
RAPORTTI

10903388

ILMASTOSELVITYS, KOLABACKENIN ASEMAKAAVA



2020-11-20

Yhteenveto

Selvityksessä arvioidaan Kirkkonummen Kolabackeniin suunniteltavan Datakeskushankkeen ilmastovaikutuksia asemakaavaa varten.

Selvityksessä arvioidaan kaavan toteutukseen liittyviä ilmastovaikutuksia sekä keinoja kielteisten ilmastovaikutusten lieventämiseksi ja myönteisten vaikutusten lisäämiseksi. Syntyviä hiilidioksidipäästöjä arvioidaan sekä laadullisesti että mahdollisuuksien mukaan myös määrällisesti suuruusluokkana. Lisäksi tarkastellaan ilmastomuutokseen sopeutumista ja varatumista kaava-alueella.

Alueen energiantuotantoratkaisu

Espoon, Kirkkonummen ja Kauniaisten kaukolämpöjärjestelmän vuotuinen lämpöenergian jakelu on n. 2,5 TWh vuodessa. Fortum ja Espoon kaupunki ovat sitoutuneet hiili-neutraaliin kaukolämmön tuotantoon alueella toimivassa kaukolämpöverkossa 2030 mennessä. Kivihilestä on tarkoitus luopua vuoden 2025 aikana.

Vaihtoehtoja kivihilen polton korvaamiselle ovat maakaasu, merivesilämpöpumput, maalämpö, ilma-vesilämpöpumput sekä teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen, joista hukkalämpöjen hyödyntäminen on ilmastovaikutusten kannalta tavoiteltavin ratkaisu. Uusiutuvaan energiaan perustuvaa sähköä käyttävät datakeskukset mahdollistavat hukkalämmön hyödyntämisen merkittävässä määrin. Nykyaikaisilla teollisen kokoluokan lämpöpumpuilla pystytään ottamaan suunniteltavan kokoluokan (sähköteho 200 MW) datakeskuksesta n. 300 MW peruskuormalämpötehoa ja siirtämään se kaukolämpöjärjestelmään, jolloin kivihilen käyttö vähenee vastaavasti.

Datakeskusinvestoinnin osalta on oletettavissa, että toimijat tulevat hankkimaan sähköenergiansa uusista uusiutuvista energialähteistä eli käytännössä uusista tuulivoimain-
toista, jotka ovat kilpailukykyisimpiä uusinvestointivoimaitoksia sähköjärjestelmäsämme nykypäivänä. Toteutetut isot datakeskukset ovat halunneet tekemiinsä sähköso-
pumuksiin uusiutuvan energian.

Ilmastomuutokseen varautuminen Datakeskushankkeessa

Ilmastomuutoksen seurauksena lämpötilan on arvioitu kohoavan Suomessa kaikkina vuodenaikoina, voimakkaimmin lämpötilojen ennustetaan kohoavan talvikuukausina. Ennusteskenaariosta riippuen arviot talvilämpötilan noususta vaihtelevat 4:sta jopa 11 asteeseen. Tulevaisuudessa kesien kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pitenevät. Sademäärien ennustetaan kasvavan Suomessa keskimäärin 5-20 % vuosisadan loppuun mennessä ja rankkasateiden arvioidaan voimistuvan. Ilmastomuutoksen seurauksena maaperän pintakerroksen ennustetaan muuttuvan tämän vuosisadan aikana entistä kuivemmaksi.

Ilmastonmuutoksen sopeutumisessa tulee huomioida varautumiset tulviin, tuulisuuden, rankkasateiden ja myrskyjen lisääntymiseen, sadannan kasvuun, maan kosteuden ja pohjavesiolosuhteiden muutoksiin, eroosion ja sortumisriskien lisääntymiseen ja jäätymisolosuhteiden muutoksiin. Käytännössä tämä tarkoittaa viheralueiden, hulevesiratkaisujen, tulvariskialueiden, rakennusten suuntaamisen ja sijoittelun sekä kestävien rakennusmateriaalien ja suunnitteluratkaisujen huomioimisen muuttuvan ilmaston näkökulmasta. Datakeskusten toiminnot ovat erityisen herkkiä vedelle ja kosteudelle, joten hulevesien ja tulvimisen riskien hallinta alueella on ensisijaisen tärkeää. Mahdollisten viherrakenteiden sijoittelussa tulee huomioida, etteivät ne aiheuta riskiä datakeskusrakennusten altistumiselle vedelle ja kosteudelle.

Ilmastomuutoksen lämpövaikutuksen lisäksi kasvillisuuden poistosta ja alueen rakentamisesta seuraava lämpösaarekeilmiön voimistuminen voi nostaa alueen keskilämpötilaa. Datakeskuksen toiminta on erityisen herkkä lämpötilan suhteen ja jäähtytys on varmistettava myös lämpötilan noustessa ja kaukolämmön tarpeen vähentyessä.

Kaavan ilmastovaikutukset

Kaavan toteutukseen liittyviä myönteisiä ilmastovaikutuksia syntyy, kun kivihiilen polttamisesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt jäävät syntymättä. Kielteisiä ilmastovaikutuksia syntyy datakeskuksen liikenteestä, rakentamisesta, rakentamiseen liittyvästä liikenteestä, käytettävistä materiaaleista ja työkoneiden polttoaineiden käytöstä ja maankäytöstä muuttaessa alueella oleva metsää rakennetuksi alueeksi.

Kielteisiä vaikutuksia voidaan lieventää ilmastovaikutukset huomioon ottavalla suunnittelulla ja erilaisilla teknisillä ratkaisuilla. Esimerkiksi tarvittavat maanrakennustyöt voidaan minimoida ja virtaushäviöitä ja energiankulutusta voidaan vähentää, jotta mahdollisimman suuri osa energiasta saadaan hyötykäyttöön. Datakeskuksen rakennusten suuren pinta-alan ansiosta kattojen pinnat voidaan hyödyntää aurinkopaneeleilla uusiutuvan sähköenergian tuotantoon suoraan datakeskuksen omaan käyttöön.

Kaavan toteutuksesta aiheutuvat CO₂-päästöt

Kaavan toteutuksesta aiheutuvia CO₂-päästöjä arvioitiin maankäytön muutoksesta aiheutuvien maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen muutoksesta sekä liikenteestä, rakennustyömaan energian käytöstä ja rakennusten materiaaleista aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen osalta.

Kaavan alue sijoittuu pääasiassa talousmetsien ja läjittämistöiden yhteydessä muokatuille alueille sekä lähes luonnontilassa säilyneelle sekametsälle. Kaava-alueen koko on 122 hehtaaria. Espoon sähköasemalta Datakeskuksen alueelle rakennettavan 400 kV kaapelin pituus on noin 8 km. Laskelmaa varten rakennettavan alueen (96 ha) sekä kaapelia varten tarvittavan alueen (kaivualue 3,5 ha ja puuttomaksi jäävä alue 8 ha) oletettiin olevan metsämaata.

Kaavan toteutuksen eri osa-alueilta aiheutuvien ja lämmön hyödyntämisessä säästyvien hiilidioksidipäästöjen arvioitu suuruusluokka ja aikajänne on esitetty alla olevassa taulukossa.

	tCO ₂ ekv	Aikajänne	tCO ₂ ekv	Aikajänne	tCO ₂ ekv	Aikajänne
Maankäyttö	45 000	satoja vuosia	45 000	satoja vuosia	45 000	satoja vuosia
Liikenne	3 000	vuosittain	60 000	20 vuotta	150 000	50 vuotta
Rakentaminen	145 000	noin 1 - 2 vuotta	145 000	noin 1 - 2 vuotta	145 000	noin 1 - 2 vuotta
Lämmön hyödyntäminen	-790 000	vuosittain	-15 800 000	20 vuotta	-39 500 000	50 vuotta

Arvioinnin tuloksena lämmön hyödyntämisestä saatava CO₂-päästöjen väheneminen on jo vuositasolla moninkertainen aiheutuviin päästöön suhteutettuna. 20 vuoden aikajännteellä tarkasteltuna lämmön hyödyntämisestä saatava CO₂-päästöjen väheneminen on vielä huomattavasti suurempi ja 50 vuoden aikajännteellä erittäin paljon suurempi.

Vertailulukuna tarkastelussa voidaan käyttää Espoon ja Kirkkonummen päästöjä vuodelta 2019, jotka olivat 1,09 milj. t CO₂ ja 165 000 t CO₂. Tällöin **200 MW:n sähkötehon datakeskuksen myötä Espoon ja Kirkkonummen CO₂- taseesta yhteensä vähenee vuosittain n. 60 %.**

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Alueen energiantuotantoratkaisu	3
2.1	Kaukolämmön kulutus ja tuotanto	3
2.2	Vaihtoehdot CO ₂ -päästöjen vähentämiseksi	3
3	Kaavan toteutukseen liittyvät myönteiset ja kielteiset ilmastovaikutukset	4
4	Keinot kielteisten ilmastovaikutusten lieventämiseen ja myönteisten vaikutusten lisäämiseen	4
4.1	Aluesuunnittelu ja layoutsuunnittelu	4
4.2	Tekniset keinot	4
5	Päästöttömän energian käytön varmistaminen	6
6	Kaavan ilmastovaikutukset	7
6.1	Energian käyttö ja hukkalämmön hyödyntäminen	7
6.1.1	Datakeskusten sähkönhankinta	7
6.1.2	Korvattavan kaukolämmön tuotanto	7
6.2	Liikenne	8
6.3	Rakentaminen	9
6.4	Maankäytön muutokset	10
6.4.1	Metsänielut	10
6.4.2	Maahiili	10
6.4.3	Kaavahankkeen maankäytön muutosten vaikutukset CO ₂ -päästöihin	11
6.5	Ilmastovaikutukset kaavan toteutuksen eri osa-alueilta, CO ₂ -päästöjen suuruusluokka	14
7	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja varautuminen riskeihin	14
7.1	Tulevaisuuden ilmasto	14
7.1.1	Lämpötila	15
7.1.2	Sademäärät	17
7.1.3	Tuulet	18
7.1.4	Auringon säteily	19
7.1.5	Ilmastonmuutoksen vaikutukset maaperään	20
7.2	Ilmastonmuutokseen sopeutumisen huomioiminen alueen kehittämisessä	21
7.2.1	Tulvimisriskit	21
7.2.2	Alueen lämpötilatasot	22
7.2.3	Viherrakenteet	24

1 Johdanto

Raportti sisältää ilmastaselvityksen vireillä olevaan Kolabackenin asemakaavahankkeeseen. Selvitys pitää sisällään datakeskuksen maankäyttöön, rakentamiseen, liikenteeseen, käytettävän energian tuotantoon ja datakeskuksen hukkalämmön hyödyntämiseen liittyvät asiat.

Selvityksen laatimiseen on osallistunut Swecon ympäristökonsultoinnin, rakennetun ympäristön, maankäytön ja energiatekniikan asiantuntijoita.

2 Alueen energiantuotantoratkaisu

2.1 Kaukolämmön kulutus ja tuotanto

Espoon, Kirkkonummen ja Kauniaisten kaukolämpöjärjestelmän vuotuinen lämpöenergian jakelu on n. 2,5 TWh. Kaukolämmön tehontarve on suurin lämmityskaudella, lokakuu – maaliskuu välisenä aikana. Alueella lämmityskaudella tehontarve on välillä 500 MW – 950 MW riippuen ulkolämpötilasta. Kesäkaudella tehontarve laskee 100 MW:n tasolle.

Espoon ja Kirkkonummen kaukolämpöjärjestelmät ovat yhdistetty, vaikkakin kaukolämmön hydraulinen toimintaperiaate rajaakin lämmönsiirron nykyisille putkistomitoituksille. Vastaavasti Espoon ja Helsingin - sekä epäsuorasti Espoon ja Vantaan- välinen lämmönsiirto perustuu nykyisellään Espoon Vermon alueella tapahtuvaan lämmönvaihtoon maksimissaan n. 50 MW:n teholla. (Fortum 2020)

2.2 Vaihtoehdot CO₂-päästöjen vähentämiseksi

Lämmöntuotannossa vaihtoehtoja kivihiilen polton korvaamiselle ovat maakaasu, merivesilämpöpumput, maalämpö, ilma-vesilämpöpumput sekä teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen.

Teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen on ilmastovaikutusten kannalta tavoiteltavin ratkaisu. Hukkalämpöjen hyödyntäminen on kansantaloudellisesti tehokasta, jos energian hukkavirrat saadaan hyödynnettyä kohtuullisilla investoinneilla. Lämpöä tuottavat, jo olemassa olevat valmistavan teollisuuden laitokset ovat usein sijainniltaan kaukana kaukolämpöverkoista. Uusien, laajan mittakaavan teollisten alueiden kaavoitus ja rakentaminen lähelle asutusta on haastavaa. Datakeskusten osalta nämä rajoitteet kohdistuvat lähinnä sopivien isojen maa-alueiden löytämiseen kaukolämpöjärjestelmän sisällä tai sen rajoilla. Ympäristövaikutukset konesaliteollisuudessa ovat merkittävästi pienemmät kuin perinteisessä, nk. valmistavassa teollisuudessa. Datakeskusten merkittävimmät ympäristövaikutukset rajoittuvat pääosin energian hankintaan, makean veden hankintaan sekä rakennusaikaiseen meluun.

Espoon ja Kirkkonummen lämpöjärjestelmän nopeutetusta kivihielestä luopumiseen vuoteen 2025 mennessä tavoiteltavat datakeskusinvestoinnit (Espoon Hepokorpi, Kirkkonummen Kolabacken ja Sundsberg) ovat paras mahdollinen ratkaisu.

3 Kaavan toteutukseen liittyvät myönteiset ja kielteiset ilmastovaikutukset

Kaavan toteutukseen liittyviä myönteisiä ilmastovaikutuksia syntyy jäähdytyksessä käytettävän lämmön hyödyntämisessä, kun vastaavan lämpömäärän tuottamiseksi tarvittavan hiilen polttamisesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ei synny.

Kielteisiä ilmastovaikutuksia syntyy datakeskuksen liikenteestä, rakentamisesta, rakentamiseen liittyvästä liikenteestä, käytettävistä materiaaleista ja työkoneiden polttoaineiden käytöstä ja maankäytöstä muutettaessa alueella oleva metsää rakennetuksi alueeksi.

4 Keinot kielteisten ilmastovaikutusten lieventämiseen ja myönteisten vaikutusten lisäämiseen

4.1 Aluesuunnittelu ja layoutsuunnittelu

Aluesuunnittelulla voidaan vaikuttaa tarvittavaan maanrakennuksen laajuuteen. Rakennusaikaisia ilmastopäästöjä voidaan vähentää sijoittamalla datakeskusrakennukset eri tasoille maaston korkeusaseman mukaan, jolloin maan louhinta, murskaus ja siirtotarve pienenee.

Jäähdytysnesteen kiertoputkiston virtaushäviöiden minimoimiseksi keskukset tulee sijoittaa tontille siten, että jäähdytysputkien vedot voidaan tehdä mahdollisimman suorilla ja lyhyillä putkivedoilla virtausvastusten ja näin pumppauksen energiatarpeen minimoimiseksi.

Rakennusten sisäisissä layouteissa tulee pyrkiä sijoittamaan koneet konesaleihin niin että jäähdytysputkien vedot voidaan tehdä mahdollisemman pienillä virtausvastuksilla. Tämä tarkoittaa mahdollisimman suoraa ja lyhyitä putkivetoja, joissa putkilinjojen pituudet ja kerstavastusten lukumäärä on minimoitu. Virtaushäviöihin voidaan vaikuttaa edelleen mitoittamalla putkiston poikkipinnat riittävän suuriksi niin että virtausnopeudet saadaan pysymään matalina, sillä virtaushäviöt kasvavat nopeasti virtausnopeuden kasvaessa.

4.2 Tekniset keinot

Datakeskuksen tarvitsemasta sähköstä suuri osa muuttuu lämmöksi. Jäähdytyksessä hyödynnetään lämpöpumppua, jolla servereissä syntyvä lämpö saadaan talteen ja siirrettyä kaukolämpöverkkoon. Datakeskushankkeen toteutuessa alueen kaukolämpöverkon riittävyys tulee tarkastella, jotta hukkalämpö pystytään syöttämään kaukolämpöverkkoon mahdollisimman suurelta osin myös kesällä, kun kaukolämpöä käytetään ainoastaan käyttöveden tuottamiseen.

Kesällä kaikkea hukkalämpöä ei pystytä kaikissa tilanteissa syöttämään kaukolämpöverkoon, vaan lämpö täytyy siirtää ulkoilmaan.

Ulkoilman hyödyntämiseksi datakeskuksen jäähdytys suunnitellaan mahdollisimman korkeille lämpötiloille, jotta ulkoilman hyödyntäminen on mahdollista mahdollisimman suuren osan vuodesta.

Jäähdytyslämmön johtamista ulkoilmaan kutsutaan vapaajäähdytykseksi. Jäähdytysilman ohjaaminen paremmin mahdollisimman lähelle lämmönlähdettä, ilman että se sekoittuu huoneilmaan, pystytään käyttämään korkeampia jäähdytysilman lämpötiloja. Silloin vapaajäähdytystä pystytään Suomen ilmasto-oloissa hyödyntämään merkittävän suuri osa ajasta. Esimerkiksi +20°C jäähdytysilmalla pystytään lämmityskauden ulkopuolella (Ulkolämpötila yli +12°C) vapaajäähdytystä hyödyntämään suurimman osan ajasta.

Vesijäähdytyksen tapauksessa datakeskuksen jäähdytyksen suunnittelussa huomiota kiinnitetään jäähdytysilman kiertoon, sillä mitä paremmin servereiltä palaava kuuma ilman saadaan ohjattua suoraan ilmanjäähdyttimille, kuuman ilman sekoittumatta viileämpään huoneilmaan, sitä korkeampaa jäähdytysveden lämpötilaa voidaan hyödyntää. Lämpimämpi jäähdytysvesi parantaa lämpöpumpun hyötysuhdetta merkittävästi. Eli pienemmällä sähköteholla saadaan suurempi lämpöteho kaukolämpöön. Käytännössä jäähdytysveden lämpötila tulee olla yli +20°C

CFD mallinnuksella voidaan tuottaa 3D malli lämmönlähteistä. Mallinnus kertoo missä lämpökuormaa syntyy eniten ja näin kohdentaa jäähdytystä sinne missä sitä tarvitaan.

Perinteisen kiertoilmajäähdytyksen sijasta voidaan hyödyntää myös ns. Close Coupled Cooling-menetelmää, eli ”jäähdytys tuodaan mahdollisimman lähelle lämmönlähdettä”. Käytännössä tämä tarkoittaa, että servereissä on sisäinen jäähdytyslämmönvaihdin, servereille tuodaan jäähdytysputket eikä servereitä jäähdytetä tilan ilmalla. Tässä tapauksessa jäähdytysveden lämpötilaa voidaan edelleen nostaa, mikä parantaa lämpöpumpun hyötysuhdetta entisestään. Eri jäähdytystapoja voidaan yhdistää ja osa jäähdytyksestä toteuttaa Close Coupled Cooling -menetelmällä ja osa perinteisellä kiertoilmajäähdytyksellä.

Tulevaisuudessa datakeskusservereiden kehittyessä, lämpö tullaan poistamaan yhä lähempää lämmönlähdettä, jolloin jäähdytysveden lämpötilaksi voidaan nostaa jopa 70-80°C. Tällöin lämpötila on jo niin korkea, että lämpöpumpua välttämättä ei tarvita lainkaan.

Valitsemalla laitteistoihin nestekiertoiset jäähdytykset saadaan tehokaslämmönsiirto. Näin voidaan saada pienemmät lämmönsiirtimet, joilla on pienempi hiilijalanjälki. Ne voidaan eristää tehokkaasti vähemmällä eritysmäärällä. Eristyspaksuudet tulee mitoittaa riittäviksi lämpöhäviöiden minimoimiseksi.

Konesalien ilmanvaihdon häviöt voidaan minimoida poistoilmasta energiaa talteen ottavalla lämmönsiirtimellä tai/ja ilmalämpöpumpulla, jota ohjataan taloautomaation kautta. Tämä lämpöenergia voidaan hyödyntää jäähdytysjärjestelmän lämpöpumpuissa.

Datakeskusten rakennusten suuren pinta-alan ansiosta sekä niiden lähes optimaalisen sijainnin ja suuntauksen vuoksi, niiden kattojen pinnat voitaisiin mahdollisesti hyödyntää aurinkopaneeleilla uusiutuvan sähköenergian tuotantoon suoraan datakeskuksen omaan käyttöön. Tämä vähentää merkittävästi vuositasolla ostosähkön tarvetta ja näin sähkönsiirrossa syntyviä häviöitä. Koska tämäkin sähkö muuttuu lämmöksi ja edelleen lämpöpumpun kautta lämpökertoimella kaukolämmöksi, saadaan näin kerätty aurinkoenergia hyödyksi myös kaukolämpöverkossa. Tämän mahdollistamiseksi tulee paneelien ja niiden kiinnityselineiden tms. vaatima paino huomioida kattorakenteiden kuormissa rakennuksien suunnitteluvaiheessa.

Fortumin suunnitelmien mukaan datakeskushankkeen toteutuessa kaukolämpöverkkoa tullaan vahvistamaan Kirkkonummen ja Espoon välisellä osuudella siten, että hukkalämpökapasiteetti saadaan täysimittaisesti hyödynnettyä myös kesäaikaan. Lisäksi olisi hyvä, että Espoon ja Helsingin välistä kaukolämmön siirtokapasiteettia vahvistettaisiin nykyisestä Vermon liittymäpisteen 50 MW:n tehosta ylöspäin.

Kaukolämmön hydraulinen toimintaperiaate rajaa lämmönsiirron nykyisille putkistomitoituksille. Vastaavasti Espoon ja Helsingin - sekä epäsuorasti Espoon ja Vantaan- välinen lämmönsiirto perustuu nykyisellään Espoon Vermon alueella tapahtuvaan lämmönvaihtoon maksimissaan n. 50 MW:n teholla.

Lämpöjärjestelmä on hydraulinen, jossa etäisyydet ja korkeuserot lämmöntuotannon ja kulutuspiSTEIDEN välillä ovat kokonaisuudessaan tehokkaan toiminnan kannalta merkittäviä.

5 Päästöttömän energian käytön varmistaminen

Kaavallisia, juridisesti päteviä vaihtoehtoja ei ole käytettävissä, jotta kaavan alueelle rakennettavan datakeskuksen käyttämä energia voitaisiin velvoittaa olevan päästöttömä energiaa.

Datakeskus tulee tekemään sähkön hankinnasta pitkäaikaisen sopimuksen (PPA) sähköntoimittajan kanssa. Datakeskuksen sähköntoimittaja ei välttämättä tule olemaan Fortum.

Kuten luvussa 6.1 on tarkemmin kuvattu, toteutetut isot datakeskukset ovat halunneet sähkönsopimukseen uusiutuvan energian. Energiankulutuksen osalta tulee huomioida, että em. sähkönhankinnan pitkäaikaisen sopimuksen lisäksi datakeskuksen toimintaan tulee liittymään myös muita energiatarpeita.

Datakeskuksen energian käytön taloudelliseksi ohjaamiseksi kiinteistöverotuksen kautta ei ole juridisesti päteviä vaihtoehtoja. Yksi vaihtoehto, jota selvityksen laadinnassa ei ole tarkemmin tarkasteltu, olisi päästöttömän energian vaateen liittäminen tontinluovutusehtoihin myynnin yhteydessä. Tämän mahdollistamiseksi vaateen esittäjän (kunnan) tulisi omistaa tontti, ja vaateen esittäjän ollessa kunta, tulee tarkasteluun sisällyttää mahdollisten valtioneuvoston päätösten huomiointi.

6 Kaavan ilmastovaikutukset

6.1 Energian käyttö ja hukkalämmön hyödyntäminen

Fortumin arvion (kaavaselostus) mukaan Kolabackenin hankkeen vaikutus nk. ”datalämmön” hyödyntämisestä olisi Espoon ja Kirkkonummen lämmitysjärjestelmässä CO₂ päästöjen vähenemänä n. 0,43 MtCO₂ per vuosi (kaavaselostus). Teoreettisesti koko datakeskuksen käyttöiän (n. 50 vuotta) perusteella tarkasteltuna kompensatio olisi n. 21,5 MtCO₂. Vertailulukuna tarkastelussa voidaan käyttää Espoon kaupungin päästöjä vuodelta 2019, jotka olivat 1,09 MtCO₂ (Espoon kaupunki, 2020). Tällöin 100 MW:n sähkötehon datakeskus kykenee kompensoimaan Espoon CO₂ taseesta pois n. 40 %.

6.1.1 Datakeskusten sähkönhankinta

Datakeskusinvestoinnin osalta on oletettavissa, että toimijat tulevat hankkimaan sähköenergiansa uusista uusiutuvista energialähteistä eli käytännössä uusista tuulivoimatuista, jotka ovat kilpailukykyisimpiä uusinvestointivoimalaitoksia sähköjärjestelmässämme nykypäivänä.

Tähän mennessä Pohjolaan tulleet teknologiayhtiöt ja datakeskustoimijat (esim. Google, Microsoft, Apple, Amazon Web Services ja Facebook) ovat järjestäneet sähkönhankintansa uudesta tuulivoimasta. Sähkönhankintaan on toistaiseksi liittynyt poikkeuksetta ehto uusista investoinneista tuulivoimaan ja pitkäkestoiset sähköntoimitussopimukset.

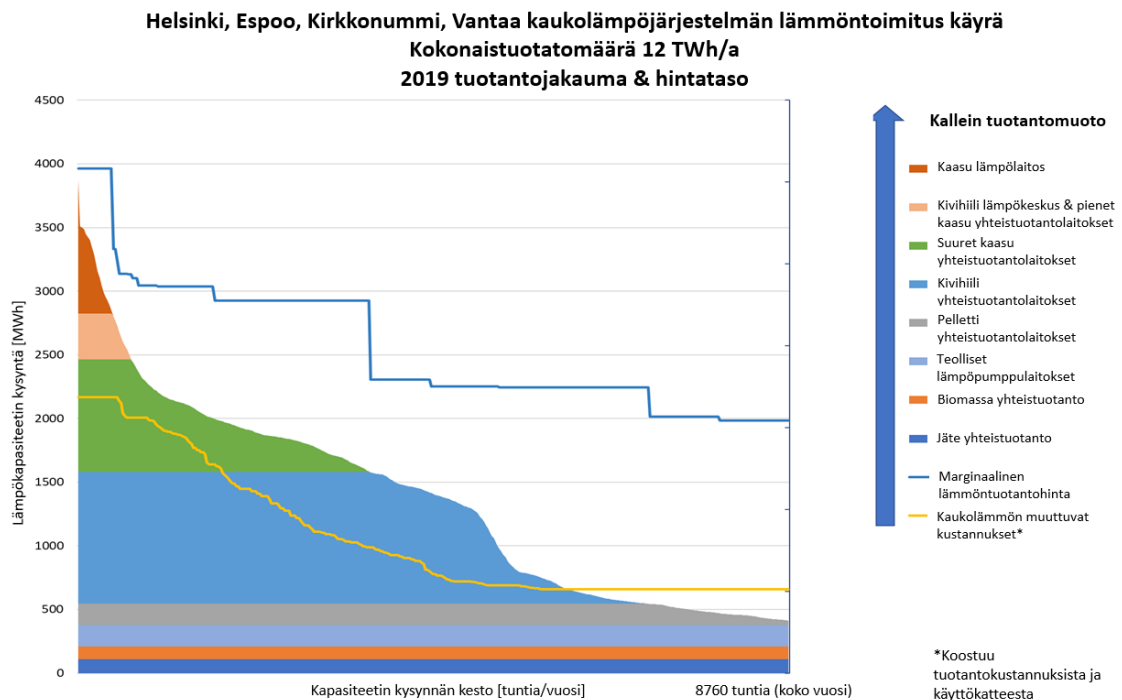
Yhtiöillä on tavoitteena kattaa koko sähkökulutuksensa CO₂-vapaalla tuotannolla hyödyntämällä alkuperätakuuseen perustuvaa sähkönhankintaa ilmastotavoitteidensa saavuttamiseksi.

Datakeskusten tulo Pohjoismaihin ja siellä syntyvä uusi sähkökäyttö ei todennäköisesti tule vaikuttamaan CO₂ päästöjen kasvuun sähköjärjestelmässä, vaan päästöt vähenevät lämmön hyödyntämisen ansiosta.

Tarkastelu on tehty 200 MW:n sähkötehon datakeskuksesta. Nykyaikaisilla teollisen kokoluokan lämpöpumpuilla pystytään 200 MW datakeskuksesta ottamaan noin 270 MW peruskuormalämpötehoa ja siirtämään 90 asteista vettä kaukolämpöjärjestelmään. 270 MW:n lämpöteho tulisi korvaamaan kivihiiltä lämmöntuotannossa energiamääränä 2,4 TWh, eli 8 500 TJ vuodessa. Kivihiiilen CO₂-päästökerroin on 93,1 t/TJ (Tilastokeskus). Säästyväksi CO₂-määräksi arvioidaan siten 790 00 t/a.

6.1.2 Korvattavan kaukolämmön tuotanto

Kuvassa 1 on esitettyä pääkaupunkiseudun lämmöntuotannon ajojärjestyksen pysyvyyskäyrä (Fortum 2020). Tässä selvityksessä tarkastelun kohteena oleva Datakeskuksen hukkalämpöteho tulisi olemaan ajojärjestyksenä ennen fossiilisten polttoaineiden käyttöä.



Kuva 1. Pääkaupunkiseudun lämmöntuotannon ajojärjestyksen pysyvyysskäyrä (Fortum 2020).

Suomi on sitoutunut luopumaan kivihiilen poltosta vuoteen 2030 mennessä. Fortum on omalta osaltaan päättänyt luopua Espoossa kivihiilestä jo vuoden 2025 aikana ja olla hiili-neutraali vuoteen 2030 mennessä. Historiallisesti pääkaupunkiseutua on lämmitetty kivihiilellä ja maakaasulla yhteistoimintalaitoksissa (sähkön ja lämmöntuotanto) sekä kylminä ajanjaksoina myös vastaavilla maakaasulla toimivilla yhteistoimintalaitoksilla. Lisäksi nk. kylmähuippujen aikana järjestelmässä on mukana öljyn käyttöön perustuvia erillisiä lämpökeskuksia. Öljykattiloita on viime vuosina korvattu biomassalla toimiviksi, tai niiden käyttöä on muilta osin rajoitettu. Pääkaupungin lämpöjärjestelmässä on yksi tehokas jätteenpolttolaitos Vantaan itäosissa, mutta kyseisen laitoksen teho ei riitä kompensoimaan kivihiilestä luopumista koko lämpöjärjestelmän alueella

Kivihiilestä luopuminen koskee erityisesti Helsingin ja Espoon/Kirkkonummen isoja lämpöjärjestelmiä. Pääkaupunkiseudun lämpöyhtiöt tekevät yhteistyötä tulevan, muuhun kuin kivihiileen perustuvan lämpöjärjestelmän suunnittelussa. Esimerkkinä voidaan mainita mm. Kilpilahden alueen teollisuuden hukkalämmön hyödyntäminen pääkaupunkialueella.

6.2 Liikenne

Kaavoitettavalle alueelle suuntautuvan liikenteen hiilidioksidipäästöjä on arvioitu seuraavasti (taulukko 1): Alueelle on arvioitu syntyvän 100 – 300 uutta tai uudenlaista työpaikkaa. Työmatkan pituudeksi on arvioitu keskimäärin 30 km. Huoltoajoa datakeskukselle on

arvioitu 1 auto kuukaudessa ja ruokalaan päivittäin ja matkan pituudeksi on arvioitu keskimäärin 40 km.

Taulukko 1. Liikenteestä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt.

	lkm/pv	km/pv /auto	km/a	g CO ₂ ekv /km	t CO ₂ ekv /a
henkilöautot	100	60	2 820 000	133	375
kuorma-autot	2 ¹⁾	80	38 000	521	20
Yhteensä	102				400

¹⁾ CO₂ määrä riippuu pitkälti arvioiduista raskaan liikenteen käyntimääristä.

6.3 Rakentaminen

Maanrakennusvaiheessa kuluu sähköä, polttoaineita ja lämpöä. Energiankulutuksen päästöjen suuruusluokkaa on arvioitu laskemalla rakennettavalle alueelle (96 ha) sähkön, lämmön ja polttoaineiden kulutukset kirjallisuudesta (Rintamäki 2016) löytyvien kertoimien perusteella. Kertoimia pyöristettiin jonkin verran ylöspäin:

- sähkö: 60 kWh/bruttoneliometri
- kaukolämpö: 75 kWh/bruttoneliometri
- polttoaineet: 15 kWh/bruttoneliometri

Sähkön hiilidioksidipäästöt laskettiin Tilastokeskuksen julkaisemalla Suomen keskimääräisen sähköntuotannon CO₂-päästökertoimella (141 CO₂/MWh), kaukolämmön päästöt laskettiin Suomen keskimääräisellä päästökertoimella (154 kg CO₂/MWh). Päästöt laskettiin rakennettavalle alueelle, 96 ha. Maanrakennuksen päästöjen suuruusluokaksi arvioidaan noin 25 000 t CO₂.

Rakennuksen perustukset ja kantavat rakenteet muodostuvat yleisesti suurimman osuuden rakentamisen ilmastovaikutuksista. Kevyillä rakenteilla, tontin muilla rakenteilla ja talotekniikan päästöillä on myös vaikutusta. Rakennusmateriaalien kuljetuksilla ja rakennustyömaanaikaisilla päästöillä on myös vaikutusta rakentamisen hiilidioksidipäästöihin, mutta niiden vaikutukset ovat yleensä selkeästi pienemmät, kuin itse rakennusmateriaalien vaikutukset.

Rakentamisessa tarvittavia merkittäviä hiilidioksidipäästöjen lähteitä ovat materiaaleista todennäköisesti mm. perustuksissa käytettävä betoni ja runkoon käytettävät betoni tai teräs ja seinäelementteihin käytettävä betoni tai pelti-villa-pelti -kasetit.

Laskelmissa rakennuksille käytetyt kertoimet perustuivat Swecon aiemmin laatimiin betonirakennusten ja sandwich-elementti-rakennusten hiilijalanjälkilaskelmiin.

Kaava-alueen rakennusten rakennusmateriaalin hiilidioksidipäästöjen suuruusluokaksi arvioidaan noin reilu 100 000 tCO₂, kun käytetään perusratkaisuja.

6.4 Maankäytön muutokset

Kaavahankkeeseen sisältyvien maankäytön muutosten vaikutuksia arvioidaan Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hankkeessa kehitetyn alueellisen hiilitaseen arviointityökalun avulla (Rasinmäki & Känkänen 2014).

Työkalulla voidaan arvioida tietyn alueen kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastojen muutosta, joka aiheutuu maankäytön muutoksesta. Maankäyttömuutosten lisäksi laskuri arvioi uuden kerrostalorakennuskannan päärakenteiden, niiden rakentamisen ja rakenteiden uusimisen hiilijalanjäljen sekä rakenteisiin sitoutuneen hiilivaraston suuruuden 50 vuoden tarkastelujaksolta. Lisäksi tarkastelussa ovat mukana viherrakenteet (viherrakennet ja -katot sekä katu- ja tonttipuut).

Muutos esitetään hiilidioksidiekvivalenttitonneina (t CO₂-ekv).

6.4.1 Metsänielut

Kaavan alue sijoittuu pääasiassa talousmetsien ja läjittämistöiden yhteydessä muokatuille alueille sekä lähes luonnontilassa säilyneelle sekametsälle.

Kaava-alueen koko on 122 hehtaaria, josta rakennettavan alueen koko on 96 ha.

6.4.2 Maahiili

Tietyn alueen hiilivarastot ovat sitä suuremmat, mitä enemmän alueella on seuraavassa järjestyksessä: metsiä, peltoja ja muita viheralueita, kuten rakennettuja puistoja.

Metsämaan hiilen määrä vaihtelee välillä 65 – 330 t/ha (Brunner and Godbold 2007). Puun juuriston kasvu ja sienet sitovat vuosittain merkittävän määrän hiiltä metsämaahan. Hiiltä poistuu maaperästä orgaanisen aineksen hajotessa sekä eroosion ja huuhtoutumisen mukana.

Kun kaikki puut poistetaan, kasvillisuuden osalta muutos hiilivarastossa on välitön ja täydellinen. Maaperän osalta muutoksen määrä riippuu siitä, miten syvältä maata kaivetaan ja muokataan. Käytännössä kaikki maahiili metsämaassa (kivennäismailla) on sitoutuneena pintakerrokseen noin metrin syvyydeltä. Jos se vaihdetaan, niin maaperän hiilen määrä riippuu täysin täyttömaan hiilivaraston määrästä (metsämaassa vaihtelee tyypillisesti 20 – 300 t/ha (Jobbago ja Jackson 2000). Täyttömaan ollessa soraa tai vastaavaa sen hiilen määrä on pieni. Siltä osin, kun maaperää ei muokata/vaihdeta hiilivarasto alkaa huveta, koska kasvillisuudesta ei enää tule uutta hiiltä maahan. Tällöin metsämaan maahiilen määrä puolittuu noin 50 vuodessa.

Kasvillisuuteen ja maaperään sitoutuneen hiilen välillä on positiivinen kytkentä: mitä suurempi kasvillisuuden pysyvä määrä, sitä suuremmaksi kasvaa myös maaperän hiilivaraston koko. Metsien osalta eroja maahiilen osalta on paitsi hoitoluokan (lähimetsä, talousmetsä, ulkoilu- ja virkistysmetsä, suojametsä, avometsä), mm. puuston keskimääräisen kehitysvaiheen kautta puuston määrän ja maaperähiilen määrän välisen kytkennän takia.

Metsässä on keskimäärin suurempi kasvillisuuden määrä kuin rakennetuilla ja avoimilla viheralueilla.

6.4.3 Kaavahankkeen maankäytön muutosten vaikutukset CO₂-päästöihin

Lähtötiedot ja oletukset

Asemakaavan perustiedot on esitetty taulukossa 2:

Taulukko 2. Asemakaavan perustiedot.

	Pinta-ala [ha]		Pinta-ala [ha]
Kaava-alue	121,9972	Uusi asemakaava	110,9596
		Asemakaavan muutos	11,0376

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha +/-]
Yhteensä	121,9972	100,0			
KTY	16,2907	13,4	75000	0,46	
VL	26,3151	21,6			-8,5878
ET	62,9644	51,6	312000	0,50	
LT	6,4928	5,3			
Kadut	9,9342	8,1			

Laskelmaa varten tehtiin seuraavat karkeat arviot maankäytöstä lähtötilanteessa ja suunniteltavassa tilanteessa (taulukko 3):

Taulukko 3. Maankäyttö lähtötilanteessa ja suunniteltavassa tilanteessa.

Maankäyttö	Lähtötilanne, ha	Suunnitelma, ha
metsämaa	122	26
rakennettu alue	0	96

Lisäksi Espoon sähköasemalta Datakeskuksen alueelle rakennettavan 400 kV kaapelin rakentamisen vaikutuksia maankäyttöön (taulukko 4) ja maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen muutoksesta aiheutuvia CO₂ päästöjä on arvioitu seuraavilla oletuksilla: Kaapelin pituus on 8 km. Kaapelireitillä oletettiin olevan nykytilanteessa metsämaata, vaikka todellisuudessa, suunnitelman mukaan kaapeli kulkee Kehä III vieressä ja peltoalueilla. Tien piennaralueella maaperään sitoutuneen hiilen määrä on pienempi kuin metsämaassa. Näin ollen maankäytön muutoksen vaikutukset hiilidioksidipäästöihin ovat todellisuudessa tässä arvioitua vähäisemmät. Kaapelin rakentamista maastokäytävää raivataan

noin 20 m leveydeltä. Maata kaivetaan noin kahden metrin syvyydeltä ja noin 4 m leveydeltä. Rakentamisen jälkeen kaapelireitti pidetään puuttomana, mutta pintakasvillisuuden annetaan palautua. Puuton osuus jää maksimissaan 10 metriä leveäksi. Kaapeliojan alue on hieman ympäröivää maata lämpimämpi, mikä saattaa vaikuttaa maaperän kuivuuteen ja kasvustoon.

Kaivuualueella laskettiin maaperästä poistuvan hiilen määrä (CO_{2ekv}) ja puuttomaksi jäävällä alueella kasvillisuuden osalta poistuvan hiilen määrä.

Taulukko 4. 400 kV maakaapeli, muutokset maankäyttöön.

Maankäyttö	Lähtötilanne, ha
kaivuualue (laskennassa lähtötilanteessa metsämaa)	noin 3,5
puuttomaksi jätettävä alue, (laskennassa lähtötilanteessa metsämaa)	8

Maakaapelin alueen rakentamisesta ja maaperän ja kasvillisuuden muutoksista aiheutuva hiilidioksidipäästö on arvioitu taulukossa 5.

Taulukko 5. Maakaapelin alueen rakentamisesta ja maaperän ja kasvillisuuden muutoksista aiheutuva hiilidioksidipäästö.

Hiilivaraston muutos	Maaperä (CO_{2ekv})	Kasvillisuus (CO_{2ekv})
kaivuualue, metsämaa	1 000	
puuttomaksi jätettävä alue, metsämaa		2 000
Yhteensä	3 000	

Arvio CO_2 päästöistä

Kun 122 hehtaarin kaava-alueella metsämaata muutetaan rakennetuksi alueeksi (96 ha) ja lisäksi kaapelialueelta poistetaan puustoa, arvioidut hiilivarastojen muutokset on esitetty taulukossa 6. Muutokset on laskettu tilanteessa, kun hiilivarastot ovat saavuttaneet vakaan tilan maankäyttömuutoksen jälkeen. Hiilivaraston koon vakiintumiseen kuluu aikaa satoja vuosia. Laskennassa on käytetty 300 vuoden aikajännettä. Maankäytön muutoksen ilmastovaikutus CO_2 -ekvivalentteina on kokonaisuudessaan 47 000 tn.

Taulukko 6. Kaava-alueen ja kaapelireitin toteutuksesta aiheutuvan maankäytön muutoksen, rakentamisen ja liikenteen vaikutukset hiilidioksidipäästöihin.

	Lähtötilanne	Hiilivaraston muutos/päästö (t CO _{2ekv})
96 ha metsää rakennetuksi alueeksi, hiilivaraston muutos (päästöt CO_{2ekv})	hiilivaraston koko	42 000
Maaperä	39 000	21 500
metsämaa	39 000	32 000
viheralue	0	-3 500
rakennettu alue	0	-7 000
Kasvillisuus		
metsämaa	28 000	24 500
viheralue	0	-4 000
rakennettu alue	0	0
Maakaapeli, hiilivaraston muutos (päästöt CO_{2ekv}, oletus: lähtötilanteessa metsämaa)		3 000
Maaperä		1000
Kasvillisuus		2 000
Rakentaminen		145 000
Rakennustyömaa		25 000
Rakennukset (materiaalit)		120 000
Liikenne		3 000/a
CO₂, säästyvä määrä lämmön hyödyntämisessä		-790 000/a

Hiilivarastojen kannalta maankäytön muutokset kannattaa kohdistaa kasvupotentiaaliaan heikoimmille alueille, joiden hiilivarastojen koko on pienempi kuin rehevien kasvupaikkojen metsissä.

Hiilivaraston kokoa voi kasvattaa suosimalla maankäyttömuotoja, jotka ylläpitävät mahdollisimman suurta kasvillisuuden määrää pinta-alayksikköä kohden.

Rakennetuilla viheralueilla hiilivarasto kehittyy suotuisasti, mikäli alueella suositaan luonnonmukaisuutta, kasvillisuuden suurta määrää ja monikerroksellisuutta sekä vältetään kasvimateriaalin poistoa alueelta.

Muutoksen jälkeen maaperän hiilivaraston vakiintumiseen kuluu aikaa satoja vuosia.

6.5 Ilmastovaikutukset kaavan toteutuksen eri osa-alueilta, CO₂-päästöjen suuruusluokka

Yhteenvedona edellä arvioituista hiilidioksidipäästöistä on esitetty eri osa-alueilta (maankäyttö, liikenne, rakentaminen) aiheutuvien ja lämmön hyödyntämisessä säästyvien hiilidioksidipäästöjen suuruusluokka (taulukko 7). Lämmön hyödyntämisestä saatava CO₂-päästöjen väheneminen on jo vuositasolla moninkertainen aiheutuviin päästöön suhteutettuna. 20 vuoden aikajänteellä tarkasteltuna lämmön hyödyntämisestä saatava CO₂-päästöjen väheneminen on vielä huomattavasti suurempi ja 50 vuoden aikajänteellä erittäin paljon suurempi.

Taulukko 7. Eri osa-alueilta aiheutuvien ja lämmön hyödyntämisessä säästyvien hiilidioksidipäästöjen suuruusluokka ja aikajänne.

	tCO ₂ ekv	Aikajänne	tCO ₂ ekv	Aikajänne	tCO ₂ ekv	Aikajänne
Maankäyttö	45 000	satoja vuosia	45 000	satoja vuosia	45 000	satoja vuosia
Liikenne	3 000	vuosittain	60 000	20 vuotta	150 000	50 vuotta
Rakentaminen	145 000	noin 1 - 2 vuotta	145 000	noin 1 - 2 vuotta	145 000	noin 1 - 2 vuotta
Lämmön hyödyntäminen	-790 000	vuosittain	-15 800 000	20 vuotta	-39 500 000	50 vuotta

7 Ilmastomuutokseen sopeutuminen ja varautuminen riskeihin

Ilmastomuutoksen vaikutusta Suomen ilmastoon on arvioitu Suomen ympäristökeskuksen, Aalto-Yliopiston ja Ilmatieteen laitoksen toimesta (<https://ilmasto-opas.fi/fi/>). Arvioinnit pohjautuvat maailmanlaajuisiin IPCC:n ilmastomuutosmalleihin.

Ilmastomuutoksen lisäksi Kolabackenin alueen ilmastoon vaikuttavat alueella tehtävät muutokset, puuston karsiminen ja alueiden korvaaminen rakennetulla ympäristöllä.

Seuraavassa on kuvattu ilmastomuutokseen liittyviä riskejä datakeskuksen toiminnan kannalta sekä riskeihin varautumista.

7.1 Tulevaisuuden ilmasto

Suomen ilmaston ennustetaan muuttuvan voimakkaammin kuin maapallon ilmaston keskimäärin. Pohjois-Suomessa muutoksen ennustetaan tapahtuvan nopeammin kuin Etelä-Suomessa. Kolabackenin alue sijaitsee Etelä-Suomessa. Tähän selvitykseen on koottu ilmastomuutoksen vaikutuksesta tietoa Suomeen keskimäärin, mutta myös tietoa Etelä-Suomen tulevaisuuden ilmastosta siltä osin kuin asiasta on tietoa saatavilla.

Tulevaisuuden ilmastoa tarkastellaan erilaisten skenaarioiden kautta. Skenaarioissa oleellisina muuttujina ovat kasvihuonekaasujen vapautumisen määrä ilmaan tulevaisuudessa. Skenaarioiden kuvaukset ovat:

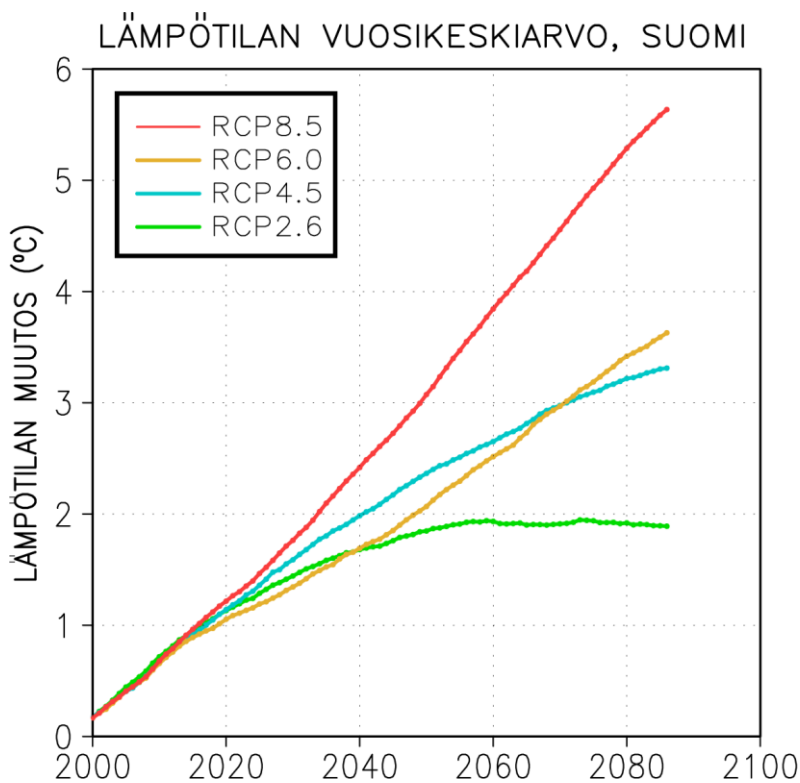
- RCP8.5 – hyvin suuret päästöt

- RCP6.0 – melko suuret päästöt
- RCP4.5 – melko pienet päästöt
- RCP2.6 – hyvin pienet päästöt

Skenaariotarkastelun lisäksi muutoksia eri vuodenaikoina on arvioitu laadullisesti.

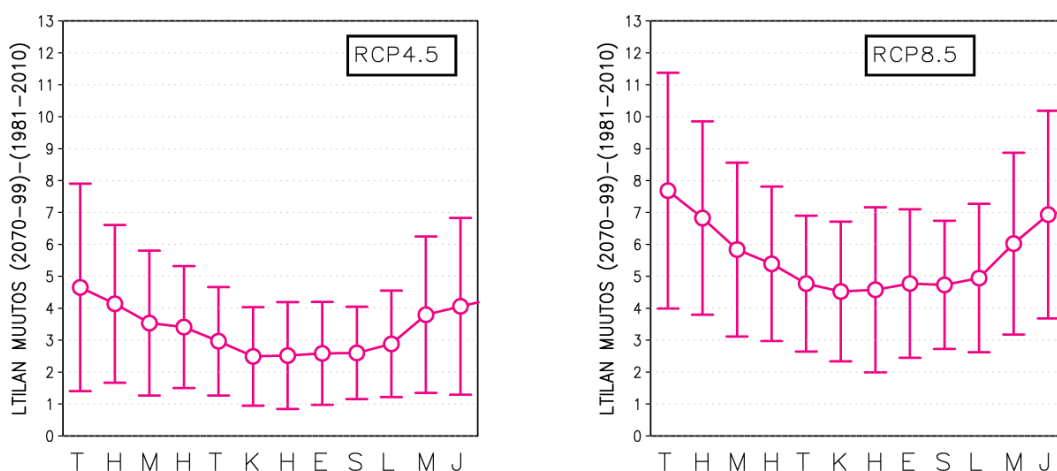
7.1.1 Lämpötila

Maailman kasvihuonekaasujen jatkuva kasvu nostaa Suomen keskilämpötiloja. Ennen vuosisadan loppua keskilämpötilan on arvioidut nousevan Suomessa kahdesta kuuteen asteeseen skenaariosta riippuen (kuva 2).



Kuva 2. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskimääräisiin arvoihin. (Ilmasto-opas 2017)

Lämpötilan on arvioitu kohoavan Suomessa kaikkina vuodenaikoina, mutta voimakkaimmin lämpötilojen ennustetaan kohoavan kuitenkin talvikuukausina. Vuosisadan loppuun mennessä talvilämpötilojen on arvioitu nousevan keskimäärin noin seisemän astetta RCP8.5 skenaariossa ja 4 astetta RCP4.5 skenaariossa. Ennusteiden mallien välillä on kuitenkin suuria eroja. Esimerkiksi skenaarion RCP8.5 mukaan talvikauden lämpötila voi noista jopa 11 astetta tai jäädä vain neljän asteen nousuun ilmastomallista riippuen (kuva 3).



Kuva 3. Keskilämpötilan muutos Suomessa vuoden eri kuukausina siirryttäessä vertailuajanjaksosta 1981–2010 vuosiin 2070–2099. Lähde: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/dfe79a73-08ea-4686-8463-811b87f53e44/lampotilat-kohoavat.html>

Tulevaisuudessa kesien kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pidentyvät. Vuosisadan loppuun mennessä hellepäivien määrän on arvioitu kolmin- tai nelinkertaistua.

Taulukossa 8 on kuvattu suuntaa antavasti lämpötiloihin liittyvät muutokset Etelä-Suomessa vuosisadan lopulle tultaessa vuodenajoittain.

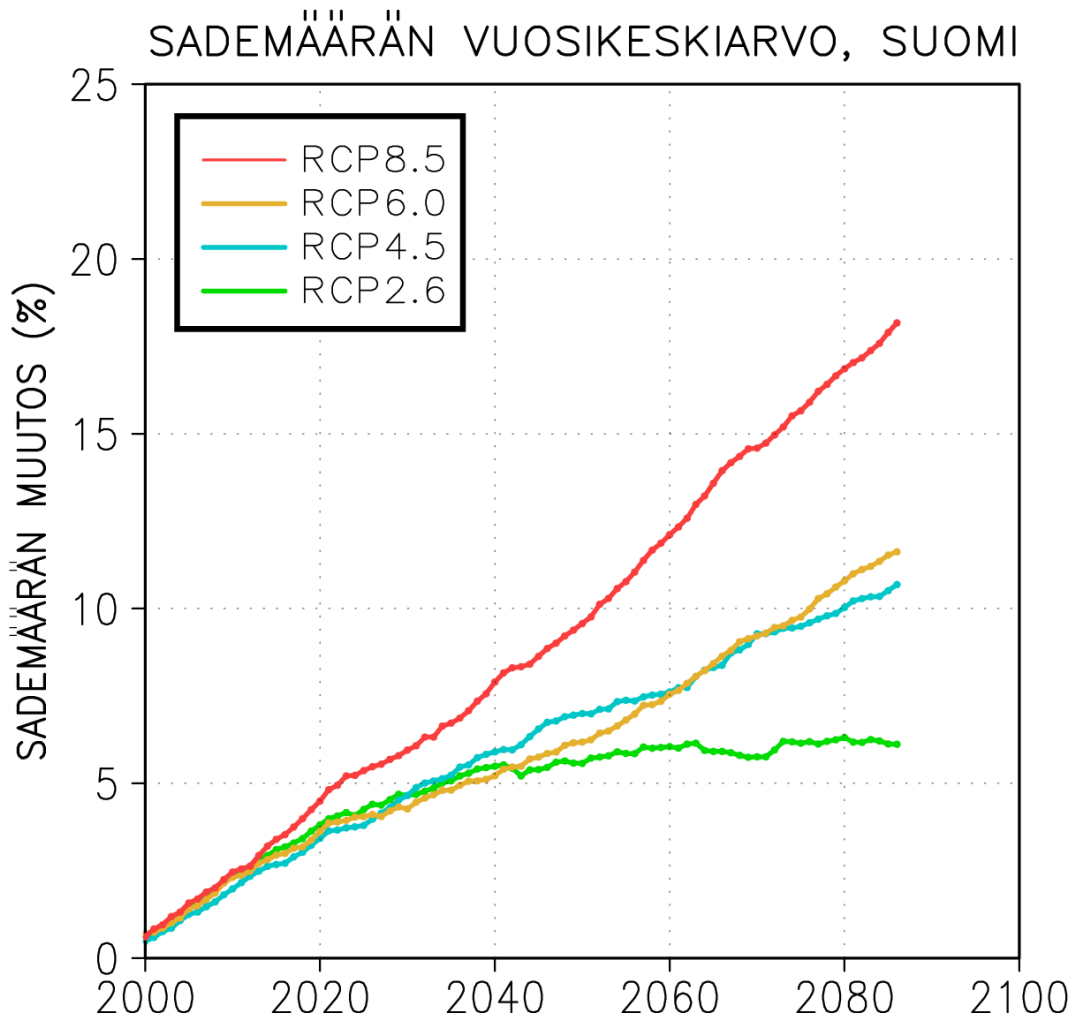
Taulukko 8. Suuntaa antava kuvaus lämpötiloihin liittyvistä muutoksista Etelä-Suomessa vuosisadan lopulle tultaessa vuodenajoittain (talvi: jouluhelmikuu, kevät: maaliskuu, kesä: kesä-elokuu, syksy: syys-marraskuu. Ennallaan-merkintä tarkoittaa, että ilmiössä ei odoteta tapahtuvan merkittävää muutosta. (muokattu lähteestä Ilmasto-opas 2017)

Muuttuja	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Vuosi
Keskilämpötila	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti	kohoaa	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti
Vuorokauden ylin lämpötila	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti	kohoaa	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti
Vuorokauden alin lämpötila	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti	kohoaa	kohoaa huomattavasti	kohoaa huomattavasti
Pakkaspäivien lukumäärä	lyhenee	lyhenee huomattavasti	lyhenee	lyhenee huomattavasti	lyhenee huomattavasti
Nollapistepäivien lukumäärä	sailyy lähes ennallaan	lyhenee	lyhenee	lyhenee	lyhenee

Vaikka lämpötilojen ennustetaan nousevat tulevaisuudessa, Suomen ilmastolle tyypillisen luontaisen vaihtelun ennustetaan kuitenkin säilyvän. Joskus voi esiintyä tavallista viileämpiä kesiä tai hyvin kylmiä talvia.

7.1.2 Sademäärät

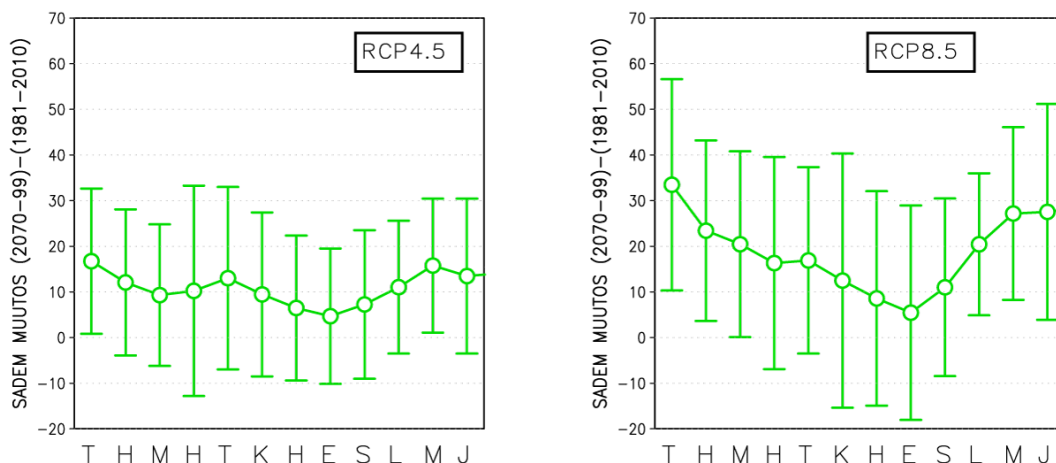
Sademäärien ennustetaan kasvavan Suomessa keskimäärin 5-20 % vuosisadan loppuun mennessä. Mikäli pessimistisin, RCP8.5 skenaario toteutuisi, vastaisi sademäärät vuosisadan lopulla samaa kuin monin paikoin Englannissa nykyään (kuva 4).



Kuva 4. Vuotuisen sademäärän muuttuminen Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskiarvoon (prosentteina). (Ilmasto-opas 2017)

Sademäärien arvioidaan kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan tulevaisuudessa kaikkina vuoden aikoina. Sademäärien on arvioitu kasvavan suhteellisesti eniten talvella. Talvella on arvioitu satavan 7-30 % enemmän vuosisadan loppuun tultaessa skenaariosta riippuen (kuva 5). Talvien sadepäivien määrien on arvioitu yleistyvän ja pisimpien sateettomien poutajaksojen lyhentyvän hieman. Talven kokonaissademäärien on arvioitu kuitenkin jatkossa edelleen olevan pienempi kuin kesällä, niin kuin on nykyäänkin. Talvella kovimpien sateiden on ennustettu voimistuvan, mutta suurimman osan rankkasateista

ennustetaan tulevan jatkossakin kesällä. Lämpötilojen kohoamisen takia suurempi osa talven sateista saadaan tulevaisuudessa vetenä.



Kuva 5. Sademäärien prosentteina ilmaistu muutos keskimäärin Suomessa eri kuukausina verrattuna jaksoja 1981–2010 ja 2070–2099. (Ilmasto-opas 2017)

Kesällä sademäärien ennustetaan kasvavan 5-10 % vuosisadan lopulle tultaessa. Syynä tähän on sateiden ennustettu voimistuminen. Kesällä kovimmat rankkasateet voivat voimistua 10-25 %. Myös keväisten ja syksyisten rankkasateiden on arvioitu voimistuvan tulevaisuudessa. Tulevaisuuden kesinä sadepäivien määrän ennustetaan pysyvän suurin piirtein ennallaan. Sateettomien poutajaksojen pituuksien ei arvioida muuttuvan merkittävästi.

Taulukossa 9 on kuvattu suuntaa antavasti sateisiin liittyvät muutokset Etelä-Suomessa vuosisadan lopulle tultaessa vuodenajoittain.

Taulukko 9. Suuntaa antava kuvaus sateisiin liittyvistä muutoksista Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosisadan lopulle tultaessa vuodenajoittain (talvi: joului-helmikuu, kevät: maalii-toukokuu, kesä: kesä-elokuu, syksy: syys-marraskuu. Ennallaan-merkintä tarkoittaa, että ilmiössä ei odoteta tapahtuvan merkittävää muutosta. (muokattu lähteestä Ilmasto-opas 2017)

Muuttuja	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Vuosi
Keskimääräinen sademäärä	kasvaa	kasvaa	ennallaan	kasvaa	kasvaa
Sadepäivien määrä	lisääntyy	ennallaan	ennallaan	ennallaan	lisääntyy
Rankkasateiden voimakkuus	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy
Sateettomien poutajaksojen pituus	lyhenee	ennallaan	ennallaan	ennallaan	ennallaan

7.1.3 Tuulet

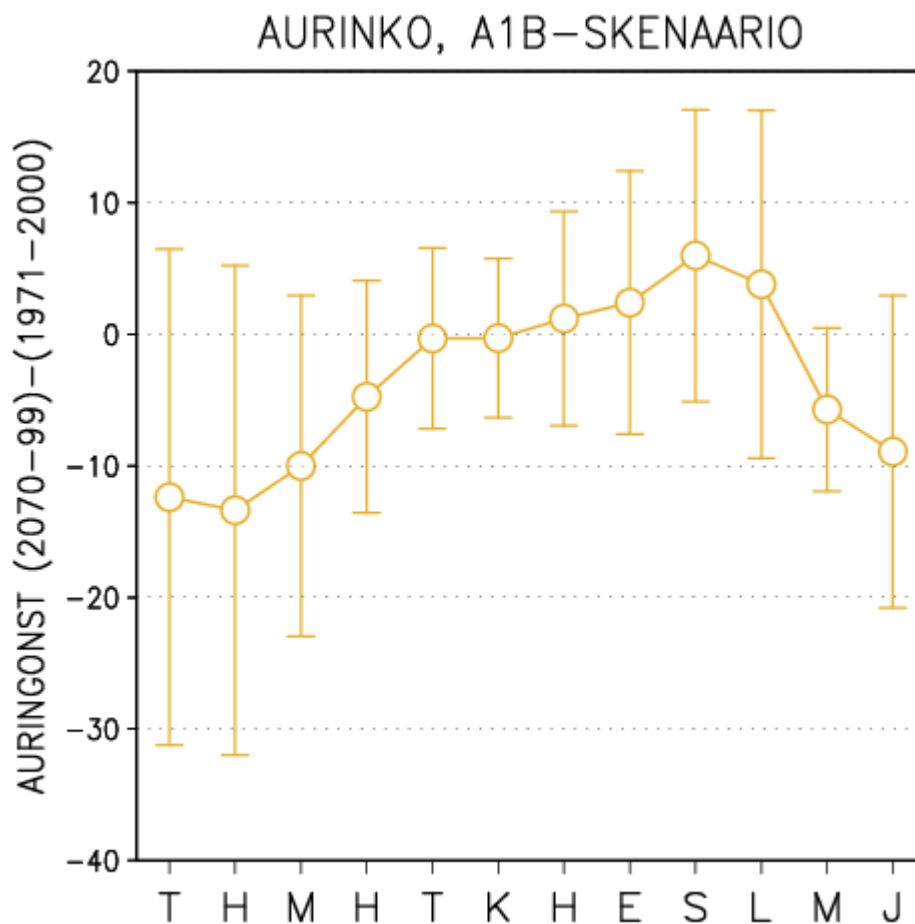
Ilmastonmuutoksen ei ennusteta aiheuttavan merkittäviä muutoksia tuuliin. Lännepuoleisten ilmapvirtausten arvioidaan yleistyvän ja idänpuoleisten ilmapvirtausten vastaavasti harvenevan. Vuosisadan loppuun mennessä tuulten ennustetaan voimistuvan syksyllä muutaman prosentin verran ja muina aikoina muutosten ennustetaan olevan lähellä nolaa. (www.ilmatieteenlaitos.fi/)

7.1.4 Auringon säteily

Auringon säteilyn määrän on arvioitu vähenevän vuosisadan loppuun mennessä hieman. Talviaikaan Suomessa ennustetaan olevan entistä pilvisempää, ja tästä johtuen maan pinnalle saapuu vähemmän auringon säteilyä.

Lämpötilan kasvu voimistaa myös veden haihduntaa maaperästä. Tämän seurauksena ilmakehään vapautuu nykyistä enemmän kosteutta, mikä osaltaan saattaa heikentää hie-
man auringon suoran säteilyn määrää maanpinnalle.

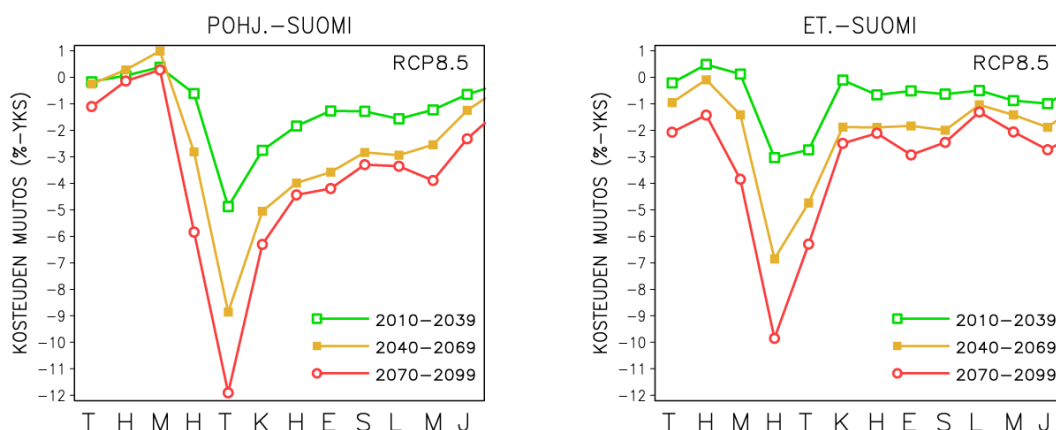
Kuvassa 6 on kuvattu auringon säteilyn määrän muuttumista prosentteina vuosisadan loppuun mennessä Lounais-Suomessa.



Kuva 6. Maan pinnalle saapuvan auringonsäteilyn määrän muuttuminen (prosentteina) Lounais-Suomessa vuoden eri kuukausina siirryttäessä jaksosta 1971-2000 jaksoon 2070-2099. Käyrä esittää 18 maapallonlaajuisen ilmastomallin ennustamien muutosten keskiarvoa, pystypalkit muutok-
selle laskettua 90 prosentin todennäköisyysväliä. Laskelma perustuu A1B-kasvihuonekaasuske-
naarioon. A1B kuvaa skenaariota, jossa on melko suuret päästöt. (Ilmasto-opas 2017)

7.1.5 Ilmastonmuutoksen vaikutukset maaperään

Ilmastonmuutoksen seurauksena maaperän pintakerroksen ennustetaan muuttuvan tämän vuosisadan aikana entistä kuivemmaksi. Vaikka sademäärien ennustetaan kasvavan, niin lämpötilojen kasvu voimistaa maaperästä aiheutuvaa haihduntaa minkä seurauksena maaperä kuivuu. Keskimäärin Suomessa maaperä kuivuu kaikkina vuodenaikoina, mutta selvästi eniten keväällä (kuva 7). Syynä maaperän keväiseen kuivumiseen on se, että lunta ja routaa esiintyy entistä vähemmän ja ne sulavat entistä aikaisemmin keväällä.

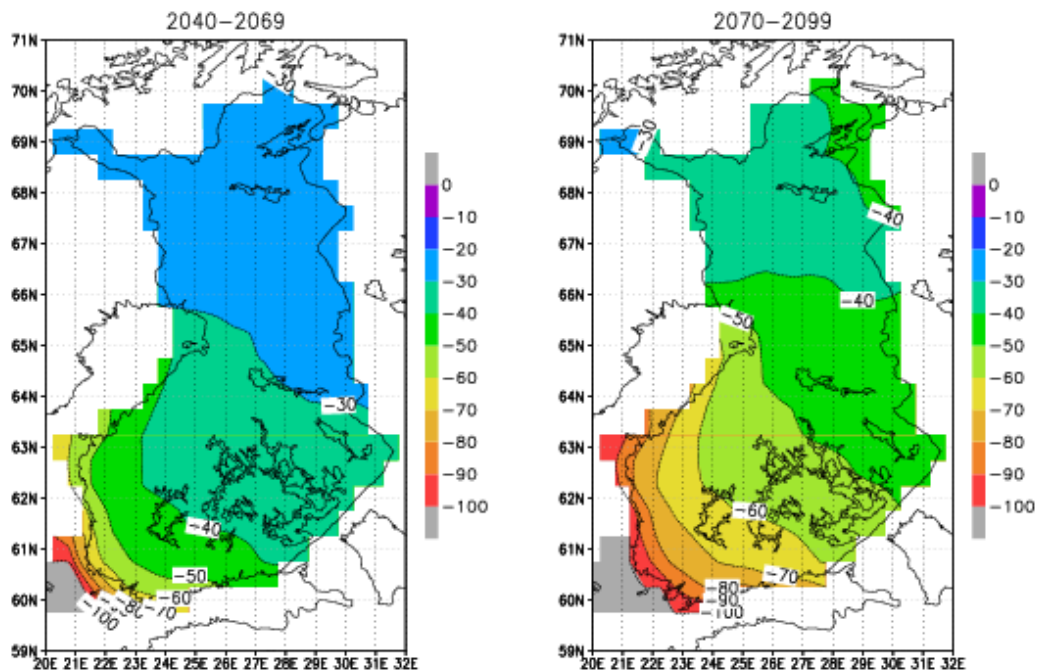


Kuva 7. Maaperän pintakerroksen kosteussisällön keskimääräinen muutos vuoden eri kuukausina Pohjois-Suomessa (vasen kuvio) ja Etelä-Suomessa (oikea kuvio) suurten kasvihuonekaasupäästöjen RCP8.5-skenaariota mukaan. Käyrät esittävät muutosta prosenttiyksikköinä kolmen tulevan 30-vuotisen jakson aikana verrattuna vuosien 1971–2000 keskimääräiseen tilanteeseen. (Ilmasto-opas 2017)

Maaperän pintakerroksen kosteussisältö on tärkeä veden lähde puille ja muille kasveille, jotka ottavat kasvuun tarvitsemansa veden pääosin enintään muutaman kymmenen senttimetrin syvyydeltä.

Routakerroksen paksuuden ennustetaan ohenevan ja routimisjaksojen pituuksien lyhenyvän. Etelä-Suomen sisämaassa routaa ennustetaan olevan vajaa puolet nykyisestä vuosisadan loppuun mennessä. Routakerroksen määrä riippuu lämpötilan lisäksi myös lumikerroksen paksuudesta.

Kuvassa 8 on esitetty laskelma, joka pätee ainoastaan lumettomilla alueilla, esimerkiksi lentokentillä ja päätteillä. Tietoa voi soveltaa datakeskuksen alueeseen, mikäli oletetaan että se pidetään lumesta vapaana ympäri vuoden.



Kuva 8. Lumettomien alueitten routakerroksen ennustettu oheneminen (prosentteina) tavanomaisena talvena. Vasemmassa kuvassa on käytetty laskelman pohjana mallien ennustamaa lämpötilan nousua jaksolle 2040-2069. Oikeanpuoleinen kuva esittää tilannetta jaksolle 2070-2099 aikana. Molemmissa vertailukohtana on jaksolle 1971-2000. (Ilmasto-opas 2017)

7.2 Ilmastonmuutokseen sopeutumisen huomioiminen alueen kehittämisessä

Ilmastonmuutoksen sopeutumisessa tulee huomioida varautumiset tulviin, tuulisuuden, rankkasateiden ja myrskyjen lisääntymiseen, sadannan kasvuun, maan kosteuden ja pohjavesiolosuhteiden muutoksiin, eroosion ja sortumisriskien lisääntymiseen ja jäätymisolosuhteiden muutoksiin. Käytännössä tämä tarkoittaa viheralueiden, hulevesiratkaisujen, tulvariskialueiden, rakennusten suuntaamisen ja sijoittelun sekä kestävien rakennusmateriaalien ja suunnitteluratkaisujen huomioimisen muuttuvan ilmaston näkökulmasta.

(<https://ilmastotyokalut.fi>). Datakeskuksen toiminnan kannalta jäädytyksen varmistaminen mm. lämpötilan noustessa on erityisen tärkeää.

7.2.1 Tulvimisriskit

Lisääntyvät sateet ja rankkasateiden voimistuminen kasvattavat tulvimisriskiä alueella. Datakeskusten toiminnot ovat erityisen herkkiä vedelle ja kosteudelle, joten hulevesien ja tulvimisen riskien hallinta alueella on ensisijaisen tärkeää.

Hulevedet tulee ohjata pois rakennusten läheisyydestä nopeasti ja tehokkaasti. Mahdollisten imeytys ja viivästysalueiden sijoittelussa ja mitoituksessa on huolehdittava, ettei

vedenpinnan taso millään ajanhetkellä kohoamaan liian korkealle ja näin pääse kosketuksiin rakennuksiin eikä aiheuta tulvimista hulevesiverkostossa.

Mahdollisten viherrakenteiden sijoittelussa tulee huomioida, etteivät ne aiheuta riskiä datakeskusrakennusten altistumiselle vedelle ja kosteudelle.

Viherkatoilla voidaan vähentää kattovesien määrää ja tasata hulevesien virtaamapiikkejä. Kattovesien hallintaan liittyvien positiivisten vaikutusten lisäksi viherkatoilla on myös negatiivisia vaikutuksia. Datakeskusten näkökulmasta viherkattojen suurin ongelma lienee viherkaton vikaantumisriski. Datakeskuksen toiminnot ovat erityisen herkkiä vedelle ja kosteudelle. Viherkatot lisäävät katon vesivuotoriskiä, eikä viherkattoja voida suositeltavan käytettävän tästä syystä keinona hulevesien hallintaan datakeskusrakennusten osalta.

Koska datakeskusten prosessit ovat erityisen herkkiä kosteudelle ja vedelle, hulevesijärjestelmän mitoitus on suositeltavaa perustaa pessimistisiin ilmastonmuutoskenaarioihin tulvimisriskien realisoitumisten välttämiseksi.

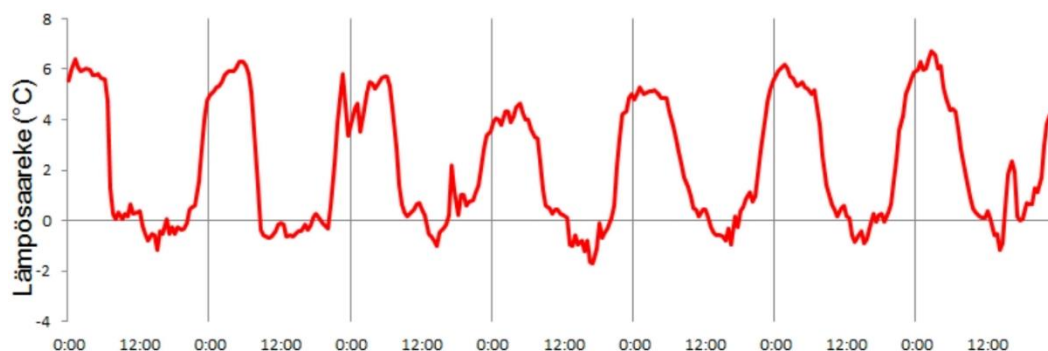
7.2.2 Alueen lämpötilatasot

Ilmastonmuutoksen ennustetaan aiheuttavan alueella lämpötilan kasvua tulevaisuudessa. Ilmastonmuutoksen vaikutuksen lisäksi lämpötilan arvioidaan kasvavan tontilla tehtävien suunniteltujen muutosten seurauksena. Kasvistoa, erityisesti puustoa poistetaan ja tilalle rakennetaan datakeskustoimintoja palvelevia rakennuksia ja alueita. Tämä voimistaa niin sanottua lämpösaareke ilmiötä.

Lämpösaarekkeella tarkoitetaan alueen suhteellista lämpimyyttä verrattuna ympäröiviin alueisiin. Keskeisimmät lämpösaarekkeen syntyyn vaikuttavat tekijät ovat alueen rakenteisiin varastoituneen auringon säteilyenergian vapautuminen, ihmistoiminnan aiheuttama hukkalämpö, sekä haihdunnan vähäisyys.

Lämpösaareke ilmiö on usein voimakkaimmillaan öisin. Päiväsaikaan rakennusten ja aluerakanteiden pintojen kautta varautunut auringon säteilyenergia vapautuu yöaikana. Yöllä alue on suhteellisesti lämpimämpi verrattuna lähialueen luonnontilaisiin alueisiin. Vaikka ilmiö korostuu yöllä, on se havaittavissa myös päiväsaikaan etenkin talvella.

Lämpösaareke ilmiö voi nostaa alueen keskilämpötilaa ehkä asteella tai kahdella. Hetkellisesti, esimerkiksi yöaikaan lämpösaareke ilmiöstä johtuva lämpötilan nousu on kuitenkin suurempi. Lahden alueella lämpösaarekeilmiötä on mitattu. Mittausjaksolla lämpösaareke ilmiö voimisti yöaikaisia lämpötiloja jopa kuusi astetta (kuva 9).



Kuva 9. Lämpösaarekkeen vuorokautinen kulku Lahdessa 22.-28.7.2014. (ilmastotyokalut.fi)

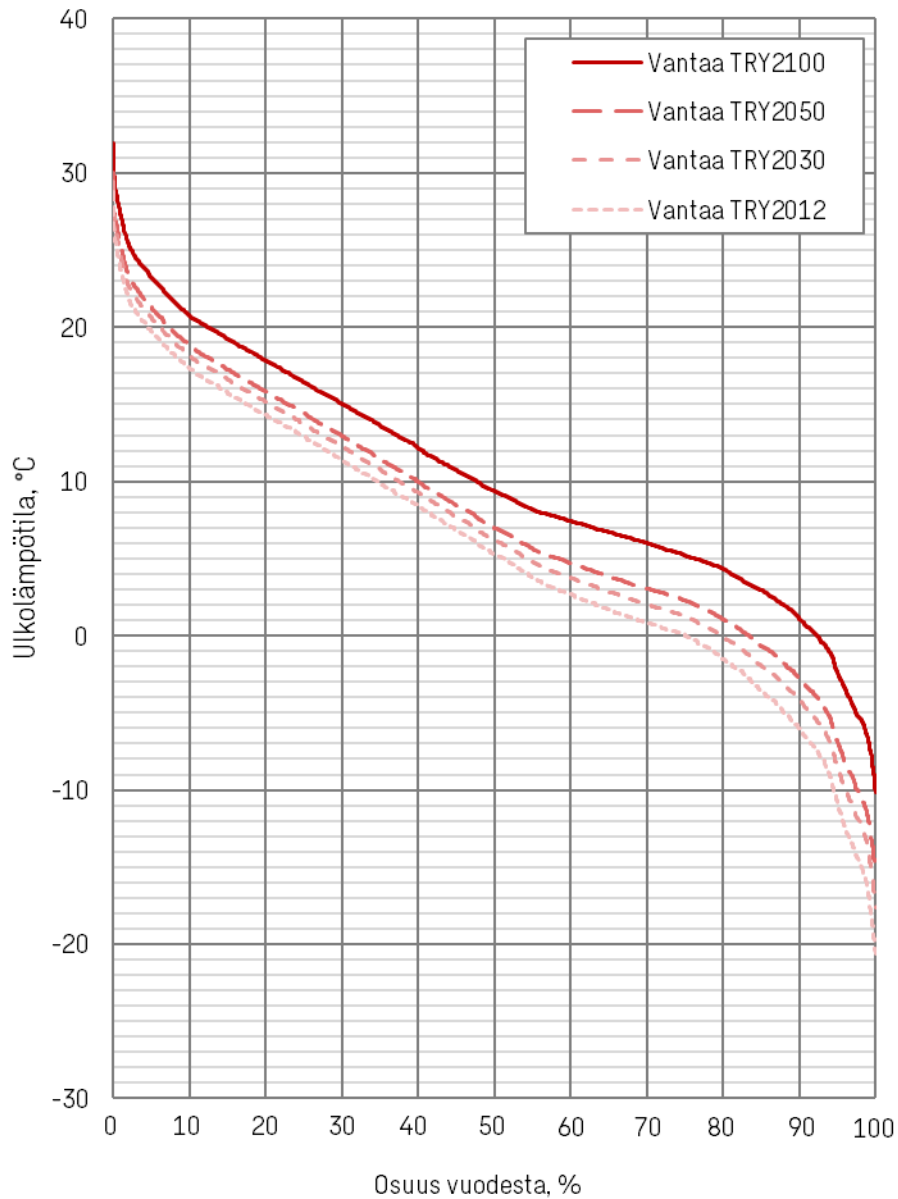
Ilmastonmuutoksen ja lämpösaarekeilmion lisäksi on myös kolmas tekijä, jolla on vaikutus alueen lämpötilan nousuun. Datakeskukset vaativat suuria määriä jäähdytystä. Jäähdetyksen takia syntyy lauhdelämpöä. Datakeskusten lauhdelämpönä syntyy ensimmäisessä vaiheessa noin +35 °C ilmaa. Ensisijaisesti on suunniteltu, että lauhdelämpö siirretään kaukolämpöverkostoon. Niinä aikoina, kun lauhdelämpöä ei siirretä kaukolämpöverkoston, se johdetaan ulkoilmaan tai läheiseen järveen tai mereen.

Datakeskuksen toiminta on erityisen herkkä lämpötilan suhteen ja jäähdytys on varmistettava myös lämpötilan noustessa ja kaukolämmön tarpeen vähentyessä.

Datakeskusten vaatima jäähdetyksen määrä on huomattavan suuri ja näin ollen syntyy myös suuri määrä lauhdelämpöä. Lauhdelämpö on selvästi alueen lämpötilaa korkeampi kaikkina vuodenaikoina, joten vapautuessaan se lähtee kohoamaan nopeasti ylös, eikä jää maantasolle. Joka tapauksessa lauhdelämmöllä on alueen lämpötilaan korottava vaikutus silloin, kun lauhdelämpö vapautetaan alueelle eikä siirretä kaukolämpöverkkoon.

Suomen viileän ilmaston takia voidaan konesalien jäähdytyksessä hyödyntää tehokkaasti vapaajäähdytystä. Ilmakiertoisella jäähdytysratkaisulla täyttä vapaajäähdytystä voidaan hyödyntää nykyään keskimäärin 8 500 tuntia vuodessa ja nestekiertoisena vuoden ympäri. Alueen lämpötilatasojen odotettu nousu tulee kuitenkin huomioida, jotta vapaajäähdytystä voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa täysimääräisesti lämpötilatasojen noustessa.

Ilmatieteenlaitos on kehittänyt rakennusten lämmitys- ja jäähdytysenergiankulutuksen laskentaa varten nykyistä ilmastoa vastaavan testivuoden (TRY2012). Tämän lisäksi Ilmatieteenlaitos kehitti tulevaisuuden ilmastoa kuvaavat testivuodet (TRY2030, TRY2050, TRY2100) joiden avulla voidaan arvioida, miten Suomen ilmaston muuttuminen vaikuttaa rakennusten energiantarpeeseen tällä vuosisadalla (www.ilmatieteenlaitos.fi/). Kuvassa 10 on esitetty testivuodet Etelä-Suomen alueen vuotuisten ulkolämpötilojen pysyvyysskäyrät. Vapaajäähdetyksen käyttö on riippuvainen ulkoilman lämpötilasta. Tulevaisuuden testivuodet säädatoista voidaan arvioida, kuinka suuri vapaajäähdetyksen osuus vuodessa on, riippuen jäähdytysratkaisusta ja ulkolämpötilan kehityksestä tulevaisuudessa.



Kuva 10. Rakennusten lämmitys- ja jäähditysenergiankulutuksen laskentaa varten kehitettyjen testivuosien ulkolämpötilan pysyvyysskäyrät Eteläisessä Suomessa. (www.ilmatieteenlaitos.fi)

7.2.3 Viherrakenteet

Viherrakenteita on suositeltavaa hyödyntää alueella sekä hulevesien hallinnan ja tulvimisriskien ehkäisyn lisäksi myös ehkäisemään lämpösaareke ilmiön voimistumista. Viherkerroin on menetelmä, jota voidaan hyödyntää arvioitaessa aluetta viherrakenteiden näkökulmasta.

Datakeskusrakennusten osalta voidaan suositella käytettävien pintamateriaaleja, jotka heijastavat lämpöä pois ja näin osaltaan edesauttavat lämpösaarekeilmiön ehkäisemisessä. Viherrakenteiden integrointi osaksi datakeskusrakennuksia tulee harkita kriittisesti. On ensisijaisen tärkeää toteuttaa datakeskusrakennukset, niin että riskit rakennuksen rakenteiden kosteusvaurioille minimoidaan sekä veden tulviminen rakennuksiin on estetty kaikissa tilanteissa.

8 LÄHTEET

Brunner and Godbold 2007. Tree roots in a changing world. April 2007. Journal of Forest Research 12(2):78-82

Espoon kaupunki, 2020. www.espoo.fi

Fortum 2020. Hepokorvenkallio, asemakaavaehdotuksen arviointi ilmastovaikutuksista.

Helsingin 400 kilovoltin kaapeliyhteys, ympäristöselvitys 2018.

Ilmatieteenlaitos.fi

Ilmasto-opas. 2017. Suomen muuttuva ilmasto (ml. alasivut). Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>

Jobbagy ja Jackson 2000). The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. April 2000. Ecological Applications 10(2):423-436

Kuntien hiilitasekartoitus, osa 1: Helsingin, Lahden, Turun, Vantaan ja Espoon maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöt, hiilinielut ja hiilivarannot (2014). Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Rasinmäki, J. ja Känkänen, R. (2014) Kuntien hiilitasekartoitus osa 2. Hiilitaselaskuri ja toimenpidevalikoima. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2014.

Rintamäki 2016. Rakennusten rakentamisvaiheen energiankulutus – Case Hypermarketin saneeraus ja laajennus. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaatintyö.