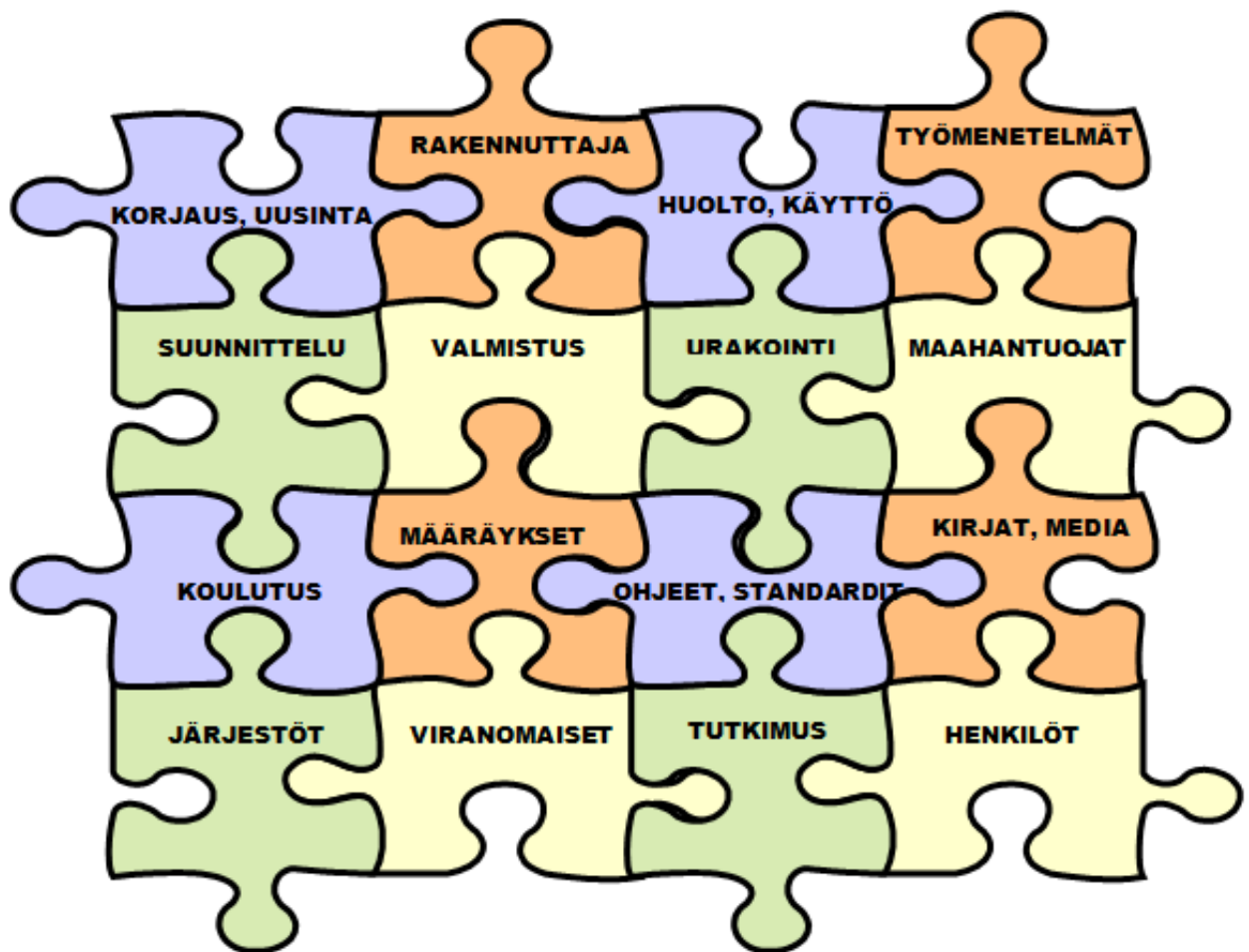


# KUN ISOISÄ FLÄKTILTÄ PAJATUHOTTIMEN OSTI



## LVI-ALAN HISTORIAKOOSTE 2015

KIRJ.

BÖRJE HAGNER

## Esipuhe

### Tavoite

Tavoitteena on ollut kertoa alan eri osa-alueilta milloin ja mitä on tapahtunut pääosin Suomessa, mutta myös muualla. Tarkoitus ei ollut luoda oppikirjaa, mutta perusteluita tai kommentteja nykykäytäntöihin ja ratkaisuihin on esitetty. Netistä löytyy jokaisesta asiasta lisätietoa, jos syvempi perehtyminen kiinnostaa.

### Esitystapa

Esityksessä on pyritty välttämään liioja yksityiskohtia, jotta sivuluku pysyy kohtuullisena. Palstoittamaton ja kieltämättä ulkoasultaan amatöörimäinen sähkökirjamuoto on valittu kustannusten säästämiseksi ja jotta aineistoa on helppo muokata ja täydentää jatkossa.

Tekstin tyyliä on pyritty välttämään sortumista hymistelevään jargoniin. Mukana on myös kriittisiä huomautuksia.

Eri osa-alueitten laajuutta on pyritty pitämään tasapainossa, mutta toisaalta vain se mistä on tietoa tai mistä on käytettävissä kuva-aineistoa, on voitu esittää.

### Kenelle suunnattu

Esitys on suunnattu alalle hakeutuville, alalla jo työskenteleville sekä yhteistyökumppaneille. Mukana on paljon asiaa, joka LVI-alan ammattilaisille voi olla itsestään selvää, mutta muille uutta. Jos lukija saa historiikin perusteella edes yhden uuden ajatuksen, olen mielestäni onnistunut.

### Taustaa

Ryhdyin historiikin kokoamiseen alkuvuodesta 2015 sen jälkeen, kun minut oli valittu Suomen Rakennusinsinööriliiton RIL ry:n historyryhmään. Ryhmä kokoaa, jalostaa ja tallentaa alan historiaa vapaaehtoistyönä ja ilman palkkiota.

Koosteen aikaansaamissa erityistä apua olen saanut Alvar Hausenin, Esko Kukkosen ja Juha Muttalaisen muodostamalta tukiryhmältä. Paljon arvokkaita kommentteja ja suoraa tekstiäkin olen saanut rakennusneuvos Reijo Hänniseltä, Porin amk:n yliopettaja TkL Esa Sandbergilta ja DI Esko Tähdeltä.

### Esityksen kopiointioikeudet

Kaikki tekstit ja merkinnällä BHa, AX, KK tai Am olevat kuvat ovat vapaasti käytettävissä. Muut kuvat on kopioitavissa omaan tai opetuskäyttöön. Näiden osalta lähde on syytä mainita, jollei se käy ilmi kuvasta. Kuvamerkitöjä ja niiden lähteitä on selostettu tarkemmin kohdan 5 lopusta.

### Kommentit

Toivoisin saavani palautetta osoitteeseen borje.hagner@tonni.fi. Haaveena on päivittää tai täydentää historiikkia jo 2016.

Tampereella

24.10. 2015 Börje Hagner

## Sisällys

<b>1 LVI OSANA ELÄMÄÄ</b>	<b>1</b>
<b>2 LAITETEKNIIKAN KEHITTYMINEN</b>	<b>7</b>
Lämmitys	7
Vesijohto- ja viemärijärjestelmät	33
Ilmastointi	54
Jäähdytys	100
Automaatio	109
Paineilma	115
Eri rakennustyyppien erityispiirteitä	116
Suomalaisia lvi-innovaatioita	147
<b>3 ALAN TOIMIJAT</b>	<b>150</b>
Yhdistykset ja järjestöt	150
Valmistajat	195
Urakoitsijat	161
Suunnittelijat	169
Käyttö, hoito, huolto, ylläpito ja korjaaminen	174
<b>4 OSAAMISEN JA MENETELMIEN KEHITTYMINEN</b>	<b>182</b>
Tutkimus	182
Koulutus	184
Työmenetelmät	189
Kirjallisuus, lehdet	214
<b>5 ALAN OHJAUS</b>	<b>211</b>
Lvi-alaan vaikuttaneita viranomaisia, määräyksiä yms., testaus, hyväksyntä, pätevyys. luokitukset, sopimuskäytäntö, tehtävien sisällöt, suuret rakennuttajat	
Kuvälähteet	216
Virstanpylvästaulukoita	217
<b>6 ANEKDOOTTEJA</b>	<b>227</b>
Millaista se oikeasti oli	
Elämänkokemusta vuosien varrelta	251

## 1 LVI OSANA ELÄMÄÄ

### MITÄ LVI SISÄLTÄÄ

#### Tontin rajat

LVI-tekniikan rajana kiinteistöissä pidetään tontin rajoja. Tontin ulkopuolelle mennessä kyse on kunnallistekniikasta. Tontin sisällä voi olla useita rakennuksia, joiden LVI-putkistot liittyvät toisiinsa ja tekniikka on samaa kuin kunnallistekniikassa.

#### Tekniikka-alueet

##### L niin kuin lämmitys

Lämmitysjärjestelmät sisältävät kaikki kiinteistön lämmittämiseen tarkoitetut järjestelmät mukaan lukien aurinkokeräimet, nestekaasun, maa- ja ulkoilmalämmön, matalapainehöyryn sekä erilaiset lämmöntalteenottojärjestelmät, joihin lämpö saadaan esim. poistoilmasta, viemäriverseistä tai prosesseista. Lämpökeskuksiin kuuluu kiinteistöjen lämmityskattilat polttoaineesta riippumatta. Myös lämmittäminen tulisijoilla kuuluu alaan.

##### V niin kuin vesi ja viemäri

Vesi- ja viemärijärjestelmät voivat sisältää myös kiinteistökohtaisen vesilähteen ja jäteveden käsittelyn kuten porakaivon ja viemäriverseiden puhdistamon.

Vesijärjestelmiin kuuluu myös tulipalojen alkusammutuslaitteet eli palopostiverkostot. Varsinaiset sprinklerijärjestelmät ovat oma erillinen erikoisalansa. Samoin kaasusammutusjärjestelmät. Vaikka ne sinänsä luetaan LVI-tekniikkaan, niin niiden suunnittelu ja rakentaminen on omien lupiensä takana.

Vesijärjestelmiin voi liittyä teollisuudessa myös prosessivesiä.

Perustusten kuivatus eli salaojajärjestelmät ovat LVI-järjestelmiä, joskin usein ne hoitaa rakennesuunnittelija.

##### I niin kuin ilmavaihto tai ilmastointi

Ilmanvaihto- ilmastointijärjestelmät voivat sisältää erikoisilmastointeja kuten puhdashuonetiloija, pölyn poistoja ja niihin liittyviä suodatuksia. Vielä 1960-luvulla käytettiin myös lyhenteenä kirjainta T = tuuletus, vrt. LVT-lehti, LVT-insinööritoimisto.

##### A niin kuin automaatio

Kiinteistöautomaatio on osa LVI-tekniikkaa. Usein sen hoitavat erikoistuneet suunnittelijat.

##### Paineilma

Paineilmajärjestelmät ovat perinteisesti kuuluneet LVI-järjestelmiin.

##### Sairaalakaasut

Happi ja ilokaasu ovat kuuluneet LVI-järjestelmiin.

##### Teollisuuskaasut

Nestekaasu, happi, typpi, voivat kuulua LVI-järjestelmiin.

##### KY niin kuin kylmä

Jäähdytysjärjestelmiin kuuluu paitsi ilmastointiin liittyvät järjestelmät myös prosessin vedenjäähdytysjärjestelmät. Samaan ryhmään voidaan lukea lämpöpumput. Myös varsinainen kylmätekniikka - varastot, teollisuuden kylmä - voi kuulua LVI-tekniikkaan.

## Miten muualla

Englanninkielisissä maissa ei ole suoraan LVI-osaajia, vaan Yhdysvalloissa on HEVAC- (heating, ventilation, air conditioning) insinöörejä, jotka hoitavat Mechanical-asioita. Plumbing- eli putkiala on erikseen. Paremminkin LVI-käsitettä kuvannee lyhenne HEPAC. jossa P tarkoittaa putkistoja. Pohjoismaissa ja Saksassa on LVI-alaa vastaavat VVS ja Sanitär - Heizung - Klima. Alunperin klima oli lüftung.

## LVI-TEKNIIKAN VAIKUTUKSET RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ

Usein on niin, että mitä vähemmän LVI-tekniikka näkyy, sen parempi. Kuitenkin LVI-tekniikan kehitys on näkynyt välillisesti syvällisesti rakentamisessa.

### Piharakennukset tarpeettomia

Kun kiinteistöjä lämmitetään puilla, tarvitaan puuvarastoja. Kellarillisissa rakennuksissa on puuvarastolle voinut löytyä tilaa kellarista. Usein ei kuitenkaan tilaa ole tarpeeksi ja tarvitaan erillinen ulkovarasto. Siirtyminen antrasiittiin, kivihiileen ja koksiin pienensi varaston tarvetta yleensä niin paljon, että ns. hiilikellari riitti. Nämä polttoaineet alkoivat syrjäyttää halkoja jo 1930-luvulla. Siirtyminen öljyn käyttöön saattoi poistaa koko varaston tarpeenkin, jos säiliö sijoitettiin pihan alle.

Kunnallinen vesi- ja viemäriverkosto poisti ulkorakennuksissa olevien puuseitten tarpeen. Vesivessojen käyttö alkoi vähitellen 1880-luvulla.

### Savupiiput historiaan ja pakkasilma seestyi

Siirtyminen kaukolämpöön tai sähkölämmitykseen poisti kattilahuoneet. Vielä 1950-luvulla kerrostaloissa luonnonvetoisten kattiloiden huoneet saattoivat olla puolentoista - kahden kerroksen korkuisia, ja painovoimainen veden kierto edellytti kattiloiden oloa montussa. Kaukolämpöverkkojen rakentaminen alkoi Suomessa vasta 1950-luvulla.

Kiinteistökattiloiden ja tulisijojen häviäminen puhdisti kaupunkitaajamien ilmaa oleellisesti. Pientaloalueilla on kuitenkin edelleen ajoittain tulisijojen käytöstä johtuvia ilmanlaatuongelmia.

### Rakennusten rungon syvyyden valinta vapautui

Koneellinen ilmanvaihto mahdollisti periaatteessa miten laajojen rakennusrunkojen teon tahansa. Varsinkin monikerroksisissa rakennuksissa tämä on ratkaiseva etu. Tätä ennen esim. tuotantolaitokset ja isot julkiset rakennukset olivat usein varsin kapearunkoisia. Asiaan vaikutti myös luonnon valon saanti ikkunoista ja panovoimainen materiaalien ja valmisteiden siirto kerroksissa ylhäältä alas.

### Suuret hormistoryhmät tarpeettomia

Koneellinen ilmanvaihto pystyy siirtämään ilmaa paljon suuremmalla nopeudella kuin painovoimainen. Näin kanavien koot saadaan pienemmäksi, millä on vaikutusta jopa kerroskorkeuteen. Käyttämällä palopeltejä ja palonrajoittimia voidaan eri huoneistoja tai tiloja yhdistää samaan järjestelmään, jolloin ei tarvita erillishormeja. Tämä ja pellin käyttö kanavamateriaalina säästää merkittävästi monikerroksisissa rakennuksissa tilaa

Toimitilojen jäähdyttämien jäähdytysvesijärjestelmällä ja tilakohtaisilla jäähdyttimillä - ensin puhallinpattereilla (fan coil units, coolers) ja nykyään enenemässä määrin vetoa ja ääntä aiheuttamattomilla jäähdytyspalkeilla ja paneeleilla - pienensi edelleen kanavien tilantarvetta verrattuna järjestelmiin, joissa tilat jäähdytettiin keskuskoneen ilmavirralla.

### Sisäilmasto sanelee ikkunaratkaisuja

Suuret ikkunat aiheuttavat ongelmia sisäilmalle. Auringon paiste nostaa sisälämpötilaa ja säteilyn vaikutuspiirissä on ilman suojauksia mahdotonta saavuttaa tyydyttävää sisäilmastoa. Ratkaisu on auringonsuojaikkunat, joissa on heijastava tai värillinen absorboiva lasi. Tämä vaikuttaa koko rakennuksen ulkonäköön. Myös ulkopuolisia varjostussäleiköitä ja

kaksoisjulkisivuja voidaan käyttää. Korkealuokkaisia auringonsuojalaseja oli saatavissa jo 1980-luvulla.



Tämän näköisessä (BHa) toimistorakennuksessa erittäin korkeatasoiset auringolta suojaavat superlasit ja vyöhykkeittäin lämmitettävät lasit ovat edellytys hyvälle termiselle viihtyvyydelle. Ratkaisuissa tarvitaan kiinteää ja tietoon perustuvaa yhteistyötä arkkitehdin ja ilmastointisuunnittelijan kesken.

### **Sisäpuoliset sadevesiviemärit mahdollistavat laajat katot**

Sisäpuolisten sadevesiviemäreiden käyttö mahdollistaa periaatteessa kuinka laajat kattoalueet tahansa. Viemäreiden sähkölämmityksellä ja säännöllisellä huollolla varmistetaan järjestelmän toiminta.

### **Savunpoistopuhaltimilla ja sprinklauksella tehokkaammat tilat**

Koneellinen savunpoisto mahdollistaa osaltaan laajarunkoisten rakennusten käytön tietyin edellytyksin. Tiloihin, joista on savunpoisto, on myös järjestettävä korvausilman saanti alimman kolmanneksen korkeudelle. Koneellisella tulolla ilman saanti voidaan varmistaa vaikkapa kellaritiloihin tai sisävyöhykkeille. Perinteiset ikkunoihin ja luukkuihin perustuvat savunpoistot ovat käytännössä usein huonosti toimivia. Luukut voivat juuttua kiinni, vuotaa vettä ja toimia tuulella väärään suuntaan. Korvausilman saanti toki on varmistettava myös koneellisesta savunpoistoa käytettäessä.

Sprinklauksen avulla on voitu laajentaa palo-osastoja, mikä on poistanut väliseinien ja kulkukäytävien rakentamistarvetta. Sprinklaus on mahdollistanut myös laajemmat rakennemateriaalivalinnat.

### **Uusia elementtejä arkkitehtuuriin**

Vaikka LVI-tekniikkaa on usein pyritty peittämään rakennuksissa, on myös mahdollista korostaa sen avulla nykyrakennusten teknistä ilmettä. Joidenkin koulujen sisäpuoliset IV-kanavat maalattiin eri väreillä 1970-lvulla, mutta käytäntö on hiipunut.



Ilmanvaihtokuiluista on kehitetty näyttävää ilmeikkyyttä 1989 valmistuneeseen toimitaloon Tampereella. (AX:n toimitalo 2015, BHa)

Talotekniikasta kulkuväylät mukaan lukien on mahdollista kehittää hyvinkin kiinnostavaa arkkitehtuuria. Ideana on tällöin näyttää rakennus ikään kuin koneena tai toimivana organistina. Kuuluisimpia tämänkaltaisia pyrkimyksiä on Pariisin Pompidou-kulttuurikeskus, jossa ilmanvaihtokanavat muodostavat oleellisen modernismia korostavan osan.



Pariisin Georges Pompidou-kulttuurikeskus avattiin yleisölle 1977 (BHa)

Jonkin verran 2000-luvulla on Suomessakin uskallettu tuoda esille, että rakennuksessa ihan oikeasti on teknisiä tiloja ja järjestelmiä. Kattokonehuoneita on sijoitettu osittain räystään ulkopuolelle tai ilmanotto-kanavat on sijoitettu näyttävästi.

### LVI-tekniikka terveyttä ylläpitämässä

" **The Plumber protects the Health of the Nation**" on amerikkalaisen *The Plumbing-Heating-Cooling Contractors Association* eli putkialan urakoitsijajärjestön iskulause. Ja näinhän se pitkälti on.

#### Tautien leviämisen estäminen

Jo antikin roomalaisten viemärijärjestelmät merkitsivät kaupunkien tekemistä asumiskelpoisiksi. Keskiaikana kaupunkien infra rappeutui ja aiheutti laajoja joukkokuolemaan johtavia epidemioita. Kaivot saastuivat ja juomavesi levitti tauteja. Lontoossa alettiin tappavien lavantautiepidemioiden yhteydessä tutkia asiaa 1800-luvulla ja saatiin selville asian ydin. Kaupunkien systemaattinen vesi- ja viemärihuolto alkoi.

Tuberkuloosi oli Suomessakin suuri ongelma vielä 1920- ja 1930-luvuille. Tällöin alettiin valistaa kansaa tartunnan ehkäisemiseksi. Keskeinen keino oli käsihygienian korostaminen. Tämä taas edellytti pesuallaiden käyttöä. Pesumahdollisuuksien lisääminen vähensi dramaattisesti tuberkuloosia jo paljon ennen antibioottien käyttöä.

Yllättävää kyllä sairaaloiden henkilökunnalle on pitänyt takoa käsihygienian merkitystä vielä viime vuosinakin sairaalabakteerien vähentämiseksi. Kosketusvapaat pesuallashanat ovat osaltaan auttaneet asiaa. Niiden käyttö on kiitettävästi levinnyt kaikkiin yleisötilojen vessoihin.

Vedettömät hygieeniset vessat ovat yleistyneet haja-asutusalueilla vähentäen viemäriverien levittämiä tauteja.

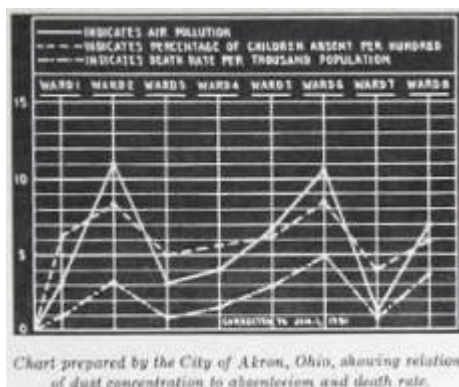
#### Puhdas ilma terveyden kulmakiviä

Puhtaan ilman ja terveyden yhteys alkoi valjeta jo 1800-luvulla. Niinpä sairaalat ja erityisesti keuhkotautisairaalat pyrittiin rakentamaan korkeammille paikoille ja mäntymetsien keskelle. Sairaaloiden ilmanvaihtoon alettiin kiinnittää muutoinkin huomiota. Tietosanakirja kertoi jo yli 100 v sitten, että nykyaikaisen terveydenhuollon kulmakiviä on hyvä ilmanvaihto. Tämä nohtui 1970-luvulla, kun asiaa ymmärtämättömät poropeukalat alkoivat puuttua öljykriisin

surauksena rakennusten ilmavirtoihin. Syntyi jopa absurdi käsite "Liian hyvä ilmanvaihto". Jälleen 2010-luvulla on asetettu kyseenalaiseksi ulkoilmavirtojen mitoituksen alarajat johtuen uusista energiatehokkuusdirektiiveistä.

Ulkoilman pienhiukkasten ja ennen aikaisten kuolemien yhteydestä on 2000-luvulla tehty laajoja tutkimuksia. Pienhiukkaset tappavat vuosittain Suomessakin 500 ihmistä ennen aikaisesti. Suuri joukko ihmisistä kärsii ulkoilman siitepöly- ja sieni-itiöallergiasta. Ulkoilman aerosoleista pääsee eroon suodattamisella.

Jo 1930-luvulla oli USA:ssa tehty selvityksiä ulkoilman epäpuhtauksien vaikutuksesta. Siltä ajalta on alla American Air Filterin esitteestä kuva, joka näyttää eri kaupunginosien ilman epäpuhtauksien, lasten koulupoissaolojen ja kuolleisuuden yhteyttä.



Leikkaussalien ilmanvaihto on vuosien varrella kehittynyt niin ilmavirtojen kuin ilman puhtauden ansiosta niin, että esim. silmäleikkauksissa aiemmin verraten yleiset tulehdukset ovat lähes poistuneet.

Nyt on tarjolla huoneilmastointiin laitteita, jotka paitsi poistava kaikkein pienimmätkin hiukkaset ja tappavat mikrobit ionisuihkun avulla.

### **Hyvä sisäilma pitää yllä työtehoa ja mahdollistaa tuotannon**

Hyvän sisäilman ja työn suorituskyvyn yhteydestä on tehty sittemmin monia tutkimuksia. Lopputulokseksi on saatu, että sisäilman hallinta on työvireyden ylläpidon ja virheiden minimoiden peruspilareita.

Tuotanto- ja erikoistiloissa sisäilmaston hallinta voi olla välttämättömyys. Vaatimukset ovat myös kasvaneet. Esimerkiksi osassa mittatekniikan laboratoriotiloja Mikesissä Otaniemessä ilman lämpötila hallitaan 20 millikelvinin tarkkuudella. Tämän mahdollisti taiten toteutetut LVI-järjestelmät ja automaatio. Vielä pari kolmekymmentä vuotta sitten tämä olisi ollut utopiaa.

Ilman kylmäketjua ja jäädytettyjä tiloja olisi vaikea kuvitella nykyaikaista elintarviketuotantoa ja -huoltoa.

### **LVI-tekniikka osana rakennusten kosteusongelmia - aiheuttaja ja ratkaisija**

Putkivuodot, lattiakaivojen puuttuminen tai niiden väärin tehdyt liitokset vesieristykseen ja kattokaivojen väärä sijainti ja huoltamattomuus ovat olleet tyypillisiä vesivahinkojen aiheuttajia. Kevyet - esim. profiilipeltiset kattorakenteet - taipuvat lumikuorman takia muualta paitsi pilareiden vierestä. Kaivojen sijoittaminen juuri näihin jirkin korkeimpiin paikkoihin on ollut yksi syy katon vuotoihin.

Määräyksiä, tervettä järkeä noudattamalla ja huollon ja hoidon systematisoinneilla nämä on voitu minimoida. Viimeiset parikymmentä vuotta esim. rakenteisiin asennettavat vesiputket on pitänyt sijoittaa suojaputkiin. Myös eri hälytintarkkaisuilla ongelmista voidaan saada ajoissa vuototietoa.

Koneellisen ilmanvaihdon avulla voidaan sisäilman kosteus ja painesuhteet pitää rakennuksen kestävävyyden kannalta tyydyttävänä - mikäli ymmärretään ja halutaan.





Kuitenkin kaikesta huolimatta LVI-alalla on tämän tason osaamista esim. kattoläpivientien tiivistämisessä (BHa). Ei tässä paljon nablaa tai differentiaaleja tarvittaisi. Kunhan nyt viitsisi mennä katolle tarkistamaan työnsä jälkiä.

Pääongelma näyttäisi kuitenkin olevan itse rakennustekniikka. Kestävän loivan katon aikaansaaminen vaikuttaa liian monien toimijoiden kohdalla ylivoimaiselta.

### LVI mukana kohti nollaenergiaa

1990-luvulta saakka on rakennusten energiankulutusta pyritty määrätietoisesti laskemaan. Määräykset ovat aiemmin kohdistuneet uusiin rakennuksiin, mutta varsinaisesti vanhat rakennukset ratkaisevat kokonaiskulutuksen. Myös niille asetetaan vaatimuksia peruskorjauksissa.

LVI-puolella selvimpiä energiatehokkuuden parantamiskeinoja ovat olleet poistoilman lämmön ja kosteuden talteenotto ja sen lämpötilasuhteen eli hyötysuhteen nosto, matalampi puhaltimien ja pumppujen sähkön kulutus laitetekniikkaa ja laitteistomitoitusta parantamalla, erityisesti ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus ja lämmönlähteen valinta. Koneellinen tulo/poistoilmanvaihto on edellytys rakennusten tiiveyden parantamiseen, mikä on oleellinen tekijä rakennusteknisissä energiankulutuksen pienentämiskeinoissa.

Energialähdetilastoissa ei vielä näytä olevan mukana maalämpö eikä ulko- tai poistoilmasta ilmasta saatu lämpö. Alla vertailu energian kokonaiskulutuksen jakautumasta Tilastokeskuksen ja 1950-luvun LVT-Lehden mukaan. Puupolttoaineissa on mukana sellutehtaiden mustalipeästä saatu energia, jonka osuus esim. sähkön kehityksestä on merkittävä. Sähkön kulutus on ollut luokkaa 90 TWh/a. Poistoilman lämmön talteenoton lisäpotentiaali on karkeasti arvioiden 20 TWh/a. Maaperän lämmön hyödyntämispotentiaali on samaa luokkaa, mutta lämpöpumput lisääisivät sähkön kulutusta n. 7 TWh/a. Toisaalta, jos sähkölämmitetyt omakotitalot ja rivitalot siirtyisivät lämpöpumppujen käyttöön, säästyisi tehoa ehkä 3000 MW ja sähköenergiaa yli 5 TWh.

Kiinteistökannan energian kokonaiskulutus (sähkö + lämpö) on vajaa 100 TWh/a. Energian kokonaiskulutus 2014 oli vajaa 390 TWh/a. Taulukon luvut on pyöristetty kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen.

	2014*	1957
	%	%
<b>Puupolttoaineet</b>	<b>25</b>	<b>39</b>
<b>Öljy</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
<b>Ydinenergia</b>	<b>18</b>	<b>0</b>
<b>Hiili</b>	<b>10</b>	<b>19</b>
<b>Maakaasu</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
<b>Sähkön nettotuonti</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>Turve</b>	<b>4,6</b>	<b>0,6</b>
<b>Vesivoima</b>	<b>3,5</b>	<b>23</b>
<b>Tuulivoima</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>Muut energialähteet</b>	<b>3,4</b>	<b>0</b>

**Uusiutuvat energialähteet yht. (ennakkotieto) %** **32** **62**

1) Sisältää mm. puupolttoaineet, vesi- ja tuulivoiman ja kierrätyspolttoaineista biohajoavan osuuden

## 2 LAITETEKNIIKAN KEHITTYMINEN

### LVI-järjestelmien kolmiosainen perusrakenne plus varusteet

LVI-järjestelmät koostuvat kolmesta pääryhmästä:

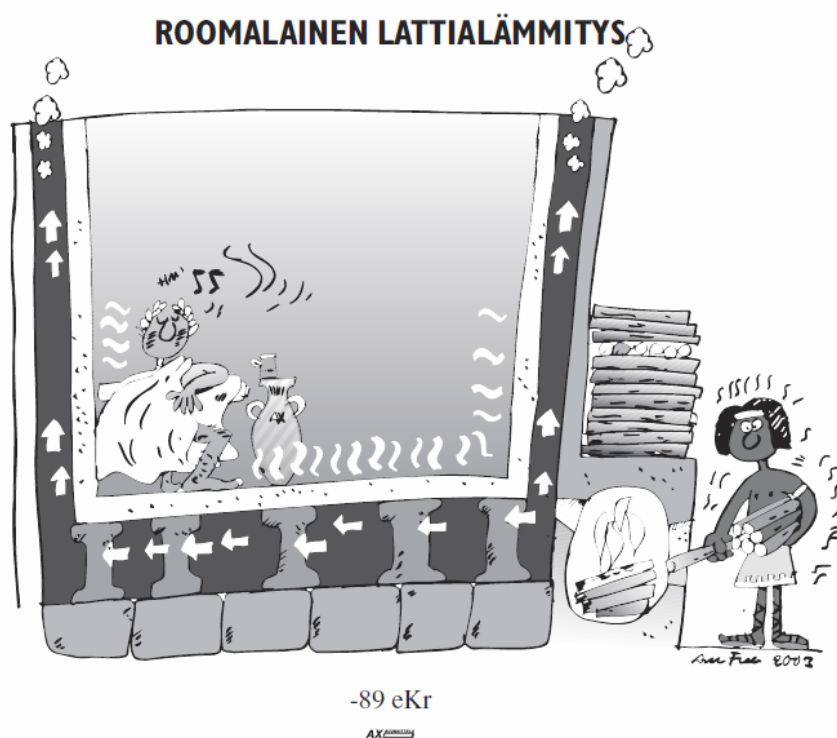
- 1) **Keskuslaite**, esim. kattila, ilmanvaihtokone, jäähdytyskone, pumppaamo, kompressorikeskus
- 2) **Jakeluverkosto**: putkisto tai ilmanvaihtokanavisto
- 3) **Päätelaitteet**: esim. lämmityslaite, huonejäähdytin, vesihana, ilmanvaihtoventtiili, ulosottopiste

Lisäksi varusteet kuten venttiilit, pumput, suodattimet, säätölaitteet ovat täydentävä joukko.

Seuraavassa on käsitelty tärkeimpien osien historiaa. Varsinkin varustelupuolella on paljon erilaisia mielenkiintoisia ja välttämättömiä laitteita, joita tämä historia ei käsittele.

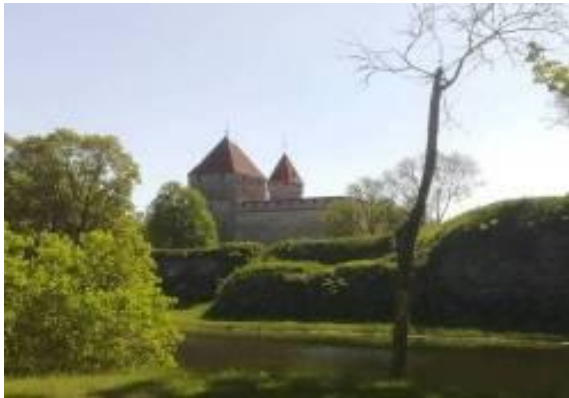
### Lattialämmityksellä se alkoi

#### Hypokausti omaksuttiin Turkin alueelta



Kiinteistöjen lämmityksen historia alkaa jostakin kolmen ja puolen tuhannen vuoden takaa Turkin Anatolian ylängöiltä. Keksittiin lämmittää rakennusten lattia johtamalla savukaasuja alapohjaan. Antiikin roomalaiset kopioivat tämän hypokaustiksi (hypo = alla, kaust viittaa polttamiseen tai tulen sytyttämiseen) kutsutun menetelmän ja lämmittivät jopa seiniäkin. Orjatyövoima hoiti lämmityksen.

Järjestelmää käytettiin sittemmin myös Suomessa esim. Olavinlinnassa, Hämeen linnassa, Turun linnassa ja vielä 1880-rakennetussa Mikkelin lääninvankilassa, vai olisikohan siellä sittenkin ollut kalorifer-järjestelmä?



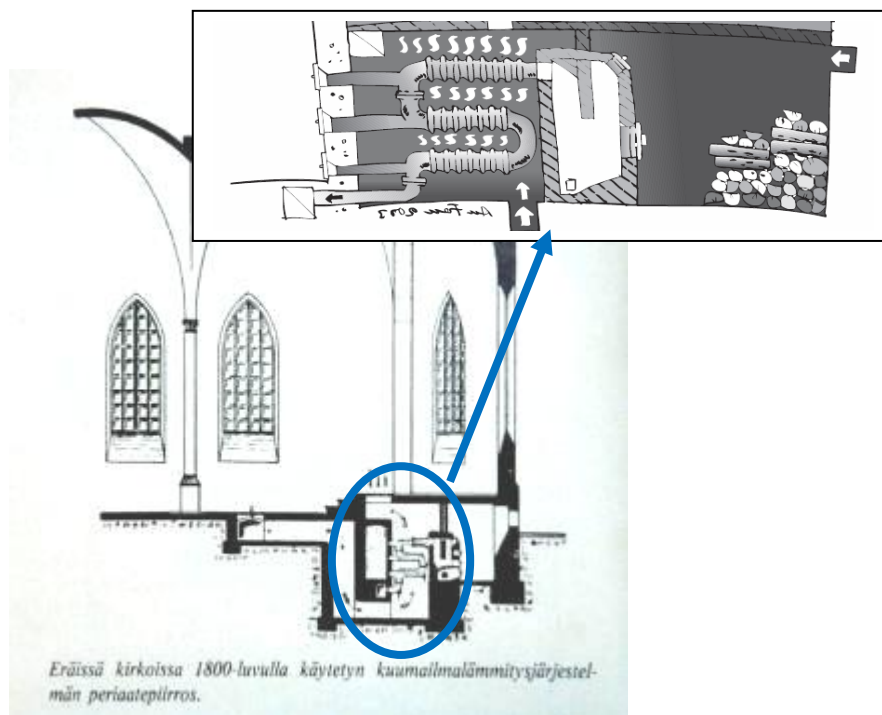
Viron Kuusisaaren linnassa on nähtävissä hypokaustin rakenteita infotauluilla varustettuna (BHa)

### Välillinen kalorifer-järjestelmä tuli tilalle

Hypokaustista ja avotakoista kehitettiin 1700-luvulla kalorifer-järjestelmänä (kalorifer = ilmalämmitys) Suomessa ja Ruotsissa tunnettu ilmalämmitysversio. Kellariin sijoitettu uuni lämmittää välillisesti huonetiloihin painovoimaisesti virtaavaa ilmaa. Ensimmäiset versiot tehtiin kasvihuoneisiin, mutta jo 1700-luvun lopussa siten lämmitettiin Struttin tekstiilitehdasta Englannissa. Tämän jälkeen menetelmä levisi 1800-luvun puolella lukuisiin Englannin julkisiin rakennuksiin.

Uuniosan savukaasujen välillistä lämmönsiirtoa parannettiin rakentamalla tulipesän jälkeen valurautaisista jakeista koostuva konvektio-osa. Tällainen oli ratkaisu, jota Engelkin käytti Helsingin senaatintorin rakennusten lämmityksessä, ks. osa suunnittelu. Ruotsissa alettiin vastaavia laitoksia tehdä jonkin verran julkisiin rakennuksiin vasta 1850-luvulla. Ne olivat käytössä aina 1910-luvulle, jolloin uuni tai koko systeemi korvattiin vesikeskuslämmityksellä.

Ilmalämmityksen käyttö jatkui pitkään. Yhdysvalloissa ja jossain määrin Englannissakin se vakiintui pientalojenkin lämmitystavaksi.



Kuva: SuLVI 50 vuotta, yksityiskohta: Ex Ax Lux- Talotekniikan valikoitu historia

Ilmalämmitysjärjestelmän heikko puoli oli savukaasujenkin pääsy ilmaan lisättäessä polttoainetta, vuotojakin lämmönsiirtopinnoissa on arvaten ollut. Panoslämmitteisiä uuneja käytettäessä puhalluslämpötilan vaihteli, mutta tiilikanavat tasasivat lämpötilaa.

### Pohjolaassakin metsänhakuut huolettivat

Varsinkin Etelä-Ruotsissa metsiä oli laajoilla alueilla hakattu loppuun jo 1700-luvulla. Englannissa metsiä ei käytännössä enää ollut. Myös Suomea arveltiin uhkaavan puupula. Syynä oli tervan poltto, kaskiviljelys ja siitä riistäytyneet metsäpalot. Meno muistutti nykyistä tilannetta itärajamme takana ja savupilvet haittasivat Pohjanlahdella ajoittain jopa merenkulkua. Rannikkoalueella ruotsalaisten perustamien rautaruukkien puuhiilen tarve vaati valtavia puumääriä. Toki rakentaminenkin tarvitsi puuta, varsinkin koska hirsitalojen alimmat hirsikerrat lahosivat ja rakennukset oli uusittava, elleivät tuhoutuneet tulipaloissa. ( Alimpien hirsien uusimista eli kengittämistä on pidetty ihan luonnollisena kunnossapitotoimenpiteenä. Todellisuudessa talon sisäilma on totaalisesti saastunut siinä vaiheessa, kun hirret ovat menettäneet lujuutensa lahon takia.)

Jatkuva uudelleenrakentamisen tarve, takkojen surkea lämmityshyötysuhde ja valtava polttopuun käyttö johti siihen, että alettiin kiinnittää huomiota puun käytön vähentämiseen rakennuksissa. Tavoitteiksi 1700-luvun Ruotsissa asetettiin:

- rakennusmateriaalin vaihtaminen puusta kiveen julkisissa rakennuksissa
- rakennusten pienemmät lämpöhäviöt ja vanhojen rakennusten perusparannukset
- puuta säästävät lämmityslaitteet.

Annettiin jopa asetuksia esim. sotilasvirkamiesten rakennusten lämpötalousratkaisuista ja rakennusmateriaalista. Myös pappiloita neuvottiin tekemään kiviaineesta, joskaan tapa ei juuri levinnyt.

### Valtio käynnisti energiansäästöprojektin

Ruotsin tiedeakatemia perustettiin 1739. Jo ensimmäisenä vuonna ilmestyneessä akatemian julkaisussa tarkasteltiin energiansäästöä ja rakentamista. Kauppaneuvos Polhemin artikkelissa "Ajatuksia talonrakennuksesta" hän mainitsee, että hyvän rakentamisen perusvaatimuksia ovat **kestävyys, lämpimyyt ja puhdas terveellinen sisäilma**. Samoja teemoja käsiteltiin myös Turun yliopiston akatemian tutkielmissa. Eric Inbergin kirjoitus 1762 sisälsi ohjeita vanhojen rakennusten peruskorjauksesta. Tennberg julkaisi 1775 kirjoituksen "Huomioita kestävien puutalojen rakentamisesta".

Yhtenä keinona rakennusten lahoamisen estämiseksi annettiin ohje käyttää 90 cm korkeaa kivijalkaa - asia, joka välillä unohtui. Ulkovaipan eristämisestä annettiin ohjeita. Suomessa lasiteollisuus koki nousun 1780-luvulla ja alettiin vähitellen käyttää kaksinkertaisia ikkunalaseja. 1800-luvun puolivälissä "tuplien" käyttö oli jo laajaa. Englannissahan tämä kaksinkertaisten lasien käyttö oli vielä 1960-luvulla uutta ja ihmeellistä.

### Varaavat uunit saatiin kehitettyä



Vieressä viritelmä avotakan lämpötalouden parantamiseksi. Arinoille voitiin laittaa lämpöä varaavaa kapasiteettia.

Uunihistorian lähde: arkkitehtuuriprofessori Panu Kailan artikkeli Rakennustekniikka-lehdessä 1970-luvulla.



Savupirteistä pyrittiin eroon kaupungeissa. Jo 1500-luvulla annettiin kaupunkeihin tulipalojen välttämiseksi ohjeita varustaa rakennukset savupiipulla, mutta maaseudulla savupirtit olivat vielä yleisiä. Jopa 1900-luvun alussa oli käytössä joitakin savupirtejä lähinnä Itä-Suomessa.

Keski-Euroopassa avotakat olivat yllättävän pitkään suosittuja. Kuva vuoden 1879 saksalaisesta mallistosta (Am). Avotakkojen rinnalla myytiin kyllä jo täyttä päätä varaavia uuneja.

Avotakkojen lämpötalouden parannusyritykset arinatasojen lisäämisellä ei paljon auttanut. Lopulta Ruotsin hallitus määräsi 1767 arkkitehti Carl Johan Cronstedtin ja kenraali Fabian Wreden kehittämään parempia uuneja. Tutkimustyötä oli jo tehty. Uuden vallankumouksellisen vastavirtauunin piirustukset julkaistiin jo 1775. Varsinainen oivallus oli se, että savukaasut voidaan kierrättää alas pitkin poskikanavia, jotka näin lisäävät lämmönsiirtopinta-alaa ja varaavaa massaa. Erilaisia savukanavaratkaisuja oli useita.

Uunilämmitys jatkui vallitsevan lämmitystapana isoissakin rakennuksissa vielä 1900-luvun puolelle, kunnes vesikeskuslämmitys korvasi sen.



Varaava kaakelipintainen uuni oli 1700-luvulla kodin tai residenssin ylpeys. Kuvassa (BHa) Tallinnan Kadriorgin palatsin uuni 1700-luvulta.

Kauniitahan ne olivat. Myöhemmin siirryttäessä keskuslämmitykseen niitä purettiin - nyh.

Huom. asennus lattian päälle. Vaihtoehto säilyi pitkälle 1800-luvun puolelle.

Varaavia uuneja alettiin Suomessa suuressa määrin rakentaa vasta venäjänvallan aikana. Kaupungistuminen alkoi toden teolla teollistumisen yhteydessä 1800-luvulla. Muurarimestareita tuli vuoden 1808 jälkeen Venäjältä. Esimerkiksi teollisuuden vanhimmat korkeat piiput ovat kantikkaita, mistä ne ovat tunnistettavissa venäläisten muurareitten tekemiksi. Tältä ajalta perintönä on venäjänkielestä lainattu LVI-sana: **hormi**, joka lienee ainoa siltä suunnalta saatu LVI-termi.



Tuiki yleinen uunimalli tavallisen rahvaan rakennuksissa, kouluissa ja myymälöissä yms. on ollut tämä pönttö- eli pystyuuni jo 1920-luvulta. (KK)



Uunit päällystettiin ainakin varakkaampien kiinteistöjen uuneissa lasitetuilla kaakeleilla ja siitä nimi kakluuni. Tosin myös tiilipintaisia uuneja jotkut ovat väärin kutsuneet samalla nimellä, jopa peltipintaisia pönttöuunejakin.

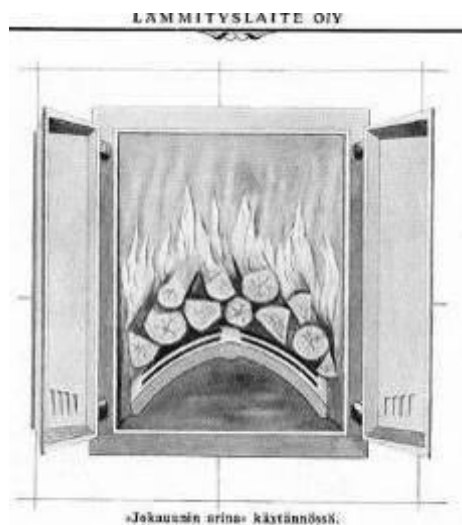
Uunien periaate on pysynyt hyvin samana, vain arinapuolelle on tullut parannuksia.

### Parannuksia puun palamiseen



Vaikka savukaasuista saatiin kakluuneissa lämpöä hyödyksi korkealla hyötysuhteella, ei tällaisissa pystyuuneissa palaminen sinänsä ollut erityisen tehokasta tai ainakaan puhdasta.

Palamista voitiin parantaa arinaratkaisuilla. Högforsin valimo mainosti 1920-luvulla tulipesään sijoitettavia rautaisia alaspäin supistuvia kouruja, joissa oli ritiläpohja. Tällaisen avulla saatiin palamisilma leviämään tasaisemmin palavaan puuhun ja kekäleet valuivat tasaisemmin arinan päälle palaen tarkemmin loppuun saakka.

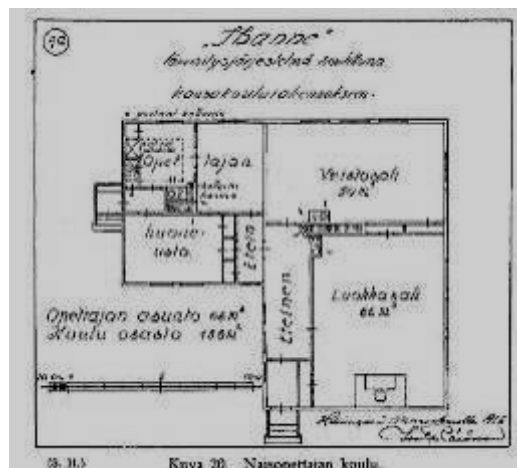


Lämmityslaite Oy:n arinaratkaisu oli kourun sijasta kupera. Myös tämä jakaa paremmin ilmaa koko puumassalle.

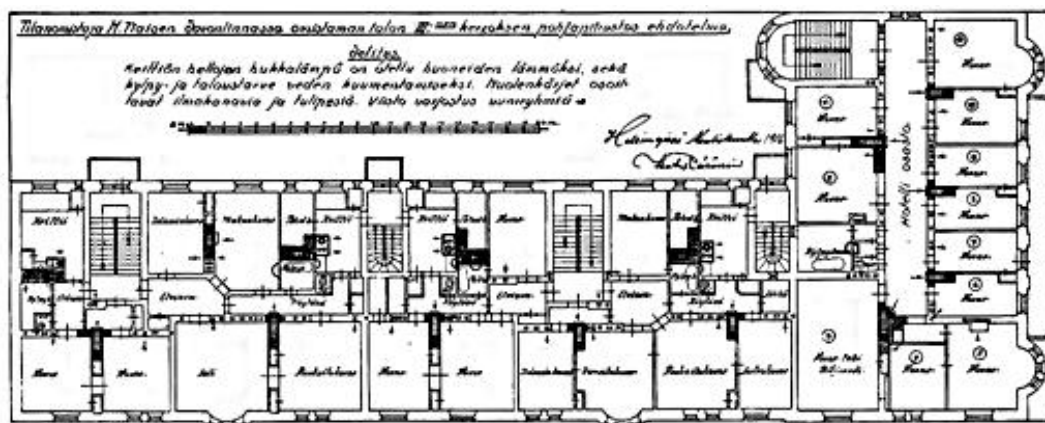
Käsittämätöntä kyllä, näitä parannuksia käytetään aniharvoin tällaisissa umpiarinallisissa uuneissa.

Kuvat KK

### Uunilämmitys oli vakioratkaisu



Lämmityslaite Oy:llä oli tyypikuvia uunien sijoittamisesta erilaisiin kiinteistöihin 1917.



Monia isoja kiinteistöjä lämmitettiin vielä 1910-luvulla ja sen jälkeenkin uuneilla. Kuvia Ihanne-  
lämmityslaitteiden esitteestä. (KK)



Kakluunimalleja oli vielä ennen toista maailmansotaa tarjolla kymmeniä erilaisia: yksinkertaisista suoraviivaista hienoihin jugendtyyliisiin.

Kuvassa (BHa) Turun Kaakelitehtaan eräs romantillinen malli 1920-luvulta, Tämä on edelleen täydessä käytössä maalämpöpumpun tukena.

Lattialämmön asentamisen yhteydessä lattia uusittiin, jolloin uuni purettiin ja uudelleen asennettiin.

### Uunilämmitys ei ole ongelmaton

Uunilämmityksessä huoneilmaan pääsee helposti savua lisättäessä hiilloksen päälle toinen pesällinen. Tuhkan poistokaan ei ole pölytöntä ja osa tuhkaimeista on varustettu suodattimilla, jotka eivät poista hienoimpia hiukkasia. Ehkä pahin puoli pienpuupoltossa on savupiipusta tuleva pienhiukkaspäästö. Ulkoilman haitallisista pienhiukkasista n. 30 % arvioidaan tulevan pienpuupoltosta. Jos puut eivät ole kuivia ja huolella ladottu oikein pesään, tulee lisäksi palamattomia tai huonosti palaneita kaasumaisia karsinogeenisiä PAH-yhdisteitä (polyaromaattisia hiilivety-yhdisteitä).

Uunilämmitys ei huoneen lämmityksen kannalta ole paras tapa. Lähtökohtaisesti lämpö tulisi tuoda sinne missä sitä eniten tarvitaan eli ikkunoiden alle ja ulko-ovien viereen. Uunit eivät mainoksista huolimatta suinkaan toimi pelkästään säteilylämmittiminä, vaan niiden pinnoista nousee konvektiovirtaus, joka lämmittää katon rajaa. Uunit sijaitsevat rakennuksen keskusvyöhykkeellä, jolloin uunista nouseva lämminilma laskeutuu alas ikkunoiden ja ulkoseinien alueella ja lisää siten haitallista viileän ilman kiertoa.

Koneellinen ilmanvaihto, ilmalämpöpumpun puhallus tai erillinen ilmankierrätyspotkuri eli tropiikkituuletin auttavat saamaan lämmön alas eli lattialle, joka on kriittisin lämpöä tarvitseva alue.



!900-luvun puolella vesikeskuslämmitys ryyni markkinoille. Sitä ennen oli käyty kylläkin keskusteluja siitä, josko moinen luonnon lämmitystapa olisi peräti epäterveellinen.

Kun oma LVI-tieto ei riittänyt, sai Saksasta apua 1910.

Tätä reklaamia ei suunnattukaan LVI-suunnittelijoille, koska heitä ei käytännössä vielä ollut. (KK)

### Kasvihuoneisiin ensimmäiset kattilat

Rakennuksia lämmitettiin ensin samankaltaisilla höyrykattiloilla, joilla tehtiin höyryä kaivosten vesipumpuille Englannissa. Sitten kehitettiin kattiloita laivoihin, vetureihin ja maakoneisiin.. Sitä ennen kokeiltiin jo korkeapainehöyryä, esim. James Watt teki koelaitoksia 1700-luvun lopulla. Höyrykattilaräjähdyksiä sattui vielä 1800-luvulla taajaan vaikka matalapainehöyry voitti alaa. Yhdysvalloissa höyrylämmitys käyttäen omaa kattilaa tai höyrykaukolämpöä jatkui pitkään ja jatkunee jossain kaupungeissa edelleen. Suomessa teollisuustiloissa höyrylämmitys on paikoin jatkunut ainakin 1960-luvulle. Kesti kauan ennenkuin vesikeskuslämmitys yleistyi kerrostaloissa

Vesikeskuslämmityskattilat hankittiin aluksi ulkomailta, mutta 1900-luvun alkupuolella alkoi jo kotimainen valmistus.

Kerrostalojen ja vastaavien keskuslämmityksen alku Suomessa oli huoneistokohtaiset lämmityspiirit, jotka saivat lämpönsä liedestä. Liettä kotona oleva perheenäiti tai piika lämmitti ahkerasti. Toinen lämmönlähde oli erilliset kamiinat ja kylpyvesilämmittimet. Kuvat KK.

HÖGFORSIN TEHDAS OSAKEYHTIÖ

LIESIKATTILA  
merkki L.

Liesikattilan voi muuntaa joko keittöhuoneen yhteyteen tai erikseen, esim. kellariin. Edellisessä tapauksessa voi ruusulaitte y.m. keittämiseen tapahtua lämmityksen ohella, mikä säästää tuntevasti polttoainetta. Kesäaikana voidaan kattilan talipesä peittää erään osan avulla. Niilloin samaan määrään halutaan tehdä painuina, lämpökäppi (t.e.s.), on niiden lämmittämistä varten mieluiten rakennettava ylimääräinen tulisija. Talouteen ja käyttöön tarvittava lämmin vesi saadaan liesikattilaa avulla yhdistämällä putkiverkkoon kuparikalvalla varustettu lämminvesisäiliö.

Laitteen leveys	Syvyys	Kattilan pituus	Paino kg			Lämpö- voima
			Paino kg	Lämpö- voima	Lämpö- voima	
3	1.3	0.9	210	450	710	
4	1.4	1.1	280	"	"	
5	1.5	1.3	350	"	"	
6	1.6	1.5	420	"	"	
7	1.7	1.7	490	"	"	
8	1.8	1.9	560	"	"	

14

HÖGFORSIN TEHDAS OSAKEYHTIÖ

TULISIJOJA KYLPYHUONEKAMIINOIHIN

No 1

No 2

L-FANNAN I KOMBINATION MED SPISEL

KOMPANIERI



Suomessa kiinteistöjen lämmityskattilat oli sisämaassa sovitettava paikalliseen polttoaineeseen eli halkoihin. Englannissa oli käytössä kivihiiltä ja 1800-luvun puolivälin jälkeen myös koksia. Koksilla korvattiin rautamasuuneiden tarvitsemää puuhiiltä. Koksamoissa syntyi kaasua, jota alettiin käyttää ensin katuvalaistukseen. Koksamoitten kokoa kasvatettiin 1900-luvun puolella, jotta kaasua riitti myös kaasuliesille ja lämmittimille. Näin syntyi koksia myös lämmityskattiloille. Suomessa kaasulaitoksia perustettiin 1860-luvulla Helsinkiin, Viipuriin ja Turkuun. Näissä kaupungeissa koksi oli merkittävä kattiloiden polttoaine. Suomessa halkojen käyttö alkoi vähentyä 1930-luvulla, mutta sotavuosina ja niitä seuranneina pula-vuosina halkojaalat, -proomut ja valtavat halkopinot olivat tuttu näky ympäri maata.

Kiinteistöihin voitiin tehdä kattila myös muuraamalla, jolloin putkipattereista koostuvat konvektio-osat sijoitettiin muurattuihin savusoliin. Vähitellen valmiit tulitorvi-tuliputkikattilat tulivat vallitseviksi isompien kiinteistöjen kattiloina. Pienien kattiloiden rakenteessa on ollut tarjolla laaja kirjo.



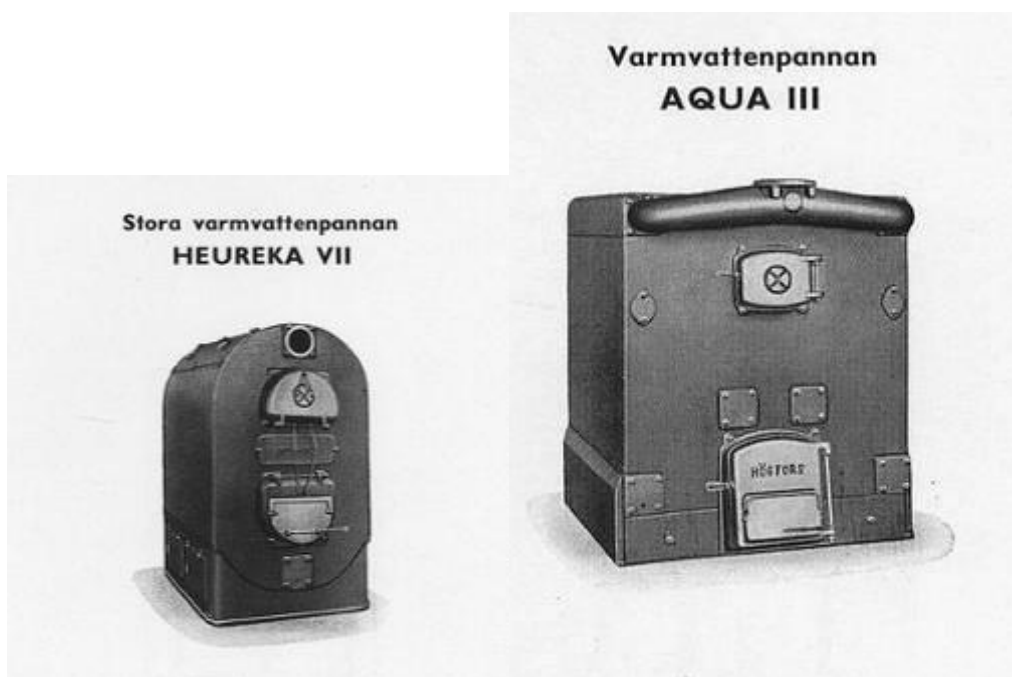
Saksassakin järki voitti ja avotakkojen hormoneja muurattiin umpeen ja takkaan sijoitettiin radiaattori, kuten lämpöpatterifirman mainoksessa (Am) vuodelta 1910 näkyy. Ruokasaliin tarkoitettu radiaattori on lokero ruoan tai astioiden lämpimänä pitoa varten.

Englannissa avotakat ja kuumavesipullot ovat olleet lämmittiminä monin paikoin vielä 1960-luvulla. Nykyään sielläkin vesikeskuslämmitys on joka talon ratkaisu. Lämmön lähde voi olla lämpöpumppu.



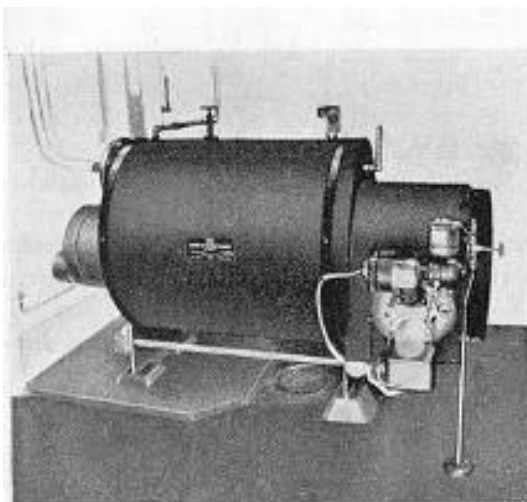
Tyytyväinen perhe asui Yhdysvalloissa jo 1900-luvun alussa keskuslämmitetystä talossa. Vettä tai höyryä käytettiin.

Patterilämmitystä argumentoitiin kiistämättömin perustein. (Am)



Högforsin tehtaat valmistivat 1930-luvulla jo monia kattilamalleja (KK)

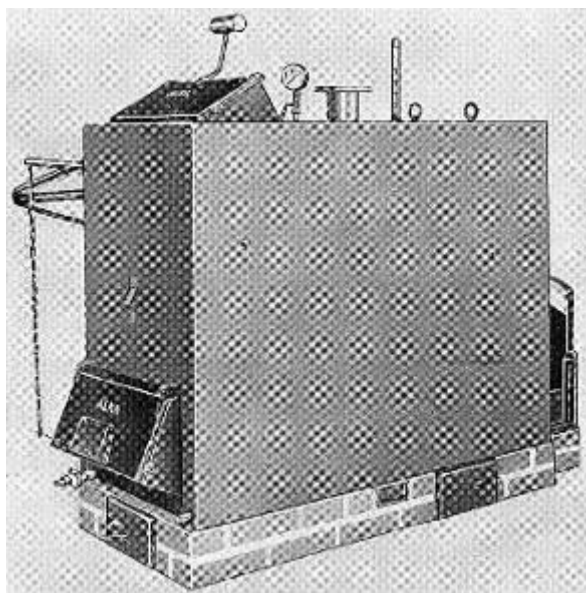
Ennen valokaarihitsaustekniikan yleistymistä oli kattilat tehtävä niitatuista rautapeltiosista (mild steel) tai valurautaisista jakeista. Valurautaisissa kattiloissa käytettiin kiristystankoja pitämässä pakka koossa, joskin vuodot olivat aika tavallisia. Tuotanto alkoi Suomessa 1900-luvun alkupuolella ja esim. Högforsin valimolla oli useita rinnakkaisia malleja tarjolla. Näitä vanhempia malleja on ollut käytössä vielä 1980-luvulla ja uudempia edelleen.



Jo 1938 oli tarjolla näin modernin näköisiä lämmittimiä. Polttimen sijainti on kuitenkin epäilyttävä. Lierion muotoiset kattilat kehitettiin jo 1800-luvun alussa korkeapainehöyrylle ja sitä kautta vetureihin, laivoihin ja maakoneisiin. (KK)

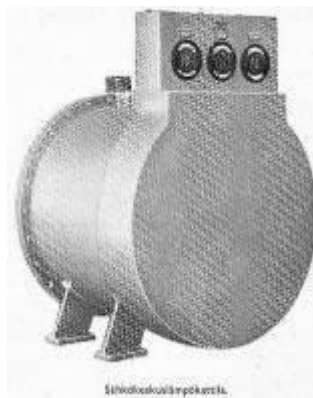
**CTC-lämmityslaite. Itsetoimiva, öljyllä lämmitetty**

Yksinkertainen käyttö, käytännössä melkein ilman hoitoa. Lämpötila on helposti säädettävissä 35° ja 80° välillä.



Myös teräslevykattilat olivat tulossa 1930-luvulla. Sähkökattiloitakin oli jo tarjolla.

Kuvat KK



N:o 3 1959

**TALOUDELLISTA LOKOMO-LÄMPÖÄ**

LOKOMO-lämpö on taloudellista, sillä LOKOMO-teräslevylämmityskattiloista

- hyötysuhde on erittäin edullinen
- hoito on helppoa
- käyttöikä on pitkä

Esimerkiksi Vello Lehto: "Käsitimme kunniamme LOKOMO-kattiloita täysin täyttävää 41.000 w:n kuumavesi lämmityksen avulla josta ei tullut vaivaa." Taloimme Sulo Korhosen: "Lokon, sitä varten Tampereen Teollisuuslaitosten perustamaa sähköllä toimivaa lämmityskattiloita on nyt rakennettu puoleksi vuosisadaksi."

Maan vanhin teräslevylämmityskattiloitten valmistaja:

**Lokomo Oy**

**LÄMPÖ-, VESIJOHTO- JA TUULETUS-TEKNILLINEN AIKAKAUSILEHTI**

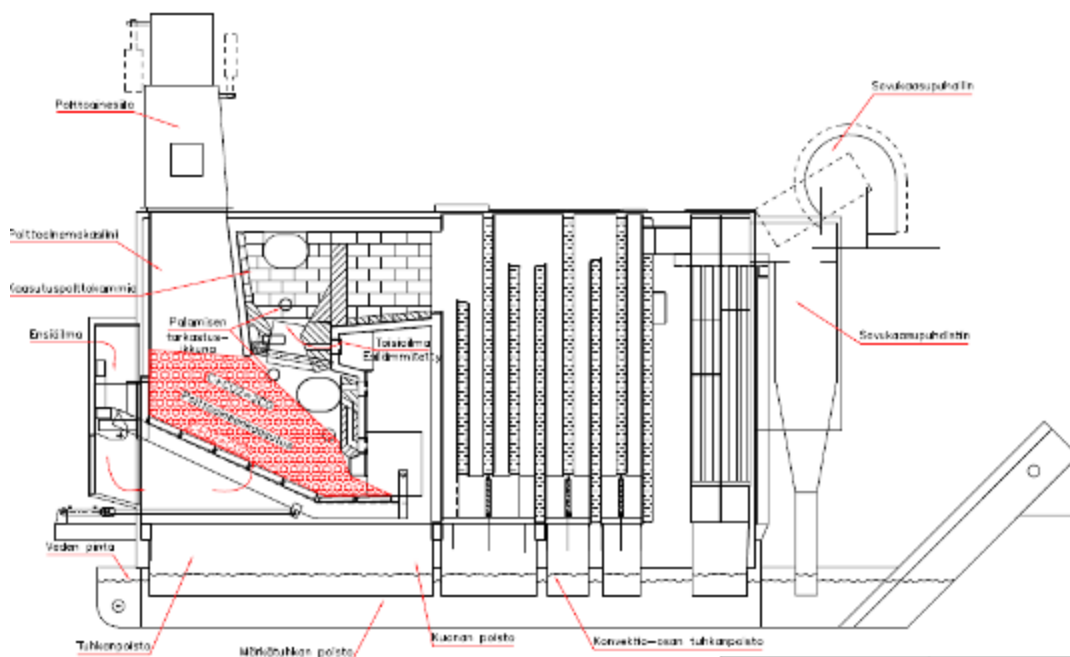
SÄÄTÖVENTTIILIN MITOITUKSEEN JA VALINTAAN LIITTYVISTÄ TEKIJÖISTÄ • PAINEILMALAITOSTEN SUUNNITTELU • JÄTEÖLJYN KÄYTTÖ LÄMMITTEKSEEN • Y.M.

Vaikka valokarihitsaus oli otettu käyttöön jo 1800-luvun puolella, tehtiin siihen jatkuvasti oleellisia parannuksia. Toisen maailmansodan jälkeen markkinoille alkoi tulla yleisemmin hitsattuja levykattiloita, jotka alkoivat syrjäyttää valurautakattiloita. Levykattiloiden etuna oli pienempi koko ja esim. kaksoistulipesän käyttömahdollisuus.

Tamperelainen maan vanhin teräslevykattiloiden valmistaja Lokomo Oy mainosti alan lehdissä erityisen ahkerasti kattiloita 1950-luvulla.

Ylipäänsä lehtien mainokset esittelivät vielä tuolloin lähinnä laitteita, ei palveluita kuten asennuksia yms.

Kukin polttoaine vaatii periaatteessa oman kattilatyypinsä. Esimerkiksi maakaasun palamisessa ei liekki paljoa säteile, joten lämpö siirretään veteen öljykattilaa suuremmissa konvektio-osassa. Puupelletti taas palaa erilailla kuin halko. Tulipesää ei paransi jäähdyttää ollenkaan, vaan kiinteitä polttoaineita käytettäessä tulipesän tulisi olla muurattu ja liekeille tulee olla tilaa. Välillä nämä periaatteet ovat unohtuneet alalle tulleilta valmistajilta. Pääasia on ollut, että kattila saadaan tungettua pieneen tilaan.



Laatukattila Oy:n kattila, joka on tehty alusta alkaen puupolttoaineelle (ks. Lakan kotisivut)

Lämpökeskukset saatiin kehitettyä niin kompaktiksi, että niitä voitiin rakentaa siirrettäviin kontteihin 1960-luvulla. Nykyisen saa jo kiinteiden polttoaineiden - kuten hakkeen ja pellettien - kattilalaitoksia siirrettävinä. Paketti voi sisältää myös puun kaasutuslaitteen ja kaasumootorikäyttöisen sähkögeneraattorin.



Siirrettäviä vesi- ja höyrykattilalaitoksia voi myös vuokrata. Kuvassa Höyrytys Oy:n kontti.

### Öljypolttimista kompakteja

Öljypolttimia on alettu käyttää jo 1800-luvulla. Ensimmäinen rakennuksen lämmittämiseen tarkoitettu öljypoltin on todennäköisesti ollut Venäjällä Astrakaanissa jo ennen vuotta 1860. Kymmenen vuotta myöhemmin oli saatu Venäjällä aikaan suuttimella varustettu poltin. Varsinaiset paineöljypolttimet kehitettiin 1900-luvun puolella. Korkealla öljynpaineella saadaan

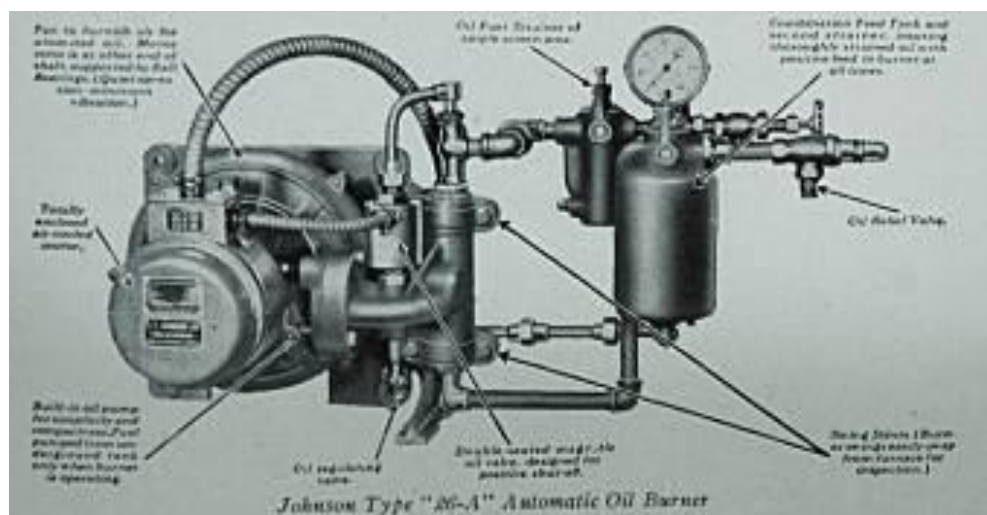


öljy sumuuntumaan ja siten palamaan mahdollisimman täydellisesti ja nopeasti. Oleellinen osa sumuuntumista on suutin, josta öljy puhalletaan kattilaan. Myös ilman sekoittuminen öljysumuun on tärkeä.

Vielä 1920-luvulla polttimet olivat isoja, pumppua pyöritti erillinen akselin päässä oleva moottori ja akselitiivisteiden öljyvuodot ja sitä kautta öljyn haju olivat yleisiä. 1930-luvun puolella saatiin aikaan jo tiiviimpiä ja kompaktimpia versioita. Tämä kehitys tapahtui ulkomailla, ehkei Suomessa tuolloin ollut kiinteistöpuolella oikein markkinoita kalliille öljylle.

Poltintekniikassa on myös oleellista öljyn viskositeetti. Tapana on erotella öljy raskaaseen ja kevyeen polttoöljyyn. Raskaan öljyn puolella öljyn puolella öljyn sumuttamista voidaan tehdä myös käyttäen keskipakoisvoimaa ja pyörivää suutinpäätä. Öljyn esilämmitys noin 80 asteeseen on oleellinen osa viskositeetin alentamista. Menetelmä otettiin käyttöön yli sata vuotta sitten.

Alun perin kattilat olivat luonnonvetoisia. Tehon nostamiseksi ja palamisilman saannin varmistamiseksi alettiin jo 1860-luvulla käyttää höyrylaivoissa höyrykonekäyttöisiä savukaasupuhaltimia. Sähkökäyttöiset savukaasupuhaltimet tulivat käyttöön voimalaitoksissa, mutta kiinteistöjen öljylämmityksessä niitä ei ole käytetty. Sen sijaan käytettäessä kiinteitä polttoaineita, kuten haketta tai turvetta, savukaasupuhaltimia on tarvittu jo savukaasusuodattimen painehäviön voittamiseksi.



Öljypoltin Amerikan malliin 1920-luvulta (Am)



Periaatteessa ihan moderni poltin  
vm. 1939 (KK)

Vedon varmistamiseksi ja hyvän ilma/öljysumun aikaansaamiseksi kiinteistökatiloissa kehitettiin palamisilmapuhaltimella varustetut polttimet jo 1920-luvulla. Poltinnrakenteeseen integroitiin 1930-luvulla öljypumppu. Palamisilman puhallus edellytti myös kattiloilta parempaa tiiviyyttä, vaikkakin periaatteena on ollut, että savupiipun liitoskohdassa pyritään nollopaine-eroon. Ylipainekattilaa käytettäessä savun nopeus voitiin valita niin, että piippu on itsepuhdistuva. Seurauksena savukanavan mittoja voitiin pienentää ja piipun päässä olevan

nuohoustaso voitiin jättää pois. Samaan suuntaan vaikutti myös koneellisten nuohouslaitteiden käyttö, jolloin alhaalla olevasta nuohousluukusta voitiin hoitaa nuohous ylöspäin.

### Öljypolttimienkin tehoa on säädettävä

Korkeajännitteisten noin 20 kV:n jännitteisten sytytyskärkien välille aikaansaadun kipinällä toimiva öljysumun sytytys kehitettiin jo 1900-luvun alussa. Joitakin vuosikymmeniä saatettiin käyttää myös jatkuvasti palavaa pilottileikkiä syttymisen varmentamiseen. Palamista valvovat valoreleet vakiintuivat osaksi poltinta 1950-luvulla, joskin itse valovastus on paljon vanhempi keksintö. Valovastuksen avulla öljyn syöttöventtiili suljettiin ja pumppu pysäytettiin, jos liekkiä ei havaittu.

Öljypolttimien säädön perusversio on yksi suutin ja on-off-käyttö kattilatermostaatin ohjaamana. Varolaitteena voi olla myös kiehumisenestotermostaatti. Isompiin eli tyypillisesti lämpöteholtaan yli 90 kW:n polttimiin laitetaan kaksi suutinta, jolloin saadaan kolme tehoporrasta. Kaksoissuutinpolttimia tehdään 1500 kW:n tehoon saakka. Yli 500 kW:n polttimissa voidaan käyttää portaatonta moduloivaa säätöä. Yksinkertaisimmillaan modulointi on tarkoittanut öljyventtiilin ja palamisilman säätöä tyypillisesti tehoalueella 1/3 - 1.

Tehon säädön alarajana on se, etteivät savukaasut kondensoidu kattilassa tai edes piipussa, ellei kyse ole nimenomaan kondenssikattilasta. Öljyn rikkiarvo oli aiemmin korkea ja rikkihapon kastepiste 150 - 180 °C riippuen öljyalaadusta. Noin 1980-luvulla alkoi öljyn rikkiarvon laskeminen, jolloin savukaasuja on voitu jäähdyttää hieman alemmaksi. Maakaasua käytettäessä on voitu savukaasun lämpötilassa mennä vielä alemmaksi ja myös kondensoivia haponkestäviä kattiloita on kehitetty matalalämpöverkostoja varten.

Öljyn sumuuntumista ja nokeentumisen estoa on pyritty parantamaan isoissa polttimissa 1980-luvulla sekoittamalla öljyyn pieni määrä vettä ns. emulsiolaitteilla. Öljyn ominaisuuksien kehityttyä tämäkin on jäänyt tarpeettomaksi. Pienpolttimissa öljyn esilämmityksellä on saatu kaasuuntumista paranemaan ja on otettu käyttöön termi siniliekkipoltin.

Kompakteissa öljypolttimissa on kuitenkin yksi harmi: palamisilmaa ei juurikaan voi esilämmittää, vaikka tarjolla olisi jätelämpöä. Polttimen puhallinlaakeri eikä muutkaan osat kestä kuumaa palamisilmaa.

### Öljysäiliöiden vuodoista eroon

Teollisuuden öljysäiliöt tehtiin alunperin niitatuista peltilevyistä ja olivat maanpäällisiä. Kiinteistöihin öljysäiliöt tulivat varsinaisesti toisen maailmansodan jälkeen ja niitä sijoitettiin kiinteiltä polttoaineilta vapautuviin kellaritiloihin, bitumoituina maan alle tai eristettynä tai eristämättömänä maan päälle. Hyvin tyypillistä 1960-luvulla oli rakentaa kattilahuoneen viereen paloeristetty öljysäiliöhuone, johon sijoitettiin teräslevystä tehty säiliö.

Ylitäytön estimet tulivat pakollisiksi 1970-luvulla ja pohjaveden suojelemiseksi alettiin vaatia suojakaukaloita tai suoja-altaita 1980-luvulla. Samalla tuli käyttöön myös lujitemuovisia maanalaisia säiliöitä sekä sisälle tarkoitettuja muovisia ns. rivisäiliöitä, joita saattoi sijoittaa myös kattilahuoneeseen. Muovisäiliöt mitoitettiin siten, että ne saattoi kuljettaa ovista sisään. Maanalaisen säiliöiden määräaikaistarkastukset tulivat pakollisiksi 1980-luvulla.

### Putkia kaikista aineista

Putkia on tehty puusta, bambusta, keramiikasta ja lyijystä jo ammoisina aikoina. Kunnallistekniikassa varsinkin Etelä-Euroopassa oli käytössä 1900-luvulla pitkään myös asbestisementtiputkia. Rakennusten sisäputkistojen aika alkoi laajemmin lähinnä Englannissa 1700-luvun lopussa, ensin putkia liitettiin laipoilla toisiinsa, mutta ratkaiseva kehitysaskel oli kierrelitoksien ja erillisten muhvien kehittäminen.



Niitattuja kierresaumaputkia tehtiin höyrylaitoksiin vielä 1990. (Am)

**Mannesmannröhren-Werke**

**Düsseldorf**

Hersteller:

helvalsade och svetsade rör af stål, koppar och messing för vatten-, gas- och ångledningar för högtrycks- och turbinledningar; borr- och brunnrör; rörslangar; förbindningsstycken af alla slag; helvalsade Mannesmann-stolpar för elektriska ljus- och kraftledningar.

Såsom specialitet rekommenderas:



**Helvalsade Mannesmann-Stål-Muffrör**

hvars hufvudfördelar bestå i: Stora fabrikationslängder från 8 intill 14 meter. Absolut driftsäkerhet. Ringa transport-, diktning- och arbetskostnader.

Prospekter och offerter lämnas genom

**Alb. Goldbeck-Löwe, Helsingfors.**

Mainos kertoo, että 1910 oli tarjolla jo kaikkia metalliputkivaihtoehtoja. (KK)

Suomessa alkoi valurataputken tuotanto 1800-luvun loppupuolella. Saksalainen Mannesmann oli kuitenkin varsinainen käsité alalla. Teräsputkia tehtiin pituushitsaten jo 1830-luvulla ja 1900-luvulla saumattomia teräsputkia työntämällä kuuma muokkautuva metalli tuurnaa vasten.

Tiilestä tehtyjä salaojaputkia käytettiin 1960-luvulle saakka ja lasitettuja tiiliputkia laboratorioden ja prosessiteollisuuden erityisen syövyttävien nesteiden viemäroinnissä.

Kylmävesiputkia alettiin valmistaa kuumasinkittyinä 1900-luvun alussa. Näitä kierrelitospotkia käytettiin yleisesti vielä 1960-luvulle, jolloin kupari syrjäytti ne. Välvaiheessa saatettiin isompina putkina esim. DN32 ja suuremmat käyttää kuumasinkittyjä ja pienempinä kupariputkia.

Muoviputkien valmistusta harjoiteltiin maailmalla jo ennen toista maailmansotaa, mutta Suomeen ne alkoivat tulla 1960-luvulla. Viemäripuolella raaka-aine oli PVC. Sen ympäristö- ja työolosuhdeongelmien takia siirryttiin 1990-luvulla polypropeenin (PP) käyttöön. Vesijohtopuolella polyeteeni (PE) on ollut markkinoilla 1960-luvulta asti ja tarjolla on ollut kieppi- ja kankitavaraa.

Varsinkin lattialämmitykseen tarkoitettu peroksidilla ristosilloitettu PEX-polyeteeniputki tuli markkinoille 1980-luvulla. PEX-a ja PEX-c ovat juomavesiputkiksi hyväksytyjä ja laajalti käytettyjä. Näiden putkien valmistuksessa on 2010-luvulla ongelmia, sillä juomaveteen liuenneet aineet ovat aiheuttaneet makuhaittoja. Kyseiset aineet ovat terveydelle haitallisia, joskin haitallisuusaste riippuu pitoisuudesta. Kaikkia kyseisiä putkia ei ole vielä jäljitetty eikä siinä puhassa ole oltu proaktiivisia.

Komposiittiputkissa on kahden polyeteenikerroksen välissä alumiini. Putkityyppi yleistyi 1990-luvulla. Tämän putkityypin käyttö vaihtelee.

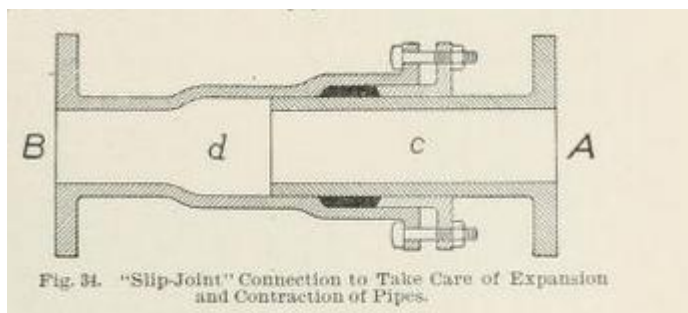
Vesijohtojen kupari- ja muoviputkien valmistajien kesken on käyty debattia. Aika ilmeiseltä näyttää, että kupariputkien pinnalla eivät bakteerit viihdy. Kupariputkissa kulkenutta lämmintä käyttövettä ei pidä kuitenkaan juoda, sillä kuparia voi olla liennut veteen liikaa.

Valurauta säilyi viemärimateriaalina 1960-luvulle, jolloin alkoi muovin käyttö. Muovi on kemiallisesti kestävää ihan alkuvuosien putkia lukuunottamatta. Ääniteknisesti se ei kuitenkaan vedä likimainkaan vertoja valuraudalle. 2000-luvulla kehitettiin hieman parempia malleja. Myös mekaaninen kestävyys muovilla on heikko, mikä haittaa soveltuvuutta varsinkin suurkeittiöiden rasvaviemäreihin, joita on avattava mekaanisesti. Kerrostalojen alapään mutkassa muovi on tuettava betonilla. Korkeiden rakennuksien viemärit tehdään valuraudasta ja niihin tehdään hidastusmutkia. Paloteknisesti muovi ei vedä vertoja valuraudalle.

## Lämpölaajeneminen on kompensoitava

Alun perin lämmitysputkistojen lämpölaajeneminen kompensoitiin käyttämällä hyväksi putkiston mutkia tai asentamalla erityisiä paisuntalennkejä. Niitä voitiin tehdä pajalla valmiiksi esimerkiksi lyyran muotoisina. Kaikkialle tällaisia ei kuitenkaan kovin helposti voinut tilantarpeen takia asentaa.

Varhaisia lämpöliikkeen erikoisteknisiä kompensattoreita lienevät olleet liukuliitokset, jollaista vuoden 1909 oppikirja kuvaa (Am). Liitos tunnettiin myös ns. Johnsson-liitoksena, jota käytettiin myös isoissa kunnallisteknisissä putkissa. Paljetasaimia alettiin valmistaa jo 1930-luvun puolella. Niitä on kahden tyyppisiä: asennetaan suoraan linjaan, jolloin ne vaativat ohjaimet, tai laitteessa on tukimekanismi ja tasain voidaan asentaa mutkallekin.



Kuva 8 (2.2.3.)  
Yksitasainen



Kuva 9 (2.2.3.)  
Kaksitasainen

Rakennusten sisäjohtoasennuksissa käytettiin 1970-luvulla verraten paljon paljetasaimia. Tasaimet vaativat usein kiintopisteet ja ohjaimet, joten asennuksista tuli vaativia.

Sittemmin on taas pyritty käyttämään luonnostaan syntyviä mutkia. Myös putkidimensioiden pienentyminen ja lämmitysveden lämpötilan lasku on auttanut välttämään paljetasaimien tarvetta.

(Kuva SuLVI:n koulutusmateriaalista 1960-luvulta)



Kuva 10 (2.2.3.)  
Pienitasain kuperiputkella





### **Kohti haalempaa vettä**

Kaukolämpöjärjestelmien kiinteistöpuolen mitoituslämpötilat ovat vähitellen madaltuneet. Näin päästään parempaa kaukolämpöveden jäähtymään, mikä pienentää verkostohäviöitä ja parantaa vastapainevoimalaitoksessa hyötysuhdetta. Ilmanvaihto- ja patteripiirin mitoituslämpötila ovat nykyään samat, joten erillisiä lämmönsiirtimiä tai verkostoja ei enää tarvita.

Aiemmin alajakokeskuksen eliniäksi arvioitiin 20 - 25 vuotta. Nykyisin voisi arvioida iän olevan pitempi. Toki pumppuja tai automatiikkaa voi joutua uusimaan.

### **Naapurissa suora kytkentä**

Neuvostoliitossa ei alun perin käytetty lämmönsiirtimiä laisinkaan, vaan kaukolämpökytkentä oli suora. Jopa niin, että käyttövesi otettiin lämpöjohdosta. Jotta korkeimmillaan 16 barin katujohdopaine ja 150 asteen lämpötila ei olisi siirtynyt rakennukseen pattereihin, sekoitettiin rakennuksen paluuvettä menoveteen ejektorilla. Tämän toiminta edellytti, että virtaus pysyi vakaana, joten patterikohtaisia sulkuja ei juurikaan voinut käyttää. Niinpä rakennusten menoveden lämpötilasäätö riippui voimalaitokselta lähtevän veden lämpötilasta. Tämä johti lämmön tuhlaamiseen ja huonelämpötilan säätöön ikkunaa avaamalla. Käyttöveden otto lämpöjohdosta ruostutti koko järjestelmää, sillä voimalaitosten ilmanpoistimet eli deaeraattorit eivät suinkaan pystyneet poistamaan kaikkea happea syöttövedestä. Venäläisille oli kova pala luopua huonosti toimivasta ja yllättävän paljon tilaa vievästä suorasta kytkennästäan yhteisprojekteissa.

### **USA:ssa suosittiin höyryä**

Amerikkalaiset ovat olleet innostuneita höyrylämmitykseen. Jopa kaukohöyryä on käytetty siten, ettei lauhdetta palauteta. Tämän takia viemärikaivot höyryävät. Huonelämpötilan säädettävyyden parantamiseksi ja pattereiden vaarallisen kuumen lämpötila laskemiseksi kehitettiin monimutkainen alipainehöyrylämmitys.

### **Kaukolämpöputket ruostuivat ulkopuolelta**

Kaukolämpöputket tehtiin 1960-luvulle käyttäen betonisia pohja- ja kansirakenteita ja kevytbetoni- ja lasivillaeristeitä. Ongelmaksi muodostui veden pääsy eristeeseen, jolloin ulkopuolinen korrosio tuhosi putkea. Ohjeissa oli kyllä putkilinjojen varustaminen salaojituksella, mutta joko tämä jäi tekemättä tai vesi pääsi kuitenkin linjaan, sillä varsin paljon putkilinjoja on jouduttu uusimaan ja vuotoja metsästetään edelleen mm. kuvaamalla linjoja lämpökameralla helikopterista.

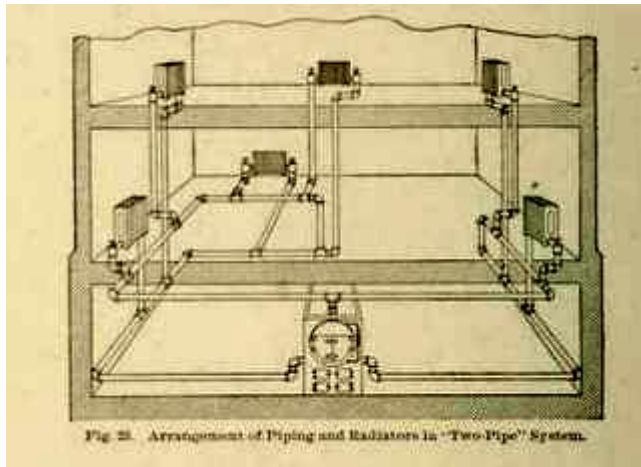
Muovieristeisiä kaukolämpöputkia tuli markkinoille jo 1950-luvulla. Fiskars-elementit tehtiin siten, että niissä on polyeteeninen suojakuori, polyuretaanieristys ja sisällä 2 tai 4 kpl lujitemuovisia suojaputkia, joihin teräs- tai kupariputket ututettiin. Elementtiä tehtiin 1980-luvulle saakka. Ongelma oli huonosti tehdyistä tai vaurioituneita liitoskohdista sisään pääsevä vesi. Se levisi suojaputken ja metalliputken välissä pitkiä matkoja ja ruostutti pahimmillaan teräsputken puhki vuodessa. Eristeen vaahdotus kiinni teräsputkeen estää veden pääsyn pitemmälle.

Joissakin kohteissa polyuretaania käytettiin paikan päällä vaahdottaen. Ongelmia saattoi tulla eristeen haihtumisesta pois. Maanalaisten lämpöjohtojen kalliit paljetasaimet ja kiintopisteet voitiin jättää pienemmissä elementtiputkistoissa pois asentamalla putket mutkittelemaan, jolloin lämpöliike kompensoitui luonnostaan mm. maan kitkalla ( ns. No Comp-menetelmä). Valmiiksi eristettyihin putkiin sai vuotohälytysjohdon jo 1970-luvulla.

Nykyään isotkin kaukolämpöputket tehdään elementeistä, joissa polyuretaanieristys on vaahdotettu kiinni teräsputkeen ja suojuksena on polyeteeninen suojaputki.

Rakennusten välisiin kiinteistölämmityksessä käytettäviin mataliin lämpötiloihin on tarjolla kokonaan muovisia ja taipuisia putkia.

## Lämmityspattereita jos jonkinlaisia

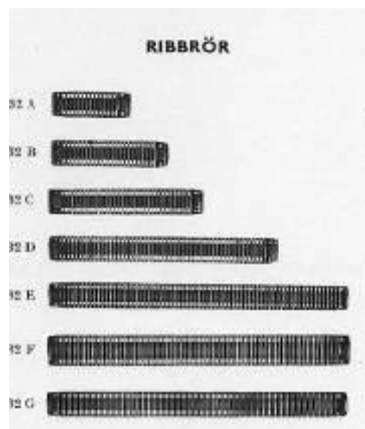


Patteriverkoston kytkennän perustyypppejä on kaksi: 1-putki- ja 2-putkikytkentä. 2-putkikytkentä on vakiintunut vallitsevaksi Suomessa. (ASC)

Käytettäessä hörylämmitystä olivat sileäputkipatterit ja ripaputkipatterit itsestään selvä ratkaisu johtuen lämpötilasta ja paineista. Yhdysvalloissa 1860-luvulla käyttöön otetut valuraudasta tehdyt jaepatterit levisivät Eurooppaan 1880-luvulla ja niiden käyttö jatkui 1950-luvulle.



Putkipatteri 1930-luvun malliin tehtaan porrashuoneessa (BHa). Putkipattereiden malleissa vain mielikuvitus on ollut rajana. Kaikenlaisia on tehty, joko myyntiin, omiin urakkakohteisiin tai omiin kiinteistöihin.



**Högfors Bruk, Högfors**



**ORION  
Kaminer**

Högfors patent.

Dessa ytterst brännslä-  
besparande och med  
luftrikulation försed-  
da kaminer äro afsedda  
för kontinuerlig eld-  
ning och äro de där-  
för under den kalla  
årstiden egnade att  
hålla i lokalen dygnet  
om en jämn och be-  
haglig värme.

KAMINER af kamfläselement med där-  
till hörande delar samt stjärnkaminer  
finnas ständigt på lager.



Kompleta lokala värmeinrättningar för  
kamineldning till kyrkor, skolsalar, sam-  
lings- och föreningslokaler projekteras  
och uppsätts.

KOSTNADSFÖRSLAG GRATIS.

Ripaputkipattereita käytettiin varsinkin teollisuudessa (KK)

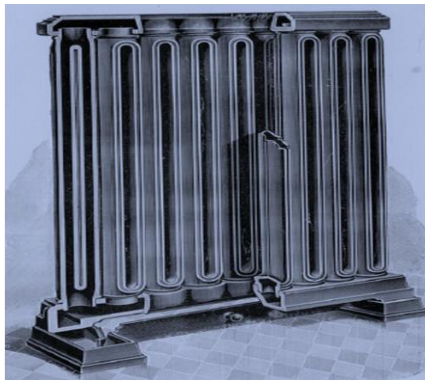


Jo 1930-luvulla oli myynnissä rinnan valurauta- ja teräslevypattereita (KK)

Kiekkohitsausmenetelmällä alettiin levypattereita valmistaa jo 1930-luvulla, mutta valurautaiset jaepatterit olivat markkinoilla vielä sotien jälkeen.

Vanhojen valurautaisten jaepattereiden replikat ovat tulleet 2000-luvulla uudelleen myyntiin ja ei aivan ihme. Tiheillä ritilöillä varustetut tavanomaiset patterit vaatisivat paineilmapuhalluksen, jotta ne saisi puhdistettua pölystä.

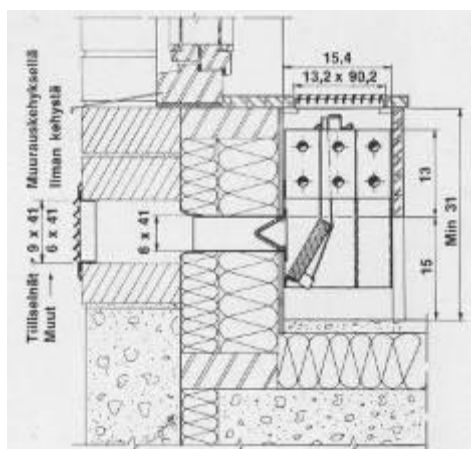
#### Patterilla ulkoilma lämpimäksi



Korvausilman saanti lämmitettynä ilman konetta on yritetty ratkaista mm. tuomalla ulkoilmaa patterin alta, takaa tai päältä. Erilaisia ratkaisuja oli runsaasti tarjolla. Kuvassa eräs 1880-luvun tyyppi. Alimmassa kerroksessa tuloilman otto lähes maan pinnasta tuo erityisen paljon epäpuhtauksia. (Am)

1800-luvulla oli maailmalla kehitetty monikerroksisten toimitalojen ilmanvaihtoon ja lämmitykseen järjestelmiä, joissa tuloilma johdettiin sisään radiaattoreiden kautta. Näin saatiin yksilöllinen huonekohtainen jälkilämmitys.

Tyypillisissä kerrostaloissa johdettiin ulkoilma sisälle ikkunaraoista. Pattereiden tärkeä tehtävä lämmittää tämä ilma. Vanhemmissa taloissa oli seinissä erillisiä ulkoilmaventtiileitä, mutta ne suljettiin pakkasella.

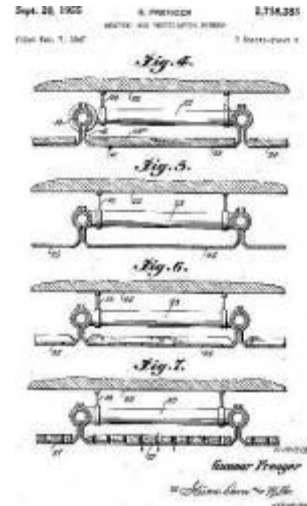


Valmet kehitti 1960-luvulla erityisesti uima-allastilojen korvausilmaa varten konvektoriratkaisun (konvektorin lämmön pääosa saadaan levyjen väliin poimutetusta peltipinnasta), jossa ulkoilma tulee lämmityspatterin kautta. Myöhemmin näitä suodattimella varustettuja ilmaventtiiliratkaisuja on kehitetty lukuisia.



### Säteilylämmitystä keskuslämmitysvedellä

Norjalaisen Frengerin kehittämiä säteilylämmityskattoja alettiin asentaa 1950-luvun lopussa. Ne eivät lopulta saavuttaneet kovin laajaa suosiota, Yksi syy saattoi olla, että suhteellisen matalalämpöistä vettä käytettäessä konvektion osuus lämmönluovutuksesta on iso. Katon rajassa lämmennyt ilma menee helposti poistoilmaventtiileistä harakoille.



Frenger-kattoon oli 1950-luvulla monia toteutusvaihtoehtoja

Yhdistetyt jäädytys- ja lämmityskatto sekä vastaavat palkit luultavasti tulevat yleistymään, kun ikkunat ovat tasokkaita ja lämmitystarve pieni.

### Kuumasäteilijöitä varasto- ja tuotantohalleissa

Ulkomailla on käytössä kuumakaasusäteilyputkilämmityksiä lähinnä varastoihin, varikoihin ja teollisuustiloihin. Hallin katon rajassa kiertää kanavat, joiden sisällä virtaa kuumat savukaasu tai sähköllä kuumennettu ilma. Menetelmän aiheuttama epätasainen säteilykenttä ei ole saavuttanut suosiota, vaikka laitteita mainostettiin Suomessakin 1970-luvulla.



Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa suosiota saavutti kuumavesi- tai höyryputkisäteilylämmitys, kuten vuoden 1910 valokuva näyttää. Putkipatterista puuttuu yläpuolelta eristys, joten sen hyötysuhde on ollut keho. (Am)

Kaasulla tai sähköllä lämpeneviä säteilylämmittimiä on käytetty jo ainakin 1960-luvulta saakka ja käytetään teollisuudessa ja varastoissa paikallislämmittiminä. Sähköpuolella on myös matalalämpöisiä paneeleita, joita voidaan käyttää pölyisissä palonaroissa paikoissa.



Kreikkalainen ratkaisu lämmittämättömän toimistotilan sihteerin sormien sulana pitämiseen talvikautena eräässä tehtaassa Thessalonikissa vielä 1990-lvulla.

1950

AKKUNN

### Ikkunalämmitys poisti vedon

Ikkunavedosta pääsee eroon lämmittämällä ikkunaan siihen valmistusvaiheessa tehdyllä metallikalvolla. Energiataloudellisesti tämä on epäilyttävää, mutta 1980- ja 1990-luvuilla ratkaisua puolusteltiin sillä, että käyttämällä alhaisen U-arvon ikkunoita lämpöhäviöt ovat pienempiä kuin tavanomaisilla ikkunoilla. Nykyisten U-arvomääräysten aikana tämä argumentti ei enää päde.

### IKKUNALÄMMITYS



Hulpeankokoiset ikkunat aiheuttivat epäsymmetrisen lämpötilakentän ja alas valuvan konvektiovirtauksen takia sisäilmaongelmia. Ratkaisu oli tarjolla: lämmitetään ikkuna metallikalvolla.

1980

AKKUNN

### Lattialämmitys levisi Saksasta

Lattialämmitys alkoi yleistyä 1980-lvulla, kun tarkoitukseen sopivia muoviputkia tuli markkinoille. Saksassa se oli jo aiemmin vallitseva pientalojen lämmitystapa. Lattialämmitys sopii pientalojen lisäksi myös kerrostaloihin ja esim. autokorjaamoihin, joissa oviveto on ongelma. Putkien sijasta Saksassa on ollut käytössä vaihtoehto, jossa vesi kiertää litteissä muovisissa lämpöelementeissä.

Lattialämmityksen lisäksi on Saksassa kehitetty myös seinälämmitys eli lattialämmitysputkiston tyyppinen putkisto lämmönjakolevyineen asennetaan seinälle, jos jostain syystä lattia ei ole käytettävissä.

## Varustelutekniikkaa tarvitaan

### Kunnon suodattimet välttämättömiä

Lämmitysjärjestelmien varusteet ovat kehittyneet ja entisistä virheistä on otettu opiksi. Esimerkki: vielä 1990-luvulle mallikaavioista ja alan oppikirjoissa esitetyistä lämmitysjärjestelmien esimerkkikaavioista puuttui kuluttajaverkoston suodattimet, jotka ovat välttämättömiä häiriöttömälle toiminnalle. Nykyisin suodattimet ovat kehittyneet aiemmista karkeista sihteistä eli mutapusseista ja pystyvät poistamaan hienonkin lietteen. Niissä voi olla myös magneettinen osa, johon tarttuu ruostehiukkaset.

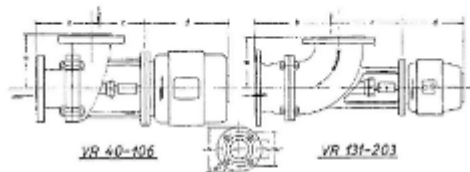
Markkinoilla on jo parikymmentä vuotta ollut tehokkaita ilman ja muun kaasun poistajia. Nämä samoin kuin huomion kiinnittäminen verkostojen huuhteluun ja pesuun asennusten jälkeen on vähentänyt häiriöitä kuten säätöventtiilien jumiintumista ja lämmönsiirtopintojen likaantumista.

### Lopulta pumput lämmityspoolellekin

LVI-pumppuja tarvitaan lämmitys-, jäähdytys- käyttöveden kiertovesiverkostoissa, käyttöveden pumppaamiseen kaivoista ja jätevesipumppaamoissa. Pumppujen historia on tuhansia vuosia vanha ja ensimmäiset pumput kehitettiin kastelujärjestelmiin. Myöhemmin kehitettiin mm. mäntäpumput, hammasrataspumput, ruuvipumput, kalvopumput ja kierukkapumput sekä teollisuuden, lääketieteen ja laboratorioden tarvitsemat erikoispumput.

Kaartuvin siivin varustetut keskipakoispumput eli LVI-alan yleisimmin käytetyt pumput kehitettiin jo 1850-luvun alussa. Näitä höyrykonekäyttöisiä pumppuja käytettiin hule- ja pohjavesien pumppaamiseen. Sähkömoottorien keksimisen jälkeen niistä tuli käyttökelpoisia LVI-alalle. Lämmitysvesiverkostojen veden kierto perustui kuitenkin pitkään eli pientaloissa aina 1960-luvulle painovoimaan.

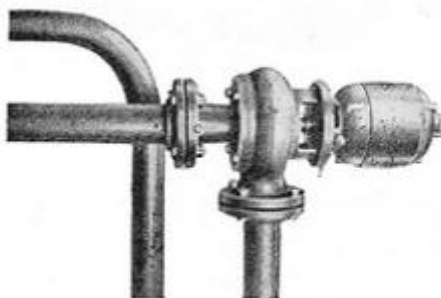
### Lämpöjohto=siipipotkuripumput malli VR



Nämä pumput korvaavat vanhojen, luonostikierävien painovoimavesilämmityslaitosten tehoa. Ne voidaan rakentaa mihin asentoon tahansa. Siipipotiset on sijoitettu potkurikytkin, joka samalla on pumpun pesä. Potkurit on siikkivapaata fosforipronssia. Hiottu akseli on ruostevapaa terästä. Tiivistysohjelkin muodostaa erikoisen korkealaatuisen kuumavesiliiviste pronssisella yllähoitomuutilla. Käyttömoottori on laipalla yhdistetty pumppuun ja elastisesti kytketty tämän kanssa.

Käyttömoottori on erikoisakensetta täysin suojattua mallia erikoislaakereilla varustettuna, jotta saavutetaan täysin äänetön käynti.

Painovoimaisen kierron kanssa oli vaikeuksia, mutta apua löytyi Onniselta v 1938. Alempi pumppuasennus on virtausteknisesti erinomainen. (KK)



Vesipumppujen heikko lenkki on aina ollut akselitiivistä. Se kuluu ja kuivuttuaan alkaa helposti vuotaa. Ongelma ratkaisuksi on kehitetty märkämootoripumppuja, joissa ei ole akselitiivistettä. Näiden ongelmana on ollut herkkyys veden epäpuhtaudelle, joten kunnollinen kiertovesisuodatus on erityisen tärkeä. Lämmitysverkoissa märkämootorin eduksi on laskettu se, että sähkömoottorin häviöt lämmittävät kiertovettä. Jäähdytysvesiverkostoissa tämä on vastaavasti haitta.



**Speed Up**

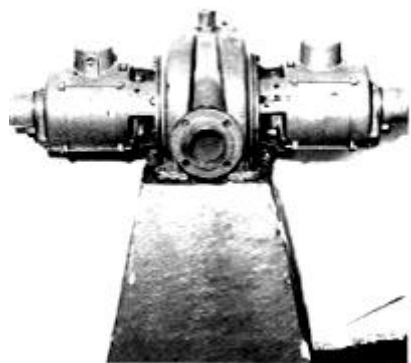
HOT WATER HEAT  
WITH THE  
*Minneapolis-Honeywell*  
**WATER  
CIRCULATOR**

THE Minneapolis-Honeywell Water Circulator speeds up delivery of hot water to radiators so that the inherent lag of hot water heat is eliminated, thus providing almost instant heat from hot water systems. Circulation is stepped up to as high as 400 feet per minute and heat is distributed to sections ordinarily difficult to maintain at a comfortable temperature. It's quiet, spring mounted, Dupont carbonized capacitor motor is free from vibration and produces no radio interference, while its patented sealed oil reservoir containing no glands, packing or stuffing box, completely prevents leakage of oil or water. Only the Minneapolis-Honeywell Water Circulator provides these exclusive features. It is available for 1 inch, 1½ inch, 2 inch, or 3 inch piping.

MINNEAPOLIS HONEYWELL  
CONTROL SYSTEMS  
BROWN INSTRUMENTS FOR  
HEATING RECORDING CONTROLLING

Dependable - Compact - Cost Less Than Service

Honeywellin pumppu vm. 1937 muistuttaa jo modernia pumppua. (Am)



Kotimainen Kolmeks Oy:n kaksoispumppu vuodelta 1954. (Kolmeksin historia)

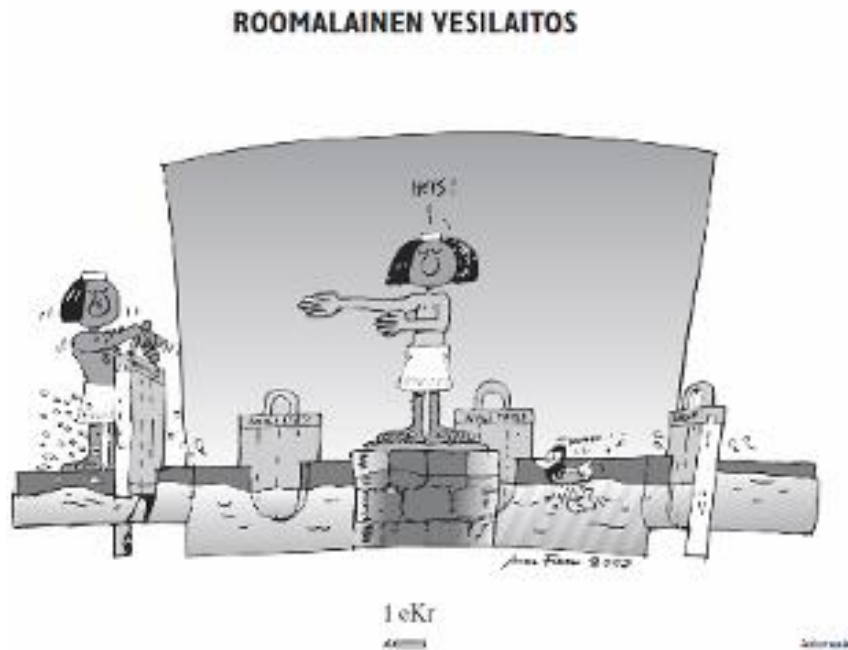
Kiertovesipumppujen tärkeä ominaisuus on laakea ominaiskäyrä. Jos lämmitinpuolella esim. termostaattiset venttiilit sukeutuvat, ei paine saisi nousta verkossa. Muutoin säädön tarkkuus heikkenee. Jyrkän ominaiskäyrän korjaamiseksi eräs ulkomainen valmistaja kehitti pumppuun



integroidun taajuusmuuttajaohjauksen, jolla leikattiin haitallista paineen nousua. Pyörimisnopeutta ohjattiin moottorin virran kulutuksen perusteella, sittemmin pumpun yli olevan paine-eron mukaan. Korkealuokkaisessa pumppusäädössä mitataan verkoston menojen ja paluujohdon välistä paine-eroa verkostossa ja pidetään tämä ero vakiona tai haluttuna.

### Jo roomalaisilla kunnan venttiileitä

Ensimmäiset venttiilit kehitettiin kasteluvesijärjestelmiin jo tuhansia vuosia sitten.

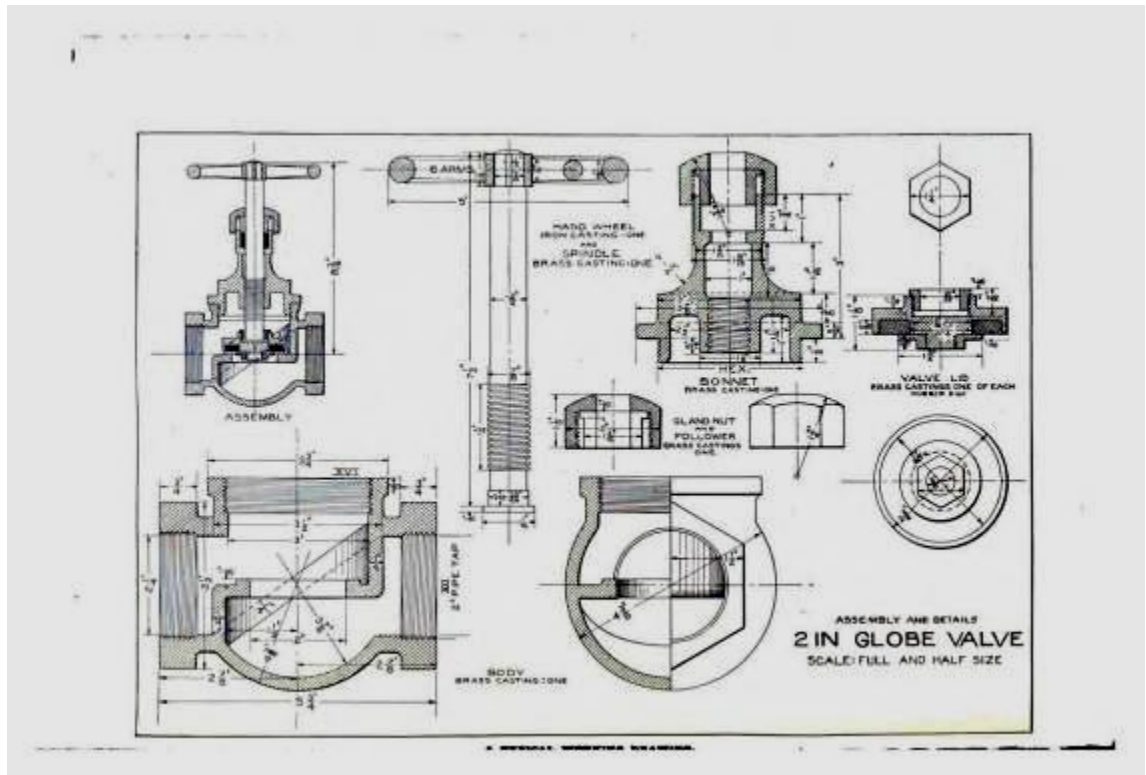


Antiikin Roomassa oli käytössä luisti- ja tulppaventtiilejä. Materiaali oli pronssi ja venttiileiden laatu oli korkealuokkainen. Tulppaventtiileiden malli pysyi samana liki 2000 vuotta.



Näkyviin jäivät putkiarmatuurit noudattelivat aikansa koristeellista muotoilua. Mainos vuodelta 1910, jolloin jugend-tyyli oli voimissaan. (KK)

Rakennusten sisävesiputkistoissa suosituksi tulivat istukkaventtiilit, joiden suosio jatkui 1970-luvulle. Venttiilityypin huono puoli on ollut istukan kuluminen, venttiililautasen irtoaminen ja tiivisteen kuoleentuminen. Myös karatiivisteen vuoto voi olla harminaa. Korvaavaksi venttiilityypiksi nousi 1970-luvulla palloventtiili, jota alettiin tehdä aivan pieniinkin putkiin. Vesijohtokalusteiden kytkentäjohtojen sulkuina palloventtiili on käytännössä ainoa malli.



Yhdysvaltalaisesta konepiirustuksesta vuodelta 1907 näkyy hyvin LVI-puolella vallinneen istukka- eli lautasventtiilin rakenne. (ASC)

Palloventtiilit oli keksitty jo 1870-luvulla, mutta vasta teflonin tultua tiivisteeksi niiden käyttö alkoi todenteolla sata vuotta myöhemmin.

Läppäventtiileiden pääkäyttöalue on suuret putket kuten kaukolämpö- aluelämpöputket. Mäntäventtiileitä käytetään höyryputkissa.

Neulaventtiilit kehitettiin polttoaineille ja ovat käytössä esim. polttimen putkissa.

Yksisuunta- eli takaiskuventtiilit ovat tärkeitä LVI-putkiston osia. Jo 1800-luvulla kehitettiin jousikuormitetut venttiilit, Idea lienee syntynyt varoventtiileistä, joissa vastapainovivulla varustetun venttiilin rinnalle nousi jousikuormitettu malli 1800-luvulla. Vastapainomalli oli käytössä vielä 1950-luvulla. 1920-luvun puolella kehitettiin yksisuunta-venttiileiksi saranoituja läppiä, joissa ei ollut kuoleentuvia jousia tai suurta virtausvastusta. Malli on antanut aiheen eräisiin piirrosmerkkisymboleihin.

Pumppamoihin on 1960-luvulla kehitetty joustavia kumista valmistettuja yksisuunta-venttiileitä, jotka eivät aiheuta sulkeutuessaan kovaa ääntä ja putkistorasituksia.

### **Ilmanpoistoveniileillä lorinat pois ja kiertö tomimaan**

Avoimien paisuntajärjestelmien aikaan kiertovesiputkistojen ilma poistui suurelta osin paisunta-astian kautta. Ylimmissä pattereissa käytettiin ja edelleen käytetään käsin kierrettäviä ilmausavaimella kierrettäviä ilmanpoistoveniileitä. Automaattisia ilmanpoistimia tuli markkinoille jo 1930-luvulla, mutta laatu ei ollut kovin hyvä. Vesivuodot ja tukkeutuminen olivat tavallisia. Korkealuokkaiset automaattiset ilmanpoistimet tulivat markkinoille 1960-luvulla. Glykoliliuokselle tarvittiin kuitenkin omat ja paremmat tyypit, jotka eivät jääneet vuotamaan. Näitä kalliimpia malleja oli käytössä jo 1970-luvulla. Nykyään tehokkaat ilmanpoistimet asennetaan lämpökeskukseen.

### **Säätöventtiileiden toimintakäyriä kehitettiin**

Säätöventtiileiden toiminnan kannalta on oleellista, että venttiilin karan liike ei aiheuta liian suurta muutosta virtaamassa. Tämän takia on kehitetty neliöllisiä tai logaritmisia säätökäyriä

jo 1800-luvun puolella. Kiertovesipumppujen aikana venttiileiden vaikutusaste eli painehäviön mitoitus suhteessa säädettävään piiriin helpottui. Säätoventtiileiden yhtenä haittapuolena on yleensä pieni vuotovirtaus, vaikka venttiili on nimellisesti kiinni.

Termostaattiset vahatäytteiset patteriventtiilit kehitettiin USA:ssa jo 1920-luvulla, mutta vasta Danfossin kehittämä ja 1950-luvulla markkinoille tullut kaasutäyteinen venttiili oli käytännössä tarkka eli suhdealue on siedettävän pieni eikä sisäisestä kitkasta johtuva hystereesi ole liian suuri. Halvemman hinnan takia vahatäytteisiä venttiileitä on kuitenkin edelleen markkinoilla. Ehkä laatukin on parantunut.

### **Paisunta-astiat suljetuiksi**

Kiertovesijärjestelmissä tarvittavat paisunta ratkaistiin vielä 1960-luvulla yleisesti avoimilla paisunta-astioilla tai savupiipun kylkeen asennetuilla paisuntajohdoilla. Niiden ongelmana oli se, että ilma ja vesi olivat yhteydessä toisiinsa. Veteen pääsi happea ja se taas aiheutti korroosiota (sekä ruostuminen että sähköpari) ja korroosio sakkaa, lisää korroosiota ja tukkeutumisia ja lopuksi vuotoja. Kaikkein pahimpia tapauksia olivat kytkennät, joissa vesi alkoi kiertää paisunta-astian kautta. Paisunta-astiasta ilmaan pääsevä vesihöyry saattoi aiheuttaa ympäröivissä rakenteissa homeetta ja lopuksi lahoa.

Markkinoille alkoi tulla jo 1960-luvun puolella suljettuja paisunta-astioita, joissa kumikalvo erotti kaasu- ja vesitilan. Kaasutilan puolella käytettiin tyyppiä, jonka diffuusio kalvon läpi vesipuolelle ei haitannut. Isoja laitoksia varten kehitettiin paineilmakompressorilla varustettuja paisunta-astioita, myöhemmin myös pumpulla varustettuja. Tarjolla oli myös astioita, joissa oli vain tyyppitäyttö ilman kalvoa.

Täysin suljetun metallisen kiertovesiverkoston käyttöikä on periaatteessa ääretön. Jos happea ei pääse verkostoon, ei synny ruostetta tai sähköpareja, jotka aiheuttavat korroosiota.

Muoviputkien käyttöikä on osin arvoitus, sillä muoveilla on taipumus vanheta eli haurastua ja menettää lujuuttaan vuosien kuluessa. Mitä korkeampi on paine ja lämpötila, sen lyhyempi käyttöikä. Muovien laatuvariaatioista ei ole tarkkaa tietoa.

### **Jäätymisen ja korroosion estoon kemikaaleja**

Jäätymisenestoaineet tulivat tärkeäksi osaksi LVI-tekniikkaa jo 1960-luvun puolella. Halvan öljyn aikana alettiin tehdä katu- ja ajoluiskalämmityksiä, joissa jäätymätön neste on tarpeen. Myös jäähalleissa tarvittiin vastaavasti jäätymätöntä rataputkistonestettä. Nestekiertoinen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton käyttö alkoi 1960-luvun lopulla ja edellytti jäätymätöntä liuosta. Kylmävarastoissa kiertonesteen jäätyminen ei ollut ongelma niin kauan kuin käytettiin laajoja kylmäaineverkostoja. Siirtyminen vähitellen välilliseen jäähdytykseen 1990-luvulla on tuonut myös kylmätilat jäätymisenestoaineiden piiriin.

Autoista tuttu monoetyleeniglykoli oli itsestään selvä valinta LVI-putkiin, joskin jäähalleissa käytettiin suolaliuoksia. Aluksi oli haparointia glykolin korroosionestossa. Jos inhibiittejä ei käytetty riittävästi, saattoi glykoli hajota orgaanisiksi hapoiksi nopeasti ja koko verkosto syöpyä. Autoihin tarkoitetut aineet eivät ole parhaimpia LVI-verkostoihin.

Elintarviketeollisuudessa on käytetty propyleeniglykolia, jota on myös käytetty joissain elintarvikkeissa. Se voi kuitenkin jäätymä muodostaen kovan jään joustavan hyhmän sijasta, jolloin vaarana on esim. patteriputkien repeäminen. Myös lämmönsiirto-ominaisuudet ovat etyleeniglykolia huonommat. Teollisuusalkoholin käytön rajoitteena on palavuus, jos jäätymisen esto edellyttää korkeaa liuospitoisuutta.

Etyleeniglykolin haitallisuuden takia 1990-luvulla kokeiltiin ja jonkin verran käytettiin myös sokerijuurikkaasta peräisin olevaa betaaiinia. Sen haittapuolena on ollut varsinkin magneettiventtiileiden kiinnijuuttuminen. Betaiiniverkosto on rakennettava aivan omien ohjeiden mukaan. Sama pätee tietenkin suolaliuoksiin, joista kauppanimi Freezium oli käytössä 1980-luvulla, osin myöhemminkin.

Tehokas ilman- ja kaasunpoisto on tarpeen liuosverkostoille. Ilmanpoistimien tulee poistaa mikrokuplat ja rakenteen sekä materiaalien olla liuokselle sopivia.

Vesikeskuslämmityksen verkostojen korroosionestoon markkinoitiin jo 1960-luvulla kemikaaleja, mutta silloiset aineet aiheuttivat erityisesti ilmanpoistimissa vaahtoamista eikä niiden hyödystä muutoinkaan saatu selvää.

Nykyisin lienee edelleen pääsääntö, ettei suljettu vesipiiri tarvitse kemikaaleja. Korroosion vaivaama verkosto on syytä pestä, poistaa sakat, peitata ja poistaa vuotojen syyt. Jos jostain syystä verkostoon tulee jatkuvasti happea -esim. teollisuuden jäähdytysverkostot, joissa on jäähdytysteloihin liittyviä pyöriviä bokseja - on käytettävä paitsi tehokasta lietteen suodatusta, myös korroosionestoaineita.

## Mamu toi vesijohtojärjestelmän Suomeen



Kunnallinen vesijohtojärjestelmä tuli Suomeen 1870-luvun loppupuolella sveitsiläisen Robert Huberin mukana. Vähitellen vesijohtoverkostoja rakennettiin eri puolille, mutta vielä 1960-luvulla esim. Valkeakosken Tervasaaren sellu- ja paperitehtaan alueella juomaveden jakelua tilapäisrakennuksiin hoidettiin kuvan (ASC) kaltaisella hevospelillä.

**himanit**  
asbestisementti-paineputket

- kestävä, keuhkotoiminta, keuhkojen loukkausta aiheuttamattomia vesijohtoputkia
- himanit -putket ovat
  - tulkestä kestäviä
  - pakkauskestäviä
  - keuhkoja
  - sopivat asennettuna
  - keuhkoja
- ja muuta erittäin laatuista

**PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ**

Helsinki: Tel. 44 422  
Helsinki: 10 880  
Tampere: 12 060  
Oulu: 13 771

1960-luvulla markkinoitiin vedenjakeluun innolla asbestisementtiputkia. Ne olivat erityisen suosittuja Keski- ja Etelä-Euroopassa.

## Kaivovettä pumpuilla

Ensin tulivat käsikäyttöiset pumput 1800-luvulla

### Jäätymätön »TAIKA»-pihapumppu



Suuruus	N:o	1	2	3
Imuputki	tuumaa	1 1/4"	1 1/2"	2"
Imuputken pituus	m/m	2250	2250	2250

Käsivivun avulla toimivat mäntäpumput kaivovedelle kehitettiin 1870-luvulla ja yleistyivät vähitellen. Tätä ennen oli olemassa vinttikaivoja eli pitkän varren päässä olevaa ämpäriä voitiin laskea ja nostaa kaivoon. Veivillä köyttä tai vaijeria kelattavia kaivoja on rakennettu esim. rintamamiestaloihin kunnallistekniikan puuttuessa vielä 1950-luvulla.

### Amerikalaisia Ilsehoitawia Tuulimotoreja

Winds and turbines are the best means of raising water, especially in the West, where the wind is so strong and the water so scarce. The windmill is the best means of raising water, especially in the West, where the wind is so strong and the water so scarce.

H. E. Wind Engine & Pump Co., Texas U. S. A.  
G. I. Pohjonen.

Jo 1890 myytiin Suomessa tuulivoimaa pumppujen voimanlähteeksi. Menetelmä on tuttu lännenelokuvista. Karjataloilla oli tuulimyllypumppu. (KK)



## Pumppuja

kaikenlaisia, kuten Piha-pumppuja, Läppöpumppuja, Columbia pumppuja, Delta pumppuja, Aiertpumppuja, Lundbergin pumppuja, Käsi- ja konevoimaa varien, Svecia pumppuja ilman venttiilejä, Hevoskiertopumppuja, Lentavesipumppuja, Diafragma pumppuja, Keskipakoispumppuja, Worthington höyrypumppuja, Moottoripumppuja, Tuulimoottoripumppuja, Tuulimoottoreita.

**RAUTAPUTKIA,** motulita ja valetinta, Saviputkia, Putkenosa, Hanoja, Venttiilejä, Lämpöjohtoputkia ja -radiaattoreita, Paloruiskuja y. m. toimittaa

OSAKEYHTIÖ  
**VICTOR FORSELIUS**  
TURKU

Pyytää hintauutettomme  
No 400 ylimainituille koneille.

Tuulivoimapumppujen myynti jatkui vielä 1910-luvulla ja loppui vasta sähköverkkojen saavutettua (KK). Myös generaattorilla varustettuja pientuulivoimaloita oli kaupan.

Myös joitakin jauhomyllyjä pyöritettiin vielä 1900-luvun puolella harakkamyllyiksi kutsutuilla tuulivoimaratkaisuilla.

Automaattisesti käynnistyvien kaivovesipumppujen automatiikan tueksi tarvitaan painesäiliö, jotta pumpun käynnistys voidaan jaksottaa sähkömoottorille sopivaksi. Jatkuva käynnistys ja pysähdys tuhoaa moottorin. Painesäiliötä kutsutaan hydroforisäiliöksi. Valmiita laitepaketteja oli tarjolla jo 1930-luvulla. Nykyisin inverttereiden aikaan painesäiliön tarve on joko poistunut kokonaan tai ratkaisevasti pientynyt.

## HYDROFORISÄILIÖT

Hydroforisäiliöiden mitoittaminen automaattisesti toimivissa pumppulaitoksissa, kun paineen tasaajana käytetään ilmapolsteria

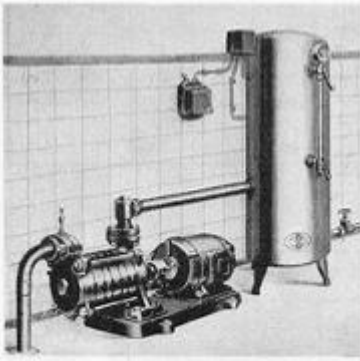
Jotta voitaisiin yksinkertaisesti laskea hydroforisäiliöiden suuruuden, oheistamme alempana graafillisen piirroksen, jossa helposti voidaan lukea kutakin eritapausta varten tarvittavien säiliöiden suuruuden. Tällöin on kuitenkin käytettävä apuna kahta kaavaa:

$$1) V = V' \cdot \frac{L_a}{S}$$

$$2) V' = 30 \cdot \frac{(p_a + 1)}{(p_a + p_e)}$$

joissa kirjaimet tarkoittavat:

- $L_a$  = tarvittava litra-määrä minutissa
- $S$  = pumpun käyttömäärä luku tunnissa (tarkoittaa kuinka monta kertaa pumppu 1 tunnin sisällä pumppaa vettä)
- $p_e$  = alkupaine
- $p_a$  = loppupaine
- $V$  = arvo, joka luetaan graafillisesta taulukosta
- $V'$  = käytännössä tarvittava säiliötilavuus.

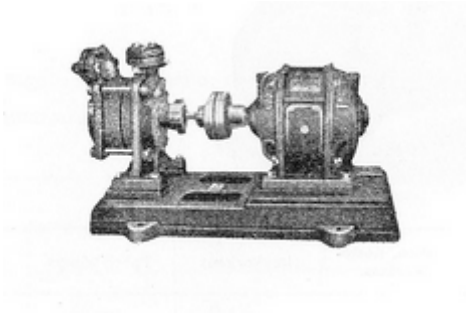


Porakaivopumppuja ja itseimeviä pumppuja saatiin myös 1930-lvulla.(KK)

### Pora-kaivojen keskipakoispumput RS





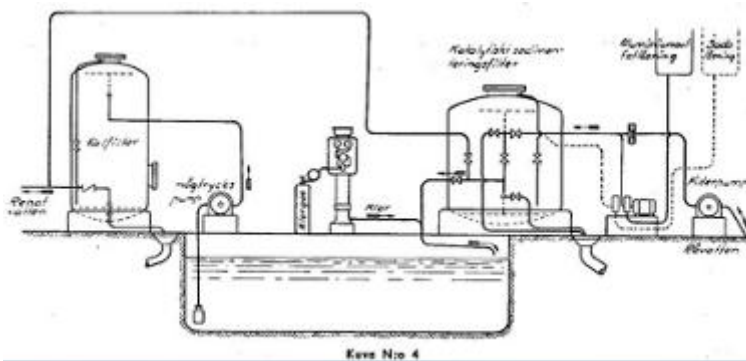


Itseimevä vesirengaspumppu SIHI vm. 1938. (KK)

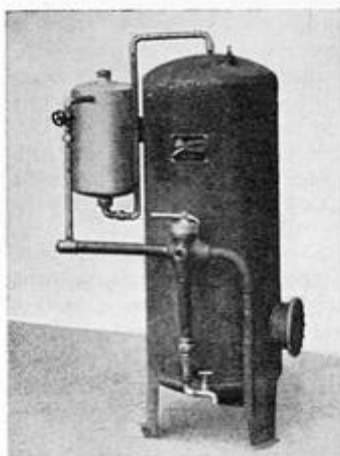
Vesiautomaatiksi kutsuttuja keskipakoispumppuja painekytkimellä ja pienellä paisunta-astialla tuli markkinoille 1950-luvulla. Näiden edelleen myynnissä olevien pumppujen heikkoutena on siemenveden tarve, sillä pumput eivät ole itseimeviä. Pohjaventtiilin tiivistepintojen väliin jää helposti roskaa, jolloin pumppuun tulee häiriöitä. Itseimevät vesirengaspumput tulivat markkinoille jo 1930-luvulla.

Halvat puhtaalle vedelle tarkoitetut käynnistyskellukkeilla varustetut uppopumput tulivat rautakauppatavaraksi 1990-luvulla. Ne oli kyllä kehitetty ja parikymmentä vuotta aiemmin.

### Raakavettä on puhdistettavakin



Raakaveden puhdistamiseksi oli jo valmiita pakettiratkaisuja 1930-luvulla, kuva Onnisen luettelosta. (KK)



Kuva N:o 15. Basolitti-suodatin

Pehmennyssuodattimia tarvittiin erityisesti höyryn valmistuksessa. Vedenpehennin 1930-luvulla.

Joissakin kaivoissa vedessä on paljon rautaa tai arseenia, ja niiden poistamiseen tarvitaan suodattimia. (KK)



Högforsin tehdas oli putkipuolella johtava valmistaja 1900-luvun alkupuolella. (KK)

Oli toki kilpailijoitakin



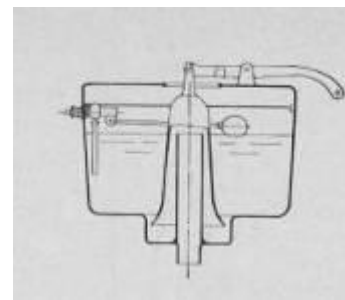
## Vesivessa helpotus

Antiikin Roomassa käytettiin ryhmävessoja, joissa oli virtaava vesi. Orjat lämmittivät istumalla talviaikaan istuinpaikan. Samantapaisia korttelikohtaisia ryhmävessoja on Kiinassa käytetty vielä 1990-luvulla. Säiliöön perustuva vesihuuhtelujärjestelmä kehitettiin Englannissa 1700-luvulla.

Suomessa rakennusten sisävesijohdoissa ja viemäreissä on 1900-luvun alun jälkeen tapahtunut aika hitaasti kehitystä. Vessojen huuhtelun yläsäiliön vaihtoehdoksi yleistyivät 1930-luvulla alavesisäiliöt, ns. IDO-malli. Tosin sekin oli käytössä Yhdysvalloissa jo vuosisadan vaihteessa. Samalla levisivät myös säiliöttömät painehuuhtelulaitteet. Nopeasti toimivina niitä käytettiin erityisesti palvelualan rakennuksissa, mutta myös asunnoissa. Painehuuhtelu aiheutti mm. ääniongelmia ja vaati paljon vettä. Mekanismi tarvitsi huoltoakin liki vuosittain.



Spolcisternen användes för varje spolning c:a 1 ltr. (KK)

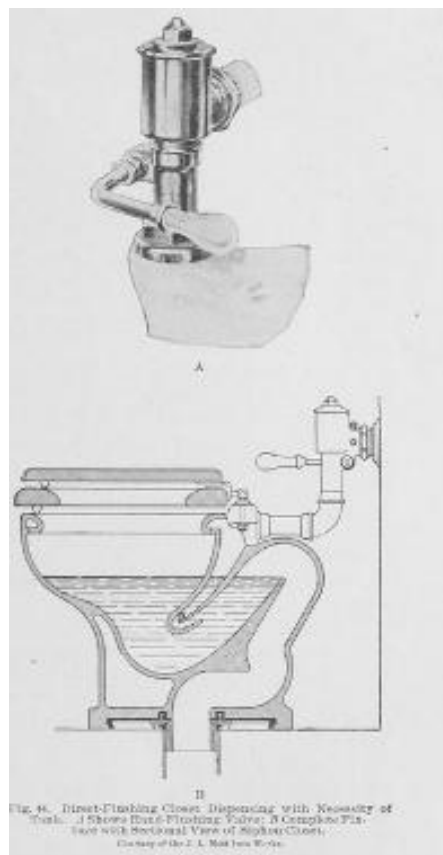


Tuuletusputkella varustettu pönttö 1930-luvulta lähdössä kaatopaikalle (BHa).

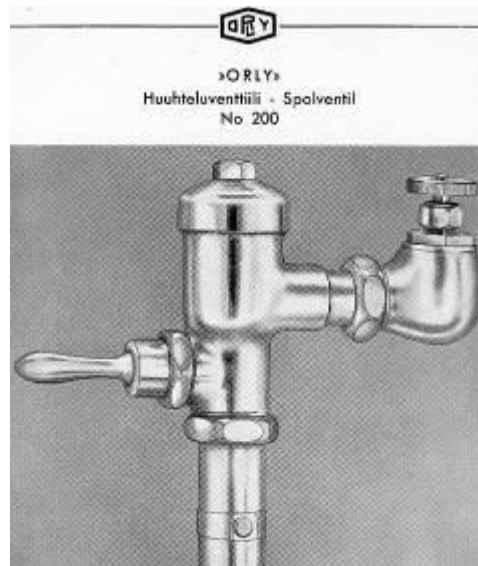




Pönttömalleja on ollut jo 1900-luvun alussa useita. Piirroskuivissa ylhäällä olevaa ns. näytteenottomallia on käytetty paljon esim. Saksassa, josta se lienee kopioita Venäjälle. (Am) 1920-luvulla valmistettiin myös mallia, jossa pöntöstä lähtee tuuletusputki. Nämä putket yhdistettiin pieruputkeksi kutsutuksi putkistoksi. Tämä ratkaisu hiipui ilmeisesti jo talvisotaan mennessä. Tällaiset vessanpöntöt ovat käytössä esim. nykyään museona olevassa Serlchius-yhtiön entisessä pääkonttorissa Valkoissa Talossa Mäntässä (museo, jossa käynti on must). Yllättäen kyllä samankaltainen ratkaisu on nyt nostettu uutuutena esille.

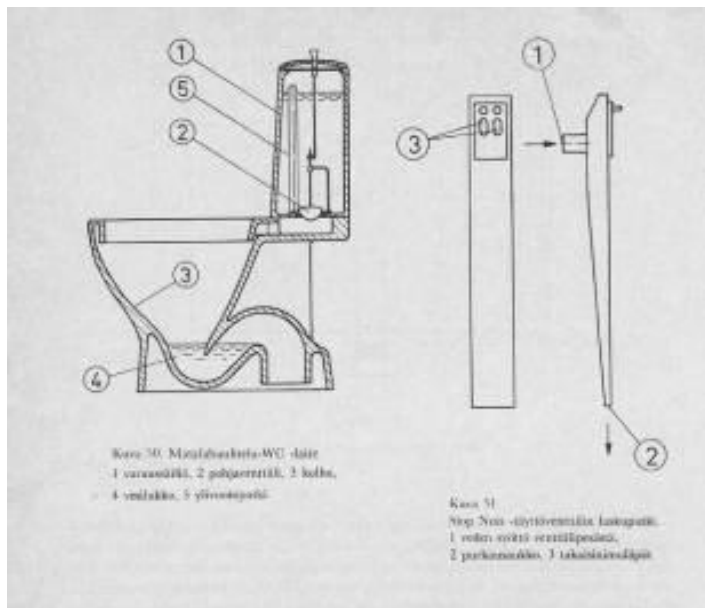


Vessojen painehuuhteluventtiilit oli otettu käyttöön Yhdysvalloissa jo 1900-luvun vaihteessa ja levisivät Suomeenkin vähitellen. Käyttö jatkui aina 1960-luvulle. (KK)



(Am)

Säiliön sisällä olevasta huuhtelumekanismista Wärtsilä kehitti 1960-luvulla hiljaisen malli Stop Noise-mallin.



Stop Noise -  
täyttöputken rakenne

(SKTY:n julkaisema  
RVV-käsikirja)

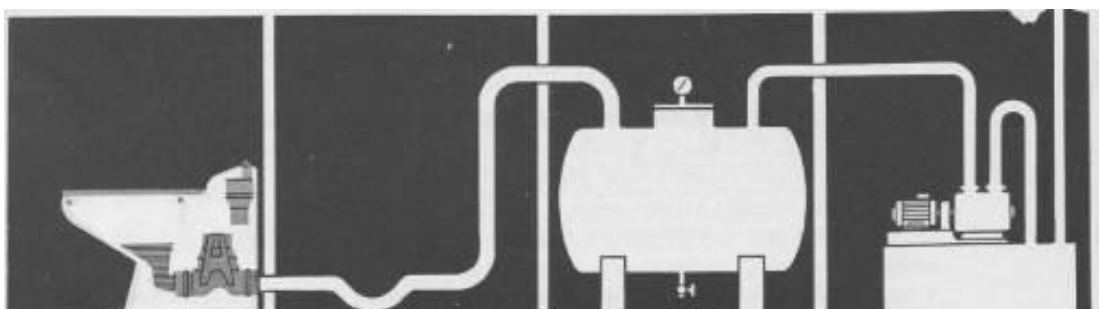
1990-luvulla tulivat kaksoishuhtelumekanisilla olevat mallit eli pienempiä tarpeita huudellaan vähemmällä vesimäärällä. Myös muotoilu on kehittynyt, vesi huuhtelee tehokkaammin nykypönttöjä. Liki itsestään puhtaan pysyviä pinnoitteitakin on kehitetty, samoin aivan uudenlaista huuhtelumuotoilua.

Seinään kiinnitettäviä WC-istuimia on ollut myynnissä jo 1970-luvulla, mutta niiden käyttö on yleistynyt vasta 2000-luvulla. Lattian puhtaanapito helpottui ratkaisevasti seinämällä käytettäessä. Huuhtelujärjestelmä ja säiliö ovat seinään upotettuna, joten myös siltä osin puhtaanpito on helppoa. Japanilaiset pesevät ja kuivaavat pytyt ovat vasta tulossa.

Erikoistarkoituksiin on tehty kaikenlaisia ratkaisuja. Vanhoissa linnoissa, laivoissa ja junissa vessaratkaisussa oli vain reikä. Sukellusveneissä tarvittiin jo kovempaa tekniikkaa. Alla on kuva ratkaisusta vuodelta 1937 (BHa). Tämä on nähtävissä Tallinnan Lennusatamassa.



### Alipainejärjestelmä



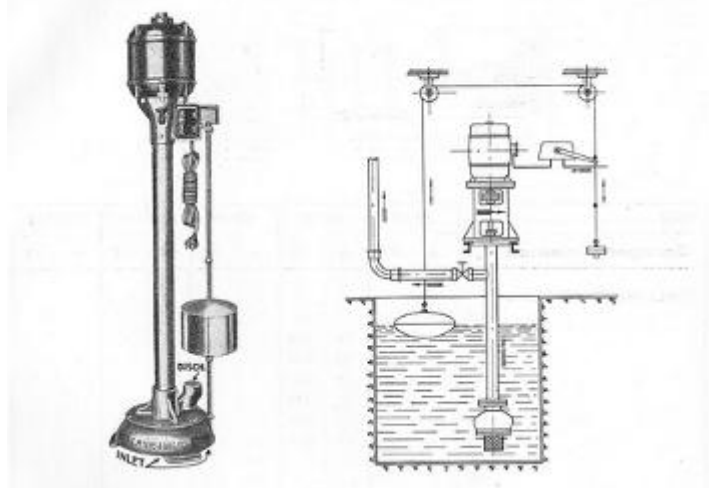
Alipainejärjestelmä kehitettiin Ruotsissa 1950-luvun loppupuolella ja se alkoi levitä Suomeen 1960-luvulla. Järjestelmä on nykyään vakioratkaisu aluksissa ja junissa. Sitä käytetään myös loma-asutusalueilla ja muualla vaikeasti viettoviemärillä hoidettavilla alueilla. Järjestelmä toimii hyvin, jos pönttöön ei laiteta sinne kuulumattomia esineitä. (Kuva Wärtsilän mainos)

Vesivessojen sijaan kehitettiin jo 1960-luvulla pakastamiseen tai polttamiseen perustuvia malleja. Perinteisten ulkokuuusin ratkaisua on kehitetty käyttäen erilaisia säiliöitä, virtsanerotussysteemiä ja biovessoja, joista tulee lähinnä kompostiin sopiva ainetta. Nämä ovat olleet lähinnä pientaloihin ja loma-asumuksiin sopivia.

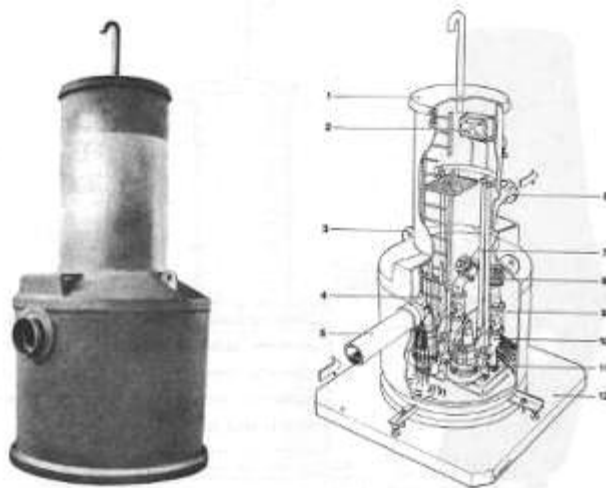
### Viemäri-vesipumppaamot

Viemäri-vesipumppaamolla jo 1678 kehitettiin suorasiipinen keskivakuumipumppu. Sähkömoottorikäyttöinen uppopumppu keksittiin 1908. Varsinaiset nykyaikaiset viemäri-vesien uppopumput tulivat markkinoille kuitenkin vasta 1950-luvulla. Lujitemuovisia kompakteja pumppaamoja on saatu 1960-luvulta. Myöhemmin on kehitetty pieniä yhdelle vessalle tarkoitettuja pumppaamopaketteja, joita voi käyttää esim. kellarissa olevan vessan yhteydessä. Näin vessa voidaan asentaa katuviemärin padotuskorkeuden alapuolelle.

### Itseimeviä vertikaali likavesipumppuja



Jätevesipumppaamo mallia 1938. Pystypumppuista on sittemmin luovuttu. Pumpun oleellisin osa on juoksupyörän ja pesän rakenne siten, ettei se tukkeudu vessapapereista yms. (KK)



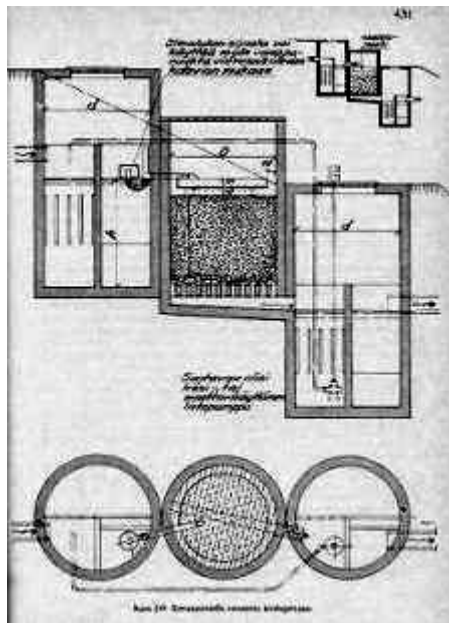
Lujitemuovinen pumppaamopaketti 1960-luvulta. Sen jälkeen vain hyvin vähän on tapahtunut muutoksia. Kuva SuLVI:n koulutusmonisteesta.

## Viemäriveriesien puhdistus eteni

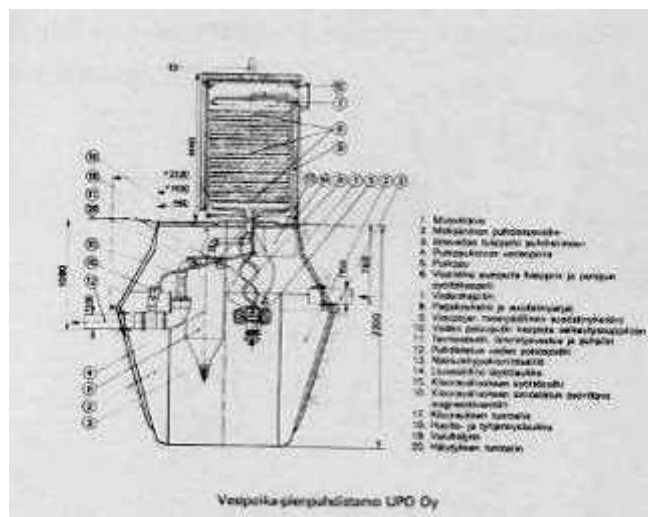
Vesijohtoverkoston mukana levisi vesivessojen käyttö, vaikka aiheuttikin polemiikkia. Toisaalta vielä 1890-luvulla joissakin maalaiskunnissa piti oikein sakon uhalla velvoittaa rakentamaan ulkokuusseja ja vieläpä kauemmaksi kuin viisi metriä asuinrakennuksesta. Paikoitellen muuallakin kuin Irvin Goodmanin laulun Ryysyrannassa oli tapana laskea jopa kumpikin lasti talon nurkalle. Suomi oli monessa mielessä kehitysmaa.

Kunnalliset viemäriveriesien puhdistuslaitokset tulivat verraten myöhään Suomeen. Helsinkiin ja Lahteen rakennettiin ensimmäiset kunnalliset puhdistuslaitokset 1910, mutta esim. Tampereellekin vasta toisen maailmansodan jälkeen. Myös teollisuudessa oli tapana laskea jätevedet sellaisenaan vesistöön. Kiinteistöjen puhdistusratkaisuna oli saostuskaivo eli ns. sakokaivo, johon jäi kiinteitä jätteitä. Näin näkyvä esteettinen haitta purkuputken päässä pieneni. Kaivoja käytiin tyhjentämässä vähintään vuosittain.

Vaativampiin paikkoihin oli ohjeita myös paremmasta viemäriveriesien puhdistamisesta. Puhdistamoja saattoi rakentaa betonirenkaista, mutta tarjolla oli myös tehdasvalmiita puhdistamoita.



Paikan päällä rakennettava täyshopettamo 1960-luvun tyyliin (RVV-käsikirja)



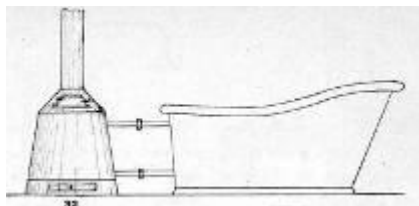
Valmis puhdistamopaketti 1960-luvun malliin

Kehityspyrahdys tuli 2000-luvulla, kun ympäristöministeriö alkoi edellyttää jatkossa haja-asutusalueilla käytännössä kiinteistökohtaisia jätevesipuhdistamoja. Ongelmaksi tulivat kuitenkin mm. luotettavat mittausmenetelmät. Rakennusmaailma-lehden pitkäaikaisessa mittauksessa useimpien puhdistamojen puhdistustulos ei täyttänyt tavoitearvoja. Lisäksi tuntui kohtuuttomalta, että vanhoissa kiinteistöissä kaukana vesistöistä ja taajamista tarvittaisiin samanlainen ratkaisu, kuin vesistön varrella. Asetuksen voimaantuloa onkin vanhojen kiinteistöjen osalta osin lykätty.

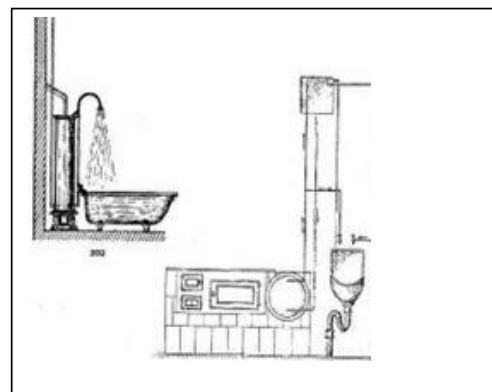
### Käsiä ja vartaloa pesemään



Jos keskuslämmitysvettä ei ollut, niin paikallinen lämmitin hoiti homman 1800-luvun lopussa. Vesi ja Lämpö myi saksalaisia kaasulla lämpiäviä kylpyhuonelämmittimiä 1907. Puuliettäkin voitiin käyttää (KK). Ainakin USA:ssa oli tarjolla erillisellä varaajalla varustettuja kaasulämmittimiä (Am). Kaupunkikaasu tuli Helsinginissä kotitalouskäyttöön 1900-luvun



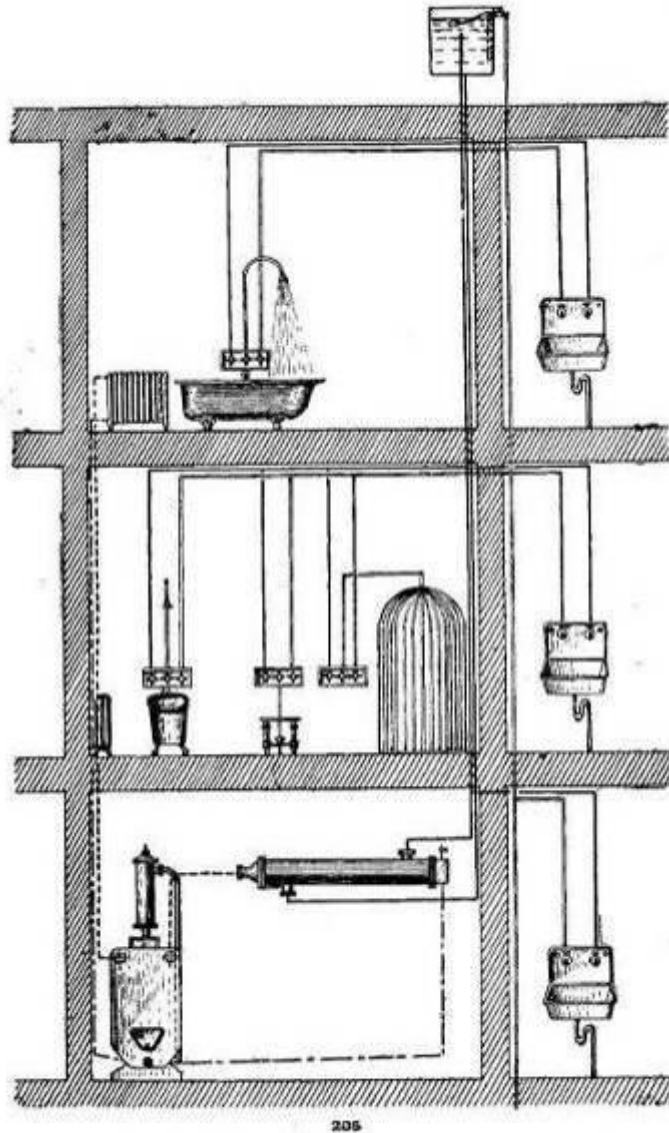
Puulla tai hiilellä lämpiäviä ammelämmittimiäkin oli olemassa (KK).



Keskuslämmitys tuli hoitamaan käyttöveden lämmityksen jo kovaa vauhtia 1900-luvun alussa. Tuon jälkeen oleellisia muutoksia ovat olleet öljypoltin, pumppukierto, suljettu paisunta-astia ja kattilaan integroitu käyttöveden lämmityslämmönsiirrin. Esitteen kuvassa vuosisadan alun



ajoilta käyttövesi lämmitetään erillisellä putkilämmönsiirtimellä.(KK)



"Standard-mallinen" marmorinen lavaari  
vm. 1905 - ehkä Yhdysvalloissa, mutta ei  
Suomessa vielä moneen kymmeneen  
vuoteen. (Am)

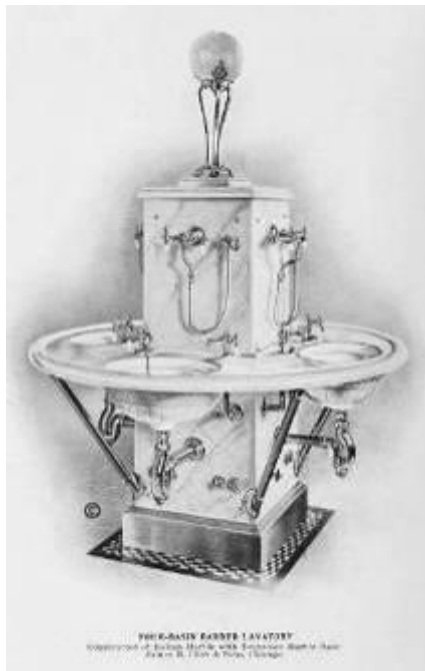
Posliini oli kuitenkin marmoria yleisempi  
ja itse asiassa hygieenisempi vaihtoehto.  
Posliinisten pesuaitaiden valtakautta  
nakersi 1970-luvulla emaloidut  
teräsaitaat, jotka tulivat tutuksi mm.  
laivoilta. Myöhemmin altaita on alettu  
tehdä myös puristemateriaaleista.

Suihkuihin sai jo 1900-luvun alussa eräänlaisia yksiotesekoittajia.



Käsien pesupuolella suurin muutos oli kehittyneiden yksiotesekoittajien tulo markkinoille vallitsevaksi pesuallashanaksi 1980-luvulla. Niiden tiivistepintoja on kehitetty siten, että ne ovat erittäin kestäviä eivätkä hanat jää tippumaan.

Hygienian kannalta erinomaiset liiketunnistimella varustetut pesuallashanat tulivat 1980-luvulla ja mekanismia on sittemmin parannettu luotettavammaksi.



Ei ihan SA INT-mallinen ryhmäpesupaikka vm. 1906.(Am)

Työpaikoillekin kehitettiin kyllä ryhmäpesupaikkoja. Ruostumattomasta teräksestä sai helppohoitoisia malleja.



Pajalla valmiisi rakennettuihin elementteihin on pyritty jo 1930-luvulla. (KK)

Termostaattiset suihkusekoittajat tulivat markkinoille jo 1950-luvulla, ensin yleisiin tiloihin ja sitten sirompina malleina asuintaloihin ja vastaaviin. Painonappimalli kehitettiin säästämään vettä lähinnä yhteisissä tiloissa.

Ammeita on käytetty jo antiikin Roomassa. Valurautaisia ammeita alettiin valmistaa Englannissa jo 1800-luvun alkupuolella. Suomeen ne levisivät viemäröinnin laajetessa. Valurautaa on pinnoitettu erilaisilla emaloineilla ja maaleilla. Teräslevyammeet tulivat markkinoille 1960-luvulla ja olivat kerrostaloissa kylpyhuoneiden vakioratkaisu. Lujitemuovi ja akryyli tulivat 1970-luvulla. Ammeiden muodot ovat vaihdelleet ja päämuodot ovat olleet istuma-amme ja täyspitkä amme.



Moderni amerikkalainen paremman väen kylpyhuone vm. 1906 kaikkine vekottimineen. Merkittävää on nurkassa oleva erillinen suihkukaappi monipäisine suihkuineen. Näitä asennettiin toki jokunen Suomeenkin esim. 1970-luvulla. Yksinkertaisia suihkukaappeja oli tarjolla sata vuotta sitten useita eri malleja - ainakin Yhdysvalloissa. Vakioituja kylpyhuoneratkaisuja oli useita versioita aivan pienistä kuvan esittämäkin isompiin. Mutta yksi näistä puuttuu ja puuttui vielä kymmenet vuodet ellei vielä tänäänkin: lattiakaivo. (Am)



Tämä Arabian esitekuva on 1930-luvulta. Vessan huuhtelu on paineventtiilillä. Huoneen lämmitystapa ei selviä, mutta 1960-luvulla alettiin käyttää ammeen sivuun asennettavia käyttöveden kiertojohtoon liitettäviä etulevypattereita.

Ainakin 1920...1950-luvuilla saatettiin isommissa asunnoissa sijoittaa vessa erilleen kylpyhuoneesta. Joissakin tapauksissa köyhisteltiin vielä 1960-luvulla Ranskassa esiintyneeseen tapaan eli jätettiin käsienpesuallas vessasta pois. Ei ihme, jos vatsataudit levisivät.

Öljykriisi 1970-luvulla alkoi vaikuttaa myös ammeiden käyttöön, siirryttiin suihkunurkkiin, jotka vähensivät myös tilan tarvetta. Ammeita korvaava vaihtoehto ilmestyi 1990-luvun lopulla, jolloin poreammeet tulivat markkinoille. Niiden suosio on kuitenkin hiipunut. Jonkin verran on palattu asentamaan tavallisia ammeita uudisrakennuksiin. Ulkotiloihin alettiin 2000-luvulla myydä kylpytynnyreitä. Puupintaisten mallien hygieniä ei voine olla korkea, ellei niitä puhdisteta ja desinfioida ahkerasti. Saatavana onkin muovisella tai rosterisisustuksella olevia malleja, joiden puhdistaminen on realismia.

1970-luvun elementtikylpyhuoneissa on ollut harmillisen paljon vikoja. Esimerkiksi seinämällisten lattiakaivojen liitokset ovat pettäneet ja seurauksena on ollut vesivahinkoja. Samoin vesieristykset yleensäkin ovat olleet kehoja. Tämänkin takia kylpyhuoneremonteista on tullut erittäin kalliita, sillä perusrakenteita on ollut pakko rikkoa ja uusaa.



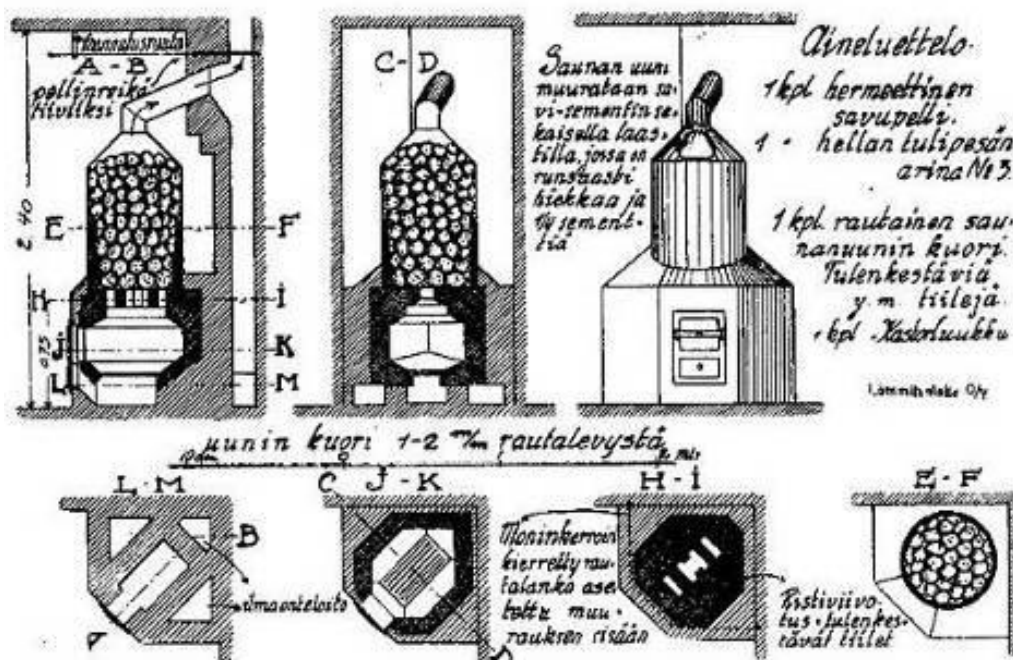
Pide-altaatkin tulivat paremmin varustettuihin kylpyhuoneisiin ja vessoihin 1930-luvulla. (KK) Näiden käyttö on Keski-Euroopassa yleistä, mutta Suomessa vessan pöntön vieressä oleva alapesusuihku on korvannut erillisaltaan tarvetta. Ulkomaalaisille bide-suihkun käyttöä on pitänyt opastaa.

Urinaaleja eli pisuaareja on tehty ravintoloihin ja vastaaviin posliinista tai kaakelimuurauksilla. Työpaikoille ja kouluihin on niitä tehty pellistä. Valokenno-ohjausta alettiin käyttää 1970-luvulla.

### Ja sitten saunaan

Talosaunojen alku oli 1900-luvun alussa, kun tyhjentyneistä tynnyreistä keksittiin tehdä kiuas. Tynnyriä oli käytetty jo savusaunassa kiuaskivikasaa koossa pitämässä.

Kehittyneemmässä mallissa rakennettiin tynnyrin päälle luukulla varustettu huuva, josta savupiippu johti ulos. Kivet laitettiin arinalle tulipesän päälle. Näin kertalämmitteinen sauna oli valmis. Muutamassa tunnissa sillä sai löylyjä isommallekin porukalle.



Lämmityslaite Oy:n varhaisimpia kiuasrakenteita (KK)

**LÄMMITYSLAITE OY**

Tämän saunan tulipesä on erikoinen kestävä.

**Valmiiksi muurattuja Kastor-saunanuuneja. Pyöreä Kastor-saunanuuni.**

Valmiiksi muurattu saunonuuni tehdään 1 tunnin kuluessa ja se voidaan valmiiksi muurattua tulipesää asettaessaan kiveäkin kunnostella. Kappaleella vesisäiliön asentaminen ja savupiipin asennus.

N:o	Saunan- nuunin mitat mm.	Vesialueen pinta-ala m <sup>2</sup> .	Hinta.
A	500	100	1300:—
B	600	140	1500:—
C	700	180	1700:—

Pyöreän valmiiksi muurattua Kastor-saunanuunin paikalleen asettaminen.

Kastor-saunanuuni toteutetaan osoon, jotka ovat yksikattaisella tavalla yhdistettyinä toisiinsa asennuspaikalle. Kastor-uni voidaan asettaa joko suoraan perustalle tai sopivista seinistä tehtyyn kiveeseen.

Ennen asettamista paikalleen nuuni alustetaan, johon tulipesä on asennettu. Täällä päälle asettaa kappale kappaleen vesisäiliön ja savupiipin. Tämä on parasta laatua saunonnuuni, jillista tai laakista. Laitteita löytyy kunnossapitokseen.

Pyöreän valmiiksi muurattavaksi kiveeseen, josta on tehtävissä valmiiksi muurattua tulipesää. Kappaleella muurattua nuunin sisään asennetaan nuuni, valmiiksi kerron asennusta, jossa on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin.

Sopivien kappaleiden valinnassa ohjeita on olemassa, että sen ja kappaleiden välillä on 3 mm. aukko.

Muunakin tyyliä kiveä seinä 2 vesisäiliön, ennen kuin saunonnuunin vesisäiliön paikalleen ja uusi tulipesä kiveeseen. Seuraksi voi alustaa valmiiksi muurattua tulipesää. Kappaleella muurattua tulipesää kiveeseen. Täällä järkevää käyttää muurattua tulipesää, jotka yhdistetään toisiinsa vesisäiliön avulla. Tämä tapauskoko voidaan kiveäkin asettaa nuuni. Tämä on kiveäkin muurattua tulipesää.

Kun vesisäiliön on tehty, laetaan nuuni kiveeseen. Kappaleella muurattua tulipesää, josta on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin. Kappaleella muurattua tulipesää, josta on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin. Kappaleella muurattua tulipesää, josta on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin.

Kun vesisäiliön on tehty, laetaan nuuni kiveeseen. Kappaleella muurattua tulipesää, josta on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin. Kappaleella muurattua tulipesää, josta on 3 osaa kiveä ja 1 osa savupiipin.

— 19 —

Kertalämmitteisen kiukaan kyljessä on vedenlämmitin. Reklaami 1932.(KK)

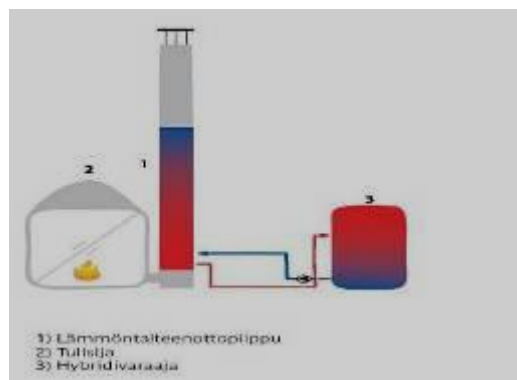
Myös suorakulmainen kiuasversio oli tarjolla.



Ratkaiseva uudistus tapahtui 1930-luvun puolella, kun Lämmityslaitte Oy keksi kanavoida tulipesän suoraan piippuun ja kivet laitettiin tulipesän päälle peltilaatikoon. Näin voitiin kiuasta lämmittää saunomisen ajan, eikä polttoaineen laadullakaan ollut väliä; mm. pienet oksat ja risut puulajista riippumatta kelpasivat. Kiuasmalli ei tästä ole kovin paljoa muuttunut. Kivitiilaan on voitu laittaa lämmönsiirtopintaa parantavat vaakasuorat savuputken pätkät ja ulkopinta on verhoiltu erillisellä vaipalla mm. liian korkean pintalämpötilan laskemiseksi. Jotkut ovat kutsuneet näitä kiukaita puuntuhojiksi alhaisen hyötysuhteen takia.

Kertalämmitteistä kiuasta käytettäessä pesuvesi lämmitettiin yleensä erillisellä puulämmitteisellä padalla. Näin lämmintä vettä saattoi valmistaa kiukaan käytöstä riippumatta. Jatkuvalämmitteisessä saunassa lämminvesisäiliö voi olla kiukaan kyljessä tai savupiipun ympärillä. Eräs ratkaisu on ollut kiukaan vieressä seisova lieriömäinen säiliö, josta on lähtenyt tulipesän sisään U-putki. Menetelmä on tehokas, joskin putki pienentää tulipesän hyötytilavuutta. Malli on poistunut markkinoilta.

Jatkuvalämmitteisten kiukaitten palamishyötysuhdetta korjaamaan on Hormiproffa Oy kehittänyt vesivaipallisen patentoidun savupiipun, josta lämpö saadaan hyödyksi. Lämpöä talteen ottava savupiippu sopii tietysti myös uunien ja liesien piipuksi.



Kuva, ks Hormiproffa



## Sähköä kiukaaseen

Sähkökiukaat kehitettiin lähes vahingossa 1930-luvun loppupuolella samalla, kun sähköliedet tulivat markkinoille. Varsinaisesti ne löivät itsensä läpi vasta 1960-luvulla, jolloin sähköverkot vahvistuivat. Sähkökiukaan huonoksi puoleksi tunnistettiin punaisena hehkuvat vastukset, jotka saavat aikaan plus-ioneita.

2000-luvulla tuli uusi keksintö eli kivillä ympäröity verhoiltu verkon varassa oleva tornimainen kiuas. Perinteistä alhaisempi vastuslämpötila saa aikaan monien mielestä miellyttävämmän löylyn kuin alkuperäinen sähkökiuas. Myös vuolukivilevyillä päällystetyt kiukaat tulivat markkinoille. Eräs uudehko versio on jatkuvasti sähköllä lämpimänä pidettävä eristetty kiuas, jolloin saunomin voi alkaa pian sen jälkeen, kun päällä oleva luukku on avattu. Sähkökiukaiden eräs etu on mahdollisuus ohjata lämpö päälle ajastimella tai mobiililaitteilla.

## Öljy- ja kaasulämmitteisiä suurkiukaita

Yleisiä saunoja varten tuotiin markkinoille myös öljypolttimella oleva kiuas 1960-luvulla. Myös kaasua on käytetty. Yleisten saunojen muutoinkin hävitessä öljylämmitteisen markkinat poistuivat. Lähinnä uimahalleissa, kylpylöissä, uimareiden majoilla ja muilla harrastusporukoilla on edelleen suuria yleisiä saunoja vastaavine kiukaineen..

## Höyryä ja infrapunaa

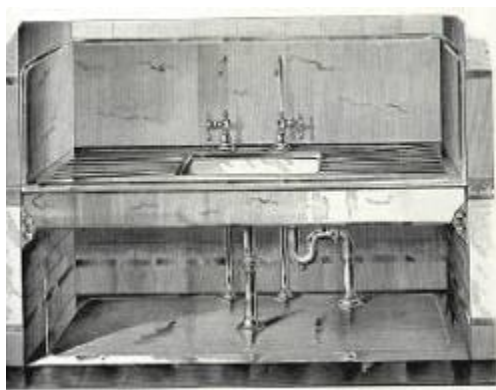
Kylpylöiden erikoisuus on höyrysauna, johon höyry saadaan pienestä sähköllä lämpiävästä höyrykehittimestä. Höyryyn on helppo sekoittaa hajusteaineita. Höyrysaunoja käytettiin jo antiikin Roomassa. Osmanien höyrysauna on 800 vuoden takaa. Höyrysaunoja alettiin asentaa Suomalaisiin kylpyläkohteisiin 1970-luvulla. Tavanomaisen tai höyrysaunan saa elementtirakenteisina kotiinsakin. Eräs sähkösaunan laji on infrapunasauna. Noin 60 asteen lämpötilassa kerrotaan säteilylämmityksen rentouttavan.

## Saunan ilmanvaihto selvitettiin VTT:llä

Saunojen oikeasta ilmanvaihtotavasta on ollut jokaisella oma käsitys. VTT teki 1960-luvulla Otaniemessä erityisen saunalaboratorion, jossa mittauksin ja aistinvaraisesti tutkittiin eri ratkaisujen vaikutusta saunomisen nautittavuuteenkin. Lopulta päädyttiin siihen, että tuloilma tulisi tuoda kiukaan päälle, jossa se sekoittuu nousevaan kuumaan ilmapirtaan ja tulee hengitysvyöhykkeelle lämmentyneenä eikä mene oikosulkuvirtauksena palamisilmaksi kiukaaseen. Sähkösaunoissa ja kertalämmitteisissä poisto sijoitetaan lauteiden alle varmistamaan jatkuva ilmanvaihto. Lauteiden päälle sijoitetaan helposti avattava ns. pikaventtiili poistoa varten. Sitä voidaan tarvita mm. kuivatuksen ajaksi.

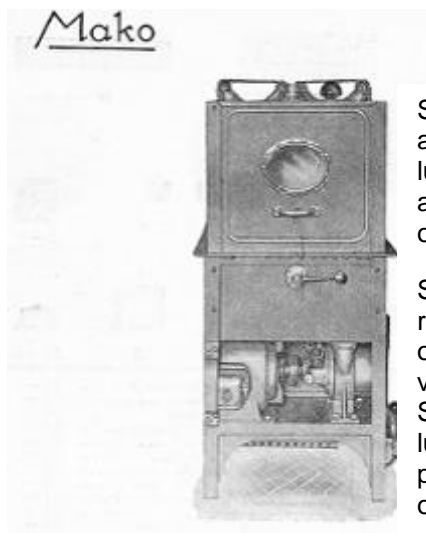
## Keittiön juokseva vesi

Ruostumattomia tiskialtaita tuli markkinoille jo 1930-luvulla, mutta sota ja sitä seurannut pula-aika johti sinkittyjen altaiden käyttöön, rosteria ei ollut saatavissa. Sinkitys kului aika pian ja pesupöytiä kylmäsinkittiin ja paikattiin, kunnes ruostumattomat materiaalit tulivat uudelleen myyntiin. Jotkut onnelliset kävivät pula-aikana hakemassa Ruotsista rosterialtaan.



Alun perin tiskialtaatkin olivat sinkittyä peltiä. Porhoille oli tarjolla marmorisiakin 1800-luvulla (Am). Puhtaanapidon kannalta rosteriallas oli ylivoimainen. Mainos on vuodelta 1936 (KK). Ruotsihan on melkeinpä koko ruostumattoman teräksen kehittäjää. Rosterista tehtiin myös käsienvesualtaita jo 1930-luvulla. Sittemmin ne korvasivat valurautaiset emaloidut kaatoaltaat siivouskomoista ja teknisistä tiloista.

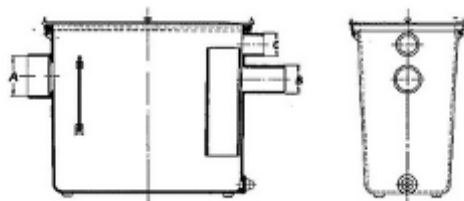
Vanhimpiin keittiöihin tuli vesijohtoverkoston asentamisen jälkeenkin usein vain kylmä vesi. Keskuslämmityksen tai asuntokohtaisen vedenlämmittimen avulla keittiöön saatiin myös juokseva lämmin vesi. Kehitys kulki erillistä kylmä- ja lämminvesihanoista tai kaksiotehanoista yksiotehanoihin kuten pesualtaissakin. Erikoisuutena yritettiin 1990-luvulla hanoihin ujuttaa elektroniikkaa ja nuolinäppäintekniikkaa, mutta siitä tuli tietenkin floppi. Mutta 2010-luvulla asia on nostettu uudelleen esille. Pesukoneitten vuotoja minimoimaan on kehitetty ajastimella toimivat hanat.



Suurkeittiöihin on ollut tarjolla astianpesukoneita jo 1920-luvulla. Kuvassa kotimainen astianpesukone vm. 1937. Sitä oli myyty jo 20 kpl. (KK)

Suurkeittiöviemäreiden rasvanerotus on aina ollut ongelmallinen. Suomeen tuotiin valmiita rasvanerottimia Saksasta ainakin 1930-luvulla. (KK) Betonisia paikan päällä rakennettavia mallejakin oli.

#### FETTSAMLARE



Uudenaikaiset kotien keittiöihin valmistetut astianpesukoneet yleistyivät 1970-luvulla, joten niitä varten tehtiin hana ja tila kalustukseen. Keittiöhanojen varustukseen on 2000-luvulla noussut vähitellen suurkeittiöistä tuttu esipesusuihku astioiden esihuuhteluksi. Uudet tehokkaat astian- ja pyykinpesuaineet 1970-luvulla johtivat siihen, että vanhojen betonisten jätevesiviemäreiden saumat alkoivat vuotaa. Aiemmin rasva oli suojellut niitä. Toisaalta kiinteistöjen keittiöviemäreiden tukkeutumiset vähenivät, mikäli putkiston kaadot olivat kunnossa.

#### Kaikenlaisia vesilaitteita

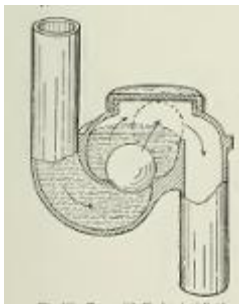
Kouluissa ja joissakin muissa julkisissa tiloissa juomavesipisteet olivat tavanomainen varuste 1970-luvulle. Mutta nykyään ne ovat pääosin hävinneet. Suomalaisen vesijohtovesi on kuitenkin usein parempaa kuin jokin muoviastiassa seisotettu vesi puhumattakaan hampaita syövästä ja lihottavista limskoista ja energiajuomista.



Sylkyastiat olivat käytössä vielä 1930-luvulla ja sen jälkeenkin yleisissä tiloissa. Vasemmalla tyylikäs juomavesipiste. (KK)

### Ilmastointikoneetkin vaativat viemärin

Ilmastoinnin jäähdytyspatterit ja kostutinosat vaativat viemärin. Jos ne sijaitsevat imupuolella, on käytettävä vesilukon kuivuesa sulkeutuvaa mallia. Ratkaisu on maaimalla ollut olemassa jo 1900-luvun alusta.



Vesilukon kuivuessa sulkeutuva vesilukko vm. 1907 (ASC). Ratkaisu estää myös takaisinvirtauksen viemärin tulviessa.

LVI-puolella vastaava ns. pingispallomalli tuli käyttöön IV-koneitten vesilukoksi 1980-luvulla. Tosin vielä 2010-luvullakin sen käyttö on joillekin ollut uutta.

Alempana kuvassa Fläkt Woodsin myymä malli. Johtuneeko myyjän päätoimialasta, etteivät kaikki putkiurakoitsijat tunne koko laitetta ja sen ideaa? Sen tulisi ehkä kuulua IV-urakkaan.



Vesilukko alipaineasennukseen GLAZ-26

IV-konehuoneiden lattiakaivojenkin vesilukot tyhjenevät, sillä niihin ei tule vettä pitkiin aikoihin. 1990-luvulla kehitettiin uudelleen itsestään sulkeutuvat vesilukot. Tätä ennen lattiakaivojen vesilukkoihin voitiin johtaa vettä kallokytkimen ohjaamana esim. kerran parissa viikossa. Toinen tapa hoitaa asia on tehdä viemäriputkista yli puolimetriä korkea vesilukko, josta vesi ei ehdi haihtua talven tai siivousjaksotuksen aikana. Tosin monissa kiinteistöissä konehuoneet eivät kuulu normaalin siivouksen piiriin.

### Legionella nitistetään lämmöllä

Lämpimään käyttövedeen alettiin yhdistää pyyhkeiden kuivaustelineitä ja kylpyhuonepattereita jo 1930-lvulla. Myöhemmin lämmitettiin märkätilojen lattiaa. Legionellabakteerin aiheuttamat kuolemat ulkomailla havahduttivat tutkimaan lämpimän käyttöveden laatua jo 1980-luvulla. Todettiin, että käyttövesisäiliöissä on oltava vähintään 55 °C, eikä erillislämmittimiä saa yhdistää kiertojohtoon ainakaan niin, että ne voitaisiin sulkea. Seisovassa jäähtyneessä vedessä voi alkaa bakteerikasvu. Putkisto pitääkin rakentaa siten, ettei sinne synny pussinperiä tai varusteosia, joita virtaus ei huuhtelee.

Hengenvaarallisen keuhkokuumeen aiheuttavat bakteerit pääsevät hengitysilmaan pesutilanteissa suihkua käytettäessä. Uudet määräykset käyttöveden lämpötilalle tulivat

voimaan 1990-luvulla aiheuttaen esim. joillekin käyttövesisäiliön vaippalämmitystä käyttäville lämpöpumppuvalmistajille ongelmia, sillä lauhdutuslämpötila ei nosta riittävästi lämpötilaa. Niinpä on käytettävä erillisiä sähkövastuksia. Erillisellä tulistinlauhduksella tilanne oli hallinnassa. Tulistinlämmönsiirintä käyttävät muutamat suomalaiset valmistajat.

Eräs legionellalähde voi olla teollisuuden, laboratorioiden yms. hätäsuihkuverkosto. Ruotsissa henkilö kuoli hätäsuihkusta saamaansa tartuntaan. Hätäsuihkuvesi on pidettävä kuumana ja suihkut varustettava hyvälaatuisilla termostaattisekoittajilla. Epäjatkuvassa käytössä voidaan järjestelmässä kiertävä vesi lämmittää yöajaksi kuumaksi desinfiointia varten; päivällä kiertää silmäsuihkuun sopiva 38-asteinen vesi.

### Vesiämpäreistä sprinkleriin

Suomen kaupungit paloivat 1900-luvulle saakka tyypillisesti 30...40 vuoden välein. Avotulia käytettiin valaistuksessa. Liesien ja uunien hormien nokipalot ja halkeamista lähtevät tulipalot olivat yleisiä. Pärekatot syttyivät herkästi. Myös tuotantolaitoksissa oli avotulia kuten tulitöitä, ahjoja ja leivinuuneja. Pölyä ja roskaa riitti. Tupakointi ja juopottelu olivat yleisiä. Palolähteitä oli riittävästi.



Ennen polttomoottoripumppuja oli rikkaimmille palokunnille tarjolla höyrykonekäyttöisiä ruiskuja. Kuvassa (BHa) Tampereella käytössä ollut Tukholmassa 1889 valmistettu ångspruta. Sen käyttöönoton nopeudesta eli höyrynpaineen nostaajasta ei ole tarkkaa tietoa. Ehkä pannu lämpeni jo matkalla palopaikalle.



Käsi käyttöiset paloruiskut olivat kuitenkin kiinteistöjen alkusammutuskalustoa ja palokuntienkin arkipäivää vielä 1910-luvulla.

Kaksimäntäisen paloruiskun kehittivät jo antiikin roomalaiset. (KK)

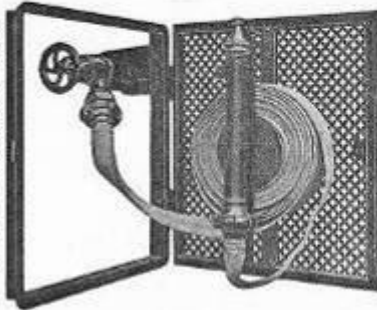
Rakennuksiin alettiin asentaa paloposteja yleisemmin 1900-luvulla. Ne merkitsivät tuntuvaa parannusta paloturvallisuuteen.



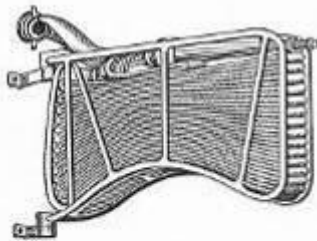
Mako

**Letkukaappi**

seinään muurattava, kehys 460×510 m/m. Letkukela on mukavasti kiinnitetty kaapin oveen. Kelaan mahtuu 15 mtr. 1 1/2" letkua. Nopealla ja yksinkertaisella otteella irroituu suihkuputki pidikkeestään ja letku juoksee ulos kiertymättä. Kaappi toimitetaan maalattuna ja mukana seuraa 1 1/2" palopostiventtiili pikaliittimellä sekä 1 1/2" suihkuputki pikaliittimellä.



Hinta täydellisenä ilman letkua ..... Smk. 900: —

**Letkuhylly**

rautainen, saranoilla seinään kiinnitettävä. Letku sijoitetaan hyllyyn laskoksilta ja vedetään ulos kiertymättä. Hyllyyn mahtuu 60 mtr. 2" letkua liittimineen. Nostamalla hyllyn saranoiltaan voi koko letkumäärän tarpeen vaatiessa helposti siirtää lähemmäksi palopaikkaa.

Hinta maalattuna Smk. 275: —.

Samanlainen kuin edell. 20 m. 2" letkuille.

Hinta maalattuna Smk. 225: —.

**Sulakkeita**

palo-ovia varten ..... Smk. 14: —.

Makon paloposteja vm. 1937 (KK). Sen jälkeen ei ole oleellisia muutoksia tullut. Pikapalopostikaappeihin on tapauksesta riippuen alettu asentaa myös jauhesammuttimia.



Suomeen automaattinen vesisprinklerijärjestelmä tuli Englannista. Aluksi näitä asennettiin paloherkkiin tehdasrakennuksiin kuten tekstiiliteollisuuteen. Ensimmäinen merkittävä kohde oli 1890-luvulla Tampereelle Finlaysonin ns. kuusvooninkinen kehräämörakennus, jonka 1-rakennusvaihe oli valmistuessaan 1838 Pohjoismaiden korkein kerrostalo. Kuvassa (BHa)



näkyä kuusvooninkisen vanhoille tehtaille tyypillinen vesitorni, jollaisia tarvittiin, ennen kuin kunnalliset vesilaitokset kehittyivät teholtaan ja luotettavuudeltaan tarpeeksi. Niinikään Tampereelle valmistui 1900 Suomen ensimmäinen kokonaan jo rakennusvaiheessa sprinklattu rakennus: Lapinniemen puuvillatehdas. Rakennus ja sen sprinklerivesitorni on edelleen nähtävissä Tampereen Naistenlahden rannalla.

Pitkään sprinklauksessa oli vain yksi toteutustasovaihtoehto, joka oli varsin raskas. 1990-luvulla levisi laivoissa jo pitkään ollut sumusammutusjärjestelmä jonkin verran myös rakennusten ratkaisuksi. Sen hyviä puolia on vähäinen kunnallisveden tarve, vähäiset vesivahingot ja joissakin palotyypeissä vesiriskutusta parempi tunkeutuminen esim. kalusteiden ja esteiden alle.

Vasta 2000-luvulla alettiin hyväksyä vaihtoehtoksi kevytsprinklaus, jossa suuttimet toimivat paikallisen kunnanvesijohdon paineella. Muoviputkista valmistettu järjestelmä on varsin helppo ja nopea asentaa. Puukerrostaloissa sprinklaus on välttämätön. Sumusammutus on saavuttanut niissäkin suosiota, sillä sen avulla välttyään vesivahingoilta.

Alkusammutukseen on ollut saatavissa vaahtosammuttajia jo 1900-luvun alusta. Jauhesammuttimet tulivat yleiseen käyttöön jo 1970-luvulla ja sittemmin niiden hinta on laskenut varsin alas. Sankoruiskuja on käytetty yleisesti vielä 1960-luvulla ja niitä valmistetaan vieläkin. Sankoruisku on tehokas sammutin ja sitä voi käyttää esim. puutarhassa muihinkin tarkoituksiin.

Keskitettyt kaasu- ja vaahtosammutusjärjestelmät ovat oma alueensa, joita tarvitaan sähkötiloissa ja palavien nesteiden käsittelylaitoksissa.

### **Uima-altaat tulivat ja menivät - ja taas tulevat?**

Uima-altaita on rakennettu jo 3000 vuotta sitten, mutta vasta 1800 alettiin niitä rakentamaan nykyaikaisiin kaupunkeihin. Suomessa elintason nousu ja halpa öljy innostivat jo 1960-luvulla rakentamaan erityisesti pientaloihin, mutta myös joihinkin kerrosaloihin uima-altaita. Myös joidenkin työpaikkojen sauna-osastoille tehtiin uima-allashuoneita. Laitemyyjiä oli useita. Öljyn hinnan nousu 1970-luvulla sai monet lopettamaan altaiden lämmittämisen, nehan vaativat kahta kautta lämpöä: 1) Itse veden lämmitys 2) Runsaan ilmanvaihtoilman lämmitys, jota tarvitaan kosteuden hallintaan. Tinkimällä ilmanvaihdosta on saatu rakennukselle kosteusvaurioita. Uima-allashuoneitten rakennustekniikkakin alkaa olla jo hallinnassa. Aiemmin kosteuskuorman merkitystä tai koko kosteiden tilojen rakennusfysiikkaa ei aina hallittu.

1970-luvulta saakka uima-altaisiin on saatu haihtumista ja roskaantumista vähentäviä kansi- ja peiteratkaisuja. Uimista on tehty mielekkäämmäksi vastavirtalaitteistolla. Useiden alkuperäisten altaiden ongelmana on ollut puutteellinen vesieristys tai sen rikkoutuminen. Monilla oli sellainen harhakäsitys, että laatoitus on vesieristys, vaikka se on lähinnä vain mekaaninen maski vesieristeen päällä. Useimmat uima-altaat on tyhjennetty ja toimivat varastona tai sitten on täytetty hiekalla ja valettu päälle lattia. Uusiin luksustaloihin on jälleen alettu tehdä uima-altaita - joko sisälle tai ulos.

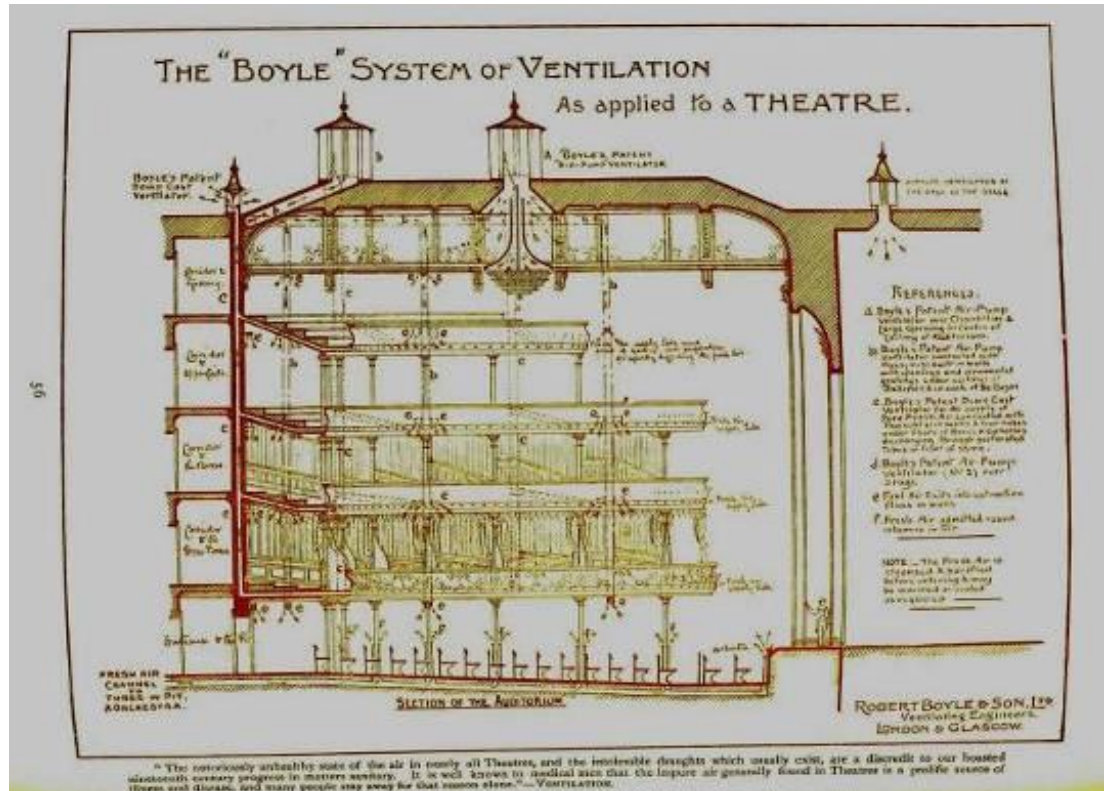
Itse uima-allaslaitteistossa on tapahtunut suodatinpuolella merkittävää kehitystä. Vanha ja hyvä suodatin on ollut piimaasuodatin samoin kuin hiekkasuodatin. Altaan bakteeripitoisuutta pidettiin kurissa pH:n säädöllä käyttämällä mm. lipeää. Natriumhypokloriittia - tai kloorikaasuja käytetään isommissa altaissa mikrobien torjunnassa. Kemikaalipainopiste on siirtynyt vähemmän ärsyttävään otsonin käyttöön.

Kylmäallas eli jacuzzi on melko turvallinen ratkaisu, sillä siitä ei käytännössä haihdu kosteutta eikä vedessä muhi kovinkaan paljon bakteereita. Lisäksi kylmä kylpy toimii avantouinnin tavoin ja auttaa joissakin oireissa.

2000-luvulla on taas jonkin verran alettu asentaa uima-altaita jopa kesähuviloille. Eräs syy erityisesti Saaristomeren alueella on levien pilaama merivesi. Leväkasvuston pääsy on maatalouden lannoitepäästöt, ei LVI-tekniikka.

## Ilmastointi = sisäilman hallintaa

Ilmastointi = sisäilman laadun eli puhtauden, kosteuden ja lämpötilavaihtuvuuden hallinta



Painovoimaista ilmanvaihtoa yritettiin käyttää vielä 1885 epätoivoisesti. Englantilaisen Boylen "Ilmapumppu-patentin" periaatteella oli rakennettu yli 100.000 ilmanvaihtolaitosta ja esimerkkimateriaalia alkoi olla runsaasti. (Am)

Vaikka painovoimainen ilmanvaihto saatiin toimimaan juohevalla poistokanavilla ja poistoilmaa lämmittämällä, oli ilman sisääntuot sen heikkous. Vedottomasti se ei kylmässä ilmanalassa kertakaikkiaan toiminut siedettävästi. Lisäksi satunnaiset säähäiriöt kuten tuuli sotki koko systeemin. Ilma tuli sisään tuulen puolelta ja saatoi poistua tuulen alapuolisen seinän kautta.



Painovoimaisen ilmanvaihdon erilaisia poistopiippuja sai Englannissa ja USA:ssa ostaa sarjavalmisteisena esim. 1880-luvulla. (Am)

Kaikenlaiset kattotornit olivat myös uusgotiikan ja uusromantiikan ajan arkkitehtonista muotokieltä. Niitä tarvittiin monissa tapauksissa painovoimaisen ilmanvaihdon tehostamiseen. Koneellinen ilmanvaihto poisti niiden tarpeen, vaikkakin vielä jugend- (art nouveau-) rakennuksissakin niitä näkyi.



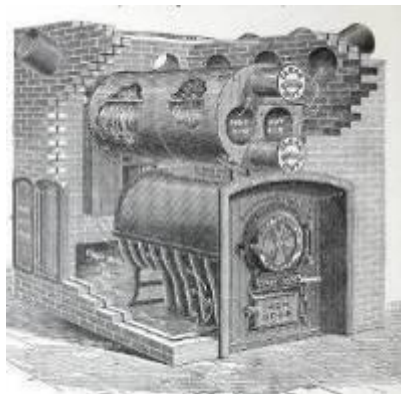
1800-luvun alkupuolen kalorifer-järjestelmän ja kamiinalämmityksen hybridi on kokometallinen lämminilmauuni, josta ilma johdetaan peltikanavilla huoneisiin.

Yhdysvalloissa menetelmä oli yllättävän suosittu pitkälle 1900-luvulle. Ei ollut veden aiheuttamaa vuotoaaraa, korroosiota tai jäätymistä eikä huonekohtaista sähläämistä roskaavan polttoaineen kanssa.

Lämpötilan hallinta kiinteitä polttoaineita käytettäessä on ollut väkisin keho. Lämminilmauuneja tehtiin isommillekin kiinteistöille.

Kalorifer-järjestelmään verrattuna parempaa oli se, että yleensä lämmitettävä ilma kanavoitiin suoraan uunin konvektio-osaan. Näin tuloilmaan ei sekoittunut polttoainetta lisättäessä tai uunia puhdistettaessa epäpuhtauksia, jotka olivat vanhassa järjestelmässä yksi riesa.

Uunissa oli usein myös vedenlämmitinosa ja jopa kostutusvesisäiliö. (Am)



Lämminilmauunin sydän voitiin asentaa myös muurauksen sisään, mutta tämä menetelmä korvaantui isommissa kohteissa kytkemällä kaksi kokometallista lämminilmauunia rinnakkain. (Am)

**ILMARI**

Medelst „ILMARI“ kan rummen ventileras under hvarje årstid oberoende af väderleken.

„ILMARI“ är praktisk och funktionerar väl.

„ILMARI“ är nödvändig i hvarje sjuk- och sothum samt kök.

„ILMARIS“ tillverkare är

**O. Y. G. W. SOHLBERG A. B.**  
Bleck-, Plåt- & Kopparslageri.  
Bergmångatan 29. Telefoner 80 och 33 70.

**UTSUGNINGSVENTILER**  
littera L

Med gjutna lameller

Övre utsugningsventilerna förses med tvenne trissor för regleringssnodden, då däremot nedre utsugningsventilerna levereras utan trissor.

Avattavat ikkunat ja poistoventtiili keittiössä ja vessassa - siinä 1900-luvun alun suomalaisten asuintalojen ilmanvaihtoratkaisu, joka kesti 1960-luvulle saakka. (KK)

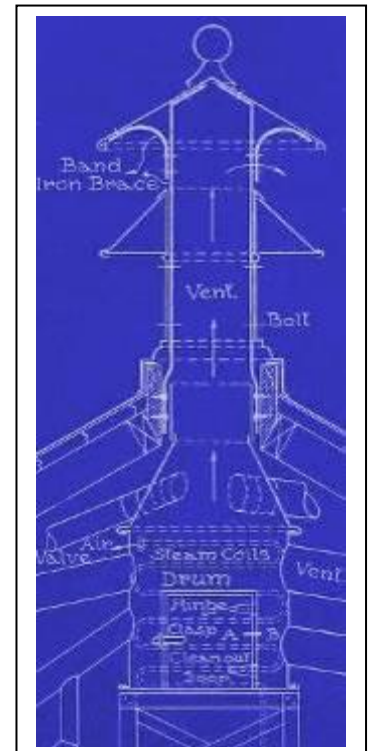
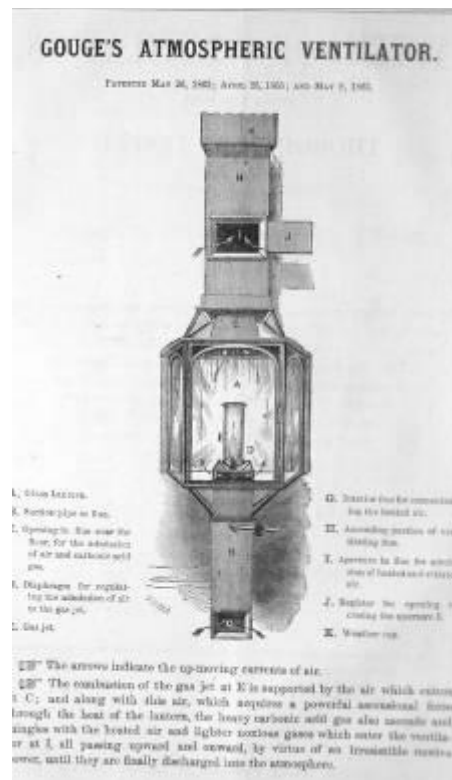
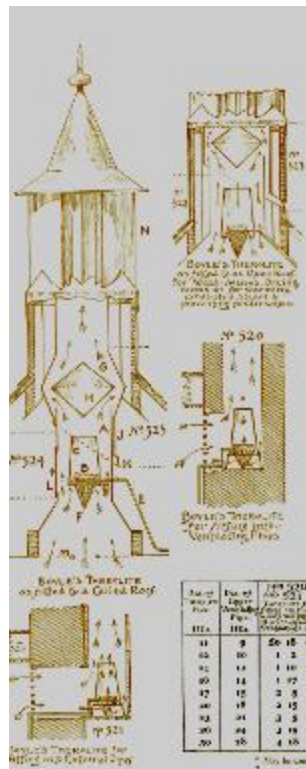
Ikkunatuuletuksen vedon pienentämiseksi kehitettiin ns. terveysikkunat eli ikkuna yläruutu oli makaava suorakaide, joka oli saranoitu alareunastaan. Näin sisään tuleva ilmasuihku suuntautui katon rajaan ja sekoittui lämpimään sisäilmaan. Myöhemmin eli 1950-luvulla otettiin käyttöön **tuloilmaikkuna**, jossa ikkunalasien välissä sisään tuleva ilma esilämpeni ja johdettiin sisimmäiseen pokaan tehdyn säädettävän rakoventtiilin kautta huoneeseen. Kovalla

pakkasella venttiili oli paras sulkea, muutoin ikkunan lähellä oli varsin kylmää, vaikka alla olikin lämmityspatteri. Sisään virtaava ilma jäähdytti koko ikkunaruuua.

Painovoimaisen eli luonnolliseksikin kutsutun ilmanvaihdon toimintaan on liittynyt paljon harhakuvia. Eräs näistä on uunien käyttö ilmanvaihtolaitteena. Uuneissa ei kuitenkaan pidetä tulta kahtakaan tuntia päivässä aivan kovia pakkasia lukuunottamatta. Liedessä on voitu pitää tulta päivän mittaan, mutta vastaavasti on ollut porisemassa vettä ja kuivumassa pyykkiä. Huoneiden ilmanvaihto perustui pitkälti hatariin ikkunoihin, ulko-oviin, ulkoilmaventtiileihin ja korkeiden huoneiden antamaan ilmatilapuskuriin.

Painovoimainen ilmanvaihto on tehokkainta silloin kuin sitä vähiten haluaa eli kovalla pakkasella ja myrskyllä. Painovoimainen ilmanvaihto edellyttää, että rakenteissa on rakoja tai käytetään ulkoilmaventtiileitä. Näiden kautta pääsevät ulkoilman haitalliset hiukkaset ja häiritsevä ääni sisälle.

Jos ei ole lämpökuormaa eikä tuulta, on hormivoiman aikaansaamiseksi lämpötilaeroa kehitettävä keinotekoisesti. Keski-Euroopassa asennettiin sairaaloiden ja julkisten tilojen poistokanavaan höyrypattereita tai kaasulla toimivia avotulia.



Vasemmanpuoleisissa kuvissa (Am) on avotuli eli kaasuliekkiratkaisuja poistoilman saamiseksi liikkeelle. Helppo arvata, miten siinä käy, kun pölyiseen poistokanavaan laitetaan avotuli rakennuksen vintille.

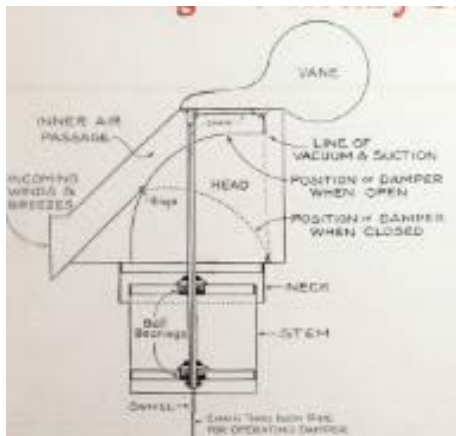
Oikeanpuoleisessa kuvassa eletään jo vuotta 1908. Ratkaisussa (Am) poistoilmaa ja samalla harakoita lämmitetään turvallisesti höyrypatterilla. Että se siitä ekologisuudesta.

Painovoimaista ilmanvaihtoa on yritetty tehostaa tuulen avulla. Erilaisia tuulessa kääntyviä tai tuulen avulla muotoilunsa takia imua parantavia laitteita on ollut tarjolla jo 1800-luvulla. On kehitetty myös pyöriä luonnonvetoisia tuulettimia.





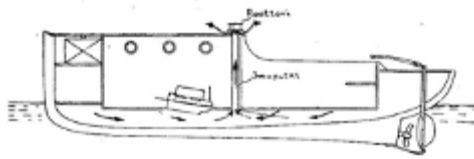
Välimeren rannalla painovoimainen tai merituuleen perustuva ilmanvaihto on edelleen vakioratkaisu. Tuulessa pyöriviä imureita myydään kuvan (BHa) peltialan liikkeessä kastelukannujen ohessa. Teollisuusrakennuksiin tätä laitetyyppiä tehdään metrin halkaisijaan saakka. Poistoilmapiippu oikeanpuoleisessa kuvassa (BHa) antaa arkkitehtuurille ideointimahdollisuuksia



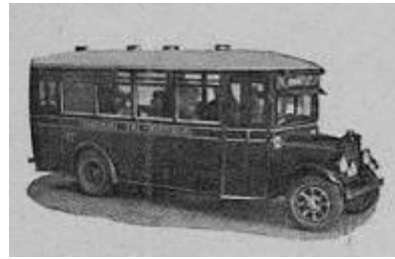
Ilmanvaihdon parantamiseksi kehitettiin kymmeniä erilaisia vetoa tehostavia poistopiippujen sadekatoksia, tötteröitä ja tuulessa pyöriviä imureita. Vasemmalla puolella olevasta poistoilmakatoksesta on edelleen erilaisia versioita. Prosessilämpöä tuottavissa teollisuuslaitoksissa näitä asennetaan harjan suuntaisesti. On myös harjaan nähden poikittaisia versioita. Kuvat Am.

Painovoimaisen ilmannvaihdon tehostamiseksi arkkitehti Sigurd Savonius kehitti laivasovelluksen perusteella nimeään kantavan tuuliroottorin 1920-luvulla. Pian sen käyttö levisi ennen sähkömoottoreiden yleistymistä kaupunkitalojen katoille ja tehdaslaitoksiin, laivoihin, linja-autoihin, ambulansseihin, maakellareihin ja huoltoasemille. Roottori tehosti ilmanvaihtoa aina kun tuuli. Roottorista kehitettiin myös tuulimylly, jollaisia tehdään edelleen. (KK)





Savonius-tuuletinjärjestelmä moottorivaihtoa.



## SAVONIUS-TUULETTAJAT

Savonius patenteja.

Keskituulinopeudessa (4 m/sek.) tunnissa vaihdettu ilmamäärä m<sup>3</sup>  
lämpeä- ja ulkoilmalämpöjen oltessa samat.

		ROOTTORI-Imuri						
		15	20	30	50	75	100 cm	
	Kaukaloipimita							
	Vastus $\alpha = 1.0$	160	200	345	1028	3070	6960	
	0.8	151	238	331	1190	3390	5920	
	0.6	128	201	452	1256	2830	5000	
	0.4	99	156	350	972	2190	3880	
0.2	59	95	189	580	1310	2320		
Maksimaalinen ilmanopeus:		Maksimaalinen tyhjiö:				TEHOLUKU: 7,9		
58 % tuulennopeudesta		152 % tuulenpainosta						
		SINUS-Imuri						
		15	20	30	50	75	100 cm	
	Kaukaloipimita							
	Vastus $\alpha = 1.0$	135	212	475	1308	2699	5300	
	0.8	120	188	424	1176	2656	4760	
	0.6	100	154	340	900	2168	3840	
	0.4	75	120	265	748	1680	2920	
0.2	44	70	157	436	980	1740		
Maksimaalinen ilmanopeus:		Maksimaalinen tyhjiö:				TEHOLUKU: 3,5		
47 % tuulennopeudesta		95 % tuulenpainosta						
		TÄHTI-Imuri						
		12	15	20	30	50	75	100 cm
	Kaukaloipimita							
	Vastus $\alpha = 1.0$	76	115	210	470	1315	2970	5260
	0.8	66	118	185	415	1185	2600	4660
	0.6	55	96	150	335	936	2110	3700
	0.4	39	70	115	248	682	1540	2750
0.2	23	40	68	140	390	880	1550	
Maksimaalinen ilmanopeus:		Maksimaalinen tyhjiö:				TEHOLUKU: 3,2		
47 % tuulennopeudesta		80 % tuulenpainosta						
		RENGAS-Imuri						
		12	15	20	30	50	75	100 cm
	Kaukaloipimita							
	Vastus $\alpha = 1.0$	88	156	295	550	1530	3650	6160
	0.8	70	124	195	440	1293	2730	4850
	0.6	50	89	140	315	850	1860	3260
	0.4	34	60	95	215	590	1340	2310
0.2	18	30	50	110	310	700	1240	
Maksimaalinen ilmanopeus:		Maksimaalinen tyhjiö:				TEHOLUKU: 2,5		
55 % tuulennopeudesta		35 % tuulenpainosta						
		SPN-painekupu						
		15	20	30	50	75	100 cm	
	Kaukaloipimita							
	Vastus $\alpha = 1.0$	180	280	640	1750	4000	7100	
	0.8	157	235	500	1550	3600	6250	
	0.6	115	170	480	1325	3000	5350	
	0.4	100	160	360	1070	2200	4000	
0.2	55	85	195	535	1100	2150		
Maksimaalinen ilmanopeus:		Maksimaalinen ylipaine:				TEHOLUKU: 9,7		
62 % tuulennopeudesta		100 % tuulenpainosta						
	Savonius VEDOTON seinäventtiili							
	telee							
	huoneiden jatkuvan tuuletuksen mahdolliseksi vetoa synnyttämättä.							

S-ROTORN  
VÄRLDPATENT

RUTTIGS-ENKLAST, EFFIKVÄRTE OCH BILLIGASTE

VINDMOTOR

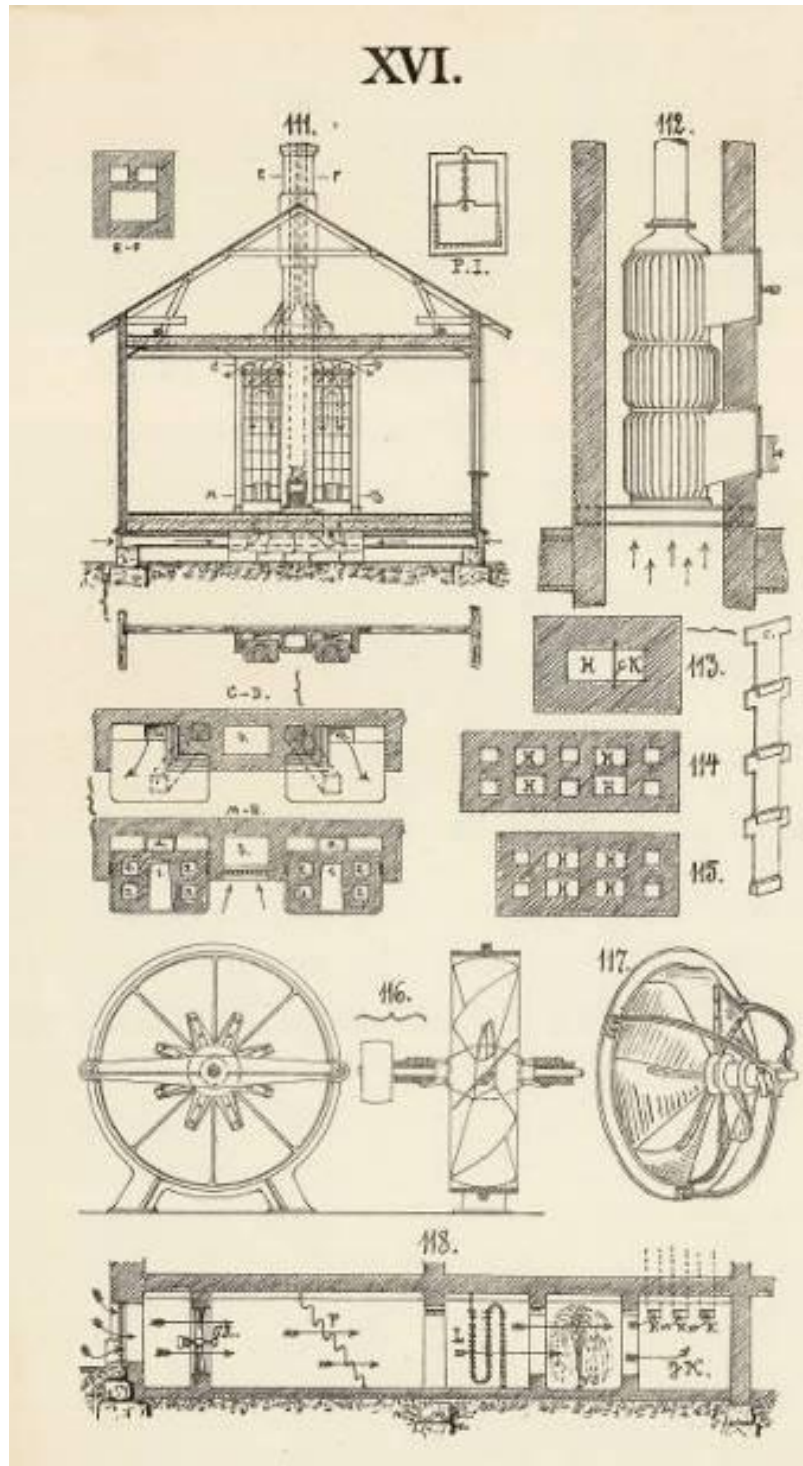
SAVONIUS & Co  
HÅLLINGSFÖR. TELEF. 62 64  
ÅKERSTRAK 10

Savonius ja Kumppanit oli globaali yritys, jolla oli jälleenmyyjä useissa maissa. (KK)



Savonius-roottorit  
pyörivät vinosti  
edelleen 2015  
tamperelaisen  
kerrostalon katolla  
Hämeenpuiston  
vieressä (BHa)

1900-luvun alussa oli jo kehitelmiä ilmastointikoneiksi. Allaolevan kuvan alaosan koneessa on puhallin, suodatus, lämmitys, kostutus tai haihdutusjäähdytys. Ylempänä on ulkoilman tuonti valurataisille rivoitetuille uuneille lattian alla olevia kanavia pitkin. Ratkaisua käytettiin erityisesti Ruotsissa. Kuvalähde tuntematon ruotsalainen oppikirja.



Kuitenkin valtaosa 1900-luvun alun rakennusten ilmanvaihdosta perustui painovoimaan.

Sähkötekniikka, sähkön tuotanto ja -moottorit kehittyivät nopeaa vauhtia ja koneellinen ilmanvaihto löi itsensä läpi.

Oy Strömberg Ab (Suomen Sähkö Osakeyhtiö Gottfr. Strömberg) valmisti ja edusti ilmanvaihtolaitteita vielä 1930-luvulla.

Yrityksen tuuletusesitteen johdantoteksti on edelleen täyttä rautaa.

## *Vietätte 90% elämästänne sisällä*

Raikas ilma työhuoneessanne ja muualla, missä joudutte päivittäin oleskelemaan, merkitsee Teille arvaamattoman paljon.

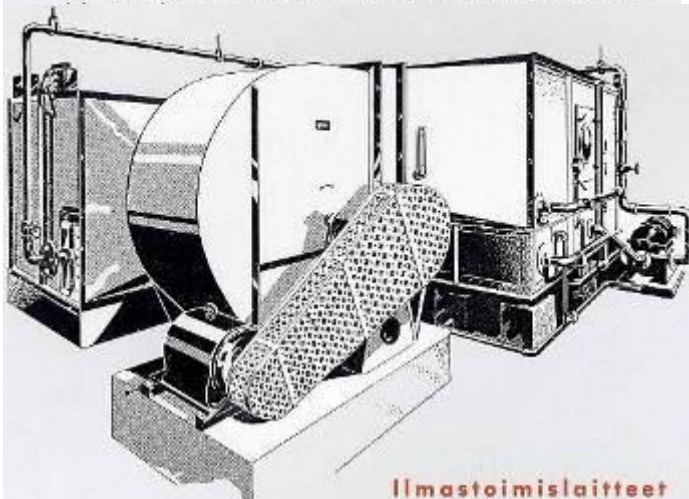
Jo kauan on osattu panna ilma liikkeeseen luonnollisen vedon avulla lämpötilan erotuksesta johtuvaa painoeroa hyväksi käyttäen. Mutta vasta sen jälkeen, kun sähkömoottori saatiin käyttövoimaksi, on ilman siirtäminen voitu suorittaa paikasta toiseen täsmällisesti ja luotettavasti koneellisten tuulettimien avulla.

Nykyaikaisten tuuletuslaitteiden avulla voidaan huoneilman laatua, liikettä, lämpötilaa sekä kosteutta hallita ja siten lisätä sisällä oleskelun viihtyisyyttä. Hyvä tuuletus ei anna vain mukavuutta, vaan samalla se lisää kantoreissa, virastohuoneistoissa, tehtaissa y. m. toimivien työkykyä.

Tuuletusta järjestettäessä on kussakin tapauksessa otettava huomioon kysymyksessä olevien huoneiden rakenne ja käyttötarkoitus. Poistettava ilma on mikäli mahdollista otettava sellaisista kohdista, missä ilman pilaantuminen varsinaisesti tapahtuu. Samalla on huolehdittava siitä, että poistetun ilman tilalle saadaan uutta. Tämä ilma saadaan puhtaana ja vedottomasti, jos se ensin suodatetaan, lämmitetään, ehkä vielä pestään ja kostutetaan sekä sen jälkeen painetaan tuulettimien avulla sopivien jakokanavien ja aukkojen kautta tuuletettaviin huoneisiin.

Teollisuuslaitokset käyttävät tuulettimia lukemattomiin eri tarkoituksiin. Suurten tehdassalien lämmitys, joka aikaisemmin usein jäi kovin puutteelliseksi, suoritetaan nykyään lämmitysilmää puhaltamalla. Tuulettimien painaa ilman patterin läpi ja siten aikaansaadut, määrättyille tahoille suunnatut lämpimät ilmavirrat suorittavat tehdassalien lämmityksen ja tuuletuksen.

Erilaisten työprosessien yhteydessä syntyvät tomuhiukkaset, lastut, jäteet, kaasut y. m. poistetaan tuulettimien avulla parhaiten. Tuulettimia käytetään vielä m. m. lisäämään tulipesien, sulatusuunien ja kuivaus-



**Ilmastoimislaitteet**

Huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuspitoisuuden ja liikkeen täydellinen hallinta saadaan aikaan ilmastoimislaitteilla. Niissä puhdistetaan ilma sekä suodattamalla että vesisuihkujen avulla pesemällä. Vesisuihkut antavat ilmalle samalla myös tarvittavan kosteuden. Lämmityspatterit ja tarvittaessa jäähdytyslaitteet huolehtivat lämpötilasta. Automaattiset säätölaitteet ohjaavat ilmastoimislaitteiden toimintaa. Ne säätävät ilman kosteuden ja lämpötilan tarkalleen haluttuun arvoon.

Tuulettimet panevat näin käsitellyn ilman kiertämään kanavia pitkin kaikkiin ilmastoitaviin huonetiloihin, joista pilaantunut ilma samanaikaisesti poistetaan.

Jo 1930 Oy Strömberg Ab mainitsee ilmastoinnin yhteydessä jäähdytyksen - ettei vain teksti olisi kopioitu ulkomailta.(KK)



### Minimi-ilmavirran määrittäminen

Minimi-ilmavirran määrittämisessä henkilöä kohti on vallalla kaksi kokeellista menetelmää: miten ihmiset aistivat ulkoa tultuaan sisäilman laadun ja miten oltuaan siellä jo jonkin aikaa. Yksiselitteistä absoluuttista ilmavirta-arvoa ei ole olemassa. On kuitenkin kokeellisia ja tilastollisia tietoja, miten poissaolot ja sairaudet yms. liittyvät ilman vaihtuvuuteen. Ilman tämän taustan tuntemista on turha viisastella oikeasta ilmavirrasta.

Ylilämmön ja selkeiden mitattavien epäpuhtauksien tapauksissa taselaskelmat antavat tarvittavan ilmavirran. Käytännön ongelma on se, että aniharvoin on tiedossa huoneilmaan tulevia epäpuhtausemissioita edes rakennuksen valmistuessa saati sitten tulevaisuudessa. Uutta tietoa eri epäpuhtauksien vaikutuksesta tulee jatkuvasti. Huoneilman kuormitustekijöiden suurin muutos on ollut tupakoinnin kieltäminen - kuka olisi uskonut vielä 1970-luvulla.

### Puhaltimien kehitys alkoi metallurgiasta ja kaivoksista

Palkeet ovat vanhin puhallinmuoto. Käyttö alkoi jo pronssikaudella. Metallin sulatus malmista vaatii tehostetun hapen saannin puuhiilille. Sisäilmapuolella vanha ilman liikuttamistapa on viuhka. Viuhkoja heiluttelivat orjatkin hallitsijoiden olon helpottamiseen kuumassa ilmanalassa. Viuhka, puhallin ja fanittaja ovatkin englanniksi fan.

#### "EGO-JÄÄHDYTYKSI"



1001

AR2007

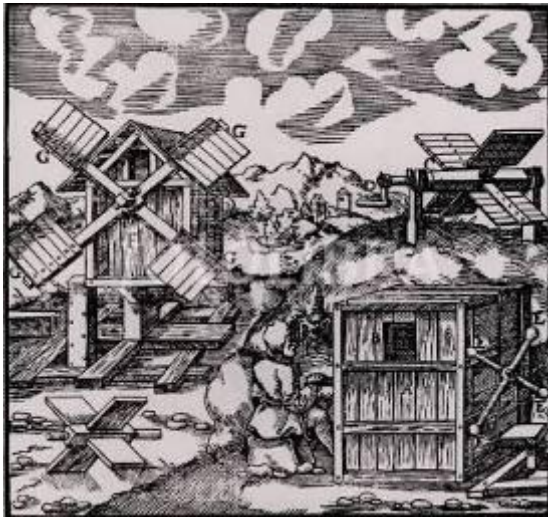
Terveystieteiden tutkimuskeskus



Viuhkojen ja vastaavien jäähdytysvaikutus perustuu ilman nopeuden kasvuun ihon pinnalla, jolloin lämmönsiirto ja hien haihtuminen kasvavat.

Hikisistä orjista pääsi eroon koneellistamalla löyhytin. Etsaus (Am) lienee keskiajalta. Teksti on kuitenkin harhaanjohtava. Ilman liikkeen kasvattaminen ei vastaa sanan conditioning sisältöä. AC-termi syntyi, kun ilman kosteutta ja lämpötilaa alettiin muokata eli hallita.

1800-luvulla löyhyttimestä tehtiin oikein patentoitu jousimoottorivetoinen versio. Tällaiset laitteet menivät romukoppaan, kun sähkömoottorikäyttöiset tropiikki- ja pöytätuulettimet eli potkuripuhaltimet astuivat markkinoille 1800-luvun lopussa.



Kaivosten, teollisuuden ja yleisötilojen tarpeiden kautta syntyi varsinainen mekaaninen ilmanvaihto. Sähkömoottorien tulo markkinoille räjäytti markkinat.

Suorasiipisiä keskipakoispuhaltimia käytettiin jo keskiajalla kaivosten tuuletukseen. Käyttövoimana maan pinnalla olevat tuulimyllyt, koskivoima tai pelkästään lihasvoima. (kuva Fläktin Puhallin-lehdestä)

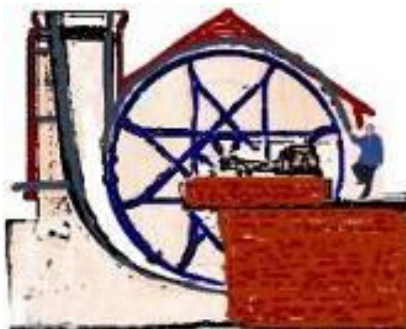


Englannin parlamenttitalossa tarvittiin mekaanista ilmanvaihtoa jo 1735. Ratkaisu oli suorasiipiset keskipakoispuhaltimet, joita pyöritettiin miesvoimin.

Kaivoksissa ei painovoimainen ilmanvaihto toimi kesäolosuhteissa ollenkaan. Nosteen saamiseksi laitettiin poistokuiluihin nuotioita. Hiilikaivoksissa tämä johti tuhoisiin paloihin, kun metaanipäästöt syttyivät palamaan.

Hiilikaivoksiin kehitettiin 1700-luvun alkupuolella pumppujen pyörittämiseen atmosfäärinen höyrykone. Sen energiahyötysuhde oli surkea, kunnes James Watt älysi lisätä siihen ulkopuolisen lauhduttimen 1700-luvun jälkipuoliskolla. Höyryn kulutus putosi kolmannekseen ja käyttö levisi myös kaivospuhaltimien voimanlähteeksi. Kaivoksien ilmanvaihdossa kokeiltiin ensin eräänlaisia jättimäisiä mäntäpumppuja.

Varsinaiset puhaltimet olivat aluksi suorasiipisiä keskipakoispuhaltimia. Välillä kokeiltiin ruuvipuhaltimiakin ja kehitettiin sekavirtauspuhaltimet. Ruuvejahan käytettiin aluksi laivoissakin siipirattaiden sijasta ennen potkurin kehittymistä. Potkuripuhaltimet tulivat kuvaan vasta 1800-luvun loppupuolella, vaikka laivoissa potkurit alkoivat syrjäyttää siipirattaita jo 1800-luvun alkupuolella



1800-luvun puolella puhaltimien kehitys pääsi vauhtiin ja koko kasvoi. Englannissa alkanut industrialismi lisäsi valtavasti hiilen kulutusta niin tehtaissa, nopeasti kasvavien kaupunkien lämmittämisessä kuin kulkuneuvoissa. Kaivoksia avattiin ja laajennettiin kiviasta tahtia. Vuosisadan puolivälin jälkeen tehtiin englantilaisten hiilikaivosten ilmanvaihtoon jo puhaltimia, joiden juoksupyörän halkaisija oli 6 m (BHa). Ilman kaivospuhaltimia ja -pumppuja hiilestä olisi tullut pulaa.

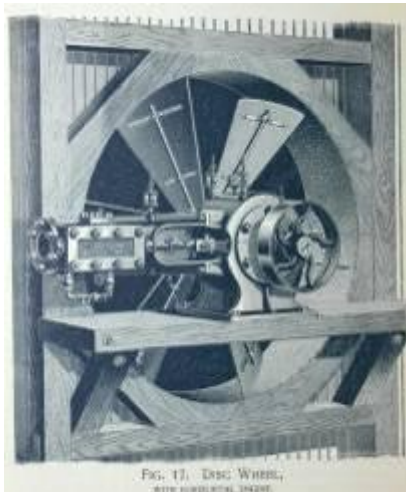
Puhaltimien dynamiikkaan liittyviä teorioita ja laskentakaavoja alettiin kehittää. Hyötysuhteen nostaminen oli tärkeää, sillä käyttövoiman investoinnit ja käyttökulut olivat korkeita. Sähköverkostoja alettiin rakentaa 1870-luvulla, mutta lähinnä valaistustarkoituksiin. Puhaltimien voimanlähteenä säilyi höyry paikasta riippuen vuosisadan vaihteeseen ja sen ylikin.





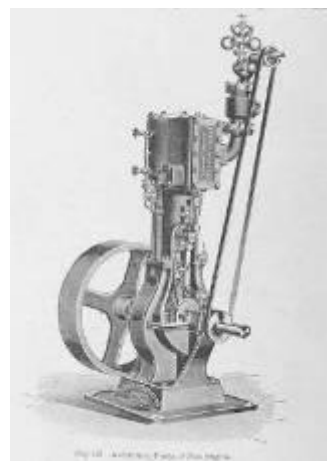
1897 sai ostaa valmiin höyrykone/puhallinpaketin. Myös höyryllä lämpiäviä puhaltimelle mitoitettuja patteriosia oli kaupan (Am).

Tiilestä tehtiin tarvittaessa kanavia vielä 1930-luvulla, joskin peltikanavat olivat jo vallitseva ratkaisu koneellisessa ilmanvaihdossa.



Myös potkuripuhaltimia voitiin pyörittää höyrykoneella. Vaihtoehtona useimpiin puhallinmalleihin oli hihnäkäyttö. Valmistettiinpa jopa paineilmailla pyöriviä potkuripuhaltimia.

Kuvan (Am) laitteessa on aika alkeellinen siipirakenne. Paljon kehittyneempiäkin oli pian tarjolla. Ne muistuttivat jo varsin läheisesti esim. nykyisiä ilmalämpöpumppujen ulkoyksikön tai joidenkin lauhduttimien puhaltimia. Seinäpuhaltimina voitiin käyttää myös keskipakois- tai sekavirtauspuhaltimia.



Vaaka- tai pystymallisia ja monen tehoisia höyrykoneita oli tarjolla, jos puhallinta ei voitu kytkeä valta-akselijärjestelmään (Am)

Kun lopulta voimasähköä alkoi olla tarjolla, oli se tasavirtaa. Ensimmäiset moottorit olivat kuin suoraan nuoren sähköharrastajan käsikirjasta. Kuva vuodelta 1897. (Am)



Voiman kehittäminen on ollut kallista puuhaa. Tässä (BHa) venäläinen voimantuotannossa käytetty vain 50 hevosvoiman tehoinen kuulamoottori sadan vuoden takaa. Se ja muuta kivaa on nähtävillä Tallinnan Oivalluskeskuksessa.



Tampereen Finlaysonille rakennettiin 1800-lopulla Pohjoismaitten suurin höyryvoimakeskus, jolla pyritettiin koneita, pumppuja ja puhaltimia. Jokaisen tekniikan ihmisen yleissivistykseen kuuluvan koneikon voi nähdä ilmaiseksi Työväen Museo Werstaalla Tampereella. (BHa)

**De Bothezat Impeller Co., Inc.**  
1922 Park Avenue, New York, N. Y.  
Branch Offices and Representatives in All Principal Cities

Foreign Office { WEBB DUST REMOVING & DRYING CO., LTD., TAYLOR DALE CHAMBERS, STOCKPORT, ENGLAND  
ASANO BUSSAN CO., LTD., 165 BROADWAY, N. Y.  
ALFREDO DELANO, P. O. BOX 245 SANTIAGO, CHILE, SOUTH AMERICA  
OSAKA, JAPAN

**Manufacturers of De Bothezat Disc Pressure Fans**

**De Bothezat Fans** are guaranteed to have a non-overloading power characteristic, that is, to absorb at constant revolutions practically the same power whatever the static pressure under which they are operating for the whole range between free delivery and no delivery. This important property insures the complete safety of their operation under any conditions to be met in practice.

**De Bothezat Pressure Fans** made in all sizes from 8 in. to 10 ft. Motors for these fans are furnished from  $\frac{1}{4}$  hp. to 100 hp. The capacities of the fans run from 350 c.f.m. to 255,000 c.f.m. Static pressure from  $\frac{1}{8}$  in. to 3 in. High efficiency and large air volume, together with high pressure characteristics are a few of several qualities which distinguish De Bothezat Disc Pressure Fans.



**GIANT FAN** - Sizes from 5 ft. to 10 ft.  
Motors from 2 hp. to 100 hp. Volume from 10,000 c.f.m. to 255,000 c.f.m. Static Pressure from  $\frac{1}{8}$  to 3 in. Speed from 175 r.p.m. to 700 r.p.m. Fan and motor mounted on same base insuring perfect alignment. Requires minimum floor space. Chain driven. Terrope drive is directly connected.



**40 in. DISC PRESSURE FAN**  
2 hp. 630 r.p.m. 16,000 c.f.m. against 1-in. s.p. and 28,000 c.f.m. against  $\frac{1}{2}$ -in. s.p.



**30 in. DISC PRESSURE FAN**  
2 hp. 1140 r.p.m. 8,000 c.f.m. against 1-in. s.p. and 12,000 c.f.m. against  $\frac{1}{2}$ -in. s.p.



**The Bifuractor**  
For special Ventilating purposes where fumes of excessive temperature or corrosive character are to be removed.  
The bifuractor is a device that permits the use of a straight-way duct. It eliminates right angle bends and long shaft connections at the same time protecting and automatically cooling the motor. The fan chamber is stream lined in sections and the bifurcated duct is not reduced in area at this point. Full details on request.



**IMPELLER BLOWER**  
The Impeller Blower is a new type of multiple stage disc fan. This type of fan constitutes a long axial solution of the multiple stage disc fan arrangement. The Impeller Blower has a very high efficiency and is capable of developing high pressure and maintaining high air velocities at low R.P.M.

**A Few Prominent Users**  
Aluminum Co. of America  
American Can Company  
American Tel. & Tel. Co.  
Bell Telephone Laboratories  
Briggs Mfg. Company  
Huck Motor Company  
City of Detroit  
City of New York  
Continental Can Company  
Detroit Edison Company  
Fairbanks Morse Company  
General Electric Company  
National Biscuit Company  
National Tube Company  
New York Central R. R. Co.  
Packard Motor Company  
Pennsylvania Railroad Co.  
Philadelphia Gas Company  
Public Service Corporation of N. J.  
Republic Iron & Steel Co.  
R. K. G. Theaters  
Standard Oil Company of N. J.  
United Electric Light & Power Co.  
Western Electric Company  
Western Union Tele. Co.  
Westinghouse Elec. & Mfg. Co.  
West Lorchburg Steel Co.

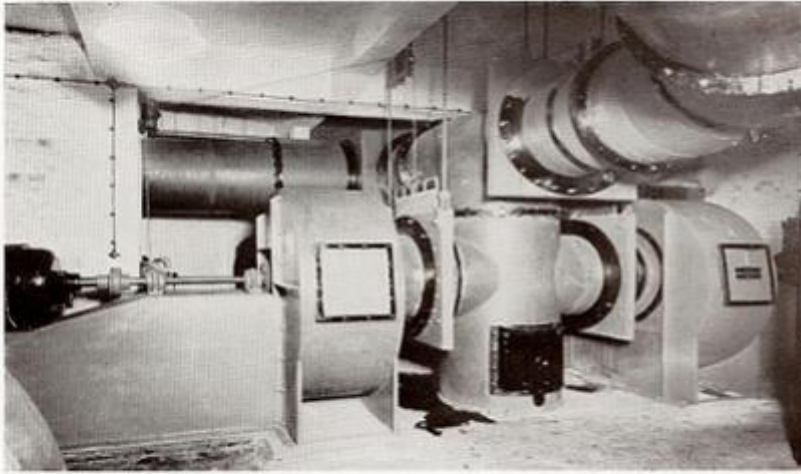
1920-luvun lopussa oli monenlaisia potkuri- ja aksiaalipuhaltimia - ainakin Yhdysvalloissa. Sähkömoottoritkin olivat jo kehittyneitä. Välvaiheena painovoimaisten ja moottorivetoisten puhaltimien oli amerikkalainen huippumuri, joka siirtyi moottorivetoiseksi, kun luonnonvoimista loppuu puhti.



Eräs erittäin suosittu keskipakoispuhaltimen muoto on huippumuri. Kuvan laite on Strömbergin tuotantoa 1930-luvulta. Sen ja monen muun aikalaisensa heikkous: puhaltimen seistessä sadevesi pääsee sisälle. (KK)

Vasta 1980-luvulla alettiin tehdä hyvällä hyötysuhteella toimivia ja paremmin veden sisälle pääsyä estäviä huippumureita.





3) Happokestävistä teräksestä rakennettuja LTB-mallisia keskipakoispuhaltimia. Outokummun Kuparitehdas, Imatra.

Laivoissa, voimalaitoksissa ja teollisuudessa puhallintekniikka kehittyi omaa tahtiaan. Suomen Puhallintehtaan teollisuuspuhaltimia vm. 1937. Teollisuuteen tarvittiin korroosionkestäviä materiaaleja. (KK)

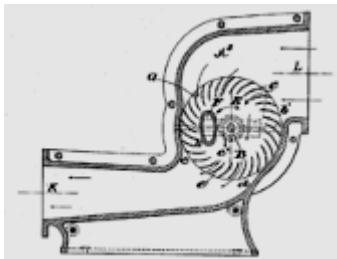
Käyttämällä useita pieniä eteenpäin taivutettuja lyhyitä siipiä saatiin aikaan ns. sirocco-pyörä, jonka etuna on verraten laakea ominaiskäyrä. Tällöin kanavapaine ei radikaalisti muutu, vaikka joitakin haaroja suljetaan tai kuristetaan. Puhallinmallin kehitti irlantilainen Samuel Davidson 1888. Siipipyörä tuli yleisilmanvaihdossa suosituksi vuosisadaksi. Puhallinpyörä on ollut aika helppo valmistaa pellistä alun perin niittaamalla ja sittemmin pistehitsauksella.

Nykyisin sirocco-pyörät on hylätty hyötysuhteen takia: vaihtamalla puhallinpyörä malliin, jossa on taaksepäin kaartuvat siivet, voidaan sähkön kulutusta pienentää jopa 20 %. Tämän takia useimmat sirocco-puhaltimet voisi vaihtaa saman tien.



1989 asennettu sirocco-pyöräinen puhallin tiensä päässä 2014. Siipi on irronnut ja vahingoittanut naapureitaan (BHa). AX:n toimitalossa nämä puhaltimet romutettiin ja korvattiin B-pyöräpuhaltimilla.

Sekavirtauspuhaltimet eli meridiaani- eli kammiopuhaltimet ovat keskipakois- ja aksiaalipuhaltimien sekamuotoja. Niiden käyttö yleistyi vasta 1990-luvulla alkaen, vaikka malli oli tunnettu ja paljon aiemmin.



Läpivirtauspuhaltimet kehitettiin 1800-luvun loppupuolella. Suuria läpivirtauspuhaltimia käytettiin jopa kaivostunneleissa. Pian potkuripuhaltimet korvasivat nämä tunnelisovellukset.

Muotoilultaan läpivirtauspuhallin (Wikipedia) sopii hyvin tyyppillisesti laatikkomaisiin ja paineen tarpeeltaan vähäisiin huoneilmastointilaitteisiin. Aiemmin niissä käytettiin useampia pieniä keskipakoispuhaltimia rinnan.

Varsinaiset kehittyneet aksiaalipuhaltimet levisivät käyttöön 1930-luvulla. Lapojen muotoilun merkitys oli jo opittu lentokoneista. Aksiaalipuhaltimet eroavat halvoista potkuripuhaltimista lähinnä siipien muotoilun suhteen. Siivet ovat aerodynaamisesti ja siten hyötysuhteeltaan,

paineenkehitykseltään ja ääniteknisesti parempia. Sittemmin potkuripuhaltimien hyötysuhdetta on onnistuttu nostaa ja niitä käytetään esim. lauhduttimissa, lämpöpumppujen ulkoyksiköissä yms.

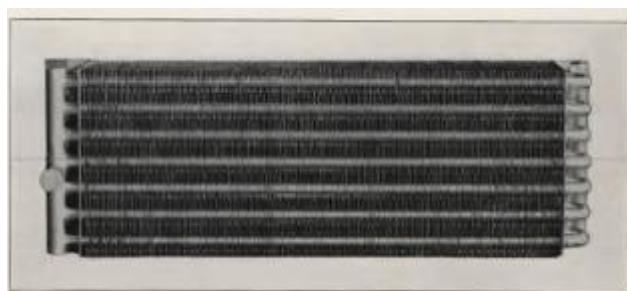
### Lämmityspattereiden kehityspyörähdys 1960-luvulla

Ilmanvaihdon lämmityspatterit tehtiin pitkään ripaputkipattereista. Niiden huono puoli oli tilantarve ja alttius tukkeutumiselle. Ripaputkessa on paljon törmäyspintaa hiukkasille. Ripojen pysyminen tiiviisti putkessa saattoi myös olla ongelma. Löyhä liitos heikensi lämmönsiirtoa. Hyvä liitos edellytti hitsausta tai kuumasinkitystä.



Jostain syystä unohduksiin on jäänyt, että Oy Strömberg Ab myi jo 1930-luvulla lamellipattereita, joissa oli soikioputket. Rakenne muistuttaa kovin paljon saksalaisen GEA:n pattereita, joita tehtiin vielä 1980-luvulla. Patterityyppi pysyy pyöreäputkista paremmin puhtaana. (KK)

Olisiko lamellien ja soikioputkien välisen liitoksen irtoaminen tms. ollut syynä, ettei rakenne saanut suurempaa suosiota?



Yhdysvalloissa oli jo 1920-luvulla nykyaikaisia lamellipattereita. Jäähdytykseen käytettiin kupari/kuparipattereita korroosion estämiseksi. (Am)

Aulis Pakula oli käynyt tutustumassa Yhdysvalloissa alan valmistukseen ja toi tullessaan 1960-luvun lopussa menetelmän, joka mullisti täysin patterivalmistuksen. Pattereita alettiin tehdä kupariputkista ja alumiinilamelleista. Putket liitettiin toisiinsa päädyssä kapillaarisesti

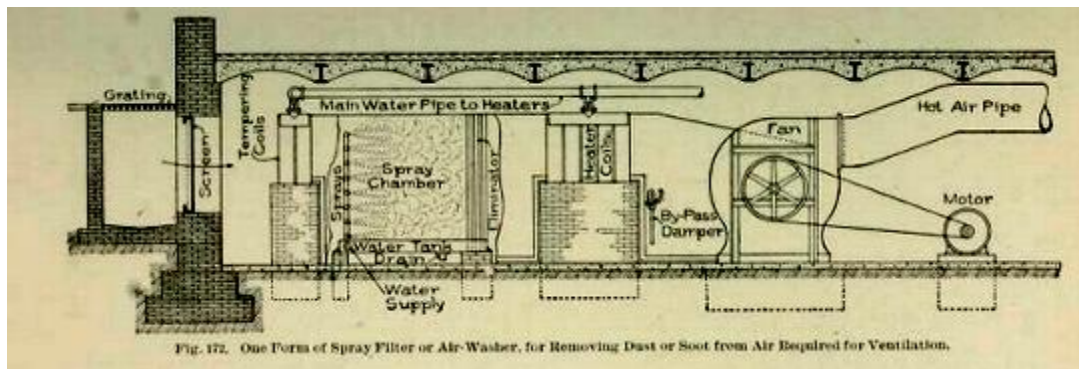


juotettavilla U-käyrillä ja jakoputkilla. Putkien ja lamellien liitos saatiin tiukaksi ja hyvin lämpöä johtavaksi tuurnaamalla putket laajemmiksi. Myöhemmin on alettu käyttää vesipainetta putken laajentamiseen. Uusi patterityyppi korvasi ripaputkipatterit 1970-luvulla.

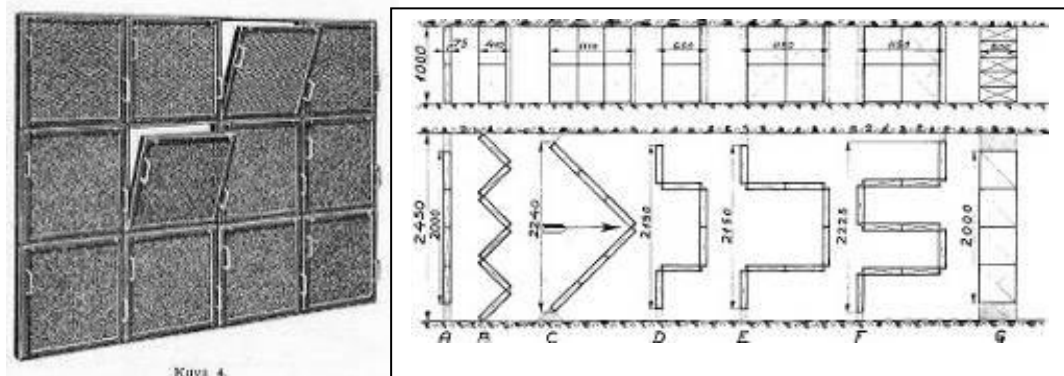
Erityisesti selluteollisuuteen valmistetaan myös kuumasinkittyjä teräslamellipattereita, kupari ei kestä sellutehtaan kaasuja. Teräspattereissa sinkitys muodostaa lämpöä johtavan sillan lamellin ja putken välillä. Lämmöntalteenotossa ja jäähdytyksessä on käytetty myös erilaisia patteripinnoitteita vaihtelevin menestyksin.

### Puhtaus uudelle tasolle

Pesureitten käyttöä ilman puhdistamiseksi, kostuttamiseksi ja jäähdyttämiseksi harjoiteltiin jo 1870-luvulla.



Aivan 1900-luvun alussa pesurit olivat jo laajemmassa käytössä ilman puhdistamiseksi. (Am)



Metallisuodattimet (KK) olivat pääroolissa vielä 1930-luvulla. Niillä saattoi päästä johonkin G2-tasoon, kun suodattimeen oli kertynyt partikkeleita riittävästi. Päätaavoite oli estää lämmityspatterin tukkeutumista. Vakiomoduuleista rakenneltiin erilaisia yhdistelmiä. Hyvä puoli oli pitkä ikä ja helppo puhdistettavuus.

Tarjolla 1930 - 1960-luvuilla oli myös öljykylvyssä puhdistuvia suodattimia: ketjumainen verkkoraina kulki kääntöpyörien kautta öljykylpyyn, josta haihtuvien VOC-yhdisteiden haittapuolista ei tainnut olla aavistusta.



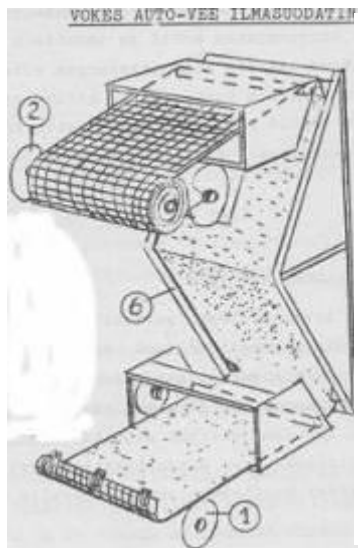
1930-luvulla nostettiin ainakin Yhdysvalloissa pöydälle ulkoilman mukana tulevat saasteet eli allergeenit, liikenteen ja polttoprosessien pienhiukkaset. Alettiin markkinoida metalliverkkoja parempia kuitusuodattimia. (Am)

Korkealuokkaisten hengitysilmasuodattimien historia alkaa jo 1800-luvun alkupuolelta, jolloin palomiehille kehitettiin hengityssuojaimia. Myöhemmin tulivat aktiivihiihtosuodattimet ja niiden mukana kaasunaamarit. Nehän olivat laajalti tarpeen ensimmäisessä maailmansodassa.

Kaasuja suodatettiin pitkään aktiivihiihellä, jonka laajaan pintaan tarttuu adheesiolla kaasumolekyylejä. Myöhemmin opittiin imeyttämään hiileen hapettavia aineita. Näin syntyi kemialliset suodattimet. Suodatusmassaa voidaan laittaa isoon säiliöön, jonka läpi ilma puhalletaan. Tai massalla täytetään suodatinkasetteja. Molempiin on kehitetty tyhjennys- ja täyttömenetelmät.

Kilpailijaksi kaasuodatuksessa 1980-luvulla tuli alumiinioksidirakeet. Kullakin menetelmällä on omat käyttöalueet riippuen siitä, mitä kaasuja halutaan poistaa. 1990-luvulla aktiivihiihtä sisältävät pussisuodattimet yleistyivät yleisilmanvaihdossa ulkoilman hajujen poistoon.

1950-luvulla suurten ilmavirtojen suodattamiseen oli kehitetty isompiin ilmavaihtolaitoksiin rullasuodattimia, joista oltiin innoissaan. Niissä paine-eron kasvaessa rullattiin automaattisesti esiin verraten halpaa karkeasuodatinmattoa. Vastaavasti tukkeutunut materiaali rullautui automaattisesti toiselle kelalle. Kun puhdas suodatinmatto oli lopussa, saatiin hälytys, jotta osattiin vaihtaa uusi rulla tilalle. Näppärää - paitsi että lumisateella sisään tullut lumi saattoi aiheuttaa koko rullan syöttämisen, kun lumi aiheutti paine-eroa. Maton suodatusaste ei ollut häviö ja lisäksi esiintyi ohivirtausta. Rullasuodattimia on maailmalla edelleen kaupan.



Rullasuodattimia käytettiin suojaamaan ilmanvaihtolaitosta tukkeutumiselta tai vain esisuodattimena pidentämään kertakäyttöisten ja suodatuspinta-alaltaan pienien hienosuodattimien käyttöikä. Kuvassa Vokesin suodatin, jossa suodatinmatto pysyy pingotettuna välituen avulla. Tämä pienensi ohivuotoa.

Rullasuodattimien tyypillinen käyttöpaikka oli teollisuuslaitokset, joissa esiintyi jo muutoinkin pölyä.

Esisuodattimista on yleensä luovuttu, sillä niiden hyöty on kyseenalainen ja ne lisäävät puhaltimen sähkönkulutusta.

Hiukkassuodattimien luokitus ei ole yksinkertainen eikä yksiselitteinen asia. Yhdysvalloissa, Saksassa, Ruotsissa ja muualla Euroopassa oli vielä 1960-luvulla omat luokituksensa. Nykyään on Euroopassa yhteinen luokitus ja Yhdysvalloissa omansa. Hienosuodattimia testataan eri pölyllä kuin hienosuodattimia.

Ilmanvaihtolaitosten puhallusilman puhtaus on parantunut askel askeleelta. Parhaiten sitä kuvaa suodatusluokan kasvu (esitys on vain karkeasti suuntaa antava):

Suodatusluokka	kuvaus	vuosikymmen
G2 tai G3	esierotin	1960
F4	siitepölysuodatin	1970
F5	perushienosuodatin	1980
F6	hienosuodatin	1990
F7	puree jo homeille	2000
F8	homeitiösuodatin	2010
F9	todella pienille	2010

Samanaikaisesti suodattimien erotusasteen parantumisen kanssa on parantunut suodatinosien tiiviys. Nykyään tiivisteelliset suodattimet kiristetään erityisillä vivuilla kehyksiin.



Oma lajinsa on elektreettisuodattimet, joissa on sähkövaraus. Ne ovat erittäin tehokkaita niin kauan kuin varausta kestää. Pliotronin elektrostaattisen suodattimen sai 1960-luvulla varustettuna pesulaitteella. (SuLVI)

Pesulaitteisto muistuttaa hieman sähkösuodattimien pesulaitetta. Sähkö- eli elektronisuodattimet tulivat 1970-luvulla ja olivat käytössä mm. baareissa tupakansavun poistamiseksi. Niitä käytettiin myös teollisuudessa, mutta usein ne eivät toimineet monista eri syistä johtuen.

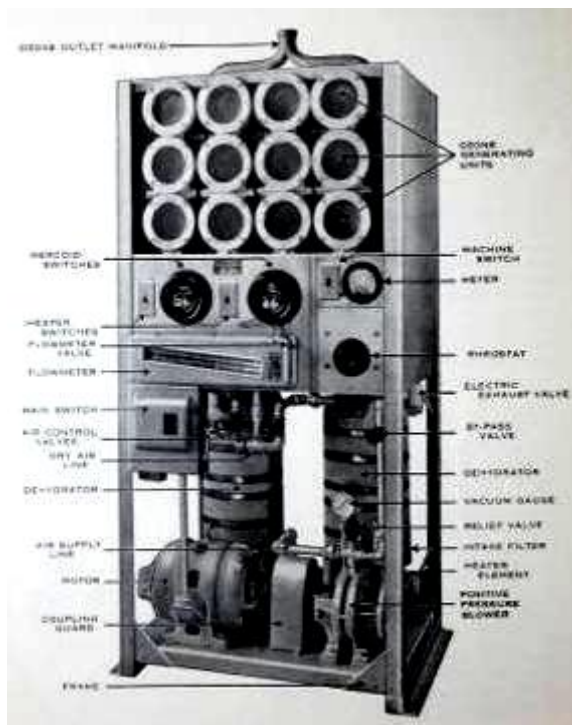
Jatkuvasti sähköllä varattavat elektreettisuodattimet voivat olla ratkaisu uusiin haasteisiin, joihin kuuluu mm. nanohiukkasten suodattaminen ulko- ja sisäilmästä.

Tuloilman puhtauteen vaikuttaa myös poistoilman puhdistus. Teollisuudessa ensin alettiin verraten suurilla sykloneilla ottaa talteen purua. Sittemmin kehitettiin mm. voimalaitosten savukaasujen puhdistukseen pieniä multisykloneita, joista sai ideansa myös James Dyson. Hän kehitti 2000-luvulla markkinoille tulleet "suodattimet" pölynimurit.

Letkusuodattimia käytettiin jo sata vuotta sitten. 1950-luvulla tulivat kasetti- tai pussisuodattimet. Erilaisia törmäyskammioita ja sokkeloita sekä märkäerottimia on tarjolla kymmeniä erilaisia poistoilman puhdistamiseen.

Sähkösuodattimet ja ionipuhalluslaitteet ovat pienille hiukkasille tehokkaita.

Myös pölyn imurointi ja pintojen nihkeäpyyhintä vähentävät sisäilman pölypitoisuutta.



Eräs kadonnut tapa neutraloida kaasumaisia epäpuhtauksia on otsonointi. Epäpuhtausmolekyylin hapetus tuhoaa ne. Kuvan (Am) otsonaattoreita käytettiin varsinkin suurten yleisötilojen kiertoilman puhdistamiseen 1930...1950-luvuilla. Nykyään alailmakehän otsonia pidetään enemmänkin haittana.

Otsonointiin liittyy osaltaan ilman ionisointi, jota on ajoittain harjoitettu varsinkin Keski-Euroopassa erillisillä laitteilla. Miinus-ioneilla on sanottu olevan myönteinen vaikutus terveyteen ja vastaavasti plus-ioneilla kielteinen.

Monissa ilmalämpöpumppujen sisäyksikössä on ionisaattoriosio, jonka tehtävänä on yrittää varata pieniä pölyhiukkasia, jotta ne liittyisivät toisiinsa ja laskeutuisivat lattialle. Laitteilla on komeita nimiä kuten biofuusio yms.

### Hygieenisemmät koneet ja varusteet

Myös koneiden hygienia on muuttunut. Vielä 1970-luvulla oli yleistä, että koneosissa - esim. puhallinosissa - oli paljaita ääntä vaimentavia mineraalivillapintoja. Koneet on valmistettu sisäpuoleltaan peltipinnoilla 1990-luvulta. Siirtyminen suoravetoiisiin puhaltimiin erityisesti 2000-luvulla on poistanut kiilahihnojen kulumisesta johtuvan pölyn.

Äänenvaimentimien pinnat ovat olleet aiemmin ongelma. Vaimennusmateriaali mineraalivilla oli päällystetty muovikalvolla ja tämä reikäpellillä. Jatkuvassa pienessä värinässä on muovikalvo voinut rikkoutua, jolloin kuituja pääsee tuloilmaan. Markkinoille tuli 1990-luvulla polyesteri- (Dacron-) kuidusta tehdyt vaimentimet, joista kuidut eivät juuri irtoa eivätkä ne ole niin vahingollisia kuin mineraalivillakuidut.

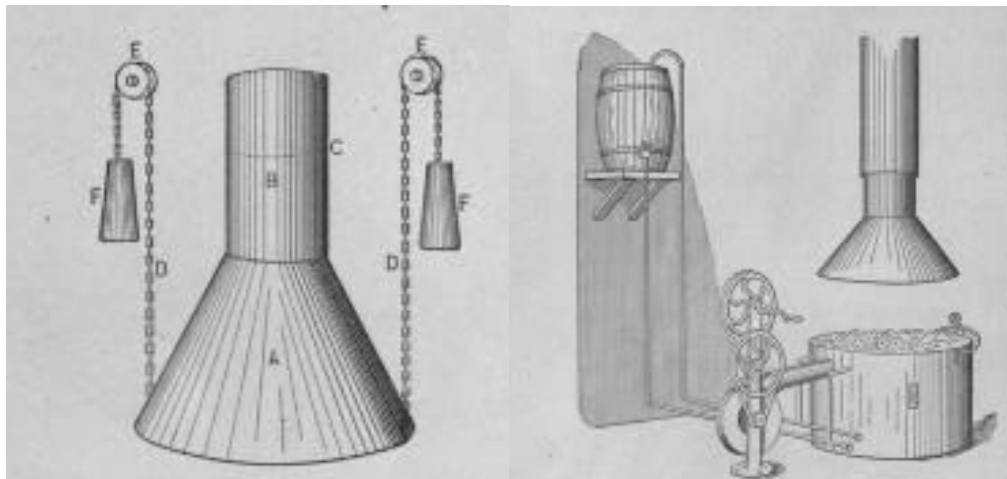
Tärkeä yksityiskohta on ilmanvaihdon jäähdytys-, lämmöntalteenotto- ja ilmanottokammioiden viemäröinti., ks. vesijohto-osio. Kanavien puhdistettavuus on oleellinen osa paitsi hygieniaa myös laitoksen toimintaan. Likaantuneissa poistokanavista on mitattu esim. 20 %:n ilmavirran vähenemisiä. Tukkeutuneitakin tapauksia on ollut. Puhdistusluukut ovat vanhan oleellinen varuste. On kehitetty ilmavirran säätö/asetuslaitteita, jotka saadaan helposti irti nuohouksen ajaksi. Kanavien puhdistettavuuteen kiinnitettiin huomiota jo 1930-luvun oppikirjoissa. Katso myös kohdat kostutus ja hygieniaketju.

Päätelaitteisiin kertyvä lika voi olla ulkonäkö- ja ilmavirtaongelma. Fläkt Woodsin IV-venttiilit on vuodesta 2014 toimitettu Cleanvent-pinnoitteella, johon lika ei juurikaan tartu ja jota on helppo puhdistaa.

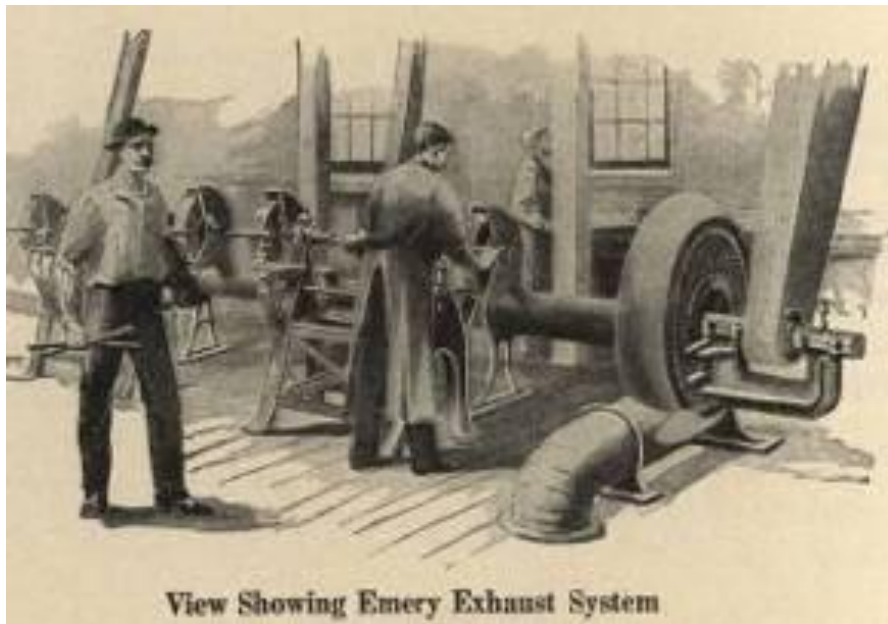
### Kohdepoistoilla epäpuhtaudet pois syntypaikaltaan

Vanha sanonta on, että paha on parasta tappaa syntypaikaltaan. Eli epäpuhtaudet johdetaan pois ennen kuin ne ovat levinneet sisäilmaan. Poiston tehokkuuteen voidaan vaikuttaa monin tavoin: huoneiden välisin painesuhtein, suunnatulla puhallusvirtauksella, sijoittamalla ja muotoilemalla poistaukko oikein, parantamalla koteloiteja, käyttämällä alas laskettavia liepeitä ja seinämiä sekä ilmaverhoilla, jotka katkaisevat häiriövirtaukset. Oleellista on aina paneutuminen kuhunkin tapaukseen.





Sepän ahjon kohdepoisto 1800-luvun loppupuolella. Oli jo pajapuhallin (=tuhotin = tohotin =lietso), jota pyöritettiin veivillä. Veivikäytössä on välitysvaihe. Huuva oli nostettavissa teleskooppiputkeen: idea, jota tulisi käyttää edelleen monessa paikassa. (Am)



Työstökoneille oli pakko tehdä jo varhain kohdepoistoja. Kuvan (Am) ratkaisu on vuodelta 1897. Poistopuhallinta pyöritetään valta-akselijärjestelmään kytketyllä hihnalla.

### Liesikuvuista rasvamolekyylin hapettajiin

Huuvien käyttö pajoissa ja keittiöissä on tuhansia vuosia vanha käytäntö. Nopeiden työstökoneiden aikana 1900-luvun alussa vakiintui myös purun ja pölyn poisto. Siitä lähtien on kohdepoistojen tekniikkaa parannettu askel askeleelta. Mukaan on otettu myös puhallus ja työntekijän hengitysvyöhykkeen pitäminen puhtaana aktiivisella syrjäytysilmanvaihdolla eli mäntämenetelmällä.

Yläpuolinen huuva on monien käsitys ylipäänsä huuvasta, vaikka huuva voi olla sivulla tai alhaalla. Maallikoiden tyypillisin virhe on yrittää saada ilmaa raskaampia kaasuja pois yläpuolisella huuvalla. Tällaisia liimaus-, laminointi-, puhdistus-, värjäys- ja maalauspaikkojen virityksiä näkee vieläkin.





Sata vuotta sitten suomalaisia elintasopakolaisia tai muutoin vain tsaarin valtaan kyllästyneitä muutti pilvin pimein Amerikkaan. Ei ihme, sillä monenlaista ilmiötä Lännen Ihmemaasta on löytynyt. Esim. sikäläisillä puhallinvalmistajilla on ollut käytössään opetettua käryä, muutoinhan olisi todettava, että kuva huijaa (Am). Ehkä kuva on kuitenkin tulkittava symboliseksi.



Suomessa 1917 sai sekä liedien että huuven samalta toimittajalta. Liesi voitiin tehdä myös muuraamalla, jolloin siihen tarvitsi ostaa vain välttämättömät rautaosat. (KK)

Suurkeittiöissä kärynpoistohuuvia pidetään itsestään selvänä. Poistokanaviin kertyvän rasvamäärän vähentämiseksi alettiin käyttää yksinkertaisia metalliverkko- tai metallivillasuodattimia jo 1920-luvulla. Sittemmin nämä rasva-aerosolien erottimet ovat edelleen kehittyneet eräänlaisiksi törmäyssokkeloiksi tai pyörrevirtaerottimiksi.

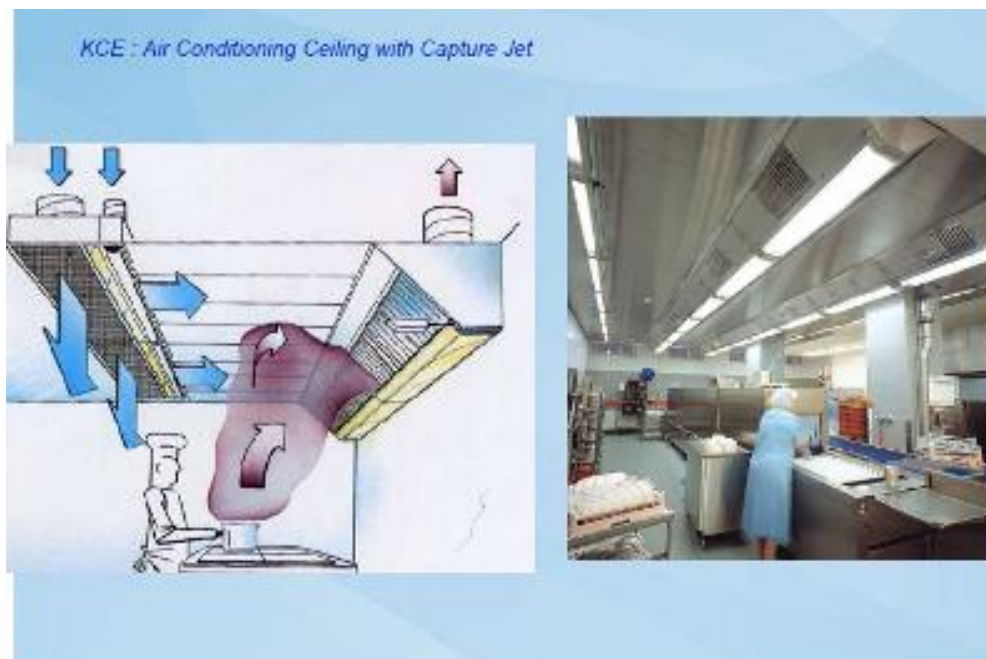
Huuvien sieppauskyky parani oleellisesti, kun alettiin käyttää ohjaavaa rakopuhallusta ja opittiin, että kohdepoiston lähellä ei saa olla sekoittavaa tuloilmalaitetta, vaan tuloilma tuodaan tasaisella pienellä nopeudella henkilöille.

Suurkeittiöhuuvien ilmavirrat ovat varsin merkittäviä esim. hotellien keittiöissä. Tyypillisesti ne vastaavat parinsadan hotellihuoneen ilmavirtaa, joten niiden tehokas ratkaisu on oleellinen, jos yritetään pitää ilmanvaihdon käyttökulut kurissa.

Viimeisimpänä keksintönä suurkeittiöiden huuvissa on rasva-aerosolien hapettaminen UV-säteilyllä ja kaikkein tehokkaimmin otsonin syötöllä. Näin palovaarallinen poistokanavien likaantuminen vähenee oleellisesti ja samalla mm. lämmön talteenotto poistoilmasta yksinkertaistuu. Lisäksi poistoilman hajut vähenevät.



Tässä suurkeittiössä 1910 ei vielä näy kärynpoistohuuvaa liedin päällä. (KK)



13.10.2010 Risto Kosonen

Halton

Nykyaikaisessa keittiöhuuvassa on sieppausta tehostava rakopuhallus ja kokille tuloilma. Hankalasti kanavoitaviin kohteisiin on kehitetty huuvia, joissa on hienosuodatuksen lisäksi kaasujen poisto aktiivihieillä. Näin ilmaa voidaan kierrättää, mutta kosteus ei poistu. Miten kaasusuodatuksen tehoa tarkkaillaan muutoin kuin aistinvaraisesti?

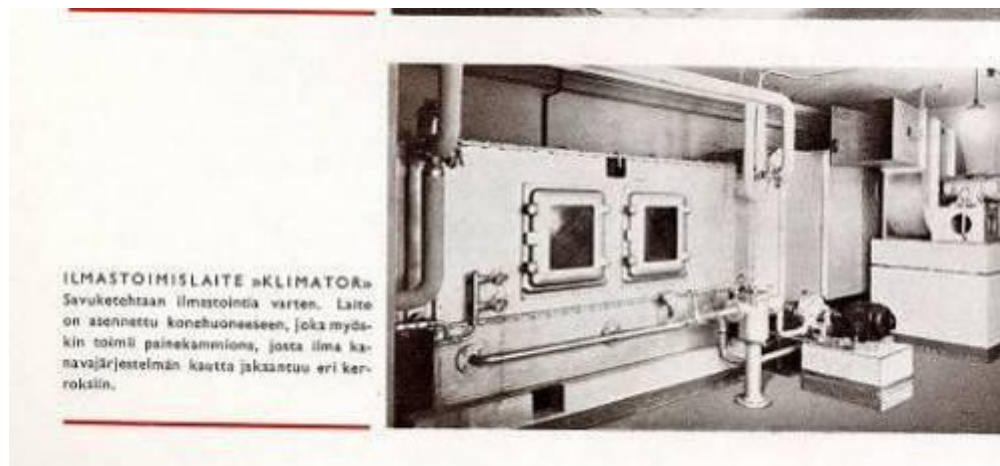
### Kostutus ja jäähdytys vaativat osaamista

Jäähdytys- ja kostutusosien otsapintanopeudet on opittu pitämään riittävän alhaisena, jotta pisarat eivät tarttuisi ilmavirtaan ja roiskuisi esim. puhallinosaan. Joissakin vanhemmissa laitevalmistajien ohjeteksteissäkin saattaa tosin edelleen olla liian suuria rajanopeuksia. Suomessa jäähdytyskausi on lyhyt ja katkonainen, joten kosteissa etelämaissa vaarana olevaa jäähdytyspattereiden pahaa leväkasvustoa ei yleensä pääse syntymään.

Ilmanvaihtokoneiden kostutusosina käytettiin sumutussuuttimia jo sata vuotta sitten. Näiden ongelmana on vedessä olevien epäpuhtauksien pääsy ilmaan. Tuloilman mukana tulevat mineraalit kerrostuvat eri pinnoille niin kanavissa kuin ilmastoitavissa tiloissa.

Jo 1900-luvun alussa - itse asiassa jo sitä ennen - kehitettiin lähinnä teollisuustilojen ilman kostuttamiseksi ns. pesureita, joissa rinnakkaisilla suuttimilla sumutetaan vettä. Haihtumaton eli pisaroina läpi lentävää vettä kerätään pisaranerottimilla, joista vesi valuu alla kammion altaaseen. Sieltä vesi pumpataan uudelleen suuttimille. Haihdutus korvataan lisäveden syötöllä. Ylivuodolla pyritään pitämään veden mineraalipitoisuus kurissa. Tällainen pesuri todella poistaa eli pesee ilmasta hiukkasia muodostaen kasvatusalustan mikrobeille.

Pesurit olivat käytössä erityisesti tekstiiliteollisuudessa vielä 1980-luvun alkupuolella ja aiheuttivat ns. kostutinkuumetta. Märkäkanavamenetelmässä kostutussumu päästettiin tuloilmakanavaan, josta vesi haihtui. Käytettiin myös erikoisia aksiaalipuhaltimilla, joiden lavoissa oli sumusuuttimet. Näin sumu ja ilma sekoittuivat tehokkaasti pienellä matkalla. Uskomatonta kyllä menetelmän hygieniää ei osattu epäillä.



Pesuriosalla varustettu Suomen Puhallintehtaan ilmastointikone v. 1938. (KK)

Ulkomailla pesureita oli myynnissä vielä 1980-luvulla, mutta Pohjoismaissa niitä alettiin 1970-luvulla korvata mm. haihdutuskennoilla, joissa vettä valutetaan kennon pinnalle. Periaatteessa menetelmä voisi olla melko hygieeninen, jos vesi on tuorevettä eikä kierrätettyä. Kierrätysvettä käytettäessä veteen alkaa kasvaa jo viikossa mikrobeja, joiden itiöt pääsevät kuivalta kennopinnalta ilmaan. Jos otsapintanopeus on liian suuri, tempautuu pisaroita ilmavirran mukaan. Kennokostuttimien hygieenisyyden parantamiseksi on kehitetty biosidien eli levämyrkkujen syöttöä, UV-valokäsittelyä ja veden vaihtoa määrävälelin yms. Menetelmässä on kuitenkin liian monta liikkuvaa osaa ollakseen luotettava.

1960-luvulla kokolattiamatot yleistyivät ja sen myötä tarvittiin tuloilman kostutusta staattisen sähkön vähentämiseksi. Aika pian kokolattiamattojen havaittiin kuitenkin aiheuttavat allergioita ja huonontavan sisäilman laatua. Kokolattiamatot ja samalla kostuttimet poistettiin aika yleisesti käytöstä 1980-luvun loppupuolella. Hotelleissa tosin kokolattiamattoja käytetään vieläkin - ja erityisen paljon ulkomailla.

Haihdutuskennoja tai huokoisia ilmaa läpäiseviä pintoja käytetään ilman jäähdyttämiseen kuivilla seuduilla esim. Bagdadissa tai Meksikon pääkaupungissa. Jo ammoisina aikoina tunnettu haihdutus voi alentaa ilman lämpötilaa kuivassa aavikko- tai ylänköilmassa pitkälti toistakymmentä astetta. Menetelmän hygieenisuus on heikko.

Hygieenisesti periaatteessa varmatoimisoin on höyrykostutin, jossa kostutusvesi kiehutetaan tavalla tai toisella eli vastuksilla, infrapunasäteilyllä tai elektrodeilla. Tällainenkaan höyry ei välttämättä ole ongelmaton. Höyrykuilien mukana tulee vedestä myös mineraaleja. Vastuksia tai lämpösäteilyä käyttävässä malleissa mineraalit voidaan poistaa vedestä ennakkoon, mutta elektrodikostutin ei toimi puhtaalla vedellä.

Suuttimien lisäksi vettä voidaan sumuttaa myös ultraäänellä. Nämä 1960-luvulla markkinoille tulleet kostuttimet ovat hygieenisia, jos vesi on puhdistettua. Myös sumusuuttimia voidaan käyttää puhtaalla vedellä. Käänteisosmoosi- eli RO-laitteiden (reverse osmosis) yleistyminen 1980-luvulla antoi mahdollisuudet puhtaaseen kostutukseen.

Oli kostutusmenetelmä mikä tahansa, on aina huolehdittava siitä, ettei saavutettu kosteustaso ylitä rakennuksen kestävyyskykyä. Tavanomaisille rakennuksille sisäilman kosteus 30...40 % on maksimi pakkasella. Muutoin ulkovaipan rakenteisiin pääsevä kosteus aiheuttaa mikrobikasvua.

### Valmistus, kuljetus, säilytys ja asennus = hygieniaketju

Myös tarvikkeiden hygieeniseen valmistukseen, kuljetukseen on kiinnitetty huomiota. Kierresaumakanavien hygieniaan kiinnitettiin erityishuomiota 2000-luvun alussa. Siihen asti valmistuksessa käytettiin runsaasti emulsioöljyä, jota ei poistettu ennen asentamista, ja kanaviin kertyi runsaasti likaa. Sittemmin kanavat on toimitettu työmaalle puhtaina ja kanavan päät tulpattuina.

Työmaalla asennettujen kanavien suojaamisessa on kuitenkin parantamista vielä 2010-luvulla. Koneita ja kanavia pölyntyy ja koneita käynnistetään ennen pesua ohjeista huolimatta.



Tehtaalla hallituissa oloissa koottu konehuone on puhtauden kannalta turvallinen ratkaisu, jos valmistuksen laadunvalvonta ja asenne ovat kunnossa. Kuvassa Laitilan IP-Työn kattokonehuonepaketti nosturin nokassa.

### Poistoilman lämmön talteenotto - taatusti kotimaista

#### LTO tupsahti vauhtiin 1970-luvulla

Paperinkoneille lämmön talteenottolaitteita on asennettu jo 1930-luvusta lähtien. Mutta on muuallakin.



Kuvassa (BHa) kemian teollisuuden toimialaan kuuluvan tehtaan LTO-laitteisto, joka on rakennettu jatkosodan aikana. Laitteessa on kaksi poistupuolelta U-kytkettyä rautapeltistä **levylämmönsiirrintä**. Myöhemmin asennettua jälkilämmityspatteria lukuunottamatta tekniikka on alkuperästä eli yli 70-vuotiasta ja edelleen käytössä. Laitteita on konehuoneessa kaksi ja ne puhaltavat yhteiseen tuloilmakanavaan. Yhteensä ilmavirta on 28 m<sup>3</sup>/s. Takana näkyy poistopuhallin.

Teollisuuden erityistapauksia lukuunottamatta lämmön talteenotto ei levinnyt yleisilmanvaihtopuolelle vielä 1950-luvulla. 1960-luvulla öljy oli verraten halpaa, joten lämmön talteenotto ei silloinkaan innostanut varsinkaan kun vakioratkaisuja ei ollut tarjolla. Vähitellen asiaan herättiin. Ensimmäisinä yleisilmanvaihdon sovelluksena oli **välillinen nestekiertoainen järjestelmä**, jossa poistoilmapuolella olevasta patterista siirrettiin jäätymättömällä nesteellä lämpö tuloilmapuolella olevaan esilämmityspatteriin. Merkittävä tällainen järjestelmä Suomessa valmistui kuitenkin vasta 1970-luvun alussa Helsinkiin uuteen Hotelli Hesperiaan.



Samoihin aikoihin oli Carl Muntersin **pyörivään regeneratiiviseen** laitteeseen perustuva menetelmä saanut jalansijaa jo Ruotsissa. Suomessa sitä alkoi Hankkija markkinoimaan nimellä Econovent. Roottoreiden materiaalina oli vielä tuolloin asbestipahvi! Munters teki tarjousten yhteydessä energiansäätlaskelmat, joiden **mukana oli myös lämmitysenergian käytön vähentymisellä saavutettava hiilidioksidipäästöjen vähennys**.

Hygroskooppisen roottorin erityisetu kustuttamattomissa tiloissa on poistupuolen huurtumattomuus ja siten maksimihyötysuhteen säilyminen kovallakin pakkasella. Lisäksi ihmisistä yms. tullutta kosteutta siirtyy poistoilmasta tuloilmaan. Tästä on hyötyä, jos sisäilma olisi muutoin liian kuivaa. Vastaavasti kesällä hygroskooppisella roottorilla pystytään jäähdytetyissä tiloissa kuivaamaan tuloilmaa ja näin pienentämään jäähdytyksen tehon ja energian tarvetta. Hygroskooppinen regeneraattori on siten entalpia- ja lämmönsiirrin. Kovalla pakkasella kosteutta siirtyy tuloilmaan poistupuolen pinnan kondensoinnin kautta, vaikkei roottorimateriaali olisi hygroskooppinen. Tämä on voi olla haitallista esim. uimahalleissa.

Myöhemmin roottoreita on tehty alumiinista, keraamisista materiaaleista, muovista ja jaloteräksestä. 1970-luvulla kehitettiin ilmanvaihtoon myös **kaksikennoinen alumiinipellistä valmistettu regeneraattori**. Kaksikennoiset keraamiset eli tiilistä valmistetut regeneraattorit ovat nekin jo vähintään sata vuotta vanha masuunilaitosten ja lasiuunien oleellinen LTO-menetelmä.

Regeneraattoreiden heikkous on mahdollisuus poistoilman epäpuhtauksien siirtymiseen tulopuolelle. Asiaan vaikuttaa tulo- ja poistupuolen painesuhteet, mahdollinen puhtaaksipuhallussektorin käyttö, roottorin materiaali ja varsinkin kaasumaisen epäpuhtauden eli hajun molekyyli rakenne.

Pian 1970-luvun alussa tuli yleisilmanvaihtopuolelle jo 1930-luvulla paperiteollisuudessa käyttöön otetut **alumiiniset levylämmönsiirtimet**.

1970-luvun alkupuolella tuli Suomen markkinoille Yhdysvalloissa kehitetty **lämpöputkipatteri - Heat Pipe**. Sen tehoa voi säätää muuttamalla kallistuskulmaa. Laite on edelleen erittäin suosittu Yhdysvalloissa. Sitä käytetään myös jäähdytystehon lämmöntalteenottoon tehostetusti siten, että poistoilman lämpötilaa lasketaan haihdutusjäähdytyksellä eli kostutuksella ennen ilman virtausta patteriin. Suomessa lienee hintataso jarruttanut käyttöä.

Vähitellen levylämmönsiirtimiä alkoi saada eri materiaaleista kuten muovista ja jopa lasista. Levyjen sijasta oli Sveitsissä kehitetty myös lasiputkiin perustuva lämmönsiirrin. Teollisuuden hönkien lämmöntalteenotossa oli käytössä myös pisaralämmönsiirrin eli pesuri, mutta sen käyttö LVI-puolella jäi muutamaan teollisuuden erikoistapaukseen.

Vaikka perusmallit olivat olemassa, oli parantamistakin. Levylämmönsiirtimien huurteen sulatusta varten kehitettiin 1970-luvulla lohkosulatusjärjestelmä, jolloin poistupuolen sulatusvaihe ei pudottanut lämmöntalteenottoa kokonaan pois toiminnasta. Nestekiertoisessa järjestelmässä pölyä käyttämään riittävän tehokasta pumppua ja huurteen sulatusta kastepisteen mukaan. Pyörivälle regeneraattorille likaisissa olosuhteissa kehitettiin näppäriä pesujärjestelmiä, samoin pattereille.



Uusi patterimalli oli **neulalämmönsiirrin**. Siinä putken rivoitus on tehty neulamaiseksi ja putken sisällä on turbulaattori. Rakenne toimii ilmapuolella karkeasuodattimena eikä esim. poistoilmapuolella tarvita painetta syöviä ja vaihtokustannuksia aiheuttavia suodattimia.

Sen erityisominaisuus on myös virtauksen pysyminen turbulentsena hyvinkin pienillä nopeuksilla. Painehäviö voidaan mitoittaa 10...20 Pa:lle. Laite sopii myös suurkeittiöiden rasvakanavien lämmön talteenottoon. Neulalämmönsiirtimille riittää usein syysaikaan ennen lämmityskautta ajoitettu vuosipesu. Kuva Retermia Oy.



Saneerauksissa voidaan neulalämmönsiirtimen pienen painehäviön avulla LTO:n lisäyksestä selvittää jopa ilman puhaltimen vaihtoa.

Usein toki vanhan puhaltimen vaihto on muista syistä tarpeen. Vanhan puhaltimen hyötysuhde ja laakereiden ikääntyminen motivoivat vaihtoa. Esim. Ruotsissa oli taannoin kampanja, jossa valtion tuella kannustettiin vaihtamaan kaikkien kerrostalojen yhteiskanavapuhaltimet. Sähkön säästö oli valtakunnan tasolla merkittävä.

LTO-laitteiden pesua varten on katolle, konehuoneeseen tai sen seinään syytä tehdä vesipiste. KTM:n rahoituksella teimme 1980-luvulla laajan kenttätutkimuksen ilmanvaihdon LTO-laitteiden toimivuudesta teollisuuskohteissa. Merkittävä osa ei toiminut tyydyttävästi. Syynä oli usein se, ettei laitteiden huoltoa oltu suunnittelu- ja asennusvaiheessa mietitty pätäkään. Puuttui huoltoluukkuja, pesumahdollisuuksia ja mittareita tai antureita, joilla olisi voitu valvoa lämpötilasuhteen kehittymistä. Vain muutamassa tapauksessa asennettu laite oli kerta kaikkiaan tarkoitusseensa sopimaton lämmönsiirtopinnan rakenteen tai materiaalin takia.

### LTO säästää myös investointeja

Vielä 1970- ja 1980-luvullakin luvulla LTO-laitteisiin monet suunnittelijat suhtautuivat epäillen; lämmitysjärjestelmä mitoitettiin kuin LTO-laitetta ei olisi. Toisaalta aikanaan Suomen suurimmassa regeneratiivisessa laitteistossa Nautorin uudessa venetehtaassa 1975 voitiin uudella tekniikalla pienentää kiinteäksi aiottua lämpökeskusta niin paljon, että selvittiin siirrettävällä lämpökeskuskontilla. LTO tuli ilmaiseksi saavutetun kustannussäästön takia. Samaan tapaan kävi esim. Fazerin suklaatehtaalla 1980-luvulla, kun pyörivillä LTO-laitteilla voitiin saada kesällä jäähdytystehoa talteen. Säästöt jäähdytyslaitteistossa kattoivat LTO-laitteiden investoinnit.



Nautorin Swan 65-laminointihallissa neljän ison regeneraattorin ansiosta säästettiin lämmitystehoa 2500 kW. Lämpökattilakontti tehdashallin vieressä (BHa). Kiinteästä lämpökeskuksesta eroon pääsy säästi myös käyttökelpoista pihan pinta-alaa.

Investointisäästöissä oleellista on LTO-laitteen teho kovalla eli mitoituspakkasella tai vastaavasti kesähelteellä. Tässä suhteessa laitteiden kesken on suuria

Nykyisten rakennusmääräysten vallitessa koneellinen ilmanvaihto ja LTO ovat käytännössä lähes pakollisia, muutoin on investoitava muuhun kulutuksen pienentämiseen.

Lämmön talteenottolaitteiden lämpötilasuhdetta on nostettu esim. nestekiertoisessa järjestelmässä alunpitäen tyypillisestä 40 %:sta jo yli 60 %:n. Vastavirtalevylämmönsiirtimillä päästään jo 80 %:n lämpötilasuhteeseen. Jo 1970-luvulla rakennettiin pientalojen ilmalämmitys- ja ilmanvaihtokoneisiin 2-portaisia levylämmönsiirtimiä, joilla päästiin 75 %:n lämpötilasuhteeseen. Uusi direktiivi määrää minimilämpötilasuhteeksi 68 %.

Poistoilmasta voidaan lämpö ottaa talteen myös lämpöpumpulla, jolloin lämmöntarpeesta voidaan kattaa 50...60 %, joskin osa energiasta tulee kompressorin käyttö sähköstä. Poistoilmalämpöpumpun eli PILP:in avulla välikausina ja kesälläkin saadaan hyödyksi kaikki poistoilman lämpö, jos sille on käyttöä esim. lämpimän käyttöveden lämmittämisessä.

## Käyttösähkön kulutus pienentynyt

Puhaltimet ja pumput ovat oleellinen rakennusten sähkönkuluttaja. Jo 1990-luvulla alettiin tosissaan kiinnittää asiaan huomiota ja määrättiin ilmastointijärjestelmille ja puhaltimille ominaissähkötehot (SFP = Specific Fan Power [ $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ]). Tähän päästiin käyttämällä hyötysuhteeltaan parempia puhaltimia ja sähkömoottoreita, valitsemalla toimintapisteet huolellisemmin ja mitoittamalla koko järjestelmä niin, että paineen tarve on entistä alempi. Lisäksi tarpeen mukainen ohjaus johtaa samaan suuntaan, kun tarkastellaan sähköenergian kulutusta. Sivutuotteena on yleensä ollut myös matalampi äänitaso.

Ilmanvaihtokonehuoneissa tökeröllä suunnittelulla voidaan tuhota satoja Pascaleja painetta laittamalla peräkkäin laatikkomaisia kulmaosia käyttäen samalla suuria ilman nopeuksia. Tavanomaiset painehäviötaulukot eivät ota huomioon epäsymmetrisestä virtauksesta johtuvaa moninkertaista painehäviön kasvua erilaisten erikoisosien kuten mutkien ja haarojen jälkeen. Tällainen tunarointi jatkui monissa alan yrityksissä vielä 2015.

Juohevia haarakappaleita yms. räätälöityjä osia ei ole mallinnettu ohjelmiin, joten niiden käyttökin on vähäistä. Vielä 1960-luvulla LVT-lehdessä opetettiin näiden kappaleiden käyttöä. Varaamalla riittävästi tilaa konehuoneisiin voidaan ongelmia pienentää.

Puhaltimien liitäntähäviöt voivat olla suuria ahtaissa konehuoneissa ja vastaavissa. Helpotusta toi 1990-luvulla leviävä kammio- eli sekavirtauspuhaltimien käyttö. Puhallinosa voidaan liittää eri suuntiin lähteviin kanaviin ilman suuria painehäviöitä. Sekavirtauspuhaltimia valmistetaan jo verraten suurille ilmavirroille.

Kanaviston järkevä mitoitus eli juohevat haarat ja symmetrinen geometria säästävät painetta. Vielä 1960-luvulla korkeapaineisten kanavistojen mitoituksessa oli tarpeellista käyttää staattisen paineen takaisinsaamisen menetelmää. Nykyisin sitä käytetään yleensä vain teollisuuden korkeapaineisissa tuloilmakanavissa.

## Kanavia kaikista materiaaleista

Ensimmäisten ilmalämmitys- ja ilmanvaihtokanavien materiaali oli tiili, jota käytettiin painovoimaisessa ilmanvaihdossa vielä 1960-luvulla. Peltikanavia alettiin toki käyttää jo 1800-luvulla ainakin teollisuudessa ja tietenkin laivoissa. Suomessakin alettiin tinattua kattopeltiä valmistaa Fagervikin ruukissa jo 1700-luvulla, joten kotimaista kanaviin sopivaa ohutpeltiä oli saatavissa. Kuivia kanavia on tehty myös mustasta pellistä, jota on maalattu tarpeen mukaan.

Kierresaumakanavien historia alkaa 1950-luvulta, jolloin norjalainen Erling Jensen kehitti Afrikan vesihuoltoa varten halpoja valssattuja kierresaumaputkia. Menestyksestä innostuneena muut saivat ajatuksen käyttää menetelmää myös ilmakeinaviin. Valmistuskoneet kehittyivät ja Ruotsista Bahco, Stifab ja Lindab ottivat kierresaumakanavat valmistukseensa 1960-luvulla. Svenska Fläktfabriken seurasi perässä. Niinikään Suomessa Nokian metalliteollisuus aloitti valmistuksen 1960-luvulla ja perusti mm. 1980-luvulla kanavatehtaita Saudi-Arabiaan ja Irakiin. Soikiokanavat tulivat 1970-luvulla.

Kanavien käyttötarkoitus on ymmärrettävä kokonaisuutena. Pellin paksuus ja liitäntämenetelmät valitaan kunkin tarpeen mukaan. Joskus alipaine tai ilmassa kulkevan pölyn kuluttavuus näyttää tulevan yllätyksenä.

Tampereella aiheutui pikaruokaravintolan rasvakeittimen palosta suuret palovahingot, kun poistokanavan liitokset ja kannatukset pettivät ja palo levisi taloon. Tulipalossa syntyvää kanavien lämpölaajenemista tai liitosten palonkestävyyttä ei oltu ajateltu. On järkyttävää huomata, että suurkeittiöiden poistokanavien työselytyksistä löytyy vielä 2015 ohjeita käyttää 1,25 mm:n kanavissa kumirengas- tai kutistenauhaliitoksia. Ne eivät kestä minkäänlaista tulipaloa.

## Betoniakin käytetään

Suurissa teollisuuden kanavissa ja isoissa ilmanottokanavissa on käytetty myös betonia. Näin saatiin korroosiokestävä kanava, jollaista tarvitaan puhallettaessa erittäin kosteaa ilmaa esim.

tekstiiliteollisuudessa. Helsinki-Vantaan lentokenttärakennuksen suuri pääilmanottokanava tehtiin betonista. Erilaisia ilmakammioita on tehty betonista ja muista rakennusaineista kautta aikojen.

Betonikanavarakennetta edustaa myös ontelolaattojen käyttö ilmanavina. Tätä alettiin harjoitella jo 1970-luvun puolella ja laajemmin 1980-luvulla. Puhtaus- ja lämpökapasiteettiongelmat ovat yleensä poistaneet ratkaisun käytöstä, vaikka nykyään osataan ontelot käsitellä siten, ettei niistä irtoa epäpuhtauksia.



Ilmaa voitiin jakaa esim. teollisuushalleihin myös pilareista, kuten tässä American Blower Co:n kuvassa vuodelta 1913 Ford Motors Companyn Detroitin tehtailta USA:sta. Kanavat tehtiin kuitenkin asentamalla betoniraudoitukseen peltikanava ja täyttämällä se valuaikaisen liitistymisen estämiseksi hiekalla. Betonin kovettua hiekka valutettiin pois. Pilarien sisään asennettuja kanavia käytettiin sittemmin paljon varsinkin ulkomailla toimistotaloissa ilman saamiseksi suutinkonvektoreille ja vastaaville.



Vasemman puolen tapauksessa tehtaan ilma jaetaan lattian alle betonipilareiden kautta, Pilareiden kylkeen on lattialle asennettujen tuotantokoneiden takia lisätty myöhemmin lattiapuhalluksen korvaavia ilmanjakolaitteita. Myös poisto katon rajasta hoidetaan

betonikanavien kautta.. Ratkaisu on vuodelta 1943, pellistä oli ankara pula. Oikean puoleinen kuva on Tallinnan vanhasta merimuseosta, jossa portaikon betonista keskuspilaria käytetään kanavareittinä. (Kuvat BHa)

### Puukaan ei tuntematon

Ilmanvaihtokanavien palamattomuus on ollut eräs pääperiaate, mutta esim. pienissä jauhomyllyissä saatettiin käyttää myös puuta vielä 1900-luvun alussa. Puusta tehtiin puhaltimia 1800-luvulle saakka. Materiaali on kipinöimätön, millä on merkitystä pölyisen ilman kuljetuksessa. Puusta tehtiin poistoilmakatoksia paperiteollisuuteen 1800-luvulla ja kestopuusta korroosionkestäviä ja huurtumistakin sietäviä harvasäleisiä ilmanottosäleiköitä vielä 1970-luvulla.

### Korroosiopeikkaa vastaan

Arvioitaessa korroosionkestävyyttä esim. ulkoilmassa on tärkeää ymmärtää, mitä sinkkikerroksen paksuus tarkoittaa. Valmistajat ilmoittavat sinkkimäärän g/m<sup>2</sup> yhteensä kummallekin puolelle, joten käytännössä paksuus on puolet. Alusinkillä on moninkertainen käyttöikä, ja tarjolla on ainakin kahta aivan eri laatua. Suomessa käyttö on ollut oudon tahmeaa, vaikka ulkona kaupunki-ilmassa tavanomaisen ohutpellin sinkityksen käyttöikä on alle 10 vuotta.

Sellu- ja paperiteollisuus tarvitsi korroosionkestävää materiaalia, joten haponkestävää peltiä oli tehtävä jo 1920-luvulla. Ruostumattoman ja haponkestävän materiaalin standardeja ja lajeja on monia. Mieluummin puhutaankin jaloteräksistä. Kestävän materiaalin löytäminen on ollut aina kokeellista. Selluteollisuudessa ja eräissä jäteveden puhdistuslaitoksissa myös puhdas alumiini tuli käyttöön 1960-luvulla. Alumiinin pääkohde on kuitenkin ollut eritasoiset joustavat ja taivutettavat liitoskanavat, Niiden käyttö liesituulettimien poistossa on nykyisin kielletty huonon palonkestävyyden takia.



Erikoisuutena 1960-luvulla alettiin Suomessakin myydä pientaloihin tarkoitettuja muhullisia asbestisementistä tehtyjä kanavia kauppanimeltään Himanit. Isoihin kohteisiin Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö myi Mika-kanavajärjestelmää. Näitä asbestisementtikanavia kutsuttiin myös eterniittikanaviksi. Korroosionkestävyys kosteissa olosuhteissa oli kanavien etuna. Ne eivät tulleet erityisen suosituiksi - onneksi.

Asbestikuitua on käytetty myös hengityssuojaimissa. Erittäin pitkään sitä käytettiin juomien kuten oluen, viinin ja mehujen suodatuksessa. Perusteluna oli hyvä suodatuskyky ja se, että asbestikuiduista ei arveltu olevan ruoansulatuselimissä haittaa.

Kemianteollisuus on tarvinnut metallikanavia paremmin korroosiota kestäviä materiaaleja ja 1960-luvulla tuli käyttöön lujitemuovi eli lasikudulla vahvistettu polyesteriharts. Myös polyeteeniä ja muita muoveja on käytetty. Elektrolyttisessä pintakäsittelyssä ovat PVC-kanavat olleet käyttökelpoisia ja aivan pienissä kohteissa on käytetty tavallisia viemäriputkia.

Tuloilmapuolelle muovikanavat tulivat Uponorin Maxi-kanavien myötä lähinnä teollisuuden lattianalaisiin sovelluksiin 1980-luvun lopulla. Tuote on kuitenkin poistunut hinnastoista. Pientaloja varten on kehitetty 1990-luvulla polyeteenikanavat, joita tehdään myös joustavana

ja lämpöeristettynä. Muovikanavien käyttö vaatii paikallisen rakennusluvan. Rakentamismääräyskokoelman osa E7 sallii muovikanavat tietyin rajoituksin pientaloissa.

Erikoiskanavia vetokaappeihin ja vastaaviin on tehty myös lasitetusta keramiikasta. Erikoisen sovellus on myös lasista tehdyt kanavat, joita on käytetty lääketieteellisyydessä pienissä yhden tai kahden työntekijän puhdashuoneissa, jotta suuret kanavat eivät estäisi näköyhteyttä huoneiden välillä.

Karjasuojia varten on kehitetty polyuretaanikanavia, joissa sisä- ja ulkopinnan muodostaa kova polyuretaani, välissä on polyuretaanieriste. Kanava ei kondensoi, vaikka puhalletaan kylmää ulkoilmaa ja tila on kostea. Lisäksi kanava on ruostumaton ja helppo pitää puhtaana. Myös kangaskanavia käytetään, kuitenkin lähinnä ilmanjakoon. Kankaan hyvä puoli on se, ettei se homehdu ulkopinnastaan, vaikka tuloilman lämpötila alittaa huoneen kastepisteen. Kuiva ulkoilma muodostaa kanavan ympärille kuivan ilman vyöhykkeen.

### **Joustavia kanavia**

Ulkomailla ja erityisesti USA:ssa erittäin suosittua toimistorakennuksissa ja vastaavissa on asentaa ensin pääkanavat ja päätelaitteet paikoilleen. Nämä liitetään keskenään joustavilla eristetyillä kanavilla. Näin ei tarvitse pätkiä yhdyskanavia millin tarkkuudella ja voidaan kiertää alaslasketun katon kannatinrakenteita. Kanavat tehdään alumiinista ja jäähdytetyn ilman puhalluksessa eristeenä on tyypillisesti 25 tai 50 mm lasi- tai kivivillaa, päällä ohut alumiiniokkolevy. Höyrysulkuna voi olla myös polyesteri. Australiassa käytetään eristeenä myös polyeteeniä. Näitä kanavia on tehty jo 1960-luvun alusta.

Liuttomia käyttävien koneiden ja pölyvien työstökoneiden joustavina liitäntäkanavina on käytetty erilaisia muovikanavia, joissa on metallilanka vahvikkeena. Palo- ja räjähdysvaarallisten kaasujen ja pölyjen tapauksessa letkujenkin tulee olla sähköä johtavia ja koko kanavajärjestelmä on tehtävä potentiaalivapaaksi eli maadoitettava.

### **Rakennuksen lämmöneristevaippa kanavana**

Eräänlaista rakennuksen ulkovaipan käyttöä kanavointinan edustaa myös 1970-luvulla lanseerattu ylipainekatto teollisuushalleja varten. Ideana on ilman puhaltaminen vesikaton alla olevaan tilaan, josta ilma suotautuu kattoeristeen läpi. Näin katon lämpöhäviö esilämmittää tuloilman ja saadaan tasainen ilmanjako todella laajalta alueelta. Samalla eristekerroksen kosteusongelmien pitäisi poistua. Jos on edes kerran pidellyt käytettyä ilmasuodatinta kädessään, tajuaa, ettei tällainen ratkaisu ole kestävä.

Samaan roskakoriin menevät myös haaveet rakennuksen seinäeristeiden käyttämisestä tuloilman tuontiin. Tätäkin ratkaisua on pitänyt parikin kertaa tutkia veronmaksajien rahoilla. Tahattomasti rakennuksen vaippaa käytetään kyllä ilman tuontiin. Seurauksena on yleensä aikojen kuluessa sisäilman laadun heikkeneminen. Eristeeseen kertyy ulkoilmasta epäpuhtauskerrostumia, joiden poisto on käytännössä mahdotonta purkamatta ulkovaippaa. Huoneilman alipaineisuuden tulisi olla varsin pieni, jotteivät kertyneet ryönät tule sisäilmaan.

### **Kanavia on eristettävä**

Ennen mineraalivillojen keksimistä lämpöeristeenä on voitu käyttää monenlaisia hankalia ratkaisuja. Usein eristys on jätetty kokonaan pois joko tahallaan tai ymmärtämättömyyttään. Ullakkokerroksen lattiassa on voitu käyttää hiekkaa ja 1930-luvulta asti kevytbetonia. Asbestipahvi on ollut yleinen eriste 1920-luvulta saakka. Nämä ovat palonkestäviä. Bitumihuopaakin on voitu käyttää. Mineraalivillojen tultua 1950-luvulla eristämismahdollisuudet paranivat, mutta esim. asbestiruiskutus säilytti paikkansa paloeristeenä ja erityisen kuumien kanavien eristeenä 1970-luvulle.

Jäähdytettyjen kanavien eristämiseen on käytetty korkkia ja 1950-luvulta solumuovia (EPS eli paisutettu polystyreeni). Varsinaisesti kunnollisen diffuusiotiiviin ratkaisun toi jo 1960-luvulla solukumi, jota amerikkalainen Armstrong-yhtiö markkinoi Armaflex-nimellä. Sittemmin on tullut kilpailijoita, mutta eroa löytyy diffuusiotiiveydessä ja palo-ominaisuuksissa. Eristämättömässä kanavassa esim. yllilämpimiin teollisuustiloihin tai toimistotiloihin puhallettava ilma lämpenee



yllättävän paljon, mikä pilaa usein. esim. kerrostavan ilmanvaihdon tehokkuuden tai syö jäähdytyksen tehoa.

### **Hiljaisemmat ilmastointilaitokset**

Ilmeisesti alkujaan oltiin tyytyväisiä, että ilma edes vaihtui. Ääntä tuli puhaltimista, kanavistosta ja tulo- ja poistoilmalaitteista. Aivan normaalia 1960-luvulla oli sallia asunnoissakin 32 dB(A) melutaso. Vähitellen asuinhuoneisiin on saatu 28 dB(A) yläraja, joka sekini on verraten korkea. Monille on täysin tuntematonta, että on olemassa parempiakin luokkia kuin rakentamismääräysten perälauta. Sisäilman laatuluokituksesta löytyy myös rajat 24 ja 26 dB(A). Ruotsalaisessa akustiikkastandardissa olevaa A-luokan arvoa 22 dB(A) ei Suomessa ole. Eräs selitys voi olla, että varsinkaan aiemmin monet äänimittarit eivät pystyneet mittaamaan luotettavasti näin alhaista äänitasoa. Toinen selitys on se, että suomalaiset laitevalmistajat heittivät pyyhkeen kehään ikään kuin täällä ei taito vieläkään olisi ruotsalaisten tasolla.

Tyypillisesti toimistohuoneissa käytettävien huonejäähdyttimien melutaso on ollut aiemmin ongelma. Aivan tavallinen melutaso oli 45...50 dB(A). Kuitenkin 2000-luvulta saakka on saanut puhallinkonvektoreita, joiden melutaso 2-nopeudella on alle 40 dB(A). Näiden sijasta jäähdytyspalkit ovat vielä hiljaisempi ratkaisu.

Mitoitusohjelmien käyttö (mm. ELVIS ja MagiCAD) vaikuttivat voimakkaasti siihen, että ilmanvaihdon melutasot ovat nykyisin yhä matalampia. Tehtaalla valmistettuja äänenvaimentimia alettiin samalla suosia. Kanavamitoitus ja koneiden mitoitus SFP-luvun vaatimusten myötä on hiljentänyt osaltaan melutasoja.

Varsin pitkään laiminlyötiin ilmanvaihtolaitoksista ulos tulevan melun hallinta. Usein isommat laitokset vaativat vaimentimia myös ilmanottopuolelle. Vaimennettu ilmanottohuuva saattaa olla ratkaisu korjattaessa ääniongelmia. Sisälle harvoin mahtuu jälkikäteen vaimenninta. Katolla olevat poistopuhaltimet voivat vaatia vaimennetut seinäkkeet ympärilleen. Lauhduttimien ja nestejäähdyttimien äänen hallinnasta: ks. kohta jäähdytys.

SuLVI on 2000-luvulla järjestänyt useita äänitekniikan kursseja, jotta alan aika heikko äänitekniikan hallinta kohenisi. Toisaalta ovat myös vaatimukset kasvaneet. Se, mikä aiemmin hyväksyttiin, ei enää mene läpi.

## **Ilman otto ulkoa ja puhallus ulos**

### **Vettä, lunta ja yllämpöä tupaan**



Varsinkin katolla oleville ilmanotoille vanha käypä konsti on ilmanottohuuva. Niitä on käytetty myös seinissä oleville ilmanottoaukoille. Huuvan päälle kertyvä lumi ja jää voivat kuitenkin olla turvallisuusongelma. Tampereen yliopistollisen sairaalan ilmanotossa käytetään huuvia estämään veden ja lumen sisälle pääsyä. (BHa)

Yksinkertaisten säleiköiden ongelman on aina ollut veden ja lumen sisälle pääsy. Jos säleikön takana ei ole suurta kammiota, pääsee lumi tukkimaan suodattimenkin. Suodattimelle päässeet sade- ja sumupisararat tai sulava lumi ovat hygieniariski. Teknisesti hyvissä säleiköissä on pystysäleet.

Erityisen varmaa lumen ja veden sisälle pääsy on silloin, kun ilmanottopiipussa on säleiköt vastakkaisilla puolilla. Tämähän on vanha ja tyypillinen ratkaisu. Vaakatuuli puskee veden ja lumen sisälle piippuun. Tuulen alapuolella olevasta säleiköstä ilmaa poistuu ulos. Piippu toimii laskeumakammiona.

Veden sisälle pääsyn estämiseksi on kehitetty 1980-luvulta saakka ilmanottosäleiköitä, joissa sokkelorakenne vähentää veden pääsyä. Kevyen puuterilumen sisälle pääsyn esto on vielä hankalampaa. Tätä varten on kehitetty lumisäleiköitä. Ratkaisu muistuttaa aavikkomaihin kehitettyjä hiekkapölyn erottimia

Joskus on rakennettu katoille eräänlaisia lumiaitoja, jotka pysäyttävät vaakasuoran lumipyryn.

Useilla katoilla (jo ainakin 1970-luvulla) tehtyjen mittausten mukaan mustan 60-asteisen bitumihuopakaton päällä lämpötila nousee useita asteita. Vasta yli 1,5 - 2 metrin korkeudessa katteen kuumuus ei aiheuta merkittävää yllämpöä. Mitä isompi katto, sen korkeammalta tulisi ilma imeä.

Myös tummahkolta seinältä imetty ilma oli 2...3 astetta lämpimämpi kuin pohjoisen puolelta tai 0,5 metrin päästä seinäpinnasta imetty ilma.



Yleensä ulospuhallusratkaisuja ei juuri näe, kun ne jäävät räystään taakse pihalta katsottuna. (AX)

### **Ulkosäleiköt umpihuurteessa**

Jos ilmanoton lähistöllä on avoimia vesialtaita, koskia tai prosessikuivaimien poistoja kuten paperikoneitten poistopiippuja, on säleiköiden umpeen huurtuminen paha ongelma. Vaikeissa kohteissa on huomattu, että jopa erittäin harva eli 10 senttimetrin sälevälillä varustettu ilmanotto voi huurtua täysin umpeen, jos säleikköä ei lämmitetä.

Huurtumista on estetty jo 1970-luvulta saakka lämmitetyillä säleiköillä tai korvaamalla vähänkin isommat säleiköt lämmön talteenottoon tai omaan liuoskiertoon yhdistetyllä harvalamellisella tai neulaputkista tehdyllä esilämmityspatterilla. Patterit tai käytännössä niihin liittyvät kanavat tulee asentaa ja varustaa siten, että patterit voidaan puhdistaa.

### **Poistoilma saatava taivaan tuuliin**

Vanhimmat poistoilman ulospuhalluslaitteet olivat hormien avoimia päitä, yksinkertaisia puusäleiköitä tai poistoilmatorneja. Vesikatolla poistosäleiköiden ongelmana on ilman suuntaaminen alas, mikä vesikatolla aiheuttaa lumen sulamista ja jäätymistä. Sama tulos saavutetaan laittamalla poistoilmapipun päähän ns. kiinalaisen hattun, joka paistaa ilman alas.

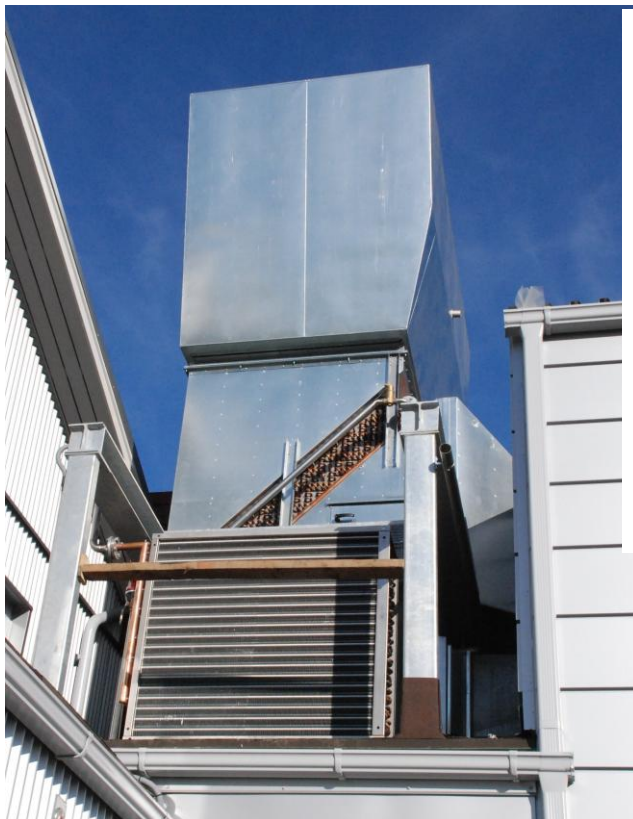
Myös jotkut vanhemmat huippumurit sulattivat lumet piipun ympäriltä. Sulanut lumi jäätyy ja sulaa kattopinnassa. Seurauksena on pinnan vaurio ja vesivuoto.

Jo 1960-luvulla oli saatavissa poistoilmakatoksia, jotka suuntasivat ilman ylös, mutta painehäviö saattoi olla korkea. Ulkomaisten mallien mukaan jo 1960-luvulla tehtiin ainakin teollisuuteen poistoilmapiippuja, joissa kattolävistyskanavaa hieman suurempi jatkoپیippu suuntasi ilman pienellä painehäviöllä ylös ja sadevesi valui piippujen saumaraosta katolle.

Lähinnä paperiteollisuudessa on käytetty perhospelleillä varustettuja ylöspäin puhaltavia sadekatoksia. Jos pellin akseleissa on kuulalaakerit, ratkaisu kestää käytössä pitkään. Liukulaakeriratkaisu hajoaa verraten nopeasti, sillä pellit värisevät turbulentsissa virtauksessa koko ajan ja laakerit kuluvat rikki. Sama on kaikkien itsestään sulkeutuvien säleiköiden kanssa.

Likaisen eli haisevan tai vahingollisen poistoilman puhalluksessa suuntaus ylös on erityisen tärkeä, jotta sopivalla tuulella poistoilma ei tulisi ilman sisäänotosta takaisin. Jo 1970-luvun amerikkalaisissa ohjeissa poistopiipun minimikorkeudeksi tällaisissa tapauksissa suositeltiin puolet rakennuksen korkeudesta.

Markkinoille on parinkymmenen viime vuoden aikana tulleet myös ulkoseinään asennettavia yhdistettyjä ilman poisto- ja puhalluslaitteita. Huoneistokohtaisiin ilmanvaihtolaitteisiin ne sopivat verraten hyvin, jos konetta käytetään kohtuullisen suurella nopeudella. Näin poistoilma lentää useita metriä irti seinästä. Vähälumisiin maihin on tehty myös katolle asennettavia integroitua malleja, mutta niissä ilma imetään yleensä liian läheltä kattopintaa, jolloin lumi ja roiskuva sadevesi tulevat ongelmaksi. Imun minimietäisyys kattopinnasta on 50 cm, mutta vasta 1 m on käytännössä riittävä, jotta kaatosateella roiskuva sadevesi ei pääsisi sisälle.



Pirkanmaan suurimman leipomon eli Leivon Leipomon toimisto-osan vieressä olevan korppujauhon kuivatuksen poistoilma on suunnattu puhaltamaan ylöspäin äänenvaimennetulla ratkaisulla. (BHa)

Piipun sisässä on iso ylöspäin avautuva kartio, jonka alapäässä on sadeveden poistoputki. Ilma purkautuu kartion ja ulkovaipan välisestä raosta. Rakoon satanut vesi valuu pois alapään parisenttisestä raosta.

Poistoilman lämpö otetaan talteen patterilla, jonka putkirivit ovat suorissa riveissä eli helposti pestävissä ylhäältä päin katsottuna.

### Ilmanjako ilmaston pullonkaula

Varsin usein huoneiloissa oleva lämpökuorma on ollut sitä luokkaa, että sen poistamiseksi tarvittavat ilmavirrat törmäivät toisiinsa tai seiniin aiheuttaen vetoa. Ilmanjakolaitteiden hyvyys

mitataankin usein sillä, miten vedottomasti niillä pystytään jakamaan ilmaa.

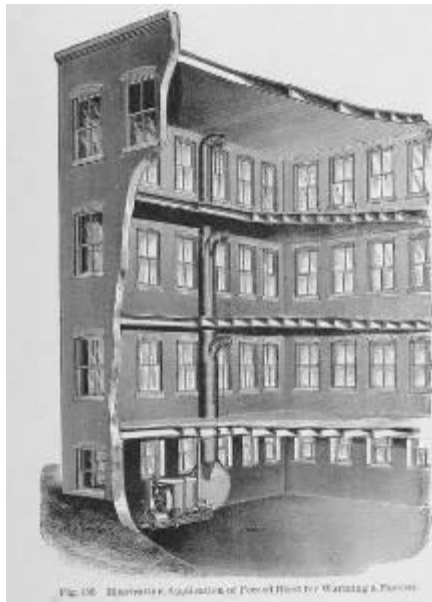


Fig. 18. Illustration of a Vertical Duct System for Heating & Cooling.

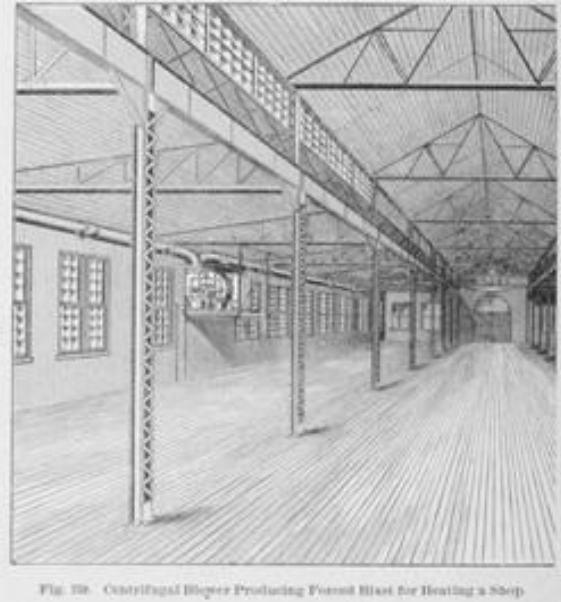
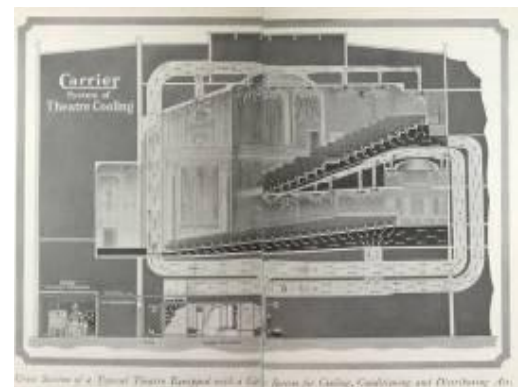
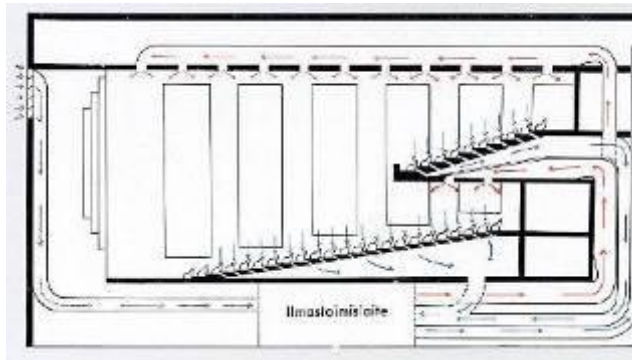


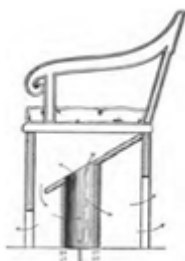
Fig. 19. Centrifugal Blower Producing Forced Heat for Heating a Shop.

Ilmanjako hoidettiin 1900-luvun alussa suorilla kanavien päällä. Kuvissa tuotantotilan ja kauppaliikkeen ratkaisuja (ASC). Ilma lensi pitkälle, mutta aiheutti vetoa.



Huoneilmastointia ja erityisesti koneellista jäähdytystä kehitettiin Yhdysvaltain Etelä-valtioiden elokuvateattereita varten 1920-luvulla. Ilma puhallettiin ylhäältä kartiohajottimilla, poistettiin alhaalta. Vasemmalla kuva Strömbergin esitteestä 30-luvulta. Kuva on saatu tekemällä Carrierin mainoksesta (Am) yksinkertaistettu versio. Tieto liikkui Atlantin yli.

Kartiohajottimia alkoi valmistaa amerikkalainen yritys, joka rekisteröi tuotteelle nimen Anemostat. Siitä tuli yleisnimi koko laitteelle, joka vielä 1970-luvulla Taloinen Oy:n maahantuomana edusti ilmanjakolaitteiden aatelia.



Ei alhaalta puhaltaminen teatteritiloissa ole sekään aivan uutta, kuten vuoden 1909 oppikirjan kuvasta näkyy. (ASC). Myös penkin jalkojen väliin lattian päälle asennettua reikäpeltipuhallusta käytettiin.

Alhaalta puhallusta opetettiin myös esim. Rietschelin Heiz- und Lüftungstechnik-kirjassa 1934. Alhaalta puhallus esiintyi myös Buffalo Forge-puhaltimien mainoksissa jo 1914. Tehtaalla oli myyntikonttori Berliinissä.



### **Käytäväpuhallus säästi kanavoinbtia**

Oma tarinansa Suomessa oli käytäväpuhallus. Sitä käytettiin kouluissa ja joissakin valtion virastotaloissa. Ilma puhallettiin käytävälle, josta sen piti kulkeutua siirtoilmaventtiilien kautta huonetiloihin poistoimureiden vetämänä. Menetelmä oli silloissa rakennuksissa altis ilmapuodoille ja tuulelle. Ilmanjakotapa huoneisiin ei sekään ollut tehokas, vaan varsinkin luokkahuoneissa usein erinomaisen alkeellinen. Mutta kun ilmanlaadun mittaamenetelmiä ei juuri ollut hiilidioksidin mittaamista lukuunottamatta, karvalakkitasoinen menetelmä oli standardi 1960-luvulla.

Toimistotiloja varten rakennushallitus kehitti käytäväoven päälle asennettavan rakomaisen siirtoilmalaitteen, johon sai äänenvaimennuksenkin.

### **Ilmanjakolaitteita alettiin kehittää toden teolla 1960-luvulla**

"No air condition is better than it's air distribution". Ilman puhaltaminen aiheuttaa helposti vetoa ja huono ilmanjako jättää akanvirta-alueita, joissa ilma ei vaihdu. Asiaa alettiin tutkia systemaattisesti jo varhain eli osin 1920-luvulla. 1950-luvulla esitettiin esim. taulukoita siitä, millaisia ilmanvaihdon kertaisuuksia voidaan erilaisilla ilmanjakolaitteilla käyttää. 1960-luvulla tutkittiin paljon ns. tehollisen alilämpötilan muodostumista. Toisaalta oli luotu jonkinlaiset vectorajat tälle alilämpötilalle tilassa olevien aktiviteetista riippuen. Myös eri menetelmien heittopituus- ja sekoituskertoimista esitettiin taulukoita. Onkin yllättävää, että kesti verraten kauan, ennen kuin keksittiin, että varsinkin jäädytetyn ilman jaossa tarpeelliset parhaat sekoituskertoimet saadaan aikaan käyttämällä useita pieniä suuttimia.

Askel askeleelta vedon vaara on pienentynyt. Kehitysaalto oli 1970-luvulla, mutta myös sen jälkeen on tapahtunut. Erilaisten ilmanjako- ja poistomenetelmien ja niiden aikaansaama ilmanvaihdon tehokkuus tai hyötysuhde voitiin mitata jälkiainetta käyttävillä monikanavalaitteistoilla 1980-luvun puolella.

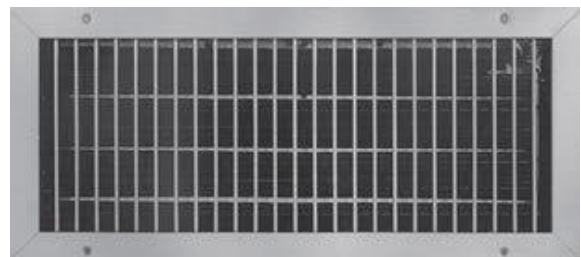
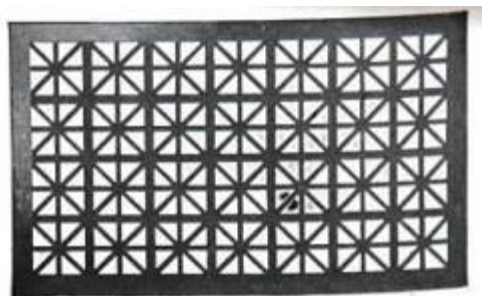
### **Monenlaisia päätelaitteita ja venttiilejä**

Ilmanjakolaiteratkaisut ovat poistopuolta tärkeämpiä ilmasuihkujen pituudesta johtuen. Ilmanvaihdon päätelaitteisiin kuuluu myös niihin liittyvät paineentasaus-, äänenvaimennus- ja virtaaman säätölaitteet. Nämä ovat kehittyneet viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana merkittävästi. Puhallusilma saadaan virtaamaan päätelaitteesta tasaisesti tarkoitetulla tavalla.

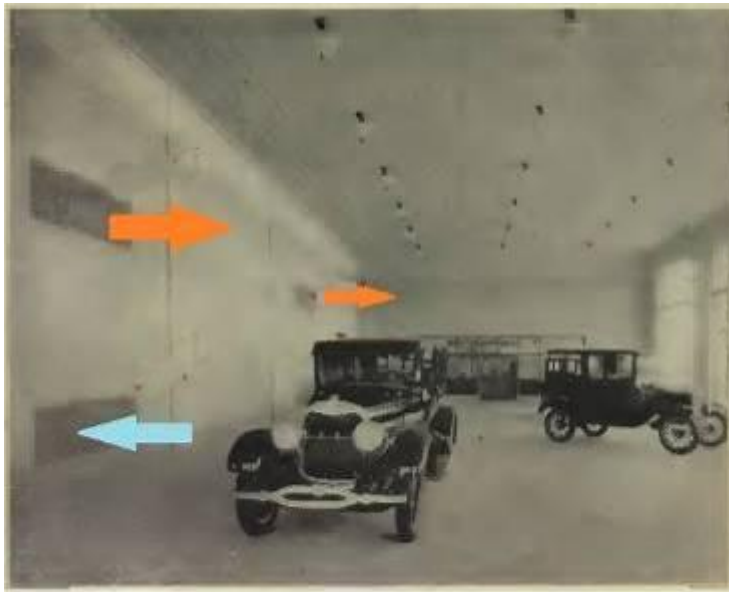
Vanhimmat ilmanjakolaitteet 1800-luvulla olivat koristeellisia ritilöitä. Niissä ei ollut suuntausmahdollisuutta.

Selvä parannus olivat säleiköt ja varustettuna pitkillä säleillä niillä oli jo hyvä suuntausmahdollisuus. Näitä käytettiin jo 1920-luvulla lämminilmakoneissa. Verraten huono sekoituskerroin ei lämmintä ilmaa puhallettaessa ole yleensä haitta, mutta yllämmön poistoon viileällä ilmalla se on.

Seuraavassa esitetyt laitekuvat on kerätty eri lähteistä, kuten Fläkt Woodsin, Haltonin, Climeconin ja Stifabin eri-ikäisistä esitteistä ja vanhoista oppikirjoista..







Tässä 1920-luvun autonäyttelyhallissa lämminilmakoneen ilma imetään alhaalta ja puhalletaan ylemmää. Riittävän suuri kierrätys eli imu vetää väkisin lämmintä ilma alas ja poistaa jäähtynyttä ilmaa lattia-rajasta. Vastaavia ratkaisuja on sovellettu teollisuudessakin, jos puhalluksen suuntaaminen alas on aiheuttanut häiritseviä virtauksia. (Am)



Kiertoilmalämmittimiin kehitettiin jo varhain kunnolliset säleiköt ohjaamaan lämmin ilma alas. (Am). Uskomatonta kyllä, vielä 1960-luvulla oli asennuksia, jossa tätä ei oltu ymmärretty, kuten oheisen kuvan (BHa) lämminilmakoneen reikäpeltipuhallus näyttää.

Elokuvateattereiden ilmanjakoon 1920-luvulla kehitetyistä kartiohajottimista kehitettiin myöhemmin mallit, joissa sisempien kartioiden keskinäistä väliä voi muuttaa, jolloin puhalluskuvio muuttui vaakasuorasta suoraan alaspäin puhaltavaksi.

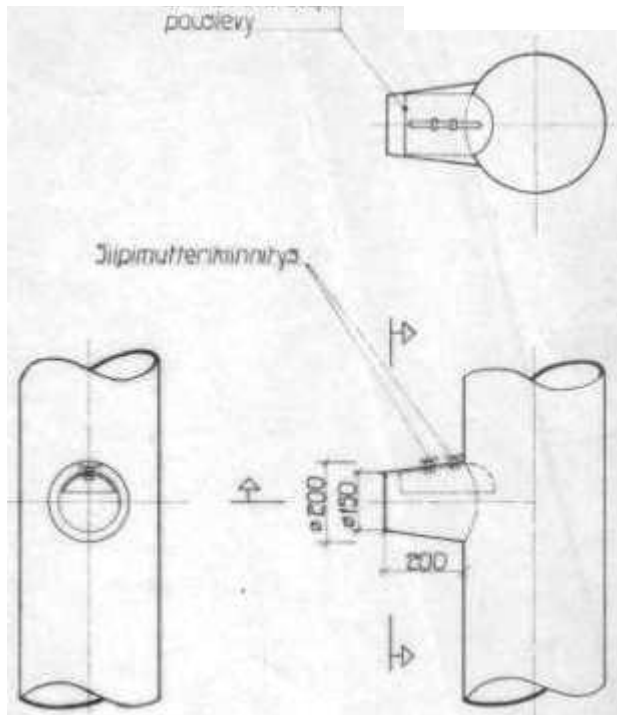
Tiedossa ei ole, kehittyikö kartiohajottimesta yksinkertainen lautasventtiili, jonka puhallusrakoa voi muuttaa, mutta tällaiset olivat yleisessä käytössä 1960-luvulla.

Yksinkertaisella lautashajottimella sai verraten hyvän ilmanjaon. Näitä käytetään edelleen, mutta lautanen on yleensä muotoiltu hieman kartioksi.



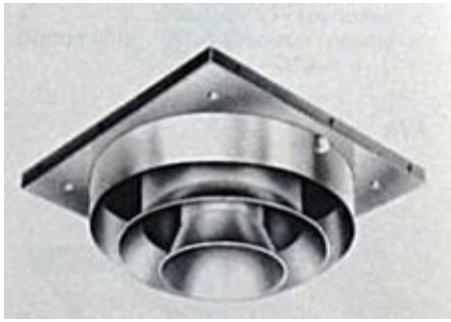
Ilmanjakolautasista on kehitetty monikerroksisia malleja ja pyörrevirtahajottimia. Korkeissa halleissa saattaa olla tarpeen muuttaa puhalluskuviota talvella ja kesällä.

1980-luvulla kehitettiin moottorilla varustettuja malleja, joiden puhalluskuviota voidaan muuttaa lämpötilan perusteella automaattisesti tai käsiohjauksella kaukosäätimestä.



Haluttaessa pitkiä heittopituuksia oli varsin ilmeinen ja ainakin halpa malli pelkkä kartiomallinen suutin kanavan päässä tai kyljessä. Nämä olivat varsinkin teollisuudessa käytössä vielä 1960-luvulla.

Kanavien kylkeen asennetut kartiot varustettiin siepparilevyllä, jotta voitiin säätää puhallusilmavirtaa. (BHa)



Suuttimista kehitettiin 1960-luvulla malli, jossa sisäkartiolla saadaan hieman parempi sekoittuminen ja ennen kaikkea mahdollisuus suunnata suihkua.



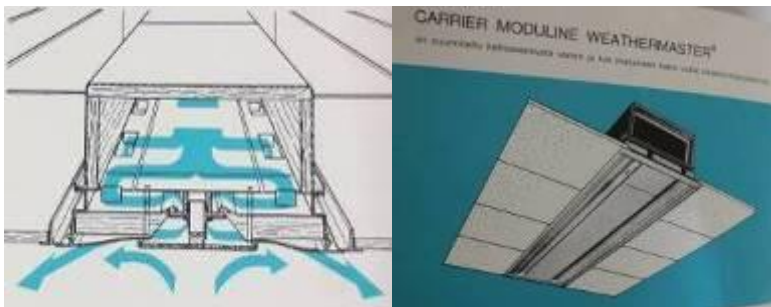
Keski-Euroopassa on ollut suosittuja teollisuushallien ilmanvaihtolaitteet, joissa kattokone puhaltaa yhteen ilmanjakolaatikkoon.

Suomessa näin ole juurikaan menetelty, sillä katosta puhallus kesällä ei useinkaan ole sopivaa ja menetelmän ilmanvaihdon tehokkuus nurkissa voi olla heikko.



Sylinterinmuotoisia eri suuntiin puhaltavilla sivusäleiköillä varustettuja erikokoisia ja täyspyöreitä tai puolipyöreitä ilmanjakolaatikoita on ollut Fläktin valikoimassa jo 1960-luvulla.

Toimistorakennusten suuret valaistuksesta johtuvat lämpökuormat vaativat verraten suuria ilmavirtoja. Jäähdytetyn ilman jakamista varten kehitettiin 1950-luvulla pitkät rakosuuttimet, joilla sekoituskerroin parani oleellisesti verrattuna tavanomaisiin säleiköihin. Rakosuuttimet saatiin kytkeä osaksi alakattojärjestelmiin liitettyjä pitkiä kanavia, joihin ilma saatiin tuoda kaksikanavajärjestelmällä. Myös valaisin saatiin integroida osaksi järjestelmää.



Valmetin myymä Carrierin Moduline oli kova sana 1960-luvulla. Ei sekään ihan vedoton ollut. Rakopuhalluksen siedettävällä jäähdytysteholla on ylärajansa.

Toimistoihin kehitettiin jo 1920-luvulla ikkunapenkkeihin istutetut järjestelmät, joissa puhallussäleikkö on laitteen päällä. Ylöspäin suuntautuva puhallus ehkäisee talvella

lattiavetoa. Puhallimella varustettuja alettiin kutsua puhallinkonvektoreiksi. Niissä saattoi olla myös ulko- ja sisäilma moottoripellit eli ne toimivat myös huonekohtaisena ilmastointilaitteena.

Puhallinkonvektorit ovat edelleen käytössä. Laitetekon sisällä keskusilmanvaihtokoneen ilmaa suuttimista puhaltavia malleja kutsuttiin suutinkonvektoreiksi tai induktiopuhalluslaitteiksi. Suutinpuhallus tempasi eli indusoi mukaansa huoneilmaa, jolloin näin syntyneen sekoitusilman lämpötila oli lähellä huonelämpötilaa.

Alkuperäiset suutinkonvektorit tulivat Suomeen jo 1950-luvulla. Lattian rajassa liikkuva induktioilma aiheutti nilkoissa vetoa ja ilman mukana puhallettiin hengitysilmaksi myös muutoin lattialle jäävät pölyhiukkaset. Kun puhallusritilän päälle asetettiin vielä papereita ja muita toimistotarvikkeita, saatiin laitteisto teknisestikin toimimattomaksi. Ei ihme, että valituksia syntyi. Professori Vuorelaisen sanoin 1970-luvun alussa: "Ei näitä enää myytäisi, ellei niiden kehittämiseen olisi hakattu niin paljon rahaa." Suutinkonvektoreita myydään edelleen, mutta lähinnä katon rajasta puhaltavia pitkän kanavan muotoisia malleja.

## SUUTINKONVEKTORI



1960

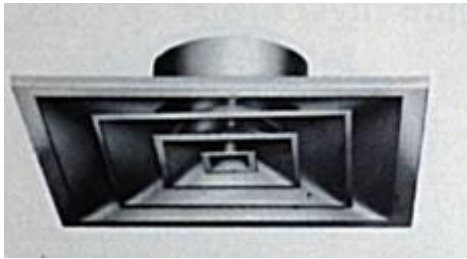
ARMO

TEKNOLOGIA

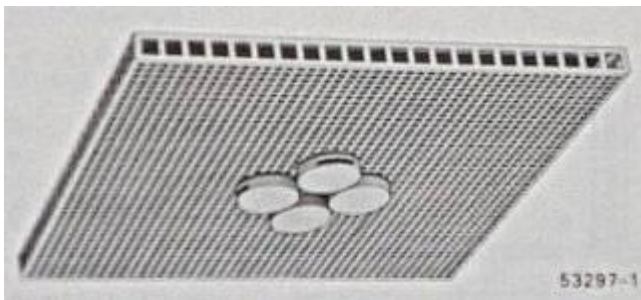


Kun puhallinkonvektori nostetaan kattoon ja varustetaan yhdestä neljään suuntaan puhalluksella, saadaan ns. kasettipatteri. Näiden tekniikka on paranneltu vuosien aikana ja kondenssiveden poistamiseksi on saatavana pumppuvarustus

Kalliiden ja jäykkien rakopuhallusjärjestelmien tilalle tarvittiin ilmanjakolaitteita, joiden sekoituskerroin olisi hyvä. Ensin kehitettiin alakattoon istuvia neliön mallisia kartiohajottimia, mutta 1970-luvulla näitä korvaamaan tehtiin rei'itetyllä pohjalevyllä ja tarpeen mukaan yhdestä neljään suuntaan sivuraosta puhaltavia malleja,



Jaettaessa jäädytettyä ilmaa muuttuvalla ilmavirralla on ongelmana suihkun putoaminen pienellä ilmannopeudella alas ja veto. Tämän estämiseksi Fläkt kehitti 1980-luvulla jet-suuttimilla varustetut ilmanjakolaitteet. Suuttimien ilma otettiin ennen pääilmavirran säätölaitetta ja oli siten vakionopeuksinen. Näin saatiin aikaan antosuihku, joka esti alilämpöisen ilman putoamisen hallitsemattomasti alas.



Jet-suuttimilla varustetut ilmanjakolaitteet hävisivät vähitellen markkinoilta lähinnä kai korkeamman hintansa takia. Ideahan niissä on aivan oikea, jos jäädytetyn ilman puhallusnopeus muuttuu.

Suoraan kanavan kylkeen asennettujen suutinyksiköiden avulla voitiin saavuttaa verraten hyvä sekoitus. Kalevi Sassi kehitti muovista valmistetut UNO-suuttimet tätä varten. Niitä saattoi asentaa kahteenkin suuntaan tai kahteen kerrokseen. UNO-kanavia valmistetaan edelleen.

Suutinkanavien mitoitus on tehtävä huolella, jota ilma tulee tasaisesti koko kanavan pituudelta. Käyttämällä liian suuria alkupään nopeuksia kanava alkaakin imeä ilmaa alkupäässä ja loppupäästä tulee sitäkin enemmän ilmaa. Suuttimien staattisen painehäviön on oltava selvästi suurempi kuin kanavassa virtaavan ilman dynaamisen paineen.

### UNO-SUUTINILMANJAKO



1970

AVOIN

Tuotekehitys

Myöhemmin 1990-luvulla on ilmaantunut malleja, joissa suuttimet ovat suunnattavissa, minkä avulla voidaan välttää vetoa aiheuttavaa puhallusta työpisteisiin.





Rei'itettyjä kanavia tehtiin jo 1970-luvun alussa ilmanjakoa varten, mutta ongelmana oli puhalluksen suuntautuminen kanavan loppupäätä kohden.

Pelkät reiät pellissä eivät pysty oikaisemaan kanavan sisäpuolista virtaussuuntaa. Tasaisemman ilmanjaon saamiseksi Ilmateollisuus Oy kehitti 1980-luvulla Activent-suutinkanavan, jossa pienillä suuttimilla saatiin ilma purkautumaan tasaisesti ja kohtisuoraan kanavasta. Menetelmällä savutetaan erittäin hyvä sekoituskerroin ja suutinkanavat voi asentaa esim. teollisuudessa työntekijöiden päälle. Suutinkanavia käytetään myös esim. toimistotiloissa ja kouluissa.



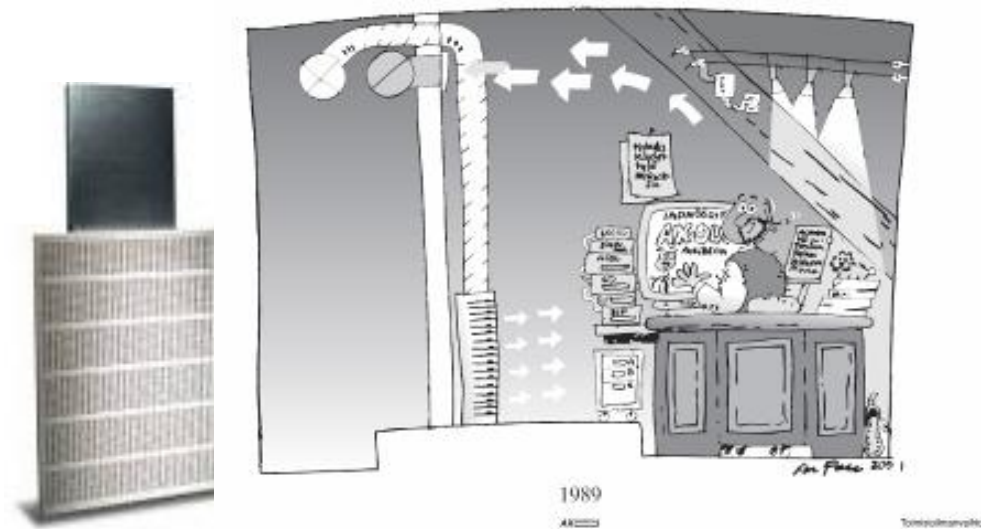
Activent-kanaviin (Fläkt Woods) saa tilattua suuttimia eri sektoreille kulloisenkin tarpeen mukaan. RIL:n historyryhmän 2015 (Aarne Jutila, Heikki Koivisto, Pertti Vakkilainen, Antero Saarilahti, Sulevi Lyly, Matti-Pekka Rasilainen, Ilkka Larjomaa ja kuvan ottaja Börje Hagner) kokoontumispaikkana on RIL:n neuvotteluhuone, jossa ilma jaetaan kahdella Activent-kanavalla.

Ensin teollisuustiloihin ja sittemmin auditorioihin, neuvottelutiloihin ja suuriin saleihin norjalainen Farex kehitti 1970-luvun alussa piennopeuspöntöt, jotka toimivat kerrostavalla periaatteella. Toisin sanoen tuotannosta tai ihmisistä nousevaa ilmavirtaa ei häiritty, vaan tuloilma tuotiin pienellä nopeudella. Ideaa oli toki käytetty Suomessa valimoissa jo 1960-luvulla ja laatikoita kutsuttiin valimolimpuiksi. Ne asennettiin tyypillisesti n. 2,5 metrin korkeuteen.

Menetelmä ideana ovat tilan lämmönlähteiden aiheuttamat konvektiovirtaukset eli pluumit, joiden mukana kulkeutuvat myös epäpuhtaudet. Oleskeluvyöhykkeelle saatiin aikaan puhtaampi ilma ja sekä lämpötila että epäpuhtaudet kerrostuivat tilan yläosaan. Menetelmä sai Suomessa suuren suosion vasta 1980-luvulla ja useat valmistajat ottivat piennopeuslaatikot ohjelmaansa. Niistä tuli jopa muoti-ilmiö, jota käytettiin kaikenlaisissa tiloissa. Menetelmällä oli myös lempinimi **norsuilmastointi**, koska lattian rajasta kärsällä saa puhtaampaa ilmaa.

Yliämpimän ilman jakoon piennopeus ei sovi oikosulkuvirtausvaaran takia. Asiaa on korjattu jo 1970-luvulla asentamalla laitteiden päälle kantoaaltoisuihkuja, joiden tehtävän on estää ilman nousu ylös. Toisaalta tällainen kantosuihku tekee ilman jaosta sekoittavan, joten useimmiten paras olisi hoitaa lämmitys eri menetelmällä.

## SYRJÄYTYS / PIENNOPEUSPUHALLUS



Piennopeuspuhallusta lattialle asennetuista tuloilmalaitteista alettiin käyttää jopa toimistoissa 1980-luvulla. Tämä johti epämiellyttävään lämpötilakerrostumaan: jalat viileässä, pää lämminilmapatjassa. Sijoittamalla tuloilmalaite kattoon vaikkapa käytäväoven kohdalle tilanne parani oleellisesti: alaspäin valuva virtaus sekoittui huoneilmaan, jolloin lattianrajan lämpötila sekä lämminilmapatjan alareuna nousivat.



Syrjäytysanaa on alun perin käytetty täysin väärin ilmanjaossa. (engl. displacement pitäisi olla replacement). Piennopeuspuhallus ei syrjäytä, vaan antaa lämpimän ilman nousta vapaasti ja tilaan tuodaan korvausilmaa pienellä nopeudella.

Ilman puhaltaminen pienellä nopeudella reikäpellin läpi ei ole myöskään laminaarista, vaan puhallusvirtauksessa tapahtuu sekoittumista puhallusilman ja ympäröivän ilman välillä enemmän tai vähemmän laitteesta riippuen. Kuvassa (BHa) sekoittuminen näkyy.

Teollisuudessa on usein mahdotonta sijoittaa tuloilmalaitteita lattialle. Sijoittaminen 2...3 metrin korkeuteen on kuitenkin parempi kuin katon rajaan asentaminen.

Neliömallisten tai pyöreiden kattohajottimien tilalle kehitettiin 1980-luvulla pyöreitä katossa olevia pönttöjä, joiden kylki ja pohja ovat rei'itettyjä. Asentamalla tällainen käytävän kohdalle voidaan saada aikaan osittaisia kerrostumia esim. avotoimistoissa, kun ihmisestä ja tietokoneesta nousee lämpö häiriintymättä ylös.



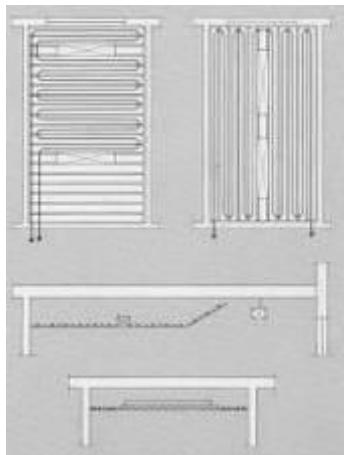
1980-luvuna lopulla keksittiin, että rei'itetyillä osilla varustettujen ilmanjakolaitteiden ominaisuuksia voidaan parantaa käyttämällä muovisia kierrettäviä suuttimia: ilmavirtaa voidaan suunnata. Suuttimia on sittemmin istutettu laitteiden pohjaan ja kylkiin.



### Jäähdytyskatot ja –palkit IMS- eli VAV-järjestelmien tilalle 1980-luvun lopulla

Toimistotiloissa tietokoneiden aiheuttaman lämpökuormituksen kasvun takia tarvittiin ilmajärjestelmillä yhä suurempia ilmavirtoja, jotka suurensivat keskuskoneita ja kanavia. Huoneiden lämpötasoa hallittiin useimmiten ilmavirtaa muuttamalla. Pystykanavat vaativat kerrosalaa ja vaakanaavat kerroskorkeutta. Suurten ilmavirtojen hallinta vedottomasti ei sekään ole aivan helppoa. Tämä loi markkinoita uusille tilakohtaisille ratkaisuille kuten jäähdytyskatoille ja sittemmin jäähdytyspalkkeille: voitiin saavuttaa rakennustekniikassa huomattavaa kustannussäästöä.

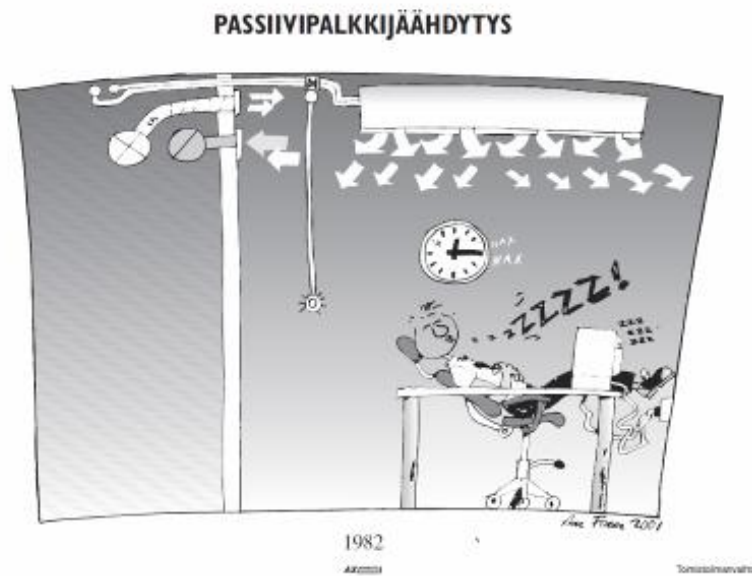
Jäähdytyskattoja tai jäähdytettyjä kattoelementtejä oli tehty jo 1960-luvulla, mutta ne olivat hankalia sovittaa moniin paikkoihin ja edellyttivät alaslaskettua kattoa. Ensin kehitettiin vain osan kattoa kattavia malleja.



Ilmateollisuus Oy:n jäähdytyslementtejä 1980-luvulta.

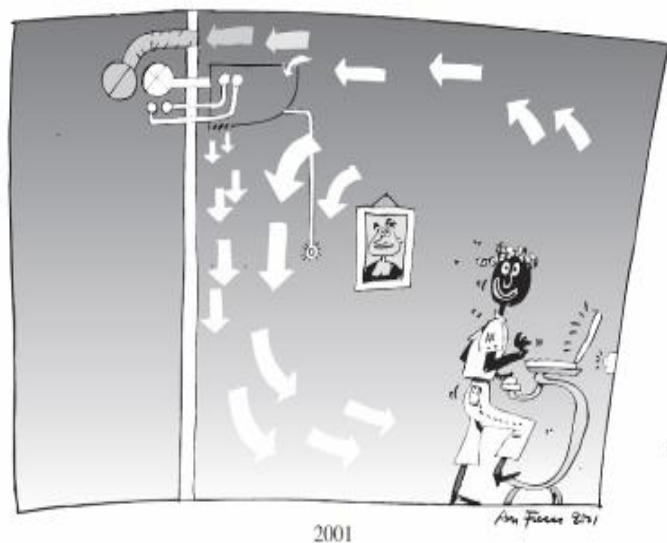
1980-luvulla tuli Norjasta Farexilta vallankumouksellinen jäähdytyspalkki, jossa kotelon sisällä on pitkä lamellipatteri ja alla reikälevy. Näin saatiin huoneeseen jäähdytystehoa yksilöllisesti ilman äänekkästä puhallinta. Palkki muistutti toiminnaltaan jäähdytettyjen varastojen kattoon asennettuja luonnon konvektiolla toimivia höyrystimiä.

Passiivipalkiksi kutsutusta versiosta ei ollut pitkä matka malleihin, joissa huoneen puhallusilma johdetaan palkin sisälle ja ilma purkautuu sivuraeista. Puhallus imee induktioilmaa päältä. Sitten laitteiden ominaisuuksia on edelleen kehitetty ja esim. siivottavuutta parannettu saranoidulla kotelolla.



Passiivipalkkijäähdytyksen rinnalle on alettu tuoda maahan jäähdytyspaneeleita, joissa on grafiittitäyte putkien ympärillä. Paneelilla voidaan jäähdyttää ja lämmitellä. Lamellirakenteen puuttuessa siivoaminen on helpohkoa. Perinteisempiä kattoon asennettavia jäähdytyspaneeleita on useilla valmistajilla.

Aktiivipalkeilla saadaan tuloilm

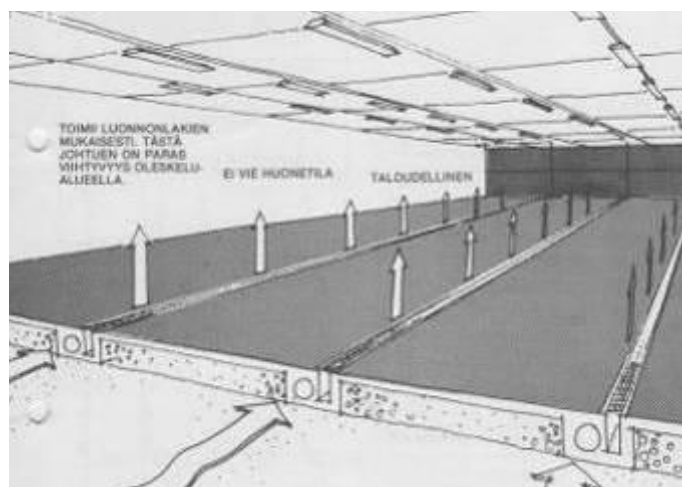
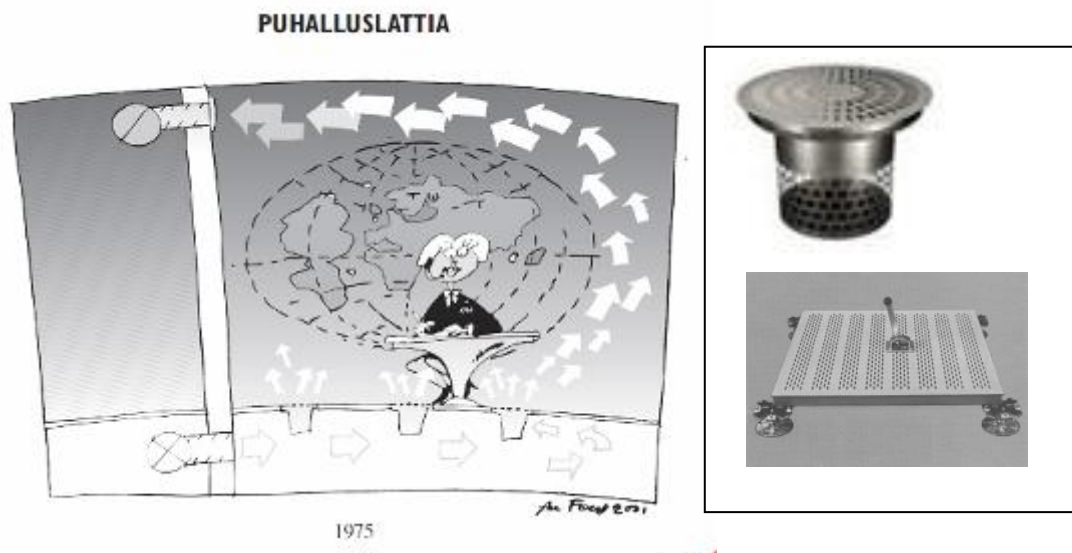


Jäähdytyspalkin tehokkuutta on voitu parantaa suuntaamalla puhallus esim. toimistohuoneessa oviseinään päin. Tällöin muodostuu osittainen kerrostuma, jossa lattian rajassa ei ole liian kylmä, ja lämminilmamatjan alaraja nousee pään yläpuolelle.

Sekä passiivi- että aktiivipalkit suunniteltiin aluksi siten, että palkin pituus oli huoneen mittainen ja palkit olivat kapeita. 1990-luvulla aktiivipalkit lyhenivät ja levenivät ja jäähdytystehoa tuotettiin yhä enemmän ja jäähdytysilmaa puhallettiin yhä lyhyemmistä raoista tai suutinriveistä. 2010-luvulla suosituimpia ovat kasettimalliset palkit, jotka toimivat kuten neliön muotoiset hajottajat, jotka puhaltavat neljään suuntaan. Myös pyörrehajottajan ominaisuuksia on yhdistetty aktiivipalkkiin.

### Puhalluskatot ja -lattiat kovassa käytössä 1960-luvulla

Jäähdytettäviin laboratorioihin, pankkeihin, atk-keskuksiin, laboratorioihin, sähkölaitetiloihin ja muihin lämpöä kehittäviin laitetiloihin kehitettiin jo 1950-luvulla rei'itettyjä kattoja. Niissä joka toinen ruutu oli rei'itetty, joka toinen ja reunimmaisheet ruudut umpinaisia. Myös seiniä saatettiin käyttää apuna, jos lämpökuormat olivat suuria. Varsinaisissa atk-saleissa ja vastaavissa käytettiin yleensä ylösnostettua lattiaa, johon asennettiin kaapelit. Sitä alettiin käyttää ilman puhallukseen. Huoneen ilmastoinnista huolehtiva kaappikone voi puhalttaa lattian alle. Lattiapuhallusta varten kehitettiin erilaisia reikälevyjä, rakopuhalluksia ja pyöreitä ilmanjakolaitteita.



Varsinaisissa työtiloissa lattiapuhallus ei ole hyvä keksintö vedon vaaran takia. Ihmisen nilkat ovat niskan lisäksi arkoja. Paineelliseen lattiaan voidaan istuttaa myös lattian päällä seisovia ilmanjakolaitteita. Sittemmin palovaaran takia ei kaapelitilojen käyttöä ilmanjakokammiona ole yleisesti hyväksytty työtilojen ratkaisuksi.





Tässä teollisuushallissa kerrostava ilmanjako on tehty jo 70 vuotta sitten. Ilma puhalletaan lattiariilöistä ja poistetaan katon rajasta (BHa).

Lattiasta puhallusta on käytetty myös telakkahalleissa, esim. Helsingin telakan suurlokkohallissa, joka tehtiin 1980-luvun lopussa. Ilmaa olisi ollut mahdoton saada keskilattialle seinistä tai katosta puhaltamalla. Lattian päälle ei voinut asentaa mitään kappaleiden siirron ja lohkojen tukien takia.

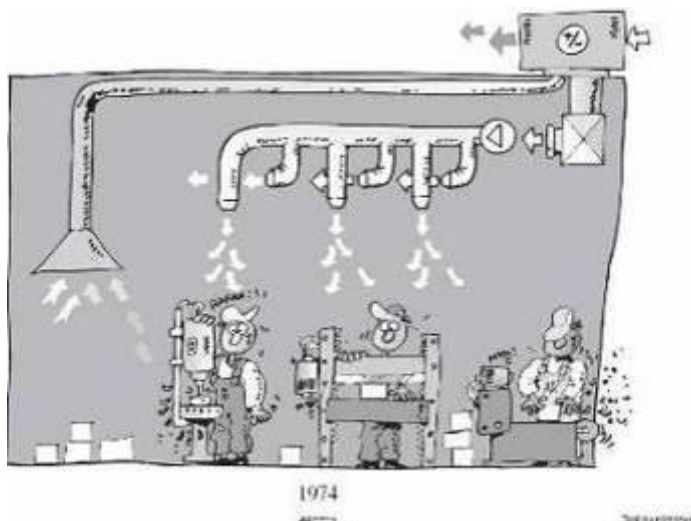
### Aktiivinen syrjäytys = mäntäilmanvaihto

Sananmukaisesti syrjäyttäväkin ilmanjakoa käytetään. Tällöin puhallus työntää kuin mäntä edeltään huoneen ilmaa. Vanhin menetelmä on esim. automaalaamoissa ilman puhallus suodatinkaton kautta. Puhallusilma työntää ilmaa raskaammat liuotinkäryt alas poistoon. Kangaskanavalla saadaan paikallisesti sama vaikutus. Lisäksi kangas tasaa virtausta. Kangaskanavien käyttö levisi Suomeen lähinnä Tanskasta lihanjalostuslaitoksista 1980-lvulla. Tämä on sikäli outoa, sillä jos kangaskanava liitetään suoraan kierrätysilmajäädyttimen perään, on ilman suhteellinen kosteus lähellä 100 %:a, mikä merkitsee varmaa homehtumista. Kangaskanavaa voi käyttää, jos kosteus on alle 70 %.

Mäntäilmanjako on varsinainen syrjäytysmenetelmä. Menetelmää on käytetty eniten puhdistiloissa sekä myös osittaisena mm. leikkaussaleissa.

Kangaskanava ja suodatin eroavat rei'itetystä pellistä tehdystä puhalluslaitteesta siten, ettei synny lukuisien pienten reikäsuuttimien aiheuttamaa ilman sekoitusta ympäröivään ilmaan.

### Dirivent - ratkaisu ja ongelma



1960-luvulla markkinoitiin teollisuuteen innokkaasti jet-suutinjärjestelmää, jossa voitiin verraten pienten suutinpuhallusten avulla siirtää tuloilmaa katon rajassa ja välttää suuret kanavoinnit. Osa suuttimista puhalsi ilmaa alas, osa eteenpäin. Kanavoinnin vähenemisen lisäksi perusteltiin ratkaisun hyvyttä sillä, että sen avulla katon rajaan kertyvä lämpö saadaan työskentelytasolle hyödyksi.

Vähitellen alkoi kuitenkin tulla kokemuksia. Monissa paikoissa katon rajaan kertyi paitsi lämpöä, myös haitallisia epäpuhtauksia. Näiden pölyttäminen hengitysvyöhykkeelle ei herättänyt hurraata. Niissäkin kohteissa, joissa ei ollut katon rajaan nousseita epäpuhtauksia, tuli ongelmia kesäaikana: lämminilmapatja puhallettiin ihmisten riesaksi työskentelytasolle, kun muutakaan tuloilman vaihtoehtoa ei ollut. Joissakin pajoissa voitiin toki pitää kesällä ulko-ovia auki. Suuttimista alas tuleva puhallus aiheutti helposti vetoa. Ilmasuihkun loppunopeushan riippuu paitsi ilmavirasta, myös puhallusilman ja ympäröivän ilman lämpötilaerosta. Niinpä järjestelmästä tuli joissakin paikoissa kirosana.

Kuitenkin löytyi sovellus, johon menetelmä sopi: autojen pysäköintihallit ovat tyypillisesti matalia ja kanavoinnille ei ole tilaa. Kun käytetään jetsuutintekniikkaa, saadaan ilma kulkemaan hallin läpi tuloilmakanavan puolelta poistoon. Matkalla ilman epäpuhtaudet lisääntyvät, mutta keskimäärin savutetaan parempi ilman laatu kuin jos sama ilmavirta jaettaisiin alueelle tasaisesti.

### **Keskuskone vai hajautetut ratkaisut**

Erityisesti 1980-luvulla syntyi ristivetoa konevalmistajien ja huonelaitevalmistajien kesken oikeasta ratkaisusta. Kone- ja kanavavalmistaja, jolla oli myös urakointia, halusi suosia ratkaisua, jossa huoneen lämpötase ratkaistaan keskuskoneen ilmalla. Näin saatiin myytyä maksimaalinen määrä laitteita. Paitsi että laitteista tuli suuria, tarvittiin huonekohtaisia jälkikäsitteilyä tai ainakin minimissään ilmavirran säätöä.

Vedon vaaran minimointi, laadukas huonekohtainen säätö, tilan säästö, tehokkaat vapaajäähdytys- ja LTO-ratkaisut ja joustavuus ovat johtaneet siihen, että huonelaiteratkaisut ovat nousseet voitolle hoidettaessa huoneen lämpötase.

Myös isojen keskuskoneiden korvaaminen kerros-, vyöhyke- tai huoneistokohtaisilla koneilla on lisääntynyt. Näin esim. käyttöajat tai -tehot voidaan valita käyttökuluja optimoiden. Tämä näkyy esim. asuinkerrostaloissa, joissa ilmanvaihdon tarpeeseen voimakkaasti vaikuttavat ruoanlaittoajat vaihtelevat yksilöllisesti. Sama ilmiö on myös toimitiloissa; kaikki eivät suinkaan työskentele samaan aikaan. Pieniä laadukkaita ilmastointikoneita on tullut 2000-luvulla markkinoille.

### **Tilailmastoinnin strategia eli periaate valitaan tilan ehdoilla**

Kirjan Design Guidebook Industrial Ventilation kirjoitustyön yhteydessä kehitettiin käsitteet Room Air Conditioning Strategia eli tilailmastoinnin strategiat, jotka suomeksi saivat nimen tilailmastoinnin periaatteet. Työryhmään kuuluivat Kim Hagström (TKK), Esa Sandberg (Samk), Hannu Koskela (TTL) ja Timo Hautalampi (TTL). jotka laativat aiheesta tieteellisen artikkelin, jonka tuloksia kirjoitettiin myös ”isoon kirjaan”.

Ideana oli, että täysin erilaisilla ilmanjakomenetelmillä ilmastoitavaan tilaan voidaan aikaansaada erilaisia lämpötila- ja epäpuhtauskerrostumia, kunhan otetaan huomioon kaikki tilassa vaikuttavat ilma-, lämpö- ja epäpuhtausvirtaukset. Aiemmin oli aina yhdistetty esim. ilmanhajottajat ja tasainen lämpötila sekä piennopeus ja kerrostuminen toisiinsa, vaikka laitteet voidaan sijoittaa tilassa eri korkeuksille ja mitoittaa erilaisille nopeuksille. Lisäksi tilan lämmitys-, jäähdytysjärjestelmät sekä niiden säätö vaikuttavat tilan lämpötilan ja epäpuhtauksien kerrostumiseen. Strategiat nimettiin mäntä-, kerrostuma-, vyöhyke- ja sekoitusperiaatteiksi, järjestys määräytyi saavutettavissa olevan teoreettisen lämmön ja epäpuhtauksien poistotehokkuuden mukaan. Näistä vyöhykeperiaate oli eniten tuntematon ja sen tutkimista jatkettiin lähinnä Sandbergin ja Koskelan toimesta.

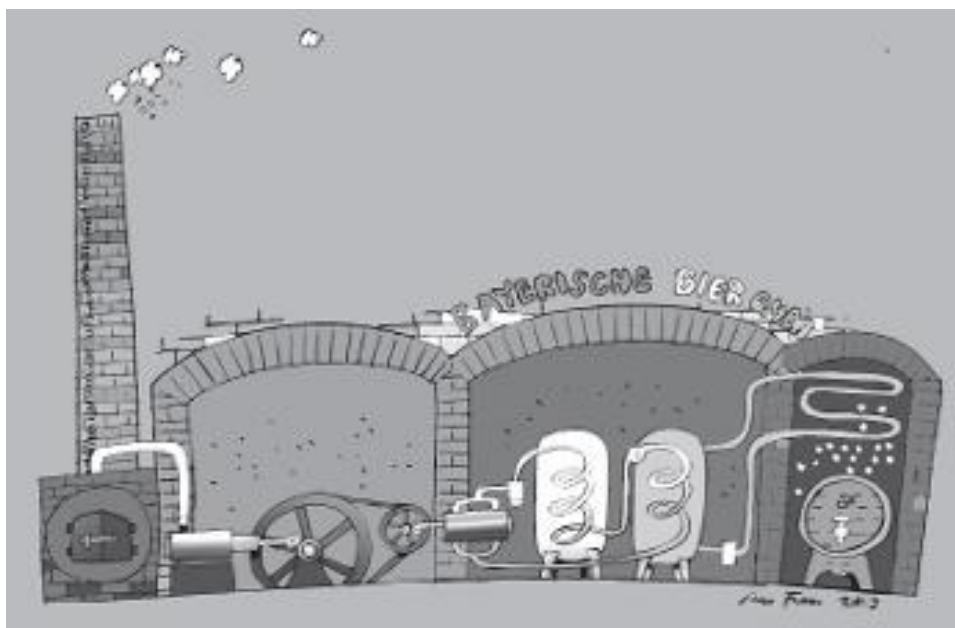
Erilaisissa sisäilmaa kuormittavissa lämmöstä tai epäpuhtauksista johtuvissa tilanteissa on käytettävä erilaisia ilmanvaihdon strategioita, esim. talvella ja kesällä strategian valinta voi olla erilainen. Ymmärtämällä eri virtausmallien toimintaa on ilmanjaon ja poiston aikaansaaman ilmanvaihdon tehokkuutta voitu parantaa. Pienemmällä ilmavirralla saadaan aikaan parempi ilmanlaatu. Mutta kehittämistäkin vielä toki on.

## JÄÄHDYTYS

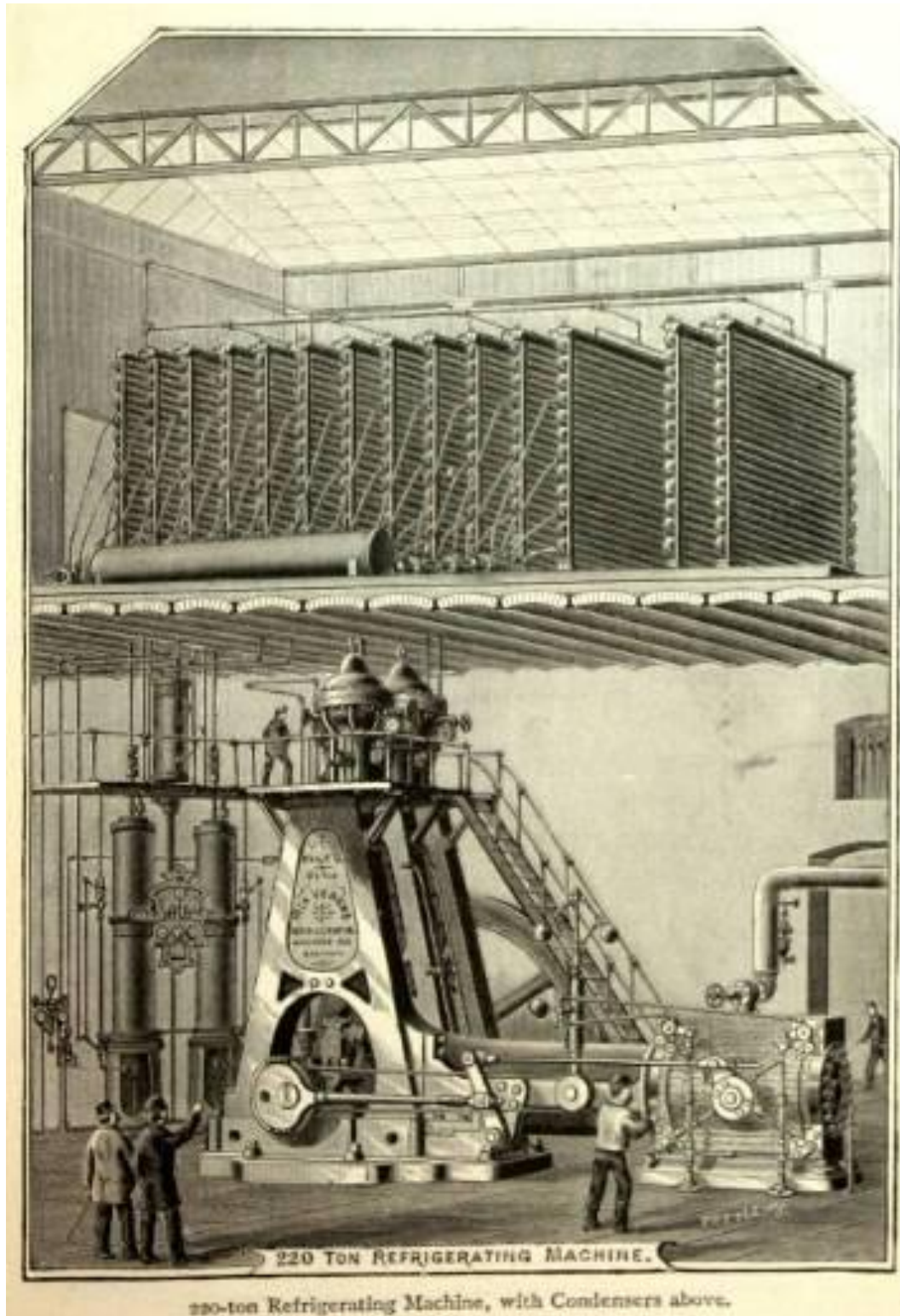
### Luonnonjäätavaroista kompressoreihin



Jäähdytystä on tarvittu erityisesti elintarvikkeiden säilyttämiseen jo varhain. Antiikin roomalaiset tekivät jäätelöä käyttäen Alpeilta saatavia jäälohkareita. Pohjolassa vanha konsti on ollut sahata järvestä jäätä ja varastoida se purupatjalla peitettynä. Menetelmää käytettiin maataloilla yleisesti vielä 1960-luvulla, kunnes tuli tilatankit koneellisine jäähdyttimieen. USA:ssa jäiden teko oli 1800-luvun puolella keskeinen kylmätekniikan käyttäjä. Jäitä myytiin paljon vielä 1920-luvulla mm. jääkaappeihin. Ne toimivat kaapin yläosaan sijoitetun jääkimpaleen avulla. Jäälohkareitten myyjä näkee edelleen mm. Thaimaassa. Jäitä käytetään jäähdytettyjä juomia myyvissä työnnettävissä kärryissä

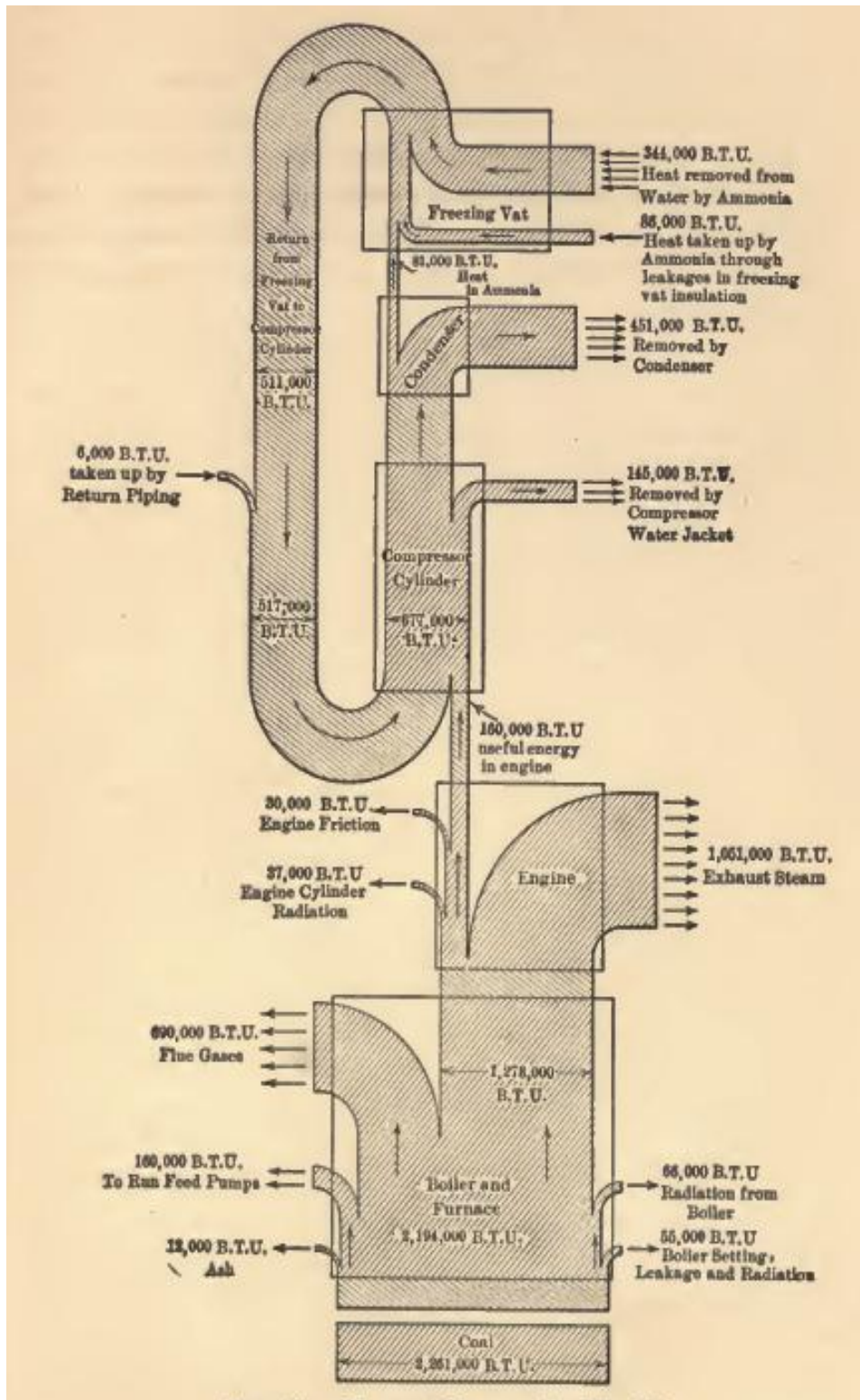


Koneellinen jäähdytystekniikka alkoi jo 1800-luvun loppupuolella. Oluen valmistus oli ensimmäinen suurkäyttäjä. Jäähdytetyn lihan laivakuljetukset alkoivat 1880-luvulla. Kompressoreja pyöritettiin höyrykoneilla, joita silloisissa laivoissa ja tehtaissa käytettiin muutoinkin voimanlähteenä.



Suuressa Maailmassa pelit ja vehkeet ovat olleet toista luokkaa kuin Suomen meijereissä ja lihanjalostamoissa. Kuvan vehjes (Am) vuodelta 1890 vastasi vuorokausituotannoltaan 220 short ton =  $220 \times 1,1 = 242$  tuhatta kiloa jäätä, joka vastaa keskikylmätehona  $3,5 \times 220 = 770$  kW. Nykyisin härveli olisi kooltaan oikealla näkyvän höyrykoneen kokoinen. Ylhäällä oleva lauhdutin olisi sekini hoidettavissa parilla katolle asennetulla puhallinlauhduttimella. Laitteiden kokoa on myöhemmin pienentänyt mm. paineiden ja kierrosluvun nosto.

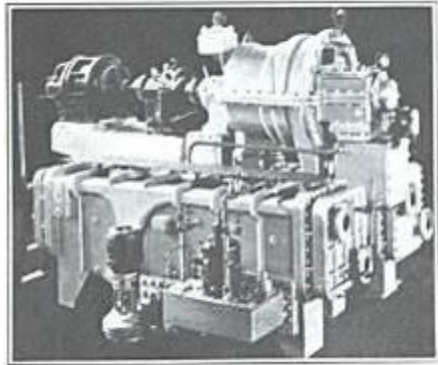




Jäähdytyslaitoksen energiavirtakaavio eli Sankey-digrammi 1900-luvun alusta (Am) kertoo höyrykoneella käyvässä jäähdytyslaitoksen energiankäytön hyötyshteeksi n. 19 %. Itse jäähdytysprosessin COP (=Coefficient of Performance) on sentään yli 2.

Tekojäärajojen tehtiin jo ennen vuosisadan vaihdetta maailman silloisiin suurkaupunkeihin. Suomen ensimmäinen tekojäärata avattiin vasta 1956 - Tampereelle tietysti. Myös Suomen ensimmäinen jäähalli rakennettiin Tampereella 1960-luvulla. Halli on edelleen aktiivikäytössä. Hiihtoputkiakin on rakennettu useita, mutta kannattavuus vaikeudet ovat suuria.

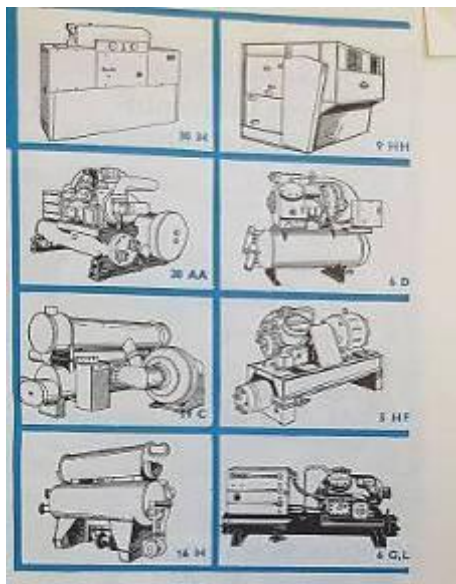




Ilmastoinnin jäähdytys tarvitsi kompressoria. Willis Carrier kehitti ratkaisuksi turbokompressorin, joka patentoitiin 1921. Kompressorin (Am) alla sijaitsivat isot laatikkomaiset höyrystin ja lauhdutin. Carrier pystyi pienentämään koneikon fyysistä kokoa oleellisesti vaihtamalla kylmäainetta ja siirtymällä valurautaisista lämmönsiirtimistä teräsputkilämmönsiirtimiin. Ilmastoinnin jäähdytys alkoi 1920-luvulla levitä kovaa vauhtia

	30-LUKU	40-LUKU	50- & 60-LUVUT	70- & 80-LUVUT	90- & 2000-LUVUT
Kompressorit	AVO-MÄNTÄK.	AVO-MÄNTÄK.	HERMEETT.MK	MYÖS RUUVI	MYÖS SCROLL
Höyryst./lauhdut.	SUORAHÖYR.	SUORAHÖYR.	SUORAHÖYR.	VESI/SUORAH.	VESI/LIUOS
Automatiikka	PS, TS, EXP-VENTT	SAMAT	+ SÄÄTIMET	KAUKOSÄÄTÖ	VÄYLÄT
Kylmäaine	FREONIT	FREONIT	FREONIT	FREONIT	SEOSAINET+CO2
Eristykset	KORKKI	KORKKI	STYROX,VILLAT	UMPISOLUKUMI	UMPISOLUKUMI

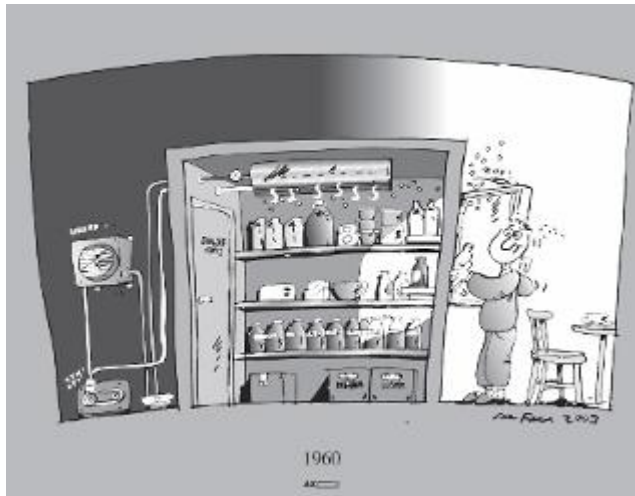
Taulukossa on ilmastoinnin jäähdytystekniikan osien kehitystä. Tyypillistä 60 - 80-luvuille oli myös monikompressorikoneikot, jollaisia käytetään edelleen. Kompressorit vain ovat vaihtuneet.



Valmet Oy edusti 1950-luvulta 1980-luvulle Carrierin laitteita. Noista ajoista ovat muuttuneet: kompressorityypit, höyrystimien ja lauhduttimien lämmönsiirtimet, automatiikka ja kylmäaine. Lisäksi ulos sijoitettavien nestejäähdyttimien puhaltimien parempi muotoilu sekä pyörimisnopeuden ohjaus ovat pienentäneet sähkön kulutusta. Samalla ulkomelua on saatu päiväsaikaan ja erityisesti yöllä vähennettyä.

1990-luvulta saakka on saanut kotimaasta myös pieniä jäähdytyskoneikoita, jotka sopivat hyvin pieneköihin huonejäähdytystapauksiin. Aivan yhden tai kahden huoneen tapauksissa suora höyrystysjäähdyttimet ovat edelleen käytännössä ainoa ratkaisu. Ne voivat olla myös kaksitoimisia eli toimia lämmityskaudella lämmittiminä. Kaksitoimisia lämpöpumppuja on isoihin kohteisiin saanut jo 1960-luvulla.

## Kotikyymiöiden aika



Asuintaloihin alettiin rakentaa kotikyymiöitä tai kerrostalon yhteisiä jäädytettyjä varastoja 1960-luvulla. Kylmäkoneet olivat usein vedellä lauhdutettuja ja ne muutettiin ilmalauhdutteisiksi veden hinnan noustua. Tultaessa 1980-luvulle kylmiöiden rakentaminen loppui, sillä kaupoista sai hyviä kohtuuhintaisia viileäkaappeja keittiöihin.

## Koneellinen jäähditys = ilmastointi



Koneellista jäädytystä alettiin mainostaa tosissaan suurelle yleisölle Amerikassa 1930-luvulla, kun asuinrakennuksiin soivia laitteita alettiin valmistaa. Merituulen raikkautta luvattiin. (Am)

Sodan jälkeen 1950-luvulla koneellisesta jäädytyksestä tuli USA:ssa jo elintasokilpailun osa.

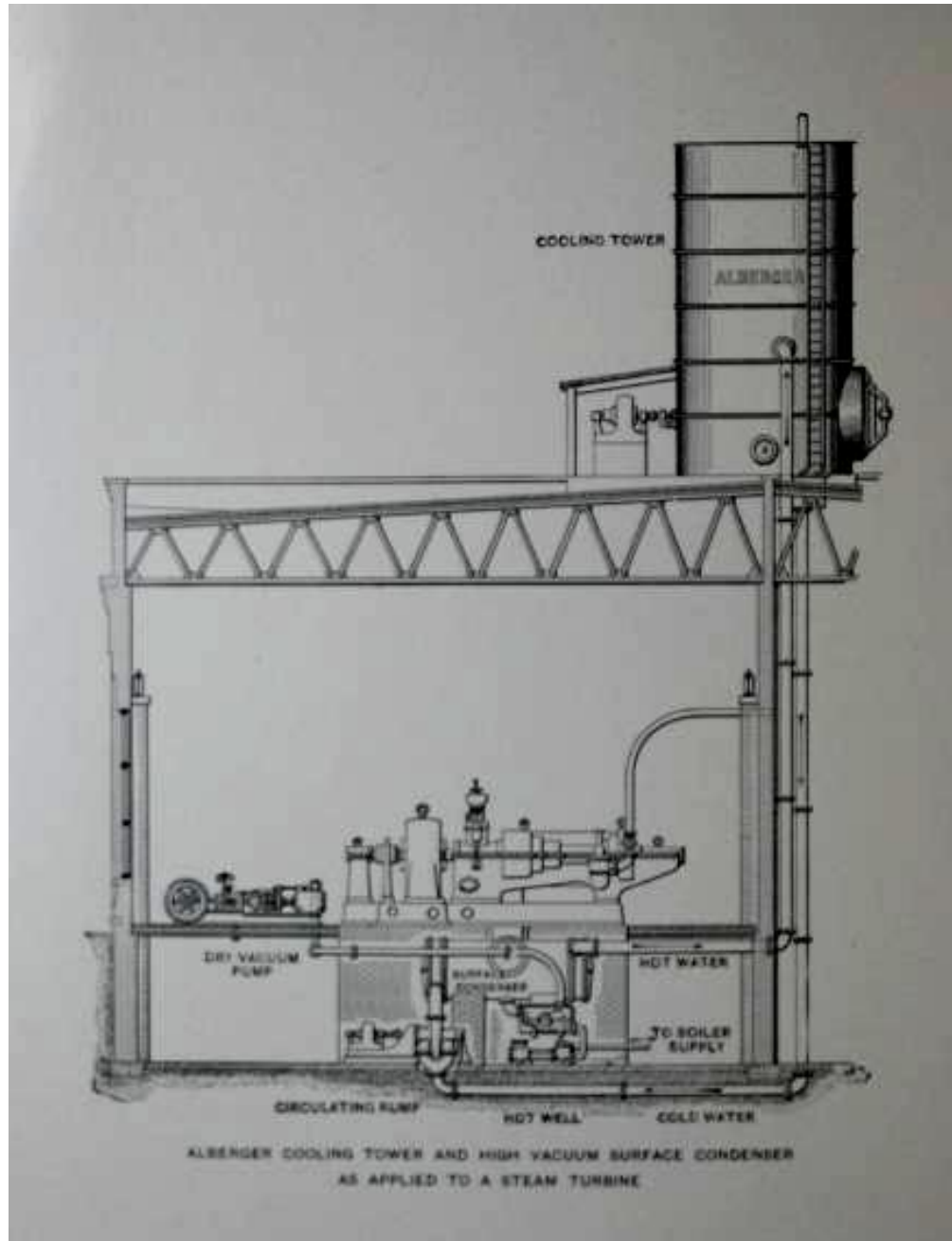
Suomessa jäädytyskausi on varsin lyhyt, eikä sitä edes joka kesä kunnolla ole, joten jäädytyksen merkitys on jäänyt asuintaloissa pieneksi.

Paksujen eristeiden aikana on jäädytystarpeen arveltu kasvavan. Toisaalta paremmat ikkunat ja ulkovaippa estävät aurinkolämmön

Yhdysvalloissa ilmastonin koneellinen jäädytys alkoi yleistyä 1920-luvulla etelävaltioiden elokuvateattereista Washingtonin hallintorakennuksiin. Suomessa koneellinen jäädytystarve kasvoi 1950-luvulta lähtien teollisuuden vaativien sähkötilojen ja laboratorioiden lisääntyessä, atk-keskusten määrän kasvaessa sekä toimistorakennusten sisävyöhykkeiden tarvitessa jäädytystä. Ulkomailta tuotiin näihin erikoistiloihin kuten laboratorioihin ns. kaappikoneita eli ilmastointikonepaketteja, joiden lauhdutus hoidettiin vedellä tai katolle asennettavilla lauhduttimilla.

Ilmastoinnin jäähdytys hoidettiin verraten isoissakin koneissa suora höyrystyksellä. Sen heikkous on alkeellinen on-off-säätö. Sitä lievennettiin jakamalla höyrystinpatteri kahteen tai jopa kolmeen lohkokoon. Vielä tarkempaan säätöön pyrittäessä käytettiin kuumakaasukierrätystä, joka on energiataloudellisesti sama, kuin autoa ajettaisiin kaasupohjassa ja nopeus säädettäisiin jarrua painamalla.

### Jäähdytystorneista eroon



Jäähdytyslaitoksen jäähdytystorni vm.1907 (Am). Torneja sai joko puhaltimella tai vapaakiertoisina. Torneja käytettiin erityisesti höyryvoimalaitoksissa. Tornimalleja kehitettiin kymmeniä erilaisia. Näyttävimpiä ovat ydinvoimalaitosten tornit, joita tarvitaan, jos laitos ei ole meren tai suuren vesistön partaalla.

Teollisuuden, kaupan ja ilmastoinnin ja jopa paineilma-keskusten isoissa jäähdytyslaitoksissa oli vielä 1960-luvulla tapana käyttää jäähdytystorneja. Niiden avulla saadaan varsin suuri teho verraten pienellä laitteella. Vähitellen alkoi tulla kokemuksia tornien huollon tarpeesta, kiertoveden aggressiivisuudesta eli korroosiovaikutuksista ja mikrobikasvustoista. Kuolemaan

johtaneet legionellatartunnat alkoivat ulkomailla nimenomaan lähellä ilmastointikoneiden ilmanottoaukkoa sijaitsevista jäähdytystorneista.

Jo 1980-luvulla alettiin jäähdytystornien sijasta siirtyä lauhduttimien tai välillisten nestejäähdytysjärjestelmien käyttöön. Nestejäähdyttimiä ja lauhduttimia voidaan varustaa myös alle sijoitetuilla vesisumusuuttimilla, joiden avulla teho kasvaa helteellä. Jäähdytystorneja käytetään enää vain erittäin suurissa kylmälaitoksissa.

### Vapaajäähdytys löi itsensä läpi

Vasta 1970-luvulla alettiin kiinnittää huomiota siihen, että Suomessa ulkona on pitkät ajat lämpötila, jonka avulla voisi hoitaa jäähdytyksen ilman kompressoreita. Alkoi vapaajäähdytyksen aika. Toimistorakennusten sisävyöhykkeen jäähdytys voitiin yhdistää lämmöntalteenottopiiriin ja jäähdytyskoneille voitiin asentaa rinnakkaislauhdutin, josta lämpö otettiin hyötykäyttöön. Vielä energiatehokkaammaksi järjestelmä saatiin käyttämällä vesijäähdytysjärjestelmää, jossa vapaajäähdytyslämmönsiirtimen ja ulos sijoitetun nestejäähdyttimen avulla voitiin jäähdyttää vesi suurimman osan vuodesta ilman kompressoria. Säästyi sähköä, saatiin lämpöä talteen ja lisäksi kompressoreiden elinvuodet kasvoivat, kun vuotuiset käyttötunnit vähenivät. Kaappikoneisiin alkoivat vapaajäähdytyspatterit eli free cooling ilmestystä 1980-luvulla. Termi oli jo tuttu maailmalla 1960-luvulla.

Eräänlainen vapaajäähdytys tai ainakin kompressoriton jäähdytys on poistoilman kostuttaminen haihdutuskestuttimella ja saadun ilman viileyden siirto LTO-laitteella tuloilmaan. Paras tehokkuus on saavutettu, jos vesi suihkutetaan lämmönsiirtimen pintaan. Menetelmässä on käytetty levylämmönsiirtimiä, kosteutta siirtämättömiä pyöriä regeneraattoreita ja lämpöputkipattereita. Saavutettu hyöty riippuu paljolti poistoilman kosteudesta. Usein kuitenkin jo muutaman asteen hyötykin on tärkeä varsinkin, jos ilma voidaan jakaa kerrostavalla menetelmällä.

Ulkoilman ja vesistöjen kylmyyttä on opittu hyödyntämään aluejäähdytysverkostoissa tai vesistöjen vieressä olevissa rakennuksissa kuten Tampereen hotelli Ilveksessä ja viereisessä kauppakeskuksessa ym. Meriveden kylmyys on ollut osasyys, että Google osti 60 vuotta vanhan ja lopetetun Summan paperitehtaan ja sijoitti palvelinkeskuksen mittavien muutostöiden jälkeen tehtaan tiloihin.

### Kaukojäähdytys leviää

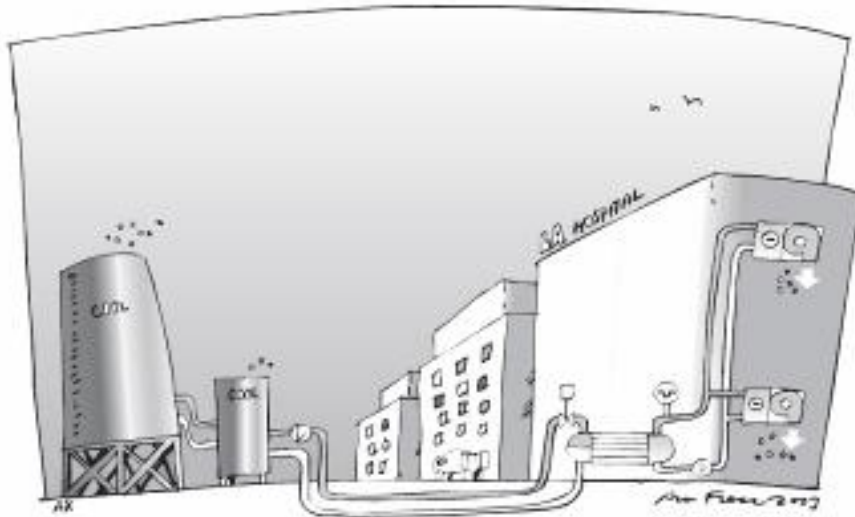
Tila- tai rakennuskohtaisten ilmastoinnin jäähdyttimien sijasta voidaan käyttää myös kaukojäähdytystä. Yhdysvaltain Coloradossa kaukojäähdytys on ollut käytössä jo 1800-luvun lopussa.



Kaukojäähdytysputkien asennusta New Yorkissa 1891. (Am)

Suomen ensimmäinen kaukojäähdytysverkoston vaihe valmistui Helsingissä 1998. Turku seurasi perässä 2000 ja Tampere 2012. Kaukojäähdytystä on tarjolla myös Porissa,

Lempäälässä, Espoossa, Vierumäellä ja Lahdessa. Suomessa kaukojäähdytysenergiaa myytiin 2014 yhteensä 200.000 MWh.



Kaukojäähdytyksessä pyritään hyödyntämään mm. yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotantolaitoksissa olevaa jätelämpöä, jota voidaan käyttää absorptiojäähdytyksessä. Myös vesistön kylmyyttä käytetään. Kokonaisuutena hiilidioksidipäästöt vähenevät tyypillisesti 80-prosenttisesti. Kaukojäähdytyksen avulla kiinteistö pääsee eroon ilmastoinnin jäähdytyskeskuksen huolloista ja kylmäaineisiin liittyvistä ongelmista. Helsingissä on rajoituksia myös ilmalauhduttimien sijoittamiselle, joten siitäkin riesasta vältytään. Katolla sijaitsevat lauhduttimet tai nestejäähdyttimet ovat aina myös äänilähde.

### Otsonikato pakotti vaihtamaan kylmäaineita

Teknisesti erinomaisia ja varsinkin ilmastoinnissa käytettyjä olivat 1920- ja 1930-luvulla kehitetyt CFC-yhdisteet eli halogenisoidut hiilivedyt. Niitä alettiin kutsua freoneiksi yhden kaupanimen mukaan. Ilmastoinnissa yleisimpiä kylmäaineita merkittiin lyhenteillä R12 ja R22. Nekin oli otsonikadon takia vaihdettava 2000-luvulla. Kylmäaineitten valinnassa on tärkeää paitsi höyrystys- ja lauhtumislämpötila/paineet ja aineen kylmäkapasiteetti, myös kompressorin voiteluöljyn tehokas kierto järjestelmässä. Tietenkin aineen vaarattomuudella on merkitystä, mutta kotitalouden kylmlaitteissa voidaan käyttää butaania ja suurissa teollisuuden ja jäähallien laitoksissa ammoniakkaa. Ammoniakki oli 1800-luvulla laajassa käytössä.

Kylmäaineitten vaihto aiheutti melkoisen myrskyn alalla. Kesti aikansa, ennen kuin alettiin ymmärtää uusien erilaisten seosaineitten käyttäytyminen höyrystimissä ja lauhduttimissa.

### Jäähdytysratkaisut tulleet joustaviksi

Pyrittäessä freoneista eroon kehitettiin uusia seosaineita ja otettiin vanha kunnon hiilidioksidikin käyttöön ainakin isompiin laitteistoihin. Samalla kuitenkin alettiin pyrkiä pois laajoista kylmäaineverkostoista. Käyttämällä tehokkaita levylämmönsiirtimiä höyrystimenä ja lauhduttimena vältyttiin ulkopuolisista kylmäaineverkostoista. Välillisen jäähdytysverkoston tekeminen on tavallista putkityötä. Kylmäainemäärä minimoitui, lämmön talteenotto ja vapaajäähdytys helpottui. Aiemmin tavalliset kylmäainevuodot minimoituivat ja laadultaan kirjavat kylmäputkistoasennukset poistuivat.

Samaan aikaan ammattitaitoisimmat alan toimijat oppivat myös ohjaamaan laitteiston toimintaa älykkäästi niin, että vedenjäähdytysjärjestelmissä voitiin hyödyntää tasaussäiliötä/varaajaa maksimaalisesti ja minimoimaan käynnistystiheys. Suurille kansainvälisille toimijoille tämä on vieläkin uutta.



Myös vedellä jäähdytettävien huonelaitteiden laatu on parantunut. Puhallinkonvektoreiden äänitaso on alentunut ja jäähdytyspalkkien järjestelmätehokkuus kasvanut. Vedenjäähdytysasemia saa nykyään jo niinkin pienille tehoille kuin 5 kW.

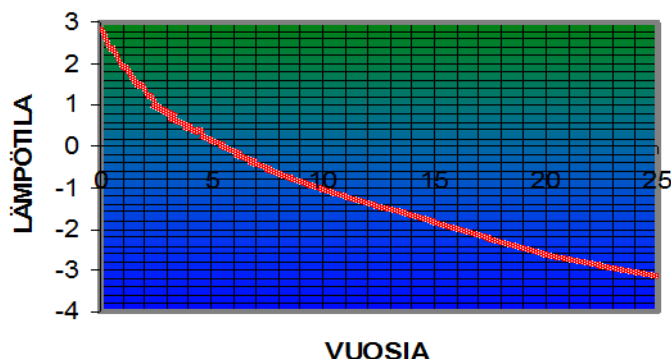
### Maalämmössä kysymysmerkkejä

Maalämpö on jo keho sana, sillä se ei erottele kalliolämpöä eli lämpökaivoa ja metrin syvyyteen maahan asennettavaa vaakaputkistoa. Nämä ovat naapuritonttien kannalta kaksi täysin eri asiaa. Ruotsissa tämä terminologia on kunnossa, eli osataan erotella jord- och bergvärme.

Kalliolämmöstä puhuttaessa ovat jotkut käyttäneet termiä geolämpö, mikä on harhaanjohtavaa. Tyypilliselle vanhalle 1000:n neliömetrin kokoiselle omakotitalon tontille tulee kalliosta geolämpöä alle 40 W. Lähes 100 prosenttia lämmöstä tulee maan pinnalta ja käytännössä auringosta.

Koska lämpö virtaa maan pinnalta kallioon, on oleellista ymmärtää, että tontit ovat erilaisia: mitä enemmän kallion päällä on eristävää maata tai mitä pienempi on tontti, sen vähemmän voi lämpöä tulla lämpökaivoon omalta alueelta. Jotta ei jäähdytettäisi naapurin tontin alla olevaa kalliota, on ympäristöministeriö julkaissut ohjeet suojaetäisyyksistä. Näitä vastaan ovat jotkut lämpöpumppuyrittäjät jupisseet.

Naapurivaikutuksesta ei Suomessa ole juurikaan julkaistu esimerkkejä. Asiaa voi laskea mitoitusohjelmilla, mutta yleisesti käytössä oleva ohjelma EED (Earth Energy Designer) perustuu sekin keskimääräisiin oletusarvoihin. Samoin on Tukholman kaupungin ja Svenska Energi och Värmepumpföreningin kehittämä mitoitusohjelma Temperatursänkning 3000. Aiheesta tultaneen saamaan lisätietoa.



Lämpökaivossa kiertävän liuoksen lämpötilan lasku naapurivaikutuksen takia Tukholmalaisessa pientalokorttelissa erään laskelman mukaan. Lämpöpumpun teho 7 kW ja jokaisella n. 800 neliömetrin tontilla lämpökaivo. (BHa)

Kalliolämpöpumppujen mitoituksessa on aiemmin käytetty jonkinlaista optimointia suoran sähkön ja lämpöpumpun tehon välillä. Pakkasen kiristyessä otetaan käyttöön sähkövastukset. Näin on saatu on-off-kompressorien käyntijaksoja pidennettyä. Kuitenkin lähitulevaisuudessa on varauduttava siihen, että sähkönsiirtomaksut tulevat perustumaan nykyistä selkeämmin ostettuun huipputehoon (tai ampeerimäärään), ei kWh-kulutukseen. Järjestelmään joudutaan investoimaan tehonsiirron, ei energiansiirron perusteella. Lisäksi on otettava huomioon, että Suomen sähköhuollosta puuttuu 2500...3000 MW huipputehoa eli sähköhuoltomme on paukkupakkasilla tuontisähkön varassa.

Kotimaisia tulistinlineäsiirtimellä ja riittävän isolla varaajalla varustettuja täystehomitoitettuja Lämpöässä-maalämpöpumppuja on valmistettu jo vuodesta 1983. Markkinoille on 2010-luvulla tullut perinteisten osatehomitoitettujen on-off-lämpöpumppujen rinnalle joitakin invertteriohjattuja täystehomitoitettuja laitteita. Täystehomitoituksessa laitteisto ei siirry suoralle sähkölämmitykselle kovallakaan pakkasella.

Sietämätöntä on se, että sen paremmin energiateollisuus kuin sitä valvova ministeriö ei kykene tekemään edes skenaarioita tariffien mahdollisista muutoksista varsinkin siirtohinnoittelun suhteen. Näin jokainen ostaja on oman onnensa varassa miettiessään investointeja, joiden vaikutusaika on vähintään parikymmentä vuotta.

Todellista geolämpöäkin yritetään löytää Otaniemestä poraamalla n. 7 km syvyyteen meno- ja paluureikä kuuman veden saamiseksi kaukolämpöön. Vastaavanlaista vähintään 40 MW:n tehoista harkitaan Tampereen Nekalaan. Poraamisen halpeneminen on tehnyt tällaiset ratkaisut realistiseksi.

### **Maalämmöllä vapaajäähdytystä tai alempaa lauhdutuspainetta**

Maalämmön hyviin puoliin kuuluu mahdollisuus kesäajan jäähdytysratkaisuun käyttämällä omaa välillistä jäähdytysvesipiiriä ja siihen liitettyjä puhallinkonvektoreita tai jäähdytyskattopaneeleita. Tuloilmakoneeseenkin voidaan lisätä jäähdytyspatteri. Maalämpöpiiristä saadaan jäähdytystä yksinkertaisella levylämmönsiirtimellä. Lattialämpöputkiin kylmää ei pitäisi syöttää, sillä kylmä lattia on epämiellyttävä eikä jäähdytetty ilma nouse ylös.

Muutamit suurmarketit ovat 2010-luvulla siirtyneet maalämmön käyttöön. Näin tilojen ilmastointi voidaan jäähdyttää jopa kokonaan kallion viileyden avulla. Lisäksi elintarvikepuolen kylmälaitteiden lauhdutuspainetta voidaan laskea lämpökaivopiirin viileyden avulla. Maahan syötetty lämpö nostaa kiertoliuoksen lämpötilaa lämmityskaudella ja pienentää siten lämpöpumppukompressorien sähkönkulutusta.

### **Ilmalämpöpumppujen tekniikka kirjavaa**

Ilmalämpöpumppuja on myyty satoja tuhansia 1990-luvulta lähtien. Ensimmäisten vuosien tekeleissä oli runsaasti parantamisen varaa huurteen sulatuksen ohjauksessa, laakereiden kestävyudessa, äänitasoissa, ylläpitolämpötilan alimmassa rajassa, tehon säädössä ylipäänsä, ulkoyksikön asennuskorkeudessa, lämpökertoimessa kovalla pakkasella ja tärinänvaimennuksessa. Jotkut laitteet pysähtyivätkin jo -15 °C:n lämpötilassa tai COP meni ainakin alle yhden. Näiden ensimmäisten laitteiden vaihto on tullut ajankohtaiseksi.

## **LVI-AUTOMAATIO MONIMUTKAINEN JA -KYKYINEN**

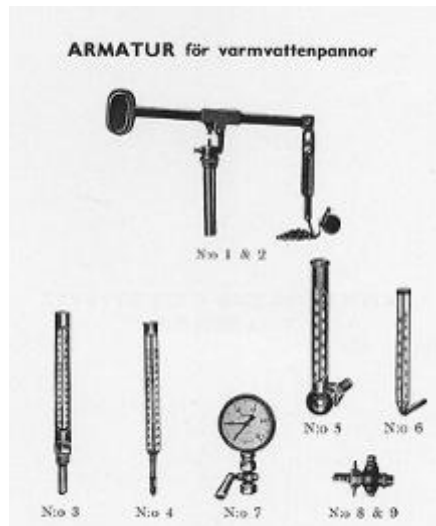
### **Höyrykattilat vaativat säätölaitteita**

LVI-säätimien alkua liittyy höyrykattiloiden rakentamiseen 1700-luvun loppupuolella. Kattiloiden luotettava toiminta edellytti säätölaitteita. Säädön oleellinen osa on ollut antureiden kehitys. Lämpötilasta riippuvaa aineen paisumista tai supistumista, paineen tai sähkönjohtavuuden muutosta on käytetty.

Ensimmäiset säätimet olivat omavoimaisia eli esim. paine nosti jousitettua venttiililautasta. Pinnankorkeuden säädössä on käytetty kellukkeita, joiden sisällä oleva sähköä johtava aine on asennon muuttuessa avannut tai sulkenut virtapiirin. Paineantureita rakennettiin ensin mekaniikkaan perustuvina ja myöhemmin esim. pietsokideantureita. Bi-metallin taipumista on voitu hyödyntää mekaanisissa termostaateissa. Fotosähköisiä antureita ja ilman ionisointiin perustuvia antureita on kehitetty.

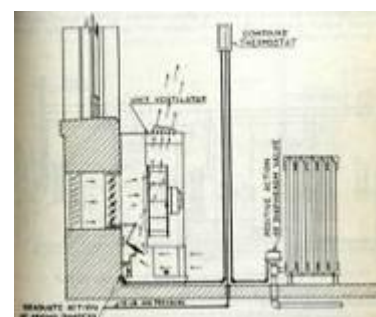
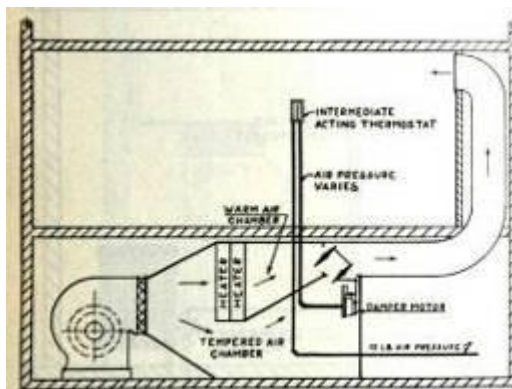


1890-luvun kaasulämmitteinen lämminilmauuni ja sen huonelämpötilaohjattu säätö (Am). Sähkö mahdollisti erilaiset kytkinperiaatteella toimivat kaukana toimilaitteesta sijaitsevat ohjaustavat. Varsinainen LVI-säätö vahvistimien alkoi vasta radioputkien kehittyttyä. Käytännössä oli odotettava transistorin keksimistä 1950-luvulle, jotta automaattinen säätö korvasi ihmisilyä.



LVI-instrumentointia ja mittarointia 1930-luvulla (KK)

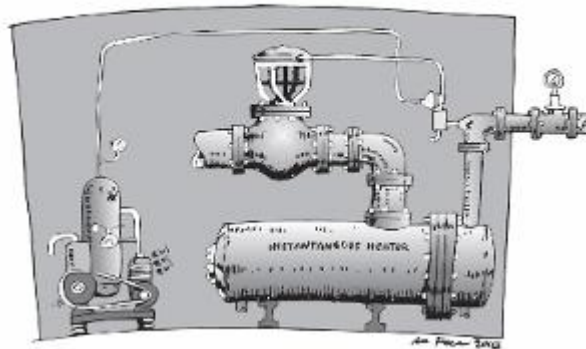
1920-luvulla oli automatiikkaa ilmanvaihtokoneille. Tässä laitteessa ilma lämmitetään uunilla - USA:ssa tietenkin. (Am)



Kaksikanavakoneen ja puhallinkonvektorin säätöä 1920-luvulla (Am).

Höyrypatterin ohitussäätö ja ikkunapenkikoneen sisäilma-ulkoilmasuhteen ja patteriventtiin yhteissäätö vm. 1930. Höyrypattereissa käytettiin karkeana säätönä lohkosäätöä, mutta portaaton säätö edellytti ohitussäätöä.(Am)

### PNEUMAATTINEN SÄÄTÖ



1800

LVI-automaatiolaitteiden kehittymisen taustana on ollut prosessi- ja sotilaspuolella tapahtunut kehitys. Automaattisten säätöjärjestelmien varsinainen kehittyminen alkoi 1910 luvulla. Vuosisadan alun yksinkertaisista on-off-kytkimistä on kehitys edennyt nykyisiin, kehittyneimpiin PID säätimiin ja säätöjärjestelmiin. Kehitys on kulkenut mekaanisten ja pneumaattisten säätöjärjestelmien kautta elektronisiin, analogisiin ja sittemmin digitaalisiin laitteisiin ja säätöjärjestelmiin.

Jo 1910-luvulla kehitettiin pneumaattinen vahvistin. PID-säädin kehitettiin 1920-luvulla laivojen ohjaamiseen. 1940 ja 1950 luvulla käytössä oli kohtuullisen tarkkoja pneumaattisia antureita ja säätimiä, joilla saatiin aikaiseksi ajankohtaan nähden melko miellyttävät olosuhteet. Yritykset jatko kehittivät säätimiään kentällä säädettäviksi. Julkaistiin ensimmäisiä ohjeita säätimien optimaaliseen viritykseen.

Aika 1930 luvulta 1950 luvulle oli sähköistyksen ja elektroniikan kehityksen aikaa. Sotilasteknologian kehitys tuotti oheistuotteenaan edullisempaa elektroniikkaa, joka johti nykyaikaisten tietokoneiden kehittymiseen. Kehityksen myötä tietokoneissa käytettyjen tyhjöputkien vaihtuessa transistoreihin ja mikropiireihin laitteiden tiedonkäsittelynopeus kasvoi merkittävästi ja laitteiden hinta laski, joten niitä voitiin soveltaa LVI-tekniikkaankin.



Transistorisäädin "variaattori" oli 1960-luvulla uusi ja varsin pitkäikäinen laite lämmitysjärjestelmässä menoveden säätämiseksi ulkolämpötilan mukaan. Kuva LVT-Lehti.

Myöhemmissä malleissa oli riittävän hyvä mahdollisuus valita riippuvuuskaivran jyrkkyys ja jopa muoto siten, että lähellä nollakelejä voitiin saada lineaarista ulkolämpötila/menovesi-riippuvuutta lämpimämpää vettä. Useinhan noilla säätiloilla tuuli lisää lämmityksen tarvetta.



1960-luvulla laitteistojen tapahtui mittausantureiden ja säätimien läpilyönti. Pneumaattiset säätöjärjestelmät olivat teollisuuden "normina". Sähköisiä. 1980-luvulla markkinoille ilmaantuivat myös ensimmäiset ns. "älykkäät" säätimet ja sovelluspohjaiset DDC-laitteet (Direct Digital Control).

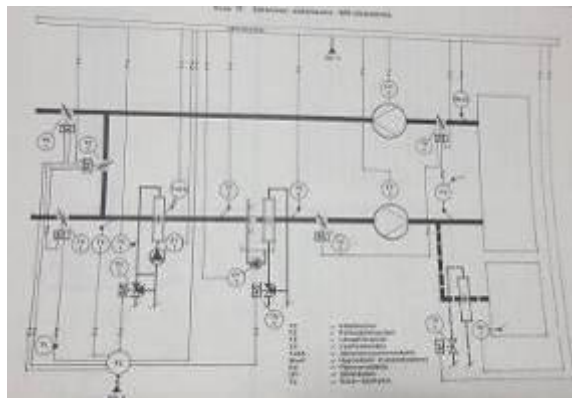
### LVI-automaatio mutkistui

Kiinteistötekniikka on lisääntynyt ja muuttunut monimutkaisemmaksi, Ilmastointikoneissa voi olla moniportaisia sarjasäätöjä, esimerkiksi lämmöntalteenotto, kiertoilman käyttö, lämmitys ja jäähdytys. Näissä voi olla vielä erilaisia ennakoivia riippuvuuksia. Järjestelmien hallinta ilman digitaalisia ohjelmoitavia säätöjärjestelmiä olisi liki mahdotonta.



Isomman ilmastoidun kohteen automaatiosta tuli melkoinen monsteri ennen atk-aikaa.

LVT-Lehdessä esiteltiin 1960-luvulla juuri valmistuneen Helsingin Kallion virastotalon ilmastointia.



Kehittyneitä säätölaitteita alkoi saada jo 1960-luvun puolella. Kuvassa (Valmet/Carrier) tyypillinen ilmavirtasäätö eli IMS- (ilmamääräsäätö) eli VAV- (variable air volume) järjestelmän säätökaavio 1970-luvun alusta. Säätökaavioiden esittämistapakin oli kehittynyt, oli saatu jo omat piirrosmerkit.

Eräs ilmanvaihtokoneiden oleellinen ongelma on ollut lämmityspattereiden jäätyminen. Tämän takia niihin on asennettu jäätymsuojia. Alun perin ne toimivat katkaisimina eli pysäyttivät puhaltimen asetellun lämpötilarajan kohdalla. Lämpötila mitattiin ensin ilmapuolelta 1960-luvulle saakka, mutta sen osoittauduttua epävarmaksi mittaus tehtiin patterin putkeen asennetulla anturilla. Myöhemmin alettiin käyttää ennakoivaa säätöä: patterilta poistuvan veden lämpötilan lähestyessä jäätymsvaara ohjataan lämmitysventtiiliä auki. Patterin pumpun pysähtyminen pysäyttää myös puhaltimen. Toisaalta mikään ei auta, jos lämmityskatkos on pitkä ja ulkoilmapelti jää auki. Tämän takia on kehitetty jo 1960-luvulla jousella sulkeutuvia peltejä. Kuitenkaan kaikki pellit eivät sulkeudu tiiviisti joko peltimoottorin heikon vääntömomentin tai asennustavan takia.



Kentällä on usein tilanne, että laitteiston toiminnan ja asetusarvojen arviointi ilman työlästä perehdyttämistä ja kentällä olevaa tietokonetta ei enää onnistu. Myös laitteistojen ja ohjelmien päivitykset ym. aiheuttavat kustannusta ja harmeja. Moni on kaivannut vielä 1970-lukua, jolloin esim. ilmastointikonehuoneessa oli säädin, jonka parin lämpötila-asettelunupin ja ryhmäkeskuksessa sijaitsevan kytkinkellon avulla saattoi nähdä ja hallita laitteiston toiminnan.

Paluuta vanhaan hyvään käytettävyyteen edustavat jotkin pakettikoneitten omat yksikkösäätimet, joissa pienestä käyttöpaneelistä voidaan nähdä toiminta-arvot ja muuttaa asetuksia.

### Pyörimisnopeuden säätöä virtaaman ja paineen hallintaan

#### KIERROSLUVUN SÄÄTÄMINEN

Puhallinta käyttävän tasavirtamoottorin kierroslukua voidaan säätää joko alaspäin (sarjasäätö) taikka ylöspäin (sivuvirtasäätö) käyttämällä neliossa vaihtelevaa vääntömomenttia vastaavaa säätökäynnistintä.

Asynkronisia oikosulkumoottoreita ei voida jatkuvasti säätää, mutta ne voidaan varustaa kahdella taikka useammalla eri kierroslukua vastaavalla käännyksellä. Täten voidaan 50-jaksoiset moottorit järjestää seuraaville synkronikierrosluvuille kytkettäväksi: 3,000, 1,500, 1,000, 750, 600, 500 j.n.e. Tässä tapauksessa on moottori varustettava vaihtokytkimellä.

Laahausrenkailla varustetut asynkroniset moottorit puhallinkäyttöä varten voidaan säätää säätövastuksella. Säätö on kuitenkin rajoitettu ja voi tapahtua ainoastaan alaspäin.

Se aiheuttaa aina jossakin määrin tappioita ja aikaansaa moottorin vaikutusasteen alenemisen.

Puhaltimien säädön tarvetta on aina ollut. Ohessa Suomen Puhallintehtaan ohjeita 1938. (KK)

Puhaltimien ilmavirtaa on voitu säätää alusta lähtien ilmavirtaa kuristamalla, mutta tapa on energiataloudellisesti huono. Isoille aksiaali- ja keskipakoispuhaltimille kehitettiin johtosiipisäätö jo 1930-luvulla. 1970- ja 1980-luvulla isompien aksiaalipuhaltimien virtaamaa voitiin säätää myös lapakulmaa säätämällä. Menetelmää käytetään lentokoneissa ja joissakin laivoissa. Lapakulmasäätö on käyttötaloudellisesti erinomainen ja sen avulla voidaan haluttaessa pitää painetta vakiona. Tätä varten puhaltimilla oli pieni paineilmakompressori. Laitteistossa oli paljon osia ja vastaavasti häiriöitä.

Puhaltimien säädössä oli pitkään kaksinopeussäätö. Esim. määrätyn ulkolämpötilan alapuolella siirryttiin puolinopeuteen (1500/750 r/min) tai 2/3-nopeuteen (1500/1000 r/min), kun yllämmön poisto huonetiloista ei enää ollut ratkaiseva. Kaksinopeuskäyttö voitiin tehdä moottorin kaksoiskäännyksellä tai käyttämällä kahta moottoria. Jälkimmäisellä tavalla moottorin rikkoutuessa oli varalla toinen moottori ja toisaalta moottorit olivat vakiorakenteisia ja siten nopeasti saatavissa.

Automaatiojärjestelmään liitettävissä olevat ja edulliset taajuusmuuttajat 1980-luvulla saivat aikaan merkittävän parannuksen käyttötaloudessa. Tosin niidenkin säätöalue alkaa pienimmillään 15...20 prosentin kohdalla. Liian pieni nopeus ei jäähdytä moottoria riittävästi. Nykyisen taajuusmuuttajat ovat itsestään selvyyttä, ellei käytetä nopeussäädöltään yksinkertaisia tasavirtaperiaatteella toimivia EC-moottoreita (EEC = Engine Electronic Control). Niiden nopeutta voidaan säätää suoraan jännitettä säätämällä. Pieniä lähinnä yksittäisen huoneen puhaltimia voidaan säätää myös portaallisella jännitesäädöllä. Myös tyristorisäätöä on käytetty jo 1970-luvusta lähtien.

### Ilmastointia tarpeen mukaan

Tarpeenmukaisuuden edellytyksenä on tarpeen mittaaminen. Huonelämpötilamittaus on ollut itsestään selvä lämpötilan hallinnassa eli lämmittimien, jäähdyttimien tai ilmavirtaan perustuvan yllämmön poistamisen ohjaamisessa. Sisäilman pitoisuuteen perustuvan ilmanvaihdon minimoimiseksi 1980-luvulla alettiin kokeilla hiilidioksidiantureiden käyttöä.

Sittemmin huomattiin mm. tanskalaisen Fangerin käyttöön ottamissa aistinvaraisissa hajupaneeleissa, että ilman laatuun vaikuttaa myös päästöt itse ilmanvaihtolaitoksesta kuten suodattimista, mutta vielä enemmän päästöt rakennuksesta eli esim. pintamateriaaleista, säilytettävistä papereista, käytetyistä siivouskemikaaleista tai printtereistä ja kopiokoneista. Otettiin käyttöön seosanturit, jotka mittaava m. haihtuvia hiilivetyjä.

Huoneilmastoinnissa ilmanvaihdon tehostamistarvetta voidaan tunnistaa läsnäoloanturilla. Usein myös huoneen tai poistokanavan lämpötilan nousu kertoo kuormituksen muutoksen. Rakennusmateriaalien päästöjen merkityksen oivaltamisesta syntyi ajatus luokitella eri materiaalit päästöjen mukaan. Kuitenkin on huomattava, että ilmanvaihdon tehon ohjaaminen koko ajan ns. sallitun rajoilla johtaa keskimäärin huonoon ilmaan. Liian hyvä ei sisäilman laatu ole koskaan. Myös osa kosteusvaurioista voi olla sen syytä, että ilmanvaihto on kokonaan pysäytetty yöksi.

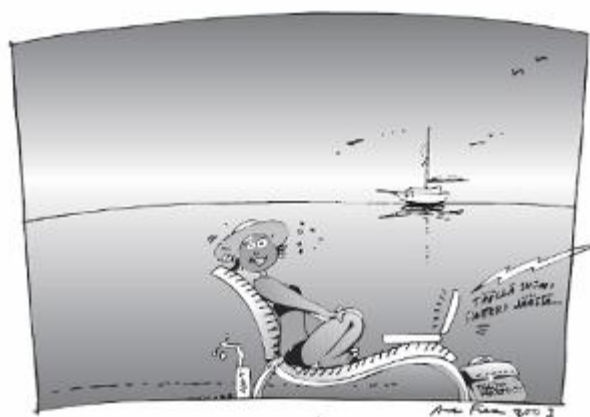
Tarpeen mukainen ilmavirran säätö asettaa vaatimuksia puhaltimen mitoitukseen. Usein on tarpeellista siirtyä hajautuneempaan järjestelmään, jotta pienimmätkin ilmavirrat on mahdollista saavuttaa.

Rakentamismääräykset edellyttävät nykyään, että tietty minimi-ilmanvaihto on myös rakennuksen toiminta-ajan ulkopuolella. Seisokkiajan ilmanvaihto on yleensä toteutettu pitämällä esim. vessojen ja vastaavien tilojen poisto päällä. Tämän on taas arveltu johtava liian suureen alipaineeseen, joka aiheuttaa sisäilmaongelmia ulkoilman kosteuden päästessä rakenteisiin alipaineen vetämänä tai alipaine vetää sisälle rakennerakoihin kertyneitä epäpuhtauksia. Oikeaoppisissa järjestelmissä korvausilma tulee yöllä tuloilmakoneen kautta vaikkapa puhaltimen seistessä, mutta sulkupellin ollessa auki.

Antureiden toimintaan liittyy myös niiden sijainti IV-koneessa. Lämmöntalteenottolaitteiden, pattereiden ja sekoitusosien jälkeen on usein voimakas lämpötilaprofiili. Lämpötilan mittaamiseksi tarvitaan pitkiä keskilämpötila-antureita ja välisiä pattereiden väliin. Näiden merkitys havaittiin usein vasta 1980-luvulla.

1990-luvulla esiteltiin avoimet tiedonsiirto protokollat ( BACnet ja LON). Graafiset käyttöliittymät ja internetiin pohjautuvat järjestelmät alkoivat yleistyä.

### LANGATON VERKKO



2000

2000-luvulla nettiyhteyteen pohjautuvat rakennusautomaatiojärjestelmät valtasivat markkinat. Langaton tiedonsiirtotekniikka lisääntyi nopeasti. Optimoivat älykkäät rakennusautomaatiojärjestelmät lisääntyvät ja rakennusten erilaiset automaatiojärjestelmät integroituvat. Graafiset käyttöliittymät ja laitteistojen etäkäyttö sekä valvonta yleistyivät. Tiedontallennuskapasiteetti kasvoi dramaattisesti. Toimittaja voi ohjelmoida ja tarkkailla toimintaa omasta toimitilastaan käsin. Kysymysmerkkinä ovat edelleen tietoturva-asiat.

Rakennusautomaation integroituminen on tuonut mukaan myös audion- ja videon jakamisen mahdollisuuden, turva- ja hälytysjärjestelmien, kulunvalvontajärjestelmien,

energianhallintajärjestelmien, valaistusjärjestelmien ja huolto- ja kunnossapitojärjestelmien yms. liittämisen osaksi rakennusautomaatiojärjestelmiä.

Toimilaitteiden ominaisuudet ovat parantuneet, vääntömomentit ja toimintanopeudet ovat kasvaneet. Ympäristöolosuhteiden IP-luokituksen mukainen suojaus on parantunut. Tämä on mahdollistanut näiden edullisten laitteiden laajemmat käyttömahdollisuudet eri olosuhteissa. Kehitys 2000-luvulla on kuitenkin painottunut itse tekniikan sijasta käyttöympäristöön ja palveluihin. Internet ja pilvipalvelut ovat mahdollistaneet erilaisia mobiiliratkaisuja. Ylläpidon, järjestelmäpäivityksen ja vikavalvonnan voi tilata myös kuukausimaksulla palveluna.

### **Järjestelmäsidoisuus jatkuu**

Rakennusautomaatioalan asiakkaiden harras pitkäaikainen tavoite on ollut avoimet yhtenäiset pelisäännöt ja keskenään kommunikoivat laitteistot. Näin järjestelmän ostaja ei olisi sidoksissa rakennuksen loppuään yhteen toimittajaan. Tämä toive on toteutunut vain osittain. Kenttälaitteet voidaan liittää moniin eri väyläjärjestelmiin, mutta keskuslaitteistoa ei. Kullakin valmistajalla on omat ohjelmansa, vaikka laitteet sinänsä ovat samoja.

## **PAINEILMAA TARVITAAN YHÄ USEAMMASSA PAIKASSA**

Paineilmajärjestelmien kehitys alkoi 1800-luvun loppupuolella Yhdysvalloissa. Merkittävä pohjoismainen valmistaja on Atlas Copco, jonka paineilmalaittevalmistuksen juuret ovat 1900-luvun alussa. Suomalaisen paineilmavalmistuksen alku luotiin toisen maailmansodan aikana, kun Tampella sai korjattavakseen Outokumpu Oy:n porakalustoa. Siitä alkoi kehitys, joka johti omien porakalustojen ja kompressorien valmistukseen.

Tampella ajautui käytännössä vararikoon pääosin Skop-pankin sähläämisen takia. Suomen Pankille jäänyt toiminta jaettiin paloiksi, joista monet ovat jatkaneet elämäänsä uusien omistajien alla. Nykyään amerikkalaisen Gardner Denverin omistama kompressoritehdas Tampereella on Pohjoismaiden ainoa paineilmaruuvikompressoreiden tuotantolaitos. Porakalustopuoli on siirtynyt Sandvik Mining and Construction Oy:lle.

Tekniikassa ehkä suurin muutos on ollut 1980-luvulla siirtyminen mäntäkoneista ruuvikompressoreihin. Myös lamellikompressoreita on käytetty tätä ennen pienissä kohteissa.

Paineilma on tullut myös jokamiehen avuksi 1980-luvulta. Naulapyssyt, mutterin vääntimet, maaliruiskut ja renkaantäyttölaiteet helpottavat työtä rakennus-, huolto- ja korjausaskareissa.

### **Energiaa säästyy**

Paineilman kuivauksessa on siirrytty adsorptiosta lievemmissä kohteissa jäädytyskuivaukseen ja öljyttömiä kompressoreja käytettäessä sorptiokuivaukseen. Myös adsorptiokuivauksen runsasta energiankulutusta on pystytty vähentämään alipainetekniikalla yms. Paineilman hukkalämmön talteenottoa on harjoitettu jo 1970-luvulta saakka. Hukkalämpöä on siirretty käyttöveteen tai ilmajäädytteissä tapauksissa varastojen ja tuotantohallien lämmittämiseen. Paineilmakeskusten uudenaikainen automaatio perustuu paineen mittaamiseen verkostosta ja usein myös kompressoreiden nopeuden säätöön.



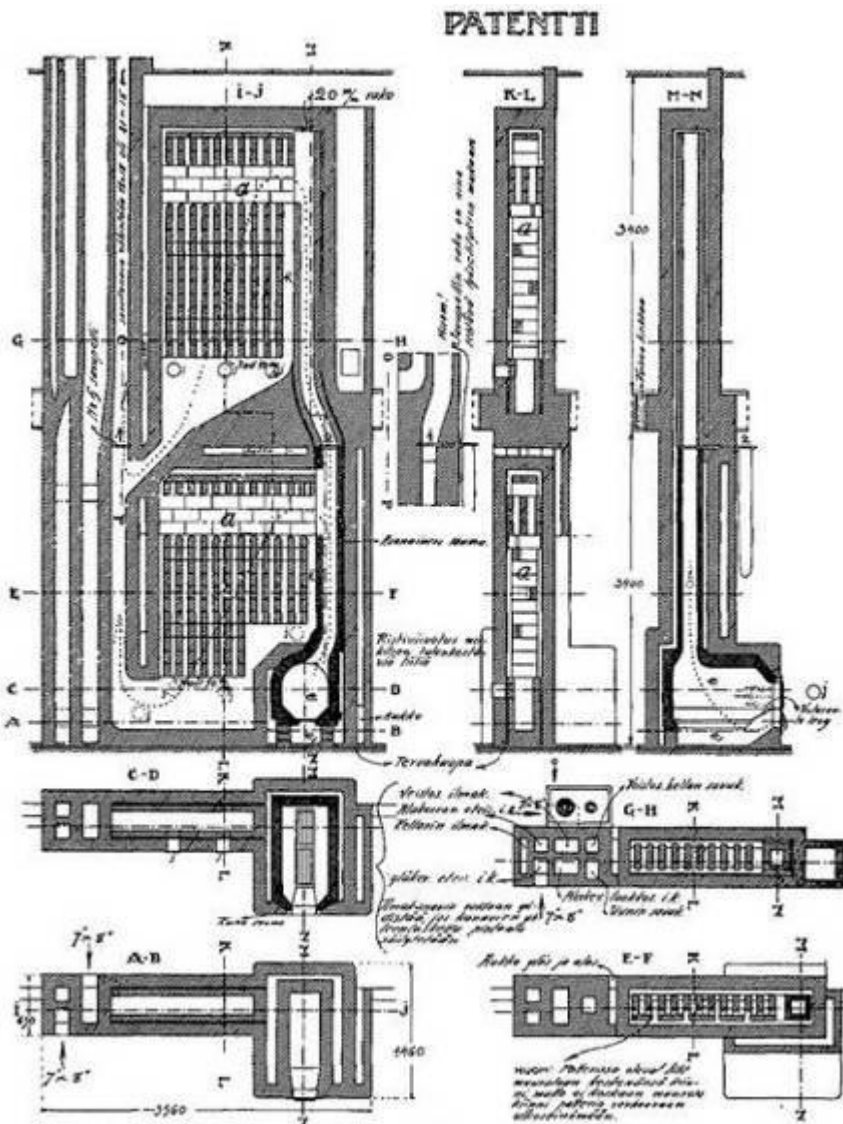
Gardner Denverin kompressoritehdas Tampereella. (BHa)

Hydor Oy aloitti pienten kompressoreitten valmistamisen. Nykyään Sarlin-Hydorin (nyk. Sarlin Oy Ab) alaan kuuluvat myös paineilmajärjestelmien auditoinnit ja kehittyneet ohjausjärjestelmät.

## ERI RAKENNUSTYYPPIEN ERITYISPIIRTEITÄ

### Pientalot: savupirteistä ilmalämmitykseen

Hirsisten pientalojen lämmitysmuoto oli pitkään savupiipun liesi tai pikemminkin kiuas. Myös maalattialla olleet kotieläimet lämmittivät ilmaa. Ihmisten elinikä oli lyhyt ja silmäsairaudet yleisiä. Itä-Suomessa savupirttejä oli käytössä vielä 1900-luvun puolella. Avotakkojen käyttö levisi Keski-Euroopan linnoista ja kartanoista 1700-luvulla herrasväen asuntoihin Avotakkojen lämmityshyötysuhde oli surkea verrattuna savupirtteihin. Varaavat uunit pelastivat pulasta.



Kastorin patenttiratkaisulla 1930-luvulta (KK) saatiin savukaasujen lämpöä hyödynnettyä entistä paremmin. Jo pelkästään hellan avulla pieni puolitoistakerroksinen talo lämpeni suuren osan vuotta. Hormistossa on ohituspeltilä kesäaika varten. Näitä tehtiin vielä sodan jälkeen esim. ns. ruotsalaistaloissa (ruotsalaisten lahjoittamat jälleenrakennusajan talot esim. Kauttualla sodan jälkeen). Menetelmä unohtui myöhemmin jostain syystä.

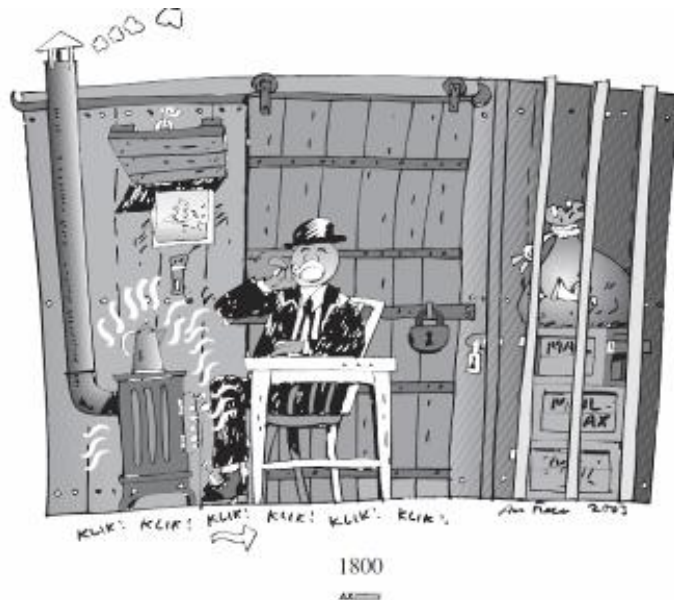
### Vuolukiven uusi elämä

Vuolukivi on lämpöteknisesti erinomainen materiaali. Sen lämmönvarauskyky tilavuusyksikköä kohden on tiileen verrattuna 1,3-kertainen ja lämmönjohtavuus moninkertainen. Lämpö saadaan tämän takia koko uunin massaan leviämään tehokkaasti. Ainoa vaara on liikalämmitys, jolloin tulipesä voi rapautua. Tämä voidaan välttää järkevän käytön lisäksi vuoraamalla tulipesä tulitiilillä.

Vuolukiveä käytettiin yleisesti uuneissa ja rakennusten pinnoissa 1800-luvun lopussa, mutta käyttö hiipui. Uusi tuleminen tapahtui 1980-luvulla. Puun palamista on parannettu lisäämällä tulipesän alle ritiläarina ja sen alle tila, johon johdetaan erillisen ilmaventtiilin kautta palamisilmaa. Samalla alatilaan on voitu sijoittaa kunnollinen tuhka-astia. Sekundääri-ilmaa johdetaan liekkiin päälle suuluukkuun rakennetulla suuttimella. Sekä arinan alta että suuluukusta tulevaa ilmaa voidaan säätää portaattomasti. Näillä parannuksilla saatiin savukaasujen haitalliset pitoisuudet laskemaan niin alas, että vuolukiviuneja voitiin toimittaa Keski-Eurooppaan, jossa on jo pitkään ollut Suomea tiukemmat ilmansuojelumääräykset. Vuolukivestä on tullut brändi ja jopa sähköpattereita päällystetään vuolukivellä.

Viimeisimpiä uunien parannuksena on ilmasuuttimien käyttö myös tulipesän takalaidassa. Tavoitteena on ennen kaikkea puhtaampi palaminen jakamalla ilmaa liekkeihin tasaisesti. Polttopuiden riittävä kuivuus ja sytyttäminen päältä ovat oleellinen osa puhtaampaa palamista. Nykyisen kutakuinkin kaikissa sähkölämmityksissä uusissa omakotitaloissa on jonkinlainen varaava uuni.

### Vapaa-ajan tiloissa nopea lämmitys



Valurautakamiinan kehitti Yhdysvalloissa Benjamin Franklin jo 1700-luvulla. Erilaisia versioita on olemassa lukuisia. Joissakin öljylämmiteisissä laitteissa savukaasut tulevat huoneeseen. Nämä olivatkin Yhdysvaltain suurin sisäilmasto-ongelma 1980-luvulla erään sisäilmastoseminaarin mukaan. Samoja laitteita käytetään joissakin kehitysmaissa edelleen.



Suomessa kamiinahelloja lämmitetään puulla ja savukaasut johdetaan ulos. Lämmityslaitte Oy/Kastorin näppärä ratkaisu 30-luvulta. (KK)





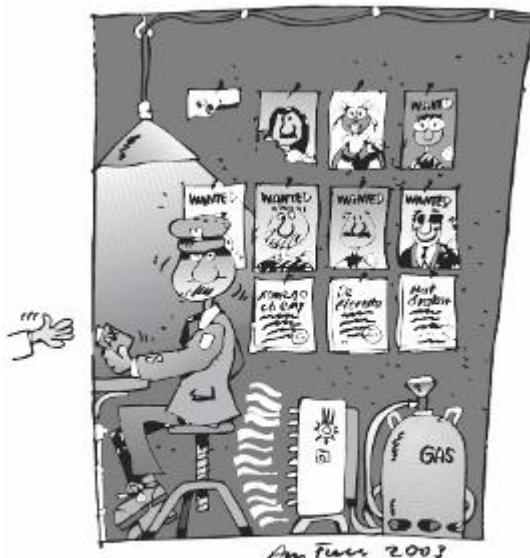
Yhdysvalloissa markkinoitiin 1910 paitsi kamiinoja myös kompakteja kamiinan näköisiä keskuslämmityskattiloita (Am). Esiteissä näitä sijoitettiin asuinhuoneisiin. Kelpaa siinä lapsosen nojailla?



Legendaarinen 1930-luvulla kehitetty Porin Matti oli erityisesti kesähuviloiden ratkaisu. Siinä yhdistyi kamiina ja jonkin verran varaava uuni. Päällä oli keittolevy. (KK)

Nykyään on saatavilla vastaavanlaisia varaavia kamiinoita, joissa hyödynnetään vuolukiven suurta lämpökapasiteettia.

Tarjolla on myös pelleillä lämpiäviä kamiinoita, joissa on automaattinen syöttö.

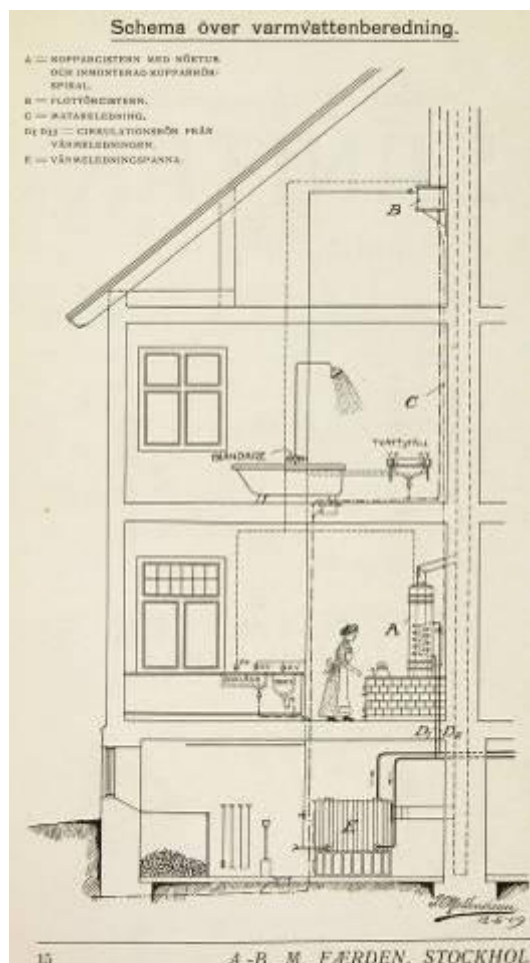
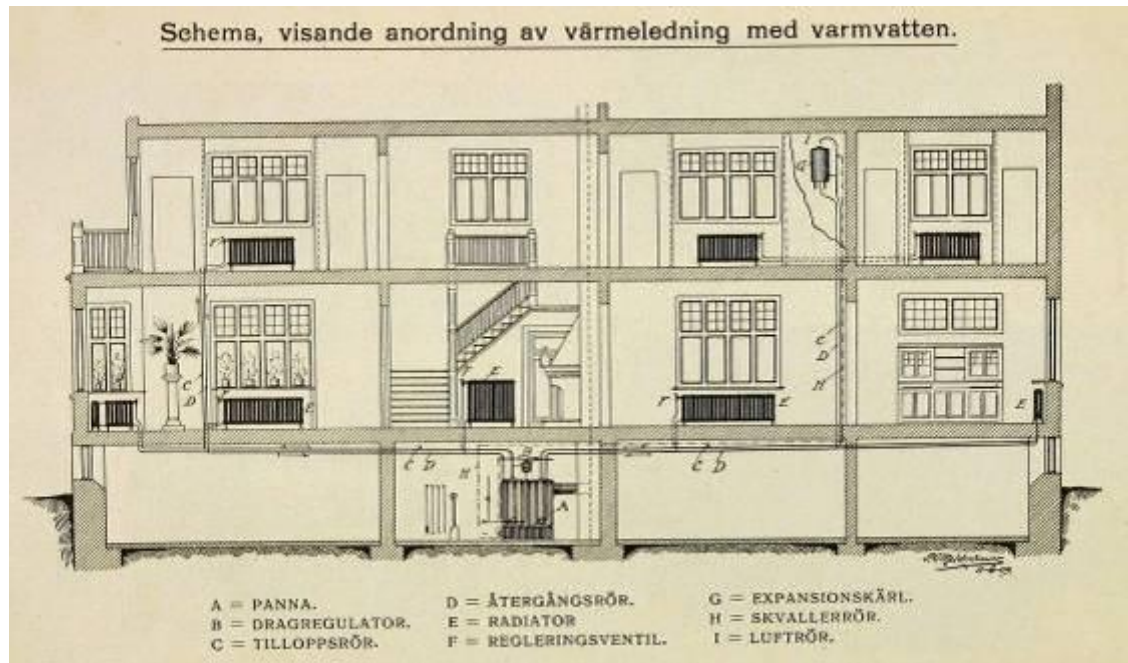


Nestekaasua käyttävät katalyyttiset säteilylämmittimet ovat myös eräs vaihtoehto kesämökille. Kaasulämmittimet tulivat muotiin 1960-luvulla nestekaasun käytön yleistyessä

1970

AX

## Naapurimaan rikkaat siirtyivät vesikeskuslämmitykseen



Ruotsissa markkinoitiin omakotitaloihin jo vuosisadan alussa keskuslämmitysjärjestelmää. Kuvat vuoden 1909 omakotinäyttelystä Tukholmassa. Elintasokuilu Suomen ja Ruotsin välillä oli valtava.

Kattilasta saatiin lämmin käyttövesikin. Erikoisen vekotin on liedin savukanavan varustaminen eräänlaisella lämpöä talteen ottavalla lämmönsiirtimellä. Tuohon aikaan liesiä käytettiin pitkiä aikoja: ruoanlaitto vei aikaa ja aina oli jotain lämpimän pesuveden tarvetta. (Am)

Suomessa siirtyminen keskuslämmitykseen tapahtui hitaasti ja pienin askelin. Ensimmäinen vaihe oli kerrostalojen mallin mukaisesti liesien hyödyntäminen muutaman patterin lämmittämiseksi.

Eräänlaista paluuta menneisyyteen on edustanut parinkymmenen vuoden aikana lämmitysvesikierukoiden asentaminen uuneihin. Uunin vesikierukasta voidaan syöttää lämpöä lämpöverkkoon tai käyttöveden varaajaan. Vaikka uunia lämmitetään tyypillisesti pari tuntia tai joskus jopa neljä tuntia päivässä, pysyy uuni lämpimänä pitkiä aikoja ja lämmitysputkista saa lämpöä - jos kohta haaleampaa.



Valurautapatteri sai lämmön uunista 1910 saksalaisen patteritehtaan Nationale Radiator Gesellschaftin mainoksessa (Am). Nyt näitä ratkaisuja myydään jälleen.

Uunilämmitys loppui monin paikoin halvan öljyn aikana 1960-luvulla. Silloin alettiin rakentaa avotakkoja. Niiden käyttö jäi useissa tapauksissa muutamaan tunnelmointiin makkaranpaiston ja uudenvuoden tinojen valamisen merkeissä. Jotkut käyttivät niitä myös tupakoitaessa savujen imemiseen.

Avotakkojen palamisilman lämmittäminen esim. pattereilla vaatii lämpöä lähes saman verran kuin takasta tulee. Palamisilman johtaminen suoraan tulisijaan parantaa tasetta, mutta on muutoin hankala. Myöhemmin avotakkoja on varusteltu ns. takkasydämällä, joilla saa nostettua hyötysuhdetta.

Pienten tulisijojen käytön sijasta voisi olla vaihtoehtona, että tulevaisuudessa pyrittäisiin keskitettyihin polttolaitoksiin, jonne takametsistä puuta tuovat pienmetsänomistajat voisivat tuoda pienpuuta. Palaminen saataisiin ympäristöystävällisemmäksi.

### **Pula-ajan jälkeen vesikeskuslämmitykseen**

Vielä 1940/1950-lukujen vaihteessa uunilämmitys oli Suomessa pientalojen vallitseva lämmitysmuoto. Pula-aikana esim. kivihiilen tuontia rajoitettiin ja kaikista metalliesineistä oli pula - niin myös LVI-tarvikkeista. Sotakorvausvuosien jälkeen eli 1952 alettiin asentaa myös pientaloihin keskuslämmitysjärjestelmiä. Ensinnäkin käytettiin puukattiloita, sitten tulivat tavallinen kivihiili, erityisen kova ja hiilipitoinen antrasiitti ja tavallinen koksi ja 1950-luvun lopulla öljy.



Saksalaista valurautapatteritehtaan mielikuvamainontaa vuodelta 1910.(Am)

Puukattiloiden vesitilavuus oli suuri ja apuna voitiin käyttää erillistä varaajaa. Näin panoslämmitys riitti pakkasilmoilla aamuun saakka. Patteriveden mitoitustilavuus oli samasta syystä alhainen eli tyyppillisesti 50 °C. Väljät lämmitysputket ja patterit autoivat asiaa. Tilan säästämiseksi 1970-luvulla kehiteltiin varsin pieniä teräslevystä hitsattuja kaksoispesäkattiloita, joissa oli jonkinlainen puulämmitysosa. Puu on pitkäliekkinen polttoaine, joten kovin puhtaasti tällaiset ratkaisut eivät puuta polttaneet, ellei puu pilkottu ihan säleiksi. Tällaisten kattiloiden puupesä lieneekin tarkoitettu tilapäisen öljypulan varalta.

Hieman kitkutellen on alettu käyttää puupellettikattiloita. Pellettivaraston sijoittamisen vaikeus ja huollon tarve jarruttavat menetelmän yleistymistä. Pellettien hinta heiluu kuten muidenkin energialähteiden, joskaan ei yhtä nopeasti.

Keskuslämmitys merkitsi suurta parannusta lämpimän käyttöveden saannissa. Uunilämmitysaikaan kuumaa pesuvettä sai lieden säiliöstä, erikseen lieden päällä lämmittäen tai saunan padasta, jos sitä lämmitettiin. Keskuslämmityksen hoitaman käyttöveden lämmityksen ansiosta käytännössä myös hygienia parani. Pesupaikoissa oli tarjolla kylmää ja lämmintä vettä ja saunan yhteyteen tehtiin myös suihku.

Vesikeskuslämmityksen säätö hoidettiin aluksi käsin ilmojen mukaan vääntämällä kattilan päällä olevaa 4-tieventtiiliä. Tarjolla oli myös kiertovesipumpun on-off-ohjaus huonetermostaatilla. Tällainen ohjaus johtaa helposti putkiston napseeseen tai paukkeeseen ja rasittaa liitoksia. Jo 1960-luvulla oli saatavissa ulkolämpötilan mukaan menoveden lämpötilaa säätäviä säätökeskuksia, joita usein kutsuttiin variaattorikeskuksiksi. Eräs ulkomainen pumppuvalmistaja mainosti suurena savutuksena 1980-luvulla pumpun pyörimisnopeuden ohjaamista huonelämpötilan mukaan. Menetelmä oli varmaan jossakin Keski-Euroopassa käypä, jos muuta säätöä ei ollut.

### **Patterilämmityksestä lattialämmitykseen**

Ensimmäiset metalliputkilla tehdyt lattialämmityskokeilut 1960-luvulla Espoon Tapiolassa johtivat mm. vuoto-ongelmiin. Lattialämmitys alkoi yleistyä 1980-luvulla, kun sopivia muoviputkia alettiin tuoda maahan ja myöhemmin myös valmistaa Suomessa. Kaikki eivät kuitenkaan heti ymmärtäneet, että tavallinen muoviputki päästää hapetta läpi, mikä johtaa metallikorroosioon. Putkien on oltava happidifфуusiotiiviitä, mikä saadaan aikaan erityisellä pintakerroksella.

Säätöteknisesti lattialämmitys ei ole erityisen hyvä. Varsinkin betoniin upotettujen putkien käyttö johtaa siihen, ettei lämmitys reagoi riittävän nopeasti lämmöntarpeen muutoksiin. Erilliset kevytrakenteiset pintakerrosratkaisut ovat oleellisesti parempi vaihtoehto, ellei betonin lämpökapasiteettia nimenomaan haluta käyttää hyväksi esim. autotallin lattialämmityksessä yö sähkötariffia hyödyntäen.

Vanhoihin omakotitaloihin myöhemmin asennetut lattialämmitykset ovat pahasti epäonnistuneet, ellei samalla ole tehty lämpöhäviöitä pienennettyä. Muutoin lattiaa on pidettävä kovalla pakkasella sietämättömän kuumana. Kun käytössä on koneellinen tulo/poistoilmanvaihto ja rakennusvaipan lämpöhäviöt on saatu alhaisemmaksi, on lattialämmitys toimiva. Lattian lämpötila voidaan pitää alhaisena ja tarvittava lämmitysveden lämpötila matalana. Tämä parantaa esim. lämpöpumppulämmityksen lämpökerrointa eli hyötysuhdetta.

### **Helppo sähkölämmitys**

Sähkölämmityspattereita myytiin jo 1930-luvulla.



Strömbergin markkinoima varsin modernin näköinen patteri vuodelta 1937. Teho valittiin käsin 4-portaisesta kytkimestä.(KK)

Sähkölämmitys alkoi tunkeutua laajemmin markkinoille jo 1960-luvulla ja levisi vähitellen vallitsevaksi käytännöksi pientaloissa. Sähkölämmityspattereita on ollut Suomessakin myytävänä sata vuotta. 1950- ja 1960-luvuilla oli massavaraajalämmittimien käyttö verraten yleistä. Tämä perustui sähkön päivä- ja yöenergian hintaeroon.



Jo 1940-luvulla oli lämpöä varaavia vuolukivestä tehtyjä sähkölämmityspattereita (BHa). Teho ja koko olivat vaatimattomat ja vastukset paloivat herkästi poikki. Tehoa ohjattiin irrottamalla pistotulppa tai varustamalla liitäntäjohto katkaisimella.

Myöhemmin tuli ulkomailta lämpökapasiteetiltaan hyvään massaansa lämpöä varaavia ns. massavaraajia. Niitä on sekä puhaltimilla että vain konvektiivisella läpivirtauksella toimivia. Varaajilla ei sisäilman lämpötilaa voi hallita kovin tarkasti. Ensin huonelämpötila voi nousta liiaksi ja loppuksi lämpö voi loppua kesken.

Myös yösähköllä lämmitettävään vesivaraajaan perustuvia lämmityksiä on tehty jatkuvasti. Päivä- ja yösähkön energiahinnan supistuminen on vienyt pohjaa varaavalta lämmityksiltä, mutta tulevaisuudessa siirtohinnan uudet tariffit voivat palauttaa kannattavuuden.

### **Polttavia lattialämmityksiä**

Lattian sähkölämmitystä on paljon käytetty märkätiloissa ja klinkkerilattiaisissa tiloissa. Myös tällöin on varmistettava, ettei pintalämpötilan tarve nouse kohtuuttomaksi. Ihmiselle 28 °C on lattian pinnalle maksimilämpötila. Hirsihuviloiden pesuhuoneen sähköinen lattialämmitys on joskus johtanut jopa polttavan kuumaan pintaan, ellei apuna ole patterilämmitystä tai pienennetä huoneen lämmitystarvetta esim. lämmitetyllä tuloilmalla. Klinkkerilattioiden suosio on johtanut tarpeettomaan energian kulutukseen =tuhlaukseen. Hyvälaatuisella muovimatolla päällystetty lattia ei tarvitse lämmitystä.

### **Ala-arvoiset termostaatit, palaneen pölyn hajua**

Elektroniset patteritermostaatit tulivat markkinoille jo 1980-luvun alussa, mutta ilmeisesti vieläkin valmistetaan bi-metalliin perustuvia ns. mekaanisia termostaatteja. Niiden haitta on huono tarkkuus ja jopa häiriöt TV- ja radiolaitteissa sekä naksahdus. Läpivirtauslämmittimissä palava ilman pöly on myös koettu ongelmaksi, vaikka myyjien mielestä ilmassa leijuva pöly ei tartu kuumien vastusten pintaan. Kuumentunut pöly onkin lähinnä lämmityskauden alun ongelma, ellei patteria puhalleta puhtaaksi. Sähkölämmittimien elinikä on keskimäärin oleellisesti vesipattereita lyhyempi.

### **Kattolämmitys ei lämmitä pöydän alle**

Eräs vaihe 1970 - 1990 -luvuilla oli kattolämmityksen käyttö. Huoneen katossa olevan pintalevyn taakse asennettiin lämmityskalvo. Tuloksena oli sinänsä tasainen lämpösäteily, mutta esim. ikkunan edessä olevan työpöydän alapuolta se ei lämmitä. Jos talossa on vain koneellinen poisto, on ikkunaraoista tuleva veto ongelma. Katon rajan ilma ylikuumenee ja voi mennä poiston kautta osin hukkaan, ellei ole käytössä poistoilman lämmön talteenottoa.

Sähkölämmitys söi markkinoita putki- ja öljyalalta. Kilpailu markkinaosuuksista LVI- ja sähköalan kesken oli vähintäänkin avointa ja vilkasta 1980-luvulla. Sitten nokittelu hieman laantui, kun Imatran Voima Oy ja Neste Oy yhdistettiin. Hedelmällisimmillään tilanne oli se, että kumpikin puoli jakoi arvokasta energiansäästötietoa asiakkaille. Tämäkin toiminta hiipui, kun öljymarkkinat avautuivat kaikille ja uudet kilpailijat perustivat toimintansa tuotteen halpaan hintaan, ei kuluttajavalistukseen. Niinpä markkinoilla on kaikenlaista lyhytikäistä halpaa sähkölämmityskamua - jos on kunnollistakin.



## Sähkölämmitys vaatii säätötehoa

Tuulivoiman vastustajat ovat uskonnollisen hurmoksen tapaan ottaneet esille haittoja, joista yksi on säätövoiman tarve. Arvattavista syistä unohtuu, että säätövoiman varsinainen tarvitsija on sähkölämmitys, jonka ansiosta huippupakkasilla tehontarve nousee piikkimäisesti. Siirtotariffirakenteen muutos alkaa olla väistämätön eli ne, jotka tarvitsevat tehoa, siitä myös maksavat. Nyt esim. suoralle sähkölämmitykselle kovalla pakkasella siirtyvät lämpöpumppulämmittäjät saavat muiden siivellä halpaa siirtotehoa. Samoin saavat etua esim. aurinkoenergiaratkaisut, jotka eivät säästä wattiakaan siirtokustannuksia.

## Maalämpö levisi 2000-luvulla

Kaikista 750 000:sta pientalosta sähkölämmitettyjä on puoli miljoonaa. Näiden lämmönkulutuksen pienentäminen on Suomen sähköenergiankulutuksen ja huipputehon tarpeen pienentämiseksi erittäin tärkeää. Vaikka maalämpöpumpputekniikkaa alkoi tulla markkinoille jo 1970-luvulla, ei se Suomessa levinnyt. Yksinkertainen syy oli se, että säästetyn lämmön rahallinen arvo ei ylittänyt lämpöpumpun käyttämän sähkön arvoa, kun sekä lämpöpumpun lämpökerroin samoin kun sähkön hinnan suhde öljyenergian hintaan oli noin kolme. Öljykriisi 1970-luvulla kylläkin antoi hieman vauhtia, mutta öljyn hinnan suhteellinen lasku hiljensi taas markkinat.

Vasta 2000-luvulla sekä maalämpöpumppujen että ilmalämpöpumppujen käyttö ryöpsähti. Vesivaraajaa käyttävien sähkölämmitystalojen siirtyminen maalämpöön on ollut erityisen helppoa. Energioiden hintasuhteet olivat muuttuneet ja myös lämpöpumpputekniikka ratkaisevasti parantunut. Toki markkinoilla on ollut kirjavuutta ja ilmasta lämpöä ottavia Pohjolaan huonosti sopivia ratkaisuja.

Monia öljylämmitteisiä kattilalaitoksia on korvattu maalämmöllä, jonkin verran myös ilmasta veteen lämpöpumpuilla. Tällainen lämpöpumppu on lämpökaivon verran maalämpöä halvempi, mutta huonompi lämpökerroin ja siirtyminen kovalla pakkasella suoraan sähkölämpöön sekä ulkoyksikön suuri vikaherkkyys tekee ratkaisusta vähintäänkin kyseenalaisen. Toinen mahdollisuus on säilyttää vanha kattila ja käyttää sitä huippupakkasilla. Markkinoille on tullut myös kompakti paketti, jossa on lämpöpumppu sekä kattila. Näin tehontarvehuiput eivät rasita sähköverkkoa.

## Lämpöenergian kulutusta pienennetty monin keinoin

Lämmitysenergian kulutuksen pienentämiskeinoja on ollut uunilämmityksen uudelleen käyttö, ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen, yläpohjan eristys ja koneellisen ilmanvaihdon käyttö ja talon samanaikainen tiivistäminen. Ulkovuorauksen uusimisen yhteydessä myös lisäeristys lienee itsestään selvää. Kulutuksen puolittaminen ei ole ollut vaikeaa.

Vesikeskuslämmityksen rinnalle on kehitetty aurinkolämpökeräimiä. Tekniikka on ratkaisevasti parantunut 1980-luvun alusta, jolloin eräissä koetaloissa keräimillä varustetut talot kuluttivat enemmän lämpöä kuin suoran sähkölämmityksen talot. Tämä johtui keinoista säätölaitteista ja keräimien alkeellisesta rakenteesta. Nykyiset tyhjöputkikeräimet ja erikseen kehitetty automaatio antavat selvää säästöä. Ruukki tarjoaa 2014 toisenlaista ratkaisua: peltikatetta on integroitu keräintöimintä katteen alapuolelle asennetuilla putkilla. Tarvitaan pitkäaikaisia mittauksia, jotta nähdään ratkaisun energiatehokkuus. Aurinkokeräimien kannattavuus riippuu myös pitkälti kesäkauden käyttöveden kulutuksesta.

## Öljykriisi avitti koneellista ilmanvaihtoa ja ilmalämmitystä

Valmet Oy toi markkinoille 1970-luvulla Kotilämpö-nimisen ilmalämmitysjärjestelmän. Ilmalämmityskoneen lämmityspatteri oli tehokas, joten lämmitysveden lämpötila voi olla matala, mikä mahdollisti maalämpöpumppujen yhdistämisen järjestelmään.

Järjestelmään oli liitettävissä myös katolle asennettavat aurinkoenergian keräimet. Niissä kiersi ilma eikä jäätymisvaaraa ollut. Keräimien käyttö jäi kuitenkin lähinnä koekohteisiin. Poistoilmasta otettiin lämpö talteen ristivirtalevyllämmönsiirtimellä. Huoneisiin ilma puhallettiin ikkunan kohdalla lattiasäleiköistä. Ilmanvaihtojärjestelmä sai kohtalaisen suosion ja sille alkoi tulla kilpailijoita. Tekninen taito ei kuitenkaan aina riittänyt ja alan maine kärsi. Ääniteknikkaa

ei useinkaan hallittu ja koneita voitiin käyttää vain alimmalla nopeudella. Ammattitaitoisesti tehdyt ilmalämmitysjärjestelmät ovat toimineet hyvin ja lämpöenergian kulutus on ollut erittäin alhainen. Monet näistä laitteista ovat toimineet näihin päiviin saakka ja vasta nyt koneita uusitaan.

Pelkkä lämmöntalteenotolla varustettu tulo/poistoilmanvaihto ja erillinen huonelämmitys on kuitenkin suosituin. Nykyään ei ole mikään konsti saavuttaa tiiviissä talossa lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi 70 %. Matala- ja passiivienrgiataloissa ilmanvaihdoin perusilmavirrat voivat riittää huoneiden lämmittämiseen; muuta lämmitysjärjestelmää ei tarvita. Rakennuksen ulkovaipan paksujen eristeiden aiheuttamista lisäkustannuksista osa saadaan takaisin. Ei nyt sentään kaikkea, vaikka niinkin on väitetty.

Erilaisia teknisiä versioita on kehitetty poistoilman lämmön hyödyntämiseen. Poistoilmalämpöpumppu on yhdessä varaavan uunin ja lattialämmityksen kanssa riittävä moniin pientaloihin. Samalla voidaan lämmittää myös käyttövesi, joten laitteisto säästää myös kesällä.

### Samaan aikaan toisaalla

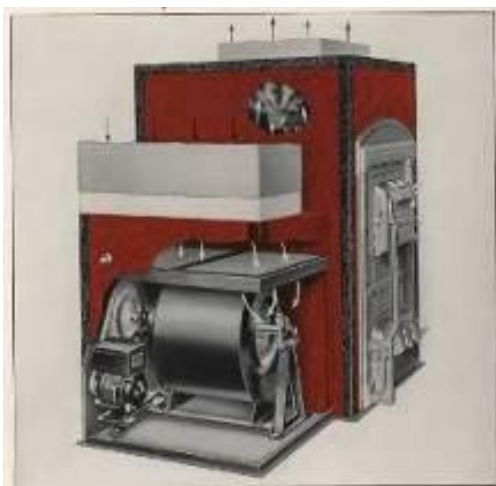
Yhdysvalloissa oli jo 1800-luvun puolella kehitetty luonnonvetoon perustuva kuumailmapuhallusjärjestelmä pientaloihin. Siinä kellariin sijoitetusta metallisesta kuumailmauunista jaettiin ilmaa kanavilla kuhunkin huoneeseen. Ilma virtasi huoneisiin lattiaritilöistä yleensä ikkunoiden alta. Kierrätysilmaa varten olivat toiset lattiasäleiköt. Kuumailmauunia kutsuttiin kanavalähtöjensä takia ystävien kesken mustekalasysteemiksi.



Vanhimmat amerikkalaiset "octopus furnace"-uunit lämmitettiin hiilellä tai koksilla. 1930-luvulla harjoiteltiin öljy- ja kaasupoltin käyttöä.

Jo 1920-luvulla oli tarjolla lisävarusteena palautusilmapuhallinratkaisu suodattimiseen, jolla järjestelmä saatiin oleellisesti varmatoimimmaksi varsinkin hatarissa taloissa (Am).

Myöhemmin nämä lämminilmauunit on yleensä korvattu nykyaikaisilla lämminilmakehittimillä. Muutostöissä harvina ovat olleet asbestieristeet.



Mustekalasysteemin sijasta tällainenkin puhallinta käyttävä ja ilmaa suodattava ilmalämmityskone oli saatavissa jo 1930-luvulla - USA:ssa. (Am)

Saksassa on pientalojen tuloilman lämmityksessä ja jäähdytyksessä käytetty passiivisesti maan lämpötilaa. Ilmanottokanavaa asennetaan kymmeniä metrejä maahan, jolloin kanava toimii lämmönsiirtimenä eli talvella esilämmittää ja kesällä viilentää. Suomessa menetelmää on ainakin kokeeksi asennettu muutamisiin uusiin energiatehokkaisiin pientaloihin. Arveluttavana on pidetty sitä, että ainakin keväällä maan ollessa kylmä ulkoilman kosteus kondensoituu kanavassa. Miten estää homehtuminen huolimatta kanavien antiseptisestä pinnoitteesta?

### **Kerrostalot kulkivat pientalojen edellä**

Kerrostalojen LVI-tekniikka seuraili muiden suurten rakennusten tekniikan kehittymistä pienellä viiveellä. Jo 1920-luvulla siirryttiin yleisesti vesikeskuslämmitykseen, mutta painovoimainen ilmanvaihto jatkui 1950-luvun pulavuosien jälkeenkin.

Kun tiilirakennuksista siirryttiin betonielementtirakentamiseen asteittain varsinaisesti 1960-luvulla, alettiin käyttää myös koneellista poistoilmanvaihtoa. Katolle asennettiin omassa kammiossaan oleva keskipakoispuhallin (ns. yhteiskanavapuhallin), jonka imupuolelle koottiin kylpyhuoneista, keittiöistä ja vaatehuoneista yms.. lähtevät pystykanat. Korvausilma tuli ikkunaraoista. Jo 1950-luvulla oli tuloilmaikkunoitakin. Myöhemmin on kehitetty suodattimella varustettuja erilaisia raitisilmaventtiileitä joko tuuletusikkunan paikalle tai lämmityspatterin taakse.

Poistopuhaltimen ilmavirtaa ohjattiin kellolla: täysi ilmavirta oli arvioitun ruoanvalmistuksen aikoina ja ehkä tunnin aamulla ennen töihin ja kouluihin menemistä. Kaikkien asukkaiden elämäntavat eivät kuitenkaan ajoitu samaan aikaan. On jopa oivallettu, että oikeastaan yöaika on juuri se, jolloin kaikki asukkaat ovat paikalla. Monet ovat lopettaneet osatehon käytön.

1970-luvun öljykriisin aikoina alettiin käyttää lämpöverkossa yölämpötilan pudotusta. Seurauksena oli putkien kiusallinen napse ja paukkuminen. Tästä säästökeinosta luovuttiin useimmissa taloissa.

Korkeissa tornitaloissa havaittiin jo 1960-luvulla kovalla pakkasella ongelmaksi, että pystyhormeissa vaikuttaa tietenkin hormivoima, jonka ansiosta alimpien kerroksien ilmavirta lisääntyy, mutta ylemmistä poistoventtiileistä voikin tulla ilmaa sisälle. Näin varsinkin, jos puhallinpaine ja poistoventtiilien paine-ero ovat pieniä. Sittemmin poistoventtiilissä siirryttiin korkeampaan paine-eroon. Myös puhaltimen ominaiskäyrällä eli stabiliteetilla on merkitystä.

1970-luvun aikana jotkut taloyhtiöt pysäyttivät poistopuhaltimen yöksi ja muutoinkin kannustettiin tiivistämään ikkunoita. Seurauksena oli tietysti ala-arvoinen sisäilma ja kosteusongelmia. LVI-ala puristi vain nyrkkiä taskussaan sen sijaan, että olisi valistanut kansaa julkisessa mediassa.

Kerrostaloasuntojen liesien päälle asennettavat huuvat yleistyivät vasta 1980-luvulla. Käytettäessä yhteiskanavajärjestelmää huuva ei voida varustaa puhaltimella, mutta huuva on toki tyhjää parempi käryjen kerääjä. Nykyään tällainen kohdepoisto varustetaan omalla säätöpellillä, joka avautuu, kun kärykeräyshuuva vedetään esiin. Paras teho saadaan kuitenkin erillisellä ulosjohtavalla kanavalla, jossa on oma puhallin.

Asuntoihin tarjolla olevat aktiivihiileen perustuvat ilmaa kierrättävät suodattimet ovat sikäli ongelmallisia, että suodattimen vaihto ajoissa näyttää unohtuvan. Ruoan valmistuksessa syntyvä kosteus tulee huoneistoon. Lisäksi palokuorman lisääminen lieden päälle on turvallisuusriski.

### **Koneellinen tuloilma lämmön talteenoton siivellä**

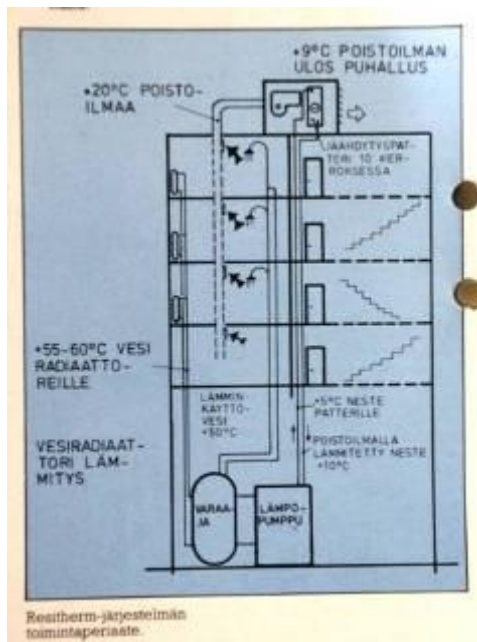
Koneellista tuloilmanvaihtoa alettiin harjoitella 1970-luvun lopussa. Ratkaisuna oli käyttää koko rakennukselle yhteistä konetta. 1980-luvulla alettiin kehittää huoneistokohtaisia koneita, jolloin kukin voisi valita itse ilmanvaihtuvuutensa. Koneellinen tuloilmanvaihto yleistyi kuitenkin vasta 2000-luvulla, jolloin energiamääräykset edellyttivät käytännössä poistoilman lämmön talteenottoa.



Tyypillisiä asuinhuoneiden tuloilmalaitteita (Fläkt Woods)

Poistoilman tavanomaisen lämmön talteenoton sijasta poistoilmalämpöpumppu on vaihtoehto. Alla: poistoilmalämpöpumppua markkinoitiin Nokia Metallisteollisuuden lehdessä jo 1983. Vasta kymmenen viime-vuoden aikana tekniikka on alkanut käydä kaupaksi.

Kerrostalo-alueilla ei lämpökaivoille yleensä ole riittävästi maapinta-alaa tarvittavan lämmön saamiseksi. Poistoilmalämpöpumppu ja kalliolämpöpumppu voivat yhdessä olla ratkaisu. CHP-kaukolämpöverkon tai uusiutuvan polttoaineen aluelämpöverkon alueella ratkaisu ei ole ekologinen, sillä kompressorin sähkö kehitetään käytännössä surkeahyötysuhteisella hiilivoimalla ja hiilidioksidipäästöt kasvavat.



### Perustajaurakoinnissa valvonta kysymysmerkki

Grynderitaloissa laatuongelmana on koko järjestelmä: osakkeenostajille ei anneta kattavaa selvitystä esim. LVI-ratkaisuista. Rakennuksen muuttovaiheessa suoritetaan luovutus asunto-osakeyhtiölle, jota hallinnoi tässä vaiheessa edelleen rakennusliike. Omavalvonnan suorittavat rakennusliikkeen urakoitsijat ja rakennusliikkeen valitsema valvoja. Riippuu aivan paikkakunnan rakennusvalvonnan tasosta ja aktiivisuudesta, millaista ulkopuolista valvontaa harrastetaan. Useimmiten vain todetaan, että asiakirjoja on riittävä määrä ja omavalvontaruksit ovat papereissa. Heikkolaatuiset suoritukset eivät aina riipu hyvän tahdon puutteesta vaan toimijoiden puutteellisesta ammattitaidosta.

Esimerkki ongelmasta: rakentamismääräyksissä on ollut jo vuosia suositus, että vilkkaasti liikennöitävien väylien varrella ilma ei otettaisi alle 50 m liikenneväylästä. Myös vanhanaikaisten palopeltien testaamisvelvoite 6 kuukauden välien näyttää tulleen yllätyksenä. Kattotoissa on säännöllisesti huomautettavaa, omavalvoja tuskin on edes katolla käynyt. Myös kanavien puhtaanapitoa on laiminlyöty. Huoltoluukkuja asian tarkastamiseksi ei ole edes avattu. Alalla tulisi olla sisäinen laadunvalvonta, jotteivät muutamat tunarit pilaisi alaa.

## Liike- ja toimistorakennuksissa koneelliseen ilmanvaihtoon 1930-luvulla

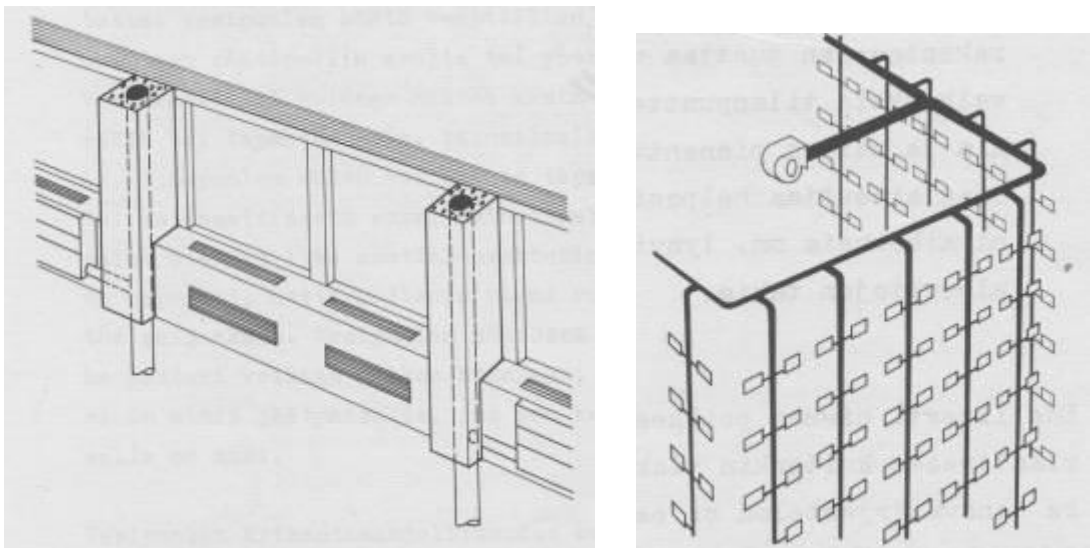
Ennen suuria ostoskeskuksia **liikerakennusten** LVI-tekniikka ei paljon poikennut asuinkerrostaloista. Tyypillisessä pienessä maalaiskaupungin myymälässä oli alakerrassa myymälä ja yläkerrassa myymälänhoitajan asunto. Uunilämmitys säilyi 1950-luvulle. Suurten kaupunkien kivijalkamyymälöissäkin ilmanvaihto noudatteli asuinhuoneistojen ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtoa voitiin tehostaa pienellä tyypillisesti tuulikaapin kattoon asennetulla koneella 1960-luvulla.

Joidenkin isompien pankkien ja toimistorakennusten ilmanvaihdossa siirryttiin koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon jo 1930-luvulla, samoin **toimistorakennuksissa**. Helsingissä ns. Savoyn talo vuodelta 1932 oli ensimmäisenä koneellisella tuloilmalla varustettu. Varsinaisesti koneellinen tuloilma tuli vallitsevaksi 1950-luvulla, jolloin otettiin laajemmin käyttöön myös ulkomaisia malleja. Perusversiossa huonekohtainen tulo- ja pisto hoidettiin käytävän kattoon asennetuista kanavista, josta puhallettiin huoneeseen ilmaa oven päältä ikkunaa kohden. Tämä aiheutti kiusallista vedon tunnetta varsin monelle.

Viimeistään 1950-luvulla kiinnitettiin huomiota siihen, että rakennusten eri fasadit ovat erilaisessa asemassa auringosta tulevaan lämpökuormaan nähden. Eri ilmansuunnille puhaltaviin kanaviin voitiin tehdä jälkilämmityksiä tai -jäähdytyksiä. Tästä yksilöllistä säätöä vielä tarkennettiin, sillä myös eri kerrokset voivat ympäröivien varjojen takia olla eri asemassa. Toisaalta säädön tarpeeseen vaikuttaa myös ikkunaratkaisut ja rakennuksen tiiviyt.

Suutinkonvektorijärjestelmässä ei tarvinnut miettiä eri fasadien eriarvoisuutta ja vyöhykesäätötarpeita, jos huonelaitteessa oli sekä lämmitys- että jäähdytyspatteri. Riisutummissa malleissa oli vain yksi patteri, johon syötettiin lämmitystä tai jäähdytystä. Tämä toi kuitenkin ongelman siitä, milloin tämä change-over-tilanne ohjataan. Helsingin Etelärannan Palace-rakennukseen asennettiin ensimmäinen suutinkonvektorilaitos. Siinä ei ollut vielä jäähdytystä, joka asennettiin vasta 1990-luvun saneerauksessa.

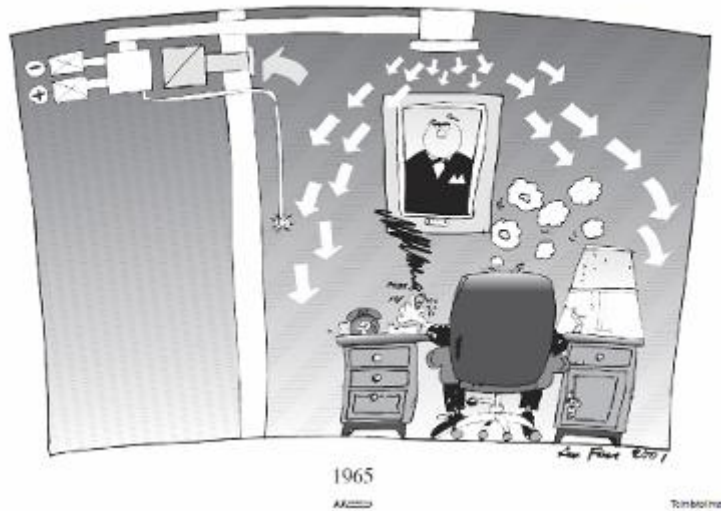
Kuvassa suutinkonvektorijärjestelmän periaate (SuLVIn koulutusmateriaalia 1960-luvulta)



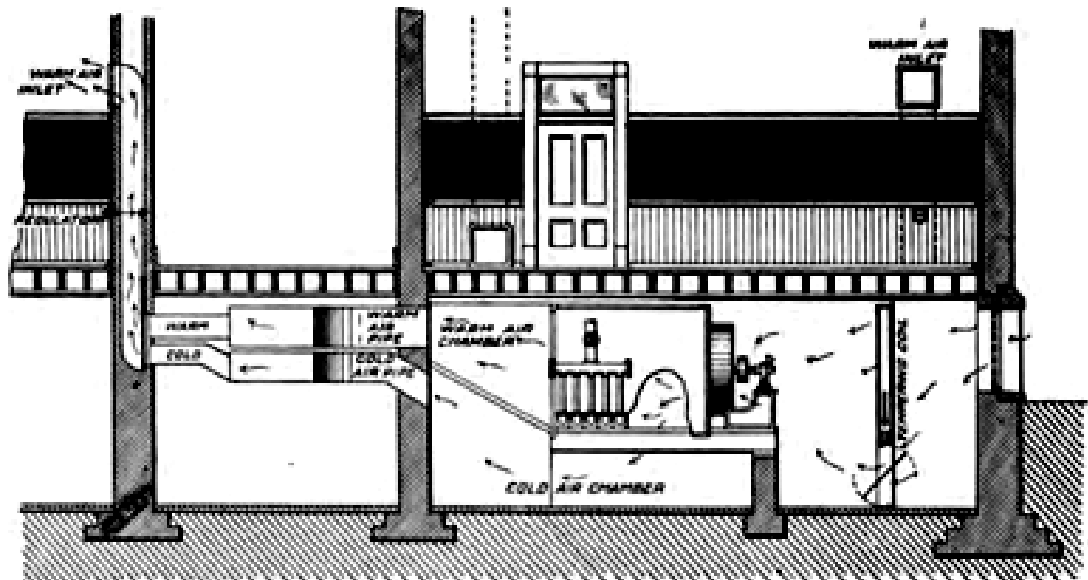
Järjestelmäkehittäjinä olivat Carrier ja Svenska Fläktfabriken. Suunnittelua opastettiin kurssein ja ohjekirjasin. Järjestelmiä asennettiin myös Suomessa moniin isoihin kohteisiin. Kuitenkin käytännössä nämä osoittautuivat ongelmiksi, ks. kohta ilman jako. Nämä järjestelmät on purettu monista rakennuksista ja korvattu mm. jäähdytyspalkeilla.



## 2-KANAVAJÄRJESTELMÄ



Yhdysvalloissa oli alettu käyttää kaksikanavajärjestelmää jo 1900-luvun alkupuolella. Se on syntynyt lähes itsestään, kun höyrypatterin säätö portaattomasti on vaikeaa muutoin kuin ohituspellin avulla. Kaksikanavajärjestelmässä johdetaan sekä jäähdytettyä että jäähdyttämätöntä ilmaa huoneissa tai käytävän katossa oleviin sekoituslaatikoihin. Laatikossa olevia säätöpeltejä ohjataan huoneen lämpötilan mukaan ja näin saatu sopivan lämpöinen ilma puhalletaan huoneeseen. Järjestelmän heikkous oli alusta lähtien sekoituspellien kehno laatu, ne vikaantuivat nopeasti. Myös huoneen lämpötilan hallinta puhallusilmalla vedottomasti on vaikeaa. Lisäksi menetelmä oli energiataloudellisesti heikko: kanavatilan säätämiseksi käytetään suuria nopeuksia eli korkeita paineita.



Kaksikanavalaitoksia tehtiin jo aivan 1890-luvun lopussa Yhdysvalloissa. (Am)

Toimistojen ilmanvaihtoa ja lämpötilan hallintaa simuloitiin lukuisin atk-laskelmin ja koehuonein 1960-luvulla. Koehuoneissa voitiin mm. yksiselitteisesti nähdä käytävän puolelta toteutetun puhalluksen vetohaitat.

Carrierilla ja Fläktillä oli myös käsilaskentamenetelmiä sisälämpötilan arvioimiseksi. Vaikeutena on aina ollut rakennuksen lämpökapasiteetin vaikutuksen arviointi. Lämmön varastoituminen oli kyllä mukana Fläktin simuloinneissa 1980-luvun alussa, kun reikäkorteille

syötettiin alkuarvoja Lauttasaareissa, josta tiedot kulkivat Brysselin "tehotietokoneeseen". Seuraavana päivänä saatiin tuloksia, joita sitten pohdittiin ja käytettiin ilmastointilaitoksen mitoittamiseen. Vastaavat laskelmat saadaan nykyisin suppealla pc:n ohjelmaversiolla välittömästi napin painalluksen jälkeen.

Nykyaikaisissa simulointiohjelmassakin on muistettava, että ikkunasta tulevan aurinkolämmön varastoituminen rakenteisiin riippuu paitsi rakenteesta, myös siitä, miten se on peitetty huonekaluin ja tekstiilein.

**Ostokeskuksia** alettiin rakentaa 1960-luvulla ja samalla alkoi itsevalintamarkettien rakentaminen. Elintarvikeosastoilla alettiin kiinnittää huomiota ilmanvaihdon vaikutukseen kylmätiskien jäädytystarpeessa sekä vihannesten nahistumisessa. Myös kalankäsittelyn ja paisto-osastojen erityisvaatimukset ilmanvaihdolle selvisivät. Keski-Euroopassa yleisiä leipien paisto-uuneja alettiin asentaa joihinkin marketteihin ja vastaaviin 1980-luvulla, mutta niiden käyttö laajeni varsinaisesti 2010-luvulla. Kylmäkoneiden lauhdutinlämmön talteenottoa on kauppakeskuksissa ja marketeissa harrastettu 1970-luvulta lähtien.

**Suuret kauppakeskukset** alkoivat yleistyä 1980-luvulla ja niissä on sovellettu kaikkia ilmastoinnin tekniikoita, joita jo tuolloin on ollutkin tarjolla. Ilmanjaon tehoa on parannettu mm. kerrostavalla menetelmällä. Tekniikka on kuitenkin mennyt eteenpäin ja esim. Tampereella 1980-luvulla valmistuneen suuren Koskikeskuksen LVI-tekniikka uusittiin 2010-luvulla.

#### Julkiset palvelurakennukset monipuolinen joukko

**Koulujen ja oppilaitoksen** alkuperäinen ilmanvaihto perustui uuneihin ja painovoimaan sekä oleellisesti ikkunoiden avaamiseen välituntien aikana. LVI-tekniikassa tehostettiin sosiaalitoimien ja keittiöiden poistoa huippuimureilla jo 1950-luvulla. 1970-luvulla alettiin siirtyä koneelliseen tuloilmanvaihtoon, joka toteutettiin käytäväpuhalluksena. Jälleenrakennuskautena rahaa kovin korkeatasoisiin ratkaisuihin ei ollut. Käytäväpuhalluksesta siirryttiin 1980-luvulla tavanomaiseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon, jolloin luokat varustettiin keskuskoneen hoitamalla tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Myös luokahuonekohtaisia ilmanvaihtokoneita on sovellettu saneerauksissa.



Muulla rikkaammissa maissa kouluihin koneellinen ilmanvaihto tuli paljon Suomea aiemmin. Kuvassa koulun ilmastointikoneen ratkaisu 1910 Yhdysvalloissa. Puhallin on eristetty omaan huoneeseensa ja höyrykone hihnakäyttöineen on ulkopuolella. Hihnasuojuksista ei tuolloin taidettu edes uneksia. (Am)

## SCHOOLROOM HEATERS



Ratkaisut ovat olleet muuallakin kirjavia. Näinkin alkeellisesti tuloilman ja luokahuoneen lämmitys on voitu ratkaista 1910-luvulla. Hyvää tässä on kuitenkin se, että vaikka lämmin ilma nousee katonrajaan, imetään poisto- ja kierrätysilma lattian rajasta, jolloin lämpötilakerrostuma pienenee. (Am)

Vielä 1900-luvun alkupuolella maaseudun kouluissa järjestäjäksi nimetty oppilas tuli tunteja muita aiemmin kouluun lämmittämään uuneja. Kouluissa oli ainakin vielä 1950-luvulla tapana, että viikoittain nimetyt järjestäjät huolehtivat välituntien aikana luokan ikkunatuuletuksesta. Jos välituntituuletusta ei suoritettu, nousi luokahuoneiden hiilidioksidipitoisuus aivan sietämättömäksi. Oppilaat olivat välitunnit ulkona. Nykyään - uskomatonta kyllä - lapset saavat olla välitunnitkin sisällä ja järjestäjiä ei saa käyttää ("Meidän neropattia ei saa käyttää orjatyövoimana"). Käytävöiden ilmanvaihdon mitoitusilmavirrat ovat osoittautuneet tieteenkin liian pieniksi tällaiselle käytölle, vaikkapa vain vartin oleskeluunkin. Pullamössösukupolvien aikana koulujen sisäilmaongelmat ovatkin nousseet vakioaiheeksi.

Koulujen puutyöluokkien pölyn/purunpoistojärjestelmissä näyttää olevan lähes kaikissa kouluissa purunerotinpäässä petrattavaa, jotta ATEX-direktiivin eli räjähdysten estomääräyksen henki täyttyisi.

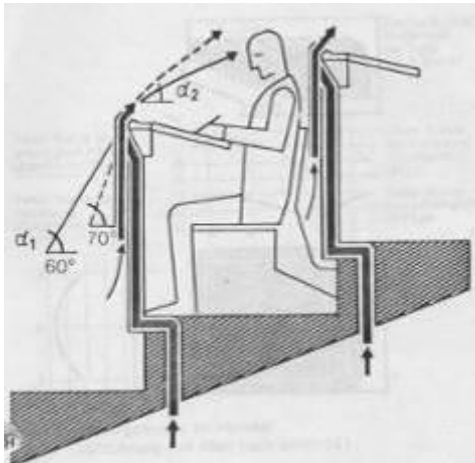
**Hotelli- ja majoituspuolella** ratkaisut ovat vaihdelleet kuten itse majoitustilatkin - vaatimattomista matkustajakodeista kansainvälisen tason hotelleihin. Suomessa rakennettiin jo 1930-luvulla muutama nykyaikainen korkeatasoinen hotelli, kuten Pohjanhovi Rovaniemellä ja Aulanko Hämeenlinnassa.

Yleisesti täysin koneelliseen ilmavaihtoon siirryttiin 1950-luvulla. Tapauskohtaisesti on 1980-luvulta lähtien rakennettu huonekohtaisia puhallinjäähdytyksiä tai jälkijäähdytyspattereita. Hotelliravintoloiden keittiöiden ilmanvaihdon parantaminen alkoi toden teolla 1960-luvun lopulla.

### **Teatterien, auditorioiden ja vastaavien puhallus**

Yleinen ilmanjakotapa on puhalttaa ilmaa nousevan katsomon kunkin penkkirivin otsapinnasta. Menetelmää alettiin käyttää Euroopassa jo ainakin 1930-luvulla luentosaleissa, teattereissa, konserttisaleissa, urheiluhallien katsomoissa ja vastaavissa. Suomessa menetelmä löi itsensä läpi vasta 1980-luvulla, joskin se oli mukana jo 1960-luvun suomalaisissa opetusaineistoissa.

Eräissä tapauksissa ilman jako on yhdistetty penkin selkänojaan. Rakennushallitus kehitti 1970-luvulla Oulun yliopiston uutta kampusta varten pulpetin, jossa ilma puhallettiin luentosalin istuinten selkänojiin asennetuista raoista. Vastaavanlaista menetelmää käytettiin myös Saksassa. Pienehköissä auditorioissa on käytetty 1980-luvulta myös kerrostavaa piennopeusilmanvaihtoa eli ilma on tuotu sisään huoneen sivuseinille asennetuilla piennopeusilmanjakolaatikoilla.

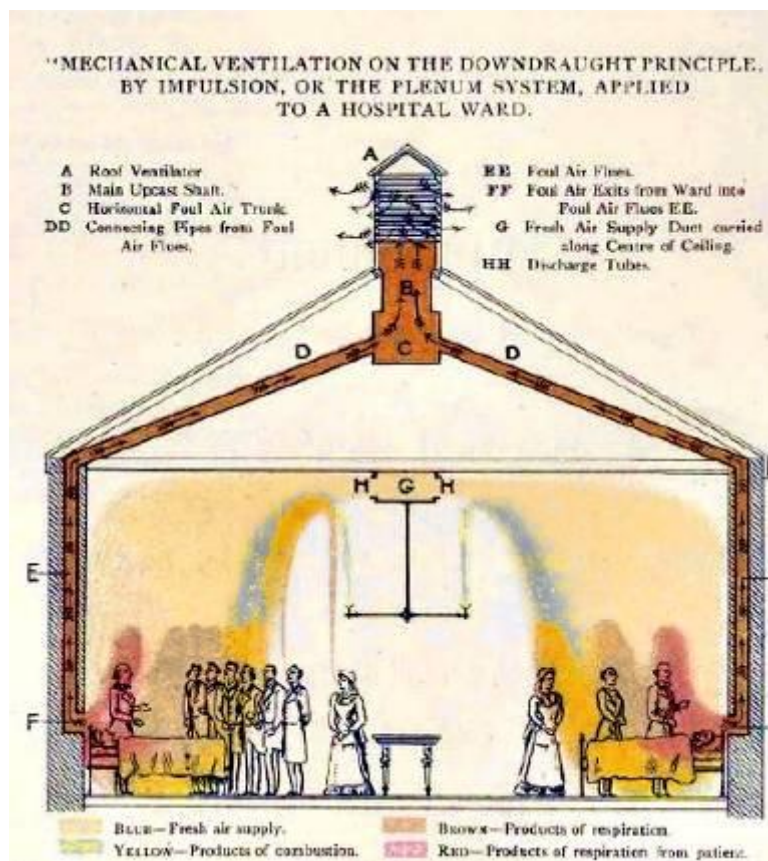


Saksalaisen H. Krantz Lufttechnik-firman ratkaisu auditorion ilmanjaoksi 1970-luvulla.

**Kirkoissa** ei alun perin ollut lämmitystä ollenkaan. Joihinkin kirkkoihin tehtiin 1800-luvulla ilmalämmitys ja joihinkin uunilämmitys, ainakin sakastin puolelle. 1900-luvulla asennettiin jo vesikeskuslämmityksiä. Joissakin kirkoissa asennettiin lämmitysputket penkkien alle.

Isot **keskussairaalat** muodostavat melkein omia kaupunkejaan. Rakennuskanta on hyvin monipuolinen: tutkimustilat, säteilyeristetyt, röntgentutkimushuoneet, laboratoriot, toimenpidehuoneet erilaisine leikkaussaleineen, potilastilat, eristetyt karanteenitilat, laitehuoltotilat, pesulat, suurkeittiöt ruokasaleineen, ruumishuoneet, kokoontumistilat, opetustilat, apteekit, sosiaalitilat, erilaiset varastot, talotekniset tilat ja huoltoväylät.

Jo 1800-luvulla kiinnitettiin huomiota hyvän ilmanlaadun merkitykseen. Sairaaloita alettiin sijoittaa korkeammille paikoille ja keuhkotautiparantoloilta mäntykankaalle. Toisaalta hyvinkin alkeellisia sairaaloita oli olemassa. Sotien aikana käytettiin tilapäisiä sijoituksia kuten kouluja tai kartanoita.



Vuosisadan vaihteessa englantilainen Boyle & Son ei vielä ollut siirtynyt koneelliseen ilmanvaihtoon sairaalailmanvaihdoissaan. (Am)



Suomessa sairaaloiden potilashuoneissa siirryttiin tulo/poistoilmanvaihtoon 1930-luvulla. Pienet puhallinpaineet ja hatarat rakennukset saattoivat johtaa siihen, että ilma kulki kanavissa kovalla tuulella väärään suuntaan, kuten 1960-luvulla rakennetussa HYKSin Meilahden potilasarakennuksessa eli ns. Hiltonissa. Rakennuksen tekniikka on 2000-luvulla uusittu.

Leikkaussalien ilmanvaihtoa on kehitetty jatkuvasti ja eri menetelmien välillä on ollut kiistaakin. Vielä 1960-luvulla on esiintynyt helteellä leikkaussaleissa ikkunatuuletusta. Ehkä 1990-luvulla saavutettiin ilman puhtauden ja henkilökunnan käyttäytymisen kannalta riittävän hyvä taso. Toisaalta leikkaussalien olosuhteet ovat muuttuneet: apulaitetekniikan määrä on kasvanut ja robottejakin on tullut kuvaan mukaan. Puhtaana pidettävä alue on oleellisesti kasvanut ja tähän tarpeeseen on esim. Halton Oy kehittänyt 2015 uuden laaja-alaisen ilmastointikattoratkaisun.



Haltonin Vita OR Space leikkaussalin ilmanvaihtoratkaisu kuuluu laajempaan Vita-sarjaan.

Uusi eurooppalainen leikkaussalien ilmanlaatustandardi on parhaillaan (2015) valmisteilla. Standardin valmistelussa on pyritty siihen, että luokitellaan matalan ja korkean riskin leikkausten vaatimat puhtaustasot ja näiden puhdistuskriteerit. Standardi tulee myös antamaan teknisesti enemmän vapauksia vaadittujen lopputulosten saavuttamiseksi.

Hienon tekniikan lisäksi on aivan alkeisosaaminenkin lisääntynyt tarkkojen mittausten ansiosta 2000-luvulla: vaativien osastojen ilman pitäminen joko puhtaana tai ilmassa kulkevien mikrobin leviämisen estämiseksi on oleellista, mitä tapahtuu, kun ovista kuljetaan. Tarkempi tutkiminen on paljastunut, että kääntöovet ovat ongelma, sillä ne löyhäyttävät ilmaa sekaisin. Liukuovet ovat toimivampi ratkaisu.

Myös ulkoilmanottoratkaisuihin ja suodattimien kuivana pitämiseen ja märkätilojen hygieniaan on kiinnitetty huomiota.

### **Urheiluhalleissa lämmitys keskeinen**

Suurissa ja korkeissa tiloissa lämmön saanti alas on vaativaa, jos esim. lämmityspattereita ei voida käyttää. Sekoittava ilmanvaihto on yleisratkaisu, mutta se ei saa aiheuttaa niin suuria virtausnopeuksia, että häiritsisi esim. palloilulajeja. Säteilylämmitys on ollut yksi ratkaisu. Ilmanvaihdon tarve riippuu mm. katsomotilan suuruudesta.

Yrjönkadun uimahalli Helsingissä on Suomen ensimmäinen ja vanhin julkinen **uimahalli**. Halli otettiin käyttöön 1928 ja kesti kauan, ennen kuin Suomeen avattiin toinen julkinen uimahalli. Kylpylöiden uima-altaista on tehty jonkinlaisia vesipuistoja ja niitä on varustettu erilaisilla



hierovilla suihkuilla, liukumäillä yms. Lämmön talteenottoja alettiin soveltaa 1970-luvulla. vähitellen opittiin tekemään ilmanvaihto siten, etteivät ikkunat ja rakenteet kostuneet.

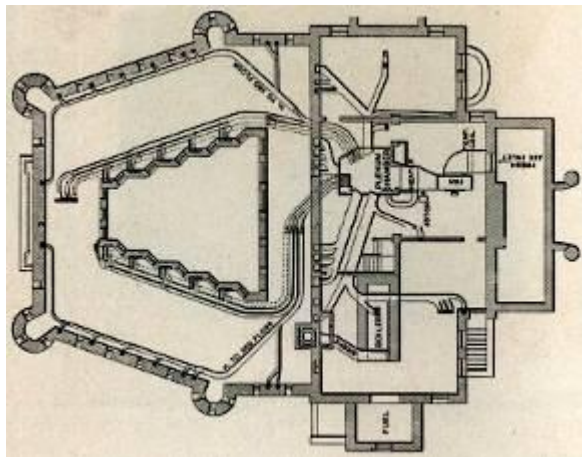
Kesäkäyttöä varten rakennettiin muutamiin kaupunkeihin maaumalat. Sellaisten rakentamista tai vanhojen kunnostusta harkitaan useammassakin kaupungissa 2010-luvulla.

### Jäähalleissa sumuvaara

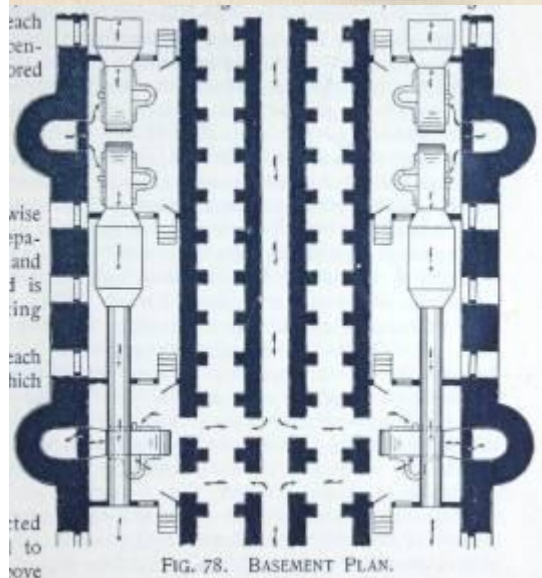
Jäähallien erikoisuus on ilman kuivauksen tarve lähellä jään pintaa. Muutoin seurauksena voi ajoittain esiintyä sumua. Pyöriviä regeneratiivisia eli sorptioilmankuivaajia on käytetty ilman kuivaamiseen sumun torjumiseksi. Energiankulutuksessa oleellista on kylmäkoneitten lauhdelämmön käyttö. Opetusministeriöllä on ohjeita (myy RTS) urheilu- ja jäähallien suunnittelusta ja rakentamisesta.

### Vankiloista ei karata kanavia pitkin

Amerikkalaisissa elokuvissa vangit karkaavat kanavien kautta. Todellisuudessa ei onnistu: sellihin johtavat vain pienet kanavat.



Pienen lääninvankilan kanavisto pohjakerroksessa 1914 (Am).

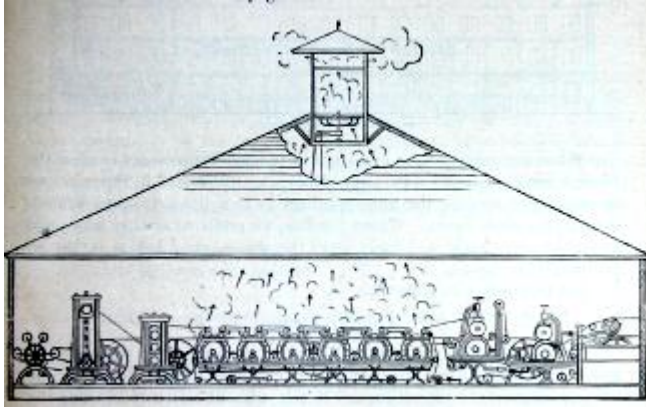


Suuren vankilan pohjakerroksen IV/ilmalämmityslaitteet vm 1897. Selleihin johtavat pienet kanavat seinärakenteen sisällä (Am).

### Yli 100 vuotta teollisuusilmaa Suomessa

Teollisuus on monissa LVI-ratkaisuissa ollut edelläkävijä. Suuret epäpuhtaus- ja lämpökuormitukset, prosessin vaatimat olosuhteet, haitalliset aineet, suuret volyymit ja kolmivuorotyössä pitkät vuotuiset käyttöajat ovat pakottaneet käyttämään parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa joillakin aloilla. On ollut suuri tarve kehittää tehokkuutta ja käyttötaloutta.

Englannissa kasvihuoneissa käytetyn ilmalämmitysjärjestelmän pohjalta jo 1700-luvun lopussa kalorifer-järjestelmää sovellettiin Keski-Englannissa tekstiilitehtaaseen. Menetelmä levisi sittemmin muihin rakennuksiin, mutta ei levinnyt Suomessa tehtaisiin.

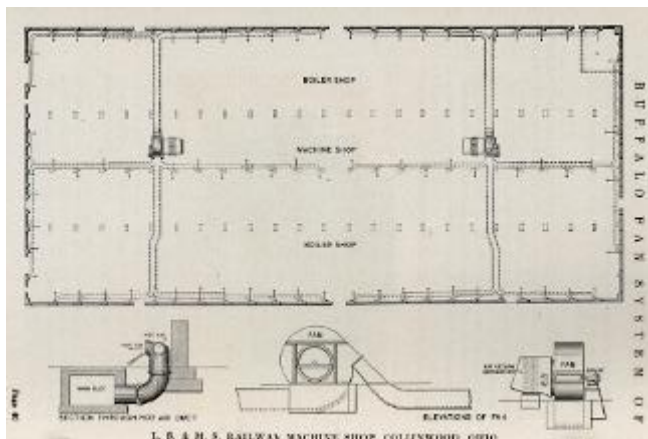


Yhdysvalloissa paperikonesalien ilmanvaihdossa siirryttiin koneelliseen poistoon jo 1898. Kuvassa (Am) itse rakennus toimii lämmön ja kosteudenkeräyshuuvana. Tämä ei ainakaan Suomessa herättänyt intoa, sillä pakkasella syntyy katossa kondenssia, joka tippuu paperirainalle pilaten sitä. Kylmässä ilmanalassa näin menettelemällä kattokin tuhoutuu.



Koulujen oppimateriaalikuivaston kuvassa 1920-luvulta näkyy hyvin pohjoismainen ratkaisu eli paperikoneen kuivausosan huuva. Niitä rakennettiin jo painovoimaisen ilmanvaihdon aikaan. Myöhemmin huuvan sivutkin pellitettiin eli kuivain on koteloitu.

Vähitellen mekaaninen ilmanvaihto alkoi levitä. Vanhin löytämäni valokuva, jossa näkyy mekaaninen ilmanvaihto, esittää Tammerkoskea ylittävää kulkuetta 1900-luvun lopussa. Taustalla olevan pellavatehtaan seinässä näkyy potkuripuhallin asennettuna ikkuna-aukkoon. Muutoin ilmanvaihtolaitteita ei juurikaan näy valokuvissa.



Amerikkalainen rautatievaununpajan ilmanvaihto vuodelta 1914. Jos puhallus olisi hoidettu piennopueslaatikoilla, olisi ratkaisu varsin moderni.(Am)

Teollisuusilmastoinnin kehitys on seurannut ja osin ollut edellä muualla tapahtuneeseen kehitykseen verrattuna. Osaaminen ja toteutukset ovat olleet hyvin kirjavia. Sähkön käytön yleistymisen ja nopeampien työstökoneiden takia alettiin kotimaassa valmistaa jo 1919 purunpoistolaitteita ja vähän myöhemmin keskipakoispuhaltimia. Tätä ennen alkoi AB Gottfrid Strömberg OY (nimi on vaihdellut aikojen kuluessa) valmistaa potkuripuhaltimia.



Vertailun vuoksi: Suuressa Maailmassa eli Rapakon takana tehtiin jo 1913 täyttä päätä laajoja ilmanvaihtolaitoksia. Tässä Ford Motors Companyn Detroitin tehtaitten kattokonehuoneita ja kanavointeja American Blower Co:n mainoksessa (Am). Nykypäivään verrattuna eroa ei taida olla muuta kuin se, että konehuoneet tuotaisiin valmiina paikalle. Fordin kattokanavat johtivat ilman pilareissa oleviin kanaviin.



10) Leveyksien pölypoistoputkia. The Insulte Company of Finland O.Y., Kymi.

Työstökoneitten puru ja pöly oli pakko saada ulos saman tien. Purunpoistoputkia 1937. (KK)



Myös konepajoissa ovat kohdepoistot olleet tärkeitä, kuvassa hiomon pölynpoistolaitteisto 1920. (Am)





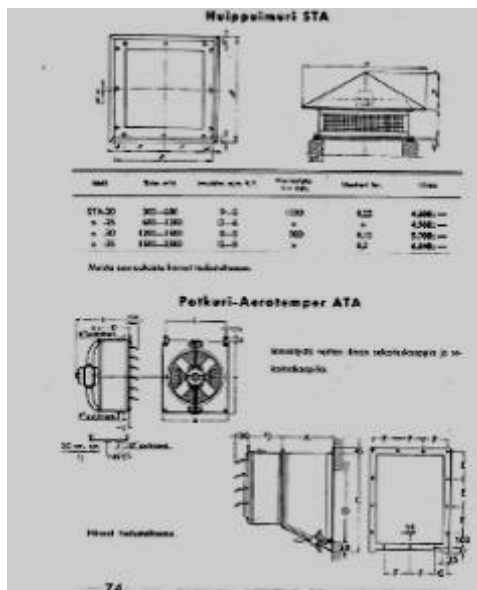
Erityisesti kehräämöissä hyvä kostutettu sisäilma on oleellista estämään pölyämistä ja kuitujen katkeamista., Kuva vuodelta 1920. (Am)



Teollisuuden ilmanvaihtolaitteet ovat olleet aika järeitä, mutta ratkaisut simppeleitä. Pääasia ilmanajossakin vuodelta 1915 näyttää olleen, että ilma lentää pitkälle. (Am)

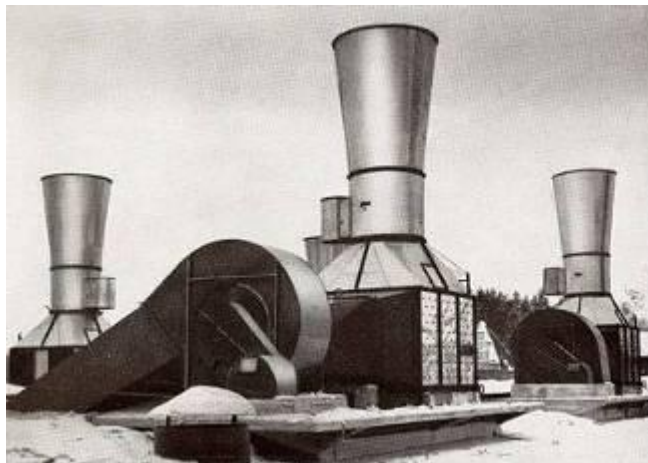


Kuvassa vuodelta 1920 on oikeaoppista lämmitetyn ilman jako eli puhallus alas. Isojakin koneita sijoitettiin tuotantotilaan, kun äänitaso osastoilla oli muutoinkin korkea. (Am)



Vielä 1970-luvulla monen käsitys teollisuusilmanvaihdosta oli kuitenkin tämä eli 1930-luvun ratkaisu: lämminilmakoneita seinään, huippuimureita katolle. (KK)

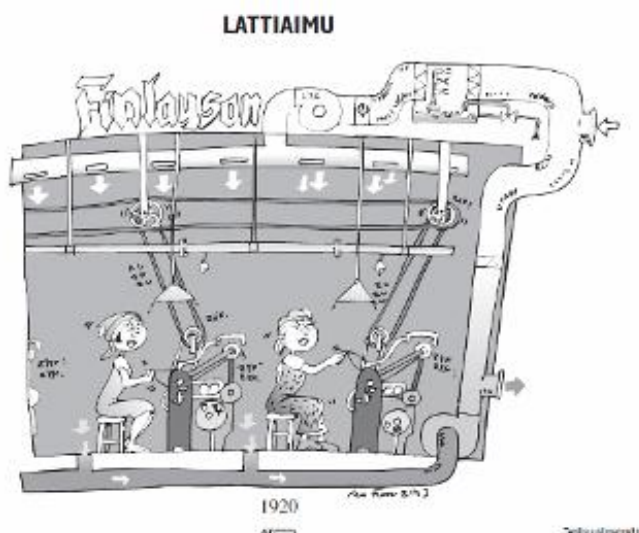
Suomessa painovoimaista ikkunoihin ja kattolyhtyihin tai pystyhormeihin perustunutta ilmanvaihtoa käytettiin yleisesti vielä 1940-luvulla. Kohdepoistoja ja laitekotelointeja alettiin tehostaa puhaltimilla. Vähitellen koneellinen yleispoistoilmanvaihto yleistyi. Tuloilma tuli ikkuna- ja oviraosta tai ulkoilmaventtiileistä.



15) Potkuripuhaltimia mallia PFM sov. 10, keskisköispuhaltimia mallia VLT sov. 5 sekä lämmöntalteenottopattereita. Enson Kartonkitehdäs.

Paperikoneen kuivainosan LTO-laitteita 1937 (Suomen Puhallintehtäs). Levylämmönsiirtimen yhteyteen saatettiin asentaa skrubberi eli vesisuihkuilla toimiva lämmön talteenotto.

Tällaisia laitteita käytettiin pitkälle 1970-luvulle.





Jos epäpuhtaus on ilmaa raskaampaa, kuten tekstiilipöly tai lämmittämättömät liuottimet, on poiston paras paikka lattia. Tämä oli havaittu 1900-luvun alkupuolella tekstiiliteollisuudessa ja myöhemmin maalaamoissa.



Ruotsalainen Fredrik Ljungström kehitti regeneratiivisen lämmön talteenottolaitteen palamisilman lämmittämiseksi voimakattilalaitoksiin jo 1920 (Am). Vasta 1950-luvulla siitä tuli LVI-puolelle Carl Muntersin sovellus.

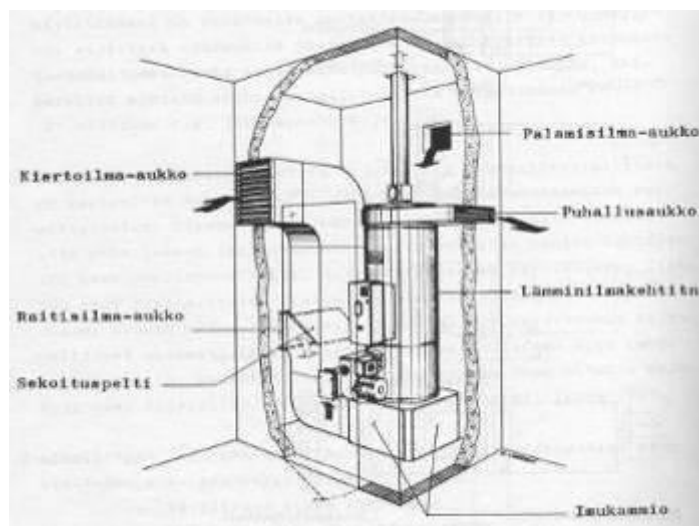
Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon yleistymiseen vaikutti uudet tuotantoprosessit yllilämpöineen ja käryävine aineineen. Laajarunkoisissa monilaivaisissa tehdasrakennuksissa tuloilma oli jaettava ainakin keskialueelle kanavilla.

Sotien jälkeen peltikanavat korvasivat lopullisesti rakennusaineiset kanavat joitakin erikoistapauksia lukuunottamatta. Verraten kalliiden laipallisten suorakaidekanavien sijaan tulivat 1960-luvulla edulliset pyöreät kierresaumakanavat. Ilman jako oli yleensä karkea ja hoidettiin säleiköillä tai suuttimilla. Paperikonesaleissa alettiin ilmaa jakaa 1930-luvulla välikattotilasta lautasmaisilla ilmanjakolaitteilla. Kuivausosan huuvasta oli poistettava paljon ilmaa, joten esilämmitetty korvausilma oli välttämätön. Lisäksi katon lämmittäminen kondenssin estämiseksi oli tarpeen.

Painosorvattuja kartiomallisia tai säädettäviä lautasmallisia ilmanjakolaitteita alettiin käyttää 1960-luvulla kokoonpanoteollisuudessa - esimerkkinä valmisvaatetehtaat.

### Öljy- ja kaasulämmitteisiä ilmanvaihto- ja lämmityskoneita

Teollisuushallien ja varastojen lämmittämiseen on ollut jo 1950-luvulta ilmalämmittimiä, joissa puhallusilma lämmitetään välillisesti. Ilma puhalletaan lämmittimen päältä tai jaetaan kanavalla. Laitteessa voi olla öljy- tai kaasupoltin. Laitteet ovat pienen investointitarpeensa takia suosittuja vaatimattomissa paikoissa. Niitä voidaan käyttää myös tilapäislämmitykseen. Ongelman näissä laitteissa on polttimien on-off-toiminta, joka heiluttaa puhalluslämpötilaa.



Lämminilmakehittimet ovat olleet nopea pikaratkaisu vaatimattomiin pajoihin jo 1950-luvulta. (SuLVI)

## Suora kaasunpoltto

Maakaasun tultua Suomeen 1970-luvulla tehtiin muutamaan metalliteollisuuskohteeseen suoralla kaasulla lämpiävä tuloilmakone. Näitä on käytetty jonkin verran Keski-Euroopassa. Suomessa tunnistettiin hengitysilmaille haitalliseksi ennen kaikkea palamistuloksena syntyvät typen oksidit. Hiilidioksidi ja kosteus eivät yleensä ole ongelma. Suoraa kaasulämmitystä käytetään joissakin prosesseissa kuten paperikoneitten jenkisylinterin puhalluksessa ja tilapäisesti rakennuslämmittiminä tai maan sulatuksessa kaapeli- tai putkitöihin liittyen.

## Tieto ja mahdollisuudet lisääntyivät

Alun perin monet ilmanvaihtolaitokset olivat urakoitsijoiden suunnitteleamia ja vasta 1960-luvulla itsenäisten suunnittelutoimistojen yleistyminen toi alalle tervetullutta lisäosaamista. Näitä toimistoja veti usein TKK:n saniteettitekniikan linjalta valmistuneet diplomi-insinöörit. Pelkästään teollisuuteen erikoistuneita insinööri-toimistoja ei ollut ja työpaikkakohtaiset ratkaisut olivat kirjavia ja osin kokeiluluonteisia. Alan osaaminen kehittyi hitaasti

## Viranomaisvalvonta ryhdistyi

Viranomaiset ja työpaikkalääkärit ovat kiinnittäneet jo varhain huomiota hengitysilman terveysvaikutuksiin. Suurimmissa teollisuuslaitoksissa oli omia työpaikkalääkäreitä jo 1800-luvun puolivälistä saakka. Ensimmäisiä tällaisia olivat Forssan puuvillatehdas, Valtionrautatiet ja Fiskarsin tehtaat. Työväensuojeluksen kansainvälinen edistämisyhdistys julkaisi teollisuusmyrkköjen luettelon jo 1911. Ammattitautilaki tuli voimaan Suomessa 1930-luvulla. Työterveyslaitoksen perustaminen ja mittaus-toiminnan aloittaminen 1950-luvun alussa antoi tutkittua tietoa hengitysilman ja terveydentilan välisestä riippuvuudesta

Lisäpotkun teollisuusilmastointi sai 1970-luvulla, kun työsuojeluhallinto uudistettiin. Perustettiin lääninjoon mukaiset työsuojelupiirit ja niitä ohjaamaan Tampereelle työsuojeluhallitus. Sen työtä jatkaa nykyään sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto. 1970-luvulla laadittiin ulkomaisten mallien pohjalta ensimmäiset suomalaiset sovellukset ilman epäpuhtauksien raja-arvoista. Näitä ryhdyttiin kutsumaan haitalliseksi tunnetuiksi pitoisuuksiksi eli HTP-arvoiksi. Työsuojelutarkastajat alkoivat antaa myös työpaikkakohtaisia lämpötautusmääräyksiä, jotka yleistyivät jossain määrin valtakunnallisiksi.

## Mitattua tehokkuustietoa

Kohdepoistojen lisäksi keskeisestä kysymyksestä eli eri ilmanvaihtostrategioiden tehokkuudesta eli hyötysuhteesta kussakin ilmastonin kuormitustilanteessa oli ollut arveluita jo pitkään. Sitran suuressa lämpötaloustutkimuksessa 1970-luvulla pyrittiin asiaa analysoimaan entistä tarkemmin. Ratkaiseva parannus tapahtui kuitenkin vasta kun TKK:ssa rakennettiin 1980-luvun alussa tuloilmaan syötetyn jälkiaineen pitoisuuksia tilojen eri puolilla mittaava analysointilaitteisto. Sen avulla saatiin numeerista tietoa siitä miten eri järjestelmät toimivat kenttäolosuhteissa.

Samantyyppinen, mutta oleellisesti kehittyneempi ja 12-kanavainen laitteisto rakennettiin suunnittelutoimistossa Tampereella. Laitteistolla tehtiin mm. pitkä hitsaustyöpaikkojen ilmanvaihdon tehokkuuden mittaussarja Tukholman Kuninkaallisessa Teknillisessä Korkeakoulussa. Tulosten perusteella laadittiin mm. ensimmäinen mitoituskäyrästä syrjäytys- eli kerrostavan ilmanvaihdon suunnittelemiseksi.



Kuvassa on Seppo Heinäsen virittämä ja Arto Laaksosen ohjelmoima monipuolinen ilmanvaihdon tehokkuuden mittauslaitteisto. Tässä tutkittiin ompelimon ilmanvaihdon tehokkuutta eli hyötysuhdetta (AX).

### **Kotimainen osaaminen soveltavaa**

Kotimaiset tekniset innovaatiot teollisuusilmanvaihdossa ovat olleet työpaikkakohtaisia sovelluksia, joissa on yhdistetty eri osaamisalueita. Aktiivista syrjäytystä eli mäntäilmanvaihtoa käytetään myös alun perin Halton Oy:n kehittämässä Comfo- kohdepoisto- ja puhalluslaitteistossa.

Työpistekohtainen ilmastointiin on kehitetty erilaisia menetelmiä, jos työpiste on paikallaan pysyvä. Activent-kanavat, piennopeuslaitteet tai jopa linja-autoista tutut puhallussuuttimet voivat olla ratkaisu.

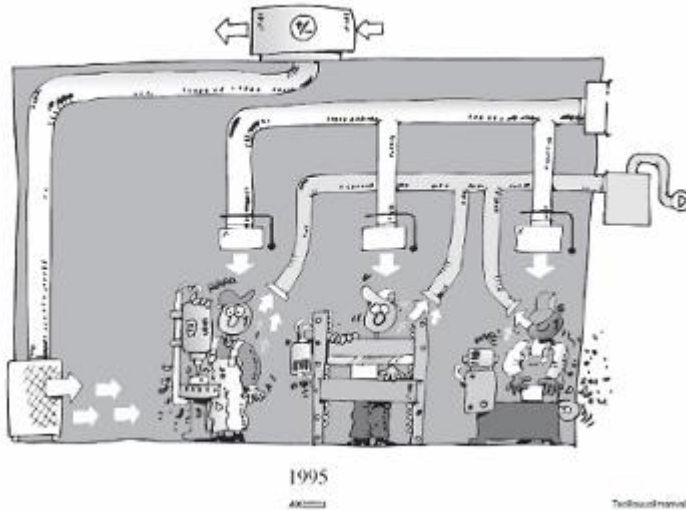
Teollisuus- ja varastotilojen isoihin oviin on kehitetty erilaisia ilmaverhoja. Isot oviaukot voivat aiheuttaa lämpöhukkaa enemmän kuin koko rakennusvaippa yhteensä. Pahinta on usein avoimen oven aiheuttama lattiaveto. Yksinkertaisia päällekkäisistä potkuripuhaltimista koottuja sivulta puhaltavia oviverhoja oli jo 1960-luvulla. Niiden tehokkuus oli kuitenkin Suomen pakkasissa heikko. Silloin alettiin asentaa myös tehokkaita alaraosta puhaltavia laitteita. Puhalluksella varustettuja tunneliporteja on tehty 1960-luvulta lähtien. Erityisesti 1980-luvulla Fläktin Diridoor levisi käyttöön.



Tunneliporteja entisen Valmetin putkitalahtaan ja nykyisen kattilavalmistuosaston ovissa. (BHä)

Lisätietoa oviaukkojen ja ilmaverhojen ratkaisuista ja ohjeistuksesta on Aki Valkeapään kirjoittamassa Ilmastoinnin mitoitus-kirjassa.

### HENKILÖKOHTAINEN TULO- JA POISTOILMAYHDISTELMÄ



Vaikka teknisiä uusia innovaatioita on ollut vähän, lisääntynyt järjestelmien ja strategioiden tuntemus hyvää vauhtia ollen kansainvälisesti korkeaa tasoa. Tämä havaittiin myös 1990-luvulla laajassa teollisuusilmastointia koskevassa INVENT-hankkeessa, jonka lopputuloksena laadittiin 18 maan yhteistyönä 1500-sivuinen käsikirja Industrial Ventilation Design Guide Book erillisosineen. Sen laativat lopulta 70 prosenttisesti suomalaiset asiantuntijat Esko Tähden johdolla. Kirja ilmestyi v. 2000.

### Puhdashuonetiloja ilman ei tultais toimeen

#### Varsinainen puhdastiläkäsité verraten uusi

Ilman puhtauteen alettiin jo 1900-luvun alkupuolella kiinnittää konepajoissa erityistä huomiota laakereitten kokoonpanopaikoilla. Pienetkin voiteluaineeseen päässeet partikkelit kuluttivat laakeria ja pienensivät niiden elinikää. Tällaisilla tuotantoalueilta kiellettiin muu konepajatoiminta kuten työstö yms. ja alue pidettiin ylipaineisena suodatetulla ilmalla.



Vuonna 1935 oli toki jo kuitusuodattimia. Kuvan (Am) pienehköä laitetta markkinoitiin paitsi allergiakoteihin astmaa lievittämään, myös leikkaussaleihin (Am). Vaikka leikkaussalin ratkaisu näyttää kovin vaatimattomalta, eikä kestänyt monta vuotta tuon mainoksen jälkeen, kun leikkauksia tehtiin sarjatyönä ulkona teltoissa - rintamalla.

Varsinaisissa leikkaussaleissa alettiin pyrkiä puhtaamman ilman luontiin. Toisen maailmansodan aikana alkoi olla markkinoilla suodattimia, joilla sai poistettua riittävästi

haitallisia hiukkasia ilmasta. Samalla osattiin kiinnittää huomiota suodatinosien tiiveyteen, jotta ohi ei menisi puhdistamatonta ilmaa.

Vasta 1950-luvulla tuli yleisesti saataville HEPA-suodattimet ja myöhemmin ULPA-suodattimet (high-efficiency particulate air filter ja ultra-low particulate air filter). HEPA-suodattimet kehitettiin Yhdysvalloissa 1940-luvulla atomipomppiprojektin yhteydessä. Kumpaakin suodatintyyppiä valmistetaan erotuskyvyltään montaa eri luokkaa.



Varsinaiset nykykäsityksen mukaiset puhdastilat kehitettiin USA:ssa 1960-luvulla ja sieltä ne levisivät Englannin kautta muualle. Puhdastiloja varten kehitettiin kahta ilmanvaihdon päätyyppiä eli yhteen suuntaan menevä ilmavirta eli ns. laminaarinen virtaus ja sekoittava ilmavirta. Pääosa ilmasta yleensä kierrätetään ja päätesuodattimet ovat juuri ennen kyseistä tilaa katossa tai seinässä.

### **Puhdastiloilla laaja käyttöalue**

Puhdastiloja on tarvittu enenemässä määrin mikroelektronikassa, lääketieteellisyydessä, leikkaussaleissa ja tutkimuslaboratorioissa. Myös elintarviketeollisuudessa pyrittäessä pitkään säilymisaikaan tarvitaan samaa tekniikkaa. Esimerkiksi leipomotuotteille saadaan kuukausien säilymisaika pitämällä tuotantolinjat partikkeleista vapaana uunista aina pussitukseen saakka. Lisäksi kaasupakkaus voi estää rasvojen hapettumista eli eltaantumista. Tämän kummempia myrkyjä ei tarvita. Vastaavasti lääke- ja elintarviketeollisuutta palvelevan pakkausteollisuuden tuotantolinjojen puhtaus on tärkeä.

Suomessa elektroniikan puhdastilojen tarve on vähentynyt johtuen yksinkertaisesti siitä, että alan työt ovat siirtyneet Kaukoitään.

### **Erilaisia standardeja**

Puhtausluokituksia syntyi erilaisia, lääketieteellisyydelle omansa ja muulle teollisuudelle omansa, myös maakohtaisia standardeja syntyi. Opittiin myös pukemaan tiloissa työskentelevät ihmiset erityisvaatteilla, joista ei irtoa kuituja tai hiukkasia. Tavallisista haalareistahan saattaa irrota enemmän partikkeleita kuin siviilivaatteista. Myös työskentelytapoihin ja liikkumiseen opittiin kiinnittämään huomiota.

### **Erityisen vaaralliset työt**

Erityisen vaativat tai vaaralliset työt tehdään suljetuissa kaapeissa, joissa oleisiin toimintoihin pääsee käsiksi vain erityisiä kaappiin tiiviisti kiinnitettyjä kädenmittaisia suojahanskoja käyttämällä. Puhdastiloissa käsiteltäville käyttöhyödykkeille kuten vedelle ja paineilmalle on omat vaatimuksensa. Tilojen ylipainetta ja olosuhteita kontrolloidaan jatkuvasti.

### **Lasisia ilmanvaihtokanavia**

Ilmanvaihtoon liittyvä erikoisuutena puhdastiloissa voidaan käyttää lasisia kanavia. Tämä siksi, että muutoin suuret kierrätysilmakanavat estäisivät joissakin tapauksissa liiksi



huoneitten välistä näkyvyyttä ja työntekijät joutuisivat työskentelemään ikään kuin yksin suljetuissa kammioissaan. Lasisten ilmanvaihtokanavien asentaminen ei sinänsä ole akvaarion rakentamista kummempaa.

### Poistoilma puhdistettava

Myrkyllisten, syöpävaarallisten ja tartuntatauteja levittävien aineiden käsittelyssä on poistoilma puhdistettava tarkoin. Menetelmiä on useita ja niitä on kontrolloitava jatkuvasti.

### Monitoimitilat

Tilojen soveltuvuus moniin eri tarkoituksiin tai niiden yhteistoimintaan on noussut entistä tärkeämmäksi. Eräiden suppeampien määritelmien mukaan monitoimitila on avoin tila, johon on vapaa pääsy sekä jossa toimii useita toimijoita; kauppoja, kahviloita, ravintoloita, elokuvateattereita, kirjastoja sekä muita yksityisiä ja julkisia palveluja. Kauppakeskukset ovat tyypillisesti tällaisia. Monitoimitilat voivat olla myös palvelukeskuskia, joissa on eri ikäisille tieto-, kokoontumis- ja liikuntapalveluita. Areenatiloja on voitava käyttää jäähallista konserttisaliin. Tavallisia toimitiloja voidaan muunnella koppikonttorista avokonttoriin tai videokonferenssi- ja koulutustiloihin, tai niistä voidaan tehdä terveydenhoitotiloja.

Oleellista monitoimitiloissa on varautuminen muutoksiin. Tämä merkitsee sitä, että talotekniikan väylille ja tekniikalle on tilaa. Esimerkki millaisia rakennuksia ei pitäisi tehdä, on tyypillinen 1960 - 1990 luvun toimistoratkaisu, jossa vapaalta korkeudeltaan 2,2 metriä olevan käytävän katto on ahdettu niin täyteen tekniikkaa, ettei ilman kenkälusikkaa mahdu sekaan edes datakaapeli.

Isojen keskuskoneiden sijasta käytetään monitoimitiloissa yleensä hajautettuja ratkaisuja ja laitteissa on varauduttu tehojen muutoksiin. Huonekohtaiseen ilmavirran ja lämpötilan säätöön on varauduttava.

Esimerkki tilojen käyttötarkoituksen muuttumisesta on vanhat teollisuustilat. Monet valmisvaate- ja kenkätehtaat muutettiin 1980-luvulla toimisto- tai pienteollisuustiloiksi. Joistakin on tehty myymälöitä. Suuri huonekorkeus tekee muutoksen teknisesti helpoksi. Kanavistoja ja sähköisiä väyliä on helppo muuttaa ja rakentaa lisää. Nyt näitä samoja rakennuksia muutetaan asuinkäyttöön. Tampereella museo- ja oikeuslaitoskäytöstä ylijääneitä pellavatehtaan tiloja muutetaan sairaalaksi. Isoja korkeita teollisuushalleja on muutettu kulttuuritiloiksi. Niihin mahtuu mm. nousevia katsomoita ja näyttämötiloja. Näyttelytilakäytössä niihin mahtuu isoja taide- tai museoesineitä

### Väestösuojat

Toisen maailmansodan aikana Suomessa ei ollut ollenkaan nykyaikaisen kaltaisia asiallisia väetönsuojia. Jotkut sotatarviketeollisuuden tehtaat olivat rakentaneet kallioluoliin tuotanto-osastoja ja näitä laajennettiin sodan aikana. 1950-luvulla ja osin 1960-luvulla rakennetut rakennusten väestösuojat eivät täytä nykyisiä vaatimuksia. Sinänsä Suomessa on väestösuojapaikkojen suhteellisesti poikkeuksellisen paljon eli kolmelle ja puolelle miljoonalle ihmiselle.

Kalliosuojien rakentaminen pääsi vauhtiin 1960-luvulla. Näitä on rakennettu myös teleliikenteelle. Kalliosuojien kuormituskokeissa oli havaittu, että tilanteen aikana niiden pääongelma on liika lämpeneminen. Kallio toimii eristeenä. Niinpä kalliosuojissa tarvitaan tehokasta varavoimaa, jota tarvitaan jäähdytyskoneistolle. Käyttökokeissa havaittiin, että ensimmäisen puolen tunnin aikana koko tekniikka saatiin väärällä käynnistyksellä ja käytöllä pysähtymään. Tämä pisti miettimään koulutusta ja ohjeistusta.

Insinööritoimisto Kontestin raportissa 1972 päädyttiin kalliosuojien LVI-tekniikan luotettavuuden lisäämiseksi seuraaviin suosituksiin, joissa on edelleen itua: ensisijaisesti on parannettava verkostojen laatua:

- materiaalit vanhenemattomista aineista

- varusteet korkealuokkaisia
- liitokset hitsaus-, kovajuotos- tai laippaliitoksia
- tehostettava asennusten valvontaa: painekokeet, hitsauskokeet, röntgenkokeet
- järjestelmät yksinkertaisia ja koostuvat korkealuokkaisista standardilaitteista
- pääverkostot renkaassa
- varaosasarjat, kaikille laitteille vähintään yksi varalaite
- jatkuva huoltosopimus ja toiminnan määräaikaistestausohjelmat.

Varsinainen kysymys väestösuojiin liittyen on ollut se, millaisessa tilanteessa niitä tarvitaan ja voidaan käyttää. Rakennuskohtaisia väestösuojia luokitellaan paineaallon kestokyvyn mukaan, mutta mikään niistä ei kestä nykyaikaisia täsmäaseita. Suojat ovat yleensä täynnä tavaraa ja ohjeena on, että ne täytyy olla tyhjennettävissä kolmen päivän sisällä. Sinä aikana kaikki kuviteltavissa olevat onnettomuuksien aiheuttamat myrkkypilvet ovat häipyneet.

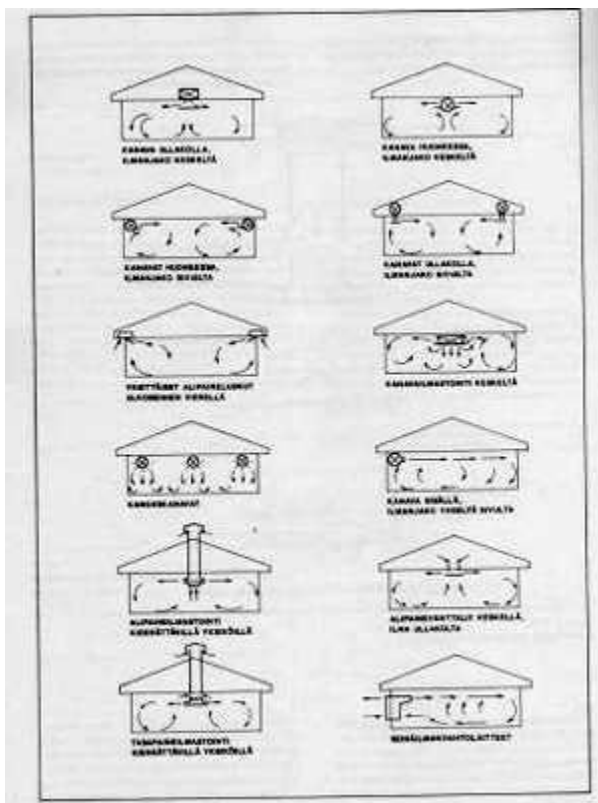
Väestösuojien LVI-tekniikka on vakiintunut 1960-luvun jälkeen. Varsinkin kalliosuojien LVI-tekniikka on monissa paikoissa kunnostamisvaiheessa.

## Maatalouden perustuotantorakennuksilla pitkä historia

### Karjasuojat vaativia

Karja ja asuminen liittyivät aikoinaan toisiinsa savupirttiaikana. Sittenkin karja sai olla varsin alkeellisissa oloissa, kunnes elinolojen merkitys terveydelle ja tuotantokyvylle oivallettiin. Karjasuojat on esimerkki tilaryhmästä, jossa lämmityksen ja ilmanvaihdon tekee yllättävän vaativaksi seuraavat tekijät:

- lämpö- ja kosteuskuorma ovat ajoittain suuria
- ilmassa on korroosiota aiheuttavia kaasuja ja laitteita tukkivaa pölyä



- lypsykarja saa helposti tulehduksia vedosta ja kalliit hevoset hengitystietulehduksia pölystä

- rehussa on homeitiöitä

- lisälämmitystä tarvitaan vain kovalla pakkasella

- lämmityskaudella ulkoa tuleva ilma on sekoitettava sisäilmaan taitavasti, alilämpötila voi olla 30 °C

- kylmä ulkoilma kondensoi voimakkaasti tavanomaisissa tuloilmakanavissa ja -laitteissa

- on otettava huomioon pölyn aiheuttama palovaara.

Karjasuojiiin on kehitetty useita eri laitteistoja, joille on ominaista kosteuden tai lämpötilan mukaan ohjautuva ilmavirta, korroosionkestävät eristetyt polyuretaanikanavat, erikoisrakenteiset lämmöntalteenottolaitteet ja lämpötilan mukaan suuntautuvat ilmasuihkut eli kylmä ilma suunnataan kattoa pitkin

suurella nopeudella käyttäen hyväksi coanda-ilmiötä (ilmavirta imeytyy kattoon).

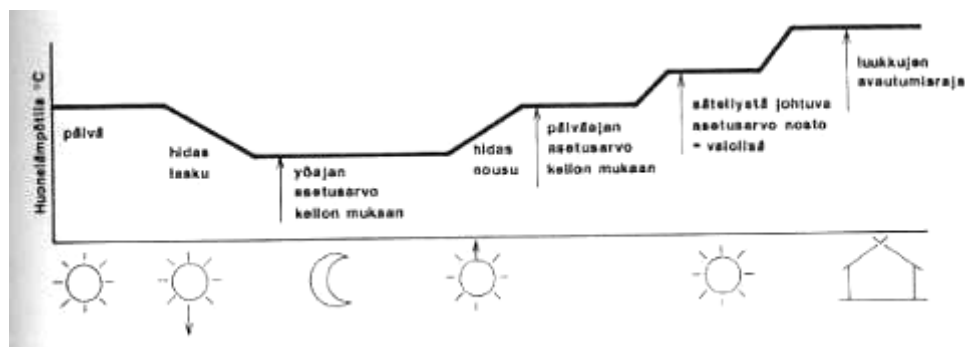
Lämpöisempi ilma ohjataan alemmaksi pienemmällä nopeudella eli suurentamalla puhallusaukkoa ja suuntaamalla ilmaa alemmaksi. Myös kangaskanavia on käytetty pitämään karjan oleskelualue puhtaammassa ilmassa. (Kuva Neste/BHa)

### Kasvihuoneet nykyaikainen keskuslämmityksen alkukoti

Rikkaat kartanot ja vastaavat kävivät aikoinaan elintasosotaa pröystäilemällä hienoilla tarjottavilla, kukkakoristeilla ja eksoottisilla hedelmillä. Erityisen paljon varallisuutta oli kertynyt Iso-Britanniaan siirtomaiden ansiosta. Jo 1700-luvun alkupuolella rakennettiin kasvihuoneisiin pioneeritason lämmitysjärjestelmiä, jotka toimivat höyryllä, vedellä tai ilmalla.

Sittemmin kasvihuoneitten LVI-tekniikkaa on voimakkaasti kehitetty toisen maailmansodan jälkeen. 1980-luvulla käyttöön otettiin huipputasoiset mikroprosessoripohjaiset säätimet. Säädettyä kasvihuoneissa riittää. Auringon valon hyödyntäminen säästää valaistuksessa, mutta liika valo ja lämpösäteily on eliminoitava vetämällä verhot eteen kasvien päälle. Yöksi on syytä erottaa yläosa verhoilla, jotta lämpöä luovuttava vaippa pienentyisi. Aamulla taas verhojen avaus on hoidettava juuri oikeaan aikaan, ettei ylös kertynyt kylmä ilma aiheuta vaurioita. Lämmityksen on syytä ennakoita tämä vaihe. Tuuletusluukkuja avataan lämpötilan mukaan ja sadeanturi sulkee ne tarvittaessa.

Lämmityspotket sijoitetaan maahan tai seinille kasvien tarpeiden mukaan. Ilman kostutusta tarvitaan, joskus hiilidioksidilannoitusta. Kasvien ravintoliuoskierto on oma järjestelmänsä. Kasvupöydät voivat olla liikkuvia hihnoja jne. Jos lämmitys hoidetaan esim. suoralla kaasulla tai öljyllä, saadaan hiilidioksidi hyödyksi, mutta vain tietyille kasveille se on tärkeää.



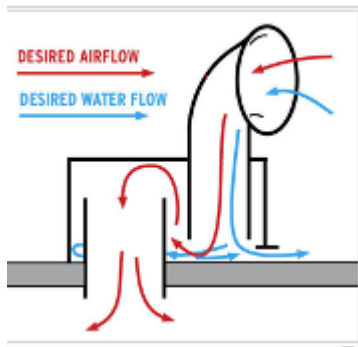
Kasvihuoneen lämpötilansäätöesimerkki (Neste/BHA)

Kasvihuoneiden LVI-tekniikan vaatavuutta ei vähennä se, että toimiala ei kylve rahassa vaan joutuu kilpailemaan mm. ulkoa tuotujen mauttomien kumitomaattien ja vastaavien kanssa. Niinpä tilastojen mukaan kasvihuoneitten LVI-tekniikka on monessa kohteessa saatu ällistyttävän halvalla käyttäen omaa asennustyövoimaa ja muualta purettuja putkia.

Tulevaisuudessa voidaan ehkä nähdä aivan uudenlaisia urbaaneja kerroskasvihuoneita, joissa ei ole multaa vaan kasvit kasvavat juuria tukevassa kudoksessa ja käyttävät tarkasti säädettyä suljettua ravintoliuoskiertoa. Valaistus hoidetaan aallonpituudeltaan optimoiduilla LED-valaisimilla.

### Laivojen ilmastointi edelläkävijä

Höyrykäyttöisistä puhaltimista saatiin kokemusta kaivoksista. Kun höyrykoneet olivat tulleet laivojen käyttövoimaksi, alettiin laivoihin asentaa puhaltimia kattiloiden vedon ja tehon parantamiseksi 1800-luvun puolenvälin kieppeillä. Vanha ja pitkään käytössä ollut ilmanvaihtomenetelmä oli eräänlaisten sieppaustorvien käyttö.



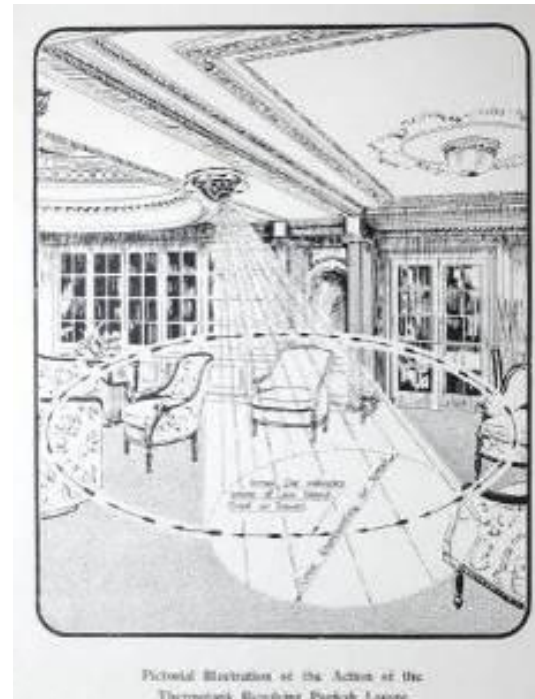
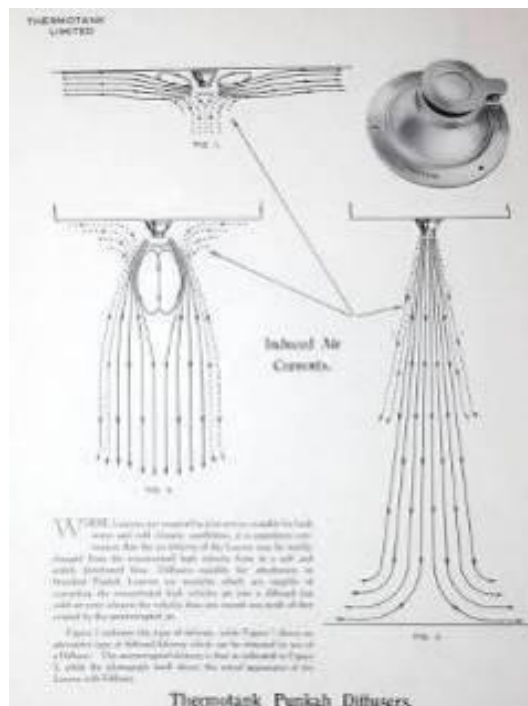
Cowl-ventilaattorit sieppasivat ilmaa ajoviiman dynaaminen paineen ansiosta. Satamassa torvet voitiin kääntää tuulen suunnan mukaan joko haukkaamaan ilmaa sisään tai poistamaan sitä torven aukon ollessa tuulen alapuolelle käännettynä. Kuva Wikipedia.

Matkustaja-aluksissa miehistö- ja matkustamotilojen ilmanvaihtoon alettiin kiinnittää erityistä huomiota 1800-luvun loppupuolella. Skotlantilaisen Thermotank Ventilation yhtiö oli 1800-luvun loppupuolella laivailmanvaihdon edelläkävijä. Thermotankin korkeapainekanavia ja ilmanjakosuuttimia käytettiin sittemmin laajalti laivoissa ja junissa.

Titanic-sarjan laivoissa 1913 oli 60 sirocco-tyyppistä keskipakoispuhallinta. Ilma jaettiin kaksikanavajärjestelmällä. Ensimmäisen luokan tuloilmakanavissa oli hyttikohtaiset sähkölämmityspatterit. Jäähdytyskin olisi asennettu, ellei laivojen reitti olisi ollut niin pohjoisessa, ettei jäähdytystä tarvittu.

Jäähdytystä laivojen lastitiloihin asennettiin jo 1800-luvun loppupuolella, kun lihan tuominen Etelä-Amerikasta, Australiasta tai Uudesta Seelannista edellytti jäähdytystä. Jo vuonna 1912 asennettiin Carrierin rakentama ilmastoinnin jäähdytys taistelulaiva USS Wyomingiin. Tämä lienee maailman ensimmäinen sotalaivan jäähdytys.

Laivojen ilmastointiin skotlantilainen Thermotank-yhtiö kehitti ilmanpaineen avulla puhallussuunnaltaan kehää kiertävän suuttimen jo 1900-luvun alussa. Puhallussuuntaa muuttavia ratkaisuja on myöhemmin käytetty pöytätuulettimissa sekä joissakin ilma/ilma-lämpöpumpuissa.



Laivoissa ominaispiirteensä on paitsi varsin rajoitetut ja asennoltaan muuttuvat tilat, myös ulkoilman korkea kosteus (sumussa suhteellinen kosteus yli 100 %), suolapitoisuus ja tuulenpaine. Laivojen ratkaisuja sanelevat myös monet kansainväliset turvallisuusmääräykset. Erityismateriaalit ja rakenteet ovat tarpeen. Pohjoismaissa Svenska Fläktfabriken hallitsi

pitkään laivailmastointia, mutta 1990-luvulla Koja Oy kehitti tarkoitusta varten omat itse valmistamansa koneet ja ratkaisut. Valmet Ilmastointikin teki ainakin itse valmistamiinsa laivoihin ilmastointiratkaisuja. Myös Halton Oy tekee laivoihin sopivia järjestelmäosia.



Jättiristeilijät ovat huvittelukeskuksia keskustoreineen, tivoleineen, vesipuistoineen, teattereineen ja monine muine rentoutus- ja hemmottelutiloineen. Vastaavasti ilmastointiratkaisut on räätälöitävä ja AC- eli Air Conditioning-keskushuoneita voi olla liki parikymmentä. Tämän päälle tulee satoja hyttikohtaisia ilmastointiyksiköitä.

Kuvassa (Koja Oy:n Marine-esite) erään aluksen sisäpihaa.

Vertailun vuoksi: ahtaat ovat tilat kulkuneuvoissa kuten junissa, autoissa ja lentokoneissa.. Kulkuneuvojen ilmastointiperiaatteita on esitetty ASHRAEn käsikirjassa.

### Suomalaisia LVI-innovaatioita

Valintaperusteet: ovat johtaneet kannattavaan valmistukseen. Lueteltujen innovaatioiden lisäksi valmistajat, urakoitsijat, suunnittelijat sekä opetuslaitosten laboratoriot ovat tehneet lukemattomia pieniä valmistusmenetelmiin ja itse tuotteisiin liittyviä innovaatioita, joista ei kuitenkaan ole tapauskohtaisuuden tms. syyn takia koskaan pidetty suurempaa ääntä.

**Savonius-roottori** on suomalaisen Sigurd Savoniuksen 1920-luvulla kehittämä pysty akselinen tuuliturbiini. Rakennetta kuvaa parhaiten ilmaisu kahdesta lomittain asennetusta tynnyrinpuolikkaasta. Turbiinin poikkileikkaus on katkenneen ja hivenen lomitetun S-kirjaimen muotoinen. Laitetta käytettiin painovoimaisessa ilmanvaihdossa parantamaan ilmanvaihtoa tuulen puhaltaessa. Laitteita on edelleen käytössä joissakin vanhoissa kerrostaloissa. Roottorin periaatteella toimivia tuulimyllyjäkin on kehitetty. Niiden hyvä puoli on hiljainen ääni, mutta tuulta keräävä pinta-ala ja siten teho on suhteellisen pieni.

**Ahr-järjestelmä** on Valmetin kehittämä paperikoneiden lämmön talteenottojärjestelmä 1960-luvulla. Nestekiertoisessa järjestelmässä saatiin koneiden poistoilman lämpöä jaettua moniin eri kohtaisiin.

**Paperikoneitten kuivausosan lämmöntalteenotto.** Vaikka LTO-laitteisto oli sinänsä jo kymmeniä vuosia vanha, tutki ja kehitti Valmet levylämmönsiirtimien rakenteita ja selvitti mm. kondensoivien lämmönsiirtopintojen erittäin monimutkaista teoriaa Mauri Soinisen johdolla.

Oy Wärtsilä Ab Arabian saniteettiposliinitehdas kehitti 1960-luvulla **hiljaisen WC:n huuhtelusäiliön täyttöventtiililaitteiston.**

**UV-järjestelmä.** Sadekattoviemäreiden kattokaivon muotoilun muutoksella saadaan putket toimimaan umpivirtauksella, mikä pienentää putkikokoja oleellisesti. Olavi Ebeling kehitti sen 1960-luvulla.



**Uno-suutinkanava**, pyöreään kanavaan tehdyt muoviset reikäsuuttimet, joilla on hyvä sekoituskerroin. Kalevi Sassin kehittämä 1960-luvulla. Uno-suuttimia on edelleen valmistuksessa..

**Poistoilmaikkuna**. Kehitettiin ja tutkittiin Ekonossa 1970-luvulla. Säästi lämpöä ja vähensi vedon tunnetta aikana, jolloin poistoilman lämmöntalteenotto ei ollut yleistä ja jolloin ikkunoiden U-arvo oli melkein kaksinkertainen nykyiseen verrattuna. Poistoilmaikkunoita ei enää käytetä.

**Poistoilmavalaisimet** kehitettiin 1960-luvulla aikana, jolloin toimistojen valaistustasot olivat luokkaa 800...1200 lux ja valaisinlämpökuormat luokkaa 40 W/m<sup>2</sup>. Järjestelmästä ei saatu koskaan erityisen toimivaa johtuen mm. valaisinliitäntöjen hankaluudesta. Nykyään pystytään valaistuksen lämpökuorma pitämään toimistoissa alle 15 W/m<sup>2</sup> ja poistoilmavalaisintarve on hiipunut.

**Tehokkaat laboratoriovetokaapit** kehitettiin rakennushallituksessa 1970-luvulla. Oviaukon muotoilulla voitiin pienentää sisään menevän ilmavirran turbulenssia ja siten myös ilmavirtaa, samalla työhygienian parani. Annettiin ohjeet myös huoneen ilmanjaon järjestelyille, jotta esim. sekoittavat ilmavirrat eivät häiritsisi vetokaapin toimintaa. Visuvesi Oy alkoi tehdä näitä kehittyneitä vetokaappeja.

**Valmet kotilämpö**. Pientaloihin sopiva ilmalämmitys/ilmanvaihtolaitteisto kehitettiin 1970-luvulla. Ratkaisuun voitiin yhdistää helposti matalalämpöisiä lämmönlähteitä. Ratkaisu on ollut menestys.

**Iris-säätöpelti ja mittarengas**. Toimitusjohtaja Pauli Grönberg PG-Tuote Oy:ssä kehitti 1970-luvulla mekaanisen kameran suljinta muistuttavan pyöreän säätöpellin, jolla on hyvä säädettävyyttä. Tuote myytiin 1984 Lapinleimu Oy:lle. Paranneltua peltiä tehdään nykyään "The Original Iris" -nimellä. Heikkolaatuisia kopioitakin on liikkeellä. Myös mittarengas siirtyi Lapinleimu Oy:lle ja siitä kehitettiin alumiiniprofiilista valmistettu parempi malli.

**Ontelolaattojen käyttö ilmanavina**. Kehitettiin Partekissa 1970-luvulla. Menetelmä osoittautui myöhemmin ongelmalliseksi hygienian ja lämpötekniikan kannalta.

**Neulalämmönsiirrin** nestekiertoisessa ilmanvaihdon lämmöntalteenotossa ja lämmönsiirrossa. Risto Castren kehitti lämmönsiirtoputken valmistusmenetelmän 1980-luvulla ja kehitti siitä tuoteperheen ja laskentamallit. Neularivoituksen avulla voidaan välttyä mm. huolta ja puhallinenergiaa syöivistä suodattimista.

**Activent-suutinkanava**, rei'itetyistä kanavista oleellisesti parannettu versio, jossa reiät on tehty vetämällä siten, että muodostuu pieni suutin. Suuttimen avulla ilma purkautuu kanavan kyljestä suoraan ulos, ei kanavan suuntaisesti kuten reikäkanavasta. Menetelmällä voidaan luoda eräänlainen aktiivinen syrjäytysilmanvaihto vyöhykeperiaatteella. Activentin kehitti Ilmateollisuus Oy 1980-luvulla. Se on edelleen Fläkt Woodsin markkinoimana käytössä laajalti.

Lämpösampo Oy kehitti **2-kennoinen regeneraattoriperiaatteella toimivan lämmöntalteenottolaitteen** erityisesti karjasuojien ilmastointia varten 1970-luvulla. Yleisilmanvaihtoon käytettäviä laiteita ja konehuoneista valmistaa Energent Oy.

**T-Drill putkien kaulustusmenetelmä**. Larikan 1970-luvun alussa kehittämä menetelmä, jonka avulla helposti saa kupari- ja alumiiniputkiin vedettyä kaulustuksen haarajohtoa varten. Näin välttyään erillisistä haarakappaleista ja kahdesta liitoksesta.

ABB Fläktin kehittämä **Thermonet-ilmastointikoneiden lämmitys-, lämmöntalteenotto- ja jäähdytysjärjestelmä**, jossa samaa tuloilmapuolen patteria käytetään eri tarkoituksiin. 1980-luvulla kehitetystä menetelmästä on eri versioita edelleen käytössä. Nykyinen Econet on sellainen.

Halton Oy kehitti 1990-luvulla **COMFO-vetokaappilaitteiston**, jossa tuloilmahuuhtelun avulla vetokaapin edessä työntekijä pysyy pelkkää imukaappia paremmin puhtaan ilman vyöhykkeessä. Laite on nykyään Pislä Oy:n valikoimassa.

Veikko Ilmasti kehitti **ionisuihkupuhalluksen** 1990-luvulla puhdistamaan teollisuudessa kierrätys- ja poistoilmaa. Menetelmässä hiukkaset varataan erittäin korkealla jännitteellä, joka ikään kuin puhaltaa hiukkaset siilomaisen laitteen seinämiin, josta ne huuhdellaan ajastimen ohjaamana vesihuuhtelulla ja johdetaan erottimen kautta viemäriin. Laite on sähkösuodatinsovellus, jota tekee nykyään Ion Blast Oy. Ilmasti on tehnyt sopimuksen kiinalaisten kanssa tuotteen kehittämiseksi Kiinan markkinoille. AAVI Technologies yrityksen tuotantoa hoitaa Chinese Synergy New Energy Technology Ltd. AAVI jatkaa R&D-toimintoja ja valmistusta Suomessa .

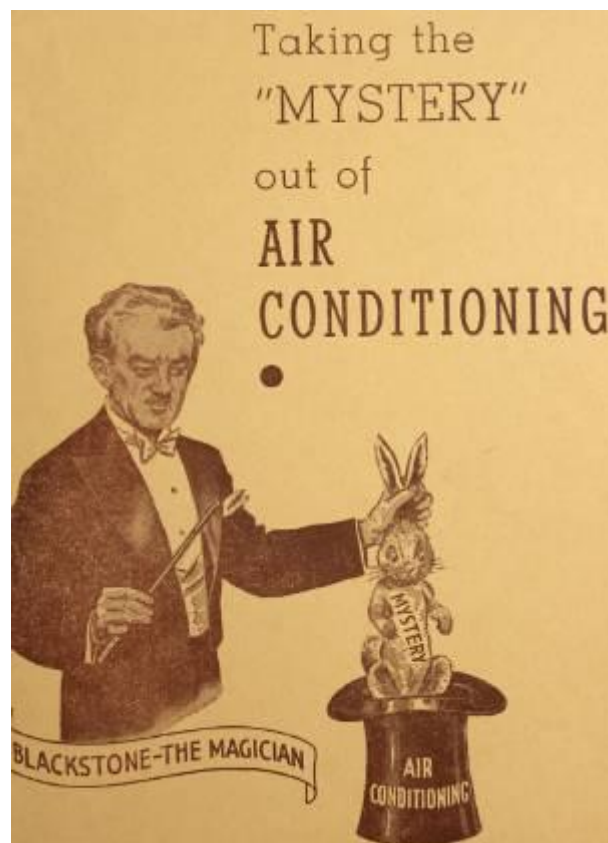
Alkujaan ongelmia syntyi, jos laitteen mitoitus oli liian kireä: voimakkaasti varautuneita hiukkasia pääsi läpi ja ne tarttuivat tilan kattoon ja seinämiin. Ionisuihkupuhalluksella saattaa olla arvaamattoman suuret markkinat mm. pienpuupolton savukaasujen puhdistuksessa, kun määräykset tiukentuvat ja laitetekniikka kehittyy.

Voimakkaaseen sähkökenttään ja ionisointiin perustuvat myös Genano Oy:n huoneilmapuhdistimet. Niissä on automaattinen viikkopesu ja myös aktiivihiihliosuodatin hajujen poistamiseksi. Laitteen luvataan tappavan kaikki mikrobit mukaan lukien homeet.

**Halton Oy:n leikkaussali- ja keittiöilmastointi.** On uusiin olosuhteisiin ja puhtaustasovaatimukseen kehitetty konsepti.

**Tampereen VTT:llä tulo- ja huoneilman suodatuksen** liittyvät pienten hiukkasten poistamisen tehokkuutta parantavat ratkaisut, joita Seppo Enbom ja Matti Lehtimäki kehittävät.

Vähintäänkin varsinaisten latteiden veroisia innovaatioita ovat olleet erilaiset suunnittelun, huollon ja kiinteistöiedon hallinnan **atk-ohjelmat**, joita esim. Progran Oy, Komartek Oy, Kymdata Oy, Talokeskus Oy ja Granlund Oy ovat tehneet.



### 3 ALAN TOIMIJAT

#### Yhdistykset ja järjestöt

Valintaperuste: ovat vaikuttaneet oleellisesti alan kehittämiseen tai tiedon levittämiseen.

**Tekniska Föreningen i Finland TFiF**, per. 1880. Jäsenet ovat diplomi-insinöörejä, arkkitehtejä ja teekkareita. On Suomen vanhin DI- ja arkkitehtijärjestö.

**Suomen Teknillinen Seura ry (STS)**, ks **TEK**. 1896 perustettiin Suomenkielisten Teknikkojen Seura STS ensisijaisena tehtävänään edistää suomen kieltä tekniikan ja teollisuuden alalla. (Insinöörijärjestö Tekniska Föreningen i Finland oli perustettu jo 1880.). Paikallisyhdistys esim. 1893 perustettu Tampereen Teknillinen **Seura (TTS) on** itsenäinen ja riippumaton korkeakouluarkkitehtien ja -insinöörien yhdistys. Järjestää mm. esitelmätilaisuuksia, seminaareja ja ekskursioita.

**Suomen LVI-liitto ry (SuLVI)** ja sen paikallisyhdistykset, perustettiin 1930 nimellä Lämpö- ja Vesijohtoteknikkojen Kerho - Värme och Vattenledningstekniker Klubben. Alan keskusjärjestö.

**Suomen Lämpöinsinööriyhdistys LIVI ry**, per. 1959. On Suomen Rakennusinsinööriiliiton ry:n yhteistyökumppani. Antaa mm. lausuntoja, laatinut suosituksia, järjestää asiantuntijatilaisuuksia. Livillä oli alkujaan myös työttömyyskassa.

**VVS Föreningen i Finland rf VSF**, per 1936. ent. Värme- och Sanitetstekniska föreningen i Finland rf. vrt SuLVI.

**Teekkarien LVI-kerho**. per. 1953. On merkittävä teekkareiden lisäkouluttaja ja vapaa-ajan tapahtumien järjestäjä.

**Suomen Automaatioyhdistys ry**, per. 1953, rakennusautomaatiojaos per.1998.

**Sisäilmayhdistys**. per. 1990. Laatinut mm. Sisäilmastoluokituksen ja järjestää seminaareja ja kustantaa Sisäilmautisia.

**Suomen Työhygieeninen Seura**, per. 1975. Alan ammattilaisten yhteistoimintaseura, jonka tavoitteena on vaikuttaa työpaikkojen työhygienian huomioonottaminen.

**Suomen Kylmäyhdistys ry**, per 1955, järjestää mm. koulutustilaisuuksia.

#### Energiateollisuus ry

Energiateollisuus ry (ET), per. 2004, on Elinkeinoelämän keskusliiton (EK) jäsenliitto. ET on energia-alan elinkeino- ja työmarkkinapoliittinen etujärjestö. Se edustaa yrityksiä, jotka tuottavat, hankkivat, siirtävät ja myyvät sähköä, kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä sekä tarjoavat niihin liittyviä palveluja.

Energiateollisuus vastaa jäsenyritystensä henkilöstön työehtoja koskevasta sopimustoiminnasta sekä neuvoo ja kouluttaa jäseniään, tekee selvityksiä ja välittää tietoa.

Energiateollisuus edistää Suomen elinkeinoelämän kilpailukykyä, kansalaisten hyvinvointia ja alan mainetta osallistumalla energiamarkkinoiden kehittämiseen ja turvaamalla riittävän ja häiriöttömän energian saannin kotitalouksille ja elinkeinoelämälle. Omistaa palveluyhtiö Adato Energia Oy:n. **Suomen Kaukolämpö (SKY)**, per. 1978 nimellä Lämpölaitosyhdistys ry. on sulautettu ET:hen.2009?

**Suomen Kuntatekniikan Yhdistys SKTY** aloitti 1926 nimellä Suomen Kunnallisteknillinen Yhdistys. Yhdistys on julkaissut määräyksiä ja ohjeita ja julkaisee lehteä.

**Rakennustietosäätiö RTS ja** julkaisuyhtiö Rakennustieto Oy, pohjautuvat 1942 perustettuun Rakennustietoon, joka julkaisi jo 1943 70 kpl:een standardisarjan. Se oli Rakennustietokortiston alku.

**Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU**, per. 1999, edistää alan myyntiä.

**Aurinkoteknillinen Seura ry**, per. 1979, edistää alan myyntiä.

**Motiva Oy**, valtionyhtiö, ent. Energiansäästön palvelukeskus Motiva, per. 1993. Kannustaa energiansäästöön ja julkaisee oppaita ja ohjeita.

**REHVA** (Federation of European Heating and Airconditioning Associations) on Euroopan maissa toimivien LVI-alan henkilöjärjestöjen muodostama järjestö, perustettu 1963. REHVAn jäsenjärjestöissä on yhteensä noin 110.000 henkilöjäsentä 26 maassa. ks. [www.rehva.eu](http://www.rehva.eu).

REHVAn ylin päättävä elin on yleiskokous (General Assembly), joka kokoontuu kerran vuodessa. Kukin kansallinen jäsenjärjestö, Suomesta FINVAC, nimeää enintään kolme edustajaa kokoukseen.

Pysyviä komiteoita on seitsemän: "Technology and Research Committee (TRC)", "Education Committee (EC)", "Supporters' Committee", "Membership Services Committee" (MSC), "External Relations Committee (ERC)", "Awards Committee" ja "Publications and Marketing Committee (PMC)". TaskForces - toiminnan tarkoituksena on opasjulkaisujen laadinta. Ensimmäinen REHVA Guidebook "Syrjäytysilmanvaihto" ilmestyi vuonna 2002 ensin englanniksi, ja nyttemmin se on käännetty mm. suomeksi. Vuoden 2011 loppuun mennessä oli julkaistu 15 REHVA-opaskirjaa, ja vireillä on kymmenkunta muuta.

Konkreettista yhteistyötä on muiden järjestöjen kanssa (mm. IIR, EUROVENT, AIVC) samoin kuin yhteistyösopimukset ASHRAEn lisäksi Kiinan ja Intian vastaavien järjestöjen kanssa.

**Suomen Talotekniikan Kehittämiskeskus Oy TAKE**, per. 1990-luvulla.

**LVI-Talotekniikkateollisuus ry**, per. 2003. On elinkeinopoliittinen etujärjestö. Muodostettiin fuusioimalla Suomen Ilmateknillinen toimialayhdistys ry ja LVI-Teollisuuden Neuvosto ry.

**Suomen Ilmateknillinen Toimialayhdistys ry (SITY)**, ks. LVI-Talotekniikkateollisuus ry, per. 1980-luvulla

**RYM Oy**, per. 2009. Rakennetun ympäristön kehittämiskeskus. Motto: innovaatioilla kannattavampaa ja kestävämpää liiketoimintaa

Suomen innovaatiojärjestelmän on globaalissa maailmassa uudistuttava. Tähän haasteeseen on vastattu perustamalla **strategisen huippuosaamisen keskittymiä (SHOK)** Suomen kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeimmille toimialoille sekä uudistamalla yliopistoverkostoa.

RYM Oy on rakennetun ympäristön SHOK-yhtiö. Se on kiinteistö- ja rakennusalan huippuosaamisen pääomasijoitusyhtiö, jossa on 53 osakasta. Yhtiö **sijoittaa yritysten ja julkisten innovaatorahoittajien rahoitusta ja tietotaitoa alan kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeimpiin tutkimusaiheisiin**. Yhteisen strategisen huippututkimuksen avulla yritetään synnyttää ylivoimaista maailmanluokan osaamista rakennetun ympäristön koko elinkaarelle. Sipilän hallitus näyttäisi kuitenkin (2015) ajavan alas Tekesin jakamia RYM-tukia.

**Kiinteistö- ja rakennusalan neuvottelukunta KIRA ja Kirafoorumi**, perustettiin 2000-luvulla.

**Aurinkosuojaus ry** on perustettu vuonna 1980 ja se on kaikkien Suomessa toimivien aurinkosuoja-alan yritysten yhteinen etujärjestö.

**BuildingSMART Finland** on suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palvelujen tuottajien muodostama yhteistyöfoorumi. Mukana ovat omistajien lisäksi laajasti suunnittelijat, urakoitsijat, ohjelmistotalot, yliopistot ja korkeakoulut ja muut rakennusalan yritykset.

Foorumin tarkoituksena on levittää tietoa tietomallintamisesta ja tukea toiminnassa mukana olevia tietomallipohjaisten prosessien käyttöönotossa.

**FINVAC ry**, The Finnish Association of HVAC Societies FINVAC ry. **Toimii** SuLVI:n, VVS Föreningen i Finland rf:n, LVI:n ja Sisäilmayhdistyksen yhteistyöelimenä päätehtävänä jäsenyhteisöjensä keskinäisen yhteistyön edistäminen ja kansainvälisten hoitaminen sekä tutkimus- ja kehitystoiminnan edistäminen. Yhdistys kuuluu jäsenenä SCANVACiin (Scandinavian Associations of HVAC Engineers), REHVAAan (Federation of European Heating and Airconditioning Associations) sekä ASHRAEen (American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers, Inc.)

**Rakentamisen laatu ry RALA**, per. 1997. Siinä on rekisteröityneenä toistasataa LVI-alan yritystä. RALA kerää ja ylläpitää tietoa alan yrityksistä, arvioi niitä ja antaa niille pätevyys- ja luokituksia. RALA noudattaa toiminnassaan ehdotonta puolueettomuutta ja luottamuksellisuutta, ja RALAn tuottama tieto on luotettavaa ja ajan tasalla.

**Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI**. Jäseniä ovat Suomen Kauppakeskushdistys ry, Suomen opiskelija-asunnot SOA ry ja Rakennuttajatoimistojen liitto RTL ry. Näiden kolmen asiameiştiriminta hoidetaan RAKLI:ssa. Toiminta alkoi 1977 rakennuttajien edustajana, Suomen rakennuttajaliittona.

**Lämmitysenergia Yhdistys ry (LEY)**, per. 1956, on lämmityslaitteasennuksia tekevien liikkeiden urakoitsijajärjestö, jossa on mukana myös alalla toimivia laitevalmistajia, maahantuojia ja energiantoimittajia sekä LVI-suunnittelijoita.. Tavoitteena on asennusten laadun parantaminen ja huoltotoiminnan varmistaminen loppuasiakkaille.

Yhdistys toimii myös Tukesin valtuuttamana henkilöarvointilaitoksena ja järjestää öljy- ja kaasualan vastuuhenkilöiden kokeet kaksi kertaa vuodessa.

Yhdistys omistaa neuvonta- ja koulutuspalveluja tarjoavan sekä julkaisuja myyvän Suomen Lämmitystieto Oy:n.

### **Työmarkkina- ja etujärjestöjä**

Järjestöt kouluttavat/totuttelevat muun toiminnan ohessa jäseniään järjestötyöhön - ammattitaito, jota oppilaitoksissa juurikaan ei kouluteta

Suunnittelu- ja konsultointiyritykset **SKOL ry**, per.1967. SKOLin jäsenet ovat kauppa-, teollisuus- ja urakointi-intresseistä riippumattomia insinööri-, arkkitehti- ja konsulttitoimistoja.

Tekniikan akateemiset **TEK** ks. Suomen Teknillinen Seura.

Ylempien toimihenkilöiden liitto **YTN**, ks. TEK.

### **Insinööriliitto ry.**

1919 neljäkymmentä Tampereen teknillisen opiston entistä oppilasta perusti Tampereen Teknilliset -yhdistyksen.

Tarkoituksena oli toimia Tampereen teknillisen opiston käyneiden yhdyssiteenä, avustaa heitä maan teollisuuden ja tekniikan kehityksen seuraamisessa ja valvoa opiston käyneiden etuja. Oikeus insinöörinimikkeeseen teknillisen opiston käyneille 1943Yhdistys kasvoi liitoksi. Vuonna 1946 yhdistyksen nimeksi otettiin Yleinen Insinööriyhdistys ry 1954. Myöhemmin nimeksi otettiin Insinööriliitto ry. Liittoon kuului jo 22 paikallisosastoa. Ensimmäisenä opiskelijayhdistyksenä oli Turun Teknillisen Opiston Oppilasyhdistys ry.

**Suomen LVI-Teknikkojen Liitto ry**, muodosti 1968 mm. Valtion Teknikoiden Liitto ry:n kanssa Suomen Teknikoiden Keskusliitto ry:n (TKL)



**Suomen Ammattikoulu- ja Opistotekniset SKT ry.** Per. 1970 nimellä Suomen Kuntien Teknikot SKT ry. Kokoaa eri liittoja ja yhdistyksiä kuten Tekniikan asiantuntijat TK ry, Opistotekniset ry ja Suomen LVI-Teknikkojen Liitto ry:n.

**LVI-tekniset urakoitsijat LVI-TU ry.** On LVI-asennusalan toimiala- ja työnantajajärjestö. LVI-Teknisten Urakoitsijoiden juuret ulottuvat vuoteen 1922, jolloin perustettiin Putkijohtoyönantajainliitto. Perustajajäseninä olivat Vesi ja Lämpö Oy, Ab Radiator Oy, Ab Vesijohtoliike-Huber Oy, Suomen Hissi- ja Lämpöjohtoliike Oy ja Putkijohto Oy.

Värikkäiden vaiheiden jälkeen alan eri työnantaja- ja elinkeinopoliittisten yhdistysten toiminta koottiin yhteen liittoon, LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry:hyn, joka aloitti toimintansa 2002.

**LVI-tekniikan kaupan liitto ry.** ent. Putkikauppiasyhdistys. On LVI-alan tukkukauppiaitten liitto. per. 1930-luvulla.

## LVI-ALAN VAIKUTTAJAHENKILÖITÄ

### Hotorausaneuvokset

LVI-alalla on oma leikkisä arvonimijärjestelmä eli **Hotorausaneuvosten Vääntäjien Korkea Raati**, johon kuuluvilla on oikeus **Hotorausaneuvoksen** nimeen, ks [www.sulvi.fi](http://www.sulvi.fi). Arvonimen on vuosien saatossa saanut yli 200 jäsentä. Lisäksi SuLVI ja raati jakavat joukon erilaisia mitaleja.

### Viralliset arvonimet

Virallisia arvonimiä (kiinteistöneuvos, professori, ylipormestari, vuorineuvos...) on myönnetty runsaalle tusinalle LVI-alan henkilölle.

### Muut ansioituneet LVI-alan henkilöt

Tähän oli tarkoitus koota lista alaan vaikuttaneista henkilöistä, mutta henkilörekisterilaki teki sen liian vaikeaksi: kaikkien mainitsemisen arvoisten henkilöiden yhteystietoja ei ollut käytettävissä, joten ei voinut pyytää lupaa henkilöiltä listaa varten.

## Suomessa valmistusta harjoittavat yritykset

Valintakriteerit: Volyymitään merkittäviä Suomessa tuotantoa harjoittavia yrityksiä

### Lämpö

**Högfors Oy**, Högforsin Tehdas Oy (nimi vuoteen 1918 Aktiebolaget Högfors Bruk och Wattola Träsliperi) oli Karkkilassa vuosina 1894-1940 toiminut metalliteollisuusyritys, joka fuusioitiin 1940 Kymin Oy:öön.

Högforsin Tehdas Oy hankki omistukseensa Wolter Ramsayn vuonna 1885 Högfors Bruks Ab:ltä ostaman konepajan. Uusi yhtiö aloitti 1896 lämmityslaitteiden valmistuksen. Vuonna 1912 sen valmistusohjelmaan kuuluivat lämminvesi- ja höyrykattilat, valurautaiset lämpöpatterit, putket, venttiilit sekä erilaiset valutavarat.

Kymin Oy hankki 1933 haltuunsa Högforsin Tehdas Oy:n osake-enemmistön ja 1940 Högforsin Tehdas Oy fuusioitiin Kymin Oy:öön. Karkkilan tehtaot jatkoivat toimintaansa Kymin Oy:n omistuksessa. Vuonna 1985 Suomivalimo (nykyinen Componenta Oyj) osti Karkkilan tehtaan. Högforsin toiminta jatkuu Högfors Oy:ssä mm. venttiilivalmistuksena. Primaca Group Oy:n johdolla on Suomeen rakentumassa merkittävä energiateollisuusryhmittymä jota kutsutaan Högfors-ryhmäksi. Ryhmään kuuluu mm. Högfors Oy, Högfors Sahala Oy, Högfors GST Oy ja GAV Group Oy.

**Matti Eloranta Oy**, per. 1950-lvulla. Yritys myytiin Rautaruukille 1975 ja kattilavalmistus lopetettiin. 2005 tehdas ostettiin Rautaruukilta MBO-kaupalla ja toimii nykyisin Halikko Works

Oy nimellä. Teki makaavan lieriön muotoisia hyvähyötysuhteisia keskuslämmityskattiloita 1960- 1970-luvuilla.

**Jäspi Kaukora Oy. Oy Jäspi & Mäkinen Oy.** per. 1949 aloitti keskuslämmityskattiloiden valmistuksella. 1976 perustettiin tytäryhtiö Kaukora Oy lämmönjakokeskusten valmistusta varten, 1983 aloitettiin Jäspi-vedenlämmittimien ja sähkökattiloiden valmistus, 1986 tuli mukaan OY Turun Lämpötekniikka AB (öljy- ja puukattilat). 1996 Pekkavaraajat fuusioitui Kaukoraan, 1998 Sento Högfors fuusioitui Kaukoraan. 2004 tuli NIBE Industri AB omistajaksi. 2006 Jämätekn fuusioitui Kaukoraan. 2008 tuli tuotantoon lämpöpumput ja hybridijärjestelmät. Tehtaat ovat Turussa ja Raisiossa.

**Lokomo Oy,** tehdas perustettiin 1915 vetureiden valmistamiseksi. Teki 1950...1970-luvuilla kiinteistökattiloita ja venttiileitä.

**Uudenkaupungin Telakka,** teki Unex-keskuslämmityskattiloita ja levylämmönsiirripaketteja, lopetti 1980-luvulla. Rauma-Repola Oy:n omistama Lokomo jatkoi Unex-kattiloiden ja levylämmönsiirrinkeskusten tuotantoa 1980-luvulle?

**Navire Oy** teki isoja kiinteistökattiloita 1960 - 1970-luvuilla.

**LP-Metalli Oy,** per. 1979. Myytiin Danfossille 2005, mutta on sittemmin siirtynyt Gebwelliin. Kaukolämmön alakeskuksia

**Rettig-Lämpö Oy,** Oy Rettig Ab osti Purmo-Tuotteen 1971. Purmo Tuote perustettiin 1953. Nykyisin konserni on Euroopan johtavia radiaattorivalmistajia.

**Laka Oy,** per. 1953, erit. kiinteiden polttoaineiden kattiloita ja kattilalaitoksia.

**Kolmeks Oy,** alkulähteet jo 1940-luvulta Talousmoottori Oy:n nimellä. Pumppuvalmistus alkoi suuremmissa määrin 1950-luvulla, tunnettu erityisesti kiinteistöjen kiertovesipumppuista ja sähkömoottoreista. Kuuluu Brandt Group Oy, Ltd-yhtiöön, joka on suomalainen perheyrittäjä ja teollisuuskonsernin emoyhtiö. Konsernin yrityksiä ovat Kolmeks-yhtiöt, Mesvac Oy ja Mock Doors Oy. Tuotantoa ja toimintaa on Suomessa, Virossa, Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Suomen tuotantolaitokset sijaitsevat Kirkkonummella, Tuusulassa ja Turengissa.

Kolmeksilla on kaksi liiketoiminta-alueita, Flow Technic ja Electrical Motors, ja se on erikoistunut pumppujen sekä sähkömoottorien ja sähkömoottorikomponenttien valmistukseen. Kolmeks Group Oy on Kolmeksin emoyhtiö. Kolmeksiin kuuluvat Kolmeks Oy, AS Kolmeks (Viljandi, Viro) ja Kolmeks ChuZhou (ChuZhou, Maan'shan ja Shanghai, Kiina).

**Oilon Oy,** per. 1961, öljy- ja kaasupolttimia, maalämpöpumppuja, aurinkolämpöjärjestelmiä ym. Oilonilla on tuotantoa Suomessa Lahdessa, Hollolassa ja Kokkolassa (Scancool) sekä Kiinassa Wuxissa.

**Rautaruukki Oy,** per. 1960-luvulla. Teräsputkien valmistus alkoi Hämeenlinnassa 1970-luvulla.

**Fiskars Oy,** polyuretaanieristettyjen kaukolämpöputkielementtien valmistus aloitettiin 1960-luvulla, loppui 1980-luvulla?

**Paroc Oy** Ab, ent. omistaja Partek Oy, ent. vuodesta 1969 Paraisten Kalkki Oy, ent. Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö eli Pargas Kalkberg Aktiebolag, per. 1898. Partec on myyty ulkomaille. LVI-tuotteena ovat putkieristyskourut, tuotanto Suomessa alkoi 1950-luvulla.

**Vapor Boilers Finland Oy,** ent. Vapor Finland Oy. per. 1959, monipuolinen kattilavalmistaja. Konkurssi 2014.

**Vexve Oy.** Aloitti 1960-luvulla urakoinnilla Vesinieminen Oy:n nimellä ja aloitti pallo- ja läppäventtiilivalmistuksen. Osti 2014 amerikkalaiselta omistajalta palloventtiilivalmistajan Naval Oy:n. Tehtaat Laitilassa ja Sastamalassa valmistavat pallo- ja läppäventtiileitä.

**Polartherm Oy,** per. 1970-luvulla. On Pohjoismaiden suurin lämminilmakehittimien valmistaja. Tuotanto käsittää siirrettävät ja kiinteät sähkö-, kaasu- ja öljylämmitteiset laitteet.

**Steamrator Oy,** per. 1982, on erikoistunut höyrykehittimiin.

**Vahterus Oy,** per. 1990. Valmistaa saumoiltaan hitsattuja levylämmönsiirtimiä prosessiteollisuuden lisäksi lämpö- ja höyrykeskuksiin.

Suomessa tehdään kehitystyötä pelletin käytön lisäämiseksi. Uudet hybridi-kattilat, joissa voidaan käyttää useita eri polttoaineita, on kehitetty Suomessa. Pellettikattiloita myyvät ja valmistavat useat kotimaiset yritykset, kuten saarijärveläinen Arterm Oy, keuruulainen HT Enerco sekä Hangossa valmistettavat Termax pellettikattilat.

## Vesi ja viemäri

**Huber-yhtiöt.** Valmistivat 1900-luvun alkupuolella erilaisia vesijohtoalan laitteita, ks. urakointi.

**Haato Oy** (NIBE-Haato), pr. 1939. 1948 Haato erikoistui lämminvesivaraajien valmistukseen ollen Suomen vanhin lämminvesivaraajien valmistaja. 1999 NIBE Ab osti Haato Varaajat Oy:n liiketoiminnan. Nykyään tuotanto on keskitetty Ruotsiin

**Uponor Oyj**, erotettiin omaksi yhtiökseen Upo Oy:stä 1982. Muoviputkien valmistus aloitettiin 1965. Upon alku liittyy Askoon ja vuoteen 1918.

**KWH Pipe Konserni**, aloitti muoviputkien valmistamisen 1955. yhdistyi yhdyskuntateknisten tuotteiden valmistuksen Uponorin kanssa 2013, uusi yhtiö on nimeltään **Uponor Infra**.

Aiemmin tunnettuja valimotuotteita olivat: **Stenberg venttiilit** (Oy John Stenberg Ab, per. 1882, fuusioitiin 1980 Wärtsilään), **Asko-Upon** valimon valurautaputket. Molemmat ovat lopettaneet.

**Niemisen Valimo** on toiminut samalla paikalla Harjavallassa jo vuodesta 1928 alkaen. Päätuote on valurautaiset kaivojen kannet. Valimo kuuluu norjalaiseen Cappelen Holding AS-ryhmään.

**IDO-Kylpyhuone Oy.** Helsingissä Arabian posliinitehtaalla aloitettiin saniteettiposliinituotteiden valmistus 1884 ja tehdas oli pitkään Pohjoismaiden ainoa alan valmistaja. 1969 aloitettiin Tammisaaressa saniteettiposliinin valmistus nimellä Oy Wärtsilä Ab Tammisaaren posliini. IDO-Kylpyhuone Oy nimi otettiin käyttöön 1992. Sanitec Oy on Suomessa pääkonttoriaan pitävä saniteettikalusteiden valmistaja. Se myy wc-istuimia, pesualtaita ja muita keraamisia kylpyhuonekalusteita sekä siirrettäviä käymälöitä useilla eri tuotemerkeillä. Sanitec syntyi 1990 Wärtsilän tytäryhtiöksi, kun suomalaista saniteettiposliiniteollisuutta järjesteltiin uudelleen. Perinteinen tuotemerkki Arabia sulautettiin IDOon ja 1992 Sanitecin Suomen-liiketoiminta yhtiötettiin IDO Kylpyhuone Oy:ksi. Sanitec listautui 1999 Helsingin pörssiin. Wärtsilä myi Sanitecin vuonna 2001 saksalaiselle pääomasijoittajalle BC Partnersille, joka myi Sanitecin edelleen EQT:lle 2005. Geberit osti 2014 Sanitecin.

**Osy Oy.** Juuret ovat peräisin 1920-luvun Helsingistä, kun Rafael Lönnström perusti syytintehdaan. Toiminta siirrettiin Raumalle 30-luvun lopulla ja aloitettiin myös vesikalusteiden teko. Tehdaaseen yhdistettiin myös Ammus Oy ja yhtiön nimi oli välillä Oy Ammus-Sytytin Oy. Yhtenä merkittävä tuotteena sodan jälkeen oli alumiiniset astiat kuten maitotonkat.

**Cupori Oy**, ent Outokumpu Oy Poricopper, jonka juuret ovat 1950-luvulta. Irtautui Outokummusta 2008 ja on 2014 lähtien itävaltalaisessa omistuksessa. Tuote kupariset lv-asennusputket ja osat, joissa se on Pohjoismaiden johtava valmistaja. Tehdas Porissa.

**Mako Osakeyhtiö**, per. 1920. Valmistaa pumppuja ja paloalan tuotteita. 1993 MAKO-ryhmästä tuli konserni, jonka emoyhtiö on Oy Veljekset Kulmala Ab. Konsernin muut yhtiöt ovat Heteka Oy, Konetehdas Leonard Lindelöf Oy, Paloturva Oy ja Svenska Finnfire AB.

**Ahlström Osakeyhtiö**, per. 1851. Pumppujen valmistus erityisesti teollisuuteen ja suurien vesimäärien pumppaukseen alkoi 1984, kun yhtiö osti Serlachiuksen Mäntän pumpputehtaan, jonka juuret ovat vuodesta 1922. Ahlström Pumput myytiin Sulzerille 2000.

**Sarlin Oy Ab**, per. 1932. LVI-tuotteena on nykyisin paineilmajärjestelmät. Oli aiemmin Suomen johtava viemäripumppujen ja pumppaamojen valmistaja. Pumppu-toimiala myytiin 2000 Grundfosille.

**Oras Oy**, per. 1945, aloitti LVI-alan 1947 lämpöpatteriliitimien teolla. Osti 1983 Huhtamäki Oy:ltä itseään suuremman Osy Oy:n.

**Wavin-Labko Oy**, per. 1950-luvulla nimellä Oy Labko Ab. Valmisti aluksi edistyneitä pinnankorkeusmittauslaitteita, jota käytettiin veden ja öljyn rajapinnan mittaamiseen. Myöhemmin valmistukseen tulivat lujitemuoviset lokasäiliöt (Lasa-Muovi Oy) ja sittemmin erilaiset polyeteeniset erotinkaivot, joita tehdään Kangasalla. 2003 perheyrittys myytiin kansainväliselle konsernille Wavin Groupille. Oy Labko Ab:sta tuli Wavin-Labko Oy ja tanskalaisen Nordisk Wavin A/S:n tytäryhtiö. 2007 Net & Instruments-yksikkö siirtyi ruotsalaisen Indutrade AB:n omistukseen. Mittalaite-elektroniikka on edelleen merkittävä osa Wavin-Labkon tuotteita

**Jaro Oy**, per. 1960-luvulla? Valmisti ruostumattomasta teräksestä putkia ja putkenosia. Myytiin 1980-luvulla Outokumpu Oy:lle ja osa tuotannosta Vaahto-Groupille.

**Jita Oy**, per. 2000-luvulla. On jäteveden käsittelyyn erikoistunut muovituotteiden valmistaja.

**TPI Control Oy**, per. 1990. Tutkii ja analysoi lämmönsiirtoverkostojen ja -prosessien tilaa ja tarjoaa niiden parantamiseen ja kunnossapitoon mm. itse kehittämiään ja valmistamia aineita, teknisiä ratkaisuja ja seurantapalveluita.

## Ilmanvaihto

**SUOMEN PUHALLINTEHDAS OY.**  
PUHELIN 39034 - E. RANTA 12, HELSINKI - SÄHKÖOSOITE: PUHALLIN  
LÄMMITYS - TUULETUS - KUIVAUS - ILMAPAINEN KULJETUS



RATAKÄYRÄPUHALLIN LFF 50 JA LFF 175

**S. H. T.**

Täten ilmoitamme ryhtyneemme omassa  
konstasiossani valmistamaan A. B. Svenska Fläkt-  
fabrikenin suunnittelema tuokottaja, puhaltimia,  
siimipattereita, lämmönsiirtolaitteita, savunpoista-  
mia, kuivatus- ja ilmapainekuljetuslaitteita, kun-  
nussaitteita puutarvissa, parveilla y. m. varien.

Takaamalla hyvän työn suhteudamme hy-  
väntalouteen suostuomme.

Kunnioitetaan  
**SUOMEN PUHALLINTEHDAS OY.**

*W. Lindström*

LÄMMÖNSIIRTO- KÄSITTELY- JA KUIVAUS- LAITTEET  
LÄMMÖNSIIRTO- KÄSITTELY- JA KUIVAUS- LAITTEET




LÄMMÖNSIIRTO- KÄSITTELY- JA KUIVAUS- LAITTEET  
KUIVAUS- LAITTEET. Suurimittainen kuivatus-  
laitteisto, kuivatus- koneet, Kuitu-  
O. R. - Viikari- koneet.



LÄMMÖNSIIRTO- KÄSITTELY- JA KUIVAUS- LAITTEET  
Suurimittainen kuivatus- koneet.

SUOMEN PUHALLINTEHDAS OY HELSINKI

77

Suomen Puhallintehtaalla oli tarjolla monipuolinen valikoima alan latteita jo 1930-luvulla. Puhallinkonvektoreitakin oli tarjolla. (KK)

**Mercantile Oy**, per. 1900-luvun alussa tuomaan maahan mm. työstökoneita, alkoi valmistaa purunpoistojärjestelmiä 1910-luvulla, puhaltimia 1920-luvulta. lopetti ilmastointialana 1981, kun puhallinvalmistus ym. myytiin Nokialle.

**Huber**, ks. Urakoitsijoita. Teki mm. ilmanvaihtoventtiileitä 1900-luvulla.

**Suomen Puhallintehdas Oy per. 1931**, ks. Fläkt Woods Oy.

**Valmet Oyj.** Valmet-Ilmastoinnin alku oli 1945, kun sodan loputtua Tampereen lentokonetehdaan toimintaa oli konvertoitava siviili tuotantoon. Tehtaalla oli vahva ohutlevyn

käsittelyn osaaminen ja huipputason virtaustekniikan tuntemus. Jo ensimmäisenä vuonna toimitettiin rikkikaasupuhaltimia ja arkkikuivaajia. Virallisesti ilmastointiryhmä perustettiin 1946. Paperikoneilmastoinnin ensimmäisiä toimituksia oli LTO-laitteisto Haarlan paperitehtaalle Tampereelle 1940-luvun loppupuolella (ks. anekdootit). Rakennusilmastoinnin merkkipaalu oli Helsingin Eteläranta 10:n suutinkonvektorilaitoksen kauppa 1950, jolloin Valmet oli päässyt alustavasti Carrierin edustajaksi. Ensimmäinen Carrierin turbokompressorijäähdytyslaitos toimitettiin 1952. 1960-luvulla paperikoneilmastointiosasto siirrettiin Turun Pansioon, jossa se on edelleen. Yhteistyö lujittui mm. Åbo Akademin kanssa.

Valmetista tuli paitsi paperiteollisuuden merkittävä ilmastointilaitteiden valmistaja ja urakoitsija myös rakennusilmastoinnin toimija (ks. myös kohta tutkimukset). Toimihenkilöitä oli parhaimmillaan pari sataa. Joistakin alkuaikojen valmentilaisista tuli professoreita. LVI-alaa kehittäneiden eturiviin kuului mm. John Bagge ja myöhemmiltä ajoilta Esko Tähti (ks. INVENT). Pientalopuolella Valmet kehitti Kotilämpö-laitteiston (ks. Innovaatiot). Yleisilmastointiosasto lopetettiin 1980-luvulla, jolloin erityisesti asuinrakennusilmastointiin erikoistunut Loimaan tehdas itsenäistyi ja otti nimen Vallox.

**Nokia Oy**, per 1869, aloitti ilmanvaihtokanavien tuotannon 1965. Mercantilen ilmanvaihtolaitetuotanto ostettiin 1981 ja myöhemmin **Ilmateollisuus Oy**. Nokian ilmastointilaitetuotanto ja tytäryhtiö Ilmateollisuus myytiin ABB Fläktille 1986.



Koja Oy täytti 2015 80 vuotta. Pitkä matka on kuljettu raitisilmaritilöistä ja pikkupuhaltimista kuvan (Koja Oy 80-vuotishistoriikki) jättien kaltaisiin prosessipuhaltimiin, joita toimitetaan ympäri maailmaa.

**Koja Oy**, aloitti mm. ilmanvaihtoventtiileillä 1930-luvulla, lämminilmakoneita eli "termooneja" tehtiin jo 1940-luvulta. Vähitellen laitevalmistus monipuolistui. Teollisuuspuhaltimien valmistusta varten perustettiin erillinen osasto 1970-luvulla ja 1980-luvulla lanseerattiin Heli-ilmastointikoneet. Erityisosaamisena nykyään on laivojen ilmastointi ja teollisuuspuhaltimet. Tehtaat sijaitsevat Tampereella ja Jalasjärvellä.

**Fläkt Woods Oy** kuuluu kansainväliseen Fläkt Woods Groupiin. Suomessa Fläkt Woodsin juuret johtavat 1931 perustettuun Suomen Puhallintehtaaseen, joka osti Nokialta 1986 Ilmateollisuus Oy:n. 1988 Suomen Puhallintehtaasta ja ruotsalaisesta AB Fläktistä tuli osa ABB:tä. 1980- ja 1990-luvun vaihteessa Suomen Puhallintehtas -yhtymään kuului emoyhtiön lisäksi kaksitoista tytäryritystä: Ilmateollisuus Oy, Stratos Ilmastointi Oy, Fläkt Service Oy sekä paikallista urakointiliiketoimintaa harjoittavat itsenäiset yrittäjäyhtiöt Pohjois-Ilmastointi Oy, Lounais-Ilmastointi Oy, IlmaRex Oy, Ilma-Veikot Oy, Ilmantekijät Oy, Ilmapörssi Oy, Ilma-Rauta Oy, Fläkt Kylmä Oy ja Sata-Ilmastointi Oy. 1990 ilmanvaihdon päätelaitteita valmistava Lapinleimu Oy (vietti 80-vuotisjuhlia 2015) siirtyi Suomen Puhallintehtaan omistukseen.



Vuodenvaihteessa 1991 - 1992 Suomen Puhallintehdas siirtyi ABB Strömberg -konserniin ja yhtiön nimi muuttui ABB Fläkt Oy:ksi. Ilmateollisuus Oy ja Stratos Ilmastointi Oy ym. fuusioitiin ABB Fläktiin 1993 ja pian lopetettiin nimenä. Urakointi ja huoltotoiminta siirtyivät yhtiöstä pois.

Tytärtyhtiö Lapinleimu Oy fuusioitiin 1997 ABB Fläkt Oy:öön. 2001 ABB myi ilmankäsittelytuotteiden liiketoiminnan Global Air Movementille, ja 2002 syntyi Fläkt Woods Group, kun ABB:n ilmankäsittelytuotteiden liiketoiminta ja englantilainen puhallinvalmistaja Woods Air Movement Ltd. yhdistyivät Fläkt Woods Group -yhtiöksi.

**Oy Aerator Ab, per.** 1949, Kymin Oy 55 % (osti 1969 2/3 ruotsalaiselta AB Bahcolta), Paraisten Kalkki Oy 20 % (liittyi osakkaaksi 1970), AB Bahco 25 %. 1972 Fuusio 1964 Oy Ilmastointi Ab. Fuusioitiin 1994 Stratos Ilmastointi Oy:nä ABB:hen.

**Fincoil-teollisuus**, aloitti 1956 Pakula & Co nimellä kupari-alumiinilamellipattereiden teon. Muutti myöhemmin nimeksi Fincoil Oy ja myytiin Puolimatkan teollisuusryhmään. Myytiin 1996 Carrierille ja 2007 Alfa Lavalille, jossa tuoteperhe on nimeltään Alfa Laval Fincoil.

**Ilmateollisuus Oy**, per. 1970-luvulla. ks. Fläkt Woods Oy.

**Pielavent Oy**, per. 1982. Valmistaa mm. ilmastointikoneita kattokonehuoneineen, konkurssi 1995.

**Paavo Rannila Oy**, aloitti 1989 hyvälaatuisten ilmastointikoneitten valmistuksen. 1992 toiminta myytiin ABB Fläktille, joka hyödynsi muutamia Rannilan koneiden ideoita kehittäessään omaa tuotantoaan.

**Oy Tekonokyl Ab** 1974 - 2005, IV-koneita, LTO-laitteita.

**Mastervent Oy**, per. 1993 valmistaa ilmanvaihtokojeita. Tehdas Nummelassa. Ks. myös Taniplan Oy

**Oy Halton Group Ltd**, per. 1969 Ilmanjakolaitteita ym. Halton on perustanut ja ostanut ulkomailta yrityksiä. Kotimaasta Halton osti suomalaisen Clairia Oy:n vuonna 2003. Clairian aikaisempi nimi oli Vaihtoilma Oy, per. 1979 ja päätuote ilmansuodattimet. Clean Air-tuoterymä myytiin 2015 ruotsalaiselle Dinair Groupille.

**PG-Tuote Oy**, per. 1960-luvun lopussa, ilmanjakolaitteita. Oli nimellä PGT-jaos Puolimatka-konsernin omistamassa Fincoilissa. Myytiin 1980-luvun alussa Lapinleimulle.

**Laipinleimu Oy**, per. 1960-luvulla, valmistaa ilmanjakolaitteita ja venttiileitä, myytiin ABB:lle 1990. ks Fläkt Woods Oy.

**RC-linja Oy**, per. 1984 ilmanjakolaitteita yms. fuusioitui Climecon Oy:öön 2011.

**Climecon Oy**, per. 1984. Ilmastoinnin päätelaitteita ym.

**Eino Talsi Oy**, per. 1945, ripaputkipattereita, myytiin 2008 Ekocoil Oy:lle. Tehdas Lahdessa.

**Retermia Oy**, alkujuuret 1970-luvulla amerikkalaisten lämmöntalteenottolaitteiden maahantuojana: Alkoi 1982 valmistaa itse neulaputkilämmönsiirtimiä ja niihin liittyviä IV-koneita.

**Stravent Oy**, ilmanjakolaitteita, ks Fläkt Woods Oy.

**Stratos Oy**, ks Fläkt Woods Oy.

**Energent Oy**, alkujuuret ovat Lämpösampo-nimisen 1970-luvulla toimineen maatalouden tuotantorakennusten ilmanvaihto/lämmöntalteenottolaitteiden valmistuksessa. Nykyään valmistettavat IV-koneet ja kattokonehuonepaketit on suunnattu hyvin laajalle alueelle yleisilmastointiin. Tehdas Ilmajoella.

**Carrier Oy**. On yhdysvaltalaisen maailman suurimman ilmastointialan valmistajan tytäryhtiö. Emoyhtiön edustajana 1950...1980-luvuilla oli Valmet Ilmastointi. Osti 2000-luvulla lamellipatterivalmistajan **Fincoil Oy:n**, jonka oli perustanut Pakula 1960-luvulla. Tehdas Vantaalla myytiin Alfa Lavalille.

**Ekocoil Oy**, per. 1977, ilmastoinnin lamellipattereita ym, tytäryhtiö Ekopatter Oy. Tehtaat Turengissa.

**Pisla Oy**, per. 1976, ilmanvaihtolaitoksen osia.

**Recair Oy**, per. 1993, IV-koneita ja mm. jäähdytyslaitteiden maahantuontia.

**Ensto Enervent Oy**, Aloitti 1980-luvulla pientaloilmanvaihtokoneiden valmistuksen Oy Combinent Ab:n nimellä. Enervent Oy Ab -nimi otettiin käyttöön 2001. Liitettiin 2009 Ensto-yhtymään.

**Jeven Oy**, per. 1997. Erityisesti ilmanjakolaitteita ja suurkeittiöhuuvia.

**Oy Pamon Ab**, per 1993, valmistaa ilmanvaihtokoneita ja jäähdyttimiä **KAIR**-tuotemerkillä teollisuudelle, toimistoihin, kouluihin, kerrostaloihin ja pientaloihin. KAIR-tuotteet kehitetään ja valmistetaan Hollolan tehtaalla.

**Air Wise Oy** on perustettu vuonna 1993. Yhtiön tuotantolaitos ja pääkonttori sijaitsevat Orivedellä. Air Wise Oy valmistaa ja valmistuttaa **SunAIR- ja Parmair**-ilmanvaihtolaitteita ja SunAIR-jäähdytyslaitteita sekä valmistuttaa ja myy SunAIR-muovikanavistoa pientalokäyttöön. Lattialämmitysjärjestelmä tunnetaan PRIMEX-tuotemerkillä.

**Lesil Oy**, per. 1988. Valmistaa Saneair ja Kuumaxi- ilmanvaihtolaitteita ja saneeraa kohteissa, joiden ilmanvaihto on todettu riittämättömäksi.

**Pemco Oy**, ks jäähdytys.

**Air Group Oy**, per. 1998, ilmastonin säleiköitä ja osia.

**Airmist Oy**, per. 1988, IV-kanavistoja.

### **Jäähdytys ja lämpöpumput**

**Huurre Group**, aloitti huoltoliikkeenä 1946, oma tehdas valmistui Ylöjärvelle 1961. **Porkka Finland Oy** liitettiin Huurteeseen 90-luvulla. Huurre Clean Room Oy syntyi puhdistilojen suunnittelua ja rakentamista varten.

**Chiller Oy**, per. 1990-luvulla, tekee ilmastonin vedenjäähdytysasemia.

**Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy**, per. 1983, Tekee maalämpöpumppuja. tuotenimi Lämpöässä otettiin käyttöön 1984. Erillinen yhtiö **Lämpöässä Oy**, per.1988,

**Pohjolan Maalämpö Oy**, per. 2004, konkurssi 2011.

**Oilon Oy**, per. 1961, valmistaa öljy- ja kaasupolttimien lisäksi myös lämpöpumppuja.

**Pemco Oy**, per. 1991, erikoistunut teollisuuden ja isojen kiinteistöjen lämpöpumppujen, jäähdytys- ja ilmastointikoneiden valmistukseen.

**Norpe Suomi Oy**, per. 1953. Norpe on johtava eurooppalainen innovatiivisten kylmäratkaisujen tarjoaja. Tuotevalikoimaan kuuluvat keskus- ja omakoneelliset kylmäkalusteet, kylmähuoneet, kylmäkoneikot, lamellituotteet ja asennuspalvelut. Norpe on osa kansainvälistä Viessmann konsernia,

### **Automaatio**

**Oy Regulator Ab**. per. 1930-luvulla, edusti Billman Regulator Ab:n säätimiä (toimi Ruotsissa 1932...1980) ja myytiin 1980 Oy Landis & Gyr Ab:lle, joka myytiin myöhemmin Siemensille.

**Ouman Oy**, per. 1980-luvulla.

**Vacon Oy** per. 1993, päätuote taajuusmuuttajat ym. Myyty Danfossille 2014.

**ABB Oy**:n taajuusmuuttajien historia alkaa Oy Strömberg Ab:n ajalta, jolloin 1976 valmistui ensimmäinen taajuusmuuttaja Sami. Ensimmäinen mikroprosessoriin perustuva taajuusmuuttaja SAMI B valmistui 1981. Yritys myytiin ASEA:lle ja myöhemmin tuli nimeksi ABB Oy. Sittemmin taajuusmuuttajat ovat edelleen kehittyneet oleellisesti.

### **PAINEILMA**

**Tampella** Tamrock, myöh. Tamrotor, nyk. **Gardner Denver**, Pohjoismaiden ainoa ruuvikompressoritehdas aloitti valmistuksen 1950-luvulla.

**Hydor Oy**, per. 1950-luvulla, liitettiin Sarlin Oy:öön ja oli nimeltään Sarlin-Hydor Oy, nykyisin Sarlin Oy Ab.

## LVI-alan vienti

### Tavaran vienti

Alan viennin arvon on laskettu olevan jo suurempi kuin tuonti. Jo yli sata vuotta sitten vietiin ulkomaille posliinisia saniteettikalusteita. Varsinainen viennin kasvu on alkanut 1960- ja 1970-luvuilla. Kupari- ja teräsputket ovat olleet volyymituotteina pään avaajina. Sittemmin tuli ilmanjakolaitteet, ilmanvaihtokoneet ja putkistoveniilit. Myös lämminvesivaraajat, vesijohtokalusteet ja varusteet, muovista tehdyt putket ja niiden erilaiset varusteet on iso ryhmä. Teollisuuspuhaltimia on viety erillisinä sekä kuuluvina eri alojen koneistoihin kuten voimakattilalaitoksiin ja lasinjalostuksen karkaisu- ja taivutuskoneisiin. Paperikoneisiin ja kuivaimiin on liittynyt mittavia ilmanvaihtolaitetoimituksia.



Vuonna 1983 olivat näkymä itäviennissä valoisat (Ilmateollisuus Oy:n asiakaslehti)

### Projektivienti

Oman erityisryhmän ovat muodostaneet isot projektivientikohteet, kuten 1970-luvulla Svetogorsk ja Kostamus ja niiden jälkeen muut Neuvostoliittoon tehdyt erityisesti teollisuuden projektit. Bilateraalisena kaupan aikana pyrittiin myymään Suomessa valmistettuja laitteita. Vienti arabimaihin oli laajaa 1980-luvulla. Silloin jotkut kohteet olivat arveluttaviaakin. Esim. ompelukonetehtaan nimisessä konepajassa oli sarjatuliaseiden ampumarata, mutta Moses is Moses but business is business. Kylmähuoneitten mukana on viety jäähdytyskoneistoja. Risteilyalusten ilmastointi tuli kuvaan 1999, kun Koja Oy sai ensimmäisen tilauksen.

Vientiprojektit ovat lisänneet osaamisen tasoa ja pakottaneet miettimään Suomessa vakioratkaisuiksi muodostuneita käytäntöjä uudelleen käyttöolosuhdepohjalta. Esimerkiksi neuvostoliitossa GOST-normit saattoivat edellyttää ilmanvaihtokoneiden kahdentamista, ts. varalla oli oltava aina toinen kone. Joissakin arabimaiden projekteissa edellytettiin, että ilmanvaihdon ja jäähdytyksen pääkoneita oli oltava kolme, joista yksi oli reservissä. Takuuehdoissa lähdeittiin siitä, että takuuajana tapahtuvan korjauksen jälkeen takuuajan laskenta alkaa taas nolosta.

Turvallisuus- ja huoltonäkökohdat ovat saattaneet aiheuttaa verraten kalliita hoito- ja huoltotasuja ja haalusratkaisuja nostolaitteineen. Hiekkamyrskyt, poikkeuksellisen kostea ja merisuolaa sisältävä ilma, lähiseudun aktiivinen tulivuori, maanjäristyksiin tai terrorihyökkäyksiin varautuminen ovat antaneet mausteita projekteille.

Joissakin projekteissa on projektin hoitajaa pidetty panttivankinakin. LVI-puolen henkilöitä ei kuitenkaan yleensä ole uhattu aseellisesti, kuten on saattanut käydä projektien päähoitajalle. Onpa markkinointimatalla olleet pari suomalaista ammuttu kuoliaiksikin. Harva maallikko ymmärtää, millaisia henkilökohtaisia panostuksia vientiprojektit edellyttävät.

## Suunnittelu ja ohjelmistot

IT-alalla Progman Consulting Oy:n MagiCAD-suunnitteluohjelmiston myynnistä viennin osuus on 75 %, erityisesti sitä on myyty Pohjoismaihin. MagiCAD-ohjelma soveltuu myös BIM (Building Information Model) -projekteihin. Suunnittelualojen välinen koordinaatio tapahtuu kunnolla silloin, kun arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikan suunnittelumallit ovat BIM-malleja: muutosten tekeminen on helpompaa sekä päivitykset ja korjaukset ovat kaikkein osapuolien käytettävissä.

Suoran suunnittelun vienti muualle kuin suomalaisten omistamiin tai muutoin projektoimiin kohteisiin on ollut verraten harvinaista. Erityisprosessilaitteistojen parannuksiin voi liittyä asiantuntijapalveluiden myyntiä. Esimerkkinä LVI-alaan liittyvänä Pöyry Oyj:n paperikoneitten höyry- ja lämmöntalteenottojärjestelmien konsultointi. Energiansäästöprojekteja on tehty lähimain, erityisesti Viroon. Ympäristön suojeluun ja päästöjen pienentämiseen liittyviä projekteja on tehty Eurooppaan ja Kiinaan.

Ukrainan tapahtumiin ja öljyn hinnan romahtamiseen liittyen 2015 suunnitteluvienti Venäjälle on lähes loppunut.

## LVI-urakointi, käyttö, hoito, huolto, ylläpito ja korjaaminen

### Perusta oltava kunnossa

**Koko** rakennuksen optimaalisen elinkaaren peruskiviä ovat:

- rakentamishankkeen tavoitteet on asetettu realistisiksi ja kaikki ne ymmärtävät
- suunnitteluun ja valvontaan panostetaan
- urakka-asiakirjat ovat yksiselitteisiä ja kattavia
- urakoitsijan valitaan ottaen huomioon muutkin lopputulokseen vaikuttavat asiat kuin hinta
- laitoksen vastaanotto tehdään systemaattisesti
- dokumentit päivitetään ja opastus annetaan
- takuutarkastukset hoidetaan huolella
- käyttö, huolto, ylläpito ja hoito ohjelmoidaan

Rakennushallitus kehitti systemaattisen vastaanottomenetelmän jo 1970-luvulla. Tämän pääidea oli, että mahdolliset virheet tai väärinkäsitykset havaitaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Urakoitsijan suorituksesta ensin tarkastetaan kriittisten komponenttien valinta eli että ne vastaavat suunnitelmia. Työmaalla tarkastetaan tavaratoimitukset: oikeat tavarat ja niiden kunto, asiallinen varastointi, asennukset, painekokeet yms., virtaamat yms. pistokokein, toimintakokeissa mm. oikeat pyörimissuunnat, säädöt ja viritykset käydään läpi, luovutusaineisto huoltokirjoineen tarkastetaan etukäteen, opastus ja koulutus valvotaan ja takuuaajan menettelytavat ohjelmoidaan.

Kiinteistötiedon hallitsemiseksi alettiin 1990-luvulla tarjota sähköisiä huoltokirjoja ja sittemmin koko kiinteistötiedon hallintaohjelmia sisältäen mm. piirustukset. Ohjelmat ovat tarpeen, mutta joissakin kiinteistöissä ongelmana on tiedon päivittäminen. Tekstimateriaalin hallinta ei yleensä tuota ongelmia.

### Kokonaisurakoista palapeleihin

LVI-urakoinnin luonne on aikojen saatossa oleellisesti muuttunut. Vakinaisesta asentajenkilöstöstä on menty projektinjohtotyyppiseen toimintaan, jossa omia asentajia on ehkä vain laskutyötehtäviin. Myös vastuu asennetuista lopputuloksista on joissakin tapauksissa muuttunut; nyt saatetaan ottaa vastuu myös käyttö ja hoitokustannuksista. Palkkioperustakin voi olla maksupostien sijasta vuosimaksu tai palkkio tulee säästetyn energian perusteella.

Asennusmenetelmien kehittyminen ja turvallisuuskoulutus ovat parantaneet työmaaolosuhteita. Elementtien käyttö, tehokkaat työmaalämmittimet ja rakennusten huputtaminen on mahdollistanut talvirakentamista. Vielä 1960-luvulla talvi saattoi katkaista työt kokonaan. Toisaalta kiire ja urakoiden pilkkomisesta johtuva huono työmaitten yhteistyö ovat pääsyitä nykyaikaisen rakentamisen laatuvirheisiin.

Lämmitys hoidettiin 1900-luvulle asti yleensä uuneilla, joita tunnetut muurarimestarit rakensivat. Ilmanvaihto toimi painovoimaisesti, poisto hoitui tulisijojen lisäksi muurattuja hormeja pitkin, tuloilma tuli seinäräppänöiden ja ikkuna- ja ovirakojen kautta. Tällaisissa ratkaisuisissa ei erillisiä LVI-urakoitsijoita tarvittu.

LVI-urakoinnin alkamista on vaikea määritellä, sillä teollisuudessa höyrylämmitys- ja kuivatusjärjestelmät ja voima-asemat ovat vaatineet putkitöitä jo 1800-luvun puolivälistä. Julkisissa ja asuin- ja liikerakennuksissa laajempia putkiurakoita tarvittiin 1880-luvulta lähtien vesi- ja viemäriverkoston ja keskuslämmitysjärjestelmien rakentamisen alettua. Putkiurakoinnin alkuvaiheessa niin osaaminen kuin tarvikkeet ja materiaalit tulivat ulkomailta. Kun putkiurakointi alkoi, alkoi vähitellen myös urakkakilpailu. Putkiurakat olivat useissa tapauksissa rakennusurakan aliorakoita eli rakennusurakoitsija myös määritteli laadun ja tavoitetason.



Alkuvaiheessa urakoitsijat hoitivat itse suunnittelun, jolloin lopputilaaajan tai rakennusliikkeen ongelmana oli miten määritellä putkiurakan tavoitetaso. Normaali-ohjeet julkaistiin vasta 1917. Tavoitetason määrittelyssä on voitu käyttää jo toteutettuja referenssilaitoksia kotimassa tai vaikkapa Ruotsissa. Kotimaisia erillisiä suunnittelutoimistoja alkoi syntyä varsinaisesti vasta 1920-luvulla. Kuitenkin urakoitsijat hoitivat itse LVI-suunnittelun hyvin usein vielä 1960-luvulle saakka, jolloin LVI-urakointi ja suunnittelu alkoivat eriytyä. Edelleen urakoitsijat tekevät enemmän tai vähemmän suunnittelua. Prosessiteollisuudessa ilmastonhoito useimmiten prosessilinjatoimittaja avaimet käteen.

Alun perin monet urakoitsijat toimivat myös maahantuojina tai valmistajina. Esim. Fläkt, Bahco, Aerator, Ilmateollisuus ja Koja olivat sekä merkittäviä urakoitsijoita että valmistajia. 1990-luvun laman jälkeen urakointi ja valmistus eriytettiin. Muutoinhan valmistaja joutui kilpailemaan urakointiasiakkaitensa kanssa.

LVI-urakoitsijan asema projekteissa on vaihdellut. Sivu-urakassa urakoitsija on sopimussuhteessa tilaajaan, jolloin asioita voidaan hoitaa suoraan ja oikea-aikaisesti. Alistetuissa sivu-urakoitsijoissa rakennusliike on välissä. Tämän on moni valittanut vaikuttavan asiointien hoitoon laadukkaasti lopputuloksen kannalta.

### **Aluerakentaminen ja gryndaus, rahaa ovista ja ikkunoista**

Maaltamuuton kiihtyminen johti siihen, ettei kuntien ja kaupunkien resurssit riittäneet kaavoituksen detaljien suunnitteluun tai infran rakentamiseen. Tällöin voitiin sopia, että rakennusliike otti koko työn hoitoonsa eli suunnitteli ja rakensi alueen valmiiksi. Usein



vastikkeeksi sovittiin, ettei samaan aikaan ole ainakaan liikaa samanlaisia aluerakennuskohteita. Tämä saattoi johtaa myyjän markkinoihin.

Rakennusten laatutaso valittiin ns. perälautaa vasten eli täyttämään juuri ja juuri viranomaismääräykset. Aina ei edes määräyksiä tai ohjeita täytetty. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavien ja levyttereiden kautta kulkeva ääni heikensi huoneistojen ääneneristystä normeja heikommaksi. Myöhemmin alettiin käyttää pattereissa joustavia letkuja, mutta ne taas puolestaan osoittautuivat teknisesti ongelmaksi: päästivät happea läpi ja keräsivät sakkaa tukkeutuen. Riesasta päästiin eroon, kun Oras kehitti patteriventtiilin, jota pitkin äänen värinä ei johtunut. Poistoilmaventtiileihin kehitettiin vaimentavia osia.

### **Kokonaisvastuullinen rakentaminen (KVR) helppo nakki ostajalle**

KVR-toiminta on vanha menetelmä, jossa urakoitsija ottaa vastuun toteutuksesta suunnitteluineen. Rakennuttaja, joka voi olla urakoitsija itse, antaa tavoitteet, jotka ovat hankesuunnitelma- tai luonnostasoisia. Ongelmana tällaisissa kohteissa on se, että toimintaa ohjaa helposti kustannusten minimointi, ei tuotteen loppulaatu. Jos tavoitetaso voidaan sitoa yksiselitteisesti esim. johonkin referenssilaitokseen, voi lopputulos onnistua. KVR:n etuna saattaa olla myös laite- ja asennustekniikan hyvä asiantuntemus verrattuna suunnittelutoimistoihin, jotka joutuvat laatimaan suunnitelmansa soveltuviksi useille eri laitetoimittajavaihtoehdolle. Tällöin tuikitärkeät asennuspiirustukset jäivät helposti tekemättä.

LVI-urakan KVR-ratkaisun keppihevosenä on joskus ollut jokin ns. ikioma järjestelmäratkaisu, joka on jotenkin ylivoimainen, mutta patentoitu. Ongelmana KVR-toiminnassa on se, että vaikka esim. sisäilman laadun tavoiteluokka voidaan nykyään määrittellä, ei yksiselitteisesti voida määrittellä huollettavuutta ja sen tarvetta, siivottavuutta, laajennettavuutta, muunneltavuutta, elinikää, estetiikkaa, tilankäytön taloudellisuutta, alhaisia käyttökustannuksia, helppoa huollettavuutta jne. Dokumentteja, joista nämä kaikki käyvät ilmi, kutsutaan suunnitelma-asiakirjoiksi.

KVR-menettely näyttäisi kuitenkin vaativan ulkopuolista riippumatonta valvojaa. Kunnallisten rakennusvalvojien resurssit eivät riitä tähän.

KVR-urakointia sivuaa SR-urakointi eli suunnittele ja rakenna. Sekin vaatii asiantuntevaa tavoitteiden määrittelyä ja ohjausta.

### **Yhteiskunnan hoitama rakennuttaminen, mahdollisuus hyvässä ja pahassa**

Kustannusten minimoiminen myös yhteiskunnan rahoittamissa kohteissa tuli usein päämääräksi, tieto hyvän sisäilman vaikutuksista oli heikkoa ja LVI-alalla leikittiin liiki lääkäriä. Kun rakentamismääräyksiin saatiin ohjeet tyydyttävän ilmanvaihdon alarajalle, tuli arvoista käytännössä ylärajoja. Se, että ilmanvaihtolaitos saattoi olla jo lähtökohtaisesti alamittainen johtuen sallitusta mittaustarkkuuden toleranssista ja likaantumisen ja olosuhteiden aiheuttamista muutoksista, ei ehkä tullut mieleen. Myös laajalti määrätty ns. käytäväpuhallusjärjestelmä (tuloilma käytäville, ilma huoneisiin seinissä olevien siirtoilma-aukkojen kautta) osoittautui käytännössä ongelmaksi johtuen mm. rakennusten ilmapuodoista.

Oman analyysinsä julkishallinnollisesta LVI-tekniikasta ansaitsisi Nokian viemäriveripuhdistamon aiheuttama juomaveden saastuttamiskatastrofi 2000-luvulla. Laitoksessa oli ammattitaidottomasti hoidettu suunnitelma, asennus, tarkastukset, dokumenttien päivitykset ja lopuksi käyttö. Kuitenkin pienimmällekin omakotityömaalle tämäkin vesilaitos vaati KVV-työnjohtajan.

### **Oma urakointi**

Jotkut kokeneet rakennuttajat ovat hoitaneet urakoinnin itse siten, että työntekijät ovat omassa palveluksessa. Tämä on yleensä edellyttänyt, että omasta takaa on rakennuspäällikkö ja joukko tuttuja työntekijöitä ja niiden lisäksi urakoitsijoita. Oma urakointi aiheuttaa monenlaista toimistotyötä, mikä edellyttää, että teettäjällä on asiantuntemusta hoitaa kaikki vakuutukset, verot, sivukulut, luvat yms. Useimmat yritykset ovat luopuneet omasta rakennusosastosta ja rakennuspäälliköstäkin. Tällöin kyllä ostamisen laadussa on tullut vaikeuksia.

### **Laskutusperusteinen urakointi luottamustyötä**

Laskutusperusteisia urakoita on aina tehty pienissä korjaustöissä ja laajemmin esim. teollisuuden kohteissa, joissa on alunpitäen epäselvyyttä työn laajuudesta ja sisällöstä prosessiratkaisujen tai vanhan tekniikan purkutarpeiden ollessa avoimia. Jos ei käytetä luotettua ns. hovihankkijaa, voidaan urakat kilpailuttaa vertailemalla työn yksikkökustannuksia ja tavarantoimittajilta saatavia alennusprosentteja. Viimekädessä kuitenkin laadun ratkaisee se työryhmä, joka kohteessa tekee asennukset.

Joskus pienen aloittelevan, mutta luotettavaksi havaitun urakoitsijan kohdalla on voitu menetellä siten, että ainakin osan tarvikkeista ostaa rakennuttaja, jos urakoitsijan vakuudet eivät riitä tai jos rakennuttajalla on omat alennusprosentit toimittajilta. Joidenkin kalliiden ilmastointikoneiden tai jäähdytyslaitteiden hinta voi olla sellainen, etteivät urakoitsijan resurssit riitä tilapäisrahoittamiseen. Tällainen urakkamuoto on joustava ja sallii työn edetessä muutoksia, mutta edellyttää luottamusta. Laskutusperusteisia urakoita on käytetty aina ja edelleen. Niiden edellytyksenä on yleensä erillinen rakennuttajan tilaama suunnittelu, mutta ei välttämättä.

### **Tavoitehintaurakat kannustavat kehittämiseen**

**Tavoitehintaurakoita** alettiin käyttää jossain määrin laajemmin 1980-luvulla. Urakkahinta on tällaisessa viitteellinen ja joustava, ylittäminen on mahdollista, mutta kustannuksista leikataan sovittu prosentti, esim. 20...50 %. Jos hinta-arvio alitetaan, saa urakoitsija hinta-arvion ja toteutuneen erotuksesta sovitun prosenttibonuksen. Parhaimmillaan tällainen sopimus on järkevä kohteissa, joissa työn yksityiskohtainen sisältö on sopimusvaiheessa jossain määrin epäselvä. Sopimus kannustaa urakoitsijaa etsimään kustannussäästöjä teknisissä ratkaisuisissa, työmaan hoidossa tai hankinnoissa. Ongelma on sama kuin KVR-urakoinnissa, jos säästö revitään laatutasosta.

### **Projektinjohtourakka paloittelee ja joustaa**

**Projektinjohtourakat** ovat yleistyneet sitten 1980-luvun. Tosin muutama teollisuuslaitos harjoitti tätä menestyksellä jo 1970-luvulla, kun yritys laajeni verraten säännöllisesti ja tarvitsi lisää toimitilaa. Projektinjohtourakoitsijalla on omaa henkilökuntaa vain johto. Osatyöt paloitellaan eri urakoitsijoille. Tyypillisiä LVI-puolen osaurakoita on purku- ja puhdistustyöt, kanavien, putkien ja koneiden asennukset, eristystyöt ja virtaamien säätö. Urakointitavan hyviä puolia on saada pienet yrittäjät hoitamaan tehokkaasti ja joustavasti töitä, ongelmana on työmaan yhteydenpito ja valvonta sekä pienten työryhmien ammattitaidon ja vastuunkantamisen varmistaminen.

### **Elinkaarimalleilla käyttökustannusvastuu**

**Elinkaarimalli** on suomalainen versio kansainvälisestä *Public Private Partnership (PPP)* -hankintamallista.

2000-luvulla esille tulleissa elinkaari- tai PPP-mallilla toteutettavissa hankinnoissa yksityinen yritys vastaa julkisen hankkeen toteutuksesta kokonaisuutena. Palvelujakson pituus on useita tai kymmeniä vuosia. Tavallisesti palvelutuottajan vastuulle kuuluvat suunnittelu, rahoitus, toteutus sekä ylläpito. Kustannukset jaetaan yleensä palvelumaksuina koko sopimusjaksolle. Investointibudjettien tarpeettomuus nopeuttaa kohteen valmistumista.

Mallin etuna on hankkeenkokonaiskustannusten hallinnan parantuminen: suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon riskit ja vastuut ovat samalla osapuolella. Rakentamiskustannuksissa ei kannata säästää, jos epäsuorasti aiheutuu ylläpidon kustannusten kohtuutonta nousua. Elinkaarimalli helpottaa budjetointia: hoito- ja muut vuosikustannukset ovat tiedossa. LVI-puolella malli ei ole vielä yleistynyt.

Elinkaariedulliselle LVI-tekniikalle (ja laadukkaalle LVI-laitokselle muutoinkin) on tyypillistä:

- muuntojoustava ilmanvaihtokanavisto
- ilmanvaihdon ja lämmityksen tarpeenmukainen ohjaus
- matalalämpöiset lämpöenergiälähteet ja korkealämpöiset kylmäenergiälähteet
- vakiopaine vesijärjestelmissä ja pienipainehäviöiset putkistot ja kanavistot
- vettä säättävät kalusteet
- kunnossapito- ja hoitopalvelut kokonaisvaltaisia

### **ESCO-urakka ei sido asiakkaan rahoja**

**ESCO (Energy Service Company)** on käytössä energiaa säästävissä projekteissa, joissa tilaajalla eli yleensä kiinteistön omistajalla ei ole rahoitusta tai osaamista energiaa säästävän investoinnin teettämiseksi itse. ESCO-yritys tekee investoinnit suunnitelluineen ja hoitaa käytön ja huollon määrätyn sopimusajan, jonka jälkeen tehdyt investoinnit jäävät tilaajalle. ESCO-yhtiö saa rahoituksen laskuttamalla mitatuista energiasäästöistä.

ESCO-toimintaa aloitti rakennusautomaatioyritys Honeywell jo 1980-luvulla. Ongelmaksi saattoi tulla se, että säästettäessä saatettiin heikentää myös sisäilman laatua, tyypillisesti lämpötilatasoa. Myöhemmin ESCO-toiminnassa on keskitytty erilaisiin lämmöntalteenoton järjestelyihin ja energiaa kuluttavien laitteiden käyttötalouden parantamiseen. Jossain määrin ongelmallista voi olla, että varsinkin teollisuudessa on voitava määrittellä, mikä on säästöä ja mikä tuotannon käyttöasteen tai toiminta-ajan aiheuttamaa muutosta kulutuksissa. Laskutus perustuu yleensä aina jonkin asennetun lämpöä tai sähköä säästävän laitteen energiamittaukseen.

ESCO ratkaisun hyvä puoli on se, ettei kohteen tarvitse itse sitoa pääomia. Käytännössä ratkaisevaa saattaa olla se, että päätöksenteko helpottuu mm. tytäryhtiöissä, kun investointilupia ei tarvitse hakea pääkonttorilta.

### **Allianssi sopii vaikeasti ennakoitaviin kohteisiin**

Uusinta uutta on allianssiurakka, jossa tilaaja, suunnittelijat, päätoteuttajat ja muut tarvittavat osapuolet muodostavat projektiorganisaation, joka toteuttaa hankkeen, riskit ja mahdollisuudet jakaen. Tavoitteena on joustava toteutusmuoto tuottavuuden lisäämiseksi, asiakaslähtöisyyden lisäämiseksi ja osapuolten intressien yhdistämiseksi. Sopivin malli lienee hankkeissa, jotka ovat monimutkaisia ja sisältävät yksityiskohdissaan vaikeasti ennakoitavia teknisiä tai olosuhteisiin liittyviä riskejä. Allianssimallissa palkkio luonnollisimmillaan on tavoitehintatyyppinen. **Allianssien sopimusmalleissa on vielä kehittämistä.** Allianssiryhmässä korostuu ammattitaito ja jopa innovaatiokyky. Toistaiseksi alliansseja on tehty vain poikkeuksellisissa rakennusprojekteissa, esimerkkinä Tampereen rantatietunneli.

### **Uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen**

LVI-alan painopiste on 2000-luvulla siirtynyt korjausrakentamiseen. 1960- ja 1970-luvulla tehdyissä rakennuksissa on putkipuolella iso korjausvelka. Tämä kohdistuu eri puolille rakennettua ympäristöä. Asia käy ilmi ROTI-selvityksen raportista "**Rakennetun omaisuuden tila 2015**". Korjausrakentamisen tekniikkaa yritetään kehittää ja systematisoida. Vielä 2015 on julkisuuteen tuotu esimerkkejä sekä erittäin hienosti onnistuneista putkistosaneerauksista että painajaismaisista projekteista, joissa osaaminen ja tiedottaminen ovat epäonnistuneet pahemman kerran.

Korjausurakoita on teetetty samantapaisilla sopimuksilla kuin uudisrakennusurakoita. Viimeaikoina korjausrakentamispuolellekin on ollut tulossa KVR-urakat. Ihan hyvä, jos tilaaja pystyy määrittelemään laatutavoitteet ja valvomaan, että ne saavutetaan. Muutoinhan kyse on sopimuksista, joissa toiselle osapuolelle annetaan avoin valtakirja tehdä mitä haluaa, kunhan ei ihan viranomaismääräyksiä riko - ainakaan ilmiselvästi.

KVR-urakoista eli TS-urakoista (TS = suunnittelu ja toteutus) erikoisuutena on vielä ns. ranskalainen urakka, jossa sovitaan loppusumma ja urakoitsijat kilpailevat sillä, keltä saa korjaus- ja uudistustyötä eniten samalla summalla.

Korjausrakentamisen oheen on tullut energiaa käytön vähentämiseen tähtäävät projektit, joista tyypillisiä on siirtyminen lämpöpumpputekniikkaan. Asuinkerrostalojen siirtyminen koneellisen tuloilman käyttöön sisältää vielä suuren säästöpotentiaalin ja sisäilman parantamismahdollisuuden.

Suurimpien LVIS-urakoitsijoiden korjausrakentamisen liikevaihto 2014 oli seuraava (pyöristettynä milj. €):

Consti Talotekniikka	82
Aro System	42
Halmesvaara-konserni	19
Amplit	13
LVIS-Hokka	11
LVI-Trio	10



Vanhojen suojeltujen arvorakennusten korjaaminen ja saneeraaminen on oma taiteen lajinsa. Tässä vanha pyöreä ikkuna on otettu tuloilman käyttöön. (BHa)

### **Miksi uusia toimivaa tekniikkaa?**

Tavanomainen 1970- tai 1980-luvun tuloilmanvaihtolaitteisto on jo usein uusimisen tarpeessa tyypillisesti seuraavista syistä, jotka kuvaavat samalla alan kehitystä:

- ilmanottosäleikkö päästää vettä ja lunta läpi, mikä voi aiheuttaa häiriöitä ja mikrobikasvua suodattimissa, säleikkö voi imeä auringonpaisteella kuumaa ilmaa fasadin pinnasta
- ulkoilmapelti ei sulkeudu tiiviisti ja on lämpöeristämätön, aiheuttaa energiahukkaa ja patterin jäätymisvaaran
- sekoitusosassa peltien toiminta ei ole lineaarinen ja kiertoilmaosa vuotaa, aiheuttaa energiahukkaa talvella ja liikalämpöä kesällä
- suodattimen erotusaste alhainen ja pinta-ala pieni, lyhyt huoltoväli, partikkeleita sisäilmaan

- patteri likainen tai osin tukossa, mitoitettu kuumemmalle veden lämpötilalle, ei jäähtyä paluuvettä kunnolla
- kostutin epähygieeninen, toiminta epätarkkaa tai koko laite tarpeeton
- jäähdytyspaterin otsapintanopeus liian suuri, pisarat lentävät puhallinosaan, välisosat säätöä varten puuttuvat, säätö epätarkka
- puhaltimen hyötysuhde alhainen, laakerit käyttökänsä lopussa, meluava, hihnäkäytöstä kumihiukkasia hengitysilmaan,
- äänenvaimentajasta lähtee kuituja hengitysilmaan, vaimennusteho heikko ja heikkenee koko ajan
- koko kone vuotaa konehuoneen ilmaa imupuolelta puhallusilmaan
- koneen liitännähäviöt korkeat johtuen tökeröistä kanavaosista
- suuresta otsapintanopeudestakin johtuen sähkön kulutus korkea ja tuloilma lämpenee
- kanavistossa suhisevia halpoja kauluslähtöjä haaroissa, nuohous vaikeaa luukkujen puuttuessa, on käytetty nuohouslaitteita vahingoittavia peltiruuveja
- palopellit epäluotettavia sulakepeltejä
- lämpöeristeitä puuttuu, jäähdytetty ilma lämpenee kesällä matkallaan useita asteita
- ilmanjako aiheuttaa vetoa ja ääntä
- säätölaiteisiin ei saa varaosia, ovat käyttökänsä päässä

## Urakoitsijoita

**Valintakriteerit: valtakunnallisesti merkittävä tai alan pioneeri.**

**Robert Huber/** Rob. Huberin Vesijohtokonttori/ Rob. Huber Osakeyhtiö 1879, ks Caverion Oyj.

**AB Vesijohtoliike Oy** per. 1904. Yhtyi 1921 Huberiin ja nimeksi otettiin AB Vesijohtoliike Huber Oy, ks. Caverion Oyj.

**Suomen Hissi ja Lämpöjohto Oy** per. 1912, lopetti 1860-luvulla?

**Kuopion Vesijohtoliike**, per. 1912 -1981, nimi ollut 1920-luvun puolivälistä Vesijohtoliike P. Nieminen.

**Oy Alfred Onninen Ab** per. 1913, ks, Are Talotekniikka Oy.

**Oy Radiator Ab** per. 1918 - 1968.

**Vesi ja Lämpö Oy** per. 1920, loppui 1950-luvulla?

**Oy Hydro Ab** per.1924 -1938.

**Oy Johto Ab** per.1924, kuului EKA-konserniin. Loppui 1990-luvulla?

**Keskuslämpö Oy - Centralvärme Ab** per, 1926 loppui 1960-luvulla?

**Termo Oy, ks. Onninen-Termo Oy/Are Oy.**

**Oy Suomen Puhallintehdas Ab**, ks. Valmistaja /Fläkt Woods Oy.

**Koja Oy** 1936, urakointi aloitettiin 1960-luvulla, ks. Consti Tekniikka Oy.



**ABB Fläkt Oy**, ks Caverion Oyj ja Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**Oy Aerator Ab** (1949), ks. Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**LVI-Helin Oy**, per. 1960-luvulla, konkurssi 2013.

**Ilmateollisuus Oy**, per. 1970-luvulla, ks Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**Are Talotekniikka Oy**, aloitti 1924 nimellä Keski-Suomen Sähköliike. Nimi Are O otettiin 1938. 1995 Siihen sulautettiin Onninen-Termo Oy ja Onninen Oy keskittyi LVIS-tukkukauppaan. Onninen aloitti 1913 toiminimellä A. Onninen. Tukkukauppa aloitettiin jo 1920-luvulla. 1927 toiminnan siirryttyä Helsinkiin otettiin nimeksi Vesijohtoliike Onninen. 1970-luvulla ??? siihen liitettiin putkiliike Termo Oy, jolloin muodostui Onninen-Termo Oy.

**Teknillinen Hankkija** aloitti kylmäalan toimintansa 1906, jolloin esitteli messuilla meijerin jäähdytysjärjestelmän. Toiminta laajeni 1920-luvulla sähköasennuspuolelle. Hankkija teki 1985 fataalin virheen ostamalla Puolimatkan rakennusliikkeen. 1990 Hankkija-Yhtymän nimi muutettiin Novera-Yhtymä Oy:ksi. Asennustoiminta yhtiöitettiin tytäryhtiö Hantec Oy:ksi. Novera-Yhtymä Oy teki konkurssin tuli 1992. LVIS-asennustoimintaa jatkamaan perustettiin Tekmanni Oy. Lemminkäinen Oy osti Tekmannin 2000 ja nimi muutettiin 2010 Lemminkäinen Talotekniikka Oy:ksi. Nimet vaihtuivat 2010: Tekmanni Oy:n ja Tekmanni Service Oy:n nimet vaihtuivat 2010. Lemminkäinen Talotekniikka Oy ja **Tekmanni Service Oy:n** uusi nimi oli **Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy**.

Tekmanni Oy:n tytäryhtiöt Tekmanni Uusimaa Oy, Tekmanni Tampere Oy, Tekmanni Pohjanmaa Oy, Turun Rakennusputki Oy ja Sähköliike Tekno Oy.

Oulun LVI-Ykkönen Oy, Oulun Kylmä-Ykkönen Oy, Oulun Saneeraus-Ykkönen Oy ja Kajaanin LVI-Ykkönen Oy fuusioitiin Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy:öön vuoden 2010 aikana. Palveluverkostoon kuului 35 toimipistettä. **Lemminkäinen Talotekniikka Oy myytiin Are Oy:öön 2014 ja nimi muutettiin** Are Talotekniikka Oy:ksi.

**YIT Talotekniikka Oy**, ks Caverion Oyj.

**Valmet-Ilmastointi**, ks. valmistajat/Valmet Oy.j

**Peko Konserni**, aloitti 1987 Tampereella Sähköpeko Oy:nä. On nykyään valtakunnallinen toimija. Myytiin 2015 suurelle ruotsalaiselle **Bravida**-konsernille.

**Consti Talotekniikka Oy** tunnettiin aiemmin nimellä Koja Tekniikka. Mansen Putki Oy, Espoon LVI-Sisustus Oy, Katajanokan Vesi ja Lämpö Oy, Putkireformi Oy sekä Nuohous- ja ilmastointipuhdistus Petri Valve Oy ovat yhdistyneet yhtiöön.

**Caverion Oyj**. Nykyisen YIT Oyj:n ja siten myös Caverionin historia alkoi 1912, kun ruotsalainen konsultoiva insinööritoimisto Allmänna Ingenjörbyrå Ab perusti Helsinkiin sivutoimipisteen. Suomalaiset liikemiehet jatkoivat toimintaa muodostamalla 1920 Ab Allmänna Ingenjörbyrå - Yleinen Insinööritoimisto Oy:n. Yleinen Insinööritoimisto kasvoi Suomen johtavaksi vesihuoltolaitosten rakentajaksi. 1930-luvun lopulla toiminta laajeni vedenhankintajärjestelmiin metsäteollisuudelle, 1940-luvun lopulla vesijohtoputkien maahantuontiin ja kauppaan sekä 1950-luvun puolivälissä myös muille rakentamisen alueille. 1970-luvulla YIT alkoi tarjota rakennustekniikan ydinosaamisensa lisäksi kiinteistöjen huoltoa ja kunnossapitoa sekä teknistä osaamista. YIT laajensi toimintaa myös teräsrakenteiden ja teollisuuden putkistojen kunnossapitoon.

1995 YIT laajensi toimintaansa rakentamisesta kiinteistötekniikkaan ostamalla teollisuuden projekteihin ja huoltoon sekä putkitöihin erikoistuneen Huber Oy:n. Huber oli alansa johtava toimija Suomessa, ja sen kautta YIT sai jalansijaa myös Ruotsissa. Yrityskaupan myötä YIT:stä tuli rakentamisen ohella tärkeä kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluyritys. 2001 YIT osti ruotsalaisen talotekniikkaliiketoimintaa harjoittavan Calor Ab:n. Kaupan myötä YIT:stä tuli merkittävä teollisuusputkisto- ja lv-urakoitsija Ruotsissa.

2003 toteutunut ABB:n kiinteistötekniisten palvelujen yritysosto täydensi YIT:n vesi- ja lämpötekniikan osaamista ABB:n sähkö- ja ilmastointitekniikan osaamisella sekä toi mukanaan uutta liiketoimintaa Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Baltiassa ja Venäjällä.

Yrityskauppa kaksinkertaisti YIT:n henkilöstön. Kiinteistötekniisiä palveluita laajennettiin 2008 kuuteen uuteen maahan Keski-Euroopassa - Saksaan, Itävaltaan, Puolaan, Tsekkiiin, Unkariin ja Romaniaan - YIT:n ostettua MCE AG-yhtiön kiinteistötekniiset palvelut näissä maissa vuonna 2008.

YIT osti saksalaisen kiinteistötekniistä palveluliiketoimintaa harjoittavan Caverion GmbH-konsernin 2010. Liiketoiminta Keski-Euroopassa kaksinkertaistui ja YIT nousi Saksan toiseksi suurimmaksi kiinteistötekniisten palvelujen tarjoajaksi liikevaihdolla mitattuna.

Caverion Oyj syntyi kiinteistötekniisten ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT-konsernista itsenäiseksi konsernikseen 2013.

**UVL-Talotekniikka Oy**, per. 1972 nimellä Uudenmaan Vesi ja Lämpö Oy, myöhemmin tuli mukaan ilmastointi ym.

**Saipu Oy**, per. 1989. LVIS-urakoitsija, jolla on useita aluetoimipisteitä.

**EMC Talotekniikka**. alkujuuret 1925. Konserni, on muodostunut liittämällä yhteen merkittäviä alueellisia yhtiöitä.

**Lähiputki Oy**, per. 1966. Useita aluetoimipisteitä.

**Quattro Mikenti Group Oy**, per. 2013 yhdistämällä Mikenti-yhtiöt (per.1990-luvulla) ja Quattro Services Oy:n. Laajaa talotekniistä toimintaa Suomessa ja ulkomailla.

**Aro-Systems Oy**, per. 1954. LVI- ja sähköurakointia.

**Halmesvaara-konserni**, per. 1968. Erikoistunut korjausrakentamiseen. Myytiin 2015 ruotsalaiselle Bravidalle.

**Amplit Oy**, per. 1987 ensin sähkö- ja teleurakointiin.

**LVIS-Hokka Oy**, per 1980-luvulla.

## Suunnittelu

### Arkkitehdit ilmastointisuunnittelijoina

Varhaisimmat keskusilmanvaihtolaitokset olivat painovoimalla eli lämpötilaeroilla toimivia yhdistettyjä ilmanvaihto- ja ilmalämmityslaitoksia. Ilma lämmitettiin kellarissa välillisesti ja johdettiin muurattuja hormoneja pitkin huoneisiin. Osa ilmasta saatettiin kierrättää paluuilmahormeja pitkin takaisin. Poistoilmahormit olivat korkeita savupiippuvoiman aikaansaamiseksi. Hormistot vaativat myös paljon tilaa ja vaikuttivat rakennusten runkoihin. Arkkitehti teki suunnitelmat eli mitoitukset ja piirustukset.



Helsingin Senaatintorin rakennusten kaloriferjärjestelmät suunnitteli Saksasta Pietarin kautta Helsinkiin muuttanut arkkitehti Carl Ludvik Engel. Ohessa on vuodelle 1830 päivätty rakennuksen lämmitysjärjestelmän selostuksen kansilehti. Dokumentti sisälsi mitoitusperusteet ja laskelmat taulukoineen. Kuva Senaatti-Kiinteistöt /Muttalainen.

### Vesi ja höyry vaativat erikoistunutta LVI-taitoa

Sahoilla höyryn käyttö alkoi jo 1860-luvulla. Sitä ennen saatettiin höyryä käyttää jo loppupaperitehtailla arkkien kuivattamiseen. Sittemmin höyryosaamista tarvittiin liki joka tehtaassa vähintään voiman tuottamiseen koneille. Höyry oli voimalähde myös laivoissa ja rautateillä. Vesikeskuslämmitysten ja käyttövesiputkistojen asentaminen vaati sekin erikoistumista 1800-luvun loppupuolella.

Vesikeskuslämmityslaitosten ja samaan aikaan rakennettujen vesi- ja viemärlaitoksien suunnittelijoina toimivat urakoitsijat, maahantuojat ja maahan tulleet. Monet urakointiyritysten johtohenkilöistä perustivat omia erillisiä suunnittelutoimistoja. Suunnittelun apuvälineitä eli taulukoita ja käyrästöjä pyrittiin pitämään salassa kilpailun vaikeuttamiseksi, mutta tietotaito levisi väkisin ulkomailta alan kirjallisuuden ja laitevalmistajien kautta.

### Buumi alkoi maailmansodan jälkeen

Toisen maailmansodan jälkeen alkoi LVI-markkinoilla suuri volyymin ja teknisten ratkaisujen muutos: jälleenrakennus, 1960-luvulla alkanut muutto maalta kaupunkiin ja asutuskeskuksiin, ilmaston uudet ratkaisut, elementtirakentaminen, ulkomaisen tiedon leviäminen lehtien, kirjallisuuden, ulkomaan ekskursionien ja maahantuojien aktiivisen koulutustarjonnan kautta, LVI-alan opetuksen määrän ja laadun kasvu sekä pula-ajan päätyminen ja elintason nousu. Perustettiin uusia insinööritoimistoja, joita vetivät useinkin TKK:n saniteettilinjan käyneet diplomi-insinöörit. Näin alkoi vähitellen urakoinnin ja suunnittelun eriytyminen, joskaan se ei ole koskaan täysin loppunut ja tuskin tulee loppumaan.

Keski-Euroopassa ja USA:ssa yleinen tapa, jossa suunnittelijat ovat vahvasti liittoutuneet laitevalmistajien kanssa ja toimivat arkkitehtitoimistojen alihankkijoina, ei ole menestynyt Pohjoismaissa. Suomessa LVI-suunnittelutoimistot pyrkivät toimimaan neutraaleina ja itsenäisinä, laitevalmistajista ja urakoitsijoista riippumattomina asiantuntijaorganisaatioina. Tätä edellyttää myös Suomen konsulttialan liitto ry:n SKOL:in säännöt. Näin suunnittelijat voivat tarjota asiakkaalle parhaita räätälöityjä ratkaisuja.

### Suunnittelutoimistot erikoistuivat

Suunnittelutoimistojen osaamisen ongelmia on kautta aikojen ollut erityiskohteiden luonteen ja erityisesti ilmaa kuormittavien tekijöiden sekä tilankäytön rajoitusten tunteminen. Tämä on näkynyt erityiskohteissa kuten teollisuuskohteissa, terveydenhoitolaitoksissa, uimahalleissa, kalliosuojissa ja tuotantoeläintiloissa. Rakennuttajat ovat osanneet vain harvoin antaa numeerista tietoa mitoitusperusteiksi. Lähtötietojen tunteminen kokemuksesta tai hankkiminen olemassa olevista kohteista mittauksin ja haastatteluin on tärkeää. Tämä taas on saattanut olla hankalaa esim. kilpailevien teollisuusyritysten kohdalla. Riittävä osaaminen

taataan erikoistumalla esim. teollisuuden toimialoihin, jolloin kukin toimeksianto lisää osaamista.

Suunnittelutoimistojen itse suorittamat valmiiden laitosten vastaanottomittaukset ovat tärkeä tapa saada palautetta. Tätä eivät ihan kaikki rakennuttajakonsultit ole oivaltaneet. Luottamus suunnittelijoiden moraaliin on johtanut siihen, että samaa LVI-suunnittelijaa ovat voineet pahimmatkin keskenään kilpailevat asiakkaat käyttää pelkäämättä kriittisten tietojen leviämistä.

### **Kentän tuntemus ja ideoiden myyntitaito Akilleen kantapäitä**

Laitosten hoidon, huollon, korjaamisen ja muunneltavuustarpeen huomioonottaminen ei ole ollut koko alan parhaita puolia. Pakollista kunnossapitoharjoittelua ei opetukseen ole kuulunut. Lisäksi ongelmana on myös ideoiden ja ratkaisujen markkinointitaidon puute. Vielä 1970- ja 1980-luvulla ei ollut tavatonta, että suunnittelukokouksesta palannut suunnittelija valitti, ettei arkkitehti antanut konehuoneelle tai reitityksille riittävästi tilaa. Toki tuolloin oli vielä arkkitehteja, joiden asema oli jumalasta seuraava. Pääsyy ongelmiin oli kuitenkin LVI-suunnittelijoiden argumentointitaidottomuus. Erityisesti ilmanvaihtokoneita sijoitettiin surkeisiin loukkoihin porraskäytävien tai tuulikaappien päälle, komeroihin yms. paikkoihin, joissa paitsi asentaminen, ennen kaikkea asiallinen huolto ja hoito olivat tilanpuutteen takia ylivoimaista. Sittenkin jo rakentamismääräykset ovat antaneet selkänöjää tiettyjen tilojen varaamisessa LVI-teknisissä huoneissa. Muutenkin eri järjestelmä- ja laiteratkaisujen esittely asiakkaalle on ollut alkeellista; kunnolliset arvoanalyysit ovat olleet harvinaista herkkua.

Arkkitehtien asenteet LVI-tilojen tarpeeseen yms. muuttuivat viimeistään 1990-luvun alun lamassa, jolloin alaan iski työttömyys ja moni joutui vaihtamaan ammattia. Yritykset päästä esim. Saksan markkinoille epäonnistuivat pääsääntöisesti täysin. Siellä rakentamiskulttuuri ja määräysviidakko ovat sellaiset, ettei ilman useiden vuosien opiskelua ole mitään onnistumisen mahdollisuutta liittoutumatta paikallisen toimiston kanssa. Niinpä suunnittelualalla tasa-arvoisuus ja hyvä tiimihenki on vakiintunut.

### **Faaraoiden aika väistyi**



Tyypillinen suunnittelutoimiston miljöö 1970-luvun aluissa (Kuva Granlund Oy)

Suunnittelumenetelmät pysyivät verraten samoina faaraoiden Egyptistä lähtien 1900-luvun alkuun saakka. Tällöin käytännön suunnittelutyötä alkoivat helpottaa piirustuskojeet, mekaaniset laskukoneet, laskutikut ja dokumenttien uudet kopiointimenetelmät. Tämän jälkeen kehitys meni eteenpäin pienin askelin. Jo 1960-luvun puolella saatettiin Tukholmassa "Fläktillä" teettää huoneiden ATK-lämpötilasimulaatioita erilaisilla ikkunaratkaisuilla, mutta samaan pääsi karkeasti myös käsilaskelmin, kun auringon säteilytehotiedot ja ikkunoiden varjostuskertoimet olivat tiedossa. Myös Ekonossa käytettiin tuolloin tietokonetta ilmanvaihdon perustoimintojen selvittelyssä.

## ATK mullisti alan

Juha Gabrielsson esitteli jo 1960-luvun puolivälissä LVT-Lehdessä, miten Ekonon tietokoneen avulla voi näppärästi laskea rakennuksen lämpöhäviöitä. Toki niiden laskeminen käsimenetelmilläkin sujuu, jos ymmärtää mitä tekee eli osaa ottaa huomioon kylmäsiilat ja ilmapuodot. Näiden vaikutus voi olla 20 % lopputulokseen. Käsin ne on ohjelmiinkin syötettävä.

Varsinainen suunnittelun luonteen rysäys alkoi 1980-lvulla, kun PC-koneet yleistyivät. Ensin niille laadittiin laskentaohjelmia ja sitten CAD-ohjelmia, kun koneiden kapasiteetti parani ja hinta halpeni. Toki jotkin suunnittelutoimistot olivat investoineet suuria summia UNIX-käyttöjärjestelmällä toimiviin keskuskoneisiin ja työasemiin, mutta kustannus- ja laatuhyöty oli vähintäänkin kyseenalainen. Aluksi 1980-luvun puolella PC-koneille sovelletuilla CAD-ohjelmilla laadittiin virtaus- ja toimintakaavioita. Taulukkolaskentaohjelmalla (ensin Lotus 1-2-3, sittemmin Excel) laskettiin putkistojen painehäviöitä.

Tasopiirustusten laatiminen CAD:llä pääsi vauhtiin 1990-luvun alussa. ATK-sovellukset olivat aluksi varsin alkeellisia ja työläitä käyttää. Pienet ruudut ja mutkikkaat valikot vaativat hyvää näköä ja vahvoja hermoja. Niska- hartiasäryt yleistyivät. Suunnitelmien ratkaisujen ja etenemisen seuraaminen vaikeutui ratkaisevasti verrattuna piirustuslautatyöskentelyyn. Laudalla olevasta piirustuksesta näki jo kauempaa, mitä oli tekeillä, jolloin työn ohjaaminen oli helppoa. Pienellä ruudulla olevasta kuvasta on vaikea saada olan yli kurkistelemalla selkoa. Sittemmin näyttöruutujen koko ja määrä on kasvanut niin, että monella suunnittelijalla on jo kolme ruutua, mutta ollaan edelleen kaukana piirustuslauta-ajasta.

### Mutta miten kävi naisten - ou est la femme?

Kirjoituskoneiden kehittyminen 1800-luvun lopulla on sanottu olleen päätekijöitä naisten pääsyyn toimistotyöhön. Isommissa suunnittelutoimistoissa oli erillinen konekirjoittamo ja pienemmissäkin sihteereitä. Suunnittelijat piirsivät luonnoksensa kuultopaperille, josta useimmiten naispuoliset puhtaaksipiirtäjät jäljensivät ne tussilla kopiointikelpiselle erikoispaperille tai muoville. Parhaat piirtäjät korjasivat myös suunnitelmien pikkuvirheet. Sihteerit ja piirtäjät huolehtivat usein myös työselitysten ja muiden asiakirjanippujen monistamisesta työvaltaisilla vahas- tai spriimonistuskoneilla.

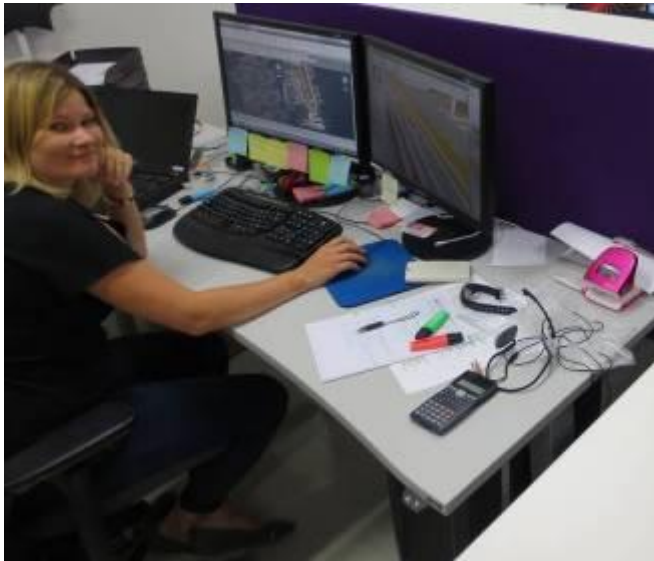


Vielä 1970-luvulla toimistoissa oli esteettinenkin puoli kunnossa, Ins. tsto Kontestin hehkeää mutta samalla erittäin ammattitaitoista henkilökuntaa 1972. (BHa)

PC-koneitten tulo 1980-luvulla hävitti ensin puhtaaksikirjoittajat ja sihteerit. Suunnittelijat ja johtajat opettelivat kirjoittamaan PC:llä. Varsinainen CAD-suunnittelu vähensi piirtäjien tarvetta. Jäljelle jääneistä piirtäjistä tuli avustajia eli assistentteja. Joistakin kehittyi suunnittelijoita ja jotkut jatko-opiskelivat LVI-insinööriksi menestyen alallaan.

Suunnittelutoimistojen henkilöstön heilahtaminen lähes kokonaan miesvaltaiseksi tasaantui vähitellen myös sen takia, että alalle alkoi hakeutua naisia yhä enemmän. Alahan sopii mitä parhaiten naisille.





Suunnittelijan työpiste 2000-luvulla. Vähintään kaksi ruutua, läppäri ja mobiililaitteita. Mutta vielä tarvitaan muistiinpanopaperia, A4-arkkien lävistäjää ja taskulaskintakin. (BHa)

### Ohjelmat kehittyvät

Ohjelmatkin ovat parantuneet siten, että suunniteltavat laitokset perustuvat kaupan olevien osien käyttöön. Suunnitelman tuloksena syntyy myös materiaaliluettelo, mikä helpottaa tarjouslaskentaa. 3-D-mallinnuksen avulla voidaan estää törmäilyjä LVI-suunnitelman sisällä. Jos ja kun muitten osapuolien eli sähkö-, rakenne ja prosessisuunnittelijoiden CAD-järjestelmät ovat yhteensopivia, voidaan kaikki törmäystarkastelut ja huoltotilavaraukset tehdä laadukkaasti. Toisaalta erikoistapausten hoito lähinnä suurissa teollisuuskohteissa on vaikeutunut, kun sopivia vakio-osia ei ole olemassa. Detaljiirustusten laatiminen on työlästä ja niinpä niitä saatetaan jättää tekemättä. Vanha kunnon ruutupaperille tai skitsipaperille luonnostelun taito on unohtunut.

### Työmäärä kasvanut

Suunnittelun työmäärä kasvaa mallinnusten ja törmäystarkastelujen johdosta valtavasti. Käytännössä työmailla käytetään malleja pian asennuspiirustuksina, nehan ovat millimetrin tarkkoja. Toisaalta tilaajatkin edellyttävät että kun malli on, kohteet myös tehdään mallin mukaan.

Kun mallin työstäminen on työlästä, aika monessa nykyään käytettävässä urakkamuodossa (esim. tavoitehintaurakka) olisi tärkeää sitoa toteuttaja riittävän ajoissa hankkeeseen, jotta ehditään ottaa suunnittelussa huomioon myös toteuttajan osaaminen, ennen kuin työläs malli rakennellaan. Käytännössä eletään kuitenkin toistaiseksi vaiheessa, jossa mallia muutellaan jälkikäteen ja suunnittelutyö/kustannus kasvaa oleellisesti.

### Varmanpäälle vai optimoiden mutta rima väristen

Suunnittelualan ikaikainen kysymys on ollut miten optimoida ratkaisut asiakkaan kannalta. Jos haluaa välttää ikäviä yllätyksiä, olisi selvintä ylimitoitaa ratkaisut ja varustaa ne periaatteella vyö ja henkselit. LVI-suunnittelun lähtötiedoissa on aina epävarmuutta. Kuka tietää paljonko sisäilmaa kuormittavaa lämpökuormaa tai emissioita tulee olemaan, paljonko rakenteiden tai ovien kautta vuotaa ilmaa, miten ja kuinka nopeasti olosuhteet rakennuksessa tulevat muuttumaan eli paljonko tarvitaan muutosjoustavuutta ja varauksia.

Varsinkin ilmastoinnin tehtävä on muista aiheutuvien virheiden kompensointi. Rakennusten tarkoitus ei ole vuotaa lämpöä tai ilmaa ulos tai päästää aurinkolämpöä sisälle. Koneitten laitteiden ja laitteiden tehtävä ei ole tupruttaa yllämpöä tai aiheuttaa emissioita. Kun näin kuitenkin on, tarvitaan ilmastointia virheiden korjaamiseksi. Usein sisäilman kuormituksen arviointi on vaikeaa ja suunnittelija joutuu tasapainottelemaan ylimitoituksen ja kustannusten kurissa pitämisen kanssa.

Ylikorostunut vastuu jälkikäteen tarvittavista muutoksista voi johtaa totaaliseen ylimitoitukseen. Muutoinkin tulevaisuuden toimintojen etukäteisarviointi on ollut ja tulee olemaan ikuinen kysymys. Tekninen kehitys varsinkin toimitilojen prosesseissa vain kiihtyy. ATK-pohjaisista lämpötila- ja ilmavirtasimuloinneista ei ole paljon iloa, jos lähtöparametrit eivät pidä paikkaansa. Suunnittelija joutuu käytännössä aina tekemään päätöksiä asiakkaan puolesta. Välillä tämän yhteyden ovat jotkin rakennuttajakonsultit unohtaneet.

Suunnittelijat on opetettu säästämään materiaalia, käyttöhyödykkeitä ja tilaa. Suunnittelijan työmäärä ja riskit pienenisivät käyttämällä suuria varmuuskertoimia ja varaamalla väljät tilat tekniikalle. Asiakkaat eivät useinkaan osaa ratkaista jatkuvasti esiin tulevia valintaongelmia. Ihanne olisi, että ainakin merkittävät valinnat hyväksytettäisiin asiakkaalla, mutta tähän kireiden aikataulujen vallitessa ei sen paremmin asiakkaalla kuin suunnittelijallakaan ole useinkaan aikaa. Suunnittelijan on toimittava asiakkaan luottamusmiehenä.

### **Ja se kiire**

Ennen atk-kautta suunnitelmapiirustukset lähetettiin kopiolaitoksille kopioitavaksi, jolloin saattoi mennä päiviä ennen kuin asiakas tai yhteistyökumppani sai kopiot. Tämä antoi pientä pelivaraa viilata ratkaisuja, jos yön yli nukuttua välähti jotain oleellista mieleen. Nykinen atk-suunnittelu ja suunnitelmien lähettäminen suoraan tarvitsijoille ja pilveen projektitietopankkiin ei sisällä viiveitä. Erityisesti projektinjohtourakoissa onkin RALA:n keräämien palautetietojen perusteella laatuongelmia, kun rakennusta rakennetaan ja suunnitelmia laaditaan yhtä aikaa.

Rakentamisessa saattaa tulla tilanteita, että pysyminen aikataulussa on tärkeämpää kuin tehdä kaikki huolellisesti. Voidaan arvioida, että tehdään sitten korjaukset jälkikäteen. Joissakin teollisuusprojekteissa tämä on johtanut siihen, että edistyminen työmaalla on ollut välillä jossakin kohtaa negatiivista eli on purettu väärin lähtötietojen aikaansaamia ratkaisuja. Kuitenkin kokonaisuutena on edistytty. Rakennusalalle on tyypillistä, että muutetaan osin keskeneräiseen rakennukseen. Säättämättömien LVI-järjestelmien ongelmat voivat leimata koko rakennuksen pitkäksi aikaa, vaikka ongelmat korjataan.

### **Painopiste energiaan**

Suunnittelijoiden roolit ovat muuttuneet ja muuttuvat jatkossakin energiapainotuksen kasvaessa. Energia-asioita tutkitaan ja simuloidaan aina vain aikaisemmassa vaiheessa suunnittelua. LVI-suunnittelija on luonteva osapuoli tämän "energiakonsultoinnin" hoitajaksi/osaajaksi. Karrikoiden: rakennuksen massoittelua tai ikkunoiden suuruutta ei määrääkään jatkossa vain arkkitehti, vaan energia-asiat.

### **Palotekniikka noussut pinnalle**

Palosuunnittelussa tai paloturvallisuuden kokonaisuuden hallinnassa on potentiaalia. Periaatteessa pääsuunnittelija on vastuussa suunnitelmien yhteensovittamisesta, mutta paloturvallisuus moninaisine keinoineen ei käytännössä ole pääsuunnittelijoiden parasta osaamisaluetta. Paloturvallisuuden tekniikka jakautuu kaikille suunnitteluosapuolille ja limitty/liittyy osin toistenkin tekniikkaosa-alueelle. Päävastuullista ei käytännössä ole ja kohteet monimutkaistuvat koneellinen savunpoistoinen ja paineistuksineen. Kun aiemmin tiedon puuttuessa tyydyttiin hallimaisissa tiloissa tai auloissa katolla oleviin savunpoistoluukkuihin tai seinillä oleviin ikkunoihin, vaatii toimiva savunpoisto useinkin koneellista ratkaisua, jossa myös korvausilman tulo on mietitty loppuun asti. Poistumisteiden paineistaminen on vihdoinkin ymmärretty oikeaksi ratkaisuksi sen sijaan, että aiemmin poistumisteille järjestettiin alipaine eli juuri sinne vedettiin savukaasut.

### **Kilpailuttamisen vähintään kahdet kasvot**

Suunnittelutöitä on kilpailutettu enemmän tai vähemmän. Kilpailuttamisessa on aina ollut ongelmana se, miten varmistaa se, mitä saa. Jos varattu raha on liian tiukka, tingitään työmäärästä, vaikka juuri suunnitteluvaiheessa rakennuksen kustannukset käytännössä määräytyvät 90 prosenttisesti.

Suunnittelun kilpailuttaminen on järkevää, jos laatutasot pystytään määrittelemään selkeästi tavalla tai toisella. Usein on kuitenkin niin, ettei tilaaja tunne kovinkaan tarkasti laatukäsitteen

eri puolia eli laadun jakaantumista itse teknisen lopputuloksen laatuun, asiakirjojen laatuun ja palvelun laatuun. Jotkin julkiset rakennuttajat ovat yrittäneet antaa myös toiminnan laadusta pisteitä, mutta arviointi on epämääräistä ja pisteiden merkitys usein pieni. Halvalla suunnittelevat saattavat tinkiä detaljiirustusten määrästä ja tasosta ja työvoiman pätevyydestä.

Kokeneet ja laadukkaat rakennuttajat käyttävät luottosuunnittelijoita ja tiimejä, jotka osaavat toimia yhteistyössä ja hyvä lopputulosta tavoitellen ilman erityistä ohjaamista ja valvomista,

### **Suunnittelutoimistoja**

Valintaperuste: koko on vähintään 10...15 työntekijää tai muutoin alla positiivisesti tunnettu.

Voima- ja polttoainetaloudellinen yhdistys **Ekono**, per. 1911 Nimenä myös Ekono Oy, konkurssi 1993, osia liitettiin silloin Pöyry Oy:öön, jossa toimi **JP-Talotekniikka Oy**, kunnes tämä myytiin Swecolle ja nimi JP poistui. Sen jälkeenkin Pöyry Oyj:llä on jonkinasteista LVI-suunnittelua.

**Suomen Talokeskus Oy**, per. 1922, (nykyisin Talokeskus Yhtiöt Oy), toimi aluksi pääosin kiinteistöväilytyksessä ja julkaisualalla aloittaen mm. Suomen Kiinteistölehden julkaisun. 1930-luvulla aloitettiin myös lämmönkulutuksen tarkkailupalvelut. 1960-luvulla tuli mukaan LVI-suunnittelu ja talonmiestehtävät. Myöhemmin on laadittu kiinteistötiedon hallintaohjelmisto Tampuuri, jota hoitaa Agenteq Solutions Oy. Suomen Talokeskus Oy:n toimialaan kuuluvat korjausrakentamisen suunnittelu ja ylläpidon asiantuntijatehtävät sisältäen mm. tarkastus- ja asiantuntijapalveluita.

**Pöyry Finland Oy**, ent. Pöyry Consulting Oy (ent. Jaakko Pöyry Oy) per, 1958.

**Sassicon Oy** per. 1962 (ent. Ins. tsto Kalevi Sassi).

**Insinööritoimisto Esko Serimaa**, 1960 myöh. **Ins. tsto Kontest**. 1973 jakaantui kahtia: **Ins. tsto LVI-Kontest** ja **Ins. tsto Esko Ruuska**. Molemmat ovat jo lopettaneet toimintansa.

**Ins. tsto Erkki Leskinen Oy**, per. 1960.

**Granlund Oy**, Suomen ylivoimaisesti suurin talotekniikan suunnittelutoimisto:

Insinööritoimisto Olof Granlund Antti Oksanen Ky 1960 - 1977

Insinööritoimisto Olo Granlund & Co Ky 1978 - 1981 Antti Oksanen kuoli 1977 ja kaksi muuta henkilöä tuli yhtiömieheksi

Insinööritoimisto Olof Granlund Ky 1982 - 1990 Em. yhtiömiehet jäivät pois

Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 1991 - 2013 Olof Granlund myi yrityksen 1989 viidelle yrityksessä pitkään toimineelle ja se muutettiin osakeyhtiöksi.

Granlund Oy 2014: käytännössä vain nimi muutettiin lyhyempään ja jo normaalisti käytössä olevaan muotoon

Granlundin lukuisat aluetoimistot ovat emoyhtiön tytäryhtiöitä, joista emoyhtiö omistaa osakeenemmistön. Kokonaishenkilömäärä (2015) on noin 530.

**Ins. tsto Leo Maaskola Oy**, per. 1956.

**Ins. tsto Åke Jokela Oy**, per. 1953.

**Ins. tsto Matti Niemi**, per. 1970-luvulla, myöh. **Niemi & Co Oy** liitettiin 2007 Sweco Talotekniikka Oy:öön ja nimi poistui.

**Lämpötekniinen toimisto Calor Oy**, per. 1961.

**Lämpöteknillinen Insinööritoimisto LIT**, per. 1960, lopetti toimintansa 1970-luvulla.

**Ins.tsto Äyräväinen Oy**, per. 1972.

**LVI-ins.tsto Teppo Vainio**, per. 1970, alun perin Insinööritoimisto Vainio & Chydenius, myöhemmin Insinööritoimisto Vainio T Oy, ks myös Chydenius Oy.

**LVI-ins.tsto Raimo Chydenius**, 1970 lähtien Insinööritoimisto Chydenius Oy, myytiin Air-Ix Oy:lle ja edelleen 2012 Swecolle.

**LVT-Insinööritoimisto Oy**, per. 1960-luvun lopulla Lopetti 1980-luvun alussa.

**PI-Consulting Oyj**, per. 2000-luvun alussa, tytäryhtiö **Projekti-Insinöörit Oy**, per. 1971, myyty 2003 **Sweco Ab**:lle, on Sweco Industry-ryhmän osa.

**Ins. tsto Air-lx Oy**, per. 1970 (ent. Ins.tsto Timo Heliövaara Ky). Air-lx-Suunnittelu oli 1980-luvun lopussa 400 työntekijän toimisto. Liitettiin 2007 Sweco Talotekniikka Oy:öön ja nimen käyttö on loppunut.

**Finnmap Consulting Oy**, per. 1993, kuuluu nykyään Swecon FMC Groupiin.

**LVI- ja sähkökonsultit Hepacon Oy**, per. 1978.

**Ins. tsto AX- LVI Oy** (aputoiminimi AX-Suunnittelu), per.1993. Perusti joukko Ins.tsto Air-lx Oy:n henkilöstöä Ekono Oy:n konkurssin edellä.

**Optiplan Oy**, per. 1989, syntyi Hankkija-Yhtymän suunnitteluosastosta.

**Projectus Team** Lämpöteknillinen Insinööritoimisto Oy, per.1992, aputoiminimi Lämpöteknillinen Insinööritoimisto LIT, vuodesta 2000. Myytiin 2015 Ramboll Finland Oy:lle.

**Ramboll Finland Oy**, iso tanskalainen säätiön omistama konsulttiyritys, joka osti ensin infra- ja rakennustekniikan konsulttitoimistoja ja myöhemmin täydensi paletiaan talotekniikkapuolelle ostanalla mm. Projectus Teamin ja sitä aiemmin Pöyryltä JP-Talotekniikka Oy:n.

**Sweco Talotekniikka Oy**, kuuluu isoon ruotsalaiseen konsulttiyritykseen, joka on ostanut Suomesta mm. FMC Group Oy:n (Finnmapin) ja sen mukana esim. Air-lx Oy:n.

### **Energiansäästöprojektit käyvät kaupaksi taantumassakin**

LVI-alalla energiansäästö on ollut aina kuvassa mukana. LVI-tekniikallahan joudutaan korjaamaan rakennustekniikan puutteita kuten ilmapuotoja ja lämpöhäviöitä. Työlästä ja jopa ympäristöä tuhoavaa puulämmitystarvetta on pyritty vähentämään.

Pala palalta on pyritty kehittämään vähemmän lämpöä kuluttavia laiteita kuten parempiyhtösuhteisia kattiloita, polttimia, ilmanvaihtokoneita, vettä säästäviä kalusteita ja parempia lämpökeskusten ja lämmittimien säätölaitteita. Öljykriisin tuloksena 1970-luvun alkupuolella alettiin kerätä tarkempaa tietoa erilaisista säästökeinoista. Tähän liittyi myös Sitran rahoittama Rakennusten suuri energiansäästötutkimus, jonka tuloksena syntyi korkealuokkaisia raportteja eli käytännössä säästöoppaita.

Rakennusmääräyskokoelman luonti 1970-luvulla alkoi tehokkaasti ohjata kohti pienempää kulutusta. Kehityksen on arveltu jo karanteen käsistä 2010-luvulla, jolloin parin vuoden välein on ilmestynyt uusia määräyksiä. Näin ollen samanaikaisesti valmistuvat rakennukset voivat olla rakennetut kolmen eri energiatehokkuusvaatimuksen mukaan riippuen siitä, milloin rakennuslupa on saatu ja rakentaminen aloitettu. Tämä on tietysti sietämätöntä.

Isoja kokonaisvaltaisia energiansäästöprojekteja ei kuitenkaan ole tunnustettavissa ennen 1970-luvun loppua. Silloin käynnistettiin Saab-Valmetin energiansäästöprojekti, josta esitettiin televisio-ohjelma. Jatkoa sille oli koko Valmet-konsernia koskeva säästöprojekti, jonka tuloksena syntyi oppikirja "Energiankäytön tehostaminen konepajateollisuudessa." Kauppa- ja teollisuusministeriö alkoi tukea eri osa-alueitten säästöoppaiden tekemistä.

Myöhemmin Neste Oy käynnisti massiivisen säästöopassarjan teon. Säästöprojektien taloudellinen tuki hiipui kuitenkin 1980-luvulla, mutta alkoi uudelleen 1990-luvulla, jolloin 1993 perustettiin myös energiansäästön palvelukeskus Motiva. Ensimmäinen johtaja oli **LVI-DI Seppo Silvonon**. Energiansäästökatselmustoiminnan kehittäjänä **LVI-DI Heikki Väisäsellä** oli suuri rooli.

Motivan aikana aloitettiin uudelleen säästöprojektien tukeminen. Tällöin luotiin energiansäästösopimuskäytäntö, jolloin tietyillä ehdoilla sai tukea katselmusprojektin kustannuksiin. Motiva kehitti toisaalta projektien sisältöä koskevat ohjeistot sekä laati katselmoijille ja analyysintekijöille oppaita. Myös investointitukijärjestelmä kehitettiin. Sitten myös yksittäiset kiinteistöt ovat voineet hakea tukea säästöinvestointien rahoittamiseen. Osaltaan tukea on merkinnyt myös 1997 koeluonteisesti aloitettu

kotitaloustyövähennys, joka on koskenut hieman yllättäen myös lämpöpumppujen asennusta. Harmaan urakoinnin välttäminen on tässä auttanut energiankulutuksen pienentämistä.

Nykyään Työ- ja elinkeinoministeriö vahvistaa vuosittain energiakatselmustoiminnan yleisohjeet, jotka koskevat rakennusten ja tuotantolaitosten energiakatselmuksia ja -analyyskejä. Yleisohjeen lisäksi on erillisohje Uusituvan energian kuntakatselmukselle. Energiatuen myöntämisen edellytyksenä on energiakatselmuksen toteuttaminen Motiva Oy:n laatimien energiakatselmuksmallien ja niistä annettujen toteutusohjeiden mukaisesti.

### **Talonmiehestä aluehuoltoyritykseksi**

Ikivanha kiinteistöjen huolto- ja kunnossapitojärjestelmä on ollut talonmiehen palkkaaminen. Vielä 1960-luvulla talonmiehet olivat vallitseva käytäntö. Talkkarin tehtäviin kuului huolehtiminen ulkoalueiden ja rakennuksen yhteisten tilojen siivouksesta. Lumen luonti, pudotus katoilta, jään poisto ja hiekoitus pihalla ja jalkakäytävillä edellytti talvella toimia aamuvarkaisella. Vesipeltien korjaamiset ja erilaiset muut pikku korjaukset ja maalaukset, saunavuorolistan päivitys ja avainhuolto olivat tyypillisiä tehtäviä. Useinkin talonmiehen vaimo huolehti siivoustoimesta. Tärkeä tehtävä oli myös yleinen turvallisuudesta huolehtiminen eli mm. lasten opastaminen ja järjestyssääntöjen noudattamisen valvominen. Talonmiehet saattoivat tehdä myös säännöllisiä valvontakierroksia varkaiden tai toimintahäiriöiden havaitsemiseksi. Asukkaat saattoivat eri palkkiota vastaan teettää huoneistojen pikkuremontteja yms. Talonmies hoiti käytännössä myös joitakin nykyään isännöitsijälle kuuluvia tehtäviä.

LVI-tekniikka työllisti päivittäin. Alkujaan hyvin oleellinen, raskas ja likainen työ oli lämmityksestä huolehtiminen. Puulämmityksen aikaan puut oli pinottava pihalle tai varastoon, kuljetettava pannuhuoneeseen, ladattava kattilaan ja tuhka oli poistettava. Kattilan nuohous oli tehtävä muutaman viikon välein. Putkistojen pölyävät korjaukset ja jopa asbestipöly putkiremonttien yhteydessä olivat terveydelle tai hengelle vaarallisia.

Myös pienet huollot kuten vesihanojen tiivistepintojen hiomiset ja putkistotiivistysten vaihdot, liitosten kiristämiset ja viemäreiden avaamiset työllistivät. Vuosittain oli putkistosulut kierrettävä ääriasennosta toiseen, jotteivät jumiintuisi kiinni. Talonmies oli myös kattilahuoneen automaatiolaite eli sääti menoveden lämpötilaa tarpeen mukaan ja varautui lämmityksessä kylpy- tai saunailtoihin, jotta lämmintä käyttövettä riittää. Jätehuollon ja polttoaineen tilaaminen ja kuormien vastaanotto kuului tehtäviin.

Talonmiehen palkkio ei yleensä ollut kaksinen, mutta tyypillinen luontaisetu oli pieni työsuhteasunto, joka yleensä sijaitsi katutasolla, Talonmies oli pääsääntöisesti aina tavoitettavissa, mikä oli monen avaimensa unohtaneen tai hukanneen helpotus.

### **Ensin helpottui lämmitystyö**

Työtehtävät alkoivat muuttua jo 1920-luvulla, kun haloista siirryttiin hiileen tai kooksiin ja ne asianomainen toimittaja kippasi tai lapio luukun kautta suoraan kellarissa sijaitsevaan varastoon. Hiilen lapiointi kattilaan oli kuitenkin liikaavaa. Siirryttäessä 1950-luvulla öljylämmitykseen helpottuivat tehtävät edelleen ja kaukolämpö poisti käytännössä lämmitystyön kokonaan. Kiertovesipumppujen käynnistys hetkeksi kesällä viikoittain oli ja on tarpeen, jottei akselitiiviste kuivuisi ja alkaisi vuotaa.

Aluerakentamisen yhteydessä 1950-luvulta alkaen oli varsin luontevaa perustaa myös samanikäisiä rakennuksia varten aluehuoltoyritys. Lumitöitä varten alkoi saada koneita ja kehittyneitä välineitä. Avainhuolto jäi lukkoliikkeitten tehtäväksi. Rakennusautomaatio alkoi huolehtia LVI-tekniikasta. Nurmikoitten leikkaamisen saatiin tehokkaita koneita. Tasakatot eivät vaatineet lumenluontia ja lumiesteet pienensivät kaltevaltakin katolta lumen tippumista.

Siivouksen saattoi tilata erikoistuneelta yritykseltä. Putkikalusteiden vuotoherkkyys on pienentynyt eikä esim. vesikalusteiden vuoto ole tavallista. Nykyään ei kokonaisia putkilinjoja tarvitse sulkea kalustevaihdon takia, sillä kalusteet on pääsääntöisesti varustettu omilla huoltosulkuventtiileillä. Lavuaarien vesilukon pystyy nykyään ruuvaamaan auki kuka tahansa ja tarvittaessa voi käyttää kemikaaleja, enää ei tarvita huoltomiestä. Erilaiset tiivistykset ja



massaukset kestävät pitempään, saatavana on silikonin lisäksi polymeerejä ja korkealuokkaisia polyuretaanimassoja. Ulko-ovien lukotkin voivat sulkeutua kellon ohjaamina. Pumppuja pyöräytetään käyntiin kesäaikana automaation ohjaamana.

LVI-latteiden huolto on paloiteltu tekniikkalajin mukaan, on erikoistuneita palveluita putkistoilla, ilmanvaihdolle, jäähdytystekniikalle ja öljylämmittimille. Työvälineen ja henkilökohtaiset suojaimet ja turvavälineet ovat kehittyneet.

### Huoltotyötä piisasi

Vaikka 1930-luvun laitteet muistuttivat kovasti paljon tämän päivän laitteita, oli niiden tekniikassa oleellisia eroja. Esim. pumppujen ja puhaltimien laakerit tarvitsivat varsin säännöllistä rasvausta ja vaihteistot öljyä.

Remmien ja hihnojen kuin myös moottoreiden käyttöikä on noista ajoista ratkaisevasti noussut. Tiivisteiden ja vastaavien materiaalit ovat parantuneet. Puhaltimien ja pumppujen tasapainotuskin on edennyt. Silti kannattaa edelleen tutustua laakereiden käyttöikään ja esim. asennussuunnan vaikutuksen käyttöikään. Voi tulla yllätyksiä huoltovälien tiheydessä varsinkin suurempien puhaltimien kohdalla. Kuva KK.

O.Y. SUOMEN PUHALLINTEHDAS	<b>Käyttöohjeet</b> Potkurituulettajia, PFM järj. 7 ja 8 varten	
<p>Vaihtolaatikat lähetetään aina ilman täyteöljyä. Ennen käyntiinpanoa on siis vaihtolaatiko täytettävä öljyllä öljykorkeuden-osoittajalasin punaiseen viivaan asti. Sopiva öljy on: Gargoyle DTE extra heavy. Tarvittava öljymäärä on nähtävänä taulukossa.</p> <p>Öljypinta on tarkastettava kerran viikossa tuulettimen pysähdyttyä, jolloin öljyn pinta on nouseva punaiseen viivaan. Samalla on akselipäässä oleva <u>painekuulalaakeri</u> voideltava tarkoitusta varten olevan voitelukupin kautta.</p> <p>Ensimmäisen 200 tunnin käyttöajan jälkeen on uuden vaihtolaatikon öljykammio tyhjennettävä sekä puhdistettava. Tyhjennys on tapahtava kohta tuulettimen pysähdyttyä, jolloin öljy on lämmin sekä kevyesti juoksevaa. Tyhjennettyä on öljykammio huuhdottava bensooililla tai bensiinillä. Tyhjennystulppa asetetaan paikoilleen ja kammiot täytetään uudella öljyllä.</p> <p>Tuuletinta yhtäjaksoisesti (öisin, päivisin) käyttäen on vaihtolaatikon öljy uudistettava yllämainituilla tavalla aina kerran vuodessa tai 2400 käyttötunnin jälkeen.</p> <p>Yllämainitun öljyalaadun jäähmetyspiste on <math>-6^{\circ}\text{C}</math>. Jos siis tuuletin on asennettu ulkosalla on talvisin käytettävä kevyempää öljyä matalammalla jäähmetyspisteellä. Tarkoitusta varten ehdotamme Gargoyle Arctic oil C. heavy.</p> <p><u>Jos vaihtolaatikossa on vähänlaisesti öljyä, voivat hammaspyörät pilaantua muutamassa tunnissa.</u></p>		

### Talonmiehiä kyllä tarvittaisiin

Täysin eivät talonmiehet ole kadonneet. Huoltoyritykset eivät ehdi esimerkiksi lunta pyryttäessä yhtä aikaa joka paikkaan, talon silmälläpito ja lasten opastaminen ei onnistu etätöinä. Opastamista tarvitaan, sillä kaikki vanhemmat eivät osaa tai viitsi hoitaa osuuttaan. Talkkarin työ voi olla puolipäiväinen tai käsittää useammasta lähitalosta huolehtimisen. Ennen moni talonmies oppi ammattiinsa työssä tai lähisukulaiselta.

Nykyään työ edellyttää jo taitoja, joita on opiskeltava. Ammattioppilaitoksissa on tarjolla kiinteistöhoitajan tutkinto LVI-tekniikan peruskurssilla. Vaihtoehtona on myös oppisopimuskoulutus tai aikuiskoulutuskeskuksen kurssi. Työ on itsenäinen, vaatii ahkeruutta, omatoimisuutta ja monipuolista teknistä ammattitaitoa. Ihmistuntemuksesta on apua; talonmieshän joutuu tulemaan toimeen kaikenlaisten ihmisten kanssa.

### Rakennusten vesijohtokalusteiden varustelussa toivomista kautta aikojen

Arkkitehtien ja LVI-suunnittelijoiden ydinosaamiseen ei ole koskaan kuulunut huolto- ja hoitopuolen tuntemus. Tämä näkyy siinä, että piha-alueitten hoitoon tarpeellisia vesiposteja

puuttuu, vesikatolla oleville ilmastointilaitteille ei ole vesipistettä, konehuoneiden lattiakaivoja on liian harvassa, teknisistä tiloista saattaa puuttua käsien pesumahdollisuus, vaikka juuri niissä tiloissa kädet likaantuvat. Lattiakaivojen tyyppikin on usein väärä, ei itsestään sulkeutuva kaivon kuivuessa. Juuri konehuoneissa, laboratoriokaapeissa, monissa tuotantotiloissa on kaivoja, joihin normaalisti ei tule vettä.

### **Mies ja pakki eivät kulje tikkaila**

Reitit ja haalustiet varsinkin IV-koneille on usein miettimättä. Katolle voidaan kuvitella kuljettavan työkalupakin kanssa tikkaita pitkin. Samaa tietä voidaan kuvitella tuotavan kerättyä roskaa ja purettuja osia. Huopakatoilta saattaa puuttua vahvistetut huoltokulkuväylät, vaikka huovan alla oleva eriste ei ole kävelyä kestävä. LVI-konsultin velvollisuus on vaatia kunnan kulkuväylät.



Toimitilojen yms. rakennusten katoilla on nykyään paljon huoltoa ja tarkkailua vaativia laitteita: lauhduttimia ja nestejäähdyttimiä, puhaltimia, konehuoneita, sadekatoksia ja läpimenoja, antennija, valaisimia tai mainosvaloja, savunpoistoluukkuja ja -puhaltimia, sadevesikaivoja, sadepeltejä ja valoaukoja (BHa). Lisäksi sadepellit ja niiden tiivistysmassaukset vaativat vuosittaista tarkastamista.



Tässä ratkaisu katolle kulkuun, kun ulkotikkaita pitkin ei halukkaita kulkijoita AX:n toimitalossa ollut. Portaitten yläpäässä on aukon reunoilla tukipalkit, kaasujousella varustettu saranoitu kupu ja sen alla murtosuojana lukittu ristikko.

Kuvassa (BHa) portaan alle on varastoitu sesonkihuonekaluja.

### Siivous on merkittävä kustannuserä

Siivous- ja puhdistustyön helpottaminen ei myöskään ole kuulunut LVI-alan ydinosamiseen. Esimerkiksi putkien tuominen pattereille tai kalusteille lattialta seinä vierestä muodostaa putkien ja seinän väliin loukon, jota voi puhdistaa vain hammasharjalla.



Tampereen TAYS:n uuden silmäkeskuksen potilashuoneen suihku/WC-tilan asennuksia 2010-luvulla. Lavuaarin viemäri tulee lattialle ja kuvan ulkopuolella oleva pönttö on sekini asennettu lattialle. (BHa)

Keittiö- ja pesuallaksiin kiinnitetyistä hanojen juurten puhdistaminen on hienomekaanista puuhää. Seinään kiinnittäminen poistaisi ongelman. Onneksi vessanpyttyjä kiinnitetään jo seinään eikä lattiaan.



Jo 1930-luvulla ymmärrettiin sairaalsuunnittelussa (=fik suimmat ymmärsivät), että putket tuodaan seinästä, lattia pidetään vapaana puhtaana pitämistä estävistä putkistoista (KK).

Varsinais-Suomen Tuberkuloosiparantolassa on myöskin Arabian valmistamat erikoispesualtaat.

Tuotantotiloissa korkealla roikkuvat putkilinjat ja kanavat ovat hankalia siivota ja ilman tehokkaita pitkäletkuisia pölynimureita tai keskussiivousjärjestelmiä. käytännössä mahdottomia pitää pölyttömänä. Osviittaa aiheeseen saa amerikkalaisista GMP- (Good Manufacturing Practise) ohjeista.

### Huoltotyön merkitys kasvussa

Ruotsissa joidenkin LVI-asennusliikkeiden töistä jo puolet muodostuu huoltotyöstä. Sama kehitys on ennustettavissa Suomessakin. Säännöllinen ennakkohuolto ja aktiivinen analysoiva kulutusseuranta olisi tarpeen lähes kaikissa kiinteistöissä. Valitettavasti LVI-laitteiden tekninen taso ei ole ollut kovin korkea varsinkaan säätöpuolella, jossa ongelmana ovat anturiviat, peltimoottoreiden heikko vääntömomentti, vuotamaan jäävät tai jumiintuneet moottori- tai magneettiventtiilit ja vikaantuneet piirilevyt. Lisätyötä tuovat vuotavat pumppujen akselitiivisteet, vuotavat lämmönsiirtimet ja tukkeutuneet ilmanottosäleiköiden hyönteisverkot. Verkostot, joissa käytetään jäätymisenestoaineita, vaativat säännöllistä tarkkailua eli vuosittaista tai vähintään joka toinen vuosi liuosanalyyysien ottoa. Laiminlyönti voi tulla todella kalliiksi, jos inhibiittien puutteessa verkostoon iskee korrosio.

### Maahantuojat ja tukkuliikkeet

LVI-alan oleellinen osa on aina ollut maahantuojat. Suomen kaltaisessa pienessä maassa ei itse voi valmistaa kaikkea. Maahantuojat ovat paitsi myyneet alan viimeisimpiä saavutuksia, myös jakaneet uutta tietoa ja kouluttaneet. Tuoteluettelot ja hinnastot yms. ovat olleet tärkeitä työkaluja kaikille alalla toimiville. Tuotteiden markkinointi alan lehdissä on tukenut osaltaan ammattilehtien olemassaoloa.

Internetin aikana tuotteiden tietojen jakaminen on helpottunut. On helppo saada tietoa tuotteista, joiden esitteitä tai tietoja ei ole käännetty suomeksikaan. Joidenkin lähinnä teollisuuden tarvitsemien erikoistuotteiden osalta on suomenkielisten tuotetietojen tarjonta saattanut loppua kysynnän hiipuesssa.

Tässä historiikissa ei kuitenkaan luetella näitä toimijoita; nimet ja tuotevalikoima ovat olleet alati muuttuvia.



## 4 OSAAMISEN JA MENETELMIEN KEHITTYMINEN

### TUTKIMUS

Varsinaista tutkimustoimintaa tuotteita valmistavien yritysten lisäksi ovat harjoittaneet erityisesti:

**Yliopistot**, erityisesti Kuopion yliopistossa on tutkittu ilman epäpuhtauksia ja työhygieniaa ja kehitetty mittausmetodiikkaa

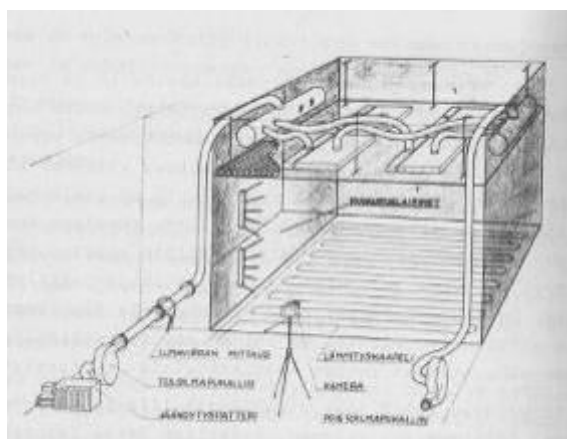
**VTT**, LVI-laboratorio, rakennustekniikan osasto ja työsuojelutekniikka

**Työterveyslaitos**, on kerännyt paljon tietoa työpaikkojen sisäilmasta ja konsultoinut eri epäpuhtauksien vaikutuksesta

**Rakennushallitus**, kehitti mm. vetokaappeja ja laboratorioilmanvaihtoa, pulpettipuhallusta, käytäväpuhallusta

**TKK:n LVI-laboratorio**, teknillisten yliopistojen LVI- tai lämpötekniset laboratoriot ja ammattikorkeakoulujen laboratoriot tai koelaitteistot ovat toimineet erilaisten mittausten ja koejärjestelyiden mahdollistajina opetuksen ohella.

**EKONO**, aikanaan oma virtausteknillinen laboratorio, jossa selvitettiin mm. vetokriteereitä ja huonevirtauksia erilaisilla ilmanjakolaitemalleilla ja sijainneilla.



Juha Gabrielssonin piirros Ekonon virtausteknisestä laboratoriohuoneesta, jossa tehtiin paljon huonevirtaustestejä 1960-luvulla. (SuLVI).

Muutamit insinööri-toimistot ja muut alan yritykset ovat asentaneet omiin toimitiloihinsa erilaisia ilmastointiratkaisuja saadakseen kokemusta. Näitten kokemusten perusteella on ainakin eräissä tapauksissa kotimainen teollisuus parantanut tuotteittensa ominaisuuksia.

**Väitöskirjat, lisensiaattityöt, diplomityöt ja muut opinnäytetyöt** sisältävät aina enemmän tai vähemmän tutkimusta.

Monet Insinööri-toimistot ovat teettäneet myös omaan pikiinsä selvityksiä ja kehittäneet apuvälineitä suunnittelun ja suunniteltujen LVI-laitosten laadun parantamiseksi. Vaikka kyse ei ole ollut ns. perustutkimuksesta, on menetelmien jalostaminen sinänsä edellyttänyt tiedon keräämistä, vertailua ja synteisiä.



Insinööri-toimistotkin ovat tehneet myös julkisrahoitteisia tutkimuksia. Tässä selvitetään jälkiainemittausten ja savun avulla liimauspaikan ilmanvaihtoa. Savukone on vasemmalla olevan kädessä. (AX)

**Aivan uudenlaista tutkimus- ja kehitystyötä 2000-luvulla**



RYM Oy /SHOKin ensimmäiset ohjelmat liittyivät myös läheisesti rakennusprosesseihin ja talotekniikkaan:

- Built Environment Process Re-Engineering (PRE)
- Energizing Urban Ecosystems (EUE)
- Indoor Environment (IE) – Sisäympäristö.

### Tutkimusten rahoitus

**Yritykset**, ovat rahoittaneet ja tukeneet lukuisia tutkimuksia

**Säätiö L.V.Y**, Sen perusti 1953 Lämpö ja Vesijohtoteknikkojen Yritys tutkimustyön tukemiseksi.

**Innovaatorahoituskeskus Tekes**, per. 1983, rahoittaa erityisesti vientikelpoisia innovaatioita. Ongelmana on yleensä se, että hankkeiden tulee olla suuria ja niihin tulee kytkeä monia osapuolia, jolloin jo hankesuunnitelman laatiminen on kallista. Tekesin rahoitusta supistetaan jatkossa oleellisesti Sipilän hallitusohjelman mukaan.

Tekes on viimeisen 25 vuoden aikana rahoittanut useita talotekniikkaan vaikuttaneita ohjelmia, mm:

- RAKET-Rakennusten energiankäyttö 1993-1998
- Rakennusten ympäristöteknologia 1994-1999
- SAMBA-Rakennusautomaatio 1995-1999VERA-Tietoverkottunut Rakennusprosessi 1997-2002
- CUBE- Talotekniikan teknologiaohjelma 2002-2006.

Erityismaininnan ansaitsee INVENT-projekti (Esko Tähti valaisee):

TEKESin teknologiaohjelmien arviointi tapahtui 1990-luvun alussa. Ohjelmien aloittaminen oli keskeytyksissä pitkään tutkimusohjelmiin kohdistuneiden palautteiden vuoksi.

Ensimmäinen evaluoinnin jälkeen aloitettu hanke oli teollisuusilmastoinnin INVENT-hanke, 1992...1996. Ohjelmassa haettiin ohjelmille uusia pelisääntöjä ja panostettiin teollisuustilojen ilmatekniikan kehitykseen.

Ohjelman pohjalta aloitettiin eräitä EU-vetoisia hankkeita, joista yhden lopputuloksena syntyi **Industrial Ventilation** käsikirja.

Hankkeen pohjalta syntyi teollisten tilojen ilmastointia/ilmatekniikkaa ohjaava ryhmä **INVENT-TEAM**. Ryhmän toiminta on jatkunut yli 10 vuotta **vapaaehtois pohjalta** ja ryhmä osallistuu alan kansallisen ja kansainvälisen kehitystyön ohjaukseen. Ryhmään kuuluu teollisuuden, konsulttien ja tutkimuslaitosten edustajia.

Lisäksi on useita muita ohjelmia, kuten Terve Talo. Nykyiset tai hiljattain päättyneet ohjelmat löytyvät Tekesin sivuilta.

**Työsuojelurahasto**, per.1950-luvulla. Rahoituskohteet: Tutkimus - uuden tiedon tuottamiseen, Tuotteistus - olemassa olevan tietämyksen konseptointiin, Kehittämisyhteistyö - tutkimusperusteiseen työyhteisöjen kehittämiseen, Tutkimustiedon levittäminen, Henkilökohtainen pätevytyminen.

**Suomen itsenäisyyden juhlavuoden rahasto Sitra**, per. 1957. Rahoitti mm. 1970-luvulla öljykriisin herättämänä energian säästöön liittyviä laajoja tutkimuksia. Myöhemmin TEKES on perinyt osan Sitran tutkimustoiminnasta. Sitran ympäristöohjelma koordinoi Cleantech Finland-kilpailua.

**Rakennustietosäätiö RTS**, rahoittaa myyntikelpoisiin julkaisuihin liittyviä alan osaamista lisääviä hankkeita.

**Kauppa- ja teollisuusministeriö KTM**, rahoitti 1970- ja 1980-luvulla mm. energian säästöä opastavien julkaisuja. Nykyään MOTIVA hoitaa osan tästä kentästä.

**Ympäristöministeriö**, on rahoittanut säännösten kehittämiseen liittyvää työtä.

**K. V. Lindholmin** lämpö- ja saniteettitekniikan tutkimuksen edistämissäätiö, per. 1957, rahoittanut mm. julkaisuja.

**Teknologiasta Tuotteiksi** - säätiö, per. 1994 teollisuusneuvos Seppo Halttusen perustaman Halton Oy:n täyttäessä 25 vuotta.

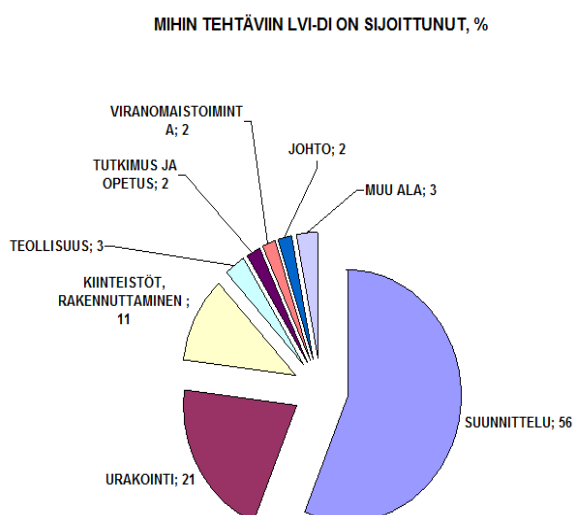
**EU, Pohjoismaitten ministeriöneuvosto ja Suomen Akatemia**, ovat rahoittaneet joitakin tutkimuksia.



Kiinassa tehtiin 2000-luvulla mittava EU:n rahoittama valimoiden päästöjen alentamista ja työhygienian parantamista koskeva selvitys. Projektin vetäjä Markku Tapola istuu eturivissä keskellä. (AX)

Tosiasiassa tukijat, kouluttajat ja tiedon levittäjät itse ovat usein pyyteettömästi tehneet töitä ja rahoittaneet työtä omasta selkänahastaan.

## Koulutus



Diplomi-insinöörien työpaikkojen jakautuma näyttää suunnittelun määrävän osuuden työpaikkana (Lähde Rakennusalan koulutus- ja osaamisbarometri 2006 -2010). Luvut lienevät vain suuntaa antavia ja niistä puuttuvat keskeyttäneet.

Vaikka suunnittelu on vaativaa, ovat sitä menestyksellä tehneet teknikot ja insinöörikin. Samoin ovat monet lämpö- ja energiatekniikan lukeneet. Oleellista onkin ollut oman ammattitaidon jatkuva kehittäminen ja rakentavat suhteet alan toimijoihin.

## Tekniikan ja LVI-tekniikan kouluttaja

### Teoreettisen puolen tuntemus

Opettamisen ja osaamisen perustana ovat olleet muutamat tieteen askeleet. Isac Newtonin lait ja laskentakaavat 1600-luvulla, Bernoullin ja Eulerin yhtälöt 1700-luvulla, Bord-Carnotin, Darcy-Weisbachin kaavat mahdollistivat ilmanvaihtokanaviston toimintalaskelmat iterointimenetelmällä 1854. John Dalton esitti 1800 jo tx-piirrokseen johtavat kaavat. 1800-luvulla alkoikin sitten tapahtua, kun kehitettiin vuoteen 1875 mennessä kompressori- ja absorptiojäähdytyskoneitten periaatteet ja laskentakaavat. Putkistojen jonkinasteiseksi laskemiseksi on täytynyt olla jo kaavoja satoja vuosia aiemmin. Painovoimainen ilmanvaihtokin osattiin mitoittaa jo varhain. Reynolds sai putkivirtausteoriaansa kuntoon jo 1800-luvun puolella. Termodynamiikan pääsäännöt ja palamisen kemialliset prosessitkin tuli 1800-luvulla selvitettyä.

Kehitys on 1800-luvulla ollut hirmuista eikä vastaavaa LVI-alaan vaikuttavaa ole tullut sen koommin. Toki laitetekniikka on mennyt eteenpäin mm. materiaalien ja valmistusmenetelmien kehityksessä. Mitä alan ensimmäisissä oppilaitoksissa Suomessa on opetettu, on kuitenkin epäselvää. Arvatenkin on tukeuduttu ruotsalaiseen ja saksalaiseen materiaaliin. Yhdysvaltalainen vaikutus näkyy saksalaisissa oppikirjoissa. Yhdysvalloissa oli jo yli sata vuotta sitten erittäin korkeatasoisia oppikirjoja erityisesti vesijohto-, viemäri-, höyry- ja lämmitystekniikasta.

Oleellista on ollut perustutkimuksen selvittämien kaavojen ja laskentamenetelmien jalostaminen diagrammeiksi ja taulukoiksi. Päädiagrammit olivat käytössä jo 1920-luvun lopussa.



1900-luvun puolella on vähitellen opittu ymmärtämään ihmisten fysiologian vaikutusta mm. vedon tuntemiseen. Jo 1920-luvulla selvitettiin ihmisten aktiviteetin ja ympäröivän ilman liikkeen vaikutusta lämmönluovutukseen (konvektio, hikoilu). Erityisesti 1960-luvulla panostettiin vetokriteerien tuntemiseen ja hallintaan. Alettiin myös tiedostaa ihmisten tuntemusten laaja kirjo: kaikkien saaminen tyytyväiseksi samassa tilassa on liki mahdotonta, kyse on vain tyytyväisten osuudesta. Kuva BHa.

### Sitä opetettiin mitä opettajat osasivat - kunnes kaikki muuttui

Koulutuksessa pullonkaulana on ollut opettajien osaaminen. Sitä on koulutettu, mitä opettajat ovat osanneet, mihin oppilaitoksen taloudelliset resurssit tai professorien henkilökohtainen näkemys tai intressit ovat antaneet mahdollisuuden. Esimerkiksi vielä 1970-luvulla TKK:ssa LVI-opintosuunnalla opetettiin harjoitustyönä autojen vaihteistojen, kiertokankien, kytkimien yms. suunnittelemista. Jopa niitattu paineastia oli tärkeä (hitsaustekniikkaa oli korvannut niittiliitokset jo aikoja sitten). Opetusta ei saatu siirrettyä rakennusosaston yhteyteen, minne se olisi kuulunut. Opisto- eli amk-tasolla tämä on jo saatu hoidettua esim. Porissa ja Tampereella. Rakennus- ja LVI-alan yhteistoimintaa tehostetaan Aalto-yliopistossakin.

Sinänsä kuitenkin varsinainen LVI-opetus Otaniemen LVI-opintosuunnalla, asennustekniikka, laboratorioharjoitukset, suunnitteluharjoitusten ohjaus ja erilliseminaarit olivat huipputasoa ja antoivat kovan pohjan ammattitaidon omaehtoiselle kehittämiselle ja lopulliselle suuntaamiselle.

Erityisesti internet on tuonut suuren muutoksen opetuksen luonteeseen. Oppilaita opetetaan keräämään ja analysoimaan tietoa itse, opettaja ei olekaan aina se parhaiten asioita tietävä, vaan pikemminkin oppimaan opettava. Elinikäinen opiskelu on välttämätöntä, jos mieli pysyä kehityksen rattailla.

### **Tekniikka on ammattitaidon kulmakivi, mutta ei ainoa**

Diplomi-insinöörien ja insinöörien tehtävät painottuvat väistämättä ryhmien tai osastojen johtamiseen. Työpsykologian, projektinjohton, markkinoinnin ja myynnin koulutus oli kuitenkin pitkään laiminlyöty. Ongelma on yhteinen koko tekniikan sektorilla. Tekniikan alalle hakeutuu keskimääräistä enemmän introvertteja, joille nimenomaan mainitunlainen koulutus olisi tarpeen. Tästä on kärsinyt esim. koko Suomen vientiteollisuus. (Ks. Suomen Teknillisen Seuran kirja Viides Sääty). Rakennusalan barometritutkimuksissa asia ei ole oikein tullut esiin. Lieko ongelma on tutkimustavoissa. Yrittäjäkoulutusta on alettu antaa ammatilliseen koulutukseen liittyen. Kurssija on tarjolla muillekin.

Suurimmassa osassa LVI-alan ammatteja on harjoitettava insinööritaidon keskeistä periaatetta eli teknistaloudellista optimointia. Näppituntuma kustannustasoista kuuluisi jokaisen ammattitaitoon. Opetuksen uudistuessa yliopisto- ja amk-tasolla osallistuminen tarkoituksenmukaisille kursseille helpottunee. Tai ulkomailta löytyy korkealuokkaisia vuorovaikutteisia digitaalisia kursseja, jos niitä ei kyetä kotimaassa luomaan. Kukin voi keskittyä kehittämään henkilökohtaisia vahvuusalueitaan omaan tahtiin. Vertailun vuoksi: jo 1990 ABB Fläkt oli teettänyt vuorovaikutteisen itseopiskelukurssin urakointipuolen projektipäälliköilleen. Silloiselle laser-jätilevylle (=LP-levyn kokoinen CD-levyn edeltäjä) tallennettu kurssi sisälsi 200 tyypillistä työmailla vastaantulevaa tilannetta, joihin koulutus antoi parhaan mahdollisen tavan reagoida. Kukin saattoi opiskella nämä tapaukset itsenäisesti ja kerrata niitä niin monta kertaa, että varmasti muisti ne.

### **Myös perusopetus saatava kuntoon**

PISA-tutkimuksista huolimatta peruskoulun käyneistä suomalaisista 60 % ei osaa kunnolla prosenttilaskua. Opetetaan kyllä esim. useamman asteen polynomeja ja sähköjohtojen mitoituksessa tarvittavaa Ohmin lakia, mutta jopa median toimittajakaartille energian (kWh) ja tehon (kW) käsitteet ovat liian usein sekaisin. Taloudellisten laskelmien osaaminen on läpi linjan ala-arvoista. Tekniikan alan tulisi viheltää vihdoinkin pilliin ja saada fysiikan ja matematiikan opetukseen käytännön näkökulma. Opetuksessa tulisi erottaa kiva tietää-taso ja välttämättömät kansalaistaidot.

### **Myynti- ja tiedottamistaito nousussa**

Rakennusalan laatuongelmien eräs syy on se, että ostajalle ei osata myydä = esitellä erilaisia laatuvaihtoehtoja. Ostaja valitsee halvimman, koska kaikki ovat tarjoavinaan laatua. Vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien tunteminen on tuiki tärkeää. Myyntitaitokäsite lienee aiemmin sotkettu johonkin pölynimureiden oveltaovelle-kauppaan. Opettajien ei tarvinnut elättää itseään myyntitaidolla. Vaan nykyään tarvitsee, kun oppilaitokset joutuvat hakemaan rahoitusta ulkoa.

Jo 2000-luvun alussa tapahtui myös myynnin apuvälineissä suuri muutos. PowerPoint ja muut esitystekniikkaa tukevat ohjelmat ja viestintä tulivat tutuiksi opiskelijoille. Harjoitustöissä ratkaisujen valintojen perusteluiden esittämiseen alettiin kiinnittää huomiota.

Markkinoinnin kohdistamisessakin on ollutkin potentiaalia. Kuluttajatuotteita ja asiantuntijapalveluita myydään eri porukoille. Toista ei myydä kiekkokaukaloiden laitateksteillä ja toista ei voi taloudellisesti myydä kasvoista kasvoin. Yksinkertaisen lehtikirjoituksen teko kohdeyleisölle on monille kauhistuttava ponnistus. Hyvä jos edes muistion aikaansaaminen on sujunut. Ehkä kaiken somettamisen myötä peli muuttuu.



Polysteekkiin Bulevardi menotie on suora... LVI-opetuksen äidin päärakennus valmistui Polyteknillisen koulun käyttöön vuonna 1877 (kuva BHa). Rakennus vaurioitui pahoin talvisodan ensimmäisen päivän pommituksessa 1939. Pommituksen aikaan rakennus kuului vielä Suomen Teknilliselle Korkeakoululle. Arkistoja tuhoutui, niiden mukana LVI-alan diplomityöt. Nykyään rakennus on Metropolia-ammattikorkeakoulun käytössä.

Tätä historiikkaa kirjoitettaessa esim. Aalto-yliopistossa diplomi-insinöörikoulutus on muutosten alla. Tarjolla on monia syventäviä erikoistumismahdollisuuksia ja rinnakkaiskursseja sen mukaan, mihin opiskelija aikoo erikoistua. Sisäilman laatu, energiatalous ja järjestelmien toiminnan varmistaminen ovat keskeisiä varsinaisen LVI-tekniikan painopistealueita. Sisäilmaston hallinta edellyttää syvällistä rakennusfysiikan hallintaa. Myös ilman laadun mittaus- ja valvontatekniikka tulevat kehittymään ja älykäs rakennus saanee muutakin sisältöä kuin valojen räpsyttelyä ja ilmanvaihdon ohjausta tarpeen mukaan. Kehitystä ja tutkimusta tapahtuu maailmassa hyvin monissa paikoissa, joten yhteistyö on entistä tarpeellisempi. Kielitaidon merkitys kasvaa ja opetuskieli onkin englanti.

Opetuksen ja alan toimijoiden, kuten yhdistysten, tärkeimpiä tehtäviä olisi saada alalle hakeutuneet innostumaan ja arvostamaan alaansa. Mikään opetus ei voi olla täydellistä. Ilman jatkuvaa elinikäistä omaehtoista opiskeluasennetta ei voi kehittyä ammattilaiseksi, verkostoitua ja olla arvostettu yhteisön osa.

**Varhaista LVI-koulutusta** (Esko Kukkosen kokoamasta Sata vuotta LVI-opetusta korkeakoulussa)

- Mm. Rudolf Kolster opintomatkoilla ja hygienian kongresseissa USA:ssa ja Euroopassa 1880 luvulla
- Ilmeinen tarve kouluttaa hygienian asiantuntijoita todetaan
- Saniteettitekniikan opetus alkoi TKK:ssa 1903 opettajana arkkitehti **Onni Tarjanne**. Mutta lähinnä arkkitehdeille
- Ammattitaitoa ulkomailla työskennellen
- Aluksi jatko-opiskeltiin ulkomailla, etenkin Saksassa
- Aluksi tuotettiin myös ruotsalaisia insinöörejä.

### Oppilaitoksia

Listassa esitettyjen toimijoiden valintaperuste: valtakunnallisesti merkittävää opetusta.

- Helsingin teknillinen reaalikoulu 1849
- Helsingin polyteknillinen koulu 1872
- Teollisuuskoulut: Tampere, Helsinki, Turku, Vaasa, Kuopio, Viipuri, 1885 - 1911
- Helsingin polyteknillinen opisto 1879



- Suomen teknillinen korkeakoulu 1908, myöhemmin Teknillinen korkeakoulu ja 2013 lähtien Aalto-yliopisto.

#### **Muut teknilliset korkeakoulut ja opistot**

- Tampereen teknillinen yliopisto TTY 1965, jäädytystekniikan professori 1976. Edutech järjestää erilliskoulutusta kurssimuotoisesti. Lämpö- LVI-tekniikan opetus lopetettiin 2014, mutta kylmätekniikan opetus jatkuu lehtoritasoisesti.
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto LTY 1969
- Tampereen teknillinen opisto 1911
- Tekniska läroverket 1920
- Teknilliset oppilaitokset 1943
- Ammattikorkeakoulumuutos 1988, LVI-opetusta:
  - Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu Samk. LVI pääainevaihtoehtona 80-luvulta
  - Mikkelin ammattikorkeakoulu Mamk, LVI-opetus 80-luvulta
  - Tampere, Tamk, varsinainen LVI-opetus alkoi 2009, sitä ennen oli kursseja mm. rakentajille, arkkitehdeille, koneinsinööreille ja jo alalla oleville
  - Helsinki, Espoo, Vantaa: Metropolia Ammattikorkeakoulu, jatkaa Helsingin Teknillisen Oppilaitoksen toimintaa.
  - Kymenlaakso (Kotka) Kyamk tarjoaa energia- ja ympäristöotsikon alla mm. kaukolämpölaitoksiin liittyen LVI-opetusta.

#### **Ammattikoulut ja aikuiskoulutuskeskukset**

Ajantasaista tietoa ammattikoulujen opetussisällöstä yms. saa [ammattikoulut.fi](http://ammattikoulut.fi)-sivuilta.

**Aikuiskoulutuskeskukset** tarjoavat 18 vuotta täyttäneille ammatillista perus- ja jatkokoulutusta omaehtoisena sekä työvoimapolitiittisena koulutuksena. Tarjolla on myös yrityksille räätälöityjä kursseja, sekä ammattiosaamista täydentäviä kursseja. Koulutus järjestetään päivä-, ilta- tai monimuoto-opiskeluna.

#### **Muita koulutusjärjestöjä ja kouluttajia**

Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus **INSKO**:n perustivat STS, TFIF, IL ja DIFF 1963. INSKO:n lopetettua toimintansa 1993 koulutus siirtyi kokonaan ammattienedistämislaitokselle AEL:lle, joka oli perustettu jo 1922 erityisesti maaseudun sähköistämiseen ja koneellistamiseen liittyen, nimi **AEL** otettiin virallisesti käyttöön 1991.

**Amiedu** , per. 1970-luvulla, pääkaupunkiseudun kaupunkien perustama ammatillisen aikuiskoulutuksen järjestäjä.

**Suomen LVI-yhdistysten Liitto ry**, nykyisin **Suomen LVI-Liitto ry** (SuLVI). On monipuolinen jatko- ja pätevöittämisskoulutuksen järjestäjä jo vuodesta 1957. Ammatillinen aikuiskouluttaja Amiedu ja SuLVI ry, tekivät 2010 yhteistyösopimuksen SuLVI:n jäsenyritysten liiketoiminnan ja jäsenistön osaamisen kehittämistä.

Amiedu vastaa sovittavassa laajuudessa SuLVI:n järjestämien koulutusten suunnittelusta, toteutuksista, kurssilogistiikasta ja hallinnoinnista. Lisäksi Amiedu tuottaa palveluja mm. SuLVI:n jäsenyritysten henkilöstön rekrytointiin ja perehdyttämiseen SuLVI:n kanssa vuosittain sovittavan toimintasuunnitelman mukaisesti.

**Suomen Kylmäyhdistys ry** per. 1955 nimellä Suomen kylmätekniikkataloudellinen yhdistys - Kylteknisk-ekonomiska föreningen i Finland ry. Nimi muutettiin vuonna 1969 Suomen Kylmäyhdistys ry:ksi. Järjestää alan koulutusta mm. kylmäpäivillä. Ensimmäiset koulutuspäivät järjestettiin 1963.

Industrins Arbetseffektivitetsförbund rf eli teollisuuden rationalisointikoulutusyhdistys **RASTOR** perustettiin 1942 Suomen teollisuusliiton aloitteesta yhteistyössä Päämajan kanssa

vastaamaan lisääntyviin sotateollisuustuotannon vaatimuksiin. Sodanjälkeinen kehitys johti yhdistyksen yhtiöittämiseen ja perustettiin **Oy Rastor Ab** 1950.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa 1984 mainitaan ensimmäistä kertaa pätevyysvaatimusten kohdalla että ”LVI-työtekniikan tutkinto ja tutkinnon jälkeen hankittu 4 vuoden käytännön kokemus kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistojen asennustöiden johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä” riittää pätevyudeksi KVV-työnjohtajalle. Rastor järjestää IV- ja KVV-työnjohtajien FISE-pätevyyteen johtavaa koulutusta, samoin putkistojen kuntotutkimus- ja energiatodistuksien laadintakoulutusta. **Tietomies** on ollut Rastorin julkaisusarja.

**Suomen Työteknikkoliitto ry** on järjestänyt kirjekursseihin painottunut koulutusta. Liitto on siirtynyt Rastorin hallintaan 7.12.2011. Liiton nimeksi tuli Työteknikkoliitto ry.

**POHTO**, (Pohjois-Suomen teollisuusoppilaitos) Oulu / CENTRIA Tutkimus ja kehitys, kattilanhoitajakoulutus.

Kiinteistöhuoltajien, asentajien yms. koulutusta antavat **ammattiopistot ja aikuiskoulutuskeskukset**.

### **Valmistajien antama koulutus**

**LVI-alan ammattitaidon keskeinen kulmakivi on kaupan olevien laitteiden** tuntemus. Ilman sitä ei voi suunnitella tai rakentaa. LVI-järjestelmät ovat käytännössä peräkkäin laitettuja laitteita.

**Svenska Fläktfabriken AB**, koulutti Ruotsissa useita LVI-ammattilaisia, perillinen Fläkt Woods kouluttaa edelleen suunnittelijoita hyvätaoisissa seminaareissa. Woods-puhallin järjesti aikanaan korkeatasoisia koulutustilaisuuksia liittyen mm. puhaltimien äänitekniikkaan.

**Carrier Corporation**, maailman johtaa ilmastointikonevalmistaja, on kouluttanut LVI-ammattilaisia Yhdysvalloissa erit. 1950 - 1970-luvuilla.

**Muidenkin laitevalmistajien, maahantuojien, urakoitsijoiden ja suunnittelutoimistojen** antama yrityskohtainen koulutus on ollut erittäin tärkeää ja paikannut alan peruskoulutuksenkin aukkoja. Uusien tuotteiden esilletuomisen lisäksi yritykset ovat voineet jakaa tietoa käytännön ongelmista niin valmistuksessa, asennuksissa kuin käytössä. Yritysten edustajat ovat lisäksi toimineet tuntiopettajina tai kurssien osaopettajina kaiken asteisissa oppilaitoksissa.

### **Oppilaitosten kerhojen järjestämät tilaisuudet**

Teekkarien LVI-kerhon ja muiden oppilasjärjestöjen ja yhdistysten järjestämässä esittelytilaisuuksissa ja ekskursiolla alan toimijat antavat tärkeää käytännön tietoa. Vapaamuotoisissa tapaamisissa tulevat alan toimijat tutuksi. Ehkä myös esittelijät saavat uusia virikkeitä oppilaiden kysymysten avulla.

## **TYÖMENETELMIEN KEHITYMINEN**

### **Asennustekniikka tuli laivoilta**

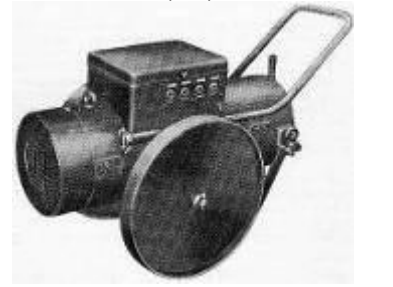
LVI-alan asennustekniikan alku liittyy höyrytekniikan leviämiseen Suomeen. Ulkomaisessa ohjauksessa tehtiin jo 1830-luvulla ensimmäinen höyrykäyttöinen siipiratasalus. Jatkoa seurasi 1850-luvulla ja vähitellen myös tamperelainen Tampella tuli kuvaan mukaan. Sahateollisuus alkoi käyttää höyrysahoja 1860-luvulla, kun sahojen perustamisen säännöstely purkautui. Sekä laivojen että teollisuuden höyrytekniikan alkutaival oli takkuinen. Tarinat siltä ajalta ovat tragikoomisia ja konkurssejakin tuli. Eikä ihme, sillä höyrytekniikan hallinta oli ja on moninkertaisesti vaikeampaa verrattuna yksinkertaiseen kiertovesijärjestelmään. Toki painovoimaisen kiertovesijärjestelmän suunnitteluun ja asentamiseen liittyi siihenkin tietotaitoa enemmän kuin nykyisiin pumppukiertoisiin järjestelmiin.



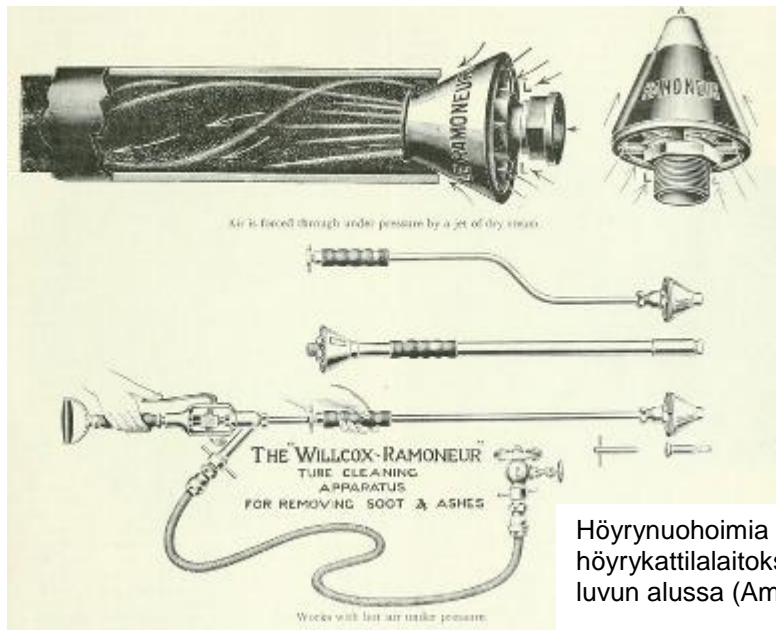
Mercator-lehdessä esiteltiin 1910 kaasuhitsaamista erillisartikkelissa.

Ruotsissa valmistettiin maailman ensimmäinen kokonaan hitsattu alus 1919.

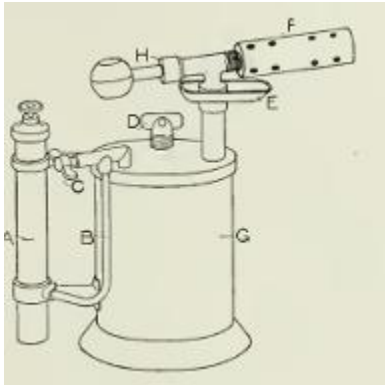
Alla Strömbergin valokaarihitsauskone 1930-luvulta. Painava, mutta kestävä. Näitä käytettiin vielä 1960-luvulla (KK).



Höyrylaitosten vastuulliset käyttäjät eli konemestarit olivat vielä 1970-luvulla useimmiten suorittaneet pakollisen harjoittelunsa laivoissa.



Höyrynuoimia oli tarjolla höyrykattilalaitoksiin jo ainakin 1900-luvun alussa (Am).



Paloöljyllä toimiva puhalluslamppu (Am) oli tärkeä työväline 1950-luvulle saakka.

Nestekaasulla toimivat Kosan Gas-yhtiön kaasupullot ja polttimet tulivat 1949 Suomen markkinoille. Kosan-nimi jäi merkitsemään nestekaasupoltinta, vaikka itse yhtiö välillä poistui Suomesta.



Kenttäkelpoinen kierteityskone merkitsi melkoista työnsäästöä verrattuna käsin väännettävien kierteiden tekoon. Mainos 60-luvulta.



Käsityökaluja kierteitykseen 1900-luvun alusta. (KK)

Standardisoituja asennuksia nopeuttavia ja esivalmistelua edistäviä laitesijoitteluja opetettiin 1960-luvulla LVT-lehdessä. Mallia saatiin ulkomailta. Pian esiteltiin jo ihka kotimaista kylpyhuoneen ratkaisua, josta tulikin vakioratkaisu 1970-luvulla rakennetuille elementtikerrostaloille. Kylpyhuone-elementtien LVI-asennuksista valmistajille tehtiin insinööriomistoissa millintarkat piirustukset.

### Yrittäjäasentajat heittivät mustan kirjan käsistään

Putkialalla uusien työmenetelmien jarruna pidettiin ns. mustaa kirjaa eli eri työvaiheille annettua työyksikköjä palkan maksua varten. Yksikkölistat eivät tunteneet uusia asennusaikaa säästäviä, mutta ehkä materiaaliltaan tai työvälineiltään kalliimpia menetelmiä.

1990-alun lama rassasi alaa ja uudet pienet yrittäjäasentajat eivät olleet riippuvia vanhoista työyksikkölistoista.

Uudet menetelmät eli esim. Mapress-puserrusliitokset korvasivat teknisesti huonoja kierrelitoksia ja erityisammattitaitoa ja tulyötä vaativia hitsausliitoksia. Isoissa putkissa on alettu käyttää myös sprinkleripuolelta vanhastaan tuttua Victaulic-liitintä. 2015 alkoi kuitenkin tulla julkisuuteen, että Mapress-liitoksissa on esiintynyt huolestuttavan paljon vuotoja. Niiden syynä on huolimattoman työ. Oikein tehtynä liitosta pidetään pomminvarmana. Myös putkien katkaisussa syntyvän jäysteen poistoa on laiminlyöty. Jotkut urakoitsijat ovat siirtyneet takaisin kapillaarijuotoksiin.

Leo Larikka kehitti 1970-luvun alussa kylmämuokattavilla putkille eli LVI-puolella kupariputkille kaulustusmenetelmän. Nykyään tunnetaan nimellä T-Drill. Putkia ei tarvitse katkaista ja saadaan kapillaarijuotokselle luotettava haaroitus.

Työtä helpottavat porakoneet ja niiden telineet ja ohjauspitimet, jäysteen poistimet, puukkosahat, taivutus koneet ja putkileikkurit ovat helpottaneet työtä ja parantaneet laatua.

Mitkään apuvälineet eivät kuitenkaan auta, jos tekijällä ei ole ammattilypeyttä, motivaatiota, kelvollisia olosuhteita tai aikaa tehdä työ kunnolla.

Remonttipuolella on kehitetty erilaisia haaroitusmenetelmiä, jotka voidaan tehdä putkea tyhjentämättä. Kaukolämpöputkiin tällaisia oli jo 1960-luvulla. Moniin tapauksiin näppärintä voi olla putken jäädyttäminen paikallisesti.

Viemäreiden ja ilmanvaihtokanavien huollon tarpeen ja laadun tutkimiseen saatiin avuksi pienet kauko-ohjattavat kamerat 1980-luvulla. Putkien ja kanavien sisään pääsee 1...2 metrin matkalle katsomaan halvoilla endoskoopeillakin. Robottikameroita on alettu varustaa myös mekaanisilla koneilla.

### Kattopeltisepistä ilmanvaihtoasentajiin

**Läkki-, Vaski- ja levyteostyöt**

on edullisinta teetää meillä, sillä 15 vuotinen liikkeemme menestys takaa työmme. Varastoosamme löytyy aina sopivia hellakatriiloita ja kaappeja, uusi- ja seinäventtiilejä, nokiluokkuja, patentin saaneita savunimijöitä, kupari- ja läkkipiirroja y. m. y. m. - - - -

**Pyytäkää kuvitetut hintaluettelomme.**

**U. W. Holmberg** Läkki-, vaski- ja levyteostehdas sekä metallivalimo — — — HELSINKI  
L. Satamak. 9. (Katajanokka) Puh. 21 21

Huom.! Teoksemme palkitut Teollisuusnäyttelyssä Helsingissä v. 1908 Huom.!

**Alfr. Hänninen**  
Ruoholahdenk. 5. Puh. 37 01

**Läkki-, Pelti- ja Vaskisepäntiike**

Suorittaa kaikkia ammattiin kuuluvia töitä, niinkuin:

**Katopelittämistä ja -korjausta y. m.**

Keittoastioita korjataan ja tinataan puhtaalla Englannin tinalla sekä lukkojen korjauksia y. m. halvimpin hintoihin.

**„OPIS“**  
on nykyään paras ja halvin  
**Savunimijä.**

1910 oli monitoimisia läkkiseppiä. Kaikkea mahdollista tehtiin. (KK)

Ilmanvaihtoalan peltisepät olivat vielä 1960-luvulla monitoimimiehiä, jotka tarpeen tullen tekivät taitoa vaativia kattopeltitöitä, sadevesikouruja ja syöksyputkia, ilmanvaihtokanavia ja koneiden osia kuten äänenvaimentimia. Pyöreät kierresaumakanavat ja suorakaidekanavat vakio-osineen alkoivat helpottaa asennustyötä. Samalla alkoivat erottua varsinaiset taitoniekat ja "sprirokanava-asentajat". Erikoisosien levityskappaleiden teko ei enää kaikilta onnistunut. Tällaisia osia saatettiin tarvita teollisuuden isoissa laitoksissa tai ahtaissa konehuoneissa, joihin vakio-osia ei saanut mahtumaan.



Tällaisia vuoden 1908 oppikirjan housukappaleita osattiin tehdä vielä 1960-luvulla (ASC).

Peltisepäntaidon tarvetta alkoi vähentää myös joidenkin firmojen saamat ATK-ohjatut levytyöasemat, jotka laativat levityskuvat ja leikkasivat pellin sen mukaan.

Työkaluista tärkeimpiä olivat pitkään työmaallakin käytetyt särmäyskoneet eli kanttikoneet ja levyleikkurit, samoin mankluslaitteet. Ohutlevytyöhön sopiva sähköhitsaus levisi 1950-luvulla käyttöön. Sähköllä toimivat kulmahiomakoneet ja porakoneet tulivat samoihin aikoihin. Tornamerkinen poravasara oli kova sana tehtäessä betoniin reikiä kannatuksille tai aukoille. Myöhemmin tuli käsitteeksi Hilti.

Kierresaumakanaville ei aluksi ollut olemassa kunnollisia kumitiivisteisiä jatkokappaleita tai erikoisosia. Kanavien liittämiseksi kokeiltiin mm. ilmastointiteippiä (duct tape eli kangasteippi eli jeesusteippi), joka on kuitenkin täysin sopimaton muuta kuin aivan väliaikaiseen käyttöön.



Tämän jälkeen tuli markkinoille kutistenuhat, jotka kiristyvät lämmittämällä. Myös näiden paikallaan pysymisessä on ollut ongelmia.

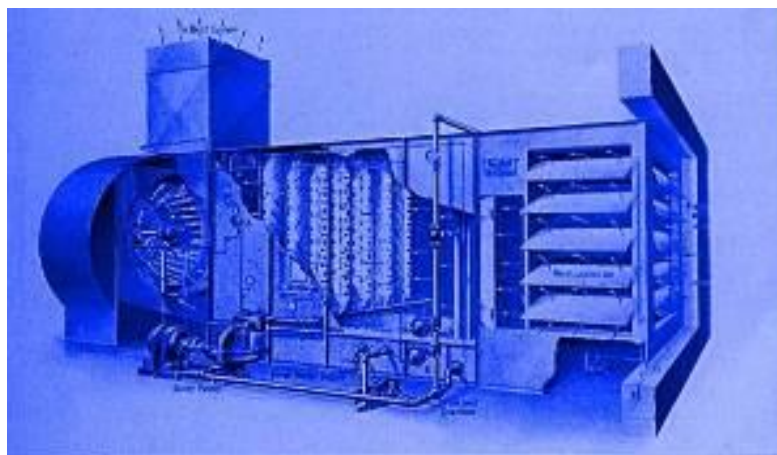
1980-luvulla alettiin kulmahiomakoneiden käyttö kieltää ilmanvaihtokanavien leikkaamisessa likaavana. Myöskään kattopeltien tms. leikkaamisessa niitä ei saa käyttää, sillä ne pilaavat pinnoitetta. Rälläköistä on aiheutunut varsinkin saneeraustyömailla monia tulipaloja.

Akkukäyttöiset koneet ja valaisimet helpottivat edelleen työtä, samoin kevyet siirrettävät telineet ja tikkaat. Nostolavalaitteet ja saksilavat paransivat edelleen työturvallisuutta ja kevensivät työtä. Rakennusnosturit, mobiilinnosturit, hydrauliset tunkit, taljat ja rullastot paransivat haalausmahdollisuuksia.

Osastovien seinien läpivientien paloeristyksessä on myös laatu parantunut, kun uusia menetelmiä on saatu markkinoille.



Pyöreiden kierresaumakanavien lisäksi alettiin 1970-luvulla valmistaa soikiokanavia. Niiden liitosten tekeminen tiiviiksi ei kuitenkaan ole ollut helppoa.



Paloista koottavat ilmastointikoneet tulivat Suomessa laajemmin markkinoille 1950-luvulla. Kuvan (Am) Carrierin kone oli markkinoilla Yhdysvalloissa jo 1920-luvulla. Ilmankäsittelyosien kammioiden tekeminen rakennusaineista eli muuraamalla tai valamalla betonista loppui vähitellen isojenkin koneiden osalta Suomessa 1960-luvulla.

## Hengenvaarallista asbestityötä

Asbestikuitu on teknisesti erinomainen: se ei lahoa, kestää kuumuutta ja hienon hienona kuiturakenteena tarttuu hyvin kiinni toisiinsa ja muihin pintoihin. Se toimii sideaineena ja estää massojen ja maalien valumista. Kemiallisesti asbesti on samaa kuin talkki. Talkin kuiturakenne vain on levymäinen ja karkea eikä tartu kuin uistimen koukusto kiinni.

Kykyä pesty korostaa vain puori  
asbestin laatu. Kukaan ei keuhkoihin.

# Uusi tehokas eristys- mene- telmä

## ASBESTIRUISKUTUS

**ERISTYSKUTUS** tarjoaa suuri- ja määrittämättömän eristyksen teho, kestävyys, keuhkko-  
sairauksien, lämpö- ja äänieristys. Kuituun sisältyy suoraan myös järkevä joustavuus.

**TULENSUOJAERISTYS**  
— lämpöeristys 1000°C — tiheys noin 200 kg/m³ — mahdollistaa kovan rakennuksen sisä-  
tilojen — lujuuttaan, tiheyttä, sopivuuksien ja joustavuuden.

**ÄÄNIERISTYS**  
Erinomainen ääni- ja osennusteknisten uunien suojaksi  
jokaisella ja erittäin korkealla äänitasolla asbestiruisutus  
suojaa.

— erittäin keuhkokuoren suojaus, suojaa keuhko-  
sairauksien, keuhkokuoron jne.  
— erittäin keuhkokuoren suojaus, keuhkokuoron  
suojaus jne.  
— erittäin keuhkokuoren suojaus, keuhkokuoron  
suojaus jne.

Pyttyäsi lähempiä tietoja ja kah-  
dellista maksua vastaan saatat!

**MAAISTEN ENERGIEN SUOMEN SUOMEN**  
**Mineraali**  
Käytettyä 20 - 1970 - vuosi 1970

Asbestiruiskutusta mainostettiin uutena menetelmänä 1960-luvun alussa.

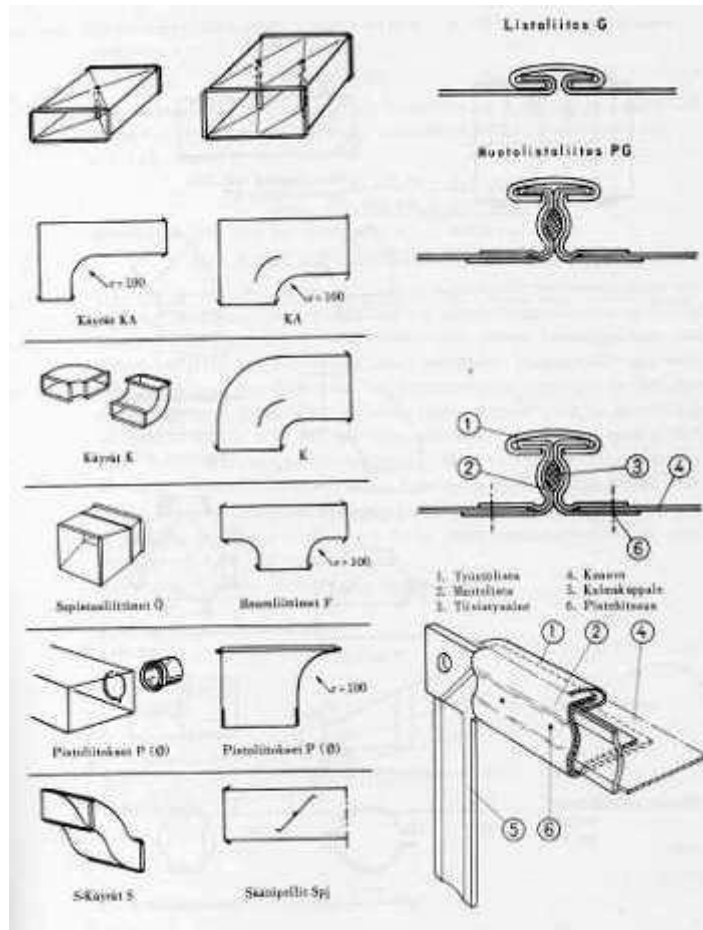
Suomessa asbestin käyttö alkoi suuremmissa määrin jo 1930-luvulla. Maailmalta alkoi liikkua viestejä vaarallisuudesta jo 1920-luvulla. Asbestia käytettiin rakennusalalla hulvattomasti aina 1970-luvun puoliväliin saakka. Käytön täyskielto tuli 1995. Putkiasennuspuolella vaarallisimpia töitä oli höyryputkien ja vastaavien eristykset, joissa asbesti oli keskeinen erityysaine. Myös tavallisten lämpöjohtojen eristämässä oli tapana käyttää asbestia. Voitiin sekoittaa eristeenä käytettävään piimaamassaan asbestikuituja tai asbestipaperista tai pahvista tehtiin eristeen sisin kerros ja paksumpi ulkokerros piimaamassasta. Asbestinauhaa ja levyjä tarvittiin uunien ja savukanavien luukkujen eristämässä ja tiivistämässä. Asbestilevyllä luotiin palosuoja- ja kiukaitten ja vastaavien ympärille.

Asbestinauhaa käytettiin myös suorakaidekanavien saumojen tiivistämässä. Eli näitä nauhoja on kaikissa ennen 1970-luvun alkupuolta rakennetuissa kanavistoissa. Ilmanvaihtokanavien paloeristeiden teko asbestiruisikutuksella jatkui vielä 1970-luvun alkuun saakka. Se kuului kuitenkin yleensä aina erillisen yrityksen tai rakennusurakan töihin.

Eristäjä onkin kuollut keuhkosityöpään. Yhdistelmä asbestieristys, tupakointi ja hitsaus on tiennyt nopeaa menoa. Asbestipurkutyöt ovat nykyään luvanvaraisia.

Asennustöissä on muutoin nauhaan astumisten ja telineiltä putoamisten lisäksi terveydelle vaarallista ollut sinkittyjen peltien ja osien hitsaaminen, ellei sinkitystä ole hiottu pois hitsisaumasta.

## Esivalmistus etenee



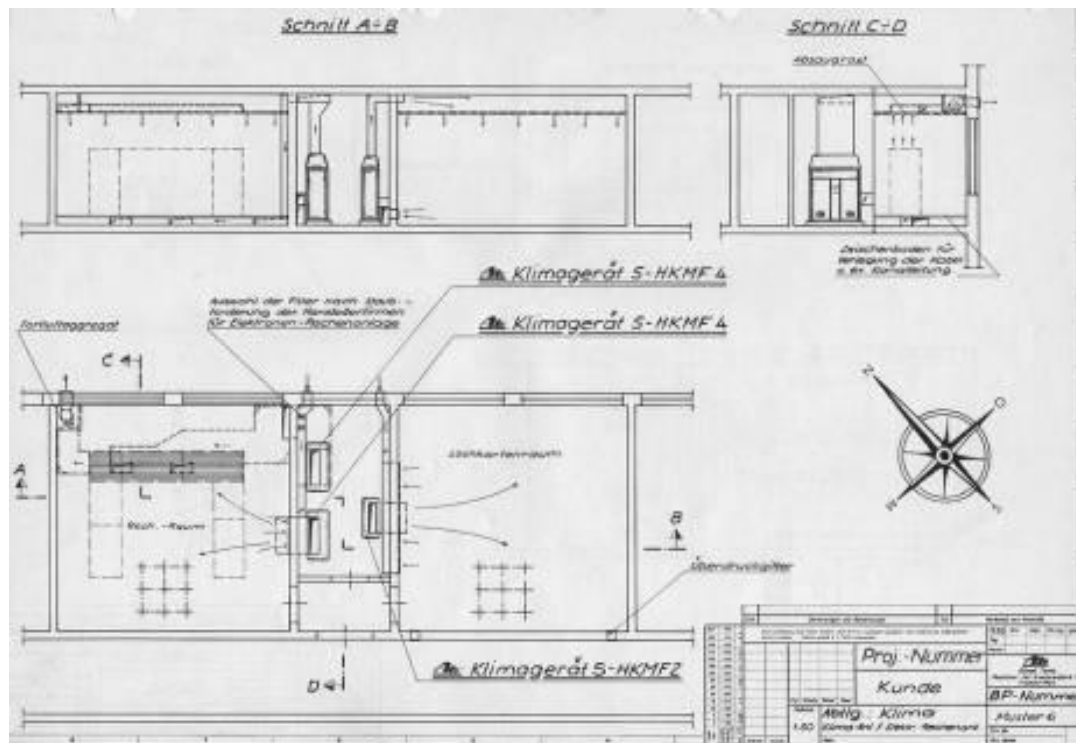
1960-luvun kanavatekniikkaa, liitoksen G edellyttämää särmäystä tehtiin jopa työmaalla (Ilmari Lahtisen esitelmä, SuLVI).

Sivumitaltaan yli toistametriset kanavat liitettiin laippaliitoksien. Liitoksiin laitettiin tiivistäjä ja tiivistemassaa. Työntölistaliitoksista ei näillä menetelmillä saanut kovin tiiviitä. Varsinkin kulmat vuosisivat. Kanavia testattiin savulla, jonka väitettiin jopa hieman tiivistävän rakomaisia vuokohtia. Sitten on siirrytty painekokeisiin, joille on laadittu omat ohjeensa.

Jotkut yritykset kokeilivat jo varhain kanavien valmistamista verstaalla. Suunnitelmien tarkkuuden puutteet ja muutokset johtivat usein valmiiden osien romuttamiseen. Vasta nyt saadaan mallinetuista kohteista tarkkoja piirustuksia.

Periaatteessa asennusta työmaalla on pyritty jo pitkään minimoimaan. Olosuhteet työmaalla ovat usein hankalat sään, työturvallisuuden ja valaistuksen suhteen. Putkialalla verstaalla tai pajalla on pyritty tekemään putkien haaroituksia, taivutuksia ja kierteitä valmiiksi.

Siirtyminen rakennusaineisista kammiotyyppisistä ilmanvaihtokoneista koteloituihin koneisiin nopeutti asennuksia. Vielä 1960-luvulla tehtiin kanaviston varustuksia kuten säätöläppiä työmaalla. Haaroituksia tehtiin leikaten aukkoja ja takoen vasaralla kauluksia kanaviin. Valmiit hyvälaatuiset tehdasosat nopeuttivat työtä. Toisaalta työmaalla tehtyjen kanava- ja koneosien liikevaihtoveron puute jarrutti osaltaan kehitystä.



Erikoistilojen asennusvalmiit kaappimalliset ilmastointikoneet ja vedenjäähdytyskoneikot ovat vanha ratkaisu asennusvalmiista koneista. Näissä koneissa on sähkö- ja automaatiokin valmiina. 1960-luvulla tietokonesalien ilmastointi työllisti alaa.

Kaappikoneita käytetään edelleen erikoistiloissa kuten laboratorioissa, teollisuuden vaativissa sähkötiloissa, ja kostutusta vaativissa museoissa.



Fläkt lanseerasi kattokonehuoneet 1960-luvun lopussa. Nimi Novoklimator oli käsite. Kattokonehuoneepaketit olivat erityisen suosittuja ja sopivia laajoille teollisuushallien katoille.

Pian alkoi ilmaantua kilpailijoita. Joitakin konehuoneita saatiin paikoilleen Utin ilmakuljetuspataljoonan avulla. Kaikki uusien yrittäjien ensimmäiset konehuoneversiot eivät kuitenkaan kestäneet nostamista, vaan vääntyivät.

Sittemmin puominosturikalustoautojen kalusto on kasvanut niin paljon, että aniharvoin tarvitaan helikopterien apua.

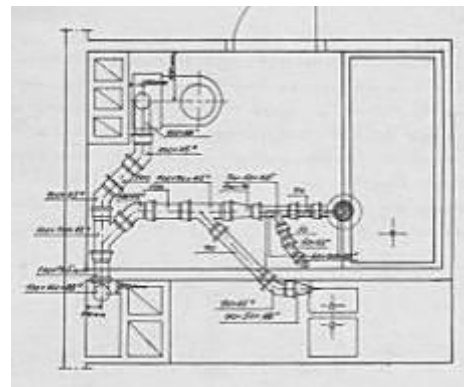
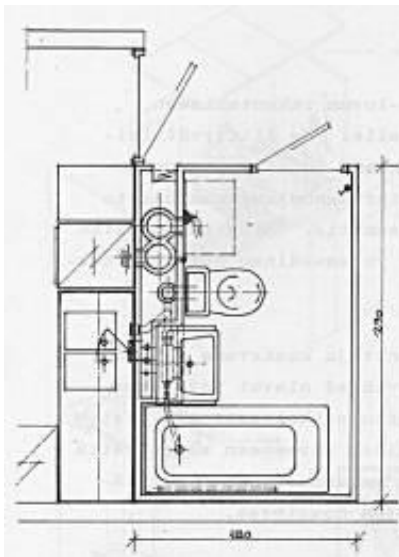


Käyttövalmiita konehuoneita voi asentaa myös maan päälle ja päällekkäin kuten kuvassa (BHa). Vanha katto ei olisi tässä kohteessa kestänyt konehuoneiden kuormaa. Yhdistelmän ulkonäön kehittämisessä tarvittiin arkkitehdin taitoa.

Päällä on ylöspäin puhaltava poistokonehuone, alla tuloilmakone. Konehuoneen ulkosäleikkönä toimi LTO-verkoston yhdistetty patteri.

### Valmiit moduulit lisääntyvät

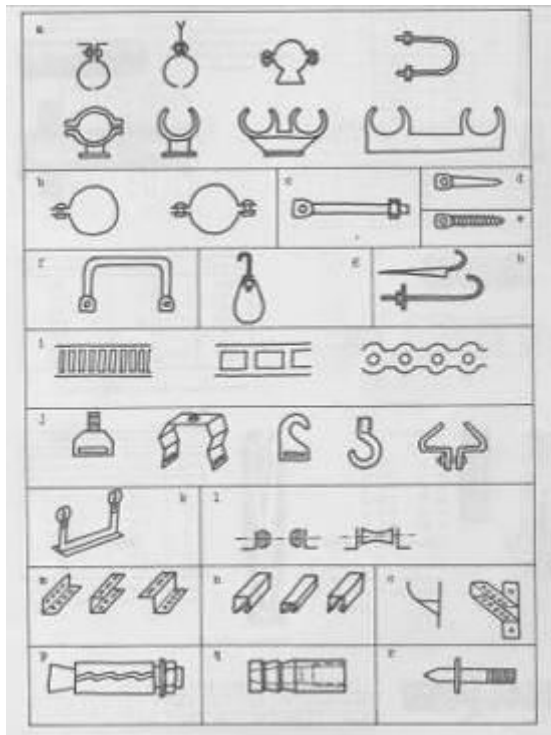
1970-luvun alussa elementtikylpyhuoneet oli ensimmäinen suurempi askel putkipuolella.



1970-luvun alun märkätilaelementtiratkaisuja (SuLVI).

Valmiit lämpökeskuskontit, kaukolämmön alajakokeskukset ja viemäripumppaamot ovat samoilta ajoilta. Paineenkorotusasemat ovat valmiita moduuleita. Kylpyhuone-elementtien mukana voidaan saada myös valmis keittiökalustus asennettuna väliseinän toiselle puolelle. Pystyroiloihin on saatavissa valmiita putkisto- ja kanavistoelementtejä. Rudus Oy:n ELPO-hormielementtejä on valmistettu jo vuodesta 1985. Ruotsissa suosittuja ovat ilmastointikoneiden patterikytkentäpaketit.





Jo 1960-luvulla oli käytössä periaatteessa kaikki nykyiset kannakejärjestelmät. (SuLVI)

Eristyspuolella mineraalivillakourut tulivat jo 1950-luvulla. Armaflex-solumuovieristykset kehitettiin jo 1954, mutta Euroopan myynti alkoi vasta 1960-luvulla. Ennen niiden käytön vakiintumista käytettiin jäähdytysputkissa erilaisia epäonnistuneita viritäisiä, joiden saumoista tai kannakkeista pääsi kosteutta putken pinnalle. Putki alkoi tuhoutua, ellei se ollut korroosionkestävää materiaalia.

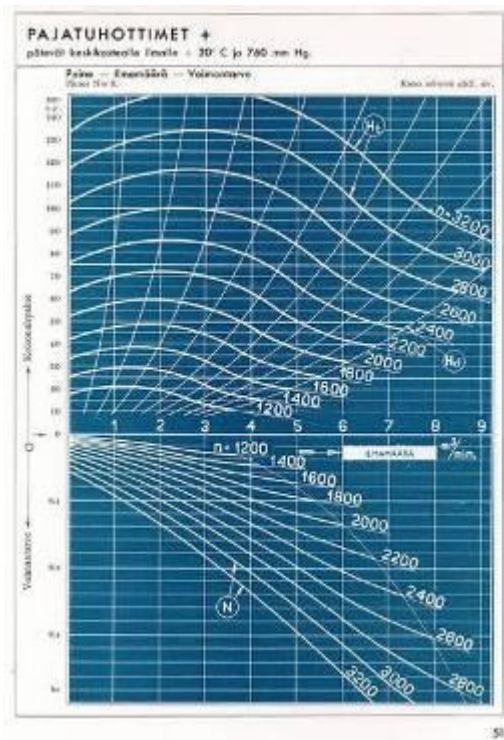


Myös jäähdytysalalla on saatavissa tehdasvalmiita jäähdytyskeskuksia. Konttipari TAYS:n = Tampereen yliopistollisen sairaalan pihalla 2015. (BHa)

### Suunnittelun apuvälineet



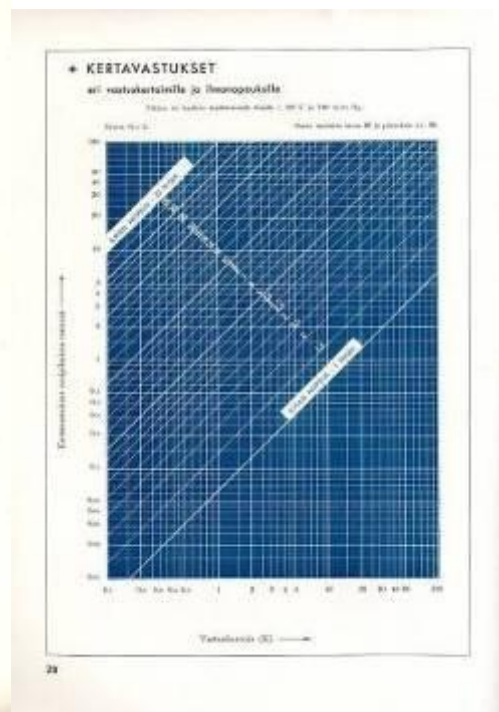
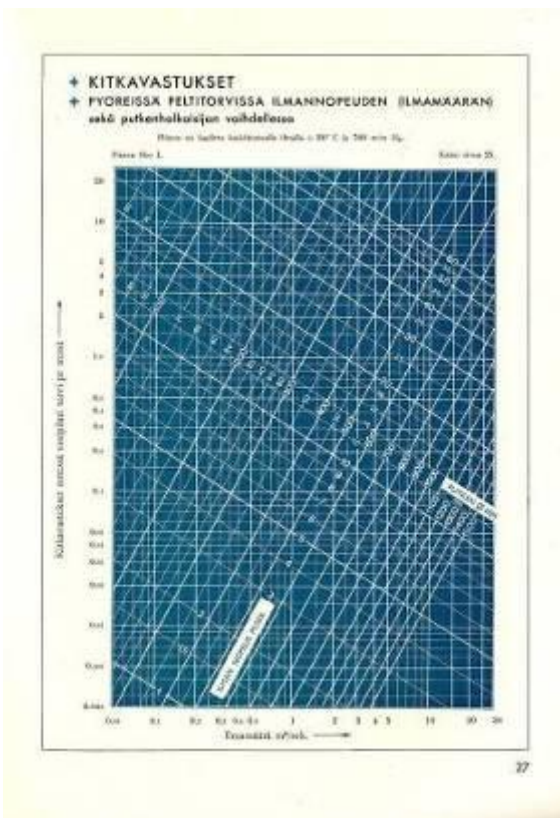
1970-luvulla suunnittelijalla oli jo monia käsityökaluja. Kehittynyt piirustuskoje, sabluunat, kehittyneet tussit ja runsaasti laskutikkuja. Käyttöön tulivat myös elektroniset taskulaskimet, jotka korvasivat isot ja äänekkäät mekaaniset laskimet. (BHa)



Jo 1930-luvulla oli Suomessa käytössä kanavien, putkien ja niiden osien mitoituskäyrästäjä, pumppujen ja puhaltimien käyrästäjä, mitoitussuosituksia yms.

Ulkomailla niitä oli jo aiemmin.

Vasemmalla Suomen Puhallintehtaan **pajatuhoittimen** käyrästä. Vain äänitekniset tiedot puuttuivat. (KK)



Kanavien kitkavastuskäyrästästä (KK) näkyy, että vielä 1930-luvulla ei kanavakokoja oltu standardisoitu. Kierresaumakanavien aikana oli pakko sopia standardeista ja tulivat käyttöön pyöreille kanaville välikoot 315 ja 630. Vastaavasti suorakaidekanaville tulivat standardimitat. Standardimitoille tehdyt kitkavastuskäyrästästä julkaisi Suomen Metalliteollisuus ry. 1960-luvulla.

Suunnittelua varten oli jo 1800-luvun lopussa ainakin ulkomaisissa käsikirjoissa putkistojen ja kanavien kitkavastuskäyrästästä. Kuitenkin vasta 2013 Samkissa (Satakunnan ammattikorkeakoulussa) laadittiin suorien kierresaumakanavien kitkavastushäviöiden

käyrästöt, joissa otettiin huomioon kumirengasliitokset 3 m välein sekä kanavan vahvikeprofilointi.

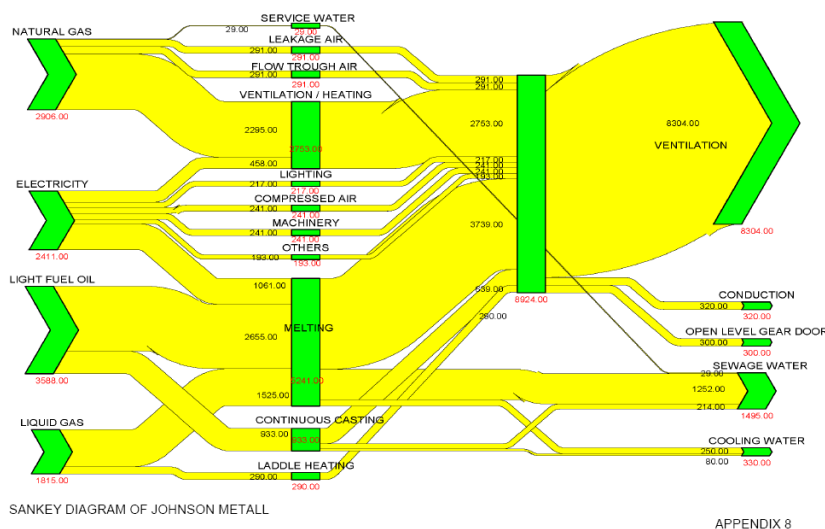
Viettoviemärien mitoituskäyrästöt oli kehitetty jo 1880-luvulla. Yhtä oleellista kuin laskentakaavat tai diagrammit, on oikeiden lähtöarvojen valinta. Vielä 2015 rakentamismääräyskokoelman osassa D1 esitetään sateelle virtaama, joka ylitetään varmasti lähes vuosittain. Jos katon pinta-ala on lähellä putkikoon maksimia, tulee pystyviemäreistä alapäästään paineviemäreitä, jollaiseksi niitä ei normaalisti rakennettu. Kunnallistekniikassa sentään RIL on uusiutunut putkistojen mitoituksen ja on päästy eroon sodanjälkeisestä jälleenrakennusajan mitoituksesta.

Ilmastoinnin käyrästötyökalujen kannalta aivan keskeinen oli 1911 Willis Carrierin kehittämä Tx-piirros. Euroopassa 1923 Richard Mollierin kehittämä hx-piirros tuli suosituimmaksi. Piirroset pohjautuivat jo sata vuotta aiemmin Daltonin ja muiden tekemiin laskelmiin.

### ATK -työkalut

Suunnittelun työvälineistä tärkeimmiksi nousivat vähitellen 1960-luvulta lähtien atk-ohjelmat. Ensin tehtiin tai teetettiin peruslaskelmia, mutta 1980-luvulta lähtien mukaan tulivat yleensä AutoCAD:n pohjalle rakennetut sovellukset.

CAD-ohjelmien lisäksi on monia näppäriä atk-pohjaisia apuohjelmia kuten Mollier- eli ix- eli hx-piirrosohjelmat ym.



Sankey-diagrammin laadinta ilman atk-ohjelmaa on työlästä. Kaavion laatimisen avulla paitsi havainnollistetaan virtauksia, varmistetaan, että esim. säästöprojekteissa ei yritetä säästää enemmän kuin kuluu. (AX)

### Integroitu elinkaaren kattava informaation hallinta

Mallintavan CAD-suunnittelun historia lähtee vuodesta 1990 ja LVI-RATAS-projektista, jossa 10 laitevalmistajan tiedot saatiin liitettyä Prozmanin ELVIS 3D-ohjelmaan. MagiCAD syntyi sitten vuonna 1998 ja se lienee ainoa ohjelma maailmassa, joka hyödyntää laitevalmistajien todellisia dynaamisia tietomalleja. Mallissa on jo yli miljoonan tuotteen mitat ja tiedot. USAssa löytyy kyllä ohjelmia, jotka mahdollistavat BIm-mallin ja valmistuksen integroinnin. Laser-skannauksen avulla voidaan myös kanavien ja putkistojen kannakkeet asentaa työmaalla paikoilleen ja kanavisto- ja putkisto-osat esivalmistetaan ja tuodaan paloina työmaalle logistisesti oikeaan aikaan.





2010 valmistunut Helsingin musiikkitalo oli ensimmäinen kokonaan mallinnettu (Granlund Oy) merkittävä rakennus. Tämä oli tarpeen, sillä normaalin talo- ja rakennustekniikan lisäksi tilaa vievät monenlaiset näyttämö- ja esitystekniikkaan liittyvät rakenteet ja järjestelmät. CFD-ohjelmalla (Computational Fluid Dynamics) optimoitiin sisäilmaolosuhteet ja energiankulutus. Kuva BHa.

Samanaikaisesti kehitettiin ensimmäiset ylläpidon ja huollon hallintaohjelmat, mm. Granlundin RYHTI. Kun kansainvälinen buildingSMART (alunperin International Alliance for Interoperability) perustettiin vuonna 1996 ja alettiin kehittää globaalisti tiedonsiirtostandardia ifc (industry foundation classes) saatiin mahdollisuus hyödyntää arkkitehdin 3 D-mallia niin taloteknisten laitteiden suunnitteluohjelmissa kuin myös energiasimuloinnissa, määrälaskennassa, visualisoinneissa jne.



1999 valmistuneen Sanomatalon valtavat 21.000 m<sup>2</sup>:n lasipinnat täyttivät rakentamisaikaiset energiamääräykset kaksoisjulkisivujen ansiosta. Määräystenmukaisuus osoitettiin (Granlund Oy) energiasimulointiohjelman avulla. (kuva BHa)

Nimi **BIM (building Information model, tai modeling tai management)** tuli käyttöön vasta noin 2005. Sen keksi jo 1980 prof. Chuck Eastman Georgiatechissä. BIMistä on monia tulkintoja, mutta sen tulee perustua avoimeen tiedonsiirtoon (open BIM) ja standardeihin, jotka ovat globaalisti hyväksytyjä. IFC on nykyään ISO standardi. Tärkein kirjain BIMissä on I = Informaatio. Pilvipalvelun myötä kaikki rakentamisen ja kiinteistönpidon tiedot saadaan hyödynnettyä eli voidaan hallita kiinteistön elinkaaren kattavia prosesseja olipa sitten kysymys kustannuksista, energiasta, järjestelmien mitoituksesta, olosuhteista tai ylläpidosta.

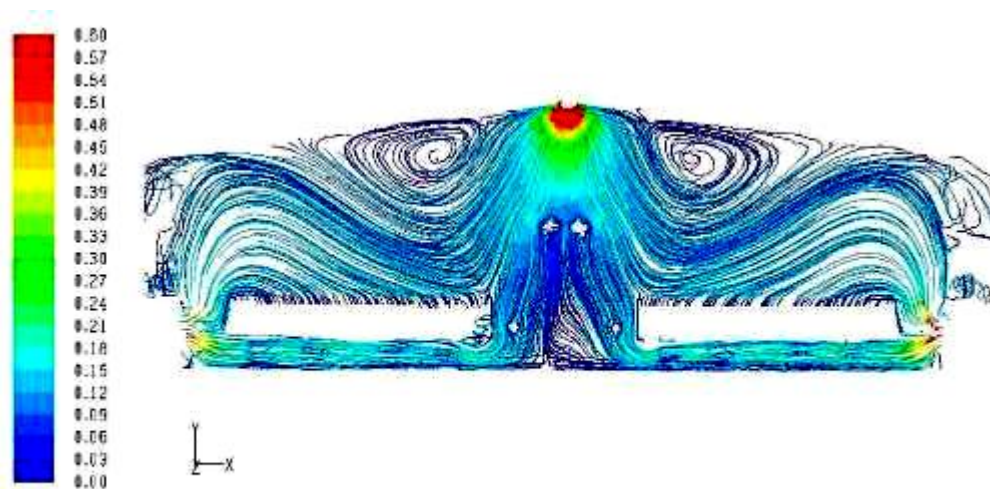
**IDA ICE -ohjelma (Indoor Climate and Energy)** on alun perin kehitetty Ruotsin ja Suomen teknillisten korkeakoulujen ja LVI-laboratorion komponenttimallien avulla rakennus- ja talotekniikka-alan energia- ja sisäilmaolosuhteiden laskennan tarpeisiin. Ohjelmaa on käytetty aktiivisesti 2000-luvulta.

**IDA Early Stage Building Optimization (ESBO)** on ilmainen ohjelmisto, jolla voi suorittaa rakennuksen dynaamista energialaskentaa sekä laskea huonelämpötiloja. Ohjelma on Aalto-yliopiston ja Equa Simulation AB:n yhteistyön tulos. Ohjelmassa on valmiita geometriamalleja, mutta rakennusten malleja ei voi muokata. Ohjelmalla voi vertailla eri rakenneratkaisuja sekä taloteknisiä järjestelmiä ja niiden vaikutusta lopputulokseen, mutta se ei sovellu yksityiskohtaiseen simulointiprojektin laskentaan. Huoneiden välisiä vaikutuksia ei pysty mallintamaan.

**AutoCAD® MEP** on talotekniikan suunnittelijoiden oma AutoCAD®-ohjelmisto. Tutussa AutoCAD-ympäristössä työskentely on tehokasta heti ensi hetkestä ja talotekniikan ammattilaiset voivat ottaa uudet toimialakohtaiset suunnittelu- ja dokumentointityökalut käyttöön omaan tahtiinsa.

Amerikkalaisen ANSYS-yhtiön **Fluent-ohjelma** kuuluu CFD-ohjelmien joukkoon. Jo 1983 päivänvalon saaneella ohjelmalla voidaan simuloida prosessilaitteiden yms. virtauksia, samoin ilmastoinnissa huoneen virtauskenttiä. Mallinnusohjelmien suurin työ on itse kohteen mallintaminen eli paitsi fyysiset mitat, on mallinnettava myös lämpötilat ja koneelliset ilmasuihkut.

Teollisuuden kohteissa esim. sähkömoottoreiden jäähdytysilmasuihkut, kuljettimet, trukit, avattavat ovet yms. voivat sekoittaa virtaukset arvaamattomalla tavalla. Näin ollen virtausmallintamisellakin on omat rajoituksensa. Lisäksi lähtötietojen hakeminen ja syöttäminen on ainakin teollisuudessa iso työ, jollaisen teettäminen on järkevää vain riittävän isoissa ja poikkeavissa kohteissa.



Pathlines Colored by Velocity Magnitude (m/s)

Jun 14, 2007  
FLUENT 6.3 (3d, pbns, r1e)

Fluent-ohjelmalla saa havainnollistettua haluamistaan leikkaustasoista mm. virtausnopeudet. Joissakin amerikkalaisten rakennuttajakonsulttien valvomissa projekteissa tällainen on ollut vaatimuksenakin. (AX)

Vielä 1980-luvun lopussa tavallisen konttorihuoneen virtausten laskenta CFD-ohjelmalla vaati valtion tietokonekeskuksen pääkoneen koko kapasiteetin tunniksi. Nykyään saman voi hoitaa tavallisella pöytä-PC:llä, kunhan laskennassa tarvittavien elementtien koon/määrän valitsee järkevästi.

### Internet avasi maailman

Suunnittelun ammattitaidon kulmakiviä on aina ollut kaupan olevien laitteiden tunteminen. Ennen 1990-luvulla levinnyttä internetiä oli oltava lukuisia valmistajien kansioita. Niiden päivittäminen oli työlästä ja valmistajille kallista. Internetin ansiosta lähes kaikkien valmistajien tuoteluettelot ovat nykyään verkossa. Tämä on helpottanut erityisen paljon ulkomaanprojekteissa. Netin avulla pääsee selville paikallisesta laitetarjonnasta, ohjeista ja

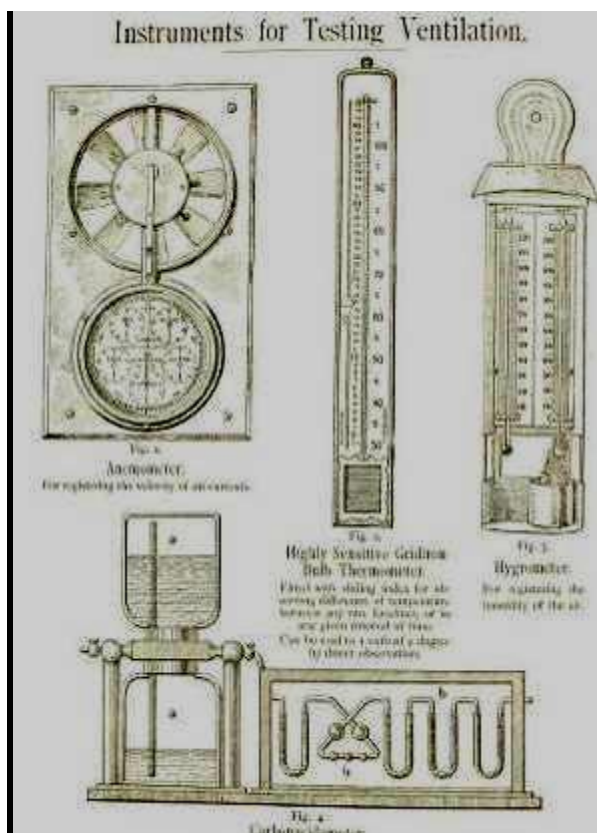


määräyksistä ja sääolosuhteista. Google Earthin satelliittikuvien avulla voi tarkastella vesikatoilla näkyviä paikallisia teknisiä ratkaisuja, jotka ovat usein hahmotettavissa kattokuvista tai katunäkymistä.



Netti ei kuitenkaan korvaa saneeraustapauksissa vanhojen laitteiden tietoja. Monet valmistajat ovat lopettaneet toimintansa tai yritysmuutosten yhteydessä on hävitetty vanhoja arkistoja tai niitä ei ole digitoitu. Kuvassa vanhojen tuotekansioiden kirjastoa AX-Suunnittelussa. Täältä on löytynyt apua monen vanhan kohteen laitetietojen etsinnässä. Kuvan piirustuslauta mallina entisaikojen suunnittelun apuvälineistä. (BHa)

#### Mittauksilla todellista tietoa



**Haalarit päälle ja kentälle mittaamaan** - hyvä ohje edelleen. LVI-ala pohjautuu paljolti kokemukseen ja käyttöolosuhteiden tuntemiseen.

Suunnittelijoidenkin on pitänyt osata mitata mm. virtaamia ja sisäilmasto-olosuhteita. 1800-luvun lopulla oli jo verraten kehittyneitä mittareita, kuten siipipyöranemometri, kosteusmittari, tarkkuuslämpömittari ja hiilidioksidimittari. (ASC). Oli olemassa myös U-putkimanomometri ja 1700-luvulla kehitetty Pitot-putki.

Myöhemmin tuli putkipuolen paine-eromittarit ja venttiileihin mittausyhteet. 1960-luvun äänimittareista on jatkokehitetty analysaattorit.

Lämpökameroiden maahantuonti vaati vielä 1980-luvun alussa erikoislisenssin Yhdysvalloista, sillä infrapunasensoria käytettiin myös lämpöhakeutuvissa ohjuksissa. 1990-luvulla lämpökamerat tulivat kenttäkelpoisiksi rakenteeltaan ja hinnaltaan. Tarjolla on jo pokkarikameran kokoisia lämpökameroita.



2015 ovat jo mittausten menetelmät kehittyneet. AX-Suunnittelun hajupaneelilaitteistoa esittelee yksikönjohtaja Seppo Heinänen toimittaja Esko Kukkoselle. (BHa)

Tietyt ympäristömittaukset kuten voimalaitosten emissiomittaukset vaativat akreditoinnin. Eli mittarien ja menetelmien tulee täyttää tietyt vaatimukset ja auditoinnit..

## Kirjallisuus

LVI-alan alkuaikoina on arvattavasti käytetty paljon ruotsalaisia lähdekirjoja ja valmistajien taulukoita yms. Monet LVI-alan pioneerit olivat suomenruotsalaisia. Myös saksalainen materiaali on ollut tärkeä ja saksaa opetettiin kouluissa paljon yleisemmin kuin englantia. Toisen maailmansodan jälkeen ja varsinkin 1960-luvun paikkeilla englanninkielinen materiaali alkoi ottaa saksankielisen lähdemateriaalin paikan. Samalla myös suomenkielisen kirjallisuuden ja ohjeiston määrä kasvoi merkittävästi.

Seuraavan luettelon valintaperusteet: Ovat olleet aikanaan tai edelleen laajahkossa käytössä. Ongelmana printtiaikana on ollut julkaisujen levittäminen tarvitsijoille sekä esitystapa. Alalla on paljon toimijoita, joiden vahvin puoli ei ole tekstin lukeminen. Nykyään kaikilla on sähköposti, mutta tiedon jakamisen ongelmana on postituslistojen puuttuminen tai päivittyminen.

### Alan koulutuksen perusteoksia

Recknagel & Sprenger: Taschenbuch für Heizung und Lüftung, nykyisin Heizung + Klimatechnik. 1898. (Erittäin käytetty oli esim. vuoden 1956 versio. Kirjan uusin versio on vuodelta 2008).

Cyclopedias of Heating, Plumbing, Sanitation, Ventilation by American School of Correspondence. Kolme erillistä kirjaa 1907 - 1909. Yhteensä toista tuhatta sivua itseopiskelijoille.

Normaalimääräykset lämmityslaitoksia suunniteltaessa. Teknillisen yhdistyksen Terveysteknillisen klubin Suomessa vahvistamat 1917 Myöhemmin Normaalimääräyskomitea: Lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden suunnittelun normaaliohjeet Lämpö- ja vesijohtoteknillinen yhdistys ry, Helsinki. 1954, 1966 ja 1977.

Kiinteistöjen vesijohtoja viemäreitä koskevat määräykset. Suomen kunnallisteknillisen yhdistys 1956.

Rakennusten vesijohdot ja viemärit (RVV-käsikirja) Suomen kunnallisteknillisen yhdistyksen julkaisu 1960, 1969 ja 1975.

Olavi Vuorelainen: LVI-opetusmonisteet 1 - 5. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 1968...1970.

Alpo Halme: Rakennus- ja huoneakustiikka. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 1970.

Olli Seppänen: Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. LVI-kustannus 1996.

Olli Seppänen et al: Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikka-Julkaisut Oy 2000.

Olli Seppänen & Matti Seppänen: Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka, Sisäilmayhdistys, 2004?

Antero Aittomäki et al: Kylmätekniikka, Kylmätuki 1992, 1996, 2008 ja 2012.

Olli Seppänen: Rakennusten lämmitys, Suomen LVI-liitto ry. 1996.

TKK LVI-laboratorion raporttisarja.

Sisäilmayhdistys: Luokitukset eri vuosina, ensimmäinen 1995.

Alpo Halme, Olli Seppänen: Ilmastoinnin äänitekniikka. Suomen LVI-liitto ry. 2002

Ympäristöministeriö, Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1-C3, D1-D5, E1, E5-E7.

Esa Sandberg (toim.): Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Ilmastointitekniikka osa 1, Talotekniikka-Julkaisut Oy 2014.

Esa Sandberg (toim.): Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2, Talotekniikka-Julkaisut Oy 2014.

### **Teoksia, jotka ovat olleet yleisessä käytössä mm. suunnittelutoimistoissa**

H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik (1934 painos oli jo kymmenes).

Rietschel & Reiss: Heizung und Lüftung Technik 1960.

Prof. John Rydbergin (Tukholman tekn. korkeakoulu) kurssimonisteet ja lehdissä olleet artikkelit.

VVS Handboken 1963.

VVS Handboken Tabeller och diagram 1974.

Verein Deutscher Ingenieure, (the Association of German Engineers) **VDI Wärmeatlas**, VDI-Verlag, ensimmäinen painos 1963, uusin painos VDI Heat Atlas. Springer 2010.

LIVI: Asuinrakennusten ilmanvaihto-normi. RIL nro 55, 1966.

SULVI kurssit ja niiden monisteet, ensimmäinen 1957. Olivat erittäin tärkeitä opetuksen täydentäjiä aikana, jolloin kehitys harppoi vuosittain isoja askeleita.

Juha Gabriëlsson, Heikki Ranki: LVI-tekniikka. Tekniikan käsikirja, osa V. G. J. Kummerrus Osakeyhtiö 1970.

Olavi Ebeling: Teknillisiä taulukoita 1966.

John Bagge, Olli Pukkila: Ilmatekniikan suunnitteluopas osa 1 ja osa 2. Valmet Oy ja Mercantile Oy 1977. Tiivis paketti oleellisista asioista.

Woods of Colchester: Practical Guide to Noise Control. On alan perusteoksia.

RT-kortisto, erit. LVI-kortisto aloitettiin 1986.



ASHVEN, (myöh. ASHRAE) käsikirjat, ensimmäinen 1922, nykyään 8 kpl. Kuvassa (BHa) eri vuosien painoksia AXn kirjastossa.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Design, 1951 (erityisesti kohdepoistot, viimeisin versio on 28. painos).

RörAMA 1950 ja sen päivitykset, myöh. VVS-AMA (työselitysmallipohja).

W. W. Baturin: Fundamentals of Industrial Ventilation. Sprenger Verlagen 1966. Alan perusteoksia.

Ekono Ekono-sarjan julkaisut kuten Buchert: Valimon Ilmanvaihto, 1966, Gabrielsson: Kostean ilman ix-diagrammi, 1967.

Wäinö Jaurola: Kylmätekniiikan oppikirja 1959 (1. painos).

Pertti Hakala, Esko Kaappola: Kylälaitoksen suunnittelu. Opetushallitus 2005, 2007 ja 2013.

Kaappola, Hirvelä, Jokela, Kianta: Kylmätekniiikan perusteet. Opetushallitus 2011, 2012 ja 2014.

SFS- ja EN-Standardit ja PSK-standardit ja normit. Lisäksi ulkomaankohteissa mm. DIN, GOST ja ASHRAE.

Talotekniikka RYL 2002, eli yleiset laatuvaatimukset, RTS:n julkaisema. Ensimmäinen versio 1986. LVI-osan uusimistyö käynnissä 2015.

LVI-tarvikeluettelot, ensimmäiset 1950-luvulla, oleellinen parannus 1970-luvulla. Lämpö- vesi ja ilmanvaihtoteknillinen keskusliitto.

Laitevalmistajien erilliset julkaisut, oppaat ja mitoitusohjeet taulukot ja käyrästöt, erityisesti Svenska Fläktfabriken Ab, Valmet/Carrier Corporation, Mercantile Ilmastointi, Oy Bahco Ab.

### **Julkaisuja, joista on ollut tai olisi ollut paljon hyötyä**

F. N. Mäki-Rossi: Keskuslämmittäjän ja talonmiehen käsikirja Otava, 1. painos 1935.

INSKOn, SuLVIn, AELn ym. kurssimonisteet.

Leevi Myyryläinen: Kiinteistöjen teknistaloudellinen ylläpito. KTM 1976.

SITRA Suuri lämpötaloustutkimus, osaraportit Sarja A 1975 - 1977:

Juha Gabrielsson et al: Rakennusten sisäilmasto

Markku Rantama et al: Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän valinta toimistorakennuksessa

Börje Hagner, Eero Siitonen: Teollisuushallien lämmitys ja ilmanvaihto ja Teollisuushallien ilmaoviverhot

Ari Maijala: Kohdepoistot ja Teollisuuden lämpöolosuhteet

Seppo Pursiainen, Eero Siitonen, Börje Hagner: Teollisuushallien säteilylämmitys

Börje Hagner: Teollisuusilmastoinnin lämmöntalteenottojärjestelmät.

Sakari Sainio, Börje Hagner: Asuinkerrostalojen LVI-järjestelmien käyttösuunnitelman laatiminen. Asuntohallitus 1977.

Woods of Colchester: Practical Guide to Fan Engineering 1978... 1988.

KylAMA 1980.

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto osaraportit, sarja D Selvitykset ja tutkimukset. Noin sadasta raportista tai oppaasta seuraavassa ehkä LVI:n kannalta kiintoisimmat:

Börje Hagner: Energiankulutuksen pienentäminen seisokkiaikana teollisuushalleissa. 1980. Teollisuusrakennusten LVI-järjestelmien käyttösuunnitelmien laatimisohe. 1981

Toimisto- ja virastotalojen LVI ja säätöjärjestelmien valinta. 1981

Lauri Suomalainen, Börje Hagner: Lämmön talteenotto likaisesta teollisuuspoistoilmasta. 1982

Markku Tapola: Teollisuuden Kohdeilmanvaihto. 1982  
 Terveysthuoltorakennusten energiatalouden parantaminen . 1982  
 Poistoilmalämpöpumppu kerrostalojen energiatalouden parantajana. 1982  
 Ekono Oy: LVI-laitteiden sähkönkulutus. 1983  
 Elektroninen ilmanpuhdistus kiertoilmajärjestelmässä. 1983  
 Pirkko Pihlajamaa: Ulkoilmasuodattimet, tarkoituksenmukainen valinta. 1983  
 Ilmanvaihdon energiatalouden parantaminen liike- ja julkisissa rakennuksissa. 1983  
 Eero Siitonen, Börje Hagner: Kylmäilmapuhallus 1984  
 Vesivaraaja rakennusten lämmityksessä. 1985  
 Pientalon ilmanvaihtolämmitys. 1985  
 Automaatiotekniikan energiataloudelliset sovellutukset, 1986  
 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihdon tarve. 1986  
 Teollisuusrakennusten sisäilmasto. 1986  
 LVI-säätölaitteiden elinikä ja uusimistarve, olemassaolevien LVI-prosessien säätölaitteiden eliniän ja uusimistarpeen määrittely. 1987  
 Teollisuusilmanvaihdon suunnittelu, ilmanjako. 1987  
 Rakennusten energiataloudellinen käyttö ja ylläpito. 1988  
 Paperitehtaan ilmastoinnin kuluttaman primäärienergian käytön vähentäminen. 1988  
 Rakennusten jäädytys. 1989  
 Projekti-insinöörit Oy: LVI-laitteiden ylivoimaisen haittojen välttäminen. 1989  
 Lisäksi KTM:n tukemana on laadittu 1980-luvulla yleisoppaita toimialakohtaisesti seuraaville toimialoille:

- elintarviketeollisuus
- tekstiili- ja nahkateollisuus
- kemian teollisuus
- savi-, lasi-, kiviteollisuus
- metallien valmistus
- metalli- ja konepajatuotteiden valmistus
- muovituoteala
- hotelli- majoitusala
- prosessiteollisuus.

Neste Oy PKT-energiaoppaat 1987...1990, ryhmän vetäjänä Per-Erik Sjöholm:

Energian käyttö- ja suunnittelutietoa kuumasinkitsijöille

Börje Hagner et al: Leipomouunien energiataloudellinen käyttö ja valinta.  
 Energian käyttö- ja suunnittelutietoa teva- ja pesulateollisuudelle. Liha- ja  
 einosalan energiaopas. Taloudellinen kasvihuonelämmitys ja Ekonomiskt  
 uppvärmning av växthus. Kamarikuivaamoiden lämmitys. Maatalouden  
 tuotantorakennusten ilmastointi ja lämmitys. Öljyä käyttävät prosessilaitteet.  
 Teollisuushallien lämmitys- ja ilmastointitietoa teollisuudelle.  
 Lämmöntalteenoton käyttö- ja suunnittelutietoa teollisuudelle.  
 Teollisuusrakennusten ilmastointi ja lämmitys

Energian käyttö- ja suunnittelutietoa maalaamoille



Energian käyttö- ja suunnittelutietoa konepajateollisuudelle

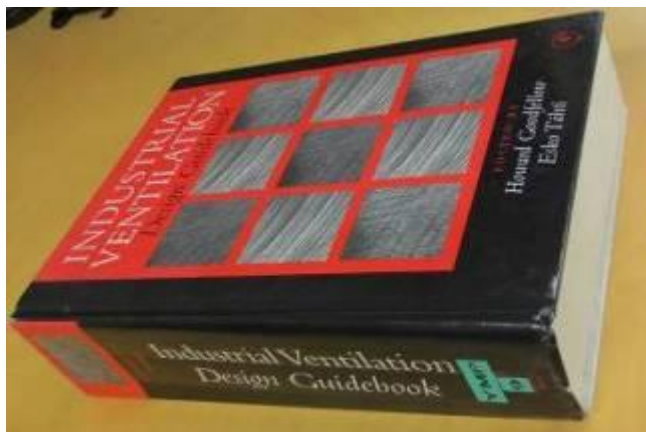
Betonitehtaan energiaopas

Kari Saviharju: Öljykattilalaitoksen käyttö- ja suunnittelutietoa

Teuvo Aro: Kuumaöljyopas ja Höyryopas.

Projekti-Insinöörit Oy, Neste Oy, LVI-Urakoitsijalitto: Kiinteistöjen LVI-tekniikan kunnostus ja huolto. 1985.

Börje Hagner et al: Teollisuushallien taloudellinen lämmitys ja ilmanvaihto. Imatran Voima Oy, 1993.



Esko Tähti et al. **Industrial Ventilation Design Guide Book** (yli 1500 sivua). INVENT-projekti. 2000. Tätä ennen julkaistiin jo useita suomenkielisiä erillisraportteja/ohjevihkosia. Kuva BHa.

Teuvo Aro, Krister Koivula: **Learning from experiences with Industrial Ventilation. CADDET Analyses Series No. 10.** Energiankäytön tehokkuutta ja nykyään uusiutuvan energian käytön lisäämistä ajavan Caddet-keskuksen kustantama kirja erilaisista OECD-maissa toteutettujen teollisuustilojen energiatehokkaista ilmanvaihtoratkaisuista 1993. Pääosa esimerkeistä löytyi Suomesta. CADDET on julkaissut myös uutislehteä, jossa on esitelty laajalti erilaisia energiatehokkaita ratkaisuja. Nykyisin CADDET julkaisee netissä teknisiä raportteja toteutuneista ja toimivaksi todennetuista uusiutuvaa energiaa hyödyntävistä ratkaisuksista.

Kauko Lindström **Vesi- ja viemäritekniikka** Edita 1999.

Pentti Harju: **Penan tietokirjat:** LVI-tekniikan perusteet, Talotekniikan automaatio, Mittaus ja säätö, Ilmastointi 1 ja 2, Vesi ja veden käyttö rakennuksissa, Teknillinen piirustus. Penan Tieto-opas Ky 2002 ja Otava 2003. Kirjat ovat varustettu havainnollisilla kuvilla.

**RIL-kirjat**, kuten uudemmat RIL 196...1992: Viihtyisä asuminen. LVI-suunnittelun opas. RIL 252-1-2009: Asuinkerrostalojen linjasaneeraus. RIL 239-2008: Talotekniikan reititysohje. RIL 232-2012: Rakennusten savunpoisto: suunnittelu, toteutus ja ylläpito (edellinen versio 2007).

Arto Riikonen: Kaasualaa koskeva erinomainen Gasum Oy:n M-julkaisusarja, 22 osaa, 1990-luvulla.

Kai Siren: Ilmastointitekniikan mittaukset. Tietonova 1995.

Sten Embom: Kylmän välttämättömyys. Kylmätekniikan voitonmarssi Suomessa. Gummerrus 1995.

Esko Tähti et al: Teollisuusilmastoinnin opas. TAKE Report 14. 2009.

Palo- ja Rakennuslainsäädäntö. Suomen kalenterit 2012.

LVI-Talotekniikkateollisuuden monet julkaisut.

Sisäilmayhdistyksen erilaiset oppaat, kuten Harri Ripatti et al: Puhtaan ilmanvaihtojärjestelmä suunnitteluohje, eri painoksia, 2000-luku.

LVI-INFO, tuotetiedosto, jota ylläpitää LVI-tekniikan kaupan liitto. Rekisteröidyille tuotteille annetaan LVI-numero ja sen oheistiedot saa näkyviin. LVI-INFO -tuoterekisteriä käyttävät kaikki Suomen suurimmat LVI-tukkuliikkeet. Järjestelmään liitetään kansainvälisen Etim-standardin (European Technical Information Model) mukainen tiukempi tuotetietojen esitystapa. Työ alkaa 2015 aikana.

Verkossa olevat sanakirjat.

Verkossa olevat väitöskirjat, lisensiaatti- ja diplomityöt ja muut opinnäytetyöt.

### **Lehdet**

Valintaperusteet: ovat sisältäneet alan tietämystä parantavia kirjoituksia.

TALOTEKNIikka, korvasi LVI-lehden, joka oli aiemmin LVT-lehti, per. 1950-luvulla. LVT- ja LVI-lehti sisälsivät paljon ammattitaitoa parantavia asiantuntijakirjoituksia aikana, jolloin opetus oli verraten pinnallista. Opetettiin mm. kanavien suunnittelua, hx-piirroksen käyttöä, korroosiotekniikkaa, äänitekniikkaa, lämpöhäviöiden laskentaa, lämmityslaitosten mitoitus, kaukolämpöjärjestelmiä, puhaltimien valintaa ja kytkentää kanavistoon. Monet näistä kirjoituksista ovat edelleen aivan käypää opetusmateriaalia.

KYLMÄEXTRA

VVS Tidskrift

SISÄILMAUUTISET

LVI-Mies, lopetettu samalla, kun LVI-Lehti lopetettiin ja tuli tilalle Talotekniikka

KUNTATEKNIikka, SKTY:n julkaisema lehti

### **Seuraavissa on LVI-alan kirjoituksia enemmän tai vähemmän satunnaisesti**

RAKENNUSLEHTI, on liki ainoa rakennusalan lehti, joka ei ole puffi, vaan uskaltaa kirjoittaa reippaasti myös kriittisesti

RAKENNUSTEKNIikka

RAKENNUSMAAILMA, ainoa lehti, jossa on mm. LVI-laitteiden sellaisia testejä, joita pitäisi alan laadunvalvonnan itse tehdä

RAKENNUSTAITO

TEKNIikka JA TALOUS ent. INSINÖÖRIUUTISET

VESITALOUS

SUOMELA

LÄMMÖLLÄ

PIENTALO JA PIHA

OMAKOTILEHTI

MEIDÄN MÖKKI

KIINTEISTÖLEHTI JA Kiinteistöliiton paikalliset kiinteistöuutislehdet

OMAKOTIVIESTI (Tampereen omakotiyhdistysten keskusjärjestön lehti) ja muut vastaavat asukasyhdistysten ja vastaavien lehdet

Erilaiset alan yhdistysten tai oppilaitosten juhla- ja kampanjajulkaisut

Yritysten omat lehdet Onninen, Oras Oy:n Hanakanava, Atlas-Copco Oy, Alfa-Laval, Fläkt Woodsin lehti, AX-Uutiset, Granlund Oy:n Halfdone, Retermianews.

Kunnallisten vesi- ja energialaitosten lehdet

Monet yritykset ovat siirtyneet sähköisiin uutislehtiin

Ulkomaisista lehdistä luettuja ovat olleet erityisesti:

- ruotsalainen Energi & Miljö (entinen VVS-tidskrift)

- amerikkalaiset Heating, Piping, Air Conditioning, ASHRAE Journal
- saksalainen Heizungs-, Klima-, Sanitärtechnik ja Heizung-Lüftung-Klimatechnik-Haustechnik.
- Lisäksi on joukko erikoistekniikoiden lehtiä kuten kylmäalaa tai uima-altaita ja uimahalleja koskevia.

## **Tarttis kertoa myös suurelle yleisölle ja lystin maksajille**

### **Energiatodistuksen tekemisen hyöty**

LVI-alan puutteena on kuitenkin ollut se, ettei alan kirjoituksia ole juurikaan näkynyt suuren yleisön medioissa. Ala sentään koskettaa jokaista kansalaista, jonka takia harhakäsitysten oikaisu ja toisaalta uusien todennetusti parempien ratkaisujen esille tuominen olisi tarpeen.

Hyvä esimerkki huonosta tiedottamisesta on energiatodistusten laatimisvelvoite, jonka motivoivan tiedottamisen maksajille eli kiinteistöjen omistajille ympäristöministeriö sössi. LVI-alan ihmisille on kyllä ollut koulutusta ja auktorisointia yms. Useimmilla kiinteistöomistajilla ei ole ollut oikeaa käsitystä todistuksen sisällyksestä ja hyödystä. Seurauksen oli kansalaisaloite koko homman kumoamiseksi vähintään pientalojen osalta. Kun kiinteistönomistajille on selostanut kädestä pitäen mitä hyötyä energiatodistuksesta on, on poikkeuksetta vastauksena ollut: "En minä tota tiennytkään".

Tiedottamisessa tarvitaan muutoinkin rautalankaa. On pidettävä mielessä, että puolet suuresta yleisöstä on keskimääräistä tyhmempää. Like to a small child on vanha ohje tiedottamisesta yleisölle USA:ssa. Mutta heillähän ei koskaan ollutkaan tsaarinaikaa, joka olisi voinut jäänyt päälle.

### **Uskomustieteitä**

Energian käyttöön ja kannattavuuteen liittyy paljon asioita, joiden ymmärtäminen kuuluisi kansalaistaitoihin. Myös ilmanvaihtoon liittyy suuren yleisön keskuudessa uskomuksia. Asiaa ei ole helpottanut joidenkin alaa tuntemattomien, mutta asiantuntijoina pidettyjen, käsitykset mm. rakennusten oikeista painesuhteista ja vesihöyryn diffuusiosta ulkovaippaan. Esimerkkinä todellisen tiedon puutteesta on erään porukan ohje, että rakennuksessa on syytä pitää 1 Pascalin alipaine. Ei ollut tietoa, että rakennukseen syntyy ulko- ja sisälämpötilan eron takia painekuvio, joka johtaa yläosassa monen Pascalin ylipaineeseen ja alaosassa vastaavasti alipaineeseen. Lisäksi yhden Pascalin paine-eron mittaaminen on ylivoimaista tai tuulella täysin mahdotonta.

### **Asukkaiden tietämys ilmastoinnista hataraa**

Asuntojen tai toimitilojen ostajillakaan ei ole juuri tietoa mitä pitäisi vaatia. Takana päin alkaa ehkä kuitenkin olla koko kansan slogani "Ei se ilmastointi kuitenkaan toimi". Laitteiden huollon merkitystä tai edes päämäärää ei aina ymmärretä. Helsinkiin rakennettiin parikymmentä vuotta sitten kerrostaloja, joissa oli asuntokohtaiset tulo- ja poistoilmalaitteet. Asukkaat valitsivat sitä, että tuloilmasuodattimet tukkeutuvat. Tätä vähän naureskeltiin, todistihan tukkeutuminen, että oli todella tarpeen puhdistaa ilmaa. Tosin vähän mietitytti, josko olisi ollut järkevämpää järjestää laitteille vähän enemmän tilaa, jotta olisi voinut käyttää suurempia suodatinpinta-aloja ja siten harvempia huoltovälejä. Ja ovatkohan ne asukkaille jaettavat käyttöohjeet todella motivoivia ja taustoja selvittäviä Mitähän, jos LVI-ala kerrankin tekisi vaikkapa ilmanvaihdosta joka asukkaan oppaan?

### **Hyvän sisäilman arvostus**

Eräässä tutkimuksessa 2000-luvun alussa kysyttiin suurelta joukolta uutta asuntoa harkitsevilta arvostavatko he hyvää sisäilmaa. Vastaus oli tietenkin; Kyllä. Kun kysyttiin olisivatko valmiit satsaamaan muutaman tonnin hyvän sisäilman aikaansaamiseksi, oli vastaus: "Ei me tuollaisia summia makseta". Kyselytutkimukset ilman asian arvottamista suhteessa muihin investointeihin tai käyttökuluihin ovat nollan arvoisia. Vastajilla on taipumus vastata siten, kuin he kuvittelevat olevan fiksua vastata. Kyseinen tutkimus oli esimerkki, miten totuus löytyy.

## 5 ALAN OHJAUS

### LVI-ALAAN VAIKUTTANEITA VIRANOMAISIA ym.

**Kauppa- ja Teollisuusministeriö**, per. 1888, vuodesta 2008 **Työ- ja elinkeinoministeriö TEM**

**Rakennushallitus** (ruots. byggnadsstyrelsen) oli suomalainen keskusvirasto, joka toimi vuosina 1811–1995. Sen tehtävä oli huolehtia valtion rakennusten ylläpidosta ja suunnitella uudet valtion rakennukset. Rakennushallituksen tehtäviä hoitamaan perustettiin Valtion kiinteistölaitos, joka nykyisin tunnetaan nimellä **Senaatti-Kiinteistöt**, joka on valtion liikelaitos

**Asuntohallitus** 1966 - 1993, Kuului ensin sisäasiainministeriön ja vuodesta 1983 alkaen vasta perustetun ympäristöministeriön hallinnonalaan. Tehtävänä on mm. kuntien asuntotuotannon ohjaus ja valvonta, sekä muutoksenhakuviranomaisena toimiminen. Keskeisin tehtävä oli valvoa, ohjata ja edistää valtion tuella (Arava-järjestelmän puitteissa) tapahtuvaa asuntorakentamista. Tämän takia laati tarkkoja ohjeita lainoitettavien rakennusten teknisistä ratkaisuista.

Asuntohallituksen edeltäjä oli **Arava**. Kun asuntohallitus lakkautettiin 1.12.1993, suurin osa sen tehtävistä siirtyi uudelle valtion asuntorahastolle. Osa tehtävistä siirtyi ympäristöministeriölle.

**Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)** vastaa keskeisesti valtion asuntopolitiikan toimeenpanosta. ARA kuuluu ympäristöministeriön hallinnon alaan. ARA myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä avustuksia, tukia ja takauksia sekä ohjaa ja valvoo ARA-asiantuntijateeman käyttöä. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa ja tuottaa alan tietopalvelua. ARA on asumisen asiantunteva kumppani, kehittäjä ja uudistaja, joka edistää ekologisesti kestävästä, laadukasta ja kohtuuhintaista asumista. Periaatteena on: jokaisella on oikeus hyvään asumiseen.

**Ympäristöministeriö**, per. 1983. Vastaa ympäristö- ja asuntoasioiden valmistelusta. ym. Ministeriön toimintaan on liittynyt paineita mm. jatkuvien määräysmuutosten takia. Niitä ministeriö on perustellut EU:sta tulleilta ohjeilta tms.

**Paikalliset rakennustarkastajat**, Varsinkin Helsingin alueella on ollut omia ohjeita ja tarkennuksia. Toisaalta monissa kunnissa esim. suunnitelmien tarkastaminen on lopetettu. Suunnitelmat toimitetaan vain arkistoitavaksi. 2015 on käynnissä siirtyminen sähköiseen asiointiin rakennuslupa-asioissa.

**Pelastuslaitokset**, (erit. palo-asiat), usein päätösvaltaa yli asetusten.

**Kuntien terveystarkastajat**. Tarkastajilta saa apua esim. sisäilmamittauksiin, jos on epäiltävissä, että määräyksiä ei noudateta.

### Työsuojelu Suomessa

Katso myös kohta: Yli 100 vuotta teollisuusilmaa Suomessa.

Työsuojelua on totisesti tarvittu, alla esimerkki fosforitulitikkujen valmistuksesta 1880-luvulta. (Kyseessä on tikut, joita lännen mies syyttää raapaisemalla kengänpohjaa tms.). Suomessa tämä tulitikkujen ruudin valmistusmenetelmä lopetettiin ensimmäisenä Pohjoismaista jo 1800-luvun puolella.

**Jukka Sihvonen** kuvaa Tekniikan Maaailma -lehden artikkelissaan: “ *Kolme neljä vuotta fosforihöyryjä työssään hengittäneille tulitikkutehtaan työläisille alkoi muodostua erilaisia luusairauksia sekä kasvoihin ylä- tai alaleuan kuolioita. Myrkytyksen saaneen kasvot vääristyivät, hampaat irtosivat, ikenet, iho alkoi vihertää ja muuttua mustaksi. Leukaluu saattoi alkaa hohtaa himmeästi pimeässä. Mitään lääkettä ei ollut, vain leikkauksia oli mahdollista tehdä. Tulitikkutehtaan työt erottuivat runneltuneista kasvoistaan jo kaukaa. Fosfori tuhosi heidän elämänsä.*”

Industrialismin kasvu Isossa-Britanniassa 1700-luvun lopulla ja 1800-luvun alussa toi työelämään liittyvät riskit ajankohtaisiksi. Suomessa ensimmäiset työsuojelua tarkoittavat säännökset olivat asetuksessa teollisuusammateissa olevien työntekijöiden suojelemisesta vuodelta 1889.

**Sosiaali- ja terveysministeriö, Stm**, per. 1917. Sosiaaliasiain esittely erotettiin senaatissa kauppa- ja teollisuustoimikunnasta sosiaalitoimituskuntaan, jonka toimialaan kuuluivat muun muassa työväenasia, joka sisältää esimerkiksi työväen suojelun. Stm johtaa, valvoo ja hoitaa työsuojelutoimintaa. Toiminta on jaettu viidelle työsuojelun vastuualueelle. Aiemmin alueellisesta työsuojelusta vastasivat työsuojelupiirit. Vastuualueet ohjaavat ja neuvovat työntekijöitä ja työnantajia mm. työoloja koskevien säädösten soveltamisessa. Käytännön työssä toimivat työsuojelutarkastajat.

Stm:n työsuojelutoimintaa tukevat viranomaistahot: Työ- ja elinkeinoministeriö, **Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)**, **Säteilyturvakeskus (STUK)**, **Kuluttajavirasto sekä Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (STTV)**. Tutkimus- ja palvelulaitokset, kuten VTT, vakuutusyhtiöt, standardisoimisliitto ja korkeakoulut tuottavat työsuojeluun ja –terveyteen liittyvää materiaalia ja ohjeistusta. Laitokset antavat asiantuntijalausuntoja sekä tekevät mittauksia.

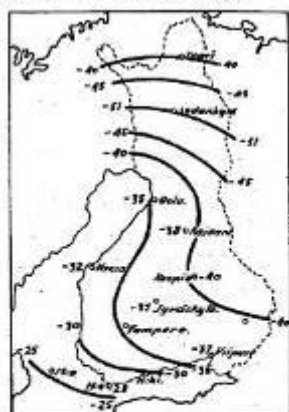
Työpaikkojen työsuojelun organisoinnista vastaa työnantaja: perustetaan **Työpaikkojen työsuojelutoimikunnat**.

**Lääketeollisuudessa FDA** eli Yhdysvaltain elintarvike ja lääkehallintovirasto (Food and Drug Administration) valvoo yksityiskohtaisesti, että lääketeollisuus, joka toimittaa lääkkeitä Yhdysvaltoihin, täyttää kaikki erityismääräykset. Uuden lääkkeenvalmistuslinjan auditointi voi kestää viikkoja tai kuukausia.

## LAKEJA, ASETUKSIA, OHJEITA YMS

Rakennusten lämmitystarpeen ja minimi-ilmanvaihdon laskemiseksi ja lämmittimien mitoittamiseksi on julkaistu ns. **Normaaliohjeita**. Ensimmäinen versio saatiin aikaan 1917, seuraava vasta 1950-luvulla.

Alkuperäiset lämpösuojelun lämmitystarpeiden laskemiseksi tarkoitetut laskentataulukot on otettava -30°C ulkolämpötilalla.



Normaaliohjeissa annettiin ohjeet mm. lämmityslaitoksen mitoituslämpötilalle. Vasemmalla ohjeet 1917 ja oikealla 1966. Mitoitusperusteet ovat lieventyneet. Säädataa on saatu lisää.

**LIVI** julkaisi ilmanvaihto-ohjeet 1960-luvulla ja tarkennetut lämmitystarpeen laskentaohjeet 1970-luvulla,



**Rakentamismääräykset** Ensimmäiset LVI-tekniikkaa koskevat ilmestyivät 1976. Kaikkien ministeriöiden sekä muiden viranomaisten määräyskokoelmien aineistoa on viety 2000 lähtien Finlexiin perustettuun viranomaisten normitietokantaan. Sieltä löytyy mm. ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelma kokonaisuudessaan ja useiden ministeriöiden määräysten tekstit, ks. [www.finlex.fi/normit/index.html](http://www.finlex.fi/normit/index.html)

**Asetukset, esim.** Palavien nesteiden asetukset, Paineastia-asetukset, Savunpoistoasetus ja nykyisin Savunpoiston EN-normit ja niiden luonnokset, ATEX-direktiivi, Jätehuoltoasetus.

**Kuntakohtaiset** ohjeet, erityisesti Helsingin alueen kunnilla on ollut omia ohjeita.

**TUKESin** ohjeet mm. palavien nesteiden varastoinnista.

Yleiset laatuvaatimukset eli **Talotekniikka-RYL** eli TATE-RYL 1 ja 2. Uusi LVI-RYL on työn alla.

**Vakuutusyhtiöt**, esim. sprinklerilaitteistot, palopostijärjestelmät, inerttikaasujärjestelmät, hiilidioksidikaasujärjestelmät. Lisää aiheesta: Vahingontorjuntavaatimukset /CEA = Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliitto. Jo 1800-luvun puolella suojele- ja palonesto-ohjeita ja tapauskohtaisia määräyksiä antoi mm. Saha-Palo Oy, ja sen seuraaja Teollisuuspallo ja siitä muodostunut Teollisuusvakuutus Oy eli nykyinen vakuutusyhtiö IF. Myös Keskeytysvahinkovakuutusyhtiö Otso (per. 1938) on ohjeistanut ja kouluttanut suunnittelijoita.

Mikäli edellisistä ei löydy ohjeita eikä malleja tavoitelaadun määrittelemiseksi, voidaan käyttää myös **standardeja**. Käyttökelpoisia ovat esim. seuraavat:

Suomalaiset SFS- (SFS-EN), ruotsalaiset SS-, saksalaiset DIN-, eurooppalaiset EN-, prosessiteollisuuden PSK- ja amerikkalaiset ASHRAE-standardit ja Guidelines sekä ASME:n (The American Society of Mechanical Engineers) ja American National Standards Institute (ANSI) standardit.

Muutoinkin on ainakin ideoita voitu katsoa ruotsalaisista ohjeista ja määräyksistä. Siellä esim. **Arbetskyddstyrelse** on julkaissut monta mielenkiintoista ohjetta.

## TESTAUS, HYVÄKSYNTÄ, PÄTEVYYS. LUOKITUKSET

### Henkilöiden pätevyys

**FISE Pätevyysjärjestelmä**, ollut ja ilmeisesti tulee olemaan muutoksien kourissa, sillä valinnaisten opetuskurssien aikana opintopisteiden kuin opintoviikkojen summan merkitys vaatii rukkaamista. Korkeakouluopetuksessa perinteinen LVI-DI-käsite on muotoutumassa, ja kysymyksen alla on minkä arvoinen on pelkkä kandiditointi.

Pätevyysjärjestelmässä keskustelua on herättänyt myös käytännön kokemuksen noteraaminen tai pikemminkin sen puute. Esimerkiksi suunnittelija ei saa hyvitystä asennustyökokemuksesta, vaikka siitä on kiistämättä suurta hyötyä itse työssä.

SuLVI vastaa kansallisen pätevydentoteamiselimien FISE Oy:n osakkaana LVI-alan suunnittelijoiden ja työnjohtajien, energiatodistuksen laatijan ja LVV-kuntotutkijan pätevydentoteamisesta.

Pätevyysvaatimuksia on asetettu ainakin seuraaville osa-alueille:

- KVV-työnjohtajat
- IV-töiden johtaja
- vaatimustasoltaan erilaisten LVI-laitosten suunnittelijat
- energiatodistusten laatijat
- kuntotutkijat

-erikoisjärjestelmien asentajat, kuten kylmälaitteet, öljyputkistot, kaasujärjestelmät

**Lyhyempien kurssien tuloksena** voi saada mm. seuraavia:

- hygieniapassi
- työturvallisuuskortti
- tulityökortti

### Laitteet

Kansalliset Tyyppihyväksynät, ks. asetukset, korvautuvat CE-merkinnällä

CE-merkinnät, korvaa kansalliset tyyppihyväksynät,

Rakentamismääräyksissä on vaatimuksia laitteille, esim. ilmanvaihtolaitteiden maksimi sähkön ominaiskulutus eli SFP-luku ja tiiviys

Energialuokkamerkinnot.

**Rakennukset ja rakennusmateriaalit**, ks. Sisäilmaluokitus, ks. Sisäilmayhdistys ry.

**LEED** (The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) Green Building Rating System) on Yhdysvalloissa kehitetty luokitusmenettely, jonka ensimmäinen versio julkaistiin 1998.. Rakennusten ympäristövaikutusten luokitusjärjestelmä, per. 1989 USA:ssa. Käytetty jo Suomessakin joissakin ulkomaalaisrahoitetuissa ostoskeskushankkeissa.

**BREEAM** (BRE Environmental Assessment Method) on englantilainen ympäristöluokitus, jonka ensimmäinen versio julkaistiin 1990. Se palkitsee säännökset ylittävät suoritukset, jotka edesauttavat ympäristön hyvinvointia, mukavuutta ja terveellisyyttä. BREEAM antaa pisteitä ja ryhmittelee ympäristövaikutukset seuraaviin luokkiin:

- **Energia:** käyttöenergia ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- **Projektinjohto:** johtamiskäytännöt, käyttöönotto, luovutus, työmaan hallinto ja hankinnat
- **Terveys ja hyvinvointi:** Rakennuksen sisäiset ja ulkoiset tekijät (melu, valo, ilmanlaatu jne.)
- **Liikenne:** liikenteeseen liittyvä CO<sub>2</sub> ja sijaintiin liittyvät tekijät
- **Vesi:** kulutus ja tehokkuus sisällä ja ulkona
- **Materiaalit:** rakennusmateriaalien vaikutukset, myös elinkaarivaikutukset, kuten hiilidioksidimäärät
- **Jätteet:** rakentamismateriaalien käytön tehokkuus ja käytönaikainen jätehuolto sekä jätteiden minimointi
- **Maan käyttö:** tonttityyppi ja rakennuksen ekologinen jalanjälki
- **Saasteet:** ilmansaasteet ja päästöt vesistöihin
- **Ekologia:** ekologinen arvo, ympäristönsuojelu ja kehittäminen.

Ympäristöluokituksia on hiottu moneen kertaan. Edelleen niissä on osia, joita on sovellettava paikallisesti riippuen mm. aluelämmitys- ja sähkönkehitysratkaisuista.

### Yritysten laatu järjestelmät

Tosiasialliset toiminnan laatu järjestelmät vaihtelevat yrityksestä ja jopa työryhmästä riippuen. Asiakslähtöinen ajattelu ei perinteisesti ole ollut vahvuus rakennusalalla. LVI-puolella negatiiviseen palautteeseen vastattiin 1970-luvulla (ja jossain kai sen jälkeenkin) leimalla "hullu akka" sen sijaan, että olisi syvennetty omaa ammattitaitoa ja menty toteamaan, mittaamaan ja analysoimaan tilanne. Tosin harvalla on ollut tarvittavia mittareita: mustapallomittari tai pienten alle 0,2 m/s ilmannonopeuksien mittari, WBGT-mittari tai herkkyydeltään ja mittausalueeltaan hyvälaatuinen äänimittari.

Joissakin yrityksissä on alettu aktiivisesti koota palautteita ja käyty niitä läpi porukan kanssa (mikäli on kiinteää porukkaa). Vaikeissa ja alati muuttuvissa työmaaoloissa on vetäjien tietyllä

tavalla parkkiinnuttava, mutta perusasenne ei saa olla, että valittaja on ikävä ihminen. Saatu palaute voi olla jatkossa avain kilpailukykyiseen toimintaan tai palveluun.

**Elinkaarikustannusoptimointi** on tulossa julkisiin hankintoihin. Ongelmat ovat osin samat kuin ympäristövaikutusten luokituksissa. Sinänsä laskentakaavat ovat verraten helppoja, mutta tosiasia on, ettei kukaan tiedä oleellisia laskennan perusparametreja:

- paljonko eri energialajien hinnat ja niihin liittyvät siirtohinnat yms. muuttuvat vuosittain seuraavien vuosikymmenten aikana (esimerkki öljyn hintamuutokset viimeisten viiden vuoden aikana, kuka osasi ennustaa)
- mikä on todellinen tekninen tai taloudellinen käyttöikä (on vain karkeita arvioita, joissa tuskin osataan ottaa huomioon edes tapauskohtaisia erityisolosuhteita)
- mikä on jonkin laitevalinnan ja mitoituksen taloudellinen käyttöikä, jos ja kun markkinoille tulee uusia kilpailevia ratkaisuja
- miten kansainväliset hiilidioksidipäästöihin liittyvät sopimukset kehittyvät (kymmenen vuoden sisällä kaikki määräykset voivat muuttua radikaalisti)
- miten laskentakorkokanta pitäisi valita (kuka olisi uskonut, että ohjaukset voisivat olla käytännössä 0 %)
- miten työvoimakustannukset muuttuvat (nythän mennään niissä alaspäin)
- mitä riskejä ratkaisuun liittyy (riskejä ovat esim. homevaarat, käyttökeskeytykset, hakkerointi)

Kun elinkaarikustannuksiin otetaan mukaan myös sisäilman tai valaistuksen vaikutukset työtehoon, terveyteen, laitteiden vikaantumiseen ja kulumiseen ja onnettomuusriskeihin, ollaankin jo syvällä oletusten suossa, jossa pienillä muutoksilla lähtöparametreissa saa tulokseksi mitä haluaa. Esimerkkinä eristeteollisuus, joka perinteisesti on ruuvaillut pitoaikaa, vuosittaista energian hinnan muutosta ja laskentakorkoa saaden tuloksista itselleen edullisia. Kohtuullista olisi esittää herkkyystarkasteluja eri lähtöarvoilla.

## **SOPIMUSKÄYTÄNTÖ, TEHTÄVIEN SISÄLLÖT**

Tehtävien sisältöluettelot, löytyvät RT-kortistosta

- suunnittelu: konsulttialan yleiset sopimusehdot KSE
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE ja siihen liittyvät lomakkeet
- teollisuuden yleiset hankintaehdot
- Rakennusteollisuus: esim. Elinkaarihankkeiden sopimusmalli
- valvojan tehtävät
- energiaselvityksien sisältö
- kuntotutkimusten sisältö
- ym.

### **Suuret rakennuttajat**

Valintaperuste: suuria rakennusmassoja, yleensä omat ohjeistot koskien teknisiä ratkaisuja

Rakennushallitus ja Asuntohallitus, ks. Senaatti-Kiinteistöt

VVO ja muutamat muut ns. yleishyödylliset asuintalorakentajat

Senaatti-Kiinteistöt alueenaan valtion hallinnoimat kiinteistöt

Valio, metsäyhtiöt, suuret teollisuusyritykset, Technopolis

Kaupunkien tilakeskukset ja rakennusvirastot

Kauppaketjut kuten K-Ryhmä, S-Ryhmä, Lidl, Tokmanni...

Grynderit

Opiskelija-asuntosäätiöt

Citycon Oyj

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy

Vakuutusyhtiöt

## Osa-alueita, joita en nyt ottanut mukaan

Seuraavista aiheista vois seuraavissa päivityksissä kirjoittaa tarkemmin:

- radonin poisto, savun poisto, paineistus
- salaajat
- routasuojaukset
- sadevesijärjestelmät
- puhdasvesijärjestelmät
- kaasujärjestelmät
- sprinklerijärjestelmät, vaahtosammutus
- putkat, puolustusvoimien rakennukset, varastot, tunnelit, voimalaitokset, yhdyskuntatekniikan rakennukset (pumppaamot, puhdistamot)...

## Avustajia

Historian laatimista ovat avustaneet neuvoin, kommentein ja materiaalein:

Alvar Hausen, Esko Kukkonen, Ari Maijala, Kalevi Lammi, Markku Lapinleimu, Timo Nurmikari, Jaakko Haapio, Pekka Palomäki, Heikki Loppi, Jorma Grönholm, Jukka Niittyaro, Pekka Enne, Antti Seppä, Pirkko Pihlajamaa, Kalle Jokihäärä, Juha Muttilainen, Arto Laaksonen, Teuvo Aro, Martti Niemelä, Vesa Pyhtilä, Risto Kosonen, Jarmo Hellstedt, Esko Kaappola, Jarmo Meskanen, Reijo Hänninen, Pekka Kivelä, Esa Sandberg, Tero Järvinen, Anders Standvall, Seppo Heinänen, Markku Tapola, Markku Rantama, Ari Oranen, Harri Arola, Markus Castren. Kai Siren, Juha Brunnila, Erkki Saarivirta, TaLVIn hallitus, Koja Oy, Minna Lehtonen, SuLVI/Tiina Strand, Esko Tähti, Urpo Koivula.

## Kuvalähteet ja niiden käyttö

KK = Kansalliskirjasto, vapaa käyttöoikeus

Am = **Building technology heritage library**, pohjoisamerikkalainen, osin kansalliskirjastoamme vastaava kirjasto, joka on digitoinut suuren joukon vanhoja rakennusalan esitteitä ja vastaavia. Näihin on vapaa käyttöoikeus = millään taholla ei ole copyright-oikeutta ja kyseessä on Public Domain. Saman AM-merkinnän alle olen laittanut muutaman kuvan kansainvälisestä yliopistokirjastojen digitoidusta aineistosta, jota löytyy valtavat määrät lähteestä [www.archive.org](http://www.archive.org). Osa kuvista on digitoiduista yhdysvaltalaisista kirjeopiston American School of Correspondance julkaisemista HVAC & Plumping cyclopedia- eli itseopiskelukirjoista 1900-luvun alusta.

SuLVI = Suomen LVI-liiton edeltäjän eli yhdistyksen opetusmonisteet 1960-luvulta, vapaa käyttöoikeus, lähde mainittava

BHa = kuvannut Börje Hagner, vapaa käyttöoikeus, lähde ei tarvitse mainita

AX = AX-Suunnittelun kuvaama, vapaa käyttöoikeus, lähde ei tarvitse mainita

Piirretyt kuvat ovat kotoisin AX-Suunnittelun kirjasta EX Ax Lux Talotekniikan valikoitu historia. Kopioitaessa on mainittava tekijä Arto Forsell (poikkeuksellisen hyvä graafikko tekemään tekniikkaan liittyviä kuvituksia: forsell@forsell.fi puh. 040 502 1280).

Lisäksi mainio historiallisten kuvien katselupaikka on englantilainen CIBSE Heritage Group. Sen digitoimien kuvien käyttöön olisi kuitenkin pyydettävä erikseen lupa, ja niitä ei tässä historiikissa ole käytetty.

### Lähdeviittaukset

Tietolähteenä on ollut omien muistojen ja kokemusten lisäksi ihmisten haastatteluja ja toista tuhatta internetistä ja kirjallisuudesta löytyvää tietolähdettä. Kaikkien viittausten laittaminen tekstiin olisi sekoittanut esityksen. Näin ollen olkoon **vastuu testeistä ja tulkinnoista itselläni ja lukijalla.**

**Ja vielä kerran: otan vastaan palautetta, uusia ideoita tai mitä tahansa kommentteja osoitteeseen borje.hagner@tonni.fi**

## LIITETAULUKOT: LVI-alan virstanpylväitä

Vuosiluvut ovat vain suuntaa antavia, monien teknisten laitteiden keksimisvuosi ja laajempi käyttöönottoaika voivat erota paljonkin toisistaan. Lisäksi eri maissa teknisten ratkaisujen käyttöönotto erosi oleellisesti toisistaan.

### Putkialan virstanpylväitä

Vesijohdot ja viemärit Indus-joen kulttuuri	5000 v sitten
Huuhtelusäiliölliset vesivessat (Engl)	1770-luku
Suomen ensimmäinen vesilaitos	1870-luku
Matalapaine höyrylämmitys	1800-luku
Huoneistokohtaisia vesikeskuslämmityksiä (Suomi)	1880-luku
Sisävessat vesihuuhtelu (Suomi)	1880-luku
(ensimmäinen vesivessa 1840-luvulla Lapinlahden sairaalaan)	
Kupariputket lämpimään käyttöveteen	1910-luku
Käyttöveden kaasulämmittimet	1900-luku
Kiinteistöjen antrasiitti-, kivihilli- ja koksikattilat (Suomessa)	1920-luku
Juomavesipisteet kouluihin yms.	1920-luku
Kerrostalokohtaiset keskuslämmityslaitokset	1920-luku
Hitsatut levyradiaattorit	1930-luku
Vedenlämmittimet, sähköllä lämpenevät	1960-luku
Pallo- ja läppäventtiilit	1960-luku
Viemäri- ja vesipumppaamot	1930-luku
Kaukolämmitys	1950-luku
Kupariputket sinkittyjen teräsputkien sijaan kylmään käyttöveteen	1950-luku
Termostaattiset patteriventtiilit (Suomi)	1950-luku
Pumppukiertoiset lämmitysvesijärjestelmät	1930-luku
Ylipaineöljypolttimot kattiloihin	1930-luku
Ylipainekattilat	1960-luku
Termostaattiset vesihanat	1960-luku
Suljetut lämmityksen paisunta-astiat	1960-luku



Mineraalivillaiset putkieristykset	1950-luku
Kattilahuonekontit aluelämpöön	1970-luku
Kylpyhuone-elementit kerrostaloihin	1970-luvun alku
Yksiotesekoittajat	1970-luku
Asbestin käyttö eristyksissä loppui	1970-luvun alku
Alipaineviemäröinti	1960-luku
Maalämpöpumput	1970-luku
Liiketunnistinhanat	1970-luku
Ilmalämpöpumput	1980-luku
Haja-asutusalueen kiinteistökohtaiset jätevesipuhdistamot	1960-luku
Raakaveden osmoosipuhdistuslaitteet	1970-luku
Puupellettilämmityksen läpimurto	1998
Hybridilämmitysjärjestelmien yleistyminen (kattila, aurinko, lämpöpumppu)	2000-luku

### Putkialan materiaali- ja liitostekniikan virstanpylväitä

#### Viemärit

Keraamiset putket, laastiliitos 5000 v sitten, Indus-virran kulttuuri.

Betoniputket, laastiliitos, antiikin roomalaiset, betoni unohtui lähes 1000 vuodeksi

Valurautaputket, tiivistys rasvakyllästetyllä tekstiilinauhalla ja lyijyllä. Ensimmäiset vaaka-asennossa valetut laippaliitokselliset mm. Versaillesissa 1700-luvulla. 1800-luvulla pystyasennossa valetut ja 1800-luvun lopulla mittatarkat keskipaikoisvaletut muhviiliitoksella, menetelmä jatkui 1960-luvulle

PVC-muoviputket kumirengasliitoksin	1960-luku
PE-muoviputket, muhvi ja hitsausliitos	1970-luku
Valurautaputket pantaliitoksin	1980-luku
RFe-putket kumirengasliitoksin	1980-luku
PP-muoviputket kumirengasliitoksin	1990-luku
Vanhojen viemäreiden ja putkien sisäpuoliset pinnoitukset	1990-luku.

#### Vesijohdot

Lyijyputket, laippaliitos	muinaiset roomalaiset
Vesihuollon niitatut rautaputket	1800-luku
Sinkityt rautaputket, kierreliitokset	1900-luku
Kupariputket, kaasujuotosliitokset	1900-luku
Kupariputket, juotosliitokset, ns. kapillaariliitososat	1950-luku
Larikka- eli T-Drill-kaulustus	1970-luvun alku
Kupariputket puserrusliitokset	1970-luku
Kupariputket, hydraulisesti puserrtet liitokset	1980-luku
PE-muoviputket, liimaliitokset, hitsausliitokset	1960-luku
Komposiittiputket. puserrusliitos	1990-luku
PEX-putket, ns. helmiliitos tai oma puserrusliitos	1980-luku

**Lämpöjohdot**

Rautaputket, kierrelitokset	1860-luku
Teräsputket, kierrelitokset	1890-luku
Kierresaumatut teräsputket	1950-luku
Teräsputket, hydraulisesti puserretut liitokset (mapress)	1980-luku
Komposiittiputket	1990-luku
Muoviputket, erit. lattialämmitys ja vaihdettavat putket	1980-luku
Kiiltosinkityt teräsputket	1990-luku
Kivivillakourueristykset	1970-luku

**Lämmittimiä**

Varaavat uunit	1700-luku
Valurautakamiinat	1700-luku
Ilmalämmitys välillisesti kuumailmailmauunilla (kaloriferit)	1600...1800
Höyrylämmitys ripaputkipattereilla	1800-luku
Liesiin sijoitetut lämmityskierukat ja patterilämmitys	1880-luku
Vesikeskuslämmitys valurautaisilla jaepattereilla	1880-luku
Ilmalämmitys puhallinpattereilla	1900
Nykyilmalämmitys keskusilmastointikoneella	1950-luku
Kuumailmasäteilylämmitys (teollisuus, varastot)	1960-luku
Ilmalämpöpumppu	1970-luku
Vesilämmitetty säteilylämmitys- (Frenger-)katot	1950-luku
Nestekaasua käyttävät säteilylämmittimet	1960-luku
Vesilämmitteiset säteilylämmitinpaneelit	1950-luku
Sähkölämmitteiset säteilijät	1950-luku
Lattialämmitys	1950-luku

**Ilmanvaihtokanavat**

Muuratut	ikivanha
Lautarakenteiset, erityistarkoituksiin	ikivanha
Peltiset suorakaidekanavat, niitatut saumat, irtolaippaliitokset	1920-luku
Peltiset suorakaidekanavat, työntölistaliitokset	1960-luku
Asbestisementtikanavat "Himanit"	1960-luku
Vetoniitit (Pop-niitit), kehitetty 1930-luvulla, Suomessa käyttö levisi	1950-luvulla
Peltiset kierresaumakanavat, kumirengasliitokset	1960-luku
Muovikanavat, teollisuuden erikoistarkoituksiin	1960-luku
Joustavat alumiinikanavat	1970-luku

**Menetelmiä ja koneita**

Kaasuhitsaus ja polttoleikkaus	1900-luvun alku
Siirrettävät ahjot putkien taivutusta varten työmailla, käytössä vielä	1950-luvulla
TIG- eli suojaakaasuhitsaus mm. rosteriputkille, keksitty 1930-luvulla, yleistyi 1960-luvulla	

MIG/MAG-hitsaukset, keksitty Neuvostoliitossa 1950-luvulla	1970-luku
Niittaus, ikivanha metodi, joka poistui hitsauksen ansiosta 1950-luvulla	
Kierteytyskoneet, (yleistyi vasta 1950-luvulla)	1930-luku
Sähköhitsaus	yleistyi LVI-puolelle 1950-luvulla
Kovajuotos	1910-luku?
Pehmeäjuotos putkenosille	sallittiin taas 2000 -luvulla
Taivutuskoneet työmaille	1950-luku
Sähkötoimiset käsityökoneet: leikkurit, porat, vääntimet...	
Moottorikäyttöiset puhdistusharjat kanaville	1970-luku
viemärien kuvauslaitteet	1980-luku
Ilmanvaihtokanavien kuvauslaitteet	1980-luku
Hydrauliset käsityökoneet puserrusliitoksien (Mapress)	
tekoon, vähensi myös oleellisesti tulityön tarvetta	1990-luku

### Ilmastoinnin ja lämmitystapojen virstanpylväitä

Kuumassa, mutta kuivassa ilmanalassa on pyritty jäähdyttämään ja varhain esim. rakentamalla atriumpihalle suihkulähde. Jos faaraoiden aikana vietiin aavikolle yöksi vesiruukkuja. Kuivassa ilmanalassa huokoiselta pinnalta haihtui voimakkaasti vettä ja toisaalta säteily avaruuteen jäähdytti. Ruukut tuotiin auringon noustua sisälle ja orjat löyhyttivät viuhkoilla ilmaa faaraan suuntaan. Tämä oli siis ensimmäinen puhallinkonvektori.

Metallien sulatuksen mahdollisti palkeitten eli ensimmäisten varsinaisten puhaltimien käyttö jo tuhansia vuosia sitten. Ensimmäiset palkeet olivat säkin tapaisia, vrt. säkkipillin säkki.

Rakennusten lattialämmitys, nykyisen Turkin alueella 1300

Rakennusten lattia- ja seinälämmitys, antiikin Rooma 0000

Tulisijojen, liesien ja pajojen ahjojen päälle on laitettu kärynkeräyshuuvia jo varhain.

Työperäisiin myrkytyksiin kiinnitettiin huomiota jo antiikin aikana (esimerkiksi

Dioscorideksen noin 50 jKr. lyijykaivostyöntekijöillä kuvaama lyijymyrkytysoireisto), ensimmäisenä työtoksikologinakin voitaneen pitää Paracelsusta 1493-1541 (lähde: Johdatus työtoksikologiaan). Paracelsus loi käsitteen ammattitauti kirjoittaessaan ensimmäisen aihetta käsittelevän kirjan. Ammattitaudeista hän kuvasi arseenimyrkytyksen ja silikoosin, jotka olivat yleisiä vuori- ja kaivostyöntekijöiden keskuudessa

Kaivosten tuulettimet (käyttövoima tuuli, vesi, hevoset, ihmiset) 1500...1600

Kehittyneitä painovoimaisia ilmanvaihto/lämmitysjärjestelmiä 1500

Kaivosten puhaltimet, höyrykäyttöiset 1700 loppu

Kuumailmalämmitys ja ilmanvaihto (ns. kalorifer-järjestelmä) 1800-luvun alku

Höyrykonekäytt. lämminilmapuhallus huoneisiin (amer) 1869

Höyrykonekäytt. puhallus laivoja varten (amer) 1879

Kattiloiden höyrykonekäytt. savukaasupuhaltimet (amer) 1886

Sähköllä toimivat puhaltimet (amer) 1880 loppu

Purunpoistojärjestelmät (amer) 1880

Sirocco-keskipakoispuhallin 1888

Kostuttimia tekstiiliteollisuuteen 1890

ASHVE (American Society of Heating and Ventilating Engineers, myöh. ASHRAE) 1894

Recknagel & Sprenger: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik (1- laitos)	1898
Ensimmäiset sähkötoimiset puhaltimet teollisuuteen Suomessa	1890-luku
Tuloilman pisarakostuttimet (spray-kostutus)	1890-luku
Varsinaiset ilmastointikoneet	1900
Tx-digrammi, Willis Carrier	1904...1906
Mollier-diagrammi (hx-piirros), Richard Mollier	1920-luku
Jäähdytettyjä ilmastointilaitoksia painolaitoksiin, lääketieteellisuuteen, tekstiiliteollisuuteen	1906 jälkeen
Sähkökäyttöisien potkuripuhaltimien valmistus Suomessa (Strömberg)	1916
AB Svenska Fläktfabriken (Ruotsi)	1918
AB Mercantile Oy purunpoistojärjestelmät	1919
Mercantile omien puhaltimien tuotanto	1920-luku
Ensimmäinen ASHVE Guide-ohjekirja	1922
Painosorvatut kartiomalliset ilmanjakolaitteet (teattereihin)	1920-luku
Ilmastoinnin jäähdytyksen yleistyminen (USA)	1920-luku
Hörykostuttimet	1920-luku
Voimalaitoskattiloiden pyörivät LTO-laitteet	1920-luku
Keskikapakoispuhaltimien B-pyörä (backward) (amer)	1922
Puhallinpatterilämminilmakoneet (USA)	1920-luku
Huoneilmastointilaitteet, elintasonsymboli (USA)	1930-luku
Puhaltimien johtosiipisäätimet (USA)	1927
Suomen Puhallintehdas Oy, paperikonehuuvien valm. (SP)	1931
Ammattitautilaki	1935
Koneellinen tulo-poisto ilmanvaihto konttoreihin yms.	1930-luku
Yaglou ilmanvaihdon ilmantarvetutkimukset (edelleen pätevät)	1930-luku: ohjeellisten ilmavirtojen historia:

#### Historical Ventilation Rates

Author or Source	Year	Ventilation Rate (SI)	Basis or rationale
Tredgold	1836	2 L/s per person	Basic metabolic needs, breathing rate, and candle burning
Billings	1895	15 L/s per person	Indoor air hygiene, preventing spread of disease
Flugge	1905	15 L/s per person	Excessive temperature or unpleasant odor
ASHVE	1914	15 L/s per person	Based on Billings, Flugge and contemp.
Early US Codes	1925	15 L/s per person	Samat kuin yllä
Yaglou	1936	7.5 L/s per person	Odor control, outdoor air as a fraction of total air
ASA	1946	7.5 L/s per person	Based on Yaglou and contemporaries

ASHRAE	1975	7.5 L/s per person	Samat kuin yllä
ASHRAE	1981	7.5 L/s per person	For non-smoking areas, reduced.
ASHRAE	1989	7.5 L/s per person	Based on Fanger, W. Cain, and Janssen

Paperikoneitten ja eräät muut LTO-levylämmönsiirtimet	1930-luku
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)1938	
ACGHI:n hengitysilman max kemikaali- ja pölyluettelo	1941
Koja Oy lämminilmakonetuotanto ns. termoonit	1951
Työterveyslaitos	1951
ACGHI kohdepoisto-opas	1951
Suomen Puhallintehdas tuloilmakonetuotanto	1950-luku
Lattialämmityskokeilut	1950-luku
Suutinkonvektori- eli induktiojärjestelmät toimistoihin	1950-luku
Integroidut huoneilmastointi/lämpöpumppu/jäähdytysjärjestelmät	
Toimistorakennuksiin (USA)	1950-luku
2-kanavajärjestelmät konttoreihin (Suomi)	1950-luku
Sähkösuodattimet ilmastointiin	1950-luku
Carl Muntersin ilmankuivauslaitteet	1955
Säteilyturvakeskus STUK	1958
Rietschel- Reiss Heizung und Lyftungstechnik-kirja	1960-luku
Työilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet 1. versio	1962
Koja Oy tuloilmakonetuotanto, ja purunpoisto	1960-luku
Suomen Puhallintehdas kierresaumakanavat	1960-luku
Lämpöputki (Heatpipe) LTO (USA)	1970-luku
Suomen Puhallintehdas kattokonehuonepaketit	1960-luku
Carl Muntersin pyörivä regeneratiivinen LTO	1960-luku
Patteri-patteri lämmöntalteeotto	1960-luku
Farexin syrjäytysilmalaitteet	1970-luvun alku
Työsuojeluhallitus	1971
HTP-luettelo	1970-alku
Ultraäänikostuttimet	1970-luku
Aurinkolämmön keräimet ilmalämmitykseen (Valmet)	1970-luku
Lämpötauosrajat	1970-alku
Dirivent-jetsuutinpuhallus	1970-alku
Kiinteäkennoinen regeneratiivinen LTO	1970-luku
Neulaputkilämmönsiirrin/patteri-LTO	1980-luku
Suomen työhygieeninen seura STHS	1975
Teknillinen tarkastuslaitos TTL (myöh TUKES)	1975
Sitran suuri lämpötaloustutkimus	1976
Työterveyslaki	1978



Työsuojelurahasto	1979
TKK:n jälkiainemittauslaite	1980-luvun alku
ABB Fläkt Thermonet LTO-laitteisto	1980-luku
Iimateollisuus Oy Activent-suutinkanavat	1980-luku
Jäähdytyspalkki-ilmastointi	1980-luku
Käsite SAIRAS RAKENNUS	1980-luku
Sisäilmastoluokitus: ensimmäinen luokitus ilmestyi 1995 nimellä Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus. 2001 se korvattiin Sisäilmastoluokitus 2000:lla, ja luokituksen uusin versio, Sisäilmastoluokitus 2008, ilmestyi joulukuussa 2008.	
Teollisuusilmastoinnin INVENT-tutkimus	1990-luku
VOC-direktiivi	1999
INVENT: Industrial Ventilation Guide Book kirja	2001
ATEX-direktiivi	2003
Työterveyshuoltolaki (nykyinen)	2010

#### **IV-konetyyppejä (sähköverkostojen yleistymisen jälkeen)**

Erilliset puhaltimet	1800-luvun loppu
Erilliset koneosat muuratuissa kammioissa	1900-luvun alku
Koteloidut palakoneet, nopeutti asennuksia ja paransi hygieniaa ja tiivyyttä, 1920-luku, Suomessa varsinaisesti 1950-luku	
Valmiskoneet (sisältävät myös sähköt)	1980-luku
Hygieeniset tuloilmakoneet, kaikki sisäosatkin pellitettyjä	1980-luku

#### **Jäähdytys- ja kylmätekniikan virstanpylväitä**

Haihdutuseräjäähdytysratkaisuja	faaraoiden Egypti
Jäätelön valmistus luonnon jään avulla	antiikin Rooma
Ensimmäinen jäätä tekevä laite	1850-luku
Jäähdytyslaitteet lihankuljetuslaivoihin ja panimoihin	1870-luku
Huoneilman jäähdytyskokeilut	1880-luku
Ensimmäinen tekojäärata (Chelsea)	1876
Kaukojäähdytys USA:ssa	1889
Jäähdytyskoneitten asennus meijereihin alkoi Suomessa	1910-luku
Ensimmäinen ilmastoinnin jäähdytys-(turbo-)kompressori (Carrier)	1921
Jäähdytysilmastoinnin leviäminen elokuvateattereihin (USA)	1920-luku
Baltzar von Platen ja Carl Munters esittelivät absorptiokoneen.	
Se kävi sähköllä, kaasulla tai paloöljyllä	1922
Freon-kylmäaineet, syrjäyttivät mm. hiilidioksidin	1920...1930-luku
Erillisten huonejäähdyttimien coolereitten käyttö alkoi (USA)	1930-luku
Jäähdytysilmastoinnin alku Suomessa	1930-luku
Hermeettiset lamellikompressorit	1950-luku
Jäähdytyskoneet alkoivat korvata luonnonjään käyttöä maitotiloilla	1950-luku

Vedenjäähdytyksen monikompressorikoneikot	1950-luku
Suomen ensimmäinen tekojäärata (Tampereelle)	1956
Suomen ensimmäinen jäähalli (Tampereelle)	1960-luku
Tuloilman viilennys poistoilman haihdutusjäähdytyksellä ja lämmöntalteenottolaitetta käyttäen	1960-luku
Lämpöpumppujen käytön alku Suomessa	1970-luku
Ensimmäiset absorptiojäähdytyskoneet käyttöön Suomessa	1970-luku
Jäähdytystekniikan professuuri Tampereelle	1976
Scroll-kompressorit yleistyvät (keksitty jo 1900-luvun alussa) 1950-luvulla työstökoneitten tarkkuuden parantumisen mahdollisti scroll-kierukkakompressoreiden valmistuksen).	
Lämpöpumppu- ja jäähdytys alalle	1980-luvun lopussa
Jäähdytystornien legionellaongelma havaittiin	1980-luku
Ilmastoinnin jäähdytyspalkit (Farex)	1980-luku
Kylmäaineverkoston korvaaminen välillisellä lämmönsiirrolla	1980-luku
Elektroniset paisuntaventtiilit	1980-luku
Suomen Jäähdytystekniikan Museo Ylöjärvelle	1986
Maalämpöpumppujen uusi tuleminen Suomessa	1990-luku
Uudet ja osin vanhat freoneita korvaavat kylmäaineet	1990-luku
Kylmäalan asentajien tiukentuneet pätevyysmääräykset	2000-luku
Jäähdytysalan professuurin lopetus Tampereella (joskin kylmäalan opetus jatkuu lehtorin hoitamana)	2014

### **LVI-automaation virstanpylväitä**

Uimuriventtiilit	antiikin roomalaiset
Omavoimaiset venttiilit, höyrykattilasäätimet	1700-luku
Pneumaattiset säätimet	1800-luku
PID-säätö	1920-luku
Radioputkivahvistimet	1930-luku
Transistorivahvistimet säätimissä	1960-luku
Vaarallisten kaasujen (häkä, ammoniakki...) anturit	1950-luku
Digitaaliset anturit, vahvistimet ja säätimet	1970-luku
Keskitetyt säätöjärjestelmät	1970-luku
Taajuusmuuttajat yleistyivät	1970-luku
Kaukokäyttöjärjestelmät	1970-luku
Hiilidioksidianturit ilmapirtaa ohjaamassa	1980-luku
PC-pohjaiset järjestelmät	1980-luku
Käsité ÄLYTALO	1980-luku

Seoskaasuanturi ilmavirtaa ohjaamassa	1990-luku
Avoimet väyläratkaisut, LON yms.	1990-luku
Internet-pohjaiset järjestelmät	1990-luku
Langattomat verkot	2000-luku

### Suunnittelualan apuvälineiden virstanpylväitä

Suunnittelualalla tarkoitetaan asiakirjojen aikaansaamisen lisäksi lähtötietojen keräämistä kentältä ja mm. vastaanottotarkastuksia ja kouluttamista.

Viivoittimet, astelevyt, mallineet	muin. Egypti ja Rooma
Helmitaulut, keksitty jo satoja vuosia sitten	
Lennätin Suomeen	1850-luku
Puhelin Suomeen	1880-luku
Telex kaukokirjoitin	1800-luvun loppu
Telex syrjäytti lennättimen	1930
Peruslaskutikut	1800-luvun loppupuolella
U-putkimikromanometrit, virtausten mittaamiseen	1800-luku
Remington-kirjoituskone	1870-luku
Kehittynyt kirjoituskone ja naiset toimistoihin	1890-luku
Ilmavirran mittaukseen siipipyöranemometrit	1880-luku
Putki- ja kanavamitoituskäyrästöt	1900
Mekaaniset laskukoneet	1800-luvun loppupuoli
Sähkömekaaniset laskukoneet	1930-luku
Mikromanometri ilman nopeuden mittaamiseen	1930-luku
Elektroniset laskimet	1960-luku
Piirustuslaudat ja nivelrakenteinen piirustuskoje	1900-luvun alku
Piirustuslauta ja kiskorakenteinen piirustuskoje	1960-luku
Ammoniakkikopiot (blue prints)	1880
Kodak rullafilmi-kamera	1890-luku
Vahasjäljennökset mimeografit	1800-luvun loppu
Spriikopiot	1900-luvun alku
Tx-diagrammi (Willis Carrier)	1911
Mollier-digrammi (hx-digrammi)	1923
Kuumalankailmannopeusmittarit	1950-luku
C-kasetti sanelukoneet	1960-luku
Atk-pohjaiset huonelämpötilasimuloinnit Fläktin koneella	
Ruotsissa, Ekonossa omalla koneellaan	1960-luku
Xerox-kopiokoneet yleistyivät (keksitty 1938)	1960-luku
Merkkisavuampullit ilmavirtojen havainnointiin	1960-luku
Telefax	1970-luku
Brüel&Kjær äänimittarit tarkastuksia varten	1960-luku

Sähkömekaaniset kirjoituskoneet	1960-luku
IBM-pallokirjoituskone	1960-luku
Kirjoituskoneet magneettimuistilla	1970-luku
Savukoneet ilmavirtojen havainnointiin	1970-luku
Mustesuihkutulostimet	1970-luku
Taskulaskimet	1970-luku
Lasertulostimet	1980-luku
Keskustietokoneet, UNIX ym.	1960-luku
MNT-puhelin	1970-luku
PC-koneet	1970-luvun loppu
Videokamerat tavallisille käyttäjille	1980-luku
Digikamerat (Mavica)	1980-luku
Taulukkolaskentaohjelma LOTUS 1-2-3	1980-luku
CAD-piirustusohjelmat	1980-luku
Mitoittavat CAD-ohjelmat	1990-luku
Lämpökamerat yleistyivät	1990-luku
Kiinteistötiedon hallintajärjestelmät	1990-luku
CAD-3 D-mallinnusohjelmat	2000-luku
Valmistajien laitevalinta- ja mitoitusohjelmat ja konehuonemallinnusohjelmat	
Internet	1990-luku

Vielä syvällisempi historiataulukko löytyy hakemalla seuraavan hakulauseen takaa: **Die Geschichte der Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Solartechnik Vom Lagerfeuer zu modernsten Haustechnik-Innovationen**  
[Abkürzungen im SHK-Handwerk](#)  
[Bosy-online-ABC](#)

## 6 ANEKDOOTTEJA

### Millaista se oikeasti oli

#### Kultainen opiskeluaika

##### Pumppu imemään

Markku Lapinleimu muistelee vallan mainiossa muistelukirjassa LAPPARI VAPAALLA, HUULIA VUODESTA 1935, että heidän tehtaallaan Toijalassa oli aikanaan tehdaspalokunta ja sillä käsikäyttöinen ruisku. Tämän avulla oli kerran monivaiheisen matkan jälkeen päästy sammuttamaan 1940-luvun lopulla tapettitehtaan tontilla syttynyttä talopaloa. Hommasta ei tullut ajoissa mitään, kun pumppu ei ollut itseimevä eikä ajoissa saatu imupuolelle siemenvettä.

Asia tuli hänelle mieleen, kun Tampereen Teknillisessä Oppilaitoksessa 1960-luvulla puhuttiin pumpun käynnistyksessä tarvittavasta siemennesteestä. Yksi kurssikaveri oli ihmetellyt koko kolmivuotisen opiskeluajan, eikö siihen tavallinen vesi kelpaisi. (MLL)

##### Harjoittelijan palkka ei ollut vitsi

Hain 60-luvulla kesäharjoittelupaikkaa eräästä alan liikkeestä. Sain välikäsien kautta tiedon, että kyllähän paikka löytyisi ja palkka olisi 1 - 2 mk tunnilta. Ajattelin, että on sattunut joku pilkkuvirhe tiedon välittäjälle, tuollainen palkkahan on ihan vitsi. Menin firmaan ja jossain välissä tuli sitten puhetta palkasta. Taisin kysyä, että mikähän se nyt sitten on, kun oli kuullut sellaisenkin vitsin, että se olisi 1 - 2 mk/h. Työnjohtaja katsoi pitkään ja totesi, että se se nyt kyllä ihan oikeasti on.

No, saipahan siltä kesältä tärkeää kokemusta. (NN)

##### Vetoa mitattiin

Ensimmäinen varsinainen LVI-alan professori Olavi Vuorelainen saattoi olla jonkinlaisessa kilpailuasemassa VTT:n rakennusteknillisen laboratorion kanssa. Vuorelainen mielellään kertoi, että VTT:n lämpölaboratoriossa silloin tehtyjen metallien vetomittausten takana oli laboratorion johtaja tekniikan tohtori Tuomas Tuomolan väärinkäsitys. Tuomola oli ostanut luettelotietojen perusteella joukon vetomittalaitteita tarkistamatta, että niillä mitattiin metallin lujuutta, eikä sisäilmassa havaittavaa vetoa. (EKu)

##### Kaksin opettajan kanssa

Otaniemessä oli 1960-luvun lopun kieppeillä alkanut menettely, joka paransi opetuksen laatua. Useimmille luentosarjoille oppilaskunta valitsi opintoyhdyshenkilön, joka kirjoitti siistillä käsialalla muistiin opetuksen sisällön, ellei sattunut olemaan jo valmista kurssimonistetta tai vastaavaa. Muistiinpanot kopioitiin Suomen suurimmaksi mainostetussa Xerox-monistamossa omakustannushintaan niille, jotka olivat sarjan tilanneet.

Minäkin ryhdyin LVI-asennustekniikan yhdyshenkilöksi. Kirjoitin parhaan kykyni mukaan annetun opin ja lisäilin vielä viitemateriaalia yms. Joko tästä tai muusta syystä kävikin usein niin, että olimme kaksistaan luokassa opettajan DI Ilmari Lahtisen kanssa. Todellinen lähiopetus oli minulle erityisen antoisaa ja hänelle arvattavasti turhauttavaa.

Tästä teho-opetuksesta seurasi, että pääsin Lahtisen insinööri-toimistoon kesätöihin. Siellä oli tapana, että teekkarit selvittelevät suunnittelijoiden avuksi asioita, joihin hehtisessä suunnittelutyössä ei ole aikaa. Niin kirjoittelu jatkui, kunnes aikanaan seuraavassa työpaikassa perustin oikein asiakaslehden jakamaan kerääntynyttä tietoa. Ja loppu onkin historiaa. (BHa)

##### Koulutuksella on tavoitteensa

Professori NN sai arvioitavakseen tohtorinväitöskirjan raakaversioon. NN tuskastui paperiin ja antoi sen arvioitavaksi eräälle assistentille. Assistentti ihmetteli paperia ja kirjoitti



kommenttejaan tekstin kylkeen, esim: "Tekstin laatija käyttää kaavoja siten, että selkeästi huomaa, että laatija ei ymmärrä kaavojen sisältöä". Assistentti (nykyisin tohtori) toimitti paperin NN:lle, joka toimitti sen edelleen tohtoriehdokkaalle kommentteineen.

Kaksi vuotta kyseisen episodin jälkeen ko. ehdokas väitteli tohtoriksi toisessa tiedekunnassa.

Toisaalta, kysyin eräältä proffalta: pitääkö kaikkien kouluun sisään päässeet myös valmistua, vastaus oli kyllä. (ETä)

### **Keskustietokoneessakin oli töpseli**

Diplomityöni tavoite oli kehittää menetelmä, jonka avulla voisi ilmanvaihtolaitoksen vastaanottotarkastustilaisuudessa selvittää, paljonko ilmavirroista on koneiden aikaansaamaa ja paljonko sisä- ja ulkoilman lämpötilaeron ja kanavien korkeuden aikaansaamaa savupiippuvaikutusta. Tätä varten kehitin iteratiivisen laskentaohjelman, jonka avulla piirrätyin erilaisilla lähtöparametreilla ison nipun käyrästäjä diplomityöni liitteeksi. Ohjelma oli sen verran raskas, että sen pyörittämiseen tarvittiin korkeakoulun Hewlett Packard- keskustietokoneen koko kapasiteetti. Vietin useita öitä kaksistaan koneen kanssa, päivällä kone oli osituskäytössä eli palveli eri puolilla korkeakoulua olevia päätteitä. Tulipahan saatua aikaan koneen projektikohtainen eräajoennätys.

Alkuvaiheen painajaismaisia kokemuksia oli, kun Fortran-ohjelmassani oleva buki-sluuppi antoi piirturille käskyn piirtää vain pari käyrää ja siirtyä seuraavalle sivulle eikä päässyt sluupista irti. Piirturipaperia meni kovaa vauhtia koneen läpi, mutta torsot käyrästäjä olivat kelvottomia. En saanut keskustelua pysähtymään. Tietokonekeskuksen paperivarasto tyhjentyi silmissä. Sitten paniikin keskellä keksin: täytyyhän jossakin olla töpseli. Ja niin oli ja johan tokeni. Piirturin alle jäi vielä jokunen riisi traktoripaperia.

Myöhemmin tuli taas uusia ongelmia, osaa käyrästäjä ei näkynyt. Kynät kulkivat oikein, mutta mustetta ei välillä tullut. Tutkin piirturin kyniä. Ne olivat vakiomallisia itäsaksalaisia kuulakärkikynien säiliöosia ja niissä oli ilmapuolia. Ei muuta kuin kirjakauppaan ostamaan saman kokoisia, mutta lännestä kotoisin olevia kuplattomia kyniä.

Työ valmistui, mutta käytännön menetelmää sen pohjalta ei voitu tehdä mallintamisen monimutkaisuuden ja ulkoilman olotilan jatkuvan vaihtelun takia. Opin pahan itse sen, että liki epätoivoisistakin tehtävistä voi selvitä (kuten nyt jostakin historiikin kirjoittamisesta).

Ei se DI-työkään Suomen vientiteollisuuden kannalta hukkaan mennyt: 15 vuotta myöhemmin pääsin projekteihin, joissa piti ratkaista valtaviin kattilavoimaloiden ja tehtaiden ilmanvaihto mahdollisimman kustannustehokkaasti. Niinpä tuli kehitettyä hybridiratkaisuja ympäri maailmaa rakennettaviin kohteisiin: perusilmanvaihto mekaaninen ja lämpimän ajan lisäilmanvaihto painovoimainen. Diplomityön puurtaminen ja myöhempi purjehdusharrastus antoivat sellaisen ulkoisten säätelijöiden tuntemuksen, ettei paremmasta väliä. (BHa)

### **Teekkarien LVI-kerho ekskursiolla**

Oli vietetty vauhdikas ilta 1971 Lahdessa Oilonilla tehdyn yritysvierailun jälkeen. Aamulla saatiin viimeinenkin teekkari mukaan putkassa vietetyn yön jälkeen ja suunnattiin Kuusankoskelle pari vuotta aikaisemmin perustetun Haltonin tehdas- ja tuote-esittelyä varten. Seppo Halttunen oli varannut kabinetin paikallisesta ravintolasta, johon saavuttiin vähän ennen lounasaikaa. Esityksen puolessavälissä alkoi eturivistä kuulua kuorsausta, matkasta väsynyt teekkari oli nukahtanut. Halttunen katsoi nukahtanutta ja totesi: "Tuo tila on siunattu, siinä ei ainakaan tehdä syntiä". (TNu)

### **Tosi kosteat juhlat?**

Olin yhtenä kesänä harjoittelijana E Hanslin & Co-nimisessä firmassa, joka toi maahan korkealuokkaisia saksalaisia kaappimallisia ATE- (Alfred Teves-) ilmastointikoneita ja urakoi niiden asennusta. Ne olivat lajinsa Rolsseja. Firmalla oli myös laboratoriotarvikkeita valmistava lasinpuhaltamo, josta firman toiminta oli alkanutkin. Puhaltamo alettiin lopetella ja sain kavereilta vinkin ostaa "akkuvesitislainsarjan". Ostin ja se olikin firman viimeinen.

Teekkarikylässä sain jostain ohjeen miten kiljua tehdään. Sitähän sitten tein kymmenisen litraa noin alkueräksi. Ja sitten tislaamaan. Kuumensin kiljua sähkölieden levyllä ja keittiön hanasta sai vettä jäädyttimelle. Tippuihan sitä, tosin ei paljoa. Kesken prosessin menin ulos viemään roskia. Asuimme teekkareiden perhekylässä. Yläkerran rouva tuli samaan aikaan portaita alas ja puuskahti: onpa täällä jollain kovat juhlat, viina haisee rapussakin näin voimakkaasti.

Aikaansaatu tisle oli karmean makuista, keittolevyn lämpötilansäätö ei ollut maailman tarkin. Siihen loppui tislaamiset, enkä enää siedä alan tuotteita, en myöskään italialaista grappaa tai kiinalaista Maotaitakaan.

Vastapäisessä talossa vähän myöhemmin joku viisaampi alan mies käytti ehkä portaattomasti säädettävää nestekaasulämmitystä. Katselin yhtenä päivänä vastapäistä taloa lepuuttaakseni silmiäni päähän pönttämisen välissä. Vastaavasti siellä joku toinen katseli ulos ensimmäisessä kerroksessa olohuoneen ikkunasta. Yhtäkkiä koko suuri ikkunaelementti lensi kaikkine pokineen ulos ja putosi nurmikolle. Ikkunasta katsellut hemmo ei sentään lentänyt mukana. Aika pitkään hän nojasi ikkuna-aukkoon ja tuijotti maassa makaavaa ikkunaelementtiä. (BHa)

## **Ulkomaan elävien kaa**

### **Hampurin LVI-messut loppuivat kuin seinään**

Joskus 1970-luvulla olin jonkun LVI-laitetoimittajan järjestämällä laivaristeilyllä. Samassa illallispöydässä istui turkulaisen LVI-suunnittelutoimiston omistaja Åke Jokela. Tuli juttua työntekijöille järjestetystä virkistystoiminnasta. Heilläkin oli ollut tapana mennä toimiston porukalla vuosittain Hampuriin, jossa tunnetusti oli joillakin kaduilla ihan erilaista nähtävää kuin Turus. Nyt oli kuitenkin tullut paha takaisku: uusi verotarkastaja oli jostain haalinut käsiinsä matkatoimistojen keräämiä luetteloita Euroopan eri messutapahtumista. Verotarkastuksessa hän oli kuivakkaasti huomauttanut, että anto nyt olla laitimmainen kerta, kun yritätte pistää koulutusmenopuolelle Hampurin LVI-messumatkan kuluja. Siellä ei ole, eikä ole ollut, LVI-messuja. (ÅJo/BHa)

### **Sukkahousuja ministeriön naisille**

1970-luvulla käytiin Kostamus-projektiin liittyen pitkiä neuvotteluita venäläisen osapuolen asiantuntijoiden kanssa, jotta voitaisiin täsmentää myös LVI:n osalta urakkatarjousten sisältö. Vastapuolen asiantuntijat olivat Neuvostoliiton mustan metallurgian asiantuntijoita Moskovasta ja sekä teollisuuden LVI-asiantuntijoita Leningradin alueelta. Erään neuvottelukierroksen aikana kaikki vastapuolen neuvottelijat olivat naisia ja ihan päteviä alallaan. Olin 28-vuotias ja hoidimme LVI-neuvotteluita kaksin suunnittelutoimistomme johtajan kanssa. Toiseksi viimeisenä neuvottelupäivänä venäläiset antoivat muistolahjaksi nipun postikortteja Leningradista.

Meillehän tuli illalla hätä keksiä seuraavana eli jäähyväispäivänä vastalahja. Ja sitten pienessä maistissa minulle välähti: olin ostanut esimieheni kehotuksesta kymmenkunta sukkahousupakettia, olivat kuulemma käypää valuuttaa. Olin pakannut ne ilman koteloita firmamme sisäisen postin kuoreen, jotta tulli ei heti niitä hoksaisi. Tätä valuuttareserviä ei oltu kuitenkaan käytetty. Sanoin esimiehelleni, että onhan meillä sellaisia ja hän innostui, että joo annetaan ne vastapuolelle neuvotteluissa.

Aamulla neuvotteluun mennessä alkoi hiki nousta otsalle; entä jos ne avaavat kirjekuoren neuvottelussa ja alkavat vetää sieltä sukkahousuja esille, sitä minä en kestä. Pyysinkin tulkkia kertomaan, että myös meillä Suomessa toimistossamme on paljon naistyöntekijöitä ja että he ovat lähettäneet mukanamme jonkin muistolahjan, mutta lahjapaketin saa avata vasta kun olemme lähteneet. No näin meneteltiin, mutta kylmä hiki nousi aina otsalleni ajatelllessani ministeriön rouvia sukkahousupakettia avaamassa.

Kuukausia myöhemmin seuraavissa neuvotteluissa esimieheni ei ollut mukana. Venäläiset naisiasiantuntijat olivat selvästi tästä pahoillaan. (BHa)

## Kun Bagdadin konferenssipalatsia rakennettiin

Bagdadin konferenssipalatsi on eräs suomalaisen rakennusviennin lippulaivoja, mutta harva tietää, kuinka vaativa projekti oli kyseessä. Projekti tuli suomalaisille ensin arkkitehtuurikilpailun tuloksena. Arkkitehtipari Heikki ja Kaija Siren olivat kehittäneet sikäläiseen ilmastoon soveltuvat version, jossa hehkuvan aurinkolämmön sisälle pääsy ehkäistiin varjostavilla ulkorakenteilla. Toteutukset saatiin erillisten urakkakilpailujen jälkeen. Tilaajan spekseissä oli edellytetty, että varsinaisissa urakkatarjouksissa on esitettävä kolme eri vaihtoehtoa. LVI-puolella oli mm. yleismaininta "All material and equipment must be heavy duty and highest quality". Ilmastoinnissa piti soveltaa ASHRAEn 1970-luvulla voimassa olevia standardeja. Ne sallivat osittaisen kiertoilman käytön. Projektin LVI-suunnittelun hoiti Ekono. Näillä eväillä päästiin eri vaiheiden jälkeen rakennuksen paalutettujen perustun tekoon. Osa suurista ilmastoinnin pystykuiluistakin saatiin valettua.

Aivan puskaista tuli kutienkin sopimuksen teon jälkeen tilaajan yhtäkkinen vaatimus, että kierrätysilmaa ei saa käyttää ja ilmavirtoja on lisättävä oleellisesti. Urakoitsijan (suunnittelijan) eikä hätään haetun ASHRAE-standardisointitoimikunnan puheenjohtajan Jim Woods:n lausunnot, että suunnitelma oli laadittu normien mukaisesti ja hyvin, ei paljon painaneet. Urakoitsijaa pakotettiin muuttamaan suunnitelma ja se aiheuttaisi valtavat muutokset tilatarpeisiin, kokoon ja sijoitukseen. Ulkoa otettu ilmavirta nousisi 200 m<sup>3</sup>/s ja jäähdytysteho 6 MW, kun alle 30 °C:n kiertoilman sijasta käytettiin pahimmillaan 50 °C:n ulkoilmaa ja tuloilmavirtaa kasvatettaisiin samanaikaisesti 130 m<sup>3</sup>/s. Rakennuksen sähkötehon tarve nousisi 5,5 MW, varavoimatehoa kasvatettaisiin jne. Kustannukset sekä rakennusaika pitäisivät. Piti purkaa jo valettujen kanavia ja rakenteita, joita oli kokoussalin takaseinän leveydeltä. Samanaikaisesti tuli myös suuria tilamuutosvaatimuksia, jotka heijastuivat perustuksiin ja paalutuksiin. Seurasi ankara neuvotteluvaihe, jossa esitettiin, paljonko purkamiset ja muutokset tulevat maksamaan. Tilaaja ilmoitti, ettei maksa mitään ylimääräistä. Välillä projektinhoitajaa uhattiin jo pistoolillakin.

Työmaa kuitenkin keskeytettiin Irakin-Iranin sodan (1980 - 1988) alettua. Sodan alkuvaiheessa iranilaiset Hornet-hävittäjät kävivät Tigris-joella pommituslennoilla. Kun ilmauhka oli torjuttu, päästiin uuteen alkuun. Paikan päällä kävi neuvottelemassa mm. ulkomaankauppaministeri Ulf Sundqvist. Lopullisen läpimurron jatkoneuvotteluissa teki kuitenkin Polar-rakennusosakeyhtiön johtaja vuorineuvos Kauko Rastas. Hän sai sovittua tilaajan kanssa, että töitä jatketaan laskutyönä. Näin projekti valmistui 1982. Alkuperäinen urakkasumma oli yli kaksinkertaistunut ja lisäkustannukset olivat liki 150 milj. dollaria eli n. 600 milj. mk. Elinkustannusindeksillä korjattuna tämä vastaisi 2015 rahassa yli 300 milj. €.

Rakennusta ei koskaan käytetty sen alkuperäiseen tarkoitukseen eli sitoutumattomien maiden konferenssiin. Se on ollut mm. Irakin parlamentin kokouskäytössä. Rakennus sai osumia Persianlahden sodan pommituksissa 1991, mutta säilyi kohtuullisesti. Arkkitehti Sirenin kerrotaan todenneen: "No sehän on helkkarinmoisen suuri rakennus, 260.000 kuutiometriä. Kyllä sinne pari pommiakin mahtuu." (haastateltuna mm. JMe)

## Neuvostovastaisuutta

Svetogorskin kaapelitehdasprojektin loppuvaiheessa 1970-luvulla teimme jonkinlaisen kiertokävelyn jo käyttöön otetuissa tehdasosastoissa. LVI-tekniikka oli tehty senaikaisen parhaan taidon mukaan. Huomiota sen sijaan kiinnitti, että sosiaalituloissa mm. pesuallaiden hanojen kromatut kahvat oli varastettu, jolloin kunnossapito oli joutunut keksimään niiden tilalle mitä erilaisimpia venttiilikahvoja. Sähköisistä lämminvesivaraajista oli varastettu liitäntäjohto. Vielä oudompaa oli se, että prosessin valvontatauluista oli viety kymmeniä pieniä merkkilamppuja - missä niitäkin kotona tarvitaan.

Olin perustanut firmamme pari vuotta aiemmin jonkinlaisen asiakaslehden ja lapsellisuuttani menin kirjoittamaan rajantakaisista havainnoista siihen. Tietysti - ja ihan oikein - tästä nousi meteli; vaaransinhan koko itäviennin. Asia meni ihan SKOLiin saakka, josta ehkä ainoana kautta historian sain varoituksen ja ohjeistuksen mitä ja miten pitää kirjoittaa. Sananvapauden Moses is Moses, but business is business. (BHä)

## Suuri marssi klobaaliksi toimijaksi alkoi

Valmetin edustaja oli konttorissaan New Yorkissa. Erään Valmetin tehtaan johtaja soitti ja kertoi, että heillä on suunnitelmissa aloittaa USA:n markkinoiden kartoitus. Hän kysyi, että miten kannattaa aloittaa. Edustajamme kertoi suunnitelman tekemisen aloittamisella ja kertoi, että kun asiaa on ensin pohdittu, he voisivat tavata. Se sopii, sanoi edustaja, missä teidän konttori on, olen jo täällä New Yorkissa.

Kaupunkilegendaksi jo muodostunutta: Kerro missä nyt olet, kysyi edustajamme. Vastaus kuului: Olen kadunkulmauksessa, toisen kadun nimi on Walk ja toisen dont walk. (ETä)

## Kaikki nuo haaveet...

Luin erään firman business-plania. Suunnitelma oli rahoittajan hyväksymä ja tuntui hieman roisilta:

Tekstissä luki suunnilleen: Saavutettavissa oleva volyyymi on yhtä suuri kuin aikanaan lännen miehellä, joka voi kirjata itselleen maata niin paljon kuin pystyy yhden päivän aikana ratsastamalla kiertää. Suomen markkinapotentiaalisiksi arvioitiin 2 miljardia markkaa. Kansainvälinen potentiaali arvioitiin Suomen markkinaa suhteutetuksi.

Oikea volyyymi Suomessa ko. vuonna oli alle 200 miljoonaa. Tuotteen volyyymi ei ole kahta miljardia markkoina laskettuna edes tänään, 25 vuotta myöhemmin. (ETä)

## Täystyrmäys

Toimistossamme oli suunnittelijana 1970-luvulla nuori LVI-tekniikko Markku, joka oli reipas sporttinen kaveri. Yhtenä syksynä hän lähti elämänsä ensimmäiselle ulkomaanmatkalle Las Palmasiin. Perille päästiin aika myöhään ja tallelokerokäytäntö ei ollut oikein avautunut Markulle. Hän lähti iltamyöhällä kuitenkin tutustumaan kaupunkiin ja poikkesi ottamaan muutaman neuvoo-antavan jossakin laitakaupungin kapakassa. Sieltä poistuttuaan Markku huomasi, että häntä seurattiin. Povitaskun lompakossa oli koko matkakassa mukana. Markku kiihdytti kävelytahtiaan, mutta niin teki seuraajakin, joka lopulta harppoi Markun eteen ja aloitti keskustelun menemällä suoraan asiaan: "I want Your money!".

Mutta vähänpä mies tiesi. Markku oli ollut nuorten nyrkkeilyarjoissa mestaruustasoa. "Tempasin heti ja täysinä miestä leukaan ja siihen se putosi. Lähdin juoksemaan kovaa vauhtia. Parinkymmenen metrin päästä vilkaisin taaksepäin nähdäkseni seuraako mies. Ei seurannut, makasi siinä mihin oli pudonnut, Sen jälkeen minä vasta kovaa juoksinkin."

Mutta ei Markkukaan selvinnyt ilman täystyrmäystä. Uimarannalla hän tutustui tanskalaiskaunottareen ja rakastui totaalisesti. Ja niin vain kävi, että erinäisten vaiheitten jälkeen pariskunta meni naimisiin ja Markku muutti Tanskaan. (BHa)

## Kynällä kalashnikoveja vastaan

Esimieheni oli Nokian rakennuspäällikkönä ollut 1970-luvulla rakentamassa kierresaumanavatehtaan Saudi-Arabiaan ja samanlaisen rakentamisesta neuvoteltiin Irakiin. Useita kertoja oli kokoonnuttu ja sammioittain teetä juotu. Alkoi olla jo päätepisteen paikka. Taas kokoonnuttiin jonnekin Saddam Husseinin virastorakennuksen sokkeloihin. Irakilainen puoli koostui toisesta kymmenestä mustiin pukeutuneesta miehestä, kaikilla kalashnikovit mukanaan neuvotteluhuoneessa. Tunnelma ei ollut mikään leppoisa, Nyt suomalainen puoli aloittikin palaverin uudella tavalla: "Hyvä herrat, tilanne tässä neuvottelussa on aivan mahdoton, emme voi jatkaa näin". Seurasi tauko, kaikki musta-asuiset miehet kivettyivät, hyvä, etteivät vetäneet liikkuvia taakse. Suomalainen jatkoi: "Niin hyvät herrat, meitä suomalaisia on täällä vain kaksi ja meillä on aseena vain kynät allekirjoittamista varten, teitä on tusina ja kaikilla on automaattikiväärit". Seurasi hetken kuolemanhiljaisuus, mutta sitten kaikki alkoivat nauraa. Ja kohta vedettiin nimet sopimukseen.

Amerikkalaisten ja ns. liittouman miehitettyä Irakin parikymmentä vuotta myöhemmin matkusti tämä entinen esimieheni suomalaisen sähköasiantuntijan kanssa lämmittämään suhteita vanhoihin tuttuihin. Olihan maassa valtava jälleenrakentamisen tarve. Kaikkia ei tällainen

mahdollinen rusinoiden hakeminen pullasta ilahduttanut. Palkkamurhaaja ampui suomalaiset ohiajavasta autosta Bagdadissa 2004. (BHä)

### **Muistoja vientiprojektien alkua ajoilta**

Toimituksessamme Turkkiin tarvittiin kaksi työnjohtajaa. Toinen johti työtä ja toinen pyöri basaareissa ja osti takaisin työmaalta edellisenä yönä varastettua tavaraa.

Brittiläiseen commonwealthiin tarjottaessa tullit oli 30 prosenttia. Ei tarvinnut tarjota. USAn tullit oli 15-50 prosenttia.

Teimme iskun Saksaan. Esittelyn jälkeen isäntä totesi: Jotta voisimme harkita teitä, hinnan pitäisi olla 30 % halvempi kuin paikallisen tai niin ylivoimainen, että saisimme siitä tarvittavat edut.

Portugalissa työskennellessäni olin joutua vaikeuksiin, kun työluvan saaminen kesti liian kauan. Vaarana oli oikeuteen joutuminen.

Missä on Finland, vastauksia on varmaan useita: Joku etelävaltioista (USA) tai somewhere in the map.

Toimituksemme Länsi-Saksaan oli vaikeuksissa, kun paikalliset asukkaat eivät halunneet vuokrata huoneita suomalaisille. Tästä ei ole kovin pitkää aikaa.

Ei ollut tietokoneita, ei laskukoneita, ei kännyköitä, ei visa-kortteja. Eräälle matkalle otin yli 30 kiloa rekvisiittaa papereina tms. Nykyisin äärettömästi suurempi määrä tietoa kulkee tietokoneessa. Kynä, paperi, logaritmitaulu ja laskutikku olivat tarpeen. (ETä)

### **Työttömät myymään Saksaan**

Edellisen suuren laman keskellä alettiin paikallisessa amk:ssa kouluttaa työttömiä vientivietureiksi. Saksassa kun ei ollut lamaa vaan päinvastoin, rakentamien jatkui täyttä päätä ja saattoi olla jopa pulaa työvoimasta. Tälle vientiporukalle järjestettiin muistaakseni Berliiniin myynti- ja markkinointitilaisuus koktaileineen. Meiltäkin pyydettiin tukea tilaisuuden kustannuksiin ja mieluummin ainakin jonkun myyntitykin palkkaamista. Siten saataisiin itsekkin puuhaa.

Jonkun verran sentään oli karttunut yleissivistystä maasta nimeltään Saksa ja sen nationalismista eli oman elinkeinoelämän suosimisesta sekä pilkuntarkkuudesta ym. paikallisesta kulttuurista. Työpaikoillakin teitittelevät toisiaan vuosikautia. Eli että tuollaiseen maahan puutteellisella kielitaidolla ja ehkä ammattitaidollakin myymään - keine Chancen. Eihän siitä mitään tullut ja verissä päin sieltä monet yrittäjät ja palvelun tarjoajat palasivat. (BHä)

### **Byrokratian hampaissa**

Arto Laaksosen kanssa 1990-luvun alkupuolella olimme menossa mittauskeikalle Tallinnaan mittalaukut täynnä mittalaitteita. Olimme tehneet niistä listan kuten ennenkin. Ongelmitta oli aina selvitty tullista, mutta nyt ei niin käynyt. Viron puolen tullivirkailija muistutti ulkonäöltään ja käytökseltään Mennään bussilla - komediasarjan pitkää ja Hitler-viiksistä virkainoista tarkastaja Blakea. Virkailija vaati tulliselvityslomaketta. Sitä ei oltu aiemmin kysytty eikä kysytty sen jälkeenkään. Yritti mitä tahansa, aina vastaus oli vaatimus tulliselvityslomakkeesta. Tuntui, ettei hän muuta sanaa osannutkaan.

Tunnin väittelystä huolimatta mittalaitteet jäivät Viron tulliin. Ilman mittalaitteita reissu oli turha. Sovimme, että virolaiset yhteistyökumppanimme yrittävät asiaa selvittää, ja että tulemme viikon kuluttua uudestaan. Yksi ihminen teki viikon töitä juoksemalla virastosta toiseen ja sai mittalaitteet Viron puolelle viikon työn jälkeen juuri ennen tuloamme. Lomakkeesta oli tullut lomakkeisto. Paperinippu oli paisunut viiden sentin paksuiseksi. (TAR)



### **Trettio procent arbetar**

Olimme pienen delegaation kanssa Tukholmassa suuren energiayhtiön vieraana. Isäntäväen edustaja tuli meitä vastaan valtavan toimistorakennuksen hulppeaan aulaan. Odottelimme vielä jotakuta saapuvaksi ja aloitimme småpratnin ihailemalla komean rakennuksen kokoa ja kysymällä, kuinka paljon työtätekeviä täällä mahtoikaan olla. Isäntä vastasi kuivakkaasti: tretti procent. (BHa)

### **Polska Enskilda Banken**

Olimme yhteistyössä yhden vientiurakoitsijan kanssa 1980-luvulla. Puolassa oli valmisvaatetehdas vireillä ja tein siihen LVI-luonnossuunnitelman. Meitä lähti iso delegaatio viikoksi esittelemään tarjousehdotuksiamme Puolaan. Muutoin meni kivasti, mutta asiakas ei ollut saanut tapaamisvahvistuksesta faksia eikä ollut paikalla. Kustannussyystä paluulentomme oli vasta viikon lopulla, joten aikaa oli kosolti tutustua Varsovaan. Erityisesti kiinnitti huomiota palvelualltius: rahan vaihtoa 10:1-kurssiin oli tarjolla joka puolella. Niinpä löin vetoa kavereiden kanssa, että jos astun hotelliin pääovesta ulos, on puolalainen Enskilda Banken paikalla max kolmessa minuutissa. Voitin vedon. Suositussa Krokotiili-ravintolassa tarjosin porukalle elämäni halvimman ja taitaa olla ainoankin ilmaisen kierroksen. Laskutin sen matkalaskussani rehellisesti ottaen huomioon katukurssin.

Sen sijaan eräs prosessipuolen työtoverini teki sellaisen tempun Moskovassa, että tarjoutui maksamaan ravintolaillan laskun muiden puolesta, laskuttaisi sitten kotimassa kutakin rauhassa. Laskuttikin, mutta virallisella kurssilla, joka Moskovassakin oli ainakin kymmenkertainen katukurssiin nähden. Tämän kaverin työsuhde ei kauaa jatkunut siinä porukassa. (BHa)

### **Pakkoruotsia**

Uusi LVI-insinööriimme oli niitä miehiä, jotka eivät paljon kysele. Eräässä projektissamme Ruotsiin hän oli kääntänyt piirustuksien tekstejäkin suomesta ruotsiin käyttäen sanakirjaa. Ilmanvaihdon LEIKKAUSPIIRUSTUKSEN otsikkotaulussa luki komeasti OPERATION RITNING.

Kielenkääntämisvaikeuksista tuli puhe suomalaisen laitostoimittajamme kanssa. Hän lohdutti kertomalla, että vaikka heidän laitoksen pystytyspiirustukset ovat englanniksi Erektion Drawings, eivät ne suinkaan ole ruotsiksi Erektion Ritningar - asiakas oli valistanut. (BHa)

### **Vain kuolleen ruumiini yli**

Joskus 2000-luvulla minulla oli yksi suunnittelukohde Chilessä. Kyse oli monen tuhannen neliömetrin kokoisesta tehtaasta Andeilla yli kahden kilometrin korkeudella. Ilma on siellä ohutta ja sadepäivä tilastollisesti yksi vuodessa eli aurinko paahtaa käytännössä joka päivä. Lopputilaajan amerikkalainen konsultti edellytti ilmanvaihdon toiminnan havainnollistamista Fluent-mallinnusohjelmalla, joka laskee ja mallintaa graafisesti ilmavirrat sekä niiden lämpötilat ja nopeudet.

Saadaksemme lähtötietoja pyysin tiedot myös rakennuksen vesikatosta. Kattomateriaalista tiesin, että se tehdään polyesterilevystä ja on eristämätön. Järkytys oli suuri, kun sain tiedon, että arkkitehti on valinnut katon ulkopinnan väriksi tummansinisen. Muuten kiva, mutta tällainen katto lämpenee auringonpaisteessa jonnekin 50 - 60 asteen lämpötilaan ja eristämättömänä toimii valtavana säteilylämmittimenä tehden työolot sietämättömäksi. Ilmoitin yksiselitteisesti, että katon tulee olla valkoinen tai mieluummin alumiinimaalilla silattu. Tumma siitä tehdään vain kuolleen ruumiini yli.

Valitettavasti olen kadottanut tehtaan sijaintikoordinaatit, jotta voisin katsoa satelliittikuvista katon lopullista väriä .Ehkä näin on parempi. (BHa)

### **Vet du vad är ett växtfilter?**

Meillä oli 2000-luvulla voimalaitoksen suunnitteluprojekti Vaasaa vastapäätä sijaitsevassa Örnköldsvikissä. Tilaajan puolella oli tiedemiehen tuntuinen LVI-asiantuntija Lars, joka halusi kattilarakennukseen lähes toimistotasaisen ilmanvaihdon. Itse esitin paljon

yksinkertaisempaa, vähemmän tilaa vievää ja vähemmän kunnossapitoa vaativaa ratkaisua. Lars oli itse tehnyt Excelillä ilmasuihkujen mallinnuksia ym. Ihmettelin tätä täysin normaalista poikkeavaa paneutumista asiaan ja kuulin, että Lars oli toiminut 1980-luvulla professorina Kuubassa.

Istuessamme neuvottelutauolla kongressikeskuksen keskusaulan ravintolassa Lars kysyi yhtäkkiä tiedäkö mikä on kasvisuodatin. No enpä. Lars selosti, että ravintolaosaston päällä on kasvihuone ja kaikki poistoilma johdetaan sinne. Kasvit käyttävät poistoilmasta ihmisten aikaansaaman hiilidioksidilisän. Rakennuksen pesuallaiden vesi kierrätetään kasveille kasteluvedeksi. Lisäksi koko suuren kongressi/yliopistorakennuksen kanavisto oli mitoitettu staattisen paineen takaisinsaamismenetelmällä niin, että kanavapaine on ällistyttävän alhainen eikä käytössä paljon säätöpeltejäkään tarvita. Sylinterinmuotoisen lasilla päällystetyn keskusrakennuksen ikkunaratkaisuissa hän oli joutunut opettamaan arkkitehtia kädestä pitäen, jotta valittiin sisäilmastolle vähiten vahingolliset ikkunat.

Tämän jälkeen lopetin pullikoimiset Larsin ratkaisua vastaan, Ei sen takia, että hänen ratkaisunsa kattilahuoneeseen olisi ollut parempi, vaan siksi, että meikäläisen paukut loppuivat kyllä kesken tällaisen virtuoosin kanssa. (BHa)

### **Ministerilläkin olikin tarve "puuteroida nenäänsä"**

Ilmanvaihtolaitteita Meksiko Cityssä valmistavassa Fläktin tehtaassa oli suomalainen toimitusjohtaja. Tehtaalle oli saatu ruotsalaisen naispuolisen ympäristöministerin vierailu ja kaikessa kiireessä viikonlopun aikana saatiin rakennettua toimihenkilöiden lounashuoneesta edustuskelpoinen kabinetti, tosin WC :ssä vain käsien pesuallas. Tehdaskierroksen jälkeen lounashuoneessa ministeri kysyi 'Hej, finns här ett ställe att tvätta händer?' Ministeri ohjattiin käsien pesuhuoneeseen, josta tuli saman tien takaisin selventäen asiaa kysymyksellä 'Jag menar toa'. (TNu)

### **Ei me ilmastointi tarvita**

Olin mukana jossakin terminologiaporukassa 1970-luvulla, kun ilmanvaihtokoneista päätettiin käyttää nimeä ilmastointikone. Ideahan oli, että koneet ovat osa ilmastointia. Tästä on tullut harmia myöhemmin niin ulkomailla kuin kotimaassa. Esimerkiksi, jos ravintolan ikkunassa tai bussin perässä lukee Air Conditioned, tarkoittaa se yksiselitteisesti, että kohteessa on koneellinen jäähdytys.

Erään 80 metriä korkean soodakattilalaitoksen neuvotteluissa Keski-Euroopassa 1990-luvulla suomalaisen laitostoimittajan edustaja tiedusteli tilaajalta suomenkielestä kääntäen sisältyisikö laitostoimitukseen myös ilmastointi, air conditioning. Ei me sellaista tarvita, oli vastaus. Kun rakennusta jo pystytettiin, kävi ilmi että ei tarvittu ilmastointia, mutta toki ilmanvaihto eli ventilation. Tässä vaiheessa oli sähkö- ja tila-asiat lukkoon lyöty eikä satoja kuutiometrejä sekunnissa jauhavia puhaltimia voitu lisätä.

Laitostoimittaja ehdotti josko ilmanvaihto voitaisiin hoitaa painovoimaisesti. Tarkistin osaltani laskelmat ja kerroin ratkaisun toimivan. Niinpä yhdelle julkisivulle tehtiin 20 metriä pitkä ripaputkipatterilla varustettu aukko ja katolle ilman- ja savunpoistoa varten ns. penthouse. Kattopömpeli ja sen ympärille tarvittavat tuulenhajaimet rakennettiin lasista ja sisälle sijoitettiin valaisin. Rakennus toimi ikäänkuin majakkana ja on esim. Pohjoismaiden korkeimpaan majakkaan Bengtskäriin verrattuna liki 30 metriä korkeampi. Poistoilmalaite ja sen valo näkyi kolmenkymmenen kilometrien päähän.

Kerrankin pääsi LVI-suunnittelija mukaan huippuhommiin. (BHa)

### **Työtä aikuisille**

Neuvostoliiton romahduksen jälkeen 1992 Virossa käynnistyi energiatalouden parantamisprojekteja. Potentiaalia totisesti olikin. Meillä oli useita säästöprojekti kohteita, joista eräs oli tekstiilitehdas Tallinnan alueella. Kävimme tehtaassa teknisiä tiloja läpi ja kiipesimme eräänlaisella parvella olevaan lämpimään, kosteaan ja tunkkaiseen huoneeseen. Siellä oli valtava lämpimän käyttöveden säiliö, jossa oli höyrykierukkalämmitys. Tällaisessa tekniikassa on aina kiintoisaa selvittää automatiikan toiminta. Vähän yli kolmekymppinen ihan järjissään

olevan näköinen mies seurasi säiliön lämpötilaa silmä kovana ja väänsi sen mukaan höyryventtiiliä.

Samaiseen energiaprojektiin kuului myös Tallinnan meijeri eli piimakombinaatti. Olin aikoinaan ihmetellyt Leningradissa miten ihmeessä jäätelö saadaan maistumaan pohjaan palaneelle. Tallinnassa maidon käsittelyn keskeinen laite eli pastörintilämmönsiirrin oli omassa kaakelipintaisessa huoneessaan, josta oli ikkunat muuhun tuotantotilaan. Huone oli täynnä monivaiheisen levylämmönsiirtimen saumoista pursuavaa vuotohöyryä. Valkoisessa työasussa olevaa työntekijää ei näkynyt kuin ajoittain höyrypilvien läpi. Muuta tehtävää kuin höyryventtiilin säätö ei tälläkään henkilöllä ollut.

Neuvostoliitossa työolosuhdemittausten tulokset oli julistettu salaiseksi tiedoksi. (BHä)

### **Akateemikko ei ollut keiteltyt ponua**

Meillä oli 1990-luvulla hervottoman suuri metallinjalostuslaitoksen suunnitteluprojekti kaukomailla. Sen ilmavirraksi olimme laskeneet toista tuhatta kuutiometriä sekunnissa eli yli neljä miljoonaa kuutiometriä tunnissa. Pelkkä ilmanvaihdon lämmöntalteenoton nimellisteho oli 20 MW.

Näin ison ilmanvaihtolaitoksen mitoitusta tarkastamaan lopputilaaja oli palkannut sikäläisen tiedeakatemian jäsenen, akateemikon. Tämän tuomio mitoituksille olikin tyyli: aivan liian pienet ilmavirrat, ne tulisi kaksinkertaistaa.

Sydän pamppaillen aloin perehtyä akateemikon laskelmiin. Meidän mitoituksemme perustui sentään vastaavissa laitoksissa tehtyihin emissiomittauksiin. Ei siinä kauan kestänyt, kun huomasin missä akateemikolla oli mennyt metsään. Hän oli lähtenyt siitä, että prosessialtaissa olevan liuoksen kaikki osa-aineet haihtuvat ja kiehuvat samassa lämpötilassa. Vanhana ponunkeittäjänä - siis kerran keittäneenä - tiesin, että eri aineilla voi olla ihan erilaiset kiehumislämpötilat ja sitä kautta aivan erilainen haihtuminen. Pistin paperille vähän teknistä taulukkoa ja yksinkertaista matematiikkaa.

Akateemikosta ei jatkossa puhuttu halaistua sanaa. (BHä)

### **Kumisäiliö?**

Meillä oli projektina värjäämön LVI-suunnittelu 1980-luvulla. Prosessi tuli Sveitsistä, josta läheltä Saksan rajaa tuli myös asiantuntija suunnittelupalaveriin. Poistuvien värjäämövesien lämmön talteenottoon olin alustavasti suunnitellut varaajasäiliön, jotta jaksoittain tulevat virtaamat tasaantuisivat ja lämpö voitaisiin paremmin hyödyntää. Menetelmässä oli jotain uutta sveitsiläiselle ja niinpä hän kysyi minkä kokoinen varaajasäiliö oli. Vastasin saksaksi, että se on kooltaan viidestä seitsemään kuutiota. Tähän sveitsiläinen huudahti: "Ist es ein gummilager?" Onko säiliö kumista?

Ei ihme, että Euroopan saksankielisellä alueella on suomalaisten ollut vaikea päästä projekteihin. (ESi)

### **Arjen sankarit vauhdissa**

#### **Osattiin lämmitysenergian kulutus puolittaa jo 80 vuotta sitten**

Vanhempani toimivat 1938-1944 sivutoimisina talonmiehinä Helsingissä. Isäni sai kerran jostain käsiinsä lämmityshiilitoimittajan laskun ja alkoi kiinnostua hiilen kulutuksesta. Pikaisen päässä laskun jälkeen hän päätteli, että jotain on pielessä ja selvitti toimittajalta, onko laskutettu juuri heidän taloonsa toimitetuista kuormista. Eipä ollutkaan, vaan toinen mokoma ko. talolta laskutetusta hiilestä oli jo pitemmän aikaa toimitettu isännöitsijän omistamaan kerrostaloon.

Isännöitsijä sai potkut, hiilen kulutus puolittui ja isäni sai taloyhtiöltä lahjaksi peräti hedelmäkorin. (BHä)

### **Tiilihormit eivät ole tiiviitä**

Rakennuksessa, jossa vanhempani toimivat talonmiehinä, oli pihan alla autohalli. Talvisodan pakkasten aikana aamuvarhaisella isäni teki valvontakierrosta ja havaitsi, että autohallissa oli puukaasutinauto jäänyt moottori päällä käymään. Halli oli sakea savusta. Autossa oli sotilashenkilö naisystävänsä kanssa, kumpikin häkään kuolleen näköisinä. Isäni hoippui ulko-ovelle, sai sen auki ja lyyhistyi siihen. Sai kuitenkin sanottua ohikulkijalle mikä on hätänä.

Autohallin poistoilmahormin vuotojen kautta häkä oli levinnyt myös asuinkerroksiin. Seurauksena kuusi ihmistä kuoli häkään ja suuri joukko muita joutui sairaalahoitoon, heidän mukana famunikin. Isäni selvisi lopulta hengissä.

Tiilihormien vuodot ovat aiheuttaneet paljon hankaluuksia myöhemminkin - ei nyt kuitenkaan näin fataaleja. (BHa)

### **Edes tiilihormi ei vaimentanut**

Jatkosodan alkaessa isäni oli painajana Pohjoismaiden suurimmassa painotalossa Tilgmannilla. Pari viikkoa ennen jatkosodan alkua siellä alettiin painaa karttoja itärajan takaisista alueista. Pikkaisen sitä ihmeteltiin, mutta vaitiolomääräys piti. Sodan alettu isäni joutui kuitenkin rintamalle. Pitkän rintamapalvelujakson jälkeen hän pääsi vihdoinkin loppen ellee suorastaan kuoleman väsyneenä lomalle. Kotiin päästyä hän romahti sänkyyn ja nukahti saman tien. Mutta hetken päästä tuli ilmahälytys ja venäläisten pommituskohteena oli arvatavasti lähellä sijainnut autopataljoonan alue.

Äitini ei raatsinut herättää isääni, tuskin olisi onnistunutkaan ja meni itse pommisuojaan. Pommeja putoili läheiselle kalliolle, talot hyppivät tärinästä ja ilmatorjunta teki parhaansa. Karmean ryskeen ja paukkeen läpi kuului kuitenkin merkillisen tutun tuntunen aaltoileva rohina. Sehän tunnistettiin isäni kuorsaukseksi, joka tuli ilmanvaihtohormin aukosta. Isäni kuorsasi seuraavassa kerroksessa. Paniikkitunnelma väestösuojassa rauhoittui jossain määrin. Talon asukkaat muistivat tapauksen vielä 1960-luvulla. (BHa)

### **Kaasuhyökkäys Tampereelle**

Vielä toisen maailmansodan aikana esimerkiksi Tampereella oli lukuisia kiinteistöjä, joissa ei ollut vesivessaa vaan pihan perällä ulkokuone. Näiden tyhjentämisestä huolehti melkoinen määrä paskakuskeiksi niitettyjä hevosmiehiä. Jäte kuljetettiin Viinikan kaupunginosassa olevan Paskalammen (nykyisin Pahalampi) viereen odottamaan lumien sulamista ja levittämistä Hatanpään kartanoon kuuluneille kaupungin omistamille pelloille.

Talvisodassa Tamperetta pommitettiin 14 kertaa. Pari sataa metriä länteen Paskalammesta sijaitseva ratapiha oli eräs pommitajien pääkohteista. Alunperin varsin vaatimaton ilmatorjunta saatiin sen verran kehittyneeksi, että viholliskoneet joutuivat pudottamaan pomminsa yli viiden kilometrin korkeudesta. Pommitusten tarkkuus olikin varsin keho. Yhden pommituksen aikana pommi tai pommeja osui suoraan mainittuun valtavaan lantapatteriin, joka lensi räjähdyksestä sanamukaisesti taivaan tuuliin. Hirvuinen kaasun haju levisi kaupungin alueelle ja ihmiset päättelivät, että nyt se sitten oli alkanut: pelätty kaasusota. (BHa)

### **Aikansa apuvälineitä ja lapsia**

Meille tuli 70-luvulla sisäinen tiedote. Osastolle on hankittu 4 laskukonetta, joilla voidaan suorittaa kaikki tunnetut laskentamenetelmät: yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolasku sekä prosenttilasku. Laskukoneita saa lainata kuittausta vastaan sihteeriltä.

Kävin arvioimassa erään tehtaan talotekniikan saneerausta. Vietin paikalla päivän ja tein suunnitelman. Esimiehieni tuli paikalle kysymään tilannetta, kerroin ehdotukseni ja sanoin, että aikanaan tehty laitos oli aika omalaatuinen ratkaisu. Ikuisuudelta tuntuvan hetken jälkeen pomoni sanoi: Esko, laitos on minun käsialaani. Muista aina, että jokainen ratkaisu on aikansa tuote. (ETä)

## Mittari sentään säilyi vahingoitta

Olimme 1980-luvulla tekemässä Vaasassa eräällä suurella tehtaalla ilmanvaihtuvuusmittauksia KTM:n Teollisuus-IV-projektiin. Siellä tehtiin mittauksia useita päiviä niin perinteisin mittausmenetelmin kuin merkkikaasullakin. Niihin aikoihin aloin specialisoitumaan merkkikaasumenetelmään, jonka kanssa tulikin vuosien saatossa tehtyä satoja ellei tuhansia erilaisia mittauksia. Tässä kyseisessä mittaussemissiolla meillä oli apuna kaveri myös VTT:ltä. Mittalaitteita oli auto ja mittausvaunu täyteen.

Minä mittasin mm. ilman pölypitoisuutta kannettavalla hiukkasmittarilla. Laite oli silloin melko spesiaali, eikä tainnut toista Suomesta löytyä. Nousin tehdashallin yläosaan aivan katonrajaan iv-kanavaa vasten seisovilla alumiinitikkailta. Katto oli n. seitsemässä metrissä. Mittaus sujui ok, mutta alas tullessa tikkaat lipsahivat alta ollessani lähes ylimmällä puolalla, pölymittari sylissä. Onneksi olin nuori ja notkea (nyt vain notkea) ja osasin tulla nätisti alas jaloilleni. Lattia vain oli pahuksen liukas ja toinen jalka luisti eteen tikkaan puolan alle samalla kun takapuoli pamautti toiseen puolaan. Säarestä lähti nahka. Satuun vielä putoamaan neuvonpitoa pitäneiden työnjohtajien keskelle. Ilmeet olivat melko pöllämystyneet.

Nousin ylös ja kirosin tietenkin tyhmyyttäni ja vähän kipuja. Mittalaitteen olin puristanut tiiviisti syliini matkalla alas ja se säilyi vahingoittumattomana. Vähän siinä alkoi huimaamaankin ja kantapää tuntui aika kipeältä. No päätin lähteä käymään tehtaan terveydenhoitajalla, jotta saisin laastaria sääreeni. Hän kauhistui ja määräsi minut välittömästi paikalliseen terveyskeskukseen lääkärin pakeille. Ehdoton kieltö, ettei saa ajaa sinne autolla. Otin kuitenkin auton ja päästelin lekuriin. Istuin sitten odottelemassa ja kuulin kun lääkäri jutteli sairaanhoitajan kanssa ihmetellen hyvää kuntoani. Yleensä näin korkealta pudonneet tuodaan ambulanssilla. Vaasassa kun oltiin, nämä puhuivat ruotsia ja varmaan luulivat, etten ymmärrä. Siinä ollessani vastaanotolle tuli myös lihanleikkaaja, joka oli hiukan lipsauttanut ja verta tuli kädestä aika sakeasti. Lipsauksia oli kyllä käynyt aiemminkin, sen verran harvassa oli kaverilla sormia. Annoin hänen ohittaa jonossa.

Kun pääsin viimein lääkärille, minulle lätkäistiin loppuviikko saikkua. Menin takaisin tehtaalle ja teimme sen päivän hommat loppuun. Illalla hotellilla sovimme, että jään seuraavaksi päiväksi lepäämään, koska kävely oli hiukan hankalaa. Valitettavasti kuitenkin kävi niin, että työtoverini innostuivat maistelemaan minibaarin antimia ja sikareja. Kumpikaan ei normaalisti polttanut mitään, joten arvaahan sen, miten siinä kävi. Aamulla katselin "pieniä vihreitä" miehiä ja totesin, että sen päivän hommat jää tekemättä, mikäli en lähde mukaan tehtaalle. Ja niin siinä kävikin, että pojat painuivat taukovaunuun nukkumaan ja minä onnahtelin mittaamaan. Olimme lisäksi liikkeellä niin aikaisin, että aamupalaa ei hotellilla vielä saanut. Päätimme, että käymme aamuuskareiden jälkeen hotellilla haukaamassa palasta.

Hotellille mennessämme toivoin että joku muu ajaa, koska minulla oli hieman kipuja jaloissa. Istuin takapenkillä ja apumiehen puoleinen kaveri kääntyi ja kysyin minulta surkean näköisenä, tiedäkö hyvää krapulalääkettä. Silloin minuun iski piru. Kumarruin eteenpäin ja kuiskasin: "Lämmin kalja jossa kelluu läskipala päällä." Kuski ajoi auton välittömästi penkkaan (oli talvi) ja hyppäsi autosta ulos. Tuskin koskaan olen nähnyt oksennuksen, vieläpä vihreän sellaisen, lentävän niin pitkälle. Enkä muista muulloin nauraneenikaan yhtä paljon kuin silloin. (SHe)

## Huoltohomma hanskassa ja hanskat hukassa

Insinööritoimistomme muutti 1980-luvun loppupuolella Helsingissä viereiseen isoon toimistotaloon, jossa oli kaikki ilmastoinnin pelit ja vehkeet. Kuitenkin kevään edistyessä alkoi sisälämpötila nousta huolestuttavasti. Apua ei huoltofirmalta oikein löytynyt ja kutsuin paikalle isännöitsijän ja huoltomiehen, jotta voisimme mennä katsomaan konehuoneeseen, mitä se on syönyt. Paikalle tuli simpakka isännöitsijänainen turkissaan ja huoltomies haalareissaan. Kävi ilmi, että kumpikaan ei tiennyt, missä konehuone oli.

Lopulta päästiin konehuoneeseen, jossa ilmastointikoneen viereen oli kiinnitetty ohje käyttäjä viereistä peltiä vuodenaikojen mukaan: "Käännä keväällä sekoitusosan pelti ulkoilma-asettoon". (JMe)



### **Viimeinen mohikaani**

Suunnittelutoimistossa oli nuorempi suunnittelija palannut erään sairaalan suunnittelukokouksesta. Hankkeeseen sisältyi jonkin verran höyryjärjestelmien suunnittelua, vaikka muutoin se oli melko harvinaista eikä monella ollut kyseistä osaamistaan. Asiasta tuli kahvipöydässä juttua, jolloin nuorempi suunnittelija kertoi suunnitteluryhmän vetäjälle kuulleen kokouksessa, että tämä oli Suomen paras höyrysuunnittelija. Tähän ryhmänvetäjä totesi lakonisesti: "Kaikki muut ovat jo kuolleita". (JMU)

### **Ei sitä turhaan ylivahtimestariksi pääse**

Yhteen valtakunnan ykköstaloista tehtiin pieni vessaremontti. Heti sen valmistumisen jälkeen tuli talon vahtimestareilta valituksia aamuisin vessassa olleesta viemärin hajusta. Kun saavuin paikalle, mitään hajua ei enää kuitenkaan ollut. Tämä toistui useamman kerran, mutta hajua ei enää myöhemmin aamupäivällä ollut eikä viemäriiitoksissa ollut vuotojakaan. Erään käynnin yhteydessä tuli paikalle talon ylivahtimestari. Hän totesi: "mielestäni kyseessä on urean eikä viemärin haju". Kun asiaa selviteltiin, paljastui että talossa oli iltaisin töissä varusmiehiä, jotka myös käyttivät vessaa. Käytännössä he jättivät pisuaarin vetämättä, ja aamulla vastassa oli tosiaan kunnon haju. Todettiin, että eihän sitä ylivahtimestariksi pääsekään ellei tiedä asioita. (JMU)

### **Ja sitten saneeraamaan**

Olen nähnyt organisaatioita, joissa ongelman tullessa aina joku johtoryhmän jäsen erotettiin, kunnes kaikki oli potkittu ja jäljellä oli vain todellinen ongelman syy: toimari.

Myös systeemi, jossa päällikkö saneeraa kaikki itseään paremmat alaiset on valitettavan tuttu, sekin johtaa katastrofiin.

Saneeraustilanteessa arvioitiin työpanosta. Konttoriyöntekijältä kysyttiin : Mikä on tehtäväsi. Vastaus: Joka aamu saan kasan papereita, ne ovat sinisiä tai valkoisia. Tehtäväni on jakaa ne kahteen nippuun värin mukaan. Kyselijä toisti, mitä on tehtäväsi, vastaus: minähän sanoin jo.

Seuraava kysymys oli: miten työllistävä työ on, vastaus: saan tehtyä aina ennen lounasta. Kysymys: Entä iltapäivä, mitä silloin? Vastaus: ei ole mitään erikoista.

Toiselta kysyttiin samaa, vastaus: tehtäväni on tehdä suunnittelua turbolaitteille. Toinen kysymys, tietääkseni nämä eivät ole kuuluneet valikoimaan enää kolmeen vuoteen. Vastaus: Onkin ollut hiljaista.

Samassa paikassa paikallisen päällikön puheille tuli maajoukkueen urheilija ja totesi: tulini hommiin. Paikallispäällikkö oli äimän käkenä, koska ei ollut kuullut asiasta. Selvisi, että pääjohtaja oli todennut vapaa-ajan harrastuksen aikana, että työtön kaveri tarvitsee töitä ja pyysi tätä ilmoittautumaan paikallisessa työpaikassa. (ETä)

### **Sovellusvaraa**

Joskus asioita pitää ratkaista työmaan tarpeisiin nopeasti. Eräällä suurella yliopistotyömaalla oli ongelmia ilmanvaihtokonehuoneessa muutaman kanavamutkan kanssa. Asia oli kuitenkin sen verran hankala, etteivät urakoitsijat ja valvojat tohtineet ratkaista asiaa itse. He pyysivät pikaisesti suunnittelijalta faksilla täsmällisen muutossuunnitelman kyseisestä kohdasta. Asia ei kuitenkaan mennyt ihan toivotulla tavalla, vaan työn oli tehnyt hieman itsestään epävarma nuorempi suunnittelija. Vielä kuukausien päästä kyseinen faksi oli kiinnitettyä työmaakopin seinälle ja ympäröity keltaisella huomiovärillä. Muutossuunnitelma oli otsikoitu: "Alustava ehdotus luonnokseksi". (JMU)

### **Kyllä proffa tietää**

Iso tutkimus valmistui, neljä päätoimista tutkijaa ja niiden johtajana professori. Infotilaisuudessa proffa oli tehnyt yhteenvedon. Luin nelisivuisen paperin tarkkaan läpi ja vertasin sitä varsinaisiin osatutkimuksiin ja löysin 28 selvää epäloogisuutta. Tutkijat totesivat, että he tietävät proffan valehtelevan, mutta heitä oli uhattu potkuilla. Pääsimme proffan

kanssa yhteisymmärrykseen siitä, että hän pysyy totuudessa varsinaisessa tiedotustilaisuudessa.

Lopputulos oli se, että proffa totesi tilaisuudessa olevansa oikeassa väitteillään ja tutkijoiden että tulokset eivät ole ihan oikeita.

Lopputulos: Rahoittaja laittoi proffan viiden vuoden rahoitusdispoon. (ETä)

### **Pojat on poikia - aina**

Olin jo mielestäni melko kokenut suunnittelija ja täytin samana päivänä tasan 30 vuotta. Olin menossa esittelemään puolustusministeriön rakennusosastolle erään kohteen luonnossuunnitelmia. Osasto oli tuolloin sijoittuneena Kaartin kortteliin, jossa sisään mentiin varsin juhlallisen pääaulan kautta. Aulan keskellä oli kirjoituspöytä, jonka takana naispuolinen sotilasvirkailija otti vierailijat vastaan. Esittelin itseni – titteli, nimi, firman nimi ja kenen luokse olin menossa. Virkailija soitti hankkeesta vastaavalle LVI-tekniikolle ja totesi puhelimeen kovalla äänellä kaikuisassa aulassa: ”Täällä on eräs nuori poika insinööri-toimistosta”. (JMU)

### **Mikä lie soittaja**

Olin suunnittelijana valtion hankkeessa johon kaupunki oli luovuttanut tontin. Tosin ensimmäinen tontti osoittautui kelvottomaksi, koska pohjatutkimustakaan ei ollut tehty. Syynä oli, että paikka oli keväällä kokonaan veden alla. Tontti vaihtui hieman etäämmälle, ja kaupunki oli luvannut kohteeseen myös kaukolämmön. Suunnittelu etenikin uudella tontilla vauhdikkaasti ja oli jo melkein urakkalaskentavalmiudessa kaukolämpöliitoksineen kaikkineen. Erään päivänä sain puhelun, jonka soittaja jäi hieman epäselväksi. Nimi ei ollut entuudestaan tuttu. Hän kuitenkin tuntui tuntevan hankkeen hyvin ja rupesi puoltamaan kohteeseen sähkölämmitystä, koska iso voimalinjakin oli lähistöllä ja toisaalta kaukolämpöä varten pitäisi vetää monta sataa metriä uutta putkea. Muita liittyjiäkään ei ollut näköpiirissä putken varrelle. Nuorehkon suunnittelijan itsevarmuudella tyrmäsin sähkölämmityksen monestakin syystä – se ei ollut valtion suosima ratkaisu ja kaikki tilanvarauksetkin oli tehty kaukolämmön mukaan. Hanke olisi myös viivästynyt muutosten takia. Vastapuoli sai kuulla melkoista ripitystä.

Puhelun päättyessä vielä kysäisin, mikä soittaja mahtoi olla oikein miehiään. Vastaus oli: ”Xxx:n kaupungin kaupunginjohtaja”. (JMU)

### **Kokonaisvaltaista huoltamattomuutta**

Eräässä virastotalossa maaseudun pikkukaupungissa oli valituksia sisäolosuhteista ja erityisesti liian alhaisesta lämpötilasta. Paikkakunnalla oli käytännössä vain yksi kahden miehen huoltoyhtiö, jota siis myös edustamani kiinteistönomistaja oli lähes pakotettu käyttämään. Aloitin selvittelyn rakennusautomaatiosta. Ilmeni kuitenkin, ettei huoltoyhtiö tiennyt valvomon salasanaa, eikä näin ollen voinut ollenkaan käyttää automaatiota. Onneksi tunsin automaatiojärjestelmän toimittajan henkilökohtaisesti ja soittamalla sain käyttööni valvomon managerisalasanan. Tutkittuani hieman automaatiota totesin, että ongelma olikin kaukolämpölaitoksen puolella ja paineet siellä olivat melko lailla pielessä. Kaupungin lämpölaitos ei ollut kovin iso, joten ajattelin ottaa yhteyttä suoraan sinne. Kyselin huoltomieheltä, kenelle voisin soittaa asiassa. Vastaus kuului: ”Meidän firma hoitaa myös kaukolämpölaitoksen”. (JMU)

### **Kun lentäminen oli yksinkertaista**

Turvallisuusasiat ovat nykyisin kovasti tapetilla. Lentokoneeseenkin meno on melko vaativa suoritus ja lähes kaikki on kielletty. Toisin oli 1980-luvun puolivälissä. Mitään turvatarkastuksia ei ollut olemassakaan. Olin menossa toiselle paikkakunnalle mittaamaan keskussairaalan lämmitysverkostojen virtaamia. Sähköisiä mittareita oli tulossa, mutta toimistollamme oli käytössä manometri, jonka toiminta perustui u-putkeen ja elohopean käyttöön. Näin noin metrin korkuisella laitteella oli mahdollista mitata paine-eroja yhteen bariin asti. Elohopean vienti lentokoneeseen taitaa nykyään olla ehdottomasti kiellettyä, mutta kyseinen mittari sisälsi sitä ainakin kaksi kiloa ja lisäksi mukana oli muovipullossa kilo varalla. Lisäksi laite oli pakattu melko juhlalliseen metallilaatikkoon, mutta kukaan ei ollut tuohon aikaan erityisen kiinnostunut kyseisen ”käsimatkatavaran” sisällöstä. (JMU)

### **Kulmahuonelisistä turhaa sekaannusta pattereissa**

Vielä 1950-luvulla laadituissa lämmitys- ja ilmanvaihtolaitosten suunnittelun normaaliohjeissa oli fiksusti huomioitu, että varsinkin kulmahuoneissa on väistämättä kylmäsiltoja. Lämpöhäviölaskelmiin tehtiin tämän takia prosenttilisäys. Osaltaan nämä lisäysprosentit kompensoivat myös viileämmistä seinistä johtuvaa alhaisempaa operatiivista lämpötilaa ja sen aiheuttamaa huonelämpötilan noston tarvetta. Ylimmissä kerroksessa vaikuttaa myös kirkkaina pakkasöinä vesikaton pinnan ja seinien jäähtyminen useita asteita ulkoilmaa kylmemmäksi. Tuulisina päivinä tuuli jäähdyttää ylintä kerrosta aivan erilailla kuin alempia kerroksia.

1970-luvun rakentamisen hurlumheissä muistan ainakin yhden grynderin ilmoittaneen, että kyseiset lämmöntarvelisät ovat ihan turhia ja niiden takia tulee työmaalla vain sotkua, kun täytyy eri kerrosten huoneistoihin asentaa erikokoisia pattereita. Niinpä lisät jätettiin ainakin joissakin kohteissa pois. Tavallista sitten onkin ollut, että kerrostalojen ylimmissä kulmahuoneissa on kylmä. Tätä hoidetaan nostamalla lämmitysveden lämpötilaa. Seurauksen välikerroksissa pelkät nousujohdot lämmittävät usein aika pitkälle huoneet, jolloin ikkunan alla olevan patterin termostaattiventtiili ei avaudu. Tästä taas on seurauksena vedon tunnetta ikkunan kohdalla.

Asia korjaantuu varsin helposti vaihtamalla kulmahuoneiden patterit lämpöpinnaltaan suurempiin. Lämmitysveden lämpötilaa voi laskea, energiaa säästyy ja asumismukavuus paranee, (BHä)

### **Vai työelämä nykyään hektistä - ette ole nähneet mitään**

Monissa kaupungeissa alkoi 1960-luvun lopulla varsinainen rakentamisbuumi ja kaikki työvoima teki ylitöitä. Pääsin insinööritoimisto Kontest Oy:öön harjoittelijaksi vuosikymmenen vaihteessa. Siellä oli erityiset suunnitteluryhmät asuinkerrostaloja varten. Rakennusten huoneistopohjat olivat pitkälti samoja, joten voitiin käyttää edellisten rakennusten suunnitelmia tehokkaasti apuna. Muutenkin suunnittelua oli rationalisoitu. Suunnitelmia teetettiin ryhmissä urakalla eli ryhmälle tehtiin tarjous tai ryhmä itse teki tarjouksen millä hintaa kohde suunniteltiin. Työtä tehtiin illat ja viikonloput, Suurin piirtein jokaisella suunnittelijalla oli asuntolainaa, joten rahalle oli käyttöä.

Tapasin näitä silloisia työkavereita 2013 ja kysyin, pitääkö muistikuvani paikkansa: joka toisella suunnittelijalla oli tuolloin vatsahaava. Kaverit vahvistivat muistikuvani. (BHä)

### **Huippuosaamista**

Yrityksen toimitusjohtajan puheille tuli keksijää, joka oli kehittänyt todella hienon vedenpuhdistuslaitteen. Toimari oli riidoissa tutkimuspuolen kanssa ja hän totesi tuotteen hyväksi ja teki sopimuksen tutkijan palkkaamiseksi viideksi vuodeksi kehittämään tuotteen markkinoille puhumatta tutkimus-osaston kanssa. Vuoden jälkeen tuotetta vietiin isoille messuille ja messuosasto oli valmis. Tuotteen nimeksi valittiin Superhessu. Nimenkäyttöön saatiin lupa Walt Disney productionsilta.

Tässä vaiheessa kuitenkin tuoteidea toimitettiin kehitysjohtajalle (Mauri Soininen) joka kahden päivän jälkeen totesi idean ikiliikkujaksi, joka oli patentoitu jo 70 vuotta aikaisemmin ja sudeksi todettu 50 vuotta sitten.

Messuilla osastolle tuli Kekkonen joka esitteli tuotetta prinssi Philipille (engelsmanni). Oli pieni ongelma olla pukkana. (ETä)

### **Ilmastointi soutaa ja huopaa - se siis toimii**

Aikoinaan kerroin jossakin haastattelussa, että ilmastointi on parhaimmillaan silloin, kun sitä ei huomaa. Näin kävi erään ajoneuvon kanssa. Tilaajan edustaja väitti, että jäähdytys ei toimi. Kun häneltä kysyttiin, onko siellä liian lämmin, saatiin kieltävä vastaus. Kun sitten kysyttiin, onko siellä liian kylmä, saatiin taas kieltävä vastaus. Tilaaja oli totunut siihen, että jäähdytysjärjestelmä puhaltaa kylmää, ei puhalla ja sitten taas puhaltaa kylmää... (EKa)

### **Kopiokoneisiin oli tullut pienennyskerroin**

Erään isohkon rakennuksen ilmanvaihtourakassa tuli 1980-luvulla tenkka poo. Suunnittelijan määrittelemät koneet eivät selvästikään mahtuneet konehuoneeseen, vaikka suunnittelija oli ne hyvin huolellisesti ja uskottavan näköisesti sinne piirtänyt. Asiaa pengottaessa kävi ilmi, että suunnittelussa oli tullut loppumetreillä kiire. Koneet eivät meinanneet mahtua paperillakaan kyseiseen tilaan. Suunnittelija oli saadakseen piirustukset urakkalaskentaan kopioinut ilmanvaihtolaitteiden piirustukset 20 %:n pienennyskertoimella ja sijoittanut näin saadun laitepohjapiirustuksen konehuoneeseen. (KJo)

### **Asetuotannon salat avautuivat**

Muutettuani Tampereelle 1978 iso projektini oli käydä läpi kymmenen Valmetin tehdasta energiakustannusten pienentämiseksi. Yksi tehtaista oli Tourulan kivääritehdas, jossa tehtiin rynnäkkökivääreitä (minkähän takia ei käytetty nimeä Kalashnikov tai AK 47?). Kiertelimme Valmetin rakennusosaston kaverin kanssa tehdasta ja pysähdyimme erään rouvashenkilön kohdalla. Hän pesi petrolilla aseiden tähtäimiä koneöljystä. Homma kävi näppärästi ja tähtäinkasat olivat isoja. Kaverini kysyi kohteliaasti naiselta, että montakohan tähtäintä päivässä oikein tulee pestyä. Vastauksen saatuaan jatkoimme matkaa ja kaverini harjoitti hetken päässä laskua: päivätuotanto kertaa työpäivien lukumäärä on vuosituotanto. Salaisuutena varjeltu vuotuinen tuotantokapasiteetti oli yksiselitteisesti selvitetty.

Seuraavan kerran kuukausien jälkeen menin yksin käymään kivääritehtaassa. Portilla riitti, kun heilautti kättä vahdille: kulunvalvontaa 70-luvun malliin. (BHa)

### **S vai K, kuka niistä lukua pitää**

Merkittävän ilmastoinnin päätelaitetehtaan johtaja Eero Lapinleimu oli myyntipäällikkönsä Pauli Nyströmin seurana SOK:n uuden rautakaupan toimipisteen avajaisissa jossain PK-seudulla.

Isännät tulivat kierroksellaan herrojen jutulle ja Eero herrasmiehenä tokaisi notta "On teillä täällä K-Raudassa nykyään komeat tilat". (JNA)

### **Kauppaneuvos sai yhtähyvää**

Erään teollisuusyrityksen johdossa oli kauppaneuvos, joka oli tottunut tinkimään kaikesta, niin rakennusurakoistakin. Suuren varastohallin urakkaneuvotteluissa 1970-luvulla kaiken tinkimisen jälkeen hän halusi vielä saada hintaa alemmaksi. Urakoitsija mietti hetken ja sanoi, että kyllähän hinta tippuisi, jos hallin katon eriste vaihdettaisiin suunnitellun PaLE 150 sijasta PaLE 80-eristeeksi. Kauppaneuvos kysyi tiukkana mahtaako olla yhtä hyvää eristettä. Urakoitsija vastasi että ihan yhtä hyvää on. Kaupat tehtiin.

Yhtiön rakennuspäällikkö ei ollut mukana neuvottelussa, Neuvottelutuloksen kuultuaan hän puisteli päätään: olihan se eriste materiaalina yhtä hyvää, mutta sitä oli vain noin puolet suunnitellusta. Minä puolestani kasvatin vastaavasti monituhatteliöisen hallin lämmittimien ja putkistojen tehoa ja kokoa. Asiaa ei hienotunteisesti koskaan kerrottu kauppaneuvokselle, kukapa nyt totuuden puhujasta olisi tykännyt. (BHa)

### **Tutkimusten pullataikinaa**

Kolhoosihankkeissa tuntuu tavoitteena olevan mahdollisimman monen tahon tulevan tutkimaan asiaa, joka välttämättä ei kiinnosta kovinkaan monia. Määrä korvaa laadun. Tärkeää on valvoa kilpailijoita. Silti, niillä on paikkansa rakennettaessa platformeja, mutta erityisesti rakennuspuolella on paljon hankkeita, joita ei voida sanoa kehityshankkeiksi. Ne ovat lähinnä selvityshankkeita.

Olin eräässä kolhoosin tapahtumassa, jossa eräs tuttavani piti innokkaan puheenvuoron. Puheenvuoro katkesi kesken lauseen ja huomasin, että muu porukka ei edes reagoinut tähän tapahtumaan. Kysyin kollegaltani myöhemmin syytä. Vastaus oli: Sain idean, mutta enhän voi muille kertoa älyämäni innovaatiota.

Asian voi nähdä positiivisena tai negatiivisena. Idea syntyi ko. projektin aikana ja todennäköisesti myös sen ansiosta, mutta muille osanottajille ei siitä ollut hyötyä. (ETä)

### **Kasöörin kynät tippuivat lattialle**

Taajuusmuuttajien käyttö yleistyi vähitellen niin, että 2000-luvun alussa ne olivat jo vakioratkaisu puhaltimien ja pumppujen nopeuden säädössä. Ongelmiakin on tullut. Tehtaassa välipohjat ontelolaatoista tai vastaavista voidaan saada aikaan kahden jousen resonoiva värähtelysysteemi, jonka vaimennuksen hallinta on vaikeaa. Erään tehtaassa konttoriosan päällä oli ilmastointikonehuone, jossa oli myös keskikokoinen aksiaalipuhallin lattian päällä tärinävaimentimien varassa. Nopeutta säädettiin huoneiden lämpötilan mukaan portaattomasti.

Tehtaan talouspäälliköltä tuli valituksia, että välillä hänen huoneensa tärisee niin, että kynätkin putoavat lattialle. Asiaa tutkittiin ja niinhän se oli: puhaltimen alennetuilla pyörimisnopeuksilla tuli vastaan nopeus, joka oli myös esijännitettyjen ontelolaattojen ominaistaajuus. Automaatiosuunnittelijat ratkaisivat ongelman ohjelmoimalla säädön siten, että resonanssitaajuusalue hypättiin yli eikä sitä käytetty. (BHa)

### **Jäähdytys päälle talvipakkasella**

Eräs Valmetin energiansäätöprojektiin kuuluva kohde 1970/1980-lukujen vaihteessa oli valtion kuvaputkitehdas Finnvalco. Tutkin sen käyttöhyödykekulutustilastoja ja huomasin, että jäähdytysjärjestelmällä oli tammi- ja helmikuussakin paljon käyttötunteja. Jäähdytysteho kehitettiin kahdella höyryveturin kokoisella absorptiokoneella - lienevät ensimmäiset koko Suomessa. Niitä varten oli asennettu kaksi suurta maakaasulla lämmitettävää kuumavesikattilaa.

Kun tivasin syytä pakkaskauden jäähdytyskäyttöön, kertoivat käyttäjät, että jäähdytystä tarvittiin kostutetuissa tuotantotiloissa. Niitä palveli iso tuloilmakone, jossa oli sisäilman kierrätysilmapelletti ja ulkoa ottava säätöpelletti samassa isossa kammiossa. Ulkoilmapelletti oli huurtunut pakkasella kiertoilman kosteuden takia umpijäähän. Sitä ei saatu auki, vaikka jäätä hakattiin pois vasaroilla. Jos jäähdytys ei olisi käynnistynyt, tuotantotilat olisivat lämmenneet liikaa.

Yhtenä iltana katselin taas telkkarista uutisia ja huomasin, että jäätymis- ja jäähdytysongelmat ovat ohi. Finnvalcon toiminta oli lopetettu konkurssipäätöksellä. (BHa)

### **Ilma-alan edustajat saapuivat**

Työskennellessäni Insinööritoimisto Air-Ix:ssa oli usein tavattava asiakkaille firman nimeä, eikä se silti mennyt aina oikein perille. Mittamieskaksikkomme saapui kerran erääseen tehtaaseen keikalle. Vastaanottajana toiminut tehtaassa kunnossapitopäällikkö huusi kavereitaan paikalle: Nyt ne KARAIRIN miehet ovat tulleet! (HAr)

### **Juna hiljaista miestä kuljettaa**

Asuin 1970-luvulla Vantaan Koivukylässä ja käytin Rekolan asemalla pysähtyvää paikallisjunaa työmatkaliikenteessä. Kotimatalla töistä kävi useammankin kerran niin, että nukahdin tasaiseen sähköjunan hurinaan ja havahduin vasta viime hetkellä ennen Rekolaa. Joskus ajoin Korsoon saakka ja ihan selvin päin

Ainakin 1970-luvulla Helsingissä oli paljon LVI-alan maahantuoja ja kotimaistenkin tuotteiden edustajia, jotka järjestivät tuote-esittelyiltoja jossakin ravintolassa tai omissa tiloissaan. Tarjoilu oli siihen aikaan runsasta. Erään kerran oli esittelytilaisuus venynyt aika pitkään ja lähdin kotia kohden viimeisellä junavuorolla. Ja tietysti nukahdin. Aikanaan sitten havahduin hereille ja huomasin ikkunasta, että jollekin asemalle tullaan, mutta mille? Jaahas, Riihimäelle - voi pahura. Mutta hei, mitä ihmettä, junahan tulee asemalle pohjoisen suunnasta!

Niin oli käynyt, että viimeinen juna oli ajanut Riihimäen ratapihalle, odottanut jonkin aikaa, ja nyt oli lähdössä aamun ensimmäiselle vuorolle kohti Helsinkiä. Pääsihän sitä näinkin Rekolaan ja kotiin. Parin tunnin unien ja aamupalan jälkeen ei muuta kuin uudestaan junaan ja Helsingin rautatieasemalta kohti Hernesaarta, jossa toimistomme sijaitsi. (BHa)

### **Käsirattailla ohutlevytuotteet asiakkaille**

Konepaja Enne aloitti toimintansa 1950-luvun alussa Tampereen Pispalan rinteessä surkeassa varastorakennuksessa. Yrityksen toimialaksi voitiin sanoa ohutlevytyöt eli rakennusten erilaisten pellitysten ja sadevesijärjestelmien teko. Talvella ei töistä meinannut oikein tulla mitään kylmyyden takia. Niinpä toimitilan lämmittämiseksi rakennettiin joutilaasta peltitynnyristä kamiina ja savukaasut johdettiin omatekoisella sadevesitorvella ulos.

Aluksi tontilla riitti kaikenlaista jätepuuta, jota voitiin polttaa. Kun puut oli poltettu, keksittiin, että huoltoasemille kertyi autoista jäteöljyä. Autojen öljynvaihtovälihän oli lyhyt. Näin verstaas lämmitettiin polttamalla jäteöljyä. Erityisesti linja-autovarikolta saatiin sittemmin jatkuva jäteöljymäärä, joka riitti koko lämmityskaudelle.

Tuotantokoneita eli leikkureita ja taivutuskoneita rakenneltiin osin vanhoista osista. Tuotteita vietiin käsikärryillä kohteisiin. Tällainen oli yrityksen startup-vaihe. Myöhemmin saatiin hankittua peräti käytetty pakettiauto ja astetta paremmat tilat. Ohutlevytaidon mestarinäytteenä toimitettiin Moskovan Kremlin kuparinen edustustakan pellitys huuvineen. Ilmeisesti se sai hyvät arviot, koskapa myöhemmin eräessä valokuvassa näkyi peltityöstä tehty identtinen kopio toisessa takkahuoneessa. Tämä lämmitti alkuperäisen version tekijän sydäntä, joskaan ei lompakkoa.

Ohutlevyt ovat sittemmin vaihtuneet järeämpään tavaraan. Nykyisin konepajassa manklataan jo  $s = 60$  mm levyä ja 1500-tonnin särmäyskoneella taivutellaan jopa  $s = 150$  mm materiaalia - paksumpaa mitä missään konepajassa Suomessa. (Konepajan historiikki)

### **Kaukajärvi uhkasi tyhjentyä**

Paikallisesta konehuopatehtaasta soitettiin automaatio-osastomme vetäjälle Reino Pellikalle, että nyt on piru merrassa. Raakaveden kulutus on kymmenkertaistunut ja ylittää mm. lupaehdot. Pelätettiin mm, että jos vuoto on vaikka Kangasalantien alla, vesi voisi syödä maan mennessään. Tulkaa apuun. Reino otti minut mukaansa ja ajoimme Kaukajärven rannalla olevalle pumppaamolle. Siellä huoltomies oli ovella pyydetty tilastot käsissään. Minä aloin kuulostella pumppujen ääntä yms. Reino meni seinällä olevan vesimittarin laskuriyksikköä lukemaan. Aikansa katsottuaan mittaria hän kysyi huoltomieheltä, millaista korjauskerrointa mittaria luettaessa on käytetty. Varmuutta huoltomiehellä ei ollut, mittarin lukijakin oli vaihtunut. Ruutupaperille merkityistä lukemista kuitenkin voitiin päätellä, ettei mitään korjauskerrointa oltu käytetty. Reino osoitti mittaritaulun alla olevaa sormen kynnen kokoista laattaa, jossa oli gryptinen merkintä  $\times 0,1$ . Eli lukemat piti siis korjata tällä. Reino oli ollut töissä Valmetin mittariosastolla ja tunsii laitteet.

Eipä silti, myös sähkömittareissa on ollut näitä rikollisen pienellä merkittynä kerroinmerkintöjä. Myös kWh-tilastoinneissa lukemavirheet ovat olleet tavallisia. Alamittareina näitä on edelleen. (BHa)

### **Palaa jo**

Lapinleimun päätelaitetehtaan eri laajennusvaiheissa käytettiin tuttuja rakennusmiehiä. Yksi heistä oli kivityömies Hugo Puhka. Erään kerran paikallista kalliota oltiin tasaamassa oli Puhka jo tehnyt ampumareiät valmiiksi ja suorittanut panostuksen. Täkkäämisessä oli auttamassa talonmies "Okei" Vajaranta. Tuli aika ampua. Puhka sanoi Vajarannalle: "Sulla on tulitikut kun oot tupakkamiehiä, sytytä sinä". Itse hän meni vähän matkan päähän ja huusi: "Ampu tulee, palaa jo". Sitten juostiin nurkan taakse piiloon. Mitään ei tapahtunut, sitten odotettiin vielä hetki, ja kun vielääkään ei kuulunut mitään, kysyi Puhka Okeilta, että saiko sen langan palamaan." No en minä kerinnyt kun joku huusi ampu tulee ja juoksin tänne nurkan taakke". (MLL)

### **Motivointia konepajan malliin**

Meitä pyydettiin 1980-luvulla neuvomaan, miten saataisiin ison työstökoneosaston ilman laatu paranemaan. Ilmassa oli leikkuuöljysumua ja kesällä lämpötilakin korkea. Atmosfääri muistutti samanlaiselta kuin pulttitehtaassa, jossa olin konepajajarjoittelukesänä ollut pulttikoneen



hoitajana. Hirmuisesta konemetelistä huolimatta melkein väkisin meinasin, ja itse asiassa taisinkin, nukahdella koneen ääreen.

Teimme ehdotuksen ilmanvaihdon parantamisesta; kaksi katolle asennettavaa konetta tarvittaisiin. Esittelin ratkaisumalliamme pajan johtoryhmälle. Ehdotus ei oikein herättänyt innostusta. Olin jo ollut jonkun aikaa myös laatupääällikkö ja niinpä vetosin siihen, että paremmalla ilman laadulla työntekijät pysyvät pirteämpänä, tekevät laadukkaampaa työtä, suostuvat tarvittaessa ylitöihin ja kaiken kaikkiaan motivoituvat paremmin. Tällöin johtaja nousi puhumaan ja sanoi minulle: " Kyllä se on kuule tässä pajassa vittumainen työnjohtaja se joka motivoi". (BHa)

### **Endlösung**

Yhtyneet Paperitehtaat osti 1970-luvulla Haarla-yhtiöiden teollisuustoiminnan, mukana oli myös Tampereella Paasikiventien vieressä nykyään suojeltuna oleva Haarlan Paperitehdas. Saimme 1980-luvun alussa toimeksiannoksi vetää tehtaassa läpi energiasäästöprojektin. Lähes ensimmäiseksi aloimme mitata katolla olevan paperikoneille tyypillisen ison levylämmönsiirtimen toimintaa. Selvisi, ettei lämpöä tullut talteen. Jaahas, mutta siellähän on tulopuolen ohitus auki. Suljettiin, mutta mitään ei tapahtunut. Sitten löytyi poistopuolen ohitus, ei muutosta. Nyt oltiin ihmeissämme, mutta tikkaiden avulla päästiin kurkkimaan levypakan puhtautta: poistoilmasolat olivat kuitumössön peittämät.

Puhdistamisen jälkeen alkoi lämpö siirtyä ja poistuimme. Pian tuli tehtaalta kuitenkin soitto, että nyt valuu vettä alla olevaan sähkökeskukseen. Niinpä, lämmönsiirtimen alla olevan suuren betonisen kondenssivesialtaan viemäri oli täysin tukossa. Avaamisen jälkeen alkoi homma pelittää.

Päällystyskoneessa oli toinenkin kuumailmapuhallus, mutta siinä ei alunalkujaankaan ollut lämmön talteenottoa. Suunnittelimme siihen ahtaan tilan takia ratkaisuksi lämpöputkipatterin eli amerikkalaisen Q-Dotin laitteen. Ilmanvaihtourakan myöhästymissakko määriteltiin markkoina per alkava tunti. Laskentaperusteena oli nettotuoton menetys, jos kone joutuisi seisomaan sovittua kauemmin. Uusi laite saatiin paikalleen sovitusti, mutta aikataulussa pysyminen oli vaatinut Amerikan päässä peräti suurlähetystön apua.

Kaikenkaikkiaan raskaan öljyn kulutus putosi kolmanneksen. Tehtaan tiilipiippu oli rakennettu 1920 ja sen päähän oli rakennettava kartiosupistus, jotteivät enää hiljalleen virtaavat savukaasut rapauttaisi piippua. Muutaman vuoden kuluttua tehdas myytiin Ahlströmille, joka aikaansai lopullisen energiansäästön: toiminta lopetettiin parin vuoden jälkeen. (BHa)

### **Sääto sekaisin**

Yhdessä uudiskohteessa ihmeteltiin, kun ei sitten millään saatu selville ilmanvaihtokoneen lämmityspuolen sekavaa toimintaa. Patterin kiertovesipuoli olit tukittu, pumppukin oli avattu siltä varalta, että juoksupyörä olisi ollut irronneena akselilta (sellaistakin sattuu), pyörimissuunta oli tietenkin tarkistettu ja säätölaitteita testattu. Oltiin ihan ymmällä. Lopulta pyydettiin apuun automaatio-osastomme nokka Pertti Kankaisto. Hän katseli aikansa putkikytkentöjä ja osoitti sitten pumppua. Pumppu oli asennettu siististi, mutta pumppaamaan väärään suuntaan. Taas saatiin uusi rivi tarkastusten kruksilistaan: tsekkaa pumpun virtaussuunta. (BHa)

### **Viiden vuoden standardi**

LVI-alalla ei ollut virallisia piirrosmerkkejä vielä 1970-luvulla. Niinpä ministeriö asetti työryhmän laatimaan sellaiset. Ryhmä muodostettiin merkittävien suunnittelutoimistojen edustajista, eli Ekonosta Olli Seppänen (myöhemmin LVI-prof.), Matti Niemi omasta toimistostaan, asiantuntija Granlundilta ja minä LVT-insinööritoimistosta. Keräsimme alan piirrosmerkit ainakin Ruotsista, Saksasta, Englannista ja Yhdysvalloista. Lisäksi oli käytettävissä prosessiteollisuuden, instrumentoinnin, paineilma-alan ja LVI-tekniikoiden laatimat merkit. Näistä muodostettiin monipuolisen harkinnan jälkeen merkisarja, jossa ainakin pari uutta merkkiä tuli keksittyä ihan itse.

Merkit luotiin aikana, jolloin piirustukset laadittiin käsityönä käyttäen mallineita eli sabluunoita. Merkeistä tehtiin 1977 SFS-standardi ja rakentamismääräysten osa. Odotettavissa oli, että tietokoneavusteinen suunnittelu tulee muuttamaan koko alan ja työtavat. Siksi merkit lanseerattiin ajatuksella, että nämä ovat voimassa viitisen vuotta, sen jälkeen tarvitaan uudet.

Nyt 2015 on kulunut merkkisarjan valmistumisesta 38 vuotta, ja vielä ovat voimassa. (BHa)

### **Lattiamulle patenttia hakemaan**

1980-luvulla alkoi syrjäyttävän ilmanvaihdon käyttö levitä vaikka minne. Luimme Kauppalehdestä, että Keski-Suomessa oli syrjäyttävään ilmanvaihtoon liittyen keksitty aivan käänteentekevä muutos hitsaushallien ilmanvaihtoon. Sen sijaan, että ilma imettäisiin katon rajasta, imetäänkin lattian rajasta. Näin ilman laatu paranee oleellisesti.

Uuden menetelmän kehittäjä oli vanha tuttu pölynpoistoalalta. Hän tulikin esittelemään keksintöään, jolle aikoi hakea patentin. Kävimme läpi niiden toteutettujen kohteiden ilmanvaihtoratkaisuja ennen ja jälkeen uuden keksinnön. Kävi ilmi, että syrjäytysilmanvaihtoa oli käytetty hallien lämmittämiseen. Pienellä nopeudella halliin purkautuva lämmin ilma nousi suoraan ylös ja meni oikosulkuvirtauksena poiston kautta harakoille. Hitsaussavu oli ollut tietenkin sankka. Kun poistoilma imettiin alhaalta, ilma alkoi vaihtua työskentelykorkeudellakin.

Menetelmän kehittäjä oli kovin pettynyt, kun kerroimme, että pääongelma kyseisissä halleissa oli lämpimän ilman puhallus vastoin koko syrjäytysjärjestelmän periaatetta. Lisäksi valistimme keksijää, että sopivissa kohteissa, kuten tekstiiliteollisuudessa ja maalamoissa, alhaalta imu on taas ihan oikea ja vanha menetelmä. Ja käytettiin sitä jo 1920-luvulla elokuvateattereissa, joskin niissä on paremmaksi menetelmäksi osoittautunut puhallus alhaalta ja poisto ylhäältä. (BHa)

### **Rakennuttajatoimisto ihmettelee**

Erään suunnittelutarjouskilpailun yhteydessä rakennuttajatoimistosta soiteltiin ja kerrottiin, että kilpailijalla korkein veloitusr ryhmä oli O3 eli konsultti, kun meillä se oli E eli erikoisasiantuntija ja lisäksi meillä oli luokat O1 ja O2. Valaisin kysyjää ja kerroin, että kilpailija on näköjään toiminut ihan rehellisesti: heillä ei todellakaan ole luokkaa O3 korkeampaa asiantuntemusta, mutta meilläpä on, ja sellaista tässä kohteessa tarvitaan. Saimme työn. (BHa)

### **Kotimaan matkailua**

Lähdin kaverini kanssa yhtenä pimeänä marraskuun aamuna mittauskeikalle 1980-luvulla Oulaisiin. Matka sujui rattoisasti Keski-Pohjanmaan sivuteitä ajaessa. Keli oli aika tuhuinen, mutta tienviitoissa luki selvästi jotain O-alkuista. Matka jatkui ja juttua piisasi. Yhtäkkiä näytti selvästi jokin suurempi vesistö tulevan vastaan, ja olihan siinä joku kylttikin: HAILUODON LAUTTA. Ei sitä navigaattoria sittemmin turhaan keksitty. (HAr)

### **Korkea hinta**

Kerran eräs asiakkaan edustaja äimisteli tuntiveloitushintaani, joka oli varmaan kaupungin korkein. Lohdutin häntä kertomalla, että heidän osansa tässä oli helpoin eli vain laskun maksaminen: minun osanihan se vaikea on, kun pitää olla hintani arvoinen eli pudotella suusta ja kynästä kultajyviä. Joka aamu on kyettävä katsomaan peiliin ja varas en halua olla. (BHa)

### **Keep it simple**

Puhallinvalmistaja myi tuotteitaan nimellä lietso. Kysyin heidän teknologiansa lähdeettä, vastaus: Isäni oli töissä fläktillä ja hänellä oli hyvä muisti. Ihmettelin puhaltimien kooditusta, vastaus: Koodit perustuu sähkömoottorien tehoon. Ihmettelin ja kysyin: Entäs puhaltimen käyrästöt, millaisiin paineisiin päästään? Vastaus: Emme tiedä, mutta ei ole kukaan valittanut. (ETä)

### **Epäkuranttia tavaraa**

Eräs teollisuusasiakas oli innokas tinkijä ja peräsi suunnitteluhinnan pudottamista. Esimieheni tiedusteli pokkana: "Eikös se teilläkin ole niin, että alennuksella myydään epäkuranttia tavaraa? Meillä ei nyt sellaista ole tarjolla." Eikä tingitty enempää. (BHä)

### **Vesijohtoviestintää**

Toimitalomme ilmastoinnin käynnissä oli jotain hämminkiä, jota automaatio-osastomme päällikkö Pertti lähti tutkimaan kellarissa olevaan konehuoneeseen. Hän halusi nähdä luistaako ison 15 m<sup>3</sup>/s puhaltimen hihna vai mikä on vikana. Tätä varten hän avasi puhallinosan luukun ja pisti koneen käyntiin. Konehuoneeseen muodostui voimakas alipaine, joka imaisi kellarin käytävälle menevien kanavaläpimenojen tiivistysvillat sisään. Tällöin kellarin alaslaskettuun kattoon muodostui alipaine, joka sai alakaton profiilipellit heilumaan. Yksi 2 m x1,8 m peltielementti irtosi ja putosi IV-konehuoneen ovea vasten. Kun Pertti yritti päästä huoneesta ulos, esti profiilipelti oven avaamisen. Ja tietysti kännykkä oli unohtunut työpöydälle. Mikä neuvoksi?

Jonkun aikaa mietittyään Pertti keksi: hän sulki konehuoneessa olevan toimitalon päävesijohdon venttiilin, kyllähän joku lopulta tulisi katsomaan, miksi vettä ei tule. Ja niin siinä kävi. Ensimmäinen oli lounasruokala valittanut katastrofista veden loppuessa, vesilaitokselta oli kysely mahdollisista katujohdoremonteista yms. (BHä)

### **Jaffamanometri**

Lähdimme kerran muutaman sadan kilometrin päähän mittauskeikalle. Mikromanometrilla piti mitata linjansäätöventtiilien paine-eroja, joiden avulla saatiin selville virtaamia. Lähtö sujuikin niin ripeästi, että vasta perillä huomasimme, että mittarit olivat jääneet lähtöruutuun eli parkkipaikalle. Siinä olikin miettimistä, miten kasvot pelastetaan ja homma hoidetaan.

Paine-eron mittauksessa on ikiaikaisesti käytetty U-putkimanometriä. Hankimme läpinäkyvää muoviputkea, jonka naulasimme U-lenkiksi lautaan kiinni. Toisen laudan avulla saimme letkujen sopivaan kaltevuuskulmaan, jotta paine-ero näkyisi selvemmin. Jatkoletkujen avulla päästiin mittamaan, kun ensin U-lenkkiin laitettiin punaista Jaffaa. Saimme ihan kunnan lukemat siltäkin päivältä. (HAR)

### **Kyllähän kustannukset laskevat**

Eräs asiakas oli budjetoanut LVI-urakat alakanttiin ja tivasi urakkatarjousten saamisen jälkeen mahdollisuutta laskea esim. lämmitysjärjestelmän kustannuksia. Projektinohitaja totesi, että toki se on mahdollista helpostikin: otetaan joka toisen ikkunan alta patteri pois. Puheet loppuivat siihen. (BHä)

### **Hölmö ei ymmärtänyt**

Oli kerran puhetta erään arkkitehdin kanssa, kuinka monipuolinen 1900-luvun alussa kehitetty hx- eli Mollier-diagrammi on. Siitä saa lämpötilan ja absoluuttisen kosteuden perusteella ilman suhteellisen kosteuden, kastepisteen, vesihöyryn osapaineen, ilman entalpian eli eräänlaisen lämpösisällön, tiheyden ja lämmitys-, jäädytys- ja erilaiset kostutus- ja kuivausprosessit. Ja näiden avulla mm. tarvittavat energiapanokset. Niinpä diagrammin opiskeluun meneekin yleensä päiviä tai ainakin useita harjoituksia. Eräässä tentissä 1980-luvulla osoittautui, ettei puolet osallistuneista LVI-suunnittelijoista hallinnut kaikkia diagrammin ominaisuuksia. Ja pikkaisen täsmennettävää löytyi alan oppikirjoistakin.

Arkkitehdille muistui tästä mieleen, kuinka 1970-luvulla erään ison LVI-suunnittelutoimiston projektipäällikkö oli esitellyt suunnitelmansa perusteita projektitiimille ja näytti ilmastoinnin keskeiset prosessit hx-piirroksella. Arkkitehti oli kuitenkin esittänyt jonkun uuden idean ja kysynyt, olisiko tällainen ilman olotilaan vaikuttava ratkaisu mahdollinen. Tähän LVI-projektipäällikkö tömäytti vastaukseksi: "Hölmökin näkee hx-piirroksesta, ettei se ole mahdollista".

Tuohon aikaan arkkitehdeillä oli vaikutusvaltaa projektitiimin osallistujien nimeämiseen. Ja tätä valtaa hän sitten käyttikin. (BHä)

## Superviisaria tarvitaan

### Tarkastajasta se on kiinni

Rupattelin ilmastoinnin jäähdytykseen erikoistuneen yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Hän kertoi olleensa vedenjäähdytyskoneiston vastaanottotarkastuksessa, missä koneiston jäähdytystehoksi saatiin enemmän, kuin mitä oli ostettu. Hän oli todennut suunnittelijalle: "Jos Kaappola olisi ollut mittamassa, ei tehoja olisi löytynyt." Tämän jälkeen me molemmat nauroimme... (EKa)

### Lompakko aiheutti kanavan fiksaamista

Olin kerran suorittamassa ilmakeinien asennusten välitarkastusta. Pystykanavat oli saatu paikalleen. Kurkin kanavien yläpäästä sisään, ja kuinka ollakaan, putosi takin taskusta lompakkoni kanavaan. En saanut koukittua sitä ylhäältä, enkä myöskään alhaalla olevasta tarkastusluukusta. Mitä tehdä? Määräsin tyyriin näköisenä kanavan alamutkan purettavaksi: "Sen liitokset olivat epätiivisiin näköisiä". Pian se oli irrotettu ja poimin vaivihkaa lompakkoni talteen. (ILa)

### Rouva maksaa sitten itse purkulaskun

Muutimme 1973 Vantaan Koivukylään. Olin ostanut ARAVA-lainoitettua huoneiston rakennusliikkeen toimistosta. Ennen muuttoa kävi ilmi, että myyntihenkilö oli osoittanut aluekartasta viereistä taloa. Mutta ei se mitään, samanlainen oli tämäkin ja samasta kerroksestakin kuin oli sovittu. Mitäpä pienistä.

Viereisessä huoneistossa asui kaksi vanhempaa leskirouvaa. He kertoivat, että heidän asunnossaan oli ollut ongelmia lämmityksen kanssa. Olohuoneen parvekeineen oli karmean kylmä. Olivat valittaneet siitä rakennusliikkeelle. Pönäkkä mestari oli tullut katsomaan asiaa ja todennut, ettei siinä mitään vikaa ole. Mutta kun rouvat eivät tyytyneet vastaukseen, mestari kertoi, että voidaanhan se seinä purkaa, mutta maksatte sitten purun ja uudelleen rakentamisen. Se ei sitten olekaan mitään halpaa touhua. Rouvat olisivat ehkä tyytyneet vastaukseen, mutta toisen rouvan poikapa olikin alan miehiä. Hän vaati seinän purun. Mitään eristettä ei seinästä löytynyt.

Lämpökameroita tai halpoja infrapunalämpömittareitakaan ei silloin ollut. (BHa)

### Tarkastettavaahan on kaikkialla

Menin kerran erään pientalon LVI-asennuksia tarkastamaan. Soitin ovikelloa ja esitin oven avanneelle rouvalle asiaini eli asennustarkastuskäynnin. Rouva alkoi vähän empiä, että mitä se sellainen nyt on, kun hän ei tiedä asiasta mitään. Tajusin silloin, että olen tullut ihan väärään taloon. Sanoin rouvalle, että antaa sitten olla tällä kertaa tarkastamatta. Olin jo poistumassa pihalla kohti oikeaa osoitetta, kun rouvan pikkupoika juoksi perään ja kertoi äitinsä terveiset, että kyllähän heilläkin taitaa sittenkin tarkastamista olla. Välitin pojan kautta viestin, että sitä täytyy sitten erikseen tilata. (ESa)

### Hommat hoidettu

Työtoverini Helsingissä oli 1970-luvulla melkoinen naistenmies. Eräs suunnittelukohde oli kaukana Pohjanmaalle rakennettava toimistorakennus. Sinne matkustaminen edellytti yöpymistä. Alan miehenä illat sujuivat tanssiravintolassa ja sen jälkeen "tosi siistin misun" kanssa lemmenteleissä.

Yli puoli vuotta edellisestä käynnistä oli aikaa, kun suunnittelukohde olikin jo siinä vaiheessa, että oli suoritettava vastaanottotarkastus. Työntekijät oli jo asettuneet taloon. Huone kerrallaan kierrettiin tekniikkaa katsomassa. Yhden huoneen oven aukaisun jälkeen kaverini huomasi "misun" ja hänen sivuprofiilinsa, mutta jokin oli muuttunut. Tytöllähän oli mekko pystyssä. Saman tien kaverini sulki oven ja totesi muulle porukalle, että siellä asiat onkin jo hoidettu. (BHa)

### **Mittauskeikka peruuntui**

Eräs eksoottinen suunnittelukohteemme oli kloori- ja lipeätehtaan prosessiosasto Äetsässä. Prosessissa muodostuu erittäin räjähdysvaarallista vetyä, jonka takia ilmanvaihto toteutettiin painovoimaisesti. Tarvittavat sulku- ja säätöpellit olivat kipinöimättömiä ja toimilaitteet pneumaattisia ja ulos sijoitettuja. Laitoksen valmistuttua oli sovittu, että mittaisimme ja testaisimme ilmanvaihdon toiminnan varmuuden vuoksi. Niinpä mittauskeikka oli sovittu erääksi torstaiksi. Edellisenä iltana eli keskiviikkona avasin television ilta uutisten katsomiseksi. Pääuutisena oli tieto pahasta onnettomuudesta: uusi prosessiosasto oli räjähtänyt ja yksi työntekijä kuollut. Vierestä vietiin. (BHa)

### **Konsulttia aina tarvitaan**

Olin toiminut 1970-luvulla ison teollisuusyrityksen konsulttina ja vastannut Joensuuhun rakennetun tehtaan LVI-suunnittelusta. Kovien pakkasten tultua rakennuksen oltua käytössä jo toista vuotta tuli Joensuusta palautetta, että talo ei lämpene ja paikan päältä ei löydy syytä - ettei vaan olisi kyseessä suunnitteluvirhe. Tarkastin tietysti kaikki laskelmat, mitoitukset ja suunnitelmat pariinkin kertaan. Ongelman syytä en keksinyt ja pyysin asiakkaalta lupaa lähteä paikan päälle. Lentolipun maksaisi asiakas, jos vika ei ole suunnitelmissa.

Niinpä sitten Vantaan Koivukylästä taksilla Helsinki-Vantaan lentoasemalle, lentokoneella Joensuuhun, taksilla tehtaaseen ja siellä ensimmäiseksi lämmönjakokeskukseen. Katsoin kytkennät, verkostojen lämpötilat sun muut läpi, jonka jälkeen kysyin laitoksen vastaavalta, milloin putkistossa oleva suodatin eli mutapussi on viimeksi puhdistettu. Ai mikä suodatin? kysyi kaveri. No se suodatin, jonka puhdistus on selostettu kirjoittamassani käyttö- ja huolto-ohjeessa.

Loppu päivä menikin paluulentoa odotellessa ja pohtiessa tätä ihmisen elämää: sinisen savun hälvettyä avaa käyttöohje. (BHa)

### **Kylmäteknikka vaativaa, mutta niin on ilmastonin jäähdytyskin**

Jäähdytysala oli aikoinaan olevinaan vain asiaan vihkiytyneiden salaseuralaisten hanskassa. Muistissa on 80-luvulta tapaus, jossa erään helsinkiläisen pankin jäähdytys lopetti toimintansa helteellä: ylipainepressostaatti laukesi. Ja tämä ei ollut mitenkään harvinainen tapaus. Laitoksen suunnittelusta vastasi eräs alan silloinen guru, jonka mitoituspaperit sain rakennuttajan apuun pyytämänä käsiini. Huomasin heti, että ilmalauhdutin oli mitoitettu ulkolämpötilalle +27 astetta. Se on huoneilmastonin mitoitukselle OK, mutta ei umpikorttelin sisäpihalla olevan rakennuksen mustalla katolla olevan lauhduttimen mitoitukselle. Siellä helteellä voi ilman lämpötila hyvinkin olla +35 °C

Vähän aiemmin olin suunnitellut erään prosessiteollisuuslaitoksen sähkötilojen jäähdytyskoneen ulkolauhduttimelle rinnakkaislauhduttimen alempana sijaitsevaan IV-konehuoneeseen, jotta saatiin lämpö hyödyksi lämmityskaudella. Sähkötila tarvitsi jäähdytystä läpi vuoden ja ulkoilmailmaa ei voinut käyttää jäähdyttämiseen ilman laadun takia. Kylmäaineputkiston kytkentäkaaviot ja putkistopiirustukset jäivät kylmäurakoitsijan asiaksi. Käyttöönottovaiheessa havaittiin, että järjestelmä ei toimi. Sitä ei meinattu saada millään kuntoon, vaikka urakoitsija oli poikkeuksellisen kokenut. Ajattelin, että amerikkalaisethan ovat koko ilmastonin jäähdytyksen keksineet, katsotaanpa, mitä lähin ASHRAEn jäähdytyskäsikirja sanoo aiheesta rinnan kytketyt ja eri korkeudella sijaitsevat lauhduttimet. Sieltähän löytyi heti aiheesta aksonometrinen havainnepiirustus amerikkalaiseen tapaan. Laitos tuli kuntoon.

Kun kokemukset olivat tällaisia, teetimme vastaanottotarkastusten systematiikasta peräti diplomityön. Esko Kaappolan ponnistelujen tuloksena syntyi tarkastusohje. Se herätti kylmäliikkeissä jonkinlaista jupinaa, pitivät moista tarpeettomana. Eskosta tuli vähitellen alan guru, jolle on neuvottavaa riittänyt. (BHa)

### **Ravintoloitsija sai kuulla kunniansa**

Meninpä kerran LVI-lopputarkastukselle erääseen ravitsemusliikkeeseen Hallituskadulla. Kaikenlaisia puutteita osui silmiin ja pidin siellä pienen messun ... osa asiakkaistakin lähti pois

ja ravintolan pitäjä hermostui minuun. Tässä vaiheessa sitten huomasi, että olinkin väärässä osoitteessa. Poistuin paikalta hissun kissan ja myhäilin itsekseni, että ei nuo moitteet hukkaan menneet, aina näissä paikoissa on sen verran huomauttamista. (JBr)

### **Kaalimaan vartijajärjestelmä**

Eräissä hankkeissa olimme kavereiden kanssa muodostaneet sijoittajaporukan ja ostaneet pieniin asuntoihin oikeuttavia osakkeita rakennettavasta grynderikohteesta. Tuli sitten aika, jolloin rakennusliike kutsui koolle tekniseen vastaanottotarkastustilaisuuteen urakoitsijat, suunnittelijat ja asunto-osakeyhtiön toimitusjohtajan. Vastaanotto tarkoitti, että rakennusliike luovuttaa rakennuksen asunto-osakeyhtiölle. Yhtiön hallituksen muodosti tosin rakennusliikkeet henkilöt ja toimitusjohtajana oli rakennusliikkeen valitsema isännöitsijä. Suunnittelijat, joiden piti myös hoitaa valvontaa, olivat rakennusliikkeen palkkaamia - kenen leipää syöt? Hallinto olisi tällainen, kunnes noin kolme kuukautta myöhemmin rakennusaikaisen kirjanpidon valmistuttua tapahtuisi osakkeiden haltuunotto osakkeet ostaneille omistajille, jolloin hallinnosta vastaisi todelliset omistajat.

Pääsimme mekin vähän niin kuin kuunteluoppilaiksi vastaanottotilaisuuteen. Rakennusliikkeen työpäällikkö toimi puheenjohtajana ja kävi paperisotaa läpi eli eri osapuolten suorittamia omavalvontatodistuksia ym. Oli jo viranomaisetkin suorittaneet rakennus- ja palotarkastukset. Kaikki tuntui olevan OK. Olimme kuitenkin nipottajina itse tarkastaneet asennuksia paikan päällä ja todenneet mm. seuraavaa: kaikki tuloilmakoneet ja vastaavasti kanavat olivat likaisia, osaa sulakkeellisista palopelleistä ei voinut testata asennuspaikan ahtauden takia, palokotelointeja puuttui, teknisten tilojen vesieristyksissä pahoja puutteita, dokumenteissa päivytyspuutteita, osa tuloilman jakolaitteista oli tarkoitukseensa sopimattomia ym.

Yksikin urakoitsija melkein otti herneen nenäänsä, kun aivan poikkeuksellisesti paikalla kokouksessa oli huoneistojen omistajia - eihän sellaista kuunaan ennen ollut sattunut. (BHä)

### **Ikkunasta pihalle**

Tamperelainen yritys Tammer-Tehtaat Oy halusi kokeilla 1953 ensimmäisenä Suomessa PVC-putkien tekoa. Tätä varten ostettiin Saksasta suulakepuristinkone. Se asennettiin tehtaan autotalliin. Koekäyttöjä suoritti idean isä DI Håkan Lühr. Koneen käyttövarmuus ei ollut paras mahdollinen, muovi kuumeni helposti liikaa ja syttyi palamaan. PVC:stä vapautuu suolahappoa aiheuttavia myrkkyaasuja. Yhden kerran Lühr pelastautui vain hyppäämällä ikkunasta pihalle.

Kone palautettiin valmistajalle ja siitä maksetut saksanmarkat saatiin takaisin. Koeajojen aikana oli Suomi jälleen kerran hoitanut ulkomaankaupan hintakilpailukykyä devalvoimalla. Takaisin saadun valuutan markkamääräinen arvo oli reilusti kasvanut. (Tampereen teknillisen seuran julkaisema kirja Tekniikan Tampere)

### **Putkimies innovoi**

#### **Tampereen Pispalan putkimies Aatto Puolakka muistelee**

*Yli 80-vuotiaana 2013 kuollut kaiken nähnyt putkimies ja keksijä oli itse kirjoittanut tietokoneella tekstiä 2000-luvun alussa. Tiedostot olivat hävinneet, mutta paperitulosteet olivat säilyneet. Skannasin ne tekijän pyynnöstä säilytettäväksi ja julkaistavaksi. Konvertoin tiedostot Wordille ja himpun verran korjasinkin niitä ymmärrettävyyden takia. Seuraavassa on muutamia näistä 22:sta pikkutarinasta. (BHä)*

#### **Konenuohoin tuli keksittyä**

Taisipa sillä Nikanterilla olla vaikeuksia talonmiestenkin kanssa no olihan se muutaman kuukauden joutunut roska-autoilija kattilaa lämmittämään ja uusi talonmies ei ottanut kattilaa vastaan, koska siellä ei ollut kuin noin puolet Högforsin kattilasta tuubeista auki. Nikanteri oli neuvonut roska-autoilijaan kääntymään puoleeni yksityisesti aukaistakseni kyseiset tuubit. Tarjous oli siksi houkutteleva että ryhdyin kyseiseen hommaan. Ensiksi mittasin tuupin suuruuden ja sen jälkeen tehin putkesta poran, jonka terät jaoin kahtaalle. Putkitonkilla



väänsin tekemääni poraa ja sain keskeltä hiilisydämen. Sen jälkeen oli helppo lohkoa loput tuubien laidoista ja viimeksi harjalla nuohosin ja niinhän se kelpasi uudelle talonmiehelle. Roskakuski kertoi olevansa tyytyväinen ja että Nikantarikin oli tyytyväinen. Tiespä olisiko tilastoja ollut siksi nero, että olisi saanut polttoainekuluista moitittavaa. Mutta eihän silloin sillä lailla tarkkailtu kuin nykyisin, pystytään ties mihin vaikka samanlaisia vieläkin voi tavata. (APu)

### **Haalarirassi**

Ollessani Huberilla sain määräyksen antaa viemäri rassin miehelle, joka tulee hakemaan sellaista. Hoitelin hitsauksia ja myös työkaluja Kirkkokadulla. Mies ilmaantui ja osoitin Takon konttoorin rappujen alla olevan teräslankakokoelman, johon mies ilmaisi: nehän ovat samanlaisia kuin minulla nytkin kaivosta kaivoon, mutta ei se silti aukea - Kysyin mitä siellä sitten on, sain vastaukseksi tietenkin rasvaa, minähän olen mustan makkaran tekijä. Sanoin selvä on, et sinä näitä rassia tarvitse jos sinulla jo on rassit kaivosta kaivoon. Lähdetään pois, kyllä minä neuvot annan. Poistuimme kohti keskustoria ja hoksasin, että Kaitalan Jussi on justiin lähdössä ja ei se nyt vetäise ovea kiinni. . Siksi kiireesti sanoin riisu ne rasvaiset housut jalastasi ja sido ne rassiin kiinni ja vedä kaivosta kaivoon ja vihdoin kaupunkin katuviemäriin. Minä juoksen tuonne autoon, kun näkyy minut huolivan.

Päästyäni autoon ihmiset kysyivät mitä minä sanoin tolle miehelle, kun se hyppii hattunsa päällä. Selitinhän minä, mitä olin sanonut, ja nauroi siinä autollinen Pispalanharjun asukkaita ja ehkä tietoisina alarannan Mäkiseltä mustaa verimakkaraa joskus ostivat. Meidät Mäkinen ilmoitti myyjälleen Heriksonnin Nitsun kanssa ilmaisen makkaran ansaitsijoiksi . Kyllähän sitä ihmiset hieman ihmettelivät, kun myyjä huuteli: tulkaa hakemaan, makkaranne pätkät ovat valmiina. (APu)

### **Betoniviemäri meni korjauskelvottomaksi**

Kiinteistön omistajina Pispalassa oli monia, jotka olivat Viipurissa menettäneet kiinteistöjään ja ostaneet sitten korvausrahoilla Pispalan halpoja kiinteistöjä ja samalla joutuneet vuokrasäännöstelyn ja inflaation loukkuun. Rapistuvien kiinteistöjen omistajina ei vanhoilla ihmisillä ollut kunnolla mahdollisuuksia hoitaa asioita. Kettuska oli yksi viipurilainen, joka omisti Pispalassa taloja ja Viinikassa myöskin, koska asui Viinikassa. Pispalan talosta oli sementtinen pystyviemäri pettänyt. Asukkaat valittivat asunnontarkastajalle, jollainen oli jo silloin kaupunkilla. Asunnontarkastajan todettua vian sanoi Kettuskan talonmies asukas, soittakaa korjaaja, en minä pysty soittamaan, vanhana ihmisenä vähän vain pystyn luutaa heiluttamaan. Asunnontarkastaja kohteliaana miehenä lupasi sen tehdä kysyen mistä liikkeestä teillä on käynyt korjaajia. Asia tuli hoidettua, vieläpä korjaaja oli sen hoitanut mahdollisimman halvalla tavalla eli sementillä paikannut sementtisen pystyviemäriin kellarissa, jossa oli lähinnä puusuojat. Lasku oli todella halpa.

Kettuska kieltäytyi laskun maksamisesta sanoen, että hän ei ole tilannut kyseistä työtä. Niinpä liike ilmoitti asunnontarkastajalle asiasta. Kuulin sen asunnontarkastajalta ja satuin olemaan utelias kuka oli kyseisen työn tehnyt. Tiesin jo silloin, että Kettuskalle ei sovi laskuja lähetellä, tulee liian kalliiksi Raastuvan kautta työtänsä velkoa. No eipä sitä kukaan tunnustanut käyneensä korjaamassa. Kuitenkin huomasi yhden miehen heittäneen haalarit pois ja ilmoitti, että kyllä minä tilille tulen mutta minulla on yksi työ kesken. Niinpä nähin miehen taskussa jotain puista keikkuvan, kun paineli Hämeen puiston puoleisesta porttikäytävästä pois pihasta.

No maanantainahan asia rupesi minulle selviämään, taas oli Kettuskan talolla viemärit epäkunnossa ja määräyskin että pystyviemäri on tehtävä valuraudasta. Silloin käsitin kuka oli halvan ja edullisen remontin Kettuskalle tehnyt ja lisäksi käsitin mitä puisen taskussa olleen varren päässä oli. Siellä oli vasara, joka teki selvän sementtisestä pystyviemäristä. Asunnontarkastajalta kuulin jälkepäin, että sementtiviemäri oli todella korjaamaton ja enhän minä enää mennyt soitteleen, vaan menin suoraan Kettuskalle asioimaan ja vaadin kirjallisen tilauksen Kettuskalta liikkeeseen mihin tahansa ja maksamaan laskunsa ensimmäiseltä kerralta. Niinpä niin kaupunkille Kettuska kyseisen kiinteistön myi ja kaupunki sen aikoinaan purki. Sillä tavalla pikku hiljaa kyseiset kiinteistöt kaupunkin kautta hävisi ja tietenkin hävisi omistajatkin sinne minne me kaikki hävijämme. (APu)

### **Patterikorjauksesta suihkutilan uusinta**

Olihan sielä Huberin paskiossa suihkukin rakennettu. Se oli työmaakonttorin alla, mutta eihän sitä kukaan uskaltanut käyttää. Ainahan sitä sen verran horjahti suihkun seinää vasten. että haavoitti itsensä. Miksi niin tapahtui, oli syynä lasista laatoitetut seinät. Enpä tiedä kenen keksintö oli. Lasimestari oli laatat leikannut ja muurari tietenkin laatoittanut ja lasit olivat sen verran koholla, että suihkukäsi kyllä kuppaukseen verrattavasta pintaveren vuodosta, mutta oli epämääräinen, kun kuppauksessa se on kupparin määrittelemä.

No olihan sitä taas pakkasia ja Nitsu sai remonttilapun Pispalanharjulle. Keskuslämmitys ei toiminut. Vika oli pattereitten jäätymisilmiö, eivät olleet vielä rikki eivätkä vuotaneet. Nitsu soitti auton hakemaan patterit verstaalle ja nostimme patterit suihkuun ja eiväthän valurautapatterit lasiseinistä pahaa tykänneet. Lämmin suihku ne sulatti ja irrotti myöskin lasit irti seinistä ja mielellämmehän me lasit siivosimme, sillä sen jälkeen pystyimme joskus paskareissuista palatessamme viruttaa jalkojamme jopa joskus paljainkin persein. Olipa joskus terävän nulju herra kurkistanut ja todennut lasit seinistä hävinneen ja ehkäpä aavisteli, että käyttö oli lisääntynyt. Meteliähän siitä oli, jopa metelistä korviini kantautui Nitsun hölmöys sulattaa patterit. Sinnehän olisi saatu uudet patterit toimittaa. Pahoillamme melkein olimme, kun suihku laatoitettiin. Eihän sitä enää voinut ainakaan reirusti koeponnistuksia ym. vesitoimenpiteitä tehdä. (APu)

### **Valkoista mustaksi**

Olin eräänä lauantaina 50-luvulla Hotelli Tammerissa hitsaamassa vesijohtoputken aduloitua kulmaa, jota ei pystytty sillä hetkellä uusimaan. Korjaus oli väliaikainen, kesällä ilmoitettiin se uusittavaksi. Samanaikaisesti kaksi Tampellan miestä työskenteli öljypolttimien kanssa. En tiedä koska miehet olivat poistuneet ja minäkin sain vihdoin sen kulman pysymään kuivana.

Olin koonnut letkuni kaasupullojen viereen ja olin poistumassa, kun polttimilla jyrähti. Totesin kiireesti, että poltin oli kattilasta lentänyt vastapäiseen seinään ja että öljynoki rupeaa leviämään. Pääsin paikkaan, missä kampeeni oli ja näin kokin valkoisissa vehkeissään se komia lakki päässään astelevan tutkimaan kyseistä jyrähdystä. Naisia seurasi kokkia useampiakin. Noen leviäminen mustasi kokin ja kokkikin käsitti, ettei pitemmälle voi ja kääntyi ympäri ja valkoinen kokki oli muuttunut mustaksi. Naiset kääntyivät juoksemaan takaisin, kyllähän siinä naisilta ääntäkin kuului. En tosin muista millä tavalla itseänsä ilmaisivat. Mutta kokki käveli kyllä rauhallisesti kohti keittiötä, ja minäkin pääsin livahtamaan pieniä kiertoportaita ylempään kerrokseen ja sen edessähän oli polkupyöräni, jolle nousin ja suuntasin kohti Satakunnansiltaa ja Pispalaa.

Maanantaina hakiessamme vehkeitämme polttimet toimi ja oli puhdasta. Tosin pulloista ja letkuista hieman automiesten kanssa sotkimme itseämme. Kyseinen lauantai oli Salpausselän kisapäivä, jonne joku Suhonen, joka työn minulle esitti, oli lähtenyt aamupäivän kuluessa. (APu)

## **Elämäkokemusta vuosien varrelta**

**Ei se ole tyhmä, joka virheen tekee, vaan se, joka ei omista tai toisten virheistä tai pärjäämiskeinoista mitään opi.** (Viisastelut koonneet Alvar Hausen ja Börje Hagner)

Mitä ja miten

- Kaikkea tehdään mutta särkyneitä sydämiä ei korjata. Se haastaa kehittymään.
- Työt tehdään niin, että uudelta asiakkaalta on mahdollisuus saada kolmaskin työ, siis ei niin, että sama projekti on sekä ensimmäinen että viimeinen

Muutamia vanhemman suunnittelijan (PLi) ohjeita nuoremmilleen

- Ei se ole hullu, joka hutittaa, vaan se, joka hutitukseen menee
- Joka osaa lukea ja kirjoittaa, osaa myös prujata

- Ryypätä saa halunsa mukaan mutta seuraavana aamuna ollaan työpaikalla tikkapoikana
- Vanha konkkajalka kruunaa hyvän jälkiruoan
- Tukisanalista kannattaa käyttää muistin avuksi esityksissä

LVI- suunnittelijan ABC- kirjan (1987) mottoja

- Hyvin suunniteltu (suunnittelutyö) on puoliksi tehty (suunnittelutyö)
- Vain uusista virheistä oppii, samaan risuun ei ole syytä kompastua kahta kertaa
- Vain aika etenee itsestään

Suunnittelukokouksiin valmistautuminen

- Kokeneella suunnittelijalla (JMi) oli ennen tiukkaan neuvotteluun lähtemistä usein tapana itsensä vahvistukseksi sanoa "Tappaa ne ei uskalla ja tiineeks´ ne ei saa "

Sen leipää syöt, kenen lauluja laulat

- Pohjois-Suomessa olevan teurastamon vihkiäistilaisuudessa pidettiin laulukilpailu, jonka ainakin omasta mielestään ehdottomasti voitti toimistostamme paikalla ollut kaksikko (AHa ja PLe) vahvistettuna tykistön silloisella tarkastajalla, joka oli AHa:n kurssi- ja kuoro kaveri RUK:sta. Voittajaksi kuitenkin julistettiin ehkä "yleisistä syistä" johtuen kutsuvieraana ollut valtakunnan tason poliittinen vaikuttaja.

Kehitys kehittyä

- Nappulaliiga, se syytti yrityksen johtoa, jonka toimesta liiga oli synnytetty ja joka antoi kaikkien kukkien kukkia, bresneviläisyydestä
- Kylmägurumme (ORa) väitti pitäessään toimistollemme luentosarjaansa Studia Ossinalia, että jääpalakone on huomattavin kylmätekninen innovaatio viime vuosisadalla.
- Vanhemmalla suunnittelijalla (PLe) on laskutikku, päässä laskutaito ja konekammo. Hän kyllästyi koneisiin, ehkä ensimmäisissä mitoitusohjelmien käyttöharjoituksissa, kun ensimmäisen putkipätkän tietojen syöttäminen oli kestänyt vartitunnin ja Pekalla oli päässään jo talon koko verkosto pumppuineen mitoitettuna

**On eletävä ajassa.**

Jokainen sukupolvi on samaa mieltä: Ei ne ennen osanneet eivätkä tehneet mitään. Mutta, kestää kauan, ennenkuin löytyy sukupolvi, joka tekee enemmän kuin sodasta palanneet miehet. (ETä)

**Voitko sen paremmin sanoa**

Suunnittelussa on oltava sydän mukana. (JMa)

LVI-tekniikan taitaminen vaatii maatiasjärkeä, ei erityistä matemaattista lahjakkuutta. (THE)

Haalarit päälle ja kentälle. (BHa)

Onko tuo tieto vai luulo? (LJo)

No nyt kävi näin, mutta mietitäänpäs, mitkä sitten olisivat olleet vaihtoehdot. (LJo)

Tieto on levitettävä kaikkien käyttöön, eihän lantapatteriakaan jätetä keskelle peltoa, vaan levitetään tasaisesti. (ESi)

Papereiden paikoilleen laittaminen vie kaksi aikayksikköä, etsiminen sekamelskasta kymmenen.(UKo)

Johtajan tehtävä ei ole miellyttää, vaan johtaa.(BHa)

Elämä on sattumia täynnä, mutta sattumat eivät hakeudu peräkammariin. (BHa)

Jos et tee ylimääräistä, älä odota saavasi ylimääräistä. (kouluttaja NN)

Markkinointi ei ole rehvastelua, vaan asiakkaalle tärkeiden asioiden tuomista esille asiakkaan omalla kielellä. (DGa)

Menestys vaatii uhrauksia ja ne on tehtävä etukäteen. (kouluttaja NN)

IF IN DOUBT ASK. (ohje Rataruukin Hämeenlinnan jättitehtaan englantilaisen prosessilaitetoimittajan jokaisen piirustuksen otsikkotaulussa 1960-luvulla)

Tee aina oikein! Se ilahduttaa joitakin ihmisiä ja ällistyttää muita. (Mark Twain)

Se talo, min portilla kilpi on:

"Tässä talossa tehdään työtä."

Se talo on pyhä ja pelvoton

ja pelkää ei se yötä.

Työs olkoon se suurta tai pientä vain,

kun vaan se työ on oikeaa

ja kun sitä palkan et tähden tee!

Työ riemulla palkitsee.

Eino Leino

### **Loppusanat**

Oon huano kehuun, mutta Pispalasta ollaan...

Kommentti: Mutta aateluus velvoittaa.