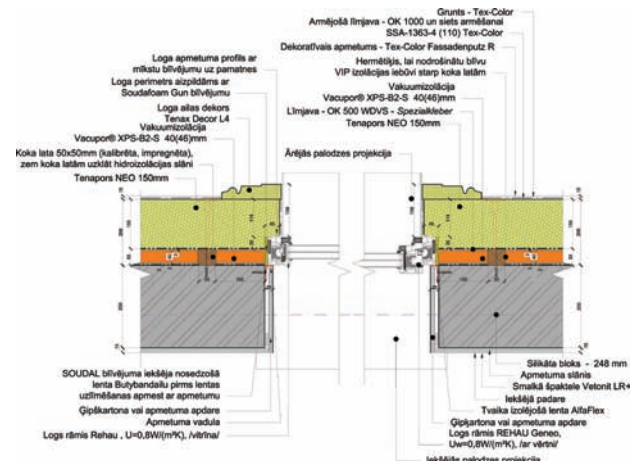




Loga izbūves mezglis.

Vienā no pasīvo ēku definīcijām teikts, ka panākumu garants ir kontrolēta ventilācija ar ļoti efektīvu siltuma atgūvi no piesārņotā izvadāmā gaisa.

JĀNIS BĒRZIŅŠ, ĒRIKA LEŠINSKA

FOTO: JĀNIS BĒRZIŅŠ,
«MENERGA BALTIC» ARHĪVS

Pasīvā biroja ēka Liepājā

Pasūtītājs: SIA «Lenkas energo». **Projektētājs:** SIA «ARCHE», arhitekts Aivars Robinš, uzņēmuma vadītājs Jānis Bērziņš. **Būvfizikas aprēķini:** Andris Vulāns. **Ģenerāluņēmējs:** SIA «BIG GRUPA». **Sistēmas un materiāli:** logi – SIA «AILE», profilu sistēma – «Rehau Geneo», siltumizolācija – «Tenax NEO» un «Porextherm» (Vācija), fasādes vakuumizolācija; pasīvās durvis – «Energate Ltd.» (Vācija), ventilācija – SIA «Menerga Baltic», jumta segums – SIA «Tode», valcētais skārds.

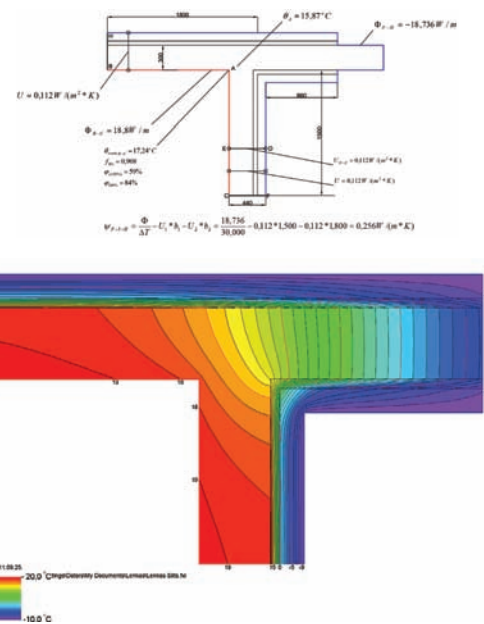
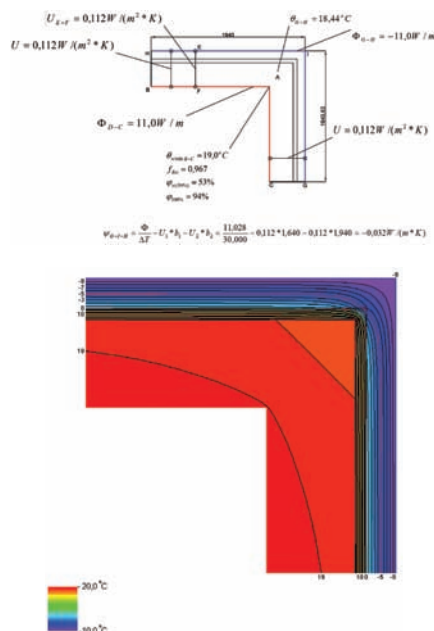
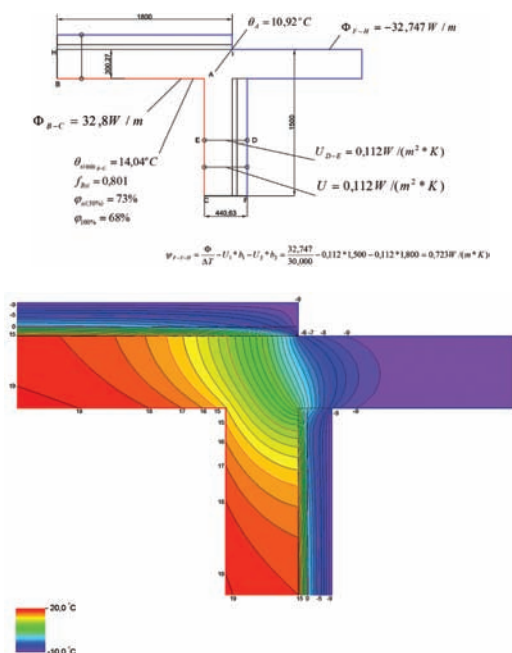
Būvēt ļoti zema enerģijas patēriņa ēku Latvijā daudzi šobrīd uzskata par nevajadzīgu greznību, taču ilgtspējības kontekstā tas noteikti transformējas par ļoti lielu ieguvumu. Pasūtītāju un projektētāju vienotā ilgtspējīgas būvniecības principi, un tā Liepājā iepriekšējā gada rudenī – 2011. gadā – ar KPFI līdzfinansējumu tika sāktā zema enerģijas patēriņa biroja ēkas būvniecība.

Pirms projektēšanas darbu sākšanas iepazīstoties ar ēkas novietnes situāciju, tika konstatēts, ka plānotā objekta vietā atrodas izbūvēti pamati un trīs norobežojošās sienas 2,4 m augstumā, turklāt pamati atrodas uzņēmuma teritorijas iekšpagalmā. No vienas puses, šķita, situācija atvieglo risināmo uzdevumu, jo bija definēta ēkas ģeometrija un novietojums. Taču tie bija tikai sākuma maldi, jo patiesībā situācijas faktori projektēšanas uzdevumu padarīja grūtāku un, neliagsimies, arī aizraujošāku. Šādi novietotā ēkas apjomā saskaņā ar aprēķiniem ziemas periodā nebija iespējams iegūt pietiekami daudz saules siltuma, kas

ļautu nodrošināt pasīvās ēkas standartus, kā arī izbūvēto konstrukciju struktūra un siltumnoturība bija ļoti tālu no vēlamā. Mums kā projektētājiem nācās strādāt pie risinājumiem, kas ļautu sasniegt vienu no galvenajiem mērķiem – enerģijas patēriņu biroja ēkā atbilstoši pasīvo ēku nosacījumiem un pieņemtajiem standartiem, tas ir, 13,86 kWh/m² gadā. Projektētāju komanda pieņēma šo izaicinājumu un tā pamatotību un nākotnes ieguvumus argumentēti pierādīja arī pasūtītājam.

Viens no pasīvo māju būvniecības koncepcijas nosacījumiem – lineārais termiskais tilts nedrīkst pārsniegt $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$. Sākotnējā objekta apsekošanā konstatējām, ka ēkas norobežojošā ārējā ir sabetonēta kopā ar betona žogu. Lai vizuāli un ar aprēķiniem pamatotu pasūtītājam nepieciešamību konstrukcijas nodalīt, tika pieņemts lēmums ar termisko tiltu aprēķina programmu izanalizēt termisko tiltu vērtību izmaiņas dažādu siltināšanas risinājumu gadījumā. Termisko tiltu analīzi mīnētajam mezglam veica būv fiziķis Andris





Vulāns. Vēl jāpiebilst, ka katras būtiskākās izmaiņas tika pārreķinātas pasīvo māju aprēķina programmā PHPP2007, lai noteiktu, kā izmaiņas un to radītās vērtības ietekmēs ēkas kopējo energobilanci.

Tika izstrādāti trīs risinājumi. Pirmajā variantā tika veikts mezgla siltumtehnikais aprēķins un temperatūras sadalījuma analīze, ja mezgls tiks izbūvēts, pārtraucot siltinājumu pie esošā žoga. Rezultāts: **termiskā tilta zudumi $\Psi=0,723 \text{ W/(mK)}$** . Otrajā variantā tika veikts mezgla siltumtehnikais aprēķins un temperatūras sadalījuma analīze, ja mezgls tiks izbūvēts, turpinot siltumizolāciju 1 m attālumā no esošā stūra. Rezultāts: **termiskā tilta zudumi $\Psi=0,256 \text{ W/(mK)}$** . Trešajā variantā attēlots mezgla siltumtehnikais aprēķins un temperatūras sadalījuma analīze, ja stūra mezgls tiks izbūvēts atbilstoši **pasīvās mājas** standartam. **Termiskā tilta zudumi $\Psi=-0,032 \text{ W/(mK)}$** .

Ar šādas analīzes un tajā iegūto salīdzināmo datu palīdzību bija viegli skaidrot pasūtītājam konstrukciju būvfizikālos procesus un to sekas, pārliecinot, cik būtiski pieņemt korektus lēmumus, balstot tos uz aprēķiniem. Tomēr jāatzīmē arī pasūtītāja ieinteresētība un atsaucība kvalitatīvā projekta realizācijas galarezultātā, jo, pateicoties pasūtītāja izpratnei un atsaucībai, šī būs pirmā ēka Latvijā, kuras ārējo siltināšanā izmantoti vakuūmizolācijas paneļi. Šis materiāls, kas nav īsti populārs mūsu zemē, nav lētākais siltumizolācijas risinājums. Par tā esamību, iespējams, daudzi arhitekti,

projektētāji un būvnieki dzirdējuši tikai semināros. Pagaidām zīmolam Baltijas valstīs nav pārstāvēniecības, tāpēc vakuūmizolācijas paneļi iegādāti no Vācijas ražotāja POREH-THERM. Vakuūmizolācijas paneļu ražošana balstīta uz mikrotehnoloģiju inovācijām siltumizolācijas materiālu izgatavošanā. Tehnoloģijas atslēga meklējama paneļu pildījuma struktūrā, kurā izmantotas silīcija oksīda (Fumed silica) pulvera daļiņas. Mikroskopiskā līmenī daļiņas izkļūdinātas, un rezultātā notiek tikai punkta kontakts starp sfēriskajām mikroskopiskajām daļiņām. Tas ievērojami samazina siltumvadītspēju, turklāt mikroporas samazina siltuma pārvadi konvekcijas ceļā. Speciāli izstrādātie infrasarkanā starojuma blāvētāji arī samazina siltuma pārvadi, absorbējot un atstarojot starojumu.

Silīcija oksīda daļiņu kodola mikroskopiskās siltumizolējošās īpašības vēl vairāk iespējams palielināt ar vakuuma tehnoloģiju. Šajā procesā kodols tiek iekapsulēts daudzslāņu barjeras apvalkā vakuumā, izmantojot patentētu tehnoloģiju. Apvalks tiek veidots no vairāku slāņu kārtas (biezums apmēram 100–200 μm). Šajā vairākslāņu kārtā tiek izmantots arī alumīnija slānis tā zemās gaisa un ūdens caurlaidības dēļ. Materiāla vakuuma iestrāde pilnībā novērš siltuma pārvadi konvekcijas ceļā. Vakuūmizolācijas paneļu siltumvadītspējas nominālais koeficients ir 0,007 $\text{W/(m}^2\text{K)}$.

Būvniecības nozarē vakuūmizolācijas paneļi ļauj sasniegt ļoti efektīvus rezultātus ar ārkārtīgi nelielu izolācijas biezumu –

20 mm, kas atbilst ~200 mm minerālvates. Pasīvās biroja ēkas būvniecībā Liepājā tika izvēlēts tieši šis materiāls, jo bija būtiski ar minimāla biezuma siltuma izolāciju sasniegt maksimālu rezultātu – to noteica ēkas novietne. Izanalizējot ēkas novietni pret debespūsēm, tika konstatēts, ka ēkas galvenā fasāde ar logiem vērsta pret DR, bet noēnojumu rada blakus esošā daudzdzīvokļu ēka, un, lietojot tradicionālos siltināšanas materiālus, lai sasniegtu pasīvās mājas standartus, pamatīgi palielinātos kopējais sienas biezums, kas savukārt vēl vairāk samazinātu saules gaismas iekļūšanu telpās.

Enerģijas monitorings

Jau projektēšanas sākotnējā stadijā tika domāts par perspektīvo ēkas monitoringu un dalītu enerģijas uzskaiti. Topošajā pasīvajā biroja ēkā paredzēta atsevišķa uzskaitē ventilācijas iekārtai un atsevišķa uzskaitē elektrības un apgaismojuma patēriņam. Lai garantētu maksimāli labu rezultātu, pasūtītājs pieaicināja energoauditorus veikt monitoringu būvniecības procesā, kas izpaudās patstāvīgā sarežģītāko mezglu analīzē ar termisko tiltu analīzes datorprogrammu un pasīvo māju energopatēriņa programmu PHPP2007. Jāmin kāds piemērs no darba procesa. Saskaņā ar projektu virs logiem tika plānots uzstādīt siltinātās ārējo ruļļveida žalūziju kasetes, lai nepieciešamības gadījumā aizsegtu logu stiklus un paglābtos no karstuma. Bet, izpētot pat pašu energoefektīvāko žalūziju termisko tiltu vērtības loga un žalūzijas kasetes savienojuma vietā



Iekārtas apsaite ventkamerā.

un ievadot šīs skaitliskās vērtības aprēķinu programmā, secinājām, ka minētais termiskais tilts būtiski (par 5 kWh/m² gadā) pasliktinās ēkas kopējo enerģijas patēriņu. Pēc aprēķinu rezultātu analīzes no ārējo žalūziju risinājuma atteicāmies. Analogi aprēķini un pārdomāti optimāli risinājuma meklējumi notika, izvēloties loga izbūves mezgla veidu. Darbu sarežģīja fakts, ka vakuumizolācijas paneļus nav iespējams piegriezt objektā uz vietas. Izstrādājām vakuumpaneļu izklājuma plānu, ievērtējot logu atrašanās vietas un nepieciešamos minimālos attālumus līdz logiem.

Pēc logu montāžas objektā tika veikts blīvuma tests, lai ēkas būvstadijā novērtētu ēkas blīvumu un pirms interjera apdares varētu izlabot nepamanītos iebūves trūkumus.

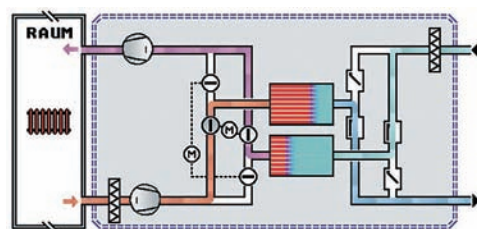
Ventilācijas projektēšana un iekārtas izvēle

Vienā no pasīvo ēku definīcijām teikts, ka panākumu garants ir kontrolēta ventilācija ar ļoti efektīvu siltuma atgūvi no piesārņotā izvadāmā gaisa. Nav noslēpums, ka komfortabla telpu mikroklimata uzturēšanai nepieciešams nodrošināt pastāvīgu

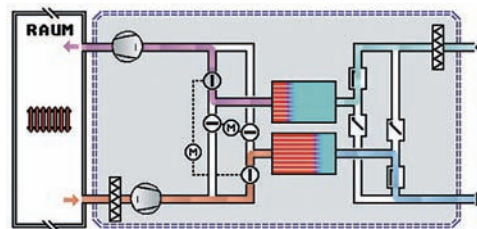
svaigā gaisa apmaiņu. Telpās, kur uzturas ievērojams cilvēku skaits (biroja telpas), svaiģā gaisa daudzuma izvēlei ir būtiska ietekme uz cilvēku labsajūtu veselību un, kas svarīgi no darba devēja viedokļa, darba ražību. Saskaņā ar pasūtītāja projektēšanas uzdevumu tika izvēlēta komforta klase IDA 1 (pēc LVS EN 13779), un tas nozīmē, ka jānodrošina vismaz 54 m³/h svaiga gaisa, rēķinot uz katru cilvēku.

Ventilācijas projektēšana un iekārtas izvēle tika uzticēta uzņēmumam SIA «Menerga Baltic», kas ir Latvijas Ilgtspējīgas būvniecības padomes biedrs. Biroja telpu mikroklimata nodrošināšanai tika izvēlēta vācu ražotāja «Menerga» mikroklimata iekārta «Resolair 620401» ar reģeneratīvu siltuma atgūšanu virs 90%. Biroja reģeneratīvās mikroklimata iekārtas ražība ir 400 m³/h. Telpās ir projektēta gaisa apmaiņa, kas nodrošinās CO₂ koncentrāciju telpās mazāku nekā 400 ppm virs koncentrācijas āra gaisā. Projekts paredz ventilācijas sistēmas tā saukto tiešo vadību atkarībā no telpas gaisa kvalitātes IDA – C6 klases (LVS EN 13779), kur energoefektivitātes paaugstināšanas procesā tiek izman-

Cikls 1



Cikls 2



Iekārtas uzbūves princips.



toti vairāk kā 10 devēji. Biroja mikroklimata sistēma tiks vadīta atkarībā no CO₂, temperatūras un spiediena devēju rādījumiem.

Ziemā ēkas siltuma ieguvumi no biroja tehnikas, cilvēkiem un apgaismojuma tiek iekļauti kopējā enerģētiskajā bilancē. Tie bieži vien būs pietiekami, lai kompensētu apkures un ventilācijas siltuma zudumus. Tas iespējams, pateicoties iekārtas temperatūras efektivitātes koeficientam virs 90% un pasīvo ēku standartam atbilstošām norobežojošām konstrukcijām. Aiz iekārtas gaisa vadā iemontēts elektrokālorifers, kas tikai nepieciešamības gadījumā tiks izmantots kā papildu gaisa apkures elements. Enerģijas taupīšanai iekārta nokomplektēta ar recirkulācijas vārstu āra gaisa regulēšanai atkarībā no CO₂ koncentrācijas izvadāmajā gaisā, kā arī ar iekārtas ražības regulēšanas komutācijas iekārtu.

Vasaras periodā dienas laikā norobežojošās konstrukcijās akumulēto siltumu iekārta izvada naktī ar nakts dzesēšanas funkciju. Lai netiktu nevajadzīgi tērēta elektroenerģija, nakts dzesēšanas laikā iekārtas automātika nosaka dzesēšanas intervālu atkarībā no āra un telpas gaisa temperatūras.

Nemot vērā, ka ar katru gadu arvien aktuālāks kļūst dzesēšanas nepieciešamību (klimata pārmaiņas, aizvien blīvāks telpu noslogojums ar tehniku), vasaras mēnešos kā papildu ieguvums ir iespēja ar «Menerga Resolair» gaisa apstrādes iekārtu atgūt telpu dzesēšanas potenciālu vairāk nekā 80%.

Un visbeidzot, runājot par telpu mikroklimatu, nedrīkst aizmirst par biroja telpu komfortablu gaisa mitruma saturu, un kā svarīgs ieguvums jāmin reģeneratīvajās «Menerga Resolair» paketēs atgūtais telpu mitrums (virs 70%) ziemas periodā.

Iekārtas konstruktīvie elementi un reģeneratora siltumtehnikas īpašības ļauj iekārtu darbināt Latvijas klimatā bez priekšsildīšanas. Tā kā reģeneratoram ir liels virsmas laukums, arī akumulējošā masa, temperatūras sadalījums siltummaiņā ir vienmērīgs.

Ja ir ļoti zema āra gaisa temperatūra, iekārtas automātika optimizē pārslēdzošo vārstu darbības intervālu. Ar mazu berzes pretestību šos vārstus darbina piedziņas mehānismu sistēma. Vārstu lāpstiņas ir pretēji vērstas, un tas nodrošina gaisa plūsmas vienmērīgu sadalījumu reģeneratora šķēsgriezumā. Intervālu dinamiska maiņa ļauj, nenozīmīgi samazinot āra gaisa daudzumu (tātad nepasliktinot telpu komforta līmeni), laikus pasargāt reģeneratoru no aizsalšanas un saglabāt stabili augstu siltuma atgūšanas spēju. Turklāt ar intervālu maiņu tiek automātiski uzturēta nemainīga pieplūdes gaisa temperatūra.

«Resolair» iekārtas lielākā vērtība – pretplūsmas pakešu tipa reģeneratīvais siltummaiņš, ar ko salīdzinājumā ar rotora tipa siltummaiņiem var sasniegt 12% lielāku temperatūras efektivitātes koeficientu un 3,9% lielāku mitruma atgūšanas efektivitāti, kā arī par 25% samazināt nepieciešamo dzesēšanas pieslēguma jaudu. Caur katru šo pretplūsmas paketi ar vārstiem pamīšus notiek (divi cikli) āra gaisa un izvadāmā gaisa kustību maiņa. Ziemā akumulējošai masai ir spēja ātri absorbēt piesārņotā izvadāmā gaisa siltumu pirmajā ciklā un tikpat efektīvi akumulēto enerģiju atdot svaigajam pieplūdes gaisam otrajā ciklā. Tas pats notiek vasarā ar telpu dzesēšanas potenciālu, kas netiek zaudēts ventilācijas procesā.

Darbības cikli

Pirmajā ciklā ar vārstu sistēmu piesārņotais izvadāmais gaiss automātiski tiek virzīts caur 1. paketi, to uzsildot. Vienlaikus pa otru paketi plūst aukstais gaiss, kas tiek

uzsildīts ar iepriekšējā cikla laikā akumulēto izvadāmā gaisa siltumu.

Otrā cikla laikā caur 1. paketi pēc noteiktiem intervāliem plūst āra gaiss, uzsilstot no akumulētā siltuma. Izvadāmā gaisa siltums tikmēr tiek asimilēts 2. paketē, un tā ir gatava nākamajam ciklam. Siltummaiņa akumulējošām paketēm vienkārši piekļūt un viegli tās tīrīt (skat. att. 68. lpp. Cikls 1, Cikls 2).

Ventilatoru sistēma. Iekārta aprīkota ar augstas efektivitātes tiešās piedziņas bezkorpusa ventilatoriem, eC tipa elektromotori ir optimāli ieregulēti atbilstošajai ventilatoru ražībai un aprīkoti ar elektronisko vadību. Elektromotora un ventilatoru sistēmas saskaņotai darbībai tiek izmantota iebūvēta komutācijas iekārta, kuras sastāvā iekļauti arī statiskā spiediena mērīšanas devēji pašos ventilatoros. Iekārtas darbības laikā tiek nodrošināta nepārtraukta vibrāciju kontrole.

Filtri. Lai novērstu elektroenerģijas pārtēriņu ekspluatācijā, ja ir projektam neatbilstošs iekārtas filtru piesārņojums, uzstādītas trīs filtru spiediena mērīšanas ierīces ar devējiem aerodinamiskās pretestības mērīšanai. Uz kontroliera displeja tiek atspoguļota filtru pretestība Pa, ieskaitot filtru ekspluatācijas kļūdu uzkrātos summāros ziņojumus.

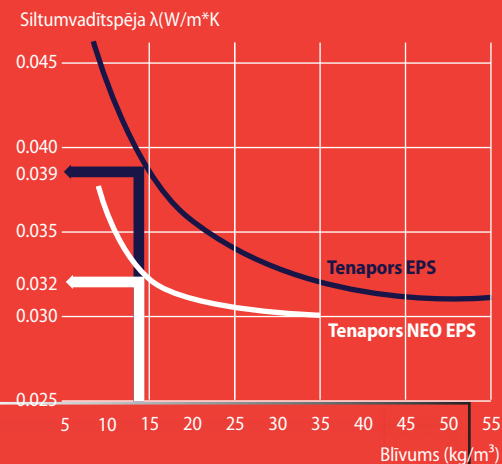
Automātika. Automātika nepārtrauktā nominālo un esošo vērtību salīdzināšanas procesā kontrolē un uztur iekārtas visu mezglu optimālu darbību. Iekārtas vadības paredzētā pults parametru maiņai ir viegli lietojama. Iespēja vadīt iekārtu attālināti caur modemu un «Menerga» procesoru dod nozīmīgu ieguvumu servisa vajadzībām: mikroklimata iekārtas darbības monitoringu un regulēšanu var veikt no jebkuras ģeogrāfiskās vietas reālā laikā.

Nemot vērā, ka energoefektīvs telpu mikroklimats ir viens no ilgtspējīgas būvniecības stūrakmeņiem, šis projekts uzskatāms par patiesi pasīvas būvniecības paraugu ne tikai izmantoto tehnoloģiju ziņā, bet arī ar pasūtītāja un projektētāja izpratni par ēkas-lietotāja-vides savstarpējo mijiedarbību (sinerģiju) un tās sekām. **LB**



PUTU POLISTIROLS TENAPORS NEO

ir siltumizolācijas materiāls ar uzlabotām siltumizolācijas īpašībām, kas ļauj līdz pat **20% samazināt siltumizolācijas slāņa biezumu** salīdzinājumā ar tradicionālo balto putu polistirolu.



SIA TENAPORS TENAX grupa

Spodribas iela 1, Dobeles, LV-3701
Tālr. +371 63707158
Fakss +371 63724371
E-pasts: tenapors@tenax.lv
Mājas lapa: www.tenapors.lv

