

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Bakalářská práce

2023

Marek Vitek

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra technických předmětů

Studentský projekt pro SPŠ stavební: Zateplení budovy

Bakalářská práce

Autor: Marek Vitek

Studijní program: Informatika se zaměřením na vzdělávání

Základy techniky se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: informatika, technika

Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Major, Ph.D.

Oponent práce: prof. RNDr. Štěpán Hubálovský, Ph.D.

Hradec Králové

červenec 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářská práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č. 13/27
(Řád pro nakládání s bakalářskými, diplomovými, rigorózními, dizertačními a
habilitačními pracemi na UHK).

V Hradci Králové dne

.....

Podpis

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne

.....

Podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval mému vedoucímu práce, Mgr. Štěpánu Majorovi, Ph.D., za vedení při zpracovávání práce, odborné rady a především za ochotu a věnovaný čas, který mi poskytl.

Anotace

VÍTEK, Marek. *Studentský projekt pro SPŠ stavební: Zateplení budovy Hradec Králové:*

Přírodovědecká fakulta

Cílem této práce je vytvoření studentského projektu pro výuku na střední průmyslové škole stavební. Téma zateplení objektu je v dnešní době hodně řešené téma, vzhledem k úspoře energií, kterou lze díky zateplení dosáhnout. Tento obor jde neustále dopředu a doslova každým rokem vychází prodejci s novými možnostmi. Teoretická část této bakalářské práce se bude zabývat důvody a možnostmi zateplení. Dále popíše prostředí, které je nutné vytvořit pro komfort člověka ve svém domě. Praktická část se zabývá projektem, ve kterém žáci pomocí programu vytvoří půdorys objektu a následně dle úniku tepla z budovy objekt potřebně zateplí. Bakalářská práce bude sloužit jako studijní materiál pro žáky středních průmyslových škol v oboru technické zařízení budov a také jako metodický materiál pro pedagogy na těchto středních školách.

Annotation

VÍTEK, Marek. *Student project for the Construction Secondary Technical School: Building Insulation*. Hradec Králové: Faculty of Natural Sciences, Univerzity of Hradec Králové, 2023. Bachelor Thesis

The aim of this work is to create a student project for teaching at a secondary industrial construction school. The topic of building insulation is currently a highly discussed subject due to the energy savings that can be achieved through insulation. This field is constantly advancing, and every year new possibilities are introduced by vendors. The theoretical part of this bachelor thesis will address the reasons and possibilities of insulation. It will also describe the environment that needs to be created for human comfort in their homes. The practical part focuses on a project in which students will use a program to create a floor plan of a building and subsequently insulate it based on heat loss from the structure. This bachelor's thesis will serve as study material for students at secondary industrial schools specializing in technical building systems and as a methodological resource for educators at these secondary schools.

Obsah

1	Úvod.....	9
2.	Problematika zateplování	10
2.1	Historie zateplení.....	10
3.	Důvody zateplení.....	11
4.	Vymezení základních pojmů	11
4.1	Teplo.....	11
4.2	Vedení tepla.....	12
4.2.1	Kondukcí	12
4.2.2	Konvekcí – Prouděním vzduchu	13
4.2.3	Radiací – sáláním	14
4.3	Tepelná kapacita (K_x)	15
4.4	Měrná tepelná kapacita.....	16
4.5	Součinitel prostupu tepla U	16
4.6	Tepelný odpor konstrukce "R" [$m^2 * K/W$]	18
4.7	Tepelný most.....	18
4.8	Tepelná vazba.....	20
4.9	Součinitel tepelné vodivosti	20
4.10	Rosný bod.....	21
4.10.1	Fyzikální interpretace významu rosného bodu.....	22
4.11	Energetický štítek obálky budovy	23
5.	Klimatické podmínky	25
5.1	Tepelná pohoda.....	25
5.2	Metabolický tok.....	25
5.3	Tepelná rovnováha člověka.....	26
5.4	Měření parametrů mikroklimatických podmínek.....	27
6.	Vzduch	27
6.1	Teplota vzduchu	28
6.2	Proudění vzduchu	28
6.2.1	Proudění vzduchu v pracovním prostředí.....	28
6.3	Tepelné podmínky v pracovním prostředí	29
6.4	Relativní vlhkost vzduchu	29
6.5	Teplota.....	29
6.5.1	Radiační teploty.....	30
6.5.2	Povrchové teploty	30
7.	Materiály vhodné k zateplení	30

7.1 Nejdůležitější tepelně technické vlastnosti	31
7.2 Vhodné tloušťky tepelné izolace k zateplení	31
7.3 Skladování	32
7.4 Nejúčinnější tepelné izolace	32
7.4.1 Minerální vlna	33
7.4.2 Pěnový (expandovaný) polystyren	34
7.4.3 Vytlačovaný (extrudovaný) polystyren	35
7.4.4 Pěnový polyuretan	35
7.4.5 Pěnové sklo	36
7.5 Přírodní tepelné izolace	37
7.5.1 Izolace rostlinného původu	37
7.5.2 Izolace živočišného původu	38
7.6 Výhody a nevýhody přírodních izolací	39
8. Způsoby zateplení obvodových stěn	40
8.1 Vnitřní zateplení	40
8.1.1 Postup při vnitřním zateplení	42
8.2 Vnější zateplení	43
8.2.1 Tepelně izolační omítky	43
8.2.2 Kontaktní zateplovací systémy	44
8.2.3 Odvětrávané zateplovací systémy	46
8.2.4 Postup při vnějším zateplení	47
9. Způsoby zateplení střech	49
9.1 Ploché střechy	49
9.1.1 Ploché jednoplášťové střechy	50
9.1.2 Ploché dvouplášťové střechy	51
9.2 Šikmé střechy	52
10. Zateplení podlah	53
11. Utěsnění spár a zamezení úniku tepelné energie	54
11.1 Snížení tepelných ztrát u oken	55
11.2 Úniky tepla skrze dveře	56
11.2.1 Padací dveřní lišty	56
12. Praktická část	58
12.1 Druhy školských systémů	58
12.1.1 Project based learning	58
12.1.2 Problem based learning	59
12.1.3 Design based learning	60
12.2 Program Agros2D	60

12.3	Metoda konečných prvků	62
12.4	Tvorba modelu úniku tepla z budovy	63

1 Úvod

Obor technického zařízení budov se velmi rychle posouvá dopředu a s ním i úzce souvisí zateplování budov. Toto téma jsem si zvolil především z důvodu mého předchozího studia střední školy, kde jsem se s touto problematikou poprvé setkal. V dnešní době je zateplení budovy velice probírané téma, protože zateplení jako takové je spjaté s úsporou našich financí.

Protože se naše země nachází v mírném podnebním pásu a střídají se nám 4. roční období, je potřeba se před extrémů v daných obdobích bránit, v létě používáme klimatizace, v zimě zase musíme topit pro dodání potřebného tepla do interiéru. Tato bakalářská práce nás provede problematikou zateplování a hlavními důvody proč objekt zateplit, základními pojmy z oboru technického zařízení budov a v neposlední řadě vysvětluje základní druhy izolací. Práce poukazuje i na to, že nejen dodané teplo do místnosti má vliv na klimatické podmínky v ní, ale svou zásluhu zde mají i podmínky vzduchové.

V závěru práce se nachází vzorově vypočítaný příklad, který má žákům názorně předvést důležitost zateplení.

Cílem této práce je obsáhnout učivo středních škol s oborem technických zařízení budov, srozumitelně vysvětlit pojmy a souvislosti, se kterými se žáci mohou v praxi setkat. Zároveň je cílem mé práce také vytvoření vzorového projektu, který bude sloužit především jako výukový materiál.

2. Problematika zateplování

V této kapitole se zaměřím na širokou problematiku zateplování, která zahrnuje mnoho aspektů a vyžaduje pečlivé posouzení při výběru vhodné izolace. Dále také vysvětluji základní pojmy související s tématem, jako je vedení tepla, tepelné mosty, tepelné vazby, součinitel prostupu tepla, průběh tepla v konstrukci nebo tepelnou pohodu. Důvody pro zateplení, kterými jsou snížení energetických nákladů, zlepšení komfortu a v neposlední řadě ochrana životního prostředí, jsou též zmíněny.

2.1 Historie zateplení

Lidé, jakožto homoiotermní živočichové, mají schopnost udržovat stabilní tělesnou teplotu především díky regulaci metabolismu. Aby se cítili pohodlně, touží udržovat pohodlnou teplotu ve svém prostředí, a proto již od pradávna existovala potřeba zateplovat své obydlí, aby se vyhnuli nepříjemnému chladu. Zpočátku se pro tyto účely využívaly především přírodní materiály, jako je seno, mechy, lišejníky nebo sláma. Často se k zateplování používala i běžná hlína. Například naši předkové stavěli roubená stavení a zateplovali je hlínou, což jim poskytovalo dostatečnou tepelnou pohodu. Tento vývoj ukazuje, že lidská společnost vždy usilovala o psychologický pocit pohodlí a bezpečí. S rostoucím časem stráveným v interiéru se objevily vyšší nároky na tepelný komfort. Důležitým faktorem pro zateplování je také snaha o snížení energetické spotřeby a nákladů spojených s provozem budovy. Potřeba zateplování obydlí se tedy nemění, ale spíše se vyvíjí. S tím souvisí i vývoj zateplovacích materiálů. [1,17]

Jedním z prvních materiálů, které byly specificky navrženy pro zateplení budov, byly dřevovláknité desky. Tyto desky byly vyrobeny z přírodních materiálů, jako byly heraklitové desky nebo desky z lněného pazdeří. Tepelná izolace byla posílena pletivem a mechanicky připevněna k povrchu, následně byla pokryta silnovrstvou minerální omítkou. Avšak často se vyskytovaly trhliny a materiál se zhoršoval kvůli nestabilitě objemu. [1]

3. Důvody zateplení

Základním důvodem pro zateplování budov je zvýšení odporu obvodových stěn vůči pronikání tepla, resp. chladu skrz tyto stěny. Zateplením obvodových stěn lze dosáhnout výrazné úspory nákladů na vytápění, kdy u menších objektů s větším počtem ochlazovaných stěn lze dosáhnout až 50 % úspory na vytápění oproti předchozí topné sezóně. Na základě dlouhodobých statistik můžeme konstatovat, že u větších mnohavchodových domech skutečná úspora klesá na hodnotu kolem 20 - 30 %. Zateplení však pouze neomezuje proudění tepla z interiéru do exteriéru, ale omezuje i proudění tepla z vnějšího prostředí do vnitřního v parných létech, čímž opět přispívá k zlepšení vnitřních podmínek. [2]

4. Vymezení základních pojmů

4.1 Teplo

Přenos tepla je popsán především tepelným tokem. Teplený tok je veličina, která definuje, kolik tepelné energie je přeneseno za jednotku času. Tento proces probíhá od částic s vyšší energií k částicím s nižší energií. V současné době rozeznáváme tři způsoby přenosu tepla. [3]

Teplo je dějová fyzikální veličina charakterizující přenos energie mezi dvěma makroskopickými soustavami. Tento přenos je možný díky rozdílu teplot. Přenos energie přijímané nebo vydávané se nazývá tepelná výměna. Je důležité si uvědomit, že teplo není stavová veličina a není druhem energie jako takové, ale mírou jejího přenosu. Tato energie se libovolně šíří prostředím, kde jsou rozdílná místa teplot. Ta se po čase dorovnají. Teplo se šíří třemi způsoby. Všechny tři tyto způsoby přenosu tepla lze teoreticky popsat a v konkrétních situacích vypočítat a simulovat pomocí základních zákonů termomechaniky, fyziky a chemie. V praxi se však často setkáváme s kombinací všech tří způsobů přenosu tepla dohromady. [3]

4.2 Vedení tepla

Přenos tepla je popsán především tepelným tokem. Tepelný tok je veličina, která definuje, kolik tepelné energie je přeneseno za jednotku času. Tento proces probíhá od částic s vyšší energií k částicím s nižší energií. V současné době rozeznáváme tři způsoby přenosu tepla. [4]

4.2.1 Kondukcí

Kondukcce neboli vedení, nastává zejména u pevných látek. Pro lepší porozumění konduktivnímu přenosu tepla je důležité seznámit se s pojmem teplotní pole, což jsou izotermické plochy v materiálu, tedy plochy s konstantní teplotou. Teplota se mění ve všech směrech a tento nárůst teploty je vyjádřen pomocí gradientu teploty, což je vektorová veličina orientovaná kolmo k izotermě směrem k vyšší teplotě. Dalším významným pojmem v konduktivním přenosu tepla je tepelný tok, který vyjadřuje množství tepla přeneseného přes izotermický povrch za jednotku času a označujeme ho písmenem P . Pokud se tepelný tok vztahuje k jednotkové ploše, mluvíme o hustotě tepelného toku q .

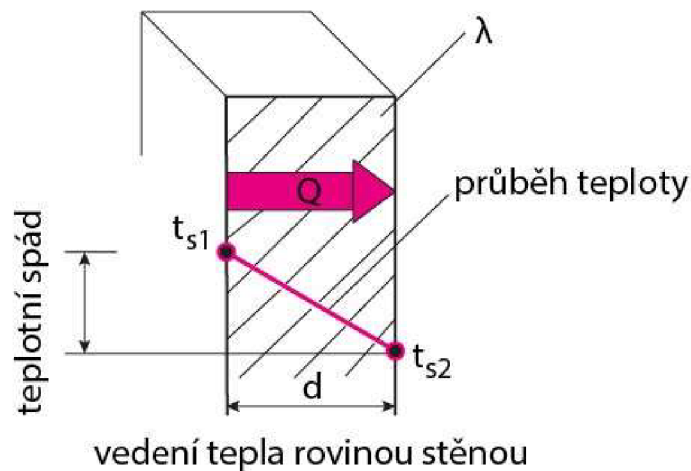
Vztah mezi tepelným tokem a hustotou tepelného toku lze vyjádřit pomocí vzorce:

$$P = q \cdot S [W]$$

Pro výpočet množství tepla, které prochází izotermickou plochou za jednotku času, můžeme použít následující vzorec:

$$Q = P \cdot t = q \cdot S \cdot t [W]$$

Tepelný tok je přenášen mezi povrchem tělesa (budovy) a okolní tekutinou (vzduchem). Směr proudění závisí na teplotách tělesa a tekutiny. [4,14]



Obrázek 1.- Vedení tepla rovinou stěnou

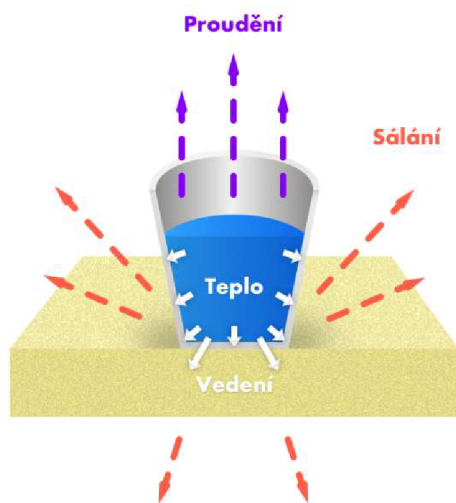
Na obrázku je popsán průběh vedení tepla rovinou stěnou. Teplo je na obrázku značeno písmenem Q , dále t_{s1} a t_{s2} jsou rozdíly teplot na vnější straně stěny a na vnitřní. Písmenem d je zde značena tloušťka stěny. Nesmíme zapomenout ani na λ , jejíž hodnotu najdeme v tabulkách podle typu materiálu.

4.2.2 Konvekce – Prouděním vzduchu

U kapalných a plyných látek dochází ke konvekci. Zde máme dva způsoby proudění, a to jsou přirozené a vynucené. Přirozené proudí bez cizí pomoci, pouze přemístováním částic. Vynucené probíhá povětšinou vinou technického zařízení, jako je ventilátor nebo čerpadlo. [5]

Konvekce je mechanismus přenosu tepla, který se vyskytuje u tekutin, jako jsou plyny, kapaliny, nikoli však u pevných látek. Přenos tepla v konvekci je způsoben pohybem hmoty uvnitř tekutiny, kdy různé části tekutiny mají různé teploty, což vede ke změně vnitřní energie. Klíčovou roli při konvekci hraje proudění tekutiny, které lze popsat pomocí fyzikálních vlastností tekutin. Důležité veličiny ovlivňující proudění tekutin, a tedy průběh konvekce jsou hustota, objemový koeficient roztažnosti, tlak, stlačitelnost, viskozita a rozpínavost. Proudění tekutin je popsáno hydrodynamikou, která se zabývá pohybem tekutin a zahrnuje síly hmotnostní, tlakové, třecí a setrvačné. Na druhé straně

hydrostatika se zaměřuje na rovnováhu sil působících na tekutinu v klidu, kdy na ni působí pouze síly tlakové a hmotnostní. [5]



Obrázek 2.- schéma vedení tepla

4.2.3 Radiací – sáláním

Radiace, také nazývaná záření, je dalším způsobem přenosu tepla. Na rozdíl od kondukce a konvekce není radiace vázána na hmotné prostředí a může se vyskytovat i ve vakuu. Pro pochopení sdílení tepla radiací je důležité porozumět kvantové fyzice, která se zabývá chováním elementárních částic. Přenos energie pomocí radiace je založen elektromagnetickém záření, které se šíří prostředím rychlostí světla. V kvantové fyzice předpokládáme dualismus světla, což znamená, že se světlo v některých případech chová jako vlna a v jiných případech jako částice. V rámci elektromagnetického nebo vlnového přístupu předpokládáme, že se světlo řídí zákony vlnové optiky a můžeme určit rychlost světla jako součin vlnové délky záření a frekvence. [6]

Tuto závislost lze vyjádřit pomocí vzorce:

$$c = f \cdot \lambda [m \cdot s^{-1}]$$

Díky této teorii, je možné vysvětlit pojmy jako polarizace, difrakce a interference. V kvantové teorii zavádíme pojem kvanta a nahlížíme na záření jako na částice, které atomy dané látky vyzařují nebo vylučují. Energie tohoto záření je definována jako součin frekvence a Planckovy konstanty, přičemž Planckova konstanta má hodnotu $6,626 \times 10^{-34}$ J . s. [6]

Je zde platný stav:

$$Q = h \cdot f [J]$$

4.3 Tepelná kapacita (K_x)

Fyzikální veličina, která charakterizuje makroskopickou soustavu (těleso, dané látkové množství jisté látky apod.). Tepelná kapacita vyjadřuje množství tepla, které musí být dodáno soustavě, aby se její teplota zvýšila o jeden kelvin K. Závisí nejen na současné teplotě soustavy, ale také na způsobu, jakým se soustava změní při přijímání tepla. [2,7]

Je definována podílem přivedeného tepla a příslušné změny teploty:

$$K_x = \frac{dQ}{dT}$$

K_x ... Tepelná kapacita

dQ ...přivedené teplo

dT ... přírůstek teploty

4.4 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita Je definována jako množství tepla potřebného k ohřátí jednotky hmotnosti (1 kg) látky o jeden stupeň (1 K nebo 1 °C). Měrná kapacita se značí c . Není to žádná konstanta, ale proměnná veličina. Je definována jako podíl tepelné kapacity KX a hmotnosti m dané látky. [2,7]

4.5 Součinitel prostupu tepla U

Definice: celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu " R " s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek kotev, které jsou součástí konstrukce. [2,7]

Je definován vztahem:

$$U = \frac{1}{R}$$

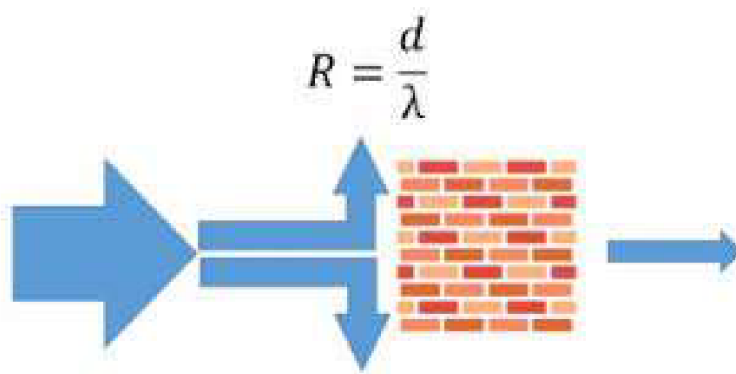
Tabulka 3 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou Θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50 ²⁾	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40 ⁷⁾	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,30	1,70
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,30	1,70
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,60	1,70	1,40
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ²	$f_w \leq 0,50$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
	$f_w > 0,50$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$	
Kovový rám výplně otvoru	-	1,80	1,00
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	-	1,30	0,90 - 0,70
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,80	1,20

Obrázek 3.- Tabulka požadované hodnoty součinitele prostupu tepla

4.6 Tepelný odpor konstrukce "R" [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

Tepelný odpor je fyzikální veličina, která charakterizuje tepelně-izolační vlastnosti určité konstrukce. Jeho hodnota přímo závisí na tloušťce konstrukce a součinitele tepelné vodivosti materiálu použitého v konstrukci. Cílem je dosáhnout co nejvyšší hodnoty tepelného odporu, čehož se dá dosáhnout zvýšením tloušťky konstrukce a použitím materiálů s co nejnižším součinitelem tepelné vodivosti. Tepelný odpor R vyjadřuje odpor 1 metru čtverečního konstrukce proti průchodu tepelné energie při rozdílu teplot 1 Kelvin. [2,7]



Obrázek 4.- Tepelný odpor konstrukce

Je vyjádřen vztahem:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

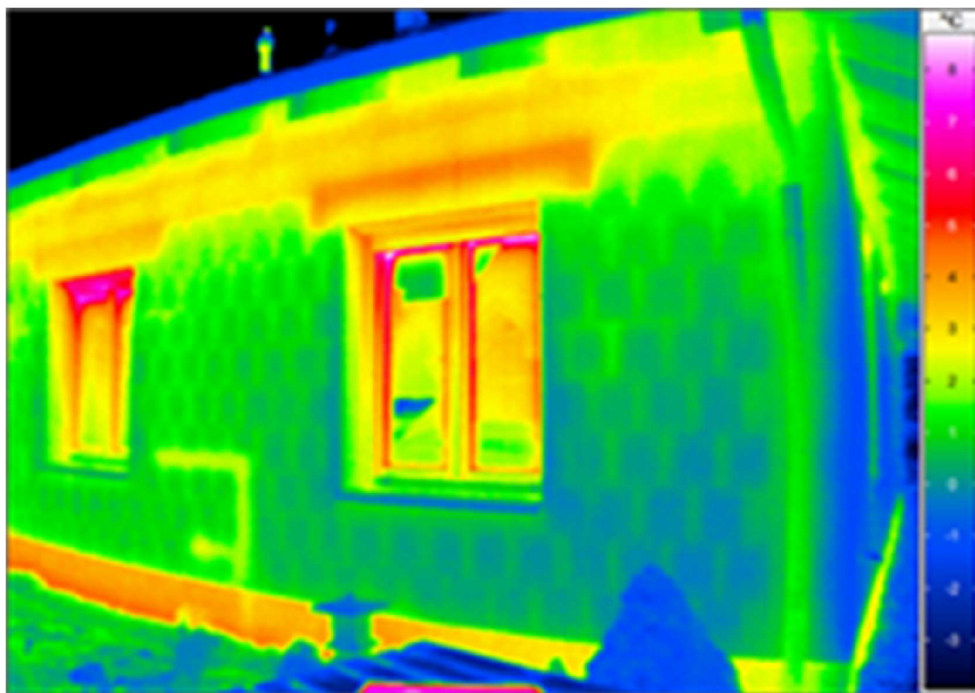
4.7 Tepelný most

S narůstajícími nároky na tepelnou izolaci budov se zvyšuje vliv tepelných mostů. Tyto tepelné mosty mají negativní dopad na energetickou efektivitu budovy a vytvářejí místa pro místní kondenzaci vodní páry. Toto vede k výskytu plísní a vytváření nevhodného mikroklimatu pro lidské obyvatel. Navíc, tepelné mosty mohou mít negativní vliv na statiku stránku budovy a mohou dokonce vést až její destrukci. [8]

Při porovnávání starších a novějších staveb je důležité mít na paměti, že vliv tepelných mostů je ovlivňován používáním odlišných technologií a materiálů než dříve. Přestože se v minulosti také vyskytovaly problémy s tepelnými mosty, nebyly většinou uznávány a přisuzovaly se pouze stárnutí stavby. [8]

Tepelný most je oblast v konstrukci, kde je vysoký tepelný tok, tedy oblast, kde uniká více tepla než v okolí. Toto vede k tomu, že tepelný most má v interiéru studenější povrch, zatímco v exteriéru má povrch s vyšší teplotou než okolní konstrukce. [8]

Tepelné mosty jsou problematické i z hlediska hygieny. Na povrchu, který se nachází v interiéru, může dojít k lokální kondenzaci vodní páry nebo nárůstu relativní vlhkosti vzduchu nad 80%, což vytváří ideální podmínky pro růst plísní. Plísně produkují alergeny a vytvářejí nevhodné mikroklima pro náš pobyt v místnosti. Plísně mohou růst nejen na viditelných místech, ale také tam, kde je pouhým okem nevidíme, a přesto mají velký vliv na mikroklima. V minulosti tepelné mosty neměly takový vliv na růst plísní, protože když se topilo v lokálních kamnech s pevnými palivy, docházelo k intenzivnímu větrání místností. Vnitřní vzduch byl v zimě suchý a na studených površích nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, jako se to děje v dnešní době. [8]



Obrázek 5.- Tepelný most nad oknem

4.8 Tepelná vazba

Tepelná vazba představuje specifický typ tepelného mostu, který není možné zařadit do jedné nebo druhé konstrukce. Tento typ mostu vzniká na rozhraní dvou nebo více konstrukcí, kde jejich vzájemné působení významně ovlivňuje tepelný tok v konstrukcích. Existují dva typy tepelných vazeb: bodové a lineární. [4]

4.9 Součinitel tepelné vodivosti

Schopnost stejnorodého, izotropního materiálu při dané střední teplotě vést teplo. [4]

Tepelná vodivost představuje schopnost materiálu nebo konstrukce přenášet teplo. Ukazuje, jak rychle se teplo šíří z horké části materiálu do okolních, chladnějších částí. [4]

Tepelná vodivost je schopnost materiálu vést teplo a určuje rychlost šíření tepla z jedné zahřáté části materiálu do chladnější části. Tuto veličinu vyjadřujeme jako součinitel tepelné vodivosti λ , který se udává ve wattech na metr krát kelvin [W/mK]. Lambda je důležitým kritériem pro posouzení kvality tepelných izolací, neboť čím je hodnota nižší, tím je izolace kvalitnější a teplo se přes materiál šíří pomaleji. Tyto hodnoty lze nalézt v normách ČSN nebo u výrobců jednotlivých materiálů a jsou používány při tepelně technickém hodnocení stavebních konstrukcí pomocí kalkulátoru izolací. [4]

Tepelná vodivost je charakteristický fyzikální parametr látky, který závisí na tlaku, teplotě a chemickém složení této látky. Je definována jako množství tepla, které projde jednotkovou plochou izotermického povrchu za jednotku času při jednotkovém teplotním gradientu v materiálu. [4]

Tuto vlastnost můžeme matematicky vyjádřit pomocí následující rovnice:

$$\lambda = - \frac{Q}{\text{grad } T \cdot S \cdot t} [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{Q}{\text{grad } T \cdot S \cdot t} [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$$

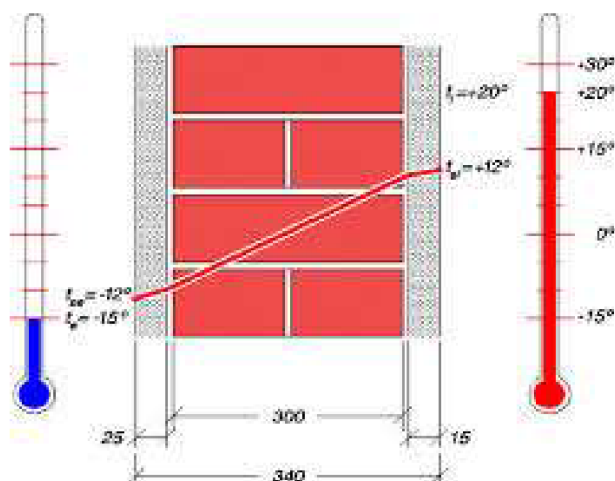
Součinitel tepelné vodivosti pro specifické materiály se stanovuje experimentálně pomocí různých metod, jako je například laserová metoda, odporová metoda nebo metoda horké desky. Tyto metody vyžadují znalost hustoty tepelného toku nebo tepelného toku procházejícího daným materiálem, tloušťky materiálu a rozdílu teplot na obou stranách vzorku. Přesné stanovení součinitele tepelné vodivosti je klíčové pro přesné teoretické výpočty přenosu tepla, ohřevu a chladnutí materiálů. Hodnoty součinitelů tepelné vodivosti jsou k dispozici v tabulkách, kde jsou pro specifické materiály rozděleny podle teplotní závislosti. [4]

4.10 Rosný bod

Rosným bodem je definována obecně teplota, při které kondenzuje vodní pára na vodu. Jinak řečeno, při 100% nasycení vzduchu vodními parami (tzn. relativní vlhkost vzduchu je 100 %) dochází ke změně skupenství vodní páry na vodu – tzn. dosažení rosného bodu. [7]

Rosný bod je hodnota proměnlivá závislá na teplotě, vlhkosti vzduchu, ale i na atmosférickém tlaku. [7]

Při vyšší absolutní vlhkosti vzduchu se teplota rosného bodu zvyšuje. Jinak řečeno, s narůstající vlhkostí vzduchu se musí zvýšit i teplota vzduchu, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry na vodu. V praxi to znamená, že při vyšší vlhkosti vzduchu může vzduch obsahovat více vody bez kondenzace. Naopak, když se vzduch ochladí, dochází ke kondenzaci vodní páry, což může být pozorováno například v podobě rosy v létě nebo kondenzace na zrcadle při osprchování. Při běžných teplotách může tlak vodní páry ve vzduchu stoupat až do dosažení hodnoty tlaku syté páry. [7]



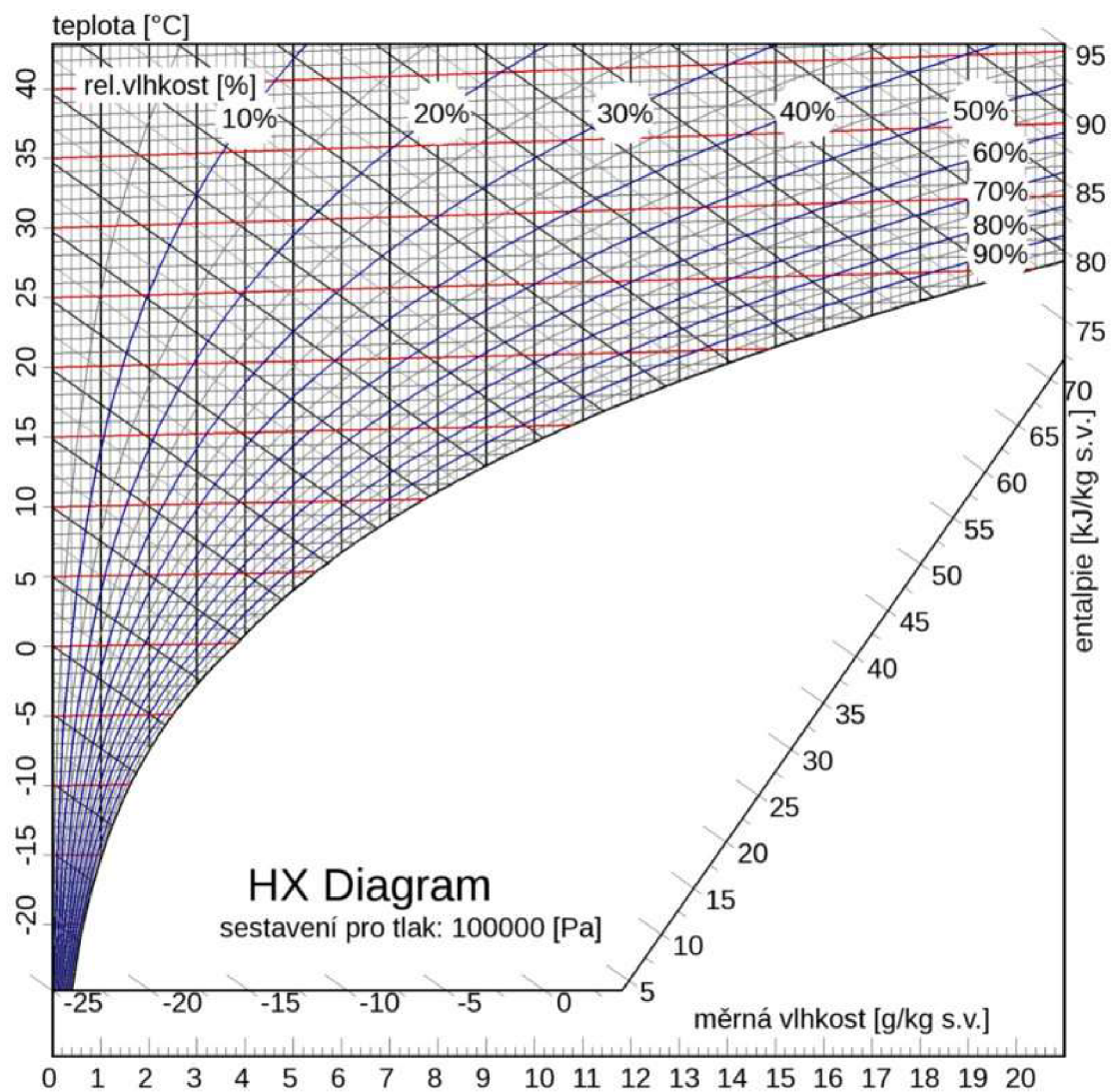
Obrázek 6.- Rosný bod

4.10.1 Fyzikální interpretace významu rosného bodu

Ke kondenzaci vodních par ve zdivu dochází převážně v zimních měsících. To je způsobeno tím, že v interiéru, kde teploty dosahují přibližně 21°C, je vzduch schopen pojmout větší množství vlhkosti ve formě vodní páry – relativní vlhkost vzduchu, než je tomu v exteriéru, kde teploty jsou mnohem nižší, například v našich zimních podmínkách kolem 0°C až do -15°C. Vodní páry ve vzduchu vytváří tzv. dílčí tlak, který se, jako všechny přírodní jevy, snaží vyrovnat s dílčím tlakem vodních par ve vzduchu venku. Proto se vodní páry ve zdivu přesouvají směrem z interiéru do exteriéru. S poklesem teploty venku se zvyšuje rozdíl dílčích tlaků a vodní páry mají vyšší tendenci prostupovat konstrukcí. Při průchodu konstrukcí se teplota v ní snižuje směrem ven. To znamená, že se také snižuje schopnost konstrukce udržet stejné množství vodní páry na daném místě ve zdivu při určité relativní vlhkosti. Na určitém místě může teplota klesnout natolik, že vlhkost ve zdivu již není schopna zůstat ve formě vodní páry a začne se srážet na vodu. Tím pádem dochází ke kondenzaci, protože byl překročen bod rosy. [7]

Jak vypočítat rosný bod v konstrukci?

1. Definujeme si průběh teplot v konstrukci
2. Definujeme si rozdíl parciálních tlaků vodní páry v interiéru a exteriéru
3. Tento rozdíl je v konstrukci rozložen podle difuzních odporů materiálů
4. Musíme porovnat, zda v konstrukci nedochází k rosnému bodu



Obrázek 7.- HX Diagram

4.11 Energetický štítek obálky budovy

V souvislosti s energetickým štítkem budovy obvykle dochází k záměně pojmu a nedorozumění, ale konkrétní význam tohoto pojmu je jasně definován v technické normě ČSN 73 0540-2, která stanovuje požadavky na tepelnou ochranu budov. [8,9]

Energetický štítek obálky budovy slouží k vyhodnocení tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí domu. Jednoduše řečeno, poskytuje podrobnější informace o konstrukcích a umožňuje zjistit, která konstrukce ztrácí nejvíce tepla a která by popřípadě měla být zateplena. Toto hodnocení je definováno revidovanou technickou normou ČSN 730540-2, která určuje metodu pro hodnocení tepelného průchodu obálkou budovy pomocí průměrného součinitele tepelného průchodu. Energetický štítek obálky budovy neboli EŠOB, rozděluje budovy do sedmi tříd od A do G, přičemž třída A označuje velmi úsporné budovy a poslední třída G mimořádně neekonomické budovy. Vyžadování energetického štítku je často součástí stavebního řízení a stavební dokumentace pro nové budovy, stavební úpravy a změny hotových budov. [8,9]

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení: NsP ČL - MONOBLOK			Hodnocení obálky budovy			
Adresa budovy: Purkyňova 1849, 470 77 Česká Lípa						
Celková podlahová plocha $A_c =$		22 153,5	m^2	stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
	A					
0,5	B	2,99	0,98	2,99	0,98	
0,75	C	2,99	0,98	2,99	0,98	
1,0	D	2,99	0,98	2,99	0,98	
1,5	E	2,99	0,98	2,99	0,98	
2,0	F	2,99	0,98	2,99	0,98	
2,5	G	2,99	0,98	2,99	0,98	
Mimořádně neekonomická						
KLASIFIKACE:						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2K)$			G - Mimořádně neekonomická			
$U_{em} = H_T / A$			1,32	0,43		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2K)$			0,44	0,44		
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A / V = m^2 / m^3$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,22	0,33	0,44	0,66	0,88	1,10
Platnost štítku do: 2.3.2023			Datum: 1.3.2013			
Štítek vypracoval:			Jméno a příjmení: Ing. Plamen Penkov, CSc.			
Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2/2011.						

Obrázek 8.- Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy a příslušný protokol jsou strukturované technické dokumenty, které slouží k potvrzení dodržení tepelných vlastností obálky budovy. [8,9]

5. Klimatické podmínky

Mikroklimatické podmínky, které se také nazývají tepelné vlhkostní podmínky, jsou určeny teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Tyto faktory jsou vzájemně propojeny, takže změna jednoho z nich ovlivní i zbývající dva. Tyto fyzikální veličiny určují subjektivní pocit pohody nebo nepohody a v extrémních případech mohou být považovány za škodlivé s negativním vlivem na lidské zdraví. Pro hodnocení tepelného stavu člověka je klíčová jeho tepelná bilance, což je poměr mezi množstvím tepla, které produkuje a množstvím tepla, které je odváděno z jeho těla do okolního prostředí. [10]

5.1 Tepelná pohoda

Tepelná pohoda prostředí, na kterou je člověk velmi citlivý, se definuje jako pocit spokojenosti člověka s tepelným stavem prostředí. Jinak řečeno je to prostředí, ve kterém není člověku teplo ani zima. [10]

5.2 Metabolický tok

Při látkových přeměnách probíhajících v lidském těle se uvolňuje tepelná energie – metabolické teplo. Metabolické teplo závisí na činnosti vykonávané člověkem. Jen malá část této energie se přenáší do okolí formou mechanické práce konané člověkem, zatímco většina se přenáší formou tepla – zhruba 90–100%. [10]

V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty metabolického tepelného toku vztaženého na 1 m² povrchu lidského těla při různých fyzikálních aktivitách. Použití hustot metabolického tepelného toku umožňuje eliminovat vliv fyzické stavby člověka.

Průměrná hodnota povrchu těla u dospělých mužů je přibližně 1,9 m², zatímco u žen činí přibližně 1,75 m². [10]

Činnost	Hustota metabolického tepelného toku \dot{q}_m		Mechanická účinnost η
	[W.m ⁻²]	[met]	[-]
Klidné ležení	46	0,8	0
Sezení, uvolněné	58	1,0	0
Práce vsedě (úřady, školy, laboratoře)	70	1,2	0
Stání, lehká práce (nakupování, laboratoře, lehký průmysl)	93	1,6	0 až 0,1
Stání, střední práce (prodavač, práce v domácnosti, práce na strojích)	116	2,0	0,1 až 0,2
Chůze po rovině 2 km.h ⁻¹	110	1,9	0,1 až 0,2
Chůze po rovině 3 km.h ⁻¹	140	2,4	0,1 až 0,2
Chůze po rovině 4 km.h ⁻¹	165	2,8	0,1 až 0,2
Chůze po rovině 5 km.h ⁻¹	200	3,4	0,1 až 0,2
Těžká fyzická práce (těžký průmysl, stavebnictví) přenášení břemen 50 kg	235	4,0	0,1 až 0,25

1 met = 58,2 W.m⁻²

Obrázek 9.- Tabulka hodnot metabolického toku

5.3 Tepelná rovnováha člověka

Pro dosažení tepelné pohody je třeba zajistit rovnováhu mezi tepelnou energií produkovanou tělem a tepelnou energií odváděnou do okolí formou tepla. Tuto rovnováhu lze vyjádřit pomocí rovnice tepelné pohody, která bere v úvahu i mechanickou práci vykonávanou člověkem. Teplo se odvádí do okolí vedením, konvekcí, radiací, vypařováním a dýcháním. [10]

$$Q_m (1-\eta) = Q_{ved} + Q_k + Q_r + Q_v + Q_d \text{ [W]},$$

$$Q_m (1-n) = Q_{ved} + Q_k + Q_r + Q_v + Q_d \text{ [W]}$$

Rovnice tepelné pohody nám ukazuje, že pro splnění tepelné pohody je potřeba, aby Q_m , neboli metabolický tepelný tok se musí rovnat všem tepelným tokům přenášeným do okolního prostředí – vedením, konvekcí, radiací, vypařováním a dýcháním [W]. [10]

5.4 Měření parametrů mikroklimatických podmínek

Pro hodnocení mikroklimatu se měří několik fyzikálních veličin. Mezi ně patří teplota vzduchu, výsledná teplota, radiační teploty, povrchové teploty objektů konstrukcí, rozdíl teplot mezi oblastí hlavy a kotníků pracovníka. Krom toho se také měří relativní vlhkost vzduchu a rychlost proudění vzduchu. [11,12]

Teplota vzduchu: K měření teploty vzduchu se používají teploměry. Při tomto měření je důležité zajistit, aby naměřená hodnota nebyla ovlivněna sálavou složkou z okolních povrchů. [11,12]

Výsledná teplota vzduchu K měření výsledné teploty se používá kulový teploměr, který zohledňuje jak vliv rychlosti proudění vzduchu, tak i sálavých zdrojů na teplotu vzduchu. Naměřená hodnota výsledné teploty zahrnuje oba tyto faktory. [11,12]

6. Vzduch

Vzduch je obecně směs plynných látek, která obklopuje naši Zemi. Je tvořen převážně dusíkem a kyslíkem, spolu s menšími množstvími dalších plynů, jako je argon, oxid uhličitý, vodní pára, neon, helium a další. Vzduch je nezbytný pro podporu života na Zemi, protože obsahuje kyslík, který je nezbytný pro dýchání živočichů a oxidaci paliv v procesu spalování. Vzduch také slouží jako prostředí pro přenos zvuku a je důležitý pro regulaci teploty a klimatu planety.

Vzduch je plynné médium, které je nestálé a podléhá změnám tlaku, teplotě, vlhkosti a složení. Jeho vlastnosti a chování jsou ovlivněny fyzikálními zákony, jako je ideální plynové chování, tepelná rozpínatelnost a difuze. Celkově lze vzduch považovat za

důležitý a nezbytný prvek naší planety, který má vliv na životní prostředí, klima, zvukovou vodivost, zdraví a mnoho dalších aspektů naší existence.

6.1 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu vypovídá o tepelné zátěži nebo subjektivním pocitu tepelné pohody člověka. Tepelné podmínky mají významnější dopad na subjektivní pocit pohody člověka, míru odpočinku a skutečnou produktivitu práce než nežádoucí škodliviny nebo rušivý hluk. [11,12]

6.2 Proudění vzduchu

Hladina vlhkosti vzduchu uvnitř prostoru je ovlivněna venkovní vlhkostí, technologickými nebo jinými zdroji vlhkosti a počtem osob v místnosti přítomných. Doporučené hodnoty pro relativní vlhkost se podle tabulek pohybují v rozmezí 30-70% . I když člověk méně vnímá vlhkost než teplotu, stav jedince může být nepříznivě ovlivněn. V zimním období během vytápění relativní vlhkost často klesá až na 20% nebo ještě nižší hodnoty. To vede k intenzivnímu vysoušení sliznic horních cest dýchacích u i zdravých jedinců, což snižuje jejich ochrannou funkci a zvyšuje riziko pronikání škodlivých látek do dolních cest dýchacích. V těchto případech je vhodné v zimě používat vzdušné zvlhčovače, aby se uměle zvýšila vlhkost vzduchu, avšak nejlépe na hodnoty maximálně kolem 40 % . [11,12]

6.2.1 Proudění vzduchu v pracovním prostředí

V pracovním prostředí se doporučuje udržovat rychlost proudění vzduchu v rozmezí mezi 0,1 – 0,3 m/s po celý rok, přičemž hodnota závisí na povaze činnosti a použitém oděvu. Pro administrativní budovy, malé provozovny a podobné prostředí se v zimním období doporučuje rychlost proudění vzduchu nepřesahující 0,15 m/s, zatímco v letním období by měla být hodnota maximálně 0,25 m/s. Pocit průvanu, tedy nepříjemného proudění studeného vzduchu, se může vyskytnout i při ovládní pouze části těla. Tento jev nastává při otevřených oknech nebo dveřích, ale i v klimatizovaných

prostorách (například přívodem vzduchu podlahou, což způsobuje pocit chladu na nohách, stejně tak proud vzduchu blízko oblasti hlavy nebo jiných částí těla). Pokud není možné odstranit nerovnoměrné proudění vzduchu, je vhodné poskytnout prostor pro odpočinek v jiné místnosti s jiným způsobem větrání nebo případně změnit pracovní místo. [11,12]

6.3 Tepelné podmínky v pracovním prostředí

Při teplotě kolem 50 °C může člověk vydržet asi čtyři hodiny, avšak s rostoucí vlhkostí vzduchu se tato doba značně zkracuje. Vysoké teploty způsobují nadměrnou únavu a nedostatek koncentrace, což může vést k nebezpečným úrazům. Delší vystavení vysokým teplotám může způsobit akutního přehřátí organismu a následky s ním spojeným, mezi které patří například bolest hlavy, svalů, srdce, křeče, změna krevního tlaku nebo dochází k neadekvátnímu a vysoce nekontrolovatelnému chování. Při práci v chladném prostředí dochází k omezení průtoku krve do kůže, zvýšení krevního tlaku a zrychlení srdečního tepu, stejně jako ke zvýšené spotřebě kyslíku. Tělesná teplota se snižuje, dýchání a srdeční frekvence se zpomaluje. Pokles aktivity centrálního nervového systému vede k ospalosti, a při dalším poklesu teploty dochází ke smrti z důvodu selhání krevního oběhu. [11,12]

6.4 Relativní vlhkost vzduchu

Je to veličina, která nám slouží ke stanovení teploty rosného bodu. Relativní vlhkost se udává v %.

6.5 Teplota

Teplota je fyzikální veličina, která vyjadřuje míru tepla nebo tepelné energie přítomné v látkách nebo prostředí. Je to měřítko průměrné kinetické energie částic ve vzorku nebo míra intenzity tepla v přenášeného mezi dvěma systémy. Obvykle je vyjádřena v jednotkách jako stupně Celsia nebo kelviny. Kelvinová stupnice je absolutní

stupnice, kde 0 K představuje teoretický bod absolutní nuly, což je nejnižší možná teplota, při které jsou částice v látce zcela nehybné.

Teplota ovlivňuje fyzikální vlastnosti látek, jako je objem, hustota, tlak, viskozita a tepelná rozpínatelnost. Při zvyšování teploty se obvykle zvyšuje i kinetická energie částic, což vede k rozpínání látek a zvyšování jejich objemu. Teplota je také velice důležitá pro termodynamiku a tepelné přenosy. Podle termodynamických zákonů se teplo přenáší od tělesa s vyšší teplotou na těleso s nižší teplotou, dokud není dosaženo rovnovážného stavu.

6.5.1 Radiační teploty

Vyskytují se v provozech s přítomností zdrojů sálavého tepla, měří se pomocí radiometrů. Při nízké rychlosti proudění vzduchu (do 0,2 m/s) lze radiační teplotu přímo nahradit výslednou teplotou měřenou kulovým teploměrem. V případech vyšší rychlosti proudění vzduchu je radiační teplota stanovena výpočtem. [13]

6.5.2 Povrchové teploty

Zjišťují se pomocí kontaktních teploměrů nebo bezkontaktních přístrojů. Tyto metody měření se používají především k získání informací o teplotách povrchů, kterých se pracovník přímo dotýká, nebo v případě, kdy jsou na pracovišti přítomny horké nebo studené povrchy. [13]

7. Materiály vhodné k zateplení

Jsou to tepelně izolační materiály a výrobky, které při nejmenší tloušťce zajistí nejvyšší tepelnou ochranu a úsporu energie. Při konkrétním výběru se však problémy s vlastnostmi těchto materiálů, jako jsou např. reálnost uváděných hmot, stávají určujícími podmínkami uváděných vlastností, především v oblasti vhodného či nevhodného použití. Vzájemně se poté porovnávají výhody či nevýhody.

Materiály vhodné k zateplení staveb jsou velmi rozmanité a liší se svojí účinností, cenou a aplikací. Podle druhu a specializace materiálu můžeme tepelné izolace rozlišit do několika základních skupin: a) vláknité materiály (vlákna čedičová, skleněná), b) pěněné materiály (pěnové a extrudované polystyreny, pěnové polyuretany), c) materiály na bázi dřeva (dřevovláknité, korek), d) materiály na bázi papíru, e) minerální materiály (perlit, křemelina), f) speciální (na bázi bavlny či ovčí vlny)

7.1 Nejdůležitější tepelné technické vlastnosti

Schopnost materiálu tepelně izolovat popisuje jeho součinitel tepelné vodivosti λ . Schopnost tepelné akumulace určuje kromě toho násobek tří vlastností – součinitel tepelné vodivosti, měrná tepelná kapacita a objemové hmotnosti. Schopnost materiálu propouštět vodní páru udává faktor difuzního odporu. Určující parametry pro stanovení uvedených vlastností jsou teplota, vlhkost a tlak. Při navrhování a ověřování musí být zásadně užívány tzv. výpočtové hodnoty.

7.2 Vhodné tloušťky tepelné izolace k zateplení

Volba potřebné tloušťky tepelné izolace je ovlivněna volbou materiálu a volbou druhu zateplovacího až o systému. U kontaktních zateplovacích systémů se doporučuje tloušťka tepelné izolace mezi 80 až 100 mm. U pasivních domů se doporučuje tloušťka tepelné izolace mezi 300 až 400 mm. Další hledisko, ke kterému se při stanovení vhodné tloušťky přihlíží, jsou technologické a konstrukční možnosti při skutečném provedení.

7.3 Skladování

Materiály, které se skladují, mají také stanoveny své klimatické podmínky. Jejich nedodržení má často za následek změnu aplikačních vlastností a snížení životnosti. Hmoty obsahující vody nesmí být při skladování vystaveny mrazu a přímému slunečnímu záření nebo nadměrným teplotám. Tepelné izolace mají být skladovány v suchu bez rizika navlhnutí. Plastové součásti zateplovacích systémů nesmí být vystaveny působení přímého slunečního záření.

7.4 Nejúčinnější tepelné izolace

Mezi nejúčinnější tepelné izolace se počítají materiály se součinitelem tepelné vodivosti pod 0,05 W/(mK). Tyto materiály ve velmi malých tloušťkách zajišťují výrazné zvýšení tepelného odporu konstrukce, proto obvykle tvoří tepelně izolační podstatu zateplovacích systémů.

Skupina materiálů	Materiál	ρ_v [kg.m ⁻³]	Λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	Použití materiálů
Pěnoplastické látky	Pěnové polystyreny	30	0,035	Stavebnictví, nábytkářství
	Extrudované polystyreny	30	0,030	Stavbnictví nábytkářství
	Pěnové polyuretany	35	0,027	Rámování autoskel, stavebnictví
	Pěnové polyetyleny	25	0,026	Rámování autoskel, stavebnictví
	Pěněné pryskyřice	40	0,040	Rámování autoskel, stavebnictví

	Pěněné PVC	60	0,043	Rámování autoskel, stavebnictví
Vláknité materiály	Skleněná vlákna	50	0,038	Tkaniny, průmysl
	Minerální vlákna	75	0,037	Stavby, průmysl
	Syntetická vlákna	160	0,065	Stavby průmysl
	Ovčí vlna	30	0,039	Textilní potahy, stavebnictví
Pěněné silikáty	Pěnové sklo	120	0,044	stavebnictví
Minerální materiály	Expandovaný perlit	75	0,060	stavebnictví
	Expandovaný vermikulit	100	0,065	stavebnictví
	Strusková pemza	500	0,130	stavebnictví
	Keramzit	350	0,110	stavebnictví
Materiály na bázi dřeva a přírodních vláken	Piliny a mineralizované hobliny	140	0,060	Dřevotříska, stavebnictví
	Sláma a rákos	70	0,050	Biopalivo, stavebnictví
	Korek a korkové desky	150	0,058	Výroba zátek, stavebnictví
	Dřevovláknité a dřevotřískové desky	400	0,092	stavebnictví
Materiály na bázi celulózních vláken	Drcený mineralizovaný papír	30	0,039	stavebnictví
	Desky z asfaltového papíru	60	0,065	stavebnictví

7.4.1 Minerální vlna

Minerální vlna patří mezi rozšířené a účinné tepelné izolanty. Dělí se na dvě, a to na – kamennou vlnu, která má označení Rockwool a skelné vlákno. Tyto materiály mají odlišné fyzikální vlastnosti. Lepší a dražší je kamenná vlna, která může snížit spotřebu tepla až o 50 %. Je nehořlavá, zabraňuje nesení hluku a díky svému přírodnímu původu je šetrná k životnímu prostředí. Ve srovnání s ním není skelné vlákno tolik odolné vůči teplotě. Není totiž schopné odolat teplotě kolem 1000 °C. Za vynikající vlastnost kamenné vlny může její struktura. Je tvořena kombinací jemných čedičových vláken a mikroskopických vzduchových dutinek. Vliv na účinnost izolace mají rozměry a

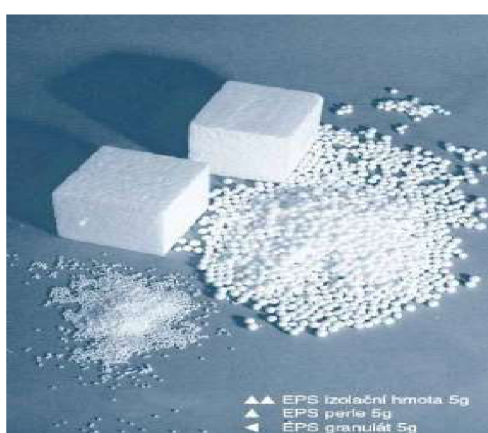
množství dutinek. 1cm izolace kamenné vlny odpovídá 20 cm silné cihlové zdi. Používá se v exponovaných místnostech, jako jsou konstrukce střech, ventilační šachty a technické rozvody, jelikož je nehořlavá. Nepodléhá působení hmyzu, hlodavců nebo plísní.



Obrázek 10.- Minerální vlna

7.4.2 Pěnový (expandovaný) polystyren

Jednou z nejdostupnějších tepelných izolací je pěnový polystyren. Při aplikacích je nutné vyloučit jeho zatížení vyššími provozními teplotami, působením organických rozpouštědel, a přímé působení UV záření. Tepelně izolační desky se používají pro zateplení obvodových stěn, střech plochých a šikmých, podlah i vnitřních konstrukcí, někdy s povrchovou úpravou jiným materiálem. Desky se vyrábějí se sníženou navlhavostí a jsou určeny k tepelné izolaci v přímém kontaktu se zemní vlhkostí terénu.



Obrázek 11.- Pěnový expandovaný polystyren

7.4.3 Vytlačovaný (extrudovaný) polystyren

Tento polystyren je hutnější nežli polystyren expandovaný, užívá se o objemové hmotnosti 30 až 40 kg/m³. Má výhodou oproti expandovanému polystyrenu, a to takovou, že má lepší mechanické vlastnosti, je zde velmi nízká nasákavost a v důsledku toho i znatelně nižší tepelná vodivost. Při aplikaci je nutné zohlednit jeho objemové změny. Výhodné aplikační vlastnosti vyvažují jeho vyšší cenu. Uplatňuje se při tepelné izolaci míst zatížených vlhkostí, jako jsou konstrukce pod terénem, sokly budov v pásmu s odstřikem dešťové vody, podlahy a sokly teras. Díky těmto vlastnostem ho můžeme používat v menších tloušťkách. Uplatňuje se také u tzv. zelených střech, kde při vhodném tvarování slouží jako hydroakumulační a drenážní vrstva.



Obrázek 12.- Pěnový extrudovaný polystyren

7.4.4 Pěnový polyuretan

Ve stavebnictví se užívá tvrdá polyuretanová pěna (PUR). Vypění se působením vlhkého vzduchu. Užívá se pro vyplňování spár v tepelné izolaci např. v zateplovacích systémech stěn a zejména spár mezi konstrukcemi. Nejvhodnější teploty k aplikaci jsou mezi 15 až 20 °C, ale speciální zimní pěny snesou při provádění i nižší teploty.

Dvousložková PUR pěna je pevnější a užívá se pro průběžné nanášení tepelné izolace ve větším rozsahu např. na střechy a do rozsáhlých dutin v konstrukcích. Má výborné

tepelně izolační vlastnosti při nízkých vlhkostech. Je odolnější vůči vyšším teplotám a chemikáliím. Musí být chráněn před UV zářením ochrannou vrstvou, jinak degraduje.



Obrázek 13.- Tvrdá polyuretanová pěna

7.4.5 Pěnové sklo

Pěnové sklo je nejpevnější vysoce účinná tepelná izolace, nehořlavá a téměř nepropustná pro vodní páru, je pevné, ale křehké. S ohledem na cenu se využívá ve speciálních případech, kdy jej kombinace jeho příznivých vlastností zvýhodní. Výhodné je do střech a pojízdných teras, pod ledové plochy a pro izolaci střech nad bazény a nádržemi.



Obrázek 14.- Pěnové sklo

7.5 Přírodní tepelné izolace

Přírodní tepelné izolace se vyrábějí z obnovitelných zdrojů rostlinného nebo živočišného původu. Živočišného původu je například ovčí vlna. Rostlinný původ se ještě dělí na dřevní a stonkový. V našich podmínkách se nejčastěji dřevní hmota získává ze smrkového dřeva. Jsou to dřevní vlákna, dřevní vlna, hobliny, celulóza i korek. Do stonkového původu patří rákos, konopí, sláma, bavlna, len a kokosové vlákno.

7.5.1 Izolace rostlinného původu

Materiály rostlinného původu nejsou na stavbách novinkou. V minulosti bylo jejich používání mnohem častější. Není divu, že mnohé z nich zažívají v současnosti renesanci. Návrat k tradičním materiálům umožní žít v přirozeném a příjemném prostředí. Chladném v létě a teplém v zimě. Svými vlastnostmi zajišťují tepelnou setrvačnost a regulují vlhkost. Předchází tak vzniku plísní a vytváří zdravé klima. Jsou to izolace jako je: korek, len

a) Korek

Korek má vynikající tepelně izolační vlastnosti díky své fyzikální skladbě. Mezi jeho výhody patří, že je odolný vůči dřevokaznému hmyzu a houbám, lehkost, pružnost a nepropustnost. Používá se jako izolant do vnitřních prostorů. Ocení ho alergici, nepohlcuje prach. Je i vysoce ohnivzdorný.



Obrázek 15.- Korek

b) Len

Můžeme ho sehnat ve formě plsti, desek i granulátu. Krátká lněná vlákna se používají k výrobě izolace. Sypaný granulát je šetrný k životnímu prostředí a je zdravotně nezávadný. Zajišťuje regulaci mikroklimatu v interiéru a má vysokou akumulaci tepla. Len se dá použít ve formě desek jako izolace mezi dřevěné rámy, stropní nosníky či krokve. Výhodou lnu je i dobrá manipulace. Je odolný proti plísním.



Obrázek 16.- Len

7.5.2 Izolace živočišného původu

Návrat k tradičním materiálům umožní žít v přirozeném a příjemném prostředí. Chladněm v létě a teplém v zimě. Svými vlastnostmi zajišťují tepelnou setrvačnost a regulují vlhkost. Předchází tak vzniku plísní a vytváří zdravé klima.

Je to izolace jako je: ovčí vlna

a) Ovčí vlna

Tento izolační materiál si vyvinula sama příroda. Je ochranou před deštěm, chladem i horkem. Uplatní se tam, kde je předpoklad vyšší kondenzační vlhkosti. Toto vlákno odpuzuje i plísně, a tak na rozdíl od jiných přírodních materiálů nemusí být antimykoticky ošetřováno. Mezi pozitiva ovčí vlny patří vysoká teplota samovznícení. Při požáru vlna nehoří, ale škvaří se. Neodkapává a netvoří toxické plyny. Má schopnost absorpce vlhkosti a je také příznivá její cena. Vyrábějí se z ní rohože. Izolace z ovčí vlna dokáže aktivně a účinně působit na prostorové klima.



Obrázek 17.- Ovčí vlna

7.6 Výhody a nevýhody přírodních izolací

Výborné akumulční schopnosti	Degradace materiálu
Optimální regulace vlhkosti	Náchylnost k okolnímu prostředí
Vysoká zvuková izolace	Vysoká cena
Odolnost vůči plísním a škůdcům	
Dlouhá životnost	
Ekologická nezávadnost	
Rychlá návratnost	

8. Způsoby zateplení obvodových stěn

Zateplení stěn a domů je možno provést různými způsoby. Každý způsob má jisté výhody a nevýhody. Při návrhu zateplení je nutno tyto klady a zápory vždy pečlivě uvážit, zvláště s ohledem na konstrukční koncept domu, a také, samozřejmě, vzhledem k ceně.

Zateplovací systémy stěn jsou:

- a) S tepelnou izolací na vnitřní straně konstrukce – vnitřní zateplení
- b) S tepelnou izolací na vnější straně konstrukce – vnější zateplení
- c) S tepelnou izolací uvnitř konstrukce – vrstvená konstrukce

Vrstvená konstrukce má vlastnosti a zásady provedení vnějšího zateplení s těžkou povrchovou úpravou a není to obvyklé při dodatečném zateplení.

8.1 Vnitřní zateplení

Před tímto způsobem odborníci spíše varují, protože, Původní vnitřní povrch konstrukce je pod tepelnou izolací výrazněji chladnější, než byl, často klesne pod tepelnou hodnotu rosného bodu vnitřního vzduchu. Aby nedocházelo ke kondenzaci, je nutné zabránit přístupu vlhkého vnitřního vzduchu k tomuto povrchu parozábranou na vnitřním povrchu. Snižuje se tepelná akumulace obvodové konstrukce, takže je třeba delší otopné období, zároveň při přerušení vytápění místnosti rychleji prochladnou. Snižuje se obytná plocha místnosti. V místnostech navazujících vnitřní konstrukcí (stěny, stropy) tvoří tyto konstrukce neodstranitelné tepelné mosty v tepelné izolační vrstvě, do kterých se soustředí úniky tepla a zároveň nadále zůstávají podchlazeným místem s reálným rizikem povrchové konstrukce bujení plísní.

Při vnitřním zateplení se tedy odstraní pouze část problému nezateplené konstrukce, a to zvýšený únik energie její plochou.

Vnitřní zateplení má i své výhody:

umožňuje dílčí úpravu stavby

umožňuje zachování členité vnější fasády

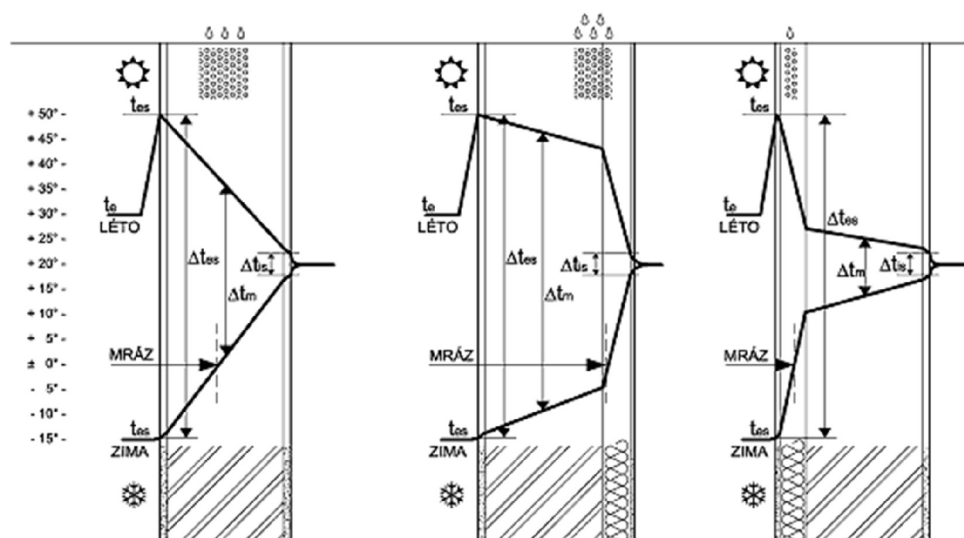
nevyžaduje výstavbu lešení či zavěšení lávky

můžeme to provádět kdykoliv, nezávisle na počasí a ročním období

Pokud chceme toto zateplení použít, musíme ještě udělat řadu dalších opatření:

- 1) musíme mít kvalitní návrh, který řeší důsledky měnícího se celkového i detailního teplotně vlhkového a mechanického působení nově zateplené konstrukce
- 2) musíme sehnat kvalitní firmu, která má s tímto zateplením zkušenosti
- 3) musíme zajistit odborný dozor, který sleduje a ručí za provedení

Z technologických možností vnitřního zateplení jsou nejpříznivější systémy tepelně izolačních omítek s méně výraznou tepelnou izolační schopností, které mají dobrou hydroakumulační a přijatelnou tepelně akumulaci schopnost a které musí být přetaženy na navazující stěny a strop nejméně v pásmu 0.5 m širokém. Nevhodné bývá použití nejúčinnějších tepelných izolací, které příliš výrazně změny tepelně vlhkovní poměry v původní konstrukci.



Obrázek 18.- Kondenzace vodní páry ve zdivu

8.1.1 Postup při vnitřním zateplení

1. KROK: Nalepení polystyrenových desek

První fází je penetrace zdiva, na které budeme polystyrenové desky lepit. Penetrace slouží k odmaštění a lepší přilnavosti lepidla na stěnu. Necháme cca 4 hodiny schnout a poté rozmícháme lepidlo ze zakoupené směsi a vody – dle návodu na pytlí se směsí. Jednotlivé desky lepíme na zeď odspodu, lepidlo nanášíme natahovacím hřebenovou stěrkou. Desky připevňujeme tzv. na vazbu, aby nevznikaly spoje desek v jedné úrovni. Místa, kde netěsní spáry mezi deskami, vyplňujeme nízkoexpanzní pěnou z tuby či pistole, aby nedocházelo k pronikání vlhkosti. Vodováhou nesmíme zapomenout hlídat rovnou plochu desek, abychom zabránili velkým nerovnostem na zdi. Deskami pokryjeme všechny výše zmíněné zdi s co největší přesností v rozích, u podlahy a u stropu. Do tří metrů výšky se nalepené polystyrenové desky nemusí kotvit pomocí talířových hmoždinek. U nižších ploch lepidlo desky bez problému udrží a nějakého odlupování či odpadání se vůbec nemusíte obávat. Nyní necháme celou plochu pořádně proschnout, nejlépe celý den. Poté povrch jemně zbrousíme kovovým brusem na polystyren, přičemž musíte počítat s drobným nepořádkem, který se rozlétá nejen po celé místnosti.

2. KROK: Stěrkování a vložení perlínky

Dalším krokem je natažení klasické stěrkové omítky metodou perlínka-lepidlo-štuk. Hřebenovou stěrkou nanese lepidlo na připevněné desky přibližně na šířku a délku ustřiženého dílu perlínky, kterou na zeď lepíme svisle v pruzích. Do naneseného lepidla perlínku přilepíme tak, aby lícovala rohy a kraje zdi a tím zakrývala celou polystyrenovou část. Dále přes perlínku nanášíme hladkým natahovákem tenkou vrstvu lepidla a stíráme tak, aby vznikl rovný povrch a perlínka lepidlem nevykukovala. Takto pokračujeme dalšími pruhy perlínky a lepidla, dokud nám nevznikne rovný povrch celé zdi. Necháme nejméně přes noc schnout s přístupem čerstvého vzduchu, aby mohla z místnosti odcházet vlhkost z lepidla. Další vrstvou bude též lepidlo, nyní však bez perlínky. Jen nanášíme tenkou vrstvu kvůli zesílení a necháme opět několik hodin schnout.

3. KROK: Finální omítka

Před finální omítkou penetrujeme podklad pro lepší přiléhavost materiálu. Jako finální omítku můžeme zvolit štuk, fasádu, marmolit, obklady nebo jiné různé způsoby vrchní úpravy zdí. Za situace, že zvolíte klasický štuk, vybíráme mezi dvěma druhy štku – již namíchaný v kyblíku nebo pytlový. Pomocí nerezového hladkého natahováku nanášíme vrstvu na zeď a dále uhladíme krouživými pohyby molitanovým hladítkem, aby vznikl rovný a hladký povrch. Opět necháme proschnout, a pokud chceme zdi vymalovat, nezapomeneme penetrovat dle vybrané malířské barvy.

8.2 Vnější zateplení

Tento způsob zateplení je výhodnější, protože:

- a) tvoří souvislou obálku tepelné ochrany stavby bez výrazných slabých míst tzv. tepelných mostů, snižuje tak riziko kondenzace vodních par na vnitřní povrch konstrukce
- b) zachovává tepelnou akumulaci a vlhkost mikroklima místností
- c) snižuje kondenzaci vodních par v konstrukci s tím, že oblast uvnitř konstrukce se zcela vyloučí
- d) chrání původní povrch před účinky atmosféry

Podle technologie provedení a fyzikálního působení se rozlišuje zateplení tepelně izolačními omítkami, kontaktními zateplovacími systémy a odvětrávacími zateplovacími systémy.

8.2.1 Tepelně izolační omítky

Tepelně izolační omítky izolují vlastnostmi speciální omítkové hmoty, obvykle vylehčené izolačními granulemi (perlit, pěnový polystyren) kde nezbytné pojivo omítky působí jako tepelné mikromůstky.

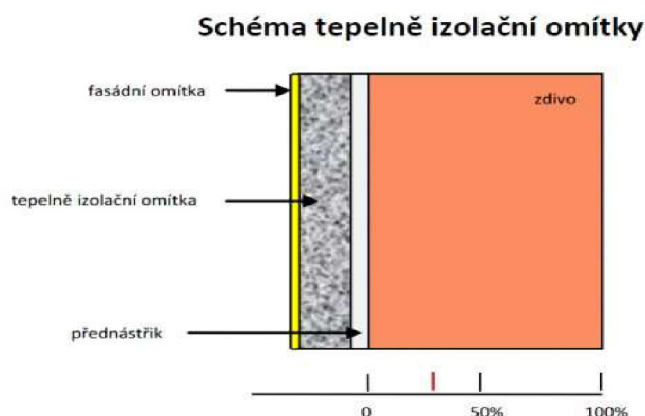
Jejich výhodami jsou:

- a) nízká cena
- b) vytvoření souvislého pláště bez výrazných tepelných mostů a s určitou tepelnou akumulací
- c) mají obvykle příznivou protipožární odolnost
- d) snadno kopírují měkké oblé tvary původního povrchu

Jejich nevýhody jsou:

- a) oproti jiným systémům mají při stejné tloušťce vrstvy podstatně nižší účinnost
- b) jejich tloušťka je technicky limitována na 50 až 60 mm
- c) kvalita výsledku je závislá na způsobu zpracování a počasí

Jak funguje tepelně izolační omítka



Obrázek 19.- Tepelně izolační omítka

8.2.2 Kontaktní zateplovací systémy

Jsou to nejrozšířenější zateplovací systémy. Izolují vlastnostmi vysoce účinné tepelně izolační vrstvy, jejíž vnější povrch je v bezprostředním kontaktu opatřen povrchovými vrstvami. Jako tepelná izolace se nejčastěji používá tuhý samozhášivý pěnový polystyren, tuhé minerální vláknité desky. Méně se používá izolace z pěnového polyuretanu nebo korku.

Tepelné izolace jsou lepeny pomocí tmelů k podkladu a proti odtržení sáním větru jsou jištěny mrazuvzdornými talířovými hmoždinkami v předepsaném počtu a v délce zajišťující bezpečné kotvení do podkladu. Vnější tmelová vrstva s omítkou se speciálními vlastnostmi musí být vyztužena napnutou síťovinou ze skleněných vláken chráněných proti alkalickému prostředí nebo speciálním kovovým pletivem, v místě očekávaného zvýšeného namáhání je tato výztuž zdvojnásobena.

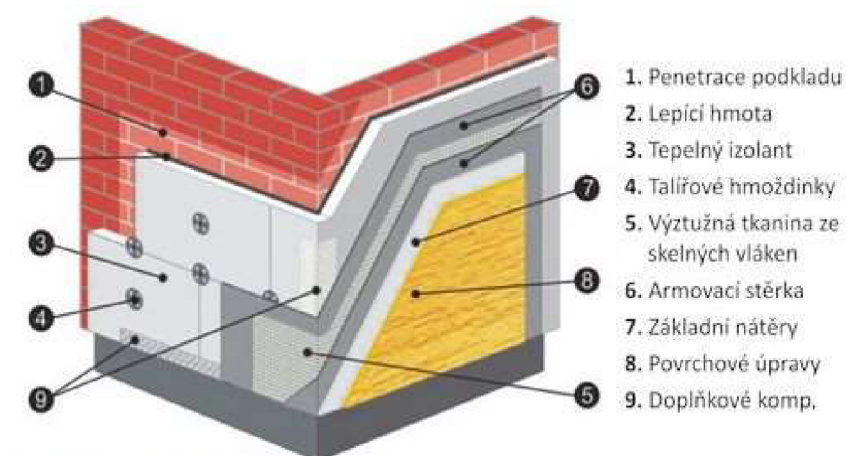
Výhody:

- a) systém je při srovnatelném efektu levnější
- b) je jednoduchý a velmi výkonný, neboť je bez tepelných mostů a maximálně využívá vlastností izolační hmoty
- c) je snadno opravitelný a má vyváženou životnost všech částí

Nevýhody:

- a) systém je nevhodný pro vlhké provozy
- b) vyžaduje pečlivou přípravu podkladu a kvalifikovaný návrh

Nejčastěji se používá jako tepelná izolace rodinných domů, obytných a občanských staveb včetně panelových staveb



Obrázek 20.- Skladba kontaktního zateplovacího systému

8.2.3 Odvětrávané zateplovací systémy

Izolační působení i hmoty jsou obdobné jako u kontaktních systémů, avšak vnější povrchová vrstva je odsazena a je tvořena montovanou předstěnou, u nízkopodlažních staveb též samonosnou předsazenou a přikotvenou přízdívkou. Tepelné izolace nejsou nosné, proto nemusí být tuhé a jsou obvykle lehčí, musí však být proti vzduchové vrstvě opatřeny povrchovou úpravou bránící pronikání proudícího vzduchu do tepelné izolace. Tepelné izolace a kotvící materiály mají přísnější požadavky z hlediska požární odolnosti s ohledem na možné šíření požáru ve vzduchové vrstvě. Montovaná předstěna je nesena buď dřevěným roštem, nebo kovovým roštem.

Vnější montované prvky mohou být buď:

- a) lehké z plechu plastového nebo ze speciálních desek sloužících jako podklad pro omítky
- b) těžké z keramiky, betonu či kamene

Výhody:

- a) systém je nejběžnější z hlediska kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, je vhodný i pro vlhké provozy a na nedostatečně vyschlé stěny
- b) umožňuje změnu tloušťky tepelné izolace bez změny vnějšího vzhledu

Nevýhody:

- a) systém je vždy dražší než kontaktní systémy
- b) nosné prvky vnější odsazené vrstvy často tvoří nezanedbatelné tepelné mosty v tepelné izolaci, snižují její účinnost
- c) má často nevyváženou životnost prvků a je náročnější běžnou údržbou

Izolační působení i hmoty jsou obdobné jako u kontaktních systémů, avšak vnější povrchová vrstva je odsazena a je tvořena montovanou předstěnou, u nízkopodlažních

staveb též samonosnou předsazenou a přikotvenou přízdívkou. Tepelné izolace nejsou nosné, proto nemusí být tuhé a jsou obvykle lehčí, musí však být proti vzduchové vrstvě opatřeny povrchovou úpravou bránící pronikání proudícího vzduchu do tepelné izolace. Tepelné izolace a kotvící materiály mají přísnější požadavky z hlediska požární odolnosti s ohledem na možné šíření požáru ve vzduchové vrstvě. Montovaná předstěna je nesena buď dřevěným roštem, nebo kovovým roštem.

Vnější montované prvky můžou být buď:

- a) lehké z plechu plastového nebo ze speciálních desek sloužících jako podklad pro omítky
- b) těžké z keramiky, betonu či kamene

Výhody:

- a) systém je nejběžnější z hlediska kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, je vhodný i pro vlhké provozy a na nedostatečně vyschlé stěny
- b) umožňuje změnu tloušťky tepelné izolace bez změny vnějšího vzhledu

Nevýhody:

- a) systém je vždy dražší než kontaktní systémy
- b) nosné prvky vnější odsazené vrstvy často tvoří nezanedbatelné tepelné mosty v tepelné izolaci, snižují její účinnost
- c) má často nevyváženou životnost prvků a je náročnější běžnou údržbou

8.2.4 Postup při vnějším zateplení

1. **Podklad pro izolant musí být suchý a pevný**, dále zbavený všech nečistot a mastnot. Případné nesoudržné nebo uvolněné části fasády musí být odstraněny.
2. **Následně je třeba provést penetrační nátěr**, tento proved'ete zásadně zednickou štětkou. Penetrační nátěr je třeba ke spojení mezi podkladní a lepicí vrstvou.
3. **Následuje případná demontáž všech fasádních prvků**, které by bránily provedení prací při zateplování. Prvky, které zdemontujeme, znovu osadíme.

Jedná se většinou o hromosvody, různé střešní svody a odvětrávací mřížky, nebo světla a další podobné prvky. Některé z nich nahradíme novými prvky, většinou nahrazujeme nově oplechování, prodloužení kotevních želez u hromosvodů z důvodu odstupu kvůli nové fasádě.

4. **Následuje montáž** zakládacích soklových lišt, tyto osadíme kolem obvodu domu, všude kde budeme lepit izolant.
5. **Dalším krokem je lepení** fasádního izolantu.
6. **Desky dále ukotvíte** talířovými hmoždinkami s plastovým nebo ocelovým trnem.
7. **Úprava nároží, parapetů, podhledů se provádí pomocí rohových** lišt hliníkových nebo PVC s výztužnou tkaninou. Tyto lišty zajistí pevné spojení s další ochrannou vrstvou a také chrání nejvíce namáhaná místa proti poškození, všechny rohy.
8. **Následuje přebroušení celé plochy do roviny** tak, aby vznikla rovná souvislá plocha.
9. **Plochu tmelíme krycí stěrkovou hmotou.**
10. Výztužná tkanina "perlinka" **se vtláčí do krycí stěrkové hmoty.** Perlinka musí být z obou stran krytá stěrkovou hmotou, tedy musí být vně stěrkové hmoty celkově ponořená. Vzájemně jsou jednotlivé vrstvy výztužné tkaniny překládány. Při napojování jednotlivých pruhů perlinky musíme dodržovat překrytí minimálně 10 cm. Na zvláště namáhaných místech fasády provádíme dvojnásobné překrytí, jedná se o místa, kde předpokládáme větší ohrožení tlaky z vně fasády.
11. **Po důkladném vyschnutí výztužné vrstvy, stěrky naneseme penetrační vrstvu,** podklad pro omítku.
12. **Teprve poté provedeme osazení nových klempířských prvků,** jako jsou parapety, oplechování a další takové komponenty. Dále osazení odvětrávacích mřížek do fasády, tam, kde jsou pro ně vstupy a byly zachovány.
13. **Následně** zatmelíme prostory (spáry) kolem oken, a to doporučenými pružnými akrylátovými tmely.
14. **Konečným krokem je** povrchová úprava bílou nebo barevnou omítkou dle výběru z barevných odstínů. Omítka tvoří finální okrasnou vrstvu, a hlavně ochranu pláště fasády proti povětrnostním vlivům. Výběr omítky záleží na vašem výběru, jedná se o například rýhované, nebo zrnité druhy omítek.

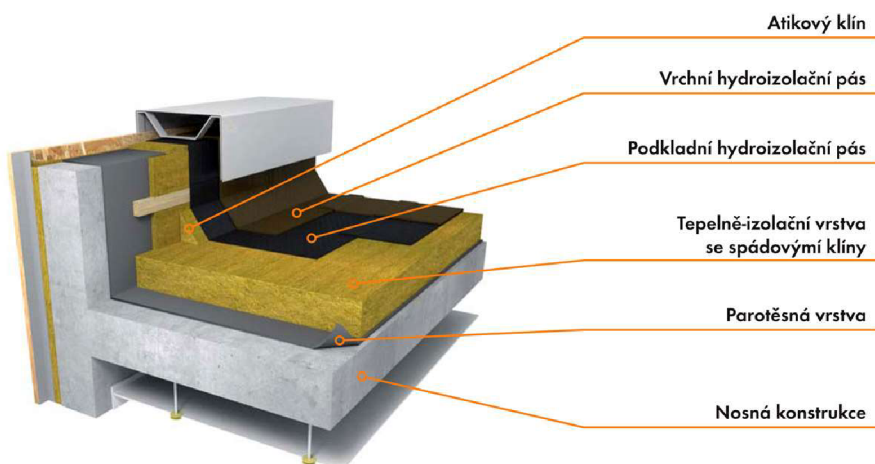
9. Způsoby zateplení střech

Zateplení střech má několik pravidel:

- 1) zateplení střechy musí navazovat na souvislou tepelnou izolaci stěn domu.
- 2) výsledný účinek zateplení je velmi závislý na kvalitě detailů
- 3) riziko kondenzace vodní páry ve střeše je vyšší než u stěn.
- 4) hydroizolační bezpečnost střechy je pod omítkou
- 5) nejlevnější zateplení je u novostaveb, dodatečné zateplení při rekonstrukci je vždy dražší a technicky obtížnější.

9.1 Ploché střechy

Jsou to konstrukce s extrémními požadavky na hydroizolační kvalitu krytiny. Na vnějším povrchu jsou proto používány materiály s vysokým difuzním oporem, které jsou při neodborném návrhu velmi častou příčinou kondenzace vodních par uvnitř konstrukce, nejčastěji pod povrchem hydroizolace. Úspěšnost těchto střech v praxi závisí na zajištění spádu nad 5 % ke střešním vpustím, na volbě povrchových materiálů s minimálními požadavky na údržbu a na umožnění chůze po střeše.



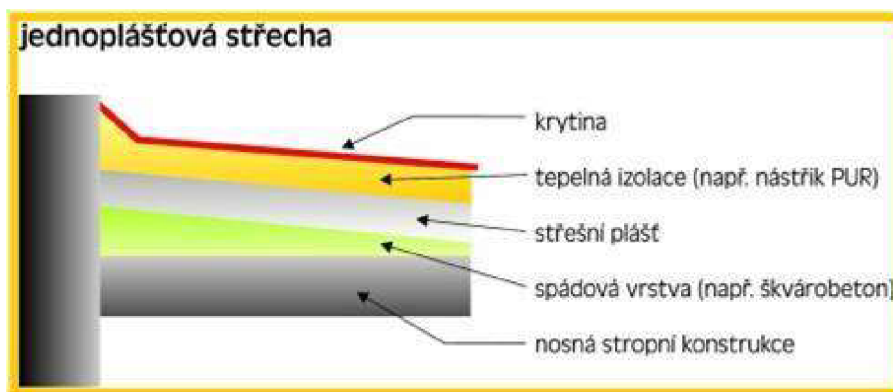
Obrázek 21.- Tepelná izolace ploché střechy

9.1.1 Ploché jednoplášťové střechy

Tyto střechy jsou označovány jako teplé, neboť jejich vnější povrch býval v zimním období tak teplý, že se na něm neudržel sníh, a naopak v letním období se prostory pod nimi přehřívaly. To platilo při navrhování střech s nižšími hodnotami tepelných odporů než nyní. Splnění těchto hodnot nebo překračování doporučených hodnot tepelných odporů plochých střech tyto teplotní problémy téměř eliminuje. Přehřívání v letním období pak dále omezí světlá barva povrchu a vnější akumulční vrstva. Tento typ střechy je teplejší než střechy odvětrávané – dvouplášťové.

Ploché jednoplášťové střechy jsou z hlediska difuze vodní páry nejproblémovější konstrukcí celé stavby, proto kladou zvýšené požadavky jak na návrh, tak na provedení a údržbu. Vnější hydroizolační vrstva s vysokým difuzním odporem by měla být oddělena od vnitřní části střechy expanzní vrstvou nebo systémem větracích kanálků.

Ve střechách by neměly být jako tepelně izolační a spádové vrstvy používány nasákové organické materiály, zejména ne v oblastech očekávané kondenzace vodních par uvnitř konstrukce. Vlhkost materiálu ve střeše by měla být co nejnižší. Ploché jednoplášťové střechy se nedoporučují nad prostory s provozem relativní vlhkostí vzduchu vyšší, než je 60 % a jsou zcela nevhodné pro prostory s relativní vlhkostí vzduchu vyšší než 80 %.

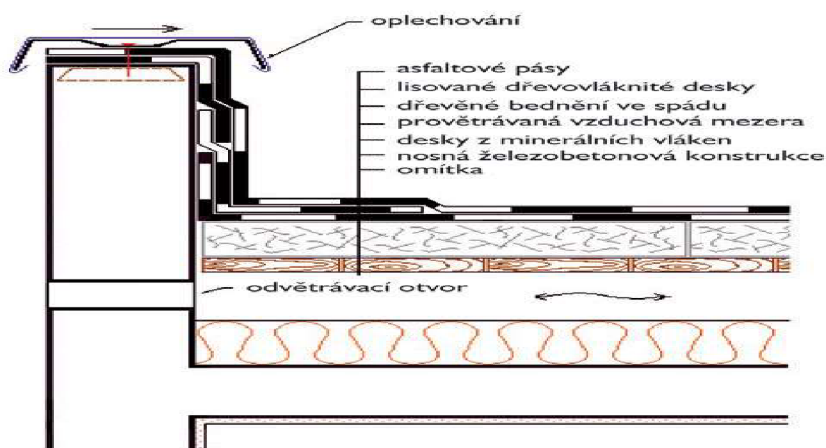


Obrázek 22.- Plochá jednoplášťová střecha

9.1.2 Ploché dvouplášťové střechy

Dvouplášťové střechy s odvětrávanou vzduchovou vrstvou jsou z hlediska kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce bezpečnější než střechy jednoplášťové. Tyto dvouplášťové střechy s odvětrávanou vzduchovou mezerou se doporučují u budov s vlhkými a mokkými provozy. Jsou vhodné pro budovy s požadavkem na snížení tepelných zisků vlivem slunečního sálání v letním období.

Vnitřní vrstvy dvouplášťové střechy až k odvětrávané vzduchové vrstvě je třeba řadit tak, aby se jejich difuzní odpory směrem od vnitřního líce snižovaly. Na nosné konstrukci je obvykle položena tepelná izolace. U budov a relativní vlhkostí vzduchu nad 60 % se doporučuje navrhovat na vnitřní líc konstrukcí materiály nenasákavé. Vnější vrstvy by měli být řešeny s tepelným odporem minimálně 0.2 m²K/W aby se jejich spodní líc neorošoval.



Obrázek 23.- Schéma ploché dvouplášťové střechy

9.2 Šikmé střechy

Šikmé střechy jsou konstrukce s nepřírozenější bezpečností proti pronikání srážkové vody. Je zde zajištěno nejrychlejší odvedení vody. Kritickým místem šikmých střech jsou bezespádová úžlabí, která mají všechna rizika plochých střech, dále prostupy těles střechou jdoucí napříč spádu a místa návazností při kombinaci více druhů střech v rámci jedné budovy. Šikmé až strmé střechy jsou vhodné do horských i extrémních horských podmínek. Vždy jsou vhodné střechy jednoduchých tvarů, se sklonem orientovaným proti směru převládajících větrů, jejichž tvar vyloučí skluz sněhu a ledu ze střechy do oblasti vstupů do budovy a jejichž přesah zajistí, aby sníh klouzající ze střechy nedosáhl k obvodovým stěnám a déšť nenamáčel stěny. Šikmé střechy se obvykle provádějí zateplením dřevěných krovů. Pokud nezůstanou dřevěné krokve obnažené, pak se zateplení střechy pro ně více či méně mění teplotní a vlhkostní podmínky. Často se vytvářejí nevhodné podmínky, a to má za následek podporovat rozvoj hmyzu a dřevokazných hub. Proto se navrhuje úprava dřeva chemická nejen na povrchu.

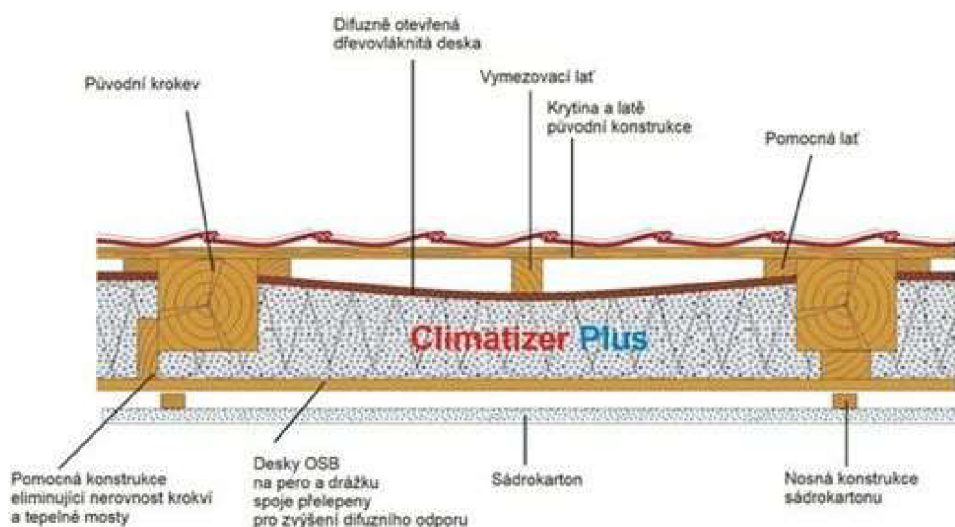
Způsob řešení se liší pro šikmé střechy větrané a nevětrané.



Obrázek 24.- Šikmá střecha

10. Zateplení podlah

Podlahy v bytě zabírají velkou plochu, snadno tedy odtud může unikat drahé a příjemné teplo. Zateplení podlah se vyplatí v podkroví a v místnostech nad garáží a sklepem. Dům se staví o základů, a i ty je třeba zkontrolovat, když chceme mít dům kvalitně zateplený. Skrz suterén se do domu často dostává vlhkost a s ní na plíseň. Nedostatečná hydroizolace ve sklepních prostorech je častým problémem u starších domů.



Obrázek 25.- Schéma zateplení podlah

11. Utěsnění spár a zamezení úniku tepelné energie

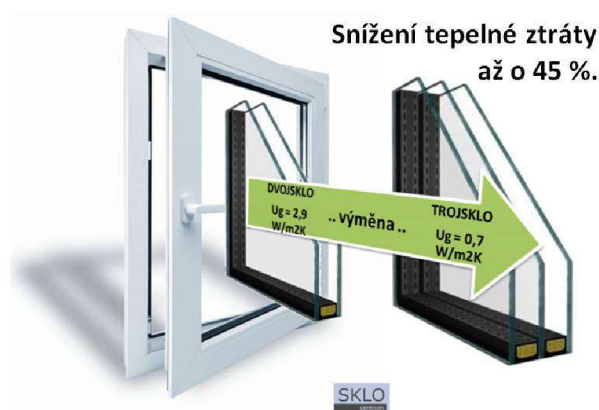
Každý chce bydlet pohodlně, být chráněn před vnějšími vlivy, a nejlépe ještě ekonomicky. Čím více se sníží energetická náročnost bydlení tím zároveň snížíme výdaje na vytápění. Díky termovizi, moderní technické vymoženosti, lehce zjistíme, kudy nám z domu uniká teplo. Měření je nejen kvůli přesnosti výsledných dat omezeno v závislosti na klimatických podmínkách na dobu přibližně od listopadu do března. Z výpočtů a praktických zkušeností vyplývá, že ve starších domech uniká teplo nejvíce okny 30 až 40 %, poté obvodovými zdmi 20 až 30 %, střechou 25 až 30 % a suterénními prostory 10 až 20 %. K úniku tepla dochází nevhodnou skladbou obvodového pláště budovy, předáváním tepla do podloží a ztrátami tepla poruchami konstrukce či technologie v objektu. Místům ve stavební konstrukci, kde dochází k největším ztrátám tepla, se říká tepelné mosty. Některým tepelným mostům se zcela nevyhneme, ale můžeme je výrazně minimalizovat. Často nám však teplo uniká i u novostaveb kvůli špatně odvedené řemeslné práci.

Nesprávné řešení problematiky větrání a zatěsnění může vést ke dvěma paradoxním protikladům. V domě buď vzniká průvan, anebo je dům tak utěsněn, že vzdušná vlhkost kondenzuje na stěnách a všech chladnějších místech, čímž vzniká ideální prostředí pro růst plísní. Ty pak způsobují nejen esteticky nepěkné kresby a výtvary na stěnách, ale jejich spory, uvolňující se do vzduchu, jsou zdrojem nebezpečných zdravotních komplikací osob, které v interiéru přebývají. Dlouhodobá expozice může vést k chronickému onemocnění.

11.1 Snížení tepelných ztrát u oken

Okny uniká teplo prostupem a větráním. Obě složky se sledují odděleně, protože úspory se v obou směrech zcela odlišují. Zlepšování kvality oken probíhá souběžně se zlepšováním ostatních konstrukcí, proto i přes své zlepšení zůstávají okna nejvýraznějším zdrojem energetických ztrát budovy. Z tohoto pohledu je nejpřínosnější dimenzování plochy oken těsně na jejich nezbytně potřebnou plochu z hlediska osvětlení a oslunění.

Prostup tepla okny je třeba omezit na nejnižší možnou míru. Ovlivňuje ho: prosklení, rámy okna, osazením prosklení v rámu okna, návaznost osazovacího rámu a stěny, doplňky oken



Obrázek 26.- Snížení tepelných ztrát u oken

11.2 Úniky tepla skrze dveře

Dveře se stejně jako okna vyrábějí s využitím dřevěných, plastových a kovových komponentů. Nechceme-li investovat do koupě nových dveří, izolační schopnost stávajících dveří zvýšíme vhodným obkladem, nebo utěsněním spár mezi rámem a zdivem. Těchto spár se zbavíme jednoduše těsnící polyuretanovou pěnou nebo silikonovým tmelem. S polyuretanovou pěnou se nemůže pracovat v každém prostředí. Aby správně přilnula, teplota povrchu by neměla být nižší než 15 °C a přesahovat 60 °C. Je omezena i maximální hodnotou vlhkosti vzduchu, která by neměla být vyšší než 70 %. Jestli pěnu aplikujeme na kov, je třeba nejprve odstranit povrchovou korozi. Před vlastním nástřikem se plocha musí dobře zamést a zbavit prachu, nejlépe vysavačem. Plochy v bezprostřední blízkosti nástřiky by měli být zakryty folií, neboť nástřik velmi dobře ulpívá i tam, kde nemá. Pěna ve spáře expanduje, vyplní ji a ztuhne. Při znečištění okolí polyuretanovou pěnou zasáhneme buď mechanicky nebo přebytečnou pěnu ořízneme nebo použijeme speciální čističe.

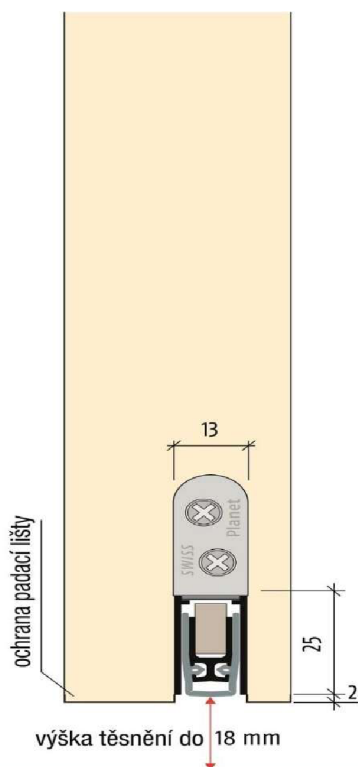
Častým prostorem, kterým nám do obytných prostor vniká studený vzduch, je mezera mezi podlahou a dveřmi. Dnes to řešíme těsněním pro bezbariérové vstupy. Tento systém těsnění je běžně využíván ve, tak i starších domů veřejných obchodních prostorech. Těsnění je vhodné i do novostaveb. Existují tři základní druhy konstrukčního řešení.

11.2.1 Padací dveřní lišty

Zvýšenou pozornost zaslouží padací těsnění pro jednokřídlové a dvoukřídlové dřevěné, hliníkové, plastové i kovové dveře. Padací těsnění je zajímavé nejen kvůli principu funkce, ale také proto, že dokáže řešit utěsnění mezery mezi dveřmi a nerovnou podlahou – přesně totiž kopíruje zvlněný či jinak nerovný profil podlahy. Mechanismus padacího těsnění se montuje snadno do vyfrézované drážky ve spodní části dveří. Při otevřených dveřích zůstává těsnící prvek skryt ve dveřích, při zavírání dveří se těsnění vysune a uzavře prostor mezi dveřmi a podlahou přímo pod půdorysem dveřního křídla.

Odpadá tedy nejen nutnost instalace prahů, ale naopak v případě potřeby je možné prahy zcela odstranit. Takové řešení je velmi výhodné pro bezbariérový přístup, tedy všude tam, kde se pohybují osoby na kolečkovém křesle nebo osoby starší či osoby s problematickou chůzí, u nichž by bylo riziko pádu. Instalace padacího těsnění stojí od 300 do 1000 Kč v případě standardních dveří, ale existují i varianty pro požární dveře nebo speciální použití.

Těsnění dokáže řešit zdvih až do 25 mm, přičemž je schopno vyrovnat šikmý rozdíl až 15mm v šířce dveří 1000 mm. Těsnicí profil je vyroben z kvalitního měkkého silikonu, který dokáže účinně zabránit průvanu a úniku tepla z interiéru. Slouží však také jako výborná protihluková izolace. Hodnota útlumu dosahuje až 50 dB.



Obrázek 27.- Padací těsnění

12. Praktická část

12.1 Druhy školských systémů

12.1.1 Project based learning

Project based learning, neboli projektové učení, je moderním pedagogickým přístupem, který se snaží podnítit hluboké a důkladné učení prostřednictvím výzkumných metod zaměřených na skutečná, zajímavá relevantní témata pro každodenní život studentů. Jedná se o komplexní výukovou metodu, která spojuje praktické situace s teoretickými znalostmi získanými ve standardní školní výuce a aplikuje je ve smysluplných aktivitách žáků na konkrétním projektu. Časové úseky věnované projektu jsou navzájem propojené, doplňují se a vždy vedou k vytvoření konečného proudu či výsledku. Na rozdíl od běžné výuky, která probíhá v izolovaných 45minutových blocích, často nedotčených souvislostmi, projektové učení integruje různé výukové metody a podporuje individuální i skupinovou práci studentů během vyučovacích hodin, což aktivně rozvíjí klíčové kompetence jednotlivců.

Studenti pracují na projektu po delší časový úsek. Od jednoho týdne až po celý semestr. Projekt je zapojuje do řešení reálného problému nebo odpovědi na složitou otázku. Prokazují své znalosti a dovednosti vytvořením veřejného výsledku nebo prezentace pro skutečné publikum. Výsledkem je, že studenti rozvíjejí hluboké odborné znalosti stejně jako kritické myšlení, spolupráci, kreativitu a komunikační dovednosti. Projektové učení uvolňuje nakažlivou a tvořivou energii mezi studenty a učiteli.

Základní charakteristika projektového učení

1. Studenti by měli provádět hloubkový výzkum, využívat stávající znalosti a přijít s řešením ve formě finálního projektu – ať už se jedná o prezentaci, návrh, esej nebo jiný výsledek. Studenti by měli mít možnost vybrat si, co zkoumají a otázky na které odpovídají, by měly být svou náročností aplikovatelné do reálného světa

2. Projektové učení by nemělo pouze navazovat na výukové lekce ve třídě, ale mělo by dát studentům možnost je uplatnit v reálném světě. Projektové učení podporuje studenty, aby se ponořili hlouběji do tématu a stavěli na odborných znalostech.
3. Jenom proto, že inspirace pro projektové úkoly pochází z přednášek, neznamená to, že by měla zůstat jen tam. Účinné projektové učení vyžaduje, aby studenti hledali vlastní řešení daného problému – nejen, že používali vzorec k nalezení správné odpovědi. V praxi to vypadá jako projekt s prodlouženým zkoumáním. Mělo by se jednat o vícestupňový proces s případnými různými výstupy na různých stupních, aby se studenti udrželi na správné cestě.
4. Studenti se učí nejlépe tehdy, když studují něco, co je zaujme a získá jejich zájem. Bez ohledu na konečný výsledek by studenti měli mít co největší míru autonomie v tom, co vytvářejí. Měli bychom se naučit komunikovat své myšlenky ve skupině i samostatně, a skutečně přinést svou vášeň pro projekt do popředí
5. Nejlepším způsobem, jak udržet projektové učení na správné cestě a efektivní, je informovat studenty o tom, co se od nich očekává. Na začátku projektu je potřeba studentům poskytnout informační materiály, ve kterých bude uvedeno:
 - jak bude projekt ohodnocen
 - množství výstupů, které budou muset odevzdat
 - zda-li bude žák pracovat sám či ve skupině

12.1.2 Problem based learning

Problem based learning, neboli problémové vyučování, je přístup ke vzdělávání, který se zaměřuje na prezentaci studentům reálných problémů, na které mají nalézt a aplikovat řešení. Tento přístup klade důraz na aktivní účast žáků a jejich kritické myšlení, analytické schopnosti a týmovou spolupráci. Místo tradičního předávání informací učitelem se žáci stávají aktivními účastníky vzdělávacího procesu. Problémové vyučování

má spoustu výhod, jako je rozvoj kritického myšlení, problémového řešení, praktická aplikace učiva a podpora spolupráce a komunikace mezi studenty.

12.1.3 Design based learning

Design based learning, neboli výuka založená na designu, je forma vzdělávání, která je založena na integraci designového myšlení a designového procesu do výuky na úrovních základních, středních i vysokých škol. Prostředí založená na designu, lze znát v mnoha oborech, včetně těch tradičně spojených s designem (umění, architektura, inženýrství, interiérový design, grafický design), stejně jako v oborech, které nejsou obvykle spojovány s designem (věda, technologie, podnikání). Stejně jako mnou předem zmíněné projektové a problémové učení se využívá na zlepšení dovedností jako je komunikace a spolupráce.

12.2 Program Agros2D

Program Agros2D je program, jenž byl vyvinut speciálně pro výukové účely na Fakultě aplikovaných věd Západočeské Univerzity a je určen k výuce metody konečných prvků na VŠ. Naopak od většiny programů určených pro simulace je to program pracující ve 2D, jak už napovídá sám název, ale postprocessing umožňuje přejít i k 3D výsledkům. Jedná se o freeware, a tudíž je naopak od profesionálního software volně přístupný každému zájemci. Program je dostupný v českém a anglickém jazyce.

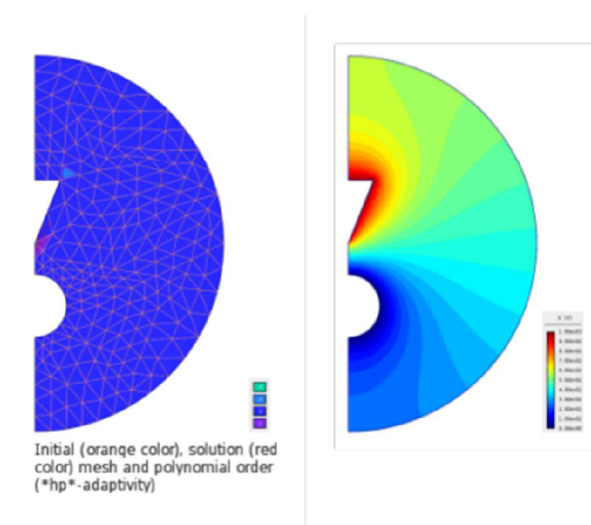
Program umožňuje, jak programovat řešič určitého fyzikálního problému, tak i využít předdefinované řešiče problémů. Zatímco programování konkrétního problému je relativně obtížné, a tudíž se jedná o činnost vhodnou pro studenta VŠ, v případě SŠ je tato činnost vhodná pouze pro studenty speciálních studijních programů, jež se věnují programování ve výuce.

Program však disponuje předdefinovanými řešiči různých problémů jako je třeba řešič „heat transfer“, „magnetism“, „electrostatics“, „elasticity“ atd.

Tyto řešiče obsahují všechny rovnice nutné k řešení zkoumaného problému, tudíž uživatel do těchto rovnic dosadí hodnoty veličin vyskytující v daném problému. Rovnice

sama o osobě, konstanty a veličiny použité při výpočtu však nestačí pro zdárné vyřešení problému. Velmi důležitá je geometrická stránka studovaného problému. V našem případě se například může jednat o šířku zdí a jejich celkové rozmístění v prostoru. Při studiu elektrostatiky by se jednalo například o rozmístění elektrických nábojů v prostoru nebo o tvar desek kondenzátoru.

V případě hydrodynamiky by se mohlo jednat o tvar potrubí atd. Tyto informace se programu předávají grafickou cestou, tj. pomocí obrázku daného problému což je velice výhodné pro využití simulací ve školní praxi. Program obsahuje grafický nástroj, jenž je obsažen v preprocesoru, v němž vytvoříme 2D náčrt problému pomocí uzlů a jejich spojnic. Tento náčrt se tvoří tak, že do čtvercové sítě (tj. na milimetrový papír na obrazovce) zakreslíme jednotlivé uzly, tyto uzly mohou reprezentovat například rohy budovy, a následně je spojíme spojnicemi, jež reprezentují jednotlivé stěny na půdorysu budovy nebo desky kondenzátoru, viz obrázek



Obrázek 28.- Zobrazení teplot na modelu

Jednotlivým ohraničeným plochám potom přiřadíme příslušné parametry, s nimiž pracují rovnice. Lze tedy říci, že určitá ohraničená plocha v případě simulace úniku tepla z budovy cihlovou zdí, jiné plochy jsou okenní sklo nebo dřevěné dveře. Další ohraničená plocha je potom vnitřek budovy, jenž má určitou teplotu a vnějšku budovy pak přiřadíme teplotu vnější, tedy venkovní. Obdobně v případě problému

z elektrostatiky můžeme desce specifického tvaru přiřadit elektrický náboj na desce kondenzátoru. Průběh elektrického náboje nebo zatížení pak může být i deformován nějakou rovnicí, ale pro potřeby našeho středoškolského projektu se opět jedná o funkci víceméně zbytečnou. Příklad takového problému by mohl být například nerovnoměrně zatížený most.

Obdobně lze například vytvořit model elektrického vodiče a sledovat vznik a průběh magnetického pole v jeho okolí.

Po zadání geometrie a definici konstant a dalších parametrů s nimiž pracujeme je daný model zpracováván tak, že se vytvoří síť, tj. rozdělí na malé oddíly jež rozdělí zkoumanou plochu (v případě 2D problému) nebo objem (v případě 3D problému) a pro tyto malé oddíly jsou potom realizovány počítačem výpočty studovaných veličin jako jsou teplota, deformace, von Misesovo napětí, intenzita elektrického pole E , magnetická indukce B atd. Samotná metoda je popsána v následující podkapitole.

12.3 Metoda konečných prvků

Metoda konečných prvků, neboli zkráceně MKP se odlišuje od analytických metod pružností tím, že je založena na úplně jiném principu. Zatímco analytické metody využívají diferenciálního a integrálního počtu, MKP se spoléhá na méně známý počet variační. Tímto počtem se hledá minimum určitého funkcionálu.

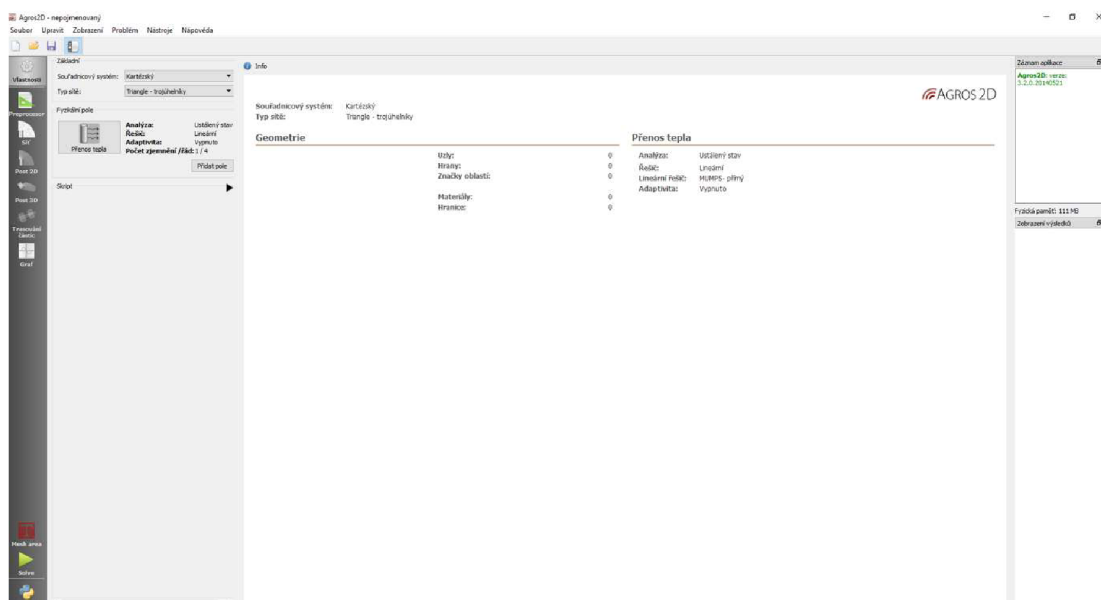
Výběr typu prvku je důležitým krokem při výpočtovém modelování pomocí MKP. V mnoha praktických případech je možné tyto úlohy řešit zjednodušeně, aniž bychom potřebovali plně trojrozměrný model. To platí například pro rovinné nebo rotačně symetrické úlohy. V těchto případech používáme čtyřúhelníky nebo trojúhelníky jako prvky v MKP modelu. Vrcholy těchto prvků představují uzlové body, ve kterých jsou určeny hodnoty posunů ve směru obou složek. Tyto prvky vyplňují pouze rovinu, přičemž tloušťka prvku je buď jednotková, nebo může být zvolena jiná konstantní hodnota. [15,16]

12.4 Tvorba modelu úniku tepla z budovy

V mém případě jsem se rozhodl vytvořit model rodinného domu jenž má stěny z cihel a alternativně z betonu, jenž bude zateplen nebo bez zateplení. Zateplení bylo provedeno v následujících materiálech: pěnový polystyren, skelná vata a pěnové sklo, vždy ve stejné tloušťce.

Nyní přistoupíme k samotnému řešení.

Otevřeme program a podíváme se na hlavní nabídku, viz Obr.29.



Obrázek 29.- Praktická část

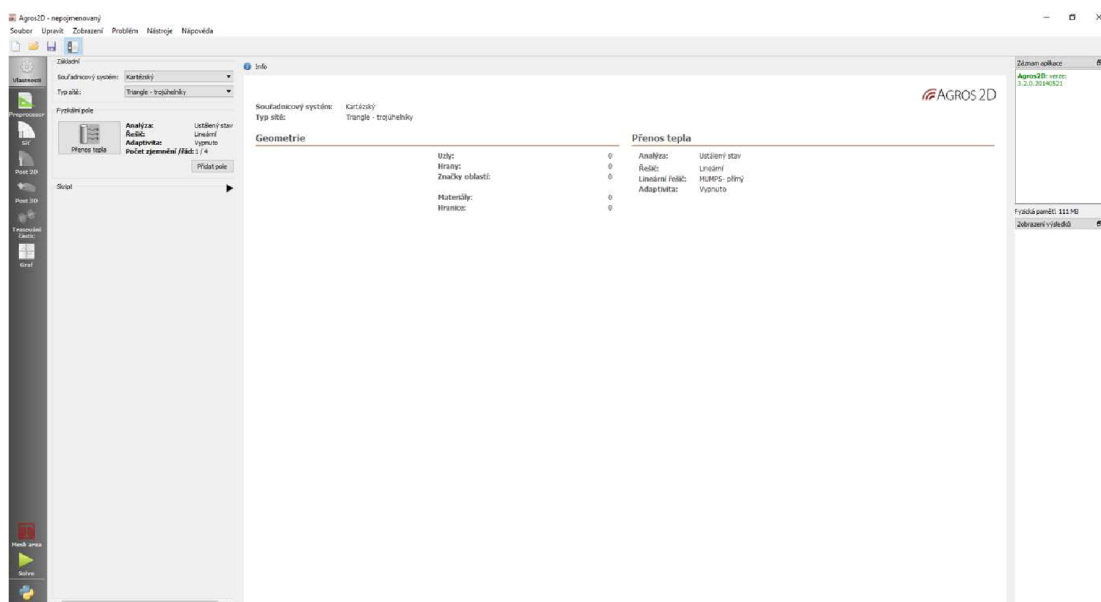
Na tomto obrázku na horní liště vidíme standardní rozvinovací panely, jež známe i z jiných programů, jež umožňují základní správu souborů. Jedná se o položky soubor, zobrazit atd.

Na levé straně obrazovky potom vidíme sloupek, v němž jsou ikony vlastnosti (ozubené kolo, resp. Hvězdice), Preprocesor (list papíru se zeleným rýsovacím

trojúhelníkem, tato ikona nám připomíná, že právě zde vytvoříme - načtneme geometrii problému), dále je zde ikona jež reprezentuje síť (anglicky mesh, na kusu válce, tvorba sítě je pak často i v české literatuře označována jako meshing), další ikona reprezentuje 2D postprocessor a 3D post processor.

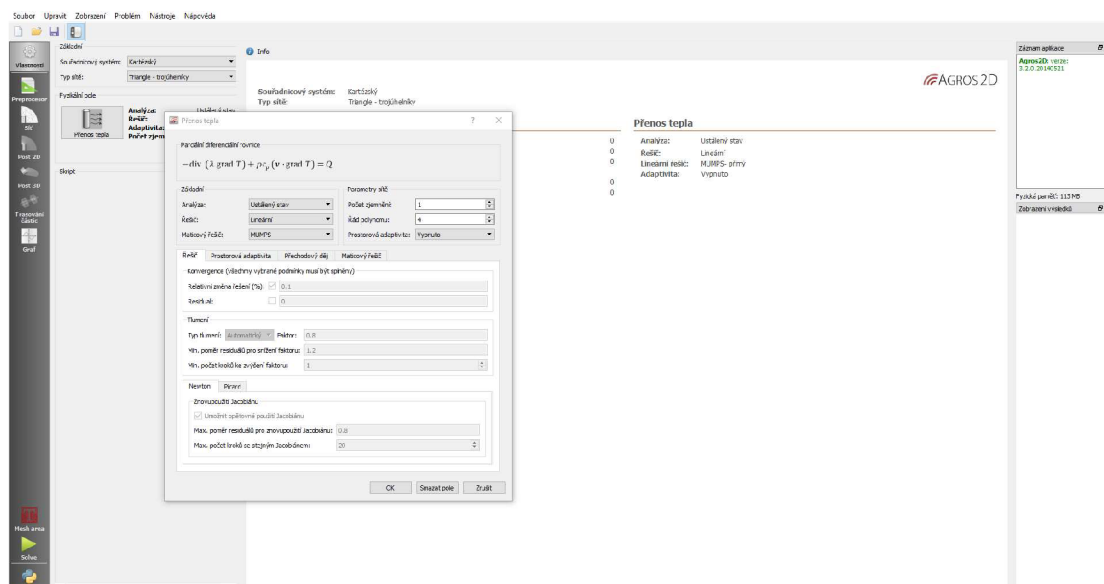
My budeme využívat pouze 2D postprocessor. Postprocesory slouží ke zpracování a zobrazení výsledků. Další ikony jsou trasování částic a graf. Graf lze použít k zobrazení výsledků v určitém místě například sledovat pokles tepla ve skleněném okně, v cihlové zdi a tyto dva průběhy potom můžeme srovnat. Pro školní účely nám však stačí často pouze obraz získaný ve 2D postprocessingu, protože tento typ výsledku je pro studenty nejsrozumitelnější.

Na samotné stránce potom provedeme výběr řešiče, v našem případě se pak jedná o případ „heat transfer“-„přenos tepla“. Na obr. 30 potom vidíme, že tento řešič je označen ikonou na níž je vyznačeno potrubí, z něhož sálá teplo. Zde provedeme i výběr sítě v našem případě jsme se rozhodli o trojúhelníkovou síť a také zde volíme souřadný systém. Námí zvolený souřadný systém je systém kartézský. Dále pokračujeme viz. obrázek.



Obrázek 30.- Praktická část

V další fázi provedeme definici parametrů pro výpočet, tj zadáme potřebné konstanty do rovnice na Obr. 31.

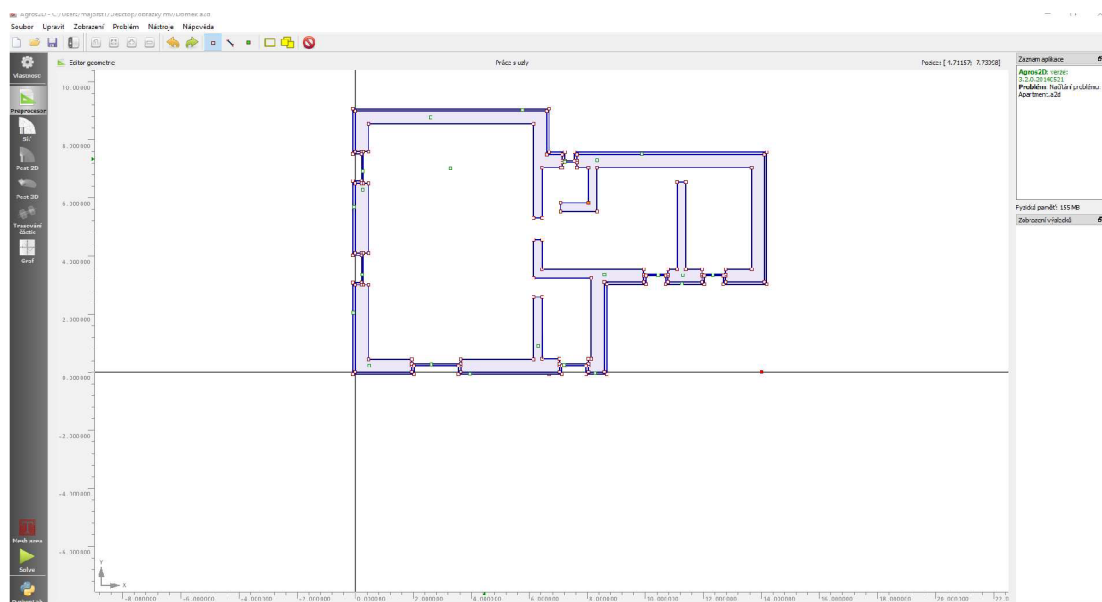


Obrázek 31.- Praktická část

Jak vidíme na obrázku 31. rovnice je značně složitá a jedná se o diferenciální rovnici ve 3D - my ji ale nemusíme umět vyřešit my pouze zadáme programu s jakými hodnotami parametrů bude řešič pracovat, tj. z nabídky vybereme hodnoty tepelné vodivosti lambda pro cihlu, beton, dřevo sklo a nakonec pro mnou zvolené 3 typy izolace.

Nyní vytvoříme půdorys našeho domu, jehož tepelné vlastnosti chceme simulovat. Na obr. 32 vidíme že jsme se přepnuli do 2D preprocesoru a na horní liště vidíme ikonky geometrických operací „uzel“ malá ikona na horní liště, jedenáctá zleva. Tyto ikony nám slouží k zakreslení bodů uzlů do kartézské sítě (v našem případě jsme zvolili kartézskou soustavu, kdybychom chtěli popsat například chování elektrické intenzity v kulovém kondenzátoru, bylo by třeba použít soustavu sférickou, respektive po přechodu do 2D systému soustavu polárních souřadnic.

Po vykreslení uzlů bude třeba tyto uzly pospojovat a vytvořit náčrtes půdorysu našeho domu. Spojení jednotlivých uzlů vytvoříme pomocí funkce čára, jež je vyznačenou ikonou čára- spojnice, jedná se dvanáctou ikonou zleva na horní liště. Tato ikona má vzhled spojnice spojující dva uzly. Po vytvoření náčrtu je třeba jednotlivým oblastem ohraničeným čarami přiřadit parametry, to se realizuje pomocí zelené ikonky s malým čtverečkem, poté co do každé takto ohraničené plochy vložíme zelený čtvereček, provedeme přiřazení parametrů dané oblasti. Můžeme tedy říci, že zde počítači řekneme tato ohraničená plocha je cihlová zeď, tato ohraničená plocha je okenní sklo, tato plocha je izolace tvořená polystyrenem.

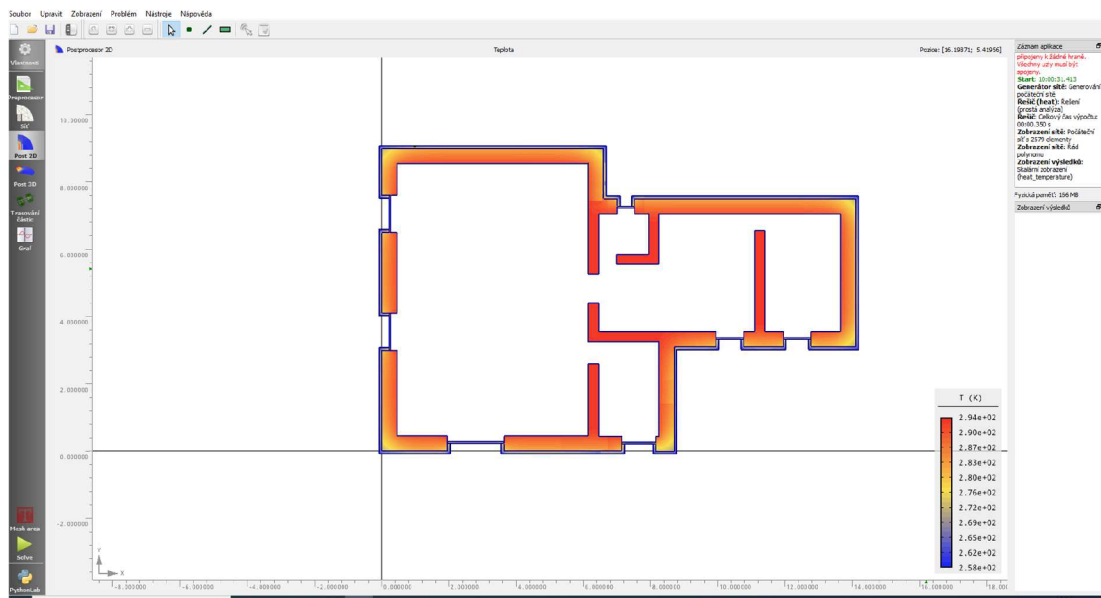


Obrázek 32.- Praktická část

Nyní stačí stisknout ikonu tvorba sítě a následně spustit výpočet. Vzhledem k tomu, že náš problém je jednoduchý získáme výsledek přibližně za 30 sekund až jednu minutu, v závislosti na výkonu našeho počítače.

Na následujícím snímku- obrázek 33. vidíme výsledky pro první z našich objektů, na snímku vidíme i stupnici která nám ukazuje rozvrstvení teplot, červená teplota je vnitřek budovy 21°C , respektive $20,85^{\circ}\text{C}$, pokud provedeme přesný přepočítání z Kelvinovy stupnice, s níž program pracuje. Vnitřní teplota v Kelvinové stupnici je 294K .

Program si obecně hodnoty zaokrouhluje, pokud vyžadujeme rychlé výpočty, s nimiž ve škole pracujeme.



Obrázek 33.- Praktická část

10. Závěr

Tato simulace byla využita při výuce na SŠ, pokud použijeme příslušný postup a zvolíme nejjednodušší modely lze tyto simulace realizovat i se studenty ZŠ a tím doplnit výuku a podpořit tvorbu mezioborových vztahů, neboť jsem vyučující technických předmětů a zároveň i vyučujícím informatiky. Po vyzkoušení všech 3 mnou zvolených typů zateplení, je zde vložen právě ten nejvíce vyhovující a tím je pěnový polystyren. Studenti pomocí tohoto výpočtu přišli na to, že pokud objekt zateplíme, budeme mít daleko menší tepelnou ztrátu než bez zateplení, což samozřejmě znamená menší náklady na vytápění. Kvalita zateplení závisí hlavně na správném výběru materiálu. V našich klimatických podmínkách je tedy opravdu vhodné objekt dodatečně zateplit. Nové stavby se dnes již projektují s izolací.

Seznam použitých zdrojů

- [1] FIŠEROVÁ E., 2019: Kontaktní zateplovací systémy v požárně nebezpečném prostoru. Diplomová práce (online) [cit. 1.3. 2022], dostupné z < <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/80895/F1-DP-2019-Fiserova-Eliska-Kontaktni%20zateplovaci%20systemy%20v%20PNP.pdf?sequence=-1&isAllowed=y> >.
- [2] REBUSTAV, ©2023: Důvody pro zateplení domu (online) [cit.6.6.2023], dostupné z < <https://www.rebustav.cz/duvody-pro-zatepleni-domu.htm> >.
- [3] PAVELEK M., 2011: Termomechanika. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, Brno, 192 s. ISBN 978-80-214-4300-6.
- [4] MACHÁČKOVÁ A., 2012: Sdílení tepla a proudění. VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-2576-2
- [5] OSTREZI J., 2010: Tepelné výměníky a problematika jejich zanášení. Bakalářská práce (online) [cit. 1.3.2022], dostupné z < https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16501 >.
- [6] MUSIL V., 2016: Základy chemických technologií (online) [cit. 20.5.2023], dostupné z < <https://docplayer.cz/12309824-Zaklady-chemicky-technologie.html> >.
- [7] IZOLACE – INFO, ©2023: Technické informace, názvosloví tepelných izolací (online) [cit.6.6.2023], dostupné z < <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/nazvoslovi-tepelných-informaci/> >.
- [8] TZB-INFO, ©2015: Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích (online) [cit.12.1.2023], dostupné z < <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich> >.
- [9] TERMOVIZE, ©2023: Energetický štítek obálky budovy (online) [cit.13.12.2022], dostupné z < <https://www.termovize.com/energeticky-audit/energeticky-stitek-obalky-budovy> >.
- [10] JANOTKOVÁ E., ©2023: Pohoda prostředí a tepelná pohoda (online) [20.5.2023], dostupné z < https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Presentace-IVK-Pohoda_prostredi-Tepelna_pohoda.pdf >.
- [11] MAURER K., 2013: Vzduchotechnická zařízení. Europa Sobotales, 380 s. ISBN 978-80-86-817-21-7.
- [12] RUBINOVÁ O. HORKÁ H. et GEBAUER G., 2005: Vzduchotechnika. ERA, 262 s. ISBN 80-7366-027-X.
- [13] TAJBR S., 2012: Vytápění pro 1. a 2. ročník učební obor instalatér. Europa Sobotales, 440 s. ISBN 978-80-85920-96-3

[14] KRUPKA F. HORÁK Z., 1981 Fyzika. Státní nakladatelství technické literatury, 1136 s. ISBN 04-017-81

[15] BURSA J. ©2023 : Metoda konečných prvků (online) [28.5.2023], dostupné z <
http://www.old.umt.fme.vutbr.cz/~jbursa/Stud_opory/MKP4.pdf>

[16] SESHU P., 2003 Textbook of finite element analysis. PHI learning, 340 s.

[17] Autor neznámý, ©2023 : Insulation in buildings (online) [20.5.2023] dostupné z <
<https://www.ctc-n.org/technology-library/built-environment/insulation-buildings>>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Vedení tepla rovinou stěnou, (n.d.).....	13
Obrázek 2: Schéma vedení tepla, uhlíkovefolie, (n.d.).....	14
Obrázek 3: Tabulka požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, krytynystrechy, (n.d.)...17	
Obrázek 4: Tepelný odpor konstrukce, Rebastav, (2023).....	18
Obrázek 5: Tepelný most nad oknem, Studený, (n.d.).....	19
Obrázek 6: Rosný bod, veloxmikulov, (n.d.).....	21
Obrázek 7: HX Diagram, qpro, (2013).....	23
Obrázek 8: Energetický štítek obálky budovy, termovize, (2013).....	24
Obrázek 9: Tabulka hodnot metabolického toku, Janotková (n.d.).....	26
Obrázek 10: Minerální vlna, izolace-info (2016).....	34
Obrázek 11: Pěnový expandovaný polystyren, tzb-info (2012).....	34
Obrázek 12: Pěnový extrudovaný polystyren, topmaterials, (n.d.).....	35
Obrázek 13: Tvrdá polyuretanová pěna, bachl, (2014).....	36
Obrázek 14: Pěnové sklo, izolace-info, (2014).....	36
Obrázek 15: Korek, kork24, (n.d.).....	38
Obrázek 16: Len, prirodnistavba, (n.d.).....	38
Obrázek 17: Ovčí vlna, naturwool, (n.d.).....	39
Obrázek 18: Kondenzace vodní páry ve zdivu, Šála, (2001).....	41
Obrázek 19: Tepelně izolační omítka, Nachtmann, (2018).....	44
Obrázek 20: Skladba kontaktního zateplovacího systému, Hasit, (n.d.).....	45
Obrázek 21: Tepelná izolace ploché střechy, Pokrivačák, (2008).....	50
Obrázek 22: Plochá jednoplášťová střecha, autor neznámý.....	51
Obrázek 23: Schéma ploché dvouplášťové střechy, autor neznámý.....	52
Obrázek 24: Šikmá střecha, rockwool, (n.d.).....	53
Obrázek 25: Schéma zateplení podlah, čehuraizolace, (n.d.).....	54
Obrázek 26: Snížení tepelných ztrát u oken, therm, (n.d.).....	55
Obrázek 27: Padací těsnění, schachermayer, (n.d.).....	57
Obrázek 28: Zobrazení teplot na modelu.....	61
Obrázek 29: Praktická část.....	63
Obrázek 30: Praktická část.....	64

Obrázek 31: Praktická část	65
Obrázek 32: Praktická část	66
Obrázek 33: Praktická část	67