

Green Building Partners Oy

Green Building Partners Oy
Kutomotie 16
00380 Helsinki

Säterinkallionkulman kaavavaiheen energiatarkastelu

P0814-100B	Säterinkallionkulma
10.11.2017	SRV



ESIPUHE

Tässä raportissa tutkitaan energia- ja sisäilmamääräysten täyttymistä sekä laaditaan arvio rakennusten energiankulutuksista ja tehontarpeista Säterinkallionkulman kaavan alueella. Raportissa selvitetään myös uusiutuvan energiantuotannon mahdollisuuksia alueella.

Yhteenvedossa esitetään suositukset tulosten huomioonmista maankäytön vaatimuksissa.

Taloteknisiin järjestelmiin liittyvät energiatehokkuustavoitteet perustuvat rakentamismääräyksiin, GBP:n laatimaan energialaskentamalliin ja uusiutuvan energian potentiaaliselvitykseen. Dokumentissa on esitetty esimerkinomaiset tekniset ratkaisut, joilla vaatimukset voidaan täyttää.

Revisiossa A on huomioitu tilaajan pyytämät täydennykset ja tarkennukset sekä Revisiossa B tarkennukset maalämpöjärjestelmään.

Raportin ja energiankäytön selvitysten laatimisesta ovat vastanneet Sofia Al-Khatib, Antti Karppinen ja Timo Rintala Green Building Partners Oy:stä.

Tilaajan yhteyshenkilönä on ollut Anne Tiainen SRV Rakennus Oy:stä.

Helsingissä

2.11.2017

Timo Rintala
+358 44 7637 764
timo.rintala@gbp.fi
Green Building Partners Oy



Sisällys

Esipuhe	2
1 Taustatiedot.....	4
1.1 Tarkastelualue.....	4
1.2 Rakentamisen laajuus.....	5
2 Yhteenveto	5
2.1 Energian käyttö ja tarve	5
2.2 Paikallinen energiantuotanto	6
3 Energian käyttö.....	7
3.1 Energiatehokkuusmääräysten kehitys	7
3.2 E-lukutavoite.....	7
3.3 Rakennustyyppikohtainen ominaisenergiankulutus	8
3.4 Tehontarve.....	10
3.5 Korttelikohtainen energiankäytön arvio	10
4 Energiantuotannon ratkaisut	11
4.1 Maalämpö.....	11
4.2 Aurinkoenergia.....	14
4.3 Muut uusiutuvan energian järjestelmät.....	14
5 Sisälämpötilojen hallinta	15
5.1 Vaatimukset.....	15
5.2 Sisäilmatavoitteiden täyttyminen.....	15

Liite 1 NZEB esimerkkiratkaisut kohteelle

Liite 2 Alustava E-lukuraportti

Liite 3 Maalämpöjärjestelmän elinkaarikustannuslaskelma (kortteli 4)

Liite 4 Aurinkosähköjärjestelmän elinkaarikustannuslaskelma



1 TAUSTATIEDOT

1.1 Tarkastelualue

Nykyisin rakentamaton tarkastelualue sijaitsee Espoon Leppävaarassa, jossa on vireillä Säterinkallionkulma (Linnoitustie), 118000 -nimisen asemakaavan laadinta. Lainvoimaiseksi tullessaan asemakaava mahdollistaa Linnoitustien ja Leirikadun väliselle suunnittelualueelle tulevan Raide-Jokerin pysäkin läheisyyteen asuinkerrostalojen ja liike-/toimitilojen toteuttamisen. Kaavoitustyön pohjana olevassa suunnitteluratkaisussa alueelle on esitetty asuinkerrostaloja viiteen eri kortteliin, minkä lisäksi yhteen kortteliin tulisi pysäköintilaitos. Alueella kulkee kaukolämpöverkko ja tulevaisuudessa kaukokylmäverkko, joihin rakennuksilla on mahdollisuus liittyä.



Kuva 1. Säterinkallionkulman alue.



1.2 Rakentamisen laajuus

Selvitys perustuu arkkitehdin alustavaan luonnokseen 23.10.2017 ja sen mukaisiin massoihin ja ratkaisuihin.

Kohde koostuu kuudesta vierekkäisestä korttelista, kuten kuvassa 1 on esitetty. Näistä kortteli 1 koostuu asuinrakennuksista ja korttelit 2-5 asuinrakennuksista sekä pihakannen alaisesta pysäköintialueesta. Kortteli 6 kattaa erillisen kylmän maanpäällisen pysäköintilaitoksen, joka on laskennassa huomioitu kaavassa sallittavan korkuisena. Selvityksessä on käytetty lähtökohtana suunnitteluvaiheen korttelikohtaisia laajuuksia, jotka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Korttelien laajuudet

Kortteli	Pinta-ala [brm ²]	
	Asuinrakennukset	Kansipysäköinti / Pysäköintilaitos
Kortteli 1	8044	0
Kortteli 2	17352	1886
Kortteli 3	13230	1996
Kortteli 4	5641	1996
Kortteli 5	3707	937
Pysäköintilaitos	0	9420

2 YHTEENVETO

2.1 Energian käyttö ja tarve

Energiankäytön arvio on laadittu kohteelle pinta-alaperusteisesti sekä kortteille yhteisesti. Tavoite-energiankulutus perustuu rakennuksesta laadittuun energiamalliin ja asuinkerrostaloissa tyypillisesti käytettäviin ratkaisuihin.

Rakennettavien rakennusten tulee täyttää lähes nollaenergiatason vaatimukset, jotka astuvat voimaan vuonna 2018. Tulevat lähes nollaenergiarakentamisen määräykset eivät käytännössä kiristä lainkaan asuinrakennusten määräystasoa, vaan vaatimus on saavutettavissa nykyisillä rakennusmääräysten mukaisilla asuinkiinteistöjen ratkaisuilla. Asuinrakennukselle lähes nollaenergiataso on uuden määräysluonnoksen mukaan $E_{(2018)}$ -luku 90 kWh/m²a_E (joka vastaa nykyisten energiamuotokertoimien tasoa 128). Viitteellinen energiatodistus kaukolämpö- ja maalämpöratkaisuilla on esitetty laskentaraportin liitteessä 2.

Korttelin asuinrakennusten ja paikoitusalueiden sähkön ja lämmön mitoitustehot on laskettu hyödyntäen rakennuksen energiamallia ja mitoitusohjeita. Korttelikohtainen vuotuinen kokonaisenergiankulutus ja mitoitustehot on esitetty taulukossa 2. Jäähdytyksen huipputeho perustuu option liittyä kaukokylmään ja tuloilmajäähdytykseen

**Taulukko 2. Korttelien todelliseen käyttöön perustuva tavoitekulutus ja mitoitus-tehot kaukolämpöratkaisulla**

Kortteli	Lämmön kokonaiskulutus [MWh/a]	Sähkön kokonaiskulutus [MWh/a]	Jäähdytyksen kokonaiskulutus [MWh/a]	Lämmityksen huipputeho [kW]	Sähkön huipputeho [kW]	(Jäähdytyksen huipputeho) [kW]
Kortteli 1	690	360	30	1530	370	70
Kortteli 2	1490	930	60	3300	830	150
Kortteli 3	1140	750	50	2510	650	110
Kortteli 4	490	410	20	1070	300	50
Kortteli 5	320	240	10	700	190	30
Pysäköintilaitos	0	190	0	0	200	0
Yhteensä	4130	2880	170	9110	2540	410

2.2 Paikallinen energiantuotanto

Säterinkallionkulman alueella voidaan hyödyntää maalämpöä ja aurinkoenergiaa energiantuotannossa. Muut paikallisen energian tuotantoratkaisut, kuten bioenergia ja tuulivoima, eivät ole asuntoalueelle sopivia ratkaisuja mm. päästöjen ja melun aiheuttamisen vuoksi.

Maalämpöä ei voida hyödyntää kortteleiden 1-3 kaikkien rakennusten päälämmönlähteenä, koska korttelin alueelle ei mahdu riittävää määrää lämmönkeruukaivoja. Sen sijaan kortteleiden 4 ja 5 rakennuksissa on mahdollista korvata kaukolämpö kokonaan maalämpöjärjestelmällä. Korttelissa 1 voidaan maalämpöä käyttää kaikkien rakennusten lämmitykseen, mikäli kaivoja sijoitetaan viereisen korttelin 6 pysäköintilaitokseen. Kevyen liikenteen väylälle korttelien 2 ja 3 väliin sijoitettavat lämpökaivot edistäisivät maalämmön hyödyntämistä.

Maalämmön edistämiseksi kaavassa tulisi mahdollistaa maalämmön rakentaminen kaikkiin kortteleihin sekä mahdollisuuksien mukaan myös yleisille alueille. Maalämpökaivoja voitaisiin sijoittaa korttelin 1 eteläpuoliselle puistoalueella vinoporauxena tontilta sekä korttelien 2 ja 3 väliselle kevyen liikenteen reitin alueelle, jossa kunnallistekniset verkostot eivät rajoita toteuttamista. Lisäksi varaus maalämmön keruuputkistojen johtamisesta pysäköintilaitokselta kortteille 1 ja 2 tulisi huomioida katualueen ratkaisuissa varauksena.

Aurinkoenergiajärjestelmistä aurinkosähköpaneelit ovat aurinkolämpökeräimiä kustannus-tehokkaampi vaihtoehto. Rakennusten kattoalat soveltuvat hyvin aurinkopaneelien sijoittamiseen eikä niihin liity visuaalista haittaa tai merkittäviä ulkopuolisia varjostuksia.

Kaavan suositellaan mahdollistavan aurinkoenergiajärjestelmien toteutuksen kaikkien rakennusten sekä pysäköintilaitoksen katolle ja julkisivuille.

Alustavaan massoitteeluun ja aukotukseen perustuvan laskennan perusteella kohteet pystyvät täyttämään määräystenmukaiset lämpöolosuhdevaatimukset sälekaihtimia hyödyntämällä ilman auringonsuojalaseja tai ulkopuolisia suojauksia. Maalämpöä hyödyntävissä rakennuksissa maalämpöpiiristä saatava jäähdytysteho riittäisi tuottamaan tuloilman viilennykseen vaadittavan jäähdytystehon.



3 ENERGIAN KÄYTTÖ

3.1 Energiatehokkuusmääräysten kehitys

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on yksi keskeisiä tämän hetken painopistealueita rakennetun ympäristön kehittämisessä Suomessa. Energiatehokkuudelle asetetaan odotuksia sekä käyttäjien näkökulmasta että ohjataan voimakkaasti määräyksillä.

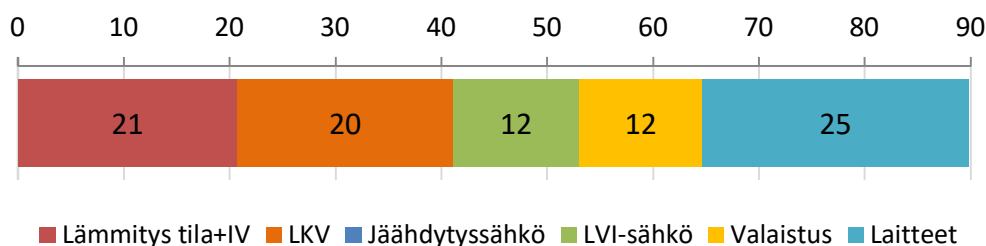
Suomen rakentamismääräyskokoelman energiatehokkuusvaatimuksia päivitetään vastaamaan eurooppalaisen rakennusten energiatehokkuusdirektiivin EPBD:n päivityksen mukaisia vaatimuksia. Direktiivin mukaan kaikkien uusien julkisten rakennusten tulee olla *lähes nollaenergiataloja* (nZEB = nearly Zero Energy Building) 31.12.2018 alkaen ja uudisrakennusten 31.12.2020 alkaen.

Ympäristöministeriö on julkaissut luonnokset päivitetystä sisäilmastoa, ilmanvaihtoa ja energiatehokkuutta koskevista määräyksistä syyskuussa 2017. Tulevat määräykset astuvat voimaan 1.1.2018 alkaen ja ne koskevat kaava-alueelle rakennettavia kohteita. Uudet rakentamismääräykset määrittelevät asuinkerrostalon lähes nollaenergiatasoksi 90 kWh/m²a uusilla energiamuotojen primäärienergiakertoimilla laskettuna. E-luvun energiamuotojen painotuskertoimet ja niitä vastaavat E-luvun tavoitetasot laskevat uusien rakentamismääräysten myötä noin 30 % ja vastaavasti E-lukuluokkien rajat noin 30 %. Käytännössä asuinrakennusten lähes nollaenergiarakentamisen vaatimustaso pysyy likimain samana vanhoihin laskentaohjeistuksiin verrattuna.

3.2 E-lukutavoite

Kohteelle on asetettu lokakuussa 2016 julkaistun rakentamismääräyskokoelmaluonnoksen mukainen *lähes nollaenergia* tasoa vastaava E-lukutavoite, joka asuinrakennukselle on **90 kWh/m²a_E**. Kohteelle on laskettu tavanomaisiin suunnitteluratkaisuihin perustuva esimerkkiratkaisu tavoitteen saavuttamiseksi hyödyntäen kaukolämpöä pääasiallisena lämmitysmenetelmänä. Lisäksi on tarkasteltu maalämmön hyödyntämisen vaikutusta E-lukuun.

Kuvaaja 1 Yhteenveto E-luvun muodostumisesta



Asuinkerrostaloissa tyypillisesti käytettävillä ratkaisuilla tarkennettuna liitteen 1 mukaisilla teknisillä vaatimustasoilla saavutetaan *lähes nollaenergiatasoa* vastaava E-lukutavoite 90.

Lähes nollaenergiatason vaatimukset saavutetaan toteuttamalla vaipan lämmöneritys rakentamismääräysten mukaiseen vaatimustasoon rakenteiden ja ikkunoiden osalta. Rakennuksen tiiveys on oletettu määräystasoa paremmaksi (ilmanvuotoluku q50 on 1 m³/m²h) ja kohteelle tehdään tiiveysmittaus. Valaistusteho on määräysten mukaista 11 W/m². ilmanvaihdossa on oletettu käytettävän vastavirtalevylämmönsiirrintä, jonka lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on 70 %. Tulevien määräysten mukaisesti ilmanvaihdon SFP-luvuksi on oletettu 1,8 kWh/(m³/s).



E-luku on laskettu perustapaukselle, jossa rakennuksen lämmitysmuotona on kaukolämpö ja eikä rakennusta jäähdytetä. Tuloilmajäähdytys kaukokylmällä kasvattaisi E-lukua liitteessä 1 esitetyillä ratkaisuilla vain vähän (+1 kWh/m²a_E). Maalämpöratkaisu parantaa E-lukua -8 kWh/m²a_E lisälämmityksen ollessa kaukolämpö. Mikäli lisälämmityksenä käytettäisiin sähköä, jonka energiamuodon kerroin on huomattavasti kaukolämpöä suurempi, parannus E-lukuun olisi vain -3 kWh/m²a_E.

E-luku perustuu rakentamismääräyskokoelmassa määritellyllä standardikäytöllä laskettuun ja primäärienergian painotuskertoimilla painotettuun ostoenergiankulutukseen, eikä E-luku kuvaa suoraan rakennuksen todellista energiankulutusta. E-luvun laskentaperusteiden tarkoitus on ohjata rakennusten teknisten perusratkaisujen (lämmöneristys, lämmön talteenotto, valaistus, ilmanvaihdon ohjaus) toteutusta sekä mahdollistaa eri rakennusten vertailtavuus keskenään ilman, että rakennuksen käyttäjän vaikutus muuttaa laskennan tulosta. Tästä johtuen rakennukselle on laskettu erikseen todelliseen käyttöön perustuva ostoenergian kulutus.

3.3 Rakennustyyppikohtainen ominaisenergiankulutus

Energian ominaiskulutus on arvioitu erikseen asuinkerrostalolle, korttelikohtaiselle pihakannen alaiselle pysäköintihallille, erilliselle pysäköintilaitokselle sekä piha-alueelle.

Kohteiden energiankäytön arvio on laadittu dynaamisella simulointimallilla. Energiankäytön tarkastelut on laadittu tapaukselle, jossa rakennus on kytketty sähkö- ja kaukolämpöverkkoon ja jossa on tilojen ja tuloilman lämmitys, mutta ei jäähdytystä.

Energiankäytön tavoitteissa on syytä huomioida epävarmuus johtuen rajallisista lähtötiedoista kaavavaiheessa. Prosessienergiat kuten ajoluiskien sulatusten ja sadevesijärjestelmien saattolämmitysten kulutus on arvioitu kuten myös huippuimurien ja kansipysäköinnin puhallinsähkön kulutus. Yhteistilojen valaistuskuormat on arvioitu energiatehokkaiden LED-ratkaisujen mukaisesti, mutta lopullinen kulutus riippuu asennettavista valaisimista ja niiden käyttöajoista. Lisäksi käyttäjä- ja kiinteistölaitteiden tehot ja lämpökuormat on arvioitu D3:n mukaan.

Asuinkerrostalo

Lähtökohtana on käytetty asuinkerrostaloissa tyypillisesti käytettäviä ratkaisuja. Näiden lisäksi on käytetty rakentamismääräyskokoelman osien D2 ja D3 arvoja oletuksina. Rakennuksen muut tekniset tiedot on arvioitu kokemuseräisesti. Rakennuksen oletetut talotekniset sekä rakenteelliset ominaisuudet on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Asuinkerrostalo-osan energiankäytön ominaiskulutus loppukäytön mukaan on esitetty taulukossa 3.

Mikäli kohteessa käytetään kaukojäähdytystä, jäähdytystarve on 1,2 kWh/m²a, joka vastaa 1 % lisäystä kokonaisenergian tarpeeseen.

**Taulukko 3. Asuinkerrostalon ominaiskulutusarvio**

Energiantarve	Ostoenergia	Ominaiskulutus	
Tila- ja IV-lämmitys	Kaukolämpö	42,6	kWh/m ² a
Käyttöveden lämmitys	Kaukolämpö	43,1	kWh/m ² a
Lämmitys yhteensä		86	kWh/m²a
Ilmanvaihto	Sähkö	12,6	kWh/m ² a
Kiinteistön laitteet	Sähkö	1,6	kWh/m ² a
Kiinteistön valaistus	Sähkö	0,3	kWh/m ² a
Saattolämmitykset	Sähkö	1,2	kWh/m ² a
Kiinteistösähkö yhteensä		16	kWh/m²a
Vuokralaissähkö	Sähkö	29,7	kWh/m ² a
Sähkö yhteensä		45	kWh/m²a

Taulukko 4. Asuinkerrostalon vedenkulutuksen arvio

		Ominaiskulutus	
Vedenkulutus		2000	dm ³ /m ² a
Veden ominaiskulutus		140	dm ³ /hlö/pv

Korttelikohtainen pihakannen alainen pysäköintihalli

Pihakannen alaiset pysäköintihallit on oletettu lämmittämättömiksi ja niihin on oletettu koneellinen poistoilmanvaihto. Ajoluiskalämmitys on huomioitu vain kellariin johtavalle ajoluiskalle (ei pihakannen luiskaan), mutta laskennassa ei ole huomioitu kehittyneempiä ohjauksia (lumiantureita tmv.). Pysäköintihalliosan ominaiskulutus on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Pihakannen alaisen pysäköintihallin ominaiskulutusarvio

Energiantarve	Ostoenergia	Ominaiskulutus	
Ilmanvaihto	Sähkö	7,9	kWh/m ² a
Autolämmitys	Sähkö	5,1	kWh/m ² a
Kiinteistön valaistus	Sähkö	12,3	kWh/m ² a
Ajoluiskalämmitys	Sähkö	46,6	kWh/m ² a
Sähköautojen lataus	Sähkö	3,0	kWh/m ² a
Sähkö yhteensä		75	kWh/m²a

Pysäköintilaitos

Pysäköintilaitos on lämmittämätön tila, jossa ei ole koneellista tulo- tai poistoilmanvaihtoa, vaan rakennus on luonnollisesti läpituulettuva. Rakennuksen energiankulutus koostuu näin ollen valaistuksesta, sähköautojen latauksesta sekä mahdollisesta autolämmityksestä. Pysäköintilaitoksen ominaiskulutus on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6. Pysäköintilaitoksen ominaiskulutusarvio**

Energiantarve	Ostoenergia	Ominaiskulutus	
Autolämmitys	Sähkö	5,1	kWh/m ² a
Kiinteistön valaistus	Sähkö	12,3	kWh/m ² a
Sähköautojen lataus	Sähkö	2,6	kWh/m ² a
Sähkö yhteensä		20	kWh/m²a

Piha-alueiden valaistus

Kulkuväylille sekä asuinkerrostalojen sisäänkäyntien yhteyteen on oletettu asennettavan ulkovalaisimet, jotka ohjautuvat valoisuusanturin mukaan. Niiden ominaiskulutus on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 7. Piha-alueiden ominaiskulutusarvio

Energiantarve	Ostoenergia	Ominaiskulutus	
Kiinteistön valaistus	Sähkö	6,2	kWh/m ² a
Sähkö yhteensä		6,2	kWh/m²a

3.4**Tehontarve**

Sähkön tehontarve on laskettu sähkölaitosyhdistyksen laskentamallin (ST-kortin 13.31) mukaisesti. Standardin mukaiset mitoitusvahot asuinosalle sekä pysäköintialueille on esitetty taulukossa 8.

Lämmityksen ominaistehontarve on laskettu simulointimalliin perustuen ja on esitetty taulukossa 8. Rakennusosan lämmitystarve kattaa tila- ja IV-lämmityksen sekä lämpimän käyttöveden lämmityksen. Pysäköintialueet on oletettu lämmittämättömiksi eivätkä näin ollen kuluta lämpöä. Jäähdytysteho on mitoitettu simulointimalliin perustuen ilmanvaihdon tuloilmajäähdytystarpeen mitoitusilanteen mukaan.

Taulukko 8. Sähkön, lämmön ja jäähdytyksen mitoitusvahot

	Mitoitusvahot [W/m ²]		
	Sähkö	Lämpö	Jäähdytys
Asuinrakennukset	46	190	8
Kansipysäköinti	23	-	-
Pysäköintilaitos	21	-	-
Yhteensä	90	190	8

3.5**Korttelikohtainen energiankäytön arvio**

Asuinrakennuksista, maanalaisista pysäköintihalleista, erillisestä pysäköintilaitoksesta sekä piha-alueesta koostuvien korttelien kokonaisenergiankulutus on arvioitu perustuen ominaiskulutuksiin ja -tehoihin sekä tonteille rakennettavien rakennusten kokonaisaloihin.



Energiankäytön laskennassa asuinrakennusten lämmitysmuotona on käytetty kaukolämpöä, joka on yksi mahdollinen toteutusratkaisu. Pysäköintialueet on oletettu kylmiksi. Rakennusten energiankäyttö kortteleittain on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Kortteleiden kokonaisenergiankäyttö loppukulutuksittain

Kortteli	Lämmön kokonaiskulutus [MWh/a]	Sähkön kokonaiskulutus [MWh/a]	Jäähdytyksen kokonaiskulutus [MWh/a]
Kortteli 1	690	360	30
Kortteli 2	1490	930	60
Kortteli 3	1140	750	50
Kortteli 4	490	410	20
Kortteli 5	320	240	10
Pysäköintilaitos	0	190	0
Yhteensä	4130	2880	170

Energiankulutukseen perustuvia päätöksiä tehdessä on syytä huomioida, että rakennusten ja tontin lopulliset talotekniset ja rakenteelliset ratkaisut sekä käyttäjämäärät vaikuttavat myös lopulliseen energiankulutukseen. Laadittu arvio on alustava ja perustuu asuin kerrostaloissa tyypillisesti käytettäviin taloteknisiin ratkaisuihin sekä asuinrakennusten tyypillisiin kulutuksiin.

4 ENERGiantuotannon ratkaisut

4.1 Maalämpö

Pääosa rakennusten lämmityksestä voidaan tuottaa maalämmöllä. Rakennukset sijoittuvat Espoon geoenergiakartan mukaan maalämmön hyödyntämisen kannalta kallioalueelle, jossa maalämmön tuoton pitäisi olla hyvällä tasolla. Lähialueen omakotitaloissa on yksittäisiä maalämpökohteita.

Vaatimukset maalämmön toteutukselle Espoossa

Maalämpöä hyödynnettäessä tulee kuitenkin huomioida lämmönkeruukaivojen sijoittelu ja niiden etäisyys suhteessa toisiinsa, tontin rajoihin ja muihin rakennelmiin. Espoon rakennusvalvonnan ohjeelliset vähimmäisetäisyydet eri kohteisiin ovat:

- Lämpökaivo- ja kenttä 15 m (omistajan suostumus)
- Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot 3 m (omistajan suostumus)
- Rakennus 3 m (selvitys haittojen ehkäisystä)
- Tontin raja, yleensä 7,5 m (naapurin suostumus)
- Tontin raja, Espoon kaupungin kadut ja puistot 4 m (katuuyksikön suostumus)
- Viemärit ja vesijohdot 5 m (omistajan suostumus)
- Tunnelit ja luolat 25 m (Geotekniikkayksikön lausunto)

Manituista etäisyyksistä voidaan poiketa omistajan suostumuksella, erillisen selvityksen perusteella tai erityistoimenpitein esimerkiksi tekemällä vinoreikiä. Ohjeellisten etäisyyksien perässä on sulkeissa esitetty tarvittu liite, jos vähimmäisetäisyys alittuu.

**Maalämmön potentiaali**

Yksi asuinkerrostalo, jonka lämmitetty pinta-ala on 2 200 m², tarvitsee maalämpöä varten noin 5 lämmönkeruukaivoa. Tällä mitoituksella maalämmöllä voidaan tuottaa yli 90 % lämmitysenergian tarpeesta. Maalämmön hyödyntämispotentiaali on esitetty kortteleittain taulukossa 10, josta ilmenee, että väljemmin rakennetuissa kortteleissa 4 ja 5 riittää tilaa sijoittaa lämmönkeruu-kaivoja kaikkien korttelin rakennusten lämmitystarvetta varten. Muissa kortteleissa tila ei riitä korttelin kaikkien rakennusten lämpökaivoille.

Maalämpöjärjestelmällä voidaan lämmityksen ohella tuottaa myös jäähdytystä. Jos rakennuksissa päätetään toteuttaa esimerkiksi tuloilman jäähdytys, riittää rakennuksessa lämmitystarpeen mukaan mitoitettut lämmönkeruukaivot tuottamaan koko jäähdytystarve.

Taulukko 10. Maalämpökaivojen enimmäismäärä ja maalämmön hyödyntämispotentiaali kortteleittain.

Kortteli	Rakennusten kem ²	Kaivojen tarvittu lkm	Kaivojen enimmäismäärä korttelissa	Maalämmön enimmäisosuus lämmitysenergiasta
1	6900	16	9	57 %
2	14500	33	14	42 %
3	11200	26	8	31 %
4	4700	11	20	100 %
5	3200	8	14	100 %
6			13	
2/3 väli			5	
Yhteensä	40500	94	83	90 %

Maalämmön käyttöä on kuitenkin mahdollista laajentaa, jos lämpökaivoja voidaan sijoittaa myös korttelissa 6 sijaitsevan pysäköintilaitoksen alle ja korttelien 2 ja 3 väliselle kevyen liikenteen alueelle. Lisäksi kortteleissa 4 ja 5 on tilaa useammalle lämpökaivoille kuin kyseisten korttelien rakennukset tarvitsevat, jolloin muiden korttelien rakennukset voisivat hyödyntää kortteleihin 4 ja 5 sijoitettuja lämpökaivoja. Kokonaisuudessaan maalämmön hyödyntämis-potentiaali ei kuitenkaan aivan vaikuttaisi riittävän koko Säterinkallionkulman alueelle. Lämpökaivojen lopullinen tarvittu määrä riippuu kuitenkin maaperän lämmönjohtavuudesta, joka voi vaihdella paljonkin eri alueiden välillä, ja selviää vasta koeporauksilla. Lämmönkeruu-kaivojen sijoittelua alueelle on luonnosteltu kuvassa 2.

Alustavan elinkaarikustannuslaskennan mukaan maalämpöinvestointi olisi korttelissa 4 noin 85 000 € kalliimpi kaukolämpöön liittymiseen verrattuna ja takaisinmaksuaika olisi 10 vuotta. Esimerkki maalämpöjärjestelmän elinkaarikustannuslaskennasta korttelille 4 on esitetty liitteessä 3.

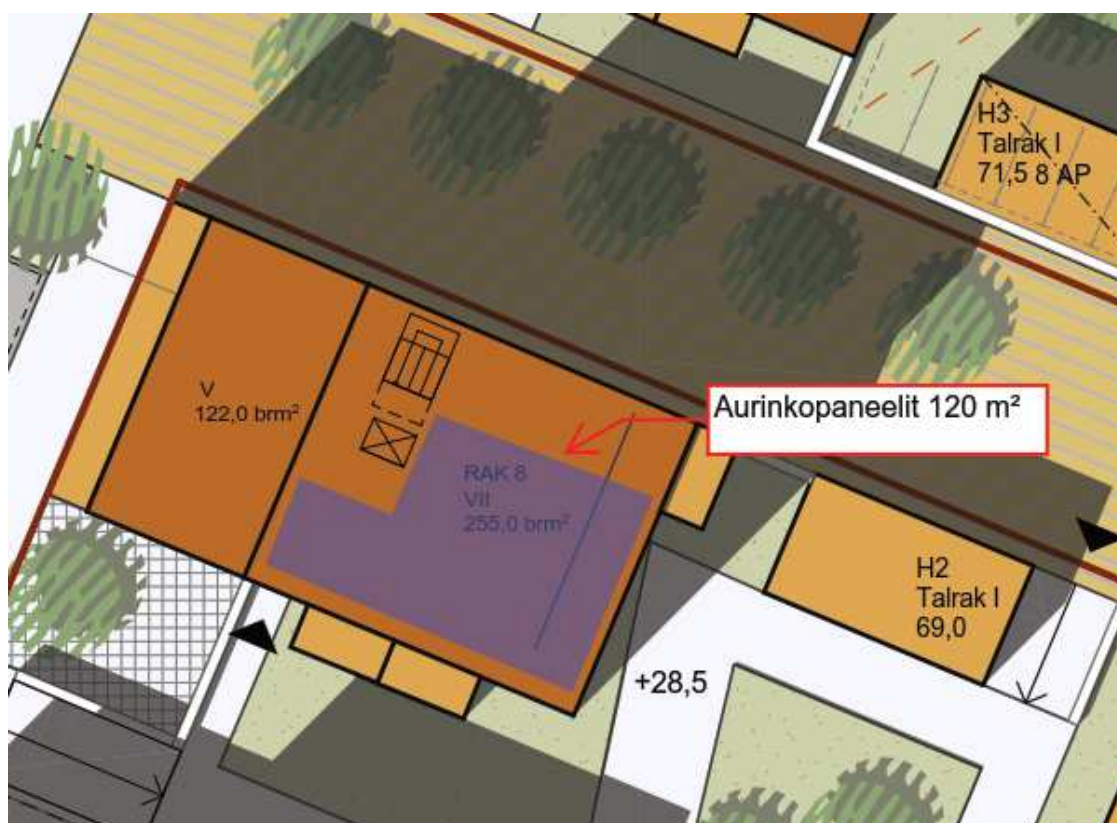


4.2 Aurinkoenergia

Rakennuksissa voidaan tuottaa sähköä aurinkopaneeleilla tai lämpöä aurinkokeräimillä. Aurinkoenergiajärjestelmien paras sijoituspaikka on rakennusten katolla, jossa ne tuottavat parhaiten eivätkä häiritse ympäristöä heijastuksilla.

Kaukolämpökohteessa aurinkokeräinten kannattavuutta heikentää investointi lämminvesivaraajiin, joita ei rakennuksessa muuten tarvita. Maalämpökohteissa lämmitysenergian tuottaminen on edullista, jolloin aurinkolämmöstä saatava kustannussäästö pienenee. Näin ollen Säterinkallionkulman kohteissa aurinkoenergiajärjestelmistä kannattavampi vaihtoehto on aurinkosähköjärjestelmä.

Aurinkosähköjärjestelmä kannattaa mitoittaa siten, että mahdollisimman suuri osa tuotetusta sähköstä tulee rakennuksen omaan käyttöön eikä sitä tarvitse myydä verkkoon. Kustannustehokas aurinkosähkön mitoitus yhdelle rakennukselle olisi noin 120 m² aurinkopaneelia, jolloin tuotettu aurinkosähkö saadaan hyödynnettyä kokonaisuudessaan rakennuksen (2400 brm²) sähkönkulutuksessa eikä verkkoon myytävää ylituotantoa synny. Aurinkopaneelien takaisinmaksuaika on noin 15 vuotta. Elinkaarikustannuksia on arvioitu tarkemmin liitteessä 4.



Kuva 3. Esimerkki aurinkopaneelien sijoittelusta rakennuksen katolle.

4.3 Muut uusiutuvan energian järjestelmät

Paikallinen energiantuotanto ei saa aiheuttaa päästöjä, melua tai muuta haittaa ympäristölle. Bioenergiajärjestelmät eivät sovi alueelle päästöjen ja polttoaineen kuljetuksesta aiheutuneen lisääntyneen liikenteen vuoksi. Pientuulivoimalat saattavat tuottaa melua ja tiputtaa jäätä sekä



lunta, eivätkä siksi sovi energiantuotantoon alueella. Polttokennot voisivat olla mahdollinen lämmöntuotantoratkaisu, mutta toistaiseksi kaupalliset järjestelmät ovat vielä melko harvinaisia.

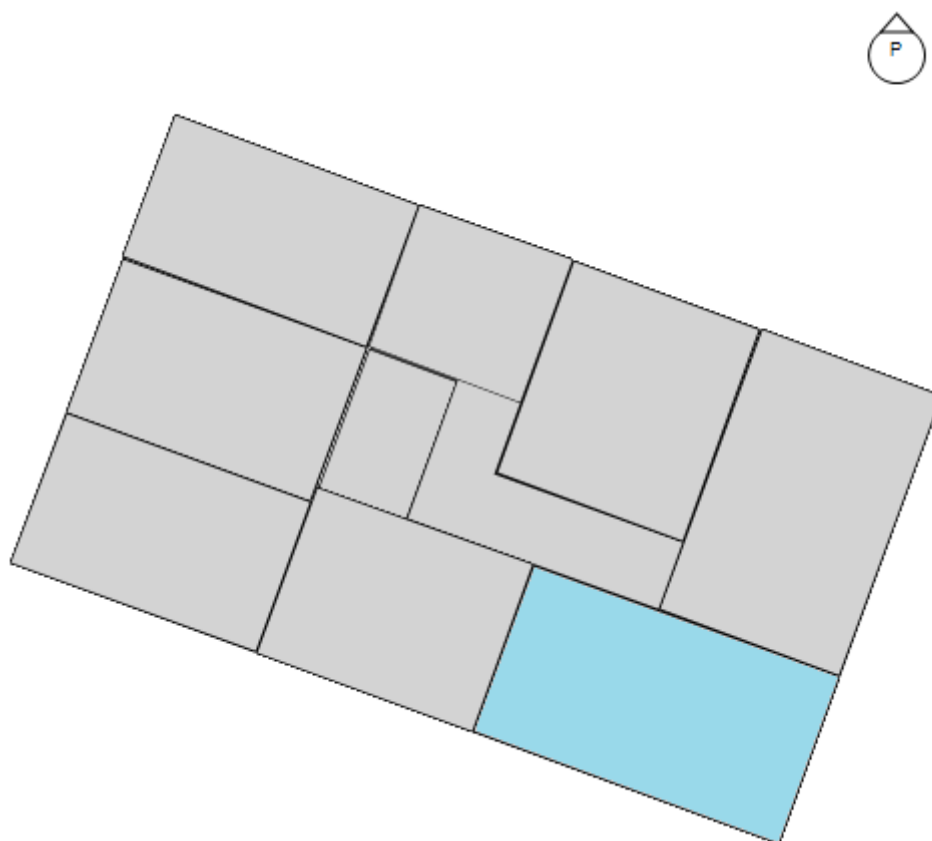
5 SISÄLÄMPÖILOJEN HALLINTA

5.1 Vaatimukset

Rakentamismääräysten mukaan sisälämpötila ei saa asuintiloissa ylittää jäähdytysrajaa 27 °C yli 150:llä astetunnilla. Huoneistojen viihtyvyyden kannalta kuitenkin jo 25 °C:n ylittyminen sisälämpötilassa on epäsuotuisaa. Asuinrakennuksen sisäilmastoluokka on S3 RT 07-10946 "Sisäilmastoluokitus 2008" mukaisesti.

5.2 Sisäilmatavoitteiden täyttyminen

Jäähdytystarvetarkastelussa on tarkasteltu tarkemmin korttelin 2 rakennuksen 8 ylimmän kerroksen huoneistoa, jonka ikkunat sijoittuvat kaakko- ja lounaissivuille. Huoneisto edustaa sijaintinsa puolesta kriittistä tilannetta sisälämpötilojen osalta. Huoneisto on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Tarkasteltu kriittinen huoneisto rakennuksen massasta ylhäältä päin katsottuna

Perusratkaisuna huoneiston sisälämpötilaa on tarkasteltu ilman jäähdytystä tai auringonsuojausratkaisuja. Kirkkailla 1,4 m x 1,4 m ikkunoilla rakennuksen huoneistoissa lämpötila ylittää jäähdytysrajan 364:llä astetunnilla ja 25 °C 1664:llä astetunnilla ilman jäähdytystä ja lämmönhallintaa. Näin ollen jäähdytys tai lämpöhallinnan ratkaisut ovat tarpeen kyseisissä asuin kerrostaloissa.

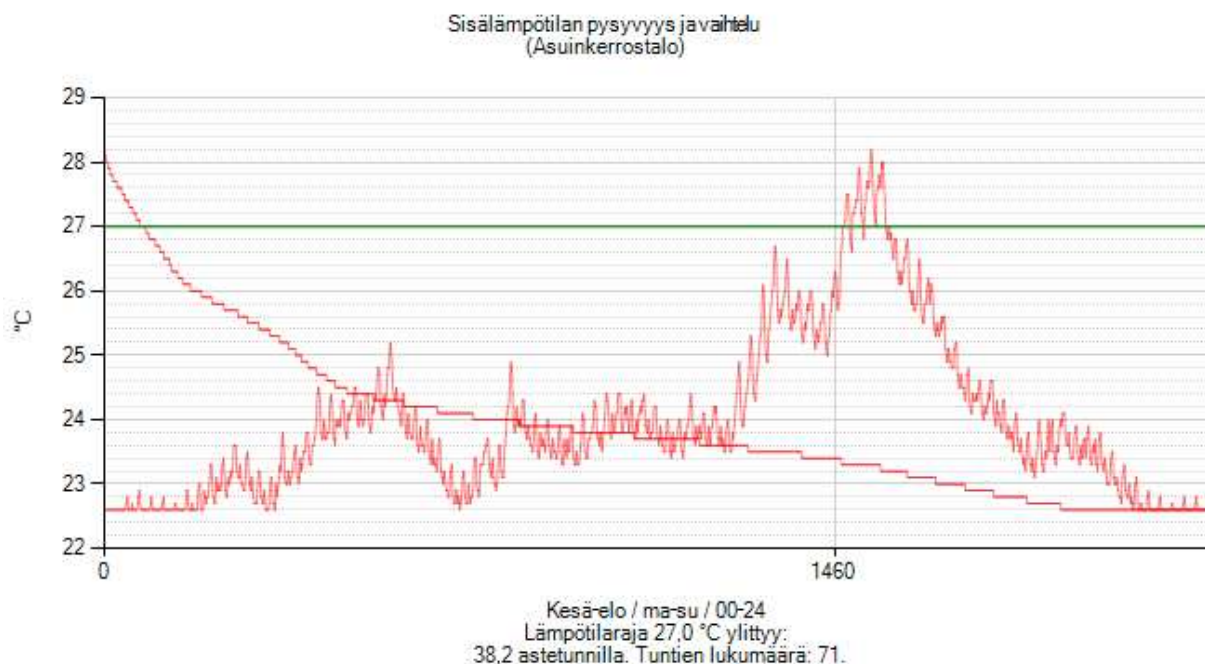


Sisälämpötilan nousua voidaan hillitä jäähdytyksen lisäksi esimerkiksi sälekaihtimien tai auringonsuojalasien avulla. Huoneiston operatiivisen sisälämpötilan 27 °C ja 25 °C ylittävien tuntien lukumäärä on esitetty eri ratkaisuille taulukossa 10. Taulukosta nähdään, että rakentamismääräysten mukaiset vaatimukset voidaan täyttää ilman tuloilman jäähdytystä jo pelkästään sälekaihtimien avulla.

pTaulukko 10. Sisälämpötilatasot esimerkkihuoneistossa eri ratkaisuilla.

	25 °C ylittävät tunnit	27 °C ylittävät tunnit
Ei jäähdytystä, ei auringonsuojia	1664	364
Ei jäähdytystä, sälekaihtimet ikkunalasien välissä	456	38
Ei jäähdytystä, sälekaihtimet ja auringonsuojalasi	316	15
Tuloilman jäähdytys ja sälekaihtimet, ei auringonsuojalasia	10	0

Sisälämpötilan pysyvyys huoneistotilassa vuoden aikana ilman jäähdytystä käytettäessä sälekaihtimia on esitetty kuvassa 5. Kuvaajassa laskeva käyrä kuvastaa tuntien kokonaismäärää lämpötilan mukaan ja heilahteleva käyrä kuvastaa lämpötilan jakautumista vuoden tuntien mukaan.



Kuva 5. Sisälämpötilan pysyvyys tyypivuotena kriittisimmässä huoneistossa käytettäessä sälekaihtimia ikkunalasien välissä

**LIITE 1****NZEB esimerkkiratkaisut kohteelle****Rakennusvaippa**

Rakennuksen lämmöneristys on oletettu toteutettavan rakentamismääräysten vertailutason mukaisilla U-arvoilla. Rakennuksen ilmanvuotoluvuksi on oletettu $q_{50} = 1 \text{ m}^3/(\text{h}, \text{m}^2)$. Rakennusvaiheessa ilmanvuotoluku voidaan mitata tiiveyden varmistamiseksi.

Ikkunoiden auringon lämpösäteilyn läpäisykertoimenä on laskelmissa käytetty $g = 0,5$. Aurinkosuoja saavutetaan tyyppillisesti tavanomaisilla lasiratkaisuilla, joiden U-arvo on $1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Lämmitys

Energiankäytön arvioissa on käytetty lämmitysjärjestelmänä asuinrakennuksille tyyppillistä kaukolämpöratkaisua.

Lämmönluovutuslaitteiksi on oletettu käytettäväksi vesikiertoisia 45/35 °C matalalämpöradiaattoreita kaikissa tiloissa. Ilmanvaihdon lämmitysverkosto mitoitetaan 60/30 °C lämpötiloille.

Ilmanvaihto

Asuinkerrostaloihin on oletettu koneellinen tulo-poisto ilmanvaihto. Huoneistojen keskimääräiseksi ilmamääräksi on oletettu rakentamismääräysten mitoittamiseen perustuen mukaisesti $0,8 \text{ l/s}, \text{m}^2$ ja pysäköintilaitokseen $0,9 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$. Ilmastointikoneet on oletettu vakioilmavirtaisiksi ja niiden SFP-luvuksi on oletettu uusien rakentamismääräysten mukaisesti $1,8 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Poistoilmaa voidaan tehostaa liesituulettimesta keittiön osalta. Omaissähkötehon tavoite ei koske erillispuhaltimia kuten alustilan tuuletusta, radonpoistoja, huippuimureita. Ilmanvaihdolle on oletettu lisäksi energiatehokas vastavirtalämmönsiirtimellä varustettu lämmöntalteenotto 70 % vuosihyötysuhteella.

Pihakansien alle tuleville paikoitusalueille on oletettu koneellinen poisto. Erillinen pysäköintilaitos on oletettu läpituulettuvaksi tilaksi.

Valaistusjärjestelmä

Kohteen lopullinen valaistusteho riippuu sekä kiinteistön yleisten tilojen valaisimista että huoneistoihin asennetuista valaisimista sekä näiden mahdollisista ohjauskeinoista kuten läsnäolo-ohjauksesta. E-lukulaskelmissa käytetty keskimääräinen valaistussähköteho perustuu Suomen rakennusmääräyskokoelman osaan D3 ja on asuinrakennukselle $11 \text{ W}/\text{m}^2$.

Energiankäytön arvioissa on oletettu rakennuksen yleistiloihin (porrashuoneet, käytävät) energiatehokkaat LED-valaisimet keskimääräisellä $4 \text{ W}/\text{m}^2$ valaistusteholla sekä läsnäolo-ohjaus. Asuintiloihin on oletettu painonappi-ohjaus ja keskimääräinen $11 \text{ W}/\text{m}^2$ valaistusteho. Pysäköintitilojen valaistustehoksi on oletettu $2 \text{ W}/\text{m}^2$ sekä osittainen läsnäolo-ohjaus ns. yövalolla.

Energiantarpeen arvioinnissa ulkovalaistukseksi on oletettu hämäräkytkimellä varustetut valaisimet sisäänkäyntien yhteyteen sekä valaisinpylväät kulkureiteille. Ulkovalaistuksen valaistustehoksi on oletettu $1,5 \text{ W}/\text{m}^2$.

**Muut järjestelmät**

Energiankäytön arvioinnissa on oletettu sähköiset ränni- ja saattosulatukset. Lisäksi pysäköintitiloihin on oletettu sähköiset autolämmitykset sekä sähköiset ajoluiskien sulatukset maanalaisten pysäköintitilojen sisäänkäynnille. Arviossa on huomioitu myös mahdollisten sähköautojen latauspistokkeiden sähkönkulutus.

Rakennuksissa oletetaan olevan vähintään yksi hissi, jonka sähkönkulutus on huomioitu rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaisesti.

Jäähdytys

Perustapauksessa ei ole toteutettu jäähdytystä. Mikäli kohteeseen otetaan käyttöön jäähdytys, rakennus liitetään kaukojäähdytysverkkoon. Jos rakennuksen lämmitys toteutetaan maalämmöllä, voidaan jäähdytysenergia tuottaa myös maapiiristä kerättävällä vapaajäähdytyksellä. Mahdollinen jäähdytys viilentää huoneistoihin puhallettavaa tuloilmaa. Energiankäytön arviossa on oletettu, että rakennuksissa ei ole jäähdytystä. Jäähdytystarpeen arviointi on tehty erillisellä laskelmalla.

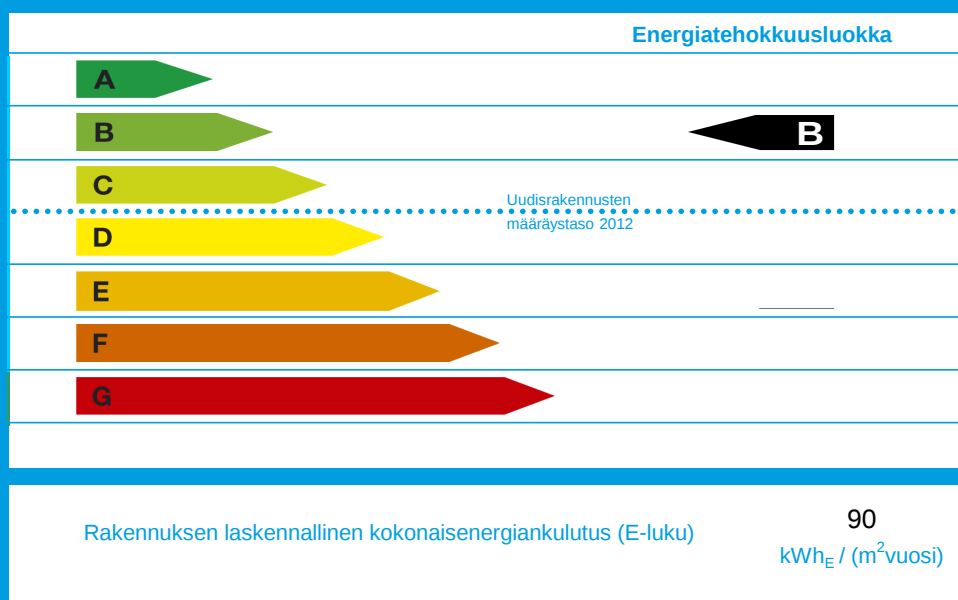
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:

Säterinkallionkulma Rakennus 8

Rakennustunnus:**Rakennuksen valmistumisvuosi:****Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:**

Muut asuinkerrostalot

Todistustunnus:**Todistuksen laatija:****Yritys:**

Green Building Partners Oy

Allekirjoitus:**Todistuksen laatimispäivä:****Viimeinen voimassaolopäivä:**

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

ENERGIALASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde	Säterinkallionkulma Rakennus 8		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo		
Rakennusvuosi	2018		
Lämmitetty nettoala	1 963	m ²	

Ilmanvuotoluku q50	1,0	m ³ /(h·m ²)	
---------------------------	-----	-------------------------------------	--

Rakennusvaipan umpiosat	A m ²	U W/(m ² ·K)	U A W/K	%
Ulkoseinät	1 444,6	0,17	250,88	34,2
Yläpohja	347,3	0,09	32,14	4,4
Alapohja	353,2	0,16	56,71	7,7
Ikkunat	241,1	1,00	241,08	32,9
Ulko-ovet	84,0	1,00	83,58	11,4
Kylmäsillat			69,41	9,5

Ikkunat ilmansuunnittain	A m ²	U W/(m ² ·K)	g-arvo -
Pohjoinen	84,3	1,00	0,5
Koillinen	0,0	0,00	0,0
Itä	41,2	1,00	0,5
Kaakko	0,0	0,00	0,0
Etelä	74,5	1,00	0,5
Lounas	0,0	0,00	0,0
Länsi	41,2	1,00	0,5
Luode	0,0	0,00	0,0
Kattoikkunat	0,0	0,00	0,0
	241,1		

Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)		Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpö- tilasuhde -	Jäätymisen esto °C
Ilmanvaihto, palvelualue 1	0,98	0,98	1,80	70	-10
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,98	0,98	1,80		

Lämmitysjärjestelmä	Tuoton hyötysuhde -	Lämmitysjärj. hyötysuhde -	Lämpökerroin ¹ -	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja IV:n lämmitys	0,97	0,90		2,1
LKV:n valmistus	0,97	0,86		0,0

¹vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle²lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin, -
	-

LKV:n käyttö	dm ³ /(m ² ·a)	yht. m ³ /a
	600	1178

Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste -
	3	4	11	0,6/0,6

Päiväys
15.9.2017

Allekirjoitus

Nimen selvennys

ENERGIALASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Säterinkallionkulma Rakennus 8	
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo	
Rakennusvuosi	2018	
Lämmitetty nettoala	1 963	m ²

E-luku 90 kWh/(m²,a) (kWh lämmitettyä nettoalaa kohti)

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Sähkö	79 698	1,70	135 486	69
Kaukolämpö	0	0,70	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,40	0	0
Uusiutuva polttoaine	161 083	0,50	80 542	41
Fossiilinen polttoaine	0	1,00	0	0
			0	0
Yhteensä	240 781		216 028	110

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0

Rakennusten teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² ·a)	Lämpö kWh/(m ² ·a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² ·a)
Lämmitysjärjestelmä	-		
Tilojen lämmitys ¹	2,1	26,2	
Tuloilman lämmitys	0,0	12,7	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0,0	40,7	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	7,9	-	
Jäähdytysjärjestelmä	0,0	0,0	0,0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	30,6	-	
Yhteensä	40,6	79,6	0,0

¹ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Tilojen lämmitys ²	46 300	23,6
Ilmanvaihdon lämmitys ³	24 900	12,7
Lämpimän käyttöveden valmistus	68 691	35,0
Jäähdytys	0	0,0

²sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
Aurinko	22 744	11,6
Ihmiset	30 935	15,8
Kuluttajalaitteet	41 247	21,0
Valaistus	18 905	9,6

Laskentatyökalun nimi ja versionumero RIUSKA 5.1.9

Päiväys
15.9.2017

Allekirjoitus

Nimen selvennys

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAEHTOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala	1963 m ²
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Vesiradiaattori 70/40, jakojohdot eristetty
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Konneellinen tulo-poisto

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	-	kWh _E /(m ² vuosi)
Sähkö	79 698	41	1,2	49
Uusiutuva polttoaine	161 083	82	0,5	41
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	60 112	31		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				90

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko

Luokkien rajat asteikolla

Asuinkerrostalot

A: ... 75	B: 76 ... 100	C: 101 ... 130
D: 131 ... 160	E: 161 ... 190	F: 191 ... 240
G: 241 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

B

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka		Muut asuinkerrostalot		
Rakennuksen valmistumisvuosi	0	Lämmitetty nettoala	1 963	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	1,0	m ² /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	U×A W/K	Osuus lämpöhäviöistä %
Ulkoseinät	1 445	0,17	251	38 %
Yläpohja	347	0,09	32	5 %
Alapohja	353	0,16	57	9 %
Ikkunat	241	1,00	241	36 %
Ulko-ovet	84	1,00	84	13 %
Kylmäsilillat	-	-	*	
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo -	
Pohjoinen	84	1,00	0,50	
Koillinen	0	0,00	0,00	
Itä	41	1,00	0,50	
Kaakko	0	0,00	0,00	
Etelä	74	1,00	0,50	
Lounas	0	0,00	0,00	
Länsi	41	1,00	0,50	
Luode	0	0,00	0,00	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Konneellinen tulo-poisto			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto °C
Pääilmanvaihtokoneet	1 / 1	1,80	70 %	5
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	1 / 1	1,80	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		70 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Vesiradiaattori 70/40, jakojohdot eristetty			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde -	Lämpökerroin ¹ -	Apulaitteiden sähkökäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	97 %	90 %		2,1
Lämpimän käyttöveden valmistus	97 %	86 %		0,0
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	-	-		
Ilmalämpöpumppu	-	-		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
	-			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600	35,0		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Muut asuinkerrostalot	0,6/0,6	3,0	4,0	11,0

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Muut asuinkerrostalot
Rakennuksen valmistumisvuosi	0
Lämmitetty nettoala, m ²	1963
E-luku, kWh _E / (m ² vuosi)	90

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh _E /vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
Sähkö	79 698	1,20	95638	49
Uusiutuva polttoaine	161 083	0,50	80542	41
YHTEENSÄ	240 781		176 179	90

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys ¹	2,1	26,2	-
Tuloilman lämmitys	0,0	12,7	-
Lämpimän käyttöveden valmistus	0,0	40,7	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	7,9	-	-
Jäähdytysjärjestelmä	0,0	0,0	0,0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	30,6	-	-
YHTEENSÄ	40,6	79,6	0,0

¹ Ilmanvaihtojen tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys ²	46 300	24
Ilmanvaihtojen lämmitys ³	24 900	13
Lämpimän käyttöveden valmistus	68 691	35
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	22 744	12
Henkilöt	30 935	16
Kuluttajalaitteet	41 247	21
Valaistus	18 905	10
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä	11 215	6

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero | RIUSKA 5.1.9



Liite 3. Elinkaarikustannuslaskenta MLP + sähkö

Säterinkallionkulman energiaselvitys	Järjestelmän investointiero	72 000 €
Kortteli 4	Säästetty ostoenergiankulutus	210 MWh/v
	Energiakustannussäästö	9200 €/v
	Takaisinmaksuaika	10 v

Kuvaus

Maalämpöjärjestelmän kustannustehokas mitoitus teho korttelissa 4 olisi noin 70 kW, jolloin maalämmöllä voidaan tuottaa noin 90 % lämmitysenergiasta. Lämmön huipputeho tuotetaan sähköllä.

Energian hinnat

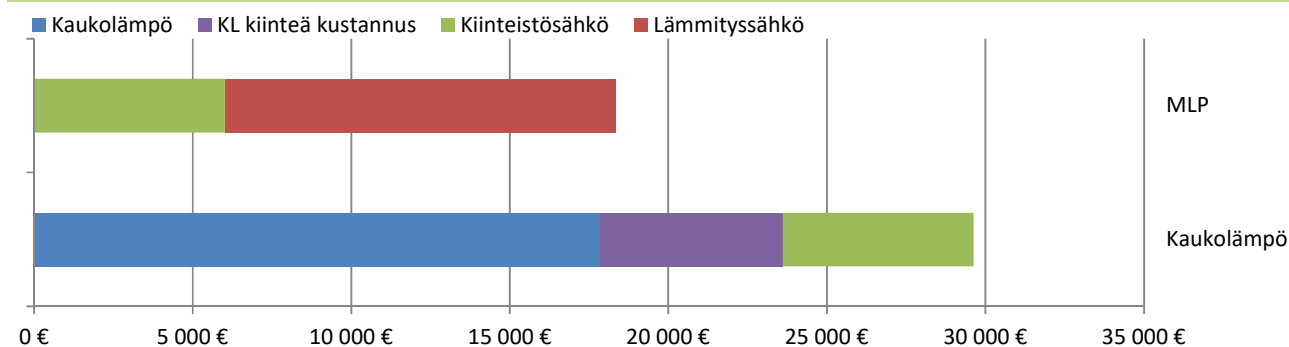
Kaukolämpö	51,7 €/MWh	Tarkastelujakso	20 vuotta
Sähkö	90,7 €/MWh	Korkotekijä	3 %
		Kustannusten nousu	1 %/v

MLP + sähkö

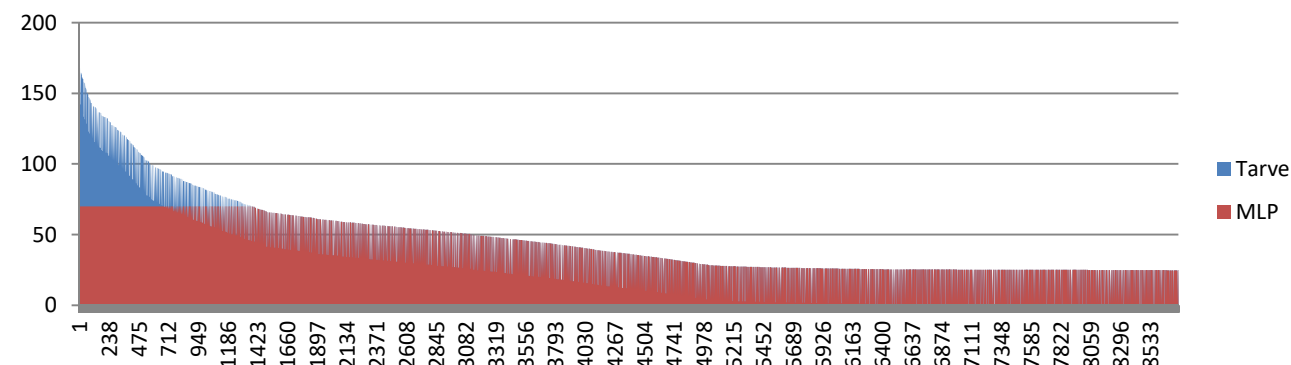
Lämpökerroin	3,1	Sähköteho	23 kW
Lämmitysteho	70 kW	Keruupiirin aktiivisyvyys	2500 m
Vapaajäähdytysteho	75 kW	Varajärjestelmä, sähkö	117 kW

Energiakustannusten yhteenveto

Järjestelmä	Kaukolämpö €/v	Kiinteä kustannus (KL tai sähkö) €/v	Kiinteistösähkö €/v	Lämmityssähkö €/v	Yhteensä €/v
Kaukolämpö	17844	5761	6020	0	29625
MLP + sähkö	0	2099	6020	12305	20424
Säästö	17844	3662	0	-12305	9201
					31 %



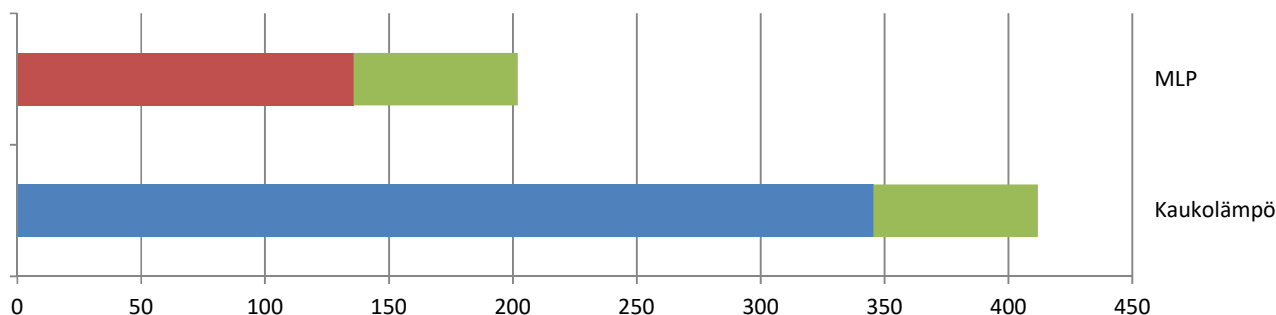
Lämpöpumpun tuottama osuus lämmitysenergian tarpeesta



Energiankulutuksen yhteenveto

Järjestelmä	Lämpöenergia MWh/v	Kiinteistösähkö MWh/v	Lämmityssähkö MWh/v	Yhteensä MWh/v
Kaukolämpö	345	66	0	412
MLP + sähkö	0	66	136	202
Säästetty energia	345	0	-136	210
				51 %

■ Kaukolämpö ■ Lämmityssähkö ■ Kiinteistösähkö



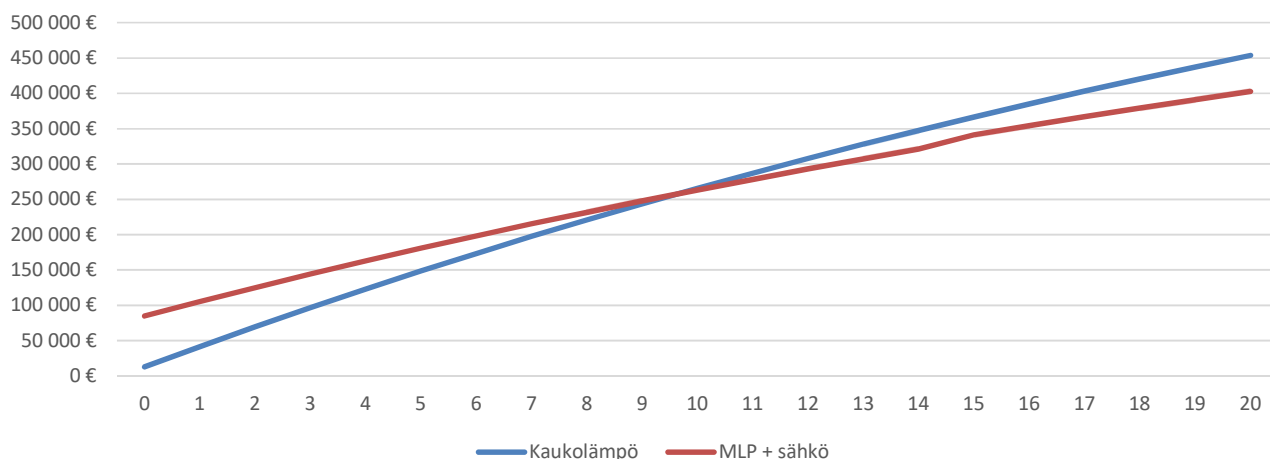
Investoinnin ja elinkaarikustannusten yhteenveto

Maalämpöpumpun investointikustannus olisi noin 85 000 €, mikä on noin 70 000 € enemmän kaukolämpöön liittymiseen verrattuna. Takaisinmaksuaika on noin 10 vuotta ja 20 vuoden tarkastelujaksolla järjestelmä säästäisi elinkaarikustannuksissa noin 50 000 € kaukolämpöön verrattuna

Investointikustannukset	Kaukolämpö	MLP + sähkö	Erotus
Poraus & asennus	0 €	55 000 €	-55 000 €
Lämpöpumppu	0 €	30 000 €	-30 000 €
KL-liittymä	13 000 €	0 €	13 000 €
Vedenjäähdytyskoneet	0 €	0 €	0 €
Yhteensä	13 000 €	85 000 €	-72 000 €

Elinkaarikustannukset	Kaukolämpö	MLP + sähkö	Erotus
Investointi	13 000 €	85 000 €	-72 000 €
Ostoenergia	441 000 €	304 000 €	137 000 €
Hoito & huolto	0 €	7 000 €	-7 000 €
Kunnossapito	0 €	6 000 €	-6 000 €
Yhteensä	454 000 €	402 000 €	52 000 €
Takaisinmaksuaika			10 v

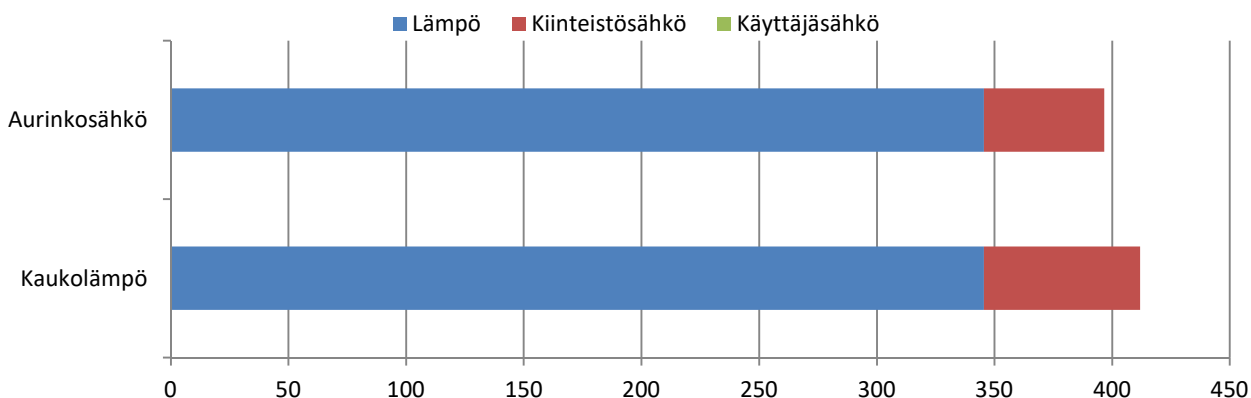
Elinkaarikustannukset



Energiankulutuksen yhteenveto

Järjestelmä	Lämpöenergia MWh/v	Kiinteistösähkö MWh/v	Yhteensä MWh/v
Kaukolämpö	345	66	412
Aurinkosähkö	345	51	397
Säästetty energia	0	15	15
			4 %

Vuotuinen energiankulutus järjestelmittäin [MWh]



Elinkaarikustannusten yhteenveto

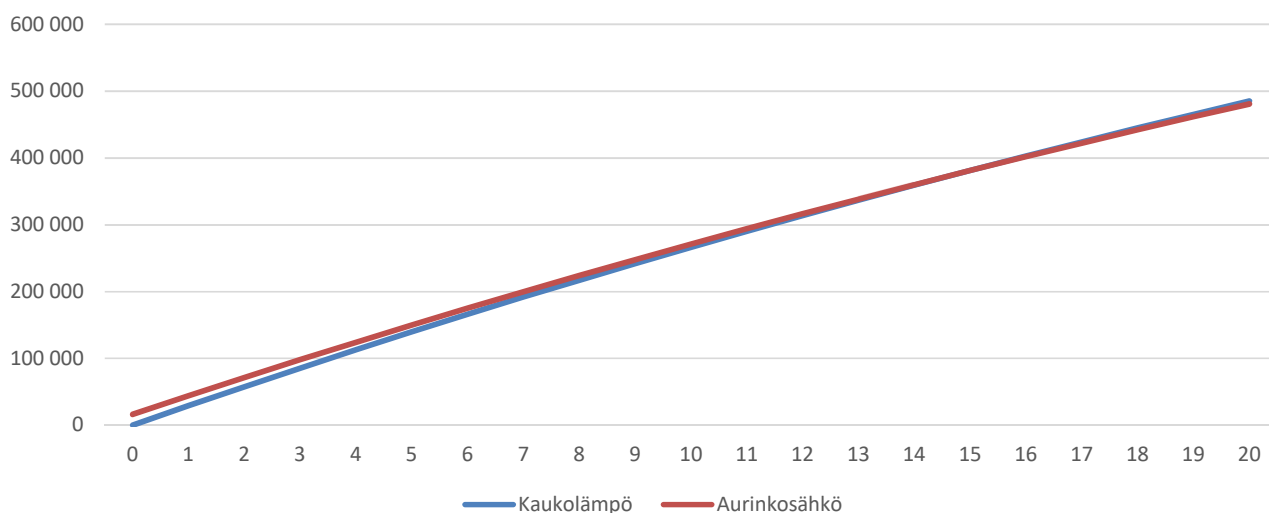
Aurinkosähköjärjestelmän investointikustannuksissa on huomioitu mahdollisesti saatavissa oleva 25 % invetointituki. Järjestelmän takaisinmaksuaika olisi noin 15 vuotta ja 20 vuoden tarkastelujaksolla elinkaarikustannuksissa säästettäisiin noin 5 000 €

Tarkastelujakso 20 vuotta

Reaalikorko 3 %

Kustannus	Kaukolämpö	Aurinkosähkö	Erotus
Investointi	0 €	16 200 €	-16 200 €
Ostoenergia	485 341 €	462 588 €	22 753 €
Hoito & huolto	0 €	1 966 €	-1 966 €
Kunnossapito	0 €	0 €	0 €
Yhteensä	485 341 €	480 754 €	4 587 €
Takaisinmaksuaika			15 v

Elinkaarikustannukset





Liite 4. Aurinkosähköjärjestelmän elinkaarikustannuslaskelma

Säterinkallionkulman energiaselvitys	Järjestelmän investointikustannus	16 000 €
Kortteli 4	Säästetty ostoenergiankulutus	15 MWh/v
	Energiakustannussäästö	1390 €/v
	Takaisinmaksuaika	15 v

Aurinkopaneeleille sopiva sijoituspaikka olisi kerrostalon katto, jossa ne voidaan suunnata etelään hyvän tuoton takaamiseksi. Mitoituksena noin 120 m² on sopiva, jolloin tuotettu sähkö saadaan hyödynnettyä rakennuksen omassa käytössä.

Aurinkosähkö

Järjestelmän teho	18 kW
Paneelien pinta-ala	120 m ²
Ominaistuotto	128 kWh/m ²
Huipun käyttöaika	851 h/a
Ominaisteho	150 W/m ²

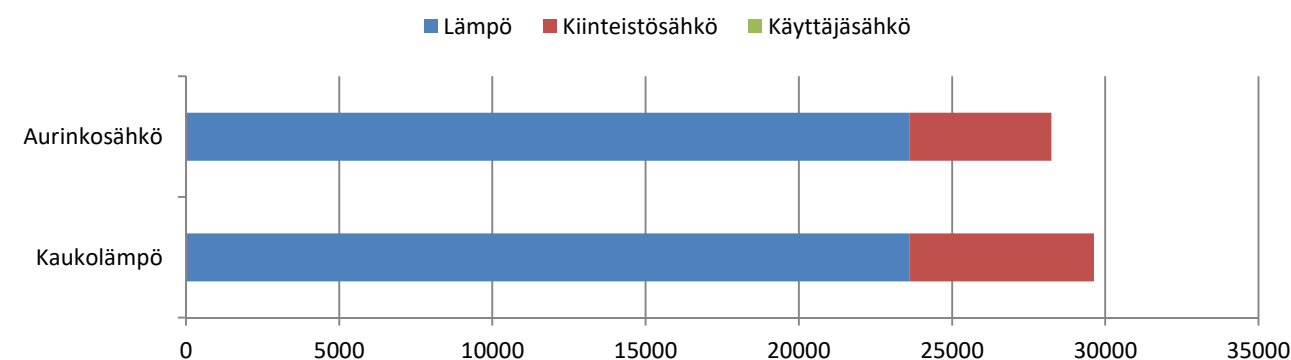
Energian hinnat

Kaukolämpö	51,7 €/MWh
Sähkö	90,7 €/MWh
Tarkastelujakso	20 v
Korkotekijä	3 %
Kustannusten nousu	1 %

Energiakustannusten yhteenveto

Järjestelmä	Lämpöenergia €/v	Kiinteistösähkö €/v	Yhteensä €/v
Kaukolämpö	23605	6020	29625
Aurinkosähkö	23605	4631	28236
Säästö	0	1389	1389
			5 %

Vuotuisten energianhankintakustannusten vertailu [€]



Järjestelmällä tuotettu energia [kWh]

