

# FOLIA FORESTALIA 48

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1968

---

---

TARMO PELTOMÄKI JA  
HEIKKI VEIJALAINEN

---

KIINTEISTÖJEN KÄYTTÄMÄN  
LÄMPÖENERGIAN OMINAISKULUTUS.

---

SPECIFIC CONSUMPTION OF  
THERMAL ENERGY UTILIZED  
BY REAL ESTATES.

---

- 1966 No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.  
 No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.  
 Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
- No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.  
 No 22 Eero Paavilainen: Havaintoja kasvaturpeen käytöstä männyn istutuksessa.  
 Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
- No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.  
 Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
- No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.  
 Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
- No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.  
 Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
- No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.  
 Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
- No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.  
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.  
 Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.
- No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiililä. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.  
 Real estates raw wood utilisation survey in Finland in 1964—66.
- No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.  
 Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
- No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.  
 The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
- No 32 Metsätilastoa. I Metsävaranto.  
 Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
- No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.  
 Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
- No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.  
 Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
- No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotieto- ja vuodelta 1966.  
 Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.
- No 36 Eero Paavilainen—Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.  
 Studies on the capillary rise of water in peat.
- No 37 Matti Heikinheimo — Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainevarastot talvella 1965/66.  
 Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- 1968 No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftsöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.  
 The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.
- No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.  
 Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.

Metsäntutkimuslaitos. Institutum forestale Fenniae. Helsinki 1968

Tarmo Peltomäki - Heikki Veijalainen

KIINTEISTÖJEN KÄYTTÄMÄN LÄMPÖENERGIAN OMINAIS-  
KULUTUS

Specific consumption of thermal energy utilised by real estates

Summary in English on page 4

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitos suoritti valtakunnan kiinteistöjen raakapuun ja polttoaineiden tutkimuksen vuosina 1964-66. Sen alkuvaiheissa pantiin alulle rinnakkaistutkimus, jolla toivottiin voitavan kehittää entistä nopeampi ja helpommin toteutettava menetelmä kiinteistöjen polttoaineiden etenkin polttopuun kulutuksen määrittämistä varten (määrittämällä rakennuskanta ja sen energian käyttö sekä vähentämällä siitä tuontipolttoaineiden hyötyenergia, jolloin erotuksena voidaan laskea polttopuun käyttö). Valitettavasti oli rinnakkaistutkimuksen aineiston keräys varojen puutteen vuoksi rajoitettava vain maalaiskuntiin.

Syksyllä 1967, kun päätutkimuksen tulokset olivat jo tiedossa, päätettiin jatkaa tätä menetelmätutkimusta yhteisvoimin kauppa- ja teollisuusministeriön voimataloustoimiston kanssa. Tutkimuksen aineiston käsittely ja analyysi annettiin dipl. ins. TARMO PELTOMÄEN (voimataloustoimisto) ja luonn.tiet.kand. HEIKKI VEIJALAISEN (metsäntutkimuslaitos) tehtäväksi. Kiinteistöjen polttolaitteiden vuosihyötysuhteet ar-

vioi dipl.ins. PAUL LAINE kaupp- ja teollisuusministeriön voimataloustoimistosta.

Työtä ovat ohjanneet professori SEPPO ERVASTI ja vt. professori PENTTI MALASKA. Kiitän kaikkia työhön osallistuneita.

Helsingissä 29 päivänä marraskuuta 1967

Lauri Heikinheimo

## SISÄLTÖ

	Sivu
ALKUSANAT . . . . .	1
SUMMARY . . . . .	4
1. JOHDANTO . . . . .	7
2. AINEISTO . . . . .	7
3. MENETELMÄ . . . . .	9
31. Siirtyminen hyötyenergiämääriin . . . . .	9
32. Analyysi . . . . .	10
321. Alkukäsittely . . . . .	10
322. Valikoiva regressioanalyysi . . . . .	12
4. TULOKSET . . . . .	14
5. TULOSTEN VARMUUS . . . . .	27
6. TULOSTEN SOVELTAMINEN . . . . .	28
KIRJALLISUUS JA MUUT LÄHTEET . . . . .	35
LIITTEET . . . . .	36

## LIITTEET

1. Hyötyenergiämääriä laskettaessa käytetyt polttolaitteiden hyötysuhde - arviot alkuperäisen ositejaon mukaisessa kiinteistöryhmittelyssä . . . .	36
2. Muuttujien korrelaatiomatriisit . . . . .	37
00. Asuinrakennukset, uunilämmitys	
01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys	
3. Muuttujien korrelaatiomatriisit . . . . .	38
10. Viljelmät, 2.00 - 9.99 ha	
11. Viljelmät, 10.00 ha -	
4. Muuttujien korrelaatiomatriisit . . . . .	39
20. Liike- ja teollisuusrakennukset	
30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset	
5. Muuttujien korrelaatiomatriisit . . . . .	40
40. Huvilat ja saunat	
41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset	
6. Esityksessä käytettyjen symbolien yksiköt ja merkitys . . . . .	41

## SUMMARY

The Forest Research Institute conducted in 1964-66 a study on the fuel round-wood utilisation of real estates. For that study, detailed material was collected from 600 rural real estates which were selected by lot from the sample of the main research project.

The purpose of the presents study is to determine the specific consumption values of the thermal energy of rural real estates for application in the calculation of the annual consumption of energy and its prediction by means of construction or population statistics. The study seeks at the same time to establish the most important factors influencing the size of the specific consumption figures.

The study is concerned only with effective useful energy obtained from fuels. The useful ratio estimates of the heating devices used in the calculation are given in Appendix 1, p.36 . The specific consumption figure  $q_v$  (Mcal/cu.m./year) per volume unit was calculated from useful energy by taking the total volumes of the main buildings of the real estates as volume values. The specific consumption figure  $q_k$  (Gcal/inhabitant/year) per inhabitant was also calculated from the useful energy values by dividing them by the number of inhabitants on the real estates according to the census register.

The material which explains the specific consumption values contained the following information:

1. Total volume of the buildings ( $V$ );
2. The heatable volume of the buildings ( $V_1$ );
3. Number of inhabitants, adults ( $n_a$ );
4. Number of inhabitants, adults and children ( $n_k$ );
5. Heat escape figure of the walls ( $k$ );
6. Number of heating days ( $N$ );
7. Age of the buildings ( $t$ );
8. Number of electric devices used for cooking or heating purposes ( $S$ ). (cf. Appendix 6, p. 41 ).

The distribution by type of building was arrived at graphically and the data were treated by selective regression analysis.

The results of the analysis are given in equations (5)-(29), pp. 16-17, and in Figs. 1-12, pp.19 - 25. The figures also show the confidence limits of the graphs representing the specific consumption figures with 95 per cent confidence coefficient. The means and the deviations of the specific consumption figures and the exponential variables are given in Table 1, p. 18. The results of the tests of the coefficients of

regression are given in Table 2, p. 26. Table 3, p. 29, gives the standard errors of the mean for the energy and specific consumption values by types of building, and Appendices 2-5 on pp. 37-40 give the correlation matrices of the variables.

The consumption of fuel energy by rural real estates was calculated in Table 5, p. 34 for control purposes on the basis of the results of the present study. Of the specific consumption figures,  $q_v$  (Mcal/cu.m./year) was the most practical for application. Its application was complicated, however, by the different estimates for the volumes of Finnish buildings. It can be said on the basis of the results of this study that the use of the specific consumption figures presupposes more efficient statistical analysis of the building stock and heating devices because the factors influencing the use of fuel energy are rather diverse.

To complement the results obtained here, Table 4, p. 33 gives the specific consumption figures for urban dwellings which were calculated in another study (RYD-MAN 1968).

CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	1
SUMMARY . . . . .	4
1. INTRODUCTION . . . . .	7
2. MATERIAL . . . . .	7
3. METHOD . . . . .	9
31. Change to useful energy values . . . . .	9
32. Analysis . . . . .	10
321. Preliminary treatment . . . . .	10
322. Selective regression analysis . . . . .	12
4. RESULTS . . . . .	14
5. RELIABILITY OF THE RESULTS . . . . .	27
6. APPLICATION OF THE RESULTS . . . . .	28
LITERATURE AND OTHER SOURCES . . . . .	35
APPENDICES . . . . .	36

APPENDICES

1. Useful ratio estimates for heating devices used in calculating the useful energy values in a real-estate classification according to the original stratification . . . . .	36
2. Correlation matrices of the variables . . . . .	37
00. Dwelling houses, stove heating	
01. Dwelling houses, central heating	
3. Correlation matrices of the variables . . . . .	38
10. Farms, 2.00 - 9.99 hectares	
11. Farms, 10.00 - hectares	
4. Correlation matrices of the variables . . . . .	39
20. Business and industrial buildings	
30. Schools, hospitals and other public buildings	
5. Correlation matrices of the variables . . . . .	40
40. Summer cottages and sauna baths	
41. Other buildings heated occasionally	
6. Units and explanation of symbols used in the study . . . . .	41



## 1. JOHDANTO

Maamme luontaiset energiareservit ovat osoittautumassa riittämättömiksi, ja niiden kilpailukyky on huononemassa. Ulkomaiset polttoaineet ovat valtaamassa yhä suuremman osan vuotuisesta energian kulutuksesta, mikä puolestaan merkitsee energiahuollon lisääntyvää riippuvuutta vaikutuspiirimme ulkopuolisista tekijöistä. Tämä on johtanut siihen, että tajutaan entistä selvemmin energiatalouteen liittyvät kansantaloudelliset arvot ja alan tutkimuksen ja suunnittelun tarve.

Teollisuuden energian käytöstä, ulkomaisten polttoaineiden tuonnista sekä sähkön tuotannosta ja kulutuksesta on nykyisin olemassa ajan tasalla olevia tilastoja. Teollisuustilaston ulkopuolisten kiinteistöjen polttoaineen käytöstä viimeisin Metsän-tutkimustaitoksen suorittama tutkimus on vuodelta 1965, mutta seuraava tehtänee vasta 1970-luvulla. Vuonna 1965 suoritetun tutkimuksen yhteydessä herätettiin ajatus tilastoimisen tehostamisesta jokavuotiseksi. Ainoa mahdollisuus tähän pääsemiseksi oli uuden suhteellisen luotettavan menetelmän kehittäminen, sillä entistä suureen otokseen perustuvaa tutkimusta ei voida ajatella vuosittain suoritettavaksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on maalaiskuntien kiinteistöjen energian ominaiskulutuslukujen määrittäminen siten, että saatuja lukuja voidaan käyttää energian käytön laskentaan ja ennustamiseen. Samalla pyritään selvittämään tärkeimmät niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat energian ominaiskulutuslukujen suuruuteen.

## 2. AINEISTO

Tutkimus perustuu aineistoon, joka kerättiin vuosina 1964-66 kiinteistöjen raaka-  
kapuun ja polttoaineiden käytön tutkimuksen yhteydessä (ERVASTI ym. 1967 s. 23)  
m a a l a i s k u n n i s t a varsinaisen kiinteistönäytteen (n. 2800 kpl) alanäytteestä. Alanäyte sisälsi 600 kiinteistöä eri puolilta maata. Näyteyksiköistä 32 ei täyttänyt kiinteistöille asetettavia vaatimuksia, lisäksi 5 käytti lämmitykseen lähes yksinomaan sähköä ja 19 oli muista syistä tutkimuksen kohteeksi kelpaamatonta.

Kiinteistöllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa tilaa, viljelmää, tonttia, vuokra-  
aluetta tai niiden osaa, jolla sijaitisi rakennuksia vuonna 1965. Tutkimuksen ulko-  
puolelle jäivät ne kiinteistöt, joiden polttoaineista tehtiin ilmoitus teollisuustilastoon

vuonna 1965, sekä vuonna 1960 tai sitä ennen valmistuneet puolustuslaitoksen kasarmit, varastot ja varikot sekä suuri osa kesähuviloita.

Tutkimuksessa käsitellään ainoastaan polttoaineista saatua lämpöenergiaa, joten sähköenergia ja moottoripolttoaineet jäävät tutkimuksen ulkopuolelle. Lisäksi kiinteistöiltä kerättiin tietoja, joiden avulla oli tarkoitus selvittää niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat lämpöenergian kulutusmääriin.

Seuraavassa luettelossa ovat näytekiinteistöiltä saadut yhtenäiset ja vertailukelpoiset tiedot ja niistä käytettävät merkinnät sekä yksiköt (vrt. liite 6 s. 41)

1. Rakennuksen kokonaistilavuus,  $V$  ( $m^3$ ) (RT-kortti 120.11); yleensä kiinteistön päärakennuksen tilavuus
2. Rakennuksen lämmitettävä tilavuus,  $V_1$  ( $m^3$ ): päärakennuksen tilavuus
3. Asukkaiden lukumäärä,  $n_k$  (henkeä); kaikki 1.1.1965 kiinteistöllä henkikirjoitetut asukkaat
4. Aikuisten asukkaiden lukumäärä,  $n_a$  (henkeä); ne yli 15-vuotiaat, jotka olivat henkikirjoitettuna kiinteistöllä 1.1.1965
5. Seinielle laskettu lämmönläpäisy luku,  $k$  ( $kcal / m^2, h, ^\circ C$ ); teoreettinen seinien rakennusaineen ja -tavan perusteella arvioitu luku
6. Lämmityspäivät,  $N$  (kpl); päärakennuksen lämmityspäivien (-kerrosten) arvioitu lukumäärä tutkimusvuonna
7. Kiinteistön ikä,  $t$  (v); laskettu rakentamis- tai peruskorjausvuodesta
8. Keitto- tai lämmitystarkoituksiin käytettyjen sähkölaitteiden lukumäärä,  $S$  (kpl)
9. Lehmien ja hevosten yhteinen lukumäärä,  $L$  (kpl)

Näytekiinteistöjen tutkimusvuonna kuluttamista polttoainemääristä laskettiin tehollisia lämpöarvoja (ks. SAINIO-SORROLA 1968 s. 33) käyttäen jokaiselle näytekiinteistölle:

10. Kokonaisenergia,  $E_k$  (Gcal/v) sekä tästä edelleen
11. Ulkomaisten polttoaineiden suhteellinen osuus,  $u$  (%)

Aineisto sisälsi osittain tai puutteellisina tietoja asukkaiden tuloista ja ikkunoiden suhteellisista osuuksista seinien pinta-aloista sekä useita muitakin tietoja, joita ei tässä tutkimuksessa käytetty.

### 3. MENETELMÄ

#### 31. Siirtyminen hyötyenergiämääriin

Tutkittavasta alanäytteestä saatiin kunkin kiinteistön vuonna 1965 käyttämät kokonaisenergiämäärät. Näitä voidaan kiinteistöittäin pitää keskimäärin samoina vuodesta toiseen, mikäli lämmityslaitteisto ja siinä käytetty polttoainerakenne - siis hyötysuhde - pysyvät samoina. Tämä merkitsee, että tietty rakennustilavuus vaatii karkeasti ottaen samanlaisissa olosuhteissa saman lämpömäärän, jotta siinä voitaisiin normaalilla tavalla tulla toimeen. Mahdollisimman yleisiin lukuihin pääsemiseksi on siirrytty kokonaisenergialuviista vastaaviin hyötyenergialuviin, jotta voitaisiin eliminoida polttolaitteiden aiheuttama vaihtelu kokonaisenergiämäärissä ja jotta polttolaitteiden lukumäärissä tapahtuvat muutokset voitaisiin ottaa huomioon erikseen myöhempiä ennusteita laadittaessa.

Alkuperäisen ositejaon (liite 1 s. 36) puitteissa suoritettiin aluksi erillisenä konekäsittelynä siirtyminen kokonaisenergiämääristä vastaaviin hyötyenergiämääriin. Hyötysuhteita arvioitaessa oli pyrkimyksenä päästä keskimääriin (käytössä olevien laitteiden todellisiin) vuosiarvioihin. Ne määritettiin ositteittain erikseen raakapolttopuulle ja jätepuulle sekä kiinteille ja nestemäisille tuontipolttaineille. Hyötysuhdearvot perustuvat kirjallisuudessa esitettyjen vastaavien laitteiden arvoihin sekä myös VTT:n käytännössä mittaamiin arvoihin. Näin päädyttiin liitteessä 1 s. 36 esitettyihin hyötysuhteisiin.

Vanhojen asuin- ja liikekiinteistöjen ositteen 0 (liite 1 s. 36) rakennuksissa on ajateltu käytetyksi varsinaisten lämmityslaitteiden (kaakeli- ja pönttöuunit:  $\eta = 60\%$ ) ohella myös keittämiseen (liedet:  $\eta = 30-40\%$ ) sekä veden lämmittämiseen tarkoitettuja laitteita (liedet, muuripadat:  $\eta = 30\%$ ). Näiden perusteella on käytetty raakapuulle keskimääriäistä hyötysuhdearvoa 42 % sekä jätepuulle tulipesän huonomman täyttymisen

ja yleensä käytettävän liian suuren ilmakertoimen takia hiukan pienempää arvoa:  $\eta = 40\%$ . Kiinteillä ulkomaisilla polttoaineilla, kivihieillä ja koksilla lämmitettäviä uuneja ei meillä yleensä käytetä. Ulkomailla todettujen arvojen perusteella on näille merkitty hyötysuhteeksi  $\eta = 50\%$ . Käytettyjen öljylämmityskamiinoiden hyötysuhteen on VTT:n tutkimuksissa todettu olevan keskimäärin  $75\%$ .

Vanhojen asuin- ja liikekiinteistöjen ositteessa 1 on käytetty pienten valurautakattiloiden hyötysuhdearvoja. Käytössä olevat kattilat ovat yleensä uudempia kuin ko. rakennukset. Ositteiden 2 ja 3 hyötysuhteet on arvioitu polttolaitteiden suurempien yksikkökokojen tuomien etujen perusteella hieman paremmiksi kuin eo. ositteessa, ja ositteen 4 arvioihin on päädytty ositteesta 0.

Muiden vanhojen kiinteistöjen ositteen 0 hyötysuhteet ovat lähellä edellisen perusjoukon vastaavia arvoja. Ositteissa 1-3 suurempien yksikkökokojen takia arvot ovat edellisen perusjoukon vastaavien ositteiden lukuja jonkin verran parempia, ja osite 4 on verrattavissa suoraan ositteeseen 0.

Uusissa rakennuksissa on varsin erilaisia lämmityslaitteita, ja siksi on hyötysuhteidenkin arvioiminen ollut vaikeaa. Uudempien laitteiden takia niitä on pidetty edellisiin verrattuna jonkin verran parempina.

Viljelmien lämmityslaitteiden hyötysuhteita on verrattu lähinnä vanhojen kiinteistöjen asuin- ja liikerakennusten vastaaviin arvoihin.

## 32. Analyysi

### 321. Alkukäsittely

Vuodessa käytetyistä hyötyenergiämääristä laskettiin ominaiskulutusluvut :

I Tilavuuden ominaiskulutusluku

$$q_v = \frac{E_h}{V} \quad (\text{Mcal}/\text{m}^3, \text{v})$$

II Asukkaan ominaiskulutusluku

$$q_k = \frac{E_h}{n_k} \quad (\text{Gcal}/\text{as}, \text{v})$$

Näiden lisäksi laskettiin tilavuuden ominaiskulutusluku lämmityspäivää kohden,  $q_{vpv}$  (kcal/m<sup>3</sup>, pv), jolla eliminoitiin lämmityspäivien lukumäärien erilaisuudesta aiheutuvat poikkeamat.

Tilavuutena käytettiin kiinteistöjen päärakennuksen kokonaistilavuutta. Tämä siksi, että pyrkimyksenä oli määrittää tietty kiinteistökohtainen ominaiskulutusluku, joka vastaa rakennustilastoissa esitettyjä tilavuuksia. Koska hyötyenergia sisälsi päärakennuksen lämmitysenergian lisäksi mm. saunan, riihen, muuripadan, veden ja ravinnon lämmittämiseen käytetyn polttoaine-energian, voidaan koko kiinteistön käyttämä energia laskea yksinomaan päärakennuksen tilavuutta käyttäen.

Näytekiinteistöistä tutkittiin käytettävissä olevien tietojen perusteella selittävien muuttujien selityskykyä funktioiden  $q_v$ ,  $q_k$  ja  $q_{vpv}$  kulkuun graafisesti. Lisäksi tutkittiin selittäjien keskinäisiä korrelaatioita samalla tavalla.

Alkuperäinen kiinteistöryhmittely (liite 1 s. 36) osoittautui olevan tarkistuksen tarpeessa. Tämä tuli esiin graafisissa esityksissä, joissa syntyi verraten selviä homogeenisiä ryhmiä seuraavasti:

		Näyte kpl
0	Asuinrakennukset	
	00. Unilämmitys . . . . .	133
	01. Keskuslämmitys . . . . .	70
1	Viljelmät	
	10. 2.00 - 9.99 ha . . . . .	106
	11. 10.00 ha - . . . . .	62
2	20. Teollisuus- ja liikerakennukset . . . . .	55
3	30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset . . . . .	46
4	Tilapäisesti lämmitettävät rakennukset	
	40. Huvilat ja saunat . . . . .	50
	41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset . . . . .	<u>22</u>
	Yhteensä	544

Jakoa tehtäessä oli pohjana talonrakennustilastossa käytetty jako ja rakennusten lämmitystapa. Näin päästiin aikaisempia pienempiin hajontoihin sekä kulutuksissa että

kuutiotilavuuksissa. Tällaisenaan jako sopii lähes suoraan tilastollisen päätoimiston käyttämiin rakennusten tilastoryhmittelyihin. Niissä on tosin käytetty lisäksi jakoa ki- vi- ja puurakennuksiin, joille ei kuitenkaan saatu graafisissa vertailuissa kulutuksellisia eroja tämän aineiston perusteella. Uuden jaon eduksi on lisäksi luettava se, että päästiin niin suuriin ryhmiin, että tulosten voidaan olettaa olevan tilastollisesti merkitseviä.

Alkutarkasteluissa maa jaettiin kolmeen alueeseen keskimääräisten lämmöntarvelukujen (KERÄNEN 1954 s. 18) mukaisesti. Alueellisia eroja tämän aineiston perusteella ei kuitenkaan voitu todeta, joten aluejaosta luovuttiin. Alunperin mukaan otetuista selittäjistä ei tuloja voitu määrätä läheskään kaikkien näyttekiinteistöjen kohdalla. Tällaisia olivat mm. teollisuus- ja liikerakennukset, koulut, sairaalat, huvilat jne.. Siksipä se jätettiin pois lopullisista selittäjistä, varsinkin kun se korreloi voimakkaasti kuutiotilavuuden kanssa. Samoin tehtiin ikkunoiden suhteellisille % - osuuksille, koska ne oli ilmoitettu vain karkeina luokka-arvioina, joista pienin sisälsi suurimman osan havainnoista. Lopullisesta analyysistä jätettiin pois kokonaan funktio  $q_{vpv}$ , jonka ei todettu parantavan merkittävästi energiankulutuksen arvioimismahdollisuuksia. Lämmönläpäisy lukua edustamaan otettiin seinille lasketut k-arvot, joiden todettiin olevan suurempia kuin ala- ja yläpohjien vastaavat arvot.

### 322. Valikoiva regressioanalyysi

Tutkimusmenetelmänä käytettiin valikoivaa regressioanalyysiä. Ohjelma käsittelee aineistoa periaatteessa suoraviivaisen mallin mukaisesti. Mikäli halutaan käyttää tästä poikkeavia selitysmalleja, on regressioyhtälön muoto tunnettava ennalta, jolloin ennen varsinaista analyysiä käytetään ko. yhtälön mukaisia transformaatioita. Tämän aineiston graafisten alkutarkastelujen yhteydessä todettiin, että tilavuuden ominaiskulutusluvun  $q_v$  riippuvuus tilavuudesta oli voimakkaasti käyräviivainen eräillä rakennustyypeillä. Muiden selittäjien osalta sensijaan riippuvuus oli lähinnä suoraviivainen.  $q_v$ :n käyräviivainen riippuvuus oli selvästi todettavissa rakennustyypeillä 00, 01, 10, 11 ja 40. Tarkemmin tutkittaessa todettiin, että  $q_v$  oli tilavuuden yksin ollessa selittäjänä muuttujana yleisesti näillä rakennustyypeillä muotoa:

$$q_v = a + \frac{b}{V + V_o} \quad (1)$$

missä

$V$  = rakennuksen kokonaistilavuus

$V_o$  = alkutarkastelujen perusteella määrätty vakio

$a$  ja  $b$  = regressiokertoimia

Konekäsitelyssä otettiin yhtälö (1) tilavuuden selitysmalliksi. Tämän jälkimmäisen termin käsittely ko. puitteissa oli mahdollista vain määrittämällä vakion  $V_o$  arvot rakennustyypeittäin alkutarkastelujen perusteella. Muut selittäjät otettiin mukaan suoraviivaisen mallin mukaisina. Regressioyhtälöksi valittiin näin rakennustyypeillä 00, 01, 10, 11 ja 40 tilavuuden ominaiskulutusluvun osalta:

$$q_v = a + \frac{b}{V + V_o} + cX + dY + \dots \quad (2)$$

missä

$q_v$  = tilavuuden ominaiskulutusluku

$V$  = rakennuksen kokonaistilavuus

$V_o$  = alkutarkasteluissa määrätty vakio

$X, Y, \dots$  = valinnaisia selittäjiä

$a, b, c, d, \dots$  = regressiokertoimia

Muilla rakennustyypeillä funktion  $q_v$  ja kaikilla tyypeillä asukkaan ominaiskulutusluvun  $q_k$  ei voitu todeta olevan minkään selittäjän käyräviivaisen funktion. Tyypeillä 20, 30 ja 41 tapahtui tilavuuden ominaiskulutusluvun  $q_v$  selitys täten yhtälön (3) mukaisesti:

$$q_v = a + bX + cY + \dots \quad (3)$$

missä

$X, Y, \dots$  = selittäjiä

$a, b, c, \dots$  = regressiokertoimia

Asukkaan ominaiskulutusluvun  $q_k$  selitysmallin muoto tuli vastaavasti yhtälön

(4) mukaisesti:

$$q_k = a + bX + cY + \dots \quad (4)$$

missä

$q_k$  = asukkaan ominaiskulutusluku

$X, Y, \dots$  = selittäjiä

$a, b, c, \dots$  = regressiokertoimia

Alkutarkastelujen perusteella tuntui käsiteltävä aineisto varsin hajanaiselta. Selvästi voitiin kuitenkin todeta, että  $q_v$ :n selittäjänä oli  $V$  tai  $\frac{1}{V+V_0}$ . Samoin todettiin  $q_k$ :n selittäjänä olevan asukkaiden lukumäärän  $n_k$ .

Jotta aineistosta olisi saatu selvä käsitys, suoritettiin tietokoneajo kahdessa vaiheessa. Konekäsittelyn ensimmäisessä vaiheessa otettiin edellisen perusteella rakennusten kokonaistilavuus sellaisenaan tai yhtälön (1) mukaisesti transformoituna pakolliseksi selittäjäksi  $q_v$ :ta käsiteltäessä, ja  $q_k$ :lle otettiin pakolliseksi selittäjäksi vastavasti asukkaiden lukumäärä (aikuiset ja lapset) suoraviivaisen mallin mukaisesti.

Tämän pohjalta suoritetulla käsittelyllä saatiin selville kaikki ne tekijät, jotka selittivät funktioita  $q_v$  ja  $q_k$ , ja näin saatiin varsin selvä kuva aineistosta. Toisessa vaiheessa kaikki edellisessä ajossa selitysvoimaisiksi havaitut valinnaiset selittäjät asetettiin pakolliseksi entisten pakollisten selittäjien lisäksi ja muut valinnaisiksi. Tämän toisen vaiheen tärkeimmät tulokset esitetään seuraavassa erikseen funktioille  $q_v$  ja  $q_k$  rakennustyypeittäin.

#### 4. TULOKSET

Taulukossa 1 s. 18 on esitetty kaikkien mukana olleiden muuttujien keskiarvot ja hajonnat sekä näytteiden lukumäärät rakennustyypeittäin. Samoin siinä on esitetty kokonais- ja hyötyenergiämäärien keskiarvot ja hajonnat sekä näistä lasketut rakennustyyppien keskimääräiset polttolaitteiden vuosihyötysuhteet, jotka määräytyvät alunperin kappaleessa 31. esitettyjen arvojen perusteella.

Muuttujien keskinäiset korrelaatiomatriisit ovat rakennustyypeittäin liit-



teissä 2-5 s. 37 - 40. Näistä selviävät selittävien muuttujien keskinäiset korrelaatiot tutkittaviin funktioihin.

Itse funktiot  $q_v$  ja  $q_k$  on esitetty erikseen analyysin määräämissä muodoissa yhtälöinä (5)-(29) (s. 16 - 17) sekä graafisina esityksinä (kuvat 1-12, s. 19 -25)  $q_v$  kokonaistilavuuden ja  $q_k$  asukasluvun (aikuiset ja lapset) funktiona. Näissä muodoissa ominaiskulutusluvut ovat suoraan tilastoihin sovellettavissa ja mukana ovat kuitenkin selittäjistä tärkeimmät, mikä voidaan todeta korrelaatioita keskenään vertailemalla. Tuloksina on esitetty  $q_v$ :n osalta saadut regressioyhtälöt, niiden hajonnat ja yhteiskorrelaatiokertoimet ensin siinä vaiheessa, kun vain tilavuus on selittäjänä sekä tämän jälkeen eri vaiheissa, kun regressioyhtälöön on lisätty uusi selittäjä.  $q_k$ :sta on esitetty vastaavat tiedot vain regressioyhtälöiden lopullisissa muodoissa. Yhtälöissä (5)-(29) käytetyistä symboleista yksiköineen ja merkityksineen on yhtenäinen luettelo liitteessä 6 s. 41.

I Tilavuuden ominaiskulutusluku (Mcal/m<sup>3</sup>,v)

00. Asuinrakennukset, uunilämmitys

$$q_v = 21.7 + 7173.7 \frac{1}{V+40} \quad s = 17.1; \quad R = 0.46 \quad (5)$$

01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys

$$q_v = 30.1 + 12596.1 \frac{1}{V+175} \quad s = 25.4; \quad R = 0.30 \quad (6)$$

$$q_v = 14.7 + 16191.9 \frac{1}{V+175} + 0.2 u \quad s = 24.3; \quad R = 0.41 \quad (7)$$

$$q_v = 28.1 + 13741.3 \frac{1}{V+175} + 0.2 u - 1.3 t \quad s = 23.4; \quad R = 0.48 \quad (8)$$

10. Viljelmät, 2.00 - 9.99 ha

$$q_v = 36.7 + 8345.3 \frac{1}{V} \quad s = 35.5; \quad R = 0.51 \quad (9)$$

$$q_v = 9.6 + 10048.9 \frac{1}{V} + 1.4 L \quad s = 30.9; \quad R = 0.66 \quad (10)$$

11. Viljelmät, 10.00 ha -

$$q_v = 36.7 + 7715.1 \frac{1}{V} \quad s = 20.6; \quad R = 0.33 \quad (11)$$

$$q_v = 27.5 + 8921.0 \frac{1}{V} + 0.8 L \quad s = 19.7; \quad R = 0.42 \quad (12)$$

20. Liike- ja teollisuusrakennukset

$$q_v = 27.2 + 55.7 k \quad s = 41.8; \quad R = 0.33 \quad (13)$$

$$q_v = 10.4 + 50.5 k + 0.3 u \quad s = 40.4; \quad R = 0.41 \quad (14)$$

30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset

$$q_v = 40.2 + 0.0012 V \quad s = 22.9; \quad R = 0.36 \quad (15)$$

$$q_v = 47.4 + 0.0011 V - 0.4 t \quad s = 22.2; \quad R = 0.43 \quad (16)$$

$$q_v = 43.3 + 0.0007 V - 0.4 t + 0.5 n_k \quad s = 20.8; \quad R = 0.53 \quad (17)$$

40. Huvilat ja saunat

$$q_v = 6.2 + 970.7 \frac{1}{V} \quad s = 22.5; \quad R = 0.59 \quad (18)$$

$$q_v = 4.2 + 1337.3 \frac{1}{V} - 0.9 u \quad s = 19.0; \quad R = 0.73 \quad (19)$$

$$q_v = -3.5 + 1412.8 \frac{1}{V} - 0.9 u + 0.1 N \quad s = 17.7; \quad R = 0.77 \quad (20)$$

41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset

$$q_v = 17.9 - 0.0059 V \quad s = 13.3; \quad R = 0.24 \quad (21)$$

II A s u k k a a n o m i n a i s k u l u t u s l u k u ( G c a l / a s , v )

00. Asuinrakennukset, uunilämmitys

$$q_k = 5.7 - 0.5 n_k \quad s = 2.3; \quad R = 0.43 \quad (22)$$

01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys

$$q_k = 4.1 \quad s = 2.5 \quad (23)$$

10. Viljelmät, 2.00 - 9.99 ha

$$q_k = 11.2 - 0.9 n_k \quad s = 12.9; \quad R = 0.16 \quad (24)$$

11. Viljelmät, 10.00 ha -

$$q_k = 10.1 - 0.5 n_k \quad s = 4.0; \quad R = 0.36 \quad (25)$$

20. Liike- ja teollisuusrakennukset

$$q_k = 7.8 - 1.0 k + 0.04 u \quad s = 12.1; \quad (26)$$

30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset

$$q_k = 15.4 + 0.0045 V - 0.1t - 0.8 n_k \quad s = 35.9; \quad R = 0.66 \quad (27)$$

40. Huvilat ja saunat

$$q_k = 0.02 + 1.3 n_k - 0.004 t \quad s = 0.09; \quad R = 0.96 \quad (28)$$

41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset

$$q_k = 0.7 + 0.002 V \quad s = 5.8 \quad (29)$$

Taulukko 1. Lämpöenergian ominaiskulutuslukujen ja niihin liittyvien selittäjien keskiarvot ja hajonnat rakennustyypeittäin  
 Table 1. Means and deviations of the specific consumption figures for thermal energy and of the exponents associated with them, by types of buildings

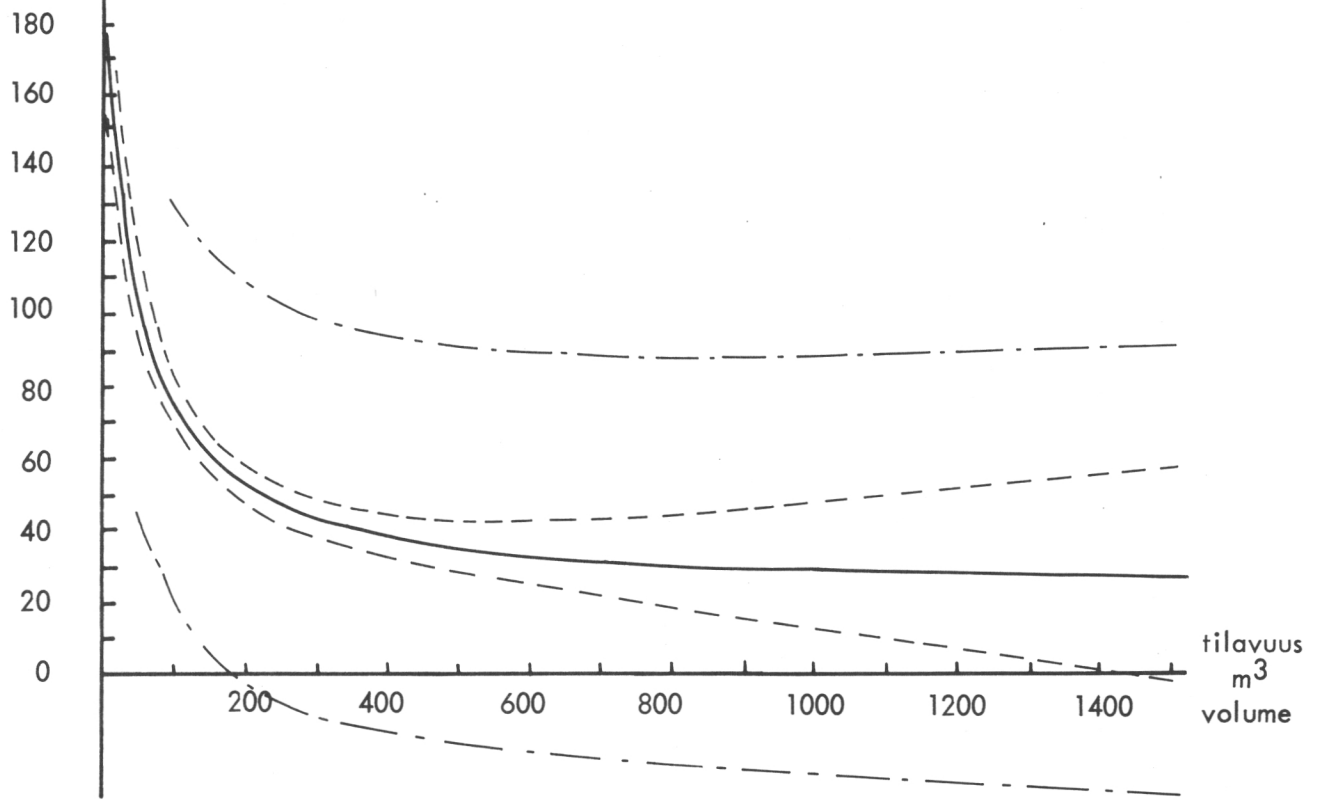
Muuttuja Variable	Yksik- kö Unit	Asuinrakennukset Dwelling houses		Viljelmät Farms		Liike- ja teol- lisuusrakennus- set Business and industrial buildings	Koulut, sairaalat ym. julkiset ra- kennukset Schools, hospitals etc. public buildings	Tilapäisesti lämmitet- tävät rakennukset Buildings heated occasionally	
		uuniläm- mitys stove heating	keskusläm- mitys central heating	2,00 - 9,99 ha 2,00 - 9,99 hectares	10,00 ha - 10,00 hectares			huvilat ja saunat summer cot- tages and saunas	muut other
Näytteiden lukumäärä - Number of samples	kpl	133	70	106	62	55	46	50	22
Tilavuuden ominaiskulutusluku - Specific consumption figure per volume	Mcal/ m <sup>3</sup> , v Mcal/ m <sup>3</sup> /year								
- keskiarvo - mean		50.0	49.3	59.1	51.3	57.5	48.1	21.5	12.5
- hajonta - deviation		31.4	26.6	41.1	21.7	44.4	24.6	27.8	13.7
Asukkaan ominaiskulutusluku - Specific consumption figure per inhabitant	Gcal/ as, v Gcal/in- habitant/ year								
- keskiarvo - mean		4.1	8.4	6.7	6.9	9.9	30.2	0.1	2.2
- hajonta - deviation		2.5	21.3	13.0	4.3	12.1	47.6	0.3	5.8
Kokonaistilavuus - Total volume	m <sup>3</sup>								
- keskiarvo - mean		286.0	837.7	356.4	770.2	2082.6	6307.1	123.1	921.7
- hajonta - deviation		194.0	1436.5	214.2	500.1	3716.4	7693.3	130.4	738.3
Lämmitettävä tilavuus - Volume to be heated	m <sup>3</sup>								
- keskiarvo - mean		194.5	710.3	253.1	526.1	1363.9	5761.6	82.7	663.1
- hajonta - deviation		126.9	1308.0	126.6	312.6	1982.8	7192.9	106.9	691.3
Asukkaiden lukumäärä, aikuiset - Number of inhabitants, adults	henkeä persons								
- keskiarvo - mean		2.5	5.7	3.4	4.3	2.9	9.8	0.6	0.5
- hajonta - deviation		1.2	14.2	1.4	2.2	3.5	16.3	0.2	1.0
Asukkaiden lukumäärä, aikuiset ja lapset - Number of inhabitants, adults and children	henkeä persons								
- keskiarvo - mean		3.5	8.4	4.9	5.9	4.7	13.7	0.1	0.7
- hajonta - deviation		2.3	21.3	2.6	3.0	5.8	19.1	0.2	1.5
Seinien k-arvo - k-value of the walls	kcal/m <sup>2</sup> , h, °C								
- keskiarvo - mean		0.53	0.48	0.57	0.54	0.54	0.55	0.67	0.66
- hajonta - deviation		0.12	0.18	0.16	0.11	0.28	0.17	0.35	0.35
Lämmityspäivien lukumäärä - Number of heating days	kpl units								
- keskiarvo - mean		236	249	231	234	246	265	54	59
- hajonta - deviation		41	28	54	29	26	30	61	71
Rakennuksen ikä - Age of the building	v years								
- keskiarvo - mean		25	8	28	44	11	16	6	18
- hajonta - deviation		28	6	32	59	12	15	10	17
Ulkomaisten polttoaineiden osuus - Share of foreign fuels	%								
- keskiarvo - mean		17.3	49.2	7.7	11.7	62.6	34.5	4.0	21.1
- hajonta - deviation		35.6	40.9	19.0	19.5	39.2	45.1	14.7	36.3
Sähkölaitteiden lukumäärä - Number of electric appliances	kpl units								
- keskiarvo - mean		0.2	2.0	0.2	0.3	1.3	3.7	0.2	1.0
- hajonta - deviation		0.5	7.9	0.4	0.5	2.0	5.6	0.9	3.4
Lehmien ja hevosten lukumäärä - Number of cows and horses	kpl heads								
- keskiarvo - mean		-	-	5.0	9.8	-	-	-	-
- hajonta - deviation		-	-	4.4	7.7	-	-	-	-
Kokonaisenergia - Total energy	Gcal/v Gcal/ year								
- keskiarvo - mean		25.5	76.9	57.1	77.4	156.6	607.6	4.4	16.2
- hajonta - deviation		15.2	124.9	71.3	41.4	186.4	958.8	3.9	16.9
Hyötyenergia - Useful energy	Gcal/v Gcal/ year								
- keskiarvo - mean		11.9	42.0	26.4	35.7	96.2	376.1	1.8	11.7
- hajonta - deviation		7.1	76.5	42.0	20.1	130.4	731.8	1.6	18.2
Hyötysuhde - Useful ratio	%								
- keskiarvo - mean		46.7	54.6	46.2	46.1	61.4	61.9	40.9	44.9

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit

Tilavuuden ominaiskulutuksen riippuvuus tilavuudesta 95%:n varmuusrajoineen  
Correlation between specific consumption per volume unit and volume with 95 per cent confidence limits

Mcal/m<sup>3</sup>, v  
Mcal/m<sup>3</sup>/year

00. Asuinrakennukset, uunilämmitys  
Dwelling houses, stove heating

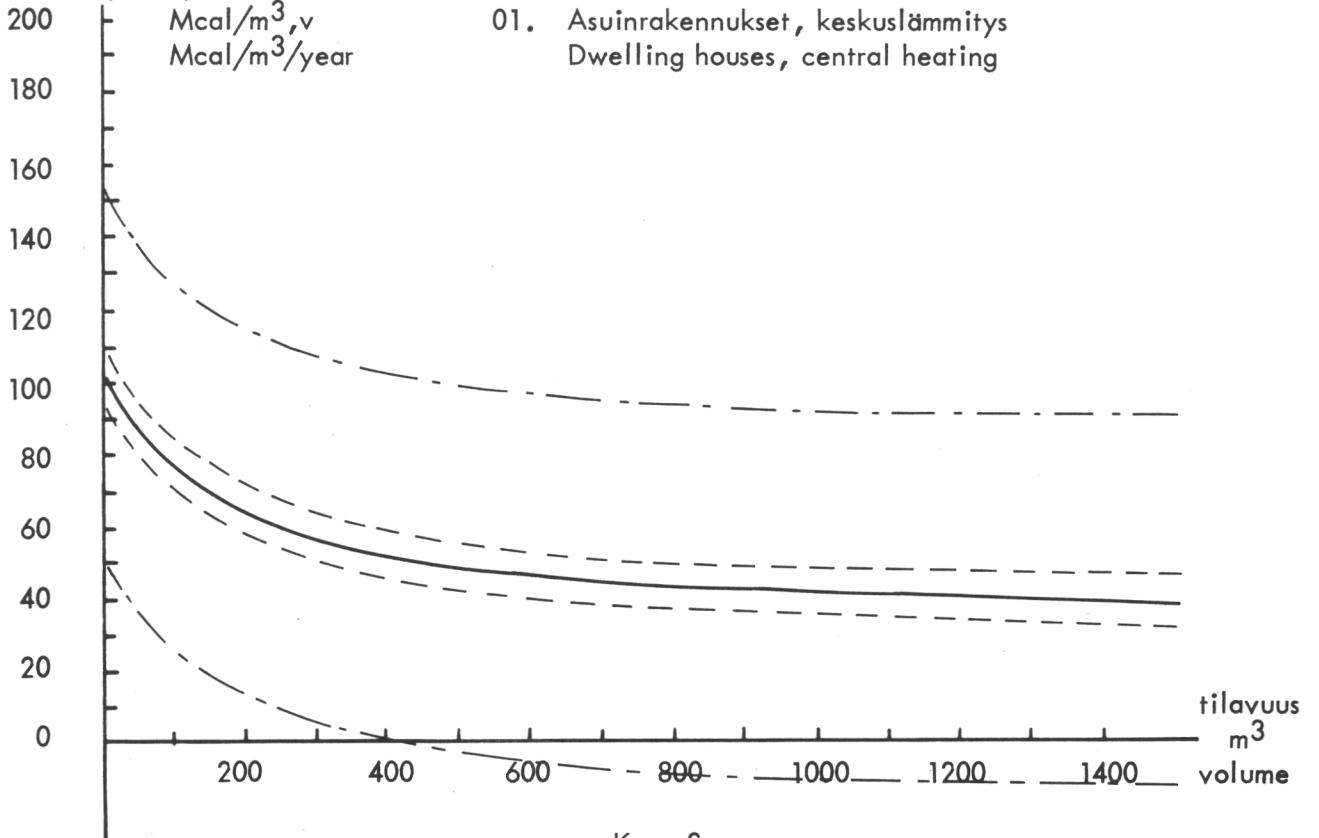


Kuva 1  
Fig. 1

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit

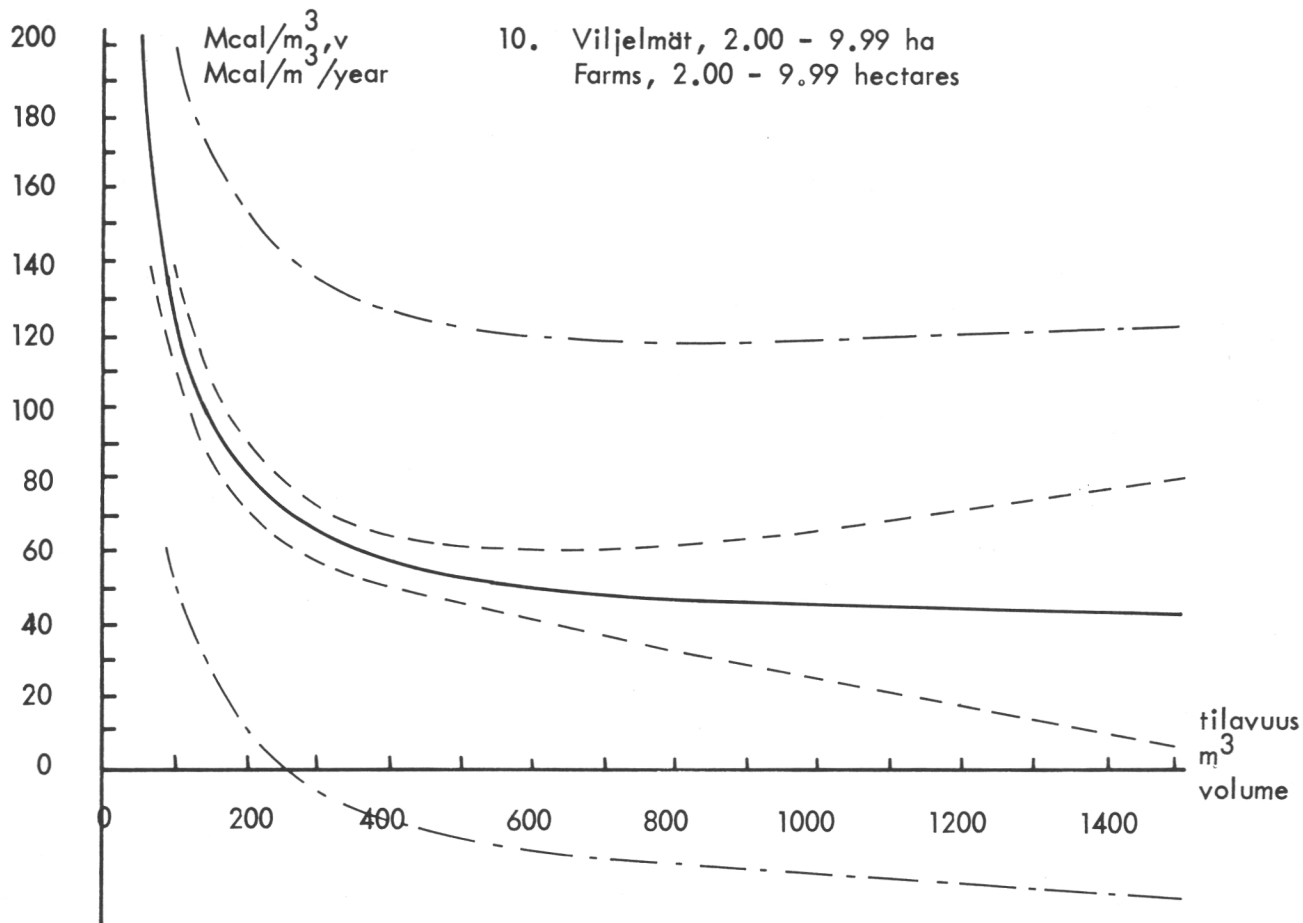
Mcal/m<sup>3</sup>, v  
Mcal/m<sup>3</sup>/year

01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys  
Dwelling houses, central heating



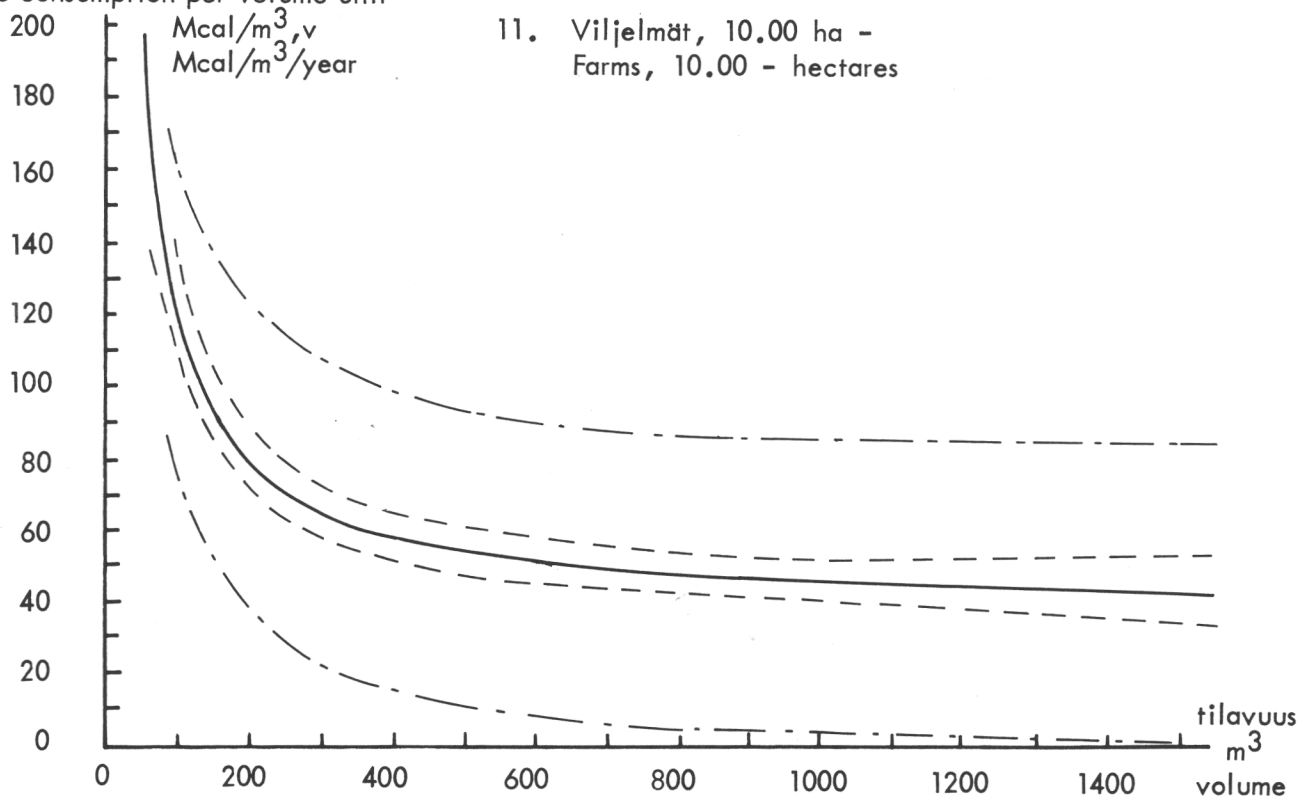
Kuva 2  
Fig. 2

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit



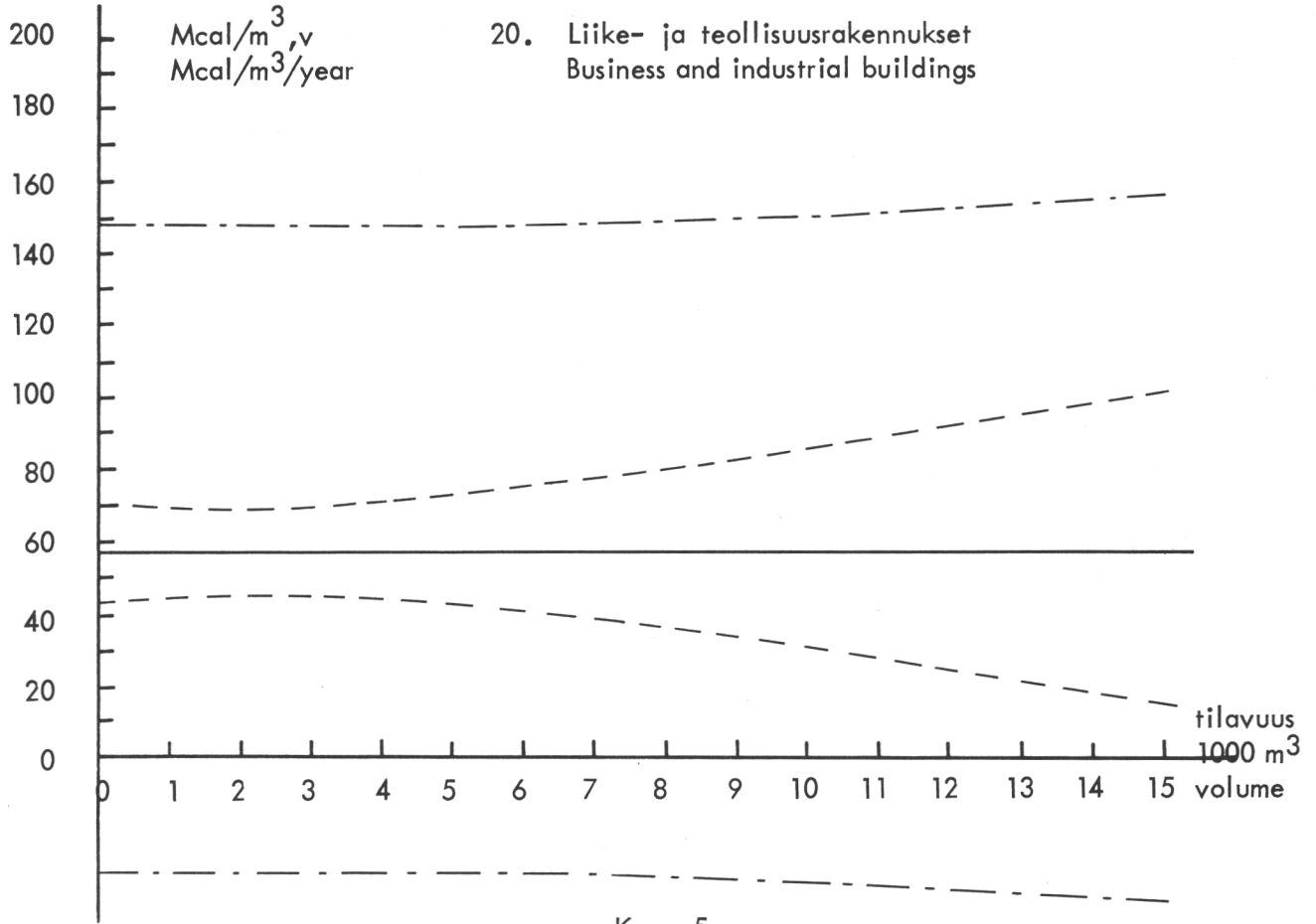
Kuva 3  
Fig. 3

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit



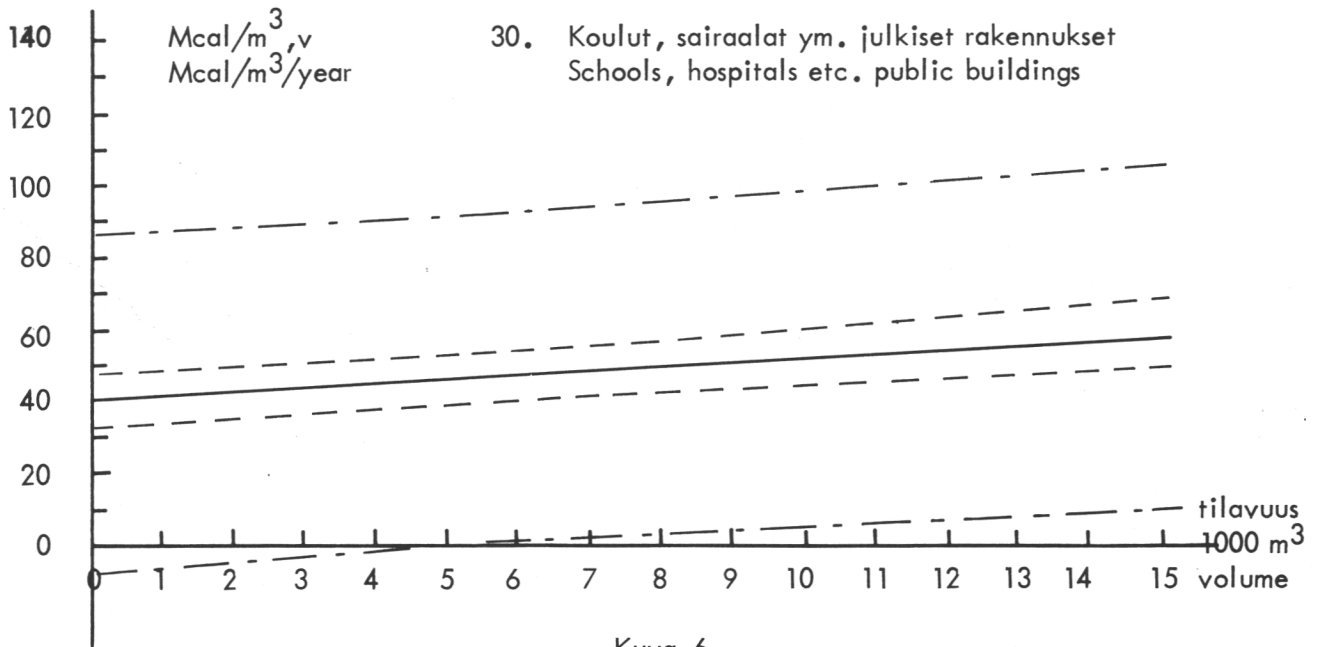
Kuva 4  
Fig. 4

tilavuuden ominaiskulutusluku  
specific consumption per volume unit



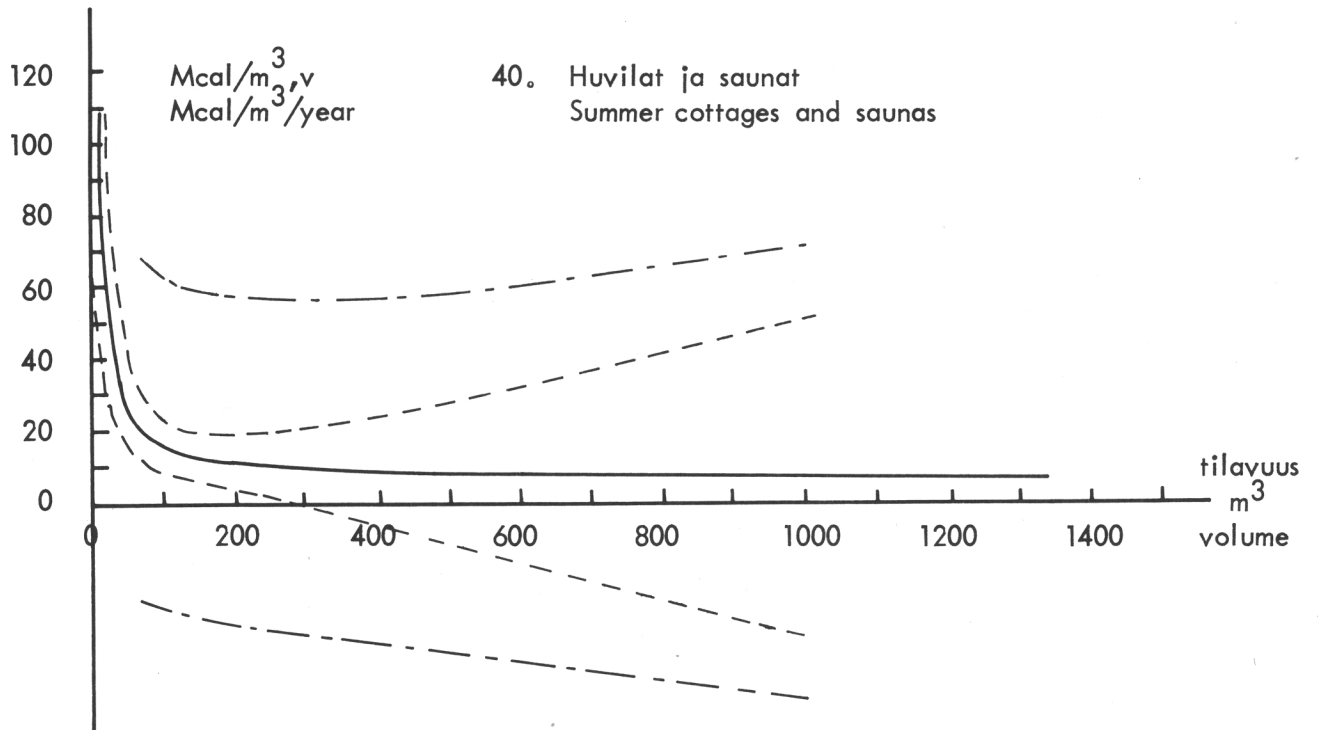
Kuva 5  
Fig. 5

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit



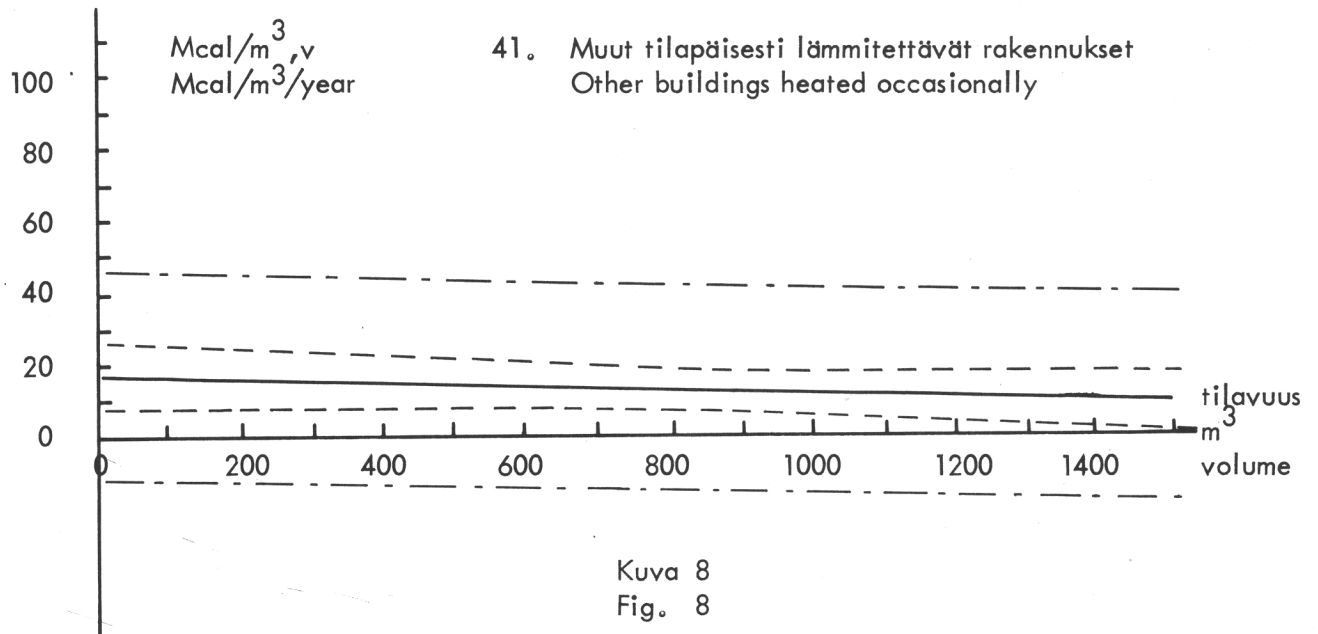
Kuva 6  
Fig. 6

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit



Kuva 7  
Fig. 7

tilavuuden ominaiskulutus  
specific consumption per volume unit

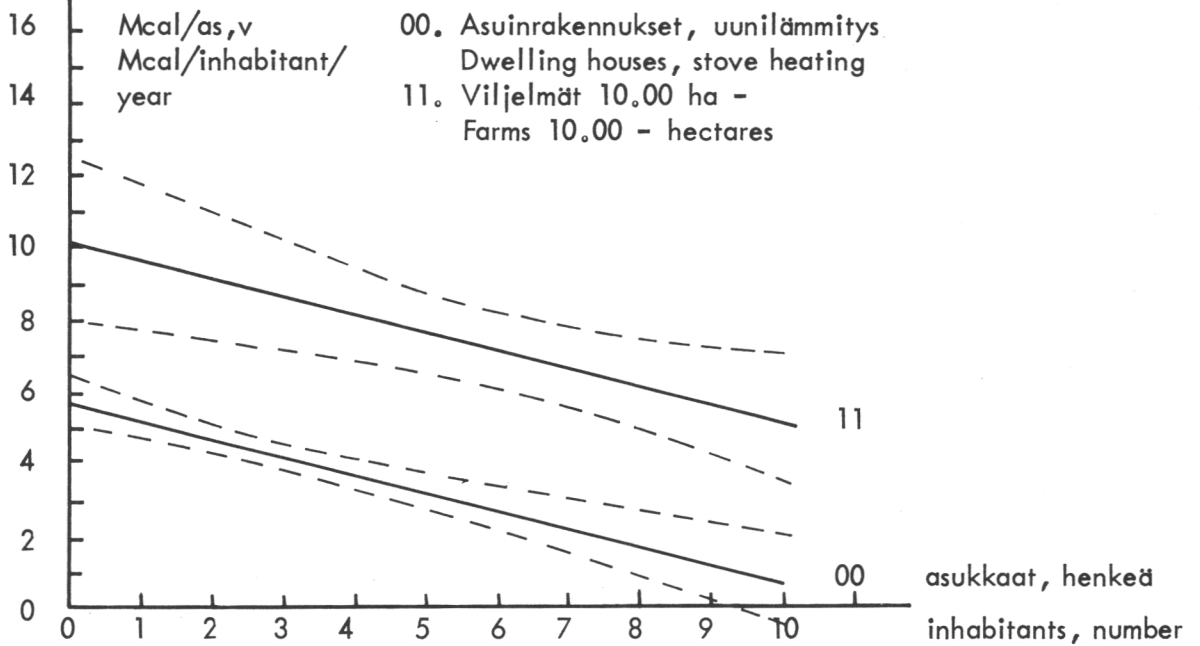


Kuva 8  
Fig. 8



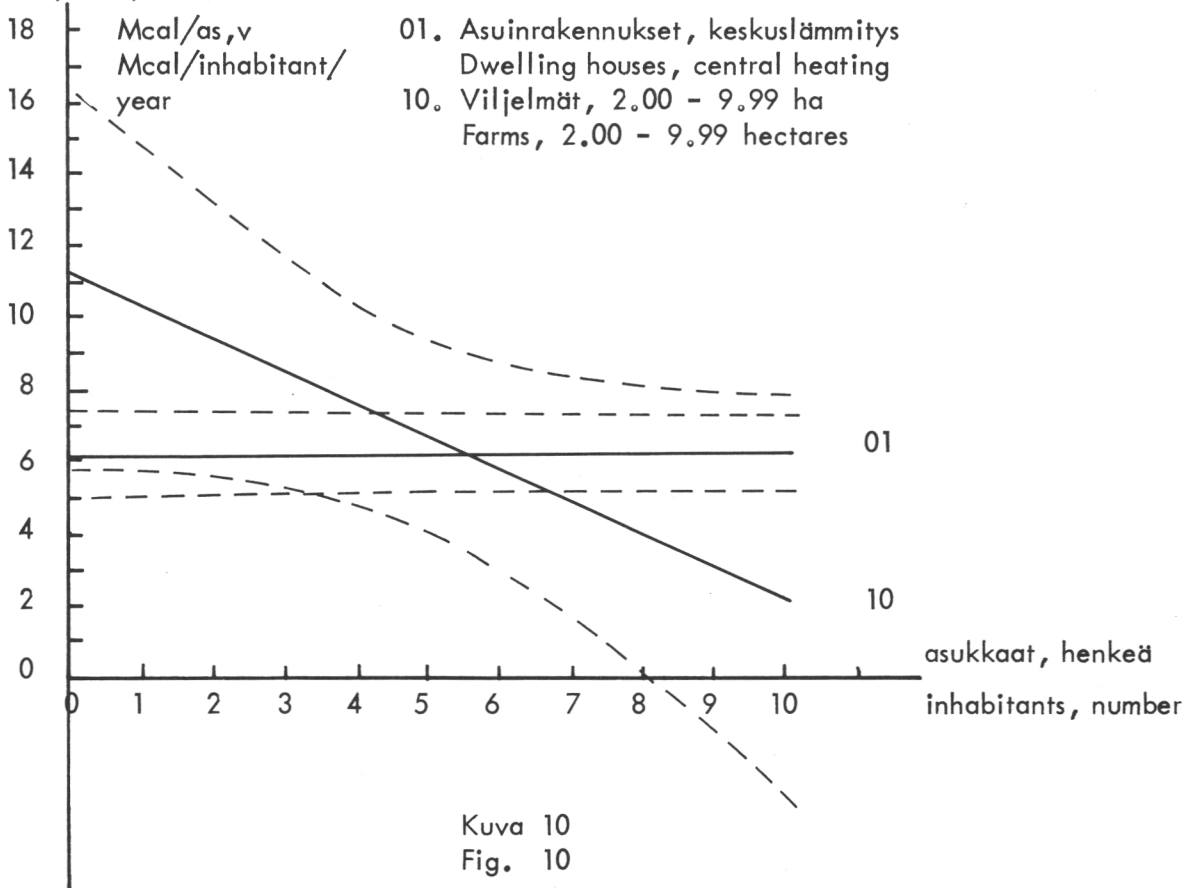
Asukkaan ominaiskulutuksen riippuvuus asukasluvusta 95 %:n varmuusrajoineen  
 Correlation between specific consumption per inhabitant and the number of inhabitants with 95 per cent confidence limit

asukkaan ominaiskulutus -  
 specific consumption per inhabitant



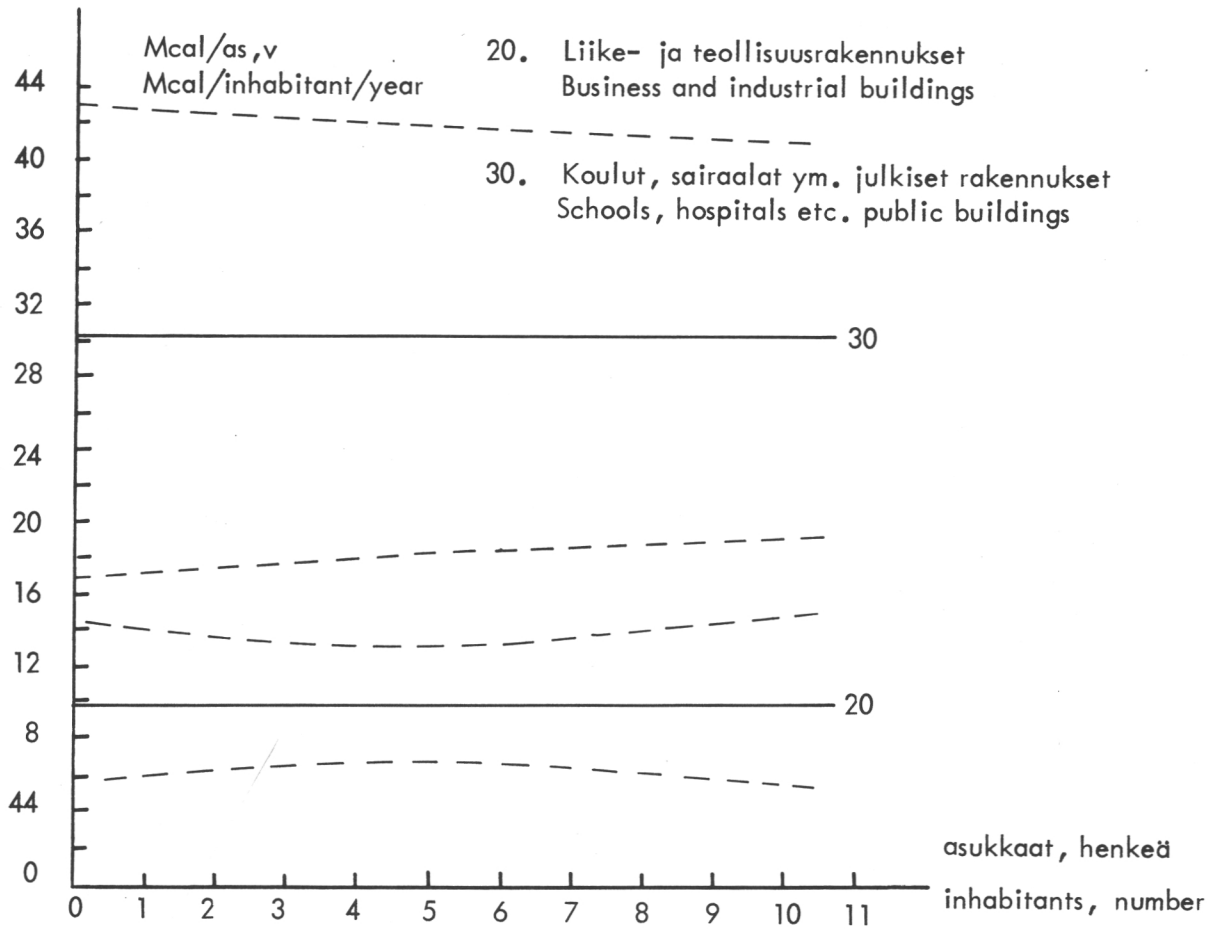
Kuva 9  
 Fig. 9

asukkaan ominaiskulutus  
 specific consumption per inhabitant



Kuva 10  
 Fig. 10

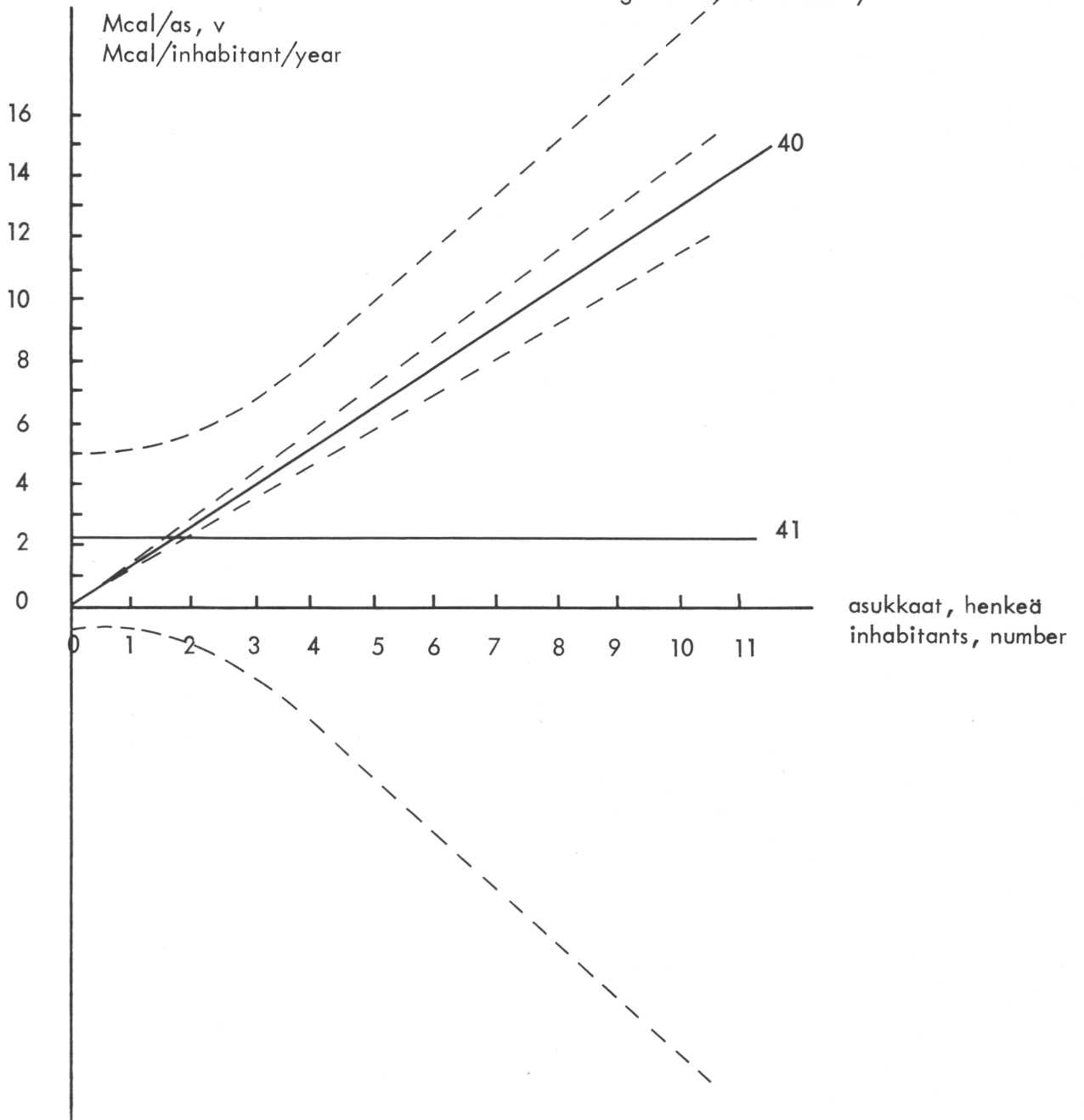
asukkaan ominaiskulutus  
specific consumption per inhabitant



Kuva 11  
Fig. 11

asukkaan ominaiskulutus  
specific consumption per inhabitant

- 40. Huvilat ja saunat  
Summer cottages and saunas
- 41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset  
Other buildings heated occasionally



Kuva 12  
Fig. 12

Taulukko 2. Regressiokertoimien merkitsevyydet  
Table 2. Significances of the coefficients of regression

Rakennustyyppi Type of building	Regressioyhtälön Regression equation	Vakio Constant	V	$\frac{1}{V}$	$\frac{1}{V+40}$	$\frac{1}{V+175}$	$n_k$	k	u	t	N	L
00	( 5) (22)	4.1 <sup>+++</sup> 16.3 <sup>+++</sup>			6.1 <sup>+++</sup>		5.5 <sup>+++</sup>					
01	( 6) ( 8) (23)	4.0 <sup>+++</sup> 2.7 <sup>++</sup> -				2.8 <sup>++</sup> 3.1 <sup>++</sup>			2.8 <sup>++</sup>	2.6 <sup>++</sup>		
10	( 9) (10) (24)	5.8 <sup>+++</sup> 1.3 4.2 <sup>++</sup>		6.1 <sup>+++</sup> 8.2 <sup>+++</sup>			1.9					5.8 <sup>+++</sup>
11	(11) (12) (25)	7.0 <sup>+++</sup> 4.1 <sup>+++</sup> 9.0 <sup>+++</sup>		2.9 <sup>++</sup> 3.4 <sup>++</sup>								2.5 <sup>+</sup>
20	(14) (26)	0.7 1.8						2.6 <sup>+</sup> 0.2	2.2 0.9			
30	(15) (17) (27)	9.2 <sup>+++</sup> 7.9 <sup>+++</sup> 1.6	2.8 <sup>++</sup> 1.7 6.0 <sup>+++</sup>					2.6 <sup>+</sup> 2.7 <sup>++</sup>		2.0 0.4		
40	(18) (20) (28)	1.4 0.8 1.4	5.2 <sup>+++</sup> 8.4 <sup>+++</sup>						4.9 <sup>+++</sup>		2.8 <sup>++</sup>	
41	(21) (29)	3.9 <sup>+++</sup> 0.3	1.5 1.0									

+++ 99,9 %:n varmuusastetta vastaava t-arvo - t-value corresponding to a confidence coefficient of 99,9 per cent.  
 ++ 99 %:n varmuusastetta vastaava t-arvo - t-value corresponding to a confidence coefficient of 99 per cent.  
 + 95 %:n varmuusastetta vastaava t-arvo - t-value corresponding to a confidence coefficient of 95 per cent.

## 5. TULOSTEN VARMUUS

Kappaleessa 4 esitettyjen, analyysin tuloksina saatujen regressiokertoimien merkitsevyydet määrättiin t-testin perusteella. Ohjelma laski kertoimien t-testisuurteiden arvot ja näitä verrattiin t-jakautuman taulukoituihin arvoihin yhtälöiden ollessa eri selitysvaiheissa. Tulokset on esitetty taulukossa 2 s. 26.

Sovellutusten kannalta tuloksia on pidettävä käyttökelpoisimpina siinä vaiheessa, kun  $q_v$ :llä on vain tilavuus ja  $q_k$ :lla vain asukkaiden lukumäärä selittäjänä. Tässä muodossa ne voitiin myös esittää graafisesti kaksiulotteisina (kuvat 1-12, s. 19-25). Näiden regressioestimaattien hajonnat määrättiin kaavasta (30):

$$s_{\hat{y}} = \frac{s_y}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \left(\frac{x - \bar{x}}{s_x}\right)^2} \quad (30)$$

missä

- $s_y$  = funktion hajonta regressioestimaatin suhteen
- $n$  = havaintojen lukumäärä
- $x$  = muuttuja ( $V, n_k$ )
- $\bar{x}$  = muuttujan keskiarvo ( $\bar{V}, \bar{n}_k$ )
- $s_x$  = muuttujan hajonta ( $s_V, s_{n_k}$ )

Hajontaa  $s_{\hat{y}}$  vastaavat regressiokuvaajien varmuusrajat 95%:n varmuusasteella saatiin edelleen tästä kaavasta (31):

$$|y - \hat{y}| = t_{0.975} s_y \quad (31)$$

missä

- $y$  = perusjoukon regressiosuoran ordinaatta
- $\hat{y}$  = aineistosta lasketun regressiosuoran ordinaatta
- $t_{0.975}$  = 95%:n varmuusastetta vastaava  $(n-2)$ -vapausasteinen t-testisuurearvo

Tämän mukaiset varmuusrajat regressiokuvaajille on piirretty graafisissa esityksissä kuvissa 1-12, s. 19-25 katkoviivoilla.

Yksityisten arvojen hajonta tietyllä argumentin arvolla saatiin kaavasta (32) ja varmuusrajat 95 %:n varmuusasteella kaavasta (33):

$$s_y = \sqrt{s_y^2 + \hat{s}_y^2} \quad (32)$$

$$|y - \hat{y}| = t_{0.975} s_y \quad (33)$$

Kaavan (33) perusteella lasketut yksityisten havaintojen varmuusrajat on  $q_v$  :lle piirretty kuvissa 1-8 s. 19-22 piste-katkoviivoilla 95 %:n varmuusasteella.

Taulukossa 1 s. 18 esitettyjen energiamäärien ja lämmön ominaiskulutuslukujen keskiarvojen keskivirheet ovat taulukossa 3 s. 29 . Siitä havaitaan, että ainoastaan tilapäisesti lämmitettävillä rakennuksilla kokonaisenergian keskivirhe on selvästi pienempi kuin tilavuuden ominaiskulutusluvun keskivirhe.

Tämän tutkimuksen aineisto ei ollut paras mahdollinen, mikä johtunee siitä, että aineistoa keränneiden asiamiesten pääasiallisena tehtävänä oli raakapuumäärien mittaaminen. Lisäksi tutkimus oli alunperin ajateltu suoritettavaksi käytetystä menetelmästä poikkeavalla tavalla. Eräs aineiston heikkous oli myös polttoaineita osittain korvaavan sähköenergiamäärän puuttuminen havainnoista. Tämä vaillinaisuus aiheutti turhaa hajonnan suurenemista. Tutkimuksen suorittamista olisivat helpottaneet suuresti myös polttolaitteiden vuosihyötysuhdearviot.

Tuloksina esitettyjen regressioyhtälöiden yhteiskorrelaatiokertoimet olivat yleensä odotettua pienempiä. Tämän saattaa aiheuttaa edellä todettujen seikkojen ohella myös se, että jotkut tärkeät selittäjät eivät kuuluneet aineistoon. Joissakin tapauksissa uusien transformaatioiden käyttö olisi ilmeisesti pienentänyt jonkin verran selitysvirheiden hajontaa.

Näytteiden hajaantuminen tasaisesti yli koko maan vaikeutti alueellisia tutkimuksia, koska havaintojen lukumäärät riittävän pieniltä ja yhtenäisiltä alueilta jäivät näin liian pieniksi luotettavien johtopäätösten tekemiseen.

## 6. TULOSTEN SOVELTAMINEN

Lämmityskausina 1964-65 ja 1965-66, jolloin tämän tutkimuksen aineisto kerättiin, ilmasto oli jonkin verran normaalia kylmempi (vuosien 1931-60 keskiarvo).

Taulukko 3. Energiämäärien ja ominaiskulutuslukujen keskiarvot, %

Table 3. The standard errors of the mean for the energy and the specific consumption values, per cent

Rakennustyyppi Type of building	Kokonais- energia Total energy	Hyötyenergia Useful energy	Tilavuuden ominaisku- lutusluku Specific consumption figure per volume unit	Asukkaan omi- naiskulutusluku Specific consumption figure per inhabitant
00. Asuinrakennukset, uunilämmitys Dwelling houses, stove heating	5.2	5.2	5.5	5.3
01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys Dwelling houses, central heating	19.3	21.7	6.5	30.5
10. Viljelmät, 2.00 - 9.99 ha Farms, 2.00 - 9.99 hectares	12.1	15.7	5.8	18.7
11. Viljelmät, 10.00 ha - Farms, 10.00 - hectares	6.8	7.2	5.4	7.9
20. Liike- ja teollisuusrakennukset Business and industrial buildings	16.1	18.3	10.4	16.3
30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset Schools, hospitals etc. public buildings	23.2	28.6	7.5	23.2
40. Huvilat ja saunat Summer cottages and saunas	12.5	12.5	18.4	58.1
41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset Other buildings heated occasionally	22.2	33.1	23.3	56.1

Kuuden kaupungin (Helsinki, Turku, Tampere, Kuopio, Vaasa ja Oulu), joiden peittämälle alueelle pääosa tutkimuksessa käytetyistä rakennuksista sijoittuu, keskimääräinen astepäivälukuindeksi oli 107 (normaalivuosi = 100). (EKONON vuosikertomus 1967 s. 63).

Näytteen pienuuden tähden ei tässä voitu verrata luotettavasti eri alueiden toisiaan vastaavien rakennuksien kulutuksia eikä näin ollen saatu esille alueellisia eroja. Edelleen aineisto perustui vain yhteen lämmityskauteen kunkin kiinteistön kohdalla, eikä siten voitu määrittää ominaiskulutuslukujen ajallista kehitystä.

Näiden molempien vaikutukset lämmönkulutuslukuihin voidaan - olettaen, että kaikki muut niihin vaikuttavat tekijät pysyvät muuttumattomina - sitoa  $q_v$ :n osalta astepäivälukuihin. Ominaislämmön kulutusluvut suhtautuvat toisiinsa kaavan (34) mukaisesti kuten vastaavat astepäiväluvut. (RYDMAN 1968 s. 10).

$$\frac{q_{vi}}{q_{v1}} = \frac{(t_s - t_u)_i N_i}{(t_s - t_u)_1 N_1} = \frac{(AP)_i}{(AP)_1} \quad (34)$$

missä

- $q_{vi}$  = määrättävä tilavuuden ominaiskulutusluku
- $(t_s - t_u)$  = sisä- ja lämmityskauden ulkolämpötilojen keskiarvo ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $N_i$  = lämmityskauden pituus (vrk/v)
- $(AP)_i$  = lämmityskauden ko. alueen astepäiväluku ( $^{\circ}\text{C}$  vrk/v)  
alaindeksi 1 viittaa tutkimuksessa saatuihin arvoihin
- $(AP)_1$  = 4931  $^{\circ}\text{C}$  vrk/v

Tässä yhteydessä on mainittava maan eri osissa vallitsevien kulutustottumusten aiheuttamat erot ominaiskulutuslukuihin. Ne vaikuttanevat erikoisesti asukkaan ominaiskulutuslukuihin, vaikkakaan tässä käsitellyn aineiston perusteella niitä ei saatu luotettavasti esiin. Erot lienevät kuitenkin maalaiskunnissa, joita näyte edusti, suhteellisen vähäisiä verrattuna siihen, mitä ne ovat kaupunkien ja maalaiskuntien välillä. Tässä on tyydyttävä jättämään näiden vaikutusten selvittely.

Kappaleessa 4 esitettyjä lämmön ominaiskulutuslukuja voidaan tällaisenaan soveltaa maaseutukiinteistöjen hyötyenergian (sähköenergia poisluettuna) määrittämiseen rakennuskantatietoihin ja -ennusteisiin nojautuen. Lähinnä tällöin tulee kysymykseen



tilavuuden ominaiskulutusluku  $q_v$ , jonka käyttö perustuu eri rakennustyyppien tilavuudet sisältäviin tilastoihin. Karkeissa laskelmissa ja ennusteissa voidaan käyttää taulukon 1 s. 18 keskiarvoja. Tarkempiin tuloksiin päästään, jos em. tilastotiedot saadaan luokiteltuina tilavuuden mukaan, jolloin tilavuus tärkeimpänä selittäjänä voidaan ottaa huomioon ja käyttää kuvista 1-8 s. 19-22 arvioitavia luokkakeskiarvoja. Lisäksi muista selittävistä muuttujista saatavat tilastotiedot huomioonotettuina parantaisivat estimoinnin tarkkuutta.

Asukkaan ominaiskulutusluvun  $q_k$  soveltaminen laskelmiin on vaikeata siksi, että asukkaiden lukumääristä ei ole tilastoja kiinteistötyypeittäin. Sen käyttö rajoittuu siten pääasiassa yksittäisten erikoistapausten piiriin, joissa sitä voitaneen käyttää  $q_v$ :n ohella lisäselitysten perustana.

Kokonaisenergiamääriin pääsemiseksi, ts. jotta saataisiin vuodessa kulutettuja polttoainemääriä vastaava energia, on käytettävä keskimääräisiä hyötysuhteita, jotka kiinteistötyypeittäin vuodelta 1965 on esitetty taulukossa 1 s. 18. Se hyötysuhdearvio, joka tämän tutkimuksen esitutkimuksena tehtiin, ei ollut paras mahdollinen, mutta sitä on pidettävä aivan yhtä hyvänä kuin minkä tahansa muuttujan (esim. tilavuuden tai lämmityspäivien lukumäärien) määrittämistä. Tulevaisuudessa on syytä kiinnittää huomiota vuosihyötysuhteiden muutoksiin, joita on odotettavissa siirryttäessä puun käytöstä yhä enemmän tuontipolttoaineisiin. Vuoden 1970 väestönlaskennan alustavien suunnitelmien mukaan entistä parempiin polttolaitteiden hyötysuhteiden arvioihin onkin mahdollisuuksia rakennuskannan määrittämisen yhteydessä.

Ominaiskulutuslukuja, jotka maalaiskuntien osalta on määritetty tässä tutkimuksessa sekä kaupunkien osalta toisaalla (RYDMAN 1968), ajateltiin käytettäväksi siten, että vuoden 1965 kiinteistöjen energiankäyttölukuihin (SAINIO-SORROLA 1968) lisättäisiin uusien rakennusten energiankäyttö. Näin saataisiin selville sekä kiinteistöjen vuosittain käyttämä kokonaisenergiamäärä että sen sisältämät polttoaineet karkeasti ryhmiteltyinä.

Kokonaisenergiämäärästä voitaisiin laskea erotuksena polttopuun osuus, mikäli tuontipolttoaineiden kulutus pystyttäisiin arvioimaan. Menetelmää voitaisiin käyttää myös pienehköjen alueellisten määrien selvittämiseksi.

Tutkimuksessa käsitelty aineisto sisälsi näytteitä ainoastaan maaseutukiinteistöistä. Kaupunkirakennusten lämmön ominaiskulutusluvut ovat kulutustottumusten, koneellisen ilmaston, suuremman lämpimän käyttöveden määrän asukasta kohden ym.

vuoksi jonkin verran suurempia kuin tässä saadut arvot. Taulukossa 4 s. 33 on esitetty vertailun vuoksi keskiarvot 169 asuin- ja 24 liiketalon Helsingin kaukolämpöverkkoon sekä 108 omakoti- 36 rivi- ja 165 kerrostalon ja 13 liike, 8 julkisen- sekä 6 Tapiolan kaukolämpöverkkoon liitetyn teollisuusrakennuksen ominaiskulutusluvuista (RYDMAN 1968). Luvut eivät ole kuitenkaan täysin vertailukelpoisia tässä saatuihin, sillä ne lasketaan talokohtaisista hyötyenergiämääristä lämmitettävää tilavuusyksikköä kohden. Ero kokonais- ja lämmitettävän tilavuuden välillä ei kaupunkiolosuhteissa ole kuitenkaan merkittävä. Siinä saatuja lukuja voitaneen käyttää kaupunkien ja kauppaloiden osalta ottaen huomioon yhtälön (34) mukaisesti alueellinen sijainti, jolloin voidaan määrittää koko kiinteistöjen käyttämä lämpöenergian kulutus rakennuskantatilastojen pohjalta (poistumat huomioon ottaen). Lukuja voidaan käyttää myös energiankulutusten ennusteissa.

Taulukossa 5 s. 34 on tämän tutkimuksen tulosten perusteella karkeasti laskettu maalaiskuntien kiinteistöjen polttoaine-energian käyttö vuodelta 1965, ja sitä on verrattu Metsäntutkimuslaitoksen arkistosta saatuun otantamenetelmää käyttäen laskettuun lukuun. Siitä nähdään, että ominaiskulutuslukuja käyttäen on maalaiskunnissa päästy otantatutkimuksen tuloksen kanssa lähes samaan kokonaisenergiämäärään. Menetelmiä ei kuitenkaan voida pitää täysin toisistaan riippumattomina, koska ne perustuvat samaan aineistoon. Vertailu osoittaa kuitenkin, että lämpöenergian määrittämisessä voidaan päästä suhteellisen luotettaviin tuloksiin ominaiskulutuslukuja käyttäen.

Taulukko 4. Kaupunkirakennusten ominaiskulutusluvut lämmityskaudella 1964-65

Table 4. Specific consumption figures for urban buildings in the heating period 1964-1965 (RYDMAN 1968)

Rakennustyyppi Type of building	$q_v$	
	$\text{Mcal/m}^3$	$\text{Mcal/m}^3/\text{year}$
Asuinrakennukset - Dwelling houses		
Kerrostalot - Multi-storied buildings		
- kaupunkitalot - urban houses		55,0
- pistetalot - tower houses		78,3
Pientalot - Small buildings		
- keskuslämmitys - central heating		94,0
- uunilämmitys - stove heating		75,0
Liikerakennukset - Business buildings		
- keskuslämmitys - central heating		64,4
- uunilämmitys - stove heating		58,0
Julkiset rakennukset - Public buildings		
- keskuslämmitys - central heating		75,2
- uunilämmitys - stove heating		67,7
Teollisuusrakennukset - Industrial buildings		
- keskuslämmitys - central heating		49,0
- uunilämmitys - stove heating		46,5

Uunilämmityksen kohdalla on käytetty keskuslämmitteisten arvoja vähennettynä lämpimän käyttöveden osuudella. Tilavuutena on käytetty lämmitettävää tilavuutta, joten luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia maalaiskunnista laskettujen lämmön ominaiskulutuslukujen kanssa - For stove heating, the values used were those for centrally-heated buildings minus the value of hot water. The volume was taken as the heatable volume and the figures are therefore not fully comparable with the thermal specific consumption figures calculated for rural communes.

Taulukko 5. Tilavuuden ominaiskulutuslukujen perusteella laskettu maalaiskuntien kiinteistöjen polttoaine-energian kulutus vuonna 1965

Table 5. Consumption of fuel energy by rural communes, calculated from the specific consumption values per volume unit, in 1965

Rakennustyyppi Type of building	Tilavuus <sup>3</sup> Volume, million cu.m.	$q_v$ , <sup>3</sup> Mcal/m <sup>3</sup> ,v Mcal/m <sup>3</sup> / year	Hyötyenergia, Tcal/v Useful energy, Tcal/year	Hyötysuh- de, % Useful ratio, %	Koko- naisener- gia,Tcal/v Total energy, Tcal/year
Viljelmät 2,00 - 9.99 ha - Farms 2,00 - 9.99 hectares	72.36	69.1	5 000	46.2	10 823
Muut asuinrakennukset - Other dwelling houses	112.77	50.2	5 661	49.1	11 530
Liike- ja teollisuusrakennukset <sup>1</sup> - Business and industrial buildings <sup>1</sup>	23.19	57.5	1 333	61.4	2 171
Julkiset rakennukset - Public buildings	44.95	48.1	2 162	61.9	3 493
Yhteensä - Total	253.27	55.9	14 156	50.5	28 017
Kiinteistöjen raakapuun ja polttoaineiden käytön tutkimuksen mukaan laskettuna <sup>2</sup> - Calculated according to the roundwood and fuel utilisation study for real estates <sup>2</sup>					28 541

1. Teollisuusrakennusten tilavuudeksi on otettu 20 % Rydmanin laskemasta maalaiskuntien teollisuusrakennusten kokonaistilavuudesta = teollisuustilaston ulkopuoliset teollisuuden työpaikat. Suhdeluku otettu työntekijöiden mukaan - 20 per cent of the total volume of industrial buildings in rural communes, calculated by Rydman, which is equivalent to the industrial jobs outside the industrial statistics, was taken as the volume of industrial buildings.
2. Tutkimuksen ala oli hieman laajempi kuin esitetystä laskelmasta. Niinpä vuoden 1965 keskeneräiset rakennukset sekä osa huviloita olivat mukana - The scope of the study was slightly broader than in this calculation. For instance, buildings under construction in 1965 and a part of the summer cottages were included.
3. Lähteinä Linnilä 1967, Kuismanen 1967 ja Rydman 1968 - Sources: Linnilä 1967, Kuismanen 1967 and Rydman 1968.

## KIRJALLISUUS JA MUUT LÄHTEET

EKONON vuosikertomus 1966. 1967. Helsinki.

ERVASTI, SEPPO - SALO, ESKO - TIILILÄ, PEKKA. 1967. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964-66. Real estates raw wood utilisation survey in Finland in 1964-66. Folia Forestalia 29. Helsinki.

KERÄNEN, J. 1954. Lämmityskausi ja sen lämpötekijät Suomen ilmastossa. Die Heizperiode und deren Wärmefaktoren im Klima Finnlands. Helsinki.

KUISMANEN, MAUNU. (1967). Asuntokannan kehitys vuosina 1950-1965. Imatran Voima Oy (julkaisematon). Helsinki.

LINNILÄ, KIMMO. (1967). Asuinrakennusten kannan ennustaminen. Imatran Voima Oy (julkaisematon). Helsinki.

Rakennusten tilavuuden laskenta. RT-kortti 120.11.1954. Suomen Arkkitehtiliitto . Standardisoimislaitos. Helsinki.

RYDMAN, RISTO. (1968). Tutkimus energian kulutuksesta LVI-alalla. Diplomityö. Helsinki.

SAINIO, JORMA - SORROLA, PENTTI. 1968. Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965. Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965. Folia Forestalia 40. Helsinki.

Liite 1. Hyötyenergiämääriä laskettaessa käytetyt polttolaitteiden hyötysuhdearvot alkuperäisen ositejaon mukaisessa kiinteistöryhmittelyssä<sup>1</sup>, %

Appendix 1. Useful ratio estimates for the heating devices used in the calculation of the useful energy values in a real-estate classification in accordance with the original stratification<sup>1</sup>, per cent

Perusjoukko 1 (11) Vanhat asuin- ja liikekiinteistöt Population 1 (11) Old dwelling houses and business buildings		Raakapolttopuu Fuel round- wood	Jätepuu Waste wood	Kivihili Coal	Polttoöljy Fuel oil
Osite 0	Uunilämmitteiset				
Stratum 0	Stove heating	42	40	50	75
Osite 1	Keskuslämmitteiset, 0-499 m <sup>2</sup>				
Stratum 1	Central heating, 0-499 sq.m.	42	40	52	62
Osite 2	Keskuslämmitteiset, 500-1999 m <sup>2</sup>				
Stratum 2	Central heating, 500-1999 sq.m.	43	41	56	65
Osite 3	Keskuslämmitteiset, 2000 m <sup>2</sup> -				
Stratum 3	Central heating, 2000 sq.m. -	55	53	70	75
Osite 4	Ei kiinteätä lämmityslaitetta				
Stratum 4	No permanent heating device	42	40	52	75
Perusjoukko 1 (12) Vanhat muut kiinteistöt Population 1 (12) Old real estates of other kind					
Osite 0	Uunilämmitteiset				
Stratum 0	Stove heating	40	40	50	75
Osite 1	Keskuslämmitteiset, 0-499 m <sup>2</sup>				
Stratum 1	Central heating, 0-499 sq.m.	42	40	52	62
Osite 2	Keskuslämmitteiset, 500-1999 m <sup>2</sup>				
Stratum 2	Central heating, 500-1999 sq.m.	45	43	58	56
Osite 3	Keskuslämmitteiset, 2000 m <sup>2</sup> -				
Stratum 3	Central heating, 2000 sq.m. -	60	57	71	77
Osite 4	Ei kiinteätä lämmityslaitetta				
Stratum 4	No permanent heating device	42	40	52	75
Perusjoukko 2 Uudet kiinteistöt Population 2 New real estates					
Osite 0	Asuinrakennukset				
Stratum 0	Dwelling houses	43	41	54	65
Osite 1	Teollisuusrakennukset				
Stratum 1	Industrial buildings	45	43	60	70
Osite 2	Liikerakennukset				
Stratum 2	Business buildings	45	43	60	70
Osite 3	Koulut, sairaalat yms.				
Stratum 3	Schools, hospitals, etc.	45	43	60	70
Osite 4	Muut rakennukset				
Stratum 4	Other buildings	40	40	50	65
Perusjoukko 0 Viljelmät Population 0 Farms					
Osite 0	0 - 1.99 ha				
Stratum 0	0 - 1.99 hectares	42	40	50	65
Osite 1	2.00 - 4.99 ha				
Stratum 1	2.00 - 4.99 hectares	42	40	50	65
Osite 2	5.00 - 9.99 ha				
Stratum 2	5.00 - 9.99 hectares	42	40	50	65
Osite 3	10.00 - 29.99 ha				
Stratum 3	10.00 - 29.99 hectares	43	41	52	67
Osite 4	30.00ha-				
Stratum 4	30.00 hectares -	45	43	58	70

<sup>1</sup>. Kts. ERVASTI ym. 1967 s. 7 - See ERVASTI ym. 1967 p. 7

Liite 2. Muuttujien korrelaatiomatriisit (vrt. liite 6, s. 41)  
Appendix 2. Correlation matrices of the variables (cf. Appendix 6, p. 41)

00. Asuinrakennukset, uunilämmitys  
Dwelling houses, stove heating

Muuttuja Variable	$\frac{1}{V+40}$	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	$q_v$	$q_k$
$\frac{1}{V+40}$	1.00													
$E_k$	-.39	1.00												
$E_h$	-.43	.96	1.00											
V	-	.46	.51	1.00										
$V_l$	-.67	.50	.56	.92	1.00									
$n_a$	-.31	.46	.46	.40	.46	1.00								
$n_k$	-.27	.54	.55	.34	.43	.75	1.00							
k	.28	-.12	-.15	-.25	-.23	-.18	-.21	1.00						
N	-.08	-.13	-.12	.06	.07	-.05	-.16	.10	1.00					
t	.06	-.09	-.06	.03	.04	-.01	-.10	.43	.26	1.00				
u	-.20	-.08	.14	.12	.16	-.00	.07	-.16	-.02	-.07	1.00			
S	-.11	-.06	-.03	.05	.12	.02	-.01	-.09	-.08	-.11	.13	1.00		
$q_v$	.47	.45	.43	-	-.30	.08	.22	.20	-.18	-.04	-.04	-.12	1.00	
$q_k$	-	.28	.28	.12	.06	-.37	-.44	.15	.12	.17	-.02	-.06	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0,17 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0,17

Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0,22 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0,22

01. Asuinrakennukset, keskuslämmitys  
Dwelling houses, central heating

Muuttuja Variable	$\frac{1}{V+175}$	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	$q_v$	$q_k$
$\frac{1}{V+175}$	1.00													
$E_k$	-.52	1.00												
$E_h$	-.52	.96	1.00											
V	-	.91	.97	1.00										
$V_l$	-.55	.92	.98	1.00	1.00									
$n_a$	-.39	.78	.91	.93	.93	1.00								
$n_k$	-.38	.78	.90	.92	.92	1.00	1.00							
k	-.29	.22	.21	.25	.23	.21	.19	1.00						
N	.03	.14	.16	.14	.16	.13	.13	.08	1.00					
t	-.23	-.02	-.03	.04	.02	-.05	-.06	.48	-.07	1.00				
u	-.29	.07	.18	.19	.20	.17	.17	.04	.27	.08	1.00			
S	-.38	.78	.90	.93	.93	.99	.99	.18	.13	.04	.18	1.00		
$q_v$	.32	.10	.10	-	.00	.03	.05	-.15	.16	-.33	.19	.03	1.00	
$q_k$	-	.22	.15	.02	.01	-.10	-.10	-.02	.04	.07	.09	-.08	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0,23 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0,23

Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0,31 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0,31

Liite 3. Muuttujien korrelaatiomatriisit (vrt. liite 6, s. 41 )  
 Appendix 3. Correlation matrices of the variables (cf. Appendix 6, p. 41 )

10. Viljelmät, 2.00 - 9.99 ha  
 Farms, 2.00 - 9.99 hectares

Muuttuja Variable	$\frac{1}{V}$	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	L	$q_v$	$q_k$
$\frac{1}{V}$	1.00														
$E_k$	-.25	1.00													
$E_h$	-.22	.99	1.00												
V	-	.28	.25	1.00											
$V_l$	-.72	.41	.38	.84	1.00										
$n_a$	-.35	.23	.17	.31	.41	1.00									
$n_k$	-.30	.08	.03	.23	.26	.69	1.00								
k	.18	-.08	-.07	-.06	-.04	-.12	-.08	1.00							
N	.03	.22	.22	.16	.06	-.12	-.12	.03	1.00						
t	-.05	.16	.13	.10	.17	.07	-.00	.20	.08	1.00					
u	-.09	.44	.50	.14	.25	.01	-.04	.18	.27	.15	1.00				
S	-.12	-.10	-.09	.02	.04	-.04	-.02	.08	-.15	-.16	.13	1.00			
L	-.24	.34	.26	.25	.37	.43	.30	.04	.03	.25	-.05	-.04	1.00		
$q_v$	.18	.87	.88	-	.05	.07	-.04	.02	.17	.07	.40	-.15	.20	1.00	
$q_k$	-	.92	.96	.18	.28	-.04	-.18	-.05	.21	.08	.50	-.08	.12	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.19 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient=0.19  
 Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.25 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient=0.25

11. Viljelmät, 10.00 ha -  
 Farms, 10.00 - hectares

Muuttuja Variable	$\frac{1}{V}$	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	L	$q_v$	$q_k$
$\frac{1}{V}$	1.00														
$E_k$	-.59	1.00													
$E_h$	-.61	.97	1.00												
V	-	.67	.71	1.00											
$V_l$	-.72	.72	.80	.89	1.00										
$n_a$	-.38	.55	.57	.44	.58	1.00									
$n_k$	-.30	.48	.51	.39	.50	.84	1.00								
k	.22	-.16	-.16	-.04	-.12	-.04	.11	1.00							
N	-.10	-.01	.02	-.00	.06	.00	-.02	-.13	1.00						
t	-.05	-.05	.01	.08	.06	-.03	-.09	.15	.07	1.00					
u	-.24	.06	.26	.26	.39	.14	.12	-.08	.17	.26	1.00				
S	-.07	.18	.26	.20	.33	.07	.14	.05	.10	.02	.22	1.00			
L	-.19	.36	.32	.03	.23	.44	.42	.03	-.01	-.14	-.13	.08	1.00		
$q_v$	.35	.32	.29	-	-.21	.06	.09	-.09	-.00	-.11	-.02	-.04	.21	1.00	
$q_k$	-	.45	.42	.16	.18	-.24	-.38	-.29	-.09	.07	.03	.06	.01	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.25 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0.25  
 Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.32 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0.32



Liite 4. Muuttujien korrelaatiomatriisit (vrt. liite 6 s. 41)  
Appendix 4. Correlation matrices of the variables (cf. Appendix 6, p. 41)

20. Liike- ja teollisuusrakennukset  
Business and industrial buildings

Muuttuja Variable	E <sub>k</sub>	E <sub>h</sub>	V	V <sub>l</sub>	n <sub>a</sub>	n <sub>k</sub>	k	N	t	u	S	q <sub>v</sub>	q <sub>k</sub>
E <sub>k</sub>	1.00												
E <sub>h</sub>	.99	1.00											
V	.44	.45	1.00										
V <sub>l</sub>	.71	.73	.62	1.00									
n <sub>a</sub>	.35	.31	.30	.44	1.00								
n <sub>k</sub>	.36	.32	.29	.46	.97	1.00							
k	.59	.58	.10	.22	.25	.28	1.00						
N	.32	.30	.19	.27	.19	.15	.12	1.00					
t	.08	.04	.04	.02	.46	.48	.14	.06	1.00				
u	.28	.34	.14	.24	.09	.10	.12	.24	-.07	1.00			
S	.46	.41	.28	.51	.76	.77	.26	.23	.32	.19	1.00		
q <sub>v</sub>	.51	.51	-.15	.01	-.10	-.10	.36	.25	.14	.32	.01	1.00	
q <sub>k</sub>	.32	.30	.43	.52	.29	.26	-.01	.44	-.04	.13	.33	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.27 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0.27

Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.35 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0.35

30. Koulut, sairaalat ym. julkiset rakennukset  
Schools, hospitals etc. public buildings

Muuttuja Variable	E <sub>k</sub>	E <sub>h</sub>	V	V <sub>l</sub>	n <sub>a</sub>	n <sub>k</sub>	k	N	t	u	S	q <sub>v</sub>	q <sub>k</sub>
E <sub>k</sub>	1.00												
E <sub>h</sub>	.99	1.00											
V	.90	.92	1.00										
V <sub>l</sub>	.90	.91	1.00	1.00									
n <sub>a</sub>	.39	.30	.27	.26	1.00								
n <sub>k</sub>	.45	.36	.36	.35	.97	1.00							
k	.22	.24	.30	.30	.07	.07	1.00						
N	.40	.42	.37	.37	-.18	-.15	-.06	1.00					
t	-.06	-.03	-.11	-.12	-.03	-.08	.22	-.12	1.00				
u	.32	.40	.49	.52	-.02	.00	.16	.12	-.20	1.00			
S	.67	.56	.77	.76	.40	.54	.24	.17	-.20	.45	1.00		
q <sub>v</sub>	.59	.55	.39	.40	.49	.46	-.07	.10	-.31	.27	.34	1.00	
q <sub>k</sub>	.49	.52	.61	.65	-.05	-.06	.24	.34	-.11	.48	.40	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.29 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0.29

Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.38 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0.38

Liite 5. Muuttujien korrelaatiomatriisit (vrt. liite 6 s. 41)  
Appendix 5. Correlation matrices of the variables (cf. Appendix 6, p. 41)

40. Huvilat ja saunat  
Summer cottages and saunas

Muuttuja Variable	$\frac{1}{V}$	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	$q_v$	$q_k$
$\frac{1}{V}$	1.00													
$E_k$	-.24	1.00												
$E_h$	-.25	1.00	1.00											
V	-	.44	.32	1.00										
$V_l$	-.35	.30	.47	.92	1.00									
$n_a$	-.05	-.07	.08	-.06	-.13	1.00								
$n_k$	-.05	-.07	.08	-.06	-.13	1.00	1.00							
k	.52	-.36	-.35	-.22	-.09	-.08	-.08	1.00						
N	-.18	.65	.66	.22	-.01	.08	.08	-.31	1.00					
t	-.13	.01	.02	.36	.36	.19	.19	.12	-.09	1.00				
u	.45	-.18	-.17	-.07	.00	-.07	-.07	.31	-.08	-.05	1.00			
S	-.11	-.20	-.20	.17	.29	-.05	-.05	-.07	-.08	-.07	.01	1.00		
$q_v$	.60	-.38	.36	-	-.23	-.04	-.04	.08	.15	-.14	-.12	-.14	1.00	
$q_k$	-	-.05	-.06	-.06	-.13	.96	.96	-.10	.05	.07	-.07	-.05	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.28 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0.28  
Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.36 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0.36

41. Muut tilapäisesti lämmitettävät rakennukset  
Other buildings heated occasionally

Muuttuja Variable	$E_k$	$E_h$	V	$V_l$	$n_a$	$n_k$	k	N	t	u	S	$q_v$	$q_k$
$E_k$	1.00												
$E_h$	.55	1.00											
V	.20	-.07	1.00										
$V_l$	.41	.07	.77	1.00									
$n_a$	.25	.03	.42	.26	1.00								
$n_k$	.33	.05	.46	.41	.90	1.00							
k	-.37	-.19	.15	-.37	-.08	-.16	1.00						
N	.03	-.15	.00	-.28	.50	.27	.03	1.00					
t	-.19	.14	.30	.05	.44	.31	.04	.42	1.00				
u	.37	.16	.17	.16	.31	.17	-.25	.24	-.08	1.00			
S	-.17	-.14	-.07	-.00	-.08	-.05	.16	-.12	-.08	-.13	1.00		
$q_v$	.62	.85	.32	-.11	-.02	-.01	-.27	.07	-.01	-.06	-.19	1.00	
$q_k$	.54	.16	.21	.27	.31	.24	-.19	.28	.03	-.04	-.07	-	1.00

Merkitsevän korrelaation arvo 95%:n varmuusasteella = 0.42 - Value of significant correlation with 95 per cent confidence coefficient = 0.42  
Merkitsevän korrelaation arvo 99%:n varmuusasteella = 0.54 - Value of significant correlation with 99 per cent confidence coefficient = 0.54

Liite 6. Esityksessä käytettyjen symbolien yksiköt ja merkitys

Appendix 6. Units and meaning of the symbols used

$q_v$ (Mcal/m <sup>3</sup> ,v) (Mcal/m <sup>3</sup> /year)	polttoaineista laskettu tilavuusyksikön kuluttama lämmön hyötyenergiämäärä vuodessa - amount of useful thermal energy consumed per volume unit per annum, calculated from fuels
$q_k$ (Gcal/as,v) (Gcal/inhabitant/year)	kiinteistöllä vakinaisesti asuvan henkilön kuluttama lämmön hyötyenergiämäärä vuodessa - amount of useful thermal energy consumed per annum per inhabitant permanently domiciled on the real estate
s	havaintotulosten hajonta regressioyhtälön suhteen - deviation of the observation results from the regression equation
R	regressioyhtälön suhteen laskettu yhteiskorrelaatiokerroin - coefficient of joint correlation calculated for the regression equation
V (m <sup>3</sup> )	rakennuksen kokonaistilavuus, yleensä kiinteistön päärakennuksen tilavuus - total volume of the dwellings, generally the volume of the main building of the estate
V <sub>I</sub> (m <sup>3</sup> )	rakennuksen lämmitettävä tilavuus, yleensä kiinteistön päärakennuksen tilavuus - heatable volume of the dwellings, generally the volume of the main building of the real estate
V <sub>o</sub>	graafisten alkutarkastelujen perusteella rakennustyypeittäin määrätty vakio - constant determined by types of building from the preliminary graphical survey
n <sub>k</sub> (henkeä) (persons)	kaikki 1.1.1965 kiinteistöllä henkikirjoitetut asukkaat - all inhabitants of the farm registered in the census on January 1, 1965
n <sub>a</sub> (henkeä) (persons)	1.1.1965 kiinteistöllä henkikirjoitetut yli 15-vuotiaat asukkaat - inhabitants of the farm who were over 15 years when registered in the census on January 1, 1965
k (kcal/m <sup>2</sup> ,h,°C) (units)	päärakennuksen lämmityspäivien (-kertojen) arvioitu lukumäärä tutkimusvuonna - estimated number of heating days (heating times) of the main building in the investigation year
t (v) (years)	kiinteistön ikä laskettuna rakentamis- tai peruskorjausvuodesta - age of the real estate calculated from the year of construction or basic repair
S (kpl) (units)	keitto- tai lämmitystarkoituksiin kiinteistöllä käytettyjen sähkölaitteiden lukumäärä tutkimusvuonna - number of electrical appliances used at the farm for cooking or heating during the investigation year
L (kpl) (head)	viljelmillä tutkimusvuonna olleiden lehmien ja hevosten yhteinen lukumäärä - combined total of cows and horses on the farm in the investigation year
u (%)	kiinteistöllä tutkimusvuonna kulutetun ulkomaisen polttoaine-energian osuus koko polttoaine-energiasta - foreign fuel energy consumed by the real estate during the investigation year in per cent of the total fuel energy
E <sub>k</sub> (Gcal/v) (Gcal/year)	kiinteistöllä tutkimusvuonna käytetty polttoaineiden kokonaisenergiämäärä - total energy value of fuels used on the real estate during the investigation year
E <sub>h</sub> (Gcal/v) (Gcal/year)	kiinteistöllä tutkimusvuonna käytetty polttoaineiden hyötyenergiämäärä - useful energy value of fuels used on the real estate in the investigation year







- No 40 Jorma Sainio—Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.  
Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.
- No 41 Pentti Rikkonen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.  
The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.
- No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.
- No 43 Eero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta.  
On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.
- No 44 Lalli Laine: Kuplamörsky, (*Rhizina undulata* Fr.), uusi metsän tuhosieni maassamme.  
*Rhizina undulata* Fr., a new forest disease in Finland.
- No 45 Pentti Koivisto: Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat.  
Birch resources in Forestry Board Districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi.
- No 46 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1966, ennakkotietoja vuodelta 1967 ja ennuste vuodelle 1968.  
Wood utilization in Finland in 1966, preliminary data for 1967 and forecast for 1968.
- No 47 Metsätilastoa 1950—67.  
Forest Statistics of Finland 1950—67.
- No 48 Tarmo Peltomäki ja Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus.  
Specific consumption of thermal energy utilized by real estates.
- No 49 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1953—66.  
Forest balance of Finland in 1953—66.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

