhmille kuten kroonisesti sairaille ja lapsille ja on terveysriski mm. ulkotyötä tekeville. Suomessa ihmisen terveydelle haitallisen korkeita alailmakehän otsonitasoja mitataan lähinnä keväisin ja hellejaksojen aikana. Esimerkiksi kesän 2010 heinä-elokuun poikkeuksellinen hellejakso näkyi selvästi alailmakehän otsonipitoisuuksissa, jotka muutamaa otteeseen kohosivat huonon ilmanlaadun alueelle (eli yli 140 mikrogrammaa kuutiometrissä, $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Myös toukokuussa 2014 otsonipitoisuudet kohosivat lähelle tiedotuskynnystä ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Vienna City 2022, Ilmatieteen laitos)

Ihmisille vaarallisinta lämpötilaa mitataan nk. märkälämpötilalla (wet bulb temperature), joka kertoo ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden yhteisvaikutuksen. Mitä enemmän ilmassa on kosteutta, sitä heikommin elimistön jäähdytys hikoilun avulla toimii. Jos taas ilmankosteus on alhaisempi, ihminen kestää korkeampia lämpötiloja. Yleisesti käytetty märkälämpötila on $35 \text{ }^\circ\text{C}$, kun ilmankosteus on 100 %. Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että jo alhaisempi lämpötila voi olla vaarallinen myös nuorille ja terveille ihmisille. Haavoittuvien ihmisryhmien, kuten vanhuksien ja lapset, osalta selvästi alle $35 \text{ }^\circ\text{C}$ märkälämpötila voi jo olla vaarallinen. (Jones 2023, Logan 2024, Gallo ym. 2024, Vanos ym. 2023)

Märkälämpötilan kynnsarvoja



Kuva 1. Märkälämpötilan kynnsarvoja. (Logan 2024 mukaan)

Rakennukset, infrastruktuuri ja energia

Helteet aiheuttavat haittoja rakennuksille ja infrastruktuurille. Esimerkiksi teiden pinnoitteet voivat pehmetä ja raiteet vääntyä kuumuuden vuoksi. Rakennusten viilennyksen tarve kasvaa ja esimerkiksi datakeskukset tarvitsevat entistä enemmän energiaa viilennykseen. Aurinkopaneeleiden tuotanto voi heikentyä. Rakennusvaurioita syntyy, kun kuivuus kutistaa erityisesti vesipitoisia savikkoja, joiden varaan rakennuksia on perustettu. Savikerrostumien kutistuessa maanpinta painuu epätasaisesti, jolloin rakennusten runkorakenteisiin ja

pinnoitteisiin tulee jännitteitä ja halkeamia, eikä rakennus siedä enää entiseen tapaan esimerkiksi liikenteen aiheuttamaa tärinää. (OECD 2018, Vesi.fi, MSB 2020).

Helteet lisäävät rakennusten viilennystarvetta ja siksi niiden energian tarve ja kulutus lisääntyy. Tutkimuksen mukaan (Miranda ym. 2023) viilennystarve, jota mitataan jäähdytystarveluvulla, kasvaa 28 % mikäli maapallon keskilämpötila nousee 1,5°C sijaan 2°C (nykyisellä päästötasolla arvioiden mukaan 2040-luvulla). Suomessa rakennusten viilennystarve lisääntyy merkittävästi lähivuosikymmeninä. Suomi ja muut Pohjois-Euroopan maat eivät ole perinteisesti varautuneet voimakkaisiin hellejaksoihin ja kuumiin lämpötiloihin, joten sopeutumistarve kuumuuteen on uutta ja voi olla merkittävä.

Luonto

Ilmaston lämpenemisellä on suuria vaikutuksia luontoon. Merkittäviä jo tapahtuneita muutoksia ovat mm. kasvillisuusvyöhykkeiden siirtyminen pohjoisemmaksi, kasvukauden pidentyminen, vuosittaisen lämpösummakertymän kasvaminen sekä jää- ja lumipeitteisen ja routaisen ajan lyhentyminen. Keskilämpötilojen nousun lisäksi ilmastonmuutos lisää sään ääri-ilmiöitä kuten kuivuusjaksoja. (Huhta ja Melin 2023)

Viime vuosikymmeninä Suomessa on jo ollut merkittäviä kuivuusjaksoja vuosina 2002–2003, 2018, 2019 ja 2023. Nämä kuivuuskaudet osoittivat, että kuivuus voi aiheuttaa Suomessa merkittäviä haittoja. Kuivuutta ilmenee yleensä pidempien sateettomien kausien jälkeen ja kesäisin, jolloin haihtuminen on suurinta. Kuivuus vaikuttaa maaperän kosteuteen ja pohjaveden pintaan sekä vedenpintaan järvissä ja jokien ja purojen virtaamiin. Ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän kuivuuskausien voimakkuutta ja toistuvuutta Suomessa. Kuivuuden arvioidaan lisääntyvän Suomessa varsinkin kesällä ja alkusyksyllä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2024, [Vesi.fi](#)).

Maaperän kuivuminen heikentää kasvien ja eliöiden elinoloja. Herkästi kuivuvilla mailla jo muutaman kuukauden kuivuusjakso voi

vaurioittaa kasvillisuutta ja horjuttaa ekosysteemin toimintaa. Kuivuus voi vähentää metsänkasvua ja lisätä metsäpalojen riskiä. Kuivuudesta kärsivät puut ovat usein tavallista herkempiä tuholaisvaurioille ja kasvitaudeille sekä roudalle ja hallalle. Muun muassa kaarnakuoriaiset, erityisesti kirjanpainaja, hyötyvät kuivuudesta ja voivat aiheuttaa huomattavia tuhoja. Koivut ja kuuset ovat herkimpiä kuivuudelle. ([Vesi.fi](#))

Kuivina kausina jokien ja purojen virtaamat vähenevät, jolloin pienempi vesitilavuus heikentää veden laatua. Kesäisin kuivakausi osuu usein yhteen helteiden kanssa. Silloin veden lämpötila voi nousta haitallisen korkeaksi joillekin eliöille. Happikato voi myös aiheuttaa kalakuolemia. Luonto pystyy yleensä toipumaan yksittäisistä kuivuusjaksoista, mutta 2–3 perättäistä kuivaa kesää voi aiheuttaa pysyvämpiä muutoksia ekosysteemin rakenteeseen.

Kuivuus lisää maastopalojen riskiä. Maastopalot eivät vielä ole tulviin ja helteiden terveystuoksiin verrattuina yhtä iso riski, mutta myös maastopalot ovat lisääntyneet kuumina kesinä. Maastopalojen sammuttaminen vaatii erityisosaamista ja sitoo paljon resursseja. Yleisesti Suomen luonto, yhteiskunta ja elinkeinot eivät ole sopeutuneet pitkiin kuivuusjaksoihin, minkä vuoksi vaikutukset voivat yllättää niin laadultaan kuin laajuudeltaankin. ([Vesi.fi](#), EEA 2024)



Kuva: Paavo Jantunen

3. Sopeutuminen tulevaisuuden helleriskeihin kaupunkiympäristössä

Ilmastonmuutokseen sopeutumisella tarkoitetaan toimia, joilla varaudutaan ja mukaudutaan ilmastonmuutokseen ja sen vaikutuksiin (Ilmastolaki). Sopeutumisen toimet edistävät ilmatoriskien hallintaa ja ilmastonkestävyyttä. Ilmastonkestävyydellä tarkoitetaan tietoista ja ennakoivaa kykyä toimia joustavasti säässä ja ilmastossa tapahtuvissa muutoksissa ja häiriötilanteissa, toipua niistä ja kehittää toimintaa ja varautumista niiden jälkeen. Ilmastonkestävyys kytkeytyy ilmatoriskien

hallintaan siten, että toimien ja ratkaisujen suunnittelussa huomioidaan ilmatoriskit ja pyritään ehkäisemään ja lieventämään niitä (Maa- ja metsätalousministeriö 2023).

Sopeutumisen toimilla ja tavoitteilla on kaksi aikajännettä. *Varautuminen*: sään ääri-ilmiöihin ja äkillisiin muutoksiin täytyy varautua nyt ja lähivuosikymmeninä¹. *Sopeutuminen*: samalla tulee sopeutua ilmaston pitkäaikaiseen (2050-2100) ja keskimääräiseen muutokseen.

¹ Kokonaisturvallisuuden sanasto (2017) määrittelee varautumiseen liittyvät käsitteet siten kuin ne ymmärretään turvallisuuden suunnittelussa ja toiminnassa.

Varautuminen = toiminta, jolla varmistetaan tehtävien mahdollisimman häiriötön hoitaminen ja mahdollisesti tarvittavat tavanomaisesta poikkeavat toimenpiteet häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa
Valmius= varautumisen tuloksena saavutettu tila, jossa kyetään vastaamaan erilaisiin uhkiin
Valmiussuunnittelu= normaalioloissa tapahtuva varautumisen suunnittelu

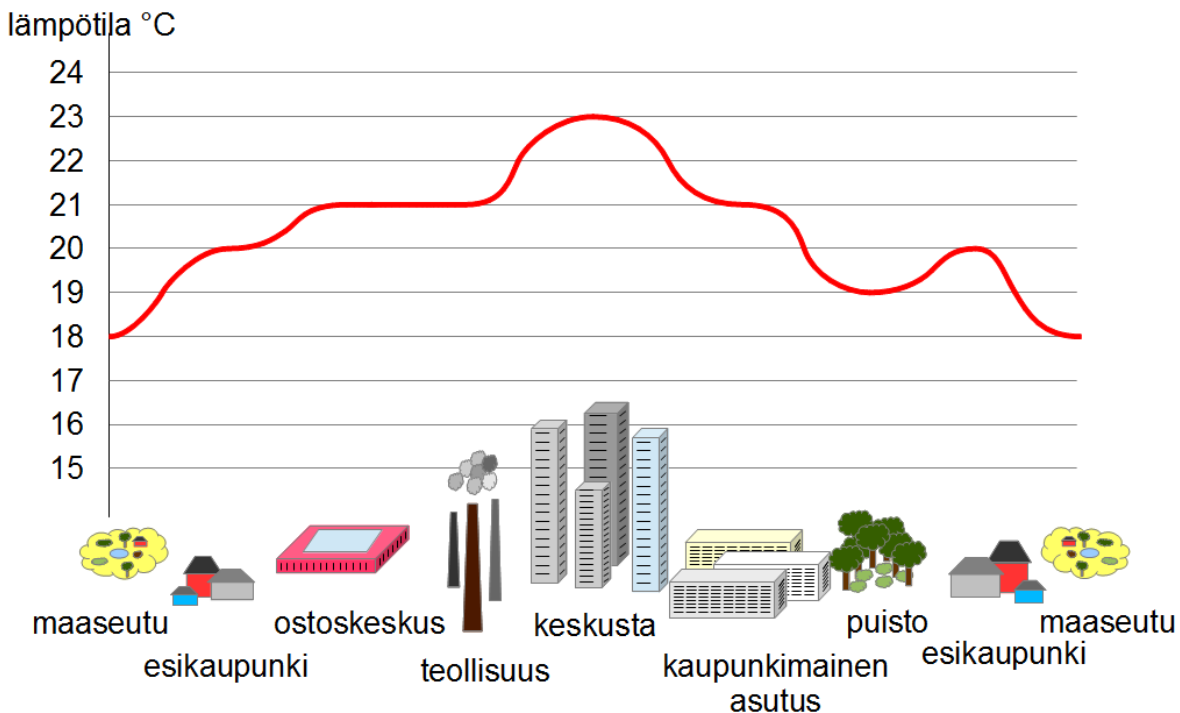
Lämpösaarekeilmiö

Kaupunkien lähi-ilmastoon vaikuttaa lämpösaarekeilmiö, jonka vuoksi tiiviisti rakennettujen kaupunkialueiden lämpötilat ovat selvästi korkeammat kuin ympäröivien harvaan asuttujen tai maaseutumaisten alueiden. Lämpötilaeroja selittävät rakennettujen alueiden ja kasvillisuuden ja vesialueiden osuudet kaupungissa. Rakennuksiin ja päällystettyihin pintoihin varastoituu auringon säteilyenergiaa, joka vapautuu lämpönä lähiympäristöön. Kasvillisuus ja viheralueet taas viilentävät kaupunkia varjostuksen ja etenkin haihdutuksen kautta. Kasvillisuus haihduttaa vettä, joka viilentää lähiympäristöä, sillä haihdunnasta syntyvä vesihöyry sitoo itseensä lämpöenergiaa. Lisäksi kaupungissa hulevedet viemäroidään, jolloin pienempi osa niistä haihtuu vesihöyrynä ilmaan, mikä korottaa lämpötiloja paikallisesti.

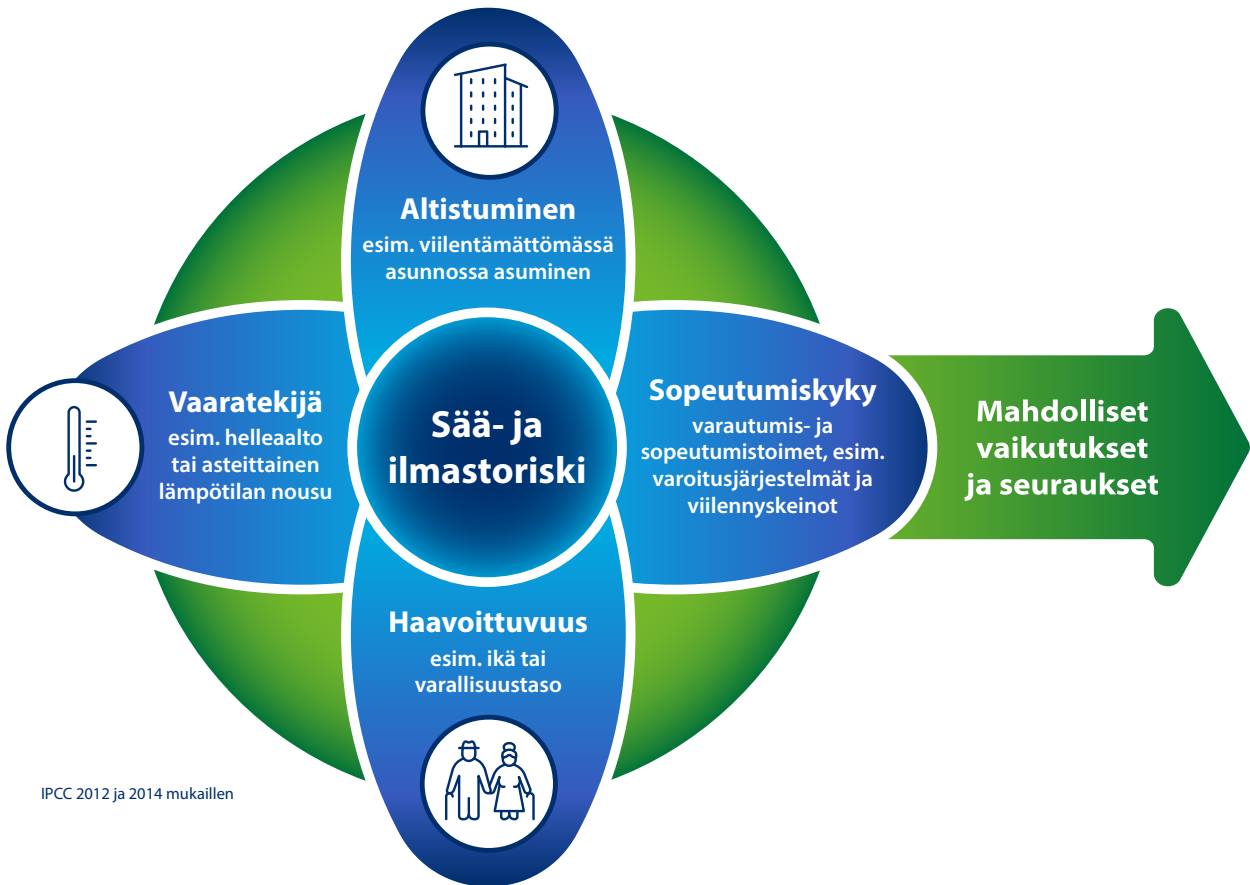
Kaupungin rakennusmateriaalien lämpöominaisuudet vaikuttavat siihen, miten paljon energiaa varastoituu ja vastaavasti miten paljon rakennukset luovuttavat energiaa ilmakehään. Materiaaleista esimerkiksi kivi,

betoni ja asfaltti absorboivat ja varaavat lämpöä. Lisäksi erilaiset ihmisten toiminnat kuten liikenne ja erilaiset laitteet aiheuttavat hukkalämpöä. Polttomoottoriautojen vaikutus lämpösaarekkeen voimakkuuteen voi paikoin olla suuri ja vaikutukset ihmisiin merkittäviä, sillä liikenneväylät kaupungissa yleensä ovat siellä missä on paljon ihmisiä. Myös korkeat rakennukset vaikuttavat lämpösaarekeilmiöön, sillä niiden vuoksi ilma ei pääse liikkumaan vapaasti.

Lämpösaarekeilmiö voidaan jaotella kahteen tyyppiin: pintojen ja ilman lämpösaarekeilmiöön. Ilmiön paikalliset ja ajalliset vuorokausi-, vuodenaika- ja vuosivaihtelut voivat olla suuria ja lämpösaarekeilmiön voimakkuus vaihtelee myös kaupungin eri osissa. Yleensä teollisuusalueet ja kauppakeskukset ovat kaupungin kuumimpia alueita ja metsät, laajemmat kaupunkipuistot sekä vesistöt viileimpiä. (Sitowise 2023.) Pintalämpötilat ovat yleensä korkeimmillaan päivällä kesällä, jolloin niiden ero kaupungin ja ympäröivien alueiden välillä voi olla jopa 10 astetta. Ilman lämpötilojen erot ovat taas voimakkaimmillaan yöaikaan, jolloin rakennuksiin ja muihin koviin pintoihin



Kuva 2. Lämpösaarekeilmiö (Ilmasto-opas)



Kuva 3. Ilmastonmuutokseen liittyvä riski. (KISS2030, Maa- ja metsätalousministeriö 2023)

varastoitunutta auringonsäteilyenergiaa vapautuu lämpönä lähiympäristöön. (Copernicus, Sitowise 2023, Ivanchev ja Fonseca 2020).

Lämpösaarekeilmion voimakkuutta voidaan arvioida laskennallisten indeksien avulla. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa on laskettu 44 suurimmalle kaupungille ns. lämpösaarekkeen intensiteetti -indeksi ja vertailtu indeksilukujen avulla lämpösaarekkeen intensiteettiä kaupungeissa. Indeksit pohjautuu muun muassa seuraaviin parametreihin:

- albedo
- viheralueiden osuus
- väestötiheys
- rakennusten korkeus
- katujen keskimääräinen leveys

Laskettava indeksiluku kuvaa potentiaalista lämpötilaeroa kaupungin ja sitä

ympäröivien alueiden keskilämpötiloissa. (Climate Central 2023, CalEPA 2015).

Ilmatoriskin määrittely

Sopeutuminen on suurelta osin ilmatoriskien hallintaa. Ilmatoriski on aina ilmastollisten, yhteiskunnallisten, taloudellisten ja poliittisten tekijöiden yhteispeliä. Ihmistoiminta vaikuttaa ilmatoriskin suuruuteen suoraan, sillä ihmiskunnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt voimistavat ilmastonmuutosta ja sen seurauksia. Lisäksi yhteiskunnalliset kehityskulut ja näihin liittyvä päätöksenteko vaikuttavat suoraan ja välillisesti ihmisten, yhteiskuntien ja luonnon haavoittuvuuteen. (Ilmastopaneeli 2016, Pilli-Sihvola ym. 2018)

YK:n alainen Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) mukaan sää- ja

ilmastoriskin muodostumiseen vaikuttavat yhdessä vaaratekijä (hazard), altistuminen (exposure) ja haavoittuvuus (vulnerability) sekä yhteiskunnan sopeutumiskyky tai riskivaste. Sopeutumiskyvyllä/riskivasteella tarkoitetaan tässä varautumis- ja sopeutumistoimia, joilla yhteiskunta pystyy vaikuttamaan ilmastorisktiin. Kaikki ilmastorisktiin vaikuttavat tekijät ja niiden väliset vuorovaikutukset muuttuvat jatkuvasti. Vaaratekijä muuttuu ilmaston tai ympäristön tilan muuttuessa. Haavoittuvuuteen puolestaan vaikuttaa sosio-ekonomisten tekijöiden kehitys. Altistumiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi maankäytön suunnittelulla. Ilmastoriskin muuttuminen pitää ottaa huomioon suunniteltaessa toimenpiteitä riskien vähentämiseksi ja niihin varautumiseksi. (Tuomenvirta ym. 2018, IPCC 2022, Juhola 2023, Pilli-Sihvola ym. 2018).

Esimerkiksi kaupungin helle-riski koostuu neljästä tekijästä, joista vaaratekijänä on pitkäkestoinen hellejakso. Hellejaksolle voivat altistua ihmiset, jotka esimerkiksi asuvat asunnoissa, joissa sisälämpötilat kohoavat korkeiksi ja joissa ei ole viilennysmahdollisuuksia. Helteiden vaikutuksille haavoittuvia ovat mm. osa iäkkäistä ihmisistä ja henkilöt, joilla on jokin perussairaus, jota kuuma sisäilma pahentaa. Helteisiin sopeutumiskykyä voi parantaa mm. erilaisilla teknisillä viilennysjärjestelmillä ja kaupunkirakennetta viilentävällä viherrakenteella. Nämä kaikki tekijät vaikuttavat siihen, millaisia ja miten vakavia seurauksia helleaallolla voi olla kaupungille ja sen asukkaille.

Sopeutumisen tarve ja sen mahdollisuudet ovat vahvasti sidoksissa ilmastomuutoksen hillinnän onnistumiseen ja käynnissä olevan ilmastomuutoksen voimakkuuden rajoittamiseen. Ilmastomuutos ei ole erillinen ilmiö, vaan se on vahvasti sidoksissa luontokatoon ja molempien ajurit ovat suurelta osin myös samoja, joten molempia uhkia tulee tarkastella yhdessä ja huomioida niiden keskinäisriippuvuudet. Ilmastoriskit ovat monimutkaisia ja dynaamisia ja niihin ja niiden ratkaisukeinoihin liittyy usein suuria epävarmuuksia. Riskien tunnistamista ja niiden hallintaa hidastavat tai

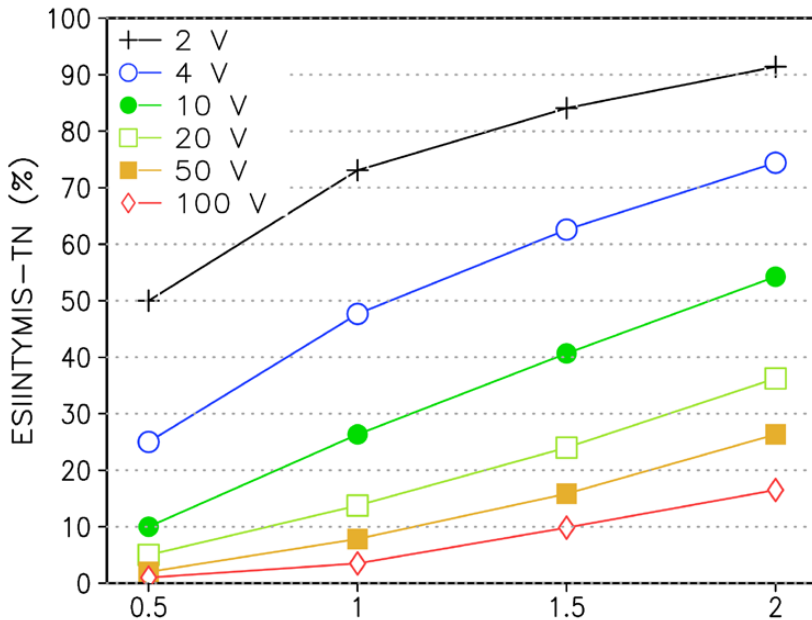
estävät nykyhetken suosiminen tulevaisuuden edelle ja sopeutumisen toimien kiireellisyyden sivuuttaminen. Ilmastoriskit vaihtelevat eri tasoilla ja mittakaavoissa ja myös ihmisten välillä riippuen esimerkiksi eriarvoisuudesta ja kulttuurista tekijöistä, sukupuolesta, uskonnosta, toimintakyvystä ym. (IPCC 2022)

Hellepäivien lukumäärän ja hellejaksojen todennäköisyyksien muutokset tulevaisuudessa

Pitkällä aikavälillä hellepäivien lukumäärä Suomessa on selkeässä nousussa, noin kaksi hellepäivää vuosikymmentä kohti. (Rantanen ym. 2023)

Myös kovimpien hellejaksojen esiintyminen kasvaa ilmaston lämpenemisen myötä. 1900-luvun lopun ilmastossa, joka oli lämmennyt 0,5 °C esiteolliseen aikaan verrattuna, 1/10 vuoden toistuvuudella (kerran kymmenessä vuodessa) tapahtuvan ankaran hellejakson todennäköisyys oli 10 % kunakin vuonna. Ilmaston lämmetessä kovimpien hellejaksojen todennäköisyys kasvaa hyvin nopeasti: 1,0 °C:n lämpenemisen tasolla se on n. 26 %, 1,5 °C:n tasolla 41 % ja 2,0 °C:n lämmenneessä maailmassa jo 54 % (Kuva 4). (Rantanen ym. 2023)

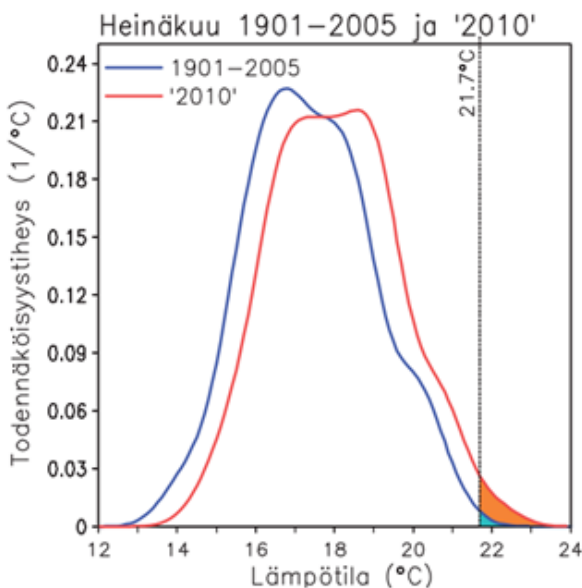
1900-luvun lopulla kerran sadassa vuodessa esiintyneitä erittäin kovia hellejaksoja nähtäisiin vuosisadan keskivaiheilla vuosittain n. 17 % todennäköisyydellä eli keskimäärin joka kuudentena vuotena. Äärimmäisen ankarat hellejaksot, joina keskilämpötila ylittää 28 °C vähintään kolmena päivänä peräkkäin, ovat olleet lähimenneisyyden ilmastossa hyvin epätodennäköisiä, mutta 1,5–2,0 asteen lämpenemisen tasolla niitäkin alkaisi esiintyä (Rantanen ym. 2023).



Kuva 4. Todennäköisyyksiä sellaisen hellejakson esiintymiselle, jollainen oli koettu Helsingissä ja pääkaupunkiseudulla kerran 2, 4, 10, 20, 50 tai 100 vuodessa (kuvan kuusi eri käyrää) perusjakson ilmastossa, jossa maapallon keskilämpötila oli noussut 0,5 °C esiteolliseen aikaan nähden; todennäköisyydet 0,5 °C, 1,0, 1,5 ja 2,0 °C lämmenneessä maailmassa. (Rantanen ym. 2023)

Jouni Räisänen on arvioinut vuoden 2010 heinäkuun hellejakson todennäköisyyttä tulevaisuuden ilmastossa (kuva 5). Vuoden 2010 heinäkuun keskilämpötila oli 21,7 astetta, jonka todennäköisyys tuolloin oli 0,3 % eli yhtä

lämmen heinäkuu olisi toistunut kerran 300 vuodessa. Ilmaston lämmitessä vastaavan hellejakson todennäköisyys on 2050-luvulla jo 8 % eli yhtä lämmin heinäkuu toistuisi jo noin kerran 10 vuodessa. (Räisänen 2010)



Kuva 5. Heinäkuun keskilämpötilojen todennäköisyysjakauma Helsingissä 1901-2005 (havainnot) (sininen käyrä) ja ilmastomallien avulla arvioitu nykyistä ilmasto kuvaava jakauma (punainen käyrä). Heinäkuun 2010 havaittu keskilämpötila (+21,7 °C) on merkitty pystyviivalla (Räisänen 2010)



Kuva: Maija Astikainen

4. Miten kaupungissa voi varautua ja sopeutua voimistuviin helteisiin?

Jotta kaupunki voi varautua sekä lähitulevaisuuden voimistuviin helteisiin että pidemmällä aikavälillä lisääntyvään lämpenemiseen ja entistä ankarampiin hellejaksoihin, täytyy tavoitteiden koskea

1. helteiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentämistä (heat mitigation)
2. kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämistä (heat management) eli kaupunkiympäristön kuumemisen vähentämistä.
3. Lisäksi kaupungissa pitää selviytyä päällä olevasta hellejaksosta, nämä

toimet voivat olla lyhytaikaisia toimenpiteitä (joita tosin pitää suunnitella etukäteen)

Helteisiin varautumista tulee tehdä usealla aikajänteellä. Kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämiseen tähtäävät tavoitteet ja toimet koskevat usein sopeutumista pidemmän aikavälin (vuosisadan puoliväli – vuosisadan loppu) muutoksiin. Pidemmän aikavälin keinoja ovat mm. kaupunkisuunnittelun ratkaisut. Helteiden haitallisten vaikutusten vähentäminen on usein lyhyemmän aikavälin tavoite (heti - lähivuosisikymmenet) ja pyrkimyksenä on tehdä nopeammin toteutettavia ratkaisuja.

Helteiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentäminen – lyhyen aikavälin keinoja

Helteiden ja kuumuuden aiheuttamia haittoja voidaan vähentää lyhyen aikavälin keinojen avulla kuten hallitsemalla sisälämpötiloja, kehittämällä

kaupungin varautumisen keinoja kuten hellevaroituksia ja niihin reagointia ja ottamalla käyttöön ajantasaisia ohjeistuksia esimerkiksi sosiaali- ja terveystalveluiden henkilöstölle.

Kun tavoitteena on vähentää kuumuuden ja hellejaksojen haitallisia vaikutuksia kaupungin asukkaille ja luonnolle, mahdollisia keinoja ovat esim. (APA 2022, Vienna City 2022):

Toimenpiteiden jaottelu	Toimenpiteen kuvaus	Esimerkkejä vastuutahoista
Helteiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentäminen – lyhyt aikaväli	Viestintä ja tuki: Varoitusjärjestelmät (LUOVA viranomaisille, Ilmatieteen laitoksen varoitukset asukkaille)	Tutkimuslaitokset
	Viestintä ja tiedottaminen, yhteistyöverkostot	Viestintä
	Ohjeet kuumuuden hallintaan ja sen haittojen vähentämiseen (kotihoitossa, hoitolaitoksissa, sairaaloissa, ulkona työskenteleville ym)	Sosiaali- ja terveystoimi
	Omatoimisen varautumisen tukeminen ja edistäminen	Pelastusalan järjestöt
	Tuki viilennysratkaisuille (vrt. energiatehokkuus), kohdennetut tuet tarpeen perusteella	Valtionhallinto
	Viilennysratkaisut ja viherrakenne: Viileiden ja varjoisien julkisten paikkojen ja tilojen tarjoaminen asukkaille	Puisto- ja viheraluesuunnittelu
	Sisälämpötilojen hallinta (myös ohjeet ja säädökset)	Rakentajat, valtionhallinto, järjestöt
	Julkisen liikenteen viilennysratkaisut	Julkinen liikenne (esim HSL, VR, Kaupunkiliikenne)
	Vettä läpäisevän pinnan lisääminen (depaving)	
	Kaupunkiluonnon ja viheralueiden kuumuuden kestävyuden parantaminen (lajivalinnat ym)	Puisto- ja viheraluesuunnittelu
	Riskein hallinta ja varautuminen: Riskien hallinta (kaupunkitasoiset ja toimialojen valmiussuunnitelmat, helleriski osaksi kaupungin kriisijohtamisen järjestelmää)	Riskien hallinta ja valmiussuunnittelu
	Haavoittuvien ihmisten, ihmisryhmien, alueiden ja luonnon tunnistaminen ja kartoitus	
	Energiantuotannossa ja jakelussa viilennystarpeeseen varautuminen	Energiantuotanto
	Maastopaloihin varautuminen	Pelastuslaitokset

Lämpösaarekeilmiön heikentäminen – pidemmän aikavälin keinoja

Lämpösaarekeilmiön heikentäminen vaatii usein pidemmän aikavälin keinoja kuten kaupunkisuunnittelun ja rakentamisen ratkaisuja. Esimerkiksi viherrakenteen lisääminen alueille, joissa sitä on vähän, voi laskea alueen nykyisiä lämpötiloja helajaksojen aikana. Kasvillisuuden kasvu kestää kuitenkin useamman vuoden tai vuosikymmeniä, joten viherrakenteeseen tukeutuvien keinojen hyödyt toteutuvat vasta pidemmällä aikavälillä.

Kasvillisuuden merkitys lämpösaarekeilmiön heikentämisessä on tutkimusten mukaan merkittävä ja kasvillisuuden lisääminen voi vähentää kaupunkiympäristön lämpösaarekeilmiötä erityisesti päiväaikaan. Esimerkiksi Torontossa

havaittiin, että kasvillisuus vähensi kuumien iltapäivien lämpötiloja 10 % ja kaikilla alueilla päivä- ja yölämpötiloja vähintään 0,8 astetta. Tutkimusten mukaan puustoiset ja kerrokselliset viheralueet viilentävät ilmastoa tehokkaammin kuin avoimet viheralueet, jotka saattavat jopa kasvattaa lämpösaarekkeen intensiteettiä kuumina päivinä. Myös katutilalla on keskeinen rooli. Tutkimuksen mukaan puita kannattaa lisätä erityisesti päivällä vilkkaassa käytössä oleville alueille. (APA 2022, Sitowise 2023).

Kaupunkialueilla huomattava osa maanpinnan peitteisyydestä on kattopintoja ja teitä. Erilaisilla heijastavilla pinnoitteilla on mahdollista pyrkiä lieventämään lämpösaarekeilmiötä. Heijastavalla kattopinnoitteella on kuitenkin vain vähän vaikutusta katutason lämpötilaan. Heijastavat katupinnoitteet pysyvät pintalämpötiloiltaan viileinä, mutta niistä heijastuva säteily voi kuumentaa viereisiä rakennuksia tai kaduilla kulkevia ihmisiä. (Mikkonen 2021)

Kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämisen keinoja voivat olla esim. (APA 2022, Vienna City 2022, City of London 2021, Tikkakoski ym. 2024):

Toimenpiteiden jaottelu	Toimenpiteen kuvaus	Esimerkkejä vastuutahoista
Lämpösaarekeilmiön heikentäminen – pidempi aikaväli	Kaupunkisuunnittelussa tilan varaaminen sini-viherrakenteelle ja luonnolle ja yhtenäisten, laajojen koviin pintojen, vettä läpäisemättömän pinnan ja isojen rakennusmassojen välttäminen (esimerkiksi katujen suunta pohjois-etelään sekä rakennusten korkeuden ja katutilan leveyden suhde vaikuttaa rakennusten ja ulkotilan altistumiseen auringon säteilylle, samoin rakennusten asettelu, rakenteen tiiviys)	Kaupunkisuunnittelu
	Viheralueiden säilyttäminen ja laajentaminen	Kaupunkisuunnittelu, Puisto- ja viheraluesuunnittelu
	Katu- ja kaupunkipuiden suojeleminen ja lisääminen	Liikennesuunnittelu, Kunnossapito
	Vettä läpäisevän pinnan lisääminen	Rakentaminen
	Lähi-ilmastoa viilentävien rakennus- ja pintamateriaalien käyttäminen	Rakentaminen
	Hukkalämmön lähteiden huomioiminen suunnittelussa, hukkalämmön talteenotto ja käyttö	Energiantuotanto, kaupunkisuunnittelu
	Energiantuotannossa viilennystarpeen lisääntymiseen varautuminen	Energiantuotanto

Lontoossa on käytössä nk. viilennyshierarkia, jota suurten kehittämishankkeiden tulee noudattaa. Hierarkiassa ensimmäisenä on pidemmän aikavälin kaupunkisuunnittelun ja rakentamisen toimia, joilla vähennetään rakennukseen ulkoa johtuvaa lämpöä ja vasta viimeisimpinä ilmastointiin liittyvät ratkaisut ja erilliset viilennysratkaisut. Kuumuden haittoja tulee vähentää mm. pohjapiirustusten suunnittelulla, materiaalivalinnoilla, rakennusten suuntauksella ja viherrakenteen lisäämisellä. Lontoon viilennyshierarkia:

1. Vähennetään rakennukseen tulevan lämmön määrää rakennuksen suuntaamisen, varjostuksen, korkean albedon materiaalien, ikkunoiden sijoittelun, eristyksen ja viherrakenteen avulla
2. Minimoidaan sisäinen lämmöntuotanto energiatehokkaan suunnittelun avulla
3. Hallitaan rakennuksen sisälämpötilaa avoimen sisäisen lämpömassan ja korkeiden huonekorkeuksien avulla
4. Huolehditaan passiivisesta ilmastoinnista
5. Huolehditaan mekaanisesta/ teknisestä ilmastoinnista
6. Tarjotaan aktiivisia viilennysjärjestelmiä (The London plan 2021)

Suomen ympäristökeskuksen julkaisemassa uudessa oppaassa (Tikkakoski ym. 2024, s. 157-158) on tarkistuslista kaupunkisuunnittelijoille lämpösaarekeilmiön huomioiseksi:

- Onko kaupunkien kasvun vaikutuksia lämpösaarekeilmiön voimakkuuteen arvioitu?
- Onko arvioitu ilmastomuutoksen ja kaupunkien kasvun yhteisvaikutusta ihmisten kokeman kuumarasituksen yleistymiseen?

- Mitkä paikalliset tekijät vahvistavat lämpösaarekeilmiötä (sijainti/alue kaupunkirakenne /tiiviys – väljyys, materiaalit, viheralueiden määrä ja sijainti)?
- Onko nämä lämpösaareketta aiheuttavat tekijät huomioitu suunnittelussa siten, että mahdollisuuden mukaan vältetään liikalämpöä tuottavia rakenteita, materiaaleja ja tilaratkaisuja?
- Onko helteisiin ja pitkiin lämpöjaksoihin varauduttu esimerkiksi viilennysinfrastruktuurilla, kuten kastelulla, varjostuksella ja/tai tilojen jäähdytysratkaisuilla?
- Minkälaisia haavoittuvia arvoja (esimerkiksi sosiaali- ja terveystalouden toimipaikat, vanhusten asumisolot/vanhat rakennukset) alueella on ja miten ne on huomioitu?
- Onko viilennykseen mahdollista hyödyntää passiivisiä rakenteita tai materiaaleja?
- Voidaanko rakennus kytkeä osaksi kaukokylmää?
- Onko julkisten tilojen, kuten sosiaali- ja terveyshuollon laitosten jäähdytystarvetta kartoitettu esimerkiksi rakennuksen energiakatselmuksen/ kuntoarvion yhteydessä?
- Onko suunnittelussa huomioitu siniviherverkoston/-rakenteiden saavutettavuus, niiden viilentävä vaikutus ja varjot?
- Onko alueen suunnittelun ohjauksessa (kaavamääräykset, tontinluovutusehdot) huomioitu helteisiin varautuminen?

Lisäksi kaupungissa tarvitaan toimia päällä olevista hellejaksoista selviytymiseen:

Toimenpiteiden jaottelu	Toimenpiteen kuvaus	Esimerkkejä vastuutahoista
<i>Päällä olevista hellejaksoista selviytyminen</i>	Varoitusjärjestelmät	Tutkimuslaitokset, riskienhallinta
	Kriisijohtamisen mallin mukainen toiminta	Riskienhallinta
	Ensihoidon, terveyskeskusten, sairaaloiden ja hoitolaitosten toiminta	Pelastuslaitokset, sosiaali- ja terveystoimi
	Maastopalojen sammuttaminen	Pelastuslaitokset



Kuva: Paavo Jantunen



Kuva: Maija Astikainen

5. Seuranta ja toimien vaikuttavuus

Kaupungin rajallisilla resursseilla tulee tehdä vaikuttavaa ja oikein kohdennettua työtä lisääntyviin helteisiin varautumiseksi ja sopeutumiseksi. Seuranta ja vaikutusten arviointi ovat tässä tärkeä työkalu. Seuranta yksin ei riitä, vaan sen tuloksista kerätyistä kokemuksista pitää oppia ja tehdä tarvittavia muutoksia suunnitteluun, toteutukseen ja kunnossapitoon. Lisäksi tavoitteita ja toimenpiteitä voi olla tarpeen muuttaa myös uusien tutkimustulosten mukaisesti. Jotta seuranta on mahdollista, pitää tavoitteilla ja toimenpiteillä olla mittareita, joiden avulla sekä toteutusta että vaikuttavuutta voidaan mitata ja/tai arvioida.

Sopeutumisen seurannan haasteena on sopivien mittareiden löytäminen. Sopeutumisella ei ole yhtä (numeerista) tavoitetta, vaan tavoitteita voi olla useita ja ne ovat pääasiassa laadullisia. Jotta tuloksen tai toimenpiteen vaikuttavuutta voidaan seurata ja arvioida, tulee sillä olla ensiksi selvä tavoite ja sen jälkeen tavoitteelle ja toimienpiteelle mittari. Joillekin tavoitteille kuten kaupungin lämpösaarekeilmiön heikentämiselle tai viherrakenteen lisäämiselle voi myös asettaa määrällisen tavoitteen. Määrällisen tavoitteen asettamista varten tarvitaan aina tieto lähtötasosta sekä luotettavat mittarit ja mittaukset toimien vaikuttavuuden seurantaan.

varten. Yleisesti määrällisille tavoitteille on helpompi asettaa mittareita ja siten seurata niitä kuin laadullisia tavoitteita. Sopeutumisen laadullisille tavoitteille tarvitaan myös mittareita. Lopulta on määritettävä varautumisen ja sopeutumisen taso, johon pyritään, jotta sopeutumistoimien kunnianhimon taso voidaan määrittää ja arvioida ja päättää myös sitä, minkä suuruiset riskit ovat vielä hyväksyttävissä. (APA 2022, Juhola ym. 2023, World Bank 2024)

Mahdollisia seurantamittareita:

- Lämpösaarekeilmiön muutokset mitattuina antureilla (ilman lämpötila) tai satelliittidatan avulla (pintojen lämpötila)

- Kohteissa sisälämpötilojen muutokset/ viilennyksen tarve (energiankulutus ja lisääntynyt tarve)
- Viherrakenteen määrä, laatu ja sijainti
- Terveysdata: sairastavuus, kuolleisuus hellejaksojen aikana, sairaala/terveyskeskuskäynnit/ensihuollon tarve hellejaksojen aikana
- Viileiden julkisten tilojen saatavuus ja sen muutos



Kuva: Maija Astikainen

6. Oikeudenmukaisuus ja haavoittuvuus helteisiin sopeutumisessa

Oikeudenmukaisuuden määritelmä

Oikeudenmukaisuus käsitteenä jaetaan yleensä jako-, tunnustavaan ja menettelytapojen oikeudenmukaisuuteen.

- Jako-oikeudenmukaisuus keskittyy siihen, miten hyödyt ja haitat jakautuvat yhteiskunnassa ja miten haittoja voidaan kompensoida tai niiden vaikutuksia lieventää.
- Tunnustava oikeudenmukaisuus huomioi ihmisten ja ihmisryhmien sosiokulttuurisia eroja, erilaisia asemia yhteiskunnassa

sekä erilaisuudesta johtuvia erityisiä tarpeita ja haavoittuvuuksia.

- Menettelytapojen oikeudenmukaisuudessa on kyse erilaisten päätöksentekoprosessien reiluidesta kuten osallistumis- mahdollisuuksien tasapuolisuudesta ja päätöksenteon läpinäkyvyydestä, puolueettomuudesta ja päätöksentekijöiden vastuuvollisuudesta asukkaille.

Ilmasto-oikeudenmukaisuus liittyy erityisesti menettelytapoihin ja ilmastovaikutuksiin altistumiseen liittyvistä epäoikeudenmukaisista seurauksista eri ihmisille ja

alueille sekä ilmastonmuutoksen ja sen seurausten käsittelyyn liittyvien politiikkojen ja käytäntöjen oikeudenmukaisuuteen. (Kivimaa ym. 2023, Climate Just)

Näiden lisäksi sopeutumisen suunnittelussa tulisi pohtia myös rakenteellista, monilajista, ajallista ja alueellista oikeudenmukaisuutta.

- Yhteiskunnalliset rakenteet voivat mahdollistaa tai estää oikeudenmukaisuuden toteutumisen.
- Luontokato liittyy luonnollisten elinympäristöjen tuhoutumiseen ja luonnonvarojen ylikäyttöön, jotka ovat myös ilmastonmuutoksen perimmäisiä syitä. Luontokato nostaa esiin myös muiden lajien, ekosysteemien ja elinympäristöjen oikeudet.
- Toimien ja toimimattomuuden vaikutukset voivat ilmetä välittömästi tai pidemmän ajan kuluessa, jonka vuoksi myös ylisukupolviset vaikutukset on huomioitava.
- Vaikutukset ovat usein paikallisia, mutta voivat ulottua myös laajemmille alueille ja/tai jakautua epätasaisesti eri alueiden välillä. Maailmanlaajuisia resursseja käytetään edelleen epätasa-arvoisesti niin alueiden välillä kuin niiden sisälläkin. (Kivimaa ym.2023; Eräranta 2023)

Miten oikeudenmukaisuuden toteutumista voi arvioida?

Ilmastopaneelin raportissa (Kivimaa ym. 2023) on koottu ilmastopolitiikan oikeudenmukaisuuden arviointia varten kysymyksiä. Näiden avulla voi jäsentää oikeudenmukaisuutta ja sen toteutumista sekä arvioida miten oikeudenmukaisuus otetaan huomioon esimerkiksi ilmastonmuutokseen sopeutumisen

suunnitelmissa ja keinojen toteutuksessa. Lisäksi on tarpeen pohtia prosessien oikeudenmukaisuutta muiden lajien, ekosysteemien ja elinympäristöjen sekä tulevien sukupolvien kannalta (rakenteellinen, monilajinen, ajallinen ja alueellinen oikeudenmukaisuus). (Eräranta 2023)

Sopeutumistavoitteiden ja -toimien oikeudenmukaisuutta voi arvioida mm. seuraavien kysymysten pohjalta (Eräranta 2023, Kivimaa ym. 2023):

- Lisääkö/vähentääkö (politiikka) joidenkin ihmisten toimeentuloa tai mahdollisuuksia työhön tai elinkeinon harjoittamiseen olennaisesti tai lisääkö/vähentääkö se joillekin ihmisille aiheutuvia terveyshyötyjä tai -haittoja?
- Onko prosessi valmisteltu tietopohjaisesti ja valmistelussa sekä menetelmävalinnoissa huomioitu toimijoiden väliset erot, erilaiset asemat sekä erityiset tarpeet ja haavoittuvuudet?
- Tuodaanko prosessissa näkyvämmäksi se, heikentääkö/ parantaako toimi/toimettomuus luonnon tilaa, monimuotoisuutta tai muiden lajien elinolosuhteita?
- Ovatko erityyppiset toimijat - myös tulevat sukupolvet ja muut lajit - huomioitu riittävän laajasti? Miten vaikutukset jakautuvat eri toimijoiden ja toimijaryhmien kesken - myös ajallisesti?
- Lisääkö/vähentääkö (esim. politiikka) haavoittuvuutta?
- Onko kansalaisilla yhtäläiset mahdollisuudet osallistua valmisteluun? Onko valmistelussa huomioitu ihmisten ja ihmisryhmien sosiokulttuuriset erot, erilaiset asemat yhteiskunnissa sekä erilaisuudesta johtuvat erityiset tarpeet ja haavoittuvuudet? Tuodaanko menetelmien avulla prosessissa näkyvämmäksi erilaisten toimijoiden

näkökulma myös nykyisten verkosto- ja hallinnollisten rakenteiden ulkopuolelta?

- Tuodaanko prosessissa näkyvämmäksi se, onko vaikutuksilla merkittäviä alueellisia eroja tai lisäävätkö ne haittoja/ hyötyjä alueen rajat ylittävästi ja globaalisti?

Oikeudenmukaisuus helteisiin varautumisessa

Voimakkaat helteet lisäävät haasteita eri sektoreilla ja pahentavat haavoittuvuuksia. Kuka tahansa voi olla altis kuumuuteen liittyville vaikutuksille, mutta esimerkiksi vanhukset, pienet lapset ja vauvat, ihmiset, jotka työskentelevät ulkona tai ei-ilmastoiduissa olosuhteissa ja hoitolaitoksissa asuvat voivat olla erityisen alttiita ja haavoittuvia kuumuuden vaikutuksille. Lisäksi yhteiskunnalliset tekijät kuten korkeat energiakulut, asumisolot, viheralueiden ja viileiden julkisten tilojen vähäisyys voivat lisätä ihmisten haavoittuvuutta hellejaksoille. Haavoittuvien yhteisöjen ja yksilöiden tunnistaminen on välttämätöntä oikeudenmukaisten sopeutumistoimien kohdentamiseksi ja sopeutumistoimien mukauttamiseksi haavoittuvien ryhmien tarpeisiin. (Arizona state 2024, EEA 2023)

Sopeutumistoimenpiteet hyödyttävät harvoin kaikkia ihmisiä yhtä paljon ja jos tasa-arvoa ja yhdenvertaisuutta ei huomioida, voi syntyä uusia eriarvoisuuksia tai olemassa oleva eriarvoisuus voimistua. Oikeudenmukaisen sopeutumisen saavuttaminen tarkoittaa sopeutumistoimien hyötyjen siirtämistä haavoittuvimpien ryhmien hyväksi. EEA (2023) on todennut, että vaikka EU-tason ja kansallisissa ilmastopoliitikoissa haavoittuvat ryhmät on nostettu esiin, ei oikeudenmukaisia sopeutusratkaisuja ole juurikaan toteutettu.

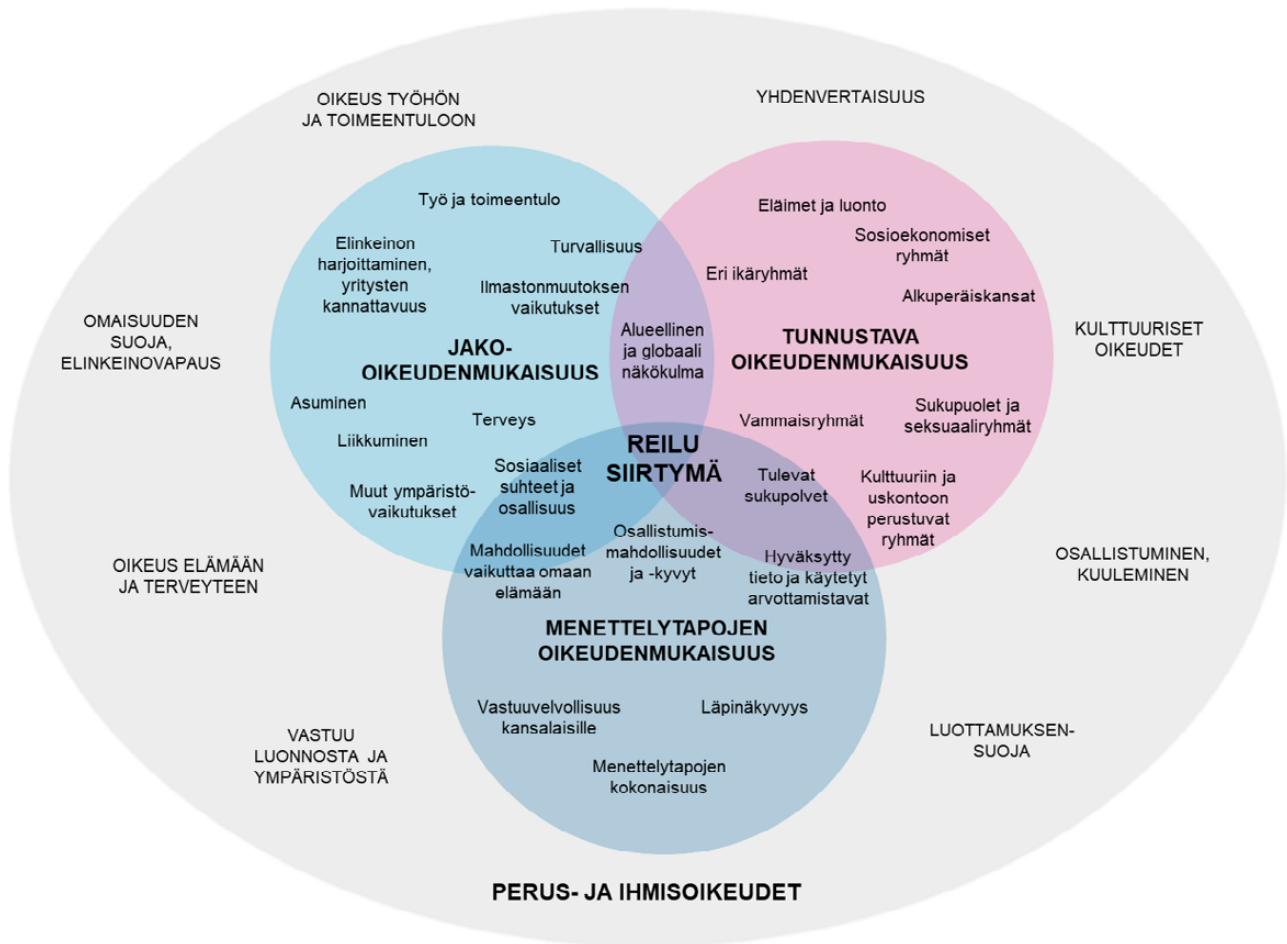
Joitain esimerkkejä oikeudenmukaisista ratkaisuista kuitenkin on. Pariisin kaupunki pitää rekisteriä helleaaltoille alttiista ihmisistä

ja kannustaa luomaan solidaarisuusverkostoja sen varmistamiseksi, että naapurit pitävät huolta toisistaan hellejaksojen aikana. Italian Bolognassa vapaaehtoiset ja kansalaisjärjestöt auttavat hellejaksojen aikana heikommassa asemassa olevia henkilöitä ja huolehtivat riskiryhmistä, esim. viemällä heitä viileisiin julkisiin tiloihin tai sairaaloihin. Koska suunnitteluprosessien tuloksiin vaikuttaa se, ketkä ovat mukana suunnittelussa, haavoittuvien ryhmien osallistuminen on avainasemassa, jotta voidaan varmistaa oikeudenmukaisuus ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Haavoittuvat ryhmät voivat myös olla suoraan mukana toimenpiteiden täytäntöönpanossa. Tätä on kokeiltu esim. viheralueiden suunnittelussa ja rakentamisessa. Osallistumisen on havaittu lisäävän asukkaiden omistajuuden tunnetta ja edistävän viheralueiden käyttöä. (EEA 2023)

Monet ilmaston sopeutumistoimenpiteet keskittyvät teknologisiin ratkaisuihin, jotka eivät ota huomioon kaupunkien sosiaalisia ominaisuuksia, eivätkä siten pysty käsittelemään ilmastovaikutusten tasa-arvokysymyksiä. Paikallisten sosiaali- ja terveysalan sidosryhmien vahvempi osallistuminen sopeutumis suunnitteluun ja -toteutukseen, sopeutumisen valtavirtaistaminen näillä sektoreilla ja heikossa asemassa olevien ryhmien itsensä mukaan ottaminen voi lisätä tasa-arvonäkökohtien parempaa huomioimista paikallisessa sopeutumis suunnittelussa. (EEA 2023)

Haavoittuvuus helteille

Altistuminen sään ääri-ilmiöille kuten ankarille helteille ei pelkästään selitä niiden kielteisiä vaikutuksia. Ihmisten ja ihmisryhmien sosiaalisilla tekijöillä on myös merkitystä ja näitä tekijöitä sosiaalisen haavoittuvuuden arvioinnit pyrkivät selvittämään. Haavoittuvuus ei ole joidenkin ihmisryhmien luontainen ominaisuus, vaan haavoittuvuuden määrittää henkilökohtaisten, sosiaalisten, taloudellisten, ympäristöllisten, kulttuuristen ja yhteiskunnan rakenteellisten tekijöiden yhdistelmä (Lindley ym. 2011, Klinenberg 2015)



Kuva 6. Ilmastopolitiikan oikeudenmukaisuutta voidaan tarkastella kolmen, osin päällekkäisen ulottuvuuden kautta. Näitä ulottuvuuksia ympäröivät perus- ja ihmisoikeudet. (Kivimaa ym.2023)

Sosiaalista haavoittuvuutta ilmastoilmiölle, kuten hellejaksoille, kuvataan herkkyyden, voimistuneen altistumisen ja sopeutumiskyvyn yhdistelmänä (kuva 7., Lindley ym. 2011). Herkkyys viittaa ihmisen henkilökohtaisiin ominaisuuksiin kuten ikään ja terveyteen. Sopeutumiskyky kuvaa ihmisten kykyä varautua ennalta, selvittää hellejakson aikana ja korjata vahingot ja palautua tilanteesta. Sopeutumiskyky määrittyy pitkälti ihmisen sosiaalisen ja taloudellisen tilanteen perusteella. Voimistunut altistuminen kuvaa fyysisen ympäristön ominaisuuksia, kuten esimerkiksi asumismuotoa, vettä läpäisevien pintojen osuutta ja viheralueiden määrää ja laatua asuinympäristössä.

Lisäksi ihmisten kyky välttää ilmastouhkia tai selviytyä niistä riippuu mm. heidän taloudellisista resursseistaan ja sosiaalisten

verkostojensa laajuudesta, sekä siitä, onko heillä koti vai ei. Ihmisen altistustaso määräytyy sen mukaan, kuinka todennäköisesti hän joutuu kosketuksiin ilmastouhkien kanssa, mikä riippuu esimerkiksi siitä, asuuko hän tulva-alttiilla alueella tai helposti ylikuumentavassa talossa tai hänen ammatistaan. Yksilöt ja yhteisöt voivat usein olla haavoittuvia monella tapaa ja altistua erilaisille ilmastoon liittyville vaaroille. Nämä tekijät lisäävät todennäköisesti haitallisia terveys- ja hyvinvointivaikutuksia. (EEA 2023)

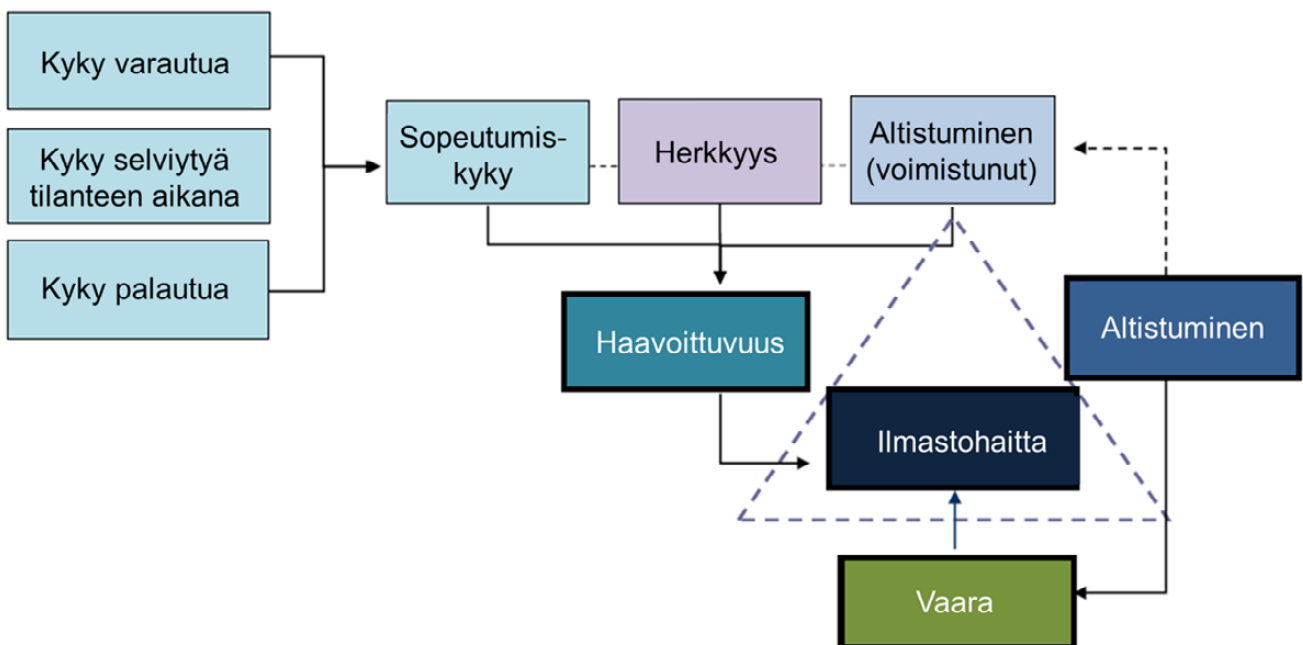
Yleisesti ihmisten ja yhteisöjen haavoittuvuuteen vaikuttavat mm.:

- Yksilön henkilökohtaiset piirteet, kuten ikä ja terveys. Ihmisillä, joilla on fyysisiä tai mielenterveysongelmia, on yleensä heikompi toimintakyky fyysisen tai

henkisten rajoitteiden, tai käyttäytymismuutosten vuoksi

- Ympäristön ominaisuudet, kuten viheralueiden saavutettavuus, asutuskannan laatu tai asuinrakennusten korkeus, jotka voivat lisätä tai vähentää altistumista kuumuudelle
- Sosiaalinen ja institutionaalinen konteksti, kuten eriarvoisuus ja tulotasot, sosiaalisten verkostojen vahvuus, asuinalueiden yhteenkuuluvuus ja laitosten kuten hoitokotien käytännöt, jotka vaikuttavat ihmisten sopeutumiskykyyn
- Palveluiden saavutettavuus voi olla heikko ihmisillä, joilla on joko fyysinen häiriö tai he asuvat alueilla, joilla palveluiden saatavuus on heikompi. Tämä vuoksi näillä ihmisillä voi olla heikompi kyky toipua luonnononnettomuuksista, koska heillä voi kestää kauemmin saada apua muilta.

- Vuokralaisilla voi olla vähemmän mahdollisuuksia mukauttaa kotiaan ilmastonkestävämmäksi. Heillä ei välttämättä ole kattavinta kotivakuutusta ja he voivat olla vähemmän tietoisia esim. tulvien todennäköisyydestä.
- Tietyt asuinrakennukset ovat alttiimpia sääntäiri-ilmiöille kuin toiset. Esimerkiksi talot, joissa on kellari, altistuvat todennäköisemmin tulville ja korkeat rakennukset taas helteille.
- Alueet, joilla on vähemmän tai ei ollenkaan viherrakennetta voivat olla alttiimpia rankkasateiden ja helteiden vaikutuksille kuin alueet, joilla on toimiva viherrakenne.
- Ihmiset, jotka ovat asuneet alueella vain lyhyen aikaa, eivät ehkä ole tietoisia menneistä tulvista ja niiden vaikutuksista, eivätkä osaa varautua tuleviin tulviin.



Kuva 7. Ilmastohaitta ja sosiaalisen haavoittuvuuden tekijät (Lindley ym. 2011, Kazmierczak ja Kankaanpää 2016)



Kuva: Maija Astikainen

7. Helsinki, lämpösaarekeilmiö ja helteet

Helteet Helsingissä

Kun vuorokauden ylin lämpötila on vähintään 25,1 celsiusastetta, voidaan Suomessa puhua helteestä. Kahden viikon hellejakso sattuu nykyisin keskimäärin kerran 10 vuodessa. Poikkeuksellisesta hellejaksosta voidaan puhua vasta, kun helle kestää vähintään kolme viikkoa. Näin on käynyt vuoden 1961 jälkeen vuosina 2003, 2010, 2014, 2018 ja 2021. (Ilmatieteen laitos).

Hellepäivien lukumäärä Helsingissä on jo noussut verrattuna 30 vuoden pituiseen ilmastolliseen vertailukauteen (tässä 1961–1990).

Kun aiemmin hellepäiviä esiintyi keskimäärin noin 10 vuodessa, niin jakson 1991–2020 aikana niitä oli jo noin 16 eli lähes viikon verran enemmän kuin vuosina 1961–1990. Hellepäivien määrät vaihtelevat vuosien välillä paljon. HelsinkiVantaan sääaseman mittauksen mukaan kuumina kesinä hellepäiviä voi olla yli 35. Ennätys on 40 hellepäivää kesällä 2018, jolloin hellepäiviä oli yhtämittaisesti 25 vuorokauden ajan (12.7.–5.8.). Ilmastollisen vertailujakson 1961–1990 aikana hellepäivien lukumäärä saavutti 30:n vain yhtenä kesänä (vuonna 1988), mutta sen jälkeen 30 hellepäivän rajapyykki on saavutettu jo viitenä kesänä (1997, 2010, 2014, 2018 ja 2021). HelsinkiVantaan säähavaintoaseman historian

neljä helteisintä kesää ovat kaikki esiintyneet 2010-luvulla tai sen jälkeen. (Rantanen ym. 2023)

Hellepäivien määrä on lisääntynyt erityisesti sisämaassa. Helsingissä meren läheisyys nostaa yölämpötiloja pitkäkestoisten helleaaltojen aikana. Korkeita yölämpötiloja havaitaan pääosin heinä- ja elokuussa, kun Suomenlahden pintavesi on lämmennyt riittävän paljon. Jos yön alin lämpötila on 20 asetta tai sen yli, puhutaan Suomessa trooppisesta yöstä. (Rantanen ym. 2023)

Hellejaksoilla on jo ollut vaikutuksia Helsingissä. Tutkimustulosten mukaan hellejaksojen aikana ylimääräinen kuolleisuus on ollut Helsingissä merkittävästi suurempaa kuin muualla HUS-alueella (Ruuhele ym. 2021). Helsingin väestöstä vuonna 2021 18 % oli yli 65-vuotiaita ja yli 75-vuotiata noin 8 % ja lapsia (0-6 v) 7 %. Monilla kaupungin alueista täyttyy kaksi tai useampi helleriskin tekijöistä (lämpösaareke, altistuminen, haavoittuvuus).

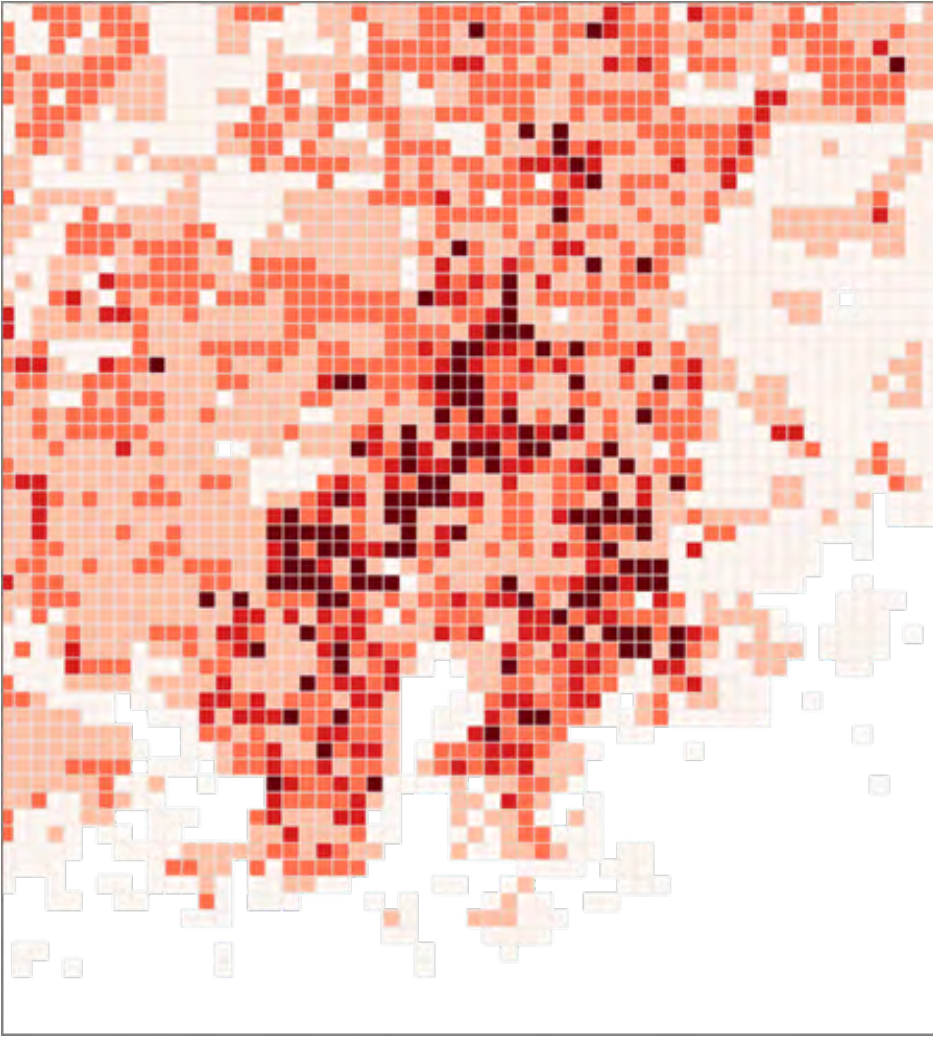
Kuumuus lisää kuolleisuutta heti ensimmäisen kuumen vuorokauden aikana ja vaikutus jatkuu muutaman päivän ajan. Lämpöolojen terveysvaikutuksia väestötasolla kuvaa kuolleisuuden lämpötilariippuvuus. Kuolleisuus on pienimmillään, kun ilmastolliset olosuhteet (lämpötila, kosteus, tuuli, auringonsäteily) ovat tavanomaisia, ja se kasvaa kohti lämpötilan molempia ääripäitä eli hyvin alhaisia ja hyvin korkeita lämpötiloja. Kuolleisuus on Suomessa pienimmillään, kun vuorokauden keskilämpötila on 13–17 °C. Minimikuolleisuuden lämpötila

kuvaa myös sitä, millaiseen ilmastoon väestö on sopeutunut pitkällä aikavälillä. Kuolleisuuden lämpötilariippuvuuden tarkempi muoto eli se, miten paljon kuolleisuusriski kasvaa ääriämpötiloja kohti, riippuu puolestaan sosio-ekonomisista ja muista haavoittuvuustekijöistä. (Pilli-Sihvola ym. 2018)

Lämpösaarekeilmiö Helsingissä

Ilmastonmuutos vaikuttaa lämpösaarekeilmiöön voimistamalla sitä. Suurin syy ilmiön taustalla on kuitenkin kaupunkikehitys. (Pilli-Sihvola ym. 2018). Lämpösaarekeilmiön voimakkuus ja alueellinen jakauma Helsingissä vaihtelee säätilanteesta ja erityisesti tuulensuunnasta ja -nopeudesta riippuen. Pohjoisenpuoleinen eli sisämaan suunnasta puhaltava tuuli hellepäivinä lisää kuumarasitusta kantakaupungissa, koska tällöin meren viilentävä vaikutus jää vähäisemmäksi. Jos taas hellepäivinä tuulee lounaasta, kuumarasitus kantakaupungissa voi olla heikompaa kuin sisämaassa. (Votsis ym. 2021, Rantanen ym. 2023)

Helsingin lämpösaarekeilmiötä ja kuumarasitusta on kartoitettu ja mallinnettu muutamassa hankkeessa (Drebs 2010, Hercules- ja URCLIM-hankkeet, Ecoten). Näiden töiden perusteella Helsingin kuumimmat alueet sijaitsevat kantakaupungin lisäksi isojen liikenneväylien varrella, teollisuusalueilla sekä alueilla, joissa on paljon kovaa pintaa ja vähän viherrakennetta.



Kuva 8. (URCLIM). Koettu terminen kuumarasitus tunteina kesällä varjossa Helsingissä tulevaisuuden ilmastossa (2040-2069), oletuksena nopea kaupunki-kehitys ja kasvihuonekaasujen merkittävä kasvu globaalisti (RCP8.5).



Kuva: Maija Astikainen

8. Miten Helsinki varautuu ja sopeutuu helteisiin?

Helsingin kaupunkistrategiassa 2021-2025 Kasvun paikka linjataan, että ”Helsingissä on sopeuduttava ja varauduttava ilmaston lämpenemiseen ja lisääntyviin ja voimistuviin helleaaltoihin. Etenevä ilmastonmuutos edellyttää myös sopeutumista sen vaikutuksiin. Helsingiläisten elämänmuodon, terveyden ja omaisuuden suojaaminen turvataan. Tavoitteena on Helsinki, joka on varautunut sään ääri-ilmiöihin ja niiden välillisiin vaikutuksiin. Ilmastonmuutokseen vaikutuksiin sopeutuminen vaatii varautumista lisääntyneisiin helle- ja kuivuusjaksoihin”. ”Sopeutumisen edellyttämiin toimiin tartutaan ja varautumisen on näytävä

kaupunkisuunnittelussa sekä uudis- ja korjausrakentamisessa. Toimiva viherrakenne vähentää lämpösaarekeilmiötä.” ”Huolehditaan sairaaloissa, laitoksissa ja senioriasumisessa tarpeellisista ja tarvittavista toimenpiteistä.”

Helsingissä on koettu 4 pidempää hellejaksoa vuoden 2010 jälkeen. Näiden hellejaksojen aikana ensihoidon ja terveystalveluiden kuormitus on lisääntynyt. Vaikka vaikutuksia on jo havaittu ja tunnistettu, ei lisääntyviin hellejaksoihin ole vielä varauduttu suunnitelmallisesti. Myös pidemmällä aikavälillä lisääntyvät ja voimistuvat helteet

Esimerkkejä helteisiin varautumisen toteutumisesta Helsingissä

	Ilmiö tunnistettu, tiedonkeruu	Suunnittelu, ohjeistus	Pisteittäinen toteutus / käynnistymässä	Uusi normaali, valtavirtaa
Sosiaali- ja terveystoimi	Tutkimus (THL,IL), Sosiaali- ja terveysministeriö Ilmastomuutokseen sopeutumisen suunnitelma	Ohjeet helteeseen (THL), STM ilmastomuutokseen sopeutumisen suunnitelma	Prioriteettikohteet tunnistettu, kohdekohtainen jäähdytys	Ohjeet helteiden aikaisesta toiminnasta käytössä kotihoidossa ja hoitolaitoksissa
Kaupunki-suunnittelu	Tutkimus	YM kaavoituksen ilmastovaikutukset -raportti, työkalut esim. KILVA	Yksittäisissä asemakaavoissa myös helteisiin varautuminen huomioitu	
Rakentaminen	Tutkimus, säädökset sisäilman lämpötiloista	RAMI-hanke, Kaupungin teettämät selvitykset sisälämpötilojen muutoksesta	Osassa kaupungin uusia rakennuksia jäähdytys käytössä	
Viheralueet ja kaupunkimetsät	Tutkimus (esim. SYKE, HAMK)	Kaupungin selvitykset, Viherympäristöliiton ohjeet	Katuarboretum, tulevaisuuden ilmasto kestävien lajien kokeilu	Menettelyt kuivuuskausiin varautumisesta viheralueilla
Valmius ja varautuminen	Tunnistettu kaupunkitason ilmastoriskiksi	Toimialakohtaiset valmiussuunnitelmat		

on tunnistettu merkittäväksi Helsinkiä koskeväksi ilmastoriskiksi, mutta ennakoiva ja suunnitelmallinen sopeutuminen niihin ei ole valtavirtaa ja normaalia toimintaa kaupungissa ja sen keskeisillä sektoreilla.

Helsingin ilmastoriskiarvioinnissa (2018) kartoitettiin selvitystarpeita lisääntyvään kuumuuteen ja voimistuviin hellejaksoihin sopeutumisen osalta. Työssä ei arvioitu sitä, kuinka suuri riski helteet ovat Helsingille tai miten hyvin helteisiin on Helsingissä varauduttu. Työssä tunnistetuista jatkoselvitystarpeista ovat ajankohtaisia edelleen ainakin:

- Olemassa olevien kaupungin rakennusten toimivuus helleaaltojen aikana ja energiatehokkaat viilennysjärjestelmät ja näiden kustannusvaikutukset. Uusia rakennuksia (asuin-, koulu- ja päiväkotit, sosiaali- ja terveyspalveluiden kiinteistöt jne.) rakennettaessa kuumuus tulee ottaa

huomioon suunnittelu- ja rakennusvaiheessa, selvitetään energiatehokkaat keinot vähentää sisätilojen ylikuumenemista

- Helleaaltoihin varautumisen taso vanhustenhoidossa ja erityisesti vanhusten kotihoidossa
- Kuumudelle altistumisen taso kaupungissa ja mitä lisätekijöitä tulisi ottaa huomioon sosiaalisen haavoittuvuuden arvioinnissa
- Miten lämpösaareke muuttuu Helsingin rakentamisen seurauksena ja millä toimin siitä aiheutuvaa riskiä voitaisiin pienentää?
- Mitkä ovat katupuiden, viherkattojen ja muun kaupunkivihreän mahdollisuudet lämpösaarekkeiden viilentämiseksi ja ilmastomuutoksen vaikutusten vähentämiseksi? (Pilli-Sihvola ym. 2018)

9. Yhteenveto

Hellejaksojen lisääntyminen ja voimistuminen on kasvava riski Helsingissä. Kuumuus on tappavaa. Terveysvaikutusten lisäksi hellejaksoilla voi olla haitallisia vaikutuksia monilla eri sektoreilla. Keskeinen kysymys Helsingissä on, miten tiivistyvästä kaupungista tehdään myös ilmastonmuutokseen sopeutuva kaupunki.

Helteisiin varaudutaan Helsingissä jo nyt mm. ohjeistuksilla, mutta sopeutuminen lisääntyviin ja voimistuviin helteisiin on uusi asia. Osaamista helteisiin varautumisessa kaupungissa jo on, mutta se on hajallaan organisaatiossa, eri sektoreilla ja toimialoilla. Suunnitelmallinen työ sekä yhteistyö- ja yhteensovittamisrakenteet puuttuvat suurelta osin. Työ suunnittelun tarpeen ja laajuuden määrittämiselle on vasta käynnistymässä. Helteisiin varautuminen ja sopeutuminen vaatii kaupungissa monialaista ja tietoon pohjautuvaa suunnittelua ja toimeenpanoa. Vaikutukset ja osaaminen ylittävät toimialojen ja myös kaupungin rajat.

Tämä selvitys kokoaa tietoa helteiden vaikutuksista ja mahdollisuuksista niihin varautumiseen ja sopeutumiseen kaupungissa. Selvityksessä ei ole pohdittu sitä, miten Helsingin tulisi sopeutua lisääntyviin helteisiin ja kenelle niihin sopeutuminen kuuluisi tai kenen tai keiden tulisi koordinoita toimialakohtaista

tai kaupunginlaajuista helteisiin varautumisen ja sopeutumisen suunnittelua.

Seuraavia askeleita Helsingin helteisiin sopeutumisessa olisivat mm.:

- Helteisiin varautumisen tavoitetason ja sen mukaisten priorisointien määrittäminen
- Lisääntyviin helteisiin varautumisen ja sopeutumisen suunnittelun prosessien, vastuiden, resurssien mukaan lukien investointien ja aikataulujen määrittäminen
- Yhteistyön aktivointi kaupungin sisällä ja ulkopuolisten tahojen kuten järjestöjen kanssa
- Oikeudenmukaisuuskysymysten ratkaiseminen

Tietotarpeita:

- Lämpösaarekeilmiön kehittyminen kaupungin kasvun ja ilmastonmuutoksen myötä, ja siihen liittyvät skenaariotarkastelut
- Riskiarvioinnin päivitys helteiden osalta, sisältäen myös todennäköisyysarviot
- Haavoittuvuusarvioinnin päivitys

Lähteitä

Agathokleous, E., Feng, Z., Oksanen, E., Sicard, P., Wang, Q., Saitanis, C.J., Araminiene, V., Blande, J.D., Hayes, F. ja Paoletti, E. 2020. Ozone affects plant, insect, and soil microbial communities: A threat to terrestrial ecosystems and biodiversity. *Science Advances* 12 Aug 2020 Vol 6, Issue 33 <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abc1176>

American planning association (APA) 2022. Planning for urban heat resilience. PAS report 600. <https://www.planning.org/publications/report/9245695/>

Anderson, C. A., Anderson, K. B., Dorr, N., DeNeve, K.M. ja Flanagan 2000. Temperature and aggression. *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol 32, 2000, s. 63-133 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065260100800040>

Anderson, C.A. 2001. Heat and Violence. *Current Directions in Psychological Science* 10(1):33-38, February 2001. https://www.researchgate.net/publication/247781234_Heat_and_Violence <https://www2.psych.ubc.ca/~schaller/308Readings/Anderson2001.pdf>

State of Arizona, Office of the Governor Katie Hobbs 2024. Arizona extreme heat preparedness plan. https://mcusercontent.com/44a5186aac-69c13c570fca36a/files/ada1d47f-83f5-4189-d835-1eec1552aeaa/2024.03.01_Extreme_Heat_Preparedness_Plan.pdf

Arup 2023. The Properties Vulnerable to Heat Impacts in London. <https://www.arup.com/news/new-report-assesses-which-of-londons-properties-and-neighbourhoods-are-most-vulnerable-to-heat-in-the-wake-of-the-hottest-year-ever-recorded/>

Astone, R. ja Vaalavuo, M. 2021. Climate change and health: Consequences of high temperatures

among vulnerable groups in Finland. Discussion paper 40/2021, Finnish Institute for Health and Welfare. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/143580/URN_ISBN_978-952-343-780-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Begum, A., Lempert, R., Ali, E., Benjaminsen, T.A., Bernauer, t., Cramer, W., Cui, X., Mach, K., Nagy, G., Stenseth, N.C., Sukumar, r. ja Wester, P. 2022. Point of Departure and Key Concepts. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, s. 121-196, doi:10.1017/9781009325844.003. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-1/>

Burenby, L., Partonen, T., Carter, T.R., Ruuhela, R. ja Halonen, J. 2021. Climate Change and Mental Health. Discussion paper 32/2021, Finnish Institute for Health and Welfare. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/143459/URN_ISBN_978-952-343-765-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CalEPA 2015. Creating and Mapping an Urban Heat Island Index for California.

C2ES Center for Climate and Energy Solutions. Verkkosivu: Drought and Climate Change. <https://www.c2es.org/content/drought-and-climate-change/>

CDC U.S. Centers for Disease Control and Prevention. Heat & Health Tracker -verkkosivut: <https://ephtracking.cdc.gov/Applications/heatTracker/>, <https://www.cdc.gov/environmental-health-tracking/php/data-research/tracking-heat-events.html>

CHAMPS-hankkeen verkkosivut: <https://www.syke.fi/hankkeet/champs>

Chen, B., Wu, C., Song, X., Zheng, Y., Lu, M., Yang, H., Wu, X., Zhao, X., Lu, Z., Luo, T. ja Liu, X. 2023. Anthropogenic heat release due to energy consumption exacerbates European summer extreme high temperature. Springer Climate, vol 61. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-023-06775-x#Sec9>

Climate Central 2023. Urban heat Hot Spots. <https://www.climatecentral.org/climate-matters/urban-heat-islands-2023>

Climate Just verkkosivusto <https://www.climatejust.org.uk/>

Copernicus. Verkkosivu: Demonstrating heat stress in European cities. <https://climate.copernicus.eu/demonstrating-heat-stress-european-cities>

Dadir M., Wilson, J. ja Berardi, U. 2021. Health-informed heat mitigation approach - Case Study of The Regional Municipality of York. Green Belt Foundation. https://assets.nationbuilder.com/greenbelt/pages/14886/attachments/original/1692280509/GBF_HeatMitigation_SummaryReport_E-ver.pdf?1692280509

Drebs, A. 2011. Helsingin lämpösaareke ajallisen ja paikallisen ilmiönä. Opinnäytetyö, Helsingin yliopisto. <https://helda.helsinki.fi/items/c6280825-1f94-4348-b8c2-01bfb3686433>

Duarte Rocha, A., Vulova, S., Förster, M., Gioli, B., Matthews, B., Helfter, C., Meier, F., Steeneveld, G-J., t F. Barlow, J.F., Järvi, L., Chrysoulakis, N., Nicolini, G. ja Kleinschmit, B. 2024. Unprivileged groups are less served by green cooling services in major European urban areas. Nature Cities vol 1, s. 424–435 <https://www.nature.com/articles/s44284-024-00077-x>

European Environment Agency EEA 2022. Towards just resilience – leaving no-one behind when adapting to climate change. Briefing no. 09/2022. [https://www.eea.europa.eu/publications/just-](https://www.eea.europa.eu/publications/just-resilience-leaving-no-one-behind/towards-just-resilience-leaving-no-one-behind/download.pdf.static)

[resilience-leaving-no-one-behind/towards-just-resilience-leaving-no-one-behind/download.pdf.static](https://www.eea.europa.eu/publications/just-resilience-leaving-no-one-behind/towards-just-resilience-leaving-no-one-behind/download.pdf.static)

European Environment Agency EEA 2024. European Climate Risk Assessment. EEA Report 1/2024. <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>

EPA U.S. Environmental Protection Agency 2008. Reducing urban heat islands: Compendium of strategies. Draft. <https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-compendium>

EPA Environmental Protection Agency -verkkosivu Measuring heat islands: <https://www.epa.gov/heatislands/measuring-heat-islands>

EPA Environmental Protection Agency -verkkosivu Heat islands and equity: <https://www.epa.gov/heatislands/heat-islands-and-equity>

EPA 2021. Climate Change and Social Vulnerability in the United States: A Focus on Six Impacts. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 430-R-21-003. <https://www.epa.gov/cira/social-vulnerability-report>

Eräranta, S. 2023. Monilajinen kaupunki. Oikeudenmukaisuusnäkökulmia hiilinegatiivisen kaupungin planetaariseen suunnitteluun. Helsingin kaupunki, Helsingin kaupungin keskushallinnon julkaisu 2023:32. https://www.hel.fi/static/kanslia/Julkaisut/2023/2023_MonilajinenKaupunkiOikeudenmukaisuusna%C3%A4kulmiaHiilinegatiivisenKaupunginPlanetaariseenSuunnitteluun.pdf

FINLEX 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>

FINLEX 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (2017)
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

Flanner, M.G. 2009. Integrating anthropogenic heat flux with global climate models. Geophysical Research Letters.
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008GL036465>

ForeFRont-hanke <https://forefrontcities.com/>

Gallo ym. 2024. Heat-related mortality in Europe during 2023 and the role of adaptation in protecting health. Nature Medicine.
<https://www.nature.com/articles/s41591-024-03186-1>

Gupta, S. 2021. How extreme heat from climate change distorts human behavior. Artikkel ScienceNews -verkkolehdestä.
<https://www.sciencenews.org/article/extreme-heat-climate-change-human-behavior-aggression-equity>

Harmanen, J. 2024. Resilient urban housing business ecosystem and role of nature-based solutions : "Nature becomes one with the city, and city with the nature". Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta. <https://helda.helsinki.fi/items/b3c6bce4-be10-4a17-9f9a-e3c5a0bf278d>

Helsingin kaupunkistrategia 2021-2025. Kasvun paikka. <https://www.hel.fi/fi/paatoksenteko-ja-hallinto/strategia-ja-talous/strategia>

HERCULES-hanke. Verkkosivut:
<https://sites.utu.fi/hercules/>

Huhta, E. ja Melin, M. (toim.) 2023. Ilmastonmuutoksen ja sään ääri-ilmiöiden vaikutukset luontoon ja luonnonvaratalouteen : Synteesi-raportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 118/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
<https://jukuri.luke.fi/handle/10024/554306>

Ibsen, P. C., Borowy, D., Dell, T., Greydanus, H., Gupta, N., Hondula, D.M., Meixner, T., Santelmann, M.V., Shiflett, S.A., Sukop, M.C., Swan, C.M., Talal, M.L., Valencia, M., Wright, M.K. ja Jenerette, G.D. 2021. Greater aridity increases the magnitude of urban nighttime vegetation-derived air cooling. Environmental Research, Letters (16).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abdf8a/pdf>

Ilmatieteen laitos 2014. An exceptionally long heatwave. Tiedote verkkosivuilla.
<https://en.ilmatieteenlaitos.fi/press-release/10014539>

Ilmatieteen laitos 2018. News: Heat is a health risk, especially for the elderly; young people suffer accidents during "pleasant" summer weather
<https://en.ilmatieteenlaitos.fi/news/610919035>

Ilmatieteen laitos, verkkoartikkeli. Alailmakehän otsoni.
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/alailmakehan-otsoni>

Ilmatieteen laitos. Verkkosivu: Lämpötila ja kosteus.
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lamportila-ja-kosteus>

Ilmatieteen laitos. Verkkosivu: Helletilastot.
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/helletilastot>

Ilmasto-opas -verkkosivut.
<https://www.ilmasto-opas.fi/etusivu>

Ingergård, F. 2021. Addressing the urban heat island effect in Stockholm. An analysis of its presence and relation to land cover and urban planning. KTH Royal Institute of technology, School of architecture and the built environment. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1570312/FULLTEXT01.pdf>

IPCC 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

Ivanchev, J. ja Fonseca, J. A. 2020. Anthropogenic Heat Due to Road Transport: A Mesoscopic Assessment and Mitigation Potential of Electric Vehicles and Autonomous Vehicles in Singapore. Report, ETH Zürich.

<https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/401288/D1.2.2.2.1AHTransportMesoscale.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jones, A. 2023. Understanding Wet-Bulb Temperature: The Risks of High Wet-Bulb Temperatures Explained. Blogi ClimateCheck-verkkosivustolla. <https://climatecheck.com/blog/understanding-wet-bulb-temperature-the-risks-of-high-wet-bulb-temperatures-explained>

Juhola, S. 2023. Säätuhot jakautuvat epätasaisesti – millaista olisi oikeudenmukainen sopeutuminen? Artikkelit MustRead -sivustolla. <https://www.mustread.fi/artikkelit/saatuhot-jakautuvat-epatasaisesti-millais-ta-olisi-oikeudenmukainen-sopeutuminen/>

Juhola, S., Käyhkö, J., Groundstroem F., Hyyrynen, M., Ollikainen, M., Suomi, J., Käyhkö J., Hugg, T., Degefa, M., Jaakkola, J. J.K. 2023. Suomen sopeutumispolitiikan kehittäminen toimenpiteiden riskimallinnuksen ja vaikuttavuuden seurannan avulla. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2023. <https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/02/ilmastopaneelin-raportti-4-2023-suomen-sopeutumispolitiikan-kehittaminen-toimenpiteiden-riskimallinnuksen-ja-vaikuttavuuden-seurannan-avulla.pdf>

Juhola, S., Käyhkö, J. & Hildén, M. 2022. Sopeutumispolitiikan seurannan ja arvioinnin keskeiset haasteet. Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2022. https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/03/Ilmastopaneelin-muistio_sopeutumispolitiikan-seurannan-ja-arvioinnin-keskeiset-haasteet.pdf

Jurgilevich, A. ja Käyhkö, J. 2022. Climate risk is dynamic, complex, and includes response / Ilmastoriski on dynaaminen ja kompleksinen. Newsletter 28.2.2022, Helsingin yliopisto, Research group Urban environmental policy. <https://www.helsinki.fi/en/researchgroups/urban-environmental-policy/news/climate-risk-is-dynamic-complex-and-includes-response-ilmastoriski-on-dynaaminen-ja-kompleksinen>

Järvi, L., Kulmala, L., Lee, H.S., Ariluoma, M., Havu, M. ja Hautamäki, R. 2024. Hiedanrannan hiilinielut ja hiilinielujen lisäämisen keinot. Co-Carbon. https://cocarbon.fi/wp-content/uploads/2024/05/Hiedanranta_raportti_final-draft.pdf

Kayanan, D. R., Santos, R. L. G., Ivanchev, J., Fonseca, J. A. ja Norford, L. 2019. Anthropogenic Heat Sources in Singapore. Report, ETH Zürich. https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/363683/20190913_CS_WP1D1.2.2.1SankeyDiagramofAnthropogenicHeatSourcesinSingapore-TechnicalReportv1.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kazmierczak, A. 2015. Analysis of social vulnerability to climate change in the Helsinki Metropolitan Area. HSY. https://www.hsy.fi/498be3/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/social-vulnerability-to-climate-change-helsinki-metropolitan-area_2016.pdf

Kazmierczak, A. ja Kankaanpää, S. 2016. Ilmastolähtöinen sosiaalinen haavoittuvuus pääkaupunkiseudulla. HSY. https://www.hsy.fi/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/hsy-ilmastolahtoen-sosiaalinen-haavoittuvuus_2016.pdf

Kim, S., Sinclair, V. A., Räisänen, J. ja Ruuhela, R. 2018. Heat waves in Finland: present and projected summertime extreme temperatures

and their associated circulation patterns. International Journal of Climatology, vol. 38, no. 3, s. 1393–1408.

<https://doi.org/10.1002/joc.5253>
<https://helda.helsinki.fi/bitstreams/f763d3c2-1bed-4825-ba76-966e96844f08/download>

Kivimaa, P., Heikkinen, M., Huttunen, S., Jaakkola, J.K.J., Juhola, S., Juntunen, S., Kaljonen, M., Käyhkö, J., Leino, M., Loivaranta, T., Lundberg, P., Lähteenmäki-Uutela, A., Näkkäläjärvi, K., Sivonen, M.H. ja Vainio, A. 2023. Ilmastopoliittikan oikeudenmukaisuuden arviointi. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 1/2023.

<https://ilmastopaneeli.fi/hae-julkaisuja/ilmastopoliittikan-oikeudenmukaisuuden-arviointi/>

Klinenberg, E. 2015. Heat wave. A social autopsy of disaster in Chicago. Second edition with a new preface. The University of Chicago Press, Chicago and London.

Kollanus, V., Tiittanen, P. ja Lanki, T. 2021. Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability. Environmental Research, Vol 201.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121007970>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34144011/>

Leal Filho W., Wolf, F., Castro-Díaz, R., Li, C., Ojeh, V.N., Gutiérrez, N., Nagy, G.J., Savić, S., Natenzon, C.E., Quasem Al-Amin, A., Maruna, M. ja Bönecke, J. 2021. Addressing the Urban Heat Island Effect: A Cross-Country Assessment of the Role of Green Infrastructure. Special Issue Environmental Education for Sustainability. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/753>

Lindley, S., O'Neill, J., Kandeh, J., Lawson, N., Christian, R. ja O'Neill, M. 2011. Climate change, justice and vulnerability. Joseph Rowntree Foundation. <https://www.jrf.org.uk/climate-change-justice-and-vulnerability>

Logan, T. 2024. When heat turns deadly. ABC Climate Team. <https://www.abc.net.au/>

[news/2024-09-02/deadly-heat-limits-tested-in-world-first-human-experiment/104242788?utm_source=abc_news_app&utm_medium=content_shared&utm_campaign=abc_news_app&utm_content=whatsapp](https://www.abc.net.au/news/2024-09-02/deadly-heat-limits-tested-in-world-first-human-experiment/104242788?utm_source=abc_news_app&utm_medium=content_shared&utm_campaign=abc_news_app&utm_content=whatsapp)

Maa- ja metsätalousministeriö 2023. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmasta vuoteen 2030 : Hyvinvointia ja turvallisuutta muuttuvassa ilmastossa. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:73.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165337>

Maa- ja metsätalousministeriö 2024. Kuivuusriskien hallinnan kansalliset suuntaviivat. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:26.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165913/MMM_2024_26.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mahendran, R., Xu, R., Li, S. ja Guo, Y. 2021. Interpersonal violence associated with hot weather. The Lancet, vol 5, issue 9.

[https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(21\)00210-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(21)00210-2/fulltext)

Meriläinen, P., Paunio, M., Kollanus, V., Halonen, J., Tuomisto, J., Virtanen, S., Karvonen, S., Hemminki, E., Kuusipalo, H., Koivula, R., Mäkelä, H., Huusko, S., Voutilainen, L., Huldén, L., Raulio, S., Keskimäki, I., Partonen, T., Mänttari, S., Viitanen, A-K., Kangas, P. Sarlio, S., Lyyra, K., Viljamaa, S. ja Mukala, K. 2021. Ilmastonmuutos sosiaali- ja terveyssektorilla – Sosiaali- ja terveysministeriön ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelma (2021–2031). Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2021:20, Sosiaali ja terveysministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163160>

Mikkonen, P. 2021. Heijastavat katu- ja kattorakenteet kaupunkitilassa. Strategia lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi. Kandidaatin työ, Aalto-yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, Maisema-arkkitehtuurin

koulutusohjelma. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/9ff86126-cf71-4234-a8a4-a5f1b0fe7d8e/content>

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2020. Fysisk planering i ett varmare klimat. En fallstudie för Stockholm. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29467.pdf>

Munich RE. Droughts and heatwaves. Dangerous consequences of climate change <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters/droughts-heatwaves.html>

Mäki, N. ja Sinkko, H. 2022. Helsingin väestövuodenvaihteessa 2021/2022 ja väestönmuutokset vuonna 2021. Tilastoja 2022:7. Helsingin kaupunki, kaupunginkanslia, kaupunkitieto. https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/23_01_10_Tilastoja_7_Maki_Sinkko.pdf

Pignatta, G., Lim, N., Mughal, M. O. ja Acero, J. A. 2019. Tools for Cooling Singapore. A Guide of 24 Simulation Tools to Assess Urban Heat Island and Outdoor Thermal Comfort. ETH Zürich. Cooling Singapore. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/428031>

Plante, C. ja Anderson, C.A. 2017. Global Warming and Violent Behavior. Artikkel Association for psychological science -verkkolehdeessä. <https://www.psychologicalscience.org/observer/global-warming-and-violent-behavior>

PreventionWeb 2019. Finland: Last summer's heat wave increased the mortality of older people – prepare for hot weather in time. Artikkel verkkolehdeessä. <https://www.preventionweb.net/news/finland-last-summer-heat-wave-increased-mortality-older-people-prepare-hot-weather-time>

Rantanen, M., Ruosteenoja, K., Luhtala, S., Virman, M., Pellikka, H., Polade, S., Ruuhela, R. ja Luomaranta, A. 2023. Ilmastonmuutos pääkaupunkiseudulla. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2023. <https://helda.helsinki.fi/items/a81f01ae-7916-465c-b82c-34761c167412>

Ruefenacht, L. ja Acero, J. A. (toim.) 2017. Strategies for Cooling Singapore. A catalogue of 80+ measures to mitigate urban heat island and improve outdoor thermal comfort. ETH Zürich. Cooling Singapore. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/258216>

Ruosteenoja, K. 2010. Mitenkä helle hellii meitä tulevaisuudessa? Ilmastokatsaus 8/2010. https://www.ilmastokatsaus.fi/wp-content/uploads/2021/04/2010_08_elokuu.pdf

Ruosteenoja, K. ja Jylhä, K. 2023. Average and extreme heatwaves in Europe at 0.5–2.0 °C global warming levels in CMIP6 model simulations. Springer nature, Vol 61, s. 4259–4281, (2023). <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-023-06798-4>

Ruuhela, R., Jylhä, K., Lanki, T., Tiittanen, P. ja Matzarakis, A. 2017. Biometeorological Assessment of Mortality Related to Extreme Temperatures in Helsinki Region, Finland, 1972–2014. International Journal of Environmental Research and Public Health. https://tuhat.helsinki.fi/ws/files/102761620/Ruuhela_etal_2017_ChangesTempRelatedMortality.pdf

Ruuhela, R., Votsis, A., Kukkonen, J., Jylhä, K., Kankaanpää, S. ja Perrels, A. 2021. Temperature-Related Mortality in Helsinki Compared to Its Surrounding Region Over Two Decades, with Special Emphasis on Intensive Heatwaves. Atmosphere 2021, 12(1), 46. <https://www.mdpi.com/2073-4433/12/1/46>

Räisänen, J. ja Ruokolainen, L. 2008. Ongoing global warming and local warm extremes: a case study of winter 2006–2007 in Helsinki, Finland. Geophysica, 44, 45–65. https://www.ilmastokatsaus.fi/wp-content/uploads/2021/04/2010_08_elokuu.pdf

Saaroni, H., Amorim, J.H., Hiemstra, J.A. ja Pearlmutter, D. 2018. Urban Green Infrastructure as a tool for urban heat mitigation: Survey of research methodologies and findings across different climatic regions.

Urban Climate, vol 24, June 2018, s. 94-110.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212095518300579>

Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustou, M. ja Wang, M. 2014. Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. Urban Climate, Vol 24, June 2018, s. 94-110 <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2013JD021225>

Sanastokeskus TSK 2017. Kokonaisturvallisuuden sanasto. TSK 50, Helsinki.
https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/02/Kokonaisturvallisuuden_sanasto.pdf

Sangiorgio ym. 2020. Development of a holistic urban heat island evaluation methodology. Nature, Scientific reports 10. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-75018-4#Fig1>

Singh, R., Arrighi, J., Jjemba, E., Strachan, K., Spires, M. ja Kadihasanoglu, A. 2019. Heatwave Guide for Cities. Red Cross Red Crescent Climate Centre. https://www.ifrc.org/sites/default/files/2019_RCCC-Heatwave-Guide-for-Cities_ONLINE-copy.pdf

Sitowise 2022. Tampereen kantakaupungin lämpösaarekeilmiö. Kantakaupungin vaiheyleiskaava, valtuustokausi 2021-2025. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2023-02/yk051_L%C3%A4mp%C3%B6saarekeilmi%C3%B6_11.11.2022__0.pdf

Sohail, H., Kollanus, V., Tiittanen, P., Schneider, A. ja Lanki, T. 2020. Heat, Heatwaves and Cardiorespiratory Hospital Admissions in Helsinki, Finland. International journal of environmental research and public health. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33126485/>
<https://www.mdpi.com/1660-4601/17/21/7892>

Steiglechner, P. 2019. Potential post-greenhouse gas warming? Anthropogenic Heat Flux. Poster in Conference: DPG Frühjahrstagung 2019 Munich. <https://www.researchgate.net/>

[publication/339029546_Potential_post-greenhouse_gas_warming_Anthropogenic_Heat_Flux](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212095518300579)

Stockholms Stad 2021. Handlingsplan för klimatanpassning 2022–2025. Beslutad av kommunfullmäktige 2021-12-13 <https://miljoba-rometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/klimatanpassning/Handlingsplan-klimatanpassning-Stockholm-2022-2025.pdf>

Suomalainen, M. 2021. Kotihoidon sopeutuminen helteisiin. Maisteritutkielman tiivistelmä. Ympäristömuutoksen ja globaalin kestävyuden maisteriohjelma, Helsingin yliopisto. <https://helsinginkaupunki.sharepoint.com/sites/Sotepe-Kestava-Helsinki/SiteAssets/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FSotepe%2DKestava%2DHelsinki%2FSiteAssets%2FSitePages%2FIlmasto%2Dja%2Denergia%2FTiivistelm%C3%A4%5F-Kotihoidon%2Dsopeutuminen%2Dhelteisiin%2Epdf&parent=%2Fsites%2FSotepe%2DKestava%2DHelsinki%2FSiteAssets%2FSitePages%2FIlmasto%2Dja%2Denergia>

Suomen ilmastopaneeli 2023. Suuntaviivoja Suomen sopeutumispolitiikan kehittämiseen. Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 7/2023. <https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2023/10/ilmastopaneelin-julkaisuja-7-2023-suuntaviivoja-suomen-sopeutumispolitiikan-kehittamiseen.pdf>

Suomi, J. 2014. Characteristics of urban heat island (UHI) in a high latitude coastal city - a case study of Turku, SW Finland. Turun yliopiston julkaisuja. <https://www.utupub.fi/handle/10024/101035>

Suomi, J., Saranko, O., Partanen, A-I., Fortelius, C., Gonzales-Inca, C. ja Käyhkö, J. 2024. Evaluation of surface air temperature in the HARMONIE-AROME weather model during a heatwave in the coastal city of Turku, Finland. Urban Climate, Volume 53, January 2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095524000075>

Talotekniikka info 2023. Huonelämpötilojen suunnitteluarvot. Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas, päivitetty 7.6.2023. <https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/4-huonelampotilojen-suunnitteluarvot>

Tampere 2020. Tampereen kantakaupungin yleiskaava https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-05/Ilmastonmuutokseen_sopeutuminen_2020.pdf

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2021. Report: Heatwaves can cause a large number of serious health problems in a short period of time - Finland should improve preparedness. Uutinen verkkosivuilla. <https://thl.fi/en/-/report-heatwaves-can-cause-a-large-number-of-serious-health-problems-in-a-short-period-of-time-finland-should-improve-preparedness>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022. Hot weather causes problems in Finnish hospitals – current cooling capacity insufficient. Uutinen verkkosivuilla. <https://thl.fi/en/-/study-hot-weather-causes-problems-in-finnish-hospitals-current-cooling-capacity-insufficient>

Tikkakoski P., Leppänen, S., Mela, H., Luhtala, S., Hildén, M., Mikkola, M., Kühn, T., Naumanen, H., Ahonen, S., Haapala, A., Lilja, S., Tuomenvirta, H., Drebs, A. ja Votsis, A. 2024. Kohti ilmastokestävää kaupunkisuunnittelua. Opas ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen edistämiseen alueidenkäytön suunnittelussa, kaavoituksessa ja rakentamisessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18 | 2024. <https://helda.helsinki.fi/items/db64d019-c79d-4f26-9621-000b58dd583c>

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. ja Veijalainen N. 2018. Sää- ja ilmastoriskit Suomessa. Kansallinen arvio. Valtioneuvoston kanslia, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 43/2018. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161015/43-2018-Saa%20>

[ja%20ilmastoriskit%20Suomessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/4-huonelampotilojen-suunnitteluarvot)

Työsuojelu.fi, Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. Lämpöolot. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>

Urban Climate Lab -verkkosivu: <https://urbanclimate.gatech.edu/>

URCLIM. Verkkosivu ja aineistot: Kaupunkisäämallin tuloksia lämpömukavuudesta ja liukkaista keleistä pääkaupunkiseudulla <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/avoindata/avoin-data---sivut/kaupunkisaamallin-tuloksia-lampomukavuudesta-ja-liukkaista-keleista-paakaupunkiseudulla/>

Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Asumisterveys-verkkosivut. <https://valvira.fi/terveydensuojelu/asumisterveys>

Vanos, J. ym. 2023. A physiological approach for assessing human survivability and liveability to heat in a changing climate. Nature Communications. <https://www.nature.com/articles/s41467-023-43121-5>

Vesi.fi -sivusto. <https://www.vesi.fi/>

Vienna City Administration 2022. Vienna Heat Action Plan. For a cool Vienna. <https://www.wien.gv.at/english/environment/klip/heat-action-plan.html>

Votsis, A., Ruuhela, R. ja Gregow, H. 2021. The socio-spatial patterns of heat stress exposure in Helsinki on two hot days of 2018 and 2019. Ilmastokatsaus. https://www.ilmastokatsaus.fi/wp-content/uploads/2021/06/ResLett_2021_pages_22-24.pdf

Weinberger, K. R., Harris, D., Spangler, K. R., Zanobetti, A. ja Wellenius, G.A. 2020. Estimating the number of excess deaths attributable to heat in 297 United States counties. Environmental Epidemiology 4(3): s. 96, June 2020. https://journals.lww.com/environepidem/Fulltext/2020/06000/Estimating_the_number_of_excess_deaths.1.aspx?context=LatestArticles

World Bank 2024. Urban overheating and adaptation measures. An Analysis at EU, National, and Local Level. World Bank Report. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099062524063514821/pdf/P5006821d3e407019180b01e8375e134497.pdf>

World Meteorological Organisation WMO 2023. State of Climate Services 2023 – Health. https://library.wmo.int/viewer/68500/download?file=1335_WMO-Climate-services-Health_en.pdf&type=pdf&navigator=1

World Weather Attribution 2018. Heatwave in northern Europe, summer 2018. Verkkoartikkeli. <https://www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/>

Zhang, G.J., Cai, M. ja Hu, A. 2013. Energy consumption and the unexplained winter warming over northern Asia and North America. Nature Climate Change 3, 466–470 (2013). <https://www.nature.com/articles/nclimate1803>

Tietopohja

Helsingissä toteutettuja ja tekeillä olevia helteisiin varautumiseen ja sopeutumiseen liittyviä töitä ja selvityksiä:

Rakentaminen, rakennukset ja kunnossapito:

Tampereen yliopiston, Aalto-yliopiston ja Ilmatieteen laitoksen yhteisessä Rakentamisen mitoitussäät (RAMI) -hankkeessa määritettiin mitoitusolosuhteet ja -käytännöt rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan sekä huoneilojen kesäaikaisen lämpötilan ja jäähdytystehontarpeen suunnittelua varten. Hankkeen lähtötietoina toimivat aiemmassa RASMI-hankkeessa määritetyt tuntiaineistot, joita täydennettiin ilmakehästä alaspäin suuntautuvan pitkäaaltosäteilyn osalta.

Hyödyntäen RAMI-hankkeessa määritettyjä mitoituspäiviä sekä muita lähteitä, tutkittiin RAMI-hankkeen mitoituspäivien hyödyntäminen suunnittelussa -konsulttiselvityksessä seuraavia aiheita:

- Mitä tiedetään tulevaisuuden säästä?
- Jos tulevaisuuteen ei varauduta, kuinka paljon eri rakennustyypit lämpenevät tulevaisuudessa?
- Jos tulevaisuuteen varaudutaan, minkälaisia toimenpiteitä se vaatii ja paljonko se lisää rakentamiskustannuksia (€/m²)?
- Miten tätä tietoa voidaan hyödyntää rakennusten suunnittelussa?

Ilman toimenpiteitä rakennusten huonelämpötilat ja suhteellinen kosteus kasvavat tulevaisuudessa.

Tulevaisuuteen varautuminen tulee käytännössä tarkoittamaan jonkinlaisen viilennyksen tai jäähdytyksen lisäämistä rakennukseen. Kokonaisuudessaan konsulttiselvityksen tulokset olivat varsin selviä: sisälämpötilat nousevat tulevaisuudessa 1 – 2 °C ilman jäähdytysratkaisuja. Mikään passiivinen lämpötilahallinnan toimenpide ei pudota lämpötiloja tässä kokoluokassa. Toisaalta jo kevyinkin viilennysjärjestelmä (vapaaajäähdytys) riittää pudottamaan sisälämpötiloja 1 - 2 °C . Viilennyksen vaikutus rakennuskustannuksiin vaihtelee tapauskohtaisesti, mutta on pienimmillään kokoluokassa 20 – 40 €/m². Kattavampaa jäähdytystä voidaan tarvita 2050-luvulla pahemmissa päästöskenaarioissa tai jos tavoitellaan esim. Sisäilmastoluokituksen mukaisia lämpötiloja ympäri vuoden.

<https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/tutkimusprojektit/rami/>

Sosiaali- ja terveystalouden ohjeet helteisiin varautumisesta ja niiden aikana toimimisesta:

Kaupunkiympäristön toimialan sisäilmaryhmä (Tilat-palvelu) on tehnyt Ohjeen julkisten palvelurakennusten lämpöolojen hallintaan. Ohje koskee olemassa olevia rakennuksia ja niiden lämpöolosuhteita. Julkisilla palvelurakennuksilla tarkoitetaan mm. seniorikeskuksia, terveysasemia, sairaaloita, päiväkoteja, monitoimitaloja, kouluja, kirjastoja ja toimistoja. Ohje on tarkoitettu työkaluksi julkisten palvelurakennusten ylläpidosta vastaaville sekä käyttäjille silloin, kun sisätilat tuntuvat jatkuvasti liian lämpimiltä. Myös minimilämpötilalle on annettu ohjeet.

Ohje sisältää:

- sisälämpötilojen ohjearvot
- käyttäjien ja esihenkilöiden toimet liiallisen lämpimyyden vähentämiseksi
- aurinkosuojauksen mahdollisuudet
- jäähdytystarpeen toteamisen sekä kriteerit jäähdytyksen hankinnalle
- jäähdytyksen toteuttamismahdollisuuksia
- vastuun- ja kustannusten jaon.

Tähän ohjeeseen perustuen on myös tehty Käyttäjän ohje lämpötilojen hallintaan palvelurakennuksissa. Ohjeessa kerrotaan, miten toimitaan Helsingin kaupungin palvelurakennusten lämpötilaongelmissa. Ohje koskee kaupungin palvelurakennuksia. Ohje on tarkoitettu työkaluksi julkisten palvelurakennusten käyttäjille silloin, kun sisätilojen lämpötilat ovat liian lämpimiä.

Milla Suomalainen on vuonna 2021 tehnyt maisteritutkielman Helsingin kotihoidon sopeutumisesta helteisiin.

Mm. Sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialan (SOTEPE) verkkosivuilla on ohjeet henkilökunnalle helteisiin varautumisesta ja niiden aikana toimimisesta.

Viherrakenne ja sen lisääminen:

Helsingissä on käytössä asemakaavoituksessa Viherkerroin-työkalu, jonka avulla pyritään varmistamaan viherrakenteen riittävä määrä tontilla. ARVO-hankkeessa kehitetään nk. alueellista viherkerrointa, joka tarkastelee tonttikohdasta viherkerrointa laajemmin ihmisten hyvinvointiin ja luonnon monimuotoisuuteen liittyviä tekijöitä alueellisella kuten kortteli- tai osayleiskaavatasolla.

[\(https://ilmasto.hel.fi/raportit-ja-hankkeet/raportit/\)](https://ilmasto.hel.fi/raportit-ja-hankkeet/raportit/)

Helsingin kaupungin rakennusjärjestyksessä (2023) säädetään puiden säilyttämisestä ja lisäämisestä tontilla (31 a §) ja viherkertoimesta (31 b §). ”Rakennettavalta tontilta saa kaataa vain ne puut, mihin lupapäätöksessä on annettu lupa. Rakennetulta tontilta saa perustellusta syystä, kuten puiden kaatumisvaaran johdosta, kaataa puita ilman maisematyölupaa, mikäli toimenpiteen vaikutukset tontille ja ympäristöön ovat vähäisiä. Tontille on kuitenkin jäätävä riittävä määrä puita. Mikäli rakennusluvassa, maisematyöluvassa tai muussa luvassa myönnetään lupa puiden kaatamiseen, on luvassa tarvittaessa määrättävä puiden lisäistutuksista.”

”Uudis- ja lisärakennuksen rakennuslupahakemukseen on liitettävä laskelma kaupunkiympäristölautakunnan hyväksymän viherkertoimen tavoitetason täyttymisestä.” <https://www.hel.fi/static/rakvv/Rakennusjarjestys.pdf>

Helsingin kaupungin kaupunkitilaohjeen (<https://kaupunkitilaohje.hel.fi/>) Kestävä kaupunkitila -ohjekortissa käsitellään myös ilmastonmuutokseen sopeutumisen aiheita. Toimenpiteinä ovat mm. ”Varaudutaan suunnitteluratkaisuilla lisääntyneisiin helle- ja kuivuusjaksoihin” ja ”Lisätään puiden ja muun vehreyden määrää kaupunkitilassa ja monipuolistetaan istutettavaa kasvillisuutta. Rakennus- ja liikennehankkeissa selvitetään aina vaihtoehto säästää mahdollisimman paljon puustoa ja muuta kasvillisuutta.”

Helsingillä on myös jo pitkään ollut Kaupunkipuulinjaus, jonka tavoitteina ovat mm. luonnon monimuotoisuuden edistäminen ja kestävät lajivalinnat. https://www.hel.fi/static/hkr/tuote_palvelulinjaukset/kaupunkipuulinjaus/Kaupunkipuulinjaus_A4_SUOMI_lowres.pdf

Helsinkiä koskevat lämpösaarekeaineistot

Helsingin lämpösaarekeilmiötä on toistaiseksi selvitetty neljässä työssä. URCLIM-hankkeessa (2018-2020) mallinnettiin rakentamisen vaikutuksia kaupunki-ilmastoon nykyoloissa ja lähitulevaisuudessa. Hankkeessa mallinnettiin terminen mukavuus, kesäkauden lämpötila ja talvikeli nykyilmastossa (1980-2009) sekä tulevaisuuden ilmastoissa 2020-2049 ja 2040-2069 (URCLIM). HERCULES-hankkeessa (2020-2023) selvitettiin ilmastomuutoksen suoria ja epäsuoria vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen. Hankkeessa tuotettiin lämpösaarekemallinnus Helsingin alueelle (Suomi ym. 2024). Ecotenin vuonna 2021 tekemässä työssä arvioitiin Helsingin lämpöhaavoittuvuutta, joka muodostuu lämpöaltistumisen, herkkyyden ja sopeutumiskyvyn yhteisvaikutuksesta. Vuonna 2009 Achim Drebs (2011) kartoitti Helsingin lämpösaarekeilmiötä mittaamalla kaupunkirakenteen lämpötiloja viikoittain vuoden ajan. Tulokset ovat saatavissa hänen opinnäytetyössään, mutta aineistoja ei ole saatavilla paikkatietopohjaisina.

URCLIM. Verkkosivu ja aineistot: Kaupunkisäämallin tuloksia lämpömukavuudesta ja liukkaista keleistä pääkaupunkiseudulla <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/avoindata/avoindata---sivut/kaupunkisaamallin-tuloksia-lampomukavuudesta-ja-liukkaista-keleista-paakaupunkiseudulla/>

HERCULES-hanke <https://sites.utu.fi/hercules/etusivu/load-climate-risk-data/> Aineistot saatavissa Avoindata.fi -sivuilta: <https://www.avoindata.fi/data/fi/search?q=HERCULES>

Ecoten - Urban Comfort. <https://hri.fi/data/fi/dataset/helsingin-lampohaavoittuvuusindeksi>

Drebs, A. 2011. Helsingin lämpösaareke ajallisena ja paikallisena ilmiönä. Opinnäytetyö, Helsingin yliopisto.

<https://helda.helsinki.fi/items/c6280825-1f94-4348-b8c2-01bfb3686433>

Lämpösaarekeilmiön ja lämpötilaeroihin vaikuttavien tekijöiden voimakkuutta voidaan arvioida myös erilaisten mallinnusmenetelmien avulla, joita on lukuisia. Esimerkiksi Suomi (2018) on väitöstutkimuksessaan arvioinut lämpötilaeroihin vaikuttavien tekijöiden voimakkuutta Turussa useiden erilaisten mallinnusmenetelmien avulla, käyttäen eri selittäviä muuttujia ja alueellisia mittakaavoja.

Tutkimusta helteistä ja niiden vaikutuksista Suomessa

Helteen terveyshaitoista on tehty tutkimusta Suomessa etenkin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksessa (THL) ja Ilmatieteen laitoksessa (IL). Helteet ovat todennäköisesti merkittävin ilmastomuutoksen suora terveysvaikutus Suomessa. Vakavien vaikutusten riski kohdistuu erityisesti haavoittuviin ryhmiin, kuten ikääntyneisiin ja pitkäaikaissairauksista kärsiviin. Riskit korostuvat helleaaltojen aikana, kun rakennukset lämpenevät ja korkeat yölämpötilat hankaloittavat huoneilman jäähdytystä tuuletuksen avulla. Pitkittyneistä hellejaksoista voi Suomessa aiheutua useampia satoja ennenaikaisia kuolemia, pääasiassa yli 75-vuotiaiden keskuudessa. Myös sairaalahoidon tarve kasvaa. Lähitulevaisuudessa helteeseen liittyvät terveysriskit tulevat lisääntymään väestön ikääntymisen vuoksi.

Suomessa asuinrakennukset on suunniteltu kylmää talvea ajatellen ja ne kuumentuvat helteellä herkästi. Sisätilojen lämpöolosuhteisiin vaikuttavat mm. rakennuksen ja ikkunoiden suuntaus ja varjostus, rakenteiden terminen massa, asunnon sijainti rakennuksessa sekä ilmanvaihto ja mahdolliset jäähdytysjärjestelmät sekä kaupungin lämpösaarekeilmiö.

Kotona asuvien ikääntyneiden kuolleisuus kasvaa voimakkaasti erityisesti pitkittyneiden helleaaltojen aikana. Sisätilojen kuumentuminen on merkittävä ongelma myös sosiaali- ja terveydenhuollon kiinteistöissä. Monissa hoitolaitoksissa ei ole käytössä koneellista jäädytystä tai se on käytössä vain osassa tiloista. Kuumuudesta aiheutuu haittoja potilaiden tai asukkaiden ja työntekijöiden hyvinvoinnille sekä hoitolaitosten toiminnalle ja palveluiden järjestämiselle. Helsingissä kuumuuteen liittyvä kuolleisuusriski todettiin selvästi muuta HUS-aluetta korkeammaksi, noin 2,5 kertaa korkeammaksi.

Kuumun sään terveysvaikutuksia voidaan torjua sekä lyhyen että pitkän aikavälin toimenpiteiden avulla. Lyhyen aikavälin toimenpiteet keskittyvät terveysvaikutusten akuuttiin torjuntaan helleaaltojen aikana, ja niitä toteutetaan erityisesti sosiaali- ja terveydenhuollossa. Pitkän aikavälin torjuntatoimia ovat lämpöaltistumisen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet, joilla pyritään parantamaan rakennusten sisälämpötilojen hallintaa sekä vähentämään tiheästi rakennettujen kaupunkialueiden lämpösaarekeilmiön vaikutuksia. Näitä toimenpiteitä voidaan toteuttaa rakennus- ja kaupunkisuunnittelussa sekä vanhojen rakennusten korjausrakentamisessa. Pitkän aikavälin toimenpiteitä ovat myös yhteiskunnallisen varautumisen kehittäminen sekä kansalaisten, viranomaisten ja terveyden- ja sosiaalihuollon toimijoiden tietoisuuden lisääminen helteen terveyshaitoista ja niiden ehkäisystä.

Mäkelä, A., Lehtonen, I., Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Tuomenvirta, H. ja Drebs, A. 2016. Ilmastomuutos. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/30a64981-6379-4d14-8979-38d589a46c89/content>

Ilmatieteen laitos 2023. Ilmastomuutos pääkaupunkiseudulla -raportti. <https://julkaisu.hsy.fi/ilmastomuutos-paakaupunkiseudulla.pdf>

Kollanus, V. ja Lanki, T. 2014. 2000-luvun pitkittyneiden helleaaltojen kuolleisuusvaikutukset Suomessa 2014. Duodecim. <https://jyu.finna.fi/Record/arto.013464290>

Kollanus, V., Lanki, T. ja Kosonen, R. 2022. Helle ja ilmastomuutos asumisterveyden näkökulmasta. (2022-09) Ympäristö ja terveys. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/145310/YT5-2022_s46-51.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kollanus, V., Tiittanen, P. ja Lanki, T. 2021. Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability. 2021. Environmental Research, Volume 201, October 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121007970?via%3Dihub>

Kollanus, V., Halonen, J., Meriläinen, P. ja Lanki, T. 2022. Helteen vaikutukset ja varautuminen perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon sairaaloissa. THL, Työpaperi: 2022_027

Kollanus, V. ja Lanki, T. 2014. Helteet ovat riski Suomessakin. 2014. Ilmansuojelu. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125697/Kollanus_LankiHelteet_IS_2_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Juhola, S., Lanki, T., Meriläinen, P., Kollanus, V., Groundstroen, F., Käyhkö, J. ja Järvelä, M. 2020. Sopeutumisen suuntaviivat ilmastopolitiikassa. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 2/2020. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2020/08/Ilmastopaneeli_sopeutumismuistio.pdf

Ruuhela, R., Votsis, A., Kukkonen, J., Jylhä, K., Kankaanpää, S. ja Perrels, A. 2020. Temperature-related mortality in Helsinki compared to its surrounding region over two decades, with special emphasis on intensive heatwaves. Atmosphere 2020, vol 12, issue 1 <https://www.mdpi.com/2073-4433/12/1/46>

Ruuhela, R., Jylhä, K., Lanki, T., Tiittanen, P. ja Matzarakis, A. 2017. Biometeorological assessment of mortality related to extreme temperatures in Helsinki region, Finland, 1972–2014. *International journal of environmental research and public health* 2017, vol 14, issue 8. <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/8/944>

Ruuhela, R., Hyvärinen, O. ja Jylhä, K. 2018. Regional Assessment of Temperature-Related Mortality in Finland 2018. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15(3), 406. <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/406>

Carter, T.R., Fronzek, S., Inkinen, A., Lahtinen, I., Lahtinen, M., Mela, H., O'Brien, K., Rosentrater, L.D., Ruuhela, R., Simonsson, L. ja Terämä, E. 2016. Characterising vulnerability of the elderly to climate change in the Nordic region. *Regional Environmental Change* 16, s. 43–58. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-014-0688-7>

Oppaita

American Planning Associationin kattava opas kaupunkiympäristön helteisiin varautumiseen ja niiden hallintaan kerää yhteen helteisiin ja niiden vaikutuksiin liittyvää tietoa sekä keinoja hillitä ja hallita näitä vaikutuksia.

Ladd, K. ja Meerow, S. 2022. Planning for Urban Heat Resilience. PAS Report 600. <https://www.planning.org/publications/report/9245695/>

Maailman terveysjärjestö WHO:n opas keskittyy Euroopan alueeseen ja opastaa helteisiin ja niiden terveysvaikutuksiin varautumisen suunnittelua.

WHO 2021. Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention. Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention. Copenhagen: WHO Regional Office for

Europe; 2021. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/339462/9789289055406-eng.pdf?sequence=1>

Arsht-Rock Foundationin ja Atlantic Councilin yhteinen verkkosivusto Heat Action Platform on laaja sivusto, joka kokoaa yhteen arviointi- ja suunnittelumenetelmiä ja oppaita sekä keinoja varautua helteisiin ja kuumuuteen sekä aiheeseen liittyvää tutkimusta. https://heatactionplatform.onebillionresilient.org/?_ga=2.124178121.2124445574.1724841721-901929343.1724670014

Kansainvälisiä aineistoja

WHO

Maailman terveysjärjestö (WHO) on laatinut kattavia ohjeistuksia helteen terveyshaittojen torjunnan tueksi. Keskeistä hellevarautumisessa on kansallisen (tai alueellisten) helle ja terveys -toimintasuunnitelman laatiminen. Toimintasuunnitelmaan tulisi sisältyä kahdeksan ydinelementtiä: 1) selkeästi määritelty johto- ja koordinoituvastuu, 2) ajantasainen, sääennusteisiin perustuva varoitusjärjestelmä, 3) viestintäsuunnitelma, 4) lämpöaltistumisen vähentäminen sisätiloissa, 5) herkkien väestöryhmien tunnistaminen ja suojaaminen, 6) terveyden- ja sosiaalihuollon varautuminen, 7) pitkän aikavälin rakennus- ja kaupunkisuunnittelu sekä 8) seuranta ja arviointi.

WHO. Heat and health. Verkkosivu. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>

WHO. Planning heat–health action. Verkkosivu. <https://www.who.int/europe/activities/planning-heat-health-action>

Global Heat Health Information Network -verkkosivusto

Global Heat Health Information Network on riippumaton, vapaaehtoinen ja jäsenistön

ylläpitämä tutkijoiden, toimijoiden ja päättäjien foorumi, joka keskittyy parantamaan kykyä suojella ihmisiä muuttuvan ilmaston ja kuumuuden terveysriskeiltä.

Verkosto kokoaa yhteen jäsentensä työn ja sen edistymisen luodakseen kokonaisvaltaisen kuvan tarpeista, tutkimustiedosta ja vahvuuksista, jotta monimutkaisia kuumuuden aiheuttamia terveysongelmia pystyttäisiin hallitsemaan nopeammin ja tehokkaammin. Lisäksi verkosto pyrkii yhdenmukaistamaan ja parantamaan tiedon ja mahdollisuuksien jakamista paikallisten terveydenhuollon ammattilaisten, päättäjien ja tutkijoiden kesken. <https://ghhin.org/>

NIHHIS National Integrated Heat Health Information System -verkkosivut

NIHHIS-sivusto kokoaa yhteen Yhdysvaltojen julkisten toimijoiden tuottaman tiedon kuumuudesta ja siihen liittyvistä terveysvaikutuksista sekä keinoista vähentää tai estää kuumuuteen liittyviä sairauksia ja kuolemia.

<https://www.heat.gov/>

Yhdysvallat

Yhdysvaltain hellestrategian toteutusta ohjaavat periaatteet ovat:

- Ennakointi: toteutetaan ratkaisuja, jotka ennakoivat ja käsittelevät ilmastouhkia ja -vaikutuksia ennen vahinkojen syntymistä. Priorisoidaan toimet ja investoinnit riskilähtöisesti ottaen huomioon riskien monimutkaisuus ja erot yhteisöjen haavoittuvuudessa.
- Kokonaisvaltainen lähestymistapa: selvitetään tapoja, joilla yhteisöt ja luonnonjärjestelmät liittyvät toisiinsa, ymmärretään, että ilmastomuutoksen riskit ja vaikutukset eivät tunnusta rajoja. Pyritään sekä hyödyntämään synergiaetuja että välttämään epäonnistunut sopeutuminen (maladaptation).

- Tasapuolisuus ja oikeudenmukaisuus: ratkaisut, jotka korjaavat eivätkä pahenna eroja yhteisöjen välillä ja niiden sisällä. Varmistetaan, että ratkaisut vastaavat huonosti palveltujen ja syrjäytyneiden yhteisöjen tarpeisiin
- Ihmiskeskeinen: Asetetaan yksilöiden, yhteisöjen ja yhteiskunnan hyvinvointi tavoitteiden ja ratkaisujen keskipisteeksi. Harkitaan kaikkien yhteisön jäsenten tarpeita ja näkemyksiä, mukaan lukien ne, jotka ovat haavoittuvimpia tai huonommassa asemassa.
- Yhteistyötä ja osallistavaa: tunnistetaan ja edistetään yhteisiä tavoitteita.
- Kestäviä toteutuksia, jotka palvelevat nykyisiä ja tulevia tarpeita. Varmistetaan, että tekninen asiantuntemus ja johtajuus jatkuvat ja yhteisöllä on valmius ylläpitää ja mukauttaa ratkaisuja pitkällä aikavälillä.
- Monihyödyt: priorisoidaan ratkaisut kuten luontopohjaiset ratkaisut, jotka parantavat sopeutumista ilmastomuutokseen samalla kun edistävät muita yhteisöllisiä, taloudellisia ja yhteiskunnallisia tavoitteita.

2024-2030 National Heat Strategy. This strategy is a product of the National Integrated Heat Health Information System and Interagency Working Group on Extreme Heat. https://cpo.noaa.gov/wp-content/uploads/2024/07/National_Heat_Strategy-2024-2030.pdf

FEMA:n (ent. Federal Emergency Management Agency, nyk. U.S. Department of Homeland Security) verkkosivuilla on yleisölle tarkoitettut vaaratietosivut myös helteistä, joilla kerrotaan miten kukin voi varautua ennalta, pysyä turvassa helteiden aikana ja selviytyä ja toipua vaikutuksista.

FEMA Preparedness Community 2023. Heat is a Silent Killer: Extreme Heat Preparedness – verkkosivu. <https://community.fema.gov/PreparednessConnect/s/article/FEMA-Data-Digest-Extreme-Heat>

Helleaaltojen suorien ja epäsuorien vaikutusten suuruutta määrittää suurelta osalta näille altistuva väestö ja sen haavoittuvuus. Kuumuuden aiheuttavat vaikutukset voivat olla suoria vaikutuksia ihmisten fysiologisiin reaktioihin ja toimintoihin tai epäsuoria, jotka heikentävät ruoka- ja vesiturvaa ja vaarantavat terveydenhuoltojärjestelmien toimintaa. Vaikka hellejaksot eivät välttämättä aiheuta laajaa vahinkoa luonnolle tai fyysiselle omaisuudelle, ovat ne ihmisen kannalta yksi tappavimmista luonnonkatastrofeista.

USAID 2019. Heat Waves and Human Health. Emerging evidence and experience to inform risk management in a warming world. Technical Report. https://preparecenter.org/wp-content/sites/default/files/2019_usaid-atlas_heat-waves-and-human-health.pdf

Arizonan osavaltion hellesuunnitelmassa esitetään toimenpiteitä osavaltiotason toimijoille, joilla pystytään varautumaan nyt ja tulevaisuudessa tapahtuviin äärimmäisiin hellejaksoihin.

Arizona, Office of the Governor Katie Hobbs 2024. Arizona Extreme Heat Preparedness Plan. March 1, 2024. https://mcusercontent.com/44a5186aac69c13c570fca36a/files/ada1d47f-83f5-4189-d835-1eec1552aeaa/2024.03.01_Extreme_Heat_Preparedness_Plan.pdf

World Bank

Raportti kokoaa hallinnon eri tasojen nykyisiä toimia, arvioi niiden tehokkuutta ja tunnistaa parannettavia alueita. Tavoitteena on myös edistää vuoropuhelua ja toimintaa ilmastonmuutokseen sopeutumisesta, resilienssistä ja kestävyydestä.

World Bank 2024. Urban overheating and adaptation measures. An Analysis at EU, National, and Local Level. World Bank Report. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099062524063514821/pdf/P5006821d3e407019180b01e8375e134497.pdf>

Punainen Risti/ Punainen Puolikuu

Hellejaksot vaikuttavat eniten kaupunkien asukkaisiin, sillä lämpösaarekeilmiön vuoksi kaupungit ovat kuumempia kuin ympäröivä maaseutu. Kaupunkien elinkelpoisuuden ja sopeutumisen kannalta on ratkaisevaa, että kaupungit varautuvat lisääntyviin helteisiin nyt ja tulevaisuudessa. Punaisen puolikuun tekemän oppaan tarkoituksena on auttaa kaupunkeja ymmärtämään helteiden aiheuttamat riskit, kehittää varoitusjärjestelmiä ja mukauttaa suunnittelukäytäntöjään.

IFRC 2020. Heat wave guide for cities. <https://www.ifrc.org/document/heat-wave-guide-cities>

Arsht-Rock säätiö edistää yhteisöjen resilienssiä ja sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Arsht-Rock Report kokoaa ja arvioi 12 kansainvälisen kaupungin sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia poikkeukselliseen kuumuuteen ja keinoja kuumuuteen varautumiseen. Säätiö on myös julkaissut yhteistyössä Vivid Economics'in kanssa raportin ” Extreme heat: The economic and social consequences for the United States”

Adrienne Arsht-Rockefeller Foundation, Resilience Center. Arsht-Rock Report <https://onebillionresilient.org/hot-cities-chilled-economies/>

<https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/extreme-heat-the-economic-and-social-consequences-for-the-united-states/>

Ruotsi

Ruotsin viranomaisverkoston ja ilmatieteen laitoksen (SMHI) sopeutumisen verkkosivujen hellejaksoja käsittelevä sivu. Sivulla on runsaasti aineistoja ja linkkejä helteisiin varautumisesta myös kuntatasolla.

Klimatanpassning.se -verkkosivut. Värmebolja. <https://www.klimatanpassning.se/tema/varmebolja>

Ruotsin terveysturvaviranomaisen (Folkhälsomyndigheten) verkkosivut, joilla on paljon materiaalia yhteiskunnan helteisiin varautumisen tueksi.

Folkhälsomyndigheten. Värmeböljor – vägledning till handlingsplaner och informationsmaterial, verkkosivut. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/krisberedskap/varmeboljor/>

Folkhälsomyndigheten 2022. Att hantera hälsoeffekter av värmeböljor. Vägledning till handlingsplaner. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/ea328afcc93f4ad6a37693176fbb3158/hantera-halsoeffekter-varmeboljor.pdf>

Ruotsin Kunnaskapsguiden-verkkosivuille kootaan sosiaalihuollon ja muiden viranomaisien aineistoja, joilla tuetaan oppimista ja tiedonvaihtoa. Helle-sivulla on aineistoja, jotka opastavat mm. helteisiin varautumiseen.

Kunnaskapsguiden/ Socialstyrelsen -verkkosivut. Värmebölja – att förebygga och hantera dess effekter. <https://kunnaskapsguiden.se/omraden-och-teman/arbetsmetoder-och-perspektiv/varmebolja-att-forebygga-och-hantera-dess-effekter/>

Ruotsin MSBn (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) verkkosivuille on koottu aineistoja, joiden avulla kunnat, lääninhallitukset ja muut organisaatiot voivat suunnitella hellejaksoihin varautumista.

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Beredskap för värmebölja -verkkosivut. <https://www.msb.se/sv/arnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/varmebolja/>

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2022. Värmeböljor och höga temperaturer. Handbok i kommunal krisberedskap. 4. Riskkatalog. <https://rib.msb.se/filer/pdf/30012.pdf>

Helteisiin varautumisen esimerkkejä kaupungeista

New York City

New Yorkin kaupunki on tehnyt Cool Neighborhoods NYC -ohjelman, jonka budetti on \$106 miljoonaa US dollaria. Ohjelman tavoitteena on suojella kaupungin asukkaita hellejaksojen aikana, heikentää lämpösaarekeilmiötä ja suojella kaupunkia ilmastonmuutoksen pahimmilta vaikutuksilta. Ohjelman ensimmäiset linjaukset korostavat fyysisen ympäristön merkitystä lähi-ilmastolle ja kuvaavat kaupungin investointeja, jotka lisäävät varjoisia alueita, viherrakennetta, latvuspeittävyttä ja säteilyä heijastavia pintoja pinta- ja sisälämpötilojen alentamiseksi kaupungin eniten haavoittuvilla alueilla. Seuraavat linjaukset korostavat viestinnän merkitystä ja kolmannet linjaukset seurannan ja tiedonkeruun tärkeyttä. Kaupunki myös rohkaisee asukkaitaan omatoimiseen varautumiseen hellejaksoihin ja niiden vaikutuksiin.

The City of New York, Mayor's Office of Recovery and Resiliency 2021. Cool neighborhoods NYC. A Comprehensive Approach to Keep Communities Safe in Extreme Heat. https://www.nyc.gov/assets/orr/pdf/Cool_Neighborhoods_NYC_Report.pdf

New Yorkin kaupungin asuntoviraston suunnitelmassa esitetään nykytietoon pohjautuen ilmastonmuutoksen vaikutukset ja miten ilmaston aiheuttamat vaaratilanteet vaikuttavat viraston toimintaan tulevana vuosikymmeninä. Suunnitelma tunnistaa merkittävät haavoittuvuudet ja esittää menettelytavan, jolla virasto voi varautua muuttuvaan ilmastoon.

New York City Housing Authority 2021. Climate change at NYCHA. Plan to adapt. https://www.nyc.gov/assets/nycha/downloads/pdf/Climate-Change-at-NYCHA_lores_single-pages.pdf

New Yorkin ohjeet koskevat kaupungin infrastruktuuria ja antavat ohjeet siitä, miten muuttuvat ilmasto tulee ottaa kaupungin palveluiden ja infrastruktuurin suunnittelussa huomioon.

New York City, Mayor's Office of Climate & Environmental Justice 2022. Climate Resiliency Design Guidelines <https://www.nyc.gov/assets/sustainability/downloads/pdf/publications/CRDG-4-1-May-2022.pdf>

Lontoo

Selonteko Lontoon ilmastonkestävyydestä (climate resilience) on riippumaton raportti, jonka Lontoon pormestari on tilannut. Raportin tarkoitus on kartoittaa Lontoon varautuminen ilmastovaikutuksiin ja antaa suosituksia jatkotoimille.

The London Climate Resilience Review 2024. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/2024-07/The_London_Climate_Resilience_Review_July_2024_FA.pdf

Heat Risk London City -verkkosivuilla kerrotaan, mitä Lontoon kaupunki tekee varautuakseen hellejaksoihin. Heinäkuussa 2022 Lontoo koki poikkeuksellisen hellejakson, jolloin makssimilämpötila nousi 40,2 asteeseen. Lontoossa on käynnistetty hankkeet viilentävistä katoista, hoitokotien auditoinneista kuumuden varalta sekä ilmastonkestävistä kouluista.

<https://www.london.gov.uk/programmes-and-strategies/environment-and-climate-change/climate-change/climate-adaptation/heat>

<https://www.london.gov.uk/programmes-and-strategies/environment-and-climate-change/environment-publications/care-home-overheating-audit-pilot-project>

Lontoon suunnitelmassa (The London plan) linjaus 5.9 käsittelee ylikuumenemista ja viilennystä. Linjauksessa esitetään Lontoon viilennyshierarkia, joka koskee merkittäviä kehittämishankkeita. Näissä tulee vähentää

liiallista lämmitystä ja riippuvuutta ilmastointijärjestelmistä. Viilennyshierarkia:

1. Vähennä hukkalämpöä energiatehokkailla suunnittelulla ja ratkaisuilla
2. Vähennä rakennukseen ulkoa johtuvaa lämpöä rakennuksen suuntauksella, varjostuksella, albedo-vaikutuksella, eristyksellä ja kasvikatoilla ja seinillä
3. Hallitse rakennuksen sisälämpötiloja mm. korkeilla sisäkatoilla
4. Käytä passiivista tuuletusta
5. Käytä mekaanisia tuuletusratkaisuja
6. Käytä aktiivisia viilennysjärjestelmiä (varmistetaan että ne ovat vähähiilisiä vaihtoehtoja)

<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/planning/london-plan/past-versions-and-alterations-london-plan/london-plan-2016/london-plan-chapter-five-londons-response/poli-8>

Coping with hot weather in London -verkkosivulla annetaan ohjeita siitä, miten selviytyä hellejakson aikana Lontoossa. <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/coping-hot-weather-london>

London climate ready partnership julkaisi vuonna 2012 raportin "Overheating thresholds report". Raportti tunnistaa joitakin Lontoon keskeisiä säähän liittyviä kynnysarvoja ja keskittyy etenkin kaupungin vuokra-asumiseen ja hoitokoteihin. <https://climatelondon.org/publications/overheating-thresholds-report/>

Adrienne Arsht-Rockefeller Foundation Resilience Centerin Lontoota käsittelevä verkkosivusto Hot cities, chilled economies kuvaa Lontoon vuoden 2022 hellejakson vaikutuksia eri sektoreille sekä kokoaa Lontoon helteisiin varautumista koskevia

linkkejä <https://onebillionresilient.org/hot-cities-chilled-economies-london/>

Lontoon ilmastonmuutokseen sopeutumisen verkkosivut, joilla kerrotaan mm. mitä kaupunki tekee hellejaksoihin varautumiseksi: <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/climate-change/climate-adaptation>

London climate partnership -verkkosivuille on koottu raportit mm. ylikuumenemisen kynnyksarvoista sekä korjausrakentamisen ilmastonkestävyydestä. <https://climatelondon.org/climate-change/heatwaves/>

<https://theconversation.com/the-uk-is-still-not-prepared-for-extreme-temperatures-heres-what-it-should-do-210171>

Lontoossa on selvitetty kiinteistöjen haavoittuvuutta kuumuuden vaikutuksille (Arup 2023). Raportissa selvitetään mitkä kaupungin keskeiset kiinteistöt kuten koulut, sairaalat, hoitokodit, asuinrakennukset ja alueet ovat alttiimpia hellejaksoille ja niiden vaikutuksille. <https://www.arup.com/news/new-report-assesses-which-of-londons-properties-and-neighbourhoods-are-most-vulnerable-to-heat-in-the-wake-of-the-hottest-year-ever-recorded/>

Grantham Research Institute on Climate Change and the Environmentin verkkosivu hankkeesta, jossa arvioidaan ylikuumenemisen riskejä rakennuksille Lontoossa: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/extreme-heat-preparedness-and-resilience-in-the-uk/>

<https://www.scienceinparliament.org.uk/wp-content/uploads/2024/04/London-School-of-Economics-and-Political-Science-.pdf>

Tukholma

Tukholman seudun toimintasuunnitelma hellejaksojen varalle on suunnattu terveyssektorille. Suunnitelmassa esitetään hellejaksojen vaikutuksia ja näiden seurauksia terveyssektorilla sekä

esitetään mahdollisia toimenpiteitä helteisiin varautumiseksi ja sopeutumiseksi.

Region Stockholm 2023. Handlingsplan Värmeölja. Hälsö- och sjukvård Region Stockholm 2023-2024. Vårdgivarguiden. <https://vardgivarguiden.se/globalassets/administration/patientadministration/patientsakerhet/handlingsplan-varmeolja.pdf>

Tukholman kaupungin sopeutumisen toimintasuunnitelmassa esitetään valtion ja seudulliset suunnitelmat, säädökset ja ohjeet, jotka tukevat ja määrittävät myös kaupunkien sopeutumisen suunnittelua ja toimenpiteitä. Suunnitelmassa esitetään sekä hellejaksojen vaikutuksia kaupunkiin että toimenpiteitä helteisiin varautumiseksi ja sopeutumiseksi.

Stockholms stad 2021. Handlingsplan för klimatanpassning 2022-2025. Beslutad av kommunfullmäktige 2021-12-13. <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/klimatanpassning/Handlingsplan-klimatanpassning-Stockholm-2022-2025.pdf>

Ruotsin ilmatieteen laitos SMHI toteutti tapaustutkimuksen Tukholmasta, jonka aiheena oli kaupunkisuunnittelu lämpenevässä ilmastossa. Työssä tarkasteltiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia kaupungissa eri skenaarioilla ja annettiin myös suosituksia toimenpiteiksi.

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2020. Fysisk planering i ett varmare klimat. En fallstudie för Stockholm. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29467.pdf>

Amorim, J.H., Segersson, D., Körnich, H., Asker, C., Olsson, E. ja Gidhagen, L. 2020. High resolution simulation of Stockholm's air temperature and its interactions with urban development. Urban Climate, Vol 32, June 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095519301725>

Tukholman kaupungin verkkosivut hellejaksoihin varautumisesta ja niiden

aikana selviytymisestä: <https://leverantor.stockholm/aldreomsorg/material-utbildningar/varmebolja-rekommendationer/>

Wien

Wienin kaupungin hellesuunnitelma tunnistaa ennakoivasti toimenpiteitä, joilla voidaan estää ylikuumeneminen ja selviytyä siitä kaupungissa. Etenkin terveydenhoitolaitokset ja hoitolaitokset varautuvat hellejaksoihin ja asukkaita suojellaan helteiden terveystaakkoilta.

Suunnitelma sisältää 28 keskeistä toimenpidettä, jotka voidaan toteuttaa nopeastikin. Hellesuunnitelma tunnistaa myös vastuutahot jokaiselle toimenpiteelle ja luo pohjan eri organisaatioiden yhteistyössä toteuttamalle varautumiselle helteisiin.

Vienna City Administration 2022. Vienna heat action plan. <https://www.wien.gv.at/english/environment/klip/heat-action-plan.html>

Singapore

Singaporen ilmasto-toimenpideohjelma vuodelta 2016 esittää toimenpiteitä helteisiin varautumiseksi sekä julkiselle hallinnolle että kansalaisille. Suunnitelmassa on esitetty toimenpiteitä myös ruuan tuotannon ja saatavuuden heijastevaikutuksiin varautumiseksi.

Singapore 2016. Climate action plan. A Climate-resilient Singapore. Ministry of the Environment and Water Resources | Ministry of National Development. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1549Climate_Action_Plan_Publication_Part_2.pdf

Opas "urban design guidebook" konkretisoi URAn (kaupungin kehitys- tai uudistamisviraston) linjaukset siitä, miten Singaporesta kehitetään vihreä ja elinvoimainen kaupunki ja selittää kaupunkisuunnittelun roolia muutoksen koordinaattorina.

Singapore, Urban Redevelopment Authority (URA) 2023. A Green & liveable city. Singapore urban design guidebook. URA 2023. https://www.ura.gov.sg/-/media/Corporate/Resources/Publications/Books/UD_Guidebook_Green_and_Liveable_City.pdf

URAn verkkosivut Shaping a Heat Resilient City: <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Heat-resilient-city>

Singaporen pääministerin kanslian verkkosivut, joilla esitetään lyhyesti sopeutumisen tavoitteet: <https://www.nccs.gov.sg/singapores-climate-action/overview/adaptation-overview/>

Singaporen ETH-tutkimuskeskus on julkaissut useita raportteja lämpösaarekeilmiön (UHI) tutkimuksesta, strategioista ja keinoista sen hillintään kuten liikenteen keinoista vähentää lämpösaarekeilmiötä. Raportit löytyvät keskuksen verkkosivuilta:

Singapore ETH Centre, Publications <https://sec.ethz.ch/research/cs/Reports.html>

Artikkeli PreventionWeb-verkkosivuilla, jossa kerrotaan Singaporen työstä lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi. Singapore päätavoitteet ovat tuulikäytävien luominen ja varjoisien paikkojen luominen, lämmön imeytymisen vähentäminen ja lämmön lähteiden vähentäminen. Tärkeimmät ratkaisukeinot ovat kaupunkivihreän lisääminen (1000 ha lisää viheraluetta 10-15 vuoden kuluessa), rakennusten viherseinien lisääminen, innovatiiviset uudet materiaalit (viilentävät maalit rakennusten seinissä voivat laskea sisälämpötiloja jopa 2°) ja digitaaliset ratkaisut (Digital climate twin DUCT) mallintavat eri skenaarioita ja puistojen ja avointen tilojen vaikutusta lämpösaarekkeisiin.

<https://www.preventionweb.net/news/cool-solutions-hotter-climate-tackling-urban-heat-island-effect-innovation>

Esitys Singaporen Digital Climate Twin'istä: https://www.thegpsc.org/sites/gpsc/files/cooling_singapore_-_digital_urban_climate_twin.pdf

Global Heat & Health -verkoston sivuilla esitellään vuodelta 2017 oleva raportti, joka kokoaa 80+ toimenpidettä, joilla voidaan viilentää kaupunkia. Strategies for Cooling Singapore | Global Heat Health Information Network

Haavoittuvuus helteille

Euroopan ympäristökeskus EEA on tehnyt useita haavoittuvuutta ilmastonmuutokselle käsitteleviä raportteja. Jo vuonna 2016 EEA julkaisi Euroopan laajuisen raportin ilmastonmuutoksen riskeistä ja haavoittuvuudesta. Vuonna 2022 EEA julkaisi artikkelin, jonka otsikko oli Towards just resilience, Leaving no one behind. Lisäksi EEA julkaisi vuonna 2024 laajan Euroopan ilmatoriskejä käsittelevän raportin.

<https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>

<https://www.eea.europa.eu/publications/just-resilience-leaving-no-one-behind>

<https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>

Joseph Rowntree foundation Iso-Britanniassa on tukenut oikeudenmukaisuus- ja haavoittuvuustutkimusta. Säätiön tuella tehty Climate Just-sivusto sisältää haavoittuvuuskartoituksen lisäksi paljon

aineistoja ilmastolähtöisestä sosiaalisesta haavoittuvuudesta. ClimateJust: <https://www.climatejust.org.uk/>

Pääkaupunkiseudulla arvioitiin vuonna 2015 ilmastolähtöistä sosiaalista haavoittuvuutta. Selvitys perustui Iso-Britanniassa ja Climate Just-sivuilla esitettyyn menetelmään. Raportit on julkaistu HSY:n sarjassa, englanninkielisessä raportissa selostetaan käytetty menetelmä tarkemmin.

Kazmierczak, A. ja Kankaanpää, S. 2016. Ilmastolähtöinen sosiaalinen haavoittuvuus pääkaupunkiseudulla. HSY. https://www.hsy.fi/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/hsy-ilmastolahtoinen-sosiaalinen-haavoittuvuus_2016.pdf

Kazmierczak, A. 2015. Analysis of social vulnerability to climate change in the Helsinki Metropolitan Area. HSY. https://www.hsy.fi/498be3/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/social-vulnerability-to-climate-change-helsinki-metropolitan-area_2016.pdf

Lisäksi Räsänen ym. arvioivat vuonna 2019 toisella menetelmällä Helsingin haavoittuvuutta helteille ja kartoittivat riskejä.

Räsänen et al 2019 Zoning and weighting in urban heat island vulnerability and risk mapping in Helsinki, Finland. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-019-01491-x>

Helsinki