

Ahjuehituse kaasajastamise võimalused Eesti oludes

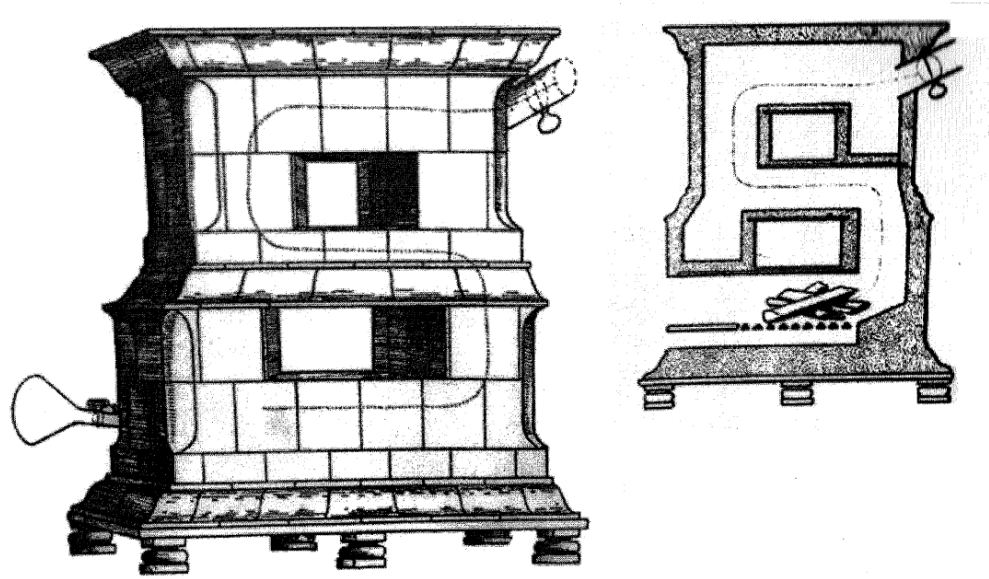
Annes Andresson OU Ahjutarve, Mart Hovi EMÜ tehnikainstituut

Annotatsioon

Ahjude põhiliseks kütuseks Eesti oludes on küttepuud. Seda loetakse ka üheks odavamaks võimaluseks kodudes soojust saada. Seoses taastuv-energiaallikate valdkonnas toimuvate arengutega ei pruugi see nii jääda ja seega peaks aegsasti mõtlema sobiva põletustehnika kaasajastamise-le. Kui eelmise sajandi teisel poolel soovitasid mitmed autorid hakata kasutama restkollet, siis tänapäeval näitavad viimased uuringud, et õhu koldesse althjuhtimisega ei saavutata piisavalt puhast põlemist. Lisaks keemiliselt mittetäieliku põlemise soojuskaole loetakse ahikütet peensaa-ste allikaks. Saksakeelsetes maades, aga ka mujal, on juba sajandeid pööratud tähelepanu ahju tõhusamaks muutmisele. Selles suunas tuleb ka Eesti oludes liikuda.

Märksõnad: Ahi, küttepuit, ajalugu, pilukolle, projekteerimine

Väljakaevamised kinnitavad, et inimesed kasutasid primitiivseid ahjusid juba 2500 aastat e.m.a., kus kütuseks oli suuremalt osalt puud. Euroo-pas on esinenud perioode, mil metsad on maha raiutud, sest puitu vajati suures koguses kütteks, majade ja laevade ehituseks. Metsade kadumi-ne sundis inimkonda otsima säästlikumaid ahjusid – nii on paljud tuntud inimesed omaalgatuslikult otsinud ökonoomsemaid viise kütmiseks. Ajaloost teame, et Saksa luuletaja Johann Wolfgang Goethe huvitus peale luuletamise ka ahjuehitusest ja ehitas koos vasesepp Christoph Gott-lieb Pflugiga balloonahju. Preisi kuningas Fridrich II organiseeris 1764. aastal esimese ahjuehituse konkursi Saksamaal, eesmärgiks saada või-malikult ökonoomne ahi. Võitjaks tuli pottseppmeister Paul Baumer Berliinist, kelle järgi hakati seda tüüpi ahju kutsuma Berliini kahlhelahjuks (Berliner Kachelofen). Sel ahjul olid kindlas proportsioonis nii kolle kui ka suitsulöörid. Ahjul olid kolde rest, lõõride süsteem ja siiber suitsu-gaaside reguleerimiseks. Ahjuehitus on nt huvitanud ka Ameerika president Benjamin Franklinit, kes isiklikust huvist konstrueeris puudega köetava ahju aastal 1742.



Joonis 1. Võitjaks tulnud pottseppmeister Paul Baumeri ahi 1765. aastal

Figure 1. The winner stove from Paul Baumer in year 1765

Veel 1800. aasta algul oli probleemiks, kuidas ehitada suitsulõõre nii, et nende kaudu ei läheks ahjust palju soojust korstnasse – kui pikad ja missuguse ristlõikega peaksid lõõrid olema ning kas ehitada neid paralleelselt? Alles siis, kui ahjuehitusega hakkasid tegelema insenerid, tekki-sid kahtlused, et üksnes traditsioonilisele kogemusele toetudes ei saa projekteerida sobiva kujuga lõõristikke. Kahjuks on Eestis veel tänapäe-valgi levinud tänu internetifoorumitele arvamusi, mida ei saa soojusfüüsikast lähtudes tõeseks pidada. Eestis oli kaua aega ainsaks ahjuehituse alaseks kirjanduseks Arvo Veski ja Aksel Vaigu „Pottsepa ja korstnapühkimistööd“, 1964 Tallinn ja selle kordustrükid. Raamat kujutas endast praktilist õpperaamatut ilma erilisel teooriasse süvenemata.

Ahjuehituse alaseid uuringuid arendati Saksa Demokraatlikus Vabariigis (SDV) insener Karl Heinz Pfestorfi eestvõttel, kelle raamatust „Kachelofen und Kamine“ on ilmunud kuus kordustrükki. Raamat oli saksakeelsena kättesaadav ka meil. SDV-s otsiti alternatiivseid kütuseid, sest riik oli vaene kivisõe ja nafta poolest.



Joonis 2. Pliidi pilukolle, milles saab puhtalt põletada kuni 3,7 kg puitu (Foto Lauri Lõhmus)

Figure 2. Umwelt-Plus fireplace for clean burning of 3,7 kg wood

Vaatame tänapäevaseid soovitusi salvestava ahju koldele. Ahju mootoriks tuleb lugeda ahju kollet, sest see peab kindlustama kõrge kasuteguri. Kõrge kasutegur saadakse kõrge põlemistemperatuuriga, kus suitsugaasid liiguvad koldest suitsulõõri ca 700-kraadilise temperatuuriga. Selle eelduseks on piisavalt avar kolle, põlemisõhu piisav ko-gus ja selle hea segunemine põlemisgaasidega. Kolde rest puudub ja kolde ruumi sisepinna (6 külge) optimaalseks suuruseks peetakse maksimaalselt lubatud kütuse kogu-se korrutist 900-ga. Seega 25 kg küttepuude kasutamisel peab kolde sisepindala olema 900 x 25 = 22 500 cm². Kolde põhja kuju ei ole eriti oluline – kas ristkülikukujulise põhjapinnaga või ruudukujuline. Küll aga ei tohi kolde pikkus ületada kolde laiust üle kahe korra. Pikas koldes, eriti selle nurkades, põlevad puud ebaühtlaselt. Oluline on ka kolderuumi kõrgus, sest küttepuud vajavad põlemiseks ruumi, kõrget temperatuuri ja aega, et suitsugaasid saaksid seguneda küllaldaselt hapnikuga. Arvutuslikult peab eelnevalt esitatud näite puhul kolderuumi kõrgus pörandast kuni kolde laeni olema vähemalt 55 cm. Maksimaalse kütusekogusega kütmisel peab halupuude kohale jääma 25 cm vaba ruumi. Suur kolle toob kaasa suure CO ja põlemata orgaanilise aine hulga ning liigõhk jahutab suitsugaase ja kolde seinu. Liialt väikese kolde korral tõuseb leek esimesse suitsulõõri ja põlemisprotsess jääb poolikuks. Meil on aastaid ehitatud ahjusid, kus kolde suuruse määrab ära pottsepa arvamus, mitte aga soojustehnikaga arvestamine. Tagajärjeks on madal kasutegur. Koldes salvestunud soojus on ca 50% kogu koldes vabanenud soojuse hulgast. Selleks, et koldes oleks kõrgem temperatuur, mis kindlustaks suurema kasuteguri, oli Euroopas aeg, kus kolle soovitati isoleerida 3 cm paksuse isolatsiooniplaadiga. Praeguseks on välja töötatud mitmed paremad ša-mott-tellised, millel on madal soojusjuhtivus ja suur kuumutustüklite taluvus. See vähendab soojuse ülekannet läbi kolde seinte ja kindlustab suitsugaaside kõrge tempera-tuuri. Liigõhutegur ahjul põlemise jooksul on keskmiselt 2,95, s.o õhku kulub põlemisel kolm korda rohkem kui teoreetiliselt on vaja. Põlemise alguses ja lõppfaasis on see tegur 8 ja enam. Soovides vähendada liigset koldesse sisenevat õhku, kasutatakse kaasajal õhu juurdevoolu elektroonilisi regulaatoreid. Et põlemise alg- ja lõppfaasis on temperatuuri ja liigõhu suhe erinev, siis soovitatakse temperatuuri ja liigõhu hulga kõrval pidevalt mõõta ka CO-sisaldust, millega korrigeeritakse õhu juurdevoolu koldes-se.

Tabel 1. Kahlhelahjude ehitusmaterjalide füüsikalised parameetrid. (Hofbauer 2001)

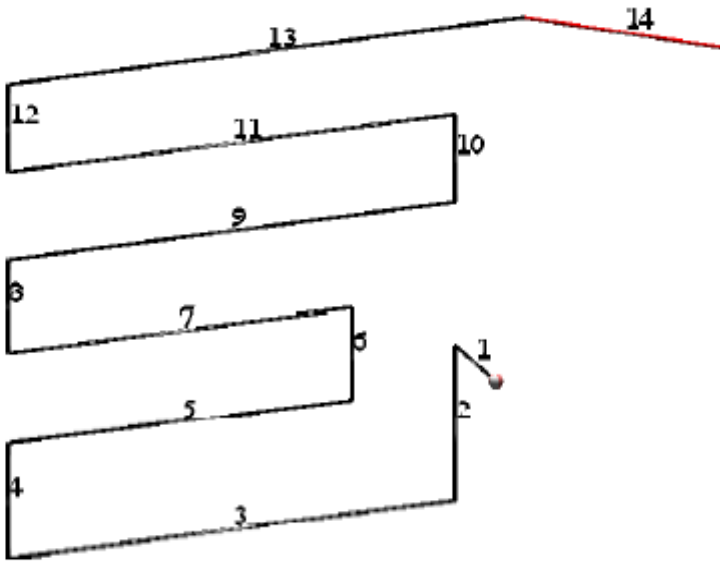
Table 1. Physical parameters of building materials for stove

Material	Eri-soojus	Tihe-dus	Soojus-juhtivus	Sooja-salvestus võime	Tempera-tuuri juhtivus-võime	Jahtumis- arv
	kJ/kg/K	kg/m³	W/m/K	kJ/m³/K	m²/s 10 ⁻⁶	s
Keraamiline kiud	0,94	700	0,24	658	0,36	27 777
Müritellis	0,94	1570	0,84	1470	0,57	17 543
Pottsepatellis	0,96	1850	0,93	1776	0,52	19 230
Tööstuslik šamott-tellis	0,96	2350	2,04	2256	0,90	11 111
Ränikarbiid	1,20	2600	11,00	3120	3,53	2833
Wolfshöheri Šamott-tellis	0,92	1900	0,76	1748	0,435	23000
Ortneri materjal KMS-240	1,09	2600	3,16	2834	1,11	8968
Tulikivi, risti	0,98	2900	2,00	2842	0,70	14 286
Tulikivi, paralleelne	0,98	2900	6,00	2842	2,11	4739
Magnesiit	1.05	3000	9,89	3150	3,13	3195
Teras	0,40	7800	58,00	3600	16,00	625

Temperatuuri juhtivusvõime on materjali soojusjuhtivuse suhe soojussalvestusvõimesse. Tähistatakse a-ga ja mõõtühik on m²/s 10⁻⁶

Jahtumisarv näitab, kui kiirelt plaat ,paksusega d, etteantud tingimustes jahtub. Soojaülekanne ei ole piiratud. Jahtumisarv muutub plaadi paksusega. Tabelis on toodud andmed 10 cm paksusega plaadi korral. Aega mõõdetakse sekundites.

Viimasel kolmel aastal on levima hakanud uus kolde ehituse süsteem. Ahju kolde sein koosneb kahest paralleelsest šamott-tellistest lao-tud seinast, mis on eraldatud omavahel 7–8 mm laiuse piluga, mille kaudu juhitakse koldesse põlemisõhk. Pilud on kolde kolmes küljes ja paiknevad seina ülaosas. Pilude pindalad ja omavahelised kaugused saadakse arvutuste teel. Eesmärgiks on suunata ettekuumutatud põlemisõhk ümber kolde küttepuudele, mis kindlustab ahjus kõrge temperatuuri, puhta põlemise ja hea kasuteguri (82%). Selliste ahjude sisemise ehituse projekteerimine toimub arvutiprogrammi alusel (vt joonis 3). Eestis omab selle programmi litsentsi üks firma, OÜ Volt. Kütteseadme lõõride ehituses on eelistatud Wolfshöheri ahju šamott-tellised, mida peetakse üheks parimaks Euroopas ja mida saab osta ka Eestis. Osa firmasid toodab ahjudele sobilikke lõõrisüsteeme moodulitena, kuid need on šamott-tellistega võrreldes kallimad. Suitsu-lõõri pikkus ja nende õige ristlõige kindlustab hea sooja ülekande lõõri seintele. Seinte materjal peab olema piisava soojusmahtuvusega, et salvestunud soojus kanduks aeglaselt üle ahju välisseintele.

GENERAL INFORMATION:	TECHNICAL DATA:
Project number:38 Date:1.07.2014 File:C:\Pakkumised\Taavi\Ahi\Stone ove with sims.k10 Designation:Elutuba Owner: Address: Location:Sooru	Heat output:3,0 kW = 10236,0 BTU Nominal heating time:24 hours Maximum fill-up quantity of wood: 22,2 kg = 48,7 pounds Minimal fill-up quantity of wood:11,1 kg
CHIMNEY:	Length of flue = 9,36 m 
COMBUSTION CHAMBER:	
Combustion chamber type: Eco-labeled combustion chamber-UZ37 dimensions of combustion chamber: area: 3000cm² A= 50,0cm B= 60,0cm (H) height of combustion chamber65,0cm gas slot=22cm²	
RESULTS:	
Quantity turnover of fuel:17,3 kg/h Air volume:0,062 m³/s Flue gas mass flow:0,078 kg/s Minimum length of flue:7,06 m Length of flue:9,36 m	



Pilukoldega pliidi plaadi alune ruum on pärast katsekütmist tahmavaba. Ka kol-deukse klaas on puhas. Kolde seintes on näha põlemisõhu avad.



Esimene põhjalik norm salvestavatele ahjudele kinnitati Austrias 01.01.1999. A, ÖNORM B 8301. Selle materjali põhjal võeti 2010. aastal vastu EN 15544, mis kehtib soovituslikult kogu EL-is. Normis on soovituslikud näitajad CO, NO, lendtu-ha, põlemata orgaanika ja kasuteguri kohta. Kuidas mõõta salvestavas ahjus neid parameetreid, seda õpetab EN 15250. Kui Keskkonnaministeeriumi poolt tellitud uurimus näitas, et Eestis 2013. a mõõdetud ahjus oli CO-d ja lendtuhka soovitusli-kust normist neli korda rohkem (Teinemaa 2013).

Taastuva energia kasutamise arengukava ja kehtestatud rangete normidega küttekeha põlemisgaaside kohta on Austria ja Šveitsil kavas nõuda vanade ahjude kohustuslikku ümberehitust. Ümberehituse graafik on koostatud sõltuvalt ahju ehitus-aastast. Samal ajal on Saksamaa võtnud vastu otsuse, et ümberehitus toimuks siis, kui antud ahi (küttekeha) vajab remonti suure kulumise tõttu. Saksa autorite seisukoht on ka, et uued ranged normid põlemisgaaside ning kasuteguri kohta tahetak-se liialt rangeks viia ja nende normide täitmist saab nõuda ainult vahetult peale kütteseadme vastuvõtmist, sest küttekolde hilisema töö käigus need näitajad halvenevad. Eestis toimub uutele saastennormidele üleminek aeglaselt, neid on veel vähe tutvustatud ja seetõttu pole paljud meistrid selle tähendust Palju on räägitud ka sellest, et müügil peaks olema kuivad halu-puud, mille maksimaalne niiskus on 20%.

Kokkuvõte

Eelmise sajandi lõpus Euroopa Liidus toimunud arengud tõid Eestis kaasa samad nõuded umbes kümme aastat hiljem, mil meil hakkasid toimuma pottseppade koolitused, kus tutvustati Euroopa soovitusi ning meie meistrid pääsesid esmakordselt 2009. aastal Austriasse Ortneri firma poolt läbi viidud koolitustele. Sealt tulid sidemed ja erialateadmised ning traditsioo-niks muutus messide külastamine. Eeltoodu on tänaseks viinud Eestis ahjuehituse uuele tasemele. Saavutatud olukord peaks vastama Euroopa Liidus kehtivatele nõuetele ja parandab puidu kui taastuva energiaallika kasutust.

Kasutatud kirjandus

Hofbauer H. „Kleinholzfeuerungen – Entwicklungen in Österreich“ Österreich, Kufstein, AT, 1993

Rath M, „Einsatz neuer Techniken zur Optimierung der Verbrennung und Erhöhung der Anwendungs- und Bedienungsfreundlickeit des Holzbrandkachelöfens- Forschungsbericht“ AG Wien 1995

Hofbauer H. Schiffert T. „Der Kachelofen in der Praxis Vorortmessungen bei Kachelöfen“ Österfreichischer Kachelofenverband 2001

Teinemaa, E.; Maasikmets, M., jt. Genfi piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni püsivate orgaaniliste saasteaine-te protokolli nõuete täitmine Keskkonnaministeerium 2013 Kättesaadav : http://www.envir.ee/sites/default/files/genfi_aruame_final.pdf (1.10.2014)

About the development of wood as a renewable energy source in Estonia

In Estonia the main fuel for ovens is firewood and it is considered to be one of the cheapest options to heat homes. Due to the development in the field of re-newable energy sources it might not stay as it has been. It is advisable to think about the modernisation of suitable combustion technique beforehand. Even though many authors advised to start using grate-firebox during the second half of 20th century, the newer research shows that clean burning is not achieved when steering air into the furnace from under the furnace. In addition to the heat loss that comes from the chemically incomplete burning, oven is also con-sidered to be the source of fine pollution. For Centuries the emphasis has been on making ovens more effective in German speaking countries (and elsewhere). Considering the conditions in Estonia, we should have the same aim.

