

Seisokkiajan energiankulutus teollisuushalleissa

Ilmanvaihdon pysäyttäminen unohtuu

Teollisuusrakennusten ilmanvaihto on yleensä johtumishäviöitä merkittävämpi kuluttaja. Työajan ulkopuolella ilmanvaihto tulisi sulkea. Tämä itsestään selvä ohje edellyttää käytännössä kuitenkin, että

- käyttäjillä on tiedossa kaikki ilmanvaihtolaitteet ja niiden käyttötarkoitukset;
- käyttäjät tietävät kytkimien sijainnin ja kytkimet ovat kohtuullisen helpopääsyisissä paikoissa;
- kojeiden käynnistys ja pysäytys on osoitettu tiettyjen henkilöiden vastuulle;
- käynnistykset on mahdollisimman pitkälle automatisoitu.

Vanhoissa laitoksissa läheskään aina näitä edellytyksiä ei ole täytetty ja tuottavimpia energiansäästötoimenpiteitä onkin ollut käyttöaikojen korjaaminen. Yksinkertaisten ohjeiden ja opastamisen lisäksi tarvitaan tilanteen korjaamiseen usein teknisiä toimenpiteitä.

Ensimmäinen toimenpide on kytkimien kunnollinen nimeäminen ja ilmanvaihtolaitteiden vaikutusalueita kuvaavan pohjakaavion kiinnittäminen kytkintaulun viereen. Jos kytkimet on sijoitettu ympäri hallia, on unohtumisen vaara suuri. Apuna on tällöin kytkimien, merkkivalojen, kytkinkellojen ja ryhmäkeskusten keskittäminen yhteen paikkaan. Toimenpide vaatii yleensä kymmenien tai satojen tuhansien markkojen kustannukset mm. kaapeloinnin takia, mutta keskitetty ohjaus on usein edellytys myös työskentelyajan olosuhteiden hallintaan.

Toimenpiteen kannattavuuden laskeminen on tietenkin vaikeaa, mutta toteutetuissa tapauksissa toimenpide on maksanut itsensä takaisin nopeasti (alle 2 vuotta). Keskitetty ohjaus on erityisen perusteltu, jos käyttöajat vaihtelevat usein, esim. viikoittain viikonlopputyön osalta.

Keskitetty ohjaus voidaan toteuttaa luonnollisesti myös keskusvalvontajärjestelmän avulla. Kuitenkin korkea hinta muodostaa vanhoissa laitoksissa mel-

Tyypillisissä teollisuushalleissa johtumislämpöhäviöiden energiankulutus on 15—25 kWh/m²a. Jos laitoksen ilmanvaihdon käyttöaika vastaa 1-vuorotyötä ja ilmanvaihdon kertaisuus on n. 1/h, muodostaa seisokkiajan kulutus puolet koko lämmitysenergian kulutuksesta. Säästömahdollisuudet ovat siten suuret ilman, että työskentelyolosuhteisiin tarvitsi puuttua. Kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittamassa tutkimuksessa selvitti Insinööritoimisto Air-Ix Oy seisokkiajan kulutuksen pienentämismahdollisuuksia erityisesti korkeissa teollisuushalleissa.

koisen kynnyksen, onhan tyypillisissä tapauksissa varauduttava 0,5—1 milj. markan bruttoinvestointiin. Kaapelointi ja kenttälaitteet muodostuvat kalliiksi, vaikka keskuslaitteiston kustannukset olisivat vain 0,1—0,2 milj. markkaa.

Ilman kello-ohjauksia ei teollisuushallien kaikkia kojeita voida taloudellisesti käyttää. Jotkut tilat tarvitsevat tuuletusta hetken aikaa työajan jälkeen esim. pintakäsittelylaitoksissa. Sosiaalitalat tulee tuulettaa ennen työntekijöiden tuloa, mutta läpi vuorokauden tuuletuksen ei tarvitse olla päällä muulloin kuin kosteita vaatteita säilytettäessä. Tämäkin on eräissä laitoksissa ratkaistu varustamalla kello ohitusnapilla, jonka avulla sadepäivinä esim. vartija voi saada ilmanvaihdon pysymään päällä läpi vuorokauden.

Koneellinen ilmanvaihto ei ole ainoa

Teollisuushallien rakennustekniikassa on ollut runsaasti parantamisen varaa erityisesti tiiviiden suhteen. Ilmavuodot voidaan työaikana jollakin tavoin laskea hyödylliseksi ilmanvaihdoksi, mutta seisokkiaikana vuodot ovat pelkkää haaskausta ja aiheuttavat lisäksi jäätymisvaurioita. Työaikanaakin vuodot aiheuttavat

lattiavetoa ja lämpötilakerrostumia. Korkeissa halleissa vuotojen merkitys korostuu, koska hormivoiman aiheuttama korkeusero on suuri. Korkeissa halleissa vuodot kasvavat, sillä

- korkeiden rakenteiden lämpöliike voi olla kymmeniä millimetrejä ja vaara saumakohtien rakoiluun kasvaa;
- tuulikuorman aiheuttama liike kasvaa;
- tuulen nopeus ja dynaaminen paine kasvavat mitä korkeammalle mennään, joten aukkoihin kohdistuu suuri paine;
- korkean hallin yläosan rakennevirheiden havaitseminen on vaikeaa ja välittömät korjaustoimenpiteet jäävät tekemättä.

Hallien ilmavuodoista on vain vähän tutkittua tietoa. Lämmönkulutuslaskelmien avulla on voitu haarukoida vuotojen vastaavan 0,1—0,5 ilmanvaihtoa tunnissa. Rauma-Repola Oy:n Rauman Telakan hitsaushalleissa selvitettiin vuodon osuutta mittaamalla maasta lattian läpi emittoituneen radon-kaasun pitoisuutta pitkäaikaisesti koneellisen ilmanvaihtolaitoksen seistessä ja ollessa päällä, kuva 1. Ulkolämpötilalla —5°C vastasi vuoto ilmanvaihtoa 0,35/h. Tämän merkitys lämmönkulutuksessa oli suuri, sillä vuotoilmavirta oli n. 100 000 m³/h. Tutkittaessa löytyi runsaasti rakennevirheitä.

Tyypillisimmät hallien rakennevirheet esiintyvät, kuten muissakin rakennuksissa, rakenteiden liittymäkohdissa. Katon ja seinän rajakohta näyttää teollisuushalleissa olevan erityisen hankala tehdä ja esimerkiksi profiloituneen kattolevyn ja seinän välisen sauman tiivistäminen on useimmiten epäonnistunut. Ikunanauhojen kiinnitys seinärakenteeseen on myös toteutettu usein ajattele mattomasti, eivätkä 5—10 mm raot ole harvinaisia. Saumaussmassat ja polyuretaaniruiskutukset ovat toimineet lääkkeenä virheiden korjauksessa.

Teollisuushallien ovien lämpöalouden ratkaiseva tekijä on tiiviys ja tässä suhteessa kehittämissarjaa on useimmilla ovienvalmistajilla, mutta myös asentajilla ja kunnossapitäjillä. On syytä tuoda

esille, että tutkimuksessa ei tavattu yhtään kelpoista sivulle liikkuvaa oviratkaisua. Näyttää siltä, että liukuovien tekeminen tiiviiksi on ylivoimaista.

Korkeaa arvosanaa eivät ansaitse myöskään LVI-suunnittelijat, jotka jättävät hallien poistopuhaltimista sulkupellit pois. Imuri- ja puhallinaukot toimivat suorina savupiippuina vuotoja lisäämässä. Moottoripellit ovat varmin ratkaisu, omavoimaisten peltien hankaluutena on laakereiden ja akseleiden kuluminen jatkuvassa värinässä tai lian aiheuttama kiinnijuuuttuminen. Myös kanavoidut poistot tulee varustaa sulkupellein. Kovin korkeatasoisia eivät ole normaalit sälesulkupellitkään. Vuodot ovat helposti 10 %:n luokkaa ja moottorikäyttö on usein siten viritetty, että pelti ei sulkeudu aivan loppuun saakka.

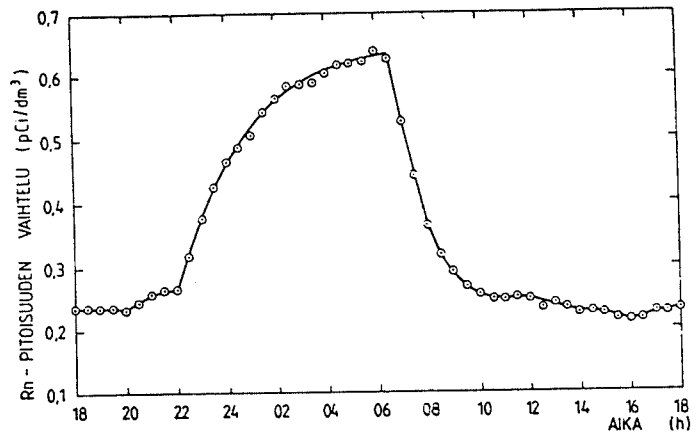
Yölämpötilan lasku kannattavaa

Teollisuushallien seisokkilämpötilan lasku on yleensä esim. konttorirakennuksia helpompaa, sillä työn luonteesta johtuen pintojen viileys ei aamulla haittaa. Tässä suhteessa teollisuuslajien kesken on luonnollisesti eroa. Joissakin tapauksissa esim. koneitten toimintatarkkuus tai kuivausvaiheet estävät lämpötilan laskun, yleensä kuitenkin rajoituksia ei ole. Minimilämpötilan valinta riippuu

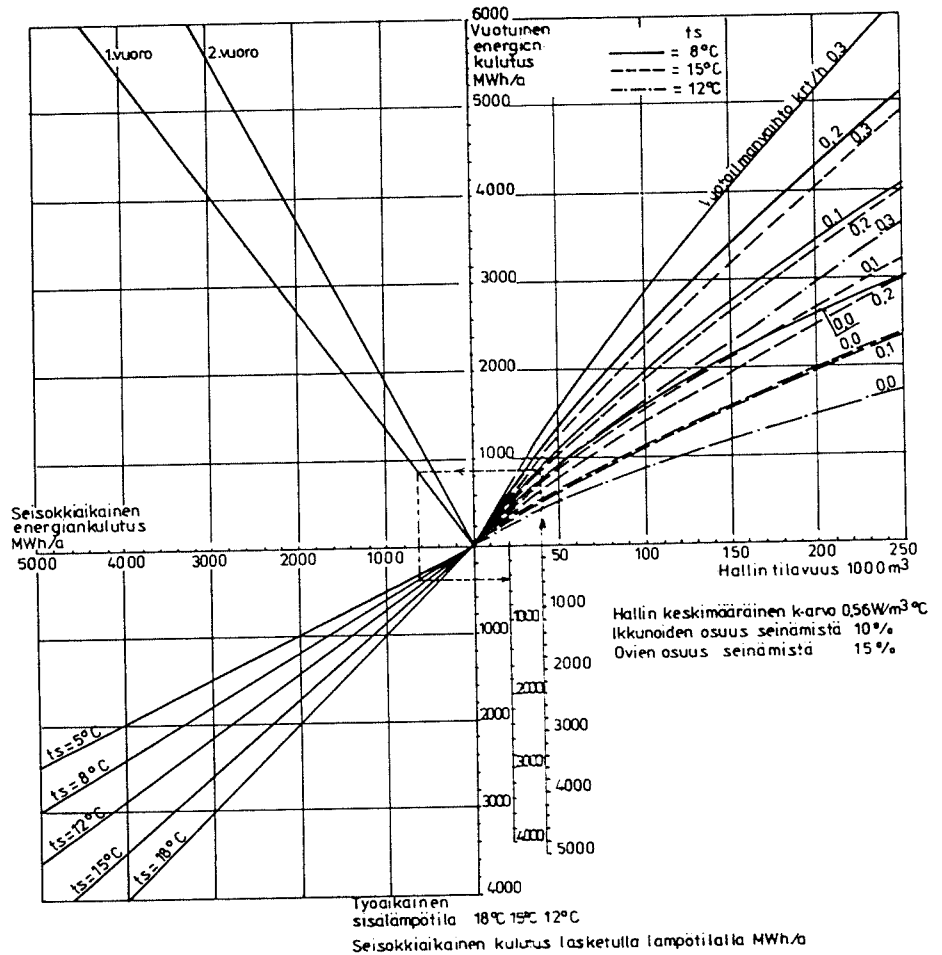
- rakenteiden kondenssi- tai huurtumisvaarasta,
- putkistojen ym. jäätymisvaarasta,
- lämmityslaitoksen ylitehosta aamulämmitysjaksossa.

Pääsääntöisesti seisokkiajan lämpötilan pudotus tulisi hoitaa optimointiohjauksella, kiinteistä yötermostaattiohjauksista on vain osittain hyötyä, usein myös harmia. Optimointilaitteiden laitekustannus on 6 000—11 000 mk. Vanhoissa laitoksissa saattaa suurin menoerä aiheutua kaapeloinneista. Suurissa halleissa on kojeilla oltava paikalliset minimilämpötilaohjaukset, sillä keskiarvon perusteella voivat olosuhteet hallin eri laidoilla vaihdella liiaksi.

Aamulämmitysjakson pituus riippuu laitoksen lämpötehosta ja tietenkin lämpötilan nousutarpeesta ja lämpökapasiteetista. Suurissa halleissa rakennuksen vaipan merkitys jää melko pieneksi ja eri rakenteiden väliset erot ovat mitättömiä. Putkistojen jäätymisvaara on joissakin laitoksissa torjuttu saattolämmityskaapelein, yleensähan palovesiverkosto on riskialttein. Ylikapasiteettia aamulämmitysjaksoa varten tavallisesti löytyy, sillä kojeet joutuvat päivällä lämmittämään myös ulkoilman, mutta aamulla vain kiertoilman. Tietenkin kojeissa tulee siten olla kiertoilmaosa. Jos kiertoilmalämmittimet huolehtivat lämpimänäpidosta ja ilmanvaihtokojeet ovat erikseen, saattaa ylikapasiteettia olla kovimpia pakkaspäiviä lukuunottamatta, mikäli laitoksessa on oma kattilalaitos. Tällöin menoveden lämpötilan normaali-



Kuva 1. Vuotoilmanvaihtolaskelmien pohjana käytetty radon-pitoisuuden keskimääräisen vaihtelun kuvaaja.



Kuva 2. Seisokkiajan lämpötilan laskulla saavutettavien säästöjen suuruusluokan arviointi teollisuushalleissa.

li ulkolämpötilan mukaan ohjaus voidaan aamulämmityksessä ohittaa. Kattilateho kyllä riittää, sillä ilmanvaihto ja käyttövesi eivät ennen työaikaa vaadi tehoa.

Yölämmityksen pudotuksella saavutettavien säästöjen laskeminen on erittäin työlästä. Kannattavuuslaskelmia varten tarvitaan kuitenkin suuruusluokka-arvioita, joita palvelemaan on laadittu kuvan 2 käyrästä. Käytännössä saadut %-luvut edustavat mahdollisuuksien ylärajaa.

Seisokkiajan lämmityksen taloudellisuus riippuu paljolti myös siitä, miten lämpö pystytään saamaan lattiatasolle. Seisokkiaikana voidaan kierrätystä tehostaa erillisillä kierrätyspuhaltimilla eikä suuresta puhallusnopeudesta tai äänestä ole haittaa.

Säästötoimenpiteet purevat

Rauman Telakalla toteutettiin mm. hitsaushalleissa edellä kuvattuja toimenpiteitä vuosien 1978 ja 1979 aikana. Toimenpi-

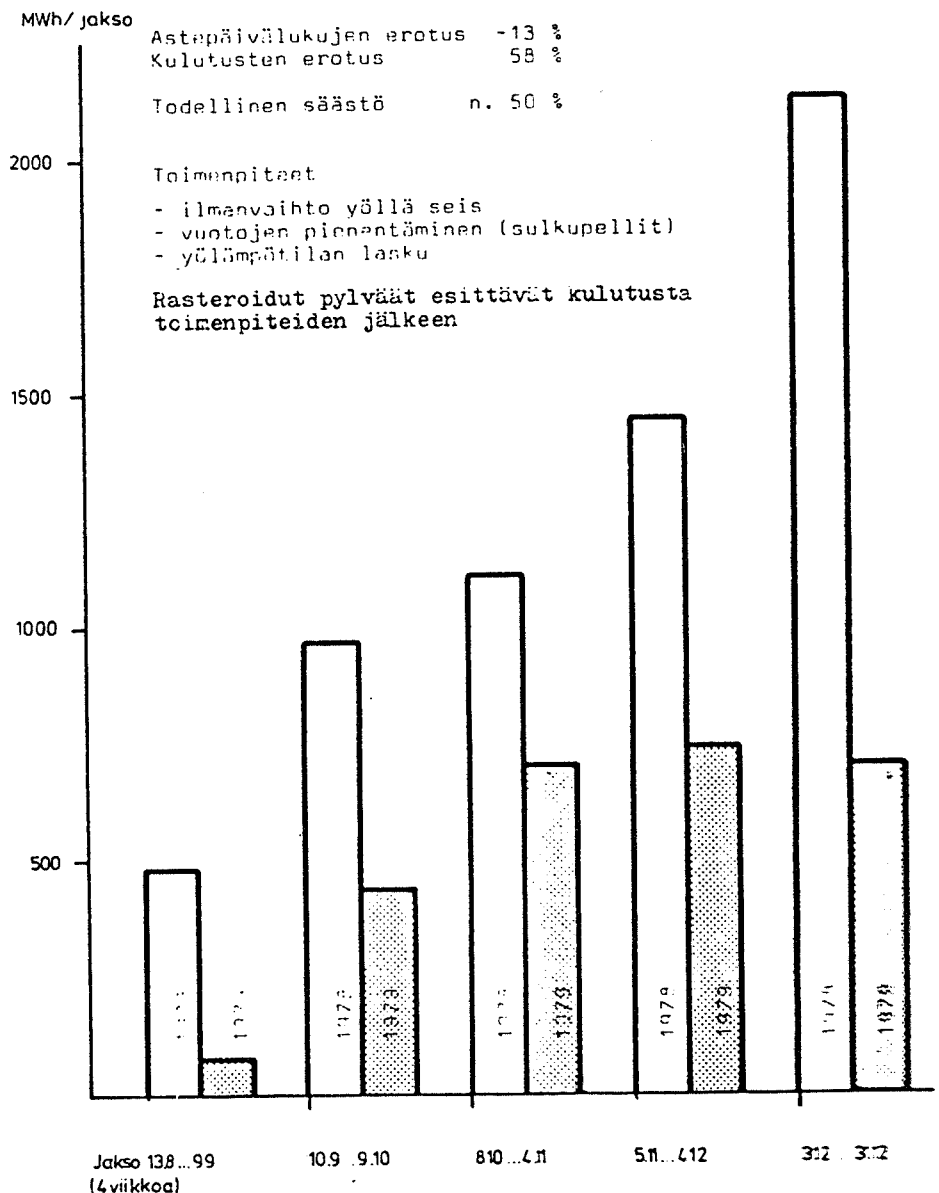
teet kohdistuivat pääasiassa seisokkiajan kulutukseen ja tulokset olivat dramaattisia, kuva 3. Koko telakka-alueella toteutetussa energiansäästöprojektissä saatiin kulutuslaskuja putoamaan 1,2 milj. markan arvosta vuodessa kertainvestointien ollessa 0,7 milj. mk. Tulos edellytti kuitenkin huolellista paneutumista pienimpiinkin ongelmiin ja toisaalta toimenpiteiden ripeää toteuttamista. Saman tyyppisillä toimenpiteillä on kulutus pienentynyt myös eräillä toisilla telakoilla ja toteuttamattomia säästömahdollisuuksia varmasti löytyy muualta jatkuvasti toimivaa prosessiteollisuutta lukuunottamatta. Säästöjen suuruusluokkaa kuvaa se, että eräissä tiiviiksi tehdyissä teollisuusrakennuksissa on voitu koko kattilalaitos pysäyttää yöllä ja viikonloppuina. Rakennuksen lämpöhäviöiden lisäksi ovat pienentyneet kattilalaitoksen tyhjänäkäyntihäviöt ja lämmityksen työvoimakustannukset.

Kirjallisuutta:

Hagner, Suomalainen: Seisokkiajan kulutuksen pienentäminen korkeissa teollisuushalleissa. KTM 1980, sarja D n:o 1. (Myy valtion painatuskeskus.)

Energiankäytön tehostaminen konepajateollisuudessa. KTM 1980.

Lehtimäki et al.: Suuren hallitilan vuotoilmanvaihdon määrääminen luonnon radonin avulla. TTKK Sähkötekniikan osasto, Fysiikka. Raportti 1—80.



Kuva 3. Rauma-Repola Oy:n Rauman Telakan levyosaston lämmönjakokeskuksen kalorus (levyosasto, pintakäsittely, laivanrakennuksen sosiaalirakennus).

LVI-lehden teemat vuodeksi 1982

- | no | teema |
|----|--|
| 1 | Ilmalämmitys |
| 2 | Korroosion esto; Hitsaustekniikka |
| 3 | Sisäilmasto; Rakennusten tiiviys |
| 4 | Paineilmalaitteet; LVI-alan kauppa ja vienti |
| 5 | Lämmitys; Eristäminen; Säättiedot ja energiantarpeen laskeminen |
| 6 | Ympäristönsuojelu |
| 7 | LVI-alan työsuojelu; Kylmätekniikka |
| 8 | Pumput, putket ja puhaltimet |
| 9 | LVI-saneeraukset; Energiataloudelliset korjaukset |
| 10 | Kulkuneuvojen ilmastointi; Lämmöntalteenotto; Veden ja energian mittaukset |

Juhani Heljo

The influence of energy saving measures in dwellings

During the period 1978 — 1980 the housing authorities in Finland have supported energy saving repairs amounting to over 200 million marks altogether. The intention has been to sponsor the saving measures up to 20 per cent of the total costs. During the period 1. 7. 1979 — 30. 6. 1980 the saving measures were supported in about 60 000 dwellings. The total costs of the energy consumption improvements were about 400 million marks, the total costs of the repairs amounting to 750 million marks. During the same period the costs of enlarged space and improvements amounted to 1500 million marks.

At the technical university of Tampere, an investigation in order to clarify the use of the paid supports, has been supervised by professor Raimo Salokangas. The investigation included 571 objects.

The most popular measures in residences were additional thermal insulation on roofs and outside walls. Other popular objects were new windows, installation of a third window pane and thermostatic valves on the radiators.

The initial energy consumption in the houses, which has received subsidies for the energy saving measures, was slightly less than the average consumption in the type of houses in question. The yearly fuel oil consumption in the cases investigated was 7,6 liters/m³ in the residences, 8,2 liters/m³ in the apartment houses and 10,1 liters in row houses. The concentration of the subsidies to houses with less than average energy consumption seems to be due to the fact that the applications have been made by persons who take good care of their houses and earlier had taken steps in order to save energy.

The investigation has not yet given direct information of the savings achieved, but theoretical calculations show, that the residences probably will save 18 per cent. In houses heated with firewood, the saving would be 23 per cent, but in oil fired only 15 per cent and in district heated no more than 10 per cent.

Additional insulation of the roof and outside walls on the inside is mostly economical, especially as self-made installations. Additional insulation on the outside of the walls has also been economical if self-made, but not with paid working-power. The same applies for improved insulation of floors. The renewal of windows and doors or installation of a third glass has not been economical except in cases when repairs have been necessary in any case.

Timo Rissanen

The influence of individual measurement on the consumption of water and energy

Investigations show, that good results in the saving of energy can not be achieved with careful planning and technical measures only if the consumer is not compelled to change his consumption habits. An effective method to increase the motivation for saving is individual measurement of the energy consumed in every apartment.

Inasmuch as the experience from individual measurement is quite limited, the dwelling authorities in Finland have commissioned an engineering firm in the city Lahti to perform an investigation.

Normally the consumption of heating energy is measured collectively and the costs divided in proportion to the apartment areas. The consequences of this measuring method are evident when the yearly energy consumption in apartment houses in Lahti, which in 1980 amounted to 59 kWh/m³, is compared with 44,7 kWh/m² in residences during the same period.

As object for the investigation, a row house area comprising 49 dwellings with individual measurement of the heat consumption, was selected. In 1980 the consumption in this area was 41,9 kWh/m² or more than well in line with the private residences. In one of the row houses 34,6 kWh/m³ was registered. These buildings are connected to a so called low temperature district heating system, where the domestic hot water is produced individually in the dwellings with night electricity. The savings with individual measurement thus are close to 30 per cent.

The difference in heat consumption in rented and owned apartments in Lahti have been negligible; in the city Espoo, however, the owned apartments rated at 56,9 kWh/m² whereas the rented space consumed 62,5 kWh/m² annually.

The investigation reveals clearly, that the savings achieved depend mainly on the individual measurement. One part is due to the decreased heat losses in connection with the pre-paration of the hot water individually in every dwelling.

As far as the apartment houses are concerned, no comparative results are available due to the fact that the measuring objects are under construction or have been completed only recently.

In the measurements of the consumption of domestic water only, the investigations reveal, that individual measuring saves 20—35 per cent. If the total consumption of tap water were measured, the savings would probably be 30—50 per cent.

Collective measurement of the consumption of electricity in Finland and Sweden has proved to increase the consumption by 15—20 per

Börje Hagner

Energy consumption in industrial buildings during shut-down periods

The yearly heat losses in typical industrial halls are 15—25 kWh/m³. If the ventilation corresponds to one air change per hour and is operated during one-shift working hours, the energy consumption during shut-down will be about half of the total heat demand. Savings are thus possible even during shut-down periods.

Sponsored by the Ministry of trade and industry, the consulting firm Air-Ix performed an investigation of the possible energy savings in industrial halls outside working hours.

The ventilation should be closed during shut-down periods. This simple principle presupposes that the users are familiar with the ventilation equipment, the starters are easily accessible and the operating time is controlled effectively, preferably automatically. All these conditions, however, are seldom fulfilled.

The first measure in this connection is to define all starters and operating areas clearly. The operating and supervising functions should be as centralized as possible. This, of course, may include considerable cost for wiring and other installations. Control of the equipment with timers is indispensable in many cases. As an example, the ventilation of the rest rooms should be started well in advance before the work begins, but continuous operation is not necessary except for drying of wet clothing.

Air change through natural draft may be regarded as more or less desired at working hours. At other times, however, this is waste of energy and may also cause damage due to freezing. The ventilation by leakage of an industrial building may be estimated at 0,1—0,5 air changes per hour. In an actual case, the leakage of an industrial hall was measured at 0,35 changes per hour, corresponding to as much as 100 000 m³/h. The tightness of the constructions is thus imperative and the consulting engineer negligent if the exhaust fans are specified

without closing dampers. As far as sliding doors are concerned, it seems almost impossible to make them tight.

The decrease of the temperature in industrial halls during non-working hours may often be possible without disturbance. The selection of the allowable minimum temperature is determined by the risks for condensation and freezing of piping or other equipment, and by the available overcapacity of the heating plant for rapid reheating.

The author points out that the savings obtainable when decreasing the temperature at night, are difficult to estimate. At a shipyard in the city Rauma, about 50 per cent savings in the heating costs were achieved when the night temperature was decreased, the building tightened and the ventilation completely closed at nights. ■

Thermia Sähkökattilat ja Lämminvesivaraajat – yhdessä tai erikseen.

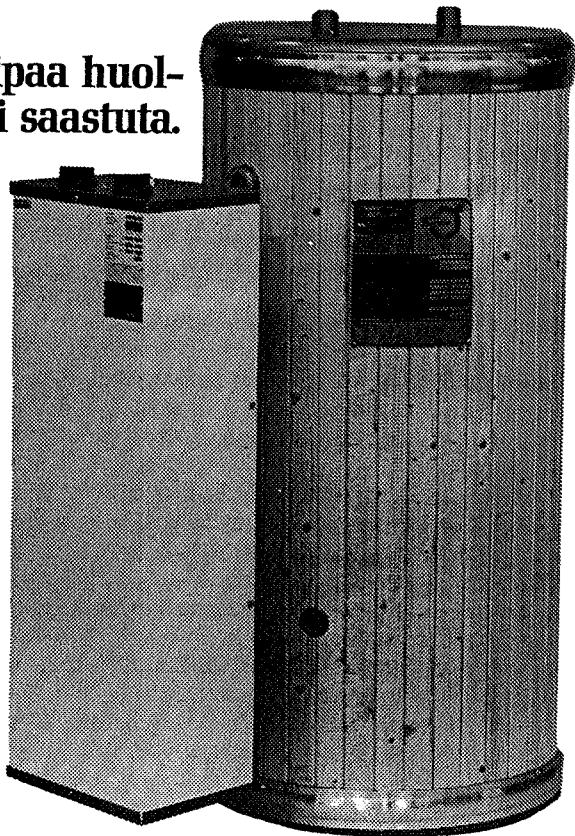
Thermia Sähkökattila – tehot 3–18 kW.

- vesipatteripiirin lämmöntuottaja
- vanhan kattilan uusi lämmittäjä
- ilmalämmityksen lämmönlähde
- varaavan sähkön lämmönlähde

Thermia Lämminvesivaraaja – vetoisuus 110–500 l.

- Sähkökattilan rinnalle käyttöveden lämmittäjäksi.

Ei kaipaa huoltoa, ei saastuta.

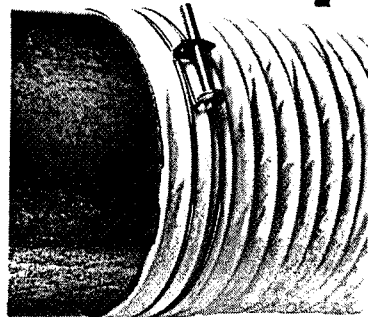


AGA

Myynti: HUBER Jälleenmyyjät

Stece

Letkunpidin



Kiinnittäessä esimerkiksi tuuletusletkuja tarvitaan letkunpitimiä, jotka takaavat tiiviin kiinnityksen.

Stece-letkunpitimeen voit luottaa. Se koostuu kahdesta, galvanoidusta Ø 2,4 mm metallilangasta valmistetusta renkaasta. Kierteitetyn ruuvipilimen ansiosta saadaan oikea ote. Stece-letkunpidin on lisäksi oikea vaihtoehto sekä teknisesti että taloudellisesti.

Tilaa suoraan Steceltä lyhyellä toimitusajalla. On monta syytä valita Stece-letkunpidin.

–Varmaan tiivistykseen

Stece  BARNES GROUP

S-383 00 Mönsterås, Ruotsi, Puh +46-499 111 20

**DINSIN UUDET VESILAUHDUTTIMIT
HÖYRYSTINLÄMMÖNVAIHTIMET
TULISTUSLÄMMÖNVAIHTIMET
JÄÄHDYTYS-, ILMASTOINTI- JA
LÄMMÖNTALTEENOTTOKÄYTTÖÖN**

VALMISTUSOHJELMAAMME KUULUU

- vesilauhduttimet DL – DLU – DLS
- höyrystinlämmönvaihtimet DHS
- avattavat kuivaaja suodattimet DAK
- imulinjan pisanerottimet DP
- avattavat imulinjan suodattimet DAI
- öljynerottimet DÖE
- kylmäainevaraajat DS
- ilmalauhduttimet DIL

EDUSTUKSEMME

- Aspera jäähdytyskompressorit
- Elco puhallinmoottorit
- Triulzi venttiilit, kuivaajat, näkölasit
- Scem magneettiventtiilit ja termostaatit
- Egelhof paisuntaventtiilit

Oy DINSI Ab

PL 5, 00371 Helsinki 37, puh. 90-558 801
telex 122931 dinsi sf