

Uudne õhutussüsteem kasutab hoone termilist massi

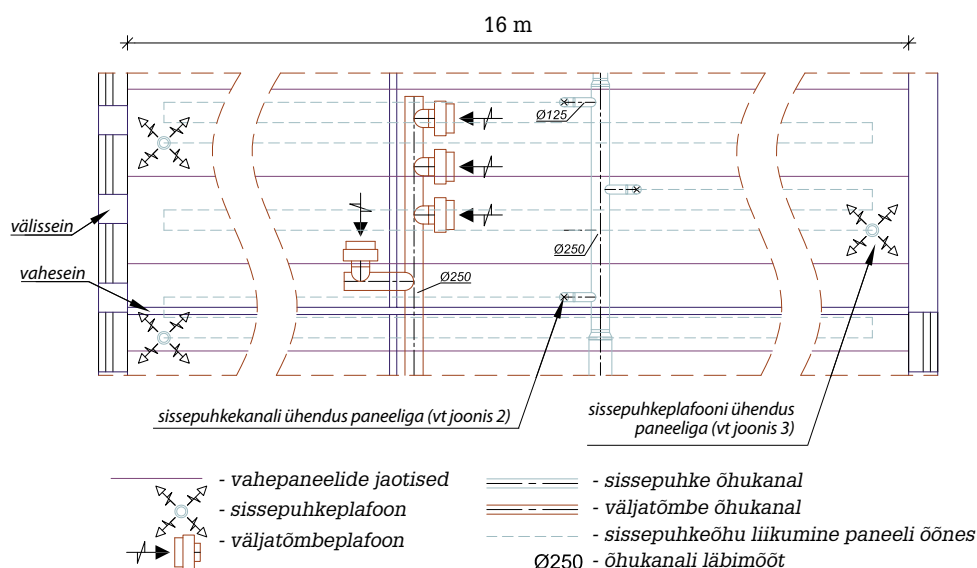
Mullu Tallinna Tehnikaülikoolis valminud magistritöös uuriti Eestis vähe levinud hoone tehnosüsteemi, mis utiliseerib betoonist hoonekonstruktsioonide termilist massi hoone küttes ja jahutuses, mis pole energia- kasutuselt halvem kui näiteks jahutustaladega süsteem, kuid on viimasest kolmandiku võrra odavam.

MARTIN MININ

ehitaja@aripaev.ee

Ajal, mil energia hinnad maailmas jätkuvalt tõusevad, pööratakse järjest enam tähelepanu energia kokkuhoiule. Hoonete energia- tõhususes peitub suur energiakasutuse kokkuhoiuvõimalus. Hoonete energiakasutus moodustab nii Eestis kui ka teistes Euroopa Liidu liikmesriikides umbes 40% summaarsest primaarenergia kasutusest. Samuti pööratakse järjest enam tähelepanu hoone sisekliimale, mille kvaliteet sõltub aga otseselt energiakasutusest. Mugavus, energiakasutus ja esmainvesteeringute suurus ajendab pidevalt välja töötama uusi ja energiasäästlikumaid hoonete lahendusi, sealhulgas paremaid konstruktsioone ja materjale, tehnosüsteeme ning -seadmeid.

2013. aasta suvel kaitsesin Tallinna Tehnikaülikoolis magistritöö, mille eesmärk oli uurida alternatiivseid hoone tehnosüsteeme, mille ehitamine oleks majanduslikult soodne ning mis oleksid eksploatatsioonis energiasäästlikud. Uurimistöös töötasin välja uut tüüpi hoone vahelae õõnespaneeli kasutava ventilatsiooni ja jahutuse õhusüsteemi, mis utiliseerib laepaneelide soojusmahtuvust nii hoone küttes kui ka jahutuses. Samuti uurisin dünaamiliste energia-



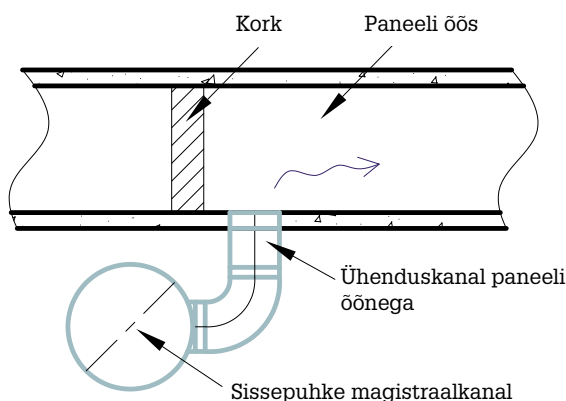
simulatsioonidega taolise süsteemi sobivust Eesti kliimatingimustesse. Võrdlesin süsteemi ühe enam levinud õhutussüsteemiga.

Teoreetiline taust ja eeskujud

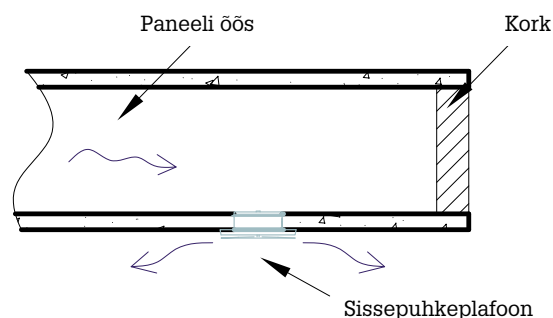
Uue energia- ja õhupaneeli süsteemi eeskujuks on 1970. aastatel Rootsis välja töötatud TermoDeck®. Alates 1978. aastast on kirjeldatud süsteemi kasutades ehitatud üle 380 hoone peamiselt Skandinaavias, Põhja-Euroopas, Kesk-Idas ja Põhja-Ameerikas.

Antud süsteemi põhiliseks eripäraks on asjaolu, et soovitakse võimalikult efektiivselt ära kasutada hoone termilist massi. Selle saavutamiseks antakse sissepuhkeõhk ruumidesse läbi vahelae õõnespaneelide, milles värske välisõhk soojeneb või jahtub. Termiline mass kirjeldab üldiselt materjali võimet salvestada soojust. Suvel jahutab õine jahe õhk vahelaepaneeli maha, mis omakorda päevasel ajal jahutab sissepuhkeõhku. Talvel utiliseeruvad ruumi vabasoojused paneelis, mis soojendab sissepuhkeõhku.

Joonis 1.
Fragment TermoDecki® süsteemiga laest



Joonis 2. Sissepuhke ventilatsioonikanali ühendus õõnespaneeliga



Joonis 3. Sissepuhkehajuti paigaldus õõnespaneeli laepinnale

Õhk liigub õõntes aeglaselt, mis tagab õhu ja paneeli õõne sisepinna vahel pikaajalise kokkupuute. Sellest tulenevalt on vahelaepaneel justkui passiivne soojusvaheti, mis annab sooja ära või siis hoopis neelab seda endasse. Joonisel 1 on näidatud sissepuhkeõhu liikumise põhimõtteline skeem vahelaes.

Ventilatsioonikanalite magistraalid paiknevad koridorides. Ruumides traditsioonilised õhukanalid puuduvad, sest õhk liigub vahelaes õõntes. See annab võimaluse jätta ruumides ära ripplaed. Ventilatsioonikanali ja lõppelemendi ühendus paneeliga on toodud joonistel 2 ja 3.

Lihtsustatult on TermoDeck®

süsteem, mis püüab jahutuseks ära kasutada öist jahedat välisõhku ning kütteks hoone vabasoojuseid. Selliselt aga töötab süsteem ainult kliimas, kus öine ja päevane välisõhutemperatuur erineb suuresti.

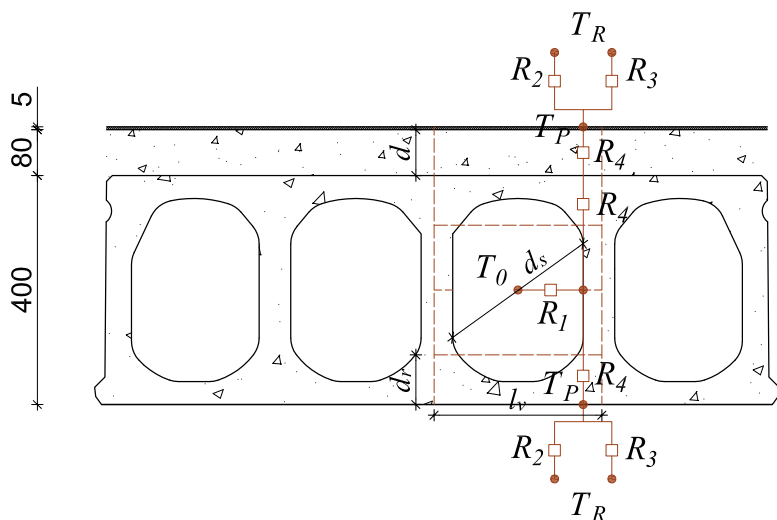
Uut süsteemi arendades püüdsime selle teha võimalikult lihtsa võrreldes TermoDecki® süsteemiga. Kuna Eesti kliimas domineerib küte, lahutasime algselt ventilatsioonisüsteemist küttefunktsiooni. Peamiselt köetakse madalatemperatuuriliste radiaatoritega vesikeskküttesüsteemiga, mis tagab täpsema temperatuuri reguleerimise võrreldes õhkküttesüsteemiga.

Tänu sissepuhkeõhu soojenemisele õõnespaneelides on võima-

Süsteemi peamiseks eripäraks on, et alati tekib korrustel erinev jahutusolukord. See tuleneb sellest, et korruste vahel olev õhupaneel jahutab nii ülemist kui ka alumist korrust samal ajal.

lik ära jätta ventilatsiooniseadme küttekalorifeer. Küttekalorifeeri ära jätmise eelduseks on hea temperatuurikasuteguriga soojus-tagasti, mille kasutegur on vähemalt 80%. Kindlasti peab süsteemil olema seade ventilatsiooniõhu jahutamiseks. Süsteem on konstantse õhuhulgaga, mis seadistatakse süsteemi ehitamisel. Sissepuhkeõhu temperatuuri juhitakse välisõhu temperatuuri järgi. Tulemusena saadakse lihtne ja töökindel süsteem, mida peaks olema lihtne projekteerida, ehitada ja hiljem ka eksploateerida.

Kuna uuel süsteemil puudub sissepuhkeõhu soojendamiseks eraldi seade, oli oluline uurida, kuidas õhk paneelis liikudes soojeneb. Talvisel ajal on paneeli sisse antava õhu temperatuur palju madalam kui paneeli ja ümbritseva keskkonna temperatuur. Sellest tulenevalt paneeli õõnes õhk soojeneb. See toimub tänu soojusülekanale paneeli sise- ja välispinnal. Õhu soojenemine sõltub sissepuhuta-

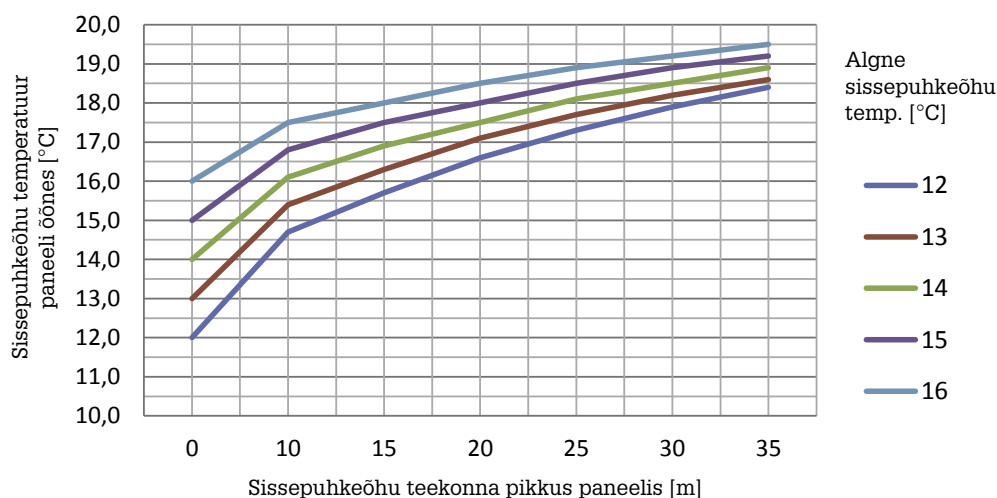


Joonis 4. Paneeli ristlõige

va õhu ja ümbritseva keskkonna temperatuuridest, õhu liikumise kiirusest paneeli õõnes, paneeli ristlõike mõõtmetest ning paneeli füüsilistest omadustest (tihedus, soojusjuhtivus, erisoojus) ning õhu liikumise teekonna pikkusest. Võttes arvesse kõiki neid parameetreid, leidsime valemi, millega saab arvutada sissepuhkeõhu temperatuuri paneeli eri punktides. Mõned tulemused on toodud joonisel 5.

Uuriti lihtsustatud mudelit

Põhiline uurimistöö on tehtud energiasimulatsioonitarkvaraga IDA-ICE, kus erinevaid hoone ja tehnosüsteemide seadistusi simuleeriti. Mudeli loomisel võeti aluseks olemasolev hoone, milleks on ASi E-Betoelement peakontor Harkus Harjumaal. Võrreldes vaadeldava hoonega on mudelit



Joonis 5. Sissepuhkeõhu soojenemine paneeli õõnes

lihtsustatud, et üldistada uurimistulemusi (vt lihtsustatud mudel).

Simulatsioonide käigus uuriti termilisi protsesse paneelis ning sa-

muti kogu hoone sisekliimat suvisel ajal ja energiakasutust. Kuna nimetatud energiasimulatsioonitarkvaras puudub täpselt vastav

KIVID OTSE TOOTJALT!

Betoneks kõnniteekivide kulumiskindluse ja vastupidavuse tagavad kaasaegne tehnoloogia, kvaliteetsed toorained ja pidev kvaliteedikontroll

Betoonist kõnniteekivid

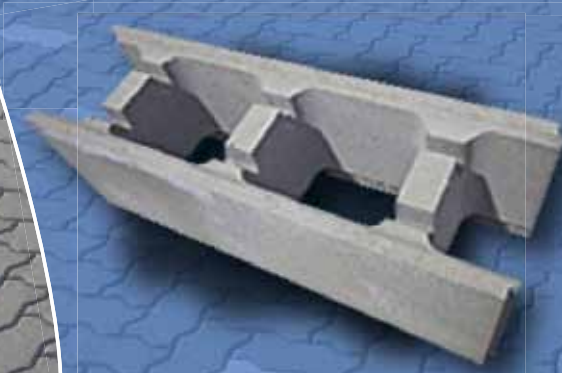
UNI-kivi
NUNNA-kivi
KLOOSTRI-kivi
VANALINNA-kivi
KARTAANO-kivi

Raketisplokk

BP-240 240X200X596/605
BP-190 188X200X597/605

Õõnesbetoonplokk

VH-240 240X190X585
VH-190 190X190X585
VH-140 140X190X585
VH-90 90X190X585



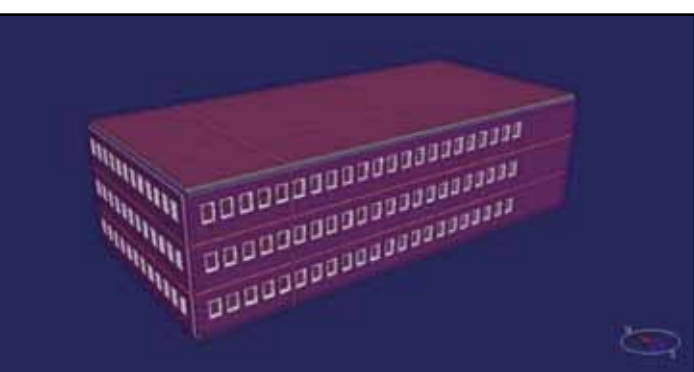
ISO 9001:2008

Betoneks AS Tel 681 4104, 5308 8105
Silikaltsiidi 5, Tallinn 11216 Faks 681 4135
myyk@betoneks.ee www.betoneks.ee

 **betoneks**



Algselt loodetud energia kokkuhoidu uus süsteem leitud tulemuste põhjal ei andnud, aga energiakasutuselt pole süsteem halvem kui näiteks jahutustaladega süsteem.



ASi E-Betoonelement peahoone Harkus

Lihtsustatud mudel energia-simulatsiooni-programmis

moodul, millega uut süsteemi modelleerida, tuli leida alternatiivne võimalus. Magistritöö lisana valminud projekteerimisjuhised annavad täpsed suunised süsteemi simuleerimiseks energiasimulatsiooniprogrammis, kasutades selleks programmi tüüpseid tehnosüsteemide mooduleid.

Tulemused ja süsteemi eripärad

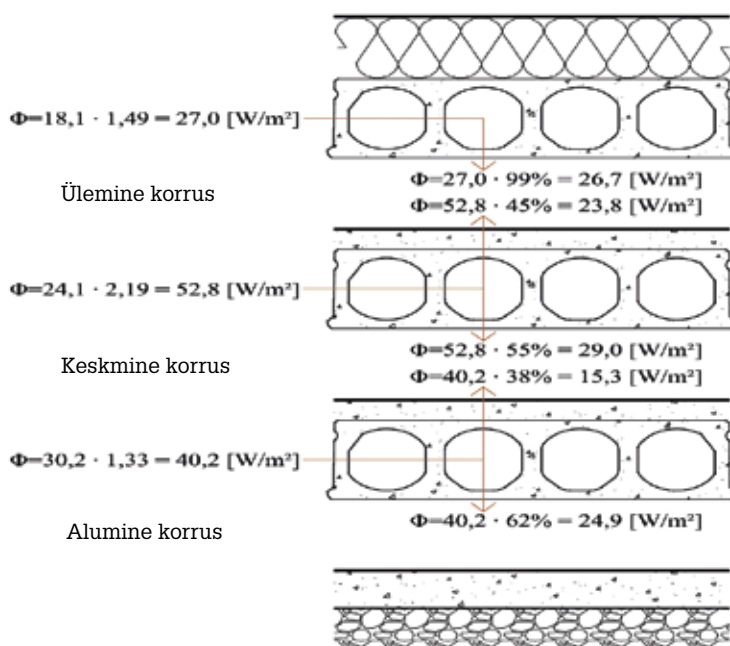
Süsteemi peamiseks eripäraks on, et alati tekib korrustel erinev jahutusolukord. See tuleneb sellest, et korruste vahel olev õhupaneel jahutab nii ülemist kui ka alumist korrust samal ajal. Kõige halvem on olukord esimesel korrusel, mis saab jahutuse ainult laest, ning kõige parem viimasel korrusel, mille lagi annab jahutuse ainult selle all olevale ruumile, sest peal asub soojustatud katus. Sellest tulenevalt peab erinevatel korrustel dimensionima energia- ja õhupaneeli erinevalt.

Veel võib välja tuua, et energia- ja õhupaneeli võimsusväljas-

tus võib hetkeliselt olla kuni kaks korda suurem, kui oli algselt ette antud, olenevalt ruumi jahutuskooormusest. Kui paneel on maha jahutatud ning näiteks pärastlõunasel ajal tõuseb ruumiõhu temperatuur maksimaalsele tasemele, annab paneel korraga välja rohkem jahutusenergiat. Joonis 6 kirjeldab hästi jahutusenergia jagunemist erinevate korruste vahel. Projekteeritud jahutusvõimsust korrigeeritakse parandusteguriga, mis saadakse tipukoormustest, ning edasi on näidatud, kuidas võimsus korruste vahel jaguneb.

Energiaühikuhusarv ETA on arvatud tarnitud energiast, energiakandja kaalumistegurid: elekter 2,0 ja kaugküte 0,9.

Joonis 6. Jahutusenergia jaotumine erinevate korruste vahel



Lihtne, töökindel ja soodne soetada

Tuginedes simulatsioonide tulemustele, võib öelda, et uus süsteem sobib Eesti kliimasse ja vastab Vabariigi Valitsuse määrusele "Energiaühikuhuse miinimumnõuded". Kõigi erinevate mudelite puhul jäi energiaühikuhusarv (ETA) ettenähtud piiridesse, milleks on büroohoonete puhul maksimaalselt 160 kWh/(m² a). Algselt loodetud energia kokkuhoidu uus süsteem leitud tulemuste põhjal ei andnud, aga energiakasutuselt pole süsteem halvem kui näiteks jahutustaladega süsteem. Mõlema süsteemi summaarset tarnitud energiahulka võib lugeda võrdseks. Samuti võrreldi kahe erineva süsteemi esmainvesteeringute maksumust.

Tavapärane jahutustaladega süsteem on ligikaudu 30% kallim, erinevus tuleb peamiselt materjalide kulust.

Uue süsteemi eelised on lihtsus, töökindlus ning odavad esmainvesteeringud. Miinustena võib välja tuua piiratud kasutuse suurte jahutuskooormustega hoonetes ja vähem täpse temperatuuri reguleerimise jahutusperioodil. Süsteemi maksimaalne jahutuskooormus on piiratud 50 W/m².

Magistritöö juurde kuuluvad ka esmased projekteerimisjuhised uut tüüpi tehnosüsteemi projekteerimiseks. Projekteerimisjuhised annavad lühiülevaate süsteemi olemusest ning vajalikud suunised süsteemi projekteerimiseks ja energiaarvutusteks energiasimulatsiooniprogrammis. **E**

Tarnitud energia

	õhupaneel		jahutustalad		erinevus
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	
Ruumide küte	41 481	27,2	31 542	20,7	24,0
Ventilatsiooniõhu soojendamine		0,0	10 943	7,2	
Soe tarbevesi	9139	6,0	9139	6,0	0,0
Ventilatsiooniõhu jahutus	3353	2,2	2938	1,9	12,4
Ruumide jahutus		0,0	421	0,3	
Valgustus	28 567	18,8	28 567	18,8	0,0
Ventilaatorid ja pumbad	14 311	9,4	14 341	9,4	-0,2
Seadmed	28 567	18,8	28 567	18,8	0,0
Kokku	125 418	82,3	126 458	83,0	-0,8
Energiatõhususarv	128 kWh/m ² a		129 kWh/m ² a		

Tabel. Aastase energiasimulatsiooni tulemused



INSTANTI TÕSTUKID – turvaliselt kõrgustesse!

**NÜÜD
SAADAVAL
TELLINGU
KOMPLEKT
KOOS
TREILERIGA!**



INSTANT EESTI

Tõstukite ja tellingute koolitus nüüd ka internetis! Vaata www.instant.ee.
Mobiilsete torntellingute, fassaaditellingute, tõstemehhanismide ja piirdetarandite müük.

www.instant.ee