

TAHKEL KÜTUSEL TÖÖTAVATE KOHTKÜTTESEADMETE SEISUKORD JA ARENG EESTIS NING NAABRUSES

Mart Hovi EMÜ, Annes Andresson, OÜ Ahjutarve

Annotatsioon

Kohtkütte võimalused võivad olla rahalises mõttes väga erinevad. Arvestada tuleks mitte ainult primaarenergiaallika kättesaadavust, vaid ka seadmete maksumust ning eluiga. Autorid vaatlevad Eesti oludes soojuspumba ja elekterkütte alternatiivina erinevaid ahikütte võimalusi. Võrdluseks on toodud mõõdetud ahjutüüpe, mis on levinud erinevates naaberpiirkondades, nagu näiteks Soomes, Venemaal ja Austrias.

Märksõnad: pottahi, tellisahi, soojusväljastus, mõõtmine, kasutegur.

Sissejuhatus

20. sajandi sajandi lõpul, kui gaasi ja kütteõli hinnad järsult tõusid, tekkis vajadus alternatiivsete kütuste kasutamise järele. Riikides, kus ei leidunud fossiilseid kütuseid, hakati otsima olemasoleva kütuste baasil paremaid alternatiivseid lahendeid. Euroopas tegelesid sellega eelkõige Austria, Saksamaa ja Šveits. Ahjude ökonoomsust ja puhtamat põlemist hakati uurima laboratooriumites, mille tulemusel töötatakse jätkuvalt välja norme ja soovitusi. 1. jaanuarist 2010. a kehtib Euroopa Liidus norm (EN 15544), mis määrab pottseppade ehitatavate ja tahkel kütusel töötavatele kütteseadmetele esitatavad nõuded. Selle aasta septembris oli Brüsselis hääletusel uus norm, seekord juba direktiiv (direktiiv on kohustuslik kõigile EL riikidele, sõltumata rahvuslikust normist). See püstitab tööstuslikult ehitatavatele kütteseadmetele väga ranged normid energia efektiivsuse, CO, NO, põlemata orgaaniliste osakeste ja lenduha kohta. Normidele vastavust kontrollitakse katsestandis. Normidest kõrvalekaldumise korral järgneb uus kontroll ning kui esinevad samad probleemid, siis informeeritakse kuu jooksul kõiki liikmesriike ja Euroopa komisjoni. Nõuded, mida nimetatakse ruumide kütteseadmete ökodisainjooneks, hakkavad kehtima 1. jaanuarist 2018. Pottseppade ehitatavatele kütteseadmetele kehtivad normid senini nii ranged ei ole.

Puu ja sellest valmistatud puidubrikett ning pelletid on praegu odavamad kui teised energiaallikad. Mitmed Kesk-Euroopa riigid toetavad puidukütel töötavaid kütteseadmeid. Näiteks Austria valitsus toetab uute kütteseadmete ehitust, makstes kuni 1500 eurot kütteseadme kohta. Puit on ju kodumaine toode, mille kasutamine loob riigile töökohti, vähendab importi ja hooldab kodumaa metsi.

Kütteseadmete ja kütuste hinnast

Eestis on ahjusid ehitatud sajandeid. Viimasel 20 aastal on müügile tulnud väga palju tööstuslikult ehitatud kütteseadmeid ja pottsepad on kütteseadmeid ehitanud vähem. Selgitamaks välja, millised on meil ehitatud ahjude ökonoomsuse ja põlemisel tekkivate suitsugaaside ja lenduha näitajad, alustasime Eestis ahjude mõõtmisi. Katsetuste läbiviimiseks on olemas ELis oma metoodika, norm EN 15250, mille alusel tuleb määrata põlemisel tekkinud CO, NO, põlemata orgaanilise aine ja lenduha kogused. Arvestades ka kasutegurit, saame leida energia efektiivsuse indeksi (EEI).

Tabel 1. Eestis enamlevinud kütuste kütteväärtusi ja sellest tulenevaid energiaühiku hindasid

Table 1. Common fuel properties in Estonia and the costs of energy unit that arise from it

Andmed seisu- ga 1.IX 2013 Tartu	Elek-ter	Kütte- õli	Maagaas	Pelletid	Puidu- brikett	Okaspuu kuiv 20% mänd, kuusk	Lehtpuu kuiv 20% lepp
Ühik	kWh	liiter	m ³	kg	kg	ruumimeeter	ruumimeeter
Ühiku hind	0,11	1,07	0,490	0,188	0,16	40,00	40,00
kWh/ühik	1	10	9,6	4,7	4,8	1400	1500
Kasutegur	1	0,95	1,0	0,85	085	0,8	0,8
Kütuse hind EUR/kWh	0,11	0,102	0,068	0,047	0,039	0,035	0,033



Joonis 1. Kingu tn ahi, mille valmistas valminud 1940. a pottseppmeister Jakob Hermann

Figure 1. Stove in Kingu street Build by master Jakob Hermann in 1940

Vaatame konkreetse näite põhjal ühe maja korteri kütmist. Maja on ehitatud 1940. aastal, kütteseadme ehitajaks oli Tartu pottsepp Jakob Hermann. Ahju mõõdeti 2013. a kevadel ning parameetrid osutusid üllatavalt headeks ka tänapäeva mõistes. Lähtudes kütteperioodi jooksul kulutatud kütuse (lehtpuud) kogusest ja kütteväärtusest 1500 kWh/rm, saime kütteseadme keskmiseks kasuteguriks 70% ning 210 küttepäeval keskmiseks küttekuluks 30,4 W/m².

Kesk-Euroopas ja Rootsis on hakatud kasutama kombineeritud küttesüsteeme, kus suurem osa ajast köetakse näiteks soojuspumbaga ja ahjuküte on varuks. Eestis võib juba samuti kohata sellelaadseid katsetusi. Kombineeritud süsteem õigustab ennast seal, kus kliima on mõõdukam. Vaatleme üht Eesti varianti.. Korteri köetava pinna suurus on 100 m², selle pinna keskmine soojavajadus kütteperioodi jooksul on 30,4 W/m². Vana maja puhul võtame maksimaalseks soojavajaduseks 100 W/m², mille alusel arvutame ka teiste kütteseadmete maksumused ja energia kulu nende ruumide kütmiseks. Vaatluse alla võtame õhksoojuspumba, pottkiviahju ja telliskiviahju, et selgitada välja, kuidas toodetud soojusenergia on kõige soodsam. Saamaks täielikku ülevaadet, arvestame nii kütuste hinda, investeringukulusid kui ka amortisatsiooni, lähtudes iga seadme reaalsest kasutusajast. 100 m² pinna kütmiseks tuleb ehitada kaks pottkiviahju või kolm telliskiviahju.

Pottkiviahju maksimaalseks võimsuseks võetakse 650 W/m², meil ehitatud telliskiviahju võimsus on väiksem, ca 350 W/m² kohta. Telliskiviahju sein paksus on suurem ja ta ei kuumene nii palju. Maksimaalne lubatav ahju pinna temperatuur on 80 kraadi. Õhksoojuspumba maksimaalseks tööpiirkonnaks loetakse välistemperatuuri kuni -15 kraadi, alla selle muutub tema kasutamine raskeks, sest soojust toodetakse elektrist, mis on kallis.

Soojuspumba tööpiirkonnaks loeme välistemperatuuri kuni -15 kraadi, madalama temperatuuri korral tuleb kasutada lisaks ahjukütet. Kombineeritud kütte korral planeerime kahte soojuspumba ja ühte ahju, et kütta ka kõige külmemal ajal ära 100 m². Jaotame kogu keskmise vajamineva soojuskoguse kaheks, nii et osakaalud on võrdsed. See võimaldab neid omavahel asendada.

Tingimuste ühtlustamiseks eeldame glasuuritud pottkiviahju tööiga vähemalt 30 aastat, tellisahjul 15 aastat ja soojuspumbal 15 aastat. Seega 30 aasta jooksul tuleb nii tellisahjud kui õhksoojuspumbad 15 aasta pärast uuendada. Firma garantiaeg soojuspumbale on ca 50 000 töötundi. Tabelist näeme kütuse hindu. Vähe räägitakse aga kütteseadme ehituse, ekspluatatsiooni ja hoolduse kuldest.

Vaatame järgnevalt maja, kuhu tuleb installeerida 10 kW võimsusega küttesead.

Vaja on ehitada kaks suurt glasuurpottkiviahju, külgpindalaga á 8,8 m², seega ahi, mille põhjapindala on 0,9 · 1,12 m, kõrgus 2,2 meetrit ning kogukaal üle kolme tonni. Tellisahi peaks olema mõnevõrra suurem, sest tema keskmine soojuslik võimsus on väiksem.

Tabel 2. Erinevate kütteseadmete võrdlus

Table 2. Differences of heating devices

Kütus	Soojuspump	Glasuurpottkivi-ahi koos soojuspumbaga töötades	Ainult glasuurpottkivi-ahjud	Ainult telliskivi-ahjud
Vajaminev energia aastas	7660 kWh	7660 kWh	15 320 kWh	15 320 kWh
Seadme kasutegur	COP 3	0,75	0,75	0,75
Toodetud energia aastas	7660 kWh	10213	20 426 kWh	20 426 kWh
Kütuse kogus aastas	2300 kWh	6,8 rm	13,6 rm	13,6 rm
Kütuse keskmine ühiku hind	0,12 EUR	40 EUR/rm	40 EUR/rm	40 EUR/rm
Kütuse aastane maksumus (eurodes)	276,00	272,00	544,00	544,00

Vaadeldaval 30aastasel perioodil vajame nelja soojuspumba á 1600 eurot, kahte glasuurpottkiviahju á 5000 eurot ja kuut telliskiviahju á 3500 eurot. Lihtsuse mõttes eeldame, et hinnad selle perioodi jooksul on püsivad. Kui tõus kõikides positsioonides on ühtlane, siis pilt ei muutu oluliselt.

Tabel 3. Investeeringud kütteseadmetesse

Table 3. Investments into heating devices

Kütteseadme liik	Soojuspump	Glasuurpottkivi- ahi	Glasuurpottkivi- ahi	Telliskivi- ahi
Investeeringu suurus seadmete 30aastaseks kasutuseks (eurodes)	6400	5000	10 000	21 000
Aastane hooldus, korstna-pühkimine, elekter (eurodes)	276	25	50	75
Aasta keskmine püsikulu (eurodes)	213	166	383	700
Ekspluatatsiooni-, kütuse- ja hoolduse kulu aastas (eurodes)	489	438	877	1319
Energia ühiku hind senti/kWh	6,38	4,29	4,53	6,46

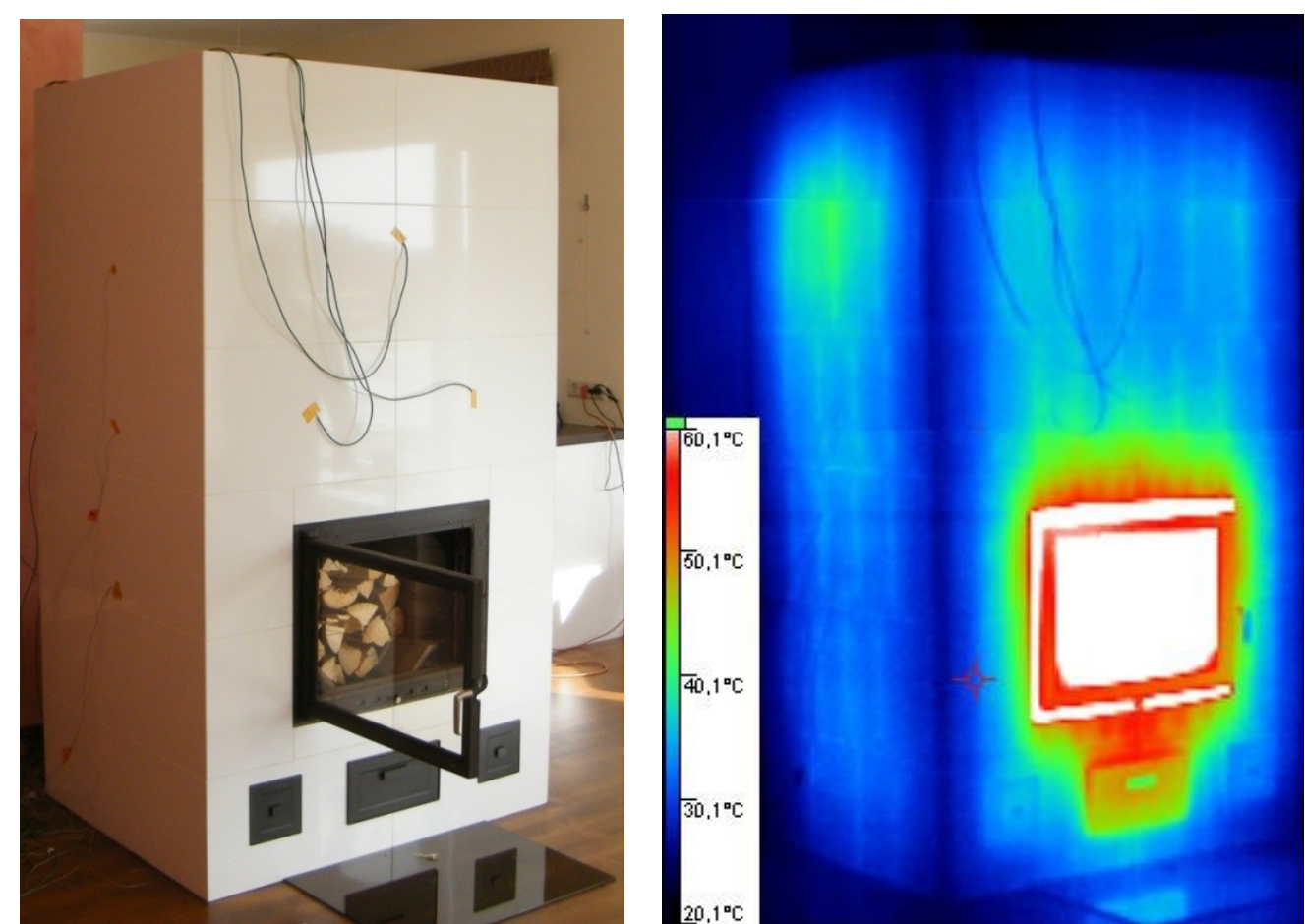
Tabelist nähtuv energia ühiku hind on mõnevõrra üllatav. Sageli on iga uuringu tellija püüd kallutada näitajaid oma kasuks, „eksitakse“ kütuse kütteväärtusega, kaaluga, jäetakse ära seadme kasutuse iga jne, aga rõhutatakse kaasaegset välimust, väikest ruumivajadust, madalat müra, kerget hooldust.

Ruume, mille pindala on 100 m², on kõige soodsam kütta kahe glasuuritud pottkiviahju-ga. Kui niisugust ahju korralikult hooldada (kontrollida, pühkida) ja jooksvalt vead parandada, on sellise ahju iga üle 30 aasta. Glasuuritud ahjupott on suurema pinnavõimsusega, ta on kõrgemal temperatuuril põletatud kui glasuurimata ahjupott ning tema pinnatemperatuur on seega mõnevõrra kõrgem. Sama suure pinna kütaks ära ka lihtpotiahi, kuid selle välispinna hooldus on keerulisem. Meil levima hakanud tellisahju võimsus on väiksem, paks telliskivisein ei kuumene nii palju. Seetõttu vajame nende ruumide kütmiseks kolme ahju. Tellisahju iga on Eesti kogemustel väiksem kui pottkividest ahjul, sest telliskivide vahel olev vuum ei hoia kive pisavalt omavahel koos ja need liiguvad eemale.

Juhul, kui valida lihtsamalt ja kiiremini paigaldatav õhksoojuspump, siis külmade ilmdega selle võimsusest ei jätku ning teda saab kompenseerida pottkiviahjugaga. Koostöös annab süsteem häid tulemusi ja välistab ka elektri kadumisel tekkida võivad probleemid.

Tellisahjude katsetused

15. ja 16. aprillil tehti proovikütmine tellisahjule Tartu lähedal Erikal. Ahju mõõtmel on 0,92 · 1,18 · 2,08, külgpindala on 7,82 m². Ahi on alt aheneva restkoldega. Ees on suur ühekordse klaasiga uks ja tagaküljel leivakupseti. Ahi on kaetud valgete plaatidega. Kolde mõõdud 0,6 · 0,39 · 0,50 m, resti mõõdud 0,4 · 0,11 m.



Joonis 2. Erika ahju üldvaade enne kütmist ja termopilt 4 h pärast siibri sulgemist

Figure 2. The general view of the stove in Erika before heating and thermal picture

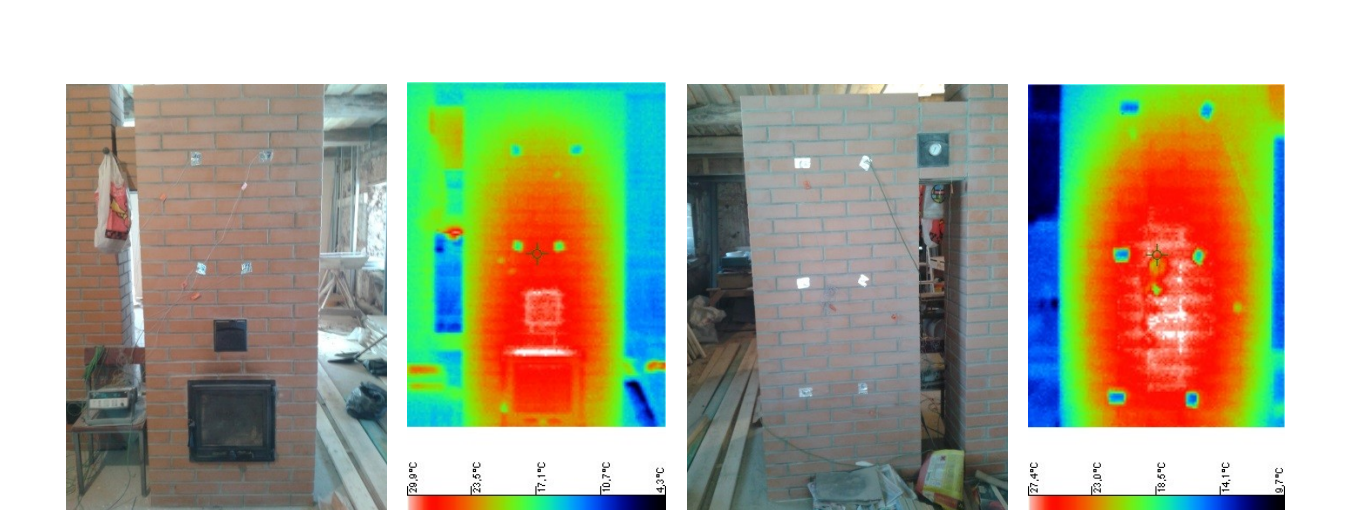
Ahju pinnale kleebiti temperatuurandurid nii, nagu on kujutatud joonisel 2. Kütmine algas kell 16.40 ja kell 18.15 suleti siiber. Kell 22.15 on tehtud termopildid. Andurid eemaldati järgmisel päeval kella nelja paiku. Kütmiseks valmistati 12,5 kg okaspuitu, mille niiskusk oli 10,5% kogumassi suhtes. Mõõtmistulemused näitavad, et suitsugaaside temperatuur oli kütmise ajal vahemikus 150 kuni 200 kraadi. Ööpäeva möödudes ei olnud ahi veel andnud ära kogu soojust. Tuginedes gaasianalüüsidele võib väita, et põlemiskeemia oli korras. Optimaalne põlemisrežiim õnnestus saavutada primaarõhu ava ahendamisel võimaliku miinimumväärtuseni. Puiduga toodi sisse 207 MJ energiat.

Vaatlusperioodi energiaväljastus köetavasse ruumi oli 9,38 MJ/m². Ahju külgpindala 7,82 m², seega esimese ööpäeva vältel eraldus 73,4 MJ. Kui hinnanguliselt eraldub teisel ööpäeval sama kogus ja kolmandal pool sellest, siis kokku tuleb 183,4 MJ, millest arvatud kasutegur otsesel meetodil on 88%.

Teine vaatlusalune tellistest laotud ahi mõõtudega 0,9 · 1,1 · 2,2 meetrit on valminud käesoleva aasta jaanuaris ning kasutusel lisakütteilikana. Põhiküte toimub soojuspumbaga, mis hoiab ruumide õhutemperatuuri ligikaudu 15 kraadi juures.

25. märtsil umbes kella 11 paiku paigaldati temperatuurandurid ahju pinnale. Andurid asetati ka suitsutermomeetri juurde ja toas umbes meetri kõrgusele põrandast. Hilisemad mõõtmised näitasid, et õhutemperatuuri erinevus lae vahetus läheduses ja põrandal on umbes neli kraadi.

Mõõtmised näitasid, et ahju pinnalt eralduv keskmine soojusvoog kütmise algusest 26. märtsil 2013 kell 12.05 kuni andurite eemaldamiseni järgmisel päeval kell 10.19 oli 92,5 W/m². See tähendab, et ruumi õhku eraldus selle aja jooksul ahju külgpinna ühelt ruutmeetritl ligikaudu 7,4 MJ soojusenergiat, mis teeb kogu ahju pinda 8,8 m² arvestades 65,12 MJ. Kui võtta arvesse, et kasutati kütmisel 11,8 kg puitu, mille kütteväärtus oli 15 MJ/kg siis selgub, et proovikütmisel oli otsesel meetodil mõõdetud kasutegur 36,8%. Võiks arvestada ka ahju jääktemperatuuri, kuna ahju võimsus katse lõppedes erines keskmisest ainult 20 W/m² võrra. Sellest tulenevalt võib loota, et ülejäänud soojus väljub ajapikku ahju pinnalt. Katsele eelnev pinnatemperatuur oli 5,7 kraadi võrra õhutemperatuurist kõrgem. Kõrgema pinnatemperatuuri korral on ahi intensiivses kiirgussoojusvahetuses hoone välispiiretega, mistõttu arvutuslik kasutegur peaks paranema. Katse näitas ka seda, et suitsugaasi temperatuur väljumisel korstnasse oli kütmise ajal lubamatult kõrge – ulatudes korra isegi 400 kraadini. Ahjust tehtud termofotod joonisel 3 näitavad ühtlast soojenemist. Fotod on tehtud 20 tundi pärast kütmist.



Joonis 3. Termofotod ahju eest- ja tagantvaates on tehtud 20 tundi pärast ahju kütmist

Figure 3. Thermofotos of the front and behind of the stove were made 20 h after heating

Meil ja mujal

Jaanuari lõpus toimus Austriaas Welsi linnas järjekordne kaminatela ja ahjudele pühendatud mess, millest võttis osa ka Eesti pottseppade ühingu delegatsioon. Kahe päeva vältel oli võimalik tutvuda selle valdkonna tehnika ja tehnoloogia tippsaavutustega. Palju oli kasutusel arvujuhtimisega põlemisprotsessi kontrollereid kolde töö juhtimiseks. Valdav osa koldeid on umbse põhjaga ning külgedel paiknevate õhukanalitega. Kolde ja suitsukäigu projekteerimine toimub spetsiaalse programmiga, mis väljastab süsteemi optimaalsed mõõdud tagamaks kõrge efektiivsuse ja puhta põlemise.



Joonis 4. Eesti delegatsioon Welsi messil (foto autor Niina Lõhmus)

Figure 4. Estonina delegation in Wels exhibition

Joonis 5. Kursustel valminud pliidi katsetused (foto autor Raivo Koppel)

Figure 5. Experimental stove from course

2013. a märtsis toimus Tartus Eesti Maaülikoolis rahvusvaheline pottseppakoolitus. Osalejaid oli Saaremaalt kuni Venemaani. Kolme päeva vältel kuulati loenguid ning toimusid õpetlikud töötöad. Ürituse raames valmis kaks harjumuspärasest erineva konstruktsiooni-ga pliiti. Selliseid pole Eestis siiani tõenäoselt tehtud. Kasutatud keraamilise kolde eeliseks on kõrgem põlemis temperatuur, mis peaks tagama keemiliselt täielikuma põlemise. Seega on tulemuseks kõrgem kasutegur ja puhtamad suitsugaasid. Soojust akumuleeriv osa on ehitatud pliidi sisse. Septembris toimunud katsetused näitasid väljuva suitsugaasi head koostist ja sobivalt madalat temperatuuri ka ilma täiendava trubi ehk soemüürita.

Kasutatud kirjandus

EVS-EN 15544:2009 Kahhelahjud / krohvitud pinnaga ahjud. Dimensioneerimine
EVS-EN 15250:2007 Tahkel kütusel töötavad aeglaselt soojust eraldavad kütteseadmed. Nõuded ja katsetetoodika
Ebert, Hans Peter Heizen mit Holz: in allen Ofenarte

ABSTRACT
The possibilities for local heating can be fairly different in monetary terms. Not only the availability of primary energy source should be considered, but also the cost and life-span of the devices. Authors observe different stoveheating possibilities as alternatives to heat pumps and electricity heating. As a comparison the measurements of different stove types from neighbouring (Finland, Russia and Austria) have been indicated.



Artikkel on valminud Interreg IV A projekti ECOHOUSING toetusel