

ONE1 Oy

**Kilpailukykyvertailu –
Laskelmaraportointi**

Vantaan Energia Oy

9.2.2017

Sisällys

1. Johdanto	3
2. Laskentaskenaarioiden esittely	4
3. Laskenta-arvot ja -oletukset	11
4. Laskentamenetelmät	14
5. Teknitaloudellinen tarkastelu	15
5.1 Tuotantokustannuslaskelma	15
5.1.1 Kerrostalot.....	15
5.1.2 Rivitalot.....	16
5.1.3 Liiketalot	16
5.2 Kassavirtalaskelma	17
5.3 Herkkyystarkastelu	18
5.4 Tulosten analysointi	19
6. Yhteenveto ja johtopäätökset	21
7. LIITTEET	23

1. JOHDANTO

ONE1 on laatinut Vantaan Energia Oy:n toimeksiannosta selvityksen, jonka tarkoituksena on vertailla eri lämmitysjärjestelmiä kaukolämpöön ja selvittää niiden kannattavuutta erilaisissa tyyppikiinteistöissä.

Selvityksen pohjatietoina käytetään Vantaan Energialta saatuja lähtötietoja, Energiateollisuus ry:n tilastoja sekä ONE1:n suunnittelussa käytettyjä oletuksia ja lähtöarvoja.

Työssä käydään läpi laskentavaihtoehdot ja niiden asettelu.

2. LASKENTASKENAARIOIDEN ESITTELY

Tarkasteltavat skenaariovaihtoehdot valittiin One1 Oy:n kokemuksen ja asiakkaan kanssa läpikäytyjen palaverien ja keskustelujen perusteella. Skenaariovaihtoehdot ja laskelmat ovat tämän raportin liitteenä.

Kiinteistöjen lähtötilanteen on oletettu olevan alla olevan taulukon mukainen. Skenaariomerkinnässä 1.x numero edustaa tarkasteltavaa kiinteistöä.

Taulukko 1. Tyypikiinteistöjen lämmitystavat ja – muodot laskennassa

Skenaario	Kiinteistötyyppi	Lämmitystapa	Nykyinen lämmitysmuoto
1.x	Kerrostalo, uusi	Vesikiertoinen patterilämmitys 60/40 C	-
2.x	Kerrostalo, vanha	Vesikiertoinen patterilämmitys 80/60 C	Kaukolämpö, laitteiston käyttöikä päättynyt
3.x	Rivitalo, uusi	Vesikiertoinen lattialämmitys 35/25 C	-
4.x	Rivitalo, vanha	Vesikiertoinen patterilämmitys 70/40 C	Kaukolämpö, laitteiston käyttöikä päättynyt
5.x	Liiketila, uusi	Vesikiertoinen patterilämmitys 50/30 C	-
6.x	Liiketila, vanha	Vesikiertoinen patterilämmitys 60/40 C	Kaukolämpö, laitteiston käyttöikä päättynyt

Tässä selvityksessä läpikäydyt ja lasketut skenaariot on esitetty alla olevassa taulukossa. Skenaariomerkinnässä x.1 numero edustaa käytettävää teknologiaa.

Taulukko 2. Skenaarioiden tuotantoteknologiat ja tehomitoitus

Skenaario	Tuotantoteknologia
x.1	Kaukolämpö
x.2	100 % maalämpö + sähkö
x.3	75 % maalämpö + sähkö
x.4	30 % poistoilmalämpöpumppu + kaukolämpö/öljykattila

Skenaarioiden tehonmitoitus perustuu oletukseen, että lämmitysjärjestelmien yhdistelmien yhteismitoitettu teho kattaa lämmityksen ja osittain käyttöveden valmistukseen tarvittavan tehon. Käyttöveden valmistukseen tarvittava teho otetaan lämpöpumppuvaihtoehtoissa kuitenkin hetkellisesti energiavaraajasta. Vanhemmissa tarkastelukiinteistöissä (skenaariot x.4) kaukolämpö valikoituu poistoilmalämpöpumpun tueksi. Uusiin kiinteistöihin poistoilmalämpöpumppua ei tarkasteltu, sillä niistä löytyy useimmiten jo ilmanvaihdon LTO-järjestelmät.

Seuraavaksi esitellään laskennan skenaarioita sekä niihin liittyviä muuttujia.

Skenaarioissa x.1 lämpöä tuotetaan täysin kaukolämmöllä. Lämmitysjärjestelmäksi valitaan kaukolämpö tai vanha kaukolämpöjärjestelmä uusitaan.

Kaukolämpöliittymän hankinta tarkoittaa kiinteistölle seuraavia toimenpiteitä:

- kaukolämpöliittymän ja mittaroinnin tilaus paikalliselta energiayhtiöltä
- lämmönvaihdin(KL)keskuksen hankinta tai uusinta
- putkiurakoitsijan putkitöitä, KL-keskuksen kytkennät talon sisäisiin verkostoihin
- sähköurakoitsijan työt: laitekytkennät

- muita mahdollisia teknisen tilan muutoksia.
- mahdollisen huoltosopimuksen tekeminen huoltoyhtiön kanssa

Kaukolämmön huolto- sekä korjaustarpeet ovat tyypillisesti vähäisiä. Vuosihuolto on yleisesti riittävä toimenpide kaukolämmölle pitämään laitteisto toimintakuntoisena. Kaukolämpöpaketin tilantarve teknisessä tilassa vaihtelee muutamasta neliöstä useisiin neliöihin kiinteistön koosta riippuen. Kaukolämpöjärjestelmässä uusitaan tyypillisesti 15 – 25 vuoden aikana komponentteja, kuten pumppuja, putkia tai prosessilaitteita aina tarpeen mukaan. Kaukolämpövaihtoehto ei vaikuta sähköliittymän suuruuteen.

Skenaarioissa x.2 lämpöä tuotetaan maalämmöllä sekä sähköllä. Maalämpö on mitoitettu 100 % ja sähkövastus/kattila vara/tukijärjestelmänä. Maalämpöpumppu tuottaa lämpöä lähes kaiken vuotuisesta lämmöntarpeesta (95-98 %). Maalämpöpumpulla pyritään kattamaan kokonaisuudessaan lämmitystarve ja käyttöveden lämmitystarve. Tilanteissa, joissa tehontarve on erittäin suuri tai maalämpö ei kykene tuottamaan tarpeeksi lämpöä, tuetaan sähköllä maalämpöpumppua. Laskennassa on huomioitu mitoituksen vaikutus suorituskykyyn sekä käyttöasteeseen.

Maalämpöratkaisun hankinta tarkoittaa kiinteistölle seuraavia toimenpiteitä:

- sähköliittymän (tehokorotus/lisäys) ja mittaroinnin selvitys/tilaus paikalliselta sähkönmyyjältä (vanhat kiinteistöt)
- maalämpöpumpun ja energiavaraajan hankinta
- maalämpö/putkiurakoitsijan putkitöitä, varaajan/LP:n kytkennät talon sisäisiin verkostoihin, maalämmön keruun edellyttämän maarakennus/poraustyöt
- sähköurakoitsijan työt: laitekytkennät, pääkeskusmuutokset
- muita mahdollisia teknisen tilan muutoksia.

Maalämmön vuosihoolto on hieman laajempi kaukolämpöön verrattuna. Keruupiirin kiertoaine tulee tarkastaa vuosittain ja vaihtaa määräysten mukaan. Komponentit, kuten kompressori, pumput tai putket huolletaan ja korjataan, jos vikoja ilmenee. Maalämmön tilantarve teknisessä tilassa on suurempi, tyypillisesti noin 1,5-2 -kertainen verrattuna kaukolämpöön. Maalämmön porareikien määrä sekä niiden syvyys vaihtelee kohteesta ja sen tehotarpeesta riippuen. Laskennassa on huomioitu osa-/täystehomitoituksen vaikutus porareikien määrään ja niiden syvyyteen. Maalämpöjärjestelmän sekä sähkökattilan kohdalla tulee huomioida vaikutukset kiinteistön sähköliittymään. Sähkökattila ja sen tarvitsema teho vaikuttaa eniten sähköliittymän kokoon. Maalämpöjärjestelmän asentaminen edellyttää rakennuslupaa kunnan rakennusvalvonnalta. Lupahakemuksessa on esitettävä kaivojen määrä, syvyys ja sijainti sekä mahdolliset vaikutukset rakentamiseen ja julkisivuihin. Lupamenettelyn kustannukset on huomioitu laskelmissa.

Skenaarioissa x.3 lämpöä tuotetaan maalämmöllä sekä sähköllä. Erona edelliseen skenaarioon (sk x.2) on, että maalämpöpumpun mitoitus on alennettu 75 % teholle. Laskennassa on huomioitu mitoituksen vaikutus suorituskyykyyn sekä käyttöasteeseen.

Seuraavassa taulukossa on esitetty esimerkki kiinteistöjen mahdolliset muutokset sähköliittymään skenaariossa x.3. Tilanteessa, missä sähköliittymää joudutaan korottamaan, maksetaan olemassa olevan ja tarvittavan liittymäkoon erotus hinnaston mukaisesti. Rivi- sekä kerrostalon kohdalla tulee huomioida, että pääliittymä jakaantuu huoneistojen kesken.

Taulukko 3. Skenaarion x.3 (maalämpö 75 % + sähkö) esimerkkijärjestelmän sulake- ja liittymäkoot sekä oletetut alkuperäiset sulakekoot.

Kiinteistötyyppi	Järjestelmän sulakekokovaatimus			Vanha sähköliittymä		Uusi sähköliittymä	
	Maalämpö (kompres- sori)	Sähkövastus /kattila	Yhteensä	Tontti (kiinteistö + huoneistot)	Kiinteistön osuus	Tontti	Kiinteistön osuus
Kerrostalo, uusi/vanha	150 A	80 A	230 A	250 A	35 A	480 A	265 A
Rivitalo, uusi/vanha	50 A	35 A	85 A	125 A	35 A	210 A	120 A
Liiketila, uusi/vanha	200 A	100	300 A	300 A	-	600 A	-

Mahdollisessa tilanteessa, jossa sähköliittymäkoko muuttuu, tulee huomioida mahdolliset muutokset myös sähköön siirto- sekä energiahintoihin. Muutokset siirtohintoihin voi tiedustella alueelliselta sähköoperaattorilta ja energiahintamuutokset omalta sähköön tarjoajalta.

Skenaarioissa x.4 lämpöä tuotetaan poistoilmalämpöpumpulla sekä kaukolämmöllä. Eron muihin yhteistuotantoskenaarioihin (sk x.2 ja x.3) on, että maalämpö on korvattu PILP:llä. Tehomitoitus vaihtelee PILP:lle 30-60 % riippuen rakennustyypistä.

Poistoilmalämpöpumpun ja kaukolämmön yhdistelmäratkaisu vaatii kiinteistöjen tekniseen tilaan enemmän tilaa verrattaessa

kaukolämpöratkaisuun. PILP- ratkaisun hankinta tarkoittaa kiinteistölle seuraavia lisätoimenpiteitä kaukolämpöratkaisuun verrattaessa:

- Poistoilmalämpöpumpun ulkoyksikön(lämmönkeruu) ja teknisentilan välisten yhteiden rakentaminen
- Sähköurakoitsijan työt: laitekytkennät, pääkeskusmuutokset öljykattilan osalta
- putkiurakoitsijan putkitöitä, varaajan/LP:n kytkennät talon sisäisiin verkostoihin, lämmön keruun edellyttämät työt, kytkentätyöt kaukolämmön yhteyteen
- Mahdollisia teknisen tilan muutoksia

Seuraavassa taulukossa on esitetty esimerkki kiinteistöjen mahdolliset muutokset sähköliittymään skenaariossa x.4. Tilanteessa, missä sähköliittymää joudutaan korottamaan, maksetaan olemassa olevan ja tarvittavan liittymäkoon erotus hinnaston mukaisesti. Rivi- sekä kerrostalon kohdalla tulee huomioida, että liittymä jakaantuu huoneistojen kesken.

Taulukko 4. Skenaarion x.4 (PILP 60 % + kaukolämpö) esimerkkijärjestelmän sulake- ja liittymäkoot sekä oletetut alkuperäiset sulakekoot.

Kiinteistötyyppi	Järjestelmän sulakekokovaatimus		Vanha sähköliittymä		Uusi sähköliittymä	
	PI-lämpöpumppu (kompressori)	Yhteensä	Tontti (kiinteistö + huoneistot)	Kiinteistön osuus	Tontti	Kiinteistön osuus
Kerrostalo, vanha	25 A	25 A	250 A	35 A	275 A	60 A
Rivitalo, vanha	10 A	10 A	125 A	35 A	135 A	45 A
Liiketila, vanha	35 A	35 A	300 A	-	335 A	-

Tilanteessa, jossa sähköliittymäkoko muuttuu, tulee huomioida mahdolliset muutokset myös sähkön siirto- sekä energiahintoihin. Muutokset siirtohintoihin voi tiedustella alueelliselta sähköoperaattorilta ja energiahintamuutokset omalta sähkön tarjoajalta.

3. LASKENTA-ARVOT JA -OLETUKSET

Tähän kappaleeseen on kerätty vertailussa käytettäviä laskenta-arvoja ja lämmitysjärjestelmien ominaisuuksia.

Kohteiden kokonaistehontarpeet ja lämmönkulutukset vaihtelevat kiinteistön koon sekä iän mukaan. Kiinteistöjen ominaisuuksia sekä teknisiä tietoja on esitetty alla olevassa taulukossa. Kaukolämmön liitäntäteho vastaa kiinteistön lämmitystehoa.

Taulukko 5. Tyyppikiinteistöjen ominaisuuksia sekä teknisiä tietoja.

Kiinteistötyyppi	Tilavuus [m ³]	Liitäntäteho [kW]	Energian tarve [MWh]	Lämmönjako, lämpötilataso
Kerrostalo, uusi	20 000	230	600	Patteri, 60/40
Kerrostalo, vanha	16 150	224	650	Patteri, 80/60
Rivitalo, uusi	5 000	70	150	Lattia, 25/35
Rivitalo, vanha	3 750	70	150	Patteri, 70/40
Liiketila, uusi	35 330	300	500	Patteri, 50/30
Liiketila, vanha	23 980	300	400	Patteri, 60/40

Lämpöpumppujen suorituskyvyn laskentaa varten määriteltiin vuotuinen lämpökerroin jokaiselle kiinteistötyypille sen lämmönjakotavan sekä hyödynnettävän lämmönlähteen mukaan. Lämmönjakotapaan vaikuttaa lämmityksessä käytettävät lämpötilatasot sekä lämmönjaon mitoitus. Korkeammat lämpötilatasot vaikuttavat käytettävään lämpökertoimeen ja tätä kautta lämpöpumpun ja sähkökattilan käyttösuhteeseen. Alla on esitetty kohteittain käytetyt SCOP -arvot. (vuosihyötysuhde lämpöpumpun suorituskyvylle)

Taulukko 6. Tyyppikiinteistöjen SCOP -arvot ja kiinteistön sekä lämpöpumppujen tehomitoitus.

Kiinteistötyyppi	Tehontarve [kW]	PILP -teho [kW]	LP -teho 75%-mit [kW]	LP -teho 100%-mit [kW]	SCOP-arvo, MLP:t [-]	SCOP-arvo, PILP:t [-]
Kerrostalo, uusi	230	ei lask.	173	230	3,5	ei lask.
Kerrostalo, vanha	224	56	168	224	3,0	3,0
Rivitalo, uusi	70	ei lask.	53	70	3,8	ei lask.
Rivitalo, vanha	70	25	53	70	3,3	3,3
Liiketila, uusi	300	ei lask.	225	300	3,6	ei lask.
Liiketila, vanha	300	75	225	300	3,3	3,3

Hyödynnettävän lämmönlähteen (nyt porakaivot) lämpötilataso, kulutuspisteiden lämpötilavaade sekä niiden vaihtelut vuoden aikoihin nähden vaikuttaa lämpökertoimeen. Maalämmön ja poistoilmalämmön kohdalla lämpötila pysyy lähes samalla tasolla ympäri vuoden.

Investointien laskenta on ulotettu koskemaan projektikuluja, prosessilaitteita, rakennustekniikkaa ja tarvittavia investointeja infrastruktuuriin. Kaikille vaihtoehdoille laskettiin kokonaisinvestoinnit.

Laskelmissa käytettiin kaukolämpöön liittyvissä kustannuksissa Vantaan Energia Oy:n olemassa olevaa kaukolämpöhinnastoa sekä Etelä – Suomessa toimivien kaukolämpöpakettien asennuksista vastaavilta yrityksiltä saatuja saneerauskustannuksia. Kaukolämmön tehomitoituksen madaltumisen vaikutus huomioitiin kaukolämmön peruskustannuksissa ja uusien liittymien

hinnoissa. Tehomitoituksen mahdollisesta alentamisesta tulee neuvotella paikallisen kaukolämpötarjoajan kanssa.

Sähkön käyttöön sekä liittymiin liittyvissä kustannuksissa käytettiin sähköyhtiö Vantaan Energia Oy:n voimassa olevaa hinnastoa.

Maalämmön investoinneissa sekä muissa siihen liittyvissä kustannuksissa on käytetty keskimääräisiä toteutuneita markkinahintoja.

Kustannuslaskelmat on laskettu arvonlisäverollisina alv. 24 %, pois lukien kaukolämpöliittymismaksu ja sähköliittymä ja sen mahdollinen korotus, jotka ovat arvonlisäverovapaita maksuja.

Korvausinvestoinneissa on huomioitu eri komponenttien tyypilliset pitoajat sekä niiden uusimisesta syntyvät kustannukset. Tarkasteluajanjakson päätyttyä laitteet ja komponentit sekä muut pysyväluonteiset rakenteet tulee uusia kokonaan.

Tuotantokustannusten laskenta tehtiin seuraavin lähtötietojen ja oletusten perusteella:

- Laskentakorko 3 %
- Laina-aika investoinnille sekä korvausinvestoinnille 10 vuotta
- Ostoenergian/polttoaineen hinnat:
 - o Ostosähkö 111,60 €/MWh (alv 24 %)
 - o Kaukolämpö
 - 55,41 €/MWh (alv 24 %)
 - PILP-laskennassa painotettu keskiarvo vuodenaikahinnoittelun ja oletetun käyttöprofiilin perusteella 59,84 €/MWh (alv 24%)

Kassavirtalaskenta suoritettiin vaihtoehtokohtaisen tuotantokustannuslaskelman lukuja hyödyntäen ja seuraavien lähtötietojen sekä arvioiden perusteella:

- o tarkasteluajanjakso 30 vuotta

- laina-aika investoinneille 10 vuotta
- korvausinvestoinnit (tarvittavien laitteiden uudistaminen 30 v aikana, esim. lämpöpumpun kompressori)
- indeksikorotus (kasvuprosentti) 0,5 %
- laskentakorko 3 %

4. LASKENTAMENETELMÄT

Tuotantokustannuslaskelmissa käytetään annuiteettimenetelmää, jossa investointi jaetaan annuiteettitekijällä tarkasteluajanjaksoille. Lisäksi lasketaan tuotannon aiheuttamat vuosittaiset (muuttuvat) kustannukset. Näihin yleensä luetaan käyttöenergiakulut ja huoltokulut.

Menetelmä perustuu investoinnin hankintamenon jakamiseen laina-ajalle niin, että lähtöomaisuudelle laskettu korko ja poisto muodostavat aina vakion. Näin ollen saadaan tulevan investoinnin pääoma- ja korkokulut jaettua tarkasteluajan vuotta kohden.

Laskelmaan on investoinnin lisäksi tuotu muuttuvat kustannukset (tuotannon energiankäyttökustannukset) sekä operointikustannukset (huolto, valvonta).

Lopputulokseksi saadaan toisiinsa nähden vertailukelpoiset arviot kustannuksista vuotta kohden tarkasteluajalle sekä tuotantokustannukset €/MWh. Tuotantokustannukset eivät huomioi mahdollisia muuttuvien kustannusten indeksikorotuksia tai korvausinvestointeja laitteistoon, jolloin pitkän ajan kannattavuutta ja takaisinmaksuajan selvittämistä tulee tarkastella kassavirtalaskelman avulla.

Kassavirtalaskelma muodostuu vertailtavien vaihtoehtoskenaarioiden investoinneista, niiden korkokustannuksista sekä käyttökustannuksista. Kassavirtalaskelma huomioi kustannuksiin kohdistuvan indeksikorotuksen. Investoinnit ja käyttökustannukset diskontataan nykyhetkeen, jolloin tarkasteluajanjakson operatiiviset kassavirrat ovat vertailukelpoisia

keskenään. Kassavirtalaskelma huomioi järjestelmien teknisten käyttöaikojen vaatimat korvausinvestoinnit. Kaukolämmön ja vertailtavan vaihtoehdon kassavirtalaskelmista voidaan katsoa todellinen takaisinmaksuaika. Kassavirtalaskelmat ovat esitettyinä tämän raportin liitteinä.

5. TEKNISTALOUDELLINEN TARKASTELU

5.1 Tuotantokustannuslaskelma

Seuraavaksi tarkastellaan eri skenaarioiden välisiä tuotantokustannuksia. Laskennassa muodostui kokonaistuotantokustannukset, jotka ovat vertailukelpoisia keskenään. Laskelmat on esitetty tämän raportin liitteinä.

5.1.1 Kerrostalot

Kokonaistuotantokustannuksia vertailtaessa keskenään edullisimmaksi vaihtoehdoksi molempien kerrostalojen kohdalla nousi kaukolämpöratkaisu (sk 1.1 ja 2.1).

Etuina uuden kerrostalon kohdalla toiseksi edullisempaan maalämpövaihtoehtoon (osamitoitus, sk 1.3) olivat alhaiset investointi- ja operointikustannukset, jotka riittivät kattamaan hieman korkeamman energiakustannuksen. Kustannusero on toisaalta marginaalinen.

Vanhan kerrostalon kohdalla edullisimman vaihtoehdon (kaukolämpö, sk 2.1) edut toiseksi edullisempaan PILP/kaukolämpö -vaihtoehtoon (sk 2.4) olivat alhaiset investointi- sekä operointikustannukset. PILP:n etuna on alhaisemmat energiakustannukset, mutta ne eivät riitä kattamaan korkeampia investointikustannuksia. Myös tässä tapauksessa kustannuseroa voidaan pitää marginaalisena.

5.1.2 Rivitalot

Kokonaistuotantokustannuksia vertailtaessa keskenään edullisimmaksi vaihtoehdoksi molempien rivitalojen kohdalla nousi kaukolämpö (sk 3.1 ja 4.1).

Kaukolämpöratkaisun etuina uuden rivitalon kohdalla toiseksi edullisempaan maalämpövaihtoehtoon (osamitoitus, sk 3.3) oli selkeästi alhaisemmat investointi- sekä operointikustannukset, jotka riittivät kattamaan korkeammat energiakustannukset.

Vanhan rivitalon kohdalla edullisimman vaihtoehdon (kaukolämpö, sk 4.1) etuina toiseksi edullisempaan PILP -vaihtoehtoon (sk 4.4) olivat alhaiset investointi- sekä operointikustannukset, jotka riittivät kattamaan korkeammat energiakustannukset. Toisaalta vanhan rivitalon tekniset edellytykset PILP-järjestelmän rakentamiseen voivat olla riittämättömät, joten vertailuun voidaan jättää varaus sen osalta.

5.1.3 Liiketalot

Kokonaistuotantokustannuksia vertailtaessa keskenään edullisimmaksi vaihtoehdoksi molempien liiketilojen kohdalla nousi kaukolämpövaihtoehto (sk 5.1 ja 6.1).

Etuina uuden liiketilan kohdalla toiseksi edullisempaan maalämpövaihtoehtoon (osamitoitus, sk 5.3) olivat alhaiset pääoma- ja operointikustannukset, jotka riittivät kattamaan korkeammat energiakustannukset.

Vanhan liiketilan kohdalla edullisimman vaihtoehdon (kaukolämpö, sk 6.1) etuina toiseksi edullisempaan PILP -vaihtoehtoon (sk 6.4) olivat alhaiset pääoma- ja operointikustannukset, jotka riittivät kattamaan korkeammat energiakustannukset. Toisaalta vanhan liiketalon tekniset edellytykset PILP-järjestelmän rakentamiseen voivat olla riittämättömät (jo asennetut LTO-

järjestelmät IV:ssa), joten vertailuun voidaan jättää varaus ko. vaihtoehdon osalta.

Tuotantokustannuksiltaan edullisimmat skenaariot on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 6. Tuotantokustannuksiltaan edullisimmat skenaariot.

Kiinteistötyyppi	1. edullisin	2. edullisin
Kerrostalo, uusi	sk 1.1	sk 1.3
Kerrostalo, vanha	sk 2.1	sk 2.4
Rivitalo, uusi	sk 3.1	sk 3.3
Rivitalo, vanha	sk 4.1	sk 4.4
Liiketila, uusi	sk 5.1	sk 5.3
Liiketila, vanha	sk 6.1	sk 6.4

5.2 Kassavirtalaskelma

Tuotantokustannustarkastelun lisäksi edullisimmalle ja tyypillisimmälle vaihtoehdolle (osamitoitettu maalämpö) suoritettiin kassavirtalaskenta. Vanhalle kerrostalolle laskettiin myös kassavirtavertailu kaukolämmön ja PILP:n välillä. Kassavirtalaskelmien operatiivinen kassavirta on diskontattu nykyhetkeen. Laskelmat on esitetty raportin liitteenä.

Taulukko 7. Kassavirtalaskelmissa vertailtavat skenaariot.

Kiinteistötyyppi	Vertailun skenaariot		Korollinen takaisinmaksuaika (maalämpöjärjestelmä vs. kaukolämmitys)
Kerrostalo, uusi	sk 1.1	sk 1.3	25 vuotta
Kerrostalo, vanha	sk 2.1	sk 2.3	30+ vuotta
Kerrostalo, vanha	sk 2.1	sk 2.4	24 vuotta
Rivitalo, uusi	sk 3.1	sk 3.3	30+ vuotta

Rivitalo, vanha	sk 4.1	sk 4.3	30+ vuotta
Liiketila, uusi	sk 5.1	sk 5.3	30+ vuotta
Liiketila, vanha	sk 6.1	sk 6.3	30+ vuotta

Kassavirtalaskelma osoittaa, milloin korkeamman investoinnin tuomat kustannus(säästö)hyödyt ylittävät käyttökustannuksiltaan korkeamman, mutta investoinniltaan edullisemman investoinnin. Takaisinmaksuajat on määritetty siten, että kaukolämmitystä vasten tarkastellaan käyttökustannuksiltaan edullisinta vaihtoehtoista kohteeseen käytännössä ja teoriassa soveltuvaa ratkaisua.

Laskelmista havaitaan, että takaisinmaksuajat ovat pitkiä. Takaisinmaksuaikoihin vaikuttaa suuresti korkotekijät, jotka aiheuttavat merkittäviä kustannuksia varsinkin suurissa investoinneissa. Koroista koituvat kustannukset pienentävät maalämmön tuomia säästöjä energiakustannuksissa. Tällöin todellinen säästö jää huomattavasti pienemmäksi, jolloin takaisinmaksuaika pitenee merkittävästi. Maalämmön kerryttämä säästö tulisi olla suurempi, jotta takaisinmaksuaika ei veny yli 15 vuoden. Maalämmön säästön kertymään vaikuttaa verrattavana oleva energian hinta, tässä kaukolämmön kokonaisenergian hinta.

5.3 Herkkyystarkastelu

Laskennasta laadittiin herkkyystarkastelu uuden ja vanhan kerrostalon vertailulaskelmien osalta. Herkkyystarkastelussa mallinnetaan takaisinmaksuajan käyttäytymistä laskentakoron ja indeksikorotuksen suhteen. Laskentakorko vaikuttaa investoinnin pääomakustannuksen suuruuteen tarkasteluajanjaksolla, joka puolestaan vaikuttaa takaisinmaksuajan pituuteen. Indeksikorotus vaikuttaa puolestaan lämmöntuotantoratkaisun käyttökustannuksiin, sillä indeksikorotus määrittää energia- ja polttoainekustannusten käyttäytymisen tulevina

tarkasteluvuosina. Tällä on merkitystä takaisinmaksun nopeuteen, kuten pääomakustannuksillakin. Indeksikorotusten vaikutus lämmitysjärjestelmien käyttövoimaan on erityyppinen. Kaukolämpöjärjestelmän tapauksessa indeksi vaikuttaa suoraan kaukolämmön hintaan. Maalämpöjärjestelmän tapauksessa indeksi vaikuttaa sähkön hintaan, jolla lämpöä lämpöpumpun kautta tuotetaan. Tällöin hintavaikutus lämmölle on lämpöpumpun vuosihyötysuhteesta riippuvainen, eli sähkön hintamuutos ei ole suoraan suhteessa vaikuttava tekijä lämpöpumpulla tuotetun lämmön tuotantokustannukselle. Liitteenä olevissa kaavioissa on esitetty herkkyystarkastelun tuloksia.

5.4 Tulosten analysointi

Seuraavaksi tarkastellaan tehtyjä havaintoja sekä laskelmissa käytettyjä lukuja ja niiden mahdollisia vaikutuksia tuloksiin.

Tuotantokustannuslaskelmat osoittivat ne vaihtoehdot, jotka vietiin vertailuun kassavirtalaskelmiin.

Sähköliittymällä ja sen kasvattamisen tuomilla vaikutuksilla perusmaksuihin on suurehko merkitys laskennassa tietyissä tapauksissa. Se kasvattaa käyttökustannuksia voimakkaasti, jolloin maalämmön etu kavenee kaukolämpöön nähden.

Korkokannan sekä kasvuindeksin merkitys korostuu kassavirtalaskelmissa. Korkokannalla on suuri vaikutus investointikustannusten ollessa alussa korkeat verrattuna matalamman investointikustannusten omaavaan vaihtoehtoon.

Kasvuindeksin vaikutukset näkyvät erityisesti energiakustannuksissa. Kahden eri energialähteen kasvuindeksikerroin voi vaihdella ja niiden välillä

voi olla merkittäviä eroavaisuuksia pitkällä tarkastelujaksolla johtuen eri kasvukehityksestä.

Kiinteistöjen maalämpöjärjestelmien kannattavuuteen vaikuttava tekijä on SCOP eli vuosihyötysuhde. Vuosihyötysuhde on uusien kohteiden osalta parempi, johtuen lämpötilatasojen nykyaikaisista mitoituksista verraten vanhempiin kiinteistöihin. Parempi SCOP vaikuttaa käyttökustannuksiin ja tuo sitä kautta enemmän säästöjä verraten kaukolämpöön.

Tapauskohtaisissa tarkasteluissa muuttuvia tekijöitä suunnitteluvalintojen ja mitoituksen suhteen on monen kaltaisia. Esimerkkeinä mainittakoon lämmitysjärjestelmien säätöarvojen muutosmahdollisuuksien moninaisuus sekä olemassa olevien lämmöntuotantojärjestelmien hyödynnettävyys uusien järjestelmien rinnalla. Lisäksi useissa tapauksissa törmätään odottamattomiin muuttujiin, jotka vaikuttavat suunnitteluarvoihin. Tässä työssä tehtyjen oletusten ja saatujen tulosten soveltaminen kaikkiin tapauksiin ei ole suositeltavaa tämän vuoksi.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä selvitys tehtiin ONE1:n toimesta ja Vantaan Energia Oy:n pyynnöstä. Raportissa vertailtiin eri lämmitysjärjestelmien kannattavuutta erilaisissa tyyppikiinteistöissä.

Kokonaistuotantokustannuksia tarkasteltiin lämmitysjärjestelmien pääoma, operointi- sekä energiakustannuksia. Tuotantokustannustarkastelun tulosten perusteella suoritettiin kassavirtalaskentaa vaihtoehtoisille lämmitysmuotoskenaarioille.

Nyt tehdyn teknistaloudellisen kokonaistuotantokustannusvertailun sekä kassavirtalaskelmien ja edellä mainittujen muuttujien perusteella Vantaan Energian kaukolämpöverkon alueella kaukolämmitys osoittautui kilpailukykyiseksi useissa tarkasteluissa.

Tuloksia selittää pitkälti Vantaan Energian kaukolämmön hintataso. Tuloksiin vaikuttaa myös kiinteistökohtaiset eroavaisuudet lämmitystavoissa ja niiden mitoituksissa, jotka tulee huomioida tapauskohtaisesti.

Lämmitysmuodon valinnan arviointikriteereiksi nousee pitkällä ajanjaksolla myös palveluiden ja hintavakauden merkitys sekä toimintavarmuus. Tulos pätee toistaiseksi Vantaan Energian kaukolämpöverkon alueella.

Lahdessa 9.2.2017

ONE1 Oy



Lauri Malinen

Tekninen johtaja

lauri.malinen@one1.fi

7. LIITTEET

- 1.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Uusi kerrostalo
- 1.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Uusi kerrostalo
- 1.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Uusi kerrostalo
- 1.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Uusi kerrostalo
- 1.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Uusi kerrostalo
- 1.6 Herkkyystarkastelu 1; Uusi kerrostalo
- 1.7 Herkkyystarkastelu 2; Uusi kerrostalo

- 2.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.6 Kassavirtalaskelma, PILP alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.7 Kassavirrat, yhdistetty kaavio 2 alv 24%; Vanha kerrostalo
- 2.8 Herkkyystarkastelu 1; Vanha kerrostalo
- 2.9 Herkkyystarkastelu 2; Vanha kerrostalo

- 3.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Uusi rivitalo
- 3.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Uusi rivitalo
- 3.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Uusi rivitalo
- 3.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Uusi rivitalo
- 3.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Uusi rivitalo

- 4.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Vanha rivitalo
- 4.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Vanha rivitalo
- 4.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Vanha rivitalo
- 4.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Vanha rivitalo
- 4.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Vanha rivitalo

- 5.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Uusi liiketalo
- 5.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Uusi liiketalo
- 5.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Uusi liiketalo
- 5.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Uusi liiketalo
- 5.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Uusi liiketalo

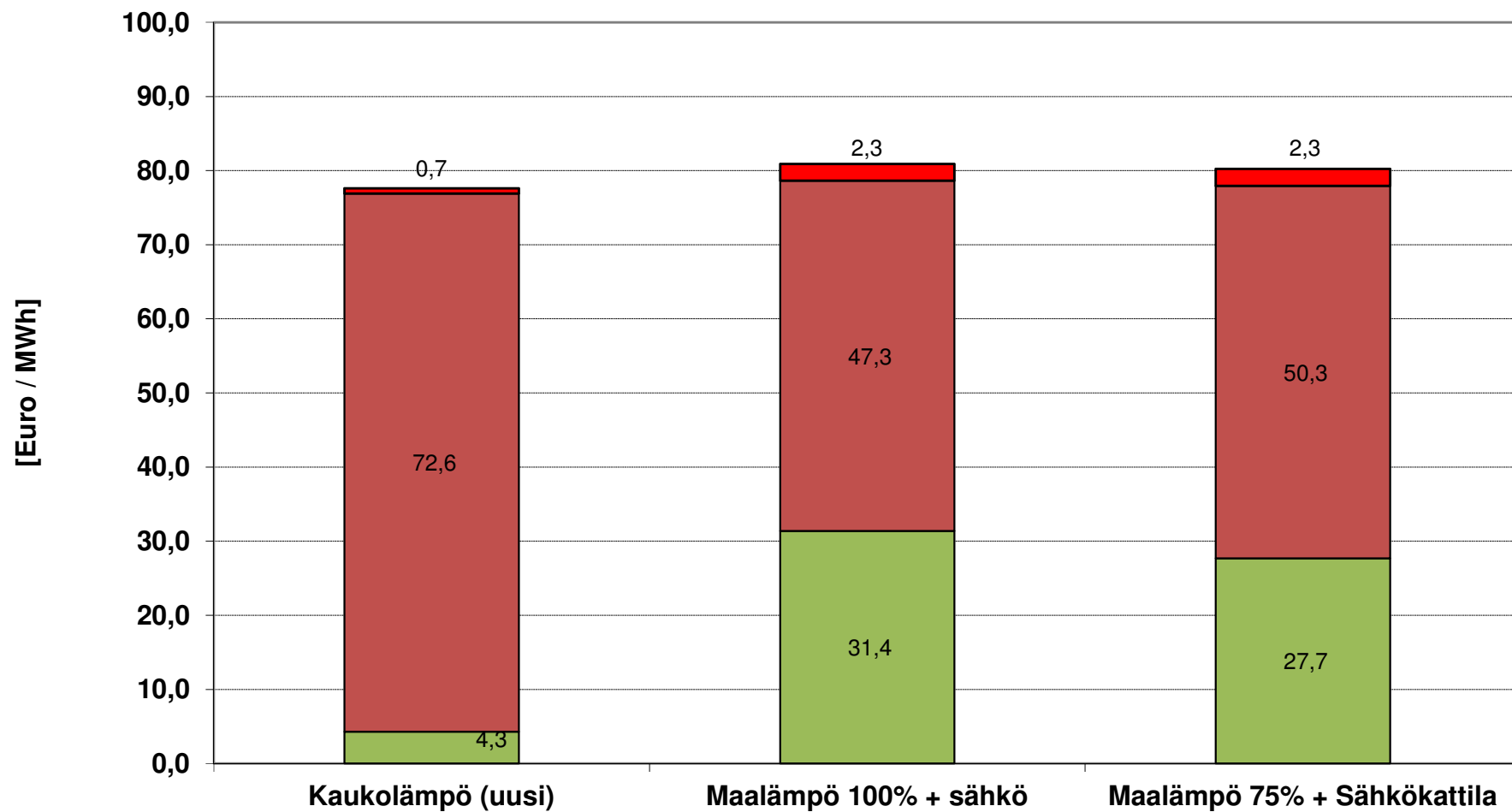
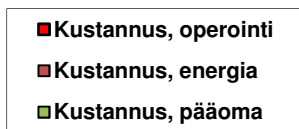
- 6.1 Tuotantokustannukset alv 24%; Vanha liiketalo
- 6.2 Kustannusjakaumat alv 24%; Vanha liiketalo
- 6.3 Kassavirtalaskelma, kaukolämpö alv 24%; Vanha liiketalo
- 6.4 Kassavirtalaskelma, maalämpö alv 24%; Vanha liiketalo
- 6.5 Kassavirrat, yhdistetty kaavio alv 24%; Vanha liiketalo 4

Uusi kerrostalo, Vantaa				
Kustannukset alv 24%				
Korkokanta		3,0	[% vuotuisesta nimellisarvosta]	
Lähtötiedot		Käyttöaika [vuotta]	Annuiteettitekijä [%]	
Projekti-kustannukset		15	8,4	
LAV (vaihdettavat rakenteet, materiaalit)		15	8,4	
PAV (pysyväluontoiset rakenteet, materiaalit)		30	5,1	

Yksikkökustannukset		Ostoenergian hinta tuotannossa		
		[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]
		55,4	34,3	36,7
Lämmitystehotarve [kW]		230	230	230
		600	600	600
Energiamyyntimäärä [MWh]				

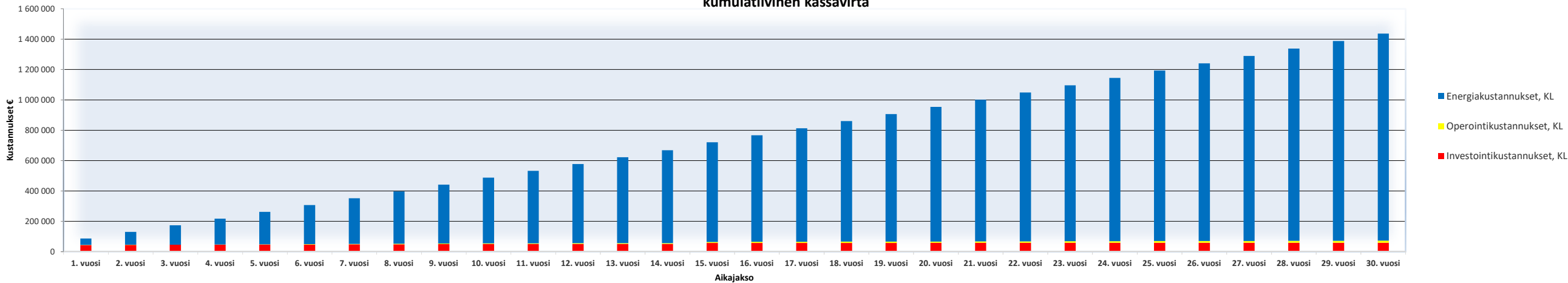
Positio	Yksikkö	SK 1.1	SK 1.2	SK 1.3
Tuotannon teho-osuudet (mitoitus)		Kaukolämpö (uusi)	Maalämpö 100% + sähkö	Maalämpö 75% + Sähkökattila
Investointikustannukset				
Projekti-kustannukset	[€]	3 100	7 440	7 440
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€]	7 062	87 469	73 164
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€]	33 933	213 054	193 303
Investointi yhteensä	[€]	44 095	307 963	273 908
Projekti-kustannukset	[€/a]	260	623	623
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€/a]	592	7 327	6 129
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€/a]	1 731	10 870	9 862
Pääomakustannukset yhteensä	[€/a]	2 582	18 820	16 614
Käyttöenergia, peruskustannukset	[€/a]	9 279	5 017	5 380
Käyttöenergia, määräkustannukset	[€/a]	33 237	20 561	21 996
Häviökustannukset	[€/a]	1 021	2 767	2 767
Energiakustannukset yhteensä	[€/a]	43 537	28 346	30 144
Laitteisto huolto	[€/a]	186	992	992
Laitteisto ylläpito	[€/a]	248	372	372
Operointikustannukset yhteensä	[€/a]	434	1 364	1 364
Kok. (ilman pääomakustannuksia)	[€/a]	43 971	29 710	31 508
Kokonaiskustannukset vuodessa	[€/a]	46 553	48 530	48 122
Kok. (ilman operointikustannuksia)	[€/a]	46 119	47 166	46 758
Kustannus, operointi	[€/MWh]	0,7	2,3	2,3
Kustannus, energia	[€/MWh]	72,6	47,3	50,3
Kustannus, pääoma	[€/MWh]	4,3	31,4	27,7
Tuotantokustannus	[€/MWh]	77,6	80,9	80,2
Yksikkökustannus (verkostokustannuksilla)	[€/kW]	192	1 334	1 186
Yksikkökustannus (ilman verkostokust.))	[€/kW]	192	1 334	1 186

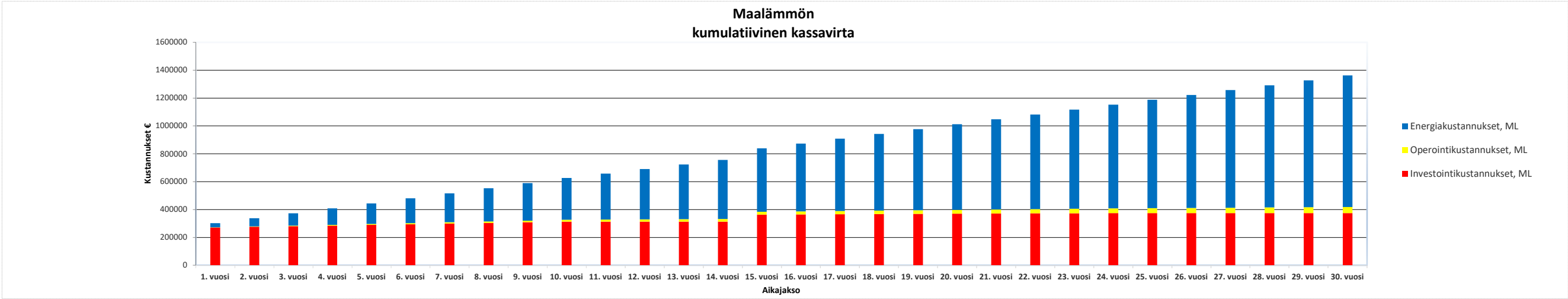
Uusi kerrostalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoisin, alv 24%



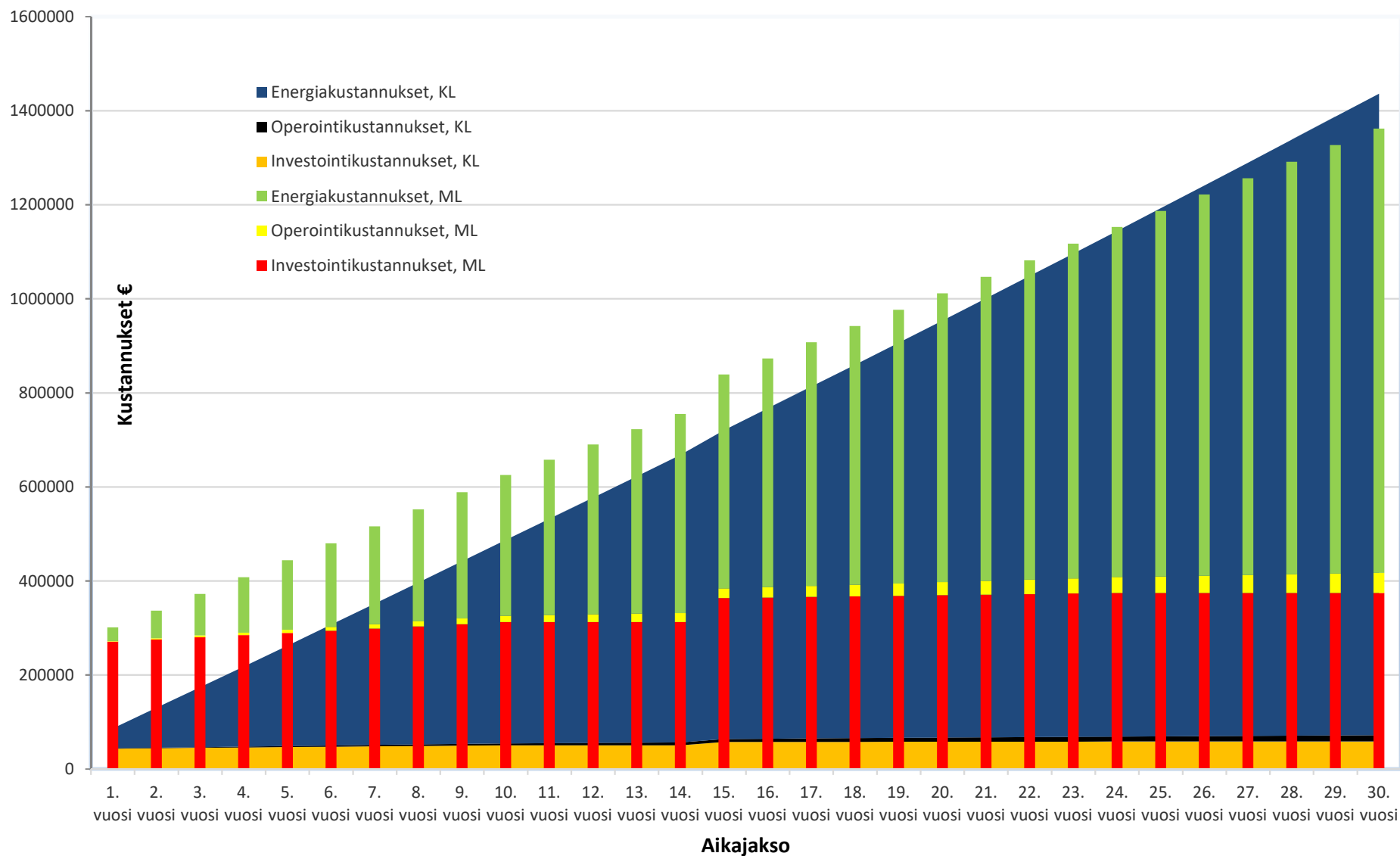
KASSAVIRTALASKELMA																															
Alv 24%																															
Kaukolämpö																															
Uusi kerrostalo, Vantaa																															
		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi
Energian kulutus, MWh		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Tilausteho, kW		230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Energiakustannukset €/vuosi		43537	43754	43973	44193	44414	44636	44859	45084	45309	45536	45763	45992	46222	46453	46685	46919	47153	47389	47626	47864	48104	48344	48586	48829	49073	49318	49565	49813	50062	50312
Energiakustannus €/MWh	72,58	73	73	73	74	74	74	75	75	76	76	76	77	77	77	78	78	79	79	79	80	80	81	81	81	82	82	83	83	83	84
Operointikustannukset €/vuosi		434	436	438	441	443	445	447	449	452	454	456	458	461	463	465	468	470	472	475	477	480	482	484	487	489	492	494	497	499	502
Operointikustannus €/MWh	0,72	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Operatiivinen kassavirta		-43971	-44191	-44412	-44634	-44857	-45081	-45307	-45533	-45761	-45990	-46219	-46451	-46683	-46916	-47151	-47387	-47624	-47862	-48101	-48341	-48583	-48826	-49070	-49316	-49562	-49810	-50059	-50309	-50561	-50814
Investointi eur	44 095	44095																													
Korot eur		774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774			121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121					
Investointi korkoineen (sis.korvausinv.)	60 103	44869	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	0	0	0	0	7182	121	121	121	121	121	121	121	121	0	0	0	0	0
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	7 062															7062															
Vapaa kassavirta	-1 479 482	-88840	-44965	-45186	-45408	-45631	-45855	-46080	-46307	-46535	-46763	-46219	-46451	-46683	-46916	-54333	-47507	-47744	-47982	-48222	-48462	-48704	-48947	-49191	-49436	-49562	-49810	-50059	-50309	-50561	-50814
Korko, WACC	3,0 %																														
Indeksikorotus	0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-971 890																														

Kaukolämmön
kumulatiivinen kassavirta

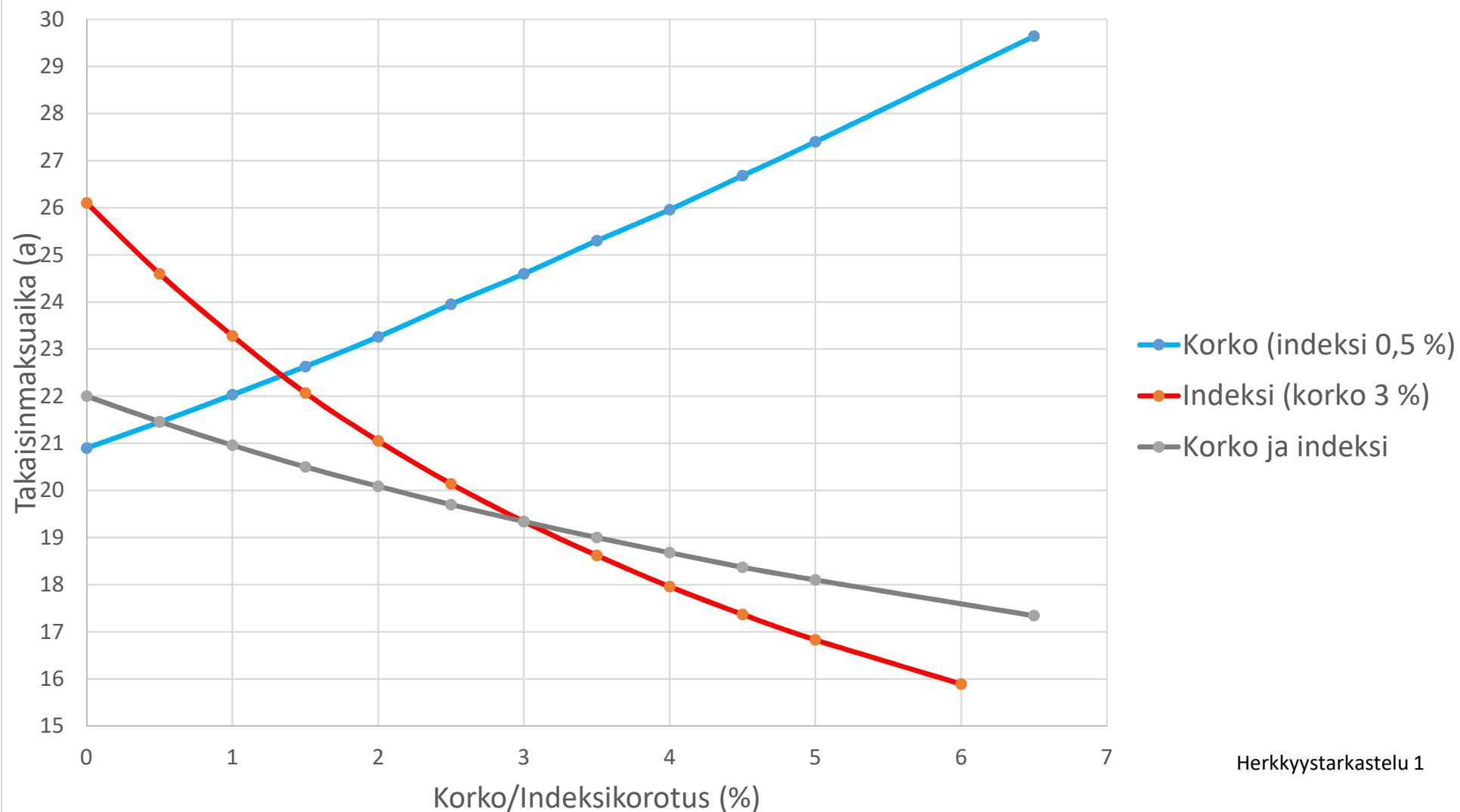


[illegible]

Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, Uusi kerrostalo

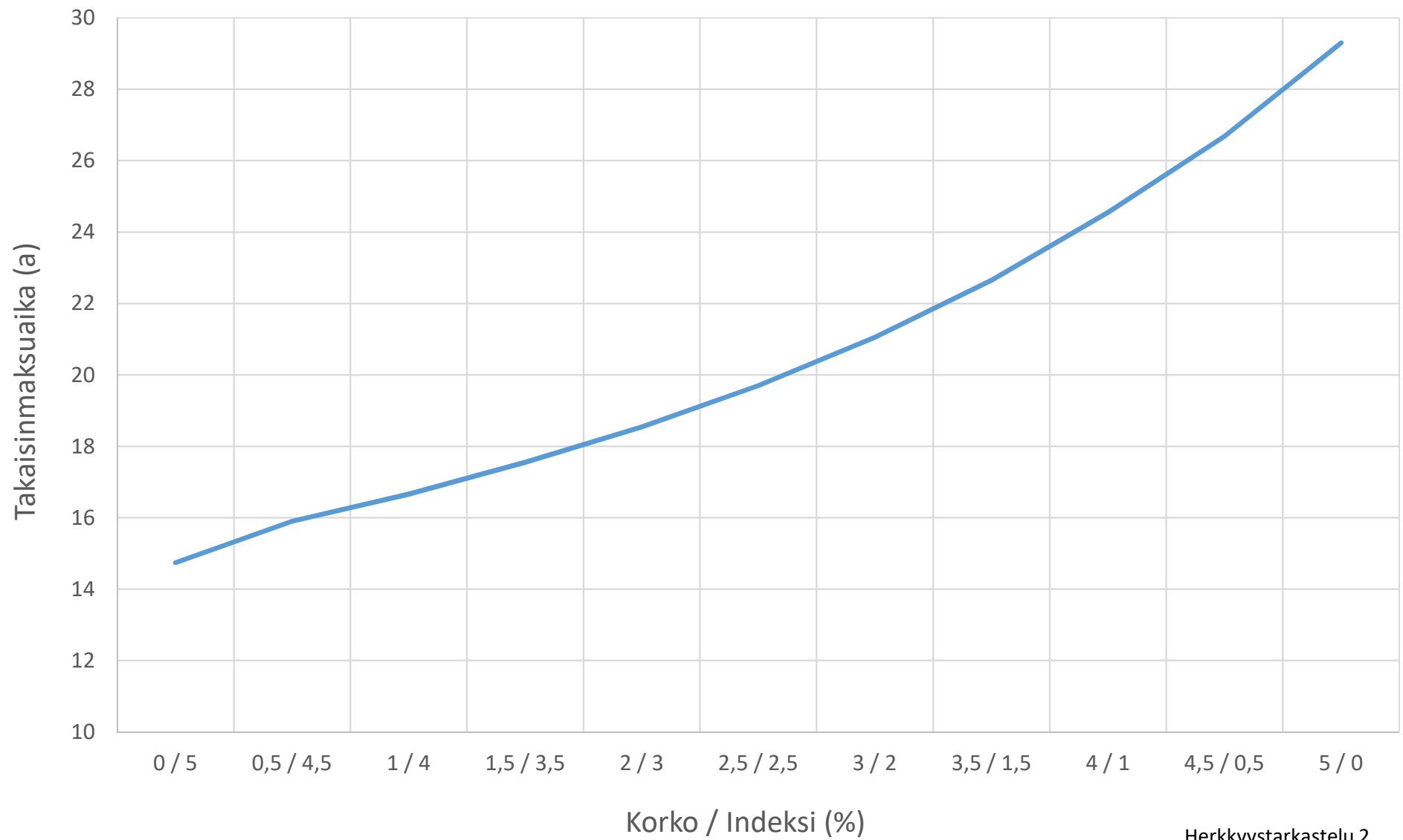


Takaisinmaksuaika koron ja indeksikorotuksen funktiona (Kerrostalo Uusi)



Herkkyystarkastelu 1

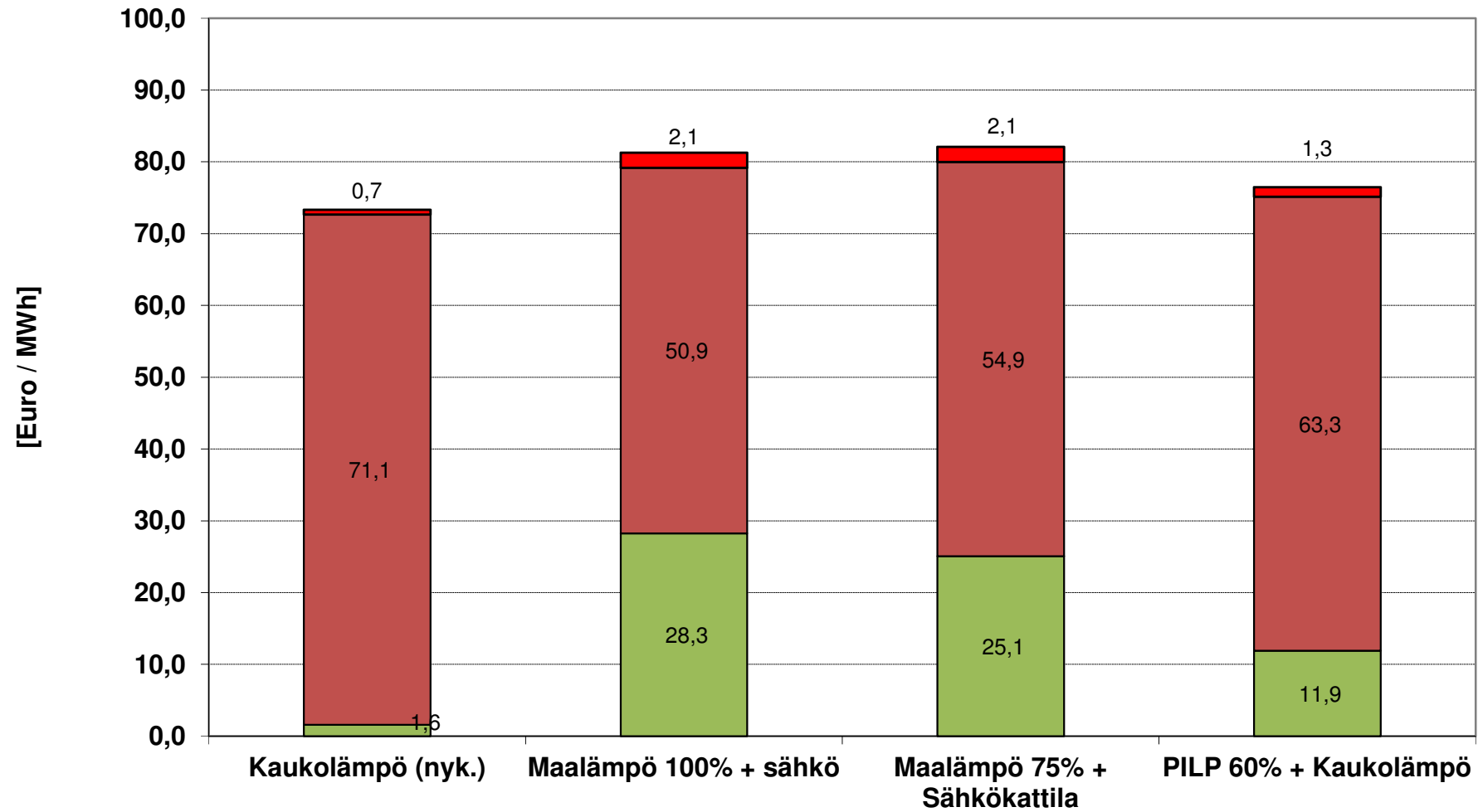
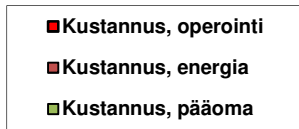
Koron ja Indeksikorotuksen risitkkäisvaikutus (Kerrostalo Uusi)



Herkkyystarkastelu 2

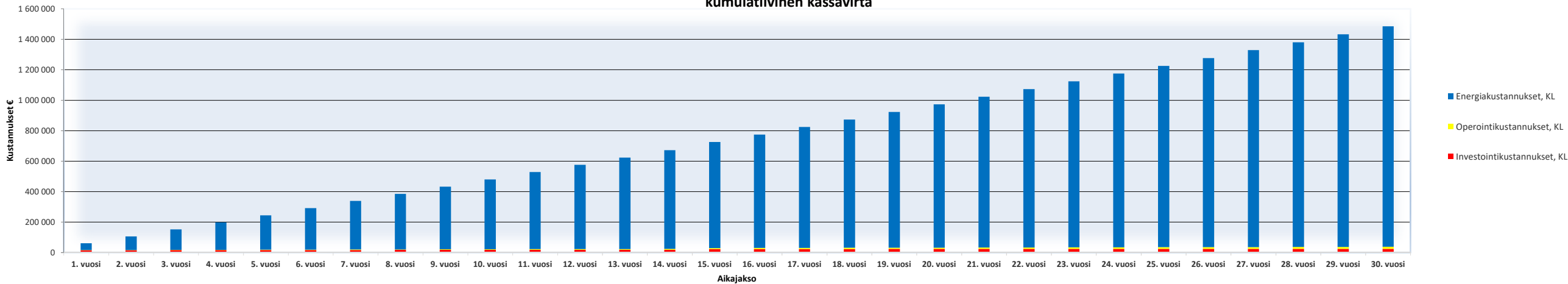
Vanha kerrostalo, Vantaa					
Kustannukset alv 24%					
Korkokanta	3,0	[% vuotuisesta nimellisarvosta]			
Lähtötiedot	Käyttöaika [vuotta]	Annuiteettitekijä [%]			
Projektkustannukset	15	8,4			
LAV (vaihdettavat rakenteet, materiaalit)	15	8,4			
PAV (pysyväluontoiset rakenteet, materiaalit)	30	5,1			
		Ostoenergian hinta tuotannossa			
		[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]
Yksikkökustannukset	alv 24%	55,4	38,9	41,3	47,4
Lämmitystehotarve [kW]		224	224	224	224
Energiamyyntimäärä [MWh]		649	649	649	649
Positio	Yksikkö	SK 2.1	SK 2.2	SK 2.3	SK 2.4
Tuotannon teho-osuudet (mitoitus)		Kaukolämpö (nyk.)	Maalämpö 100% + sähkö	Maalämpö 75% + Sähkökattila	PILP 60% + Kaukolämpö
Investointikustannukset					
Projektkustannukset	[€]	1 860	4 340	4 340	4 340
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€]	5 432	85 509	71 945	36 513
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€]	8 148	212 152	193 768	84 204
Verkostokustannusten osuus	[€]	0	0	0	0
Investointi yhteensä	[€]	15 440	302 001	270 053	125 056
Projektkustannukset	[€/a]	156	364	364	364
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€/a]	455	7 163	6 027	3 059
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€/a]	416	10 824	9 886	4 296
Pääomakustannukset yhteensä	[€/a]	1 027	18 350	16 276	7 718
Käyttöenergia, peruskustannukset	[€/a]	9 076	4 784	5 833	9 132
Käyttöenergia, määräkustannukset	[€/a]	35 983	25 273	26 836	30 813
Häviökustannukset	[€/a]	1 105	2 996	2 996	1 134
Energiakustannukset yhteensä	[€/a]	46 164	33 053	35 665	41 079
Laitteisto huolto	[€/a]	186	992	992	620
Laitteisto ylläpito	[€/a]	248	372	372	248
Operointikustannukset yhteensä	[€/a]	434	1 364	1 364	868
Kok. (ilman pääomakustannuksia)	[€/a]	46 598	34 417	37 029	41 947
Kokonaiskustannukset vuodessa	[€/a]	47 625	52 768	53 305	49 665
Kok. (ilman operointikustannuksia)	[€/a]	47 191	51 404	51 941	48 797
Kustannus, operointi	[€/MWh]	0,7	2,1	2,1	1,3
Kustannus, energia	[€/MWh]	71,1	50,9	54,9	63,3
Kustannus, pääoma	[€/MWh]	1,6	28,3	25,1	11,9
Tuotantokustannus	[€/MWh]	73,3	81,3	82,1	76,5
Yksikkökustannus (verkostokustannuksilla)	[€/kW]	69	1 343	1 200	558
Yksikkökustannus (ilman verkostokust.)	[€/kW]	69	1 343	1 200	558

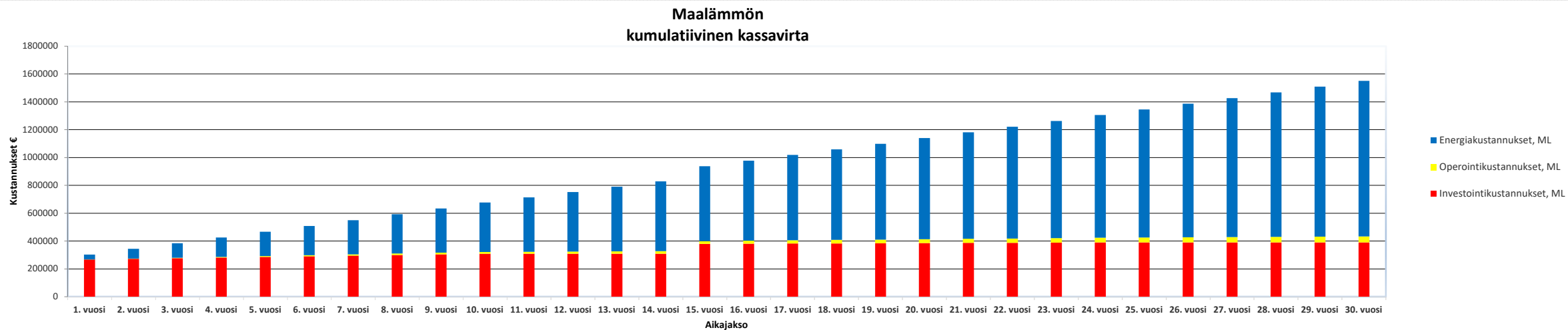
Vanha kerrostalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoittain, alv 24%



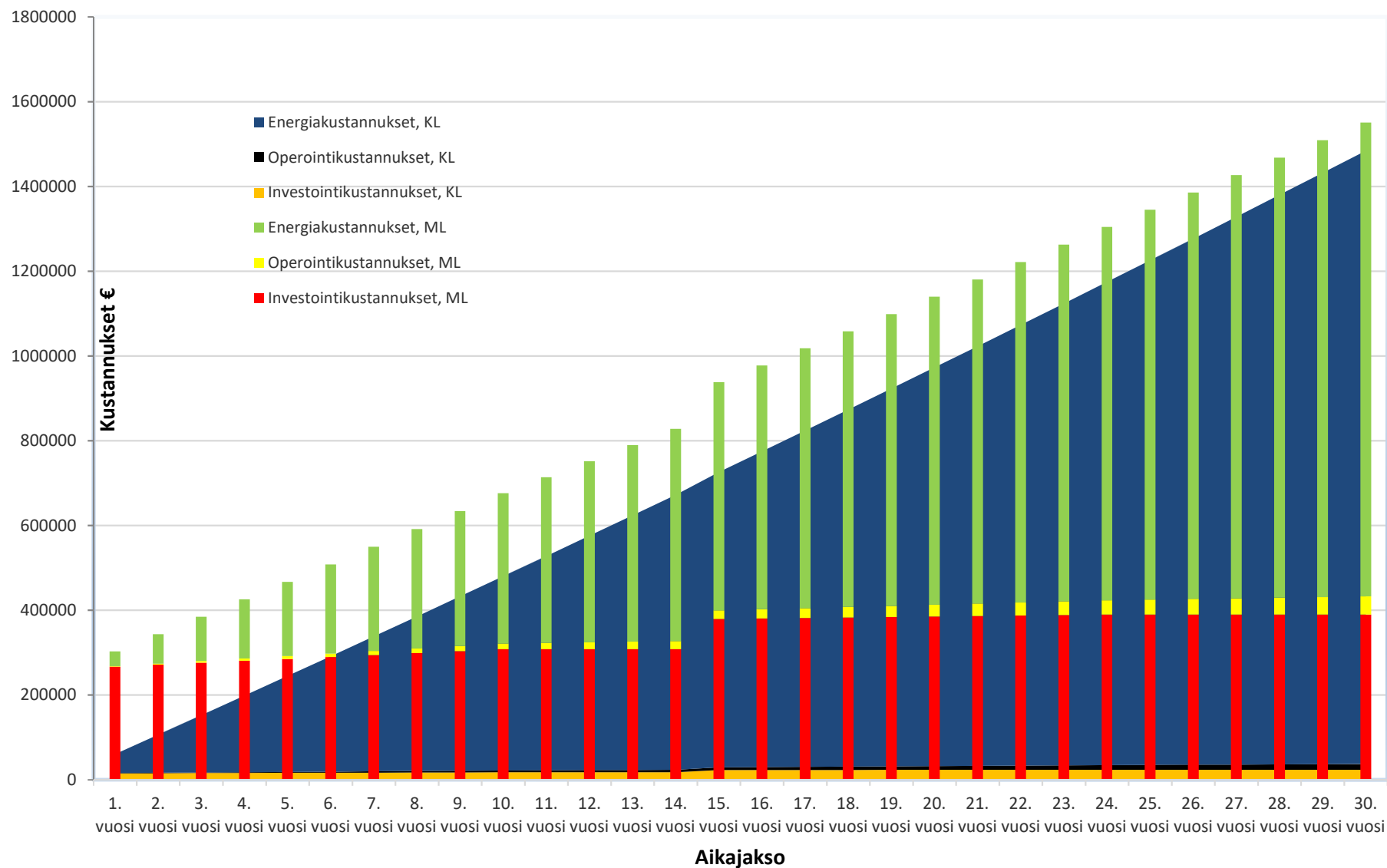
KASSAVIRTUALASKELMA																															
Alv 24%																															
Kaukolämpö																															
Vanha kerrostalo, Vantaa																															
		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi
Energian kulutus, MWh		649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
Tilausteho, kW		224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
Energiakustannukset €/vuosi		46164	46395	46627	46860	47095	47330	47567	47804	48044	48284	48525	48768	49012	49257	49503	49750	49999	50249	50500	50753	51007	51262	51518	51776	52035	52295	52556	52819	53083	53348
Energiakustannus €/MWh	71,09	71	71	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	77	77	77	78	78	79	79	79	80	80	81	81	81	82	82
Operointikustannukset €/vuosi		434	436	438	441	443	445	447	449	452	454	456	458	461	463	465	468	470	472	475	477	480	482	484	487	489	492	494	497	499	502
Operointikustannus €/MWh	0,67	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Operatiivinen kassavirta		-46598	-46831	-47065	-47301	-47537	-47775	-48014	-48254	-48495	-48738	-48981	-49226	-49472	-49720	-49968	-50218	-50469	-50722	-50975	-51230	-51486	-51744	-52002	-52262	-52524	-52786	-53050	-53316	-53582	-53850
Investointi eur	15 440	15440																													
Korot eur		269	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269		93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93				
Investointi korkoineen (sis.korvausinv.)	24 489	15709	269	269	269	269	269	269	269	269	269	0	0	0	0	5525	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	0	0	0	0	0
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	5 432															5432															
Vapaa kassavirta	-1 528 683	-62307	-47100	-47334	-47570	-47806	-48044	-48283	-48523	-48764	-49006	-48981	-49226	-49472	-49720	-55493	-50311	-50562	-50815	-51068	-51323	-51579	-51837	-52095	-52355	-52524	-52786	-53050	-53316	-53582	-53850
Korko, WACC	3,0 %																														
Indeksikorotus	0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-993 369																														

Kaukolämmön
kumulatiivinen kassavirta

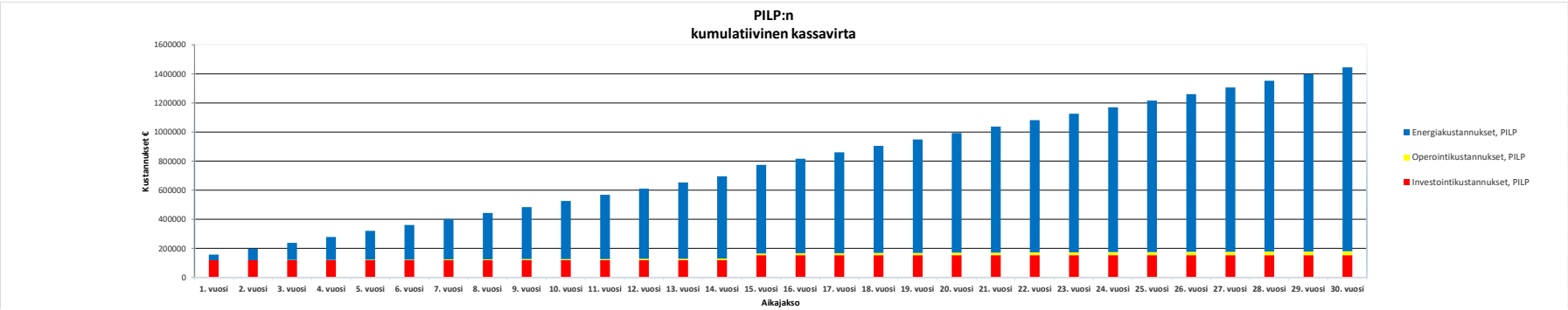


[illegible]

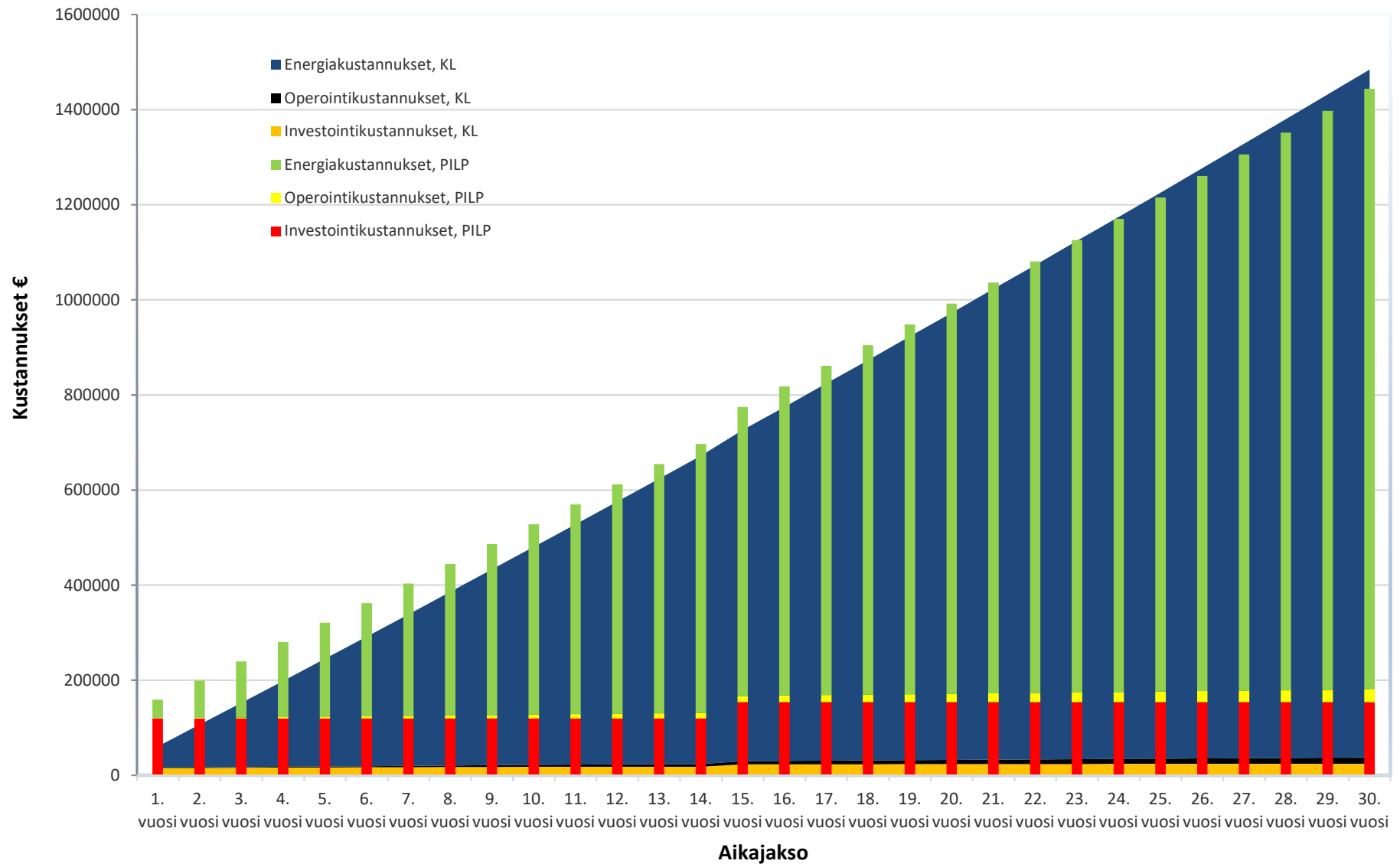
Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, vanha kerrostalo



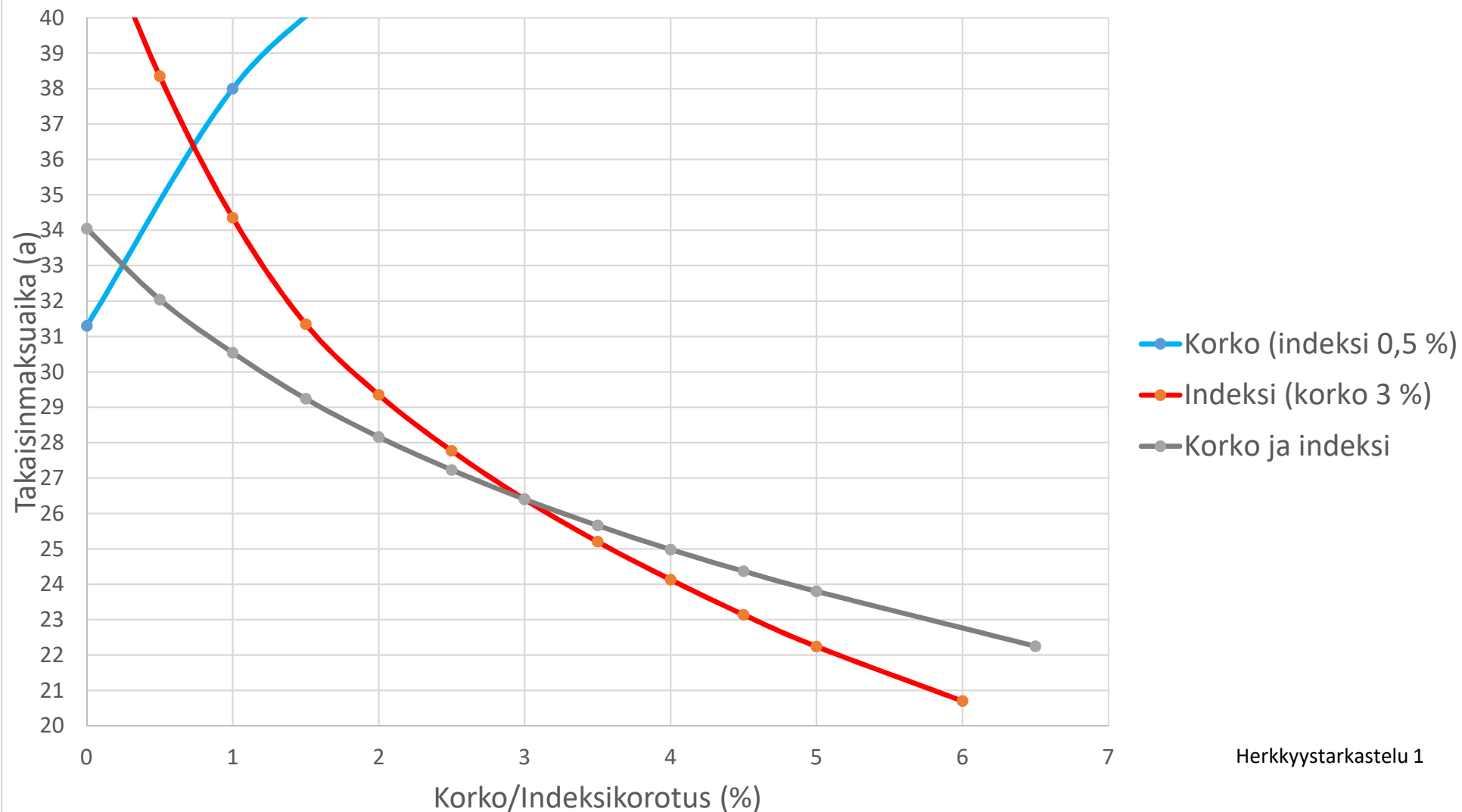
KASSAVIRTALASKELMA																																
Poistoilmalämpöpumppu			alv 24%																													
Vantaa, vanha kerrostalo			1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi
Energian kulutus, MWh			649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
Tilausteho, kW			224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	0,22
Energiakustannukset €/vuosi			41079	41283	41491	41699	41907	42117	42327	42539	42752	42965	43180	43396	43613	43831	44050	44270	44492	44714	44938	45163	45388	45615	45843	46073	46303	46534	46767	47001	47236	47472
Energiakustannus €/MWh	63,26		63	64	64	64	65	65	66	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73
Operointikustannukset €/vuosi			868	872	877	881	885	890	894	899	903	908	912	917	922	926	931	935	940	945	950	954	959	964	969	974	978	983	988	993	998	1003
Operointikustannus €/MWh	1,34		1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Operatiivinen kassavirta			-41947	-42157	-42368	-42580	-42793	-43007	-43222	-43438	-43655	-43873	-44093	-44313	-44535	-44757	-44981	-45206	-45432	-45659	-45887	-46117	-46347	-46579	-46812	-47046	-47281	-47518	-47755	-47994	-48234	-48475
Investointi eur		125 056	125056														36513															
Investointi kokonaisuudessaan		125 056																														
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit		36 513																														
Vapaa kassavirta		-1 515 629	-167004	-42157	-42368	-42580	-42793	-43007	-43222	-43438	-43655	-43873	-44093	-44313	-44535	-44757	-81494	-45206	-45432	-45659	-45887	-46117	-46347	-46579	-46812	-47046	-47281	-47518	-47755	-47994	-48234	-48475
Korko, WACC		5,0 %																														
Indeksikorotus		0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta		-818 335																														



Kaukolämmön ja PILP:n kumulatiiviset kassavirrat, vanha kerrostalo

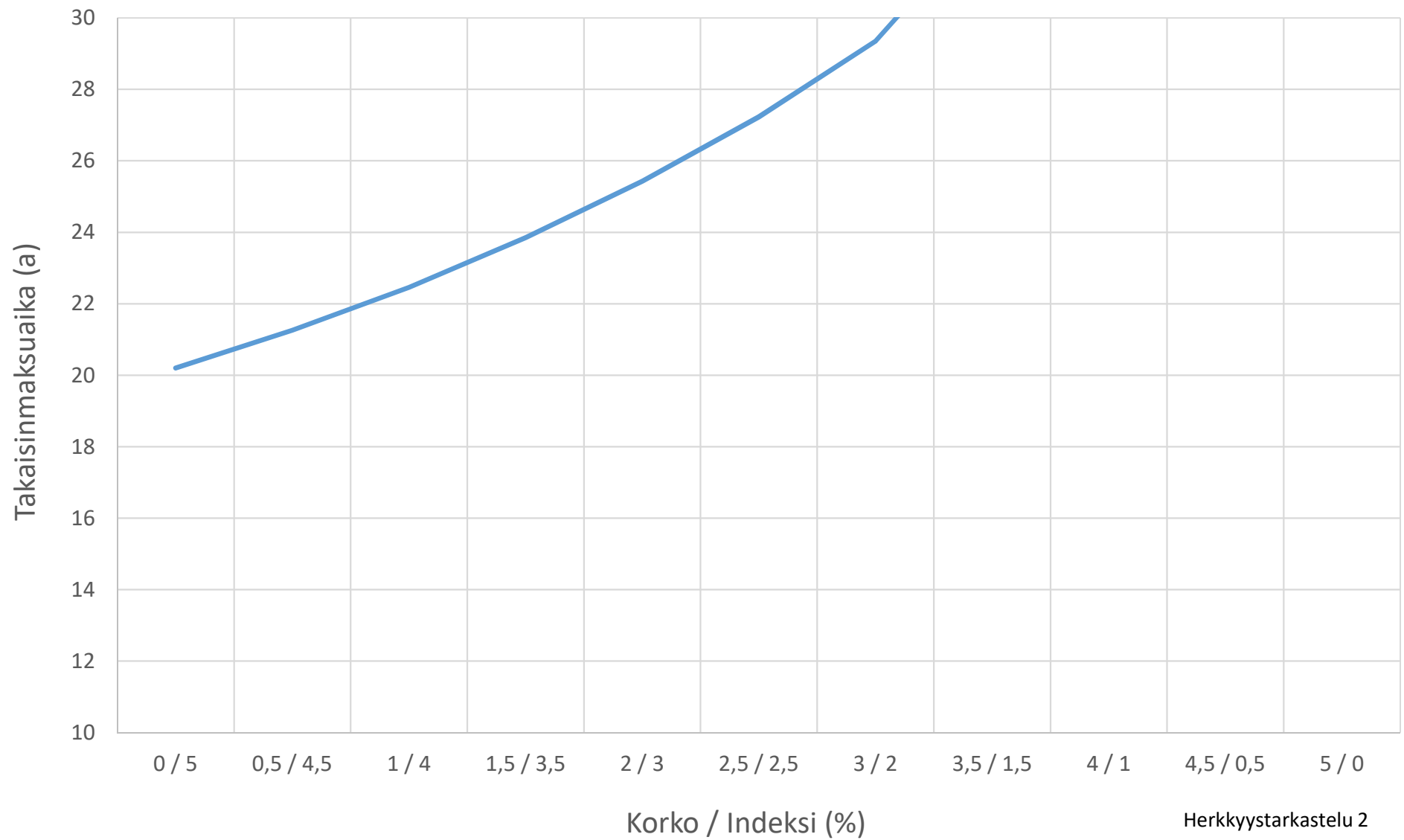


Takaisinmaksuaika koron ja indeksikorotuksen funktiona (Kerrostalo Vanha)



Herkkyystarkastelu 1

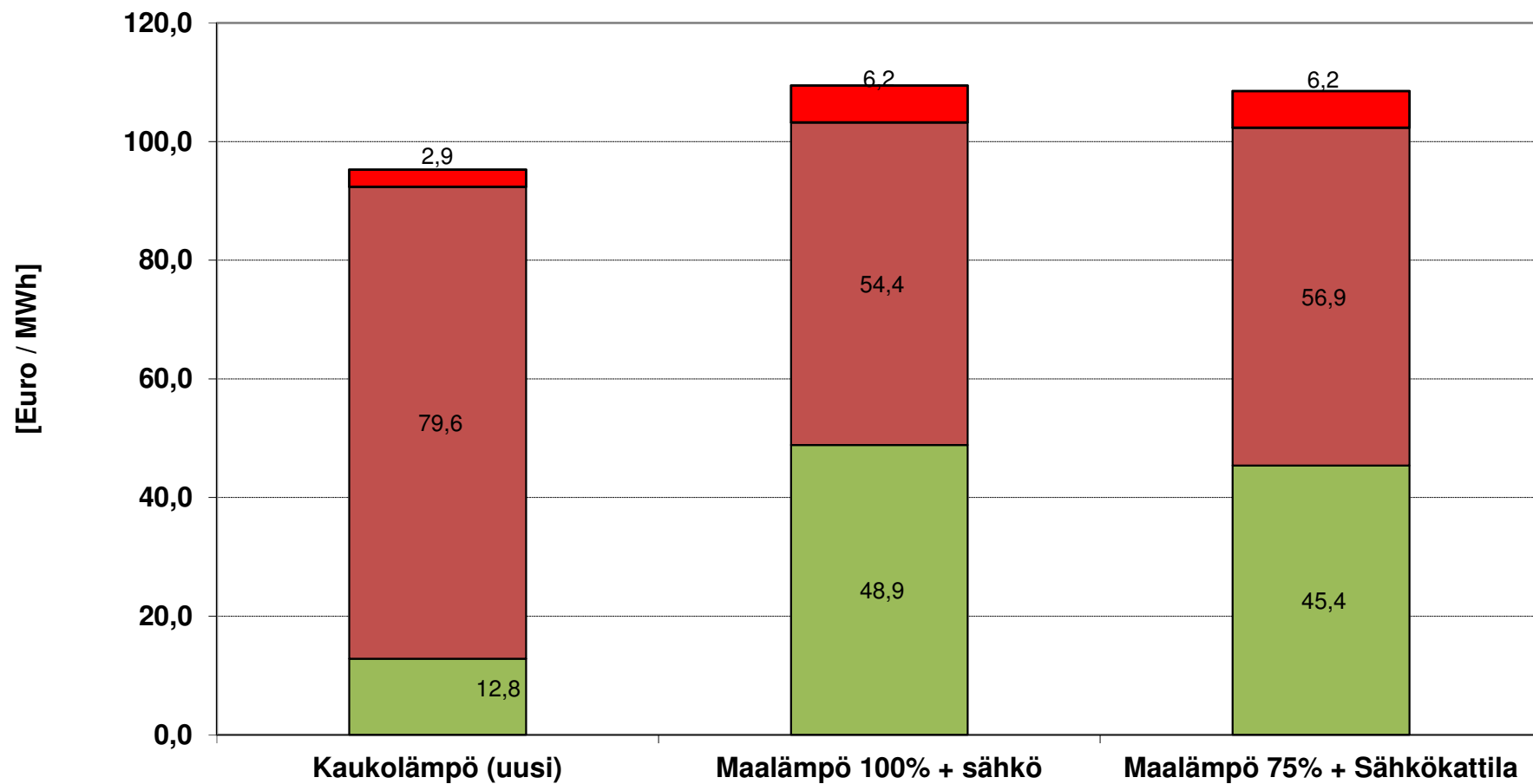
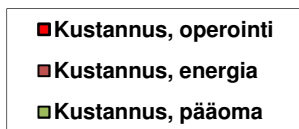
Koron ja Indeksikorotuksen ristikkäisvaikutus (Kerrostalo, Vanha)



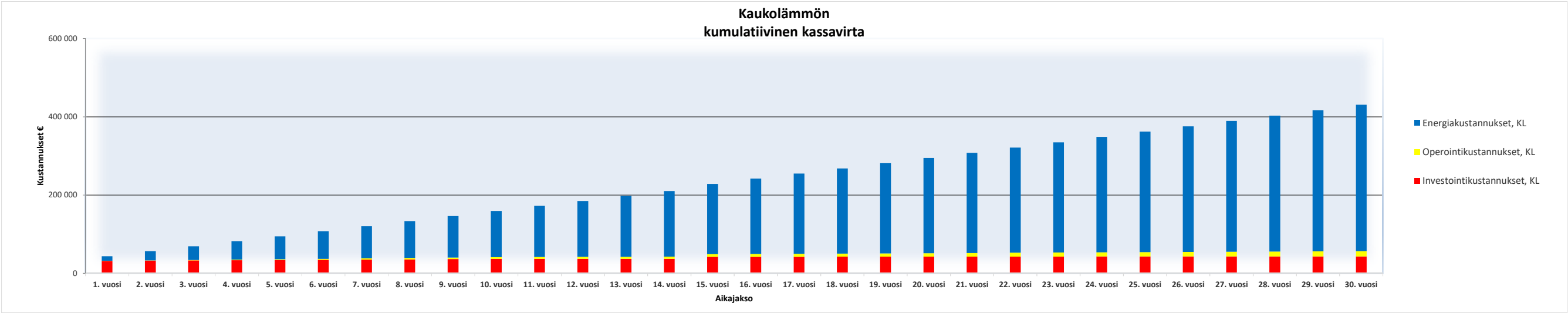
Uusi rivitalo, Vantaa				
Kustannukset alv 24%				
Korkokanta		3,0	[% vuotuisesta nimellisarvosta]	
Lähtötiedot		Käyttöaika [vuotta]	Annuiteettitekijä [%]	
Projekti-kustannukset		15	8,4	
LAV (vaihdettavat rakenteet, materiaalit)		15	8,4	
PAV (pysyväluontoiset rakenteet, materiaalit)		30	5,1	

Yksikkökustannukset		alv 24%		Ostoenergian hinta tuotannossa		
				[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]
			55,4	32,7	34,3	
Lämmitystehotarve [kW]			70	70	70	
Energiamyyntimäärä [MWh]			150	150	150	
Positio	Yksikkö	SK 3.1	SK 3.2	SK 3.3		
Tuotannon teho-osuudet (mitoitus)		Kaukolämpö (uusi)	Maalämpö 100% + sähkö	Maalämpö 75% + Sähkökattila		
Investointikustannukset						
Projekti-kustannukset	[€]	3 100	7 440	7 440		
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€]	5 481	36 275	32 774		
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€]	23 559	71 898	67 427		
Investointi yhteensä	[€]	32 140	115 613	107 641		
Projekti-kustannukset	[€/a]	260	623	623		
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€/a]	459	3 039	2 745		
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€/a]	1 202	3 668	3 440		
Pääomakustannukset yhteensä	[€/a]	1 921	7 330	6 809		
Käyttöenergia, peruskustannukset	[€/a]	3 366	2 561	2 701		
Käyttöenergia, määräkustannukset	[€/a]	8 309	4 898	5 144		
Häviökustannukset	[€/a]	255	692	692		
Energiakustannukset yhteensä	[€/a]	11 931	8 151	8 537		
Laitteisto huolto	[€/a]	186	744	744		
Laitteisto ylläpito	[€/a]	248	186	186		
Operointikustannukset yhteensä	[€/a]	434	930	930		
Kok. (ilman pääomakustannuksia)	[€/a]	12 365	9 081	9 467		
Kokonaiskustannukset vuodessa	[€/a]	14 286	16 411	16 276		
Kok. (ilman operointikustannuksia)	[€/a]	13 852	15 481	15 346		
Kustannus, operointi	[€/MWh]	2,9	6,2	6,2		
Kustannus, energia	[€/MWh]	79,6	54,4	56,9		
Kustannus, pääoma	[€/MWh]	12,8	48,9	45,4		
Tuotantokustannus	[€/MWh]	95,3	109,4	108,5		
Yksikkökustannus (verkostokustannuksilla)	[€/kW]	461	1 651	1 537		
Yksikkökustannus (ilman verkostokust.))	[€/kW]	461	1 651	1 537		

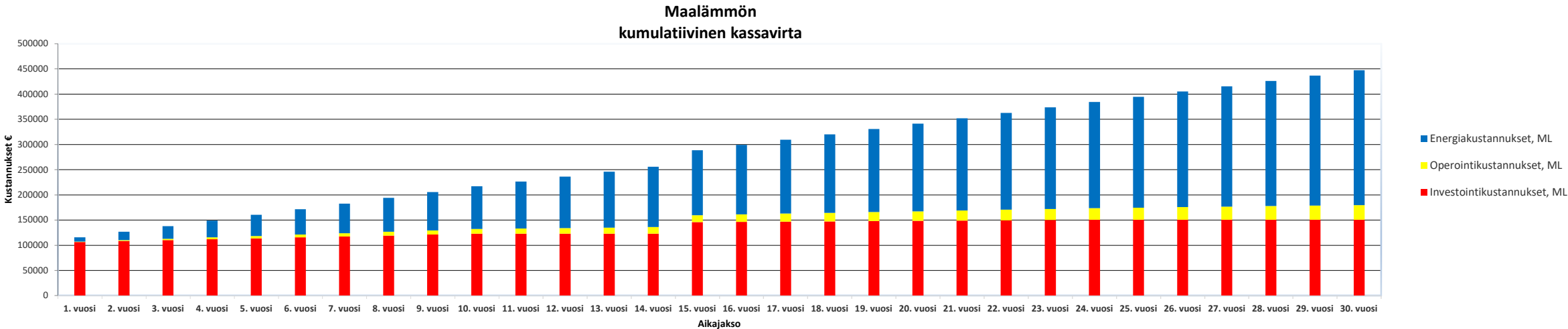
Uusi rivitalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoittain, alv 24%



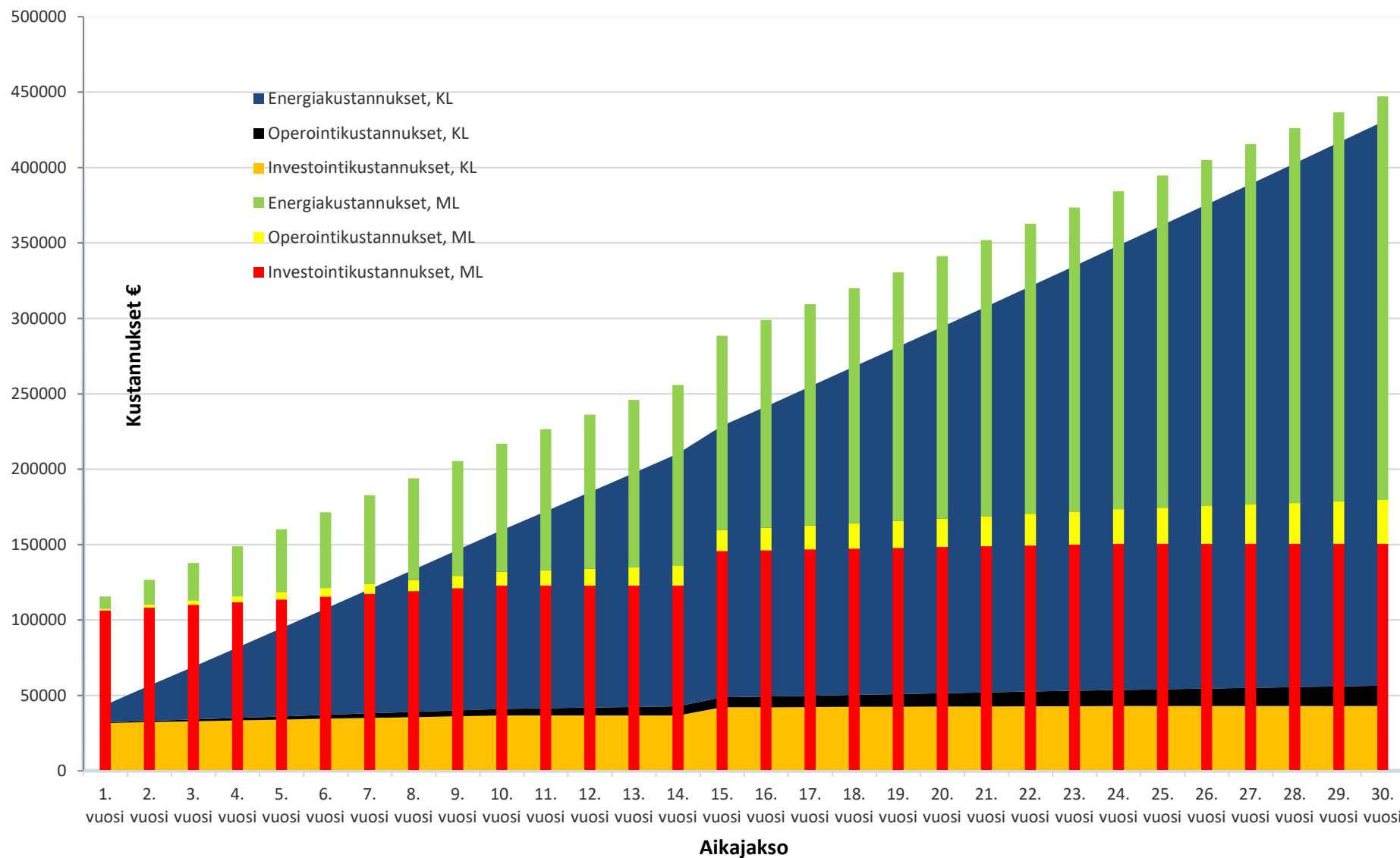
KASSAVIRTALASKELMA																															
Alv 24%																															
Kaukolämpö																															
Uusi rivitalo																															
		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi
Energian kulutus, MWh		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Tilausteho, kW		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Energiakustannukset €/vuosi		11931	11991	12051	12111	12171	12232	12293	12355	12417	12479	12541	12604	12667	12730	12794	12858	12922	12987	13052	13117	13182	13248	13315	13381	13448	13515	13583	13651	13719	13788
Energiakustannus €/MWh	79,56	80	80	80	81	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85	85	86	86	87	87	87	88	88	89	89	90	90	91	91	91	92
Operointikustannukset €/vuosi		434	436	438	441	443	445	447	449	452	454	456	458	461	463	465	468	470	472	475	477	480	482	484	487	489	492	494	497	499	502
Operointikustannus €/MWh	2,89	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Operatiivinen kassavirta		-12365	-12427	-12489	-12551	-12614	-12677	-12741	-12804	-12868	-12933	-12997	-13062	-13128	-13193	-13259	-13325	-13392	-13459	-13526	-13594	-13662	-13730	-13799	-13868	-13937	-14007	-14077	-14147	-14218	-14289
Investointi eur	32 140	32140																													
Korot eur		563	563	563	563	563	563	563	563	563	563					94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94					
Investointi korkoineen (sis.korvausinv.)	44 191	32703	563	563	563	563	563	563	563	563	563	0	0	0	0	5575	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	0	0	0	0	0
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	5 481															5481															
Vapaa kassavirta	-443 330	-45068	-12990	-13052	-13115	-13177	-13241	-13304	-13368	-13432	-13496	-12997	-13062	-13128	-13193	-18834	-13419	-13486	-13553	-13620	-13688	-13756	-13824	-13893	-13962	-13937	-14007	-14077	-14147	-14218	-14289
Korko, WACC	3,0 %																														
Indeksikorotus	0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-297 997																														



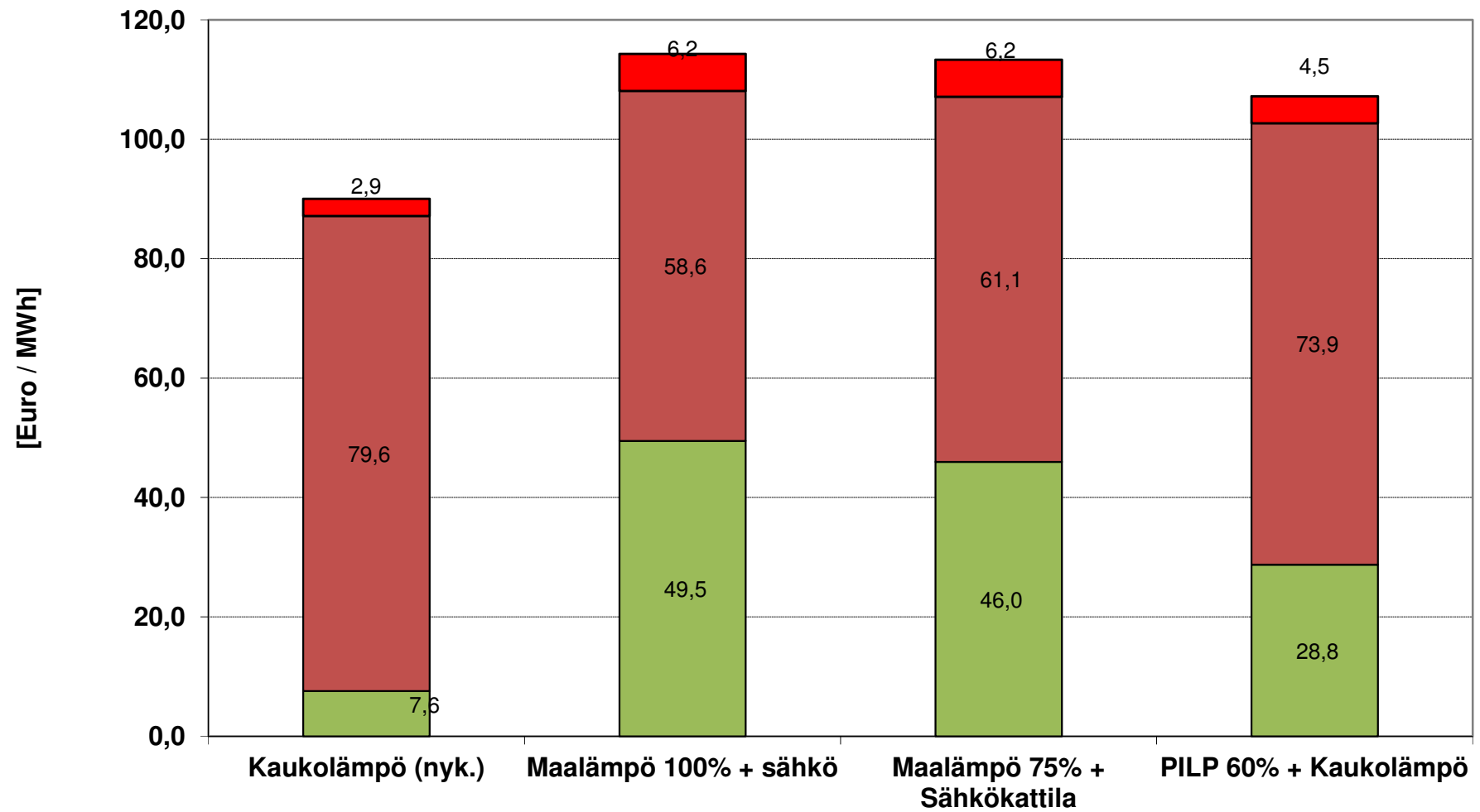
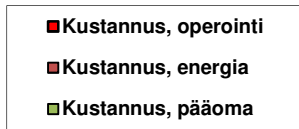
KASSAVIRTALASKELMA		Alv 24%																															
Maalämpö																																	
Uusi rivitalo																																	
Energian kulutus, MWh Tilausteho, kW Energia	56,93	1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi		
		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70		
		8537	8580	8623	8666	8710	8753	8797	8841	8885	8929	8974	9019	9064	9109	9155	9201	9247	9293	9339	9386	9433	9480	9528	9575	9623	9671	9720	9768	9817	9866		
		57	57	58	58	58	58	59	59	59	60	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66		
		930	935	939	944	949	953	958	963	968	973	978	982	987	992	997	1002	1007	1012	1017	1022	1028	1033	1038	1043	1048	1053	1059	1064	1069	1075		
		6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,2		
		Operatiivinen kassavirta	-9467	-9515	-9562	-9610	-9658	-9707	-9755	-9804	-9853	-9902	-9952	-10001	-10051	-10102	-10152	-10203	-10254	-10305	-10357	-10409	-10461	-10513	-10565	-10618	-10671	-10725	-10778	-10832	-10886	-10941	
		Investointi eur	107 641	107 641																													
		Korot	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	0	0	0	0	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	0	0	0	0	0
		Investointi kokonaisuudessaan	154 989	109522	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1880	0	0	0	0	23502	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	0	0	0	0	0
		1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	22 942															22942															
		Vapaa kassavirta	-460 599	-118989	-11395	-11443	-11490	-11538	-11587	-11635	-11684	-11733	-11782	-9952	-10001	-10051	-10102	-33654	-10763	-10814	-10866	-10917	-10969	-11021	-11073	-11126	-11179	-10671	-10725	-10778	-10832	-10886	-10941
		Laskentakorko	3,0 %																														
		Indeksikorotus	0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-335 929																																



Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, uusi rivitalo

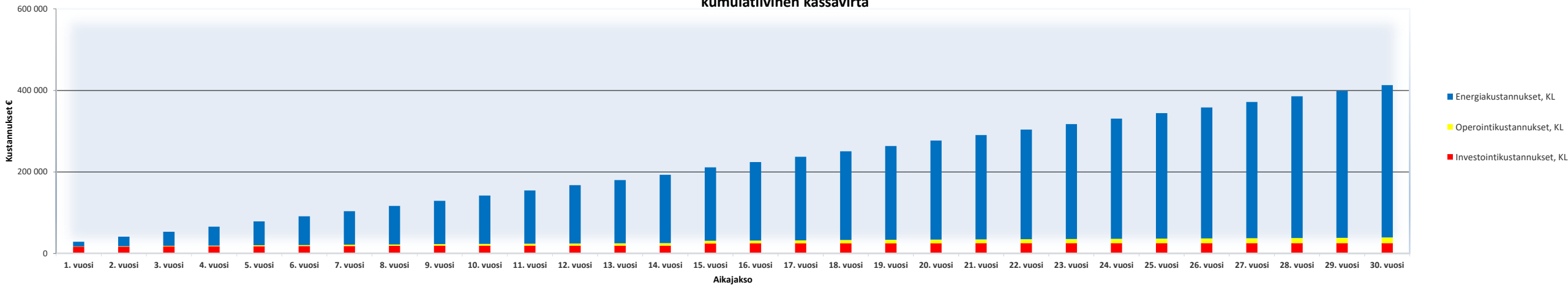


Vanha rivitalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoittain, alv 24%



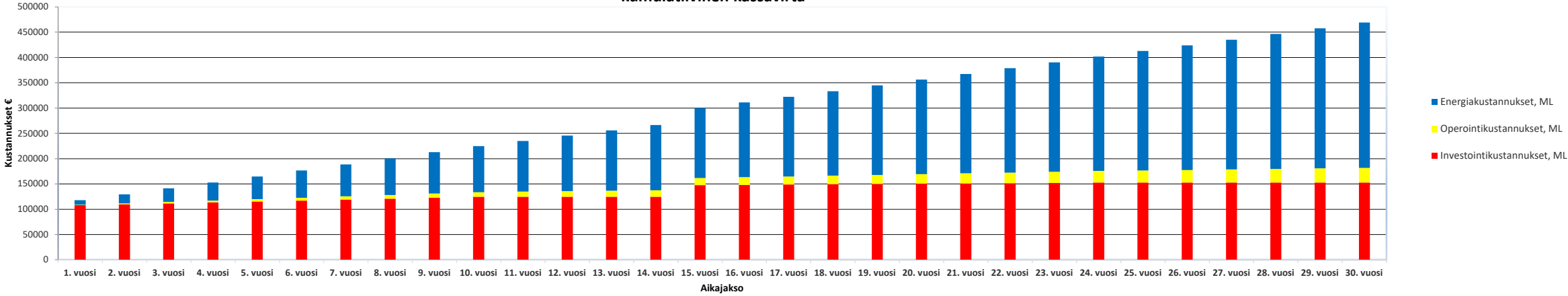
KASSAVIRTALASKELMA																															
Alv 24%																															
Kaukolämpö																															
Vanha rivitalo, Vantaa																															
		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi
Energian kulutus, MWh		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Tilausteho, kW		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Energiakustannukset €/vuosi		11931	11991	12051	12111	12171	12232	12293	12355	12417	12479	12541	12604	12667	12730	12794	12858	12922	12987	13052	13117	13182	13248	13315	13381	13448	13515	13583	13651	13719	13788
Energiakustannus €/MWh	79,56	80	80	80	81	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85	85	86	86	87	87	87	88	88	89	89	90	90	91	91	91	92
Operointikustannukset €/vuosi		434	436	438	441	443	445	447	449	452	454	456	458	461	463	465	468	470	472	475	477	480	482	484	487	489	492	494	497	499	502
Operointikustannus €/MWh	2,89	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
Operatiivinen kassavirta		-12365	-12427	-12489	-12551	-12614	-12677	-12741	-12804	-12868	-12933	-12997	-13062	-13128	-13193	-13259	-13325	-13392	-13459	-13526	-13594	-13662	-13730	-13799	-13868	-13937	-14007	-14077	-14147	-14218	-14289
Investointi eur	16 802	16802																													
Korot eur		292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94					
Investointi korkoineen (sis.korvausinv.)	26 141	17094	292	292	292	292	292	292	292	292	292	0	0	0	0	5575	94	94	94	94	94	94	94	94	94	0	0	0	0	0	0
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	5 481															5481															
Vapaa kassavirta	-425 280	-29459	-12719	-12781	-12843	-12906	-12969	-13033	-13096	-13160	-13225	-12997	-13062	-13128	-13193	-18834	-13419	-13486	-13553	-13620	-13688	-13756	-13824	-13893	-13962	-13937	-14007	-14077	-14147	-14218	-14289
Korko, WACC	3,0 %																														
Indeksikorotus	0,5 %																														
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-280 792																														

Kaukolämmön
kumulatiivinen kassavirta

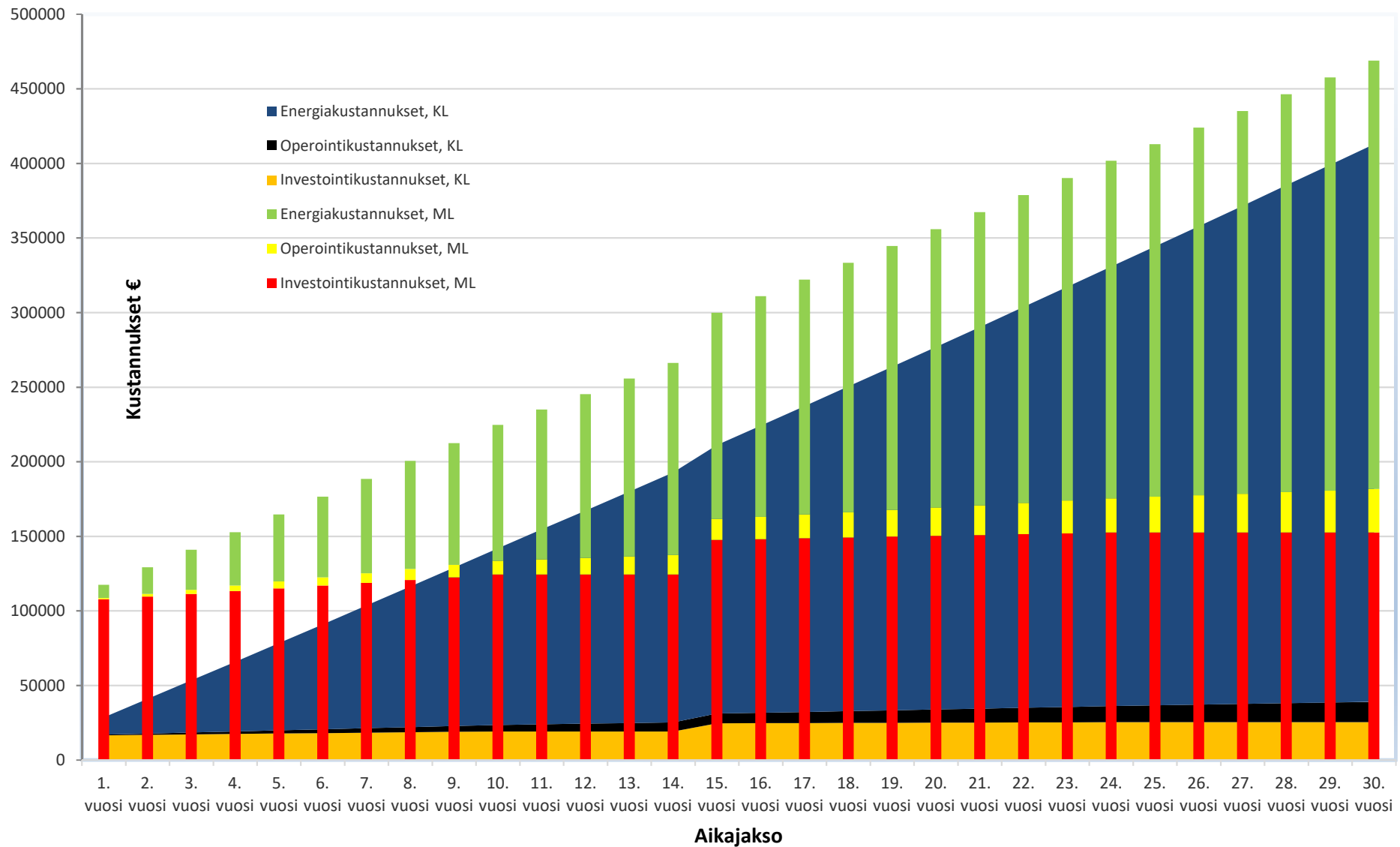


KASSAVIRTALASKELMA																																
Maalämpö		Alv 24%																														
Vanha rivitalo, Vantaa																																
Energian kulutus, MWh Tilausteho, kW Energia kustannukset €/vuosi Energia kustannus €/MWh Operointikustannukset €/vuosi Operointikustannus €/MWh Operatiivinen kassavirta Investointi eur Korot Investointi kokonaisuudessaan 1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit Vapaa kassavirta Laskentakorko Indeksikorotus Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi	
		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
		9165	9211	9257	9303	9349	9396	9443	9490	9538	9585	9633	9682	9730	9779	9828	9877	9926	9976	10026	10076	10126	10177	10228	10279	10330	10382	10434	10486	10538	10591	
	61,11	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	
		930	935	939	944	949	953	958	963	968	973	978	982	987	992	997	1002	1007	1012	1017	1022	1028	1033	1038	1043	1048	1053	1059	1064	1069	1075	
	6,20	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,2	
		-10095	-10145	-10196	-10247	-10298	-10350	-10401	-10453	-10506	-10558	-10611	-10664	-10717	-10771	-10825	-10879	-10933	-10988	-11043	-11098	-11154	-11209	-11265	-11322	-11378	-11435	-11492	-11550	-11608	-11666	
	109 034	109034																														
		1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905
	157 063	110939	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905
	23 293																															
	-482 921	-121034	-12050	-12100	-12151	-12203	-12254	-12306	-12358	-12410	-12463	-10611	-10664	-10717	-10771	-34687	-11448	-11502	-11557	-11612	-11667	-11723	-11778	-11834	-11891	-11378	-11435	-11492	-11550	-11608	-11666	
3,0 %																																
0,5 %																																
-350 848																																

Maalämmön
kumulatiivinen kassavirta



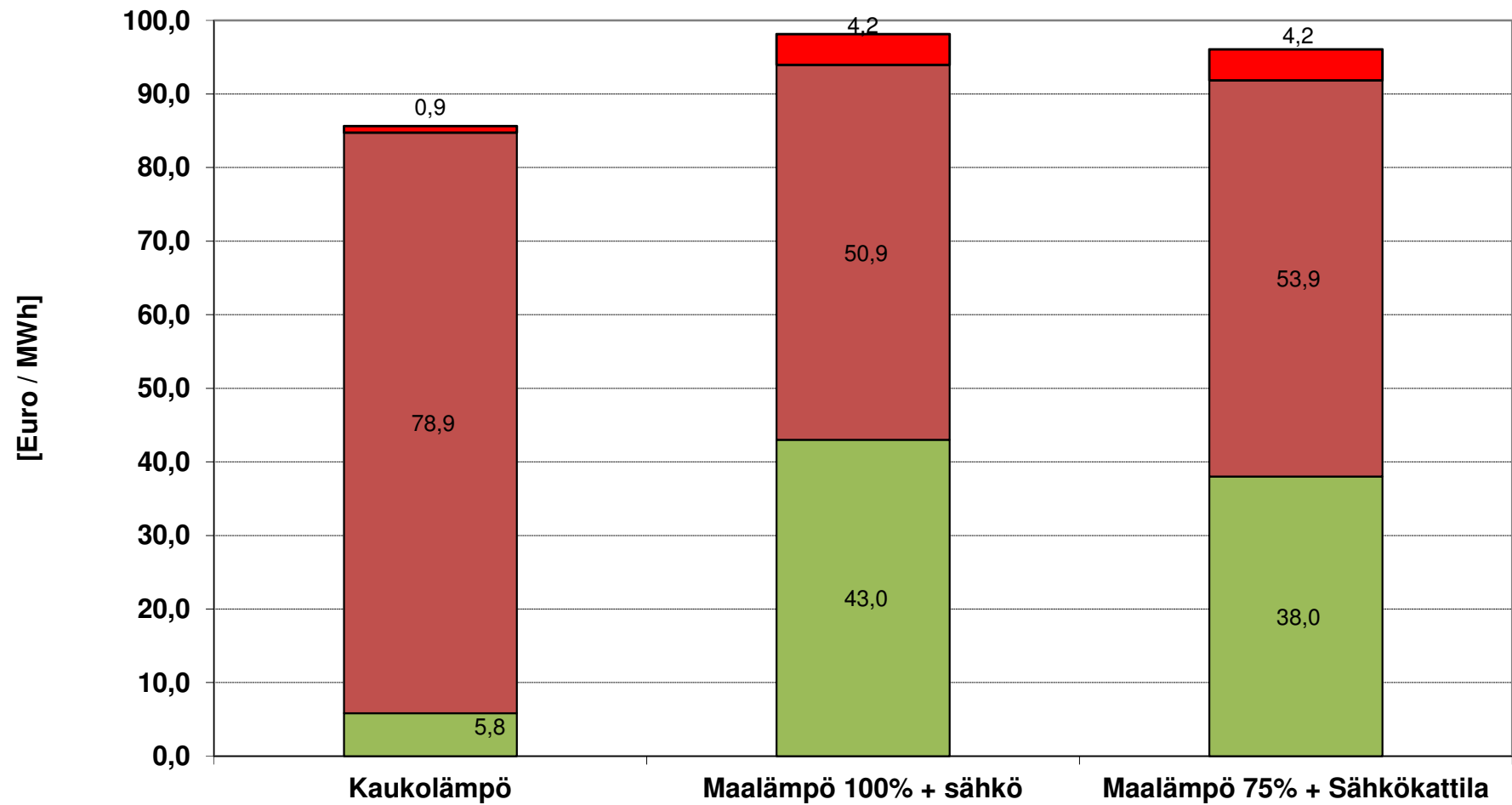
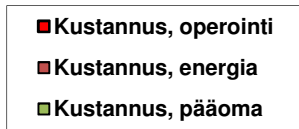
Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, vanha rivitalo

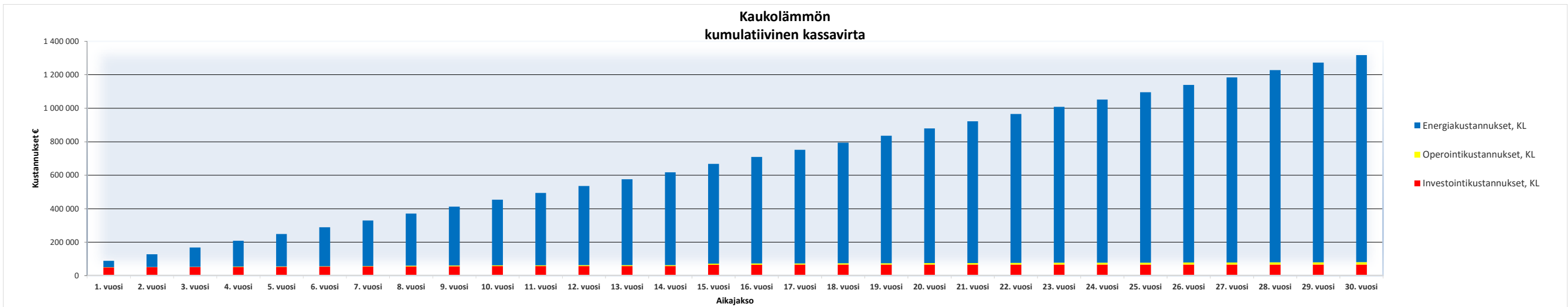


Uusi liiketalo, Vantaa				
Kustannukset alv 24%				
Korkokanta		3,0	[% vuotuisesta nimellisarvosta]	
Lähtötiedot		Käyttöaika [vuotta]	Annuiteettitekijä [%]	
Projektitkustannukset		15	8,4	
LAV (vaihdettavat rakenteet, materiaalit)		15	8,4	
PAV (pysyväluontoiset rakenteet, materiaalit)		30	5,1	

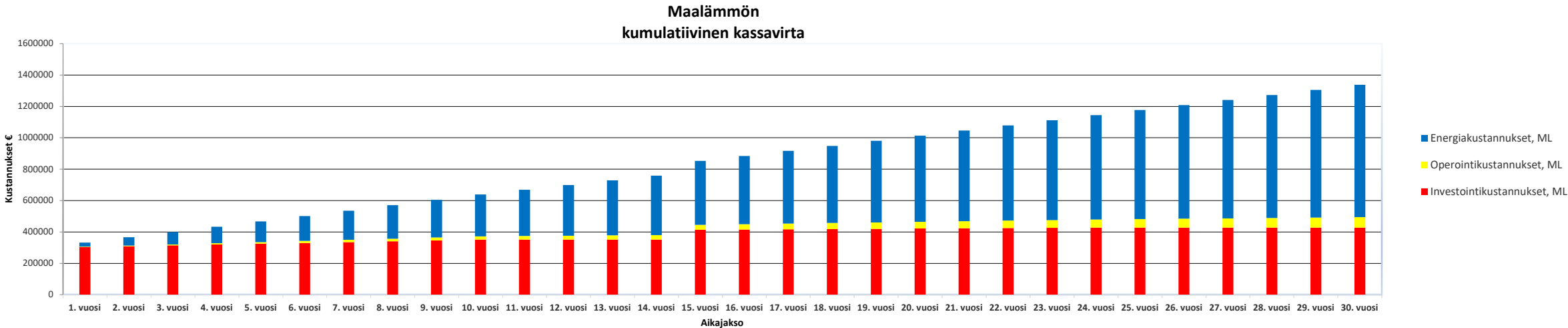
Yksikkökustannukset		alv 24%	Ostoenergian hinta tuotannossa		
			€ / MWh	€ / MWh	€ / MWh
			55,4	34,4	36,6
Lämmitystehotarve [kW]			300	300	300
Energiamyyntimäärä [MWh]			500	500	500
Positio	Yksikkö	SK 5.1	SK 5.2	SK 5.3	
Tuotannon teho-osuudet (mitoitus)		Kaukolämpö	Maalämpö 100% + sähkö	Maalämpö 75% + Sähkökattila	
Investointikustannukset					
Projektitkustannukset	€	3 100	11 160	11 160	
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	€	8 382	108 227	90 743	
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	€	38 259	225 521	205 188	
Investointi yhteensä	€	49 741	344 908	307 092	
Projektitkustannukset	€/a	260	935	935	
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	€/a	702	9 066	7 601	
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	€/a	1 952	11 506	10 469	
Pääomakustannukset yhteensä	€/a	2 914	21 507	19 005	
Käyttöenergia, peruskustannukset	€/a	10 914	5 968	6 302	
Käyttöenergia, määräkustannukset	€/a	27 711	17 196	18 324	
Häviökustannukset	€/a	851	2 307	2 307	
Energiakustannukset yhteensä	€/a	39 476	25 471	26 934	
Laitteisto huolto	€/a	186	1736	1736	
Laitteisto ylläpito	€/a	248	372	372	
Operointikustannukset yhteensä	€/a	434	2 108	2 108	
Kok. (ilman pääomakustannuksia)	€/a	39 910	27 579	29 042	
Kokonaiskustannukset vuodessa	€/a	42 824	49 085	48 047	
Kok. (ilman operointikustannuksia)	€/a	42 390	46 977	45 939	
Kustannus, operointi	€/MWh	0,9	4,2	4,2	
Kustannus, energia	€/MWh	78,9	50,9	53,9	
Kustannus, pääoma	€/MWh	5,8	43,0	38,0	
Tuotantokustannus	€/MWh	85,6	98,2	96,1	
Yksikkökustannus (verkostokustannuksilla)	€/kW	166	1 144	1 018	
Yksikkökustannus (ilman verkostokust.))	€/kW	166	1 094	969	

Uusi liiketalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoisin, alv 24%

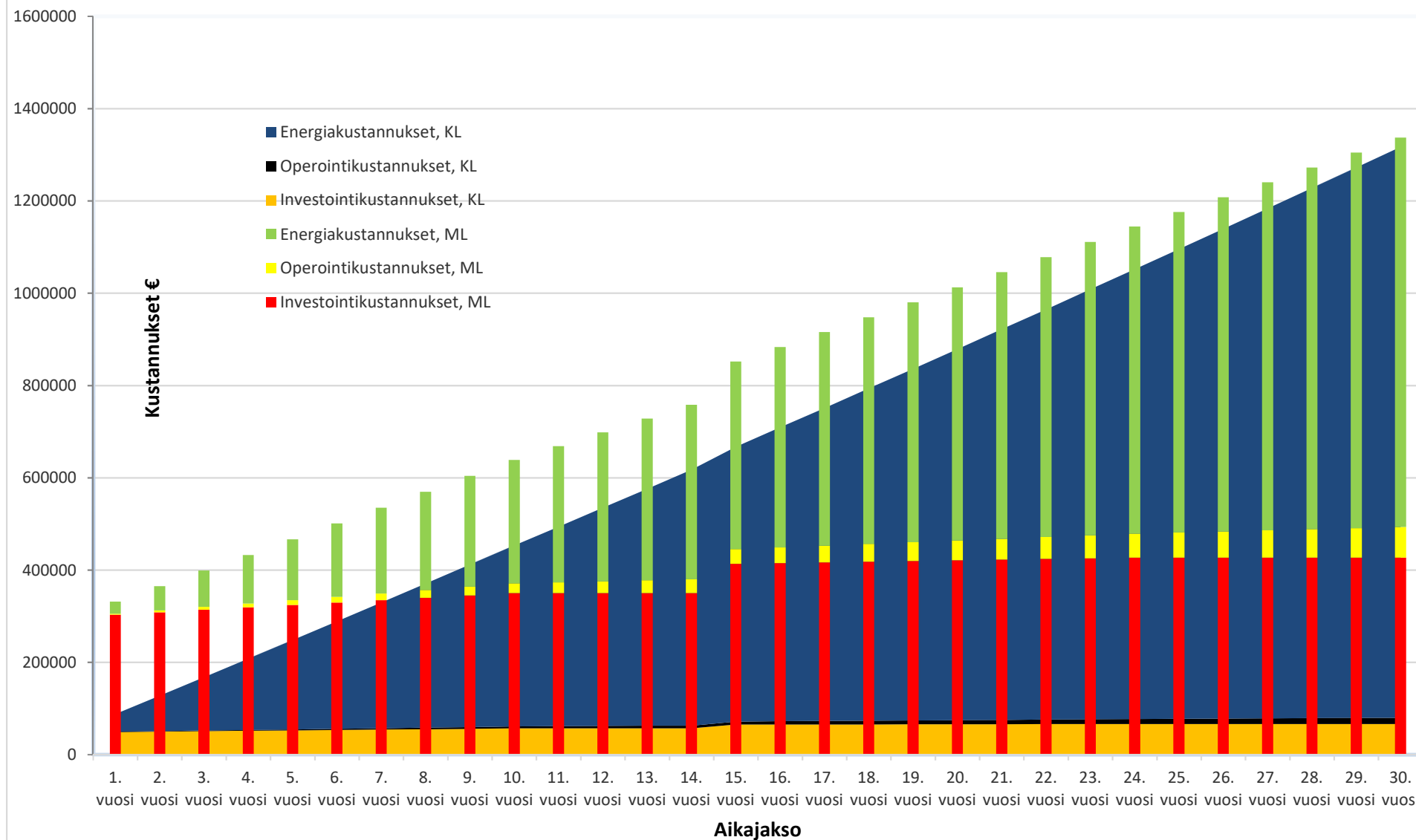


[illegible]

KASSAVIRTALASKELMA																																	
Maalämpö		Alv 24%																															
Uusi liiketalo, Vantaa																																	
Energian kulutus, MWh Tilausteho, kW Energiakustannukset €/vuosi Energiakustannus €/MWh Operointikustannukset €/vuosi Operointikustannus €/MWh Operatiivinen kassavirta Investointi eur Korot Investointi kokonaisuudessaan 1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit Vapaa kassavirta Laskentakorko Indeksikorotus Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi		
		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500		
		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300		
		26934	27069	27204	27340	27477	27614	27752	27891	28031	28171	28312	28453	28595	28738	28882	29026	29172	29317	29464	29611	29759	29908	30058	30208	30359	30511	30663	30817	30971	31126		
		54	54	54	55	55	55	55	56	56	56	57	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60	60	60	60	61	61	61	62	62	62		
		2108	2119	2129	2140	2150	2161	2172	2183	2194	2205	2216	2227	2238	2249	2260	2272	2283	2295	2306	2318	2329	2341	2352	2364	2376	2388	2400	2412	2424	2436		
		4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9		
		-29042	-29187	-29333	-29480	-29627	-29775	-29924	-30074	-30224	-30375	-30527	-30680	-30833	-30988	-31142	-31298	-31455	-31612	-31770	-31929	-32088	-32249	-32410	-32572	-32735	-32899	-33063	-33229	-33395	-33562		
		307092	307092																														
		5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371				1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552					
		439 844	312463	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	5371	0	0	0	0	65072	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	0	0	0	0	0
		63 520																63520															
		-1 377 323	-341505	-34559	-34705	-34851	-34999	-35147	-35296	-35445	-35596	-35747	-30527	-30680	-30833	-30988	-96214	-32850	-33006	-33164	-33322	-33481	-33640	-33801	-33962	-34124	-32735	-32899	-33063	-33229	-33395	-33562	
		3,0 %																															
		0,5 %																															
-999 329																																	

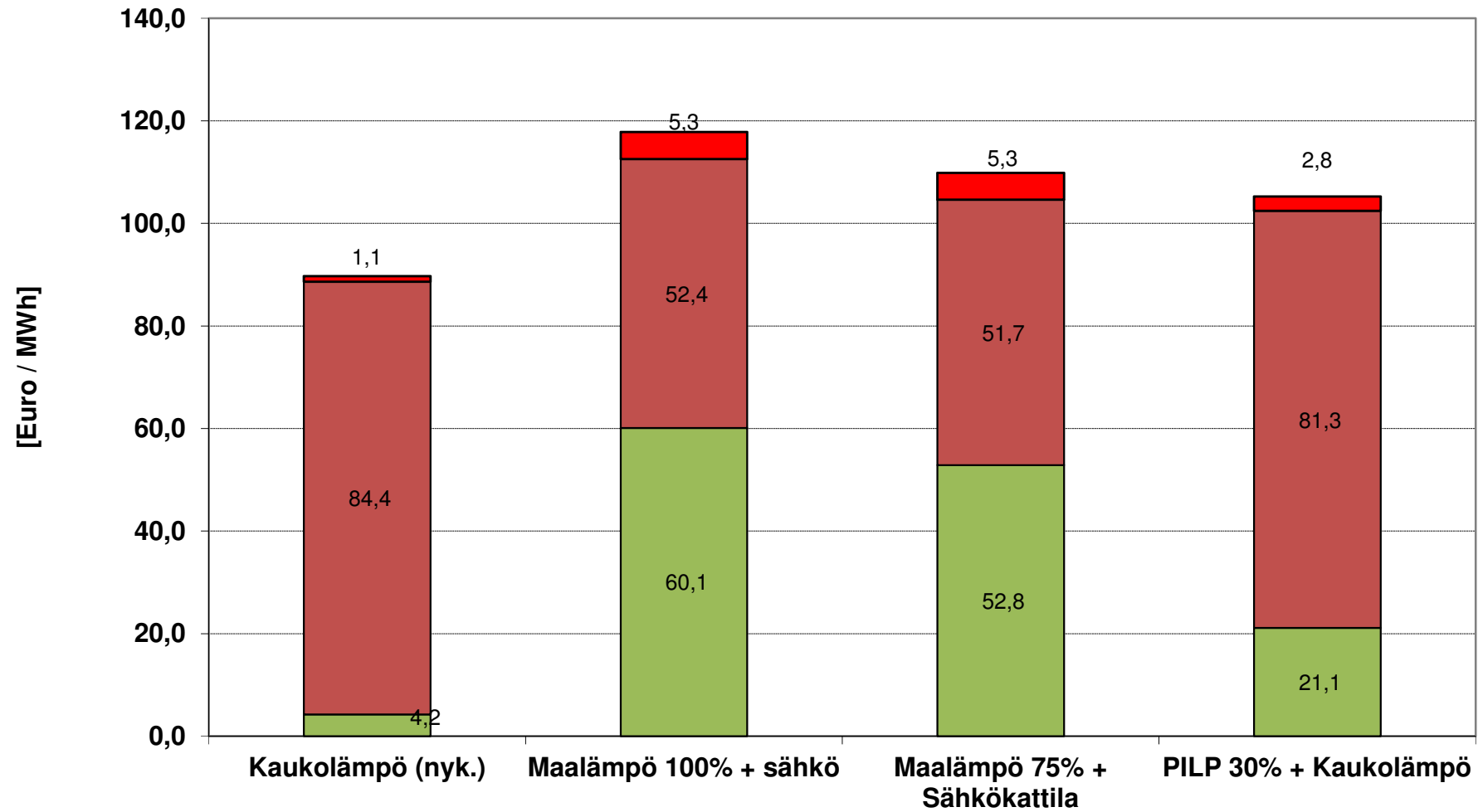
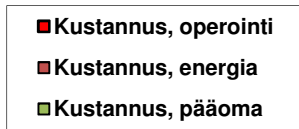


Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, uusi liiketalo



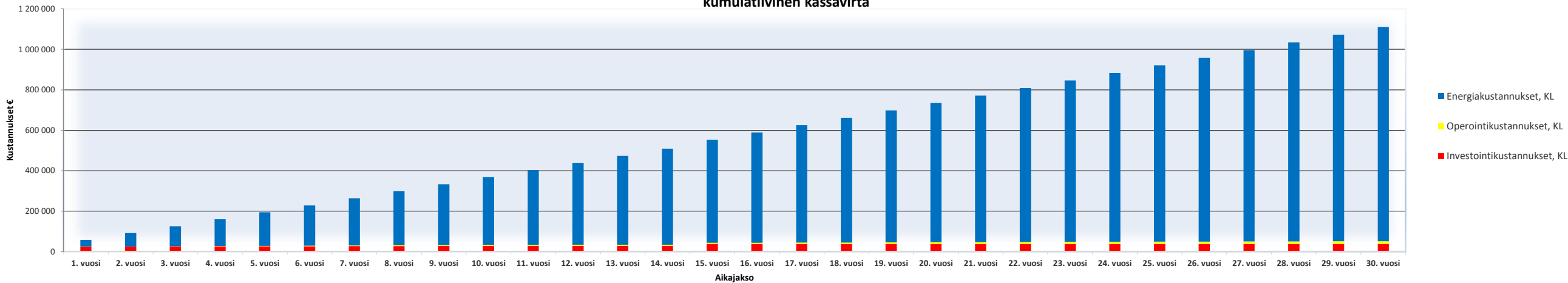
Vanha liiketalo, Vantaa						
Kustannukset alv 24%						
Korkokanta		3,0	[% vuotuisesta nimellisarvosta]			
Lähtötiedot		Käyttöaika [vuotta]	Annuiteettitekijä [%]			
Projektkustannukset		15	8,4			
LAV (vaihdettavat rakenteet, materiaalit)		15	8,4			
PAV (pysyväluontoiset rakenteet, materiaalit)		30	5,1			
		Ostoenergian hinta tuotannossa				
		[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]	[€ / MWh]	
Yksikkökustannukset		alv 24%	55,4	35,0	35,6	51,4
Lämmitystehotarve [kW]		300	300	300	300	
Energiamyyntimäärä [MWh]		400	400	400	400	
Positio	Yksikkö	SK 6.1	SK 6.2	SK 6.3	SK 6.4	
Tuotannon teho-osuudet (mitoitus)		Kaukolämpö (nyk.)	Maalämpö 100% + sähkö	Maalämpö 75% + Sähkökattila	PILP 30% + Kaukolämpö	
Investointikustannukset						
Projektkustannukset	[€]	4 148	31 992	29 948	16 004	
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€]	8 382	119 530	99 721	42 089	
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€]	12 574	222 703	201 641	70 273	
Investointi yhteensä	[€]	25 104	374 225	331 310	128 365	
Projektkustannukset	[€/a]	347	2 680	2 509	1 341	
LAV (lyhyen-keskipitkän käyttöiän rakenteet)	[€/a]	702	10 013	8 353	3 526	
PAV (pitkän käyttöiän-pysyväluontoiset rakenteet)	[€/a]	641	11 362	10 288	3 585	
Pääomakustannukset yhteensä	[€/a]	1 691	24 055	21 150	8 451	
Käyttöenergia, peruskustannukset	[€/a]	10 914	5 131	4 628	11 278	
Käyttöenergia, määräkustannukset	[€/a]	22 175	14 001	14 234	20 562	
Häviökustannukset	[€/a]	681	1 846	1 846	699	
Energiakustannukset yhteensä	[€/a]	33 770	20 978	20 709	32 539	
Laitteisto huolto	[€/a]	186	1736	1736	868	
Laitteisto ylläpito	[€/a]	248	372	372	248	
Operointikustannukset yhteensä	[€/a]	434	2 108	2 108	1 116	
Kok. (ilman pääomakustannuksia)	[€/a]	34 204	23 086	22 817	33 655	
Kokonaiskustannukset vuodessa	[€/a]	35 895	47 140	43 967	42 107	
Kok. (ilman operointikustannuksia)	[€/a]	35 461	45 032	41 859	40 991	
Kustannus, operointi	[€/MWh]	1,1	5,3	5,3	2,8	
Kustannus, energia	[€/MWh]	84,4	52,4	51,7	81,3	
Kustannus, pääoma	[€/MWh]	4,2	60,1	52,8	21,1	
Tuotantokustannus	[€/MWh]	89,7	117,8	109,9	105,2	
Yksikkökustannus (verkostokustannuksilla)	[€/kW]	84	1 243	1 101	427	
Yksikkökustannus (ilman verkostokust.)	[€/kW]	84	1 193	1 051	427	

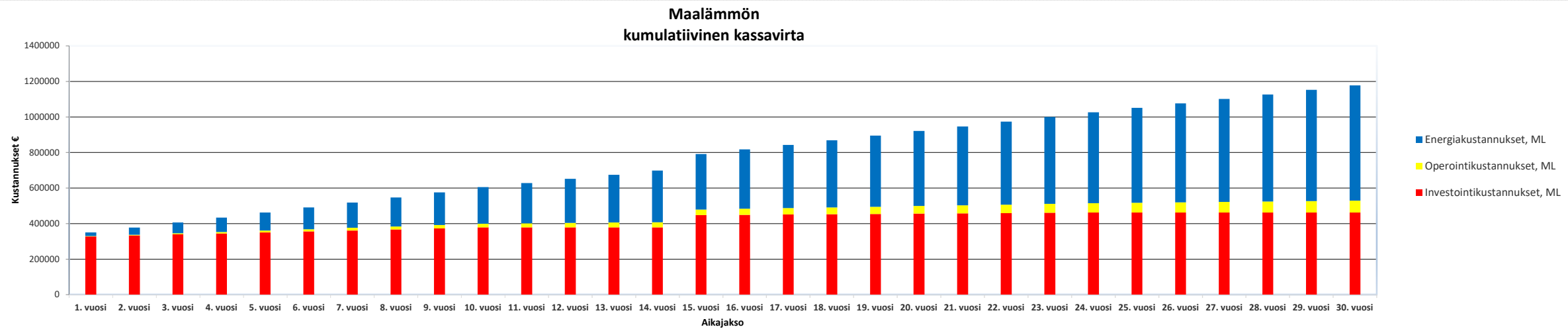
Vanha liiketalo, Kustannusjakaumat vaihtoehtoittain, alv 24%



KASSAVIRTUALASKELMA																																
Alv 24%																																
Kaukolämpö																																
Vanha liiketalo, Vantaa																																
		1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi	9. vuosi	10. vuosi	11. vuosi	12. vuosi	13. vuosi	14. vuosi	15. vuosi	16. vuosi	17. vuosi	18. vuosi	19. vuosi	20. vuosi	21. vuosi	22. vuosi	23. vuosi	24. vuosi	25. vuosi	26. vuosi	27. vuosi	28. vuosi	29. vuosi	30. vuosi	
Energian kulutus, MWh		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Tilausteho, kW		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Energiakustannukset €/vuosi		33770	33939	34109	34279	34451	34623	34796	34970	35145	35321	35497	35675	35853	36032	36213	36394	36576	36758	36942	37127	37313	37499	37687	37875	38064	38255	38446	38638	38831	39026	
Energiakustannus €/MWh	84,38	84	85	85	86	86	87	87	88	88	89	89	90	90	90	91	91	92	92	92	93	93	94	94	95	95	96	96	97	97	98	
Operointikustannukset €/vuosi		434	436	438	441	443	445	447	449	452	454	456	458	461	463	465	468	470	472	475	477	480	482	484	487	489	492	494	497	499	502	
Operointikustannus €/MWh	1,08	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3		
Operatiivinen kassavirta		-34204	-34375	-34547	-34720	-34893	-35068	-35243	-35420	-35597	-35775	-35953	-36133	-36314	-36495	-36678	-36861	-37046	-37231	-37417	-37604	-37792	-37981	-38171	-38362	-38554	-38746	-38940	-39135	-39331	-39527	
Investointi eur	25 104	25104																														
Korot eur		437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437			143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143					
Investointi korkoineen (sis.korvausinv.)	39 286	25540	437	437	437	437	437	437	437	437	437	0	0	0	0	8526	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	0	0	0	0	0	0
1. vuoden jälkeiset korvausinvestoinnit	8 382															8382																
Vapaa kassavirta	-1 143 400	-59745	-34812	-34984	-35157	-35330	-35505	-35680	-35856	-36033	-36211	-35953	-36133	-36314	-36495	-45204	-37005	-37189	-37374	-37560	-37747	-37935	-38124	-38314	-38505	-38554	-38746	-38940	-39135	-39331	-39527	
Korko, WACC	3,0 %																															
Indeksikorotus	0,5 %																															
Operatiivisen kassavirran nykyarvo 30 vuotta	-747 812																															

Kaukolämmön
kumulatiivinen kassavirta



[illegible]

Kaukolämmön ja maalämmön kumulatiiviset kassavirrat, vanha liiketalo

