



**KIINTEISTÖJEN ENERGIAN KULUTUSSEURANTA  
JA  
KULUTUSSEURANTA-OHJELMISTOT  
TALOTEKNIIKAN KOULUTUKSESSA**

**Paavo Kettunen**

**Kehittämishankeraportti**  
Marraskuu 2005



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

*Ammatillinen opettajakorkeakoulu*

Tekijä(t)  KETTUNEN, Paavo	Julkaisun laji Kehittämishankeraportti		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1002 344 1257 427">           Sivumäärä            42         </td> <td data-bbox="1257 344 1385 427">           Julkaisun kieli            Suomi         </td> </tr> </table>	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi		
	Luottamuksellisuus Salainen <input type="checkbox"/> saakka		
Työn nimi  <b>Kiinteistöjen energian kulutusseuranta ja kulutusseurantaohjelmistot talotekniikan koulutuksessa</b>			
Koulutusohjelma Ammatillinen opettajakorkeakoulu.			
Työn ohjaaja Hannula, Kaija			
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän aikuisopisto			
Tiivistelmä  <p>Kehittämishankkeessa pyrittiin selvittämään, kuinka kiinteistöjen energiankulutusseuranta voitaisiin kytkeä osaksi kiinteistöjen käytön ja kunnossapidon tietotekniikkakoulutusta. Yhtenä työvälteenä käytettäisiin kiinteistöjen kulutusseurantaohjelmistoja. Hankkeessa selvitettiin myös rakennusten energian käyttöön ja kulutukseen liittyviä asioita lähdeaineiston pohjalta. Hanke perustuu lähdekirjallisuuteen ja sähköisiin materiaaleihin. Yhtenä hankkeen tavoitteena oli myös tutkivan opettajan roolin hahmottaminen oppimateriaalin kokoamisen myötä.</p> <p>Hankkeen tuloksena kartoitettiin kulutusseurantaohjelmistojen käyttöä osana kiinteistönhoidon koulutusta ja saatiin luotua lähtökohdat ohjelmistojen saamiseksi osaksi käytännön kunnossapitokoulutusta, mutta käytäntöön vieminen vaatii vielä jatkotoimenpiteitä. Kiinteistöjen energian käyttöön liittyvät asiat osoittautuivat työn aikana erittäin ajankohtaiseksi mm. voimaan tulevan EU:n energiantehokkuusdirektiivin myötä.</p>			
Avainsanat (asiasanat)  kulutusseuranta, energiankulutus, tietokoneavusteinen opetus, oppimisympäristöt			
Muut tiedot			

Author(s)  KETTUNEN, Paavo	Type of Publication Development project report	
	Pages 42	Language Finnish
	Confidential Until <input type="checkbox"/>	
Title  <b>Consumption monitoring in the area of buildings` energy consumption and connecting its training as a part of general it-education</b>		
Degree Programme		
Tutor(s) Hannula, Kaija		
Assigned by  Jyväskylä Centre of Adult Education		
Abstract Summary  <p>The primary aim of the project was to study energy consumption monitoring and monitoring programs training and to collect materials associated within the energy consumption in the area of buildings. The study is based on Finnish literature and project reports and on the material in internet pages.</p> <p>The result of this project was the mapping of energy consumption aspects and monitoring programs and guide lines how to connect the training of these programs as a part of adult education concerning property managers.</p>		
Keywords energy, energy consumption monitoring, e-learning, learning environment		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1 JOHDANTO	5
2 OPPIMISESTA JATIETOKONEAVUSTEISESTA OPETUKSESTA	7
2.1 Oppimisesta ja oppimiskäsityksistä yleisesti	7
2.2 Oppimisympäristöistä	10
2.3 Avoin oppimisympäristö ja perinteinen oppimisympäristö	11
2.4 Tietokoneavusteisen opetuksen historiasta	12
2.5 Tietokoneavusteinen opetus verkko-opetusta tänä päivänä	14
3 KIINTEISTÖJEN ENERGIAN KULUTUSSEURANTA	14
3.1 Kiinteistön kulutusseurannan yleiset periaatteet	14
3.2 Kulutusseurantaohjelmistot	17
3.3 Kulutustietojen hyödyntäminen	18
4 KATSAUS RAKENNUSTEN ENERGIAN KULUTUKSEEN	20
4.1 Energiankäytön hallinta	20
4.2 Rakennuksen lämmitysenergian tarve	21
4.3 Energiakulutuksen käsitteitä ja määritelmiä	22
4.4 Tavoitteelliset kulutustasot ja luokittelukäyrät	26
5 KULUTUSSEURANTAOHJELMISTOJEN KÄYTÖSTÄ	30
5.1 Kolmivaiheinen oppiminen ohjelmiston käyttökoulutuksessa	30
5.2 Kulutusseurantaohjelmiston käyttö internetin kautta	31
5.3 Kulutustietojen raportoinnista ja analysoinnista	31
6 YHTEENVETO JA POHDINTAA	35
LÄHDELUETTELO	37
LIITTEET	39

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö *Kiinteistön kulutusseuranta ja kulutusseurantaohjelmistot talotekniikan opetuksessa* on Jyväskylän aikuisopistolle tehty ammatilliseen opettajakoulutukseeni liittyvä kehittämishanke aihealueena kiinteistöjen energian kulutusseuranta yleisesti.

Yhtenä tämän hankkeen tavoitteena on ammatilliseen koulutukseen liittyvän toimintaympäristön kehittäminen siten, että kiinteistöjen energiankulutuksen seuranta, joka sivuaa läheisesti rakennusten energian käytön hallintaa, voitaisiin kytkeä osaksi kiinteistöjen käytön ja kunnossapidon tietotekniikkakoulutusta. Koulutuksessa yhtenä työvälineenä olisi kiinteistön kulutusseurantaohjelmistot.

Tätä työtä tehdessäni olen toiminut kouluttajana Jyväskylän aikuisopistossa tekniikan ja liikenteen yksikössä. Jyväskylän aikuisopisto järjestää nimensä mukaisesti monipuolista koulutustarjontaa aikuisille. Oppilaitoksen toiminta-ajatuksena on ”kehittyvä ammatti – elinikäinen oppija” ja tavoitteena edistää aikuisten ammatillista osaamista sekä yritysten ja yhteisöjen kehittämisedellytyksiä.

Henkilökohtaiseksi tavoitteekseni tälle työlle omalta osaltani olen asettanut tutkivan opettajan roolin hahmottamisen ja ajankohtaisen relevantin tiedon hankkimisen oppimateriaalin työstämiseksi.

LVI-alan taloteknisissä ratkaisuihin ympäristöasiat ja ekologia tulevat yhä tärkeämmäksi, kun mietitään rakennusten energiankulutusta ja käyttöä. On tärkeää valita luonnon ja kestävän kehityksen periaatteiden kannalta mahdollisimman vähän kuormittavat ratkaisut. Kiinteistöjen kulutusseurannan merkitys kasvaa tulevaisuudessa merkittäväksi tekijäksi pyrittäessä energian taloudelliseen käyttöön ja energian kulutuksen pienentämiseen. Kioton

ilmastosopimuksen mukaisesti Suomen tulee jäädyttää energian tuotannosta ja kulutuksesta peräisin olevat kasvihuonepäästöt vuoden 1990 tasolle vuosien 2008 – 2012 aikana.

#### *EU-johto neuvottelee kilpailukyvyn parantamisesta*

..... ”Kokouksessa keskustellaan myös Kioton sopimuksen jälkeisen ajan päästövähennystavoitteista. Ympäristöministerit ovat jo sopineet EU:n alustavista tavoitteista. Niiden mukaan kehittyneiden maiden tulisi harkita vuoden 1990 lähtötasoon verrattuna 15 - 30 prosentin vähennyksiä vuoteen 2020 mennessä ja 60 - 80 prosentin vähennyksiä vuoteen 2050 mennessä.” (Yle24 Online Uutiset 22.3.2005)

Nykypäivän asumiselle ja teolliselle toiminnalle asetetaan yhä enemmän vaatimuksia. Kiinteistön kulutusseuranta ja sen toteuttaminen tietotekniikan avulla on myös oleellinen osa tätä kehitystä.

Kiinteistöhoitoalalla tietotekniikan hallinta on myös tärkeää, koska erilaisten rekisterien ylläpito ja laadinta tehdään tietokoneavusteisesti. Samoin rakennusten huoltokirjat ja kunnossapito-ohjelmat sekä ohjaus-, säätö ja valvontajärjestelmät ovat tietotekniikka -pohjaisia ja kehitys on tälläkin osa-alueella varsin nopeaa. Lisäksi perinteiseen LVI-alaan liittyy yhä enemmän rakennusautomaation ja sähköalan perusosaamista. Toisaalta yhden ohjelmiston käytön hallinta antaa hyvät valmiudet ja lähtökohdat itsenäiseen työskentelyyn ja LVI-alan tietotekniikkaympäristön laaja-alaiseen omaksumiseen.

Käsitteitä:

LVI-ala käsittää rakennuksen lämmityksen, vesihuollon ja ilmanvaihdon.

Talotekniikka on nimitys lämpö-, vesi-, ilmastointi-, sähkö-, tele-, yms. aloille, jotka palvelevat ihmisen toimintaa ja kiinteistön elinkaarta.

Kiinteistön kulutusseurannalla tarkoitetaan toimintaa, jolla seurataan ja ohjataan tarkasteltavan kiinteistökohteen lämmön, kiinteistösähkön ja veden kulutusta sekä lämmöntuotannon toiminta-arvoja.

Kulutusseurantaohjelmisto on työkalu ja apuväline kiinteistön kulutusseurannan toteuttamiseen.

Kiinteistöjärjestelmät rakennuksessa kattaa rakennusautomaation, kuluvalvonnan, palohälytykset, murtohälytykset, energian mittauksen, sähkön mittauksen, veden mittauksen ja energian kulutuksen ja sen seurannan.

## **2 OPPIMISESTA JA TIETOTEKNIikka-AVUSTEISESTA OPETUKSESTA**

### **2.1 Oppimisesta ja oppimiskäsityksistä yleisesti**

Nykykäsityksen mukaan tiedon siirtoon oppimismielessä ei ole olemassa suoraa kanavaa, vaan uusien tietojen ja taitojen oppiminen on oppilaan aktiivinen prosessi (Muurinen, Skarp 2004, 7). Oscar Wilden väittämän mukaan - jota kutsuisin mielelläni opetuksen paradoksiksi – *mitään tietämisen arvoista ei voi opettaa*. Täsmennettynä tämä tarkoittaa, että mitään tietämisen arvoista ei voi opettaa siten, että se opittaisiin, vaan että kaikki olennainen opitaan omatoimisesti.

Opettaminen, samoin kuin minkä tahansa välineen tarjoama informaatio voi vaikuttaa vain epäsuorasti oppimiseen. Jotta oppiminen olisi mahdollisimman monipuolista ja tietoa voitaisiin soveltaa joustavasti monissa eri tilanteissa, tulisi myös oppimisympäristön olla mahdollisimman monipuolinen. Tietokone ja verkkoympäristö tarjoavat yhden mahdollisuuden monimuoto-opetusympäristöön ja antavat samalla erinomaisen tilaisuuden oppimiseen oivaltamalla ja kokeilemalla. Tietotekniikka-avusteinen opetus on parhaimmillaan yksilöllistä ja voi aktivoida oppilasta tehokkaasti. Opiskelijalla on mahdollisuus edetä omaan tahtiinsa eikä toisaalta annetuista tehtävistä ei voi

suorutua vain sivusta seuraamalla. Opiskelu ei ole välttämättä sidottu vain luokkahuoneeseen, vaan sitä voi toteuttaa missä paikassa tahansa kunhan vain on käytettävissä tietokone. (Muurinen, Skarp 2004, 7)

Varhaisin oppimisen muoto oli oppiminen kokemuksen avulla ja ihmisten kanssa keskustellen. Opetuksen ohjaaja ei luennoinut, vaan asetteli kysymyksensä huolellisesti johdatellen oppilasta oivaltamaan asioita. Kirjapainon keksimisen jälkeen yhä laajemmalle kuulijakunnalle avautui mahdollisuus perehtyä ohjaajan jakamaan tietoon. Luentotyypin opetuksen yleistyessä ohjaajalla ei ollut enää mahdollisuutta keskustella jokaisen kanssa, jolloin opetus muuttui yksisuuntaiseksi. Kahdenkeskinen keskustelu kuoli pois lähes tyystin (Muurinen, Skarp 2004, 11). Nyt on saatu jälleen mahdollisuus palata takaisin keskustelulla ja oivaltamisella oppimiseen tietokoneiden tultua osaksi opetusta. Tietotekniikka antaa myös mahdollisuuden palauttaa keskustelu ja oivaltaminen sekä kokeilemalla oppiminen opetuksen yleisimmäksi muodoksi, vieläpä opetusryhmän koosta riippumatta.

Tietotekniikan avulla on mahdollista aktivoida opiskelijaa ja tarjota yksilöllisempää opetusta. Jo monissa varhaisemmissa tutkimuksissakin on todettu, että tietokoneavusteisella opetuksella päästään parempiin tuloksiin kuin perinteisellä luokkahuoneopetuksella. Esimerkiksi 1980-luvun alkupuolella mm. Yhdysvaltain laivastossa on tehty lukuisia tämän alan tutkimuksia. (Lehtinen 1985, 50-55)

Tietokoneavusteinen opetus mahdollistaa myös opitun kertaamisen ja toisaalta avustaa tiedon hakemisessa ja opitun tiedon organisoinnissa ja uuden tiedon liittämässä aiemmin opittuun. Tietokoneavusteinen oppiminen etäyhteyksien avulla on lisäksi mahdollista paikasta riippumatta. Tämä onkin saavuttanut viime aikoina valtaisan huomion ja alalle ovat vakiintuneet käsitteet verkko-oppiminen ja verkko-opetusympäristö. Meisalon etc. mukaan on kuitenkin hyvä muistaa, ettei teknologia sinänsä edistä oppimista, sillä kukaan ei opi suoraan informaation välityksen välineistä kuten tietokoneista tai kirjoista vaan siihen liittyvän ajattelemisen ja pohtimisen kautta. Tietotekniikan merkitys korostuu uuden tiedon konstruoinnin ja yhdistelyn sekä käsitteellistämisen työkaluna.

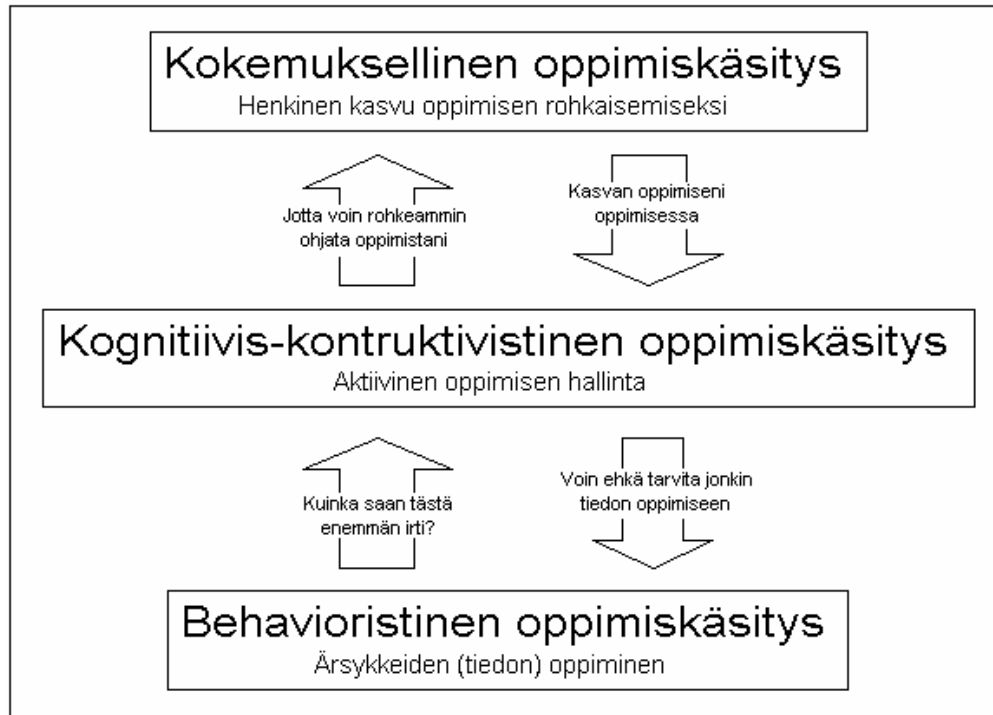


Kokemuksellista oppimista on sovellettu mm. uusien työ- ja toimintatapojen opiskelussa ja uusien asenteiden sisäistämisen opiskelussa. Behavioristiset käytänteet oppimisessa ovat varsin paikallaan tiedollisen perusteiden hankinnassa ja ulkoa opittujakin tietoja voi soveltaa käytännössä. Kognitiivinen ja konstruktivistinen oppimiskäsitys antaa jo paremmat välineet oman oppimisen aktiiviseen hallintaan. Kokemuksellinen oppimiskäsitys taas tavoittelee henkistä kasvua, joka mahdollistaa rohkeamman itsensä toteuttamisen. (Meisalo, Sutinen, Tarhio 2000, 34 ... 36)

### Opetus- ja oppimisprosessi

Oppimiseen liitetään yleensä tiedollisia tavoitteita ja toiminnallisia tavoitteita. Niin opetus kuin määrätietoinen opiskelukin lähtevät liikkeelle tavoitteiden asettelusta. Tavoitteiden ja saavutettujen tulosten eroa käytetään jatkotoimenpiteiden ohjaukseen. Tämä toimintaperiaate, jota tekniikan alalla kutsutaan takaisinkytkennäksi ohjauksen säädössä, onkin juuri olennaisin osa prosessi-käsitettä. Toisaalta tietotekniikka tarjoaa hyvät välineet tavoitteiden saavuttamiseen ja myös tulosten arviointiin ja sitä kautta koko opetusprosessin ohjaukseen. (Meisalo, Sutinen, Tarhio, 2000 32-33)

Oppimiskäsitykset voidaan nähdä myös rakenteena, joka elää oppijan mukana. Tätä havainnollistaa hyvin oheinen kuva.



Kuvio 1. Oppimiskäsitykset yksilön näkökulmasta.

Kuvio 1 Oppimiskäsitykset yksilön näkökulmasta  
(kuvio lähteestä Petlin 1997)

## 2.2 Oppimisympäristöistä

Viime aikaisina suurimpina muutoksina oppimisympäristöissä on ollut opetusteknologian ja tietotekniikka-avusteisen oppimisen kehittyminen ja käyttöönotto eri oppilaitoksissa. Televisio ja radio ovat jo aikaa saaneet paikkansa luokkahuoneissa - nyt on tietokoneiden ja internetin vuoro – ollaan siirrytty verkko-oppimisaikaan.

Oppimisympäristöllä tarkoitetaan sitä kokonaisuutta, jossa oppiminen tapahtuu. Laajasti käsittäen oppimisympäristönä voidaan ajatella kaikkia opetuksen fyysisiä ja sosiaalisia kehyksiä, toimintaympäristöä, johon kuuluvat opettajat ja oppilaat, oppimiskäsitykset ja opetusvälineet. Oppimisympäristö koostuu siten ainakin seuraavista elementeistä (Meisalo etc. 2000, 65-66):

- fyysisestä tai virtuaalisesta ympäristöstä
- oppijoista

- opettajista
- erilaisista oppimisnäkemyksistä
- erilaisista toimintamuodoista
- oppimislähteistä ja opetusmateriaaleista
- välineistä ja tavoista käyttää näitä

Tietotekniikka-avusteisessa samoin kuin perinteisessä luokkahuoneopetuksessa on hyvä pyrkiä oppilaan aktiiviseen toimintaan (*hands-on*), joka pitää sisällään omakohtaisen kokeilun ja kokemuksellisen etsimisen. Tekemisen ja kokeilun seurauksena opiskelija on myös ajatuksellisesti ja tiedollisesti mukana oppimisprosessissa, jolloin tapahtuu aidosti tiedollisen ajattelun kehittymistä (*minds-on*), (Muurinen, Skarp 2004, 26).

Tietokoneavusteisessa opetuksessa käsite oppimisympäristö liitetään myös käytettävän opetusohjelman luonteeseen. Yhteisenä tekijänä oppimisympäristön ja tietokoneohjelman välillä ovat oppimiskäsitykset. Tietokoneohjelmien arvioinnissa oppimiskäsitykset ovat yksi tärkeä evaluointikriteeri. Tietotekniikka-avusteinen opetus ei välttämättä edellytä jokaiselle oppilaalle omaa konetta. Kahden hengen ryhmissä työskentelyn puolesta puhuu monta seikkaa. Kaksi henkeä muodostaa ryhmän, jossa syntyy helposti keskustelua asioiden merkityksestä ja sisällöstä ja mahdollisista esille tulevista kysymyksistä. Kahdestaan monet ongelmat on myös useasti helpompi ratkaista kuin omin päin. (Petlin 1997, 7 ).

### **2.3 Avoin oppimisympäristö ja perinteinen oppimisympäristö**

Oppimisympäristöt on jaettavissa perinteisiin oppimisympäristöihin ja avoimiin oppimisympäristöihin. Perinteisessä oppimisympäristössä oppiminen on ohjattua, sen rakenne on pysyvää ja tieto valmiiksi konstruointua, sosiaalinen

kanssakäyminen yksilöllistä ja opetus pohjautuu älykkääseen ohjelmaan, jota opettaja kontrolloi. Avoimessa oppimisympäristössä sen sijaan oppiminen perustuu itseohjautuvuuteen, rakenteet ovat muuttuvia, tieto dynaamista, sosiaalinen kanssakäyminen kollektiivista ja opetuksen ohjaus pohjautuu oppilaan oivalluksiin opettajan toimiessa oppimisen ohjaajana. (Meisalo, Sutinen, Tarhio 2000, 66-68 )

*”Behaviorismille pohjautuvat didaktiset käytänteet tukevat perinteistä oppimiskäsitystä, kun taas kognitiivisille oppimiskäsityksille rakentuu avoimiksi oppimisympäristöksi kutsuttuja didaktisia käytänteitä..”* (Kallonen–Rönkkö 1993, 45). Avoimen oppimisympäristön ja avoimen opetusohjelman perusero verrattuna perinteiseen oppimisympäristöön ja opetusohjelmaan on oppimisen psykologiassa. Perinteisessä oppimisympäristössä oppilasta pommitetaan ärsykkein, ja näin pyritään saamaan aikaan oppimista behaviorismin hengessä. Avoimen oppimisympäristön perusta lepää kognitiivisen ja humanistisen psykologian jalustalla. Oppilas on itse omilla valinnoillaan ympäristöönsä vaikuttava subjekti, joka käyttää hyväkseen myös intuitiota. Oppilaalle ei tarjotakaan enää valmiita ratkaisuja, vaan hänen on itse järjesteltävä tietorakenteita. Tätä kautta hän oppii itse tekemällä ja pohtimalla (Kallonen–Rönkkö 1993, 46) .

Toisaalta opetustilanteen tulisi sisältää oppimista edistäviä ihmissuhteita, jotta oppimisilmapiiri olisi tyydyttävä. Tietokoneavusteisessa opetuksessa ihmissuhteet ovat monella tavalla erilaisia kuin normaalissa luokkaopetuksessa. On syytä pohtia minkälaisia sosiaalisia suhteita nousee esille tietokoneavusteista opetusta käytettäessä. Oppija käy ”dialogia” ohjelman kanssa. Ohjelman takaa löytyy kuitenkin sen tekijä ja itse asiassa vuorovaikutus muodostuu, välillisesti kylläkin, ohjelman tekijän ja sen käyttäjän välille. Hyvän ohjelman pitäisikin aina sisältää tämä piilossa oleva vuorovaikutusnäkökohta.

Kehityopsykologian tutkijat ovat todenneet, että kaikki eivät pysty käsittelemään tietoa abstraktilla tasolla. Asiat painuvat mieleen selkeämmin ja oppimistulos paranee, mikäli ne voidaan hahmottaa konkreettisesti. Visualisointi antaa uusia resursseja oppilaille. Esimerkiksi työmuisti ei rajoitu aivojen sisälle, vaan

laajempi kokonaisuus on näkyvillä tietokoneen näytöllä. Tutkittava etsintäavaruus pienenee ja tarvittavan tiedon löytäminen nopeutuu, kun tieto voidaan esittää tiiviissä ja mielekkäässä muodossa. Tieto hahmottuu paremmin käyttäjälle ja johtopäätösten teko on helpompaa. Samalla monien asioiden yhtäaikainen seuranta on helppoa visuaalisten vihjeiden perusteella. ( Meisalo etc. 2000, 102-104)

Yksi havainnollinen esimerkki visualisoinnista on Yleisradion vaalitulosten käsittely, jossa yksittäisistä äänestäjien äänistä saadaan aikaan varsin näyttävä visuaalinen spektaakkeli ja vieläpä reaaliajassa

## **2.4 Tietokoneavusteisen opetuksen historiasta**

Tietokoneavusteisessa opetuksessa on havaittavissa neljä pääkehitysvaihetta. 1960-luvun kokeilevan alkuvaiheen jälkeen seurasi 1970-luvulla laajenemisvaihe. Tietokoneavusteisen opetuksen historia alkaa kuitenkin jo ennen kokeilevaa vaihetta, varhaisista 1950-luvun skinneriläisistä opetuskoneista (Lehtinen 1985, 371).

Suomessa tietokoneiden koulukäyttöä kokeiltiin ensimmäisen kerran 1960-luvulla. Tällöin opetus keskittyi lähinnä tietokoneen rakenteen ja käytön ymmärtämiseen. 1970-luvulla tietokone sai kouluissa eräänlaisen apuopettajan roolin. Yhdysvalloissa tietokoneohjattu opetus sai jo tällöin voimakkaan suosion ja pääajatuksena olikin hoitaa koko opetusprosessi tietokoneen avulla. Euroopassa sen sijaan yleistyi tietokoneen käyttö opetuksen apuna ja apuvälineenä ja täällä otettiin käyttöön termi tietokoneavusteinen opetus. Euroopassa alettiin myös korostaa opetuskäsitteen sijaan opetuksen ja oppimisen käsitteitä (Muurinen, Skarp 2004, 15) .

1980-luvulla tietokonetta ryhdyttiin pitämään työvälineenä muiden työvälineiden joukossa. Aina 80-luvulle saakka koneet olivat suuria keskuskoneita. Vähitellen ne syrjäytyivät minitietokoneiden tieltä kunnes henkilökohtaiset mikrotietokoneet alkoivat yleistyä. Tietotekniikan kehitys jatkui 1990-luvulla erittäin nopeana ja saman aikaisesti erilaisten opetuspelien ja opetuskäyttöön suunniteltujen ohjelmien määrä lisääntyi huomattavasti. Eniten syntyi uusia ohjelmia kielten

opetukseen. Viime vuosina monia eri alan sovelluksia ja ohjelmistoja on otettu mukaan opetus-opiskelu-oppimisprosessiin (Muurinen, Skarp 2004, 16).

## **2.5 Tietokoneavusteinen opetus verkko-opetusta tänä päivänä**

Tänä päivänä tietokoneen katsotaan olevan niin opetus-, opiskelu- kuin työvälinekin. Tieto- ja informaatiotekniikasta haetaan apua ja tukea oppimisprosessille ja lisäksi sen avulla pyritään tyydyttämään oppijan tarpeita ja toiveita mahdollisimman luontevasti ja tarkoituksenmukaisesti unohtamatta kuitenkin henkilökohtaisen ohjauksen ja sosiaalisten kontaktien tärkeyttä.

Tietokoneperusteisessa opetuksessa on nyt siirrytty uuteen vaiheeseen - verkko-opetukseen ja verkko-oppimiseen, missä yksittäisen tietokoneen ja siinä käytettävän opetus- tai muun ohjelmiston lisäksi oppilas työskentelee internetiin liitetyllä koneella. Oppilaalla on vapaa pääsy internetissä oleviin verkkopalveluihin ja -ohjelmistoihin sekä erilaisiin tietolähteisiin. Näin verkko-opetus antaa oivan välineen lisätiedon hakemiseen ja helpottaa toisaalta uuden tiedon liittämisen aiemmin opittuun.

On kuitenkin syytä muistaa, että monien asioiden suorituksen näyttäminen ja harjoittelu käytännössä ja todellisissa olosuhteissa on usein huomattavasti yksinkertaisempaa ja oppimisen kannalta tehokkaampaa kuin niiden opettaminen millä tahansa opetusvälineellä. Mutta tähänkin tietotekniikka tarjoaa oivan apuvälineen mm. kuvien ja etenkin liikkuvan kuvan muodossa. Tietokoneen avulla voi tehtävän suorituksen jäsentää ja analysoida havainnollisesti vaihe vaiheelta vaikkapa dvd-muotoon käsitellyn videon pohjalta.

## **3 KIINTEISTÖJEN ENERGIAN KULUTUSSEURANTA**

### **3.1 Kiinteistön kulutusseurannan yleiset periaatteet**

*Kiinteistön kulutusseurannalla* tarkoitetaan toimintaa, jolla aktiivisesti ja säännöllisesti seurataan ja ohjataan tarkasteltavan kiinteistökohteen lämmön,

kiinteistösähkön ja veden kulutusta sekä lämmöntuotannon toiminta-arvoja.  
(KH ohjetiedosto 20-000158, 1992)

Energian ja veden hintojen nousu korostaa kulutusseurannan merkitystä. Asumis- ja työskentelyolosuhteet on pidettävä hyvinä, joten energian ja veden kulutuksesta aiheutuvia kustannuksia voidaan alentaa vain minimoimalla tarpeeton kulutus. Energian- ja veden kulutusmuutoksia samoin kuin käytössä tapahtuvia muutoksia on seurattava kokonaisuutena.

Yhden kiinteistön kulutuksia on mahdollista seurata jopa käsipelillä, mutta usean kiinteistön kulutusseuranta on järkevintä toteuttaa kulutusseurantaohjelmaa apuna käyttäen. Lähtökohtana on tarkasteltavan kohteen kulutustiedot. Nämä syötetään kulutusseurantaohjelmaan joko käsin, kannettavalla tiedonkeruulaitteella tai sähköisesti kaukoluentana. Kun mittareiden lukematiedot kerätään riittävän usein ja niistä lasketaan tarvittavat tunnusluvut ja kulutustiedot, voidaan järjestelmien toimintaa arvioida ja havaita mahdolliset poikkeamat ajoissa.

Aikasykleinä kulutusseurannassa käytetään yleisesti kuukausi- ja vuositason kulutuksia varsinkin tunnuslukuja määritettäessä. Tuntitason tietoa voidaan saada myös taloautomaatiojärjestelmistä. Tuntitason seurannan edellytyksenä on kylläkin lähes aina mittaustietojen automaattinen luenta ja keruu.

Lämmön, veden ja sähkön kulutus muodostavat yhteensä 40 ... 50 % kiinteistön hoitokuluista. Erilaisten laitevikojen ja käyttövirheiden vaikutuksesta kulutustasot voivat nousta kymmeniä prosentteja ilman että asukkaat tai kiinteistön ylläpitäjät huomaisivat mitään oleellista muutosta kiinteistön tilassa. Turhan kulutuksen ja tuhlauksen syntyminen ja jatkuminen voidaan torjua vain seuraamalla kulutuksia säännöllisesti eli toteuttamalla kulutusseuranta.  
(Asuinkiinteistön hoito-opas 1997, 56)

Kulutustiedot kerätään ja muutetaan tunnusluvuiksi ja raporteiksi ohjelmalla, joka voi olla työasemakoneessa, omassa sisäverkossa tai palvelun tuottajan palvelimella. Saatuja tietoja voidaan käyttää esim. kiinteistön käytön muutosten huomioon ottamiseen, kulutusvertailuun kiinteistöjen välillä,





### 3.2 Kulutusseurantaohjelmistot

Kiinnostus energian säästöön ja sen tehokkaampaan käyttöön on tuonut markkinoille erilaisia työkaluja kiinteistöjen energiankulutuksen seurantaan ja hallintaan. Energian kulutuksen seurantaan on 1980-luvulta lähtien ryhdytty kehittämään ohjelmia, jotka ovat mahdollistaneet kulutuksen seurannan ja helpon vertailun eri tavoilla. Yleisimmin vertailu tehdään edellisen vuoden vastaavaan ajanjaksoon ja toisaalta saman tyyppisten kiinteistöjen välillä. Ohjelmilla on myös helppo visualisoida kulutuksen kehittyminen eri olosuhteissa. Näin on mahdollista saada yhä useammat kiinnittämään huomiota ja ymmärtämään kulutuksen merkitys mm. asumiskustannuksissa.

#### Markkinoilta löytyviä kulutusseurantaohjelmistoja

Energian seurantaan on tarjolla ohjelmistoja, jotka on erityisesti suunniteltu energian kulutuksen seurantaan. Tarjolla olevat ohjelmistot ja palvelut keskittyvät sähkön, lämmön ja veden kulutuksen seurantaan ja raportointiin. Yhdellä ohjelmalla voidaan yleensä myös hallita useampien kiinteistöjen energiatietoja. Tässä ohjelmistolla tarkoitetaan yhdessä tai useammassa mittaus tietojen keruuseen ja käsittelyyn käytettävässä PC-tasoisessa tietokoneessa käytettävää ohjelmaa.

Yksi suuntaus on internet-pohjaisten seurantajärjestelmien lisääntyminen. Internetin käyttö mahdollistaa kiinteistökohtaisen tilanteen tarkkailun lähes ajasta ja paikasta riippumatta sekä esimerkiksi hälytys- ja huoltopalvelujen liittämisen osaksi kulutusseurantaa.

Markkinoilla olevat kulutusseurantaohjelmistot eroavat toisistaan vain hiukan. Kulutusseurantaohjelmiston hankintaa voikin hyvin verrata auton hankintaan, kaikki toteuttavat perustarpeen, mutta varustuksissa ja hinnoissa voi olla suuriakin eroja. Kulutusseurantaohjelmaa valitessa on eri tuotteiden väliltä ensi katsomalta vaikea löytää merkittävää eroa. Näkyvimvät erot löytyvät käyttäjän kannalta kulutuslukemien raportoinnista ja mahdollisuuksista tuotteen laajentamiseen tulevaisuudessa.

Kun kulutusseurantaohjelmaa ohjelmaa valitaan, on tarpeen selvittää sen sopivuus oman kiinteistön tarpeisiin, toimivuus eri käyttöjärjestelmissä, tietosisällön ja raporttien konvertointimahdollisuudet, tarvittavat tietotekniset lisäinvestoinnit, verkkokäyttömahdollisuudet ja internet-käyttömahdollisuudet. Lisäksi on syytä huomioida palveluntoimittajan resurssit ja toiminnan jatkuvuus, käyttäjäkoulutus ja tukitoiminnot, yhteensopivuus kiinteistöjen huoltokirjajärjestelmiin sekä ylläpitosopimusten kattavuus ja sen tuomat mahdolliset lisäkustannukset.

Kuntaliiton tekemän kulutusseurantaohjelmistokyselyn mukaan yleisin kunnissa käytössä oleva seurantaohjelmisto oli *itse tehty Excel-sovellus*. Tähän ratkaisuun oli päädytty 16 kunnassa vuoden 2003 tilanteen mukaan. Lähes yhtä monessa kunnassa oli käytössä *Kulu-ohjelmisto*, *Kulti-ohjelmisto* ja *Ryhti-ohjelmisto*. Lisäksi oli käytössä joitakin *Kipi-*, ja *Enerkey* -sovelluksia ja yksittäiset *Kiha* ja *Fatman*-ohjelmistot. (Ruokojoki 2003, 1-3)

Samassa kuntaliiton tekemässä kyselyssä selvitettiin myös kulutusseurannan kattavuutta ja toisaalta ohjelmiston toimivuutta eli saadaanko ohjelmisto ”se hyöty mitä halutaan”. Asteikkona oli käytetty *kyllä/suurinpiirtein/heikosti/ei*. Ohjelman käytettävyydestä kyllä-vastauksia oli 37, suurinpiirtein-vastauksia 28, heikosti-vastauksia 11 ja ei-vastauksia 5.

Kaikkiaan kuntaliiton tekemään kyselyyn saatiin vastauksia 167 kunnasta ja 21 kuntayhtymästä. 74 kunnassa ja 10 kuntayhtymässä oli käytössä jokin atk-pohjainen kulutusseurantaohjelmisto. Tämän selvityksen mukaan siis noin puolissa kuntien hallinnoimissa kiinteistöissä olisi jonkin asteinen tietotekniikkapohjainen kulutusseuranta, ja rakennuskannasta keskimääräinen kulutusseurannan kattavuus oli 76 % syksyn 2003 tilanteen mukaan (Ruokojoki 2003, 3).

Kulutusseurantaohjelmiston kustannukset koostuvat yleisesti lisenssimaksuista ja Internet-ohjelmien liittymismaksuista sekä mahdollisista sovellusvuokrista. Hinta voi myös määräytyä mittauspisteiden lukumäärän mukaan. Koulutuksesta ja muista palveluista peritään mahdollisesti eri korvaus. Yleisesti kustannukset riippuvat seurantakohteiden lukumäärästä ja hankittavan ohjelman laajuudesta.

Ohjelmistojen hankintakustannus on suuruusluokkaa 1000 – 3000 €. Vuotuinen ylläpitomaksu alkaa joistakin sadoista euroista riippuen sovelluksen laajuudesta. Hankinta ja käyttökustannusten vertailua ei tässä työssä ole käsitelty.

### 3.3 Kulutustietojen hyödyntäminen

Kiinteistön hoitokustannuksista yli puolet voi olla energia- ja vesikustannuksia. Säännöllinen kulutusseuranta ja nopea reagointi poikkeamiin ja kiinteistön käytössä tapahtuviin muutoksiin antaa hyvät edellytykset energiatehokkaalle kiinteistönpidolle.

Kunnossapidon osalta kulutusseurannan tavoitteena on tunnistaa kiinteistön lämpöenergian, veden ja kiinteistösähkön kulutusmuutokset sekä lämpöjohtoverkon painehäviöt ja käynnistää tarvittaessa korjaavat toimenpiteet. Toteutuneita kulutuksia voidaan verrata tavoitearvoihin ja kiinteistön ominaiskulutuksia muiden vastaavien kiinteistöjen ominaiskulutuksiin. Kulutustiedoista voi tuottaa myös kustannustietoutta kuten talousraportteja ja liitteitä toimintakertomuksiin.

Energian säästötoimenpiteitä toteutettaessa on kuitenkin hyvä muistaa energian säästön\_rajoitukset: *”Säästötoimenpiteitä ei pidä tehdä niin, että sisäilman olosuhteet, terveellisyys, turvallisuus tai asumisviihtyvyys vaarantuvat tai rakennuksen ja sen osien vaurioitumisriski kasvaa”* (Isännöitsijän käsikirja 2004, 430).

Energian ja veden hintojen nousu korostaa kulutusseurannan merkitystä. Asumis- ja työskentelyolosuhteet on pidettävä hyvinä, joten energian ja veden kulutuksesta aiheutuvia kustannuksia voidaan alentaa vain minimoimalla tarpeeton kulutus. Energian- ja veden kulutusmuutoksia samoin kuin käytössä tapahtuvia muutoksia on seurattava kokonaisuutena.

## 4 KATSAUS RAKENNUSTEN ENERGIAN KULUTUKSEEN

### 4.1 Energiankäytön hallinta

Energiankäytön hallinta tarkoittaa energian tehokasta käyttöä. Käytännössä se merkitsee turhan energiakäytön minimoimista erilaisin suunnittelun, rakentamisen ja käytönvalvonnan keinoin. Energian tehokkaan ja taloudellisen käytön ymmärtäminen ja käyttöön ottaminen vaatii tietoa ja oikeaa asennoitumista kaikilta kansalaisilta.

#### Rakennusten energiatehokkuus ja kansainväliset vaatimukset

Rakennusten energiatehokkuuteen on viime vuosina kiinnitetty suurta huomiota erityisesti Kioton ilmastopimuksen asettamien vaatimusten toteuttamiseksi ja rakennusten haitallisten ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Rakennusten haitallisista ympäristövaikutuksista niiden energiankäytöllä on suurin merkitys, sillä kuluttaahan rakennussektori kaiken kaikkiaan lähes puolet kokonaisenergian tarpeesta.

Rakennusten lämmitys on meidän ilmasto-oloissamme merkittävä energian käyttökohte ja tärkeässä asemassa energiapoliittisiin tavoitteisiin pyrittäessä. Euroopan parlamentti on myös kiinnittänyt erityistä huomiota rakennusten energiankäytön tehokkuuteen ja suomalaiset säännökset mukautetaan vuoteen 2006 mennessä vastaamaan EU:n energiatehokkuusdirektiivin vaatimuksia. Täysimääräisesti direktiivin mukaiset velvoitteet tulevat voimaan vuoteen 2009 mennessä. (Isännöitsijän käsikirja 2004, 428)

Tuleva direktiivi edellyttää mm. seuraavia toimenpiteitä:

- Uusien rakennusten suoritusarvokohtaiset energiankulutustavoitteet
- Korjattavien rakennusten energiaparannukset

- Energiankulutuksen laskentamenetelmien kehittäminen siten, että siinä tarkastellaan rakennusta kokonaisuutena
- Energiatodistukset kaikille rakennuksille vuoteen 2009 mennessä
- Ilmanvaihtolaitteiden energiatarkeastukset

#### 4.2 Rakennuksen lämmitysenergiatarve

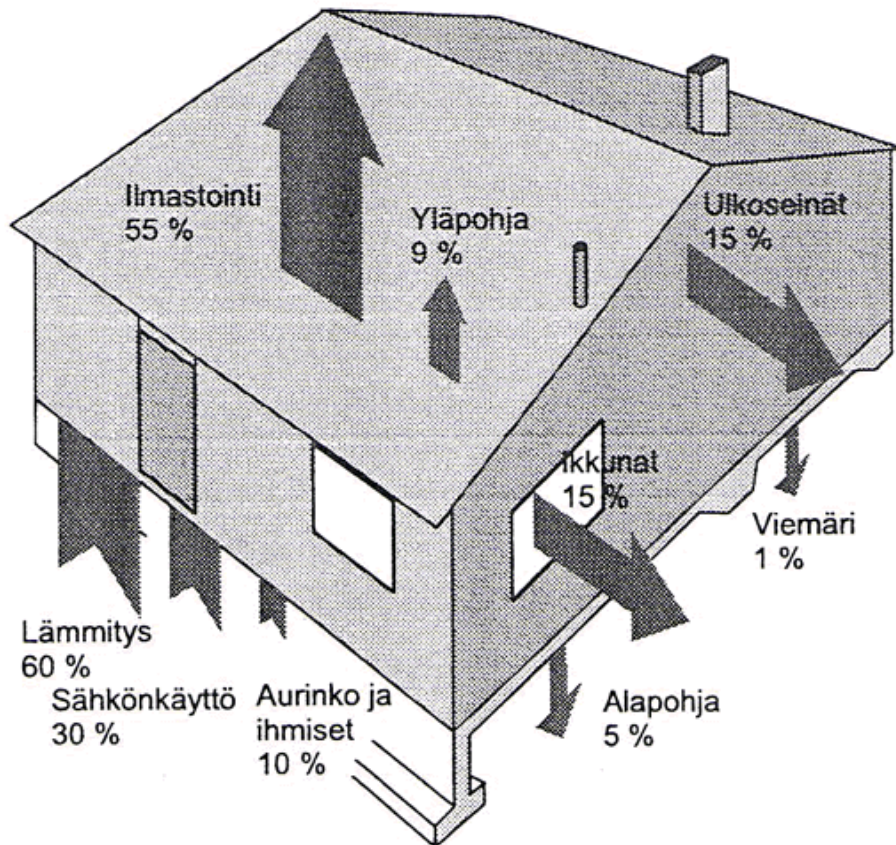
Rakennuksen lämmitysenergiatarve riippuu lämmitettävästä tilavuudesta, sisälämpötilasta, rakenteista, käyttöajoista sekä sääolosuhteista. Lämmitysenergia poistuu rakennuksesta useaa eri kautta. Energialaskelmien avulla on mahdollista selvittää rakennuksen energiakulutuksen jakautuminen.

Jos mitattua kulutusta verrataan laskettuun lämmitysenergian tarpeeseen, voidaan havaita huomattavia poikkeamia. Poikkeamat johtuvat yleensä siitä, että laskelmissa käytetyt teoreettiset arvot poikkeavat todellisista arvoista. Tarkasteltavia asioita ovat muun muassa sisälämpötila, lämmitystarveluku, ulkovaipan osien lämmönläpäisykertoimet, ilmanvaihdon ilmavirrat, vuotoilmavirrat, lämpimän käyttöveden määrä, lämmöntuoton hyötysuhde ja rakennuksen sijainti.

Rakennuksessa tapahtuvasta toiminnasta, valaistuksesta, sähkölaitteista ja ihmisistä vapautuu lämpöä, joka voidaan hyödyntää rakennuksen lämmityskautena. Samoin ikkunoiden ja rakenteiden kautta saatava auringon säteilyenergia on hyödynnettävissä.

Rakennuksen lämmönkulutus riippuu myös sen paikallisesta sijainnista. Paikallisia lämmönkulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat pienilmastolliset lämpötilaerot, tuulen nopeudet ja suunnat sekä rakennuksen aurinkoenergian saanti. Epäedullisimmissa tilanteissa nämä tekijät voivat aiheuttaa jopa neljänneksen lisäyksen rakennuksen lämmönkulutukseen (KH ohjetiedosto 1992).

Eri kirjallisuuslähteissä on esitetty erilaisia esitystapoja ja osuuksia ulkovaipan eri rakenneosien, ilmanvaihdon ja käyttöveden energiavirroille. Oheisessa kuviossa on havainnollistettu rakennuksen energiavirtoja.



Kuvio 2 Kiinteistön lämmitysenergian tyypillisiä energiavirtoja (RT-tiedosto 18)

### 4.3 Energiakulutuksen käsitteitä ja määritelmiä

#### Ominaiskulutus

Mitattuja energia ja vesimääriä voidaan sellaisenaan verrata saman kiinteistön aikaisempaan kulutukseen. Vastaavantyyppisiin muihin kiinteistöihin vertaamiseen tarvitaan erilaisia kulutuksen tunnuslukuja. Energian ja vesimäärän kulutuksen tunnusluvuista käytetään nimitystä ominaiskulutus.

Lämmitysenergian tunnusluvut lasketaan kuukausi tai vuosikulutuksina lämmitettyä rakennustilavuutta kohti. Poikkeuksen tekee asuinkiinteistöjen vedenkulutus, joka muuttuu asukasmäärän muutosten mukaisesti. Vedenkulutuksen tunnuslukuna käytetäänkin kulutettua vesimäärää litroina laskettuna asukasta kohti vuorokaudessa.

Rakennuksen ominaiskulutusluvut ovat verrattavissa kaikille tuttuihin ajoneuvojen polttoaineen kulutusarvoihin. Liikennesektorilla onkin parina viime vuosikymmeninä saavutettu merkittäviä tuloksia sekä polttoaineen kulutuksen että päästöjen vähentämisessä.

### Lämpöindeksi

Lämpöindeksi on kiinteistön kokonaislämpöenergian lämmitystarveluvulla normeerattu ominaiskulutus. Se lasketaan rakennuksen lämmitykseen tarvittavasta energian normeeratusta kokonaiskulutuksesta jakamalla se kiinteistön lämmitetyllä tilavuudella. Tarkasteluajanjaksona käytetään aina yhtä vuotta.

### Lämmitystarveluku ja sen käyttö

Lämmitystarveluvun avulla voidaan verrata eri ajankohtien lämpöenergian kulutuksia. Vertaili tapahtuu siten, että vuoden lämmönkulutus jaetaan ulkolämpötilasta riippuvaan osaan - johtumislämpöhäviöihin, vuotolämpöhäviöihin sekä ilmanvaihdon lämmönkulutukseen ja ulkolämpötilasta riippumattomaan osaan, joka edustaa lämpimän käyttöveden lämmönkulutusta.

Lämmitystarveluvulla korjataan toteutuneita lämmitysenergiankulutuksia, jotta voidaan verrata saman rakennuksen eri ajanjakson kulutuksia ja toisaalta eri paikkakunnilla olevien rakennusten energian kulutuksia toisiinsa. Lämmitystarveluku kuvaa kullakin paikkakunnalla tarkastelujakson aikana vallinnutta lämmitysenergian kulutuksen voimakkuutta normaaliajanjaksoon verrattuna. (KH ohjetiedosto 242,1998)

Rakennuksen todelliset kulutuksen muutokset saadaan selville vertailemalla eri laskentajaksojen lämmöntarvelukujen suhteilla normalisoituja toteutuneita energiankulutuksia. Tällä toimenpiteellä saadaan puhdistetuksi eri ajanjaksojen sääolosuhteiden vaikutukset ko. mittausarvoista, tästä esimerkki liitteessä 1.

Lämmitystarveluvun käyttö rakennuksen lämmitystarpeen arvioinnissa perustuu siihen, että rakennuksen energiakulutus on likipitään verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilojen erotukseen. Vuorokauden lämmitystarveluku on teoreettisen ja vuorokauden keskilämpötilojen erotus, jolloin lämmitystarveluvun yksikkö on astevuorokausi, °Cd. Lämmitystarveluku S 17 lasketaan pitäen sisälämpötilana teoreettista +17 °C, eli 3...4 °C alle todellisen normaalin huonelämpötilan. Näin pyritään ottamaan huomioon auringon säteilystä, ihmisistä, valaistuksesta ym. sisäisistä lämmönlähteistä vapautuva lämpö. Kun vuorokauden keskilämpö ylittyy +17 °C, tulee asteluvuksi nolla ja lämmitystarve loppuu näinä päivinä eli kesällä kaudella.

Ilmatieteen laitos laskee kuukautiset lämmitystarveluvut 16 eri paikkakunnalle ja lämmitystarvelukuja julkaistaan sanoma- ja aikakauslehdissä kuukausittain. Kuukauden lämmitystarveluku on vuorokauden lämmitystarvelukujen summa, vastaavasti koko vuoden lämmitystarveluku vuoden kaikkien päivien lämmitystarvelukujen summa ja toisaalta eri kuukausien lämmitystarvelukujen summa.

#### Normaalivuoden lämmitystarveluku

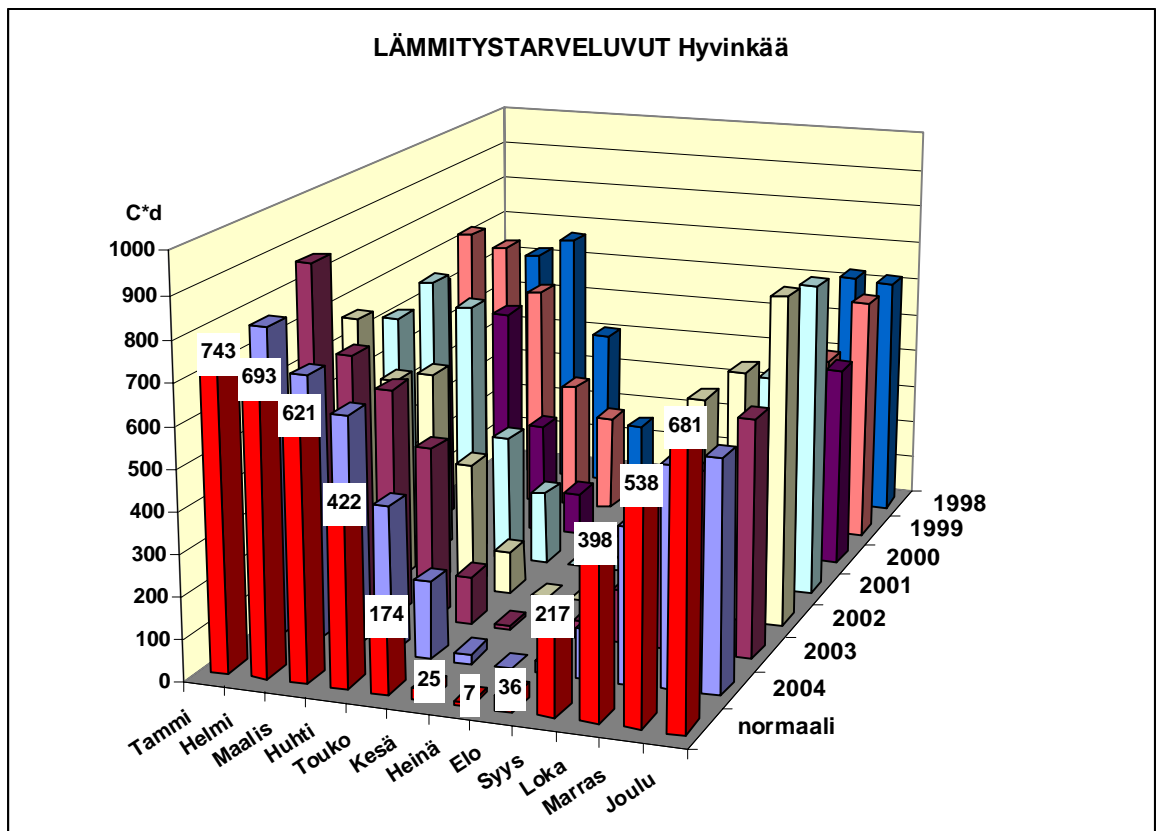
Normaalivuoden lämmitystarveluku on viimeisen 30 vuoden jakson perusteella laskettu keskimääräinen lämmitystarveluku. Vertailtaessa eri vuosina mitattuja toteutuneita kulutuksia otetaan säätilan vaihtelun vaikutus huomioon lämmitystarvelukukorjauksella.

Lämpöenergian kulutuksen tavoitearvot lasketaan aina normaalivuoden lämmitystarveluvun avulla. Aikaisemmin käytössä ollut termi astepäiväluku tarkoittaa samaa kuin nykyinen lämmitystarveluku.



**Taulukko 1** Lämmitystarveluvut astevuorokausina, esimerkki paikkakuntana  
Hyvinkää (<http://www.hlvoima.fi/showpage.asp?id=3351>)

kk / vuosi	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	normaali
Tammi	576	759	858	662	607	636	724	600	743
Helmi		654	640	516	707	577	695	622	693
Maalis		567	564	538	651	577	580	672	621
Huhti		360	428	319	317	283	327	409	422
Touko		187	119	103	183	110	249	158	174
Kesä		24	8	0	0	0	0	0	25
Heinä		0	0	0	0	0	0	0	7
Elo		29	43	0	0	0	0	0	36
Syys		121	131	200	120	242	134	169	217
Loka		374	435	541	297	272	334	375	398
Marras		530	443	617	540	398	463	628	538
Joulu		557	579	808	778	508	624	621	681
<b>Yhteensä</b>		<b>4162</b>	<b>4248</b>	<b>4304</b>	<b>4200</b>	<b>3602</b>	<b>4129</b>	<b>4254</b>	<b>4555</b>



#### 4.4 Tavoitteelliset kulutustasot ja luokittelukäyrät

Kiinteistön energiankulutus riippuu monesta osatekijästä. Näitä ovat mm. kiinteistön koko, ikä, ikkunapinta-alat ja rakenteet, rakenteiden tiiviys ja eristetaso, ilmanvaihdon määrä ja tekniset laitteet ja niiden käyttö. Oheisissa käyrästäissä (kuviot 3 – 5) on esitetty kulutus luokiteltuna 9 eri tasoon (kulutustasot A – H). Kulutuksen menekkiarvot on luokiteltu lämpöenergian, sähkön ja veden osuuksiin. Kulutusarvot pohjautuvat tilastollisiin pitkäaikaisiin keskimääräisiin ominaiskulutuksiin. Oheiset kulutustasot ja menekkiäyrästäöt pohjautuvat lähteiden *KH ohjetiedosto 20-000158 1992* ja *Kiinteistöhoiton käsikirja 2003* aineistoon.

##### Lämmitysenergian kulutus

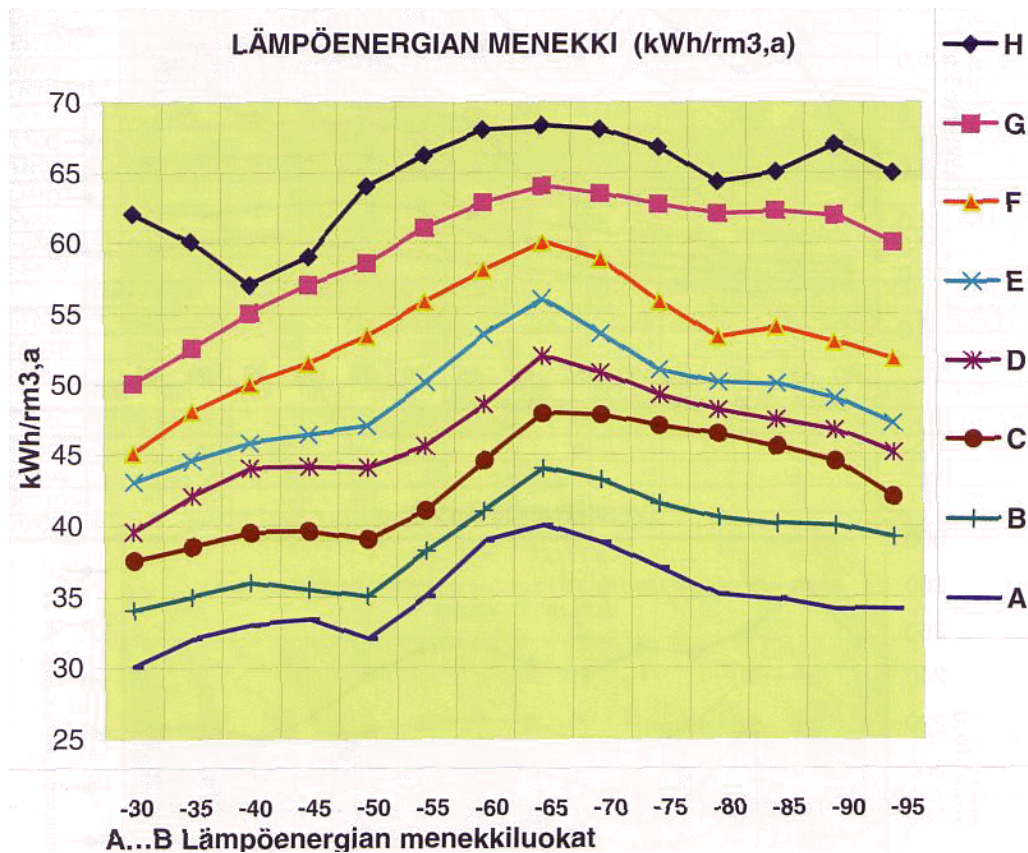
1930- ja 1940 luvulla rakennetut asuinkerrostalot sijaitsevat tyypillisesti kaupunkien keskustoissa, joissa kaupunkirakenne on selkeän korttelimainen. Tämä vaikuttaa rakennusten lämmönkulutukseen alentavasti keskusta-alueiden hieman lämpimämmän ja tuulettoman pienilmaston kautta.

1950- ja 1960-luvun rakennuskannassa näkyvä asuinkerrostalojen lämmityskulutuksen nopea nousu liittyy lähiörakentamisen alkuun ja koneellisen poistoilmanvaihdon yleistymiseen. 1970-luvulta eteenpäin on havaittavissa energiakriisin jälkeisten rakennemääräysten kiristymisen vaikutus, vrt. kuvio 3.

##### Sähkönkulutus

Talous- ja kiinteistösähkön kulutus on noussut voimakkaasti viime vuosikymmeninä. Se on omalta osaltaan vähentänyt lämmitysenergian kulutusta erityisesti niissä rakennuksissa, joissa säätölaitteiden avulla tämä lisäenergia voidaan hyödyntää. Toisaalta lämmön ja sähkönkulutuksen yhdistämistapoja on tarpeen tutkia ja selvittää vielä jatkossakin.

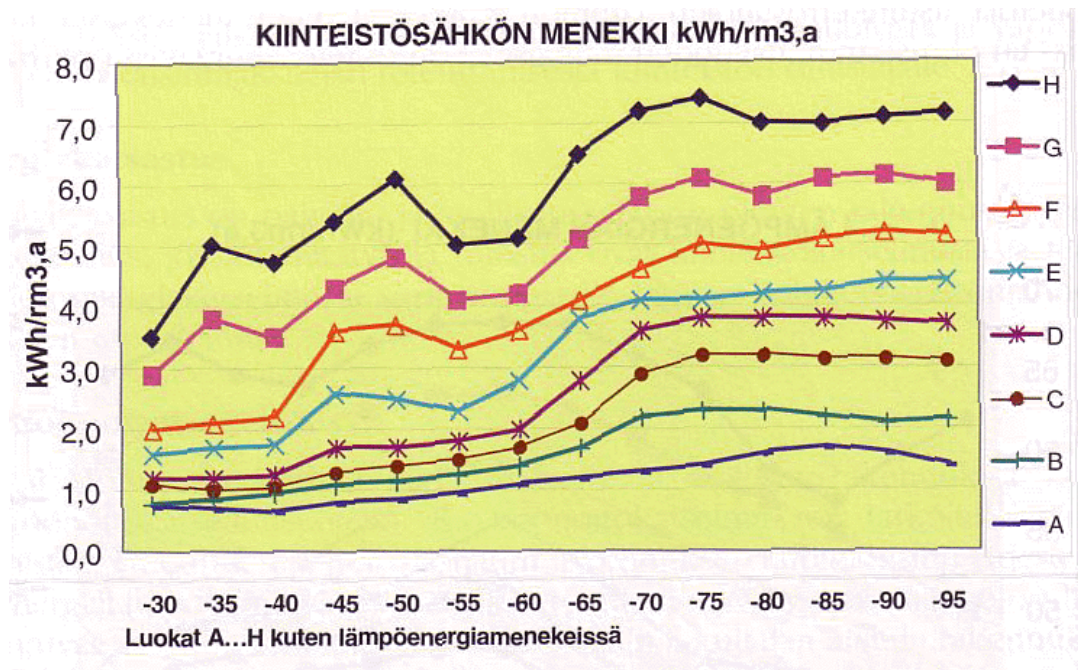
**Kuvio3:** Lämmitysenergian kulutusluokat asuinrakennuksen valmistusajankohdan mukaan ( Myyryläinen 2003, 133 )



Kulutustasot A...H kuvissa 4 – 5 :

alle A:n	erinomaisen alhainen
A...B	alhainen
B...C	erittäin hyvä
C...D	hyvä
D...E	tydyttävä
E...F	välttävä
F...G	suuri
G...H	hyvin suuri
yli H:n	erittäin suuri

Kuvio 4: Kiinteistösähkön kulutusluokat asuinrakennuksen valmistusajankohdan mukaan (Myyryläinen2003,134)



Asuinkerrostalojen kiinteistösähkön kulutus on kasvanut jatkuvasti aina 1970-luvun lopulle, minkä jälkeen kulutus on vakiintunut keskimäärin tasolle 4 kWh / m<sup>3</sup>

vuodessa. Kulutuksen kasvu on suoraan seurausta kiinteistöjen varustelutason parantumisesta. Vaikka varustelutaso onkin edelleen hieman kasvanut, on laitteiden energiatehokkuus vastaavasti parantunut eikä kulutustaso ole enää nousussa.

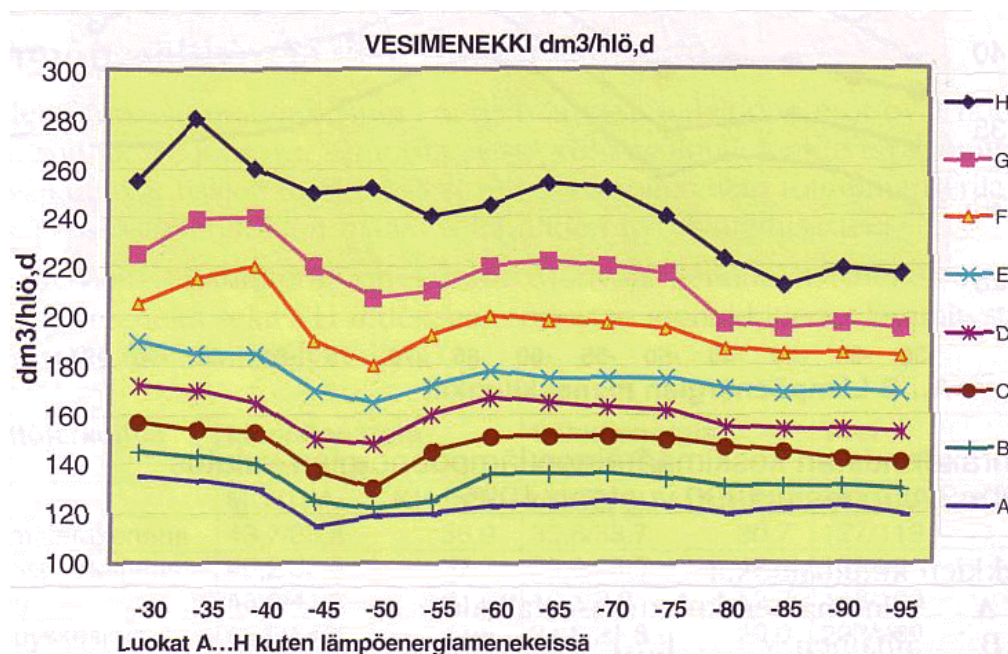
Kotitaloussähkön käyttö Suomessa jakaantuu valtakunnallisella tasolla eri käyttökohteiden mukaan seuraavasti:

- jääkaappi ja pakastimet 30 %
- valaistus ja pienlaitteet 25 %
- ruoan valmistus 11 %
- sähkösaunat 8 %
- viihdelaitteet 7 %
- muu kulutus 8 %

## Veden kulutus

Asuinrakennuksissa kulutetaan lähes puolet kaikesta juomakelpoisesta vedestä ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittavasta energiasta noin 90-95 % käytetään asuinrakennuksissa. Lämpimästä käyttövedestä 30 % kuluu keittiössä, 10 % menee pyykinpesuun ja loput 60 % käytetään peseytymiseen.

Kuvio 5 Veden kulutus asuinrakennuksen valmistusajankohdan mukaan (Myyryläinen 2003, 134)



Asuinkerrostalojen vedenkulutus mitattuna litroissa vuorokaudessa asukasta kohti ( $\text{dm}^3 / \text{hlö} \cdot \text{d}$ ) pysyy eri ikäisissä rakennuksissa lähes vakiona. Kulutuksen jakauma on suorkulutuksisten talojen osalta kaventunut. Eniten tähän kehitykseen on vaikuttanut yksiotelanojen tulo markkinoille 1970-luvulta alkaen. Toisaalta myös WC-istuinten huuhteluvesimäärät ovat pienentyneet.

## **5 KULUTUSSEURANTAOHJELMISTOJEN KÄYTÖSTÄ**

Kulutusseurantaohjelmistot ovat osittain rinnastettavissa yleisiin toimistosovellusten työvälineohjelmiin. Suorana Excel- taulukkolaskentasovelluksena onkin laadittu kulutusseurannan perustyökaluja. Lähtötiedoiksi tarvitaan veden, sähkön ja lämmön kulutuslukemat aikasarjoina esimerkiksi kuukausittain. Nämä kulutustiedot ohjelma muuttaa tunnusluvuiksi ja erilaisiksi aikasarjaraporteiksi. Raporttien esitystapa on yleisesti sekä numeerinen että graafinen.

Itse kulutusseurantaohjelmiston käyttö on jokseenkin suoraviivaista, kunhan vain ensin hallitsee PC-tasoisien työasemakoneen peruskäytön. Pääpaino perusteiden hallinnan jälkeen tulee olla eri raporttien, kuten kuukausi- ja vuosiraporttien sekä ominais- ja trendikuluraporttien ymmärtämisessä ja tulkinnassa. Myös graafisten ja numeeristen raporttien hallinta on tärkeitä. Tietenkin lähtötietojen syöttö ja niiden oikeellisuus ja virheettömyys on oleellinen osa kulutusseurantaa. Internetin kautta tapahtuva etäkäyttö on myös keskeinen asia ja tulevaisuudessa sen merkitys tulee korostumaan entisestään.

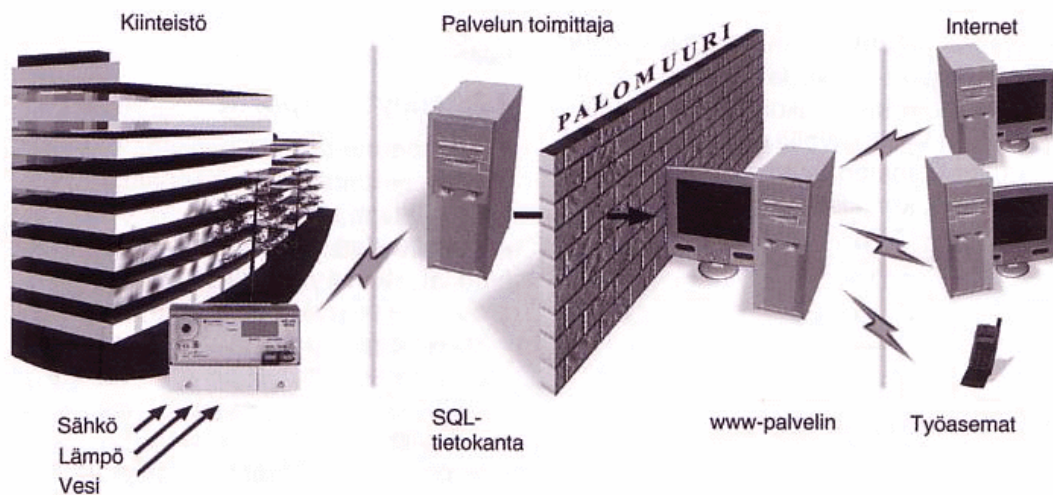
### **5.1 Kolmivaiheinen oppiminen ohjelmiston käyttökoulutuksessa**

Käytännön kokemusten perusteella voidaan sanoa, että ohjelmistojen käyttökoulutuksessa parhaat oppimistulokset saavutetaan kolmivaiheisella opiskelulla. Tietotekniikan perustaitojen ja tietokonelukutaidon (computer literacy) hankkiminen koulutusluokassa on edelleen tehokkain tapa aloittaa uuden omaksuminen. Sen jälkeen asiantuntijan panos uuden käyttäjän tukena on järkevää ja perusteltua varsinkin käytön alkuvaiheessa. Jatkossa tekemällä oppiminen eli omakohtaisen kokemuksen kartuttaminen ja parhaiden toimintamallien omaksuminen on tärkeä osa oppimisprosessia (Hervonen, Pihlajaniemi 2002, 10).

## 5.2 Kulutusseurantaohjelmiston käyttö internetin kautta

Kiinteistönomistajat ovat ulkoistaneet kiinteistönpitopalveluitaan ja usea taho tarvitsee tietoja kiinteistöstä. Kiinteistön energian- ja vedenkulutuksen tunnusluvut ja kulutusraportit ovat luonteva osa huoltokirjaa, johon myös kulutusseurantatiedot on mahdollista linkittää.

Internet tuo monia etuja verrattuna sisäverkkoihin tai yksittäisiin tietokoneisiin. Internetohjelman käyttäjän tietotekniset investoinnit ovat pienet, käyttäjä tarvitsee vain tietokoneen, yleisen selainohjelman ja internetyhteyden. Internet-ohjelman käyttö on avointa ja paikasta riippumatonta. Tietosuoja ja käyttöoikeudet on helppo hallita ja palvelun järjestäjällä on mahdollisuus päivittää ohjelmat suoraan palvelimelle.



Kuvio 7 Internetin käyttö kulutusseurannassa (RT 18-10672)

## 5.3 Kulutustietojen raportoinnista ja analysoinnista

Hyvässä kulutusseurantaohjelmassa on monipuoliset numeeriset ja graafiset raportointimahdollisuudet. Raportointi voi sisältää energian- ja vedenkulutuksen graafisia ja numeerisia raportteja, kuten vuosiraportin, kuukausiraportin, viikkoraportin, ominaiskulutusraportin, trendiraportin sekä tilastoja.

Kulutustiedoista voi tuottaa myös kustannustietoa kuten talousarvioraportteja ja liitteitä toimintakertomukseen. Ohjelmiston käyttöön liittyvistä tietojen keruusta ja niiden analysoinnista useimmiten vastaa ohjelman käyttäjä. Toisaalta kiinteistön hoitajan on mahdollista ostaa energiankulutusseuranta ja siihen liittyviä lisäosioita kokonaispalveluna, jolloin palvelun tarjoaja vastaa tietojen rekisteröinnistä ja kulutuksen raportoinnista.

Kulutustietojen raportointimallit ja –tavat ovat varsin kirjavat. Raportit ovat näkyvin osa koko kulutusseurantaprosessia ja siksi on tärkeää, että ne ovat käyttökelpoiset. Mikäli seurantaraportti ei vastaa käyttäjän tarpeita, sen käyttökään tuskin on tehokasta. Tyypillisesti kaikkien ohjelmien raportit voidaan vähintään tulostaa paperille.

Tapauksesta riippuen raporttien tulosteessa on erilaiset määrät tietoa kiinteistön perustiedoista, kulutuksen grafiikasta aina kulutuksen vertailuun ja hälytyksiin saakka. Mittaushistoriaa on myös mahdollista tarkastella suoraan koneen näytöltä. Internet-selaimella käytettävien raporttien valikoima ja muokattavuus on lähes yhtä kirjavaa kuin raportit eri ohjelmissakin. (Motivan julkaisu 2/2002 )

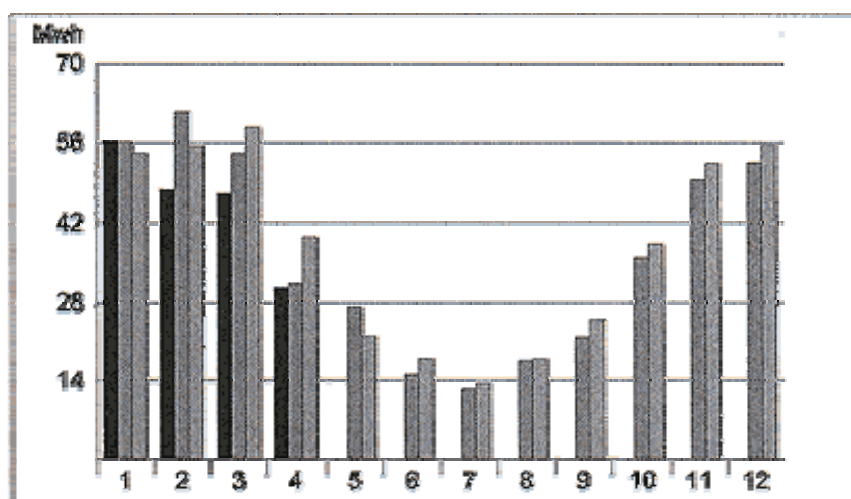
### Kulutusseurantaraportit

Ohessa on esimerkkiraportti lämmön- ja vedenkulutuksesta kuukausittain. Lähtötietoina ovat kuukausikohtaiset kulutuslukemat. Historiatiedot aikaisemmilta vuosilta ovat myös näkyvissä. ( KH ohjetiedosto 20-00158 )



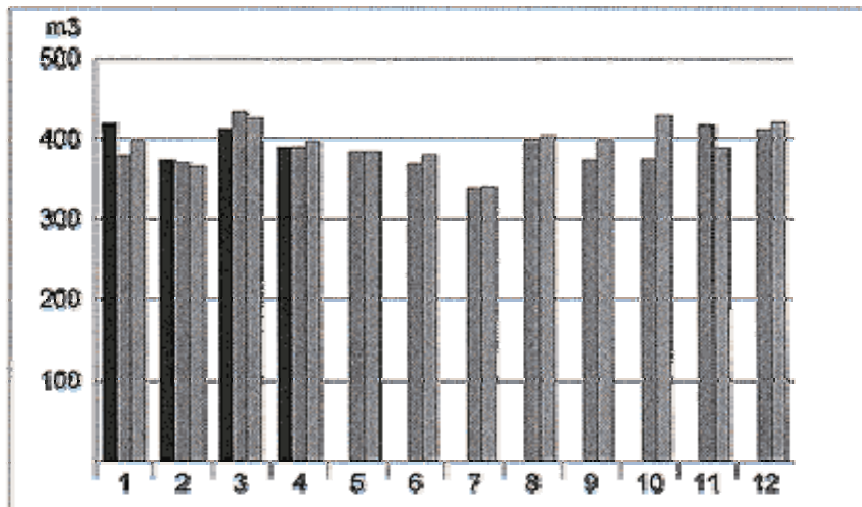
## Lämmönkulutus

	2000	1999	1998
Tammikuu	56.28	56.16	54.01
Helmi	47.59	61.23	55.33
Maalis	46.97	53.97	58.51
Huhti	30.49	31.19	39.55
Touko		27.20	21.88
Kesä		15.01	17.85
Heinä		12.45	13.50
Elo		17.52	17.79
Syys		21.78	24.88
Loka		35.85	38.36
Marras		49.38	52.25
Joulu		52.33	55.63
	181.23	434.07	449.54
MWh/m <sup>3</sup>	0.01	0.03	0.03



## Vedenkulutus

	2000	1999	1998
Tammik.	418	379	398
Helmi	373	369	365
Maalis	412	432	424
Huhti	389	389	397
Touko		383	383
Kesä		368	379
Heinä		336	337
Elo		399	403
Syys		373	398
Loka		374	427
Marras		415	388
Joulu		411	419
	<b>1592</b>	<b>4628</b>	<b>4718</b>
<b>l/h/vrk</b>	<b>62</b>	<b>121</b>	<b>123</b>



Liitteessä 2 on rakennusraporttiesimerkki kuukausi- ja vuositasolla esitettynä ja lisäksi kuukausiraporttiesimerkki taulukkomuodossa.

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTAA

Tämän kehittämishankkeen tavoitteena on ollut toisaalta ammatilliseen koulutukseen liittyvän toimintaympäristön kehittäminen omalta osaltaan ja toisaalta tutkivan opettajan roolin hahmottaminen keinona ajankohtaisen tiedon hankkiminen eri tietolähteitä hyväksikäyttäen.

Kulutusseurantaohjelmistot ovat rinnastettavissa yleisiin toimistosovellusten työvälineohjelmiin. Monissa kunnissa kulutusseuranta onkin toteutettu itse laaditulla Excel –taulukkolaskentasovelluksella.

Kiinteistön kulutusseuranta painottuu tällä hetkellä lähes 100 % kiinteistön energiankulutuksen seurantaan eri muodoissa. Energialla, sen kulutuksella ja erityisesti sen tuotannosta syntyvillä päästöillä on EU:n ja maailman laajuisia vaikutuksia. Kioton ilmastopöytäkirjan mukaan, johon mm. Suomi ja muut EU -maat ovat sitoutuneet, energian tuotannosta ja kulutuksesta syntyviä hiilidioksidi ja muita kasvihuonepäästöjä tulee rajoittaa vuoden 1990 tasolle tämän vuosikymmenen kuluessa.

Edellä mainituista syistä johtuen olen käsitellyt myös rakennusten energian käyttöön ja kulutukseen liittyviä asioita varsin seikkaperäisesti läpi tässä hankkeessa. Toisaalta näiden asioiden sisäistäminen ja hallinta on oleellinen osa kulutusseurannan ymmärtämistä ja sen avulla toteutuvien kulutussäästöjen mahdollistamista.

Ohjelmistojen koulutuksesta olen yrittänyt kartoittaa yleistä mallia tai toimintatapaa, mutta lähinnä tuloksen. Kunkin ohjelmiston ja kouluttajan kohdalla tuntuu olevan omat keinonsa ohjelmien kouluttamiseen ja käyttöönottamiseen mottona ”kukin taaplaa tyyliään”. Perinpohjin ohjelmistoon perehtynyt asiantuntija käy jouheasti läpi ohjelman valikkoviidakon ja ensivaikutelmaksi jää, että tähän on helppoa, mutta sitten opiskelijalla vasta alkaakin todellinen kokemuksellinen oppiminen, kun hän omin päin yrittävät rämpiä eteenpäin tai edes johonkin päin lähes läpipääsemättömässä valikkoviidakossa.

En todellakaan ole löytänyt mitään ns. punaista lankaa ohjelmistojen käyttöönoton koulutukseen kohtalaisesta kyselyistäni ja kartoittamisestani huolimatta. Tilannetta kuvaakin hyvin tämän työn aikana vastaan tullut toteamus ”Mihin onkaan unohtunut pedagogiikka tietoverkko-opetuksessa”.

#### Asetettujen tavoitteiden toteutuminen

Henkilökohtaisessa tavoitteessa, tutkivan opettajan roolin hahmottamisessa oppimateriaalin työstämisen myötä olen onnistunut mielestäni hyvin. Kiinteistöjen energian käyttöön liittyvät asiat ovat osoittautuneet työn kuluessa erittäinkin ajankohtaisiksi. Energialla, sen kulutuksella ja tuotannosta syntyvillä päästöillä on EU:n ja jopa maailman laajuisia vaikutuksia kuten aikaisemmin todettiin. EU:n alueella energiantehokkuusdirektiivi tulee ajankohtaiseksi vuonna 2006 ja sen asettamat velvoitteet tulevat täysimääräisesti voimaan vuoteen 2009 mennessä.

Oppilaitoksen toimintaympäristön kehittäminen jää tämän työn puitteissa puolitiehen määräaikaisesta työsuhteesta johtuen ja kulutusseurantaohjelmistojen koulutuksen käyttöönotto jää ainakin tällä haavaa toteutumatta.

## LÄHDELUETTELO

### Kirjallisuuslähteet

Asuinkiinteistön hoito-opas, 1997. Suomen kiinteistöliitto. Jyväskylä: Gummerus

Isännöitsijän käsikirja, 2003. Suomen kiinteistöliitto. Jyväskylä: Gummerus

Kallonen-Rönkkö M., 1993. Tietokoneavusteisen opetuksen kehitys ja kokeilu. Oulun yliopiston Kajaanin opettajakoulutuslaitoksen julkaisu SARJA A, Tutkimuksia 3

KH 20-000157 1992. Rakennuksen energiatarpeen laskenta. Kiinteistöhoitokortisto. Rakennustieto Oy

KH 20-000158 1992. Rakennuksen energiamenekin seuranta. Rakennustieto Oy

KH 20-000242 1998. Lämmitystarveluku. Rakennustieto Oy

RT 18-10672 2000. Kulutusseuranta. Rakennustieto Oy, RT-kortisto

Kiinteistöhoiton käsikirja, 2003. Suomen kiinteistöliitto. Jyväskylä: Gummerus

Lehtinen J., 1985 Tietokone opetusvälineenä. Helsinki: Valtion painatuskeskus

Meisalo V., Sutinen E., Tarhio J., 2000. Modernit oppimisympäristöt : tietotekniikan käyttö opetuksen ja oppimisen tukena. Helsinki : Tietosanoma

Muurinen, M., Skarp N. , 2004 Oivaltamisen iloa laskennallisesta kemiasta. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Kemian laitos

Myyryläinen L., 2003 Kiinteistön kunnossapidon ja elinkaaren hallinta. Kiinteistöalan kustannus Oy. Jyväskylä Gummerus

Ruokojoki, J. 2003., Kulutusseurantaohjelmistot kunnissa 2003. Kuntaliitto

## Sähköiset lähteet

EU-johto neuvottelee kilpailukyvyn parantamisesta, Yle24Uutiset, 22.3.2005  
<http://www.yle.fi/uutiset/vasen/id9067.html>

Hervonen H., Pihlajaniemi M., 2002 Oppiminen tuo business intelligencen tehot käyttöön. AffectoMail, Affecto Oy [viitattu 31.1.2005]  
[http://www.affecto.fi/htmlFIN/asiakkaamme/affect\\_mail\\_02\\_2002.pdf](http://www.affecto.fi/htmlFIN/asiakkaamme/affect_mail_02_2002.pdf)

Heljo J., 2001 Lämmön ja sähkön kulutusseurannan tehostaminen kuntien rakennuksissa, Energian päätöksenteon ja käyttäytymisen tutkimusohjelma LINKKI2, julkaisu 22/2001 [http://www.tts.fi/tts/palvelut/linkki2/linkki2\\_julkaisut.htm#tii22](http://www.tts.fi/tts/palvelut/linkki2/linkki2_julkaisut.htm#tii22)

Kulutusseurantaohjelmistot ja -palvelut, 2001. Motivan julkaisu 2/2001 [viitattu 20.1.2005] <http://www.motiva.fi/fi/julkaisut/kiinteisto-japalveluala/rakennuksenkulutusseuranta/kulutusseurantaohjelmistotja-palvelut.html>

Petlin T., 1997 Oppiminen ja tietokoneavusteinen opetus. Opinnäytetyö [viitattu 31.1.2005] <http://www.tkukoulu.fi/~tpetlin/gradu/g2.htm>

Saarti J. 2001. Verkko-opetusmateriaaliselvitys ELEF/ Pohjois-Savo projektille. Kuopion yliopiston kirjaston hanke, Kuopio <http://www.uku.fi/elef/oppimateriaalit.html>

Hyvinkään Lämpövoima Oy:n kotisivut [viitattu 22.2.2005]  
<http://www.hlvoima.fi/showpage.asp?id=3351>

**LIITE 1:****ESIMERKKI NORMITETUN ENERGIAKULUTUKSEN JA LÄMPÖINDEKSIIN LASKEMISESTA**

Asunto Oy Onnenpesä (asuinkerrostalo), Tampere

**Lähtöarvotiedot:**

<i>rakennustilavuus</i>	7000 m <sup>3</sup>
<i>kaukolämmön kulutus (mitattu) v. 2001</i>	319 MWh
<i>lämpimän käyttöveden osuus (arvio)</i>	30 %
<i>lämmitystarveluku v.2001</i>	4400 °Cd
<i>normaalivuoden lämmitystarveluku</i>	4719 °Cd

**Normitettu energiankulutus:**

$$\frac{4719 \text{ °C}}{4400 \text{ °C}} \cdot \left( 319 \text{ MWh} - \frac{30}{100} \cdot 319 \text{ MWh} \right) + \frac{30}{100} \cdot 319 \text{ MWh} = 335 \text{ MWh}$$

( lämpötilakorjaus \* lämmityksen osuus + käyttövesi = ominaiskulutus )

$$\textbf{\underline{Lämpöindeksi:}} \quad \frac{335\,000 \text{ kWh}}{7000 \text{ m}^3} = 47,9 \text{ kWh/m}^3 \quad ( = \text{ominaiskulutus} / \text{kiint. tilavuus} )$$

## LIITE 2 Esimerkkikuvia kulutusseurantaohjelman raporteista

**Kulti**  
\*Esittelyversio\*

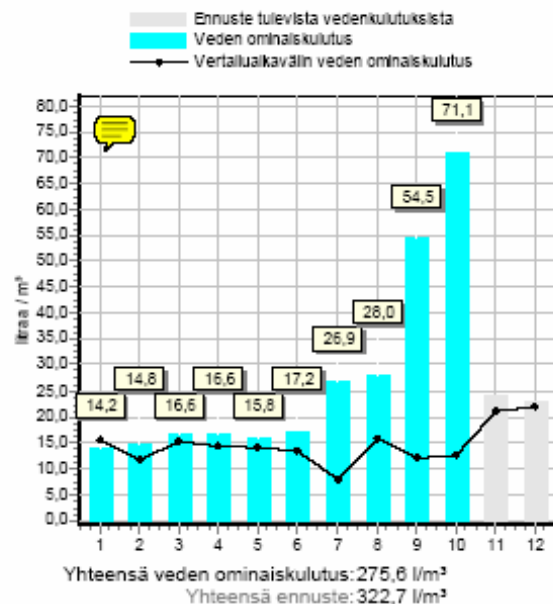
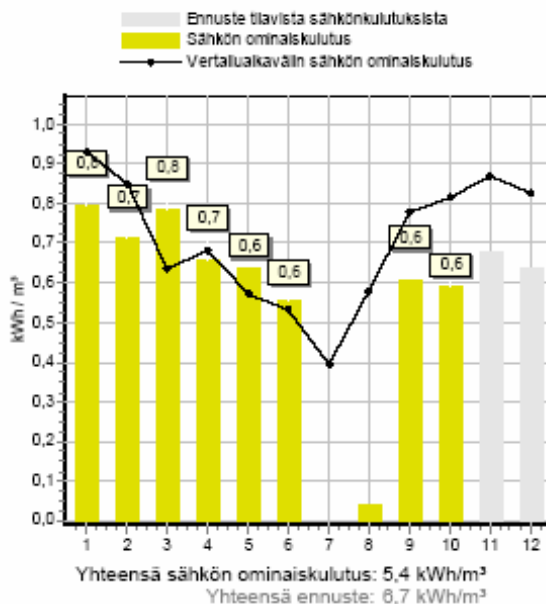
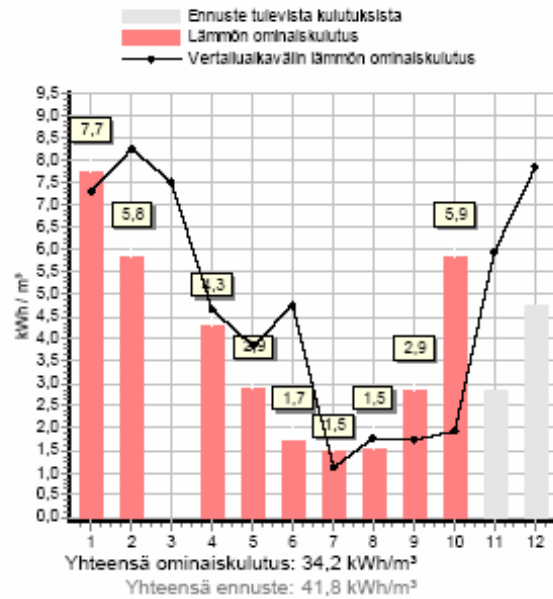
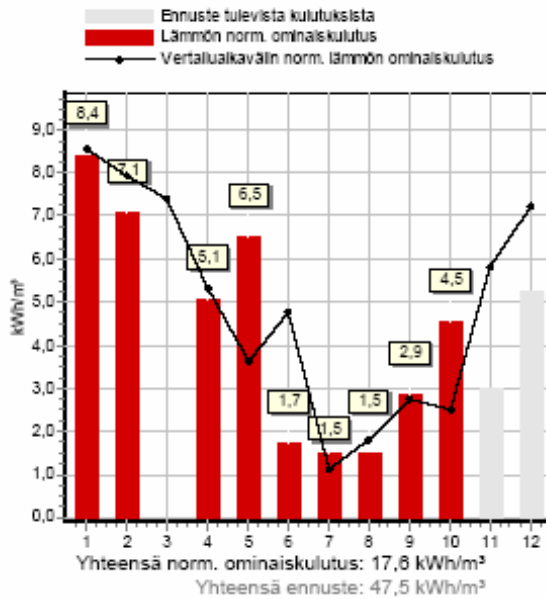
**Rakennusraportti**  
Raportointivuosi: 2002  
Vertailuvuosi: 2001

01.12.2003  
Sivu 2

1001R Asuinrakennus Laakso 1  
Rantalantie 22 00510 HELSINKI

Rakennuksen tilavuus: 2978 m<sup>3</sup>

Asukaslukumäärä: 120



Huom! Kuukausia 6, 7 ja 8 ei ole norneerattu.



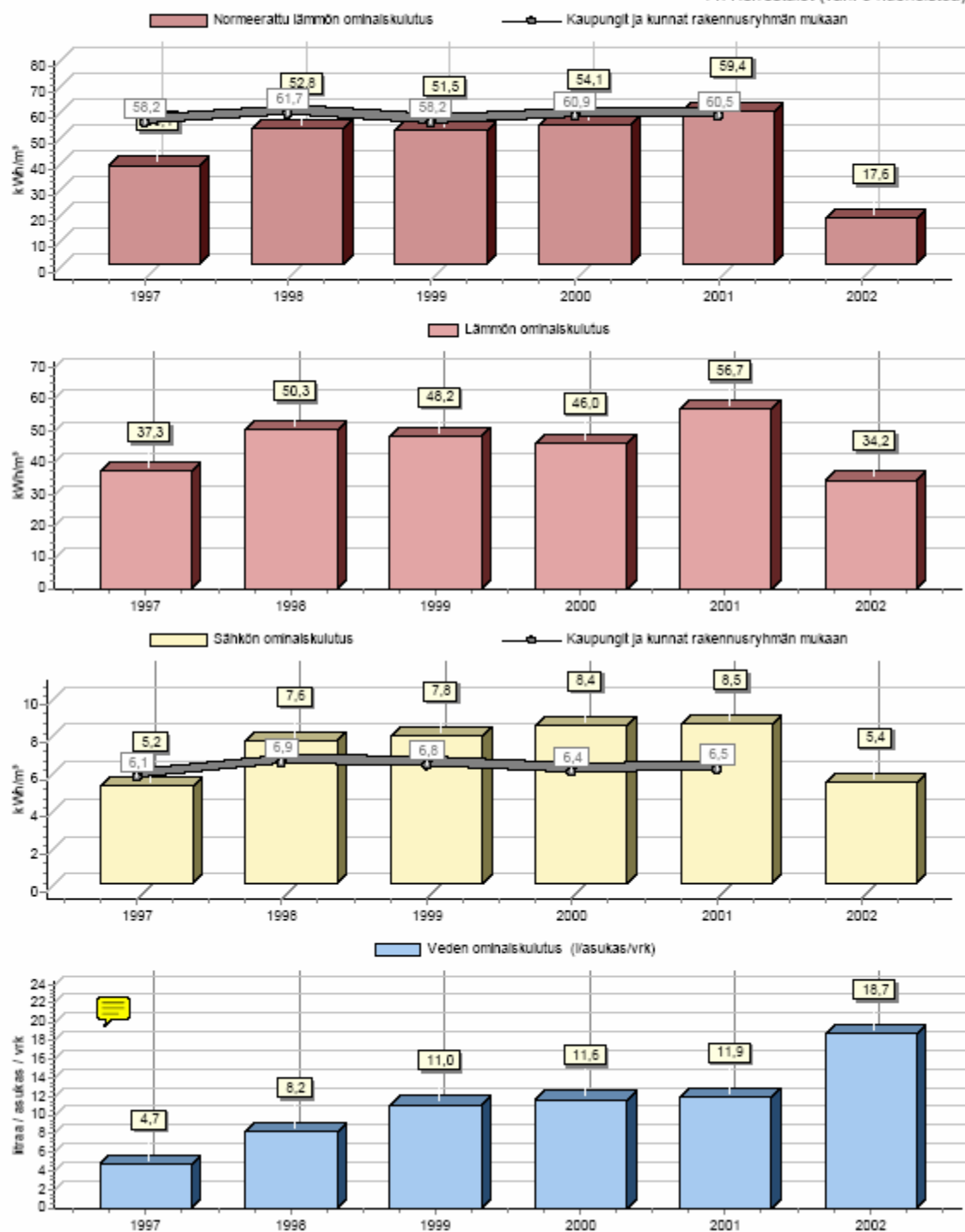
Rakennuksen tunnus ja nimi

Rakennustyyppi ja tilaston rakennusryhmä

1001R Asuinrakennus Laakso 1

Asuinkerrostalot

11. Kerrostalot (väh. 3 huoneistoa)



## 3188 Asuinrakennus Laakso 2

Rakennustilavuus: 3545 m<sup>3</sup>

## Lämmönkulutus L01

Vuosi	Kk	Tilavuus m <sup>3</sup>	Todellinen kulutus kWh	Normeerattu kulutus kWh	Lämmön om.kul. kWh/m <sup>3</sup>	Om.kul. muutos %	Ominais kulut. ennuste	Ennus- teen muutos	Norm. om.kul. kWh/m <sup>3</sup>	Norm. om.kul. muutos vertailu- vuoteen %
2002	1	3 545	28 317	31 221	8,0	4,9 %			8,8	-3,6 %
2002	2	3 545	25 048	31 084	7,1	-5,5 %			8,8	22,9 %
2002	3	3 545	24 852	28 140	7,0	-10,5 %			7,9	3,1 %
2002	4	3 545	13 982	16 906	3,9	-23,1 %			4,8	-20,0 %
2002	5	3 545	13 654	33 247	3,9	-0,2 %			9,4	159,4 %
2002	6	3 545	6 364	6 364	1,8	-23,4 %			1,8	-23,4 %
2002	7	3 545	4 000	4 000	1,1	-9,7 %			1,1	-9,7 %
2002	8	3 545	4 000	4 000	1,1	-11,4 %			1,1	-11,4 %
2002	9	3 545	11 806	11 806	3,3	4,2 %			3,3	-37,0 %
2002	10	3 000	24 194	17 995	8,1	58,9 %			6,0	-11,1 %
2002	11	3 000	27 000	23 218	9,0	22,2 %			7,7	7,4 %
2002	12	3 000	28 000	22 565	8,7	6,0 %			7,5	1,3 %
<b>Yhteensä</b>			<b>209 217</b>	<b>230 526</b>	<b>63,0</b>	<b>3,9 %</b>	<b>63,0</b>	<b>3,9 %</b>	<b>60,6</b>	<b>-4,0 %</b>

## Sähkönkulutus S

Vuosi	Kk	Tilavuus m <sup>3</sup>	Todellinen kulutus kWh	Sähkön om.kul. kWh/m <sup>3</sup>	Ominais kulut. ennuste	Ennus- teen muutos	Om.kul. muutos vertailu-
2002	1	3 545	8 030	2,3			6,2 %
2002	2	3 545	8 840	2,5			28,5 %
2002	3	3 545	9 701	2,7			32,1 %
2002	4	3 545	7 571	2,1			13,3 %
2002	5	3 545	7 760	2,2			10,2 %
2002	6	3 545	7 109	2,0			4,4 %
2002	7	3 545	7 080	2,0			-2,0 %
2002	8	3 545	7 340	2,1			5,0 %
2002	9	3 545	7 295	2,1			1,0 %
2002	10	3 545	9 445	2,7			27,9 %
2002	11	3 545	9 720	2,7			27,5 %
2002	12	3 545	7 540	2,1			4,0 %
<b>Yhteensä</b>			<b>97 410</b>	<b>27,5</b>	<b>27,5</b>	<b>13,3 %</b>	<b>13,3 %</b>

## Veden kulutus V

Vuosi	Kk	Tilavuus m <sup>3</sup>	Todellinen kulutus l	Veden om.kul. l/m <sup>3</sup>	Ominais kulut. ennuste	Ennus- teen muutos	Om.kul. muutos vertailu- vuoteen %
2002	1	3 545	85 304	24,1			10,8 %
2002	2	3 545	73 593	20,8			6,7 %
2002	3	3 545	79 407	22,4			8,4 %
2002	4	3 545	71 982	20,3			16,0 %
2002	5	3 545	74 927	21,1			5,4 %
2002	6	3 545	79 091	22,3			16,9 %
2002	7	3 545	70 000	19,7			-3,9 %
2002	8	3 545	73 000	20,6			3,1 %
2002	9	3 545	72 903	20,6			-6,9 %
2002	10	3 545	87 097	24,6			6,8 %
2002	11	3 545	74 000	20,9			-18,1 %
2002	12	3 545	48 000	13,5			-40,6 %
<b>Yhteensä</b>			<b>889 304</b>	<b>13,5</b>	<b>250,9</b>	<b>-0,6 %</b>	<b>-0,6 %</b>