Laskelmien lähtötiedot ja tarkat tulokset

Tässä raportissa esitetään Hiedanrannan kortteleiden mallinnuksen, dynaamisen energiasimuloinnin, elinkaarilaskelmien ja elinkaaripäästölaskelmien lähtötiedot.

Raportin lopussa esitetään energiasimulointien tuloksia tarkemmalla tasolla kuin millä tulokset on esitetty pääraportissa.

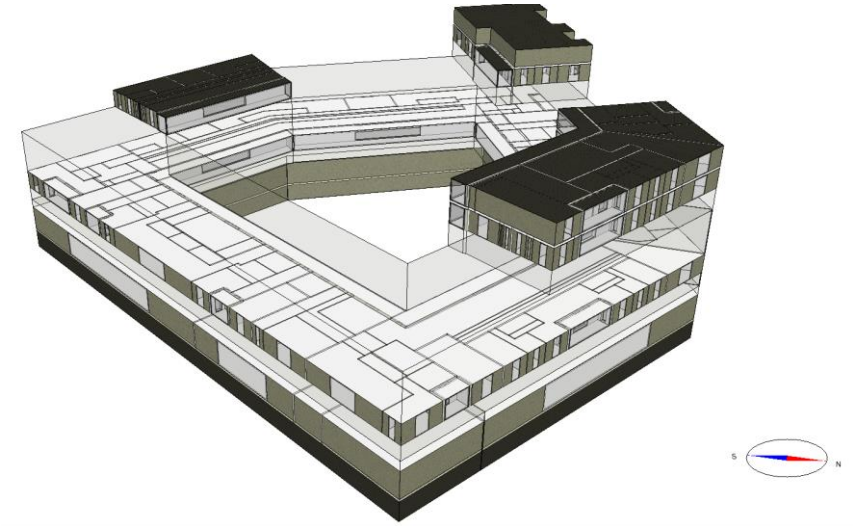
Sisällysluettelo

Laskelmien lähtötiedot ja tarkat tulokset 1
1 Kortteleiden simulointimallit 3
1.1 Arkkitehtuuri 4
1.1.1 Liiketilat 4
1.1.2 Asunnot 5
2 Teknologiat ja tasot 7
3 Teknologioiden ja tasojen simulointiperiaatteet 11
4 Energialaskelmien lähtötiedot 13
4.1 I9 kortteli 13
4.2 I10 kortteli 16
5 Elinkaarikustannuslaskelmien lähtötiedot 19
5.1 Energiamuotojen kustannukset 19
5.2 Teknologiavaihtoehto 1 20
5.3 Teknologiavaihtoehto 2 20
5.4 Teknologiavaihtoehto 3 20
5.5 Teknologiavaihtoehto 4 20
5.6 Teknologiavaihtoehto 5 20
5.7 Teknologiavaihtoehto 6 20
5.8 Teknologiavaihtoehto 7 21
5.9 Teknologiavaihtoehto 8 21
5.10 Teknologiavaihtoehto 9 21
5.11 Teknologiavaihtoehto 10 21
5.12 Teknologiavaihtoehto 11 21
5.13 Teknologiavaihtoehto 12 22
5.14 Teknologiavaihtoehto 13 22
5.15 Teknologiavaihtoehto 14 22
6 Elinkaaripäästölaskelmien lähtötiedot 23
7 Energialaskelmien tarkat tulokset 24
7.1 I9 kortteli 24
7.1.1 Energiat 24
7.1.2 Tehot 26
7.2 I10 kortteli 28
7.2.1 Energiat 28
7.2.2 Tehot 30

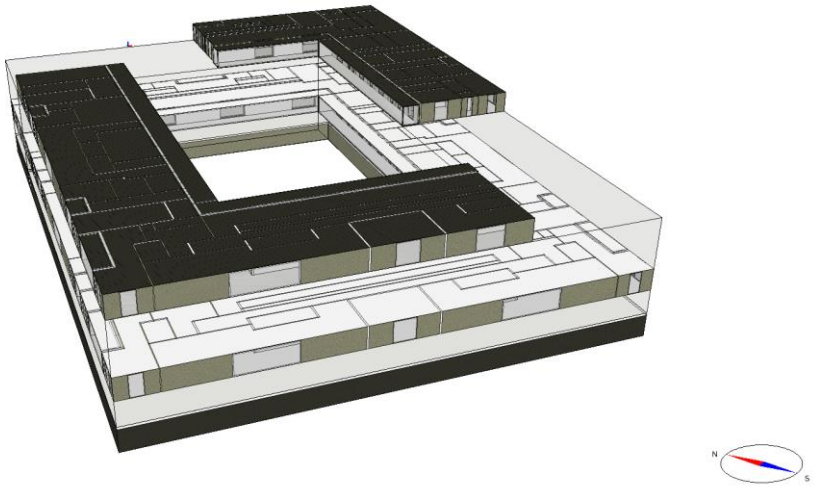
1 Kortteleiden simulointimallit

Rakennuksen energiasimulointi suoritettiin IDA Indoor Climate and Energy 4.8 (IDA ICE) -ohjelman avulla. IDA ICE on innovatiivinen ja luotettava dynaaminen simulointiohjelma, jonka avulla voidaan analysoida sisäilmaolosuhteita ja rakennuksen energiankulutusta. Ohjelmalla voidaan mallintaa rakennuksen geometriaa, rakenteita, taloteknisiä järjestelmiä sekä sisäisiä kuormia. Ohjelma huomioi ulkoiset kuormat valittavaan säädataan perustuen. Ohjelman suorittama dynaaminen laskenta tapahtuu tuntitasolla.

Energiasimulointiohjelmaan muodostettiin kohdekortteleista 3D-mallit projektiryhmän arkkitehdin laatimista tietomalleista. Energiamalleja käytettiin kortteleiden energiaprofiilin simuloinnissa. Energiamallien suunnittelussa korttelit mallinnettiin tilakohtaisina. Vierekkäisiä saman tilatyypin tiloja yhdisteltiin, jotta laskentamallin toiminnan parantamiseksi.



Kuva 1. I9 korttelin energialaskentamalli.

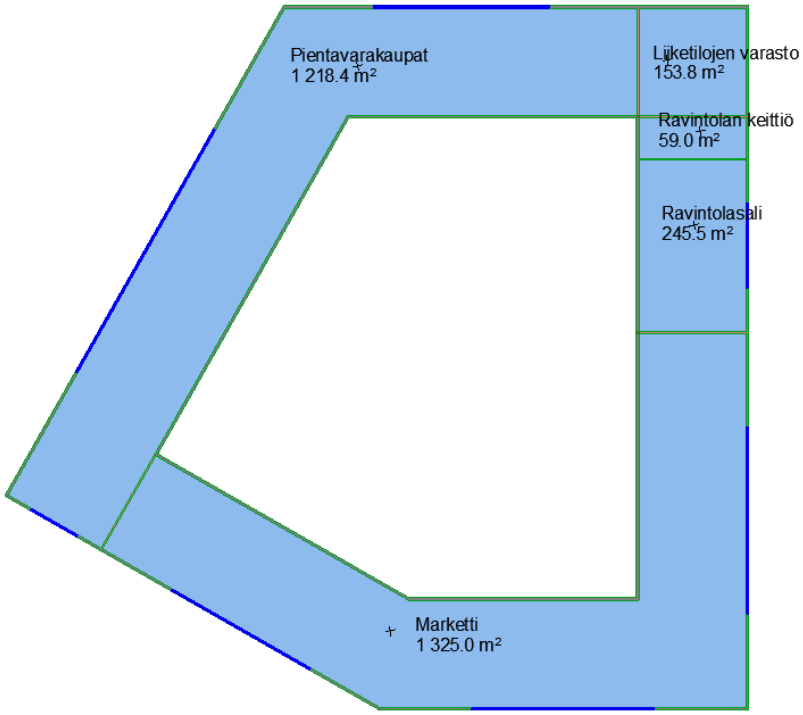


Kuva 2. I10 korttelin energialaskentamalli.

1.1 Arkkitehtuuri

Tarkasteltujen kahden korttelin ja näitä ympäröivien rakennusten ulkomuoto pohjautuu kaupungilta saatuun 3D- ”palikkamalliin” (pääraportissa on kuva mallista). Tarkasteltavana on kaksi korttelia, joista yksi on puhdas asuinkortteli (kortteli I10). Toinen kortteli on asuinkortteli, jonka katutasossa on liiketilaa (kortteli I9). Sitowise tuotti kortteleista tilakohtaiset mallit, jotka pohjautuvat uskottaviin pohjaratkaisuihin energiamallinnukseen riittävällä tarkkuudella.

1.1.1 Liiketilat



Kuva 3. Korttelin I9 katutason pohjakaavio. Liiketilojen julkisivuista 50 % on ikkunaa.

1.1.2 Asunnot

Oheinen taulukko osoittaa kaupungin kortteleille toivoman asuntojakauman ja energiasimuloinnissa toteutuneen jakauman.

Taulukko 1. Asuntojakaumat.

Asuntotyyppi	Kaupungin toive osuudesta	Korttelin I9 energia-mallissa toteutunut jakauma	Korttelin I10 energia-mallissa toteutunut jakauma
Yksiö	20%	20,6	20,9%
Kaksio	30%	22,0	30,6%
Kolmio	30%	36,2	32,1%
Neliö	20%	21,0	16,3%

Kaikilla asunnoilla on oma lasitettu parveke. Parvekkeet ovat sisään vedettyjä ja niiden julkisivu on kokonaisuudessaan lasia.

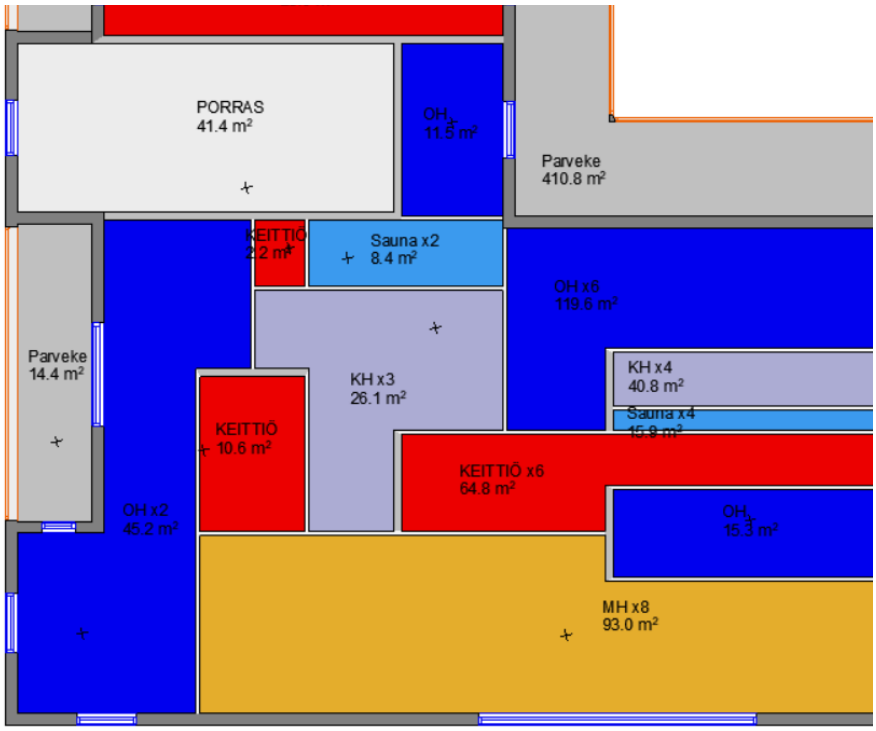
Kaksioissa, komioissa ja neliöissä on oma sauna.

Asuntojen julkisivuista 30 % on ikkunaa (myös parvekkeelle avautuvat seinät).

Asuntojen kerroskorkeus on 3 m.

Kortteleiden tietomalleissa yhdisteltiin asuntojen huoneita siten, että saman käyttötarkoituksen huoneista tehtiin energiamallia varten yksi tila. Näin saatiin tuotettua kevyemmin pyörivä energiamalli. Alla olevat kuvat esittävät tilojen luonnin periaatetta ja tilojen yhdistelyä. Kortteleiden runkosyvyys ja korttelipihan puoleinen yhtenäinen parvekevyöhyke toteutettiin samankaltaisina.

Kuva 4. Esimerkki kaaviomaisesta pohjaratkaisusta I10-korttelin asuinkerroksen kulmassa.



Kuva 5. Pohjaratkaisu huoneiden yhdistämisen jälkeen. Saman käyttötyypin tilat on yhdistetty, jotta energiasimulointimallista saadaan kevyempi.

2 Teknologiat ja tasot

Taulukko 2. Valitut teknologiat ja niiden toiminnallisuustasot.

	Osa-alue	SRI-koodi	Säädön kohde	Toiminta		Perusratkaisun toiminnallisuustaso ja sen kuvaus	Tutkittavan paremman teknologian taso ja kuvaus	Lisätietoja
1.	Heating	Heating-1a	Heating control - demand side	Heat emission control	1.1 asunnot	Taso 2 - Tilakohtaiset termostaattiset patteriventtiilit	Taso 4 - Älykkäät automaatiojärjestelmään kytketyt patteriventtiilit, jotka huomioivat läsnäolon.	Automaatiojärjestelmä tiedostaa tilojen käytön ja tiputtaa lämmityksen asetusarvoa tiloissa, kun ne eivät ole käytössä. Tilat esilämmitetään käyttöajan asetusarvoon ennen oleskelun alkamista.
					1.2 liiketilat	Taso 2 - Tilakohtaiset termostaattiset patteriventtiilit	Taso 4 - Älykkäät automaatiojärjestelmään kytketyt patteriventtiilit, jotka huomioivat läsnäolon.	
2.	Heating	Heating-1g	Heating control - demand side	Building preheating control	2.1 asunnot	Taso 0 - Ei tilojen esilämmitystä	Taso 2 - Termostaatit (automaatiojärjestelmä) oppivat ja kykenevät ennakoimaan tilojen käyttöä	Tehontarvetta ennakoiva automaatiojärjestelmää ohjaava äly, joilla mahdollistetaan lämmityksen tehopiikkien leikkaaminen lämmönjakohuoneen säädöillä.
					2.2 liiketilat	Taso 0 - Ei tilojen esilämmitystä	Taso 2 - Termostaatit (automaatiojärjestelmä) oppivat ja kykenevät ennakoimaan tilojen käyttöä	
3.	Cooling	Cooling - 1a	Cooling control - demand side	Cooling emission control	3.1 asunnot	Taso 2 - Tilakohtaiset anturit ja säätölaitteet	Taso 4 - Älykkäät automaatiojärjestelmään kytketyt huonelaitteet, jotka huomioivat läsnäolon.	Automaatiojärjestelmä tiedostaa tilojen käytön ja nostaa jäähdytyksen asetusarvoa tiloissa, kun ne eivät ole käytössä.
					3.2 liiketilat	Taso 2 - Tilakohtaiset anturit ja säätölaitteet	Taso 4 - Älykkäät automaatiojärjestelmään kytketyt huonelaitteet, jotka huomioivat läsnäolon.	

4.	Controlled ventilation	Ventilation-1a	Air flow control	Supply air flow control at the room level	4.1 asunnot	Taso 0 - Ei automaattista säätöä	Taso 2 - Läsnäoloon perustuva säätö	Analysoitava yhtenä ja samana vaihtoehtona, sillä ilmamäärien hallinta tilatasolla vaatii säätöä ilmanvaihtokoneen tasolla. Jokaisella liiketilalla oletetaan olevan oma IV-kone ja liiketilojen oletetaan olevan avointa tilaa, joten liiketilojen ilmanlaadun mittaus tehdään IV-koneen poistoilmasta. Asunnot varustetaan paikalla/pois kytkimin, jotka puolittavat asunnon ilmamäärät asukkaan ollessa poissa. Asuntojen ilmanvaihtokone pyrkii pitämään kanavapaineen vakiona.
					4.2 liiketilat	Taso 0 - Ei automaattista säätöä	Taso 3 - Ilmanlaatumittausten ilmoittamaan tarpeeseen perustuva säätö	
	Controlled ventilation	Ventilation-1c	Air flow control	Air flow or pressure control at the air handler level	4.1 asunnot	Taso 0 - Ei automaattista säätöä	Taso 3 - Automaattinen ilmamäärä tai ilmanpainesäätö	
					4.2 liiketilat	Taso 1 - Aikaohjelma	Taso 3 - Automaattinen ilmamäärä tai ilmanpainesäätö	
5.	Controlled ventilation	Ventilation-2a	Air temperature control	Room air temperature control (all-air systems)	5.1 asunnot	-	-	Sovelletaan vain ilmalämmitteisiin tiloihin, joita palvelee oma IV-kone. Tällaisia ovat esimerkiksi erikoisvarastot ja päivittäistavarakaupat. Perusratkaisussa ilmanvaihtokoneet ovat normaalisti päällä vakio asetusarvoilla. Ilmanvaihdon poistoilman asetusarvoa pudotetaan näissä tiloissa rakennuksen kokonaislämmitystehon ylittäessä tehonleikkausrajan.
					5.2 liiketilat	Taso 0 - On-Off säätö	Taso 2 - Järjestelmän tehoon perustuva säätö	
6.	Controlled ventilation		Air flow control	Adjust the outdoor air flow or exhaust rate during peak heating need	6.1 asunnot	Ei tehonleikkaukseen perustuvaa ilmamääräsäätöä	-	
					6.2 liiketilat	Ei tehonleikkaukseen perustuvaa ilmamääräsäätöä	Pienennetään ilmanvaihtokoneiden ilmamääriä pakkasjaksojen aikana tehopiikkien leikkaamiseksi.	

7.	Controlled ventilation	Ventilation-2c	Air temperature control	Heat recovery control: Prevention of overheating	7.1 asunnot	Taso 1 - LTO-ohitus perustuen poistoilman lämpötilamittaukseen	-	Sovelletaan liiketiloihin. Palvelualueen lämpötilamittausten maksimin ylittäessä tilalaitteiden jäähdytysrajan, pudotetaan LTOlaitteen ja tuloilman lämmityspatterin asetusarvoa.
					7.2 liiketilat	Taso 1 - LTO-ohitus perustuen poistoilman lämpötilamittaukseen	Taso 2 - LTO ohitus perustuen huonelämpötilamittauksiin tai ennakoivaan säätöön.	
8.	Controlled ventilation	Ventilation-2d	Air temperature control	Supply air temperature control	8.1 asunnot	Taso 1 - Vakio asetusarvo	-	Perusratkaisu: Asunnoissa ja liiketiloissa tuloilman lämpötila vakio +18 C. PT-kauppa on ilmalämmitteinen ja tuloilman lämpötila säätyy poistoilman lämpötilan mukaan. Paremmassa ratkaisussa liiketilojen tuloilman lämpötilaa pudotetaan, mikäli palvelualueen tiloissa on tilaviilennystarvetta.
					8.2 liiketilat	Taso 1 – Vakio tuloilman lämpötila	Taso 3 - Tuloilman lämpötila perustuu palvelualueen lämpökuormiin	
9.	Controlled ventilation	Ventilation-3	Free cooling	Free cooling with mechanical ventilation system	9.1 asunnot	Taso 0 - Ei vapaajäähdytysautomatiikkaa	-	Paremmassa ratkaisussa tuloilman lämpötilan asetusarvoa pudotetaan yötuuletuksen lisäksi käyttöaikana, kun tiloissa on jäähdytystehon tarvetta. Tuloilman lämpötilan asetusarvoa pudotetaan kuitenkin maksimissaan raitisilman lämpötilaan ja minimissään 15 C asteeseen. Yötuuletus tai vapaajäähdytys ei käytössä PT-kaupassa.
					9.2 liiketilat	Taso 1 - Yötuuletus	Taso 2 - Vapaajäähdytys	
10.	Lighting	Lighting-1a ja 2	Control artificial lighting power based on daylight levels	Control artificial lighting power based on daylight levels	10.1 asunnot	Taso 0 (lighting 1a) - Manuaalinen on/off-kytkin	Taso 1 (lighting 1a) – Läsnäolotunnistin ja manuaalinen kytkin	
					10.2 liiketilat	Taso 0 (lighting 2) - Manuaalinen ja keskitetty säätö	Taso 3 (lighting 2) - Valaistustasoon perustuva säätö	
11.	Dynamic building envelope	DE-1	Window control	Window solar shading control	11.1 asunnot	Taso 0 - Ei suojausta tai manuaalinen säätö	Taso 2 - Moottoroitu aurinkosuojaus, jonka säätö perustuu mittauksiin	Parempi ratkaisu asunnot: Reaaliaikaisiin tilan lämpötilamittauksiin perustuva säätö. Parempi ratkaisu liiketilat: Reaaliaikaisiin säteilymittauksiin perustuva säätö.
					11.2 liiketilat	Taso 0 - Ei suojausta tai manuaalinen säätö	Taso 2 - Moottoroitu aurinkosuojaus, jonka säätö perustuu mittauksiin	

12.	Demand side management	DSM-19	DSM control of equipment	DSM control of equipment	12.1 asunnot	Taso 0 - Ei laitteiden verkon etähallintaa	Taso 1 - Älykkäät laitteet tai lämmin käyttövesi verkon etähallinnan ohjattavissa.	Parempi ratkaisu: Asukkailla käytössä sähkön tuntihinnoittelu ja käytettävissä tieto vuorokauden tulevasta sähkön hinnasta. Sähkön hinnalla ohjataan saunomisen ajankohtaa.
					12.2 liiketilat	Taso 0 - Ei laitteiden verkon etähallintaa	-	
13	Electric vehicle charging	EV-15	EV Charging	EV Charging Capacity	13.1 asunnot	Taso 1 - Heikko latausteho	Taso 2 - Suurempi latausteho	Analysoidaan yhtenä vaihtoehtona. Huonommassa ratkaisussa lataus lämmitystolpista ilman tehon säädön automatiikkaa. Paremmassa ratkaisussa sähköautojen latauspaikkoja sähköautoja vastaava määrä ja latauspisteet varustettu tehonleikkauksen automatiikalla.
					13.2 liiketilat	Taso 1 - Heikko latausteho	Taso 2 - Suurempi latausteho	
	Electric vehicle charging	EV-16	EV Charging - Grid	EV Charging Grid Balancing	13.1 asunnot	Taso 0 - Ei verkon etähallintaa	Taso 1 - Lataus verkon etähallinnan ohjattavissa	
					13.2 liiketilat	Taso 0 - Ei verkon etähallintaa	Taso 1 - Lataus verkon etähallinnan ohjattavissa	
14	Monitoring and control	MC-4	Fault detection	Detecting faults of technical building systems and providing support to the diagnosis of these faults	141 asunnot	Taso 0 - Ei vikojen ja hälytysten keskitettyä näkymää valvomojärjestelmässä	Taso 2 - Vikojen ja hälytysten ilmoitus valvomojärjestelmässä sekä ongelmien diagnosointi	
					142 liiketilat	Taso 1 - Vikojen ja hälytysten ilmoitus valvomojärjestelmässä	Taso 2 - Vikojen ja hälytysten ilmoitus valvomojärjestelmässä sekä ongelmien diagnosointi	

3 Teknologioiden ja tasojen simulointiperiaatteet

Taulukko 3. Valittujen teknologioiden ja tasojen simulointiperiaatteet.

		Simulointiperiaate - Perustaso	Simulointiperiaate - Parempi taso
1.	1.1 asunnot	Ideaalilämmittimet - Lämpötilan asetusarvo vakio, + 21 / +22 C	Tiputetaan tilalämmityksen asetusarvoa ihmisten poistuessa 21 C -> 20 C. Aletaan nostamaan lämpötiloja takaisin 21 C tuntia ennen asukkaiden palaamista.
	1.2 liiketilat	Ideaalilämmittimet - Lämpötilan asetusarvo vakio +21 / + 18 C	Tiputetaan öisin (käyttöajan jälkeen) tilalämmityksen asetusarvoa ravintolassa ja pientavarakaupassa 21 C -> 19 C. Aletaan nostamaan lämpötiloja takaisin 2 tuntia ennen käytön alkamista.
2.	2.1 asunnot	Ideaalilämmittimet - Lämpötilan asetusarvo vakio, + 21 / +22 C	Asetusarvon pudotus välillä 20 - 21 C riippuen rakennuksen lämmitystehosta. Lämmitystehon leikkausraja on 80 % normaalikäytön maksimitehosta. Esilämmitetään tiloja maksimissaan 22 C asteeseen ennen huipputehontarpeen jaksoja.
	2.2 liiketilat	Ideaalilämmittimet - Lämpötilan asetusarvo vakio +21 / + 18 C	Asetusarvon pudotus välillä 20 - 21 C riippuen rakennuksen lämmitystehosta. Lämmitystehon leikkausraja on 80 % normaalikäytön maksimitehosta. Esilämmitetään tiloja maksimissaan 22 C asteeseen ennen huipputehontarpeen jaksoja.
3.	3.1 asunnot	Asuntojen olohuoneissa 400 W jäähdytyspalkki. Jäähdytyksen asetusarvo aina 25 C	Asuntojen olohuoneissa 400 W jäähdytyspalkki. Asukkaan ollessa poissa tilaviilennyksen asetusarvo on 27 C. Asukkaan ollessa paikalla tilaviilennyksen asetusarvo on 25 C.
	3.2 liiketilat	Ideaalijäähdyttimet - S2 kuvaaja tilaviilennytyksellä varustetuissa tiloissa	Ideaalijäähdyttimet - S2 kuvaaja, kun tilat käytössä. Muina aikoina jäähdytyksen asetusarvo 27 C.
4.	4.1 asunnot	Vakioilmavirta 0,5 l/s*m2	Automaattinen läsnäolotunnistus (läsnäoloprofiili), joka puolittaa asunnon ilmavirrat poissaolotilanteessa.
	4.2 liiketilat	Vakioilmavirta Sisäilmastoluokitus 2018 ohjearvot	S2 tason hiilidioksidipitoisuuksien ja lämpötilavaatimusten mukaan säätyvät ilmavirrat muissa liiketiloissa kuin päivittäistavarakaupassa.
	4.1 asunnot	Vakioilmavirta 0,5 l/s*m2	Säätö, joka tiputtaa ilmavirtoja vastaamaan tilojen tarvetta.
	4.2 liiketilat	Aikaohjelma - Käyttöajan ulkopuolella 30 % käyttöajan ilmavirroista	Säätö, joka tiputtaa ilmavirtoja vastaamaan tilojen tarvetta. Käyttöajan ulkopuolella kokonaisilmavirta 30 % käyttöajan ilmavirrasta.
5.	5.1 asunnot	-	-
	5.2 liiketilat	PT-kaupan IV-kone: Vakio poistoilman lämpötilan asetusarvo	PT-kaupan IV-kone: Ulkoilman lämpötilan asettuessa välille -15 C - -26C, tiputetaan poistoilman lämpötilan asetusarvoa lineaarisesti välillä 18 C – 16 C.
6.	6.1 asunnot	-	-
	6.2 liiketilat	Ei tehonleikkauksen säätöä.	Korttelin lämmitystehon asettuessa välille 80 % - 100 % vuoden arvioidusta huipputehosta, aletaan lineaarisesti laskea IV-koneiden ilmamääriä 100 % -> 70 % normaaliarvosta. Sovelletaan ravintolan asiakastilaan ja pientavarakauppaan.
7.	7.1 asunnot	LTO päällä, kun ulkoilman lämpötila alle tuloilman asetusarvon TAI tuloilma kuumempaa kuin poistoilma	-
	7.2 liiketilat	Tuloilman lämpötila on vakio. LTO päällä, kun ulkoilman lämpötila alle tuloilman asetusarvon TAI tuloilma kuumempaa kuin poistoilma	Kun palvelualueen tilojen lämpötilamittausten maksimi on yli 25 ja minimi on yli 22, tiputetaan tuloilman ja LTO-laitteen asetusarvoa +18 - > + 17 C. Sovelletaan pientavarakauppaan ja ravintolan asiakastilaan.

8.	8.1 asunnot	Vakio tuloilman asetusarvo + 18 C	-
	8.2 liiketilat	Vakio tuloilman asetusarvo + 18 C	Ravintolan ja pientavarakaupan tuloilman lämpötilan asetusarvoa pudotetaan +18 C - +17 C, jos tilojen tilaviilennyslaitteiden teho on yli 0 W.
9.	9.1 asunnot	Tavanomaiset ilmamäärät ja asetusarvot yöaikana	-
	9.2 liiketilat	Ilmanvaihtokoneessa yötuuletusautomatiikka. Poistoilman lämpötilan ylittäessä +22 C ja ulkoilman ollessa yli +12, mutta kuitenkin kaksi astetta alle poistoilman, ajetaan tiloihin kylmää ulkoilmaa IV-koneen käyttöajan ilmamääräsäädöillä. Käytössä välillä 06-22 toukokuu-syyskuu.	Tuloilman lämpötilan asetusarvoa pudotetaan yötuuletuksen lisäksi käyttöaikana, kun tiloissa on jäähdytystehon tarvetta. Tuloilman lämpötilan asetusarvoa pudotetaan kuitenkin maksimissaan raitisilman lämpötilaan ja minimissään 15 C asteeseen. Yötuuletus tai vapaajäähdytys ei käytössä PT-kaupassa.
10.	10.1 asunnot	Valaistus päällä FINVAC profiilin mukaisesti	Valaistus päällä FINVAC profiilin mukaisesti. Käyttöaikana otetaan huomioon SRMK valaistuksen laskentaoppaan läsnäolo-ohjauksen kerroin tilatyyppikohtaisesti.
	10.2 liiketilat	Valaistus päällä FINVAC profiilin mukaisesti	FINVAC valaistus, valaisimien hyötysuhde vastaa todellista ja lux säätö huomioiden päivänvalon.
11.	11.1 asunnot	Sälekaihtimet aina alhaalla ja keskimäärin 25 asteen kulmassa	Asukkaan ollessa paikalla, sälekaihtimet aina alhaalla ja keskimäärin 25 asteen kulmassa. Asukkaan ollessa poissa sälekaihtimet säätyvät tilan lämpötilan mukaan lämpötilavälillä 22-24 sälekaihdinkulmalla 0-45 astetta.
	11.2 liiketilat	Sisäisillä verhoilla varustetuissa liiketiloissa verhot ylös vedettyinä.	Sisäiset verhot säätyvät auringonvalon mukaan.
12.	12.1 asunnot	Kuluttajalaitteiden sähkönkulutusprofiili FINVAC FINzeb mukaisesti	Osa saunojen sähkökuormista siirretään klo. 19-21 aikavälilta klo 21-23 aikavälille.
	12.2 liiketilat	-	-
13	13.1 asunnot	Lataus lämmitystolpasta, latausteho 1,84 kW	Lataus sähköauton latauspaikasta. Maksimilatausteho 3,6 kW.
	13.2 liiketilat	Lataus lämmitystolpasta, latausteho 1,84 kW	Lataus sähköauton latauspaikasta. Maksimilatausteho 3,6 kW.
	13.1 asunnot	Ei kuormien hallintaa	Kuormien hallinta, joka tasaa sähkökuormat tasaisesti yöajalle.
	13.2 liiketilat	Ei kuormien hallintaa	Kuormien hallinta, joka tasaa sähkökuormat tasaisesti yöajalle.
14	141 asunnot	Perustapaus, ei vaikutusta kulutusprofiiliin	Korttelin tila- ja IV-lämmitysenergiantarve pienenee arviolta 5 % ja IV-koneiden puhaltimien sähköenergiantarve pienenee arviolta 5 %.
	142 liiketilat	Perustapaus, ei vaikutusta kulutusprofiiliin	Korttelin tila- ja IV-lämmitysenergiantarve pienenee arviolta 5 % ja IV-koneiden puhaltimien sähköenergiantarve pienenee arviolta 5 %.

4 Energialaskelmien lähtötiedot

4.1 I9 kortteli

Taulukko 4. I9 korttelin perustiedot

Kategoria	Ominaisuudet	Lisätiedot
Sijainti ja sää		
Paikkakunta	HELSINKI	
Säätiedosto	HELSINKI VANTAA (Ref 2012)	Yleisesti käytetty testisää.
Maaperä	Lämmönjohtavuus 1,5 W/(m^{2}K)	Hiekka, sora tai moreeni. SRMK C4
Tuuliprofiili	Osittain suojaamaton, normaali kaupunkiympäristö	
Ilmansuunta	Tietomallin mukaisesti	
Laajuus		
Lämmin nettoala	Asunnot 17 607 m^2 Liiketilat 3 013 m^2	Energiamallista
Ilmatilavuus	56 092 m^3	Energiamallista
Vuotoilma	q_{50} = 1 m^3/(hm$^2{}_{vaippa}$)	
Rakenteet		
Kylmäsillat	Betonirakenteen ja SRMK Energiatehokkuus (2018) mukaisesti	Pistemäisiä kylmäsiltoja ei huomioitu
Ulkoseinät ilmaa vasten	0,17 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Ulkoseinät maata vasten	0,16 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Yläpohjat	0,09 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Alapohjat maata vasten	0,16 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Ikkunat	0,8 W/(m^{2}K)	Energiatehokkaan ikkunan U-arvo
Ovet	0,8 W/(m^{2}K)	Energiatehokkaan oven U-arvo
Ilmanvaihtojärjestelmä		
Käyntiaika	Asunnoissa ilmanvaihto aina päällä Liiketiloissa ilmanvaihto normaaleilla käyttöajan ilmavirroilla liiketilan ollessa käytössä. Käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihtokoneet käyvät 30 % ilmavirroilla.	
Ilmamäärät	Asunnoissa 0,5 l/s*m2, varastossa ja porrashuoneissa 0,35 l/s*m2. Liiketiloissa Sisäilmastoluokitus 2018 mukaiset ilmamäärät. PT-kaupassa kiertoilmalämmitys käyttöajan ulkopuolella.	
Tuloilman lämpötila	Liiketiloissa + 18 °C. PT-kaupassa poistoilman lämpötilan mukaan.	
LTO-hyötysuhde	Ravintolan keittiö 75 %, muut IV-koneet 80 %	
IV-koneiden SFP-luku	1,6 kW/m^3,s (tulo-poistoilmanvaihto)	
Tuloilman lämpötilan nousu IV-järjestelmässä	Puhaltimen hyötysuhteen mukaan.	
Tuloilman jäähdytyspatteri	Liiketiloissa tuloilman viilennys. Asunnoissa ei tuloilman viilennystä.	

Lämmitysjärjestelmä		
Tuotannon hyötysuhde	η = 1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Jakelujärjestelmä	η = 0,90	
Lämmitysraja	+18 °C kellarissa, PT-kaupassa ja käyttötavarakaupassa. Märkätiloissa +22°C. +21 °C kaikissa muissa lämpimissä tiloissa.	
Lämmityksen apulaitteiden sähkönkulutus	0,228 W/m^2	SRMK Energiatehokkuus 2018
Lämminkäyttövesi		
Tuotannon hyötysuhde	1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Lämpimän käyttöveden lämpötila	58 °C	
Kylmän veden lämpötila	5°C	SRMK Energiatehokkuus 2018
Lämpimän käyttöveden kulutus	600 dm3/(m2*a) asunnoissa. Liiketiloissa 69 dm3/(m2*a).	YM 1010/2017 mukaisesti
Lämpimän käyttöveden käyttöprofiili	FINVAC NZEB asuntojen LKV-käyttöprofiili	
Lämpimän käyttöveden häviöt	1,2 W/m2 (50 % häviöistä sisätiloihin)	SRMK Energiatehokkuus 2018 paremman eristystason mukainen
Kiertopumppujen sähkönkulutus	2,0 kW	Sitowise arvio
Jäähdytysjärjestelmä		
Tuotannon hyötysuhde	η = 1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Jäähdytetyt tilat	Asuntojen olohuoneissa 400 W jäähdytyspalkki. Liiketiloissa (muut kuin PT-kauppa) tilaviilennysteho tilakohtaisen tehontarpeen mukaisesti.	Liiketilalaitteiden mitoitus Sisäilmastoluokitus 2018 S2 mukaan.
Jäähdytysraja	Asuntojen olohuoneissa 25 °C. Liiketiloissa (muut kuin PT-kauppa) S2 kuvaajan mukaisesti.	
Valaistusjärjestelmä		
Valaistusteho	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Valaistuksen käyttöaika	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Henkilöt		
Lukumäärä	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Käyttöprofiili	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Laitekuormat		
Teho	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	Saunojen ja ravintolan keittiön kuorma poikkeaa FINVAC NZEB tilatyypistä
Käyttöaika	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	Saunojen ja ravintolan keittiön käyttöaika poikkeaa FINVAC NZEB tilatyypistä
Aurinkosuojaus		
Auringonsuojalasit	g-arvo 0,38 kaakkoon ja lounaaseen suunnatuissa sisätiloissa	
Sälekaihtimet	Kaikissa muissa tiloissa, paitsi porrashuoneissa ja parvekelaseissa. Sälekaihtimet lasitusten välissä.	
Sälekaihtimien säätö	Valitun teknologiatason mukaisesti	

Taulukko 5. I9 korttelin erityisten kuormien ja laitteiden tiedot

Sähköautot		
Sähköautojen määrä	Sähköautoja tai ladattavia hybridejä 30 % autokannasta. (1) Täyssähköautojen osuus 5 % ja ladattavien hybridien osuus 25 %. (2)	(1) Sitowise arvio (2) Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2019, Teknologiateollisuus
Keskimääräinen päivittäinen ajomatka, sähkön kulutus ja päivittäinen lataus	20 km (1) ja sähkön kulutus 0,2 kWh/km (2). Päivittäinen lataus keskimäärin 4 kWh.	(1) Trafi henkilöliikennetutkimus 2016 Tampereen seudun data (2) Virta
Latauspaikkojen kappalemäärä	Asunnoille autopaikkoja 1/110 k-m^2 = 160 kpl (1) Perustapauksessa kaikissa paikoissa mahdollista ladata tavallisesta lämmitystolpasta Paremmassa tapauksessa 30 % = 48 kpl autopaikoista varustettu älykkäällä tehokkaammalla latauksella, jossa on kysyntäjousto mahdollista	(1) Tampereen pysäköintipolitiikka (2016) Pysäköintinormin päivitys (2018), Pysäköintiseminaari 1.11.2018
Latausprofiili	Perustapauksessa suurin latauskuorma painottuu aikavälille 17-19. Paremmassa tapauksessa kuormat tasoitetaan yöajalle.	Kuormaprofiilit luotu aihealueen tutkimusten ja Tampereen liikennetutkimuksen datan perusteella.
Latausteho	Perustapaus: Yksi vaihe, 8A, 1,84 kW (1) Parempi tapaus: Yksi vaihe, 16A, 3,6 kW (2)	(1) Sähköauton latauspisteiden suunnittelu, Ohje sähkösuunnittelijalle älykkäiden latauspisteiden suunnitteluun (Virta) (2) https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf (malli 8MM03105)
Saunojen sähkökuormat		
Määrä	117 kpl	Energiamallista
Käyttöprofiili	Perustapaus: Saunojen keskimääräinen käyttöaika arviolta 2h. Arviolta 25 % saunoista käytössä ke, pe ja la aikavälillä 18-22. Muina päivinä 10 % saunoista käytössä aikavälillä 18-22.	Käyttöprofiili arvioitu kysyntäjouston tutkimuksiin perustuen
Käyttöteho	Keskimääräinen kiukaan käyttöteho 6 kW	Arvio perustuen kiuasvalmistajien tietoihin
Aurinkosähköjärjestelmä		
Järjestelmän teho	30 kW_p	Mitoitettu kesäaikaisen kiinteistösähkön pohjakuorman mukaan.
Paneelien suuntaus ja kulma	Etelään suunnattuna 30 asteen kulmassa	
PT-kaupan kylmäjärjestelmä		
Jäähdytysteho	Motivan laskentaohjeen market kokoluokan kaupan (2 000 m2) tehosta puolet. Maksimiteho kesällä 75 kW, maksimiteho talvella 30 kW	Kaupan kylmälaitteiden ja -järjestelmien lauhdelämmön talteenotto, Laskentaohje, 04/2012
Jäähdytystehon profiili	Motivan laskentaohjeen mukainen	Kaupan kylmälaitteiden ja -järjestelmien lauhdelämmön talteenotto, Laskentaohje, 04/2012
Lauhteen talteenotto	Laskelma ilmoittaa lauhteen kokonaismäärän. Osittaista lauhteen hyötykäyttöä kaupan ilmanvaihtokoneen ilman esilämmityksessä ei ole huomioitu.	Kaupan kylmälaitteiden ja -järjestelmien lauhdelämmön talteenotto, Laskentaohje, 04/2012
Ravintolan keittiölaitteet		
Kuormat ja käyttöajat	Tasainen kuorma käyttöaikana. 100 annosta vuorokaudessa ja energiankulutus Energiatehokas ammattikeittiö -oppaan (2009) mukaan.	

4.2 I10 kortteli

Taulukko 6. I10 korttelin perustiedot.

Kategoria	Ominaisuudet	Lisätiedot
Sijainti ja sää		
Paikkakunta	HELSINKI	
Säätiedosto	HELSINKI VANTAA (Ref 2012)	Yleisesti käytetty testisää.
Maaperä	Lämmönjohtavuus 1,5 W/(m^{2}K)	Hiekka, sora tai moreeni. SRMK C4
Tuuliprofiili	Osittain suojaamaton, normaali kaupunkiympäristö	
Ilmansuunta	Tietomallin mukaisesti	
Laajuus		
Lämmin nettoala	17 051 m^2	Energiamallista
Ilmatilavuus	43 566 m^3	Energiamallista
Vuotoilma	q_{50} = 1 m^3/(hm$^2{}_{vaippa}$)	
Rakenteet		
Kylmäsillat	Betonirakenteen ja SRMK Energiatehokkuus (2018) mukaisesti	Pistemäisiä kylmäsiltoja ei huomioitu
Ulkoseinät ilmaa vasten	0,17 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Ulkoseinät maata vasten	0,16 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Yläpohjat	0,09 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Alapohjat maata vasten	0,16 W/(m^{2}K)	SRMK vertailuarvojen mukainen
Ikkunat	0,8 W/(m^{2}K)	Energiatehokkaan ikkunan U-arvo
Ovet	0,8 W/(m^{2}K)	Energiatehokkaan oven U-arvo
Ilmanvaihtojärjestelmä		
Käyntiaika	Ilmanvaihto aina päällä	
Ilmamäärät	Asunnoissa 0,5 l/s*m2, varastossa ja porrashuoneissa 0,35 l/s*m2	
Tuloilman lämpötila	+ 18 °C	
LTO-hyötysuhde	80 %	LTO päällä, kun ulkoilman lämpötila alle +17 °C tai tuloilma kuumempaa kuin poistoilma (kylmän talteenotto)
IV-koneiden SFP-luku	1,6 kW/m^3,s (tulo-poistoilmanvaihto)	
Tuloilman lämpötilan nousu IV-järjestelmässä	Puhaltimen hyötysuhteen mukainen.	
Tuloilman jäähdytyspatteri	Ei tuloilman viilennystä	
Lämmitysjärjestelmä		
Tuotannon hyötysuhde	η = 1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Jakelujärjestelmä	η = 0,90	
Lämmitysraja	+18 °C kellarissa. Märkätiloissa +22°C. +21 °C kaikissa muissa lämpimissä tiloissa	
Apulaitteiden sähkönkulutus	0,228 W/m^2	SRMK Energiatehokkuus 2018

Lämminkäyttövesi		
Tuotannon hyötysuhde	1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Lämpimän käyttöveden lämpötila	58 °C	
Kylmän veden lämpötila	5°C	SRMK Energiatehokkuus 2018
Lämpimän käyttöveden kulutus	600 dm3/(m2*a)	YM 1010/2017 mukaisesti
Lämpimän käyttöveden käyttöprofiili	FINVAC NZEB käyttöprofiili	
Lämpimän käyttöveden häviöt	1,2 W/m2 (50 % häviöistä sisätiloihin)	SRMK Energiatehokkuus 2018 paremman eristystason mukainen
Kiertopumppujen sähkönkulutus	2,0 kW	Sitowise arvio
Jäähdytysjärjestelmä		
Tuotannon hyötysuhde	η = 1,0	Tutkitaan rakennuksen energian tarvetta, joten tuotannon hyötysuhde 1,0.
Jäähdytetyt tilat	Olohuoneissa 400 W jäähdytyspalkki	
Jäähdytysraja	Olohuoneissa 25 °C	
Valaistusjärjestelmä		
Valaistusteho	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Valaistuksen käyttöaika	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Henkilöt		
Lukumäärä	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Käyttöprofiili	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	
Laitekuormat		
Teho	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	Saunojen kuorma poikkeaa FINVAC NZEB tilatyypistä
Käyttöaika	FINVAC NZEB tilatyyppien mukaisesti	Saunojen käyttöaika poikkeaa FINVAC NZEB tilatyypistä
Aurinkosuojaus		
Auringonsuojalasit	g-arvo 0,38 kaakkoon ja lounaaseen suunnatuissa tiloissa. Lasitetuissa parvekkeissa ei auringonsuojalasia.	
Sälekaihtimet	Kaikissa muissa tiloissa, paitsi porrashuoneissa ja parvekelaseissa. Sälekaihtimet lasitusten välissä.	
Sälekaihtimien säätö	Valitun teknologiatason mukaisesti	

Taulukko 7. I10 korttelin erityisten kuormien ja laitteiden tiedot

Sähköautojen lataus		
Sähköautojen määrä	Sähköautoja tai ladattavia hybridejä 30 % autokannasta. (1) Täyssähköautojen osuus 5 % ja ladattavien hybridien osuus 25 %. (2)	(1) Sitowise arvio (2) Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2019, Teknologiateollisuus
Keskimääräinen päivittäinen ajomatka, sähkön kulutus ja päivittäinen lataus	20 km (1) ja sähkön kulutus 0,2 kWh/km (2). Päivittäinen lataus keskimäärin 4 kWh.	(1) Trafi henkilöliikennetutkimus 2016 Tampereen seudun data (2) Virta
Latauspaikkojen kappalemäärä	Autopaikkoja 1/110 k-m^2 = 155 kpl (1) Perustapauksessa kaikissa paikoissa mahdollista ladata tavallisesta lämmitystolpasta Paremmassa tapauksessa 30 % = 52 kpl autopaikoista varustettu älykkäällä tehokkaammalla latauksella, jossa on kysyntäjousto mahdollista	(1) Tampereen pysäköintipolitiikka (2016) Pysäköintinormin päivitys (2018), Pysäköintiseminaari 1.11.2018
Latausprofiili	Perustapauksessa suurin latauskuorma painottuu aikavälille 17-19. Paremmassa tapauksessa kuormat tasoitetaan yöajalle.	Kuormaprofiilit luotu aihealueen tutkimusten ja Tampereen liikennetutkimuksen datan perusteella.
Latausteho	Perustapaus: Yksi vaihe, 8A, 1,84 kW (1) Parempi tapaus: Yksi vaihe, 16A, 3,6 kW (2)	(1) Sähköauton latauspisteiden suunnittelu, Ohje sähkösuunnittelijalle älykkäiden latauspisteiden suunnitteluun (Virta) (2) https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf (malli 8MM03105)
Saunojen sähkökuormat		
Määrä	91 kpl	Energiamallista
Käyttöprofiili	Perustapaus: Saunojen keskimääräinen käyttöaika arviolta 2h. Arviolta 25 % saunoista käytössä ke, pe ja la aikavälillä 18-22. Muina päivinä 10 % saunoista käytössä aikavälillä 18-22.	Käyttöprofiili arvioitu kysyntäjouston tutkimuksiin perustuen
Käyttöteho	Keskimääräinen kiukaan käyttöteho 6 kW	Arvio perustuen kiuasvalmistajien tietoihin
Aurinkosähköjärjestelmä		
Järjestelmän teho	18 kW_p	Mitoitettu kesäaikaisen kiinteistösähkön pohjakuorman mukaan.
Paneelien suuntaus ja kulma	Etelään suunnattuna 30 asteen kulmassa	

5 Elinkaarikustannuslaskelmien lähtötiedot

Elinkaarikustannusvertailun aikajaksona käytettiin aikaväliä 2025-2075. Elinkaarikustannuslaskelmiin sisällytettiin kortteleiden energiakustannukset ja tutkittuihin järjestelmiin liittyvät lisäkustannukset.

Eri järjestelmien investointikustannukset määritettiin pääosin laite-, järjestelmä ja palvelutoimittajilta saaduista kustannustiedoista. Osalle teknologioista investointikustannukset voitiin määrittää toteutuneiden hankkeiden kustannustietoihin perustuen. Osassa teknologioita kustannustiedot määritettiin tarvittavien laitteiden yksikkökustannuksiin perustuen.

Kukin kortteli oletettiin laskennassa koostuvan neljästä taloyhtiöstä, joilla kullakin on yksi kaukolämpö-, kaukokylmä ja sähköliittymä. Tehon- ja energiantarpeet jaettiin tasaisesti neljän taloyhtiön välille. Keskitetyllä pysäköinnillä ja jokaisella asunnolla oletettiin myös olevan oma sähköliittymänsä. Sähkön siirtosopimuksina käytettiin Tampereen Sähkölaitoksen yleissiirtoa, sillä verkkoyhtiöllä ei toistaiseksi ole tarjolla sähkön pienkuluttajille tehoon perustuvaa siirtosopimusta.

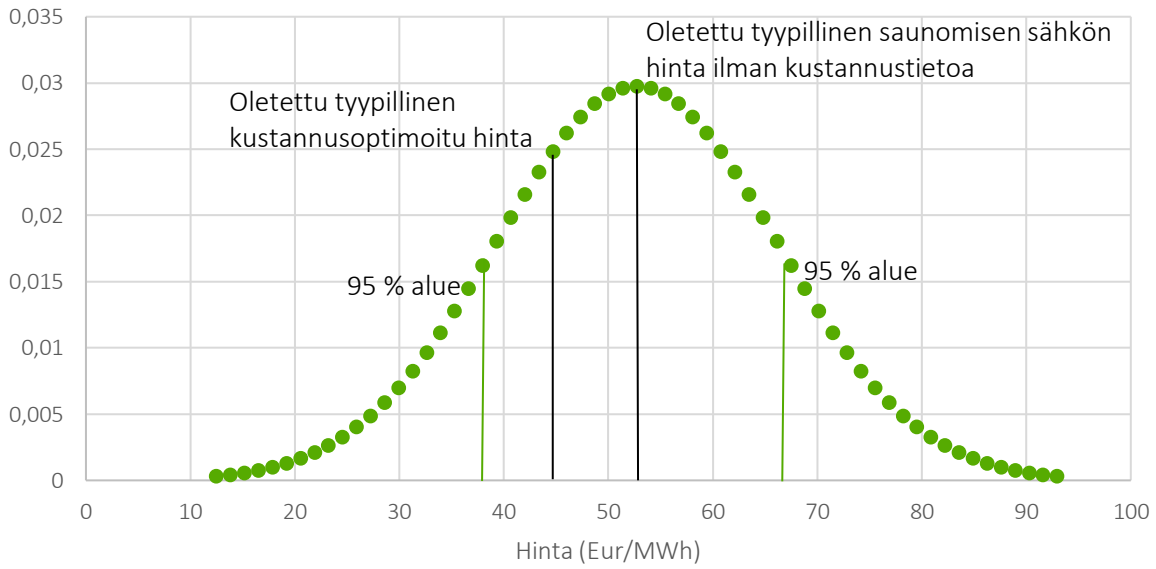
Kaukolämmön, -kylmän ja sähkön liittymismaksut oletettiin kaikissa vaihtoehdoissa samoiksi ja ne jätettiin elinkaarivertailun ulkopuolelle.

Diskonttokorkona käytettiin 5 % lukemaa ja energian hintojen oletettiin kasvavan 2 % vuodessa. Kaikki seuraavissa osioissa esiintyvät kustannukset ovat arvonlisäverottomia.

5.1 Energiamuotojen kustannukset

Kaukolämmön hinta määritettiin Tampereen Sähkölaitoksen kaukolämmön hinnoista kortteleiden lämmönkulutusprofiilille. Kaukolämmön hintana käytettiin määritettyä arvoa 51 Eur/MWh.

Sähkön hintana käytettiin pääosin rakennuksen energiaprofiilin mukaista ELSPOT 2018 tuntihintaa, jossa otettiin huomioon 2 % vuosittainen hinnannousu. Sähkön kysyntäjouston vaihtoehdossa saunojen sähkönkulutuksen hinnalle käytettiin eriävää tuntihintaa, joka määritettiin saunojen tyypillisten käyttöaikojen ELSPOT hintajakaumista (kuvaaja 1). Saunojen kysyntäjoustossa oletettiin, että saunojen lämmityksen sähkö hinta on 8 Eur/MWh alhaisempi.



Kuvaaja 1. 2018 vuoden klo 19:00 Elspot hintojen jakautuminen ja arvioidut saunojen käytön sähköenergian ominaishinnat.

5.2 Teknologiavaihtoehto 1

Teknologiavaihtoehdon 1 kustannukset määritettiin oletuksella, että asunnoissa olisi käytössä Danfoss Link tai koti/kiinteistöautomaation integroitava ratkaisu. Palvelun investointikustannusarvio on 500 Eur/asunto.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.3 Teknologiavaihtoehto 2

Teknologiavaihtoehdon 2 kustannustiedot saatiin palveluntarjoajalta (Lean Heat Oy). Elinkaarilaskennassa käytetyt kustannustiedot ovat seuraavat:

- Investointikustannus
  - 140 Eur/asunto
- Vuosittainen palvelumaksu
  - 20 Eur/asunto

Tutkitun järjestelmän laitteisiin sisältyvät lämpötila-anturit osaan asuntoja, lämmönjakohuoneen säätölaitteet, tiedonsiirtolaitteet ja valvonta- sekä optimointipalvelu. Elinkaarenaikaiset laiteuusinta- ja ylläpitokustannukset sisältyvät palvelumaksuun.

5.4 Teknologiavaihtoehto 3

Teknologiavaihtoehdossa 3 asunnot varustetaan läsnäolokytkimellä/tunnistimella. Laitteen investointikustannusarvio asennettuna ja ohjelmoituna on 200 Eur/asunto.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.5 Teknologiavaihtoehto 4

Teknologiavaihtoehdon 4 ilmamääräsäädön kustannusarvio saatiin laitetoimittajalta (FläktGroup Finland Oy). Asuntokohtaisten ilmamääräsäätimien, asennuksen sekä ohjelmoinnin investointikustannusarvio on 600 Eur/asunto.

Ilmamääräsäätimien käyttöiän arvioitiin olevan 20 vuotta.

5.6 Teknologiavaihtoehto 5

Teknologiavaihtoehdossa 5 rakennuksen kaukolämpövesivirran mittaustieto ohjelmoidaan kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään.

Ohjelmoinnin kustannusarvio on 300 Eur.

5.7 Teknologiavaihtoehto 6

Teknologiavaihtoehdossa 5 rakennuksen kaukolämpövesivirran mittaustieto ohjelmoidaan kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään.

Ohjelmoinnin kustannusarvio on 300 Eur.

5.8 Teknologiavaihtoehto 7

Teknologiavaihtoehdossa 7 palvelualueen tiloissa tulee olla huonelämpötila-anturit. Näiden kustannusarvio on 100 Eur/kpl.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.9 Teknologiavaihtoehto 8

Teknologiavaihtoehdossa 8 palvelualueen tiloissa tulee olla huonelämpötila-anturit. Näiden kustannusarvio on 100 Eur/kpl.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.10 Teknologiavaihtoehto 9

Teknologiavaihtoehdossa 9 palvelualueen tiloissa tulee olla huonelämpötila-anturit. Näiden kustannusarvio on 100 Eur/kpl.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.11 Teknologiavaihtoehto 10

Teknologiavaihtoehdossa 10 asunnoissa tulee olla läsnäolotunnistimet. Näiden kustannusarvio on 150 Eur/kpl.

Teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.12 Teknologiavaihtoehto 11

Teknologiavaihtoehdon 11 kustannustiedot saatiin laitetoimittajalta (Arctic kaihdin). Laitetoimittajan toimittamien tietojen mukaisesti asuntojen sälekaihdinten säätömoottorien, moottoriohjaimen ja asukkaan ohjainlaitteen kustannukset ovat noin 230 Eur/ikkuna.

Liiketilojen laitetarpeet ovat riippuvaisia erikseen säädettävien ikkunoiden määrästä. Tästä syystä investointikustannus voi vaihdella merkittävästi eri tyyppisissä liiketiloissa. Liiketilojen sisäpuolisten verhojen säätömoottorien, moottoriohjaimien, auringonsäteilymittauksen ja käyttäjän ohjainlaitteen kustannusten arvioitiin olevan noin 4 000 Eur/liiketila.

Näiden lisäksi asunnoissa tulee olla asuntoautomaatiojärjestelmä, joka tuo moottoriohjaimelle läsnäolotiedon ja säätösignaalin asukkaan ollessa poissa. Asuntoautomaation kustannukseksi arvioitiin 1 000 Eur/asunto.

Säätölaitteiden teknisen käyttöiän arvioitiin olevan 15 vuotta. Uusintakustannukseksi arviointiin 80 % investointikustannuksesta.

5.13 Teknologiavaihtoehto 12

Teknologiavaihtoehdon 12 valitulla toteutustavalla ei oletettu olevan lisäkustannuksia.

5.14 Teknologiavaihtoehto 13

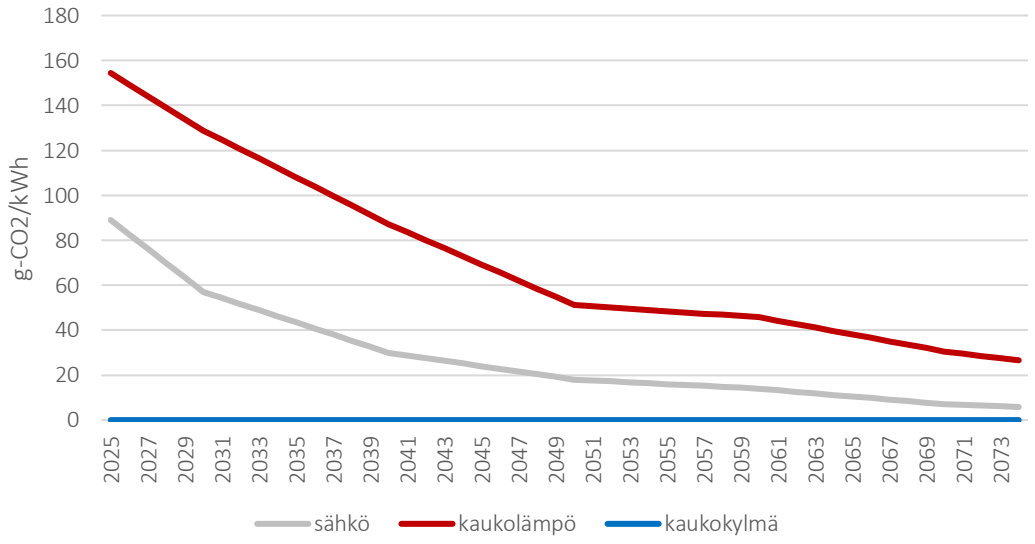
Teknologiavaihtoehdossa 13 osa pysäköintihallin pysäköintipaikoista varustetaan etähallittavilla sähköautojen latauspisteillä (3,6 kW maksimiteho), jotka korvaavat tavanomaisen lämmitystolpan. Latauspalvelun hinnat määritettiin Fortum Charge & Drive palvelun mukaisesti. Palvelun kustannus on 40.3 Eur/latauspaikka/kuukausi sisältäen lataussähkön, laitteet, huollot, kuormantasauksen ja laitehallinnan.

5.15 Teknologiavaihtoehto 14

Teknologiavaihtoehdon 14 investointikustannuksiksi arvioitiin 2 000 Eur/taloyhtiö ja kuukausittaiseksi palvelumaksuksi arvioitiin 70 Eur/taloyhtiö.

6 Elinkaaripäästölaskelmien lähtötiedot

Energiankulutuksen päästölaskelmissa aikajaksona käytettiin aikaväliä 2025-2075. Energiamuotoina päästölaskelmissa käytettiin kaukolämpöä, verkkosähköä ja kaukokylmää. Kortteleiden energiankulutuksen oletettiin pysyvän samana koko tarkastelujakson. Ominaispäästöjen kehittyminen tarkastelujaksolla voidaan nähdä kuvaajassa 2.



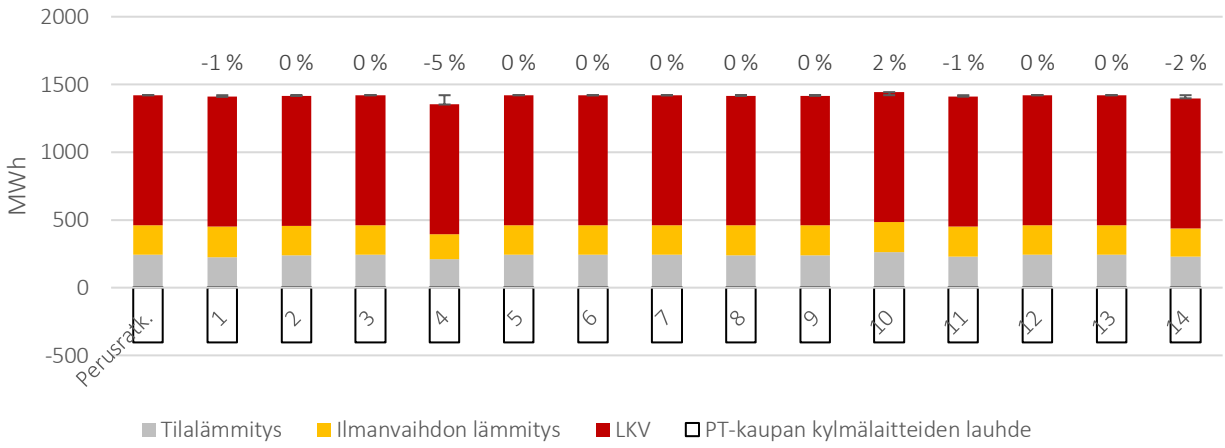
Kuvaaja 2. Energiamuotojen ominaispäästöt tarkastelujaksolla 2025-2075.

7 Energialaskelmien tarkat tulokset

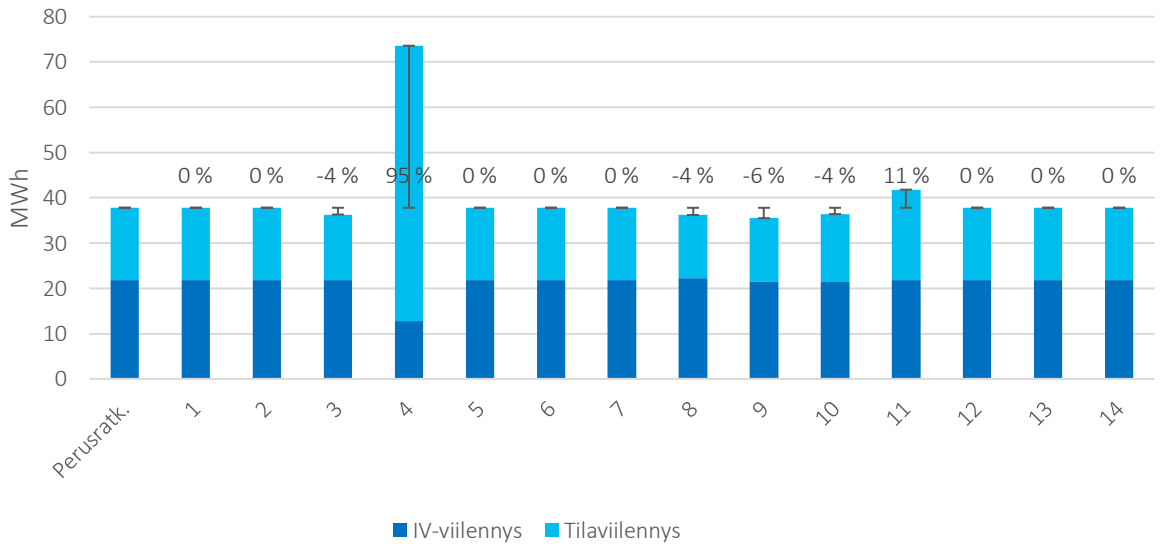
Kortteleiden energialaskelmien tarkat tulokset esitetään kuvaajissa 3-14.

7.1 I9 kortteli

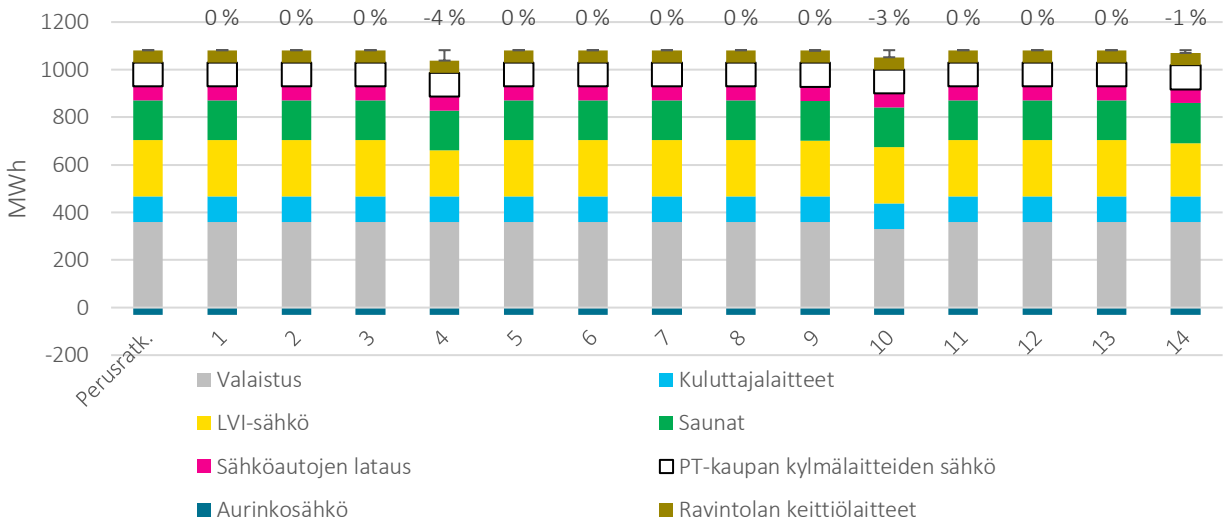
7.1.1 Energiat



Kuvaaja 3. I9 korttelin lämpöenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

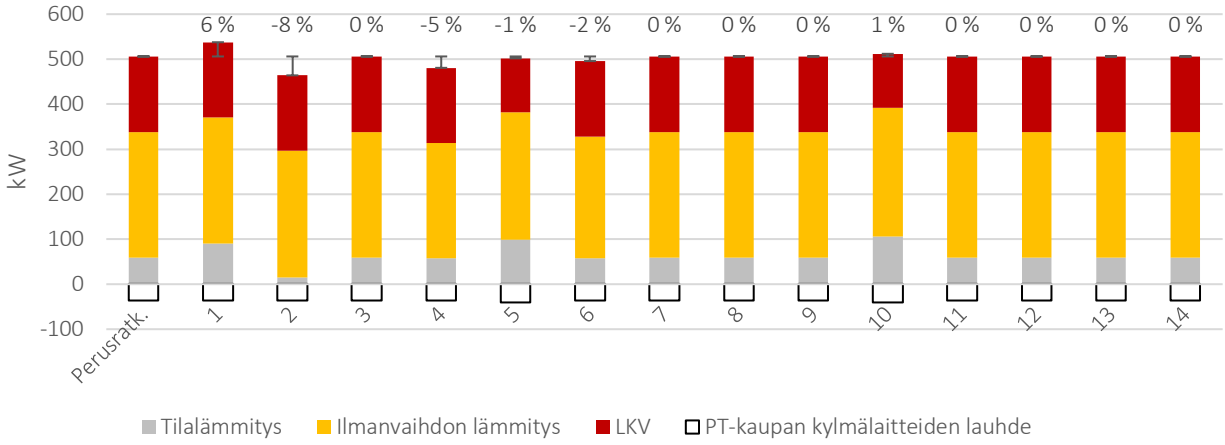


Kuvaaja 4. I9 korttelin kylmäenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

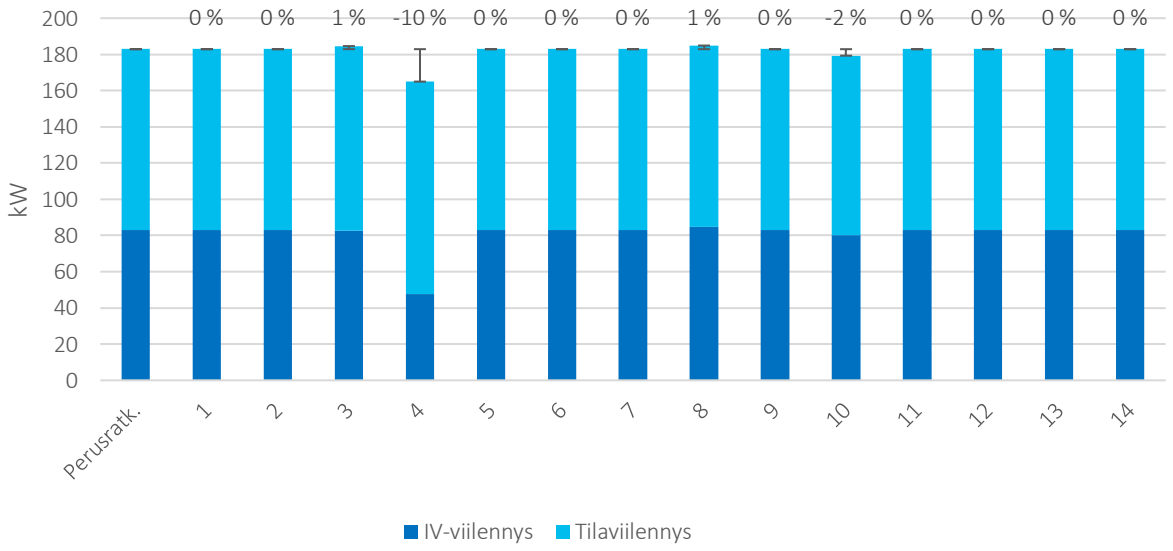


Kuvaaja 5. I9 korttelin sähköenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

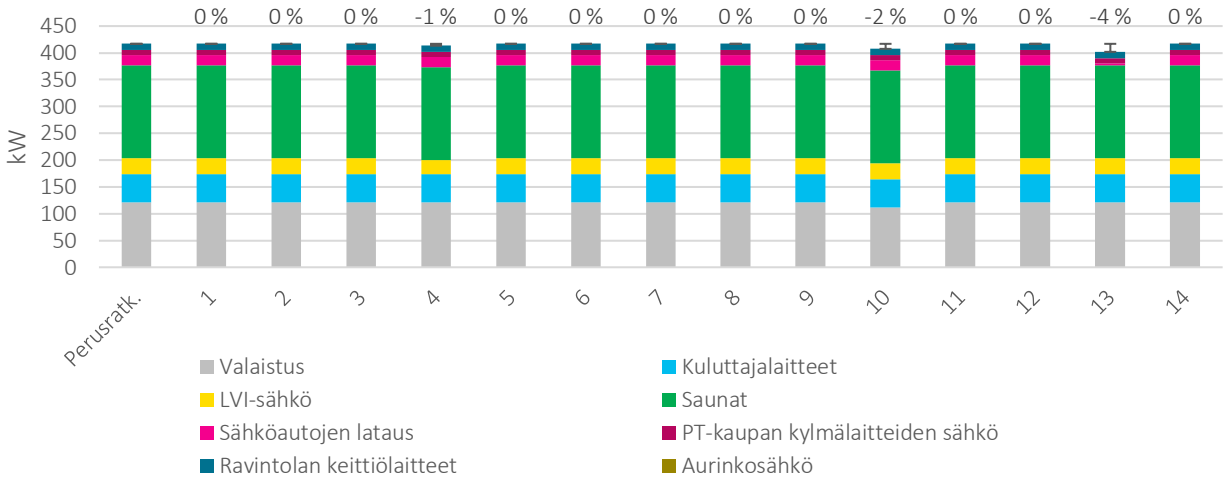
7.1.2 Tehot



Kuvaaja 6. I9 korttelin lämmitysteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.



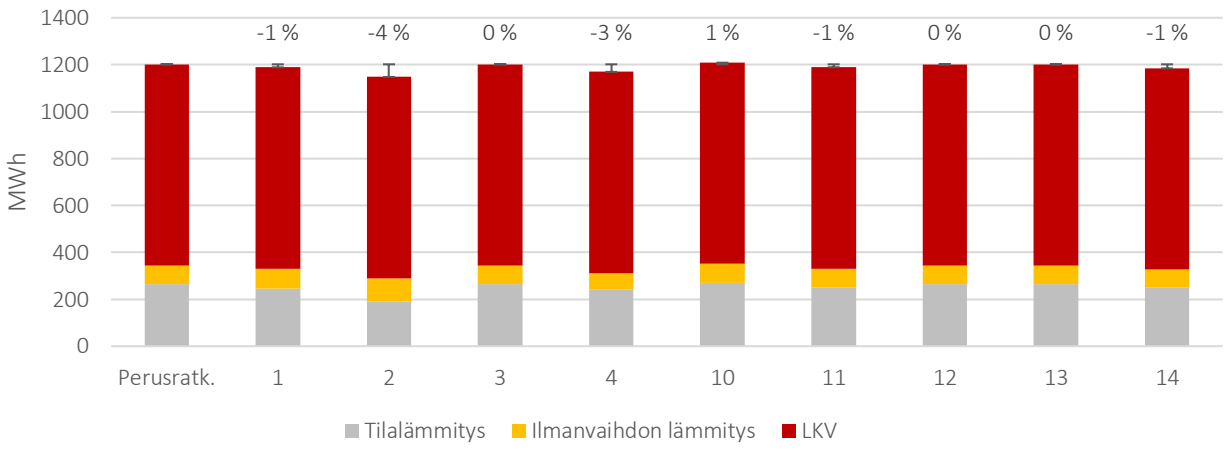
Kuvaaja 7. I9 korttelin jäähdytysteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.



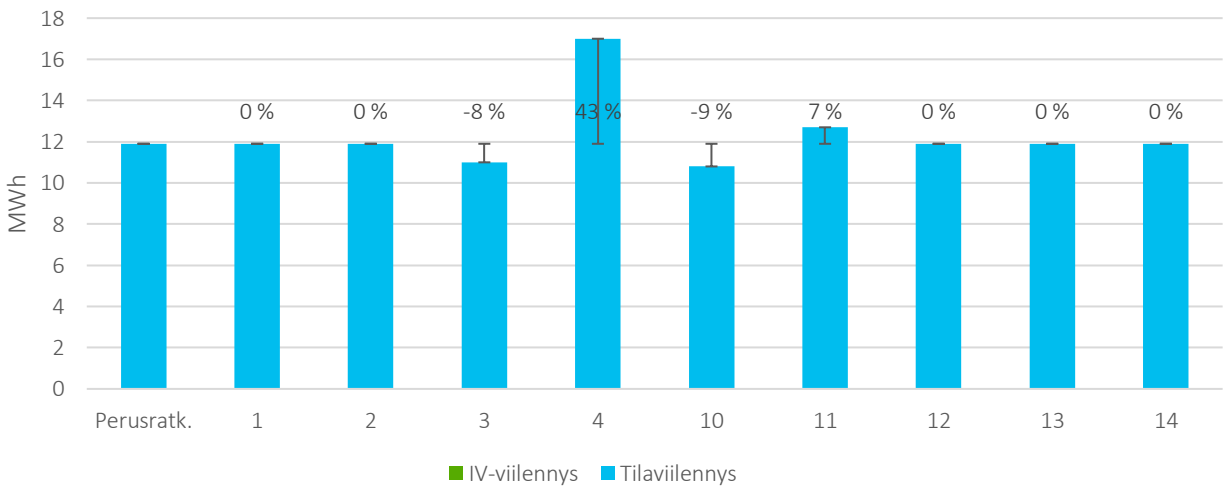
Kuvaaja 8. I9 korttelin sähköteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

7.2 I10 kortteli

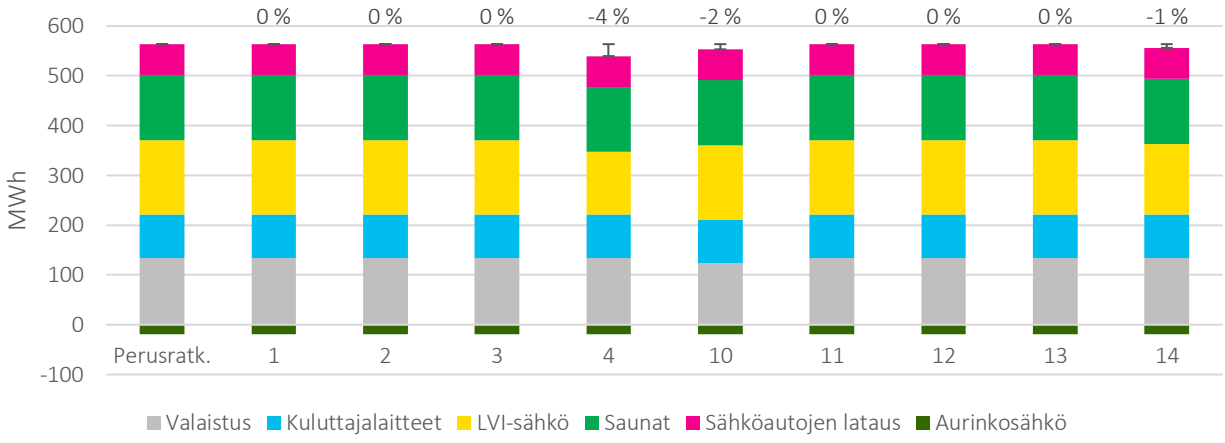
7.2.1 Energiat



Kuvaaja 9. I10 korttelin lämpöenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

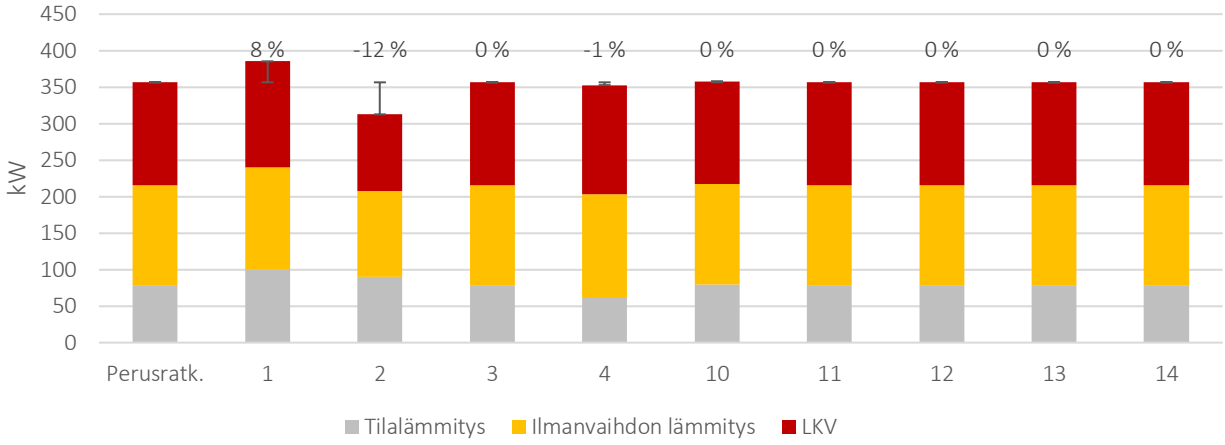


Kuvaaja 10. I10 korttelin kylmäenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

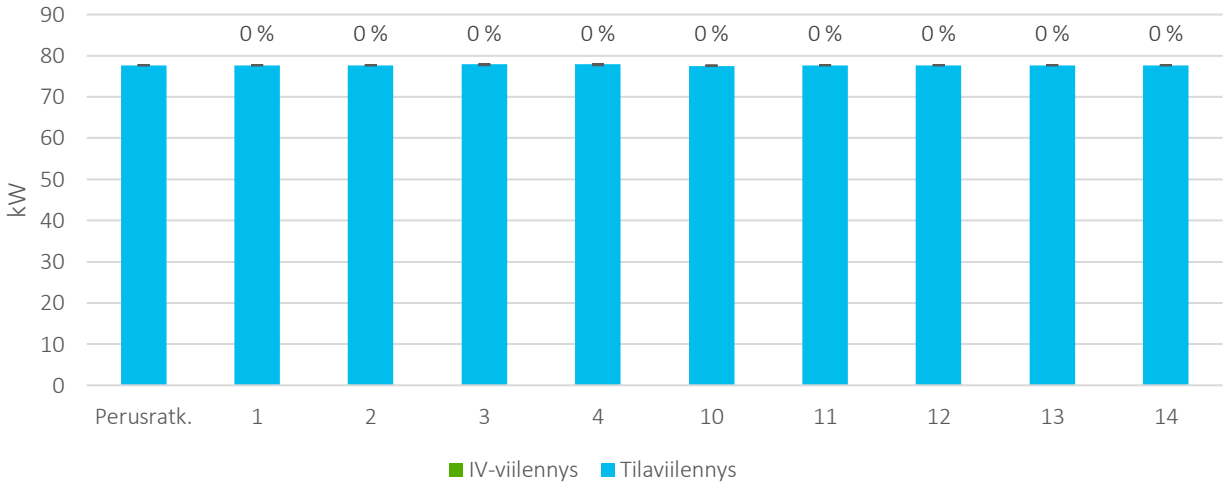


Kuvaaja 11. I10 korttelin sähköenergiankulutus kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.

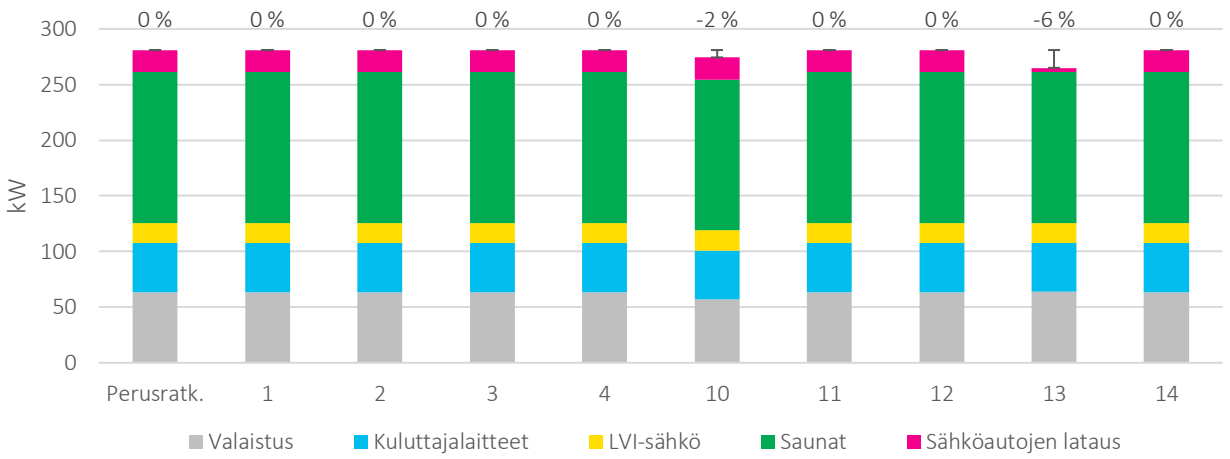
7.2.2 Tehot



Kuvaaja 12. I10 korttelin lämmitysteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.



Kuvaaja 13. I10 korttelin jäähdytysteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.



Kuvaaja 14. I10 korttelin sähköteho kaikilla tutkituilla teknologiavaihtoehdoilla.