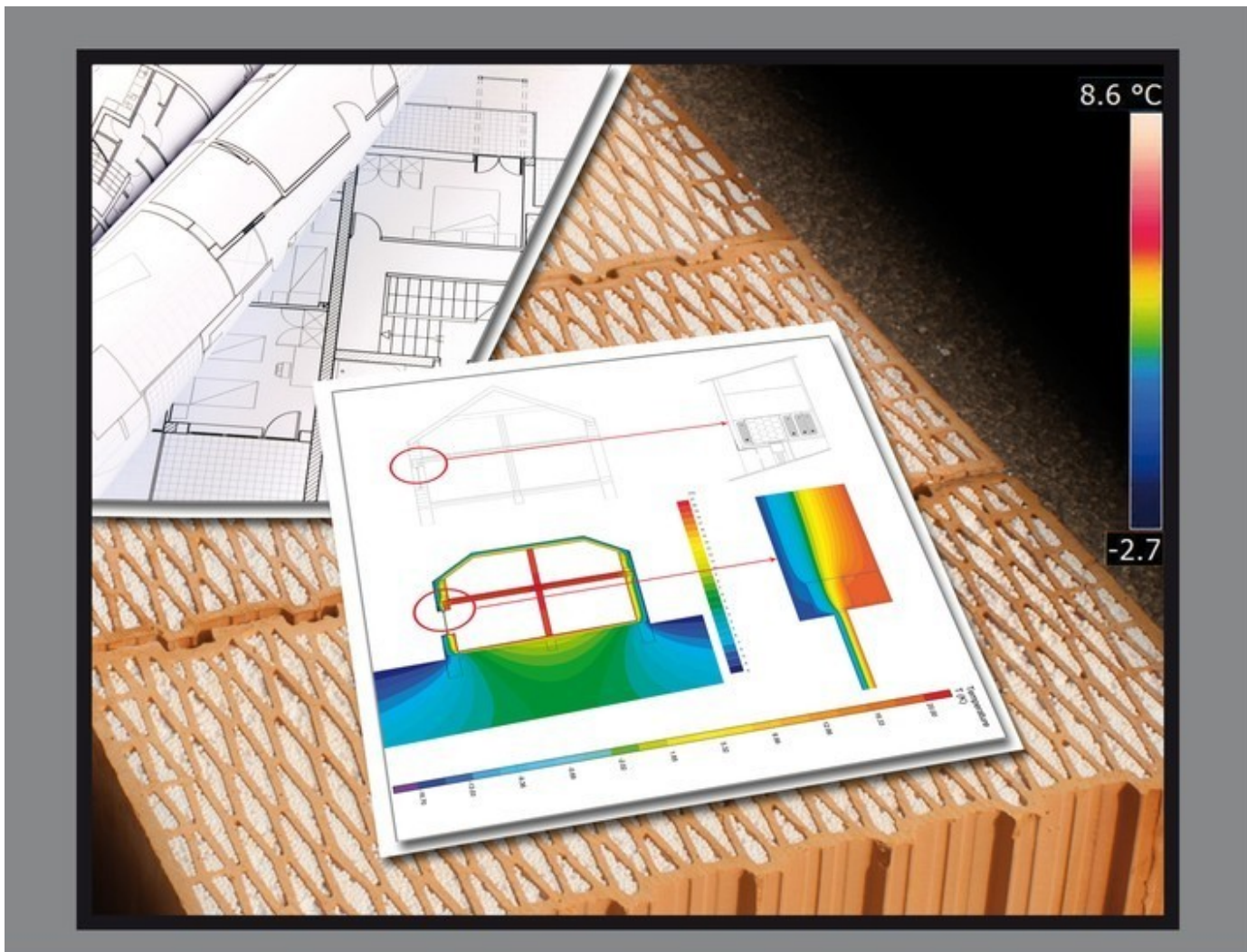


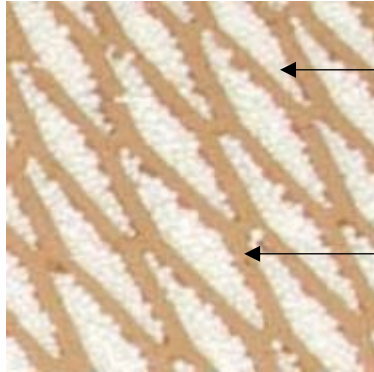
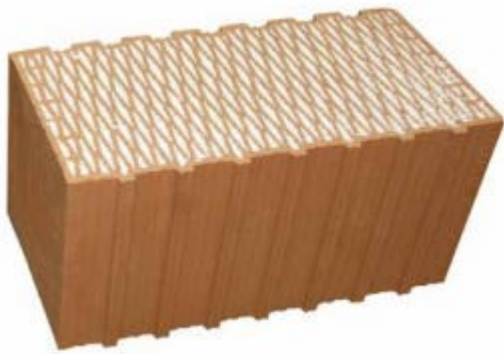
## Turinys

Įvadas .....	3
Vidinis pastatų patalpų komfortas .....	4
Mūro ir šilumos technologijų plėtra.....	5
<b>Nešlifuoatų ir šlifuoatų blokelių sienų palyginimas</b> .....	5
<b>Blokelių HELUZ FAMILY šilumos ir drėgmės pralaidumo savybės</b> .....	7
Darnusis (harmonizuotas) techninis standartas ČSN 73 0540-2: 2011 .....	13
<b>Žemiausia konstrukcijos paviršiaus temperatūra</b> .....	13
<b>Šilumos perdavimo koeficientas</b> .....	14
<b>Linijinis ir taškinis šilumos perdavimo koeficientas</b> .....	16
<b>Drėgmės pasiskirstymas pastato konstrukcijoje</b> .....	17
<b>Oro pasiskirstymas pastatuose ir patalpose</b> .....	18
Konstruktinių brėžinių vertinimas.....	20
<b>Paviršiaus temperatūra – išsami santrauka</b> .....	20
<b>Linijiniai šilumos laidumo koeficientai pagal išorės matmenis - išsami santrauka</b> .....	21



## Ivadas

Šis specialus instrukcijų vadovas yra skirtas mūrinių konstrukcijų iš blokelių HELUZ FAMILY projektavimui ir mūrijimui. Blokeliai HELUZ FAMILY dėl savo šilumos izoliacinių savybių yra tinkami energetiškai pasyvių namų statybai ir sienoms iš jų nereikia papildomo apšiltinimo. Iš jų sumūrintos sienos yra paprastos, ilgaamžės ir gerai saugo šilumą. Norint pasiekti mažai energijos naudojančių pastatų lygį ir ypač komfortišką patalpų mikroklimatą pastatuose, būtina spręsti konstrukcines detales, nes jei mes sutelksime dėmesį tik į pačias sienas, tai vargu ar pavyks pasiekti komfortą.



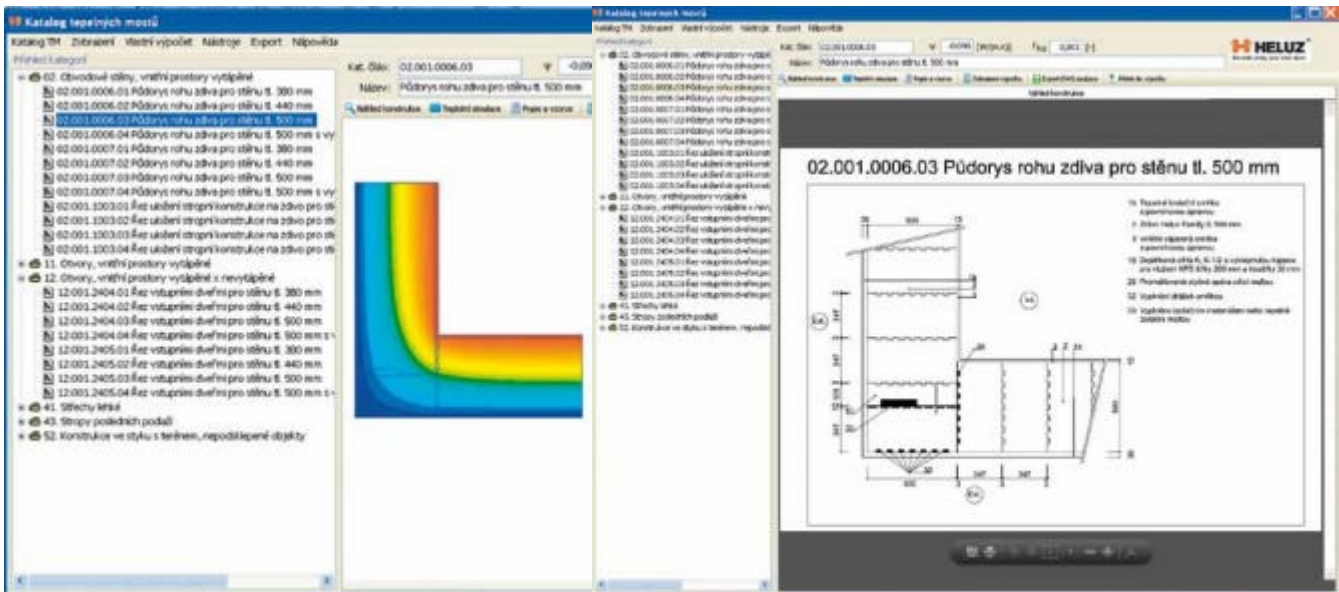
Tvirtai uždaryta šilumos izoliacija iš polistireno granulių su geru garų pralaidumu

Optimizuota abai tvirta blokelio pertvara su mažu šilumos pralaidumu

Leidinyje nagrinėjami klausimai apie vidinio pastato klimato ir konstrukcinių sprendimų santykio problemas. Iš viso yra pateikti 78 tipiniai konstrukcijų sprendimų brėžiniai, **HELUZ FAMILY** serijos blokeliams, kurių storis yra 50 cm, 44 cm ir 38 cm. Taip pat yra pateikti brėžiniai blokeliams **HELUZ FAMILY 50 2in1** kurių šilumos izoliacija yra geriausia rinkoje. Atlikti bandymai parodė, kad jie atitinka naujausią standarto **ČSN 73 0540-2:2011 „Pastatų šiluminė izoliacija – 2 dalis: Reikalavimai.“** redakciją.

Taip pat buvo sukurta nemokama programa „**HELUZ šilumos tiltelių katalogas**“, kurioje galima išsamiai peržiūrėti, eksportuoti ir naudoti projekto dokumentaciją, apskaičiuoti bendrus šilumos nuostolius atskirose objekto vietose, įvertinti šilumos laidumo koeficientą.

Porgramą galima parsisiųsti iš internetinio adreso: [www.heluz.cz/ke-stazeni/vypoctove-programy](http://www.heluz.cz/ke-stazeni/vypoctove-programy)



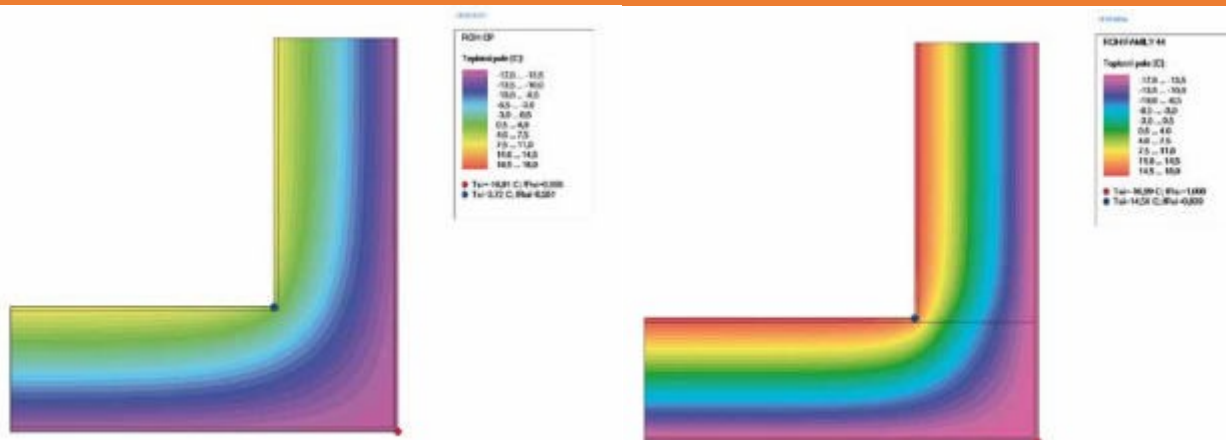
Žinome, kad praktikoje yra naudojama daug konstrukcinių brėžinių. Kai kurie brėžiniai naudojami dažniau, kai kurie rečiau. Siekdami suteikti papildomą paslaugą ir paramą siūlome aktyvaus bendradarbiavimo galimybę. Remdamiesi atsiųstais konstrukciniais brėžiniais, mes juos peržiūrėsime ir įvertinsime šilumos izoliacijos sprendimus. Po to brėžinys bus įkeltas į brėžinių duomenų bazę. Daugiau rasite [www.heluz.cz/ke-stazeni/teplnatechnika](http://www.heluz.cz/ke-stazeni/teplnatechnika).

## Vidinis pastatų patalpų komfortas

Pagrindinis pastatų eksploatacijos reikalavimas yra palaikyti jų viduje tokią būklę, kad juose žmogus jaustųsi kuo geriau ir jo neveiktų nemalonūs poveikiai. Kad būtų užtikrinta gera savijauta pastato viduje, reikia laikytis šių reikalavimų: tinkama oro šiluma, oro drėgmė, apšvietimas, vėdinimas, oro cirkuliacijos greitis, triukšmo lygis, teigiama jonizacija ir tinkama apranga. Atsižvelgiant į esminius reikalavimus galima daryti išvadą, kad komfortiškos aplinkos pasiekimas pastato viduje yra kompleksinė problema, kurią reikia spręsti projektuojant pastatą nuo pradžios iki pabaigos. Tai yra susiję su konstrukciniais sprendimais, langų dydžiu, medžiagų sudėties ir pastatuose montuojamos įrangos. Reikia pažymėti, kad viduje esančioms sąlygoms įtakos turi ir išorės aplinka, kurioje yra pastatas. Konstrukcija gali turėti įtakos mikroklimatui šilumos, garso, iš dalies drėgmės ir jonizavimo požiūriu. Norint užtikrinti šiltą mikroklimatą reikia gerai sujungti konstrukcinius elementus taip, kad per juos nebūtų didelių temperatūros skirtumų, kas neigiamai veikia žmonių organizmus. Šiuo atveju naudojant blokelių **HELUZ FAMILY** pasiekiamas aukščiausias paviršiaus temperatūrų skirtumas, ir tai pateikiama vizualiai. Todėl nėra būtina labai be reikalo šildyti orą iki aukštos temperatūros, kas gerokai padidina išlaidas šildymui. Šilumos komfortą gerina tai, kad blokeliai **HELUZ FAMILY** gerai sukaupia šilumą, kai nereikia perduoti daug šilumos nutraukiant šildymą arba kai vasaros dienomis yra šilta. Mikroklimato drėgmė sureguliuojama daugiausia iš vidinėje pertvarų pusėje susikaupusios drėgmės. Geri rezultatai gaunami su kalkių, gipso tinko ir ypač molinių konstrukcijų variantais.

Mūras iš nešlifuočių blokelių

Mūras iš blokelių HELUZ FAMILY 44



1 pav. Mūro iš nešlifuočių blokelių ir mūro iš blokelių HELUZ FAMILY 44 paviršiaus temperatūros pasiskirstymas, kai lauko temperatūra -17 °C ir vidaus temperatūra 20,6 °C. Galima pastebėti, kad mūras iš blokelių HELUZ FAMILY 44 išlaiko aukštą paviršiaus temperatūrą ir detalėse.

Iš plytų mūro neišsiskiria jokios lakios medžiagos, kaip pavyzdžiui, iš faneros, medžio drožlių plokštės, iš kurių garuoja formaldehidai. Mediena yra impregnuojama tokiais produktais, kaip pentachlorofenolis, lindanas, piretroidai ir kartais permetrinai, kurie iš jos garuoja. Gaminant medžio drožlių plokštes be formaldehido naudojamas izokianatas, kuris naudojamas kaip rišiklis. Visos šios lakios medžiagos neigiamai veikia žmogaus būklę arba tiesiogiai jo sveikatą. Bendrovė „HELUZ cihlářský průmysl v.o. s.“ leidžia patikrinti savo produktus dėl tinkamumo naudoti pastatų viduje nepriklausomose laboratorijose, pvz., valstybiniame sveikatos apsaugos institute. Mažai žinoma apie mikroklimato kvapų ir jonizacijos poveikį, kas turi įtakos žmogaus organizmui, žmogaus nuotakai ir būklei. Kaip savo moksliniame darbe „Mikroklimatas pastatuose iš skirtingų medžiagų“ teigia mokslų daktarė prof. inž. Miroslava Jokla, svarbiausias yra pastatų vidus: „Keraminių blokelių privalumas yra tai, kad jos praleidžia elektrostatinę lauką, patalpose laisvai cirkuliuoja oro jonai, dėl to kartu pašalinamos sunkiųjų lakiųjų medžiagų molekulės.“

Šio tyrimo pabaigoje pateikiama tokia išvada: „Pagal šio tyrimo rezultatus matyti, kad sienų medžiagų pagrindo tipas turi žymų poveikį kvapų ir elektros laukų mikroklimatui. Pagal mūsų atliktus bandymus ir kitų tyrėjų matavimų galima įrodyti, kad keraminių blokelių mūro poveikis abiem atvejais yra optimalus. Pz., keraminių blokelių mūras (kai vidaus paviršius padengtas popieriniais tapetais) išskiria tik 0,19 mg TVOC/m<sup>2</sup>h ir gali būti klasifikuojamas kaip M1 klasės pagal Suomijoje naudojamą sistemą, kur keliami aukščiausi reikalavimai. Yra didelis skirtumas oro jonų skaičiavimuose tarp mūrinių pastatų ir karkasinių, skydinių pastatų- užpildytų termoizoliacija: 229 oro jonų/cm<sup>3</sup>.“

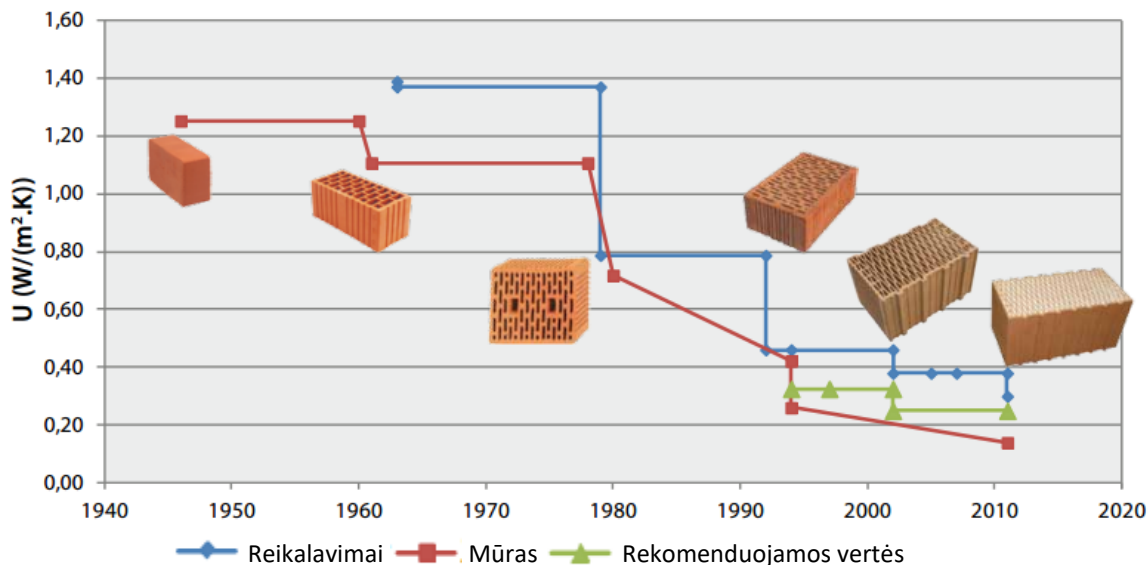


Ši išvada gali patvirtinti bendrą teigiamą suvokimą dėl vienasluoksnių mūrinių pastatų vidaus aplinkos, ką gyventojai dažnai gali paaiškinti tik emociškai.



## Mūro ir šilumos technologijų plėtra

Reikalavimų konstrukcijos šiluminei varžai (R) plėtrą galima išdėstyti į septynis etapus pagal jų galiojimo laiką. Pirmas šiluminių savybių standartas buvo įvestas ir galiojo nuo 1949 metų. Iki 1964 metų sienų R vertės buvo paremtos pagal pilnavidurių degtų plytų sienos parametrus. Toliau sienos šiluminės varžos R reikalavimai buvo vystomi naudojant santykinį šilumos laidumo koeficientą (U) išorės sienoms iki 2011 metų, ką galite matyti grafike Nr. 1. Plėtojant reikalavimus sienų konstrukcijoms taip pat pradėjo keistis plytų forma. Vietoje pilnavidurių plytų, naudotų 1946-1960 metais, buvo pereita prie skylėtų CDm tipo plytų. 1961-1980 metais buvo sukurtos CDk ir CD Tyn tipo plytos. CD Tyn tipo plytas galime laikyti tarpiniu variantu, nes jos buvo artimų blokeliams matmenų, (ilgis x plotis x aukštis), pvz., 290 x 190 x 215 arba 240 x 365 x 238 mm, bet dar nebuvo didelių matmenų sienų blokeliai. Sienos modulio aukštis buvo 250 mm, kai skiedinio siūlės storis buvo numatytas 12 mm. Nuo 1990 metų atsirado „šiuolaikinio tipo“ tipo Therm blokeliai su sausu būdu sujungiamais vienodais sujungimo profiliais tarp vienodų blokelių pagal sužymėtus griovelius (taip pat P+D).



Graf. Nr. 1 Šilumos laidumo koeficiento vystymosi chronologija – standartų reikalavimai sienoms ir būtinos vertės 440mm storio mūrinei sienai.

Kaimyninėje Vokietijoje pirmoje 9 dešimtmečio pusėje pradėti naudoti taip vadinami šlifuoti blokeliai – tokie blokeliai, kurių sujungimo paviršiai yra šlifuoti. Tokių blokelių aukščio paklaida yra mažesnė kaip 1 mm. ČR tokie šlifuoti blokeliai pradėti gaminti 2000 metais. Aišku, kad iš reikalavimų perspektyvos, siekiant pagerinti šiluminę mūro varžą, keitėsi ne tik pačių plytų ar blokelių formos, bet taip pat ir keraminiai sujungimo profilių fragmentai, jungiantys mūrą ir tinko skiedinį. Taip reikia pripažinti ir tai, kad naudojant naujas medžiagas reikia mažiau darbo laiko ir padidėja darbo našumas.

### Nešlifuoti ir šlifuoti blokelių sienų palyginimas

Mūrinių vienasluoksnių sienų šilumos izoliacijos savybės labai pasikeitė pradėjus naudoti blokelių, pagamintus pagal naują technologiją. Šlifėtų keraminių blokelių mūras turi žymiai geresnes šilumos izoliacijos savybes, kurios yra iki 30 % geresnės už Therm tipo blokelių klasikinio mūro savybes. Be to, juos naudojant žymiai padidėja darbo našumas.

Bendrovė HELUZ rekomenduoja naudoti plonasluoksnius mūrijimo mišinius, tai yra, taip vadinamus **ištisinio padengimo klijus SB C**, kurių  $\lambda = 0,25 \text{ W/(m.K)}$  arba **mūriui skirtus poliuretano klijus HELUZ**, kurių  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ . Bendras siūlės storis tarp ištisinių blokelių neturi būti didesnis kaip 1 mm.

Dabar naudojamų cementinių skiedinių santykinis šilumos laidumas yra  $\lambda = 0,90 \text{ W/(m.K)}$ . Juos naudojant siūlės sluoksnio storis neturėtų viršyti 12 mm.

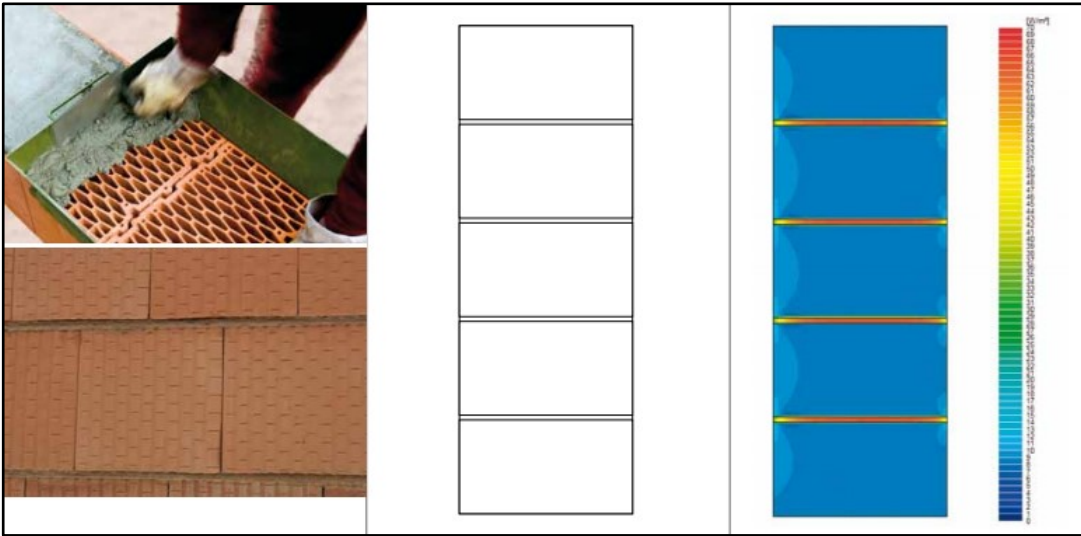
Jei nebus laikomasi technologijos naudojant nešlifuosius blokelių ir nesilaikant skiedinio siūlės storio, tai gerokai gali pabloginti mūro šilumos izoliacijos savybes.

Toliau pateiktoje lentelėje yra palyginti trys mūro tipai. Mūras iš šiuo metu rinkoje esančių nešlifėtų 440 mm pločio blokelių su sustiprintomis sienelėmis mūrijamas kalkių – cemento skiediniu. Mūras iš blokelių **HELUZ FAMILY 44** su sustiprintomis sienelėmis mūrijamas naudojant ištisinį klijų sluoksnį, pvz., PU putas. Yra žymus skirtumas tarp šilumos izoliacijos parametrų. Įprastinio mūro vertė yra  $U = 0,30 \text{ W/(m².K)}$ . Mūro iš blokelių **HELUZ FAMILY 44** vertė siekia  **$U=0,19 \text{ W/(m².K)}$** . Kaip matome, kad mūras iš plytų **HELUZ FAMILY 44** panaikina šilumos nuotėkį per sujungimo siūles. Dėl didesnių paviršiaus temperatūrų galiausiai pasiekiamas **geresnis vidaus gyvenamųjų patalpų komfortas** esant žemesnei aplinkos temperatūrai, dėl ko taip pat taupoma patalpų šildymo energija.

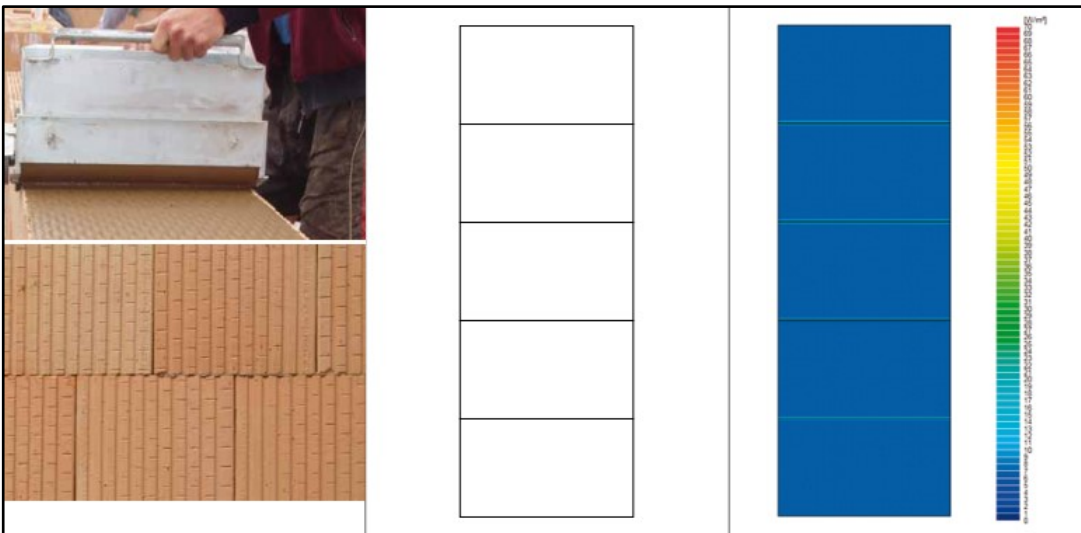
## Lentelė Nr.1 Nešlifuočių ir šlifuočių blokelių mūro sienų palyginimas

Geometrinis modelis

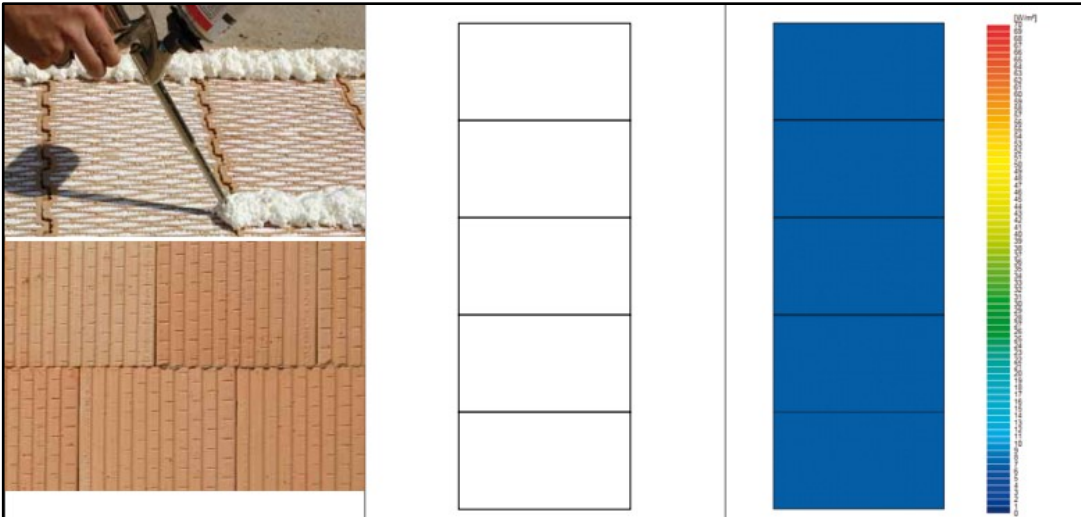
Šilumos srautai



1 pav. Nešlifuoti blokai



2 pav. Šlifuoti blokai



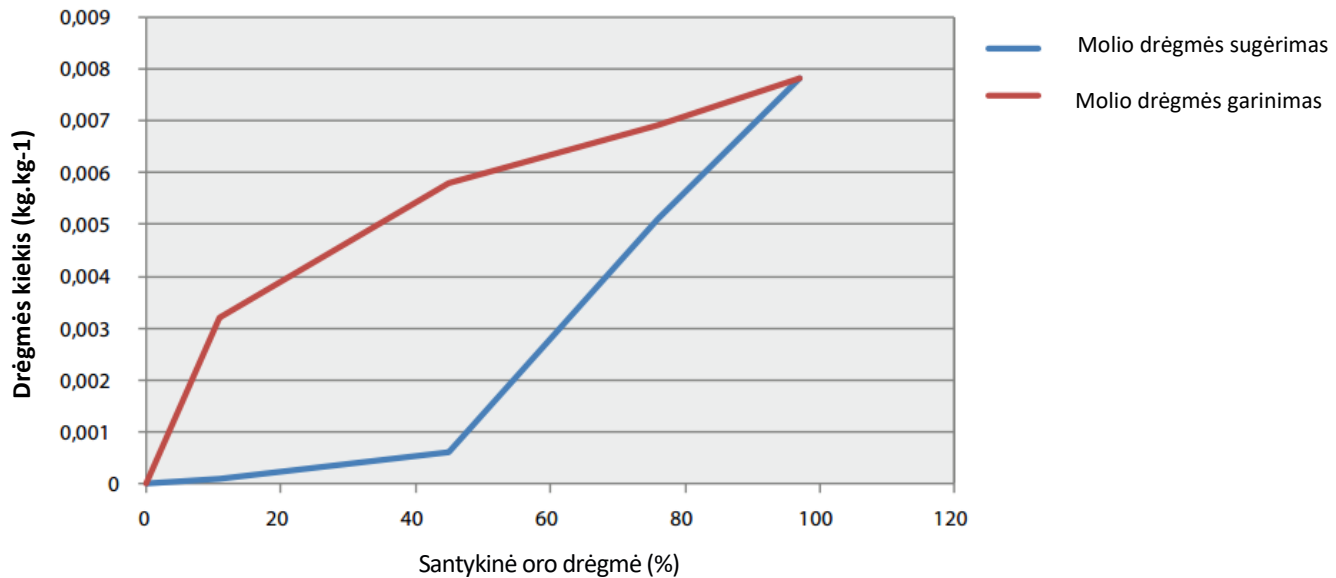
3 pav. Šlifuoti blokai su PU

## Blokelių HELUZ FAMILY šilumos ir drėgmės pralaidumo savybės

### Šiluminės savybės

Mūras iš blokelių **HELUZ FAMILY** turi geriausias šilumos izoliacijos savybes ČR. Šiuolaikinių blokelių geometrija yra labai sudėtinga ir nestebina tai, kad juose yra didelis skaičius sujungimo fragmentų, kuriais tiksliai sujungiami blokelių paviršiai. Visos šios savybės labai sumažina šilumos nuotėkį pro siūles.

Blokelių **HELUZ FAMILY** gamyboje naudojami molio miltai turi labai mažą santykinį šilumos laidumą  $\lambda < 0,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Molis turi labai geras drėgmės sugėrimo ir garinimo savybes, taip vadinamas drėgmės sugėrimo ir išgarinimo izotermas, priklausomai nuo drėgmės kiekio keramikoje (patvirtinta atlikus blokelių bandymus Prahos Čekijos technikos universitete). Priešingai kaip kitos medžiagos, pvz., dujų silikato blokeliai, drėgmės koncentracijos kreivės blokelių medžiagoje yra pakankamai plokščios. Tolygiai pasiskirsčiusi drėgmė **HELUZ FAMILY** praktikoje yra mažesnė kaip 1 % drėgmės bendrame svoryje, net ir mirkant blokelių (pvz., lyjant lietuvi) ir po to ji išdžiūsta. Tačiau mes rekomenduojame apsaugoti blokelių nuo nepalankių oro sąlygų.



Graf. Nr. 2. Sugėrimo ir garinimo izotermos.

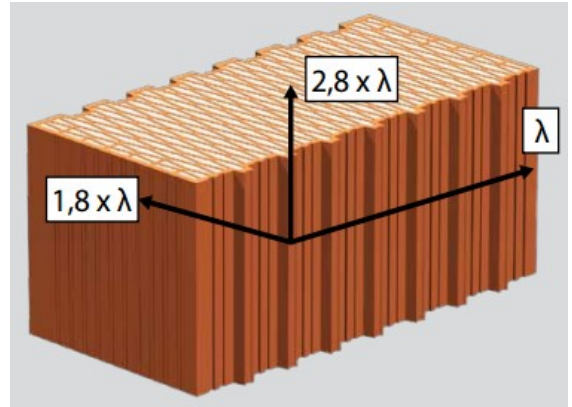
Visos aukščiau pateiktos savybės bandymais patvirtina **aukštas šilumos izoliacijos iš blokelių HELUZ FAMILY sumūryto mūro charakteristikas**. Deklaruojamos šilumos izoliacijos savybės atitinka standartą LST EN 1745 „Mūras ir mūro gaminiai“ - šiluminės vertės nustatė ir konstrukcijas patikrino akredituotos Čekijos ir užsienio bandymų laboratorijos.

### Lentelė Nr. 2 Šilumos pralaidumo koeficientų verčių apžvalga

Mūras iš blokelių <b>HELUZ FAMILY</b>		Mūro be tinko šilumos laidumo koeficientas	Mūro be tinko šilumos perdavimo– projektinė vertė)
		$\lambda_{\text{eq},u} \text{ (W}/(\text{m}\cdot\text{K}))$	U (W/m <sup>2</sup> K)
Drėgmės dalis mūro sienoje		Praktinė vertė	
FAMILY 38		0,089	0,22
FAMILY 44		0,084	0,19
FAMILY 50		0,081	0,16
FAMILY 50 2in1		0,058	0,11

Iš pradžių reikia apskaičiuoti ir įvertinti blokelių sujungimų įtaką. Tai reiškia, kad blokelių šiluminės savybės skirtingomis kryptimis nėra vienodai geros.

Tačiau blokeliams su didele šilumine varža tai nėra problema. Bendrovėje HELUZ atlikti tyrimai parodė, kad šilumos laidumo koeficientas vertikalia kryptimi yra maždaug 2,8x karto didesnis negu išilgine kryptimi ir 1,8x karto didesnis negu nurodytas šilumos laidumo koeficientas. Vertinant šiuos konkrečius šilumos laidumo duomenis šios vertės yra aiškiai apskaičiuotos, todėl gali būti įvertintos saugiu požiūriu. Teorija ir praktika patvirtina, kad svarbiausias parametras yra nurodytas šilumos laidumo koeficientas. Šiuo atveju yra imamas pats blogiausias šilumos laidumo koeficientas, iš gautųjų trijų bazinių šilumos laidumo koeficientų.



Pav. Nr. 2. Šilumos laidumo koeficiento vertės kiekviena kryptimi

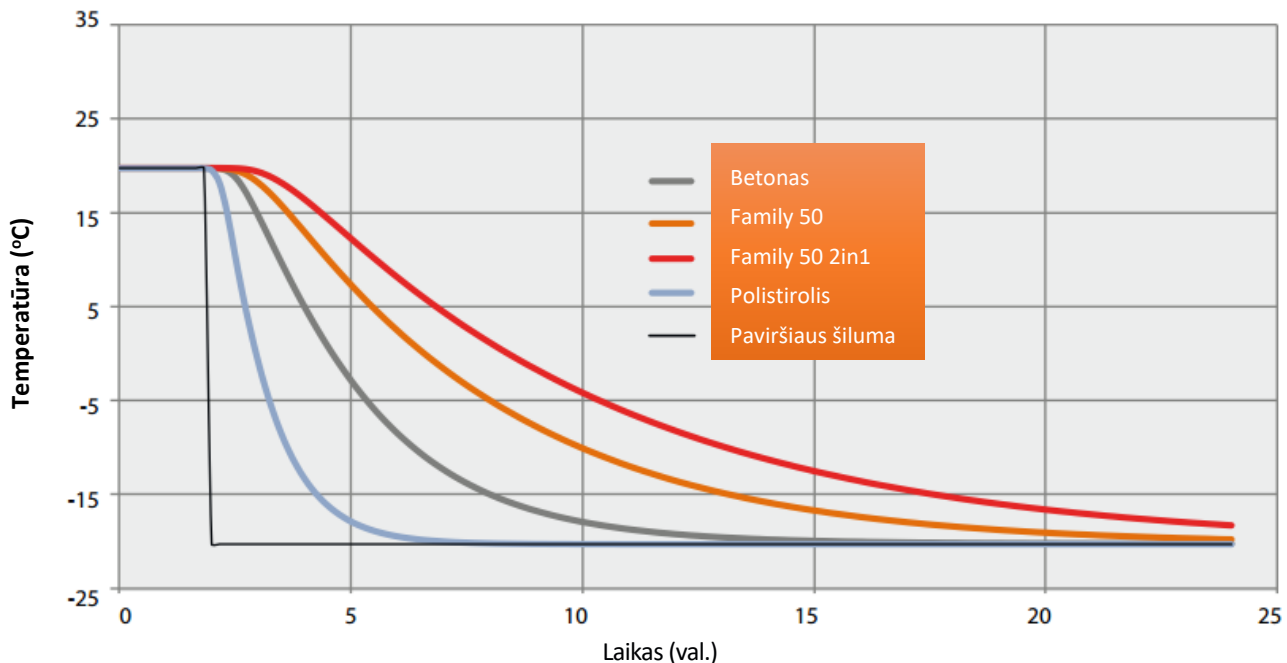
## Šilumos sukaupimas

Šilumos sukaupimas yra statybinių konstrukcijų šilumos sukaupimo inercijos savybė ir ji apibūdinama trimis parametrais: šilumos laidumu  $\lambda$ , tankiu  $\rho$  ir specifinė šiluminė talpa  $c$ . Šie parametrai blokelių **HELUZ FAMILY** atveju yra gerai suderinti, o blokelių **HELUZ FAMILY 2in1** atveju šios savybės yra dar geresnės. Žemiau esančiame grafike yra parodytas išsamus įvairių statybinių medžiagų šilumos inercijos palyginimas. Kaip mėginiai apskaičiuojant vertes dvejomis kryptimis buvo naudojami 500 x 250 mm matmenų blokeliai, jų paviršius buvo įšildytas iki 20 °C ir po to staigiai atvėsintas iki -20 °C. Grafike yra parodytas temperatūros, kuri buvo matuojama bandomojo statybinės medžiagos blokelių viduje, pokytis per laiką. Kaip matyti, blokelių akumuliacinės savybės yra geriausios, lyginant su kitomis medžiagomis.

Lentelė Nr. 3 Apskaičiavimuose naudotų medžiagų vertės

Medžiaga	$\lambda$ (W/(m.K))	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$c$ (J/kg.K)
HELUZ FAMILY 2in1	0,058	640	1000-1250
HELUZ FAMILY	0,081	640	1000
Betonas	1,3	2200	1000
Polistirenas	0,038	20	1250

Past: Buvo lyginama sumūrytų blokelių sienos savybės, kad būtų tiksliai nustatytos blokelių molio vertės ir angų užpildas (granulės, oras). Taip buvo pasiekti objektyvūs rezultatai



Graf. Nr. 3 Įvairių statybinių medžiagų šilumos akumuliacijos palyginimas – temperatūra matuota sumodeliuoto mėginio viduje jo aušinimo metu.



## Drėgmės pasiskirstymas mūro blokeliuose HELUZ FAMILY

Drėgmės pasiskirstymas statybinėse konstrukcijose yra sudėtingas procesas, kuris priklauso nuo skirtingų medžiagų parametrų, kaip pvz., drėgmės pralaidumo koeficiento, vandens pralaidumo koeficiento, įmirkimo ir t.t. Be to, drėgmės plitimas priklauso nuo vandens garų temperatūros ir slėgio, atskirų medžiagų drėgmės, taip pat nuo aplinkos, kurioje yra konstrukcija, sąlygų, pvz., lauke ar patalpų viduje. Jau yra galimybės (bet tai dar nėra įprasta) tiksliai imituoti drėgmės plitimą konstrukcijose. Vis dėlto dažniausiai naudojami standartiniai apskaičiavimai pagal ribines stacionarias sąlygas (paprastai pagal mėnesių sąlygas).

Vienasluoksnis blokelių mūras pasižymi natūralios difuzijos savybėmis. Dėl šių savybių konstrukcija gali laisvai ir be problemų „kvėpuoti“ ir būti eksploatuojama visą numatytą laikotarpį, kas jau patvirtinta pastačius tūkstančius namų. Vandens garai konstrukcijoje nesikaupia. Blokelių sienos pasižymi kaip gerai praleidžiančios vandens garus. Jei vandens garai pradeda kondensuotis blokelių mūre susidarius ekstremalioms sąlygoms, tai po to kondensatas labai greitai išgaruoja iš blokelių sienelių.

Pagal standartą LST EN 1745 „Mūras ir mūro gaminiai – konstrukcijų šiluminių verčių nustatymo metodai“ yra naudojamas blokelių mūro varžos ekvivalento koeficientas, lygus  $\mu = 5/10$ . Nurodomos dvi vertės, atsižvelgiant į tai, koks būdas buvo naudojamas jam nustatyti ir kokiems tikslams tai bus naudojama, pvz., pagal EN 73 0540-3: Apatinė vertė – taip vadinamas sausos difuzijos varžos koeficientas naudojamas projektuojant patalpų konstrukcijas, kur vidaus oro drėgmė  $\phi_i \leq 60\%$  žiemos metu. Didesnės vertės – vadinamas šlapios difuzijos varžos koeficientas naudojamas projektuojant patalpų konstrukcijas, kur santykinė vidaus oro drėgmė  $\phi_i > 60\%$  žiemos metu, atitinkamai kai yra reikalavimas tiksliai apskaičiuoti konstrukciją, kurioje gali kondensuotis vandens garai, atitinkamai ir išorinių konstrukcijų išoriniams sluoksniams.

**HELUZ FAMILY 2in1** blokelių difuzinės savybės buvo išmatuotos „CSI Praha a.s.“ akredituotoje laboratorijoje. Buvo atlikti blokelių **HELUZ FAMILY** ir **HELUZ FAMILY 2in1** su šilumos izoliacija matavimai. Nustatyta izoliacija užpildyto blokelių difuzijos varžos koeficiento vertė **9,3**, o izoliacija užpildyto blokelių **9,7**. Išmatuotos vertės yra beveik identiškos, tai patvirtina, kad polistireno granulėmis užpildyti blokeliai išsaugo difuzijos savybes.

**SI** CENTRUM STAVĚBNÍHO INŽENÝRSTVÍ a.s.  
Autonomní ústředí č. 212  
Zkušební laborator č. 1007.4 akreditovaná ČIA  
Zkušebna ověřená vlastností materiálů, konstrukcí a budov  
Skládo laborator: 102 21 Praha 10, Prošková 16

**HaG-MRA**  
L 1007.4

**PROTOKOL O ZKOUŠCE**

Zakázka č.: 1142/2011/03/07  
Projekt č.: 2022  
Položka výpis: 3  
Výuk č.: 2  
Položka výpis: 4  
Místo měření: AZI, Praha – č. 1007.4

Objednatel: HELUZ cihlářský průmysl v. o. s.  
Dělné Břevnovsko 295  
373 65

Výrobce: HELUZ cihlářský průmysl v. o. s.

Předmet zkušoby: Stavební difuzních vlastností číslí tvarovek HELUZ FAMILY 50  
brusločých s dutinami přizdobenými a dutinami vyplněnými EPS

Datum převzetí vzorků: 4. 10. 2010  
Datum vyhodnocení zkušoby: 16. 2. 2011  
Vedoucí zkušební laboratorie: Ing. Jan Šrámek  
Datum schválení protokolu: 28. 3. 2011

Protokol č. 2022 list: 1/4

Difuzinių savybių matavimo rezultatai – **HELUZ FAMILY 50** blokelių su tuščiavidurėmis angomis mėginių vaizdai  
- difuzijos varžos koeficientas ..... $\mu = 9,30$  (-)  
- difuzinio pralaidumo koeficientas ..... $\delta = 0,07709$  (mg/mhPa)

Difuzinių savybių matavimo rezultatai – **HELUZ FAMILY 50 2in1** blokelių su polistireno granulėmis angose mėginių vaizdai  
- difuzijos varžos koeficientas ..... $\mu = 9,71$  (-)  
- difuzinio pralaidumo koeficientas ..... $\delta = 0,07363$  (mg/mhPa)

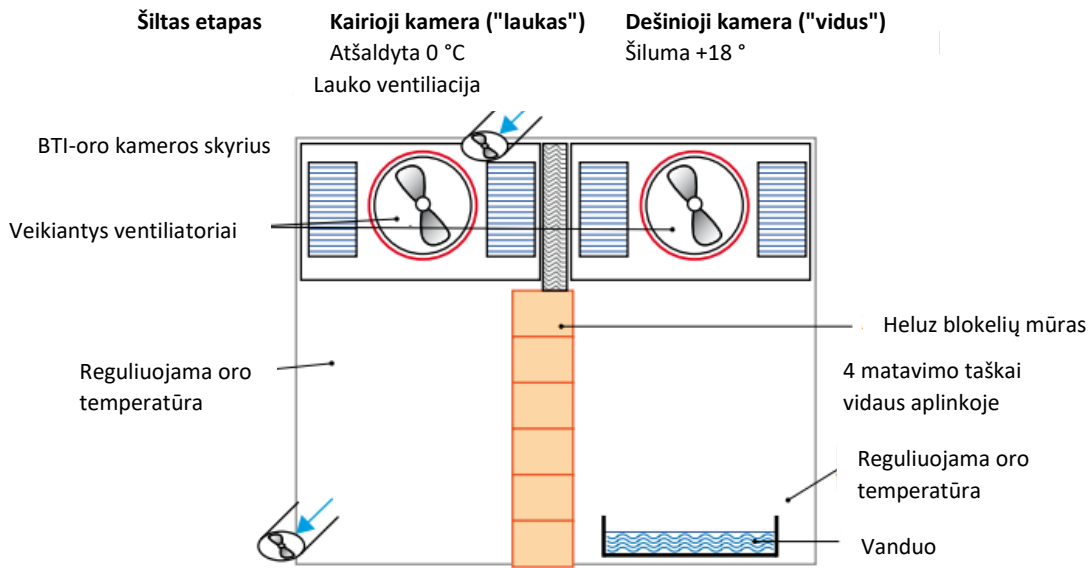
Pav. Nr. 3 Difuzijos varžos koeficiento matavimų rezultatai.

## Studija – drėgmės pasiskirstymo blokelių mūre tyrimas

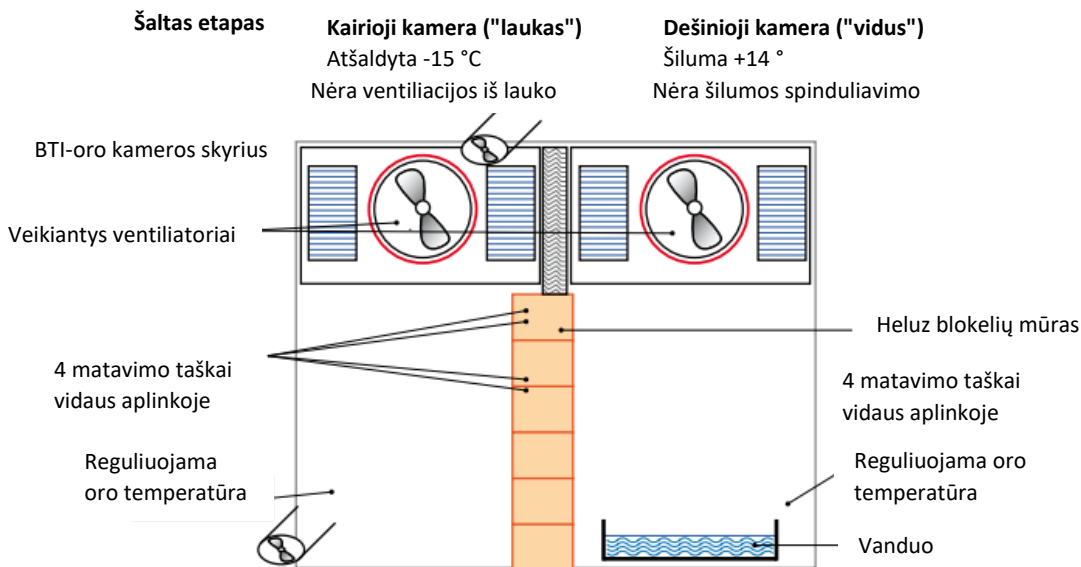
Bendrovė HELUZ pagal projektą **MPO FR-T12/007**, finansuojamą pramonės ir prekybos ministerijos, užsakė atlikti studiją apie vandens garų pasiskirstymą blokeliuose **HELUZ FAMILY 50** ir blokeliuose **HELUZ FAMILY 50 2in1**. Studija buvo užsakyta Europoje pripažintoje Austrijos bandymų laboratorijoje BTI Linz, kad niekas negalėtų reikšti abejonių dėl to, kad buvo atliktas unikalus bandymas vienam europietiškam blokelių gamintojui. Mūrai buvo uždėta reali apkrova imituojant realias temperatūros ir drėgmės poveikio sąlygas. Blokeliai buvo padėti į klimato bandymų kameras, kuriuose imituotos išorės ir vidaus sąlygos. Kad niekas netrukdytų drėgmės skvarbai, blokelių mūras nebuvo tinkuotas - bandymas buvo atliekamas „kietuoju būdu“. Imitacijos proceso metu buvo iširtas kondensato kiekis, t.y., kondensato kiekis iš mūro, sumūryto iš vienodo tipo blokelių.

Tyrimo metu nustatyta, kad blokelių **HELUZ FAMILY 50** ir **HELUZ FAMILY 50 2in1**, drėgmė buvo mažesnė kaip 0,35 % masės. Tai patvirtina, kad mūre iš blokelių **HELUZ FAMILY** drėgmė nesikaupia ir saugiai išgaruoja.

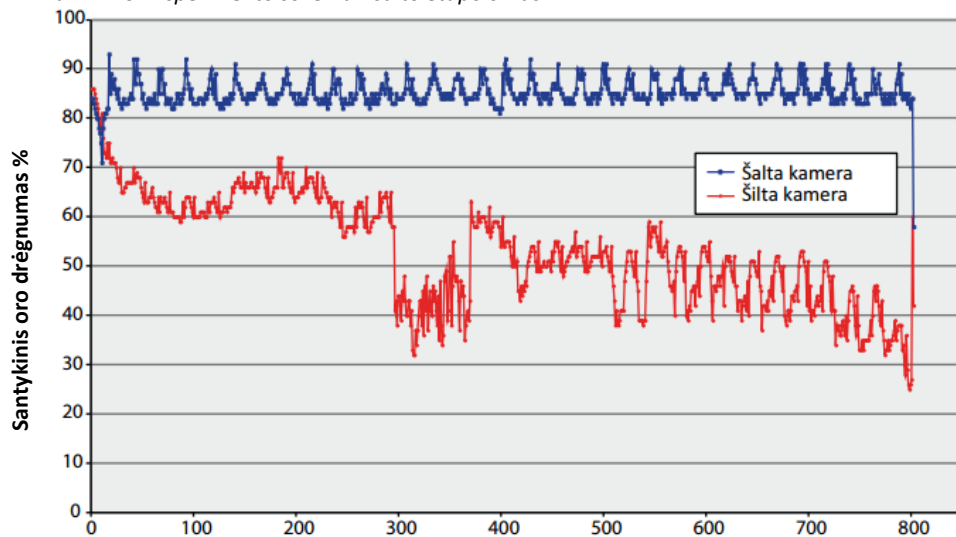
Blokelių mūras yra laidus drėgmei. Pagal standartą EN 73 0540-3 nustatyta, kad šiuolaikiniuose mūro blokeliuose drėgmės gali būti ne daugiau kaip 1 % masės – ši vertė nustatyta kaip ribinė saugi vertė. Pz., standarte LST EN ISO 10456 keramikos iš molio numatyta vertė yra 0,7 % tūrio, arba maždaug 0,5 % masės. Šias standartines vertes galima patvirtinti atliktais tyrimais.



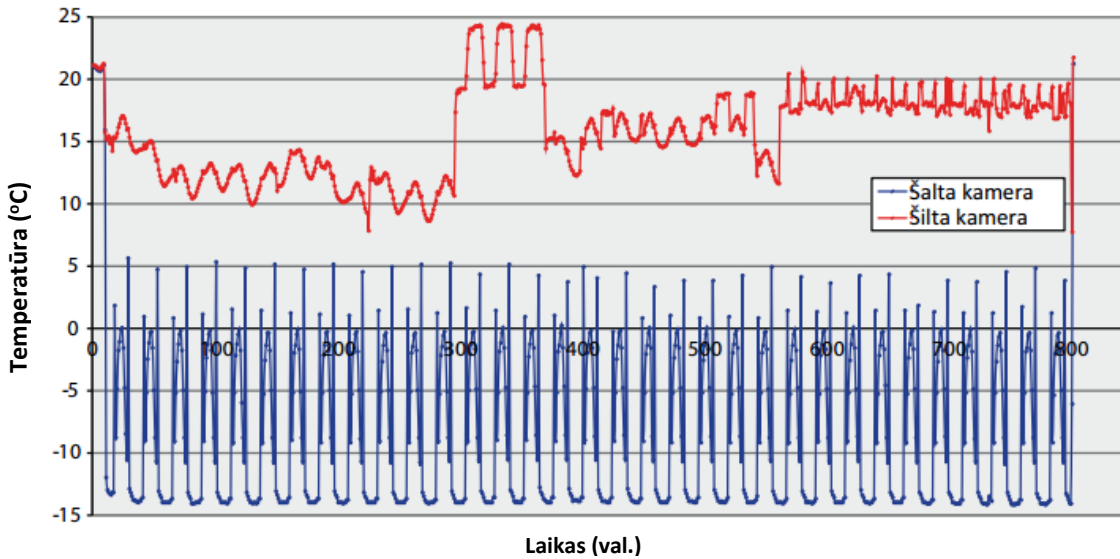
Pav. Nr. 4 Eksperimento schema - šilto etapo ciklas



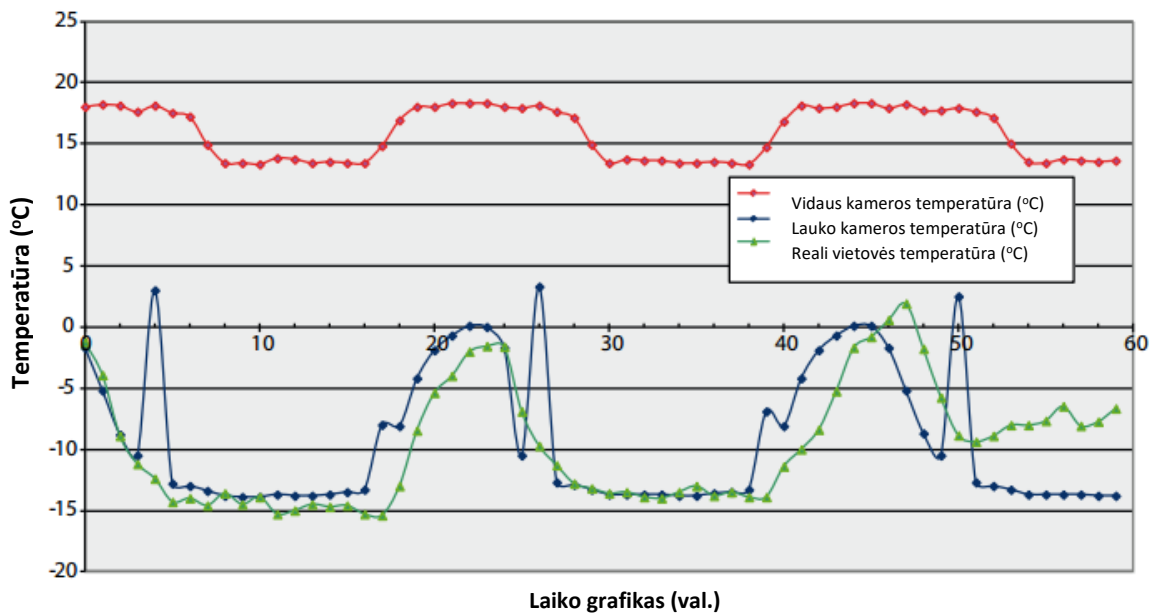
Pav. Nr. 5 Eksperimento schema - šalto etapo ciklas



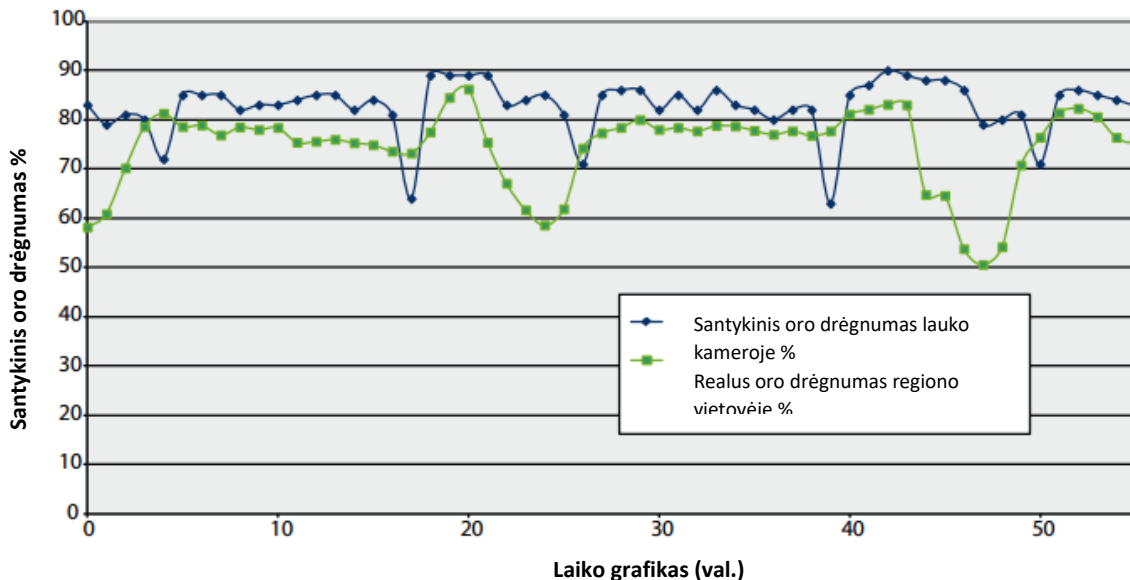
Graf. Nr.4 Drėgmės apkrovos diagrama



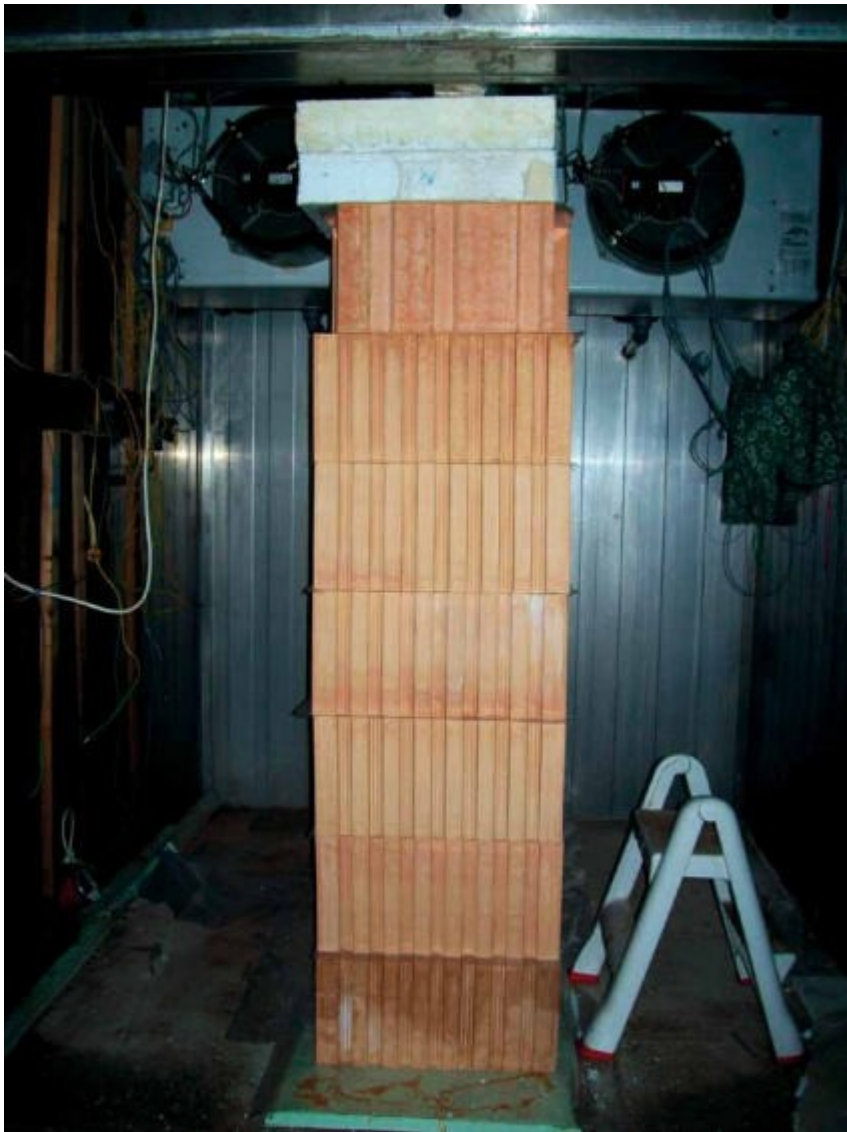
Graf. Nr.5 Temperatūros apkrovos diagrama



Graf. Nr.6 Temperatūrinės apkrovos ciklai (Žaliai pažymėta reali regiono temperatūra –duomenys iš meteorologinės stoties „Holzkirchen“)



Graf. Nr.7 Drėgmės apkrovos ciklai (Žaliai pažymėta realus regiono oro drėgnumas –duomenys iš meteorologinės stoties „Holzkirchen“)



*Pav. Nr. 6 Eksperimento nuotrauka - Heluz blokelių mūras „BTI Bautechnisches Institut GmbH“ instituto oro kameroje*

## Darnusis (harmonizuotas) techninis standartas ČSN 73 0540-2: 2011

Pagrindinis standartas, pagal kurį yra vertinamos statybinių konstrukcijų atitiktis vidaus būklės reikalavimams drėgmės bei temperatūros požiūriu yra darnusis (harmonizuotas) ČSN 73 0540-2 šiluminė pastatų izoliacija - 2dalis: Reikalavimai, galioja nuo 2011 metų lapkričio, įskaitant susijusius techninius standartus ir teisės aktus.

Pagrindiniai reikalavimai dėl pastatų šiluminės izoliacijos pagal standartus yra:

**(Pažymėti šia spalva tie, kurie susiję su mūru ir yra nagrinėjami šiame techniniame vadove).**

### Šilumos pasiskirstymas pastato konstrukcijoje

- Žemiausia konstrukcijos paviršiaus temperatūra.
- Šilumos laidumo koeficientas.
- Vidutinis šilumos laidumo koeficientas.
- Linijinis ir taškinis šilumos laidumo koeficientas.
- Temperatūros kritimas grindų jungties vietoje.

### Drėgmės pasiskirstymas pastato konstrukcijoje

- Vandens garų kondensacija konstrukcijos viduje.
- Metinis vandens garų kondensacijos ir išgaravimo balansas konstrukcijos viduje.

### Oro pasiskirstymas pastatuose ir patalpose

- Oro pralaidumas.
- Patalpų vėdinimas.

### Patalpų temperatūros stabilumas

- Nustatytas patalpų temperatūros sumažėjimas žiemos metu.
- Patalpų temperatūros stabilumas vasaros metu.

### Žemiausia konstrukcijos paviršiaus temperatūra

Reikalavimai išorinių paviršių temperatūrai dažnai nevertinami, bet jų reikšmė yra pakankamai svarbi. Dėl to šio įvertinimo nepaisymo gali susidaryti kondensatas konstrukcijos viduje, po to patalpų viduje gali atsirasti defektai ir pelėšiai. **Reikalavimai paviršiaus temperatūrai turi atitikti kaip ir taikomus ištinėms konstrukcijoms, tiek tokių konstrukcijų sujungimams (pvz., lango palangės konstrukciniai sprendimai).**

Techniniame standarte nurodoma: pagal projektavimo ir statybos siūlės srityse konstrukcinius santykinės oro drėgmės patalpų ore reikalavimus patalpų viduje santykinė vidaus patalpų oro drėgmė turi būti  $\phi_i \leq 60$  % žiemos metu pagal standarto reikalavimus kiekvienoje vietoje nurodyti tokią vidinių paviršių temperatūrą, kokia atitiktų vidinio paviršiaus temperatūros koeficientą  $f_{Rsi}$ , kuris neturi matavimo vieneto, bet turi atitikti lygtį:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

kur

$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$ ,  $f_{Rsi,cr}$  yra kritinis vidinio paviršiaus temperatūros koeficientas, nustatytos vertės pateikiamos standartuose.

$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = 1 - (\theta_{ai} - \theta_{si}) / (\theta_{ai} - \theta_e)$

$\theta_{si}$  – vidinė paviršiaus temperatūra °C;

$\theta_e$  – projektinė lauko oro temperatūra, °C;

$\theta_{ai}$  – projektinė patalpų vidaus oro temperatūra, °C

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{(237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai})}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln \cdot \frac{\phi_{i,r}}{\phi_{si,cr}}}}$$

$\theta_{ai}$  - vidinio paviršiaus temperatūros koeficientas °C;

$\theta_{ex}$  - paviršiaus temperatūra išorinėje aplinkoje žiemos sąlygomis °C, kuri numatyta kaip projektinė aplinkos oro temperatūra  $\theta_e$  šalia esančioms išorinėms konstrukcijoms, kaip projektinė aplinkos oro temperatūra  $\theta_{ai}$  šalia esančioms vidinėms konstrukcijoms bei kaip projektinė grunto temperatūra  $\theta_{gr}$  ant grunto esančioms konstrukcijoms.



$\phi_{i,r}$  – santykinė vidaus oro drėgmė pagal reikalavimus, taikomus mažiausiai vidinei konstrukcijos temperatūrai %, kuri turi būti palaikoma patalpose,

a) patalpose, kuriose vėdinimo technika nuolat ir patikimai reguliuoja oro drėgmę pagal formulę

$$\phi_{i,r} = \phi_i + \Delta\phi_i$$

kur

$\phi_i$  – yra vidutinė patalpų vidaus drėgmė žiemą %, kuri palaikoma nuolat naudojant palaikant numatytą klimatą pastate arba jo dalyje naudojant atskirose konstrukcijos dalyse: ten, kur žmonės praleidžia daug laiko buitinėse, administracinėse, mokymo ir viešose įstaigose, kur numatytas  $\Delta\phi_i \geq 40$  %, nes galiojantys reglamentai nenustato didesnių verčių.

$\Delta\phi_i$  – saugus drėgmės atsargos intervalas pagal EN ISO 13788, %; paprastai  $\Delta\phi_i = 5$  %.

b) iš kurių yra ne nuolatiniai ir patikimai koreguoja drėgmę pagal oro kondicionavimo santykį:

$$\phi_{i,r} = \phi_i + 100 \Delta\phi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\phi_i$$

statybinei konstrukcijai ne mažiau kaip

$$\phi_{i,r} = \phi_i - 10 + \Delta\phi_i$$

kur

$\phi_i$  – projektinė santykinė patalpų vidaus drėgmė žiemą %, nustatyta pastatui arba jo konkrečiai daliai pagal standarto ČSN 73 0540-3 reikalavimus; išskyrus patalpas, kur yra drėgmės, drėgnai ar sausai aplinkai laikoma, kad  $\phi_i = 50$  %.

$\Delta\phi_r$  – santykinės drėgmės pokytis dėl patalpų vidaus temperatūros pokyčio veikiant išorės temperatūrai  $K^{-1}$ ; priimama  $\Delta\phi_r = 0,01 K^{-1} \theta_e$  – projektinė išorės oro temperatūra  $^{\circ}C$  žiemą pagal ČSN 73 0540-3.

$\Delta\phi_i$  – drėgmės atsargos pokytis % pagal EN ISO 13788, priimama  $\Delta\phi_i = 5$  %.

$\phi_{si,cr}$  – kritinė vidaus paviršiaus drėgmė %, tai yra santykinė oro drėgmė prie pat konstrukcijos paviršiaus, kuri negali būti viršyta tos konstrukcijos atveju. Angų atveju kritinė vidinio paviršiaus drėgmė  $\phi_{si,cr} = 100$  % (rasojimo rizika), kitoms konstrukcijoms kritinė vidinio paviršiaus drėgmė yra  $\phi_{si,cr} = 80$  % (pelėsių atsiradimo rizika).

Kitais atvejais, kai vidaus patalpose negali būti įvykdyti reikalavimai, turi būti užtikrintas tokia problemų nekelianti konstrukcijos eksploatacija, kad konstrukcija būtų apsaugota nuo pelėsių atsiradimo ir jos funkcijos nesutrikėtų ant vidinio paviršiaus atsiradus kondensatui. Tai, pavyzdžiai, taikytina objektams su didele santykinė drėgme.



Leidinyje esančiuose konstrukciniuose brėžiniuose pateikiami konkretūs šilumos koeficiento reikalavimai paviršiaus temperatūrai esant skirtingai išorės oro temperatūrai. Šilumos koeficientą galima nustatyti apskaičiuojant bei perskaičiuojant, taip pat galima apskaičiuoti naudojant šilumos tiltelių katalogo programą.

## Šilumos perdavimo koeficientas

### Konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas

Konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas ( $U$ ) yra dydis, kuris naudojamas nustatant objekto šilumos nuostolius. Naujame standarte kai kurie reikalavimai buvo sugriežtinti. Konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas  $U$  turi būti lygus arba mažesnis už vertę  $U_N$ , kuri pateikta standarto ČSN 73 0540-2 3-oje lentelėje – žr. lentelę žemiau. Pagrindinė privalomų ir rekomenduojamų konkrečių pastato konstrukcijos elementų, esant vyraujančiai projektinei vidaus paviršiaus temperatūrai  $\theta_m$  nuo  $18^{\circ}C$  iki  $22^{\circ}C$  šilumos perdavimo koeficiento verčių lentelė pateikiama žemiau. Projektuojant kitus vidaus paviršius reikia remtis standarto reikalavimais. Be privalomų verčių pateikiamos rekomenduojamos vertės. Šilumos perdavimo koeficiento rekomenduojamas vertes tikslinga naudoti projektuojant energetiškai pasyvius ir mažai energijos naudojančius pastatus. Dėl didelių tokių pastatų energetinio efektyvumo tikslinga naudoti mažesnes vertes, atitinkamai artimesnes taikomoms pasyviems namams.

$$U \leq U_N$$

Konstrukcijos aprašymas	Šilumos perdavimo koeficientas $U$ ( $W/m^2 K$ )		
	Privalomos vertės $U_{N,20}$	Rekomenduojamos vertės $U_{rec,20}$	Rekomenduojamos vertės pasyviems namams $U_{pas,20}$
Išorės siena	0,30	sunki: 0,25 lengva: 0,20	Nuo 0,18 iki 0,12
Šlaitinis stogas su didesniu kaip $45^{\circ}$ nuolydžiu	0,30	0,20	Nuo 0,18 iki 0,12
Plokščias ir nuožulnus stogas iki $45^{\circ}$ imtinai	0,24	0,16	Nuo 0,15 iki 0,10
Viršutinė išorės perdanga	0,24	0,16	Nuo 0,15 iki 0,10

Perdanga po nešildoma mansarda (ir stogo be termoiziacijos)	0,30	0,20	Nuo 0,15 iki 0,10
Atitvara prie nešildomos mansardos (stogas be termoiziacijos)	0,30	sunki: 0,25	Nuo 0,18 iki 0,12
		lengva: 0,20	
Šildomos patalpos grindys ir siena, esančios ant grunto	0,45	0,30	Nuo 0,22 iki 0,15
Vidinė perdanga ir siena iš šildomos patalpos į nešildomą patalpą	0,6	0,40	Nuo 0,30 iki 0,20
Vidinė perdanga ir atitvara iš šildomos patalpos į nešildomą	0,75	0,50	Nuo 0,38 iki 0,25
Išorinė perdanga ir atitvara iš nešildomos patalpos į išorę	0,75	0,50	Nuo 0,38 iki 0,25
Nešildomos patalpos ant grunto grindys ir siena	0,85	0,60	Nuo 0,45 iki 0,30
Atitvara tarp sublokuotų pastatų	1,05	0,70	0,50
Perdanga tarp patalpų, kurių temperatūra skiriasi iki 10°C	1,05	0,70	-
Atitvara tarp patalpų, kurių temperatūra skiriasi iki 10°C	1,30	0,90	-
Vidinė perdanga tarp patalpų, kurių temperatūra skiriasi iki 5°C	2,20	1,45	-
Vidinė atitvara tarp patalpų, kurių temperatūra skiriasi iki 5°C	2,70	1,80	-
Išorinės atitvaros ir šlaitinio stogo angos dangtis iš šildomos vidaus patalpos į lauką, išskyrus duris	1,50	1,20	Nuo 0,80 iki 0,60
Nuožulnaus iki 45° nuolydžio stogo angos dangtis iš šildomos vidaus patalpos į lauką	1,40	1,10	0,90
Durų anga iš šildomos vidaus patalpos į lauką	1,70	1,20	0,90
Angos dangtis iš šildomos vidaus patalpos į nešildomą patalpą	3,50	2,30	1,70
Angos dangtis iš nešildomos vidaus patalpos į lauką	3,50	2,30	1,70
Nuožulnus iki 45° nuolydžio angos dangtis iš šildomos vidaus patalpos į lauką	2,60	1,70	1,40
Metalinis angos staktos rėmas	-	1,80	1,00
Nemetalinis angos staktos rėmas	-	1,30	0,90 - 0,70
Lengvų plokščių staktos rėmas	-	1,80	1,20

## Vidutinis pastato fasado šilumos perdavimo koeficientas

Projektuojant namą, konkrečiai jo fasado šilumos cirkuliacijos savybes, reikia įvertinti ir vidutinis pastato fasado šilumos perdavimo koeficientą ( $U_{em}$ ). Tai reiškia, kad šie reikalavimai yra susiję ir projektuojant pastatą juos reikia apskaičiuoti.  $U_{em,N}$  reikalavimas yra vykdomas tik tada, jei  $U_{em}$  vertė yra mažesnė už  $U_{em,N,20}$  vertę, nustatytą pastato etalonui arba daugiausia lygi atitinkamai vertei, nurodytai standarto ČSN 73 0540-2 5-oje lentelėje.

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

**Pastato etalonas** yra virtualus tokio pat dydžio ir išdėstymo pastatas, skirtas tam pačiam tikslui ir toje pačioje vietoje, ant jo visų fasado paviršių yra panaudojamos apdailos konstrukcijos su šilumos laidumo koeficientais, kurie atitinka pagal standartą reikalaujamas vertes. Jei permatomų paviršių plotas yra daugiau kaip 50 % pastato fasado sienų, pro kurias vyksta šilumos cirkuliacija, ploto (permatomų ir nepermatomų, turinčių tiesioginį kontaktą su išorės aplinka), įskaitoma 50 % pastato išorės sienų, pro kurias vyksta šilumos cirkuliacija, ploto, kuris atitinka šilumos perdavimo koeficiento reikalaujamas vertes angų dangčiams ir likusi dalis laikoma kaip reikalaujama šilumos perdavimo koeficiento vertė nepermatomiems išorės fasadams.

$$U_{em} = H_T / A \text{ (W/m}^2\text{.K)}$$

kur

$H_T$  yra specifiniai šilumos nuostoliai W/K pagal EN ISO 13789, kuriuos sudaro visų pastato fasado apdailos konstrukcijų sisteminių ribų pagal išorinių matmenų duomenis šilumos laidumo koeficientai  $U_j$ , jų plotas  $A_j$  nustatomas pagal jų matmenis, atitinkamas temperatūros mažinimo koeficientas  $b_j$ , linijinis šilumos laidumo koeficientas  $\psi_j$ , įskaitant jų ilgus ir nurodytus šilumos laidumo koeficientus  $\chi_j$ , įskaitant jų skaičių pagal ČSN 73 0540-4. Angų dangčiams negalioja didesnis kaip 15 % didinimo koeficientas  $b$ .

$A$  pastato fasado apdailos konstrukcijų, pro kurias vyksta šilumos cirkuliacija, plotas  $m^2$ , kurią sudaro plotų  $A_j$ , pagal atitinkamų konstrukcijų atitinkamą šilumos laidumo koeficientą.

$H_T$  apskaičiavimas pagal EN ISO 13789 pateikiamas žemiau:

$$H_t = H_D + H_g + H_U + H_A$$

Kur  $H_D$  yra specifinis šilumos cirkuliacijos srautas, išreikštas W/K, per išorės fasadą tarp šildomų ar nešildomų patalpų ir išorės pagal formulę:

$$H_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum I_k \cdot \psi_k + \sum \chi_j \text{ arba } H_D = \sum A_i \cdot U_i + A \cdot \Delta U_{t_{bm}}$$

Kur pirmas sumos narys parodo šilumos srautą per konkrečią konstrukciją, antras ir trečias narys parodo įtaką šilumos ryšiams (linijiniams ir taškiniams).

$H_g$  yra pastovus šilumos perdavimo į dirvožemį šilumos srautas pagal ISO 13370.

$H_U$  yra specifinis šilumos srautas, perduodamas per patalpas be klimato kontrolės.

$H_A$  yra specifinis šilumos srautas, perduodamas į gretimus pastatus.

$A$  yra visų pastato sistemų ribų aušinamų konstrukcijų plotas.

$\Delta U_{t_{bm}}$  vidutinis šiluminių jungčių poveikis tarp aušinamų konstrukcijų pastato sistemos ribose, išreikštas W/m<sup>2</sup>. Nustatyta

a) linijinėms šiluminėms jungtims  $\Delta U_{t_{bm}} = \sum (\psi_j \cdot l_j \cdot b_j) / A$

b) taškinėms šiluminėms jungtims  $\Delta U_{t_{bm}} = \sum (\chi_j \cdot l_j \cdot b_j) / A$

**Narys  $\Delta U_{t_{bm}}$  yra dydis, kuris skirtas mažai energijos naudojantiems ir pasyviems namams, kadangi atskirų šiluminių jungčių įtaka bendriems pastato šiluminiams nuostoliams yra didelis. Todėl reikia tiksliai suprojektuoti pastato brėžinius ir tiksliai jų laikytis statant.**

Etaloninio pastato reikalavimas  $U_{em,N,20}$  yra kaip svarbus standartų reikalavimų dėl visų plokštumų, pro kurias vyksta šilumos cirkuliacija, šilumos laidumo koeficiento pavyzdys:

$$U_{em,N,20} = \sum (U_{N,j} \cdot A_j \cdot b_j) / \sum A_j + 0,02$$

kur

$U_{N,j}$  yra atitinkama standarte numatyta j-ojo konstrukcijos komponento, pro kurį vyksta šilumos cirkuliacija, šilumos laidumo koeficiento vertė pagal šilumos laidumo koeficiento verčių lentelę.

$A_j$  yra j-asis konstrukcijos, pro kurią vyksta šilumos cirkuliacija, plotas pagal išorės matmenis.

$b_j$  yra atitinkamos j-tosios konstrukcijos temperatūros mažinimo koeficientas. Angų dangčiams negalioja didesnis kaip 15 % didinimo koeficientas  $b$ .

**Didžiausia reikalaujama projektinė šilumos perdavimo vertė  $U_{em,N,20}$  taikoma naujiems pastatams ir yra 0,50 W/m<sup>2</sup>.K.**

## Linijinis ir taškinis šilumos perdavimo koeficientas

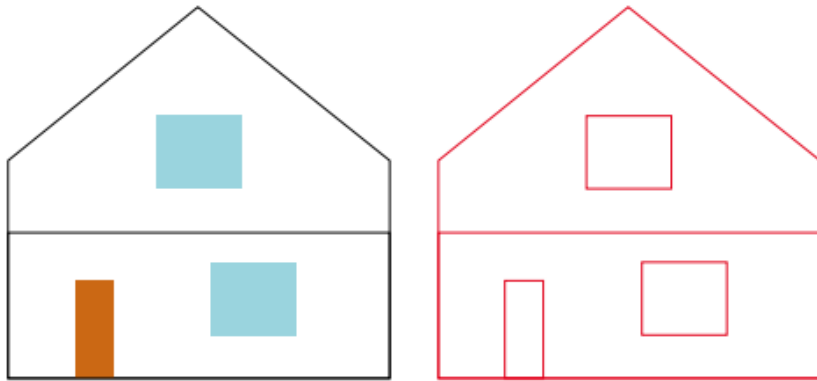
Iš ankstesnio punkto yra įvertinama šiluminių jungčių poveikis bendriems pastato šiluminiams nuostoliams dėl šilumos nutekėjimo pro pastato fasadą - narys  $\Delta U_{t_{bm}}$  iš formulės  $H_D = \sum A_i \cdot U_i + A \cdot \Delta U_{t_{bm}}$ .

Standarte ČSN 73 0540-2 pateikiamos privalomos ir rekomenduojamos linijinio ir taškinio šiluminių jungčių tarp konstrukcijų šilumos perdavimo koeficiento vertės, naujame peržiūrėtame standarte reikalavimai sugriežtinti, žr.lentelę žemiau:

Linijinės šiluminės jungties tipas	Linijinis šilumos perdavimo koeficientas (W/(mK))		
	Privalomos vertės $\psi_N$	Rekomenduojamos vertės $\psi_{rec}$	Rekomenduojamos vertės pasyviems namams $\psi_{pas}$
Išorinė siena, sujungta su kitomis konstrukcijomis, kuriose yra angos, uždengtos dangčiais, pvz., ant pagrindo, lubų virš nešildomos patalpos, kitos išorės sienos, stogo, lodžijos ar balkono, markizės ar arkinio lango, vidinės sienos ir lubų (kai yra vidinė izoliacija) ir t.t.	0,20	0,10	0,05
Išorinė siena yra sujungta su angos dangčiu, pvz., langu, durimis, vartais ir dalimi stiklinės sienos palangės, šoninėmis staktomis ir sąramomis	0,10	0,03	0,01
Stogas, sujungtas su stogo angų dangčiais, pvz., stoglangiais, išlipimo liukais	0,30	0,10	0,02
Taškinės šiluminės jungties tipas	Taškinis šilumos perdavimo koeficientas (W/K)		
	$X_N$	$X_{rec}$	$X_{pas}$
Taškinės konstrukcijos sujungimo taškai (kolonos, sijos, gembės, ir pan.) išorinėje sienoje, perdangoje arba stoge	0,4	0,1	0,02



Visi pateikti mūro iš HELUZ FAMILY blokelių brėžiniai atitinka privalomus konstrukcijų projektavimo reikalavimus pagal ČSN 73 0540-2, iš HELUZ FAMILY 50 2in1 be papildomų pakeitimų atitinka pasyviems namams rekomenduojamus standartus.



Pav. Nr. 7 Linijinių šiluminių jungčių žymėjimas brėžiniuose – raudona spalva.

## Drėgmės pasiskirstymas pastato konstrukcijoje

Pagal standartą yra nustatyti du reikalavimai vandens garų pasiskirstymui konstrukcijoje – susikondensavusių vandens garų kiekis konstrukcijos viduje ir metinis vandens garų susikondensavimo bei išgarinimo balansas.

Vandens garų pasiskirstymą ir kondensaciją visada lemia saugus drėgmės pokytis  $\Delta\phi_i = 5\%$ . Išskyrus drėgnas ir šlapias patalpas, kai paprastai numatomas  $\phi_i + \Delta\phi_i = 55\%$ .

**Reikalavimai galioja ir vidinėms konstrukcijoms, kurios turi tiesioginį kontaktą su gruntu ir matomos pagal mėnesinius apskaičiavimus pagal EN ISO 13788.** Jei projektuojant trūksta duomenų apie klimato sąlygas, išorės konstrukcijas reikia apskaičiuoti pagal ČSN 73 0540-4. Jei apskaičiavimas atliekamas pagal EN ISO 13788 ir pagal ČSN 73 0540-4, reikia vertinti blogiau atrodančio apskaičiavimo rezultatus.

Apribojimai dėl rizikos vertinimo apskaičiuojant kondensaciją dėl vandens garų difuzijos pagal EN ISO 13788: metode daroma prielaida, kad susikaupusi drėgmė išgaruos ir neįvertina eilės svarbių fizikinių procesų, kaip:

- Šiluminio laidumo priklausomybės nuo drėgmės kiekio;
- Garavimo ir sugėrimo paslėptos šilumos;
- Medžiagos savybių kitimas nuo turimos drėgmės kiekio;
- Skystos drėgmės kapiliarinis plitimas medžiagos viduje;
- Oro judėjimas pro plyšius ar oro kišenes;
- Medžiagų higroskopinės drėgmės talpa.

Metodas taikomas konstrukcijoms tada, kai šie poveikiai nereikšmingi. Šis metodas naudojamas tik įvertinti drėgmės pasiskirstymą viena kryptimi.

Pagal standartus EN ISO 13788, kitaip negu pagal ČSN 73 0540-4, negalima tiksliai apskaičiuoti drėgmės kiekio konstrukcijose, tačiau jis atitinka reikalavimus. Būdas pagal ČSN 73 0540-4 labiau atitinka saugos reikalavimus, kas labiau tinka kombinuotų konstrukcijų projektavimui.

## Vandens garų kondensacija konstrukcijos viduje

Statybinėse konstrukcijose, kuriose susikaupęs vandens garų kondensatas gali grėsti jos numatytais funkcijoms, negalima leisti, kad konstrukcijos viduje kauptųsi vandens garai (pvz., tai turi atitikti medienos konstrukcijų montavimo sąlygas). Tada galioja reikalavimas:

$$M_c = 0$$

Šiuo atveju atitiktis reikalavimui apskaičiuojama pagal ČSN 73 0540-4.

Statybinėse konstrukcijose, kuriose susikaupęs vandens garų kondensatas negali grėsti jos numatytais funkcijoms, reikalaujama išmatuoti per metus susikaupusio vandens garų kiekį konstrukcijos viduje  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$   $M_c$  taip, kad atitiktų sąlygą:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Taip pat šios konstrukcijos turi atitikti reikalavimus dėl vandens garų konstrukcijoje kondensato konstrukcijoje sugėrimo ir išgarinimo iš jos balanso.

Vienašlaičio stogo atveju, kurio konstrukcija yra iš medinių elementų, konstrukcija iš sistemų su išorės šilumos izoliacija arba išorės danga, arba kitos apdailos konstrukcija iš mažai pralaidžios medžiagos, rezultatai turi būti mažesni už tokias vertes:

$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  arba 3 % pagrindinės medžiagos, kurioje kaupiasi vandens garų kondensatas, svorio, jei tūrinis svoris didesnis negu  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; medžiagų, kurių tūrinis svoris mažesnis kaip  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ , gali būti 6 % pagrindinės medžiagos svorio.

Kitoms statybinėms konstrukcijoms turi būti mažesni už tokias vertes:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

arba 5 % pagrindinės medžiagos svorio, kurioje kaupiasi vandens garų kondensatas, jei jos tūrinis svoris didesnis kaip  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; medžiagų, kurių tūrinis svoris mažesnis kaip  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ , gali būti 10 % pagrindinės medžiagos svorio.

Reikalavimas vandens garų kondensato susikaupimui yra visada susijęs su mažesniu kondensato susidarymu medžiagoje, kurios mažesnis tūrinis svoris.

## Metinis vandens garų kondensacijos ir išgaravimo balansas konstrukcijos viduje

Statybinėse konstrukcijose, kurioms yra nustatytas ribotas vandens garų kondensato susikaupimas jų viduje, turi būti subalansuotas metinis vandens garų kondensato susikaupimas ir išgarinimas, kad jis ilgainiui neviršytų leistinos tai konstrukcijai drėgmės. Metinis vandens garų susikaupimo kiekis konstrukcijos viduje  $M_c$ , išreikštas  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , turi būti mažesnis už metinį vandens garų išgarinimo kiekį iš konstrukcijos viduje  $M_{ev}$ , išreikštą  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .

$$M_c < M_{ev}$$

## Oro pasiskirstymas pastatuose ir patalpose

### Vėdinimas

#### Jungčių ir kitų pastato fasado apdailos konstrukcijų bei pertvarų vėdinimas

Be lengvų konstrukcijų fasado plokščių tvirtinimo jungčių yra sudaryti vėdinimo reikalavimai kitoms konstrukcijoms. Pagal standartus fasado konstrukcijose **negali būti nesandarių jungčių ir neuždengtų siūlių**, išskyrus atvejus, kai funkcinės jungtys uždengia lengvų fasado apdailos plokščių siūles. Visos konstrukcijos jungtys turi būti tarpusavyje sujungtos taip, kad nuolat būtų užtikrintas geras priėjimas jų techninei būklei patikrinti.

#### Bendras pastato fasado vėdinimas

Bendras pastato arba jo dalies vėdinimas nustatomas išmatavus bendrą oro apykaitą  $n_{50}$ , kai srauto slėgis  $50 \text{ Pa}$ , per  $\text{h}^{-1}$ , tai nustatoma eksperimentiniu būdu pagal EN 13829. Jis turi atitikti šį reikalavimą:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

$n_{50,N}$  yra rekomenduojama bendro oro pratekėjimo intensyvumo,  $50 \text{ Pa}$ , per  $\text{h}^{-1}$ , vertė, kuri pateikiama toliau esančioje lentelėje.

**I lygio** vertės rekomenduojamos **dažniausiai**, **II lygio** vertės rekomenduojamos **siekiant geriausio rezultato**.

Kaip projekto prielaida pastato energetinio efektyvumo apskaičiavimui yra rekomenduojamos **I lygio** vertės iš lentelės, nebent nebuvo gautos matavimo vertės, pavyzdžiui, kai papildomas vertinimas, atliktas dėl pastato renovacijos ar energijos regeneravimo pastate rengimo.

Pastato vėdinimas	Rekomenduojama bendro oro pratekėjimo intensyvumo vertė $n_{50,N}$ ( $\text{h}^{-1}$ )	
	I lygis	II lygis
Natūralus arba kombinuotas	4,5	3,0
Priverstinis	1,5	1,2
Priverstinis su šilumos rekuperacija	1,0	0,8
Priverstinis su šilumos rekuperacija atgal į pastatus Mažas šilumos poreikis šildymui (pasyvūs pastatai)	0,6	0,4

## Oro pralaidumas patalpoje su priverstiniu vėdinimu arba su klimato kontrole

Rekomenduojama, kad oro pralaidumas patalpoje, kur įrengtas priverstinis vėdinimas arba klimato kontrolė, būtų labai mažas. Natūralios oro cirkuliacijos intensyvumo vertės  $n$ , išreikštos  $\text{h}^{-1}$ , apskaičiuojamos pagal oro cirkuliaciją be vėdinimo arba klimato kontrolės įrenginių, pritaikant jas žiemos sąlygoms. Rekomenduojama, kad natūralios oro cirkuliacijos vertė atitiktų šį reikalavimą:

$$n \leq 0,05 \text{ h}^{-1},$$

nebent specialios taisyklės ir veiklos sąlygos numato kitaip

### Patalpų vėdinimas

#### Nenaudojamų patalpų vėdinimo intensyvumas

Tuo metu, kai patalpa nenaudojama, rekomenduojamas toks minimalus jos vėdinimo intensyvumas  $n_{min}$ , per  $\text{h}^{-1}$ , kad tenkintų sąlygą

$$n_{min} \geq n_{min,N}$$



Kur  $n_{\min,N}$ , rekomenduojamas minimalus patalpos vėdinimo intensyvumas, išreikštas  $h^{-1}$ , tuo laikotarpiu, kai patalpa nenaudojama. Jei taikomi kitokie reikalavimai ir kitos veiklos sąlygos, galioja vertė  $n_{\min,N} = 0,1 h^{-1}$ .

### Naudojamų patalpų vėdinimo intensyvumas

Tuo metu, kai patalpa naudojama, jos vėdinimo intensyvumas  $n$  per  $h^{-1}$ , turi tenkinti reikalavimą:

$$n \geq n_N$$

kur  $n_N$  yra naudojamos patalpos vėdinimo intensyvumas, išreikštas  $h^{-1}$ , su sąlyga, kad būtų užtikrintas minimalus šviežio oro srautas pagal galiojančius reglamentus.

Taip pat vėdinimo intensyvumas turi atitikti reikalavimus šildymo sezono metu:

$$n \leq 1,5 n_N$$

Reikalaujamos vertės  $n_N$  yra nustatomos pagal balanso apskaičiavimą, kuris apima visus apskaičiavimus dėl srauto ir šviežio oro kiekio tiekimo.

Reikalinga vertė veikimo metu turi būti užtikrinta kuo artimesnė reikalavimams pagal realias darbo sąlygas.

Gyvenamiesiems pastatams toliau galioja EN 15665. Higienos ir funkcionavimo reikalavimai yra laikomi svarbesniais negu energijos taupymas. Reikalavimas, kad turi būti  $n \leq 1,5 n_N$  reikalauja mažų energijos sąnaudų vėdinant pastatą. Gyvenamiesiems ir panašioms pastatams yra numatytas minimalus šviežio oro tiekimo reikalavimas, paprastai vertės būna nuo  $n_N = 0,3 h^{-1}$  iki  $n_N = 0,6 h^{-1}$ . Natūralios oro cirkuliacijos įleidimo ir išleidimo angos neatstoja pastato patalpų vėdinimo (žr. EN 15665 dėl gyvenamųjų namų).

### Papildomas šilumos grąžinimas rekuperacijos būdu

Kadangi naujuose pastatuose pagal higienos ir eksploatacijos reikalavimus bendras pastato vėdinimo intensyvumas turi būti didesnis kaip  $n = 1 h^{-1}$  per parą ne mažiau kaip 8 valandas per dieną, **rekomenduojama** įrengti efektyvią rekuperacijos sistemą ir dalį išleidžiamo oro šilumos sugražinti atgal į tiekiamą šviežią orą, taip sutaupant iki 60 % šilumos energijos. Jei nėra galimybės naudoti tokią įrangą, **rekomenduojama** pastato energetiniam balansui užtikrinti įrengti tokią įrangą, kuri galėtų panašiai užtikrinti pastato eksploatacijos šilumos sąnaudas, jei tai įmanoma konkrečiomis sąlygomis.

## Mūro blokelių HELUZ FAMILY įvertinimas pagal EN ISO 13788 ir darniojo standarto ČSN 73 0540-2 reikalavimus.

Norint, kad būtų įvykdyti reikalavimai, turi būti įvykdyti šie reikalavimų parametrai:

Medžiaga	d (mm)	$\lambda$ (W/(mK))	c (J/kgK)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$ (-)
Dažai	0,5	0,30	1000	1650	200
Kalkinis smulkus glaistas	2	0,77	850	1610	12
Kalkinis smulkiagrūdis tinkas	15	0,86	850	1720	10
Mūras iš blokų HELUZ FAMILY	500-380	0,058-0,089	1000	640	7
LeichtPutz tipo tinkas	20	0,39	850	1050	10
Dekoratyvinis silikatinis tinkas	2	0,86	920	1600	130

Įprastinė vidaus paviršiaus temperatūra 20,0 °C, vidaus paviršiaus temperatūra žiemą  $T_{ae} -17,0$  °C, įprastinis aukštis iki 600 m virš jūros lygio pagal ČSN 73 0540-3

Mūras	Šilumos koeficientas (-)	Reikalavimų vykdymas		Susikaupusio ir išgaravusio vandens garų kondensato kiekis $M_c$ kg/(m <sup>2</sup> a)	
		EN ISO 13788	ČSN 73 0540-2	EN ISO 13788	ČSN 73 0540-4
HELUZ FAMILY 50 2in1	0,30	Taip	Taip	0,000	0,056/3,423
HELUZ FAMILY 50	0,24	Taip	Taip	0,000	0,059/3,409
HELUZ FAMILY 44	0,24	Taip	Taip	0,000	0,064/3,651
HELUZ FAMILY	0,30	Taip	Taip	0,000	0,079/3,930



Konstrukcijos šilumos koeficiento reikalavimo turi būti laikomasi tiek fasado plokštėse, tiek kitose konstrukcijose! Visos pagal reikalavimus nurodytos šilumos koeficiento vertės tik iš dalies teisingos. Toliau pateikti konstrukciniai brėžiniai atitinka ČSN 73 0540-2 reikalavimus dėl šilumos koeficiento.

## Konstrucinių mazgų vertinimas

### Paviršių temperatūros – išsami santrauka

Brėžinio numeris	Brėžinio pavadinimas	f <sub>Rsi</sub>				Vidaus paviršiaus temperatūra, kai -15°C			
		38	44	50	50 2in1	38	44	50	50 2in1
101	Lango sąrama – (pjūvis)	0,874	0,915	0,932	0,954	16,5	17,9	18,5	19,3
106a	Lango stakta – (brėžinys)	0,909	0,901	0,904	0,912	17,7	17,4	17,5	17,8
106b	Lango stakta - su tinku – (brėžinys)	0,904	0,897	0,901	0,91	17,6	17,3	17,4	17,8
107	Lango palangė – (pjūvis)	0,812	0,809	0,837	0,841	14,2	14,1	15,1	15,3
215	Mūro išorinis kampas – (brėžinys)	0,872	0,888	0,901	0,922	16,4	17	17,4	18,2
216	Mūro vidinis kampas – (brėžinys)	0,943	0,951	0,96	0,969	18,9	19,2	19,6	19,9
302a	Perdanga ant sąramos – (pjūvis)	0,884	0,919	0,929	0,93	16,8	18,1	18,5	18,5
302b	Perdanga ant sąramos - su tinku – (pjūvis)	0,866	0,915	0,927	0,928	16,2	18	18,4	18,4
320	Perdanga tarp šildomų patalpų – (pjūvis)	0,896	0,91	0,928	0,936	17,3	17,8	18,4	18,7
401	Sienos ir pamato - grindys ant grunto – (pjūvis)	0,824	0,847	0,865	0,867	14,7	15,5	16,1	16,2
402	Sienos ir pamato - grindys žemės paviršiaus lygyje – (pjūvis)	0,867	0,886	0,901	0,904	16,2	16,9	17,4	17,5
403	Išorinės durys – (pjūvis)	0,766	0,769	0,781	0,781	12,6	12,7	13,1	13,1
404	Išorinės durys - grindys žemės lygyje – (pjūvis)	0,766	0,769	0,782	0,782	12,6	12,7	13,1	13,1
405	Sienos ir pamato - pirma mūro eilė iš siauresnio blokelių – (pjūvis)	0,859	0,873	0,885	0,888	15,9	16,4	16,9	17
406	Sienos ir pamato - pirma mūro eilė iš siauresnio blokelių - grindys žemės lygyje – (pjūvis)	0,884	0,896	0,905	0,905	16,8	17,2	17,6	17,6
407	Sienos ir pamato - pamatų konstrukcija nevientisa su matomu skiriamuoju sluoksniu – (pjūvis)	0,825	0,848	0,864	0,867	14,7	15,5	16,1	16,2
501	Sienos ir mūrloto – (pjūvis) – su karnizo detale	0,87	0,885	0,937	0,939	16,3	16,9	18,7	18,8
518	Sienos ir stogo – be karnizo – (pjūvis)	0,888	0,888	0,93	0,931	17	17	18,5	18,5
519	Sienos ir stogo – (pjūvis)	0,888	0,888	-	-	17	17	-	-
520	Stogo ir apšiltintos perdangos – nešildoma mansarda – (pjūvis)	0,896	0,905	0,918	0,919	17,3	17,6	18,1	18,1

## Ilginiai šilumos laidumo koeficientai pagal išorės matmenis - išsami santrauka

Brėžinio numeris	Brėžinio pavadinimas	$\psi_e$			
		38	44	50	50 2in1
101	Lango sąrama – (pjūvis)	0,083	0,034	0,016	0,021
106a	Lango stakta – (brėžinys)	0	0,006	0,014	0,011
106b	Lango stakta - su tinku – (brėžinys)	0,007	0,011	0,018	0,014
107	Lango palangė – (pjūvis)	0,051	0,029	0,033	0,03
215	Mūro išorinis kampas – (brėžinys)	-0,112	-0,104	-0,096	-0,069
216	Mūro vidinis kampas – (brėžinys)	0,076	0,072	0,067	0,05
302a	Perdanga ant sąramos – (pjūvis)	0,157	0,099	0,061	0,079
302b	Perdanga ant sąramos - su tinku – (pjūvis)	0,189	0,106	0,064	0,082
320	Perdanga tarp šildomų patalpų – (pjūvis)	0,111	0,096	0,066	0,071
401	Sienos ir pamato - grindys ant grunto– (pjūvis)	0,131	0,102	0,085	0,092
402	Sienos ir pamato - grindys žemės paviršiaus lygyje – (pjūvis)	0,047	0,028	0,017	0,026
403	Išorinės durys – (pjūvis)	0,111	0,093	0,087	0,098
404	Išorinės durys - grindys žemės lygyje – (pjūvis)	0,1	0,081	0,074	0,085
405	Sienos ir pamato - pirma mūro eilė iš siauresnio blokelių – (pjūvis)	0,051	0,043	0,03	0,039
406	Sienos ir pamato - pirma mūro eilė iš siauresnio blokelių - grindys žemės lygyje – (pjūvis)	0,002	-0,001	-0,004	0,017
407	Sienos ir pamato - pamatų konstrukcija nevientisa su matomu skiriamuoju sluoksniu – (pjūvis)	0,13	0,101	0,088	0,094
501	Sienos ir mūrloto – (pjūvis) – su karnizo detale	0,033	0,018	-0,014	0,006
518	Sienos ir stogo – be karnizo – (pjūvis)	-0,019	-0,022	-0,082	-0,064
519	Sienos ir stogo – (pjūvis)	-0,019	-0,022	-	-
520	Stogo ir apšiltintos perdangos – nešildoma mansarda – (pjūvis)	-0,067	-0,064	-0,065	-0,031