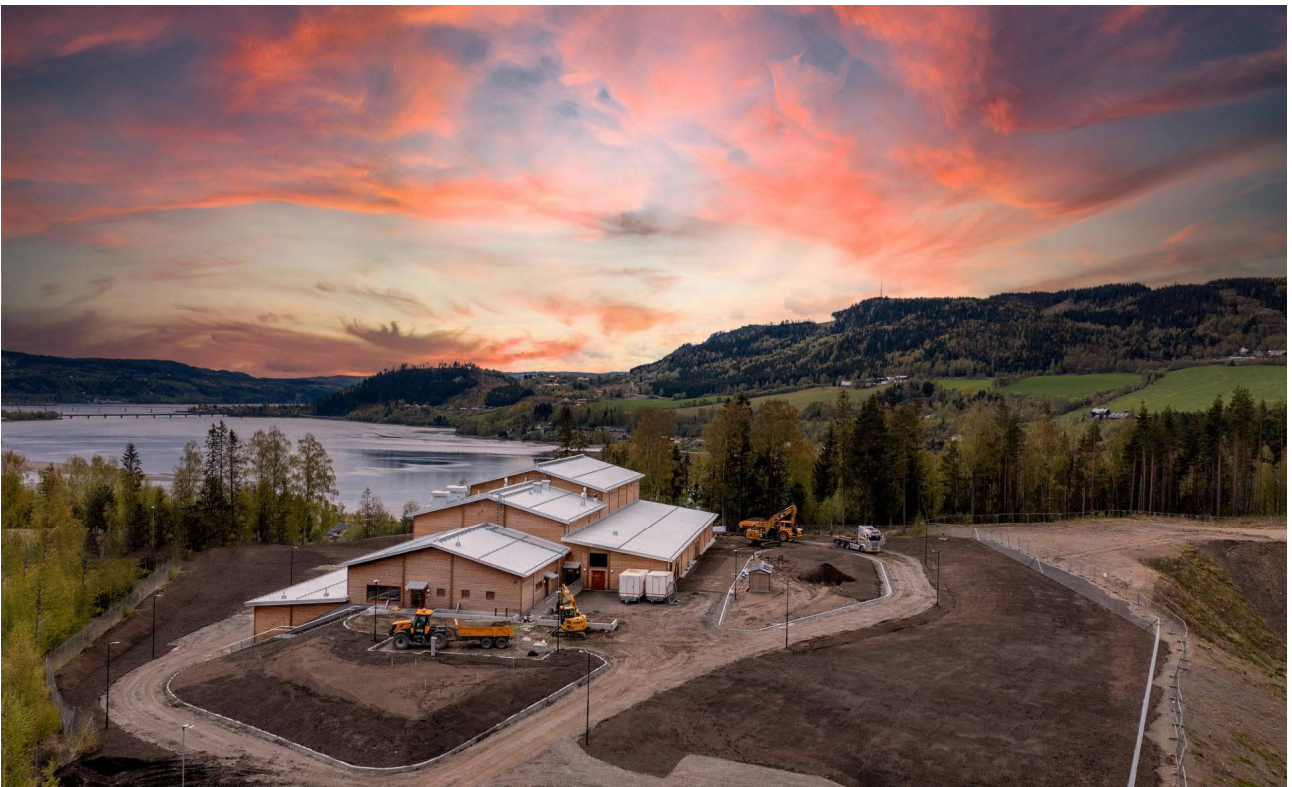


Öljylämmitteisen rivitalon muuttaminen hiilineutraaliksi

Raportti Swecon tuloksista ja havainnoista



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



SWECO 

Sweco Talotekniikka Oy

Projekti:

Työnumero:

Asiakas:

Päiväys:

Tekijä:

Dokumenttiviite:

Reg. No.: 0957613-7

Öljylämmitteisen rivitalon
muuttaminen hiilineutraaliksi

20414524-701

Lahden kaupunki

21.12.2022

Joni Hilpinen, Juho Rinta-Rahko

p:\fihel06\bs\20414524\701\raportit\öljylämmitteisen rivitalon muuttaminen hiilineutraaliksi.docx

Sisältö

1.	Sisältö	4
2.	Yhteenveto	5
3.	Lähtötilanne	7
4.	Tutkitut vaihtoehdot	7
4.1	Yläpohjan lisäeristys	7
4.2	Ikkunoiden ja ovien uusiminen	8
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen	8
4.4	Lämpöpumppu	8
4.4.1	Vesi-ilmalämpöpumppu	8
4.4.2	Maalämpöpumppu	9
4.4.3	Hukkalämmönlähteet	9
4.5	Tarkastellut energiajärjestelmäkokonaisuudet	11
5.	Elinkaarikustannuslaskenta	13
5.1	Investoinnit	13
5.2	Elinkaarilaskennan lähtötiedot	16
5.3	Perustapaukset	18
5.4	Perustapaukset aurinkopaneeleilla	20
5.5	Off-grid-vaihtoehdot	23
5.6	Koonti ratkaisusta	25
	Liite 1. Vetyjärjestelmien investointi-, uusimis- ja huoltokustannukset	26
	Liite 2. Takojantie 2 - Kohdekohtainen lisätarkastelu	27

1. Sisältö

Öljylämmitteisen rivitalon muuttaminen hiilineutraaliksi -tuotekehitys- ja tutkimushankkeessa tutkittiin aurinko-, vety- ja akkuteknologian mahdollisuuksia rakennusten tarvitseman energian tuotannossa ja varastoinnissa sekä uusiutuvan energian vetyyn ja akkuihin säilömistä suhteen optimointia. Samalla hankkeessa selvitettiin energiatehokkaimmat, hiilineutraaleimmat ja elinkaarihedullisimmat tavat korjata noin 30 vuotta vanhan rivitalorakennuksen energiankulutus ja tuottaa energiaa paikallisesti.

Kohteen Living Lab:na toimi Lahden Talot Oy:n omistama rivitalokiinteistö osoitteessa Takojantie 2-4, Lahti. Hankkeen pitkän tähtäyksen tavoite oli monistaa esiin nousevia ratkaisuja vastaavien olemassa olevien rakennusten ja uusien rakennusten hiilineutraaliuden tai vähähiilisuuden mahdollistamiseksi. Sweco toimi hankkeessa energiakonsulttina, jonka tehtäviin kuului mm. rakennuksen energiajärjestelmän kustannustehokas mitoitus, rakennusten lämmitysenergiantarpeen tuntikohtainen simulointi, hukkalämmöntalteenottopotentialin ja hukkalämmön hyötykäyttöön liittyvien teknologioiden arviointi. Osa tarkasteluista tehtiin tutkimuslaitoksilta saadun datan tuella.

Tässä raportissa esitetään Swecon energialaskelmien tulokset ja havainnot kohteen Takojantie 2-4 energiatehokkuusparannusten osalta. Kohteen energiasuunnitteluun kuului kolme osa-aluetta, joista Swecon osuus koski perusparannuksia liittyen energiatehokkuuteen ja lämmöntuottotapoihin. Käytännössä siis öljylämmityksen korvaaminen sähköllä. Tämän lisäksi LUT teki laskelmia aurinkosähköjärjestelmistä (on-grid) ja vetyjärjestelmistä (Off-grid) ja VTT teki laskelmia vetyvarastoista. Sweco esittää tässä raportissa myös LUT:in ja VTT:n tekemien järjestelmäehdotusten elinkaarielaskelmat, jotta kaikki eri ratkaisuehdotukset saadaan varmasti esitettyä yhtenäisellä laskentatavalla.

Vaikka laskelmat on tehty kohteen Takojantie 2-4 pohjalta, päätelmiä ja ehdotuksia on pyritty pitämään mahdollisimman yleispätevinä. Tästä syystä esimerkiksi kohteelle tehtyjä perusparannuksia viime vuosilta ei

huomioitu lähtötilanteessa, vaan parannusvaihtoehdot laskettiin tilanteelle ennen niitä. Kohteelle tehtyihin perusparannuksiin kuului ikkunoiden ja ovien uusiminen sekä pienen vesi-ilmalämpöpumpun lisääminen.

Toimeksiannossa tutkittuihin perusparannuksiin kuului yläpohjan lisälämmöneristys, ikkunoiden ja ovien uusiminen sekä ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen tulo-poistoilmanvaihdoksi lämmöntalteenotolla. Lämmöntuottovaihtoehdoissa tutkittiin sekä vesi-ilma- että maalämpöpumppuja, vaikka kyseiseen kohteeseen maalämpö perinteisillä porakaivoilla ei sovellukaan pohjavesialueen takia. Maalämpö otettiin mukaan yleistysperiaatteen takia. Maalämpöpumpuille tutkittiin kahta eri mitoitustapaa; kustannustehokas osatehomitoitus ja toisena 100 % tehonpeitto. Yhteensä näistä muuttujista muodostettiin kahdeksan perustapaa, joiden investointeja, elinkaarikustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä vertailtiin. LUTin laskelmat ja ratkaisut perustuivat näihin kahdeksaan perustapaukseen.

Raportti on tuotettu osana ”Öljylämmitteisen rivitalon muutos hiilineutraaliksi” -tutkimus- ja tuotekehityshanketta, joka saa rahoituksensa Euroopan aluekehitysrahastosta.

2. Yhteenveto

Öljylämmitteisen rivitalon energiankäytön hiilidioksidipäästöt voi leikata alle kymmenesosaan siirtymällä lämmöntuotossa lämpöpumpun ja sähkökattilan yhdistelmään. Takojantien kokoisessa kohteessa puhutaan 50 vuoden energiankulutuksen hiilidioksidipäästöjen pudottamisen 3300 tCO_{2e} tasosta (öljylämmitys) alle 300 tCO_{2e} tasoon. Tarvittava investointi hiilidioksidipäästöjen pudottamiseen on halvimmillaan noin 54 000 € (pelkkä vesi-ilmalämpöpumppu), mutta suuremmalla investoinnilla on mahdollista päästä pienempiin elinkaarikustannuksiin ja hiilidioksidipäästöihin. (4.3 Perustapaukset)

Jos tavoitteena on vähentää olemassa olevan kohteen energiankäytön hiilidioksidipäästöt nollaan, tutkituista vaihtoehdoista ainoastaan off-grid järjestelmällä voidaan päästä tavoitteeseen. Off-grid järjestelmä tarkoittaisi omaa vedyntuotanto- ja varastointijärjestelmää, jonka investointikustannukset ovat useita miljoonia euroja. Vetyperustaisen off-

grid järjestelmän voikin poissulkea taloudellisesti järkevien vaihtoehtojen joukosta ainakin nykyhinnoilla. (4.5 Off-grid vaihtoehdot)

30 vuoden elinkaarikustannusten kannalta halvin parannusratkaisu sisältää normaalin maalämpöjärjestelmän ja kattavan aurinkopaneelijärjestelmän. Ratkaisun investointikustannus on noin 200 000 € ja 30 vuoden elinkaarikustannus 560 000 €. Rakennuksen energiatehokkuusparannukset, kuten lisäeristäminen, pienentää hiilidioksidipäästöjä, mutta on puhtaasti taloudellisesta näkökulmasta kannattamaton vaihtoehto tässä kyseisessä toimenpideyhdistelmässä. Tämän ratkaisun hiilidioksidipäästöt ovat 195 tCO₂e. (4.4 Perusratkaisut aurinkopaneeleilla)

Energiatehokkuusparannusten kannattavuus lämpöpumppujen yhteydessä on heikompaa kuin öljy- tai suorasähkölämmitteisen rakennuksen tapauksessa, koska energiatehokkuusparannuksilla vähennetään lämmitysenergiankulutusta ja lämpöpumppuratkaisuissa se on merkittävästi halvempaa. Sama pätee jossain määrin myös hukkalämmön hyödyntämiseen, mutta hukkalämmön hyödyntämiselle voi tulla tilanteita, joissa se voi osoittautua hyvinkin kannattavaksi. Ensimmäinen ehto kannattavuudelle on hukkalämpövirtojen keskittyminen yhteen paikkaan, mikä ei täyty Takojantien tapauksessa. Asuinkerrostalot ovat usein ideaalisempia tässä suhteessa, kun sekä jäteilma että jätevesi kuljetetaan ulos rakennuksesta yhtä kanavaa tai putkea pitkin. Jäteilman tulee olla myös riittävän lämmintä, eli käytännössä ilmanvaihdossa ei saa olla ainakaan nykyaikaista lämmöntalteenottoa. Toinen ehto hukkalämmön kannattavuudelle on lämpöpumppujärjestelmä, joka voi hyödyntää sitä päälämmönlähteen rinnalla (maa- tai ilmalämpö). Ilman lämpöpumppua hukkalämmön hyödyntämiseen tarvitaan oma erillinen lämpöpumppu, joka heikentää kannattavuutta.

Tyypillisesti hyvä lämpöpumppujärjestelmä on maalämpö, koska siihen on helppo liittää rinnakkaisia lämmönlähteitä toisin kuin ilmalämpöön. Lisähyöty hukkalämmön kannattavuuteen maalämmön tapauksessa tulee, jos tontille ei mahdu tarpeeksi kaivoja optimaalisen lämpöpumppukoon saavuttamiseksi, vaan oltaisiin jäämässä selvästi alle 90 % energianpeittoasteen. Tällöin hukkalämmön lisääminen korvaisi lisälämmönlähteen käyttöä, joka on kalliimpaa kuin maalämpö. Puhtaasti maalämpökaivojen korvaajana hukkalämpö ei aina ole riittävän kannattava.

3. Lähtötilanne

Kaikkien laskelmien pohjana käytettiin todelliseen Takojantie 2-4 kohteeseen kalibroitua energiasimulointimallia. Lähtötilanteena käytettiin tilannetta ennen Takojantien 2-4 viimeisimpiä energiatehokkuusparannuksia, joissa ikkunoita ja ovia uusittiin sekä asennettuun ilma-vesilämpöpumppu öljykattilan rinnalle.

Mitatun öljynkulutuksen perustella lähtötilanteen keskimääräiseksi öljynkulutukseksi arvioitiin 245 MWh/v. Kohteesta saatujen suunnittelutietojen ja tunnetun öljynkulutuksen perusteella tehtiin energiasimulointimalli, joka kulutti saman määrän öljyä ja joka laajuudeltaan ja järjestelmiltään vastasi Takojantie 2-4 kohdetta.

Kalibroidun mallin lämmitysenergiankulutus oli 196 MWh/v, josta lämpimän käyttöveden osuus oli 32 MWh/v. Loput oli tilalämmitystä. Tämä on siis paras arvio kohteen todellisesta nettolämmitystarpeesta.

Samaten sähkönkulutus perustuu saatuun mittausdataan, joka huomioitiin simulointimallissa. Sähkönkulutus on 73 MWh/v, josta 59 MWh/v asukkaiden sähkönkulutusta.

4. Tutkitut vaihtoehdot

Tässä osiossa esitellään tutkitut energiatehokkuusmahdollisuudet ja niiden pohjalta koostetut energiakorjauskokonaisuudet.

4.1 Yläpohjan lisäeristys

Rakennusvuoden ja arkkitehtikuvien perusteella nykyisen yläpohjan U-arvon arvioitiin olevan noin 0.14 W/m²K. Lisäksi arvioitiin, että puhallusvillaa voitaisiin yläpohjaan lisätä noin 250 mm, jonka vaikutuksesta U-arvo laskisi arvoon 0.08 W/m²K.

Toimenpiteen kustannuksen arviointiin olevan noin 10 000 euroa. Arvio tehtiin käyttäen apuna urakoitsijoiden laskureita ja opinnäytetöissä tehtyjä selvityksiä.

4.2 Ikkunoiden ja ovien uusiminen

Alkuperäisten ikkunoiden ja ovien U-arvoina käytettiin rakennusvuoden perusteella arvoa $2.1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Yhtenä energiatehokkuustoimena arvioitiin niiden vaihtaminen paremmin eristäviin uusiin oviin ja ikkunoihin, joiden U-arvot olisivat $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kustannusvaikutukseksi ovien vaihdolle arvioitiin 15 000 euroa ja ikkunoiden vaihdolle 25 000 euroa. Arviot tehtiin käyttäen apuna urakoitsijoiden laskureita ja opinnäytetöissä tehtyjä selvityksiä.

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen

Yhtenä energiatehokkuustoimenpiteenä selvitettiin ilmanvaihdon uusiminen. Tällä hetkellä kohteessa on käytössä koneellinen poisto - ilmanvaihtojärjestelmä, jossa ei ole lämmöntalteenottoa. Vertailulaskelmat tehtiin ratkaisulle, jossa ilmanvaihto tuotettaisiin huoneistokohtaisilla tulo-poisto-ilmanvaihtolaitteilla, joissa on lämmöntalteenotto 75 % hyötysuhteella.

Kustannusvaikutukseksi arvioitiin 6000 euroa/asunto – 108 000 euroa koko kohteelle. Arvio tehtiin laitetoimittajilta ja urakoitsijoilta saatujen tietojen pohjalta.

Näissä tarkasteluissa ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen kustannus on huomioitu kokonaisuudessaan, eli sen kannattavuutta tutkitaan puhtaasti sen energiasäästöpotentiaalin kautta. Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen tuo kuitenkin merkittävää lisälaatua myös sisäolosuhteisiin, ja olisikin vertailun kannalta reilua antaa sillekin joku rahallinen arvo, joka voitaisiin huomioida tässä tarkastelussa jollain tavalla. Jos ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen yritetään perustella taloudellisesti pelkästään energiasäästön näkökulmasta, tulos on lähes aina, ettei se ole kannattavaa.

4.4 Lämpöpumppu

Jokaisessa ratkaisuehdotuksessa on jonkinlainen lämpöpumppu, koska lähtökohtana oli öljylämmityksestä siirtyminen sähköllä toimivaan lämmitysjärjestelmään, eikä suora sähkölämmitys ole järkevä vaihtoehto.

4.4.1 Vesi-ilmalämpöpumppu

Lämpöpumppu, joka sisältää ulkoyksikön tai sijoitetaan kokonaisuudessaan ulos ja joka kerää lämpöä ulkoilmasta. Lämpö syötetään rakennuksen vesikiertoiseen lämmityspiiriin sekä lämpimän käyttöveden varaajaan. Vesi-ilmalämpöpumppua on turha mitoitaa kattamaan rakennuksen koko lämmitystarvetta, koska kovimmilla pakkasilla lämpöpumppua ei voi käyttää. Raja kulkee laitteesta riippuen yleensä noin $-10 \dots -20$ asteen välissä. Pakkasrajoituksen takia vesi-

ilmalämpöpumpun rinnalle tarvitaan aina sähkökattila, joka on mitoitettava koko rakennuksen lämmitystehon mukaan, eli noin 100 kW, riippuen käyttövesivaraajan tilavuudesta.

Tyypillinen vesi-ilmalämpöpumppu mitoitetaan 40 – 60 % osateholle, jolla voisi olla mahdollista kattaa yli 90 % rakennuksen lämmitystarpeesta. Pakkasjaksojen aikana sulkeutuminen ei vaikuta merkittävästi lämmöntuotto-osuuteen, koska ne ovat ajallisesti niin harvinaisia.

Vesi-ilmalämpöpumpun investointikustannukseksi arvioitiin 54 000 €. Lisäksi kompressorin uusiminen huomioitiin 13 vuoden välein 20 000 € kustannuksena. Koska vesi-ilmalämpöpumpun lämmönkeruulaitteisto on rakennettu keräämään lämpöä vain ulkoilmasta, siihen ei käytännössä voida liittää minkäänlaisia ylimääräisiä hukkalämmönlähteitä.

4.4.2 Maalämpöpumppu

Lämpöpumppu, jonka pääasiallisena lämmönlähteenä toimivat maalämpökaivot. Maalämpöpumpulla on aina sisäyksikkö, josta lähtee lämmönkeruuputket ulkona sijaitseviin maalämpökaivoihin. Lämpöpumppu syöttää lämmön rakennukseen samalla tavalla kuin vesi-ilmalämpöpumppu. Toisin kuin vesi-ilmalämpöpumppu, maalämpöä on saatavilla kovimmillakin pakkasilla ja siksi on mahdollista mitoitaa maalämpö kattamaan koko rakennuksen lämmitystarve kovimmillakin pakkasilla. Käytännössä omakotitaloa isommissa kohteissa se ei kuitenkaan ole kustannustehosta, vaan rinnalle kannattaa ottaa sähkökattila.

Tyypillinen maalämpöpumppu mitoitetaan 40 – 60 % osateholle, jolla on mahdollista kattaa yli 90 % rakennuksen lämmitystarpeesta. Tällöin maalämpöjärjestelmän investointi on jopa puolet pienempi tuottaen kuitenkin 90 % hyödyistä. Maalämpöpumpun koko optimoitiin jokaiselle eri ratkaisuvaihtoehdolle erikseen, joten myös investointikustannus vaihteli. Pienimmän 15 kW maalämpöpumpun hinta oli 34 500 € kun taas suurimman 79 kW lämpöpumpun hinta oli 150 100 €. Hinnat sisältävät myös maalämpökentän. Lisäksi kompressorin uusiminen huomioitiin kertaalleen 20 vuoden kohdalla 15 000 € kustannuksena.

Maalämpöpumpun kanssa on mahdollista hyödyntää myös hukkalämmönlähteitä, niistä seuraavassa kappaleessa.

4.4.3 Hukkalämmönlähteet

Kohteessa ja yleensäkin tyypillisessä asuinrakennuksessa on kaksi merkittävää hukkalämmönlähdettä; poistoilma ja jätevesi. Niiden hyödyntäminen voi olla kohtalaisen kannattavaa, kunhan tietyt kohdekohtaiset piirteet täyttyvät.

Poistoilmassa on merkittävästi hyödynnettävää hukkalämpöä sen ollessa keskimäärin noin 22 asteista talvella. Lämpöpumpun avulla siitä voidaan kerätä lämpöä, kunnes se on noin 2... 6 asteista. Käytännössä poistoilmasta kerätään lämpöä asentamalla katolle huippumurin yhteyteen poistoilmapatteri, johon kylmää lämmönkeruunestettä johdetaan. Lämmönkeruuneste lämpenee ja poistoilma kylmenee, jonka jälkeen lämmennyt lämmönkeruuneste siirtyy lämpöpumpulle. Poistoilman hukkalämmön hyödyntämistä lämpöpumpun lämmönlähteenä rajoittavat yleensä kaksi asiaa: kohteessa on tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, jolloin hukkalämpö hyödynnetään suurilta osin suoraan IV-koneessa, eikä siitä jää enää hukkalämpöä lämpöpumpulle. Toinen rajoittava tekijä on huoneistokohtainen ilmanvaihto, jolloin poistoilma on hajautettu useisiin eri kanaviin ja eri paikkoihin. Lämmön kerääminen hajautetuista lähteistä vaatii pitkiä putkivetoja ja suurta määrää poistoilmapattereita keräämään hukkalämpöä kasaan pienistä puroista. Tämä johtaa liian suuriin kustannuksiin suhteessa hyötyihin. Takojantien tapauksessa poistoilman hyödyntämisessä haasteeksi muodostui huoneistokohtainen ilmanvaihto.

Jätevesi sisältää poistoilman tapaan merkittävästi lämpöä hyvin samanlaisessa lämpötilatasossa. Käytännössä jätevedestä kerätään lämpöä lämmönsiirtimillä, joissa lämmin jätevesi ja kylmä lämmönkeruuneste pääsevät siirtämään lämpöä toistensa välillä. Yleensä lämmönsiirrin on varaaja, jossa jätevesi johdetaan varaajan yläosasta suureen kierukkaan, jota ympäröi lämmönkeruuneste. Jäteveden lämpö siirtyy tehokkaasti lämmönkeruunesteeseen. Haasteita jäteveden lämmöntalteenottoon aiheuttavat muun muassa korkeus maanpinnasta. Esimerkiksi Takojantien jätevedet lähtevät rakennuksista maassa, jolloin jäteveden saaminen varaajaan vaatii ylimääräisen jätevesipumppaamon. Pumppaamo on investointi, joka tekee jäteveden hyödyntämisestä kannattamattoman pienessä mittakaavassa. Asuinkerrostaloissa suurin osa jätevedestä muodostuu reilusti maanpinnan yläpuolella, jolloin ne voidaan johtaa lämmönsiirtimelle painovoimaisesti.

Sekä poistoilman, että jäteveden hukkalämmön hyödyntäminen vaatii siis kylmää lämmönkeruunestettä. Maalämpöpumppu tuottaa sellaista maalämpökenttään vietäväksi, mutta vesi-ilmalämpöpumput keräävät lämpöä yleensä suoraan höyrysteisesti tai ne ovat suljettu yksikkö, eli laitteesta ei lähde ulos kuin lämmitysvedtä. Tästä syystä voidaan karkeasti rajata, että maalämmön yhteydessä hukkalämpöjä voidaan hyödyntää, mutta ei vesi-ilmalämpöpumpun tapauksessa. Suuremmissa kohteissa voidaan harkita omaa erillistä lämpöpumppua pelkästään hukkalämmön hyödyntämistä varten, mutta asuinrakennusten mittakaavassa se ei yleensä kannata, ellei hukkalämpöä ole niin paljoa että muita lämmönlähteitä (maa tai ulkoilma) ei tarvita.

Hukkalämmön kannattavuuteen vaikuttaa myös se, mitä lämmöntuotantoa se korvaa. Esimerkiksi maalämmön yhteydessä oleellinen kysymys on, riittääkö tontilla tilaa tarvittavalle määrälle maalämpökaivoja. Jos riittää, hukkalämpö korvaa maalämpöä, mikä on jo lähtökohtaisesti hyvin edullista lämpöä. Jos tontille ei saada tarpeeksi lämpökaivoja, hukkalämmöllä voidaanakin korvata maalämmön varalämmönlähteen käyttöä, joka on tyypillisesti suora sähkölämmitys tai kaukolämpö. Tällöin hukkalämmön hyödyntäminen on jo kannattavampaa. Takojantien tapauksessa kohteessa on ilmalämpöpumppu. Normaalisti voidaan olettaa tällaisessa tapauksessa hukkalämmön korvaavan pääosin ilmalämpöpumpun lämmitystä. Kohteen ilmalämpöpumppu on kuitenkin teholtaan hieman vajaa, joten kohteesta löytyy potentiaalia korvata öljylämmitystä merkittävässä määrin. Käytännön kannattavuuden esteeksi nousee kuitenkin tarve erilliselle lämpöpumpulle ja laajalle hukkalämmönkeruujärjestelmälle kohteen hajautetun luonteen vuoksi.

4.5 Tarkastellut energijärjestelmäkokonaisuudet

Tarkastelluista energiatehokkuustoimenpiteistä ja lämmöntuotantomahdollisuuksista koostettiin 7 ratkaisukokonaisuutta tarkempaan vertailuun. Näitä olivat:

1. **V1 Perus maalämpö**
 - Energiatehokkuusparannukset: **Ei energiatehokkuusparannuksia**
 - Lämmöntuotanto: **osatehomitoitettu maalämpö, 45 kW + sähkökattila**
2. **V2 100 % maalämpö**
 - Energiatehokkuusparannukset: **Ei energiatehokkuusparannuksia**
 - Lämmöntuotanto: **täystehomitoitettu maalämpö, 79 kW**
3. **V3 Perus maalämpö + lisäeristys**
 - Energiatehokkuusparannukset: **Yläpohjan lisäeristys, uudet ovet ja ikkunat**
 - Lämmöntuotanto: **osatehomitoitettu maalämpö, 40 kW + sähkökattila**
4. **V4 100 % maalämpö + lisäeristys**
 - Energiatehokkuusparannukset: **yläpohjan lisäeristys, uudet ovet ja ikkunat**
 - Lämmöntuotanto: **täystehomitoitettu maalämpö, 69 kW**
5. **V5 Perus maalämpö + energiatehokkuus**
 - Energiatehokkuusparannukset: **yläpohjan lisäeristys, uudet ovet ja ikkunat, ilmanvaihdon uusiminen (75 % LTO-hyötysuhde)**
 - Lämmöntuotanto: **osatehomitoitettu maalämpö, 15 kW + sähkökattila**
6. **V6 100 % maalämpö + energiatehokkuus**
 - Energiatehokkuusparannukset: **yläpohjan lisäeristys, uudet ovet ja ikkunat, ilmanvaihdon uusiminen (75 % LTO-hyötysuhde)**

- Lämmöntuotanto: **täystehomitoitettu maalämpö, 30 kW**
- 7. V7 VILP**
- Energiatsehokkuusparannukset: **Ei energiotehokkuusparannuksia**
 - Lämmöntuotanto: **osatehomitoitettu vesi-ilmalämpöpumppu, 45 kW + sähkökattila**
 - Tätä ratkaisua kutsutaan kuvaajissa myös nimellä V0, koska se on halvin ja siten hyvä versio verrata muihin ja esittää listan ensimmäisenä.

Näiden ratkaisukokonaisuuksien pohjalta laskettiin kannattavuus lisäksi erilaisille lisävariaatioille (LUT):

- aurinkopaneelit lisättyinä
- Off-grid-versiot, joissa kohde ei ole kytkettynä sähköverkkoon ja kaikki vuoden aikana tarvittava sähkö varastoidaan kesän aikana vetynä

Tässä raportissa esitetään näiden ratkaisujen elinkaarikustannukset ja hiilidioksidipäästöt niiden energiankulutustietojen ja investointikustannusten perusteella, jotka LUT Swecolle toimitti. Tarkoituksena ei ole raportoida ratkaisuja kattavasti heidän puolestaan, vaan tuoda oleelliset tulokset Swecon laskemien tulosten rinnalle varmasti yhtenäisessä muodossa ja yhtenäisellä laskentatavalla.

5. Elinkaarikustannuslaskenta

Tässä osiossa esitellään tehdyt elinkaarikustannuslaskelmat. Elinkaarikustannuslaskelmat on tehty kaikille osiossa 2.5. esitetyille seitsemälle ratkaisukokonaisuudelle. Lisäksi ratkaisukokonaisuuksille V1, V2, V3 ja V7 on laskettu elinkaarikustannukset kolmella lisävariaatiolla:

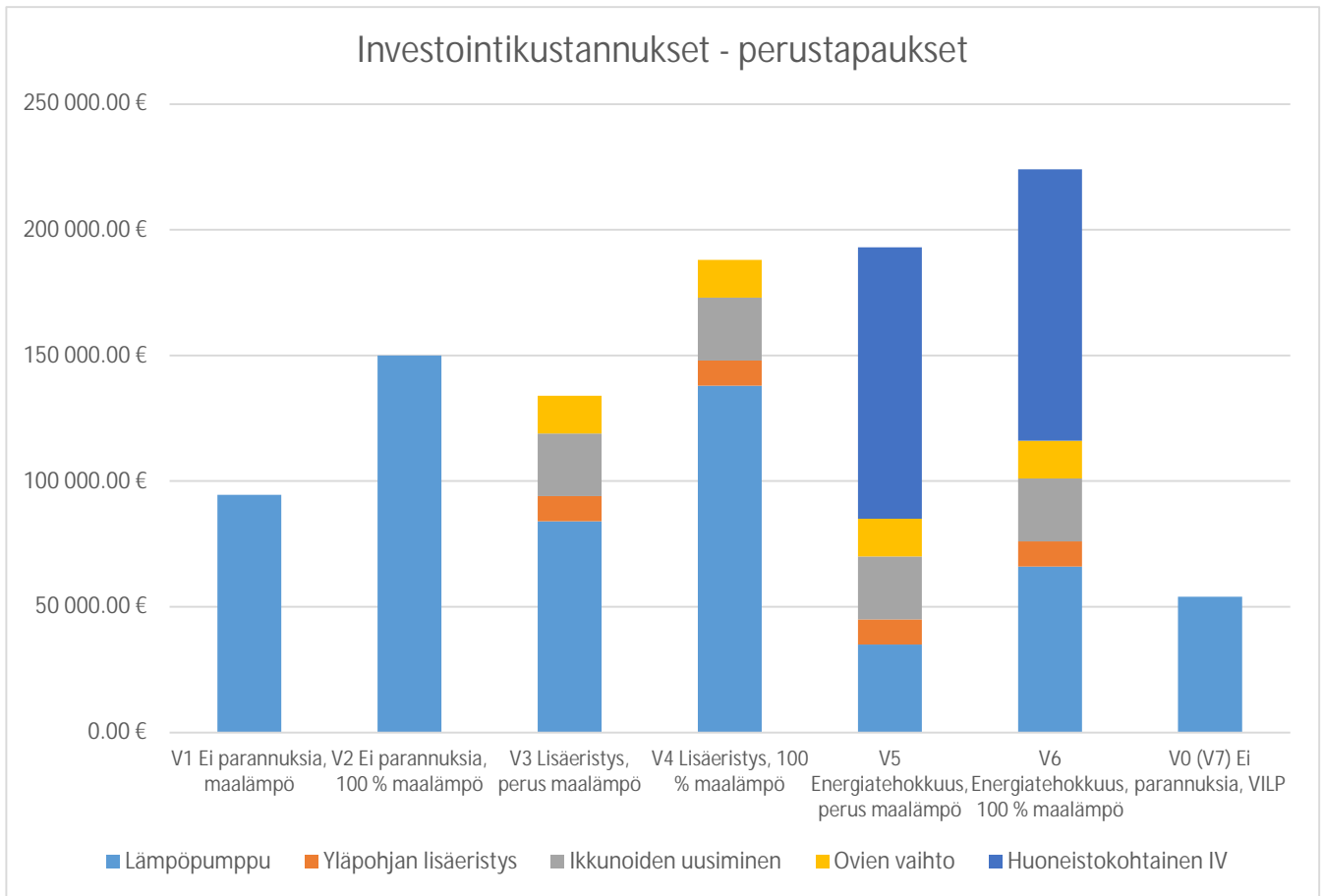
- aurinkopaneelit lisättyinä
- Off-grid-versiot, joissa kohde ei ole kytkettynä sähköverkkoon ja kaikki vuoden aikana tarvittava sähkö varastoidaan kesän aikana vetynä

5.1 Investoinnit

Investointikustannukset koostuvat tapauskohtaisesti seuraavista tekijöistä:

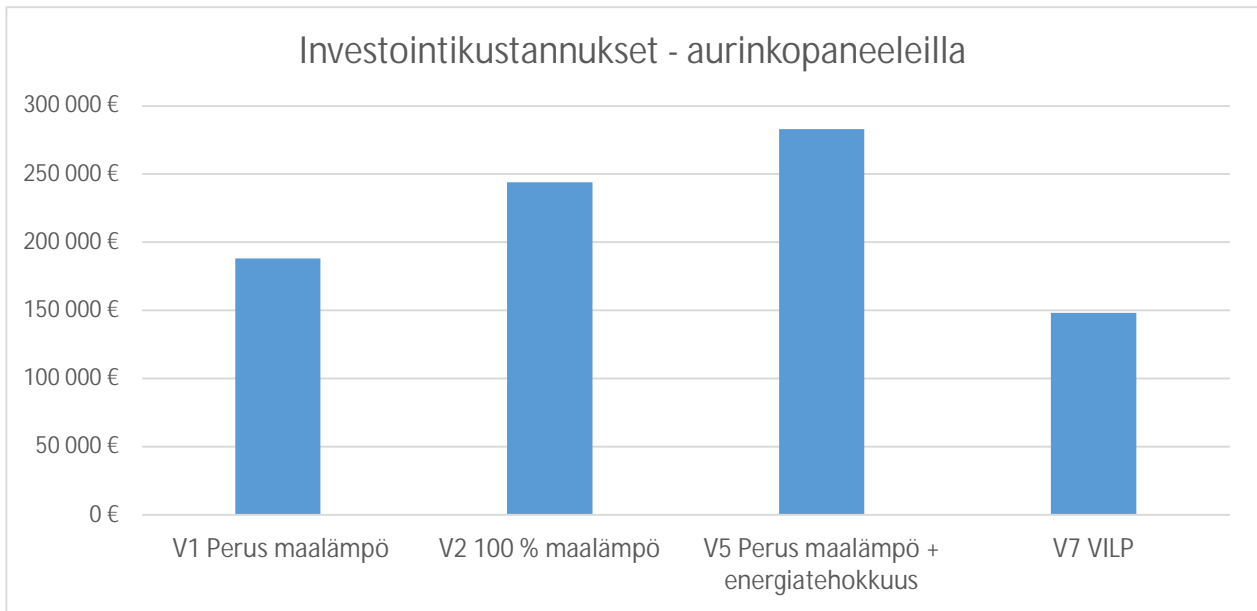
- Lämpöpumppuinvestoinnin kustannukset
- Yläpohjan lisäeristys
- Ikkunoiden uusiminen
- Ovien vaihto
- Huoneistokohtainen ilmanvaihto
- Aurinkopaneelit
- Vetyjärjestelmä (off-grid-järjestelmä, joka koostuu aurinkosähköjärjestelmästä, akusta, elektrolyyseristä, polttokennosta ja kaasuväylystä)

Kuvassa 1 on esitettyinä investointikustannukset seitsemälle perusratkaisukokonaisuudelle ja eritelty, mistä investointikustannukset koostuvat.



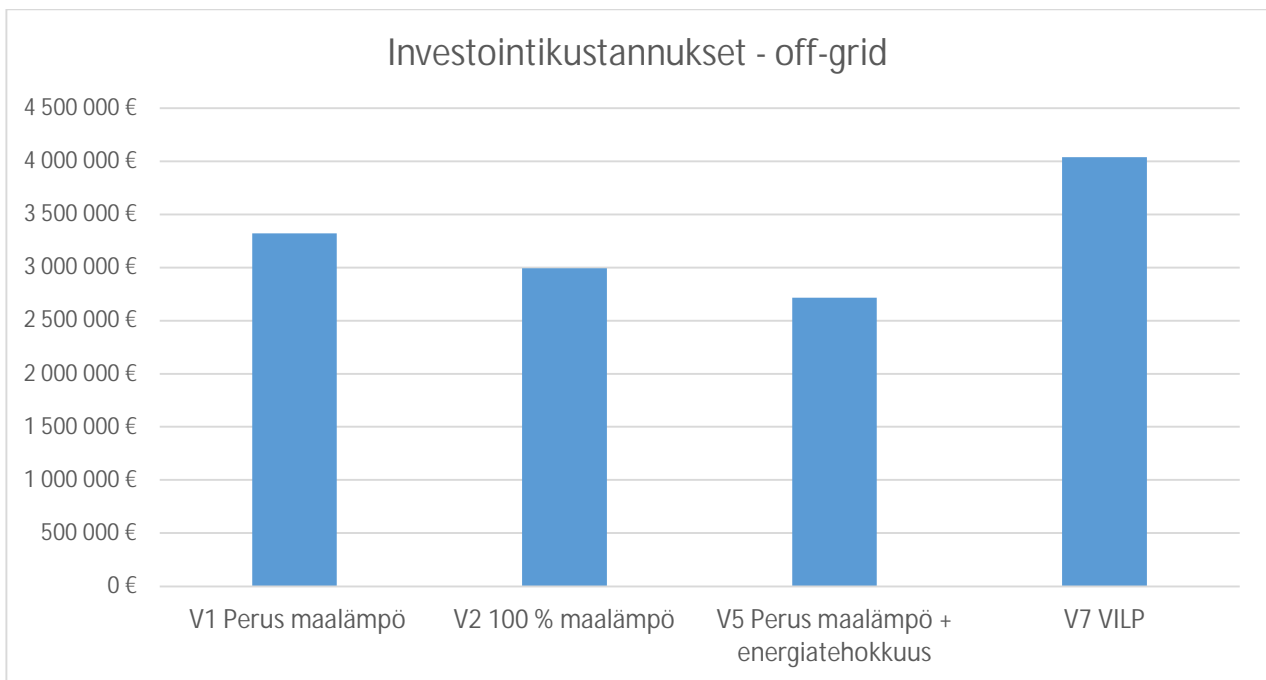
Kuva 1. Investointikustannukset perus energiakorjauksille

Kuvassa 2 on esitettyä investointikustannukset perusratkaisukokonaisuuksille V1, V2, V3 ja V7, joissa investointikustannuksiin on lisätty aurinkopaneelit. Aurinkopaneelien koko on optimoitu koko elinkaaren ajalle, jonka vuoksi niiden koko on tavanomaista isompi.



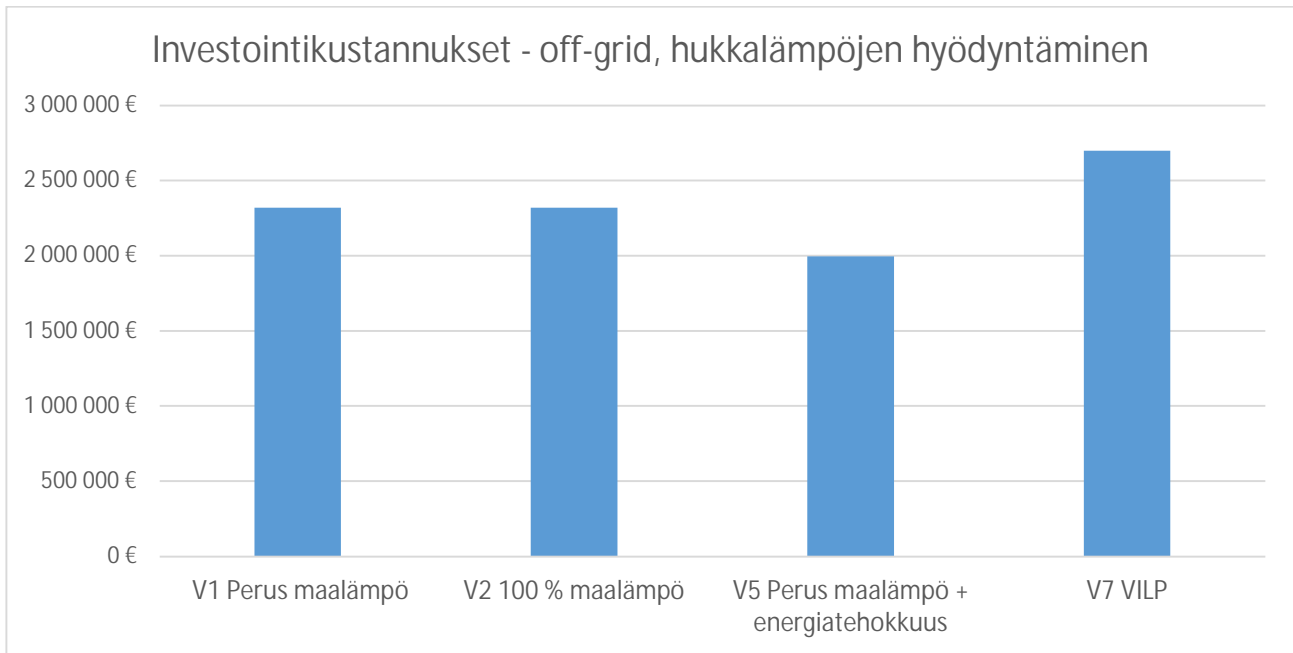
Kuva 2. Investointikustannukset perus energiakorjauksille, joihin lisättyä aurinkopaneelit

Kuvassa 3 on esitettyä investointikustannukset perusratkaisukokonaisuuksille V1, V2, V3 ja V7, joissa investointikustannuksiin on lisätty vety- ja aurinkopaneelijärjestelmä, joka mahdollistaa kohteen irtautumisen sähköverkosta.



Kuva 3. Investointikustannukset vetyjärjestelmille, joiden avulla kohde voi irtautua sähköverkosta

Kuvassa 4 on esitettyä investointikustannukset perusratkaisukokonaisuuksille V1, V2, V3 ja V7, joissa investointikustannuksiin on lisätty vety- ja aurinkopaneelijärjestelmä, joka mahdollistaa kohteen irtautumisen sähköverkosta. Järjestelmän mitoituksessa on huomioitu mahdollisuus hyödyntää vedyn hyödyntämisprosessissa syntyvää hukkalämpöä.



Kuva 4. Investointikustannukset vetyjärjestelmille, joiden avulla kohde voi irtautua sähköverkosta, huomioiden hukkalämmön hyödyntämisen

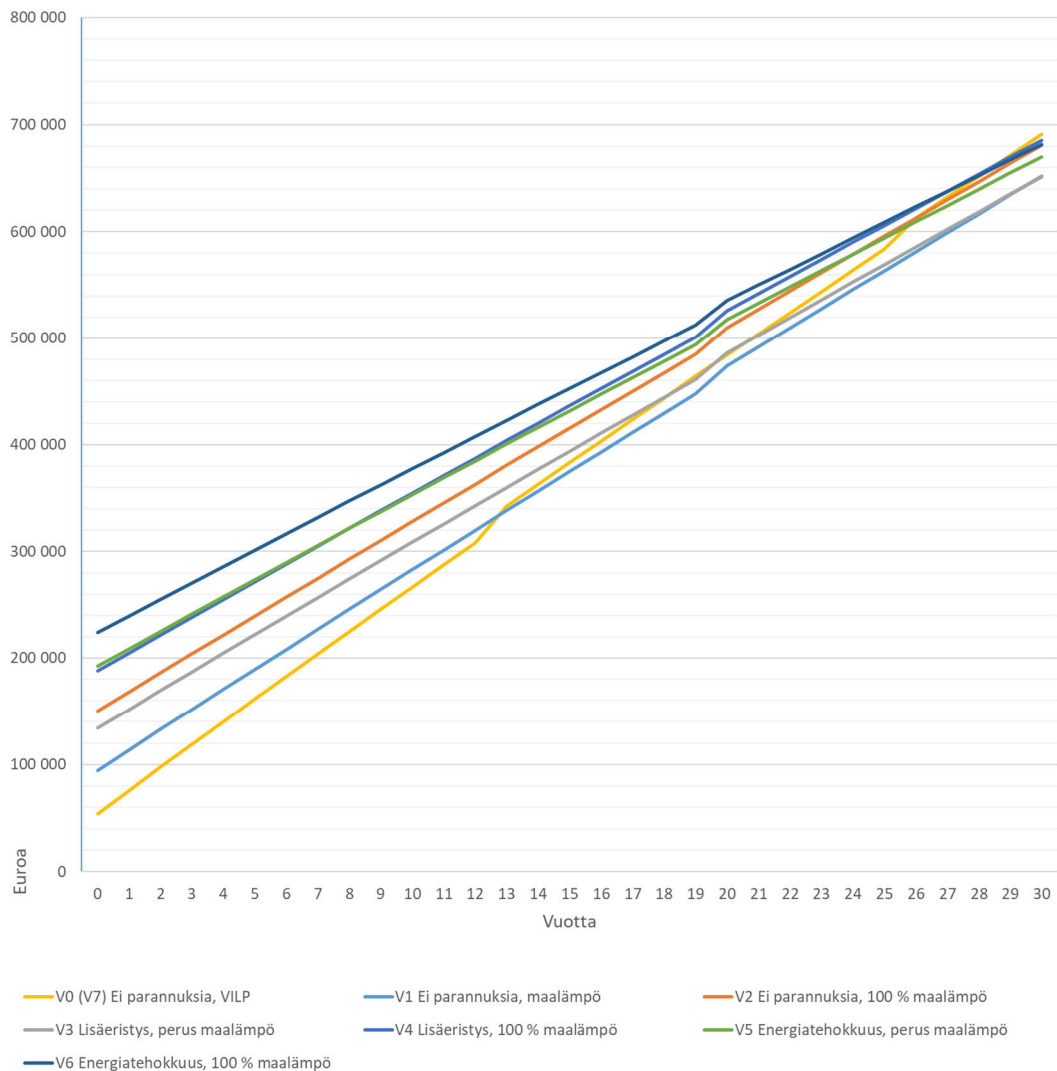
5.2 Elinkaarilaskennan lähtötiedot

Elinkaarikustannuslaskennassa käytetyt lähtötiedot:

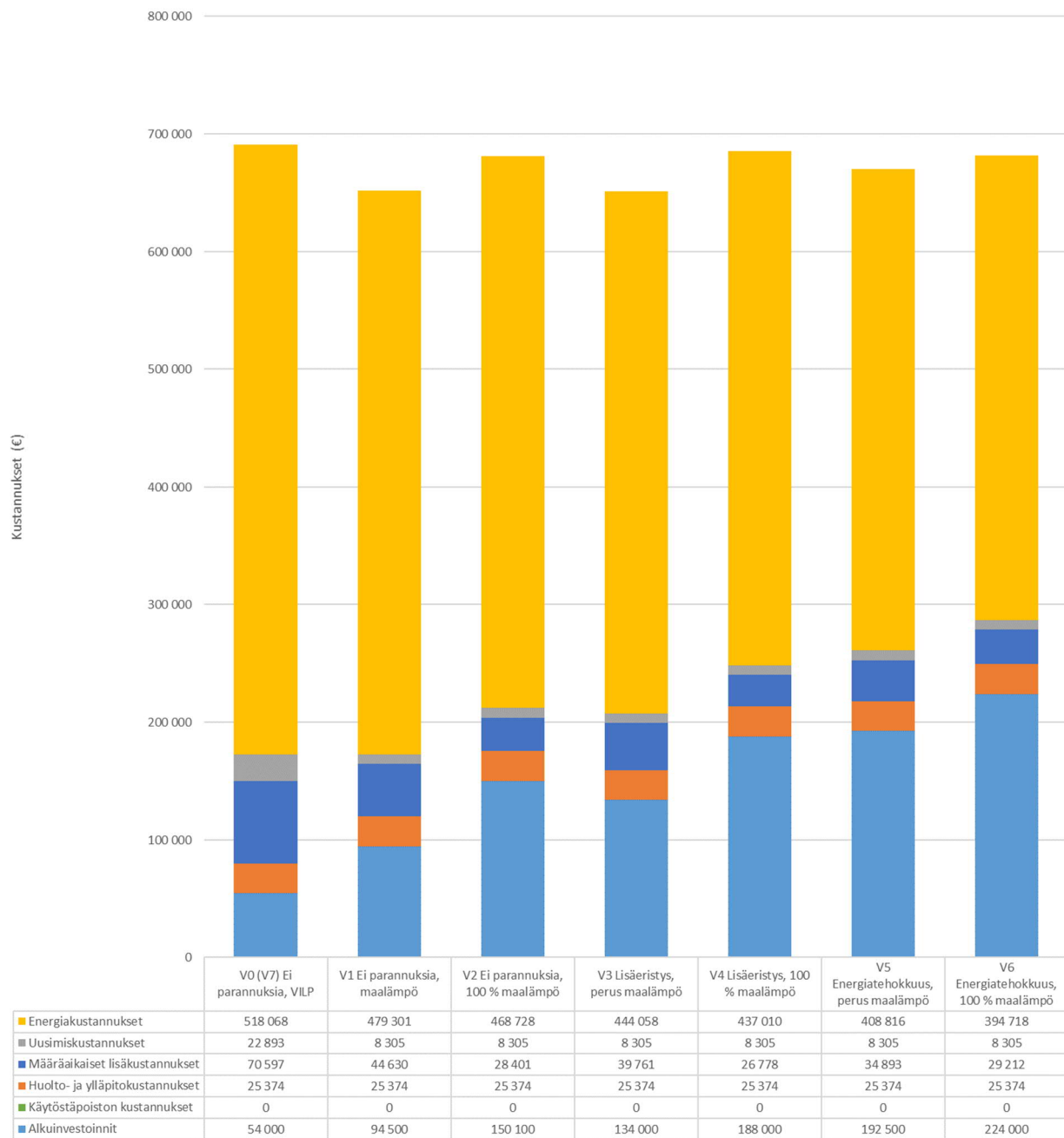
- Tarkastelujakso 30 vuotta
- Energian hinta
 - Sähkön kokonaishintana käytettiin 121 €/MWh. Hinta sisältää sähkön hinnan, sähkön siirron ja sähköveron
 - Sähkön myyntihintana aurinkopaneelitapauksissa käytettiin 50 €/MWh
- Investointikustannukset
 - maalämpö
 - 25 kW: 2300 €/kW
 - 50 kW: 2100 €/kW
 - 100 kW: 1900 €/kW
 - vesi-ilmalämpöpumppu
 - 45 kW: 1200 €/kW
 - yläpohjan lisäeristys 10 000 €

- ikkunoiden uusiminen 25 000 €
- ovien vaihto 15 000 €
- huoneistokohtainen IV 108 000 €
- aurinkopaneelit 800 €/kW
- Uusimiskustannukset
 - Maalämpö: kompressorin vaihto 20 vuoden jälkeen
 - VILP: ulkoyksikön vaihto 13 vuoden välein
 - Vetyjärjestelmä:
 - 100 000 € 10 vuoden jälkeen
 - 240 000 € 20 vuoden jälkeen
 - 340 000 € 30 vuoden jälkeen
- Tehomaksut
 - Lahti Energian hinnaston mukaan tapauskohtaisesti arvioutuna
- Huolto- ja ylläpitokustannukset
 - Lämpöpumput: 1000 €/vuosi
 - Aurinkopaneelit: 1.5 % investointikustannuksista / vuosi
 - Vetyjärjestelmä: 1.4 % investointikustannuksista / vuosi
- Vetyjärjestelmien investointi-, uusimis- ja huoltokustannukset on esitettyä liitteessä 1.
- Korkotasot
 - Diskonttaus korko 3 %
 - Ylläpitokustannusten nousu 2 %
 - Energiakustannusten nousu 3 %
- Hiilidioksidipäästöt sähkölle ympäristöministeriön päästökertoimilla (2010 – 2150)
 - 2010 158 kgCO_{2e}/MWh
 - 2020 121 kgCO_{2e}/MWh
 - 2030 57 kgCO_{2e}/MWh
 - 2040 30 kgCO_{2e}/MWh
 - 2050 18 kgCO_{2e}/MWh
 - 2060 14 kgCO_{2e}/MWh
 - 2070 7 kgCO_{2e}/MWh
 - 2080 4 kgCO_{2e}/MWh
- Hiilidioksidipäästöt fossiilisille polttoaineille ympäristöministeriön päästökertoimilla aina vakio 260 kgCO_{2e}/MWh. Lukua käytetty ainoastaan laskemaan lähtötason hiilidioksidipäästöt.
 - 245 MWh/v öljynkulutusta tuottaa 50 vuodessa hiilidioksidipäästöjä 3185 t CO_{2e}. Siihen päälle vielä sähkön käytön päästöt ja päästään energiankäytön kokonaishiilidioksidipäästöihin 3320 t CO_{2e}.

5.3 Perustapaukset



Kuva 5. Perustapausten elinkaarikustannusten nykyarvon muodostuminen tarkastelujaksolla.



Kuva 6. Perustapausten elinkaarikustannusten nykyarvon erittely eri kustannuseriin.

50 vuoden hiilidioksidipäästöt perustapauksille:

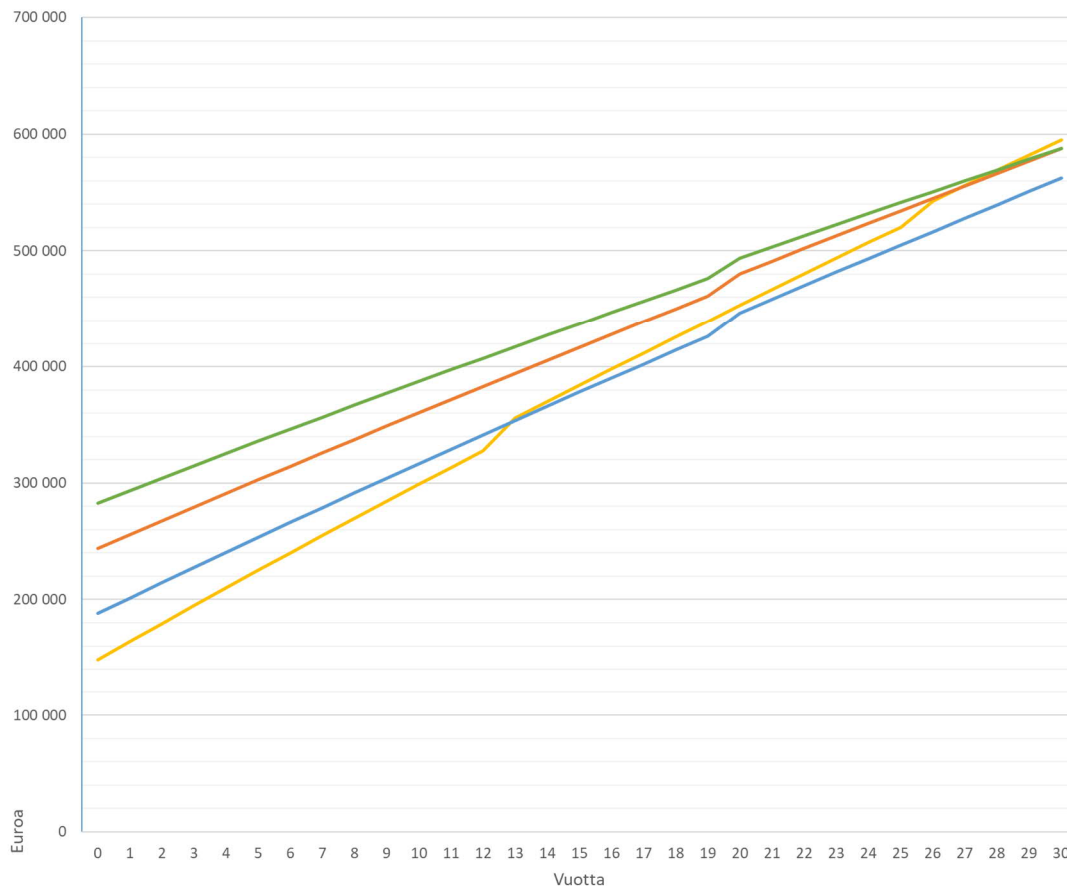
Järjestelmä	V0(V7)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
CO ₂ päästö (t CO ₂ e / tarkastelujakso)	275	255	249	236	232	217	210

5.4 Perustapaukset aurinkopaneeleilla

Kappaleen 5.3 tapauksista valittiin neljä, joille optimoitiin elinkaarikustannuksiltaan kannattavimmat aurinkopaneelijärjestelmät. Kuvissa 7 ja 8 on esitettyä elinkaarilaskelmien tulokset. Taulukossa 1 on listattuna eri energiatehokkuuspaketeille mitoitettut aurinkopaneelijärjestelmäkoot ja sähköverkkoon myyty ylijäämä sähkö.

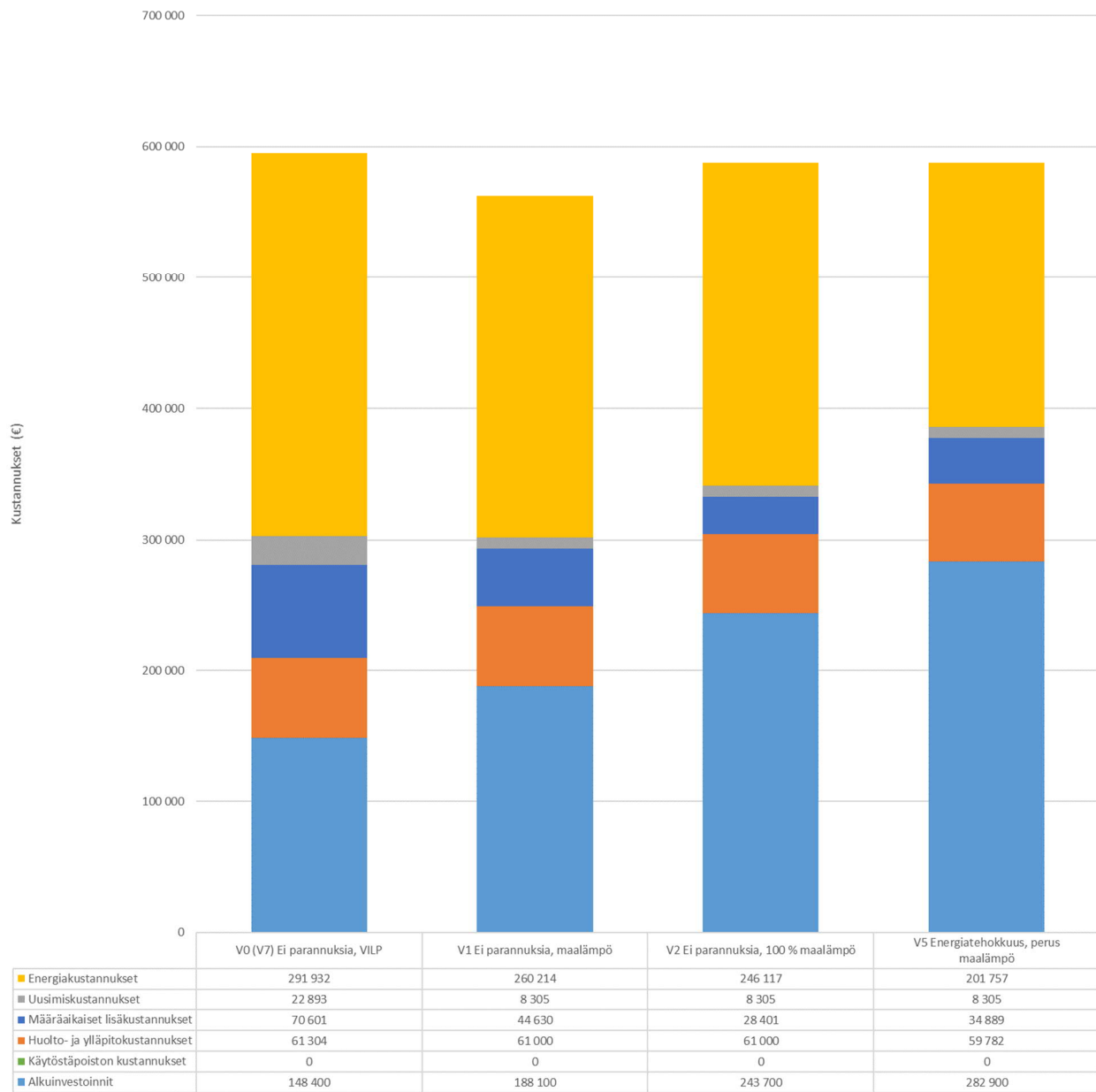
Taulukko 1. Aurinkopaneelijärjestelmien koot ja myyty sähkö.

Energiatehokkuuspaketti	V0 (V7) Ei parannuksia, VILP	V1 Ei parannuksia, maalämpö	V2 Ei parannuksia, 100 % maalämpö	V5 Energiatehokkuus, perus maalämpö
Aurinkosähkö (kW)	118	117	117	113
Sähkö tarve (MWh/a)	147	136	133	117
Ostettu (MWh/a)	113.33	103.53	100.1	87.15
Oma käyttö (MWh/a)	33.67	32.47	32.9	29.85
Myyty (MWh/a)	72.72	72.68	72.68	72.16



— V0 (V7) Ei parannuksia, VILP — V1 Ei parannuksia, maalämpö — V2 Ei parannuksia, 100 % maalämpö — V5 Energiätehokkuus, perus maalämpö

Kuva 7. On-grid, eli aurinkopaneeliratkaisujen, elinkaarikustannusten nykyarvon muodostuminen tarkastelujaksolla.



Kuva 8. On-grid, eli aurinkopaneeliratkaisujen, elinkaarikustannusten nykyarvon erittely eri kustannuseriin

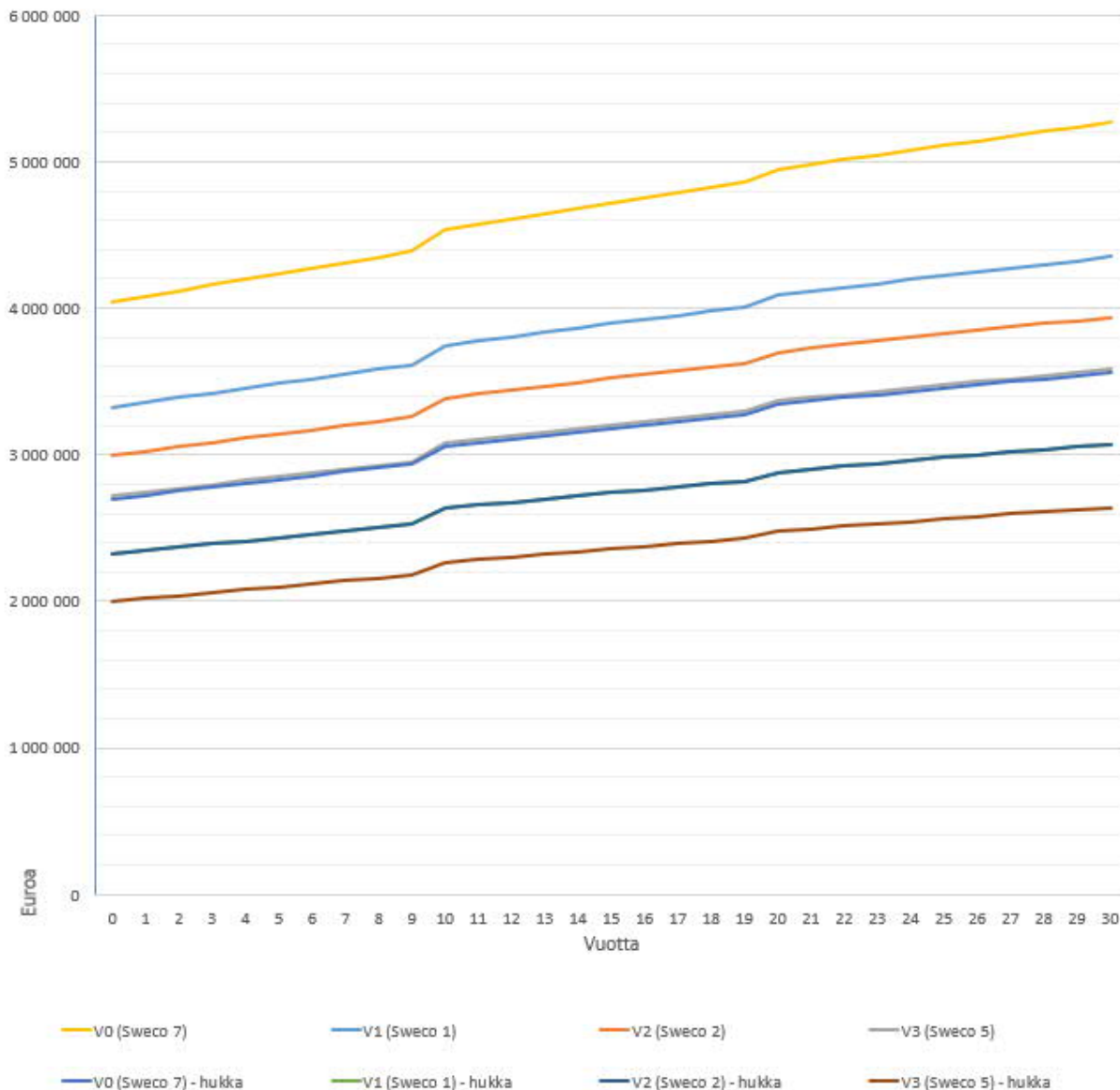
50 vuoden hiilidioksidipäästöt perustapauksille aurinkopaneeleilla:

Järjestelmä	V0(V7)*	V1*	V2*	V5*
CO2 päästö (t CO2e / tarkastelujakso)	212	195	187	163

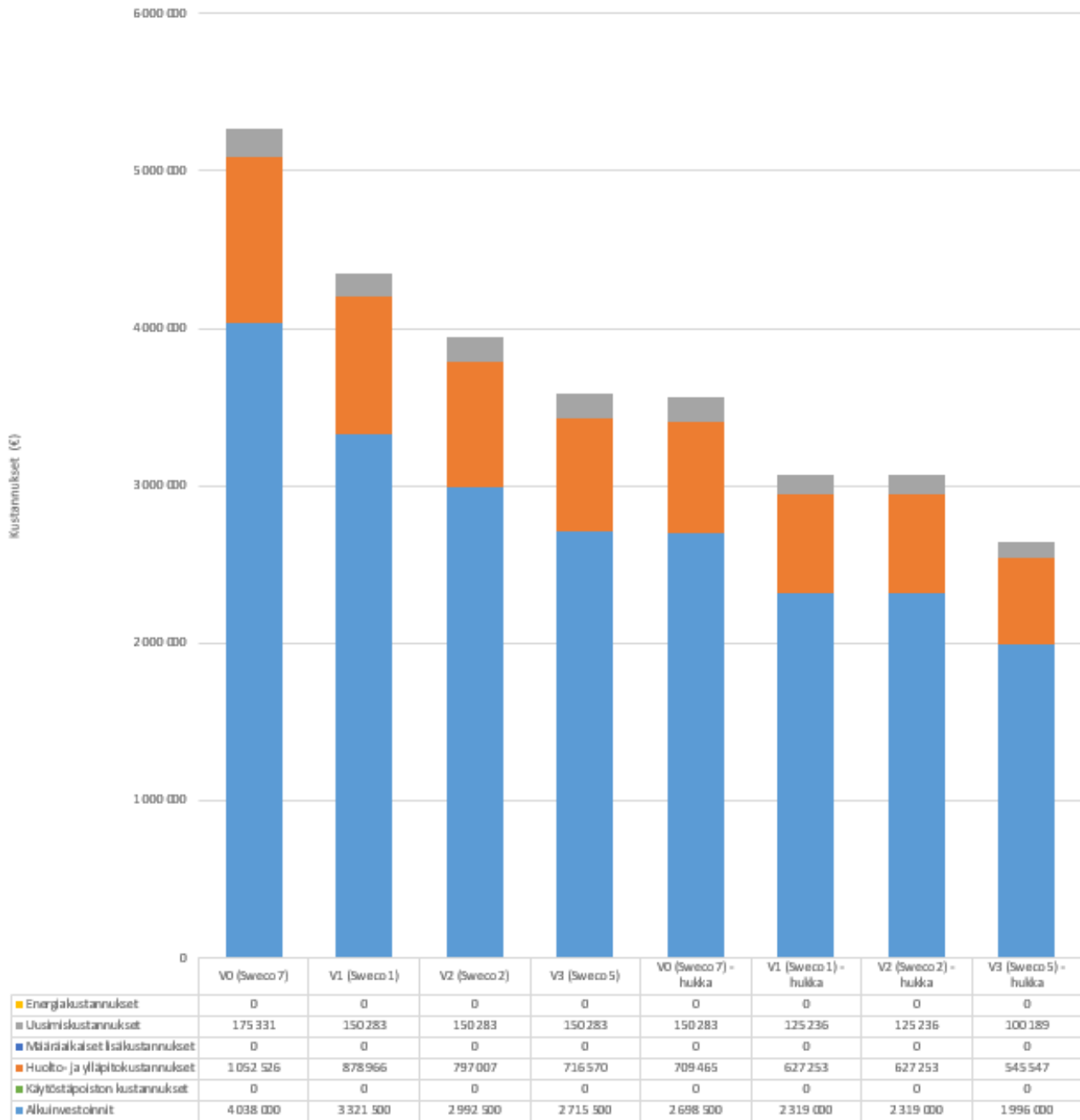
*Aurinkopaneelien kanssa

5.5 Off-grid-vaihtoehdot

Kappaleen 5.3 tapauksista valittiin neljä, joille mitoitettiin vety- ja aurinkopaneelijärjestelmät, jotka mahdollistavat rivitalon irtautumisen sähköverkosta kokonaan. Vetyjärjestelmät mitoitettiin normaalin mitoituksen lisäksi oletuksella, että prosessissa syntyvä hukkalämpö voitaisiin hyödyntää. Kaikkien kahdeksan mitoitustapauksen elinkaarikustannukset on esitettyä kuvissa 9 ja 10.



Kuva 9. Off-grid, eli vetyratkaisujen, elinkaarikustannusten nykyarvon muodostuminen tarkastelujaksolla.

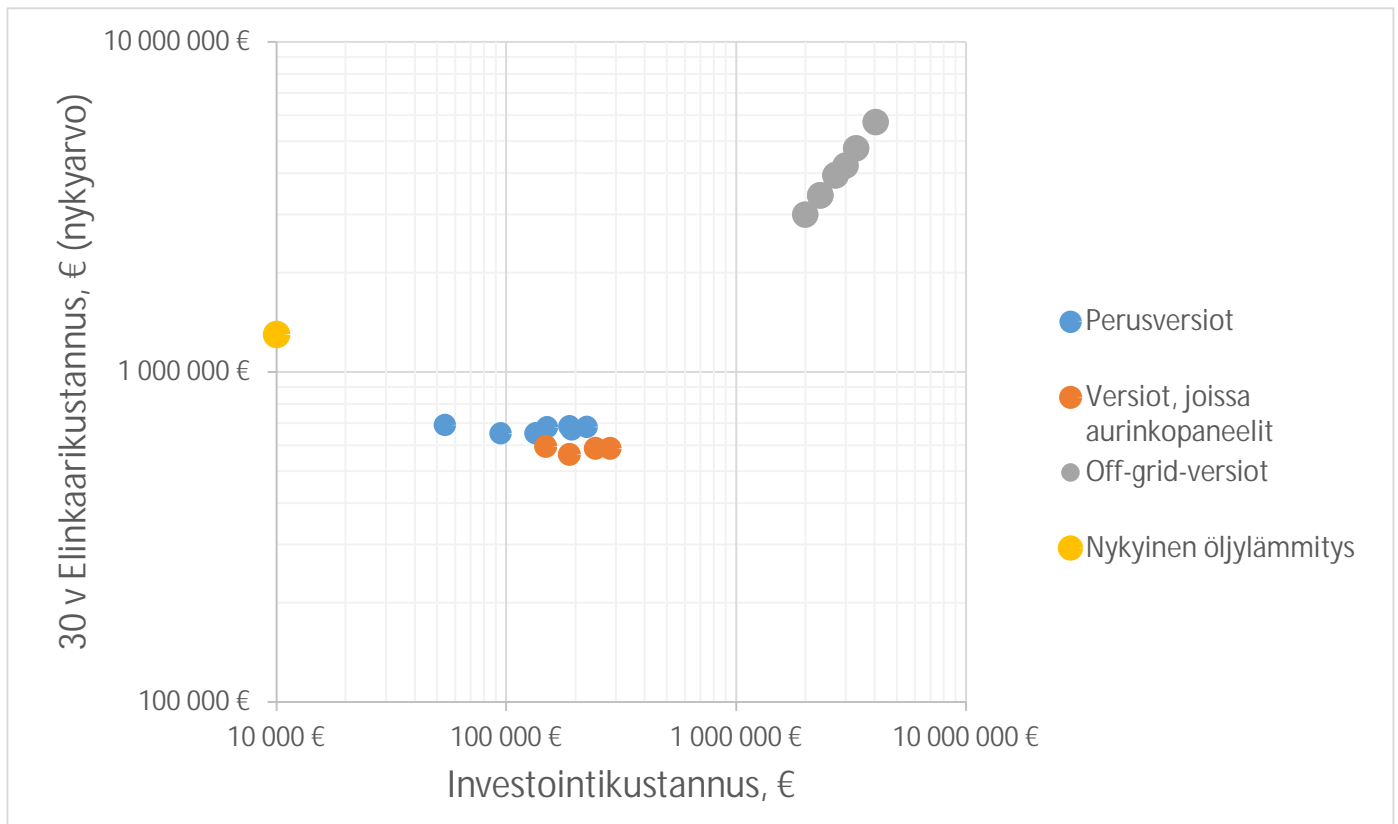


Kuva 10. Off-grid, eli vetyratkaisujen, elinkaarikustannusten nykyarvon erittely eri kustannuseriin

Kaikkien off-grid vaihtoehtojen energiankäytön hiilidioksidipäästöt
0 t CO₂e / tarkastelujakso

5.6 Koonti ratkaisuista

Kuvassa 11 esitetty kaikki ratkaisuvaihtoehdot kuvaajassa, jonka vaakakselilla on parannuksen investointikustannus ja pystyakselilla 30 vuoden elinkaarikustannusten nykyarvo. Huomaa että kuvaajan akselit ovat logaritmiset eivätkä ne ala nolasta, jotta off-grid versiot on saatu kuvaajaan järkevästi mukaan. Kuvaan 11 on myös lisätty arvio nykyisen öljylämmityksen elinkaarikustannuksista. Laskennan lähtötietona käytetty öljyn hintaa 1,5 e/litra ja öljypolttimen 90 % hyötysuhdetta.



Kuva 11. Kaikki ratkaisut esitettynä investointien ja elinkaarikustannusten suhteessa.

Liite 1. Vetyjärjestelmien investointi-, uusimis- ja huoltokustannukset

Energiatehokkuuspaketti	Ei hukkalämmön talteenottoa				Hukkalämmöntalteenotto			
	V0 (Sweco 7)	V1 (Sweco 1)	V2 (Sweco 2)	V3 (Sweco 5)	V0 (Sweco 7)	V1 (Sweco 1)	V2 (Sweco 2)	V3 (Sweco 5)
Aurinkosähkö (kW)	325	300	300	265	325	300	300	265
Investointi (€/kW)	800	800	800	800	800	800	800	800
Elinkaari (vuotta)	30	30	30	30	30	30	30	30
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle (€/kW)	0	0	0	0	0	0	0	0
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	1.50 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %
Akku (kWh)	350	300	300	300	300	250	250	200
Investointi (€/kWh)	600	600	600	600	600	600	600	600
Elinkaari (vuotta)	10	10	10	10	10	10	10	10
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle (450 €/kWh 10 v jälkeen + 300 €/kWh 20 v jälkeen (€/kWh))	750	750	750	750	750	750	750	750
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	0	0	0	0	0	0	0	0
Polttokeho (kW)	150	95	65	75	85	50	50	50
Investointi (€/kW)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
Elinkaari (vuotta)	15	15	15	15	15	15	15	15
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle (€/kW)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	1.20 %	1.20 %	1.20 %	1.20 %	1.20 %	1.20 %	1.20 %	1.20 %
Elektrolyyseri (kW)	300	220	175	150	110	105	105	80
Investointi (€/kW)	800	800	800	800	800	800	800	800
Elinkaari (vuotta)	20	20	20	20	20	20	20	20
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle (€/kW)	500	500	500	500	500	500	500	500
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
Vetytankki (kg)	4700	4200	4000	3400	3200	3000	3000	2500
Investointi (€/kg)	490	490	490	490	490	490	490	490
Elinkaari (vuotta)	30	30	30	30	30	30	30	30
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle (€/kg)	490	490	490	490	490	490	490	490
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Kompressorit								
Investointi	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €
Elinkaari (vuotta)	15	15	15	15	15	15	15	15
Uusimiskustannukset koko elinkaarelle	40 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €
Huoltokustannus (% investoinnista/vuosittain)	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
Yhteensä								
Investoinnit	4 038 000 €	3 321 500 €	2 992 500 €	2 715 500 €	2 698 500 €	2 319 000 €	2 319 000 €	1 996 000 €
Uusimiskustannukset	827 500 €	612 500 €	515 000 €	527 500 €	532 500 €	405 000 €	405 000 €	355 000 €
Huoltokustannukset	1 244 400 €	1 039 200 €	942 300 €	847 200 €	838 800 €	741 600 €	741 600 €	645 000 €
Yhteensä	6 109 900 €	4 973 200 €	4 449 800 €	4 090 200 €	4 069 800 €	3 465 600 €	3 465 600 €	2 996 000 €

Sweco | Öjylämmitteisen rivitalon muuttaminen hiilineutraaliksi

Työnumero: sweco.projectld

Päiväys: 21.12.2022

Versio:

p:\fiel06\bs\20414524\701\raportit\öjylämmitteisen rivitalon muuttaminen hiilineutraaliksi.docx

Liite 2. Takojantie 2 - Kohdekohtainen lisätarkastelu

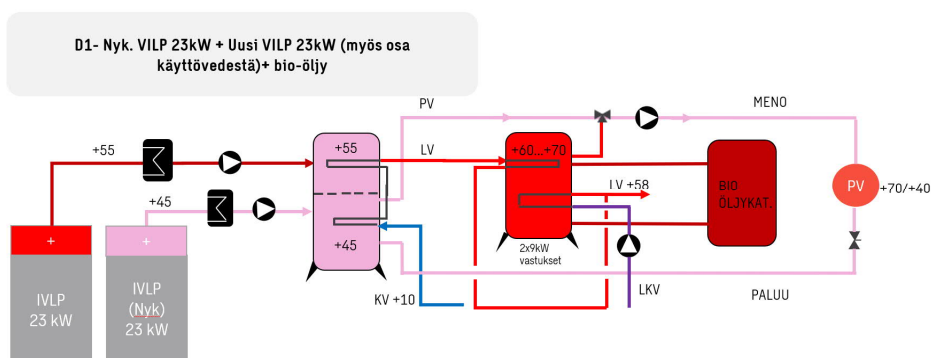
Huomioiden Takojantien kohteen nykyinen tilanne, lisätyönä tutkittiin toimenpiteitä juuri tämän kohteen lisäratkaisuille, joilla hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää entisestään ja mahdollisimman kannattavasti.

Kohteen nykytilanteessa öljylämmityksen käyttöä on vähennetty ilma-vesilämpöpumpulla, mutta sitä ei ole kytketty lämpimään käyttöveteen ja sen teho on muutenkin hieman alimitoitettu (23 kW), johtaen arviolta vain noin 65 % energianpeittoasteeseen. Tyypillisesti päälämmitysmuotona käytettävän lämpöpumpun energianpeittoasteessa pyritään vähintään noin 90 % energianpeittoasteeseen.

Lisäratkaisussa tarkasteltiin kahta erilaista parannusta nykyiseen lämmitysjärjestelmään: Öljykattilan muuttaminen joko sähkökattilaksi tai bioöljykattilaksi, sekä ilma-vesilämpöpumpun energianpeittoasteen kasvattamista joko kytkemällä se myös käyttöveteen tai investoimalla toiseen lämpöpumppuun, joka hoitaisi myös käyttöveden lämmitystä. Lopuksi laskettiin taloudellisesti kannattavin aurinkopaneelijärjestelmän koko.

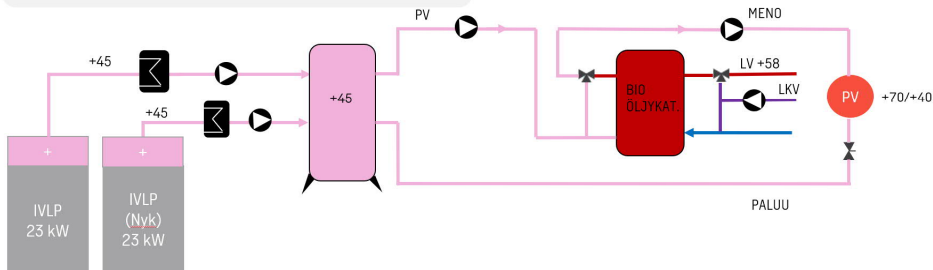
Tarkastellut vaihtoehdot olivat:

- A – Nykytilanne, vertailun vuoksi muihin vaihtoehtoihin
- B – Öljykattilan muuttaminen uusiutuvalla polttoöljyllä (bioöljyllä) toimivaksi.
- C – Öljykattilan muuttaminen sähkökattilaksi ja nykyisen lämpöpumpun kytkeminen myös käyttöveden lämmittämiseen



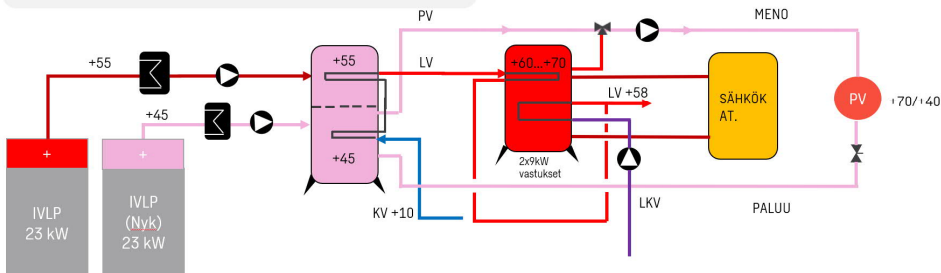
D1 – Asennetaan toinen samanlainen lämpöpumppu nykyisen rinnalle, kytketään se myös käyttöveden lämmittämiseen ja muutetaan öljykattila bioöljykattilaksi.

D2- Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (vain lämmitys)+ bio-öljy



D2 – Asennetaan toinen samanlainen lämpöpumppu nykyisen rinnalle ja muutetaan öljykattila bioöljykattila.

D3- Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (myös osa käyttövedestä)+ sähkökattila



D3 – Asennetaan toinen samanlainen lämpöpumppu nykyisen rinnalle, kytketään se myös käyttöveden lämmittämiseen ja muutetaan öljykattila sähkökattilaksi.

Taulukossa 1 on esitetty elinkaarikustannuslaskelmien tulokset, takaisinmaksuajat sekä elinkaaren hiilidioksidipäästöt. Luvuissa on mukana myös asukkaiden sähkönkäyttö (n. 60 MWh/v, 7000 €/v).

KOKONAISKUSTANNUKSET	A - Nyk. VILP + Öljykattila	B - Nyk. VILP + Biööljy	C - Nyk. VILP (myös käyttövesi) + Sähkökattila	D1 - Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (myös käyttövesi) + Bio-öljy	D2- Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (vain lämmitys) + Bio-öljy	D3-Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (myös käyttövesi) + Sähkökattila
A0-A5 Ennen rakentamista / Ennen käyttövaihetta (€, yhteensä)	-	1 000	10 000	53 000	53 000	62 000
B1-B3 Käyttö / Kunnossapito / Korjaus (€, yhteensä)	15 529	15 529	15 529	25 882	20 705	15 529
B4-B5 Osien vaihto / Laajamittaiset korjaukset (€, yhteensä)	-	3 434	12 400	21 668	16 568	21 200
B6 Energian käyttö (€, yhteensä)	668 961	709 849	645 790	599 047	632 888	587 966
Yhteensä tarkastelujaksolla (€)	684 490	729 812	683 719	699 597	723 161	686 695
KANNATTAVUUSTARKASTELU	A - Nyk. VILP + Öljykattila	B - Nyk. VILP + Biööljy	C - Nyk. VILP (myös käyttövesi) + Sähkökattila	D1 - Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (myös käyttövesi) + Bio-öljy	D2- Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (vain lämmitys) + Bio-öljy	D3-Nyk. VILP 23kW + Uusi VILP 23kW (myös käyttövesi) + Sähkökattila
Takaisinmaksuaika	-	-	30	-	-	-
Takaisinmaksuaika, suora	-	-	30	-	-	-
Elinkaaren päästöt, t CO₂e/50v	1052	202	303	237	224	276
Energiakustannus, €/v	22 300	23 700	21 500	20 000	21 100	20 000

Taulukko 1. Vertailulaskelmien tulokset.

Ainoastaan vaihtoehdoilla C on takaisinmaksuaika käytetyllä 30 vuoden tarkastelujaksolla. Hiilidioksidipäästöjä saadaan pudotettua kaikissa vaihtoehdoissa 70 – 80 %, eli investoinnin suuruudesta riippumatta saadaan lähes yhtä merkittävät ympäristövaikutukset. Bioöljyä suosimalla saadaan hiilidioksidipäästöt matalammiksi, mutta investoinnin lisäksi energiakustannukset kasvavat.

Yllä esitettyssä taulukossa ei ole huomioitu mahdollisia aurinkopaneeleja tai tukirahoja. ARA tukirahan hakeminen voisi olla mahdollista täyttämällä tietyt E-luvun parantamiseen liittyvät hakuvaatimukset.

Aurinkopaneelit kannattakin mitoittaa siten, että tukirahan vaatima E-luku saavutetaan.

Aurinkopaneelijärjestelmän taloudellinen kannattavuus ilman tukirahoja perustuu siihen, että kesällä tuotetusta aurinkosähköstä suurin osa saadaan hyödynnettyä omaan käyttöön. Oman käytön osuuteen taas vaikuttaa kaksi muuttujaa: voidaanko aurinkosähköä myydä asukkaille (energiayhteisö) ja tuotetaanko lämmintä käyttövedettä kesällä lämpöpumpulla vai öljyllä. Jos muodostetaan energiayhteisö ja lämpöpumppu tuottaa kesällä lämpimän käyttöveden (vaihtoehdot C, D1, D3), suurenkin, noin 200 m², aurinkopaneelijärjestelmän takaisinmaksuaika saadaan 13 vuoteen. Jos taas näitä muuttujia ei hyödynnetä, pienenkin, noin 60 m², aurinkopaneelijärjestelmän takaisinmaksuaika nousee noin 17 vuoteen.

Huomioiden aurinkopaneelin kannattavuuteen liittyvät seikat ja ARA tukirahoituksen tarjoama kannustin asentaa aurinkopaneelijärjestelmä, päädytään loppupäätelmään, että lämmin käyttövesi kannattaa lämmittää lämpöpumpulla nykyisen öljyn sijaan.

Yllä mainittujen seikkojen vuoksi suositellaan valittavaksi ratkaisuksi vaihtoehtoa C, eli sähkökattilaan siirtymistä ja nykyisen lämpöpumpun kytkemistä myös käyttöveden lämmittämiseen. Lisäksi tulisi aurinkopaneelijärjestelmä, joka mitoitetaan siten, että ARA tukirahoituksen E-lukuvaatimus täytetään. Energiayhteisön muodostaminen ei ole välttämättä enää erityisen oleellista, kun aurinkosähköä voidaan käyttää kesäpäivinä lämpimän käyttöveden valmistamiseen. Näillä toimenpiteillä pitäisi olla mahdollista leikata hiilidioksidipäästöjä nykyisestä tasosta yli 70 % ja saavuttaa lisäinvestoinnille ARA tuen avulla alle 15 vuoden takaisinmaksuaika.

Elinkaarikustannuslaskennassa käytetyt lähtötiedot:

- Tarkastelujakso 30 vuotta
- Energian hinta
 - Sähkön kokonaishintana käytettiin 121 €/MWh. Hinta sisältää sähkön hinnan, sähkön siirron ja sähköveron.
 - Sähkön myyntihinta aurinkopaneelien ylituottotapauksessa 50 €/MWh.
 - Polttoöljyn hintana käytettiin 116 €/MWh (Lähde: Nesteen tarjous)
 - Uusiutuvan polttoöljyn hintana käytettiin 137 €/MWh (Lähde: Nesteen tarjous)
- Korkotasot ovat seuraavat:
 - Diskonttaus korko 3 %

Ylläpitokustannusten nousu 2 %
Energiakustannusten nousu 3 %

Energiankäytön päästökertoimet ympäristöministeriön asetuksen mukaisilla arvoilla, joissa bioöljyn päästökerroin on 0 kgCO₂/MWh

Jotta nykyisessä öljykattilassa voisi käyttää uusiutuvaa lämmitysöljyä (esim. NesteMy) on nykyiseen polttimen KP-26H vaihdettava herkempi liekinilmaisim (IRD1010). Uuden liekinilmaisimen alv.0% hinta on noin. 200 euroa, ja vaihdon on tehtävä Tukesin valtuutetun poltinliike.

Lisäksi on vaihdettava ohjelmarele (LMO24) mikäli polttimessa ei sitä jo ole ennestään. Tämä kustantaisi yhteensä maksimissaan noin. 1000 €alv. 0%.

Vaihto öljystä kondenssikattilaan voisi olla myös yksi varteen otettava vaihtoehto. Kondenssikattilan hyötysuhde on perinteistä kattilaa parempi, sillä kondenssikattilassa otetaan talteen öljyn poltosta sekä palamisilman kosteudesta syntyvän vesihöyryn sisältämä energia ja se siirretään suoraan lämmitysveteen. Tämän kautta säästetään polttoainekuluissa.