

Karhusaaren alue-energiamalli
RAPORTTI
20.5.2014

Less energy gives more



Granlund

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksen tekemistä varten energia-asioista Karhusaaren alueelle Helsingissä. Tietoa tuotetaan kaupunkien kaavoitustyöstä vastaaville henkilöille sekä yrityksille ja osapuolille, jotka vastaavat energiantuotannosta tutkittavalla alueella. Työn perusteella päätöksiä voidaan tehdä esimerkiksi siitä:

- miten alue kannattaa kaavoittaa, jotta energiankulutus alueella on mahdollisimman pieni
- miten uusiutuvia energialähteitä voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi
- miten paljon alueen energiankäyttö tuottaa ilmastopäästöjä
- minkälaisia mahdollisuuksia alueellisella energiantuottajalla on tuottaa alueen rakennuksille rakennuksien tarvitsemää energiaa.

Alue-energiamalli toimii tämän selvitystyön työvälineenä. Alue-energiamalli on laskentaväline alueen rakennusten energiankulutuksen ja energiantuotannon laskemista varten. Energiankulutus sisältää laskentamallissa lämmitys-, jäähdytys ja sähköenergian. Energiantuotanto sisältää rakennusten oman energiantuotannon sekä erilaisista energiaverkoista kuten kaukolämpöverkosta hankittavan energian.

Karhusaaren alue-energiamalli perustuu kolmeen erilaiseen tulevaisuuden kuvaukseen, skenaarioon. Skenaarioita käytetään alue-energiamallissa vaihtoehtoisten alueen kehittymismahdollisuuksien tarkasteluun.

Karhusaaresta on tarkoitus tehdä energiatehokas ja vähäpäästöinen alue kaupungin energiatehokkuusperiaatteiden mukaisesti. Energiatehokkuuteen voidaan pyrkiä kaavoituksessa suosimalla tiivistä rakentamista, jossa mahdollistetaan sekä kannustetaan uusiutuvan energian tuottamiseen aurinkosta ja maasta.

Energiantuotannon päästöjä voidaan koko Karhusaareissa vähentää ainakin suosimalla tiiveimmin rakennettujen osien liittymistä paikalliseen aluelämpöverkoston, jonka Helsingin Energia mahdollisesti voi rakentaa Karhusaareen.

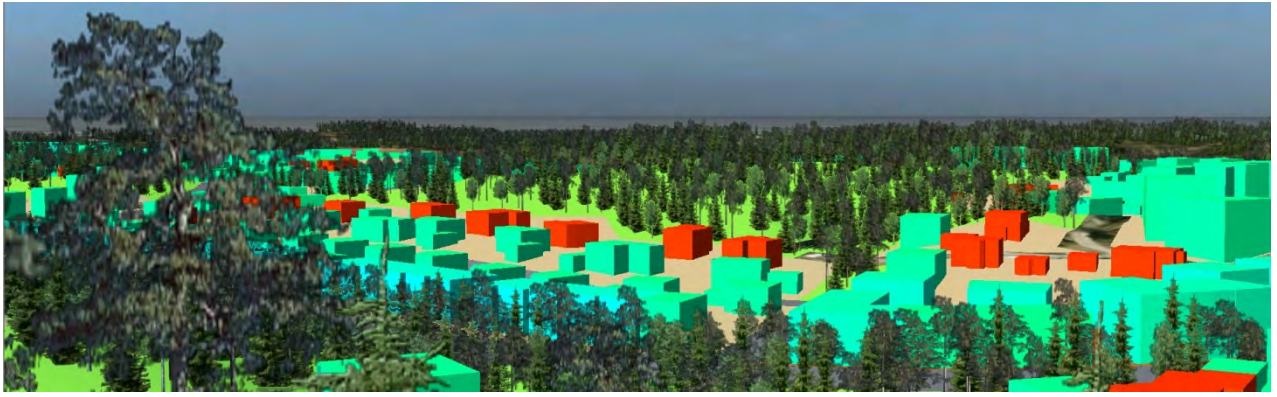
Kaikkein pienimpiin päästöihin Karhusaaren rakennusten energiankäytössä päästäisiin, jos Helsingin Energia toteuttaisi alueelle puuta käyttävän pienen mittakaavan yhdistetyn lämmön- ja sähköntuotantolaitoksen. Tällöin laitoksesta saataisiin lähes kokonaan ilman ilmastopäästöjä energiaa sekä alueelliseen lämpöverkoston, että lämpöpumppuihin alueen harvemmin rakennetuille osille.

Paras lopputulos Karhusaaren vähäpäästöisyydelle saadaan, jos Helsingin kaupungin kaavoitustyö ja Helsingin Energian energiasuunnittelu etenevät yhteistyössä alueen tulevaisuuden suunnittelussa.

Kansikuva: Karhusaari länteen päin Kasabergetin mäeltä (energiamallista)

SISÄLLYS

JOHDANTO.....	4
Alueelliset energiamallit.....	4
Työn tavoite.....	4
Työn lopputulos.....	5
Menetelmät.....	5
ENERGIAMALLIN LÄHTÖTIEDOT.....	8
Skenaarioiden kuvaus.....	8
Rakentumisnopeus eri skenaarioissa.....	9
TULOKSET KOKO KARHUSAARESTA.....	11
Alueen energiankäytön tunnuslukuja.....	11
Alueen energiantarpeet.....	13
Alueen rakennusten ostoennergiantarve energiaverkoista.....	14
Energiankäyttö energialajeittain lämmityksessä.....	15
Energiankäytön hiilidioksidipäästöt.....	17
TULOKSET KARHUSAARENTIEN POHJOISPUOLELTA - UUSI RAKENTAMINEN.....	22
Alueen energiankäytön tunnuslukuja.....	22
Alueen energiantarpeet ja ostoennergia.....	23
Energiankäyttö energialajeittain.....	24
Energiankäytön hiilidioksidipäästöt.....	26
YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	29
Kuvat.....	31
Lähteet.....	35
LIITTEET.....	36
Liite 1: Laskelmien toteutusperiaatteet.....	37
Liite 2: Tietolähteet.....	39
Liite 3. Skenaariokuvaukset.....	40
Alue-energiamallin aikajana skenaarioittain.....	42
Liite 4: Koko alueen energian ja tehontarpeet.....	45
Koko alueen energiantarpeet.....	45
Koko alueen tehontarpeet.....	46
Liite 5: Saaren pohjoispuolen energian ja tehontarpeet.....	49
Lämmitystehontarpeet ja tehon pysyvyys saaren pohjoispuolella.....	49
Karhusaaren pohjoispuolen energiantarpeet.....	58
Karhusaaren pohjoispuolen tehontarpeet.....	60
Liite 6: Pysyvyyskäyrien muodon kuvaus.....	63



Kuva 1. Karhusaarta koilliskulman mäeltä länteen ja pohjoiseen päin(energiamallista).

JOHDANTO

Alueelliset energiamallit

2000-luvun toisella vuosikymmenellä energiatehokkuus on noussut yhdyskuntasuunnittelun keskeiseksi teemaksi¹. Useissa kaavoitus- ja kehityshankkeissa energiatehokkuus on vain teema muiden joukossa, kokonaisvaltainen ote asiaan puuttuu. Onko alhainen energiankulutus arvo sinänsä vai pyritäänkö hiilineutraliteetin? Kysymys voi kuulostaa triviaalilta, mutta sillä on suuri vaikutus valittaviin ratkaisuihin.

Energiatehokkuuteen vaikuttavat monet tekijät: energian tuotanto- ja jakelutavat, ihmisten kuluttotottumukset ja -valinnat, alueiden ominaispiirteet ja niiden rakentumisen vaihteellisuus. Muuttujia on monta ja optimointi usein vaikeaa.

Alueellisten energiasimulaatiomallien tarkoitus on tarjota välineitä moninaisuuden hallintaan. Niiden avulla voidaan mallintaa erilaisia energiankulutuksen skenaarioita ja valita polkuja, joilla selvitetään kaikissa mahdollisissa tulevaisuuksissa. Tulevaisuutta ja tulevaisuuden ihmisten ratkaisuja ei voi suunnitella, mutta erilaisia vaihtoehtoja voidaan tutkia.

Työn tavoite

Työn tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksen tekemistä varten energia-asioista Karhusaaren alueelle Helsingissä. Tietoa tuotetaan kaupunkien kaavoitustyöstä vastaaville henkilöille sekä yrityksille ja osapuolille, jotka vastaavat energiantuotannosta tutkittavalla alueella. Työn perusteella päätöksiä voidaan tehdä esimerkiksi siitä:

- miten alue kannattaa kaavoittaa, jotta energiankulutus alueella on mahdollisimman pieni
- miten uusiutuvia energialähteitä voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi
- miten paljon alueen energiankäyttö tuottaa ilmastopäästöjä
- minkälaisia mahdollisuuksia alueellisella energiantuottajalla on tuottaa alueen rakennuksille rakennuksien tarvitsemää energiaa.

¹ Lonka, Heikki (2011) Energiatehokkaat alueet Suomessa. Kuntatekniikka 5/2011, ss. 24-28

Työssä tuotetaan vertailuaineistoa erilaisille mahdollisille alueen kehittämistavoille, jotta alueen suunnittelussa olisi mahdollista varautua erilaisiin asioihin tulevaisuudessa ja voitaisiin myös muuttaa suunnitelmia siinä tapauksessa, että jokin alueen tulevaisuuteen vaikuttava asia muuttuu suunnittelun edetessä.

Työn lopputulos

Työn lopputulos on tämä kirjallinen esitys sekä tutkittavan alueen energiankäyttöä, energiantuotantoa ja ilmastopäästöjä havainnollisesti esittävä visualisointianimaatio.

Lopputuloksena esitetään useita erilaisia vaihtoehtoisia tulevaisuuden kuvauksia ja niiden perusteella tuotettuja alueen energiantarpeen, energiankäytön ja ympäristövaikutusten laskelmia. Erilaiset tulevaisuuden kuvaukset ovat hyödyllisiä lopputuloksen kannalta, sillä niiden perusteella saadaan tuotettua tutkittavan alueen vaihtoehtoisia kehittämistapoja. Kun tutkittavalle alueelle asetetut energian ja ympäristövaikutusten tavoitteet ovat selvillä, voidaan tehdä suosituksia siitä miten aluesuunnittelussa kaavoituksen ja energiahuollon osalta tulisi tehdä, jotta alueelle asetetut energia- ja ympäristövaikutustavoitteet täyttyisivät.

Työn lopputuloksena esitetään tutkittavan alueen kehitys ajan kuluessa sekä energiankulutuksen ja tarpeiden kehittyminen alueen kehittyessä. Lisäksi lopputuloksena ovat myös energiankulutukseen liittyvät tehot ja ilmastopäästöt energiantuotannosta. Lopputulos sisältää monipuolisen valikoiman tuloksia ja niiden johtopäätöksiä. Johtopäätöksistä syntyy suositus työlle määritellyt tavoitteet parhaiten täyttävästä ratkaisusta kaavoitustyöhön ja energiantuotannon järjestämiseen.

Menetelmät

Alue-energiamalli

Alue-energiamalli toimii tämän selvitystyön työvälineenä. Alue-energiamalli on laskentaväline alueen rakennusten energiankulutuksen ja energiantuotannon laskemista varten. Energiankulutus sisältää laskentamallissa lämmitys-, jäähdytys ja sähköenergian. Energiantuotanto sisältää rakennusten oman energiantuotannon sekä erilaisista energiaverkoista kuten kaukolämpöverkosta hankittavan energian. Rakennuksissa voi olla käytössä aurinkoenergian hyödyntämisessä aurinkosähkö- ja aurinkolämpölaitteita.

Alue-energiamallin rakennukset perustuvat valmiisiin rakennusten energiasimulointimalleihin. Rakennusten energiasimulointimallit ovat tarkkoja laskelmia johonkin jo rakennettujen rakennuksien energiankulutuksesta. Alue-energiamallin rakennukset ovat siis jo olemassa jossain valmiina ja niiden energiankulutus on selvitetty laskelmien avulla tarkasti.

Alue-energiamalliin valitaan monesti tutkittavan alueen kaavoitusvaiheessa saatavien tietojen perusteella juuri kyseiselle alueelle parhaiten sopivia rakennuksia, jolloin alue-energiamalli laskee tarkkojen simulointien perusteella koko alueen energiankulutuksen. Rakennusten energiantuotantoon liittyvät asiat määritellään taas itse laskentamalliin.

Alue-energiamalli laskee energiankulutusta ja tuotantoa tuntitasolla eli energiankulutukset ja tehot voivat vaihtua kerran tunnissa. Tällä tavalla saadaan tarkkoja tuloksia alueen energiankulutuksesta ja erityisesti tehontarpeista esimerkiksi lämmityksessä.

Alue-energiamalli mahdollistaa suuren rakennusjoukon energiantarpeen ja energiantuotannon tutkimisen tarkasti. Laskentamallin avulla voidaan helposti vertailla erilaisia alueita keskenään ja tarpeen mukaan voidaan myös muuttaa laskentamallin käytössä olevien yksittäisten rakennuksien ominaisuuksia energiasimulointiohjelmassa.

Alue-energialaskentamallin nopean ja edullisen käytön vastapainona on kuitenkin joitain rajoitteita. Laskentamalli ei sisällä paikkatietoa eli tietoa rakennusten todellisesta sijainnista, eikä se pysty vastaamaan siihen, mitä juuri tietyssä rakennuksessa tapahtuu vaan parhaimmillaan yleisemmin siihen mitä tietynlaisissa rakennuksissa tapahtuu. Nämä rajoitteet johtuvat siitä, että koko alue-energialaskentamalli on tehty nimenomaan kokonaisen alueen energiantarpeiden ja energiantuotannon tarkastelua varten. Alueen energiatarpeiden vastakohtana on yksittäisen rakennuksen tai muutaman rakennuksen energiasimulointi, joka määrittelee tarkasti rakennuksen energiankulutuksen, mutta ei taas pysty kertomaan mitään kokonaisen alueen tai kaupunginosan energiantarpeista.

Alue-energialaskentamalli ei siis ole kaupunginosan kaikkien rakennuksien raskas ja hidas energiasimulointimalli, vaan yksittäisten rakennuksien tarkoista energiasimulointimalleista koottu laskentamalli. Alue-energialaskentamalli pystyy nopeasti ja monipuolisesti tuottamaan erilaisia vaihtoehtoja alueen rakennuksien energiankulutukselle ja energiantuotannolle ja on siten erinomainen vertailutyökalu juuri uutta aluetta suunniteltaessa.

Skenaariotyöskentely

Alue-energiamallinnuksen työmenetelmänä toimii skenaariotyöskentely. Skenaariotyöskentely hyödyntää skenaarioita vaihtoehtoisten tulevaisuuden kuvausten luomisessa. Skenaariot ovat näytelmä- ja elokuvakäsikirjoituksista alun perin lähteneitä sisäisesti loogisia tulevaisuuden kuvauksia, jotka kirjoitetaan käsikirjoitusten kanssa samalla tavalla. Skenaariot ovat siis tulevaisuuden käsikirjoituksia. Skenaarioita käytetään alue-energiamallissa vaihtoehtoisten alueen kehittymismahdollisuuksien tarkasteluun.

Skenaariotyöskentely on valittu alue-energiamallin vertailuvaihtoehtojen luomista varten, koska se mahdollistaa helposti useiden ihmisten osallistumisen tulevaisuuden mahdollisten tapahtumien suunnitteluun. Skenaariotyöskentelyn merkittävin etu muihin suunnittelumenetelmiin verrattuna on, että se mahdollistaa totuttujen asioiden kyseenalaistamisen ja siten uusien luovien ideoiden esiin tuomisen helposti.

Skenaariotyöskentelyn ja sen pohjana olevien skenaarioiden tarkoituksena on kyseenalaistaa kaikki totuttu ja tuoda esiin ne yllättävät vaihtoehdot, joita kukaan ei ole tullut ajatelleeksi. Aina-kin osa skenaarioista tehdään alue-energiamallia varten tarkoituksella voimakkaiksi ja ääriarvoja korostaviksi, jotta tutkittavan alueen kehitysvaihtoehtoissa päästäisiin ulos tutusta ja totutusta kehityksestä. Tällä tavoin toimien myös uudet ja ennalta arvaamattomat tulevaisuuden kehitysvaihtoehdot tulevat käsiteltyä alue-energiamallissa ja alueen suunnittelussa osataan varautua ja toimia omien tavoitteiden mukaisesti myös yllättävissä tilanteissa ja muuttuvassa maailmassa.

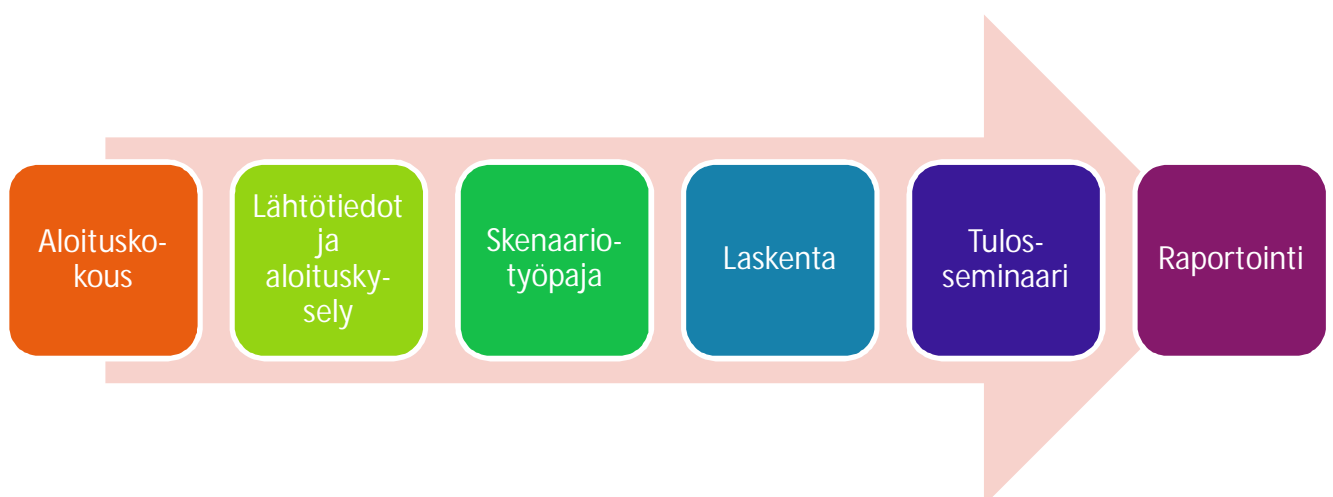
Työprosessin kuvaus

Aluksi pidettiin aloituskokous Karhusaaren suunnittelijoiden kanssa, jossa edustettuina olivat kaavoitussuunnittelu ja alueen energiantuotannon suunnittelu. Aloituskokouksessa esiteltiin alue-energiamallia ja sen mahdollisuuksia sekä itse tutkittavaa aluetta. Keskusteltiin myös alustavasti alue-energiamallille ja itse alueella asetetuista tavoitteista.

Aloituskokouksen perusteella tehtiin lähtötietokysely hankkeeseen osallistuville henkilöille ja hankittiin Karhusaaren suunnittelun lähtötietoja aluemallin valmistelua varten. Lähtötietokyselyn tarkoituksena oli herättää osallistujien ajatuksia skenaarioihin ja mahdollisiin tärkeiltä tuntuviin asioihin juuri tutkittavan alueen osalta. Aloituskyselyn tuloksista tehty kooste toimi myöhemmin skenaariotyöpajassa skenaarioiden valmistamisen ja keskustelun lähtökohtana.

Tämän jälkeen pidettiin skenaariotyöpaja, jossa esitellään aloituskyselyn yhteenvedo ja tulokset. Aloituskyselyssä tärkeinä pidettyjen asioiden ja keskustelun pohjalta lähdettiin muodostamaan yhdessä tutkittavan alueen vaihtoehtoisia tulevaisuuden kuvauksia eli skenaarioita. Konsultti viimeisteli skenaariot työpajan jälkeen, tarkentaen yksityiskohtaisia lukuarvoja ja pyytäen vielä kommentit skenaarioihin. Tämän jälkeen skenaariot viimeisteltiin alueen skenaariokuvauksiksi, joiden perusteella tehtiin varsinainen alue-energiamalli.

Lopuksi pidettiin tulosseminaari, jossa alustavia tuloksia alue-energiamallista ja raporttiluonnosta esiteltiin. Alue-energiamallin raporttiluonnoksen kommenttien jälkeen tehtiin tämä raportti, joka esittää alue-energiamallin sen lähtökohdista johtopäätöksiin.



Kuva 2. Alue-energiamallin skenaariotyöskentelyn vaiheita havainnollistava kuva.

Työhön osallistuneet henkilöt

Karhusaaren alue-energiamallin tekemiseen osallistuivat seuraavat henkilöt:

Jouni Kivirinne	Helsingin Energia
Marko Kivimaa	Helsingin Energia
Tuula Pipinen	Helsingin kaupunki
Teija Patrikka	Helsingin kaupunki
Antti Mentula	Helsingin kaupunki
Ilkka Laine	Helsingin kaupunki
Alpo Tani	Helsingin kaupunki
Ari Karjalainen	Helsingin kaupunki
Kaarina Laakso	Helsingin kaupunki.

Granlundilla alue-energiamallinnuksen työn toteutti tekniikan tohtori Heikki Longan johdolla monialainen työryhmä, johon kuuluivat Lassi Loisa, Karoliina Levy ja Ville Reinikainen.

ENERGIAMALLIN LÄHTÖTIEDOT

Skenaarioitten kuvaus



Karhusaaren alue-energiamalli perustuu kolmeen erilaiseen tulevaisuuden kuvaukseen, skenaarioon. Tulevaisuuden kuvaukset, skenaariot, edustavat ääriarvoja ja keskimääräistä nykytilaa tulevaisuudesta. Tällä tavoin on saatu kohtuullisen edustava laskentamalli erilaisista tulevaisuuden vaihtoehdoista, joiden avulla voidaan varautua aluesuunnittelussa erilaisiin mahdollisesti vastaan tuleviin tilanteisiin. Skenaariot ovat sellaisia, että ne voisivat toteutua todellisuudessaakin, mutta ääriarvot eivät ole tarkoituksella sellaisia tulevaisuuden kuvauksia, jotka nykytiedoilla vaikuttaisivat kaikkein todennäköisimmiltä.

Skenaariot ovat pääpiirteissään:

- heikko tulevaisuus, jossa vallitsee talouslama, heikko teknologian kehitys ja tiukka sääntely
- keskimääräinen tulevaisuus, joka voisi olla nykypäivä siirrettynä tulevaisuuteen tämän päivän kehitystrendejä seuraten
- erityisen hyvä tulevaisuus, jossa taloudellinen toimintavapaus on suurta, teknologia on kehittynyt odotettua paremmin ja sääntely ei ole erityisen tiukkaa nykypäivään verrattuna.

Heikko tulevaisuus ja hyytynyt talous – skenaario 1

Heikon tulevaisuuden skenaariossa, hyytyneessä taloudessa investointeihin käytettävissä oleva raha on loppu Suomesta, valtio ja EU ovat kriisissä voimakkaasti pienentyneiden verotulojen, valtavien lainamäärien ja kasvaneen työttömyyden johdosta. Yleinen taloustilanne on heikko, eikä uusia yrityksiä ja veronmaksajia synny juuri ollenkaan. Rakentaminen on toisaalta halpaa kun työttömyys on kasvanut, toisaalta rahaa on vain harvoilla. Pankkikriisi on tehnyt pankeista hyvin varovaisia lainan antajia ja siten vain maksukykyisimmät asiakkaat saavat enää lainaa pankista.

Heikossa tulevaisuudessa Karhusaaresta rakentuu 20 vuoden aikana vain pieni osa. Kun rahaa ei ole edes kaupungeilla kovin paljon käytettäväksi, saadaan vain helpoimmin rakennettavat osat Karhusaaresta tehtyä valmiiksi ja siksi vain kolmasosa koko alueesta rakentuu täyteen. Karhusaaren helpoimmin rakennettavat osat sijaitsevat olemassa olevan kunnallistekniikan lähettyvillä ja muutamilla uusilla pääreiteillä, joista saaren rakentaminen on edullisinta aloittaa. Talouden huono tilanne ei kuitenkaan kosketa EU-byrokratiaa, joten Karhusaaren rakennuskannasta tehdään lähes nollaenergiataloja, kuten aikaisemmin oli suunniteltu.

Keskitie - skenaario 2

Keskimääräisessä keskittien tulevaisuuden skenaariossa asiat etenevät maailmassa samalla tavalla kuin tällä hetkellä; talouskasvu on hidasta ja valtiot velkaantuvat vähitellen Euroopassa. Suomessa keskiluokka voi hyvin ja lainaa on tarjolla kaikille halukkaille, joilla on jonkinlaiset mahdollisuudet lainojen maksamiseen. Karhusaari rakentuu varsin vakaassa taloudellisessa ympäristössä hitaasti ja varmasti. Ensin rakennetaan helpoimmat osat Karhusaaresta ja sen jälkeen rakentaminen laajenee koko alueelle.

Tasaisen kasvun vauhdilla Karhusaari rakentuu 20 vuoden aikana täyteen. Uudet energiamääräykset rakentamiselle tekevät taloista lähes nollaenergiataloja, kuten EU:n laajuisissa suunnitelmissa oli aikanaan suunniteltu. Rakentajien joukkoon mahtuu aina myös muutama ympäristötietoinen henkilö ja siksi osa Karhusaaren taloista on rakentamismääräyksiä vastaavia taloja vielä vähemmän energiaa kuluttavia nollaenergiataloja, joissa on paljon omaa energiantuotantoa erityisesti aurinkoenergian avulla.

Raha virtaa ja aurinko paistaa – skenaario 3

Erityisen hyvässä, ”Raha virtaa ja aurinko paistaa” -skenaariossa talous kasvaa Euroopassa ja luottamus Kreikkaan ja muihin Euroopan liikaa rahaa maksukykyynsä verrattuna lainanneisiin kriisivaltioihin on palautunut. Suomessa valtio on saanut kestävyysvajeen poistettua ja valtion tulot ja menot ovat siis yhtä suuret, eikä rahaa enää tarvitse jatkuvasti lainata valtion menojen hoitamiseksi. Raha virtaa markkinoilla ja uusi energiateknologia on lunastanut lupauksensa puhtaasta ilmastopäästöltään vähäisestä energiasta. Hyvän taloudellisen tilanteen johdosta tavallisillakin ihmisillä on hyvin varaa ostaa esimerkiksi kehittyntä ja hinnaltaan edulliseksi muuttunutta aurinkoenergiatekniikka aurinkosähkön- ja lämmön tuottamiseksi itse.

Karhusaari rakentuu varsin nopeasti kymmenessä vuodessa valmiiksi hyvässä taloudellisessa tilanteessa, jossa asuntojen kysyntä on suurta kasvukeskuksiin suuntautuvan muuttoliikkeen johdosta. Karhusaaren talot ovat EU:n energiamääräysten johdosta lähes nollaenergiataloja, jotka kulluttavat hyvin vähän energiaa. Edullisen ja kannattavan uusiutuvan energian vauhdittamana suuri osa talonrakentajista päättää vielä tehdä taloistaan hyvin vähän energiaa oman tonttinsa ulkopuolelta tarvitsevia nollaenergiataloja, joissa tuotetaan itse lähes kaikki tarvittava energia. Hyvä taloudellinen tilanne ja ihmisten muiden tarpeiden täyttyminen taloudellisen hyvinvoinnin kautta johtaa ihmiset ajattelemaan omaa ympäristöään ja sen hyvänä pysymistä.

Skenaarioita on kuvattu vielä yksityiskohtaisemman ja tarkemmin erillisessä, liitteenä olevassa, skenaariokuvauksessa.

Rakentumisnopeus eri skenaarioissa

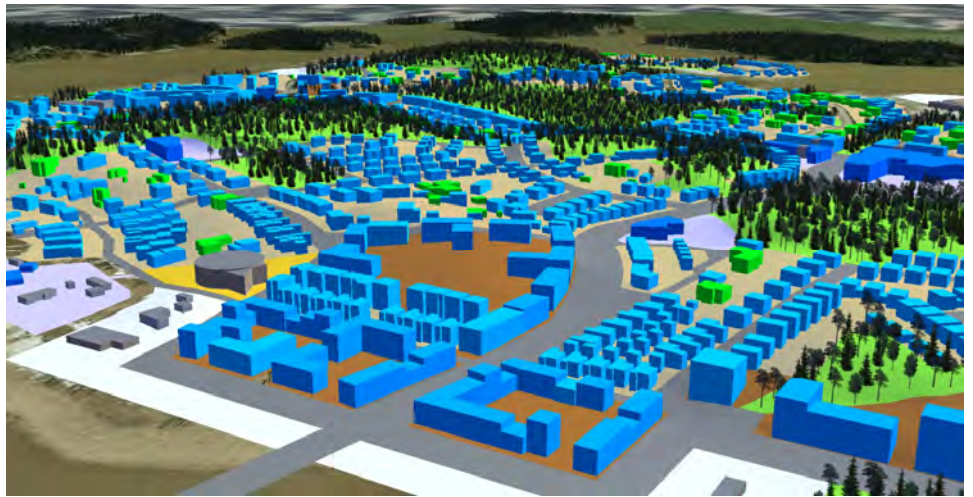
Karhusaari rakentuu varsin tasaisesti eri skenaarioissa. Kokonaisuudessaan Karhusaaren rakentumiseen vaikuttaa taloudellinen tilanne Suomessa, joka paranee skenaariosta 1 skenaarioon 3 mentäessä. Rakentuminen nopeutuu samalla tavalla ollen kaikkein hitainta skenaariossa 1 ja kaikkein nopeinta skenaariossa 3. Skenaariossa 1 taloustilanne Suomessa on niin heikko, että vain kolmas osa Karhusaaresta rakentuu valmiiksi tutkittavassa 20 vuoden ajassa. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty Karhusaaren rakentuminen rakennuspinta-alojen avulla eri skenaarioissa.

Taulukko 1. Karhusaaren rakentuminen pinta-aloina eri skenaarioissa.

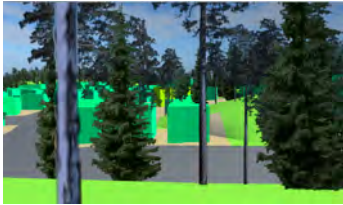
vuosi	Skenaario 1 pinta-alat m ²					Skenaario 2 pinta-alat m ²					Skenaario 3 pinta-alat m ²				
	AP	AR	AK	Y	summa	AP	AR	AK	Y	summa	AP	AR	AK	Y	summa
5	48327	11270	4500	12000	76097	127827	11270	27000	12000	178097	225327	11270	56510	12000	305107
10	66327	11270	9000	12000	98597	225327	11270	56510	12000	305107	282842	11270	56510	14950	365572
15	84327	11270	13500	12000	121097	242597	11270	56510	12000	322377	282842	11270	56510	14950	365572
20	102327	11270	18000	12000	143597	282842	11270	56510	14950	365572	282842	11270	56510	14950	365572

Taulukko 2. Karhusaarentien pohjoispuolen rakentuminen pinta-aloina eri skenaarioissa. Vain uusi rakennuskanta on mukana taulukossa. Saaressa ei juuri ole vanhaa rakennuskantaa pohjoispuolella.

vuosi	Skenaario 1 pinta-alat m ²					Skenaario 2 pinta-alat m ²					Skenaario 3 pinta-alat m ²				
	AP	AR	AK	Y	summa	AP	AR	AK	Y	summa	AP	AR	AK	Y	summa
5	9469	11270	2688	12000	35427	36618	11270	10750	12850	71488	38815	11270	43000	12850	105935
10	18938	11270	5375	12000	47583	73235	11270	21500	12850	118855	146470	11270	43000	14950	215690
15	28408	11270	8063	12000	59740	109853	11270	32250	12850	166223	146470	11270	43000	14950	215690
20	37877	11270	10750	12000	71897	146470	11270	43000	14950	215690	146470	11270	43000	14950	215690

**Kuva 3. Karhusaaren keskus Östersundomin suunnasta (energiamallista).**

TULOKSET KOKO KARHUSAARESTA

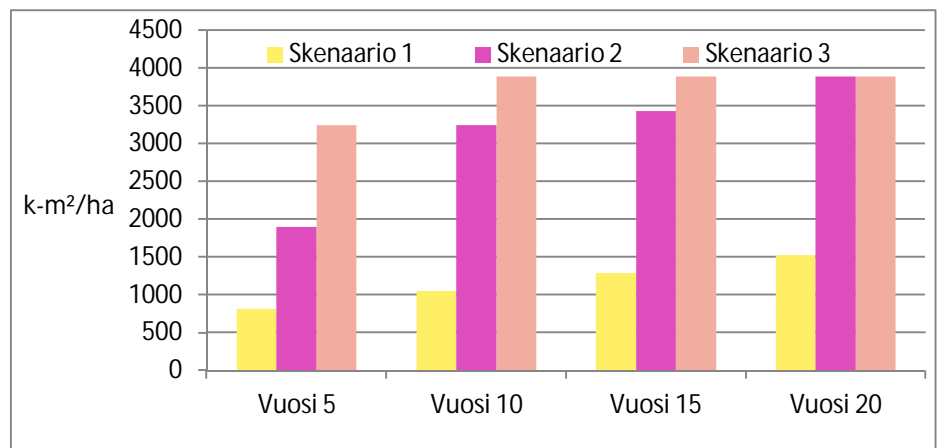


Kuva 4. Karhusaarta länteen luoteiskulman mäeltä (simulaatiomallista).

Alueen energiankäytön tunnuslukuja

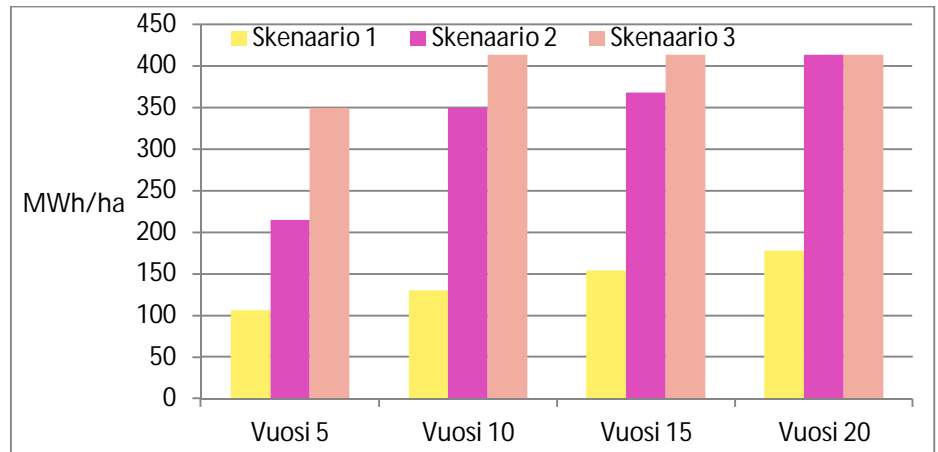
Tässä luvussa esitetään koko Karhusaarta käsitteleviä tunnuslukuja, joiden avulla on mahdollista vertailla keskenään eri skenaarioita sekä yleensä myös eri alueita silloin kun ne eivät ole liian erilaisia. Tunnusluvut kuvaavat alueen energiankäyttöä talojen pinta-aloihin ja alueen maapinta-alaan suhteutettuna sekä rakentamistiheyttä eli talojen ja niiden rakennetun pinta-alan määrää yhden hehtaarin maa-alueella.

Karhusaaren rakentumista kuvaa tunnusluku: rakennusten pinta-alan suhde alueen rakentamiseen varattujen korttelialueitten maapinta-alaan, k-m²/ha. Saaren rakennuttua täyteen on tunnusluku kummassakin skenaarioista 2 ja 3 sama vähän alle 4000 neliometriä rakennuspinta-alaa hehtaaria kohti. Skenaariossa 1 saari ei valmistu tutkittavana 20 vuoden aikana kokonaan, joten rakennuspinta-alaa on vain noin 1500 kerrosneliometriä hehtaarin maapinta-alalla. Hehtaari on kooltaan 10000 m².



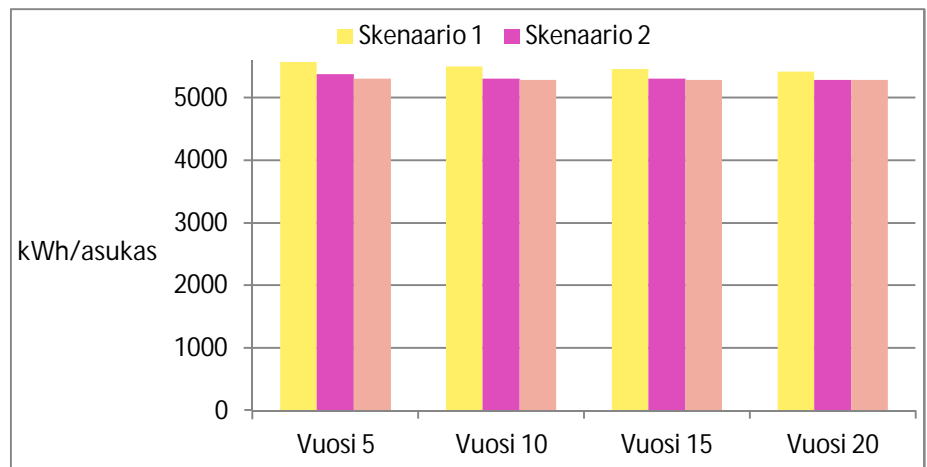
Kuva 5. Rakennusten kerrosneliömetrimäärän suhde korttelien maapinta-alaan. Tunnusluku kuvaa Karhusaaren rakentumista eri skenaarioissa olemassa olevan rakennuskannan tasosta alkaen.

Karhusaareissa kokonaisenergiantarve eli rakennusten tarvitsema lämmitys-, jäähdytys-, ja sähköenergiantarve kasvaa tasaisesti vuosien kuluessa, koska rakennuksia tulee koko ajan lisää. Skenaariossa 1 kokonaisenergiankulutus jää kuitenkin kaikkein pienimmäksi, koska rakennuksiakin on muita skenaarioita paljon vähemmän vain osittaisen alueen rakentamisen johdosta. Koko Karhusaaren rakennuttua täyteen kaikissa skenaarioissa, on energiantarve hieman yli 400 MWh hehtaarin maa-alueella. Skenaariossa 1 energiankulutus on pienestä rakennusmäärästä johtuen vain noin 180 MWh hehtaarin maa-alueella.



Kuva 6. Kokonaisenergiantarve vuoden aikana korttelien maapinta-alaan suhteutettuna eri skenaarioissa. Kokonaisenergiantarve kuvaa rakennusten energiantarvetta lämmityksessä, sähkössä ja jäähdytyksessä.

Kun Karhusaaren kokonaisenergiantarvetta suhteutetaan rakennusten pinta-alaan alueella, saadaan hieman erilaisia tunnuslukuja kuin alueen maapinta-alaan suhteutettuna. Skenaarioissa 2 ja 3 rakennusten pinta-alaan suhteutettu kokonaisenergiankulutus on hieman yli 105 kWh/k-m² koko alueen rakennuttua valmiiksi. Skenaariossa 1 kokonaisenergiankulutus on hieman yli 115 kWh/k-m². Skenaarion 1 muita skenaarioita suurempi energiankulutus johtuu siitä, että Karhusaareissa on olemassa jo valmiiksi paljon energiaa kuluttavia vanhoja rakennuksia, joita on skenaariossa yksi paljon suurempi suhteellinen osuus kaikista rakennuksista kuin skenaarioissa 2 ja 3. Uusien rakennusten lämpö- ja sähköenergiankulutus on suunnilleen kolmasosa vanhojen rakennusten kuluksista. Koko saaren rakennusten energiankulutus muodostuu yhdessä uusista ja vanhoista rakennuksista.



Kuva 7. Kokonaisenergiantarve vuoden aikana alueen asukasmäärään suhteutettuna eri skenaarioissa. Kokonaisenergiantarve kuvaa rakennusten energiantarvetta lämmityksessä, sähkössä ja jäähdytyksessä.

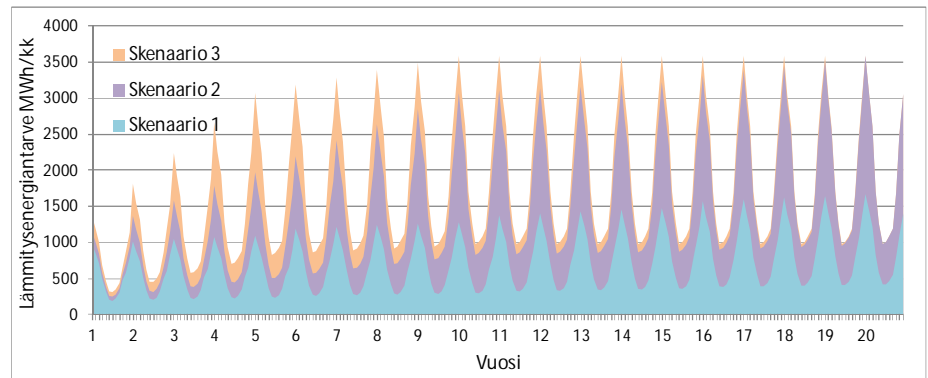
YHTEENVETO

Talojen lisääntyvä määrä kasvattaa energiankulutusta alueilla, koska rakennuksia ja pinta-alaa on enemmän kuin harvaan rakennetuilla alueilla. Täydennysrakentaminen pienentää alueen rakennusten pinta-alaan suhteutettua energiankulutusta (kWh/k-m²), koska uudet rakennukset tarvitsevat vähemmän energiaa kuin vanhat rakennukset.

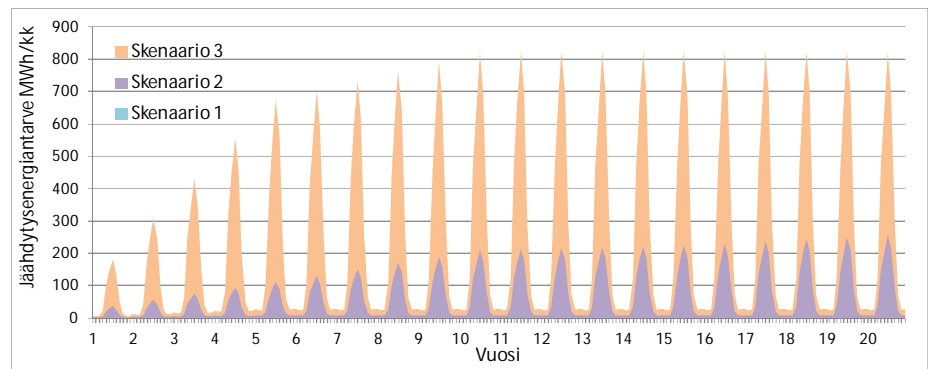
Alueen energiantarpeet

Tässä luvussa esitetään Karhusaaren energiankulutusta ja sen kehittymistä alueen rakentuessa. Tuloksissa esitetään rakennusten energiantarve, jossa ei oteta kantaa siihen, mistä energia hankitaan rakennuksiin.

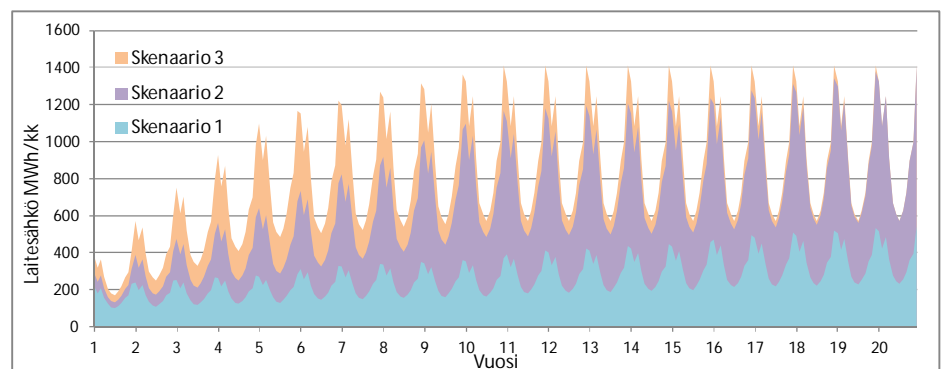
Karhusaaren energiantarve kasvaa vähitellen alueen rakentuessa, mutta skenaariossa 1 energiantarve jää reilusti alle puoleen muiden skenaarioitten energiantarpeesta, koska skenaariossa 1 alue rakentuu vain osittain tutkittavassa 20 vuoden ajassa. Skenaariossa 1 vanhojen, paljon energiaa kuluttavien talojen osuus on kuitenkin kaikkein suurin eri skenaarioista, joten skenaarion 1 suhteellinen rakennuspinta-alaan suhteutettu energiankulutus on suurempi kuin muissa skenaarioissa.



Kuva 8. Rakennusten lämmitysenergiantarve eri skenaarioissa. Lämmitysenergiantarve sisältää myös lämpimän käyttöveden lämmitysenergian.



Kuva 9. Rakennusten jäähdytysenergiantarve eri skenaarioissa. Skenaariossa 1 ei ole jäähdytystä.



Kuva 10. Rakennusten käyttämän laitesähkön määrä. Laitesähkö sisältää rakennuksen käyttäjien ja teknikan sähköenergiankulutuksen.

Käikissä skenaarioissa energiantarve vaihtelee voimakkaasti kesän ja talven välillä. Talvella kulutetaan paljon lämmitysenergiaa, ja kesällä taas paljon jäähdytysenergiaa. Talvella myös rakennuksissa käytettävän laitesähkön määrä kasvaa voimakkaasti kesään verrattuna, sillä muun muassa valaistusta tarvitaan paljon kesää enemmän.

Skenaarioissa 2 ja 3 energiantarve on 20 vuoden kuluttua samanlainen. Skenaario 3 vain rakentuu nopeammin valmiiksi. Skenaarion 1 energiantarve jää varsin pieneksi pienen uuden rakennuspinta-alan johdosta. Lämmitysenergiatarve on suurimmiltaan suuruusluokaltaan 3600 MWh/kk skenaarioissa 2 ja 3 kesällä talvea kun skenaariossa 1 se on noin 1500 MWh/kk. Skenaarioissa 2 ja 3 taloja on jäähdytetty. Jäähdytysenergiamäärä on skenaariossa 2 kesällä noin 200 MWh/kk ja skenaariossa 3 noin 800 MWh/kk eli nelinkertainen. Jäähdytysenergiankulutuksien erilaisuus johtuu siitä, että eri skenaarioissa on huomattavasti erilainen määrä jäähdytettäviä rakennuksia. Laitesähkönkulutus on skenaarioissa 2 ja 3 talvella enimmillään noin 1400 MWh/kk ja vain vähän rakennuksia sisältävässä skenaariossa 1 noin 500 MWh/kk.

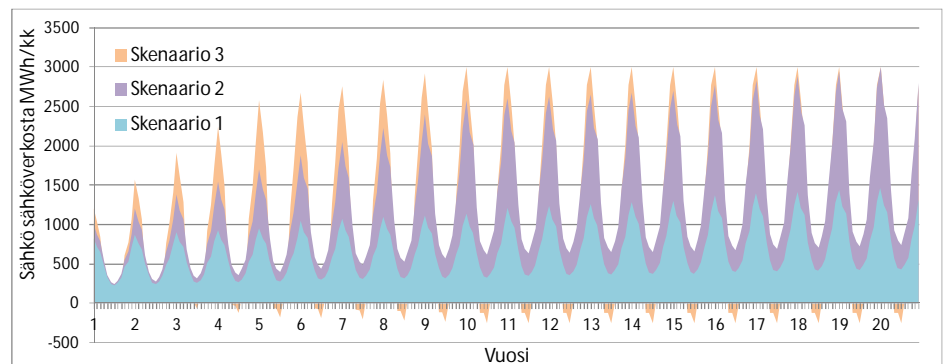
YHTEENVETO

Karhusaaren energiantarve eri skenaarioissa vaihtelee sen mukaan miten paljon rakennuksia koko Karhusaareen on rakennettu. Talvella energiantarve on moninkertainen kesään verrattuna. Täyteen rakennetun Karhusaaren energiantarve on suurimmillaan talvella noin 1400 MWh/kk sähköä ja 3500 MWh/kk lämpöä. Kesällä jäähdytysenergiatarve on enimmillään noin 800 MWh/kk.

Alueen rakennusten ostoenergiatarve energiaverkoista

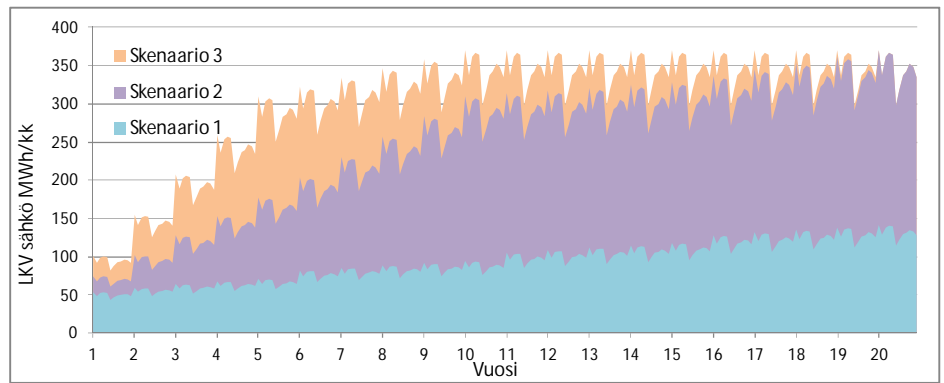
Tässä luvussa esitetään Karhusaaren rakennuksien eri skenaarioissa ostama energiamäärä. Rakennuksien kaikkea energiantarvetta ei tarvitse ostaa sähköverkosta, joka on saareissa ainoa yleinen energiaverkko tutkituissa skenaarioissa. Rakennukset eivät osta kaikkea tarvitsemaansa energiaa sähköverkosta, sillä osa tarvittavasta lämmitys- ja jäähdytysenergiasta saadaan maasta, ilmasta ja merestä lämpöpumppujen avulla. Lisäksi lämmitysenergiasta saadaan auringosta aurinkolämpökereimien avulla. Osa sähköenergiasta saadaan myös auringosta aurinkosähköpaneelien avulla.

Sähköverkosta ostetaan rakennuksiin skenaarioissa 2 ja 3 talvella enimmillään noin 3000 MWh/kk ja pienimmillään kesällä noin 700 MWh/kk kun koko alue on rakentunut täyteen taloja. Sähkön ostamisessa on suuria eroja kesän ja talven välillä, koska talvella tarvitaan paljon lämmitysenergiasta, joka tuotetaan osittain sähkön avulla. Kesällä saadaan paljon sähköä auringosta ja sähköenergiankulutus on muutenkin paljon vähäisempää kuin talvella. Sähköenergiankulutuksesta tuotetaan aurinkosähköä skenaariossa 1 noin 10 % vuoden sähkötarpeesta ja skenaarioissa 2 ja 3 noin 15 %. Erityisesti kesällä kaikkea auringosta saatua sähköä ei voida kuitenkaan käyttää rakennuksissa ja osa sähköstä myydään yleiseen sähköverkkoon.

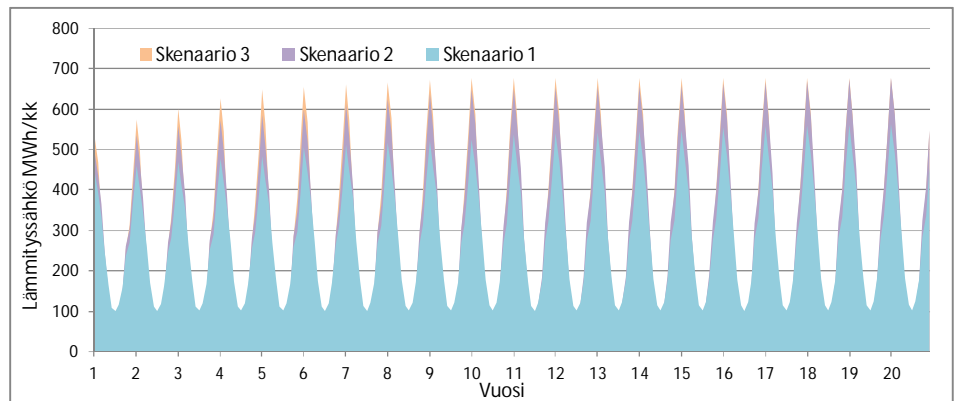


Kuva 11. Sähköverkosta rakennuksiin ostettava sähköenergiamäärä ja rakennuksista sähköverkkoon myytävä sähköenergia negatiivisina lukuina. Luvuissa on mukana myös lämmityksen suoraan ja välillisesti kuluva sähköenergia.

Kuvassa 11 olevat negatiiviset luvut kuvaavat sähköenergian myyntiä rakennuksista yleiseen sähköverkkoon silloin kun aurinkosähköllä tuotettavaa sähköenergiaa ei pystytä käyttämään kokonaan tontilla ja rakennuksessa, jossa aurinkosähköpaneelit sijaitsevat.



Kuva 12. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva suora sähköenergia sekä välillisesti lämpöpumppujen kautta kuluva sähköenergia.



Kuva 13. Lämmitykseen suoraan ja välillisesti lämpöpumppujen kautta käytettävän sähköenergian määrä. Sähköenergia sisältää lämpöpumppujen käyttämän sähköenergian sekä suoraan lämmittämiseen käytettävän sähköenergian.

Suoraan lämmittämiseen käytettävä sähkömäärä eli suora sähkölämmitys suuressa osassa vanhoista pientaloista tasaa lämmityssähkön käytön eroja eri skenaarioitten välillä. Vaikka skenaariossa 1 on vain kolmasosa uusia rakennuksia skenaarioiden 2 ja 3 määrästä, on skenaariossa 1 kuitenkin lähes yhtä paljon sähköenergiankulutusta lämmitykseen. Skenaarioissa 2 ja 3 on vain vähän suora sähkölämmitystä koko lämmityssähkön käyttömäärästä, kun uudet rakennukset käyttävät lämmittämiseen tehokkaita vain vähän sähköä käyttäviä lämpöpumppuja, jotka ottavat tarvittavan lämmön ulkoa luonnosta maasta, merestä ja ilmasta.

YHTEENVETO

Karhusaaren ostetaan sähköä lämmittämistä ja jäähdyttämistä varten. Osa sähköstä ja lämmöstä tuotetaan itse rakennuksissa aurinkoenergialla, joka vähentää ostettavan sähköenergian määrää. Kesän ja talven välillä on suuri energiankulutusero, jota aurinkoenergian käyttö kesällä lisää entisestään niin, että energiaa tarvitsee ostaa pääasiassa talvella. Uusia rakennuksia lämmitetään pääasiassa lämpöpumpuilla, jotka ottavat suurimman osan lämmöstä maasta, merestä ja ilmasta. Talvella sähköenergiaa ostetaan enimmillään noin 3000 MWh/kk ja kesällä 700 MWh/kk kokonaan rakennetussa Karhusaaressa.

Energiankäyttö energialajeittain lämmityksessä

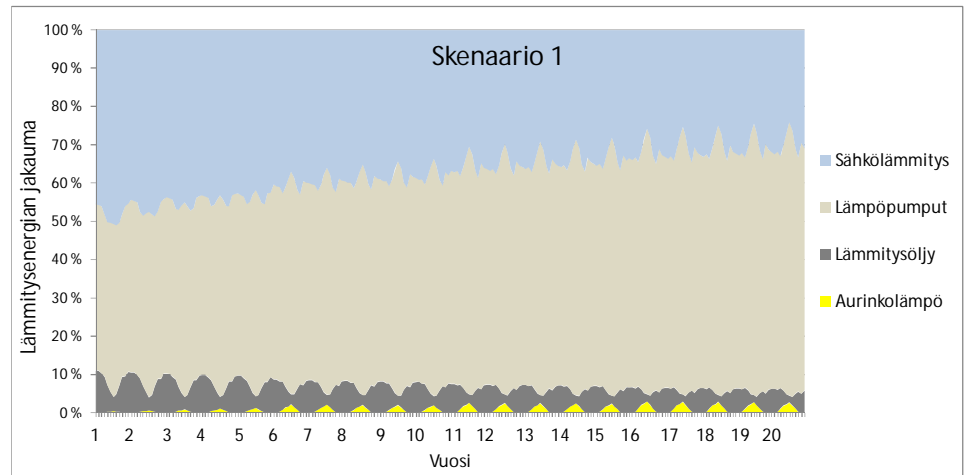
Tässä luvussa esitetään, miten Karhusaaren lämmitysenergiankäyttö jakautuu eri energiamuotoihin alueen rakentuessa. Esitystapana on suhteellisiin prosentiosuuksiin perustuvat energialajien käyttöosuudet. Energialajeja Karhusaaressa ovat suora sähkölämmitys, lämpöpumput, lämmitysöljy ja aurinkolämpö.

Energiankäytön suhteellinen osuus siirtyy vähitellen skenaariokuvauksen mukaisesti vanhojen talojen fossiilisista polttoaineista kohti lämpöpumppujen ja aurinkoenergian käyttöä uusien talojen rakentuessa. Uudet rakennukset ovat pääasiassa lämpöpumpuilla lämmitettyjä, joten saaren lämmitysenergiankäyttö siirtyy vähitellen kohti sähköenergian laajamittaista käyttöä.

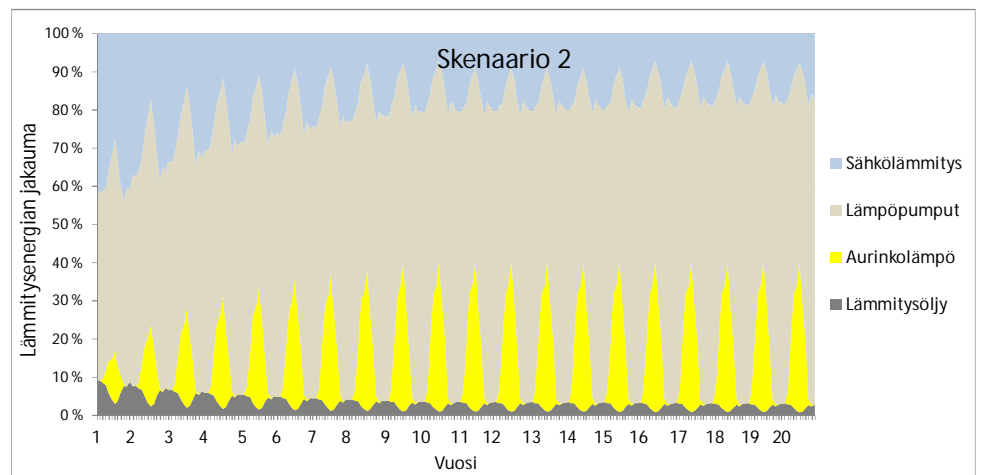
Skenaariossa 1 uusia rakennuksia rakentuu vain vähäinen määrä koko saaren pinta-alasta ja siten energiankäytössä näkyy vielä vahvasti vanhojen rakennuksien käyttämät energialähteet. Suoran sähkölämmityksen ja lämmitysöljyn osuus on tutkittavan 20 vuoden ajanjakson lopulla vielä muutamankymmenen prosentin luokkaa, vaikka suurin osa lämmityksestä tuotetaan lämpöpumppujen avulla.

Skenaariossa 2 sähkölämmityksen suhteellinen osuus alueen rakennuttua valmiiksi on enää pienimmillään 10 % suuruusluokassa kesällä ja 20 % suuruusluokassa talvella. Aurinkolämmön osuus nousee kuitenkin kesällä noin 40 % luokkaan kaikesta lämmitysenergiantarpeesta. Lämmitysöljyn osuus energialähteenä on enää muutama prosentti ja toisaalta lämpöpumppujen osuus talvella nousee noin 80 % luokkaan lämmitysenergiantarpeesta rakennuksissa.

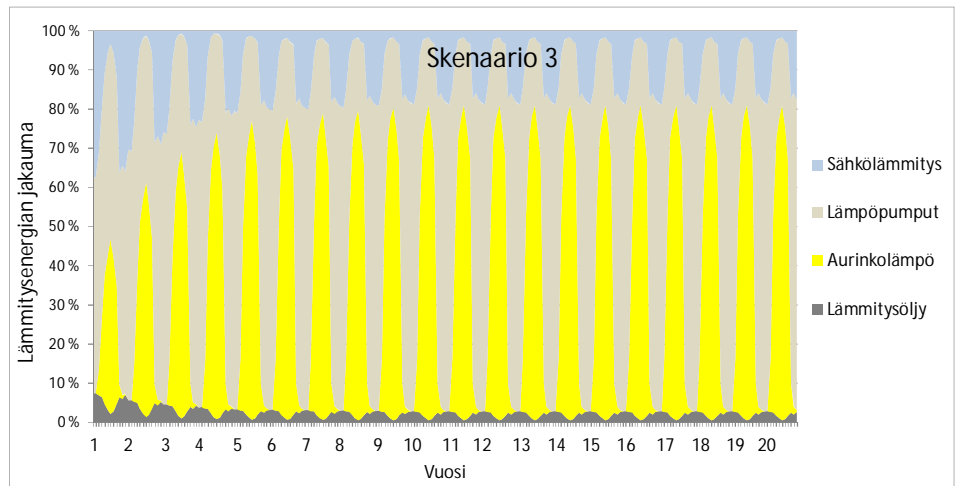
Skenaario kolme on melko samanlainen skenaarion 2 kanssa, mutta aurinkoenergiaa käytetään paljon enemmän. Skenaariossa 3 saadaan tuotettua kesällä jo noin 75 % tarvittavasta lämmitysenergiasta aurinkolämmön avulla. Skenaariossa 3 myös sähkölämmityksen osuus on kesällä erittäin pieni ollen muutama prosentti lämmitysenergian tarpeesta.



Kuva 14. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 1. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergia.



Kuva 15. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 2.



Kuva 16. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 3. Vuoden 10 jälkeen alue on valmis, eikä energiankulutuksen jakauma enää muutu vuoteen 20 mennessä.

YHTEENVETO

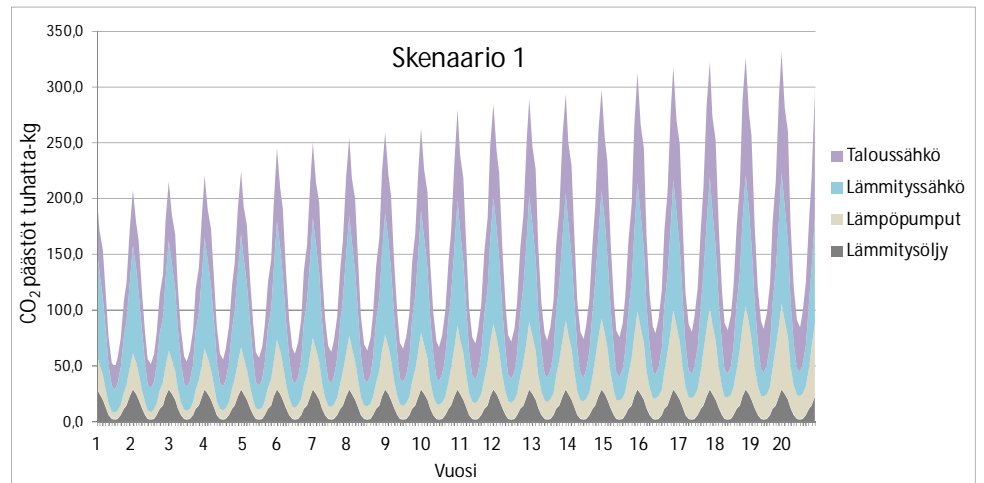
Lämmityksessä käytetään Karhusaaren rakentumisen alussa paljon sähköä ja fossiilisia polttoaineita. Saaren rakentuessa sähkön suhteellinen osuus lämmitysenergianlähteenä vähenee ja aurinkoenergian osuus kasvaa. Sähkö muuttuu kuitenkin merkittävimmäksi energialähteeksi, koska suurin osa lämmityslaitteista tarvitsee sähköä toimiakseen. Merkittävin lämmitysenergian tuotantotapa saarella on sähköllä toimiva lämpöpumppu, joka tosin ottaa lämpöenergian pääasiassa maasta, merestä ja ilmasta.

Energiankäytön hiilidioksidipäästöt

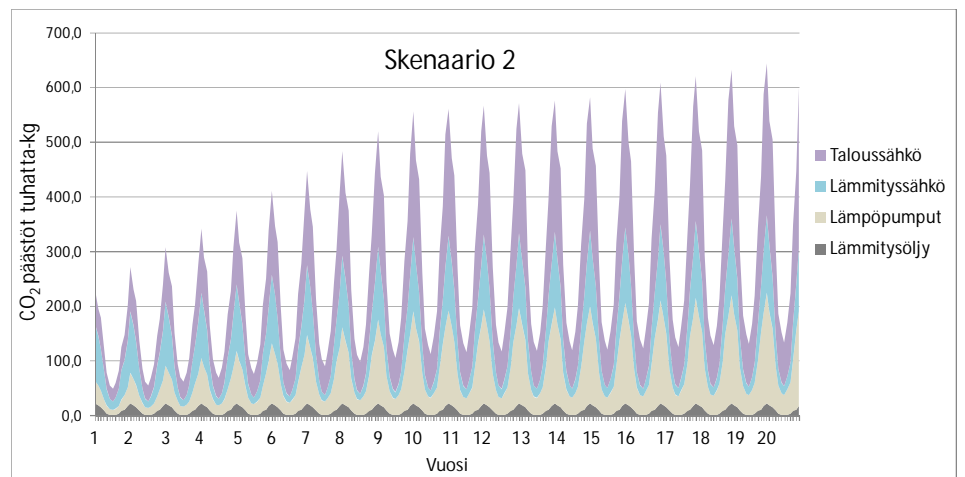
Tässä luvussa esitetään Karhusaaren energiankäytön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt tutkituissa kolmessa skenaariossa. Hiilidioksidipäästöjä aiheutuu sen energiamäärän tuottamisesta, joka joudutaan ostamaan rakennusten käyttöön yleisestä sähköverkosta. Karhusaarella ei siis ole eri skenaarioissa muita yleisiä energiaverkkoja kuin sähköverkko. Hiilidioksidipäästöt laskettiin kahdella eri laskentatavalla, joista toisessa energiantuotannon hiilidioksidipäästö on sama koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. Toisessa laskentatavassa energiantuotannon hiilidioksidipäästöt vähenevät 5 vuoden välein kun energiantuottajat hankkivat uusia vähemmän päästöjä tuottavia sähköenergiantuotantolaitteita.

Sama päästö koko tarkastelujakson ajan

Tässä tarkasteluvaihtoehdossa sähköenergiantuotannon ja rakennusten energiankäytön hiilidioksidipäästö pysyy samana koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. Sähköntuotannon hiilidioksidipäästönä on käytetty Helsingin Energian vuoden 2012 sähköenergianhankinnan julkaistua päästölukua 209 g hiilidioksidia / kWh sähköä. Myöhemmin esitetään toisena vaihtoehtona tarkastelu, jossa energiantuotannon hiilidioksidipäästö vähenee 5 vuoden välein tehtävien energiantuotantolaitteiden muutosinvestointien seurauksena. Karhusaaren olemassa olevissa rakennuksissa lämmitykseen käytettävän polttoöljyn hiilidioksidipäästö on 269 g/kWh (lähde: Motiva).



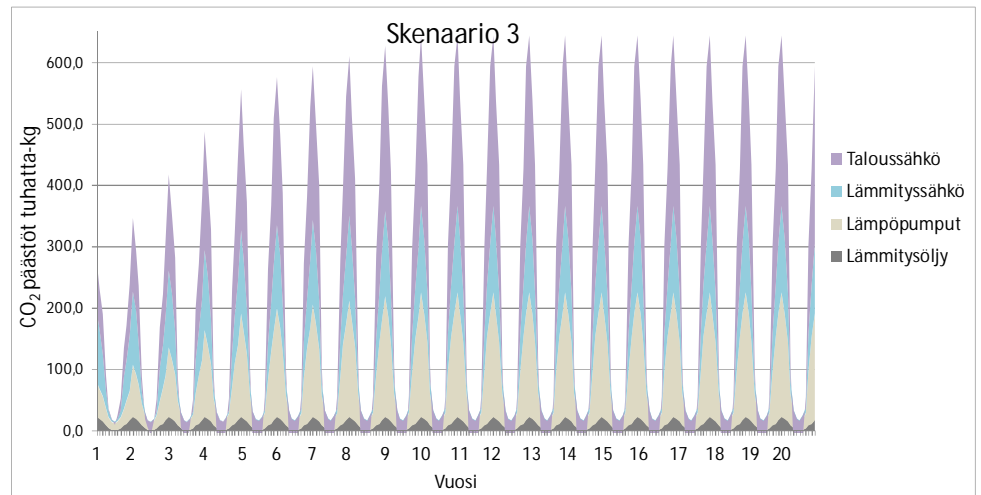
Kuva 17. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 tasaisesti samana pysyväällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.



Kuva 18. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 tasaisesti samana pysyväällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.

Skenaariossa 1 Karhusaari rakentuu vain osittain valmiiksi ja siten ostettavan energian hiilidioksidipäästötkin ovat pienemmät kuin skenaarioissa 2 ja 3, joissa koko Karhusaari rakentuu täyteen. Suoran sähkölämmityksen sähköntarve muodostaa skenaariossa 1 hiilidioksidipäästöistä suurimman yksittäisen osan, suurimmillaan noin 120 tonnia kuukaudessa keskellä talvea. Kaiken energiantarpeen kokonaispäästö on keskellä talvea enimmillään noin 340 tonnia hiilidioksidia skenaariossa 1. Kesällä päästöt jakautuvat melko tasan kotitaloussähkön ja lämmitykseen eri tavoin käytettävän sähkön välillä ollen keskellä kesää alueen rakennuttua täyteen noin 90 tonnia kuukaudessa skenaariossa 1. Kesällä hiilidioksidipäästöt jäävät varsin pieniksi talveen verrattuna ollen noin alimmillaan vähän yli 25 % talven päästöistä. Lämmitysöljyä käytetään vähän, joten sen päästöt jäävät varsin merkityksettömiksi muutamaan kymmeneen tonniin hiilidioksidia kuukaudessa keskellä talvea kaikissa skenaarioissa.

Skenaariossa 2 uusia rakennuksia on paljon enemmän suhteessa vanhoihin rakennuksiin ja niinpä tulokset ovat päästöjen osalta osittain samanlaiset kuin skenaariossa 1 ja osittain hieman erilaiset. Kokonaispäästö on alueen rakennuttua valmiiksi hieman yli 600 tonnia hiilidioksidia kuukaudessa keskellä talvea suuren rakennusmäärän johdosta, mutta lämmityssähkön osuus kaikista päästöistä on enää alle 30 % osa kun se oli skenaariossa 1 melkein 40 %. Edellinen tulos johtuu vanhojen talojen runsaasti sähkökäyttävästä lämmityksestä, jonka osuus pienenee skenaariosta 1 skenaarioon 2 mentäessä. Lämmitys muodostaa kuitenkin yhteensä skenaariossa 2 reilusti yli 50 % päästöistä talvella kun skenaariossa 1 osuus oli 70 % luokkaa. Lämpöpumppujen osuus kokonaispäästöistä on skenaariossa 2 hieman yli 30 % keskitalvella kun se on skenaarion 1 pienellä rakennusmäärällä vain noin 20 % 20 vuoden tarkastelujakson lopussa.



Kuva 19. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.

Skenaario 3 on hyvin samanlainen talvella kuin skenaario 2, eivätkä päästöt käytännössä eroa toisistaan talven aikana. Skenaariossa 3 tuotetaan kuitenkin kesällä puhdasta päästötöntä aurinkoenergiaa rakennuksissa ja sen takia rakennuksiin ei tarvitse ostaa juuri ollenkaan päästöjä tuottavaa energiaa. Skenaariossa 2 tuotetaan vielä noin 150 tonnia hiilidioksidia kuukaudessa kesällä, mutta skenaariossa 3 enää reilusti alle 30 tonnia eli noin 20 % skenaarion 2 päästömäärästä kuukaudessa. Tämä mahdollistuu runsaan aurinkosähkön ja aurinkolämmön oman tuotannon ansiosta.

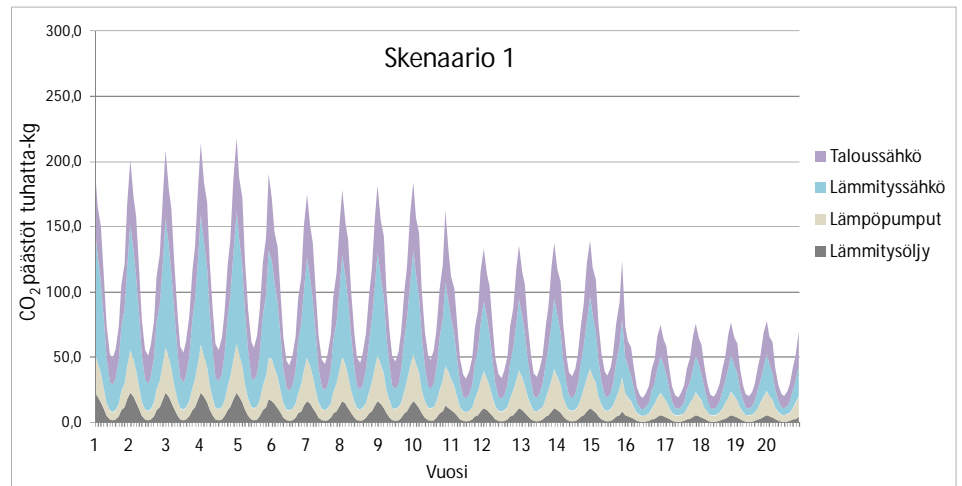
Viiden vuoden välein aleneva päästö

Tässä tarkastelussa hiilidioksidipäästö sähköenergiantuotannossa vähenee 5 vuoden välein erilaisen Helsingin Energian tuotantolaitoksiinsa tekemien investointien seurauksena. Samalla myös polttoöljyn hiilidioksidipäästö vähenee jo vuodesta 1 alkaen ollen tässä skenaariossa sama kuin sähköntuotannon hiilidioksidipäästö. Polttoöljyn päästöjen väheneminen saavutetaan biopolttoaineen osuutta lisäämällä niin että fossiilisen polttoaineen osuus vähenee polttoöljyssä. Biopolttoaineet ovat fossiilista polttoöljyä korvaavia uusiutuvista energialähteistä kuten puusta ja erilaisista kasveista valmistettuja öljyjä, joiden polttamisen vapauttama hiilidioksidi sitoutuu takaisin luontoon nopeasti kun kasvit kasvavat ja käyttävät hiilidioksidia kasvamiseensa.

Hiilidioksidipäästöt ovat sähkön tuotannossa ja polttoöljyssä:

- vuosi 1–5: 209 g/kWh sähköä, joka on Helsingin Energian vuoden 2012 päästöluku
- vuosi 6–10: 150 g/kWh sähköä
- vuosi 11–15: 100 g/kWh sähköä
- vuosi 16–20: 50 g/kWh sähköä.

Jaksoittain viiden vuoden välein aleneva energiantuotannon hiilidioksidipäästö vähentää hiilidioksidipäästöjä rakennuksissa samalla tavalla kaikissa Karhusaaren kehitysskenaarioissa, koska energiankulutus rakennuksissa pysyy samanlaisena riippumatta energiantuotannon päästöistä. Itse päästöt eivät kuitenkaan ole samansuuruiset verrattaessa samana 20 vuotta pysyvää päästöä ja tässä luvussa esiteltyä 5 vuoden välein vähenevää päästöä. Kaikki hiilidioksidipäästöjen suhteet eri lämmitysenergiälähteiden välillä toisiinsa ovat kuitenkin samanlaisena pysyvän rakennusten energiankulutuksen johdosta samanlaisia yhden vuoden aikana riippumatta siitä onko hiilidioksidipäästö sama 20 vuoden ajan vai vaihtuuko se 5 vuoden välein. Esimerkiksi siis skenaariossa yksi kuluu lämmityssähköä noin 2/3 taloussähkön määrästä riippumatta hiilidioksidipäästöistä.



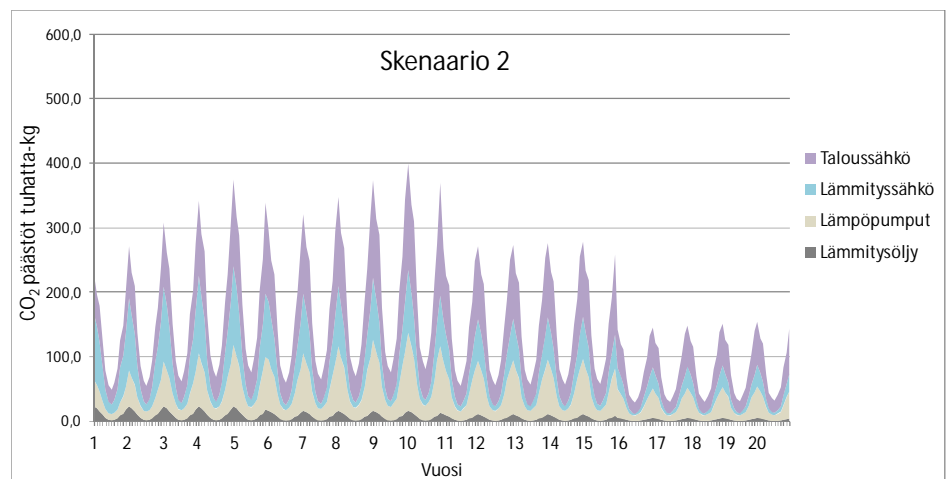
Kuva 20. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.

Skenaariossa 1 hiilidioksidipäästön määrä on noin neljäsosa jatkuvasti samana pysyvän laskenta-tapauksen päästöistä alueen rakennuttua osittain valmiiksi tutkittavan 20 vuoden ajanjakson lopussa. Koko hiilidioksidipäästö on tutkittavan 20 vuoden ajanjakson lopussa noin 75 tonnia kuukaudessa talvella ja noin 30 tonnia kuukaudessa kesällä. Lämmityksen päästöt ovat noin 65 % koko päästöstä ja lämmittämiseen käytettävät lämpöpumput tuottavat noin kolmasosan kaikista päästöistä eli noin 25 tonnia hiilidioksidipäästöjä kuukaudessa keskellä talvea.

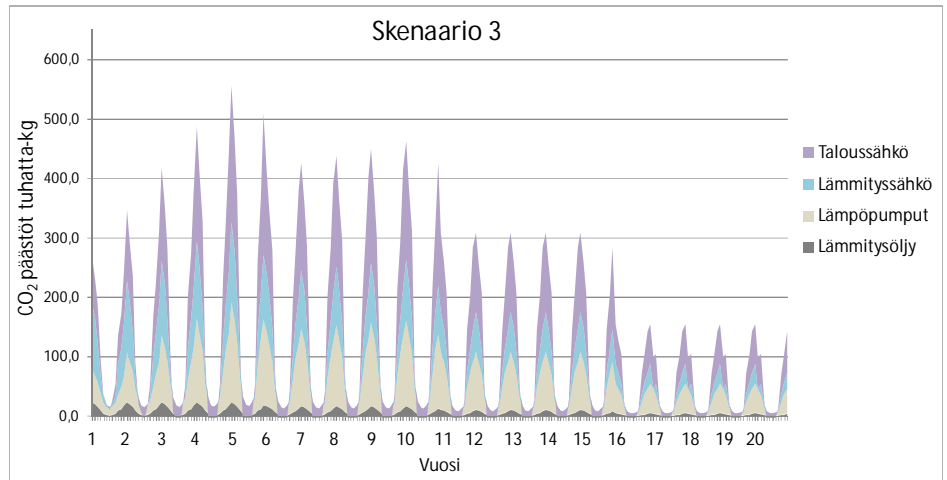
Skenaariossa 2 uusia rakennuksia on paljon enemmän suhteessa vanhoihin rakennuksiin ja niinpä tulokset ovat päästöjen osalta osittain samanlaiset kuin skenaariossa 1 ja osittain hieman erilaiset. Kokonaispäästö on alueen rakennuttua valmiiksi hieman yli 150 tonnia hiilidioksidia kuukaudessa keskellä talvea suuren rakennusmäärän johdosta, mutta lämmityksen päästöjen osuus kaikista päästöistä on enää hieman yli 50 % kun se oli skenaariossa 1 noin 65 %. Lämpöpumppujen osuus kaikista päästöistä on samansuuruinen noin 33 % kuin skenaariossa 1.

Skenaario 3 on hyvin samanlainen talvella kuin skenaario 2, eivätkä päästöt käytännössä eroa toisistaan talven aikana. Skenaariossa 3 tuotetaan kuitenkin kesällä puhdasta päästötöntä aurinkoenergiaa rakennuksissa ja sen takia rakennuksiin ei tarvitse ostaa juuri ollenkaan päästöjä tuottavaa energiaa. Skenaariossa 2 tuotetaan alueen rakennuttua valmiiksi vielä noin 40 tonnia hiilidioksidia kuukaudessa kesällä kaikista energiamuodoista yhteensä, mutta skenaariossa 3 enää reilusti alle 10 tonnia kuukaudessa. Tämä mahdollistuu runsaan aurinkosähkön ja aurinkolämmön oman tuotannon ansiosta.

Hiilidioksidipäästössä on päästökuvaajissa ensimmäisen kerran vuoden 5 ja 6 välillä osittain epäloogiselta näyttävä huippu, jonka kohdalla vuoden 5 puolella hiilidioksidipäästö on suuri ja se pienenee vuoden vaihtuessa pienemmäksi. Päästökertoimen vaihtuessa aina vuodenvaihteessa jää kyseisten vuosien välinen talven suurin päästöhuippu aina kahden eri päästökertoimen sisältävän kokonaisen vuoden päästöhuippujen väliin. Kuvassa 21 ensimmäinen esimerkki tästä on vuosilukujen 5-7 kohdalla, jossa vuosiluvun 6 kohdalla on tammikuussa ja joulukuussa eri päästökertoimet.



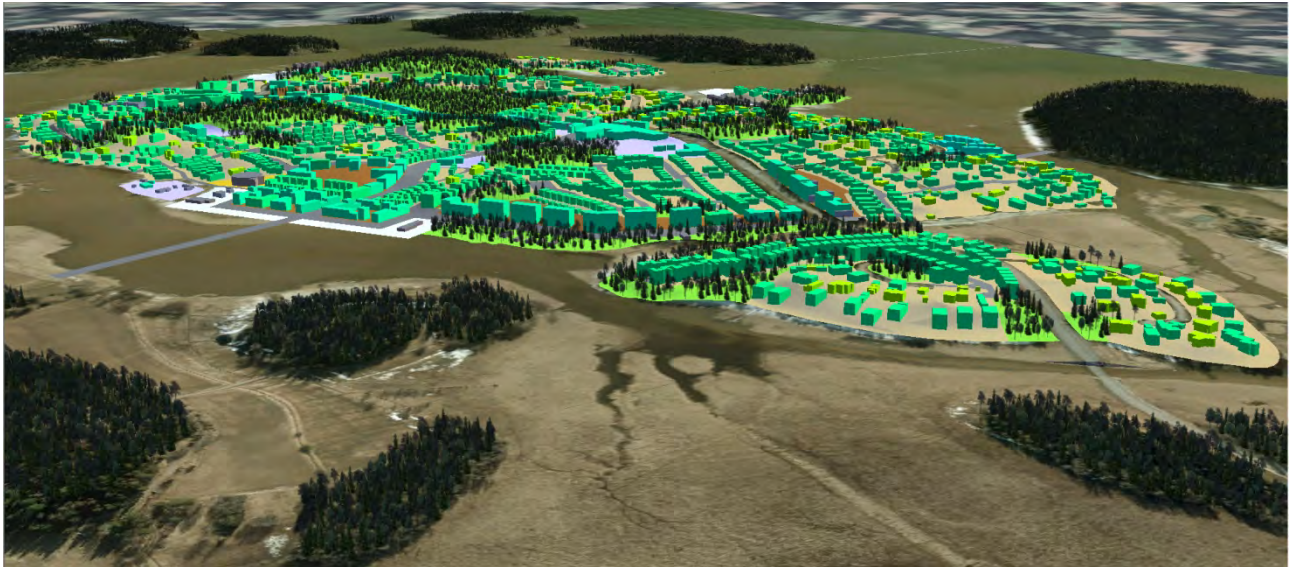
Kuva 21. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.



Kuva 22. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.

YHTEENVETO

Hiilidioksidipäästöjen väheneminen jaksoittain ajan myötä vähentää Karhusaaren hiilidioksidipäästöjä enemmän kuin rakentaminen ehtii niitä lisätä. Tulevaisuudessa kokonaisen alueen energiankäytön hiilidioksidipäästöt voivat jäädä hyvin pieniksi kun energiantuotannon päästöt vähenevät yhtä aikaa vähenevän rakennusten energiantarpeen kanssa. Päästöjä vähentää myös lisääntyvä päästöttömän aurinkoenergian käyttö rakennuksissa, mutta pääasiassa vain kevästä syksyyn.



Kuva 23. Karhusaari pohjoisen puolelta.

TULOKSET KARHUSAARENTIEN POHJOISPUOLELTA - UUSI RAKENTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään vain uutta rakentamista Karhusaarentien pohjoispuolella. Karhusaarentie halkaisee saaren suunnilleen kahteen osaan etelä-pohjoissuunnassa ja olemassa oleva asutus on keskittynyt käytännössä kokonaan tien eteläpuolelle. Mukana tässä luvussa esitetyissä tuloksissa ovat siis vain uudet rakennukset Karhusaarentien pohjoispuolella. Tulosten esittämistapa on samanlainen kuin koko saarta koskevissa tuloksissa aikaisemmissa luvuissa ja myös johtopäätökset ovat varsin samanlaiset. Pääasiassa vain lukuarvot ovat hieman erilaisia. Kaikkia kuvailutekstejä ei ole toistettu tässä luvussa aikaisempien lukujen kanssa hyvin samanlaisten tulosten johdosta. Tuloksissa on kuitenkin liitteenä keskitetyn energiantuotannon tarpeiden suunnittelua varten lämmitystehontarpeen vuositehokuvaajat ja niistä tehdyt lämmitystehon pysyvyyskäyrät (liitteissä).

Tämä luku palvelee pääasiassa keskitetyn energiantuotannon suunnittelua suunnittelijoiden kanssa osittain kehitettyjen tulosten esittämistapojen kanssa.

Alueen energiankäytön tunnuslukuja

Karhusaarentien pohjoispuolen uudelle rakentamiselle on laskettu tunnuslukuna vain kokonaisenergiantarve kerros-pinta-alaan suhteutettuna. Muut tunnusluvut tarvitsevat korttelien pinta-aloja, joita ei ollut käytettävissä.

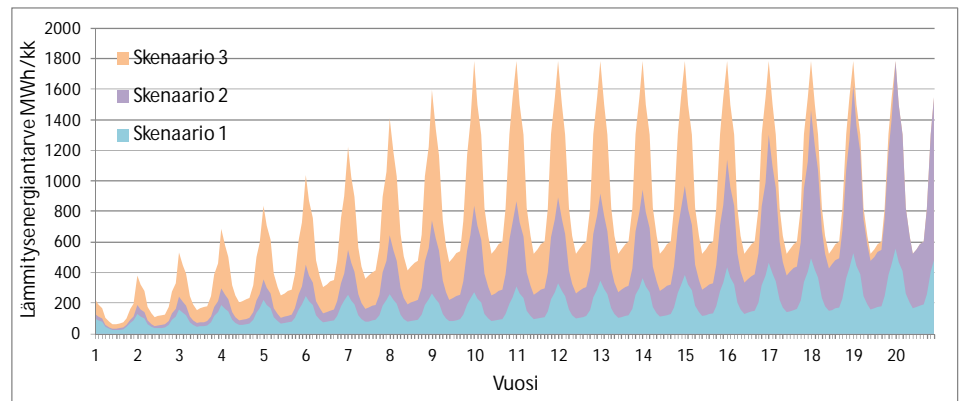
Taulukko 3. Kokonaisenergiantarve vuoden aikana alueen kerrosnelömetreihin suhteutettuna eri skenaarioissa. Kokonaisenergiantarve kuvaa rakennusten energiantarvetta lämmityksessä, sähkössä ja jäähdytyksessä, eikä se sisällä mitään energiantuotantoon liittyviä asioita.

	Vuosi 5	Vuosi 10	Vuosi 15	Vuosi 20
Skenaario	kWh/k-m ²	kWh/k-m ²	kWh/k-m ²	kWh/k-m ²
1	93	94	95	97
2	95	97	97	98
3	97	98	98	98

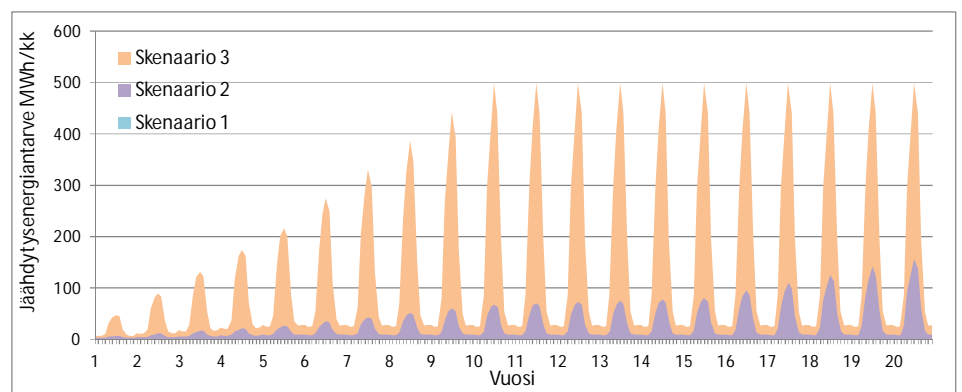
Alueen energiantarpeet ja ostoenergia

Tässä luvussa esitetään Karhusaaren pohjoispuolen energiankulutusta ja sen kehittymistä alueen rakentuessa. Tuloksissa esitetään rakennusten energiantarve Lämmityksen ja jäähdytyksen osalta, jossa ei oteta kantaa siihen, mistä energia hankitaan rakennuksiin. Sähköenergian osalta esitetään sähkön ostarve sähköverkosta.

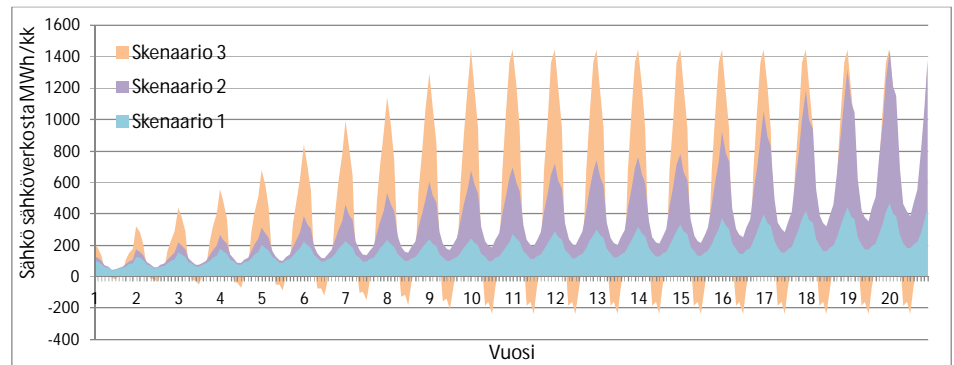
Karhusaaren pohjoispuolen energiantarve kasvaa vähitellen alueen rakentuessa, mutta skenaariossa 1 energiantarve jää reilusti alle puoleen muitten skenaarioitten energiantarpeesta, koska skenaariossa 1 alue rakentuu vain osittain tutkittavassa 20 vuoden ajassa.



Kuva 24. Rakennusten lämmitysenergiantarve eri skenaarioissa. Lämmitysenergiantarve sisältää myös lämpimän käyttöveden lämmitysenergian.

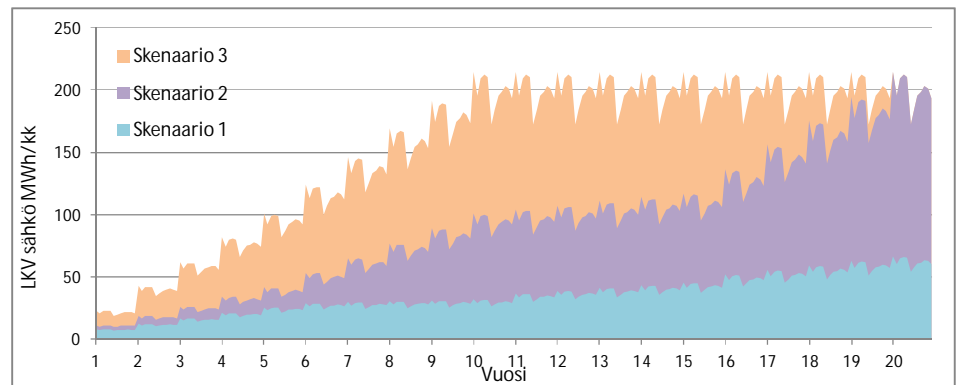


Kuva 25. Rakennusten jäähdytysenergiantarve eri skenaarioissa.

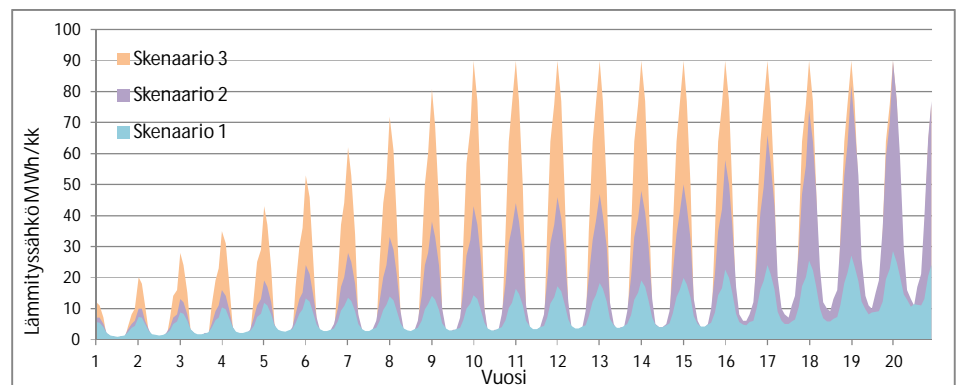


Kuva 26. Sähköverkosta rakennuksiin ostettava sähköenergiämäärä ja rakennuksista sähköverkkoon myytävä sähköenergia.

Kuvaajassa 26 olevat negatiiviset luvut kuvaavat sähköenergian myyntiä rakennuksista yleiseen sähköverkkoon silloin kun aurinkosähköllä tuotettavaa sähköenergiaa ei pystytä käyttämään kokonaan tontilla ja rakennuksessa, jossa aurinkosähköpaneelit sijaitsevat. Rakennusten puhdasta sähköenergian tarvetta eri käyttökohteisiin on kuvattu seuraavissa kolmessa kuvaajassa.



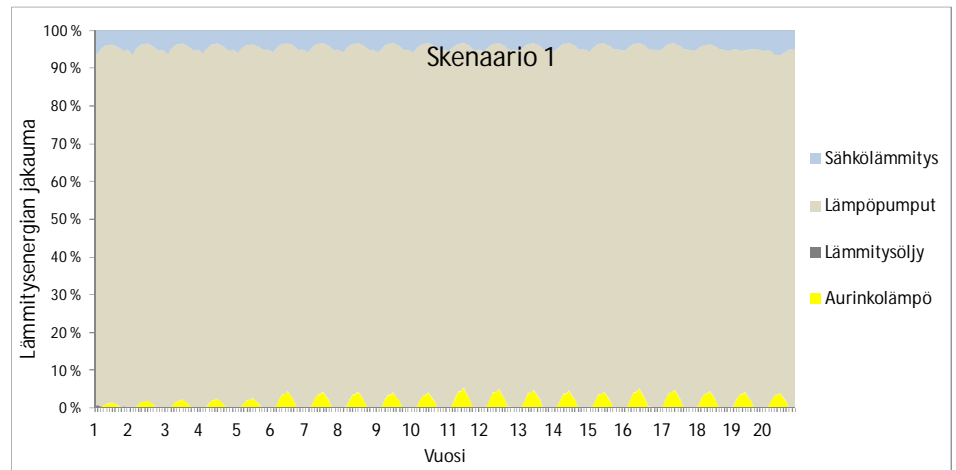
Kuva 27. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva suora sähköenergia sekä välillisesti lämpöpumppujen kautta kuluva sähköenergia. Suoraa sähköenergiankulutusta on lähinnä silloin kun lämpöpumpun teho ei riitä joko kylmimmillä ulkoilman lämpötiloilla tai lämpimän käyttöveden kulutus on hyvin suurta.



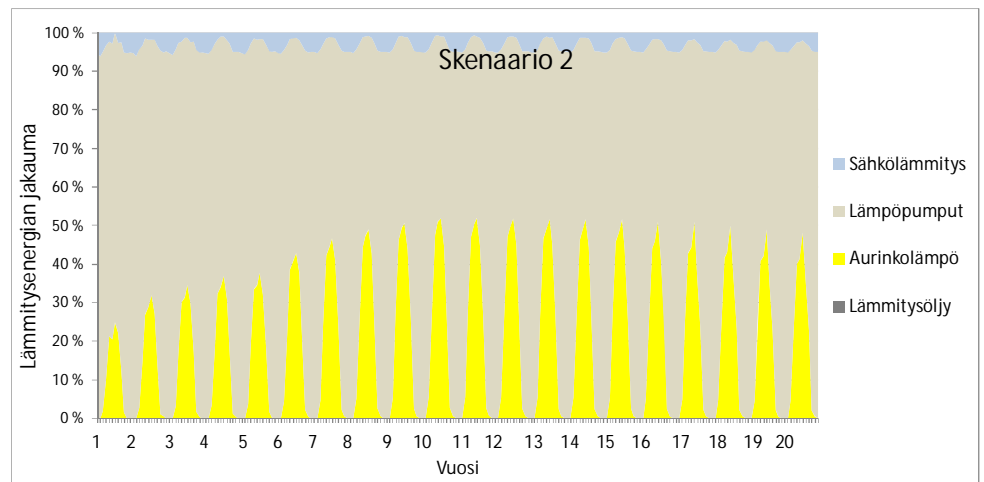
Kuva 28. Lämmitykseen suoraan ja välillisesti lämpöpumppujen kautta käytettävän sähköenergian määrä. Sähköenergia sisältää lämpöpumppujen käyttämän sähköenergian sekä suoraan lämmittämiseen käytettävän sähköenergian.

Energiankäyttö energialajeittain

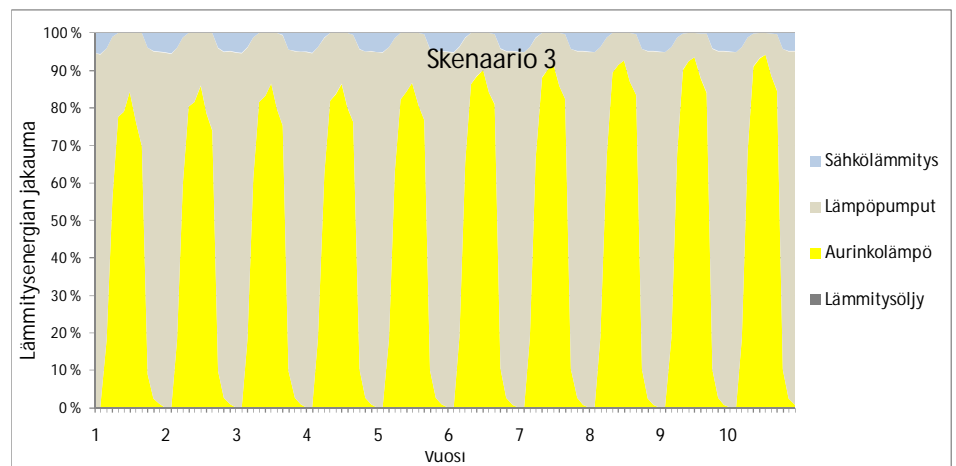
Tässä luvussa esitetään, miten Karhusaaren pohjoisosan lämmitysenergiankäyttö jakautuu eri energiamuotoihin alueen rakentuessa. Esitystapana on suhteellisiin prosentiosuuksiin perustuvat energialajien käyttösuudet. Energialajeja ovat suora sähkölämmitys, lämpöpumput, lämmitysöljy ja aurinkolämpö.



Kuva 29. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 1. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergia.



Kuva 30. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 2. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergia.



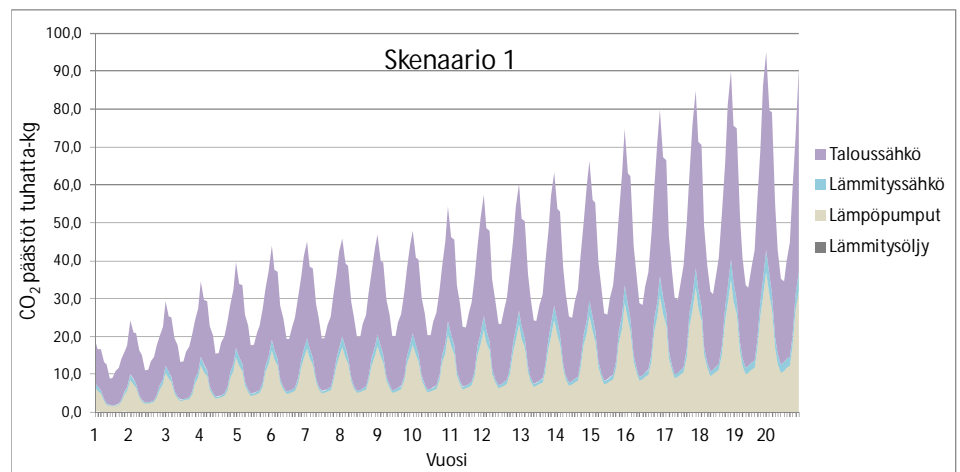
Kuva 31. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 3. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergia.

Energiankäytön hiilidioksidipäästöt

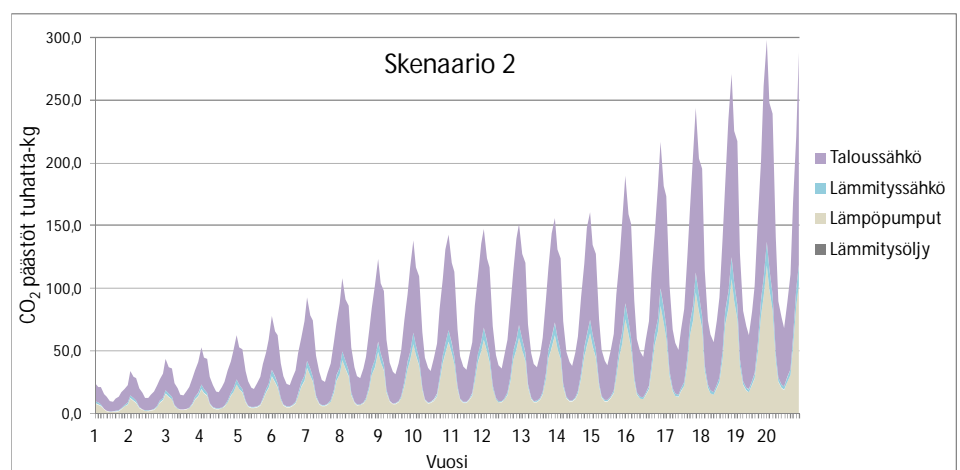
Tässä luvussa esitetään Karhusaaren pohjoispuolen energiankäytön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt tutkituissa kolmessa skenaariossa. Hiilidioksidipäästöjä aiheutuu sen energiamäärän tuottamisesta, joka joudutaan ostamaan rakennusten käyttöön yleisestä sähköverkosta. Karhusaarella ei siis ole eri skenaarioissa muita yleisiä energiaverkkoja kuin sähköverkko. Hiilidioksidipäästöt laskettiin kahdella eri laskentatavalla, joista toisessa energiantuotannon hiilidioksidipäästö on sama koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. Toisessa laskentatavassa energiantuotannon hiilidioksidipäästöt vähenevät 5 vuoden välein kun energiantuottajat hankkivat uusia vähemmän päästöjä tuottavia sähköenergiantuotantolaitteita.

Sama päästö koko tarkastelujakson ajan

Tässä tarkasteluvaihtoehdossa sähköenergiantuotannon ja rakennusten energiankäytön hiilidioksidipäästö pysyy samana koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. Sähköntuotannon hiilidioksidipäästönä on käytetty Helsingin Energian vuoden 2012 sähköenergianhankinnan julkaistua päästölukua 209 g hiilidioksidia / kWh sähköä. Myöhemmin esitetään toisena vaihtoehtona tarkastelu, jossa energiantuotannon hiilidioksidipäästö vähenee 5 vuoden välein tehtävien energiantuotantolaitteiden muutosinvestointien seurauksena. Karhusaaren olemassa olevissa rakennuksissa lämmitykseen käytettävän polttoöljyn hiilidioksidipäästö on 269 g/kWh (lähde: Motiva).



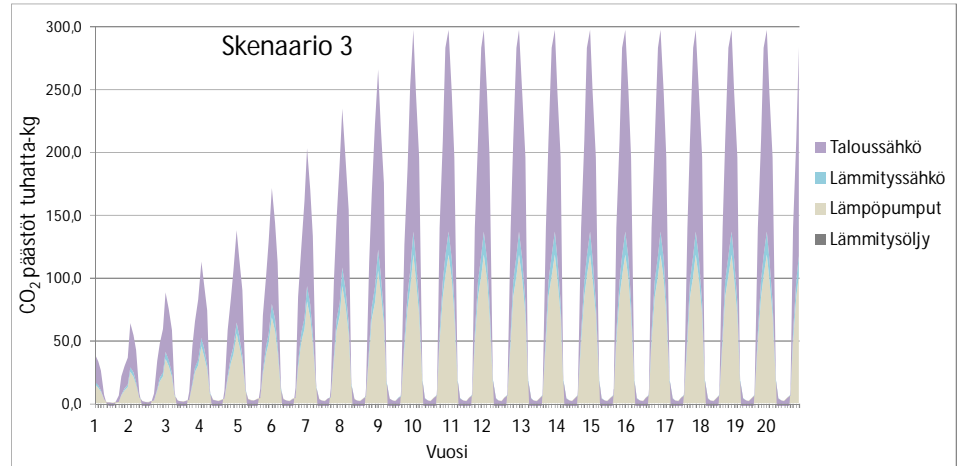
Kuva 32. *Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.*



Kuva 33. *Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.*

Skenaariossa 1 karhusaari rakentuu vain osittain valmiiksi ja siten ostettavan energian hiilidioksidipäästötkin ovat pienemmät kuin skenaarioissa 2 ja 3, joissa koko karhusaari rakentuu täyteen.

Skenaario 3 on hyvin samanlainen talvella kuin skenaario 2, eivätkä päästöt käytännössä eroa toisistaan talven aikana. Skenaariossa 3 tuotetaan kuitenkin kesällä puhdasta päästötöntä aurinkoenergiaa rakennuksissa ja sen takia rakennuksiin ei tarvitse ostaa juuri ollenkaan päästöjä tuottavaa energiaa. Skenaariossa 2 tuotetaan vielä noin 75 tonnia hiilidioksidia kuukaudessa kesällä, mutta skenaariossa 3 enää reilusti alle 5 tonnia kuukaudessa. Tämä mahdollistuu runsaan aurinkosähkön ja aurinkolämmön oman tuotannon ansiosta, joka on suurimmillaan erityisesti kesällä. Oman lisänsä tähän tuo paljon aurinkoenergiaa itse tuottavien nollaenergiatalojen suuri määrä skenaariossa 3 skenaarioon 2 verrattuna.



Kuva 34. *Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.*

Viiden vuoden välein aleneva päästö

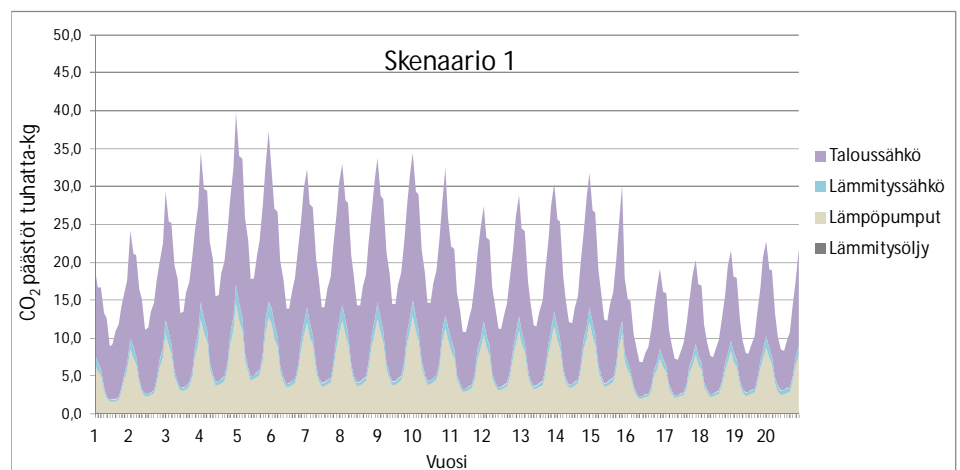
Tässä tarkastelussa hiilidioksidipäästö energiantuotannossa vähenee 5 vuoden välein erilaisten investointien seurauksena. Hiilidioksidipäästöt ovat sähkön tuotannossa:

vuosi 1–5: 209 g/kWh sähköä

vuosi 6–10: 150 g/kWh sähköä

vuosi 11–15: 100 g/kWh sähköä

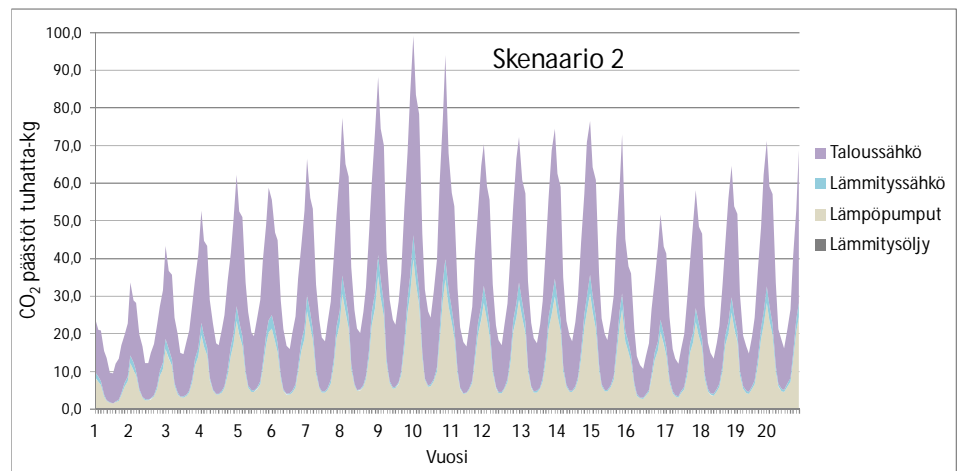
vuosi 16–20: 50 g/kWh sähköä.



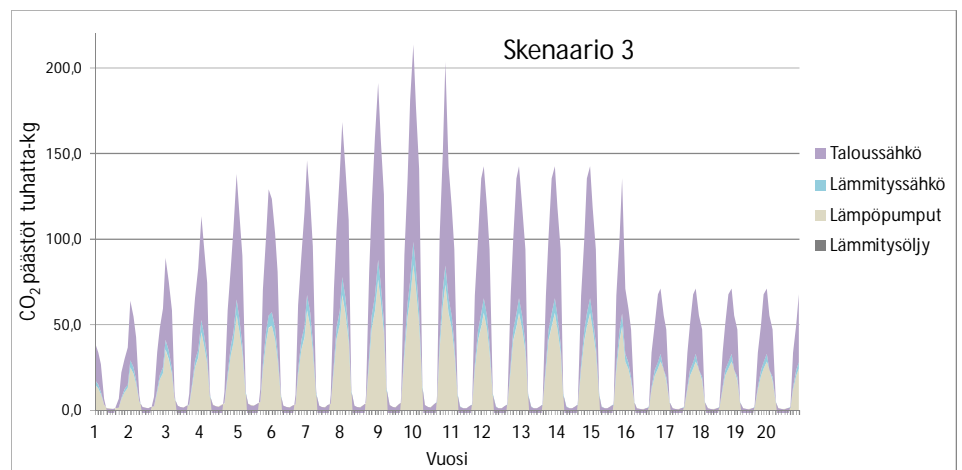
Kuva 35. *Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.*

Jaksoittain viiden vuoden välein aleneva energiantuotannon hiilidioksidipäästö vähentää hiilidioksidipäästöjä rakennuksissa samalla tavalla kaikissa Karhusaaren pohjoispuolen kehitysskenaarioissa, koska energiankulutus rakennuksissa pysyy samanlaisena riippumatta energiantuotannon päästöistä. itse päästöt eivät kuitenkaan ole samansuuruiset verrattaessa samana 20 vuotta pysy-

vää päästöä ja tässä luvussa esiteltyä 5 vuoden välein vähenevää päästöä. Kaikki hiilidioksidipäästöjen suhteet eri lämmitysenergiälähteiden välillä toisiinsa ovat kuitenkin samanlaisena pysyvän rakennusten energiankulutuksen johdosta samanlaisia yhden vuoden aikana riippumatta siitä onko hiilidioksidipäästö sama 20 vuoden ajan vai vaihtuuko se 5 vuoden välein.



Kuva 36. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.



Kuva 37. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.

Hiilidioksidipäästöissä on päästökuvajissa ensimmäisen kerran vuoden 5 ja 6 välillä osittain epäloogiselta näyttävä huippu, jonka kohdalla vuoden 5 puolella hiilidioksidipäästö on suuri ja se pienenee vuoden vaihtuessa pienemmäksi. Päästökertoimen vaihtuessa aina vuodenvaihteessa jää kyseisten vuosien välinen talven suurin päästöhuippu aina kahden eri päästökertoimen sisältävän kokonaisen vuoden päästöhuippujen väliin. Kuvassa 21 ensimmäinen esimerkki tästä on vuosilukujen 5-7 kohdalla, jossa vuosiluvun 6 kohdalla on tammikuussa ja joulukuussa eri päästökertoimet.

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET



Karhusaari rakentuu kaikissa tutkituissa tulevaisuutta kuvaavissa skenaarioissa tasaisesti, mutta hieman erilaisessa rakentamisen ympäristössä. Skenaariossa 1 taloustilanne on heikko ja siksi vain osa alueelle mahtuvista rakennuksista rakentuu tutkittavan 20 vuoden aikana. Skenaarioissa 2 ja 3 taloudellinen tilanne paranee ja ympäristöasiat nousevat entistä kiinnostavammaksi skenaariosta 2 skenaarioon 3 mentäessä.

Talojen lisääntyvä määrä kasvattaa energiankulutusta Karhusaaressa, koska rakennuksia ja pinta-alaa on enemmän kuin harvaan rakennetuilla alueilla itäisessä Helsingissä. Täydennysrakentaminen pienentää alueen rakennusten pinta-alaan suhteutettua energiankulutusta (kWh/k-m²), koska uudet rakennukset tarvitsevat vähemmän energiaa kuin vanhat rakennukset.

Rakennusten energiantarve eri skenaarioissa vaihtelee sen mukaan miten paljon rakennuksia koko Karhusaareen on rakennettu. Talvella taloihin ostettava energiamäärä voi olla jopa nelinkertainen kesään verrattuna, koska talvella tarvitaan paljon lämmitysenergiaa ja valoa kylmän ulkoilman ja lyhyen päivän valoisan ajan johdosta. Täyteen rakennetun Karhusaaren energiantarve on suurimmillaan talvella noin 1400 MWh/kk sähköä ja 3500 MWh/kk lämpöä. Kesällä jäähdytysenergian tarve on enimmillään noin 800 MWh/kk.

Karhusaareen ostetaan sähköä lämmittämistä ja jäähdyttämistä varten. Osa sähköstä ja lämmöstä tuotetaan itse rakennuksissa aurinkoenergialla, joka vähentää ostettavan sähköenergian määrää. Kesän ja talven välillä on suuri energiankulutusero, jota aurinkoenergian käyttö kesällä lisää entisestään niin että energiaa tarvitsee ostaa pääasiassa talvella. Uusia rakennuksia lämmitetään pääasiassa lämpöpumpuilla, jotka ottavat suurimman osan lämmöstä maasta, merestä ja ilmasta. Talvella sähköenergiaa ostetaan enimmillään noin 3000 MWh/kk ja kesällä 700 MWh/kk kokonaan rakennetussa Karhusaaressa. Skenaariossa 3 ostetaan sähköä kaikkein vähiten, koska aurinkoenergiaa hyödynnetään eniten. Skenaario yhden taloissa tuotetaan aurinkoenergiaa kaikkein vähiten, joten myös sähköä ostetaan eniten eri skenaarioista.

Karhusaaren rakennuttua kokonaan valmiiksi on koko alueen rakennusten lämmitystehontarve skenaarioissa 2 ja 3 noin 8 MW. Skenaariossa 1 lämmitystehontarve on vähäisen rakennusten lukumäärän johdosta noin 3,5 MW. Lämmitystehontarve kasvaa ensimmäisten vuosien jälkeen melko tasaisesti kun rakennusten yhteinen lämmitystehontarve lisääntyy vain uusien rakennusten tehontarpeen verran vuosittain.

Lämmityksessä käytetään Karhusaaren rakentumisen alussa paljon sähköä ja fossiilisia polttoaineita. Saaren rakentuessa sähkön suhteellinen osuus lämmitysenergiälähteenä vähenee ja aurinkoenergian osuus kasvaa. Sähkö muuttuu kuitenkin merkittävimmäksi energialähteeksi, koska suurin osa lämmityslaitteista tarvitsee sähköä toimiakseen. Merkittävin lämmitysenergiatuotantotapa saaressa on sähköllä toimiva lämpöpumppu, joka tosin ottaa lämpöenergian pääasiassa maasta, merestä ja ilmasta.

Hiilidioksidipäästöjen väheneminen jaksoittain ajan myötä vähentää Karhusaaren hiilidioksidipäästöjä enemmän kuin rakentaminen ehtii niitä lisätä. Tulevaisuudessa kokonaisen alueen energiankäytön hiilidioksidipäästöt voivat jäädä hyvin pieniksi kun energiantuotannon päästöt vähenevät yhtä aikaa vähenevän rakennusten energiantarpeen kanssa. Päästöjä vähentää myös lisääntyvä päästöttömän aurinkoenergian käyttö rakennuksissa, mutta pääasiassa vain kevästä syksyyn. Skenaariossa 3 tuotetaan eniten aurinkoenergiaa taloissa, joten myös hiilidioksidipäästöt jäävät pienimmiksi. Pienimmät päästöt johtuvat siitä, että oman energiantuotannon takia päästöjä tuottavaa sähköä tarvitsee ostaa vähemmän kuin muissa skenaarioissa.

Karhusaaresta on tarkoitus tehdä energiatehokas ja vähäpäästöinen alue kaupungin energiatehokkuusperiaatteiden mukaisesti. Energiatehokkuuteen voidaan pyrkiä kaavoituksessa suosimalla tiivistä rakentamista, jossa mahdollistetaan sekä kannustetaan uusiutuvan energian tuottamiseen aurinkosta ja maasta. Aurinkoenergian suosiminen tarkoittaa lupakäytäntöjen lisäksi rakentamisalueiden ja kattomuotojen määrittelyä kaavoitustyössä niin, että aurinkoenergian keräyslaitteita voidaan sijoittaa helposti kohti etelää. Aurinkoenergian kannalta tärkeää on ainakin kerrostalojen lä-

histöllä on myös talojen korkeuden nousu kohti pohjoista, jotta etelässä olevat talot eivät varjosta auringolta pohjoisempina olevia taloja.

Energiantuotannon päästöjä voidaan koko Karhusaarella vähentää ainakin suosimalla tiiveimmin rakennettujen osien liittymistä paikalliseen aluelämpöverkoston, jonka Helsingin Energia mahdollisesti voi rakentaa Karhusaareen. Käytännössä ainoa tehokas tapa liittää tiheimmin rakennettavat alueet kaukolämpöön on tehdä kyseisille alueille oma asemakaava, johon määräys kaukolämpöön liittymisestä liitetään tai vaihtoehtoisesti rakennusliikkeiden kanssa neuvottelu voi tuottaa myös halutun tuloksen.

Mualla kuin tiheimmin rakennetuilla Karhusaaren osilla on mahdollisesti kannattavaa suosia maalämpöpumppujen käyttöä lämmönlähteenä, sillä ne ovat lämpöpumppuvaihtoehdoista kaikkein parhaita ja parhaimmalla hyötysuhteella toimivia. Lämpöpumput käyttävät sähköä ja niinpä niiden aiheuttamien päästöjen määrä riippuu täysin sähköenergian hiilidioksidipäästöistä. Kaikkein pienimpiin päästöihin Karhusaaren rakennusten energiankäytössä päästäisiin, jos Helsingin Energia toteuttaisi alueelle puuta käyttävän pienen mittakaavan yhdistetyn lämmön- ja sähköntuotantolaitoksen. Tällöin laitoksesta saataisiin lähes kokonaan ilman ilmastopäästöjä energiaa sekä alueelliseen lämpöverkoston, että lämpöpumppuihin alueen harvemmin rakennetuille osille.

Paras lopputulos Karhusaaren vähäpäästöisyydelle saadaan, jos Helsingin kaupungin kaavoitustyö ja Helsingin Energian energiasuunnittelu etenevät yhteistyössä alueen tulevaisuuden suunnittelussa.

Kuvat

Kuva 1. Karhusaarta koilliskulman mäeltä länteen ja pohjoiseen päin(energiamallista).	4
Kuva 2. Alue-energiamallin skenaariotyöskentelyn vaiheita havainnollistava kuva.	6
Kuva 3. Karhusaaren keskus Östersundomin suunnasta (energiamallista).	10
Kuva 5. Rakennusten kerrosneliömetrimäärän suhde korttelien maapinta-alaan. Tunnusluku kuvaa Karhusaaren rakentumista eri skenaarioissa olemassa olevan rakennuskannan tasosta alkaen. .	11
Kuva 4. Karhusaarta länteen luoteiskulman mäeltä (simulaatiomallista).	11
Kuva 6. Kokonaisenergiantarve vuoden aikana korttelien maapinta-alaan suhteutettuna eri skenaarioissa. Kokonaisenergiantarve kuvaa rakennusten energiantarvetta lämmityksessä, sähkössä ja jäähdytyksessä.	12
Kuva 7. Kokonaisenergiantarve vuoden aikana alueen asukasmäärään suhteutettuna eri skenaarioissa. Kokonaisenergiantarve kuvaa rakennusten energiantarvetta lämmityksessä, sähkössä ja jäähdytyksessä.	12
Kuva 8. Rakennusten lämmitysenergiantarve eri skenaarioissa. Lämmitysenergiantarve sisältää myös lämpimän käyttöveden lämmitysenergian.	13
Kuva 9. Rakennusten jäähdytysenergiantarve eri skenaarioissa. Skenaariossa 1 ei ole jäähdytystä.	13
Kuva 10. Rakennusten käyttämän laitesähkön määrä. Laitesähkö sisältää rakennuksen käyttäjien ja tekniikan sähköenergiankulutuksen.	13
Kuva 11. Sähköverkosta rakennuksiin ostettava sähköenergiamäärä ja rakennuksista sähköverkkoon myytävä sähköenergia negatiivisina lukuina. Luvuissa on mukana myös lämmitykseen suoraan ja välillisesti kuluva sähköenergia.	14
Kuva 12. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva suora sähköenergia sekä välillisesti lämpöpumppujen kautta kuluva sähköenergia.	15
Kuva 13. Lämmitykseen suoraan ja välillisesti lämpöpumppujen kautta käytettävän sähköenergian määrä. Sähköenergia sisältää lämpöpumppujen käyttämän sähköenergian sekä suoraan lämmittämiseen käytettävän sähköenergian.	15
Kuva 14. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 1. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergian.	16
Kuva 15. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 2.	16
Kuva 16. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 3. Vuoden 10 jälkeen alue on valmis, eikä energiankulutuksen jakauma enää muutu vuoteen 20 mennessä.	17
Kuva 17. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.	18
Kuva 18. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.	18
Kuva 19. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöllä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä.	19

- Kuva 20. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 20
- Kuva 21. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 21
- Kuva 22. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 21
- Kuva 23. Karhusaari pohjoisen puolelta. 22
- Kuva 24. Rakennusten lämmitysenergiantarve eri skenaarioissa. Lämmitysenergiantarve sisältää myös lämpimän käyttöveden lämmitysenergian..... 23
- Kuva 25. Rakennusten jäähdytysenergiantarve eri skenaarioissa. 23
- Kuva 26. Sähköverkosta rakennuksiin ostettava sähköenergiämäärä ja rakennuksista sähköverkkoon myytävä sähköenergia. 24
- Kuva 27. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva suora sähköenergia sekä välillisesti lämpöpumppujen kautta kuluva sähköenergia. Suoraa sähköenergiankulutusta on lähinnä silloin kun lämpöpumpun teho ei riitä joko kylmimmillä ulkoilman lämpötiloilla tai lämpimän käyttöveden kulutus on hyvin suurta. 24
- Kuva 28. Lämmitykseen suoraan ja välillisesti lämpöpumppujen kautta käytettävän sähköenergian määrä. Sähköenergia sisältää lämpöpumppujen käyttämän sähköenergian sekä suoraan lämmittämiseen käytettävän sähköenergian..... 24
- Kuva 29. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 1. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergian. 25
- Kuva 30. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 2. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergian. 25
- Kuva 31. Rakennusten lämmitysenergian suhteellinen jakauma eri energialähteisiin saaren rakentuessa skenaariossa 3. Lämmitysenergia sisältää kaiken rakennuksissa tarvittavan lämpöenergian mukaan lukien lämpimän käyttöveden lämmitysenergian. 25
- Kuva 32. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 26
- Kuva 33. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 26
- Kuva 34. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 tasaisesti samana pysyvällä energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 27
- Kuva 35. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 1 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 27
- Kuva 36. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 2 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 28
- Kuva 37. Energiankäytön hiilidioksidipäästöt skenaariossa 3 viiden vuoden välein muuttuvilla energiantuotannon hiilidioksidipäästöillä. Kuvassa eri päästölähteet on pinottu päällekkäin ja lämmitysöljy on siis alimmaisena kuvassa, muut osat kuvasta alkavat aina seuraan päältä..... 28
- Kuva 38. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa 5 vuoden välein koosteena. Seuraavissa kuvaajissa käyrät on esitetty havainnollisemmin niin, että yhdessä kuvaajassa on vain yksi vuosi ja kuvaajan luettavuus tarkempaa käyttöä varten on parempi. ... 46
- Kuva 39. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 5 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 47
- Kuva 40. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 10 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 47

- Kuva 41. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 15 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 48
- Kuva 42. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 20 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 48
- Kuva 43. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 49
- Kuva 44. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 50
- Kuva 45. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 50
- Kuva 46. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 51
- Kuva 47. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 15. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 51
- Kuva 48. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 15. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 52
- Kuva 49. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 20. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 52
- Kuva 50. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 20. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 53
- Kuva 51. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 53
- Kuva 52. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 54
- Kuva 53. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 54
- Kuva 54. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 55
- Kuva 55. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 15. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 55
- Kuva 56. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 15. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 56
- Kuva 57. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 20. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 56
- Kuva 58. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 20. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 56
- Kuva 59. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 3 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. 57
- Kuva 60. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 3 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 57
- Kuva 61. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 3 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. Karhusaarentien pohjoispuoli on valmistunut kokonaan valmiiksi vuoden 10 lopussa tässä kolmannessa skenaariossa. 58
- Kuva 62. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 3 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista. 58

Kuva 63. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa 5 vuoden välein koosteena. Seuraavissa kuvaajissa käyrät on esitetty havainnollisemmin niin, että yhdessä kuvaajassa on vain yksi vuosi ja kuvaajan luettavuus tarkempaa käyttöä varten on parempi. ... 60

Kuva 64. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 5 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 60

Kuva 65. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 10 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 61

Kuva 66. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 15 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 61

Kuva 67. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 20 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille. 62

Lähteet

Lonka, Heikki (2011) Energiatehokkaat alueet Suomessa. Kuntatekniikka 5/2011, ss. 24-28

Toura, Anssi. Kotitalouksien vedenkulutuksen mallintaminen, Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö 2009. 72 s.

KUVAT: Simulaatiomalli, Helsingin Energia

LIITTEET

Liite 1: Laskelmien toteutusperiaatteet

Karhusaaren alue-energiälaskentamalli perustuu pääasiassa seuraaviin tietoihin.

- Laskentamallin tiedot perustuvat karhusaaren kaavaluonnoksiin eli aluesuunnitelmiin, tuoreimpana käytössä olevana versiona 21.3.2014 versio.
- Laskelmien perustana on todellisten rakennusten energiasimulointeja. Vähän energiaa kuluttavaa lähes nollaenergiarakentamista varten osaa Karhusaaren rakennuksia kuvaavista energiasimulointimalleista on muokattu niin, että lähes nollaenergiatason energiankulutus on saavutettu joko ilman aurinkoenergian käyttöä tai aurinkoenergian avulla riippuen rakennuksen ominaisuuksista. Lähes nollaenergiatasoksi on valittu erilaisten ennusteiden perusteella noin 15 % alle nykyisen energiatodistuksen A-luokan alle sijoitettava energiankulutustaso ja rakennuksen primäärienergiankulutusta kuvaava E-luku. Primäärienergiankulutus tarkoittaa voimalaitoksessa tai esimerkiksi talon öljykattilassa käytettävän energialähteen sisältämää energiamäärää, josta vain osa saadaan muutettua taloon asti lämmöksi tai sähköksi. Primäärienergiälähteitä ovat esimerkiksi öljy, puu ja kivihiili.
- Karhusaaren energiamallissa on käytetty 5 eri tyyppirakennusta, jotka kuvaavat alueen kaikkia rakennuksia nimenomaan energiankulutuksen kautta. Aluesuunnittelun alkuvaiheessa rakennuksista ei ole vielä niin tarkkoja tietoja arkkitehtuurin eli rakennusten muodon ja teknisten laitteiden osalta, että rakennuksia voitaisiin valita alue-energiamallia aivan yksityiskohtaisella tasolla. Karhusaareissa valitut rakennustyypit alue-energiamalliin ovat:
 - olemassa oleva vanha asuintalo
 - julkinen rakennus, koulu, päiväkot
 - lähes nollaenergiatason rivitalo
 - lähes nollaenergiatason kerrostalo
 - lähes nollaenergiatason pientalo, erillinen tai osittain kytketty kaupunkipientalo.

Alue-energiamallin laskennan pääasialliset toteutusperiaatteet ja tärkeimmät lähtötiedot ovat:

- laskenta on toteutettu tuntitasolla eli tuloksia voidaan saada vuoden jokaiselle tunnille ja laskentamalli perustuu tarkasti energiasimuloitujen, alueelta löytyvien tyyppisten rakennuksien tuntitason simulointituloksiin
- rakennusten (ja lämpimän käyttöveden) lämmitykseen käytettävien lämpöpumppujen lämpökerroin on keskimäärin 3 eri järjestelmissä, joka on hieman keskimääräistä nykytasoa parempi tulevaisuuden lämmitysjärjestelmien nykyistä matalampien lämpötilojen ja siis nykyistä paremman tekniikan johdosta
- jäädytyksen kylmäkerroin on keskimäärin 2,5 kaikessa jäädytyksessä
- asuinrakennusten laitesähkön kulutuksen taso on 30 kWh/m², joka jakautuu rakennustyypikohtaisesti vuoden tunneille riippuen siitä, minkälainen rakennus on kyseessä ja miten siellä tyyppillisesti käytetään sähköenergiaa päivän ja vuoden aikana
- rakennuskohtaisissa aurinkolämpöjärjestelmissä on lämpövaraaja, jonka varauskyky on 100 kWh lämpöenergiaa
- asuinrakennusten lämpimän käyttöveden energiankulutus on rakentamismääräysten määrittämien rakennusten standardoidun käyttötavan kanssa samansuuruinen 35 kWh/m² lämpöenergiaa
- päiväkodissa, koulussa ja muissa julkisissa rakennuksissa on käytetty samaa lämpimän käyttöveden energiankulutusta 11 kWh/m², joka on myös samansuuruinen kuin raken-

tamismääräysten määrittelemä standardoidun rakennusten käyttötavan lämpimän käyttöveden energiankulutus

- aurinkoenergiaa ei saada ollenkaan tammi-helmikuussa ja vain puolet normaalista määrästä maalisi- ja joulukuussa aurinkokeräimien ja aurinkopaneelien oletetun lumipeitteen johdosta.

Liite 2: Tietolähteet

Alue-energiamallin koostamisessa on käytetty monia eri tietolähteitä, joiden avulla on saatu alue-energiamallista monipuolinen hyvin todellisuutta jäljittelevä laskentamalli. Tärkeimmät tietolähteet ovat:

- Granlundin energiasimuloinnit todellisista rakennetuista tyyppirakennuksista
- Helsingin Energian sähköverkkomittaukset eri rakennustyyppisiä sisältävien alueiden sähköenergiankulutuksen ajallisesta jakautumisesta yhden vuoden aikana
- Aalto-Yliopistossa tehty diplomityö (Anssi Toura, 2009) asuinrakennusten lämpimän käyttöveden kulutuksen päivänsisäisestä ja vuodenaikavaihtelusta
- Alue-energiamallin kehityshankkeen ohjausryhmän sekä Motivan aurinkosähköseuran tietojen perusteella saadut tiedot aurinkoenergialaitteiden tyyppillisistä tuotantorajoitteista lumipeitteisillä katoilla
- VTT:n ennusteita rakennusten tulevasta energiankäytöstä ja Granlundin simulointitietoja on yhdistetty asuinrakennusten tulevaisuuden sähköenergiankulutustason ennustamiseksi.

Tietolähteet Karhusaaren energimallissa:

- Karhusaaren kaavaluonnos ja siihen liittyvät tiedot Helsingin kaupungilta eri yhteyksissä.

Liite 3. Skenaariokuvaukset

Tässä skenaariokuvauksessa on selostettu Karhusaaren alueellisen energiamallin tekemisessä käytettävien lähtötietoskenaarioiden yksityiskohdat. Selostus on tehty konkreettisella tasolla niin, että tällä selostuksella pystytään tekemään alue-energiamalli yksityiskohtiaan myöten määritellyllä tavalla.

Tämä selostus eroaa aikaisemmista skenaariokuvauksista siten, että tässä on määritetty tarkkoja lukuarvoja alue-energiamallinnuksen lähtötiedoiksi. Tavallisissa skenaariokuvauksissa määritetään yleensä eri asioiden tilaa tulevaisuudessa hyvin yleisellä tasolla menemättä tarkkoihin lukuarvoihin.

Seuraavien sivujen skenaariokuvausteksteissä viitataan Karhusaaren 28.1.2014 kaavaluonnoksen eri alueisiin (esim. alue 2). Kaavaluonnos on esitetty sivulla 6 ja luonnoksessa eri alueet löytyvät täsmällisemmin otsikon ”Vaiheistuksen painopisteet” alta. Skenaariokuvausteksteissä viitataan myös kortteleihin tarkempien kuvausten yhteydessä. Korttelit on esitetty 17.2.2014 kaavaluonnoksessa sivulla 7.

Skenaario →	Hyytynyt talous sateisessa syksyssä Raha on loppu Suomesta, valtio ja EU ovat kriisissä. Rakentaminen on toisaalta halpaa kun työttömyys on kasvanut, toisaalta rahaa on vain harvoilla. Pankkikriisi on sulkenut lainahanat	Keskitie Asiat etenevät maailmassa samaa rataansa; talouskasvu on hidasta ja valtiot velkaantuvat. Suomessa keskiluokka porskuttaa ja lainaa on tarjolla maksukykyisille.	Raha virtaa ja aurinko paistaa Talous kasvaa Euroopassa ja luottamus Kreikkaan on palautunut. Valtio on saanut kestävyysvajeen poistettua. Raha virtaa markkinoilla ja uusi energiateknologia on lunastanut lupauksensa.
Muuttuja energiamallissa			
rakentumisjärjestys kortteleittain (aikajana taulukon jälkeen havainnollistaa rakentumisaikaa kerrosneliömetrejä tarkemmin)	Kaupungin luoteiset korttelit (alue 2 kaavaluonnoksessa) rakentuvat hitaasti muutamalla korttelilla (10 000 k-m ²) ja joitain (8000 k-m ²) pientaloja syntyy valmiin infrastruktuurin äärelle 5 vuoden aikana. Tontit menevät hitaasti kaupaksi. 20 vuoden kuluttua 1/3 saaresta on rakennut pääasiassa valmiin infrastruktuurin äärelle. Alueesta 2 on valmiina 2/3.	kaupungin nurkka ja kerrostalot rakentuvat ensin 10 vuoden kuluessa, samalla rakentuvat pientaloalueet etelässä ja idässä 15 vuoden kuluessa. 20 vuoden kuluttua saari on rakennettu täyteen. Lohkottujen tonttien rakentaminen ei kuitenkaan toteudu vielä tarkasteltavassa ajanjaksoissa.	Aluerakentaja rakentaa kaupungin nurkan (alue 2) ja saaren kerrostalot kerralla 5 vuoden kuluessa. 10 vuoden kuluessa kaikki muukin rakentuu koko saarella. Lohkottujen tonttien rakentaminen ei kuitenkaan toteudu vielä tarkasteltavassa ajanjaksoissa.
rakentumisajan jaksotus	ensimmäisen 5-vuoden aikana: 10 000 k-m ² kaupungin tonteista tasaisesti. Vuodesta nolla vuoteen 20: valmiin infrastruktuurin äärellä olevista tonteista 1/3 tasaisesti.	Kuten yllä on esitetty: tasaista kasvua. Kumpikin kokonaisuus lähtee rakentumaan vuodesta nolla ja valmista on vuoden 20 kohdalla koko saarella.	Kaupungin luoteisnurkka ja kerrostalot tasaisesti vuosi 0-5 ja kaikki muu tasaisesti vuosi 0-10.
rakennusten energiankulutustaso	Määräysten mukaan lähes nollaenergiataloja, nykyisen energiatehokkuusluokan A taloja.	Pääasiassa lähes nollaenergiataloja, mutta 10 % kaikista uusista taloista tuottaa melkein kaiken energiansa itse	50 % uusista taloista lähes nollaenergiataloja ja talot tuottavat melkein kaiken energiansa itse
Rakennusten lämpimän käyttöveden (LKV) energiankulutus	Rakentamismääräys D3 standardikäytön mukaan.	Rakentamismääräys D3 standardikäytön mukaan.	Rakentamismääräys D3 standardikäytön mukaan.
rakennusten jäähdytys	Kukaan ei ole rakentanut jäähdytystä.	25 % taloista on rakentanut jäähdytyksen.	80 % taloista on rakentanut jäähdytyksen.
rakennusten lämpöpumppujen käyttö	Osassa pientaloista ilma/vesi-lämpöpumput ja kerrostaloissa maalämpöpumppuja	Osassa pientaloista ilma/vesi-lämpöpumput ja kerrostaloissa maalämpöpumppuja	Osassa pientaloista ilma/vesi-lämpöpumput ja kerrostaloissa maalämpöpumppuja
rakennusten aurinkolämmön käyttö (LKV on lämmin käyttövesi)	Kerrostaloissa 10 % LKV:stä aurinkolämmöllä	Kerrostaloissa 20 % LKV:stä aurinkolämmöllä	Kerrostaloissa 20 % LKV:stä aurinkolämmöllä
alueellinen energiantuotanto-osuus	Alueella 2 pieni aluelämpöjärjestelmä poh-	Alueella 2 suuri aluelämpöjärjestelmä ja -	Alueella 2 suuri aluelämpö/jäähdytys ja toisessa

	joisen puolen sillan vieressä olevilla 1, 2 ja 8 kerrostalokortteleilla ja 2-4 sekä 6-7 pientalokortteleilla.	jäähdytys palvelleen koko aluetta 2.	päässä kerrostalokortteleissa 22, 44, 54 ja 57 pieni aluelämpö/kylmä.
Aurinkosähkön käyttö	Uusissa taloissa on katoilla 10 % sähköstä vuositasolla tuottavat aurinkopaneelit.	Uusissa taloissa on katoilla 15 % sähköstä vuositasolla tuottavat aurinkopaneelit.	Kerrostaloissa 15 % sähköstä aurinkosähköä. Muissa uusissa rakennuksissa on otettu myös tontit käyttöön ja 40 % sähköstä tuotetaan auringon avulla.

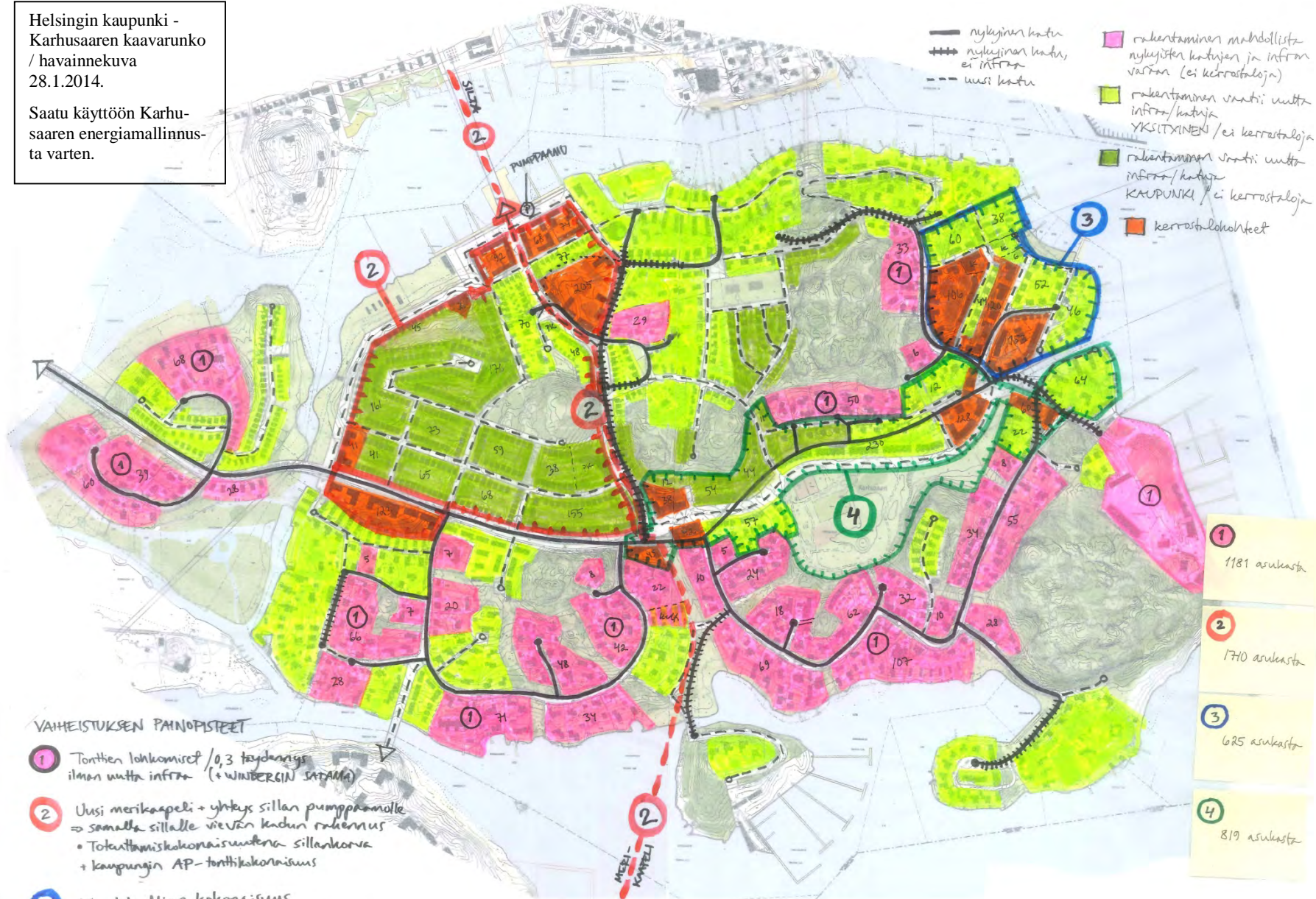
Taulukossa yllä: lyhenne LKV tarkoittaa lämmintä käyttövetä.

Alue-energiamallin aikajana skenaarioittain

Skenaario	Tapahtuma / alueen rakentumisen jaksotus			
	vuosi 5 loppuu	vuosi 10 loppuu	vuosi 15 loppuu	vuosi 20 loppuu
Hyytynyt talous	Alue 2: 10 000 k-m ² valmiina, pientaloja (AP+AR) 8000 k-m ² valmiina, kerrostaloja 4500 k-m ² valmiina.	Alue 2: 20 000 k-m ² valmiina, pientaloja 16 000 k-m ² valmiina, kerrostaloja 9000 k-m ² valmiina.	Alue 2: 30 000 k-m ² valmiina, pientaloja ja 24 000 k-m ² valmiina, kerrostaloja 13 500 k-m ² valmiina.	Alue 2: 40 000 k-m ² valmiina, pientaloja 32 000 k-m ² valmiina, kerrostaloja 18 000 k-m ² valmiina.
Keskitie	Alue 2: 30 500 k-m ² valmiina, kerrostaloja 27 000 k-m ² valmiina. Pientaloista (AP+AR) 67 000 k-m ² valmiina.	Alue 2 ja kerrostalot valmiina (61000 ja 53860 k-m ²). Pientaloista (AP+AR) 134 000 k-m ² valmiina.	Pientaloista (AP+AR) 201 000 k-m ² valmiina.	Pientaloista kaikki (AP+AR) 266 780 k-m ² valmiina. Kaikki muutkin rakennustyypit valmiina.
Raha virtaa	Alue 2 ja kerrostalot valmiina (61000 ja 53860 k-m ²). Pientaloista (AP+AR) 134 000 k-m ² valmiina.	Pientaloista kaikki (AP+AR) 266 780 k-m ² valmiina. Kaikki muutkin rakennustyypit valmiina.	-	Ensimmäiset peruskorjaukset lähestyvät...

Helsingin kaupunki -
Karhusaaren kaavarunko
/ havainnekuva
28.1.2014.

Saatu käyttöön Karhu-
saaren energiamallinnus-
ta varten.



Helsingin kaupunki -
 Karhusaaren kaavarunko
 / havainnekuva
 17.2.2014.

Saatu käyttöön Karhu-
 saaren energiamallinnus-
 ta varten.



Liite 4: Koko alueen energian ja tehontarpeet

Koko alueen energiatarpeet

Taulukko 4. Karhusaaren rakennusten energiantarve skenaariossa 1 (vuosi 20) koko saaren rakennuttua (skenaariossa 1 vain osittain). Tässä taulukossa rakennuksille on annettu myös jäähdytystarve, vaikka skenaariossa 1 ei jäähdytetä rakennuksia eli jäähdyttämiseen ei käytetä energiaa vaikka jäähdytystarve on olemassa skenaarion taustalla olevissa energiasimuloinneissa.

Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergian- tarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergian- tarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammikuu	1252	517	34	424	2227
Helmi	1050	424	29	387	1890
Maalis	808	484	31	414	1737
Huhti	407	362	61	420	1250
Touko	162	276	199	417	1055
Kesä	78	244	274	343	938
Heinä	51	231	336	366	983
Elo	73	257	267	387	984
Syys	158	294	118	392	962
Loka	403	360	46	404	1212
Marras	693	395	33	399	1520
Joulu	1015	545	34	384	1978
Yhteensä	6149	4389	1461	4738	16737

Taulukko 5. Karhusaaren rakennusten energiantarve skenaariossa 2 (vuosi 20) koko saaren rakennuttua.

Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergian- tarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergian- tarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammikuu	2474	1328	34	1111	4948
Helmi	2023	1085	30	1013	4150
Maalis	1527	1246	31	1085	3889
Huhti	604	912	152	1101	2769
Touko	165	668	590	1093	2517
Kesä	79	607	826	896	2408
Heinä	52	571	1031	956	2610
Elo	74	625	869	1013	2580
Syys	162	722	367	1028	2278
Loka	625	896	87	1057	2665
Marras	1448	996	33	1046	3523
Joulu	2047	1412	34	1004	4497
Yhteensä	11278	11068	4085	12404	38836

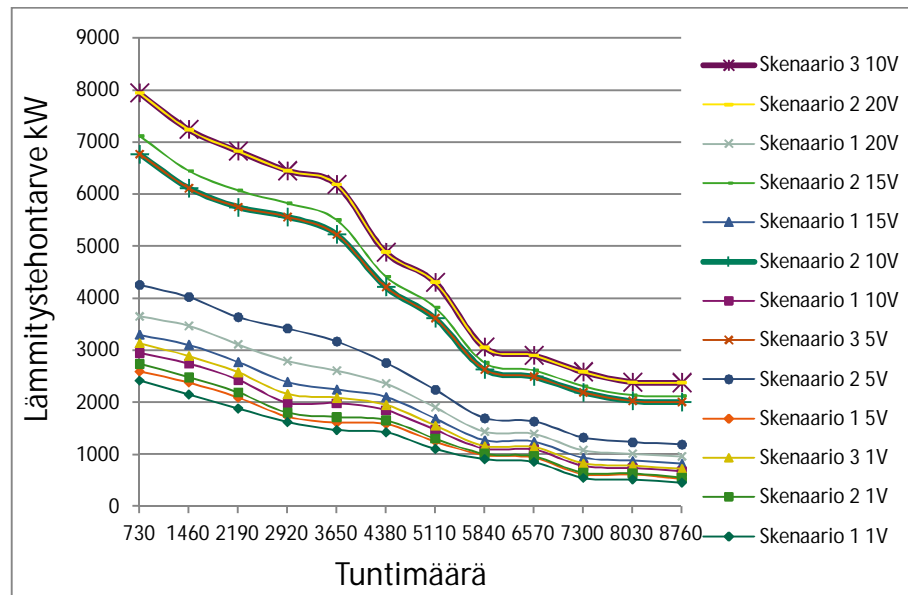
Taulukko 6. Karhusaaren rakennusten energiantarve skenaariossa 3 (vuosi 10) koko saaren rakennuttua.

Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergiatarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergiatarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammi	2474	1328	34	1111	4948
Helmi	2023	1085	30	1013	4150
Maalis	1527	1246	31	1085	3889
Huhti	604	912	152	1101	2769
Touko	165	668	590	1093	2517
Kesä	79	607	826	896	2408
Heinä	52	571	1031	956	2610
Elo	74	625	869	1013	2580
Syys	162	722	367	1028	2278
Loka	625	896	87	1057	2665
Marras	1448	996	33	1046	3523
Joulu	2047	1412	34	1004	4497
Yhteensä	11278	11068	4085	12404	38836

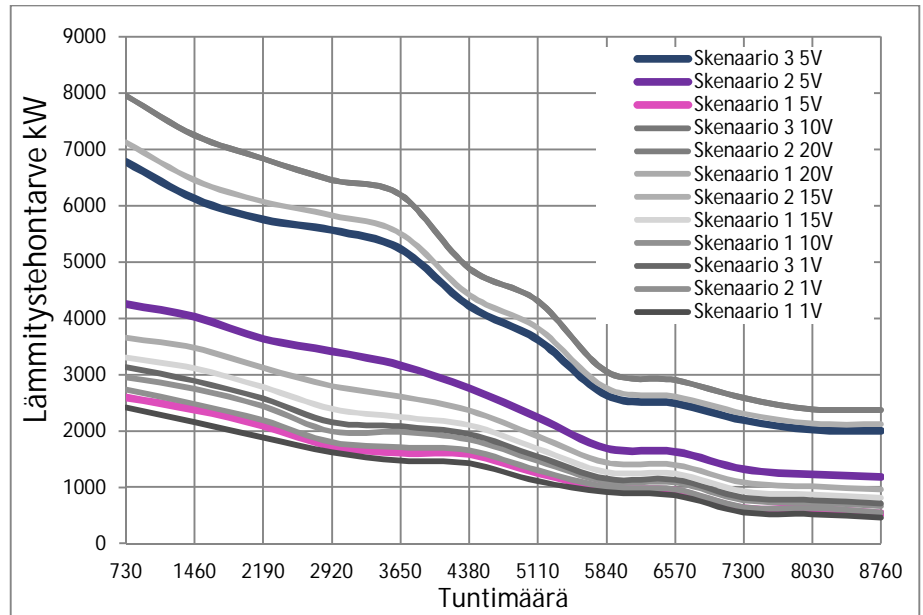
Koko alueen tehontarpeet

Tässä liitteessä esitetään lämmitystehontarpeen kehittyminen Karhusaaren rakennuksissa alueen rakentuessa ja ajan kuluessa. Lämmitystehontarve lisääntyy kun rakennuksia rakennetaan alueelle lisää. Esitystapana graafisissa esityksissä on pysyvyyskäyrä, jossa vuoden lämmitystehot on jaettu suuruusjärjestyksessä käyrälle ja käyrältä voidaan havainnoida, miten monta tuntia vuoden aikana tarvitaan tiettyä lämmitystehoa. Käyräesitys palvelee parhaiten keskitetyn energiantuotannon suunnittelua.

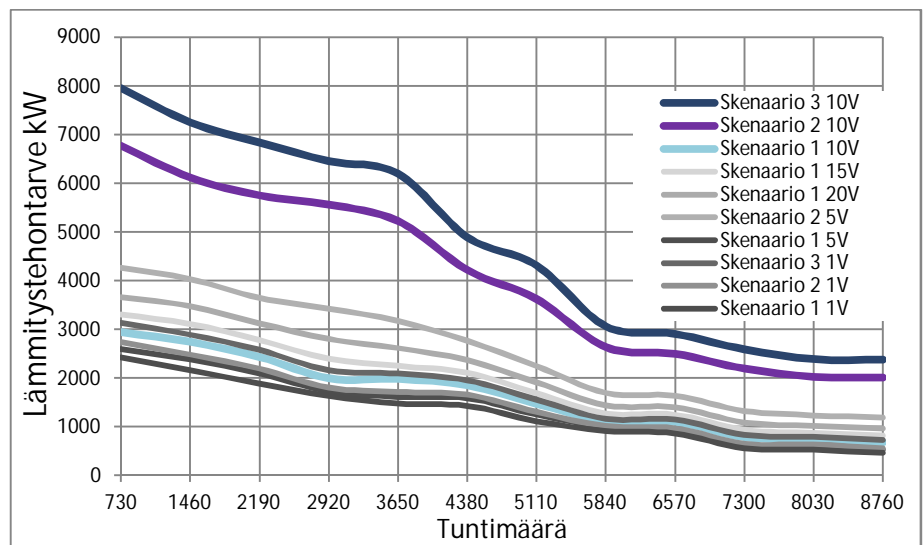
Karhusaaren rakennuttua kokonaan valmiiksi on koko alueen rakennusten lämmitystehontarve skenaarioissa 2 ja 3 noin 8 MW. Skenaariossa 1 lämmitystehontarve on vain vähäisen rakennusten lukumäärän johdosta noin 3,5 MW.



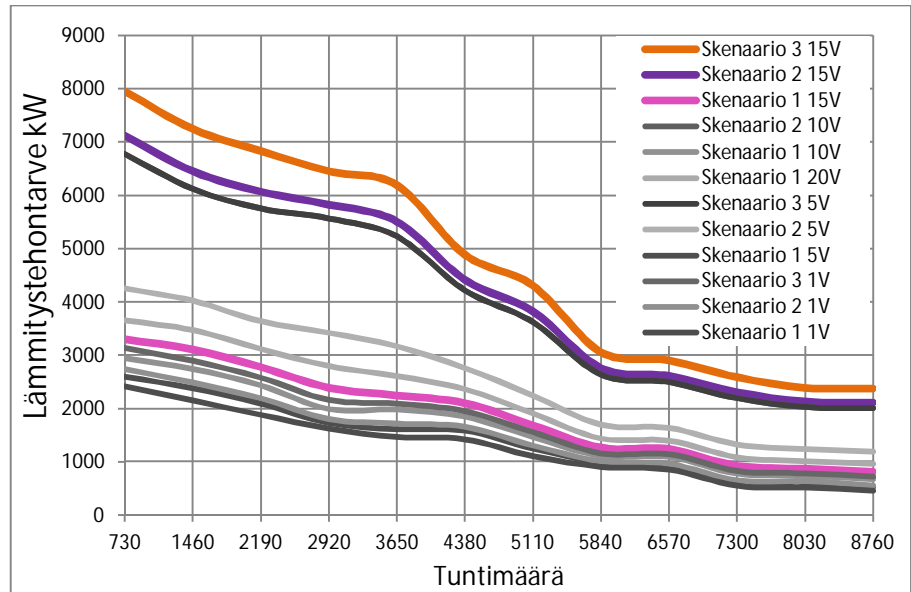
Kuva 38. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa 5 vuoden välein koosteena. Seuraavissa kuvaajissa käyrät on esitetty havainnollisemmin niin, että yhdessä kuvaajassa on vain yksi vuosi ja kuvaajan luettavuus tarkempaa käyttöä varten on parempi.



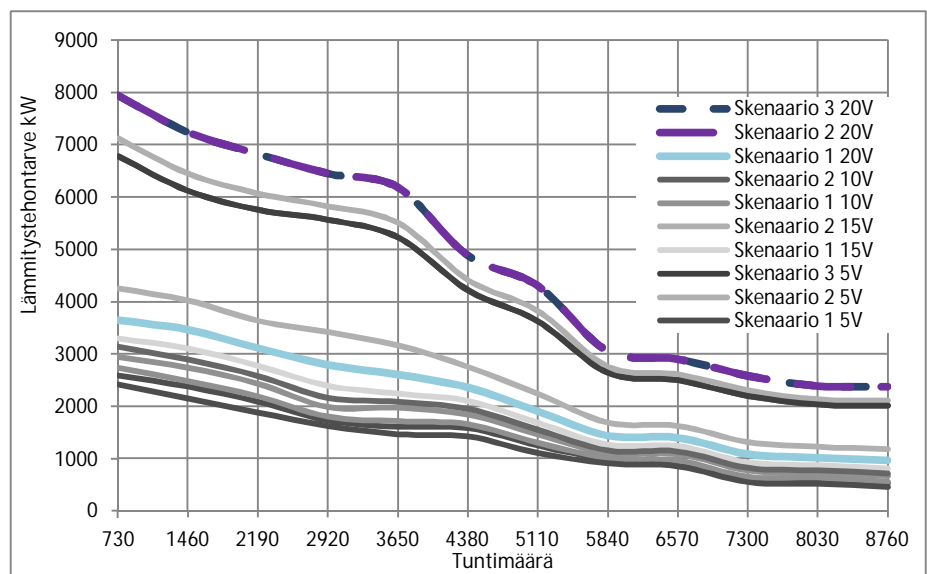
Kuva 39. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 5 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esittävän vuoden käyrät on korostettu esille.



Kuva 40. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 10 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esittävän vuoden käyrät on korostettu esille.



Kuva 41. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 15 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitetävän vuoden käyrät on korostettu esille.



Kuva 42. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 20 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitetävän vuoden käyrät on korostettu esille.

YHTEENVETO

Karhusaaren rakennuttua kokonaan valmiiksi on koko alueen rakennusten lämmitystehontarve skenaarioissa 2 ja 3 noin 8 MW. Skenaariossa 1 lämmitystehontarve on vähäisen rakennusten lukumäärän johdosta noin 3,5 MW. Lämmitystehontarve kasvaa ensimmäisten vuosien jälkeen melko tasaisesti kun rakennusten yhteinen lämmitystehontarve lisääntyy vain uusien rakennusten tehotarpeen verran vuosittain.

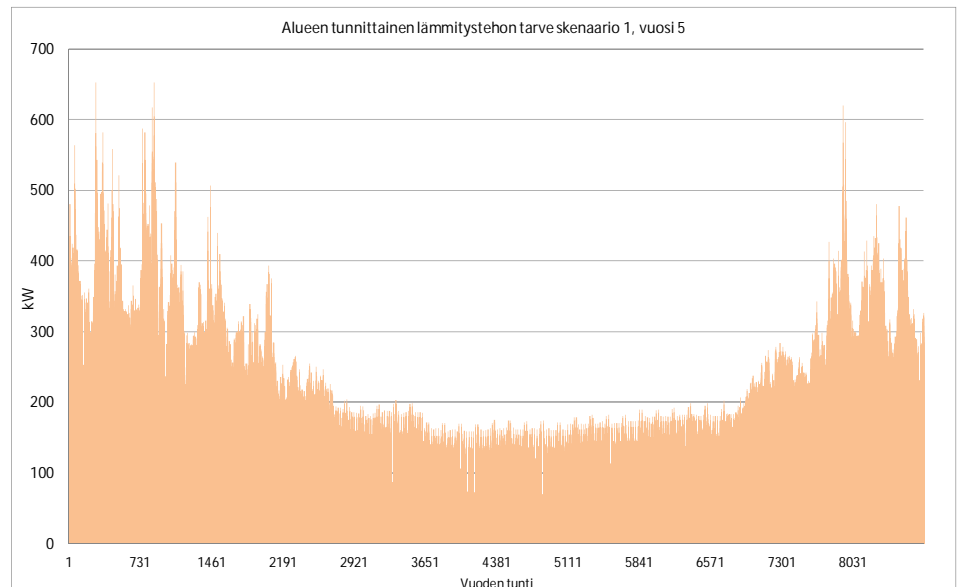
Liite 5: Saaren pohjoispuolen energian ja tehontarpeet

Lämmitystehontarpeet ja tehon pysyvyys saaren pohjoispuolella

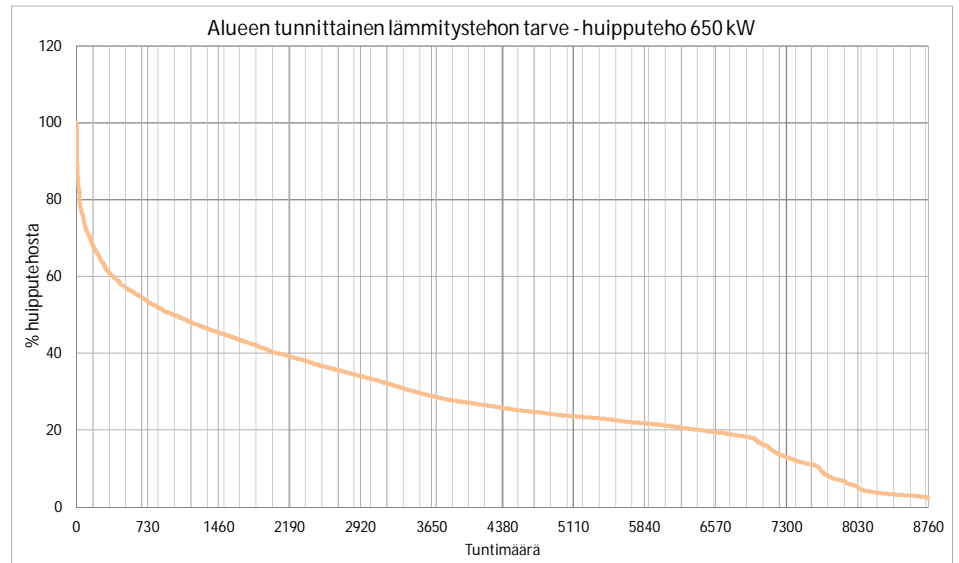
Tässä liitteessä on kuvattu saaren pohjoispuolen uusien rakennusten lämmitystehontarpeita ja niistä tehtyjä lämmitystehon pysyvyyskäyriä eri skenaarioissa. Saaren pohjoispuoli on tässä luvussa Karhusaarentien pohjoispuoli, jossa uudisrakentaminen on suhteellisen tiivistä ja vanhaa rakennuskantaa ei juurikaan ole.

Tässä liitteessä saaren pohjoispuolen rakentuminen on tasaista alusta loppuun. Rakentumisessa on kuitenkin eräs poikkeus, joka on koulun ja päiväkodin muodostama julkisten rakennusten kokonaisuus sekä muutamat rivitalot Karhusaarentien varrella. Koulun ja päiväkodin on oletettu rakentuvan ensimmäisten viiden vuoden aikana samalla tavalla kuin ne usein rakennetaan uusille asuinalueille alueen rakentumisen alkuvaiheessa. Rivitalojen on oletettu rakentuvan siksi nopeasti, että ne valmistuvat hyvälle valmiiden yhteyksien varrella oleville rakentamiskohteille ja ovat siten kaupallisten rakentajien helpoimpia aloituskohteita. Koulun ja päiväkodin kokonaisuus muodostaa noin 5 % saaren pohjoispuolen rakennuspinta-alasta kun koko alue on rakentunut valmiiksi. Rivitalot muodostavat myös noin 5 % kokonaisuuden.

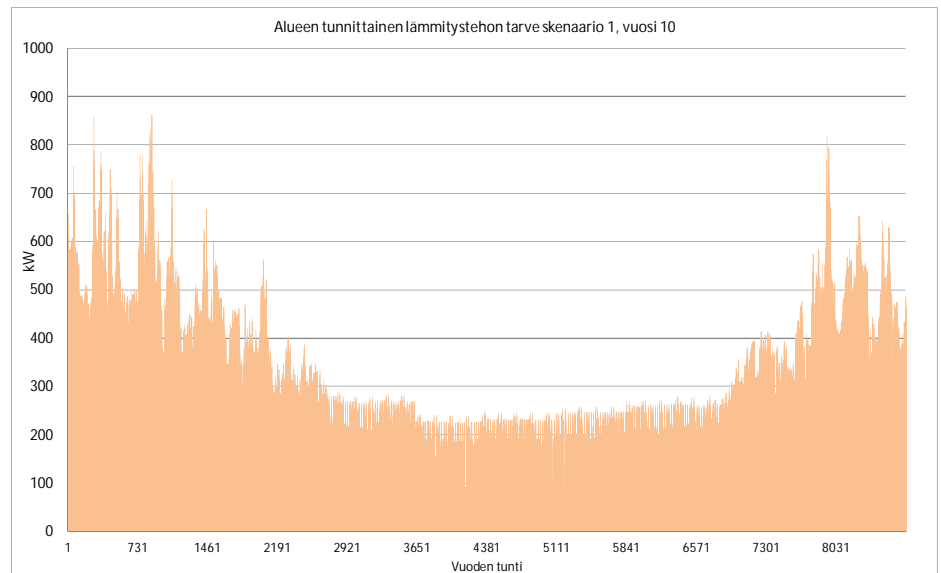
Skenaario 1



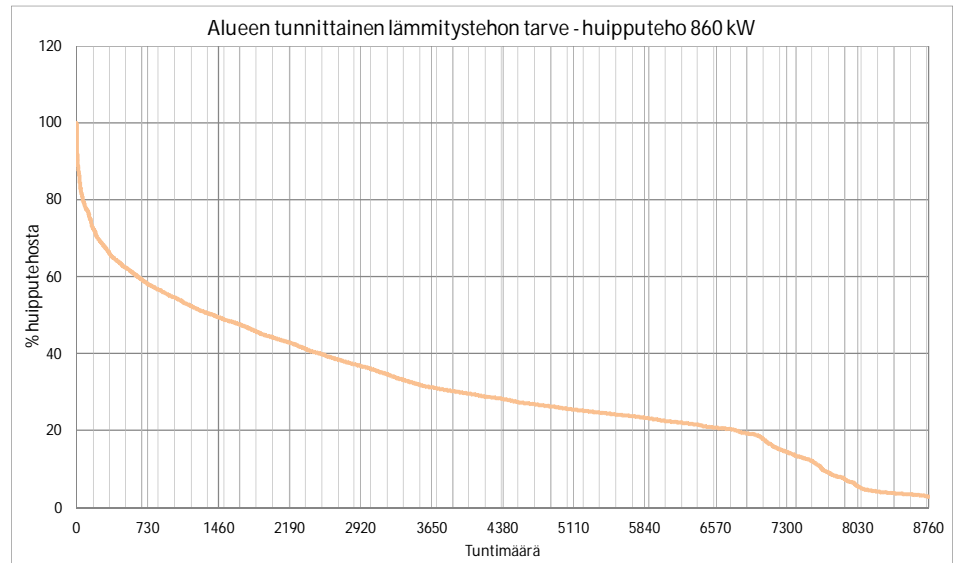
Kuva 43. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



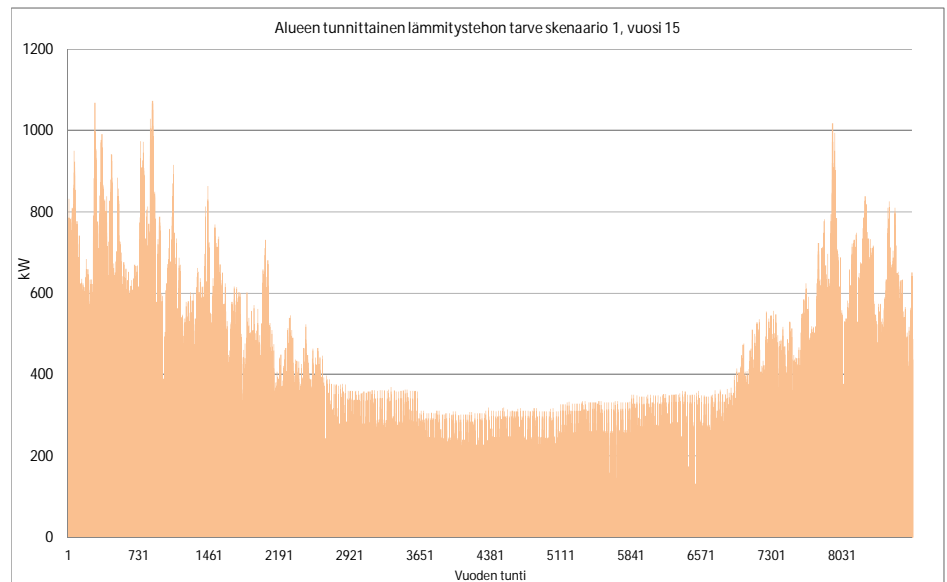
Kuva 44. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.



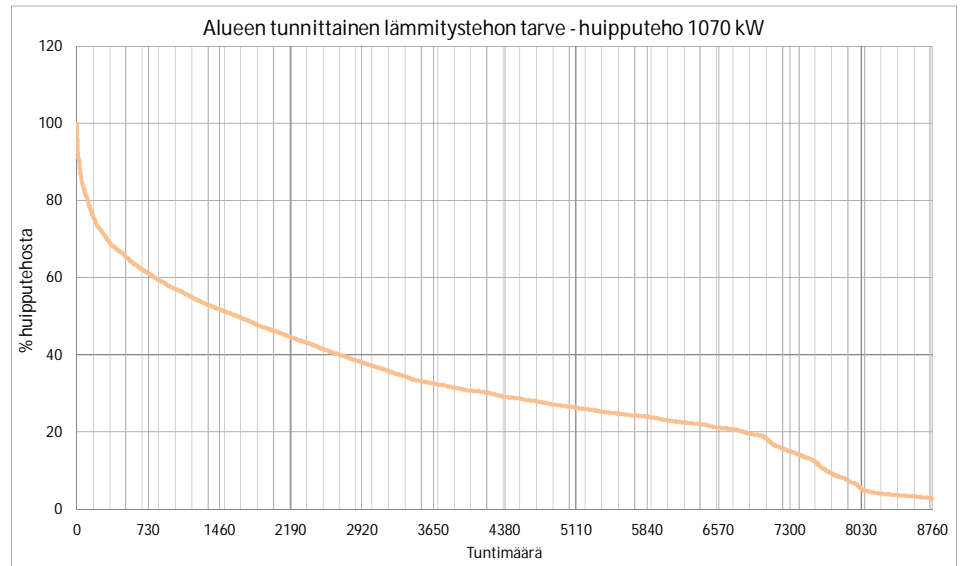
Kuva 45. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



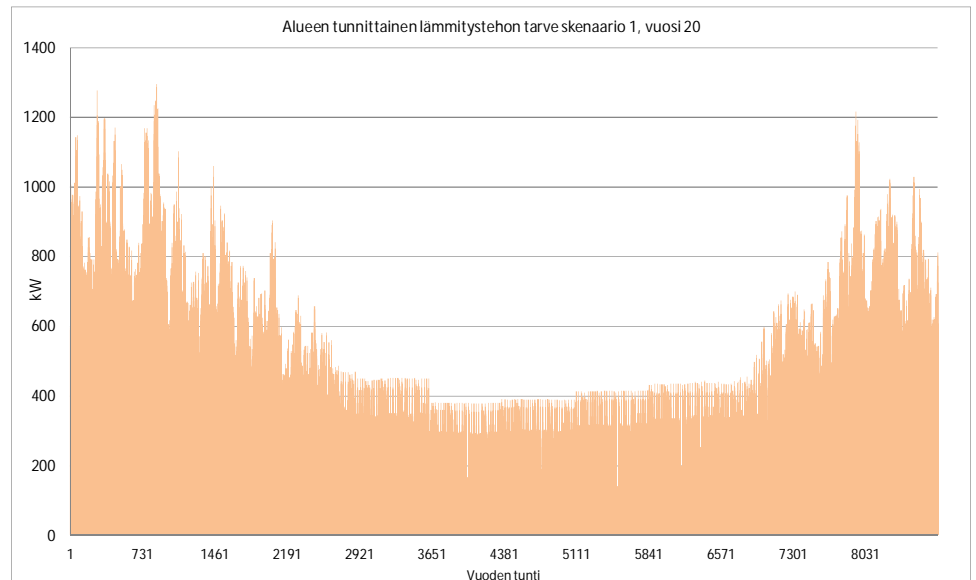
Kuva 46. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.



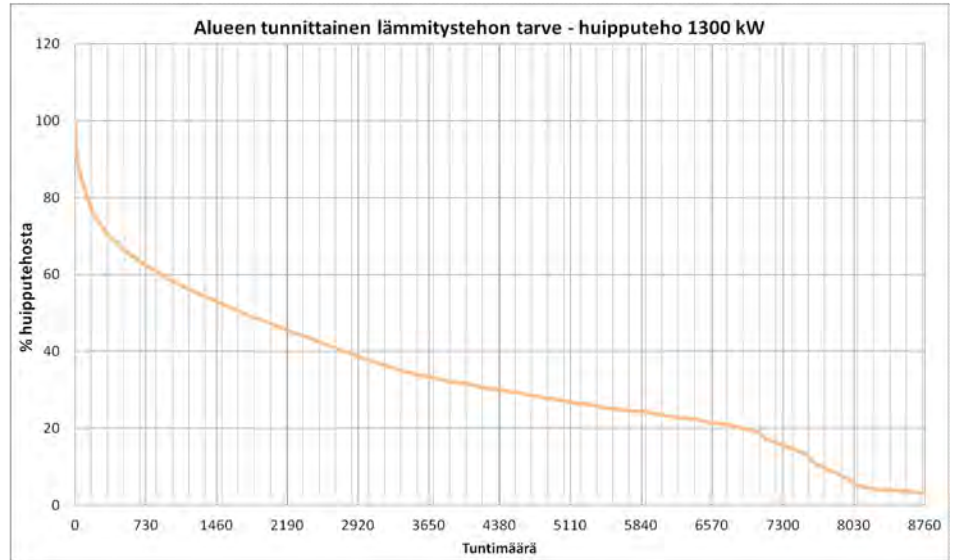
Kuva 47. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 15. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



Kuva 48. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 15. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.

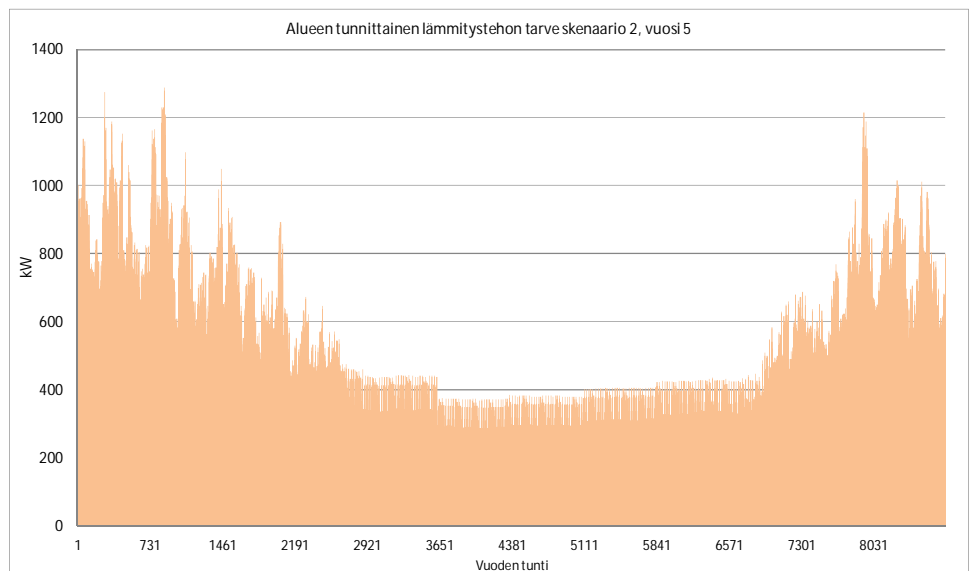


Kuva 49. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 1 vuonna 20. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.

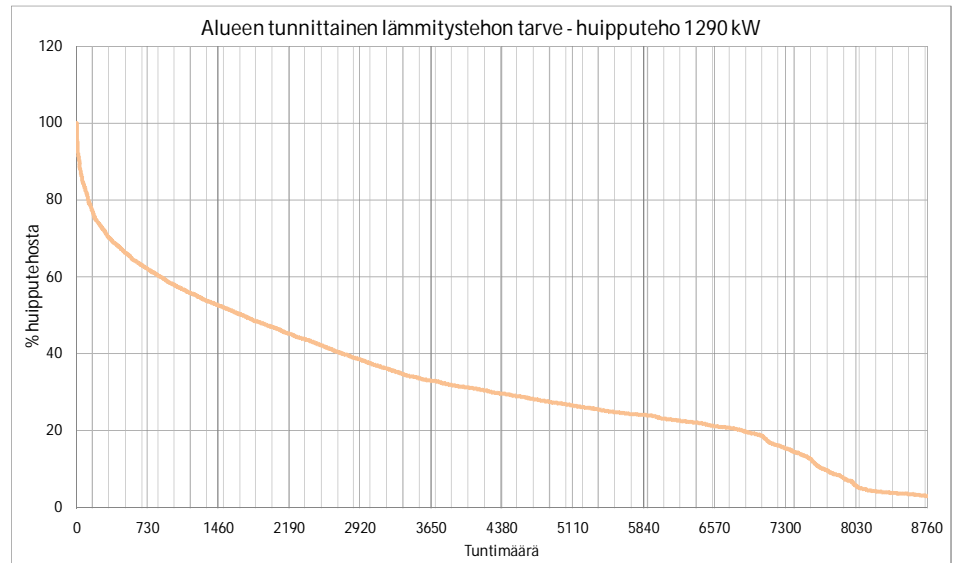


Kuva 50. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 1 vuonna 20. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.

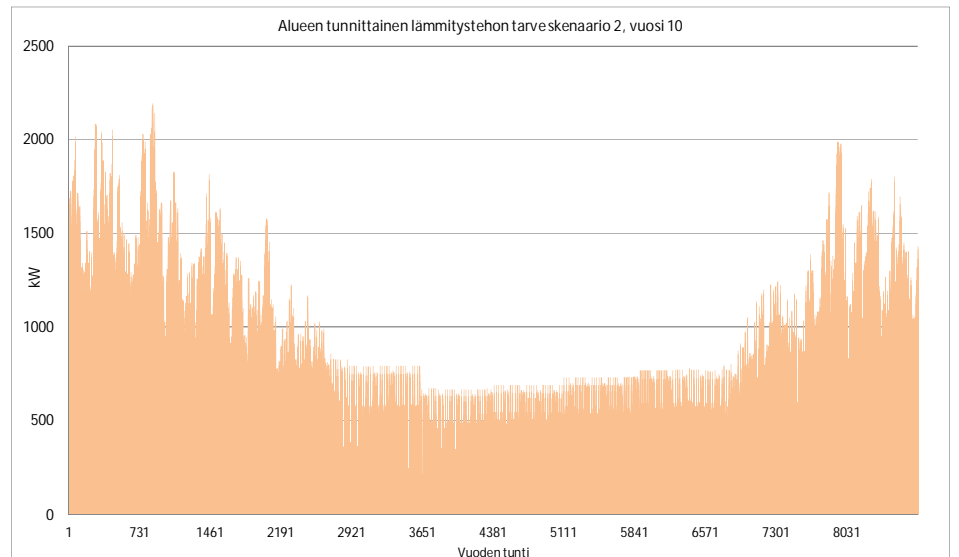
Skenaario 2



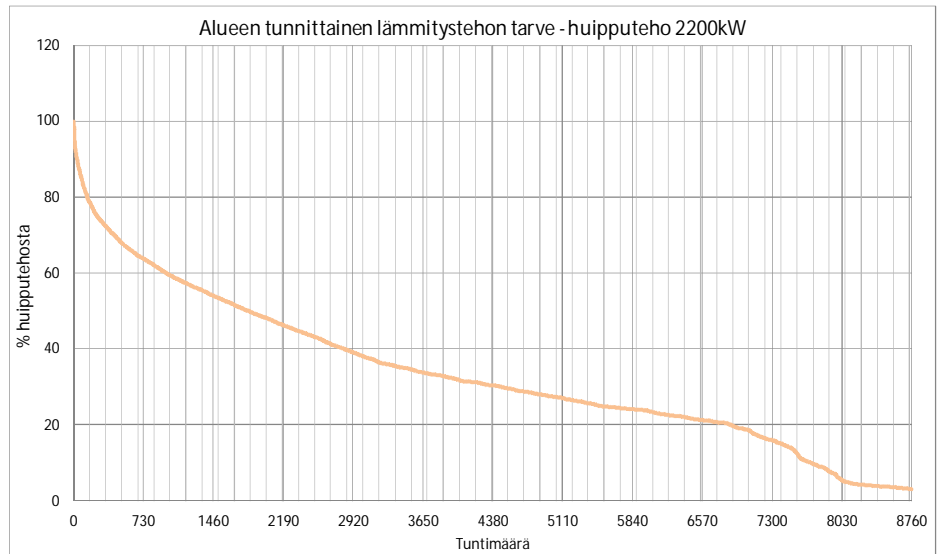
Kuva 51. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



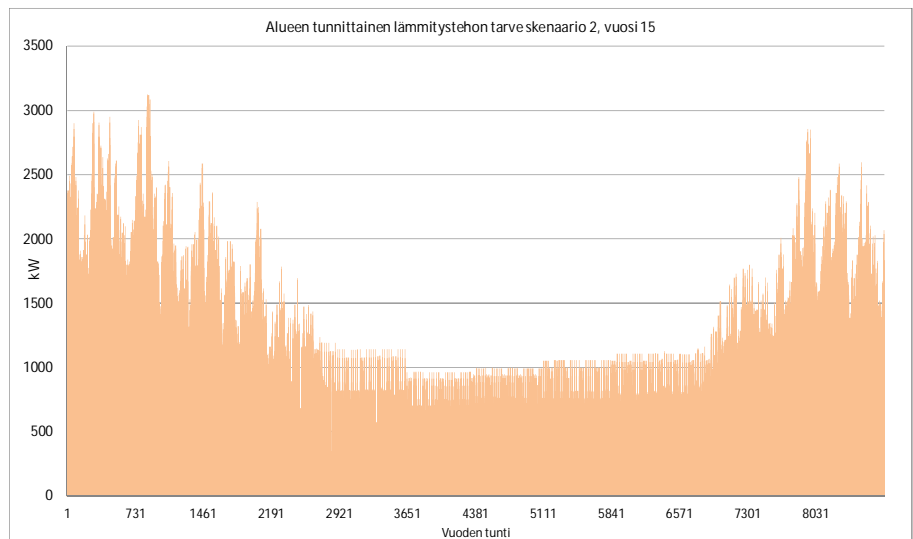
Kuva 52. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.



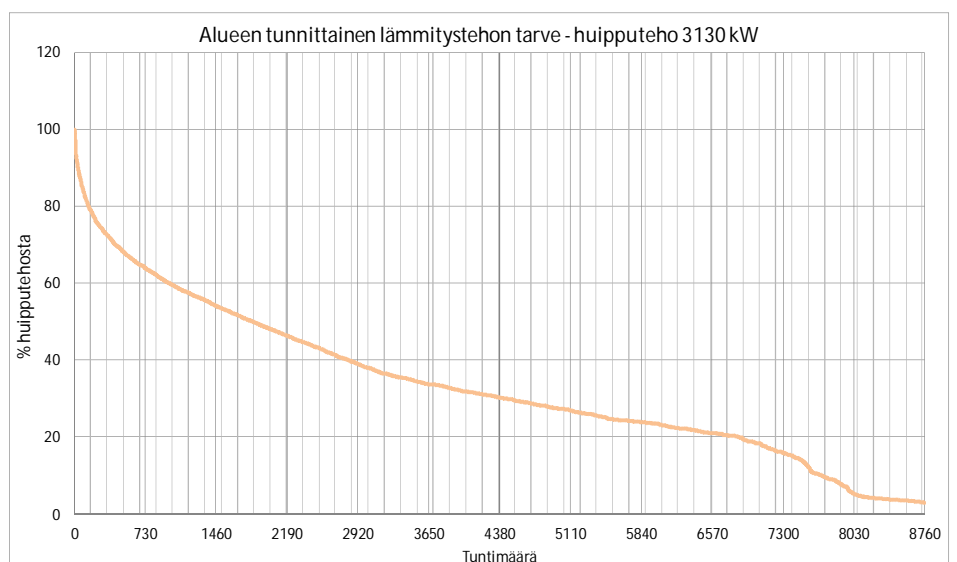
Kuva 53. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



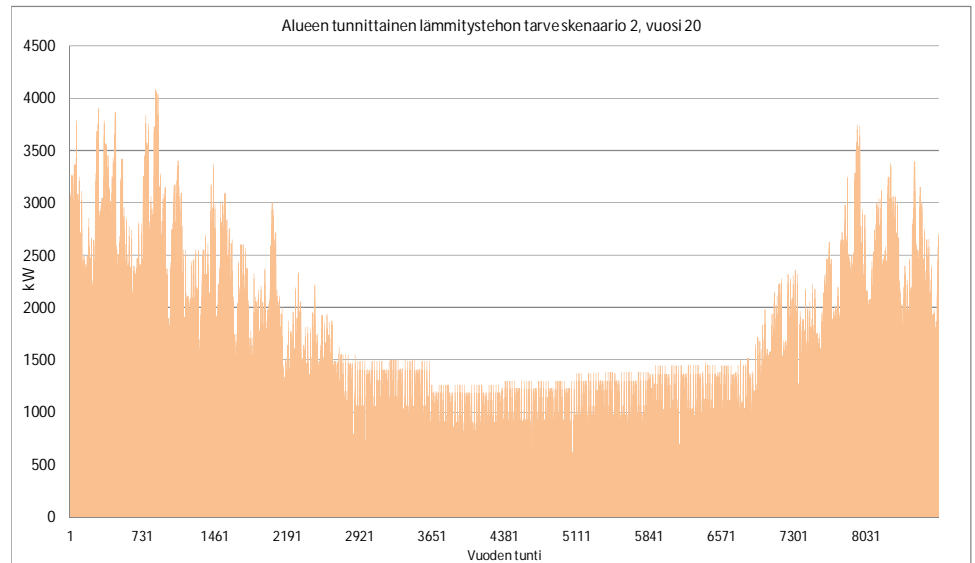
Kuva 54. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.



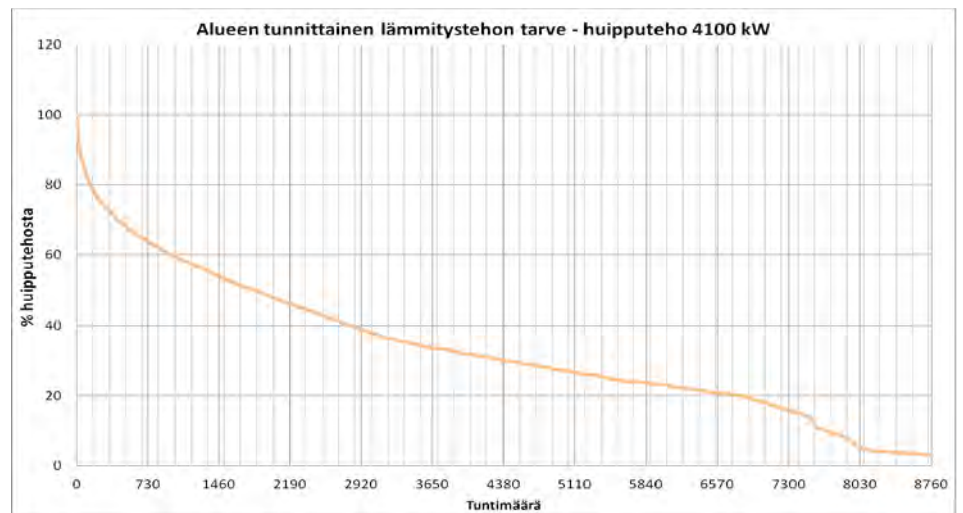
Kuva 55. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 15. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



Kuva 56. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 15. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.

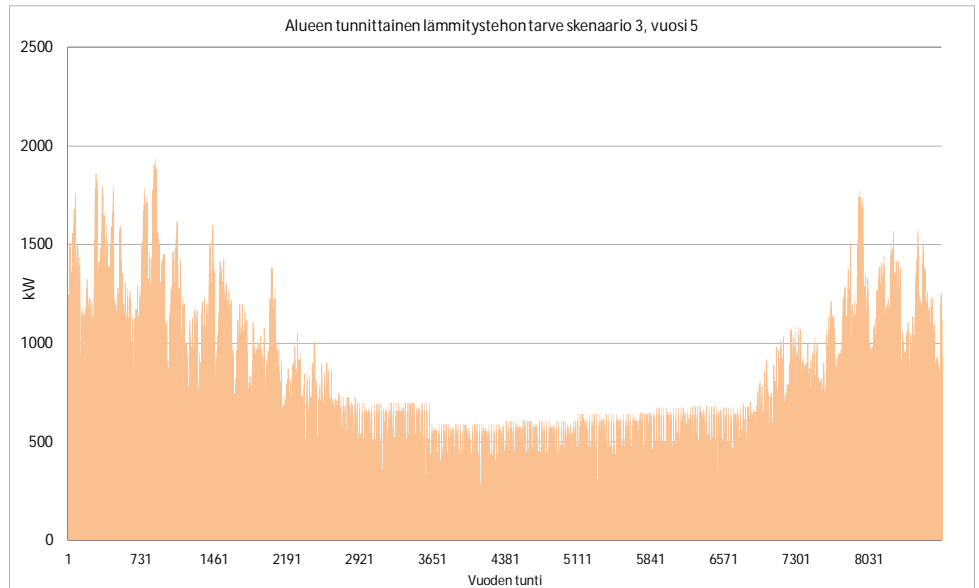


Kuva 57. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 2 vuonna 20. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.

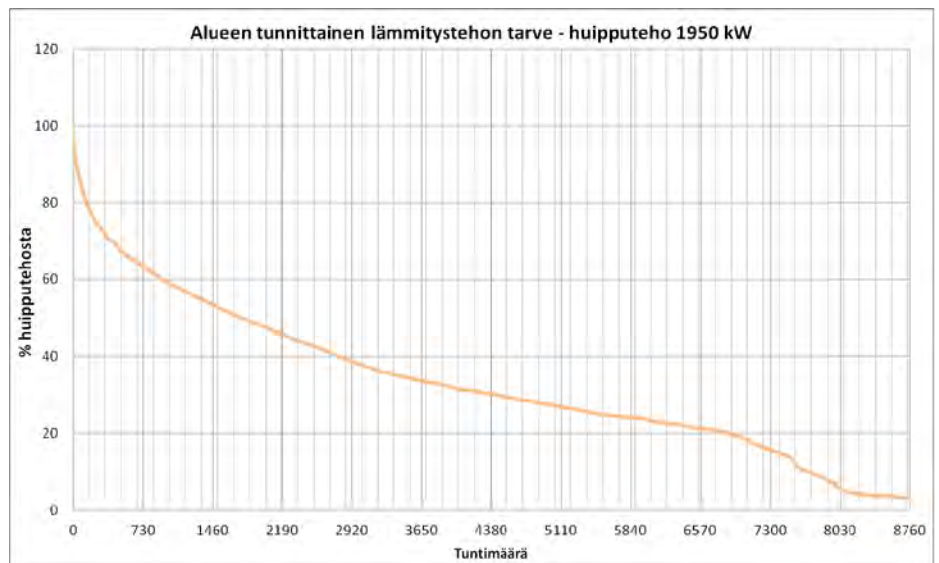


Kuva 58. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 2 vuonna 20. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.

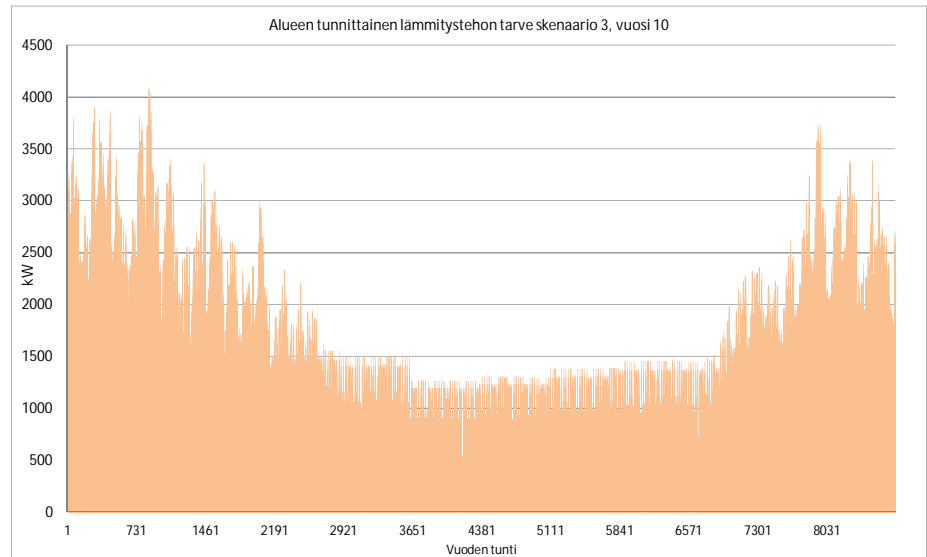
Skenaario 3



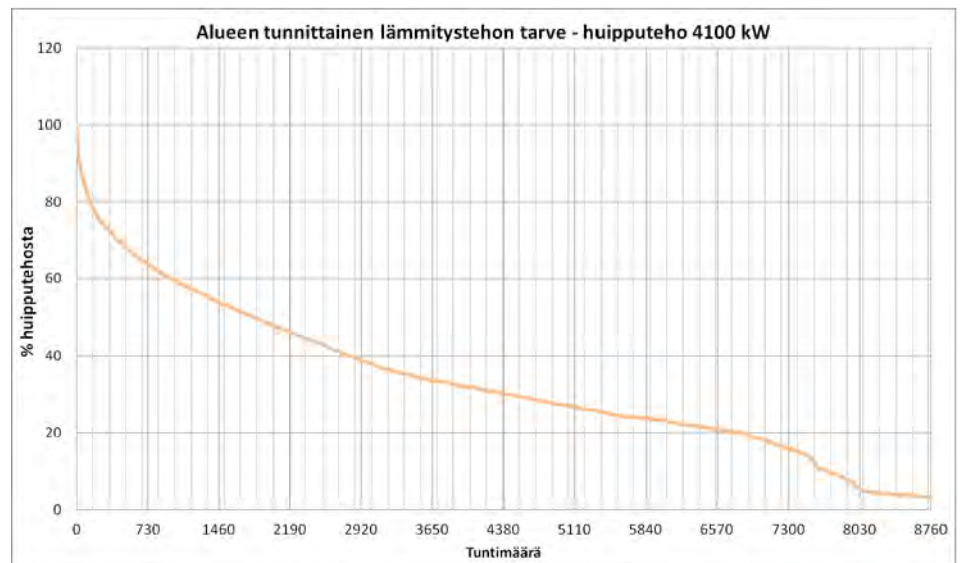
Kuva 59. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 3 vuonna 5. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon.



Kuva 60. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 3 vuonna 5. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.



Kuva 61. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehontarve skenaariossa 3 vuonna 10. Lämmitystehontarve sisältää kaiken rakennuksien tarvitseman lämmitystehon, myös lämpimän käyttöveden lämmitystehon. Karhusaarentien pohjoispuoli on valmistunut kokonaan valmiiksi vuoden 10 lopussa tässä kolmannessa skenaariossa.



Kuva 62. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten lämmitystehon pysyvyys skenaariossa 3 vuonna 10. Kuvaaja on tehty edellisen lämmitystehon vuosikuvaajan tiedoista.

Karhusaaren pohjoispuolen energiatarpeet

Taulukko 7. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten energiantarve skenaariossa 1 (vuosi 20) koko saaren rakennuttua. Tässä taulukossa rakennuksille on annettu myös jäähdystarve, vaikka skenaariossa 1 ei jäähdytetä rakennuksia eli jäähdyttämiseen ei käytetä energiaa vaikka jäähdystarve on olemassa skenaarion taustalla olevissa energiasimuloinneissa.

Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergian- tarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergian- tarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammi	358	250	34	199	841
Helmi	288	208	29	181	707
Maalis	217	234	31	195	676
Huhti	65	185	49	197	496
Touko	7	154	116	196	474
Kesä	4	129	148	162	444
Heinä	3	126	180	173	480
Elo	3	143	164	182	493
Syys	7	159	84	185	435
Loka	70	189	40	190	489
Marras	220	202	33	188	642
Joulu	303	259	34	181	777
Yhteensä	1546	2238	942	2228	6954

Taulukko 8. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten energiantarve skenaariossa 2 (vuosi 20) koko saaren rakennuttua.

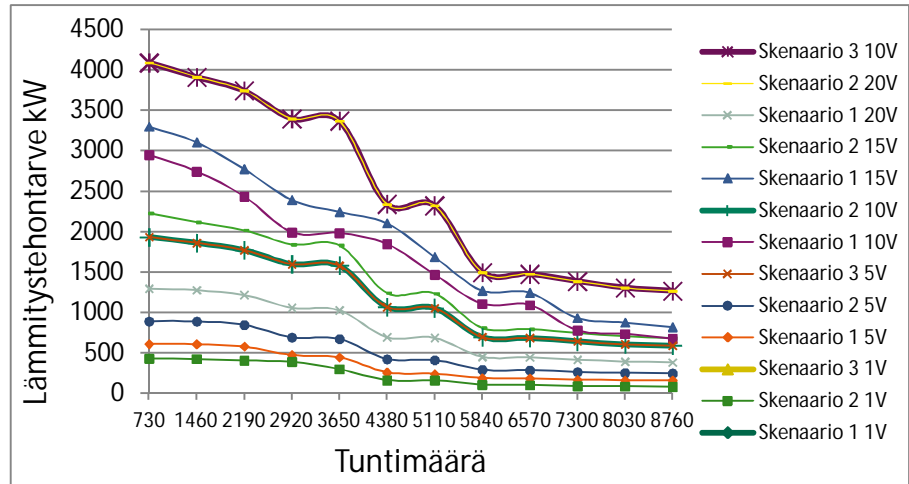
Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergian- tarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergian- tarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammi	683	451	34	379	1548
Helmi	547	378	30	346	1301
Maalis	407	424	31	371	1233
Huhti	117	336	67	376	895
Touko	9	278	223	373	884
Kesä	5	241	309	307	863
Heinä	3	234	351	327	915
Elo	4	261	319	347	931
Syys	10	290	139	351	789
Loka	129	341	48	361	880
Marras	419	367	33	357	1177
Joulu	577	468	34	344	1423
Yhteensä	2910	4070	1618	4240	12839

Taulukko 9. Karhusaarentien pohjoispuolen rakennusten energiantarve skenaariossa 3 (vuosi 10) koko saaren rakennuttua.

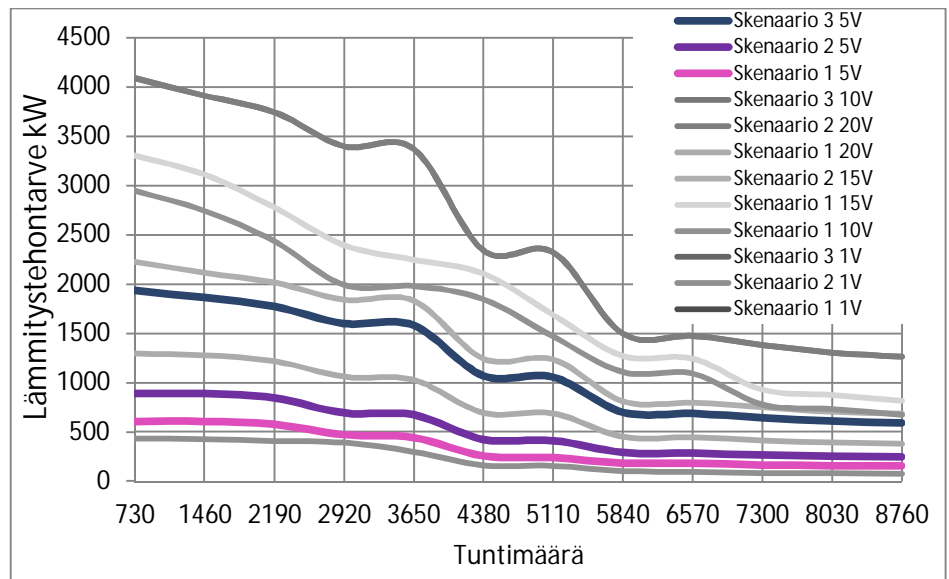
Kuukausi	Rakennusten lämmitysenergiatarve MWh	Rakennusten sähköenergian- tarve MWh	Rakennusten jäähdytysenergian- tarve MWh	Lämmin käyttövesi MWh	Yhteensä MWh
Tammi	1147	769	34	641	2591
Helmi	917	633	30	584	2163
Maalis	681	721	31	626	2060
Huhti	192	542	106	635	1474
Touko	10	415	369	631	1424
Kesä	5	370	509	517	1402
Heinä	3	351	623	552	1530
Elo	4	388	550	585	1526
Syys	11	442	241	593	1286
Loka	213	539	66	610	1428
Marras	707	592	33	604	1935
Joulu	970	811	34	580	2394
Yhteensä	4859	6572	2626	7158	21214

Karhusaaren pohjoispuolen tehontarpeet

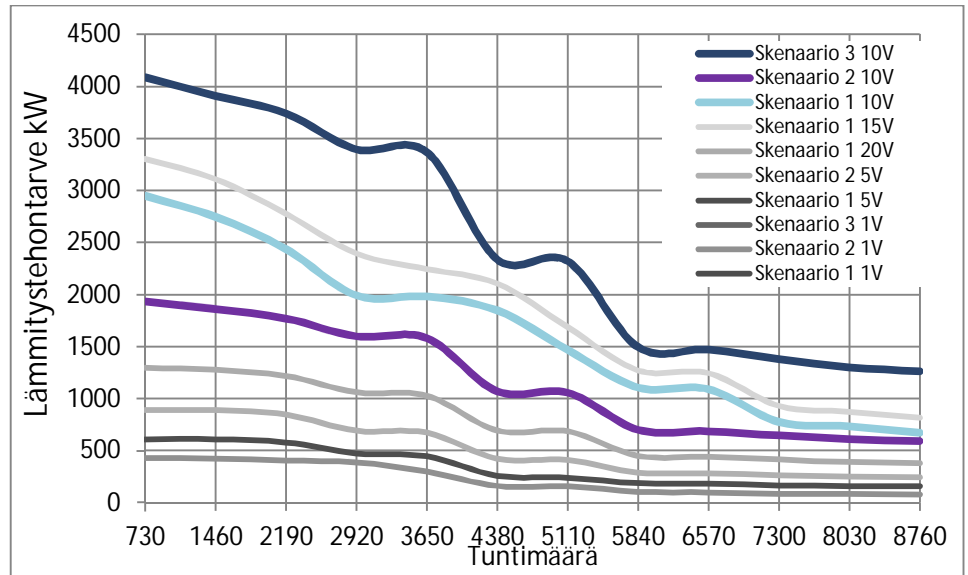
Tässä luvussa esitetään lämmitystehontarpeen kehittyminen Karhusaaren pohjoispuolen rakennuksissa alueen rakentuessa ja ajan kuluessa. Lämmitystehontarve lisääntyy kun rakennuksia rakennetaan alueelle lisää. Esitystapana graafisissa esityksissä on pysyvyyskäyrä, jossa vuoden lämmitystehot on jaettu suuruusjärjestyksessä käyrälle ja käyrältä voidaan havainnoida, miten monta tuntia vuoden aikana tarvitaan tiettyä lämmitystehoa. Käyräesitys palvelee parhaiten keskitetyn energiantuotannon suunnittelua.



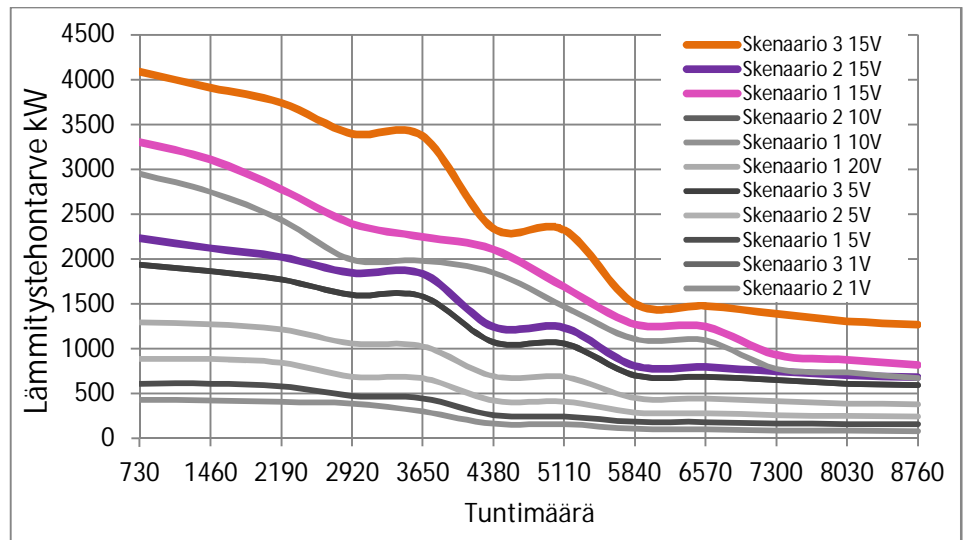
Kuva 63. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa 5 vuoden välein koosteena. Seuraavissa kuvaajissa käyrät on esitetty havainnollisemmin niin, että yhdessä kuvaajassa on vain yksi vuosi ja kuvaajan luettavuus tarkempaa käyttöä varten on parempi.



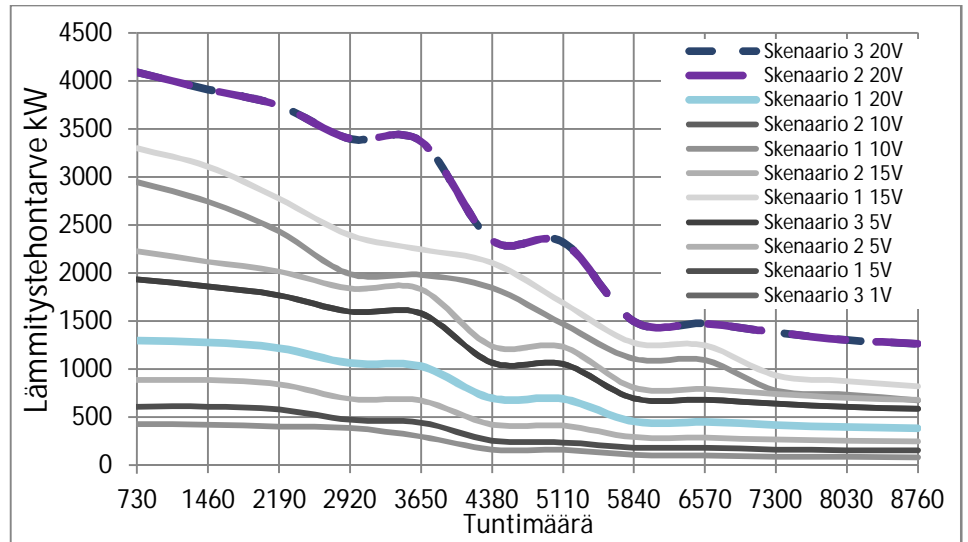
Kuva 64. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 5 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille.



Kuva 65. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 10 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitetävän vuoden käyrät on korostettu esille.

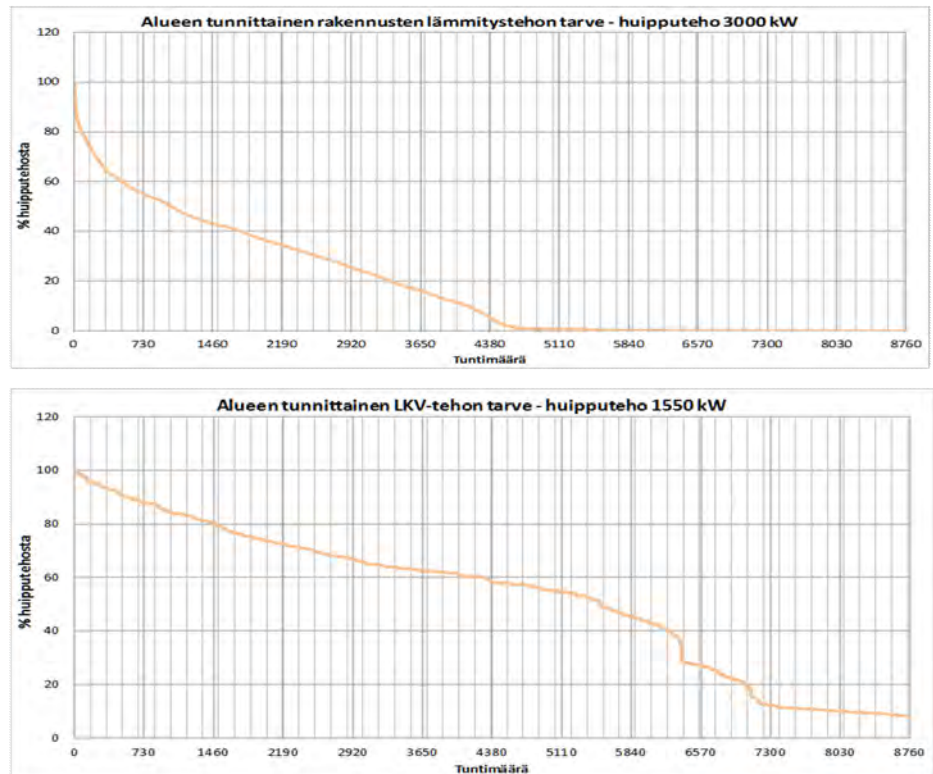


Kuva 66. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 15 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitetävän vuoden käyrät on korostettu esille.



Kuva 67. Rakennuksien lämmitystehontarpeiden pysyvyyskäyrät eri skenaarioissa vuonna 20 tarkastelujakson alusta lukien. Kuvaaja sisältää vertailuna kaikki pysyvyyskäyrät, joista esitettävän vuoden käyrät on korostettu esille.

Liite 6: Pysyvyyskäyrien muodon kuvaus



Lämmitystehontarpeen pysyvyyskäyrissä on portaittaisia muutoksia käyrien lopussa pienimmissä arvoissa, joita ei yleensä ole mitattuun tehoon perustuvissa kuvaajissa. Tämän selvityksen kuvaajissa olevat portaittaiset muutokset kuvaajien teholumissa ja siis käyrän muodossa johtuvat lämpimän käyttöveden vaikutuksesta pysyvyyskäyrään. Lämpimälle käyttövedelle on tehty vuoden- ja vuorokaudenajat huomioiva tutkimustietoon perustuva tunnitainen tehojakauma vuoden ajalle, joka vaikuttaa juuri pysyvyyskäyrien loppupäähän kesäaikana. Kuvat tekstin jälkeen havainnollistavat asiaa.

Suurten talo- tai asuntomäärien mittauksissa lämpimän käyttöveden lämmitystehot eivät käytäytyisi esimerkkikuvan tavoin, sillä tilastollinen eriaikaisuus ja satunnaisuus tekevät yleensä todellisista mitatuista käyttöveden lämmitystehon pysyvyyskuvaajista varsin tasaisia. Laskentamalliin ei kuitenkaan ole ollut mahdollista toteuttaa laajaa satunnaisuutta, joten pysyvyyskuvaajat ovat muodoltaan mitatuista poikkeavia. Lämmitystehontarpeen pysyvyyskäyrissä olevan epätasaisen loppuosan muodostumista havainnollistavat seuraavat kaksi esimerkkikuvaa, joissa näkyy erikseen ylempänä rakennusten lämmitystarpeen pysyvyyskäyrä ja alempana lämpimän käyttöveden lämmitystehon pysyvyyskäyrä.