VTT TIEDOTTEITA – RESEARCH NOTES 2377

Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit

Riikka Holopainen, Martti Hekkanen,
Kari Hemmilä & Markku Norvasuo

2.2 Rakenteiden lämmöneristävyyssaneerauksen potentiaali

Rakennuksen ulkovaipan osien lämmöneristävyysvaatimukset ovat vuosikymmenten aikana kiristyneet merkittävästi sitä mukaa kuin lämmöneristeet ja tekniikat ovat kehittyneet. Nykyvaatimukset täyttävien rakenteiden toteuttaminen ei olisi ollut mahdollista 50 vuotta sitten käytössä olleilla materiaaleilla ja rakenteilla tai ainakin rakenteista olisi tullut huomattavan paksuja ja kalliita. Toisaalta nykyisillä materiaaleilla silloisten lämmöneristysvaatimusten täyttäminen on yksinkertaista ja helppoa.

Nykyisessä ja edellisessä rakentamismääräyskokoelman osassa C3 eri rakennusosien suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet on esitetty taulukossa 2.1. Vaatimustason tiukentumisen ohella muutoksena uusimpaan määräyskokoelmaan on vaatimustaso ikkunoiden keskimääräiselle lämmönläpäisykertoimelle aikaisemman valoaukon määräyksen sijaan. Aina tähän nykyiseen määräykseen asti ikkunan karmit ja puitteet voitiin valmistaa hyvin lämpöä johtavasta materiaalista ilman lämpökatkoja, koska ikkunan vaatimus koski vain valoaukkoa.

Taulukko 2.1. Suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet (W/m^{2}K) asuinrakennuksen eri rakennusosille vuosien 1985 ja 2003 rakentamismääräysten mukaan /5/ ja /6/.

Rakennusosa	**Määräykset 1985**		**Määräykset 2003**	
	lämmin tila	puolilämmin tila	lämmin tila	puolilämmin tila
Seinä	0,28	0,45	0,25	0,40
Alapohja (ulkoilmaa vastaan)	0,22	0,45	0,16	0,30
Ryömintätilainen alapohja (lievästi tuuletettu)			0,20	
Maan vastainen rakenne	0,36	0,45	0,25	0,36
Välipohja				0,45
Yläpohja	0,22	0,45	0,16	
Ikkunan valoaukko	2,1	3,1		
Oven umpiosa	0,7	2,0		
Näyteikkuna	3,1	-		
Ikkuna			1,4	1,8
Ovi			1,4	1,8

Rakennusten lämmöneristävyydestä oli määräyksiä myös vuonna 1978 ja 1976 julkaistussa rakentamismääräyskokoelman osassa C3. Vuoden 1969 asuinrakennusten lämmöneristysnormeissa (RIL 66) Suomi oli jaettu kahteen vyöhykkeeseen likimäärin Oulun–Vaalan–Kuhmon kautta kulkevan rajalinjan avulla, ja pohjoiselle osalle oli tiukemmat lämmöneristysvaatimukset kuin eteläiselle vyöhykkeelle. Tämän lisäksi eroavuutena nykymääräyksiin verrattuna oli myös erilaiset lämmöneristysvaatimukset massiivisille ja keveille rakenteille (taulukko 2.2).

Taulukko 2.2. Suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet (W/m²K) asuinrakennuksen eri rakennusosille vuoden 1969 asuinrakennusten lämmöneristysnormeissa (RIL 66).

Rakennusosa	Pohjoinen vyöhyke	Eteläinen vyöhyke
Seinä ulkoilmaa tai lämmittämätöntä tilaa vasten		
yksinomaan poltetuista tiilistä tehty seinä	0,93	1,05
normaalinen vaatimus	0,70	0,81
seinä, jonka massa < 100 kg/m²	0,41	0,47
Yläpohja ulkoilmaa tai lämmittämätöntä tilaa vasten		
normaalinen vaatimus kivirakenteiselle	0,47	0,47
normaalinen vaatimus puurakenteiselle	0,35	0,41
Alapohja		
osittain lämmitettyä tilaa vasten	0,70	0,70
lämmittämätöntä tilaa vasten	0,47	0,47
ulkoilmaa vasten	0,35	0,35
lämmittämätön maanvarainen	0,47	0,47
Ikkunoiden ja ovien lasiosat		
ikkunapinta-ala/seinäpinta-ala ≤ 0,30	3,14	3,14
ikkunapinta-ala/seinäpinta-ala > 0,30 ja < 0,60	2,67	3,14
ikkunapinta-ala/seinäpinta-ala ≥ 0,60	2,44	2,44

Ensimmäiset varsinaiset lämmöneristysnormit ilmestyivät vuonna 1962, jolloin Rakennusinsinööriyhdistys (nykyisin Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL) julkaisi Lämmöneristysnormit RIY A43. Tätä ennen edellä mainittu yhdistys oli julkaissut ohjekirjasta ”Asuinrakennusten seinämien lämmönläpäisyluvut ja niiden suositeltavat enimmäisarvot ”, josta varhaisin painos on vuodelta 1949 /7/.

Taulukko 2.3. Suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet (W/m²K) asuinrakennuksen eri rakennusosille vuoden 1962 asuinrakennusten lämmöneristysnormeissa (RIY A43) /7/.

Rakennusosa	Pohjoinen vyöhyke	Eteläinen vyöhyke
Seinä ulkoilmaa tai lämmittämätöntä tilaa vasten		
yksinomaan poltetuista tiilistä tehty seinä	0,93	1,05
normaalinen vaatimus	0,70	0,81
seinä, jonka massa < 100 kg/m²	0,41	0,47
Katto ulkoilmaa tai lämmittämätöntä tilaa vasten		
tarkastava viranomainen voi sallia erityistapauksessa	0,58	0,58
normaalinen vaatimus kivirakenteiselle	0,47	0,47
normaalinen vaatimus puurakenteiselle	0,41	0,41
Lattia		
osittain lämmitettyä tilaa vasten	0,70	0,70
lämmittämätöntä tilaa vasten	0,47	0,47
ulkoilmaa vasten	0,41	0,41

Taulukoiden 2.1 ja 2.2 arvoja verrattaessa havaitaan, että kivirakenteisen ulkoseinän sallittu lämmönläpäisy on pudonnut neljänteen osaan kivirakenteisella seinällä ja kolmanteen osaan puurakenteisella seinällä. Myös muiden rakennusosien sallitut lämmönläpäisyt ovat pudonneet puoleen – kolmanteen osaan. Esimerkiksi ikkunoiden muuttuminen kaksilasisista nykypäivän selektiivilasilla varustetuiksi kolmilasisiksi on pienentänyt lämmönläpäisykertoimen puoleen. Näin ollen suurimmat energiansäästöt saavutetaan korjaamalla vanhempaa rakennuskantaa.

Vaikka rakennuksen ulkovaipan kautta tapahtuva lämmönhukka on ratkaisevasti pienempi nykypäivän rakennuksissa, vanhojen rakennusten saneeraaminen vain energiansäästön vuoksi on harvoin kannattavaa. Suurin hyöty energiakorjauksella saavutetaan, kun lämmöneristävyyden parannus tehdään jonkin muun saneerauksen yhteydessä. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi pahoin vaurioituneiden ikkunoiden vaihto uusiin nykyaikaisiin ja ulkoseinän lisäeristäminen ulkopinnan rappausta uusittaessa.

2.3 Ulkoseinät

Ulkoseinät muodostavat rakennuksen vaipasta suurimman osan. Näin ollen niillä on merkittävä osuus lämpöhäviöistä. Vanhoissa rakennuksissa ulkoseinien lämmöneristävyys on huono nykymittapuun mukaisesti, joten niillä on näin ollen merkittävä osuus lämpöhäviöiden muodostumisessa.

9.2 1950-, 1960- ja 1970-luvun asuinkerrostalojen energiataloudellinen korjaus

9.2.1 Kerrostalojen lähtötiedot ja alkuperäinen lämmitysenergian kulutus

Taulukko 9.14. Tyyppirakennusten perustiedot.

1950-luvun kerrostalo

rakennustilavuus, rm^3	6650				
asuntopinta-ala,asm^2	1613	Määrä			U-arvo
asukkaiden lkm, hlö	55	m^2	m^2 / asm^2	m^2 / rm^3	W /m^2 K
alapohja		540	0,33	0,081	0,3
ulkoseinä		1245	0,77	0,187	0,6
yläpohja		540	0,33	0,081	0,35
ikkunat		135	0,08	0,020	2,3
ulko-ovet		8	0,005	0,001	3,5
parvekeovet		12	0,01	0,002	3,5
Ilmanvaihtokerroin	0,5				
Ilmavuotoluku, n_{50}	5		**1,54**		**0,917**
Käyttövedenkulutus,l /hlö,vrk	160				
Sähkönkulutus, kWh/rm^3	30	(sisältää kiinteistösähkön ja taloussähkön)			

1960-luvun kerrostalo

rakennustilavuus, rm^3	11800				
asuntopinta-ala,asm^2	3390	Määrä			U-arvo
asukkaiden lkm, hlö	90	m^2	m^2 / asm^2	m^2 / rm^3	W /m^2 K
alapohja		806	0,24	0,07	0,4
ulkoseinä		2031	0,60	0,17	0,41
yläpohja		806	0,24	0,07	0,35
ikkunat		507	0,15	0,04	2,3
ulko-ovet		16	0,00	0,00	3,5
parvekeovet		140	0,04	0,01	3,5
Ilmanvaihtokerroin	0,5				
Ilmavuotoluku, n_{50}	5		**1,27**		**0,929**
Käyttövedenkulutus,l /hlö,vrk	160				
Sähkönkulutus, kWh/rm^3	30	(sisältää kiinteistösähkön ja taloussähkön)			

1970-luvun kerrostalo

rakennustilavuus, rm^3	13300				
asuntopinta-ala,asm^2	3863	Määrä			U-arvo
asukkaiden lkm, hlö	119	m^2	m^2 / asm^2	m^2 / rm^3	W /m^2 K
alapohja		526	0,136	0,040	0,4
ulkoseinä		2191	0,567	0,165	0,35
yläpohja		526	0,136	0,040	0,29
ikkunat		440	0,114	0,033	2,3
ulko-ovet		6	0,002	0,000	3,5
parvekeovet		116	0,030	0,009	3,5
Ilmanvaihtokerroin	0,5				
Ilmavuotoluku, n_{50}	5		**0,98**		**0,665**
Käyttövedenkulutus,l /hlö,vrk	160				
Sähkönkulutus, kWh/rm^3	30	(sisältää kiinteistösähkön ja taloussähkön)			

Asuinkerrostalojen suurin korjaustarve tulee esiintymään 1950–1970-luvuilla rakennetuissa taloissa. Vanhemmissa rakennuksissa korjaukset käynnistyvät putkistojen korjauksista. 1960- ja 1970-luvun rakennuksissa ensimmäisenä tullaan korjaamaan lämmitysjärjestelmä ja rakennuksen vaippa.

Taulukko 9.14 esittää eri aikakausia kuvaamaan valittujen tyyppitalojen laajuudet ja määrätiedot sekä rakenteiden U-arvot (alkuperäiset). Taulukosta voidaan nähdä, että 1970-luvun asuinkerrostalon suunnitteluratkaisu on energiatehokkuudeltaan paras. Vaipan suhteellinen kokonaiskonduktanssi (W / asm^2,K) on 0,665. 1960-luvun rakennuksessa kokonaiskonduktanssi on 0,929 ja 1950-luvun rakennuksessa 0,917. 1960-luvun rakennuksessa tunnuslukua heikentää ikkunoiden suuri määrä ja suhteellisen heikko U-arvo. 1950-luvun rakennuksessa ikkunoiden määrä on pieni, mutta rakennuksen tilan käytön tehokkuus on heikohko. Taulukko 9.15 esittää rakennusten lämpöenergian kulutuksen Jyväskylässä normaalivuonna (lämmitystarveluku S_{17} = 4636 ^{o}Cd.)

Taulukko 9.15. Tyyppitalojen alkuperäinen lämpöenergian kulutus ja kustannukset Jyväskylässä. Lämmitysenergian hintana on käytetty 50 € /MWh.

1950-luvun talo	Alkup kWh/v	€/vuosi	1960-luvun talo	Alkup kWh/v	€/vuosi	1970-luvun talo	Alkup kWh/v	€/vuosi
Johtumishäviöt	227946	11397	Johtumishäviöt	411700	20585	Johtumishäviöt	357233	236192,4
alapohja	27924	1396	alapohja	41679	2084	alapohja	27200	41678,79
ulkoseinä	125480	6274	ulkoseinä	108996	5450	ulkoseinä	117582	54497,79
yläpohja	24738	1237	yläpohja	36925	1846	yläpohja	24097	36924,8
ikkuna	40642	2032	ikkuna	152634	7632	ikkuna	132463	79635,06
ulko-ovi	9162	458	ulko-ovi	71467	3573	ulko-ovi	55891	23455,96
Sisäiset energiat	-50408	-2520	Sisäiset energiat	-96920	-4846	Sisäiset energiat	-109487	-193840,8
Ilmanvaihto	101551	5078	Ilmanvaihto	180195	9010	Ilmanvaihto	203102	126136,8
Ilmavuodot	67701	3385	Ilmavuodot	120130	6007	Ilmavuodot	135401	120130,3
Lämmin käyttövesi	64240	3212	Lämmin käyttövesi	105120	5256	Lämmin käyttövesi	138992	105120
Lämpöenergia, yh	411030	20552	Lämpöenergia, yht	720226	36011		725241	36262
	Alkup			Alkup				
kWh/rm^3	61,8		kWh/rm^3	61,0		kWh/rm^3	54,5	
kWh/htm^2	254,8		kWh/htm^2	212,5		kWh/htm^2	187,7	
kWh/brm^2	169,9		kWh/brm^2	170		kWh/brm^2	150,2	

1950-luvun rakennuksen ominaiskulutus on 255 kWh/asm^2 vuodessa. Vaipan johtumishäviöt on suurin yksittäinen kulutuksen osatekijä. Sen osuus on 55 %. Laskelmissa on käytetty ilmavuotolukuja n_{50} 5,0 1/h. Luku on kivirakennuksessa heikohko. 1950-luvun rakennuksissa erityisesti ikkunat ja parvekeovet ovat kuitenkin vaipan hataruutta aiheuttavia kohtia, mikä tosin ilmanvaihdon toimivuuden kannalta on osittain jopa suotavaakin.

1960-luvun rakennuksen ominaiskulutus rakennustilavuutta kohden on sama kuin 1950-luvun rakennuksessa Sitä vastoin ominaiskulutus asuntoalaa kohden on jo selvästi parempi. Harha johtuu rakennusten suunnitteluratkaisujen erilaisuudesta. 1950-luvun

rakennuksen kerroskorkeus on selvästi suurempi kuin myöhemmässä rakennuskannassa. Tämän vuoksi rakennustilavuutta kohden lasketut ominaiskulutusluvut ovat hyvin harhaanjohtavia ja niiden käyttöä tulee välttää. Vaipan rakenteiden johtumishäviöiden osuus on edelleen suuri (57 %) johtuen ikkunoiden ja parvekeovien suuresta määrästä.

1970-luvulla ominaiskulutus on jo selvästi parempi, alle 190 kWh/asm^2. Vaipan johtumishäviöiden osuus on nyt 49 %.

Todellisuudessa kaikissa rakennuksissa johtumishäviöiden merkitys on laskennallistakin suurempi. Käytännössä on todettu, että ilmanvaihdon taso ei kerrostaloissa ole rakentamismääräysten edellyttämällä tasolla (n = 0,5 1/h), vaan selvästi sitä pienempi. Tällöin ilmanvaihdon johtumishäviöt ovat laskennallista pienemmät, jolloin johtumishäviöiden suhteellinen merkitys kasvaa.

9.2.2 Kerrostalojen energiakorjaukset ja korjauksen vaikutus lämmitysenergian kulutukseen

Kaikissa kerrostaloissa tehdään energiataloutta parantava korjaus, joka sisältää seuraavat toimenpiteet:

- ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristys (100 mm) ja uusi pintarakenne
- ikkunoiden, parvekeovien ja ulko-ovien uusiminen
- lämmöntuottolaitoksen uusiminen (lämmönvaihdinpaketti) ja sen yhteydessä tehtävä patteriventtiilien asennus ja järjestelmän perussäätö sekä
- asuntokohtaisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen seinäpuhallustekniikalla, lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on 30 %.

Taulukko 9.16 esittää kohteiden lämmitysenergian kulutuksen em. perusparannuksen jälkeen.

Taulukko 9.16 Tyyppitalojen lämpöenergian kulutus ja kustannukset perusparannuksen jälkeen. Lämmitysenergian hintana on käytetty 50 € /MWh.

1950-luvun talo	Korjattu kWh/v	€/vuosi	1960-luvun talo	Korjattu kWh/v	€/vuosi	1970-luvun talo	Korjattu kWh/v	€/vuosi
Johtumishäviöt	120085	6004	Johtumishäviöt	236192	11810	Johtumishäviöt	197969	236192,4
alapohja	27924	1396	alapohja	41679	0	alapohja	27200	41678,79
ulkoseinä	43599	2180	ulkoseinä	54498	-54498	ulkoseinä	58791	54497,79
yläpohja	24739	1237	yläpohja	36925	0	yläpohja	24097	36924,8
ikkuna	21205	1060	ikkuna	79635	-72999	ikkuna	69111	79635,06
ulko-ovi	2618	131	ulko-ovi	23456	-48011	ulko-ovi	18770	23455,96
Sisäiset energiat	-100817	-5041	Sisäiset energiat	-193841	96920	Sisäiset energiat	-218974	-193840,8
Ilmanvaihto	71086	3554	Ilmanvaihto	126137	-54059	Ilmanvaihto	142171	126136,8
Ilmavuodot	67701	3385	Ilmavuodot	120130	0	Ilmavuodot	135401	120130,3
Lämmin käyttövesi	64240	3212	Lämmin käyttövesi	105120	0	Lämmin käyttövesi	138992	105120
Lämpöenergia, yht	222295	11115		393739	19687		395559	19778
kWh/rm^3	33,4		kWh/rm^3	33,4		kWh/rm^3	29,7	
kWh/htm^2	137,8		kWh/htm^2	116,1		kWh/htm^2	102,4	
kWh/brm^2	91,9		kWh/brm^2	92,9		kWh/brm^2	81,9	

1950-luvun rakennuksen ominaiskulutus on korjauksen jälkeen 138 kWh/asm^2 vuodessa. Vaipan johtumishäviöt on edelleen suurin yksittäinen kulutuksen osatekijä, sen osuus on 54 %. Johtumishäviöiden kohdalla on saavutettu suurin yksittäinen säästö, jonka suuruus on vuositasolla 107 MWh. Lämmitysjärjestelmän perusparannuksella saavutettava säästö on myös huomattava, noin 50,5 MWh.

1960-luvun rakennuksessa ominaiskulutus on alentunut tasolle 116 KWh/asm^2 vuodessa. Luku on hyvä. Lisäeristäminen ja ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen alentaa lämmönkulusta 175 MWh vuodessa. Lämmitysjärjestelmän perusparannus alentaa kulutusta 96 MWh vuodessa.

1970-luvun rakennuksessa päästään korjauksella jo samalle tasolle nykyisen uudistuotannon kanssa. Suunnitteluratkaisun taloudellisuudesta johtuen nykyisten kerrostalojen voi olla vaikea saavuttaa tasoa 82 kWh/asm^2 vuodessa. Vaipan korjaus tuottaa jälleen merkittävimmät säästöt 160 MWh, ja lämmitysjärjestelmän perusparannus tukee kulutuksen alenemista samalla tavalla kuin muissakin rakennuksissa (109 MWh vuodessa).

9.2.3 Energiakorjausten kustannukset ja kannattavuus

Asuinkerrostaloissa ei korjauksiin koskaan ryhdytä energiatalouden parantamisen vuoksi. Taustalla on aina rakennuksessa oleva korjaustarve, jolloin korjauksen yhteydessä voidaan myös sisäilman laatua ja rakennuksen energiatehokkuutta parantaa. Siksi korjausten kannattavuutta ei tule arvioida normaalin investointilaskennan periaatteilla. Jos takaisinmaksuaika investoinnille halutaan laskea, käytetään erittäin matalaa laskentakor-

koa (i = 0 %), ja investoinnin kustannukseksi kohdistetaan vain se osa kustannuksista, joka johtuu energiatalouden parantamisesta. Siis esimerkiksi julkisivun korjauksessa lisäeristyksestä aiheutuva kustannusosuus, jonka merkitys on korjaushinnasta keskimäärin 10–20 %. Ikkunoiden kohdalla kannattavuusarvio tehdään siten, että perusvaihtoehtona käytetään ikkunan kunnostamista nykyiseen tekniseen tasoon. Vaihtoehtoinvestointien kannattavuus lasketaan siten, että vaihtoehtojen kustannuserot ja vastaavasti erot säästöissä ja kunnossapidon tarpeessa otetaan huomioon.

Suositeltavaa on tehdä taloudellisuusarviointi elinkaarianalyysin perusteella, jolloin voidaan eri toimenpidevaihtoehtojen keskinäiset erot esittää joko nykyarvona tai vuosikustannuksina.

Taulukko 9.17 esittää kohdassa 3.2 tarkasteltujen toimenpidekonseptien kustannukset kokonaiskustannuksina ja kustannuksina asuntoneliömetriä kohden. Asuinkerrostalojen kauppa-arvo vaihtelee suuresti. Tarkastelussa on oletettu, että kaikissa rakennuksissa kauppa-arvo ennen korjaukseen ryhtymistä on 1 500 €/asm^2. Erityisesti 1950-lukujen kerrostalot sijaitsevat kaupunkikeskustojen läheisyydessä, jolloin niiden kohdalla tonttimaan arvo yleensä nostaa kauppa-arvoa. Tätä ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole otettu huomioon.

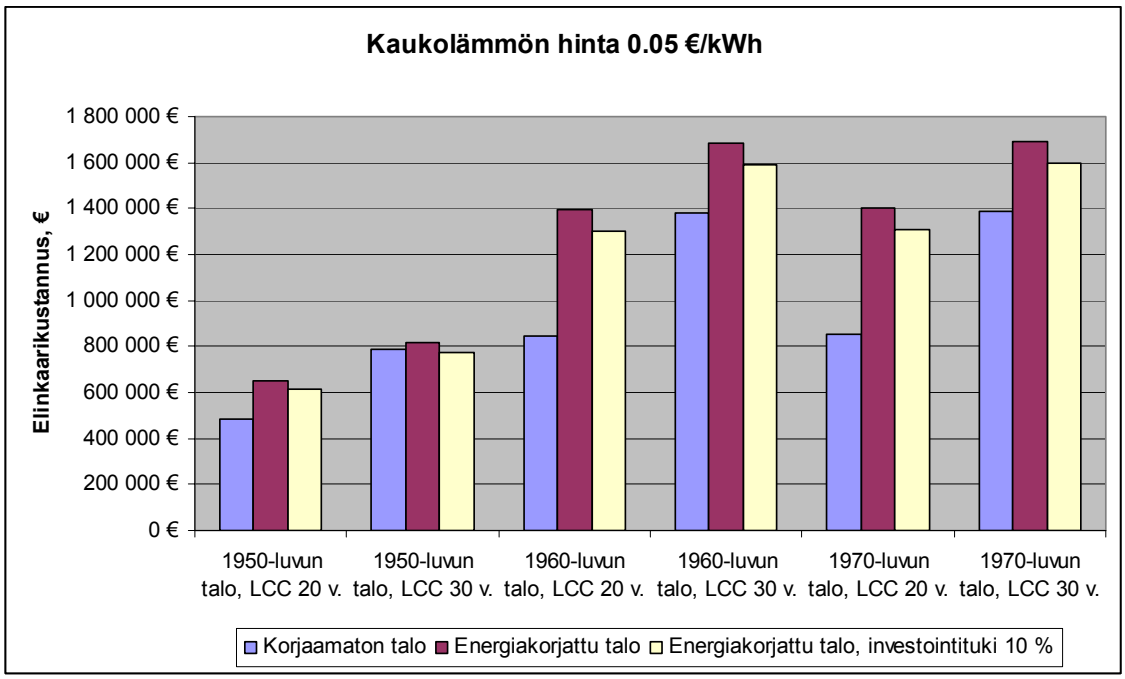
Taulukko 9.17. Energiakorjausten kustannukset eri aikakausien kerrostaloissa. Kustannustaso tammikuu 2006, arvonlisävero ei sisälly hintoihin. Kustannukset edustavat ns. normaali-Suomen hintatasoa, pääkaupunkiseudulla kustannukset ovat 10–20 % korkeammat.

1950-luvun talo	Hinta (alv = 0 %)		1960-luvun talo	Hinta (alv = 0 %)		1970-luvun talo	Hinta (alv = 0 %)	
	€	€/asm^2		€	€/asm^2		€	€/asm^2
Vaipan korjaus	261000	162	Vaipan korjaus	663000	196	Vaipan korjaus	626000	162
alapohja		0	alapohja		0	alapohja		0
ulkoseinä	187000	116	ulkoseinä	304000	90	ulkoseinä	328000	85
yläpohja		0	yläpohja		0	yläpohja		0
ikkuna	54000	33	ikkuna	203000	60	ikkuna	176000	46
ulko-ovi	20000	12	ulko-ovi	156000	46	ulko-ovi	122000	32
Lämmitysjärjestelmä	33000	20	Lämmitysjärjestelmä	67000	20	Lämmitysjärjestelmä	77000	20
Ilmanvaihto	97000	60	Ilmanvaihto	203400	60	Ilmanvaihto	232000	60
Hinta yhteensä	391000	242	Hinta yhteensä	933400	275	Hinta yhteensä	935000	242
Korjausaste	16,2 %		Korjausaste	18,4 %		Korjausaste	16,1 %	

Energiakorjausten kustannukset ovat asuntoneliömetriä kohden lähes samalla tasolla rakennustyypistä riippumatta. Tämän lisäksi joudutaan kohteissa tekemään täydentäviä korjauksia, jotka nostavat kustannuksia. Tällä hetkellä suurin korjaustarve kohdistuu 1940–1950-luvulla rakennettujen kerrostalojen putkistoihin. Putkistokorjauksen kustannukset ovat korjausten perusteellisuudesta riippuen noin 300–500 €/asm^2. Putkistokorjauksella saavutettava säästö energiankulutuksessa on varsin vähäinen (vesikalusteiden

uusimisesta johtuva käyttöveden kulutuksen aleneminen ja asuntokohtaiseen kulutusmittaukseen siirtyminen), joten siihen verrattuna tarkastellut energiakorjauspaketit ovat hyvin kilpailukykyisiä.

Energiakorjauksille tehtiin kevyt elinkaarianalyysi, jossa otettiin huomioon vain investointi- ja käyttökustannukset. Tarkasteluaika oli 20 tai 30 vuotta. Laskentakorko oli 0 % ja energian eskalaatio 1,5 %. Investointi on laskettu joko ilman tukea tai yhteiskunnan tuella 10 % investointikustannuksista (v. 2006 tukimenettelyn mukaan). Kaukolämmön nykyhinnalla energiakorjatun talon elinkaarikustannus on korjaamatonta korkeampi kaikissa muissa tapauksissa paitsi 1950-luvun talolla 30 vuoden tarkasteluajalla ja yhteiskunnan tuella (kuva 9.5). Kolminkertaisella energianhinnalla energiakorjaus on kaikissa tapauksissa kannattavin vaihtoehto (kuva 9.6).



Kuva 9.5. Elinkaarikustannukset energian nykyhinnalla.