



Aeroci materjale kasutades ehitatud madalenergiamaja Kuressaares.

Kas ehitada passiiv- või madalaenergiamaja?

Kavandades madala energiatarbega hoone ehitust, on oluline analüüsida hoone energiatarbe kõiki komponente. See võimaldab vastu võtta majanduslikult põhjendatud otsuse nii välispiirete materjali kui ka tehniliste seadmete valikul.

JAZEPS PAPLAVSKIS

AS-i Aeroc asutaja, tehnikateaduste doktor

ARTUR FROŠ

AS-i Aeroc müügijuht, ehitusinsener
ehitaja@presshouse.ee

AS-i Aeroc spetsialistide poole pööratakse üha sagedamini küsimustega: "Kas Aeroci toodetest on võimalik ehitada passiivmaja?" või "Soovin ehitada

madalenergia- ehk A-energiaklassi maja". Vastame, et jah, see on võimalik, aga kas tegemist on üldse erinevate mõistetega?

Passiivmaja ja madalenergiamaja mõiste kattuvad osaliselt, kuna nii passiivmaja kui ka A-energiaklassi maja puhul ei tohi üks kriteeriume – summaarne primaarenergia kulu (küte, veesoojendamine ja elekter) 1 m²

kõetava pinna kohta aastas – ületada 120 kWh/m²a. Eesti metoodika kohaselt, mis arvestab ka primaarenergiat, nimetatakse seda energiatõhususarvuks (ET-arv).

Eestis mõisted defineerimata

Passiivmajade puhul eksisteerib ka teine kriteerium – energiakulu küttele. Saksamaal on vastav arv kuni 15 kWh/



Uutel hoonetel, millel väliseinte U-arv (W/m^2K) on väiksem kui 0,20, on efekt selle edasist vähendamisest väike, kuid seina maksumus suureneb oluliselt.

Tabel 1
Soojajuhtivuse U-arvud (W/m^2K) Saksamaal, Eestis ja Soomes.

	Saksamaa		Eesti		Soome	
	Alates 2002. a EnEV 2002	Alates 2009. a EnEV 2009	Kuni 2009. a (EVS 837-1)	Soovituslik alates 2009. a	Kuni 2010. a	Alates 2010. a
Seinad	0,30	0,28	0,28	0,2...0,25	0,24	0,17
Katus	0,20	0,20	0,22	0,15...0,2	0,15	0,09
Põrand	0,35	0,35	0,22	0,15...0,2	0,24	0,16
Aknad	1,4	1,3	2,1	0,7...1,4	1,4	1

m^2a , Soomes 20 kuni 30 kWh/ m^2a .

Siinjuures tuleb arvestada, et passiivmajad ei näe ette aktiivse energiaga küttesüsteemi ehk põrandakütte või radiaatorite kasutamist. Peamine kütteenenergia allikas on "passiivne energia" ehk energia, mida eraldavad ruumides olevad inimesed, olmetehnika ning päikeseenergia (akende kaudu). Juhul kui talvel passiivkütte energiast ei piisa, kompenseeritakse seda ventilatsioonisüsteemi kalorifeeri kaudu (täiendav õhkküte).

Madalenergia- ehk A-energiaklassi majadel ülalmainitud piiranguid ei ole. Nagu juba mainisime, on kriteeriumiks ET-arv, kus nn kaalutud summaarne energiakulu on kuni 120 kWh/ m^2a – ning tervisliku mikrokliima tagamine ruumides. Selle kriteeriumi tagamiseks ei pea ilmtingimata kasutama passiivmaja kõiki nõudeid.

Kirjandusallikate järgi nimetatakse madalenergiamajaks Saksamaal ja teistes riikides maju, mille puhul energiakulu küttele ja jahutusele ei ületa 40 kWh/ m^2a (Energiesparhaus 40) ja summaarne primaarenergia kulu (küte + soe vesi + elekter) ei ületa 120 kWh/ m^2a , ehk A-energiaklassi nõue. Kuna Eestis ei ole mõistet "madalenergiamaja" ja "passiivmaja" seni defineeritud, lähtume oma edasistes selgitustes ülalmainitud mõistetest madalenergiamaja kohta.

Passiiv- ja madalenergiamajade põhierinevused

Madalenergia- ja passiivmajade põhimõttelised erinevused on alljärgnevad.

1. Passiivmajade puhul on peamine rõhk suunatud välispiirete maksimaalsele soojustamisele. Näiteks meie kliimatingimustes nõuab puitkarkass-välisseinte soojustamine kuni 30...40 cm soojustust. Saksa-

maal asuva Passiv Haus Instituti andmetel on soovituslik soojustuse paksus Stockholmis ja Helsingis koguni 60 cm mineraalvilla (viide 1) ning katuslagedes kuni 60...70 cm mineraalvilla.

Madalenergiamajade puhul on hoone küttevajaduse minimeerimise asemel põhitähelepanu pööratud hoone kui terviku energiatarbe minimeerimisele. Terve hoone madala energiatarbe saavutamiseks on põhirõhk suunatud tehniliste süsteemide maksimaalsele kasutamisele, s.o soojatagastiga ventilatsioon, kõrge kasuteguriga soojuspumpade kasutamine kütteks ja sooja vee valmistamiseks, kõrge kasuteguriga valgustite ja elektriliste kodumasinat kasutamine ning päikesepaneelide kasutamine vee soojendamiseks ja/või elektri tootmiseks.

Peale selle võetakse madalenergiamajade projekteerimisel, nii nagu ka passiivmajade projekteerimisel, arvesse hoone kompaktsust ja orientatsiooni ilmakaarte suhtes, õhutihedust, kõrgendatud nõudeid akende soojajuhtivusele ning piisavat ja ühtlast õhuvahetust. Mis puutub välispiirete maksimaalsesse soojustamisse, siis madalenergiamajade puhul valitakse majanduslikult põhjendatud lahendused.

Põhimõtteline vahe on tingitud sellest, et välispiirete soojustamine annab efekti ainult teatud piirini, kusjuures see efekt on kordades väiksem kui energia kokkuvõtte, mida annaks tehniliste süsteemide kasutamine. Selle tõttu ei näe Saksamaa direktiiv EnEV2009 võrreldes 2002. aasta direktiiviga EnEV2002 praktiliselt ette välispiirete soojajuhtivusteguri U (kWh/m^2) muutmist (vt tabel 1). Samal ajal on võrreldes 2002. aasta direktiiviga

EnEV2002 summaarne energiakulu 2009. aasta direktiivis EnEV2009 peaaegu kaks korda väiksem (120 kWh/ m^2a asemel 75 kWh/ m^2a).

Ülalmainitu illustreerimiseks esitame näite Saksamaal ilmunud publikatsioonist (viide 2). Kui tabelis 1 esitatud U-arvude asemel EnEV2009 asemel kasutada vastavalt välisseintel $U = 0,20 W/m^2K$, katusel $U = 0,15 W/m^2K$, põrandal $U = 0,25 W/m^2K$ ning akendel $U = 1,0 W/m^2K$, on summaarne energiakokkuvõtte 17,5%. Kui sellele lisada kaasaegsete tehniliste süsteemide kasutamine, on energiakokkuvõtte 63,9% ehk peaaegu kolm korda suurem kui efekt välispiirete soojustamisest.

2. Madalenergiamajades, erinevalt passiivmajadest, kasutatakse kütmiseks põrandakütet või radiaatoreid. Põhjamaade kogemused on näidanud, et talvel on ainult passiivenergiaga hoonete kütmine ebapiisav. Samuti on ainult õhkkütte puhul põrandad külmad ja ruumides tekib ebamugav tunne, sest on tunda õhu liikumist.

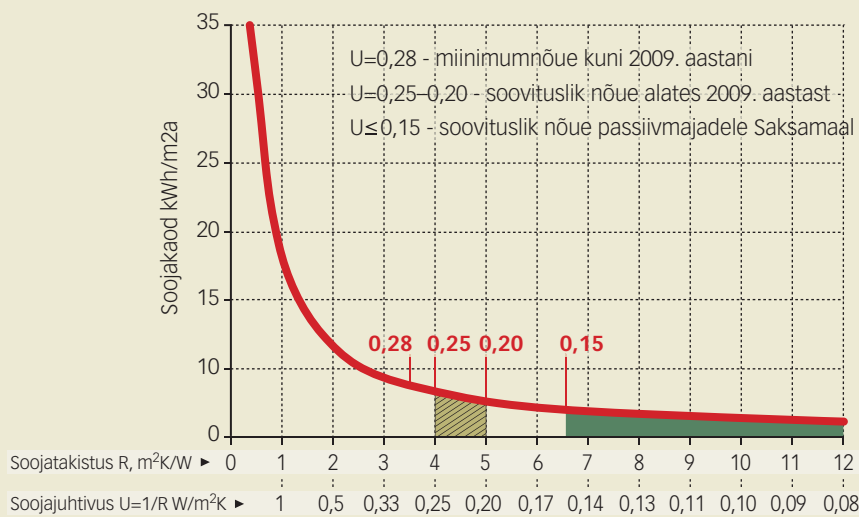
3. Madalenergiamajade arhitektuurse lahenduse planeerimisel ei ole niiranged piirangud nagu passiivmajade puhul.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et madalenergiamajades võib saavutada sama summaarse energiakulu ja hea õhuvahetuse nagu passiivmajadeski, kuid selle saavutamise teed on erinevad. Sellepärast on lõpliku otsuse langetamisel määravaks investeeringute tasuvusarvutused ja nende võrdlus.

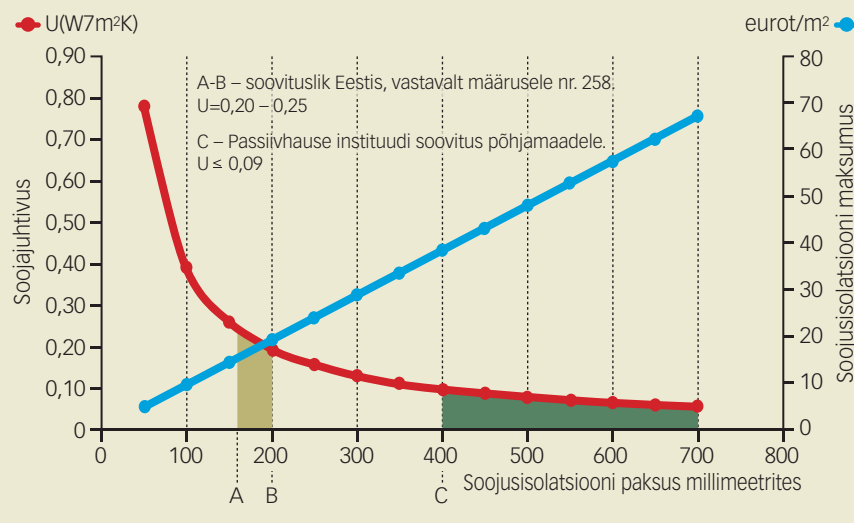
Välispiirete soojapidavus olgu optimaalne

Tulles tagasi tabelis 1 esitatud soojajuhtivuse U-arvude (W/m^2K) juurde, näeme, et 2009. aastani kehtinud Eesti standardis EVS 837-1 esita-

Joonis 1. Soojakadude sõltuvus välisseina soojatakistusest R ja soojajuhtivuse U-väärtusest



Joonis 2. Välisseina U-arvu ja soojusisolatsiooni maksumuse sõltuvus soojustuse paksusest



tud U-arvude piirväärtused langevad praktiliselt kokku Saksamaa direktiivis EnEV2009 esitatud U-arvu piirväärtustega (välja arvatud põrand ja aknad). Kuid alates 2009. aastast soovitatakse määruses nr 258 välispiirete soojusjuhtivusi vähendada keskmiselt kuni 44% (arvestades ka aknaid).

Millise energiakokkuhoiu see annab? Kasutades Eesti majandusministri pakutud energiaarvutusprogrammi BV² majal, millel köetav põrandapind on 130...150 m², annab selline U-arvude vähendamine ehk välispiirete lisasoostus, energiakokkuhoiu 7%. Suhteliselt väike energiakokkuhoiu on tingitud sellest, et alates teatud

suurusest ei too U-arvu vähendamine kaasa märgatavat energiakokkuhoiu.

Seda illustreerib välisseina energiakadude sõltuvus välisseina soojajuhtivuse U-arvust (W/m²K) ühe Tallinnas asuva hoone näitel (vt joonis 1). Nagu jooniselt näha, siis utel hoonetel, millel väliseinte U-arv (W/m²K) on väiksem kui 0,2, on efekt selle edasisest vähendamisest väike, kuid seina maksumus suureneb oluliselt (vt joonis 2).

Sama kehtib ka teiste välispiirete puhul. Ühepereelamu soojakadude jaotus sundväljatõmbega ventilatsiooni kasutamisel näitab, et kõige olulisem on vähendada soojakadusid ventilatsioonisüsteemi ja akende

kaudu. Näiteks loomuliku ventilatsiooni asendamine soojustagastusega sundventilatsiooniga hoiab kokku 43% kütteenegiast ning ühtlasi garanteerib hea õhuvahetuse ruumides. Sellepärast peaks olema sundventilatsioon koos soojustagastiga mitte soovituslik, vaid kohustuslik kõikidele projekteeritavatele uutele elamutele.

Vaid tehnilistest seadmetest ei piisa?

Eeltoodud seisukohaga ei ole kõik projekteerijad ja ehitajad nõus. Sageli esitatavad vastuargumendid on alljärgnevad.

- Tehniliste seadmete, sh soojuspumpade kasutamine ei ole piisavalt töökindel ja nõuab täiendavaid eksploatatsioonikuluseid.
- Sundventilatsiooni puhul võivad tekkida probleemid seadmete müraga.
- Õhk-vesi- või maasoostuspumpad on oluliselt kallimad õli-, gaasi- ja pelletikateldest.

- Tehnilised seadmed kasutavad kõige kallimat energiat, s.o elektrienergiat.

Sellepärast rõhutakse pigem välispiirete maksimaalsele soojustamisele kui kõige tähtsamale energia kokkuhoiu allikale. See on õige ainult teatud piirini, aga kus see piir asub? Selle üle võib diskuteerida, kuid nagu näha jooniselt 2, on välisseinte optimaalne soojajuhtivuse U-arv (W/m²K) 0,2 lähedal ehk kahe joone ristumiskohas (punkt B). Edasine U-arvu vähendamine suurendab järsult välisseina maksumust. Näiteks kirjeldatud maja puhul saavutasime vaid kogu tarbitava energia vähenemise vaid 11% võrra, juhul kui vähendada U-arvu 0,2 W/m²K kuni 0,09 W/m²K (punkt C). See eeldab, et tuleb lisada 200 mm lisasoostust, mille maksumus oleks umbes 20 €/m², peale selle veel töökulud.

Mis aga puutub ülalmainitud tehniliste seadmete kasutamise probleemis, siis nende valikul peaks lähtuma mitte ainult müüjate, vaid ka erapoolsete spetsialistide soovitudest.

Määravaks on tasuvusarvutused

Iga pereelamu ehitajat huvitab, kui palju on madalaenergiahoone ehk A-energiaklassi maja kallim D-energiaklassi majast ET-arvuga 180 kWh/m²a, mis vastab määruse nr 258 soovitudele.

Selleks et vastata ülalmainitud küsimusele, peame kõigepealt oskama piisava täpsusega hinnata hoone energiatarvet ja erinevate faktorite mõju energiakadude vähendamisel. Seda on

Tabel 2. Erinevate energiaallikate küttekulude maksumus 2011 a alguse seisuga.

	Ölikatel		Gaasikatel		Pelletikatel		Öhk-vesi-soojuspump	
	kWh/m ² a	KWh/a	kWh/m ² a	KWh/a	kWh/m ² a	KWh/a	kWh/m ² a	KWh/a
Energiakulu	65	10 725	65	10 725	69	11 385	25	4125
Soe vesi	27	4455	27	4455	29	4785	9	1485
€/aastas küte		1019		558		433		413
Olmeelekter	26	4290	26	4290	26	4290	26	4290
€/aastas olmeelekter		429		429		429		429
Kokku	118	19 470	118	19 470	124	20460	60	990
Kokku €/aastas		1448		987		862		842



Madalenergiamajades võib saavutada sama summaarse energiakulu ja hea õhuvahetuse nagu passiivmajadeski, kuid selle saavutamise teed on erinevad. Lõpliku otsuse langetamisel on määravaks investeeringute tasuvusarvutused ja nende võrdlus.

võimalik teha, kasutades mõnda sertifitseeritud arvutiprogrammi. Kasutusel olevate tarkvarade arv on küllaltki suur ja arvutuste tulemused võivad paljuski erineda.

Antud artikli autorid on võrrelnud arvutuste tulemusi, kasutades järgmisi arvutusprogramme: DOF-Energia2.0, Eesti majandusministeeriumi soovitatud programm BV2 ja passiivmajadele soovitatavat programmi PHPP 2007. Vaatamata mõningatele metoodilistele erinevustele, ei erinenud lõpptulemus ühepereelamute puhul rohkem kui 4...5%. Seega võib arvutuste tulemusi pidada piisavalt usaldusväärseks.

Arvutuste alusel võib teha alljärgnevad järeldused.

1. D-energia klassi ühepereelamu ET-arvuga 180 kWh/m²a on võimalik projekteerida, kasutades määru nr 258 esitatud soovituslikke välispiire U-arve (vt tabel 1). Siinjuures ei ole projektis ette nähtud soojuspumpi ega soojustagastiga sundventilatsiooni.
2. Selleks et samad majad projekteerida D-energiaklassi asemel A-energiaklassi majadeks ET-arvuga mitte üle 120 kWh/m²a, ei ole tarvis vähendada U-arvuid, mis on soovitatud määru nr 258 (vt tabel 1). Nagu juba mainisime, soojakadusid see oluliselt ei vähenda, kuid suurendab oluliselt välispiirete maksumust.

Kõige suurema efekti soojakadude vähendamisel annab tehniliste seadmete kasutamine.

Seega ühe ja sama välispiirete materjali puhul teeb A-energiaklassi maja kallimaks mitte ehituskonstruktioonide kallinemine, vaid tehniliste seadmete kasutusele võtmine. Esmalt puudub see soojustagastiga sundventilatsiooni ja soojuspumpade kasutamist.

Mis puutub erinevate välispiirete materjalide valikut, siis hoone "karbi" maksumuse osas võivad esineda väga suured erinevused. Samuti tuleb arvestada, et lisaks U-väärtustele on soojakadude vähendamisel väga tähtis osa materjali õhutihedusel ja soojusinsertsil.

Määrav pole vaid energiakulu

Lisaks ülalmainitule on investeeringute tasuvuse arvutamisel oluline küttesüsteemi ja energiaallika valik. Tabelis 2 on esitatud arvutuste tulemused Kuressaare valminud madalenergiamaja puhul, mille kooletav pind on 165 m².

Aeroi madalenergiamajal valiti põrandaküte kütteallikaks ja sooja vee valmistamiseks öhk-vesi-soojuspump.

Tabelis 2 on toodud küttekulude maksumuse (€/aastas küte) võrdlus erinevate energiaallikate puhul. Nagu näeme, on hetkel kehtivate energiahindade puhul kõige kallim kütteõli kasutamine, seejärel gaas ja pelletid ning kõige soodsam on öhk-vesi-soojus-

Küttesüsteemi orienteeruv maksumus	€
Katel, automaatika ja korsten	
Gaas	4000
Õli	4000
Pellet	4000
Öhk-vesi-soojuspump	7000

pumpade kasutamine (413 €/aastas).

Teistsugune olukord tekib, kui arvesse võtta ka küttesüsteemi jaoks tehtud investeeringute suurust. Kuna öhk-vesi-soojuspumba hind on kütteõli, gaasi- või pelletikatlast peaaegu kaks korda kallim, muutub öhk-vesi-soojuspump pelleti- ja gaasikatlast soodsamaks alles enam kui 15 aasta pärast, mis on lähedane seadmete eksploatatsioonieale. See kehtib eeldusel, et energiahinnad jäävad praegusele tasemele või muutuvad proportsionaalselt. Tegelikult on energiahindadel pidev kasvutendents ning prognoosida nende muutumist näiteks 15 aasta pärast on praktiliselt võimatu. Täpsemate küttekulude määramisel tuleb arvestada seadmete eksploatatsioonikuludega ning laenuintresside suurusga.

Tabelis 2 esitatud andmete põhjal võime teha veel ühe olulise järelduse. Praeguste energiahindade ja küttesüsteemi maksumuse puhul on A-energiaklassi maja küttekulud, kasutades kütteks öhk-vesi-soojuspumpa, samas suurusjärgus kui näiteks B-energiaklassi majal, kus kütteks on kasutatud pelleti- või gaasikatelt. Seega ei ole määrav mitte ainult kütteks ja sooja vee valmistamiseks energiakulu suurus (kWh/m²a). Määravaks on ka energiaallika ja küttesüsteemi hind. Nagu juba mainisime, on praegu kõige proble-

maatilisem elektri hind ja selle võimalik tõus lähemate aastate jooksul (viide 4).

Ainult päikeseenergia ei kalline

Ainuke energiaallikas, mille tõusu ei prognoosita ka kaugemas tulevikus, on päikeseenergia. Eesti kliimatingimustes võib päikeseenergiat vee soojendamiseks ja osaliselt ka kütteks efektiivselt kasutada kaheksa kuu jooksul aastas. Päikeseenergia kasutamine novembrist märtsini on seoses väiksema päikeseressursiga vähem efektiivne.

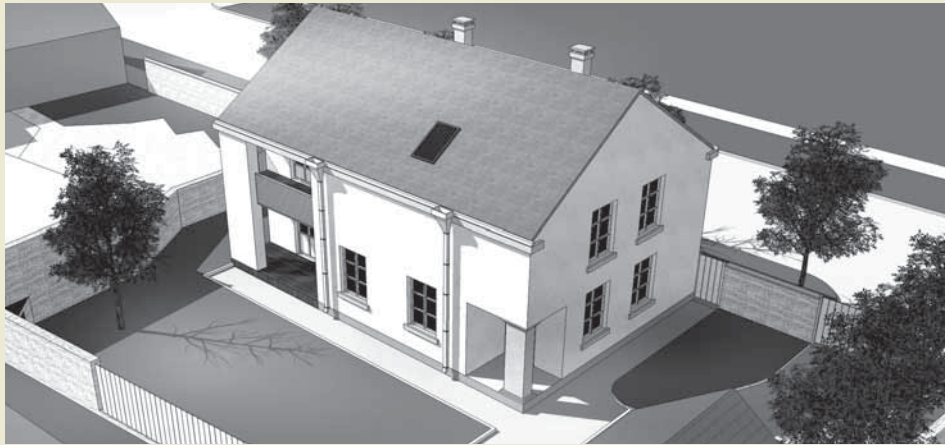
Seega on päikeseenergia väga oluline täiendav kütte- ja sooja vee valmistamise allikas. Kui ei ole soovi kohe päikeseenergia kasutamisse investeerida, võib seda teha ka hiljem, hoone eksploatatsiooni käigus. Siinjuures on väga oluline arvestada seda juba projekteeerimise staadiumis – see praktiliselt ei suurenda projekti maksumust.

Lõpetuseks peatume lühidalt nn ligi nullenergia majaga seotud küsimustel. Europarlamendi direktiiv 2010/31/EL näeb ette, et 2020. aasta 31. detsember

riks peavad kõik uuslamud vastama "ligi nullenergia maja" nõuetele. See tähendab, et uuslamud peavad tootma kas sama palju või rohkem energiat, kui ise tarbivad. Teisisõnu tuleb fossiilkütuste asemel kasutusele võtta alternatiivsed energiaallikad nagu biokütus, tuule- või päikeseenergia (ka elektritootmiseks).

Tuule- ja päikeseenergia kasutusele võtmisel tuleb aga arvestada, et olemas peab olema võimalus müüa toodetud elektrienergia ülejääki ning kui tekib

Poorbetoontoodetest madalenergiamaja Kuressaares



Näitlikustamiseks poorbetoontoodete kasutamist madalenergiamajade ehitamisel tutvustame lähemalt ühte Saaremaale Kuressaarde Aeroci materjalidest rajatud elamut, mis kuulub arvestusliku energiatarbe järgi kõige energiasäästlikumasse A-klassi.

Hoone kogu maapealne osa on ehitatud tervikuna Aeroci poorbetoontoodetest, lisasoojustust on kasutatud vaid põrandaja katusekonstruktsioonis. Välisseinad on laotud Aeroci EcoTerm Plus 500 plokkidest ning viimistletud krohviga. Antud plokkide väga hea soojapidavus võimaldab ehitada üleni plokkidest seinu ilma lisasoojustuseta. Võimalus ehitada soojapidav sein vaid ühest materjalist kehtib ainult Aeroci EcoTerm Plus 375 ja 500 plokkidel (soojujuhtivus U (W/m^2K) vastavalt 0,22 ja 0,17). Aeroci poorbetoonist toodete kasutamine kõigis maapealsetest kandekonstruktsioonides, kaasa arvatud vahe- ja katuslagedes, tagab tervikliku lahenduse, millel on hea õhutihedus ning välisistatud külmasillad.

Hoone on väga madala energiatarbega, selle arvestuslik energiatarbepuudus (ET-arv) on 90 kWh/m² aastas, mis vastab Eestis kõige kõrgemale, A-energiaklassile (kuni 120 kWh/m² aastas). Sealhulgas on kütteeenergia osa kogu arvestusliku energiatarbimises vaid 25 kWh/m² aastas. Hoone arvestuslike energiakulude jaotus on toodud juuresoleval joonisel protsentidega ja tabelis konkreetsete numbritena.

Soojakaod läbi akende ja seinte võrdsed

Hoone arhitektuurne lahendus valiti välja arhitektuurivõistluse tulemusel, arhitektiks on Jürgen Lepper arhitektuurbüroost Dimensioon OÜ. Kuna krunt asub vanalinna muinsuskaitseala

piiril, pöörati konkursil erilist tähelepanu uue hoone sobitamisele ajaloolisse arhitektuuri-keskkonda. Valminud hoone on klassikaline kahekorruline viilkatusega hoone. Hoone mahud, nende liigendus, avade proportsioonid, detailid ja välisviimistlus pidid olema kooskõlas piirneva ajaloolise hoonestusega. Hoone on hea kompaktsusega (välispiirete pinna suhe võrreldes ruumide kätava kubatuuriga on optimaalne), mis on väga oluline heade energiatarbepuuduse näitajate saavutamiseks.

Hoone konstruktsioonides

kasutatud Aeroci tooted on kujutatud joonisel 3. Hoone ehituse käiku ja kasutatud sõlmahendusi illustreeriva pildigaleriiga ning Aeroci toodetest seinte, vundamendi, vahelagede ja katuse sõlmede tehniliste joonistega saab tutvuda ettevõtte kodulehel.

Seinte, katuse ja põrandu U -arvud jäävad antud maja puhul vahemikku 0,15...0,2 Wm^2/K . Kasutatud akende U -arv on 0,82 Wm^2/K . Seega vastavad Aeroci madalenergiamaja välispiiretes kasutatud U -arvud Vabariigi Valitsuse määruses nr 258 esitatud soovituslikele U -arvudele. Tänu akende väiksele kogupinnale võrreldes kätava pinnaga on arvestuslikud soojakaod läbi akende ja seinte enam-vähem võrdsed. Arvestuslikud soojakaod läbi katuse ja põrandu on veelgi väiksemad. Aeroci poorbetoontoodetest terviklahenduses puuduvad külmasillad korruste vahelagede juures. Soojapidavad välisseinad ja aknad tagavad sisepindade ühtlase temperatuuri ja seeläbi soojustliku mugavuse kogu majas.

Kõik kulukomponendid olgu kontrolli all

Antud hoone kütmiseks ja sooja vee valmistamiseks kasutatakse õhk-vesi-soojustpumpa, mis oluliselt vähendab küttele kuluvat elektrienergiat. Aasta keskmine soojustegur (COP) on õhk-vesi-soojustpumbal Eesti kliimas ligikaudu 2...2,5. Hea sisekliima saavutamiseks ja energiasäästliku õhuvahetuse korraldamiseks kasutatakse soojatagastusega ventilatsioonisüsteemi, milles väljatõmmatava õhu soojusest ligi 80% taaskasutatakse sissepuhkeõhu soojendamiseks kuni 16 °C.

Energiasäästliku hoone saavutamiseks on oluline, et hoone välispiirded oleksid õhutihedad ega toimuks märkimisväärset soojakadu läbi õhulekete. Praktilised õhutiheduse mõõtmised on

elektrienergia puudus, seda ka osta. Eesti väiketootjal ja tarbijal selline võimalus praegu puudub, aga Euroopa Liidu riikides, kus selline lahendus on tagatud, on "ligi nullenergia majade" pilootprojektid juba kasutusel (viide 5).

Vaatamata Euroopa Liidu ponnistustele, oli 2010. aastal taastuvate energiaallikate osakaal bilansis vaid 3,8% (viide 6). Sellepärast on mõnede spetsialistide arvates fossiilkütusel toodetava energia suuremahuline asendamine taastuvate energiaallikatega

siiani problemaatiline.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et projekteerides madalenergiaelamut ja arvestades soojakadusid, on soovitatav kasutada mõnda sertifitseeritud arvutiprogrammi, mille abil on võimalik kiiresti ja piisava täpsusega läbi analüüsida olulisemate faktorite mõju soojakadude vähendamisel. See võimaldab vastu võtta majanduslikult põhjendatud otsuse nii välispiirete materjali kui ka tehniliste seadmete valikul. ■

Viited allikatele:

1. www.passiv.de

2. www.ytong-silka.de

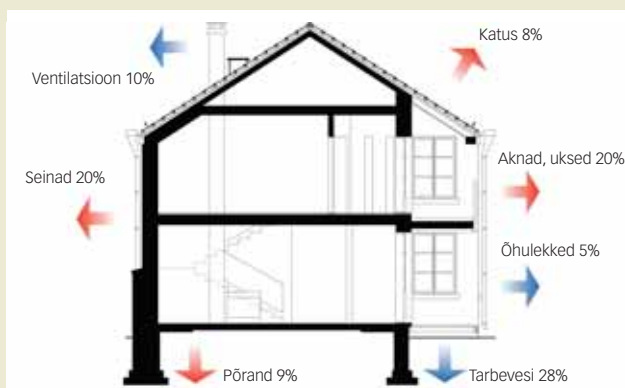
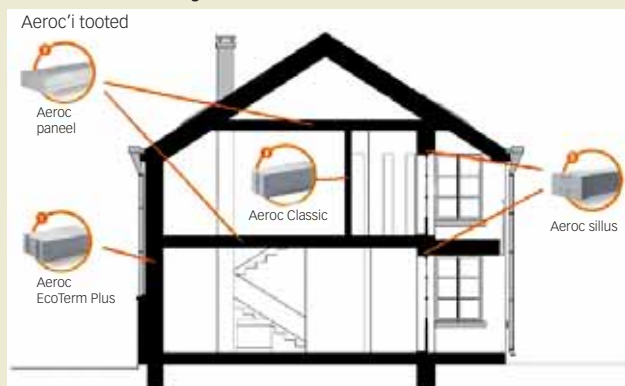
3. www.aeroc.ee

4. Andrus Allika "Meile valetatakse. Elektri hind võib tegelikult kolmekordistuda!"; Pealinn 20.06.2011

5. Tõnu Mauring, Jaanus Allik, Margus Valge, Tuule-Mall Kull "Võimalik tee energiasakaaluni"; Ehitaja mai/juuni 2011

6. Mihkel Veiderma "Energia maailmas, Euroopas ja Eestis"; Postimees 19.07.2011

Aeroci madalenergiamaja energiaarvestuse tehnilised näitajad.



näidanud, et Aeroci poorbetoonmajad on ühed paremad õhutiheduse seisukohalt ($n_{50} = 1 \text{ 1/h}$), õhutiheduse tagavad materjali kinniste pooridega struktuur ja plokkide ladumisel kasutatav peenmört (Aeroci plokiliim), aga samuti projekteerimise käigus hästi läbi mõeldud konstruktiivsed välispiirete sõlmede lahendused. Arvestuslik soojakaod läbi õhulekete on vaid 5% kogu hoone soojakadudest.

Selgitame järgnevalt energiaarvestuse lähteandmete valikut (vt tabel), kusjuures rõhuasetus on kontseptsioonil "terviklik lähenemine". Hoone energiakulu koosneb mitmest komponendist ja lõpptulemusega võib rahule jääda juhul, kui kõik kulukomponendid on ühte moodi kontrolli all – ei ole midagi hoolestusse jäetud ega ole ka milleski asjatult üle pingutatud.

Antud energiasäästliku hoone projekteerimisel arvestati alljärgnevate teguritega.

Aeroci madalenergiamaja energiaarvestuse tehnilised näitajad.

Köetav pind	165 m ²	
Välisseinad: Aeroc EcoTerm Plus 500	203 m ²	U-arv 0,17 Wm ² /K
Katuslagi: Aeroc paneel 250 mm + 200 mm soojustus	97 m ²	U-arv 0,15 Wm ² /K
Põrand XPS 100 mm soojustusega	118 m ²	U-arv 0,2 Wm ² /K
Aknad Kalesy HTP-10	45 m ²	U-arv 0,82 Wm ² /K
Hoones on põrandaküte. Kütteks ja tarbevee soojendamiseks kasutatakse õhk-vesi-soojustuspumpa Mitsubishi PUHZ-HRP100YHA2		Arvestuslik soojustegur 2,1
Ventilatsioonisüsteem Komfovent 400 REGO		Soojatagastus 80%
Sooja tarbevee kulu		65,7 m ³ /aastas
Piirete arvestuslik õhutiheduse näitaja		1,0/h

Hoone arvestuslike energiakulude jaotus

Energia	kWh/m ² a
Küte	25
Tarbevesi	9
Elekter valgustusele	7
Elekter olmeseadmetele	13
Elekter ventilatoritele	6
Kokku	60
ET-arv	90
Energiaklass	A

- Hoone kompaktsus.
- Soojapidavad välispiirded, külmasildade puudumine.
- Soojatagastusega ventilatsioonisüsteem.
- Minimaalsed soojakaod infiltratsiooni tõttu.
- Suure kasuteguriga küttesüsteem.
- Hea ja meeldiva sisekliima saavutamiseks on olulised alljärgnevad tingimused.
- Piisav ja ühtlane õhuvahetus, minimaalselt 0,6 korda tunnis.
- Sobiv sisetemperatuur ja õhu relatiivne niiskus.
- Soojad ilma külmasildadeta seinpinnad.
- Toatemperatuuri ja väliseina sisepinna temperatuuri vahe ei tohi olla suurem kui 2 °C.