



SBORNÍK DOPORUČENÝCH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ NA OBVODOVÝCH PLÁŠTÍCH

**Vydala: Česká energetická agentura
Vinohradská 8, 120 00 Praha 2**

Vypracoval: STÚ-E a.s.

**Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována
v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití
obnovitelných zdrojů energie**

OBSAH:

1. ÚVOD	3
2. KONSTRUKČNÍ SOUSTAVY	5
2.1 TRADIČNÍ STAVBY	5
2.2 SKELETOVÉ SOUSTAVY	6
2.2.1 Montovaný skelet MS 71	6
2.2.2 Montovaný skelet MS OB	6
2.2.3 Montovaný skelet MS-KO	7
2.2.4 Montovaný skelet SI.2	7
2.2.5 Montovaný skelet SI.3	8
2.2.6 Montovaný skelet UMS	8
2.2.7 Univerzální konstrukční systém AB	9
2.2.8 Prostorové dílce	9
2.3 STĚNOVÉ (PANELOVÉ) SOUSTAVY	9
2.4 SYSTÉMY NA BÁZI DŘEVA	9
2.4.1 Systém CHANOS	10
2.4.2 Systém ČESKÁ LÍPA	10
2.4.3 Prostorové dílce INPAKO	10
2.4.4 Systém VELOX	10
2.5 SYSTÉMY NA BÁZI KOVU	11
2.5.1 Soustava BAUMS-75	11
2.5.2 Soustava VOK	11
2.5.3 Ocelová konstrukce KORD	11
2.5.4 Ocelový systém TRUSTEEL	11
3. PLÁŠŤ BUDOVY	12
3.1 CHARAKTERISTIKA STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ	12
3.1.1 Vnější stěny	12
3.1.1.1 Zděné	12
3.1.1.2 Prefabrikované	13
3.1.2 Střechy	16
3.1.3 Vnitřní konstrukce	17
3.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY	18
3.2.1 Původní požadavky	18
3.2.2 První tepelně technická norma z r.1962	18
3.2.3 ČSN z roku 1964	18
3.2.4 ČSN z roku 1979	19
3.2.5 Změna ČSN 73 0540 z roku 1992	19
3.2.6 ČSN 73 0540 z roku 1994 (platná v současné době)	20
3.3 OPATŘENÍ KE SNIŽOVÁNÍ TEPELNÝCH ZTRÁT	25
3.3.1 Hlavní zásady zateplování	26
3.3.2 Způsoby zateplování	28
3.3.2.1 Vnější stěny	28
3.3.2.2 Střechy	30
3.3.2.3 Vnitřní konstrukce	33
3.3.3 Materiály používané pro zateplení	33
3.3.3.1 Vnější stěny	33
3.3.3.2 Střechy	33
3.3.3.3 Vnitřní konstrukce	34

3.4 VLASTNOSTI STÁVAJÍCÍCH A ZATEPLENÝCH KONSTRUKCÍ	34
3.4.1 Stěny	34
3.4.1.1 Stávající	34
3.4.1.2 Zateplené	35
3.4.2 Střechy	52
3.4.2.1 Stávající	52
3.4.2.2 Zateplené	52
3.4.3 Vnitřní konstrukce	53
3.4.3.1 Stávající	53
3.4.2.2 Zateplené	54
4. OTVOROVÉ VÝPLNĚ	57
4.1 OKNA	57
4.2 OPATŘENÍ VEDOUcí KE ZLEPŠENí TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTí OKEN	58
4.2.1 Odstranění okenních netěsností.	58
4.2.2 Zlepšení tepelně technických vlastností oken	59
4.2.3 Výměna oken	61
4.3 STŘEŠNí OKNA	63
4.4 ZASKLENÉ STĚNY	63
4.5 DVEŘE	64

1. ÚVOD

Zvyšováním cen paliv a energie se výrazně zvyšují náklady i na provoz občanských staveb. Je tedy přirozené, že zájem o informace, jaké možnosti úspor energie existují, neustále stoupá. Přitom je zřejmé, že snížení současné vysoké spotřeby paliv a energie v budovách neovlivní příznivě jen náklady finálního spotřebitele, ale bude mít i kladný celospolečenský význam. Nejen proto, že nejlevnější energií je energie ušetřená, ale i z hlediska ekologického.

Největší podíl na spotřebě energie v občanských stavbách tvoří spotřeba tepla pro vytápění a větrání objektu, pro přípravu teplé užitkové vody, spotřeba energie provozem různých zařízení (zejména provoz zdravotnických zařízení) a umělým osvětlením.

S jakou energetickou náročností bude vytvořena tepelná pohoda uživatele ve vnitřním prostředí objektu, určují tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí objektu. S jakou efektivností bude tepelná pohoda v takto vytvořených podmínkách realizovaná, závisí na způsobu vytápění, na vhodném návrhu otopné soustavy, jejím provedení, vyregulování a charakteru provozu.

Sborník doporučených technických řešení energeticky úsporných opatření na obvodových pláštích občanských budov je jedním z nástrojů pro podporu poradenství v oblasti energeticky vědomého provozu budov. Může usnadnit místní správě a provozovatelům orientaci v různých přístupech ke snižování spotřeby energie a ukázat v čem úsporné možnosti spočívají a za jakých okolností lze úspor dosáhnout. Samozřejmě je vždy kladen důraz na to, aby možné úspory energie nebyly realizovány na úkor podmínek pro užívání, jmenovitě tepelné a světelné pohody uživatele a kvality ovzduší vnitřního prostředí objektu.

Konkrétními možnostmi a opatřeními se zabývají jednotlivé kapitoly katalogu. Navrhovaná opatření se týkají především snižování tepelných ztrát stavebními úpravami vnějších svislých i vodorovných stavebních konstrukcí, otvorových výplní a vnitřních dělicích konstrukcí mezi vytápěnými a nevytápěnými prostory.

Efekt úsporných opatření se bude lišit v závislosti na stáří objektu. U starších budov s konstrukcemi z klasických materiálů bude efekt zateplení bezpochyby vyšší než u objektů postavených po roce 1981, při jejichž výstavbě byly dodrženy už novelizované tepelně technické předpisy.

Důležité je připomenout, že každé realizační akci úsporných opatření by měla předcházet odborná konzultace a zpracování stavebně energetického auditu. Nezastupitelnou úlohu má seznámení se s již realizovanými demonstračními projekty.

V tomto katalogu opatření nejsou konkrétně jmenovány výrobky či systémy, ani udáváni výrobci. Katalog je poradenský podklad pro poradenskou síť České energetické agentury. Dobře ho také využijí investoři a uživatelé budov a pracovníci ze státní či místní správy, kteří usilují o snížení provozních nákladů při zachování případného zkvalitnění vnitřního prostředí.

Občanské stavby mají proti bytovým a průmyslovým stavbám základní odlišnost a tou je široká škála požadavků na jejich konstrukci. Protože jsou občanské budovy převážně určeny pro dlouhodobý pobyt lidí, jsou z hlediska tepelně technických požadavků nejbliže stavbám bytovým.

Občanské stavby mají velmi různorodé určení. Mezi občanské stavby počítáme zařízení pro:

- školství a výchovu,
- veřejnou administrativu,
- vědu a kulturu,
- zdravotnictví a sociální zabezpečení

- tělovýchovu,
- obchod,
- veřejné stravování a hromadné ubytování,
- služby obyvatelstva,
- doplňkové služby a zařízení.

U bytových staveb je největší místností obytný pokoj, který má rozlohu zhruba 18 až 22 m². U občanských staveb jsou požadavky na prostory od několika m² do několika set m². I když většinu místností občanských staveb vtěsnáme do hloubky 6 m, přesto existují požadavky některých druhů občanských staveb na velkoprostorové uspořádání konstrukce, např. shromažďovací prostory lidí, tělocvičny, obchodní domy, apod.

Konstrukční výška podlaží není u občanských staveb jednotná jak u staveb bytových, ale pohybuje se v širokých mezích od výšky 280 cm přes 330, 360 cm do 600 cm pro sálové prostory.

Občanské stavby, které se dříve ve své většině prováděly tradičním způsobem, byly nahrazeny montovanými skelety pro vícepodlažní budovy a halové konstrukce pro přízemní stavby.

Stěnový systém s příčnými nosnými stěnami jako u bytových staveb pro většinu občanských staveb nevyhovuje, protože omezuje dispozici v jednom směru nosnými stěnami. Vyhovuje pouze u některých staveb hromadného ubytování, jako jsou hotely, internáty, a v omezené míře některé drobné objekty, jako jsou mateřské školy a jesle.

Mluvíme-li o tradiční technologii, jde o domy se stěnami vyzdívanými z cihel a tvárnic z různých stavebních hmot. Od roku 1948 postupně převládala při výstavbě domů technologie montovaná.

Z hlediska objemového řešení se mohou energeticky úsporná opatření, navrhovaná pro domy postavené tradičními technologiemi lišit od opatření, prováděných na domech panelových nebo skeletových. Vzhledem k tomu, že tradiční domy mají ve většině případů šikmé střechy s nevyužívanými půdami, mění se například poměry ploch vnějšího obvodového pláště a vnitřních konstrukcí oddělujících vytápěné a nevytápěné prostory. U montovaných budov je obvykle větší procento prosklení obvodového pláště. To je způsobené nejen tím, že se začala používat větší okna, ale i tím, že domy postavené tradičními technologiemi měly členitější fasády. Právě větší členitost, zdobnost a historická, architektonická a umělecká hodnota zejména uličních průčelí tradičních budov vyžadují citlivý přístup a velmi pečlivé zvážení a posouzení navrhovaných opatření.

2. KONSTRUKČNÍ SOUSTAVY

Zatímco do roku 1920 se u občanských staveb téměř výhradně používají tradiční cihelné systémy, které se řídily stavebním řádem, dochází po r. 1920 k rozvoji železobetonových skeletů; v 1. polovině tohoto století monolitických a ve 2. polovině montovaných železobetonových skeletů. Okrajově se k výstavbě občanských budov používaly také systémy panelové, systémy na bázi dřeva, kovu apod.

2.1 Tradiční stavby

Nejčastější způsob výstavby byl systém nosného masivního zdiva, ale už od konce minulého století se projevovala snaha o oddělení funkce nosné a výplňové, i když zpočátku pouze vyzdíváním nosných pilířů z cihel o větší únosnosti a okenních parapetů s lepší izolační schopností. Stěny nejstarších domů jsou ze zdiva smíšeného z cihel a lomového kamene. Později se kámen používal jen na podružné - obvykle suterénní - části budovy a stěny v horních patrech byly vyzdívány z plných nebo dutých pálených cihel, cihelných dutinových tvárnic, tvárnic z lehkých betonů (nejčastěji ze škvárobetonu nebo struskové pemzy) a tvárnic z calofrigu.

Tloušťky nosných cihelných zdí byly proměnné podle počtu pater domu. Nejmenší tloušťka zdi v nejvyšším patře byla z důvodů promrznání 450 mm a směrem dolů se zvyšovala. Základní rozměry stě se řídily ustanoveními stavebních řádů, kterých platilo na území dnešní České republiky několik.

V Čechách platil:

- a) *městský stavební řád pro Prahu, Plzeň a České Budějovice* vydaný podle zákona ze dne 10.4.1886 č. 40 z.z.č.
- b) *venkovský stavební řád* pro veškerá ostatní místa v Čechách vydaný podle zákona ze dne 8.1.1889 č. 5 z.z.č.

Pro Moravu platil:

- a) *městský stavební řád pro Brno, Olomouc a Jihlavu* vydaný podle zákona č. 63 z.z.m. ze dne 16.6.1894, doplněný a změněný zák. č. 39 z.z.m. ze dne 16.6.1914,
- b) *venkovský stavební řád* pro veškerá ostatní místa země moravské vydaný podle zákona č. 64 z.z.m. ze dne 16.6.1894, doplněný a změněný zák. č. 44 z.z.m. ze dne 16.6.1914,
- c) *stavební řád slezský* pro bývalou zemi slezskou (Opavsko a Těšínsko) vydaný podle zákona č. 26 z.z.slez. ze dne 2.6.1883.

Kromě těchto základních stavebních řádů platily ještě např. zákon 211 (v Čechách) a zákon 277 (na Moravě), oba z roku 1919 a zákony o stavebním ruchu z roku 1930 a zákon 65 z roku 1936, které připouštěly úlevy a výjimky z některých ustanovení.

Ustanovení stavebních řádů o tloušťce zdí jsou uvedena v tab. 2.1.

Tabulka 2.1.

Stěna		Tloušťka v cm		
		Moravské stav.řády	České stav.řády	
1. Hlavní zed'				
- v posledním patře	pro hloubku traktu do 6,5 m	45	45	
	pro hloubku traktu před 6,5 m	60	60	
- dolů pře každá dvě patra		zesílena vždy o 15 cm	zesílena vždy o 15 cm	
nebo dolů v každém patře		-	zesílena vždy o 8 cm	
2. střední zed'	dvoupatrové budovy	45	45	
	třípatrové budovy	60	60	
	čtyřpatrové budovy	v přízemí	75	60
		v ostatních patrech	60	60
3. štítová zed'	do poloviny výšky	30	30	
	horní polovina	15 cm se zesilujícími příložkami 15/45 cm	15 cm se zesilujícími příložkami 15/45 cm	

2.2 Skeletové soustavy

Snahy o prefabrikaci vedly k tomu, že v šedesátých letech dochází k rozvoji montovaných železobetonových skeletů o rozponech 6 m, popř. 7,2 m. Z neznámějších skeletů uvádíme:

2.2.1 Montovaný skelet MS 71

Montovaná železobetonová rámová soustava se skrytými průvlaky. Modulové odstupňování rozpětí pole až do 7,2 m. Průřezy sloupů 400/400 mm (krajní sloupy), 600/600 (střední sloupy). Dutinové stropní panely jsou rozměru 1200/250 mm, kazetové instalační panely jsou o rozměrech 600/250 mm. Rozpony soustavy ve směru rámu jsou 2,4; 4,8; 6 a 7,2 m. Konstrukční výšky jsou 3,3; 3,6 a 4,2 m. Střešní konstrukce je dvouplášťová. Obvodový plášť se používal v různých materiálových a konstrukčních variantách.

Před revizí tepelně technické normy v r. 1979 se používaly jednovrstvé keramické a keramzitbetonové pláště o tloušťkách 230 až 300 mm. případně obvodové stěny byly vyzdívány keramzitbetonovými nebo pórobetonovými tvárnicemi. Po revizi byly obvodové pláště upraveny a vyráběly se ve variantách:

- a) Keramické vrstvené panely tl. 300 mm (z panelů NKV)
- b) Keramické s výplní tvarovek z PPS tl. 350 mm
- c) Keramzitbetonové parapetní pásy + okna + MIV tl. 340 mm
štít: keramzitbeton tl. 270 mm + pórobetonová přízdívka CALSILOX tl. 180 mm,
celkem 450 mm
- d) Keramický plášť z keramzitbetonových bloků tl. 375 mm

2.2.2 Montovaný skelet MS OB

Soustavu tvoří montovaný skelet s průvlaky, skrytými ve stropní desce tloušťky 250 mm.

Skladebné parametry jsou:

- rozpětí ve směru průvlaku 2,4; 3,6; 4,8; 6 m;
- rozpětí ve směru kolmém k průvlakům 2,4; 3,6; 4,8; 6 a 7,2 m;
- rozměry průvlaků 1200/250 mm;
- povaly 300/250 a 600/250 mm;
- rozměry stropních dílců jsou 1200/250 s dutinami, nevylehčené pro délky 1,2 a 2,4 m.
- Sloupy jsou 400/400 mm a 450/450 mm. Konstrukční výšky jsou 3,3 a 3,6 m. Maximální výška zástavby 4 nadzemní podlaží. Příčky jsou celostěnové železobetonové, alternativní siporexové, Promonta, ev. tradiční. Střešní plášť je jednoplášťový, alternativní dvouplášťový. Obvodový plášť je s možností několika variant:

Před 1.revizí v roce 1979:

- a) plynosilikátový jednovrstvý tl. 240 mm, který měl dostatečný tepelný odpor a po revizi se nezměnil
- b) keramický jednovrstvý tl. 260 mm

Po revizi:

- a) keramický panel vrstvený tl. 260 mm (s PPS 50 mm + 55 mm ŽB moniérkou)
- b) struskobetonový vrstvený tl. 330 mm (s PPS 60 mm + 50 mm ŽB moniérkou)
- c) kombinovaný: - pórobetonový tl. 240 mm - vrchní stavba
- železobetonový s lignoporem tl.50 mm o celkové tl.330 mm - suterén

2.2.3 Montovaný skelet MS-KO

Lehký a středně těžký skelet s příčnými rámy byl součástí unifikované řady víceúčelových skeletů firmy KONSTRUKTIVA. Sloupy jsou 400/400 mm, průvlaky ve tvaru obráceného T jsou 630/400/420 mm. Obvodové ztužidlo, také ve tvaru obráceného T, je uloženo na čelech průvlaků; jeho rozměry jsou 430/200/450, délky 6 a 7,2 m. Zapuštěné stropní panely jsou uloženy na přírubách průvlaků. Konstruktivní výšky soustavy jsou 3; 3,3; 3,6 a 3,9 m (přízemí).

Základní varianta obvodového pláště keramická; při použití pláštů kovoplastických je nutno použít zvláštních průvlaků.

Pláště keramické: viz MS 71, MSOB

Pláště kovoplastické: Před revizí v r.1979 se nejčastěji objevovaly lehké panely OP.02,07,08 (tzv Boletické)

Po revizi patřily mezi nejpoužívanější lehké panely SIDALVAR-FEAL, STROSS, G 500,600, F-300 nebo KPP 600

2.2.4 Montovaný skelet S1.2

Stavební soustava II. kategorie je unifikovaný železobetonový vícepodlažní skelet tvořený nosnými rámy (sloupy a průvlaky) a ve druhém směru ztužidly, uloženými na průvlacích, resp. na mezisloupech a průvlacích. Osová vzdálenost rámu je od 2,4 do 12 m, ve směru průvlaků je rozpon 3; 3,6; 4,2; 4,8 a 6 m. Konstruktivní výšky jsou 2,7; 3; 3,3; 3,6; 4,2 a 6 m. Sloupy mají rozměry 390/390, 390/590 (sloupy rámu) a 290/390 (mezisloupy).

Stropní panely:

- předpjaté stropní panely SPIROLL tl. 250 a 300 mm,
- železobetonové stropní panely dutinové tl. 250 mm.

Průvlaky:

- průřez obráceného T (uvnitř objektu)
- průřez L (na obvodu objektu).

Maximální výška stavby je 4 nadzemní podlaží. Střešní je jednoplášťová bezspádová, příčky Promonta (případně další varianty).

Obvodový plášť byl opět v mnoha variantách:

Před revizí v r. 1979:

- a) keramický jednovrstvý tl. 260 mm
- b) pórobetonový tl. 240 mm

Po revizi:

- a) pórobetonový tl. 300 mm
- b) keramický jednovrstvý tl. 400 mm
- c) keramický vrstvený (sendvičový) tl. 300 mm
- d) železobetonový s PPS a pórobetonem (beton 40 + pórobeton 150 + PPS 20 + pórobeton 150 + beton 40 = 400 mm)
- f) železobetonový sendvičový s PPS (60 + 80 + 100 = 240 mm)

2.2.5 Montovaný skelet S1.3

Unifikovaná stavební soustava montovaných skeletů, konstrukce III. kategorie, označená zkratkou S1.3 je montovaný železobetonový vícepodlažní skelet tvořený nosnými rámy (sloupy a průvlaky) a ve směru kolmém na rámy ztužidly. Sloupy jsou o rozměrech 390/590, 390/890 a mezisloupy 290/390.

Osová vzdálenost rámu je od 2,4 do 12 m (u jednopodlažních objektů nebo v poslední podlaží vícepodlažních budov může být rozpon i 15 nebo 18 m). Ve směru průvlaků je rozpon 3; 6; 7,2 a 9 m. Konstrukční výšky podlaží jsou 3,5; 4,2; 4,8; 5,4, 6 a 7,2 m.

Stropní panely jsou dva druhy:

- předpjaté panely SPIROLL tloušťky 300 mm
- předpjaté panely žebrového průřezu dvojitého T, výšky 590 mm (pro větší rozpory).

Průvlaky:

- průřezu obráceného T ($v = 590$ mm) - uvnitř objektu
- průřezu kříže ($v = 890$ mm) - uvnitř objektu
- průřezu L výšky 590 mm - obvodové

Střecha je jednoplášťová i dvouplášťová s různými materiály o různých tloušťkách.

Obvodový plášť je keramický vrstvený o tloušťce 300 mm.

2.2.6 Montovaný skelet UMS

Využití univerzálního montovaného skeletu UMS je pro objekty s velkým užitným zatížením. Kromě průmyslových budov se tento systém využíval pro obchodní domy a jiné občanské stavby. Nosná konstrukce se skládá ze sloupů o průřezu 390/590 mm, příčlí o šířce 390 a výškách 560, 830 a 1200 mm. Stropní panely jsou železobetonové o průřezu tvaru TT (výšky 460, 590 a 780 mm) nebo z předpjatého betonu (výška 610 mm). Osová vzdálenost rámu i ve směru příčle je 6; 7,2; 9; 12 m, konstrukční výšky jsou 3,6; 4,2; 4,8 a 5,4 m

Obvodový plášť :

- a) keramický vrstvený s pěnovým polystyrenem o celkové tloušťce 300 mm
- b) železobetonový vrstvený s pěnovým polystyrenem o celkové tloušťce 240 mm (60 + 80 + 100)

2.2.7 Univerzální konstrukční systém AB

Tento systém je železobetonovou skeletovou stavebnicí pro jedno a vícepodlažní objekty. Rozpětí je 6; 7,2; 9; 12 a 15 m (pro haly 18 i 24 m), vzdálenosti sloupů v rovině rámu jsou 6; 7,2; 9; 12 a 15 m. Konstrukční výška je od 3 do 6 m, u hal i 12 m.

Obvodový plášť :

- a) keramický sendvičový o celkové tloušťce 350 mm (v suterénu 300 mm)
- b) silikátový sendvičový (vnější povrch pohledový beton)
- c) tradičně vyzdívaný z cihelných materiálů
- d) vyzdívaný z plynosilikátových materiálů

2.2.8 Prostorové dílce

Podstatou je prefabrikovaná část železobetonového skeletu skládající se ze stropní desky, v jejíchž rozích jsou pilíře ve své horní části rozepřené ocelovým roštem zakrytým podhledem. Dílce jsou z dopravních důvodů rozměrově omezeny na 2,4 x 3 m a s délkou 9,6 m. Z důvodů malého prostorového využití se stavěly z tohoto systému pouze MŠ a jesle, popř. ubytovací zařízení.

2.3 Stěnové (panelové) soustavy

Tyto konstrukce používají prvků určených pro bytovou výstavbu a proto byly používány převážně pro výstavbu menších objektů (např. mateřské školy, jesle).

Mezi ně patří konstrukční soustava VVÚ-ETA (rozpony 6 a 3 m). Světlá výška těchto objektů (2,55 m) je v případě menších budov ve školské výstavbě povolena vyjímkou hlavního hygienika.

Soustava je vytvořena souborem příčných nosných panelů v rozponu 3,0 a 6,0 m, stropní panely 1,2 x 6 m nebo 2,4 x 3 m, tloušťka panelu 200 mm.

Příčky jsou z pórobetonu nebo tradiční. Střeška dvouplášťová.

Obvodový plášť železobetonový sendvičový.

Před revizí v roce 1979:

a) průčelní panel : $\check{Z}B 50 + PPS 40 + \check{Z}B 100 = 190 \text{ mm}$

b) štítový panel : $\check{Z}B 50 + PPS 40 + \check{Z}B 150 = 240 \text{ mm}$

Po revizi:

a) průčelní panel : $\check{Z}B 60 + PPS 80 + \check{Z}B 100 = 240 \text{ mm}$

b) štítový panel : $\check{Z}B 60 + PPS 80 + \check{Z}B 150 = 290 \text{ mm}$

2.4 Systémy na bázi dřeva

Užívaly se převážně pro jednopodlažní budovy (důvody požární bezpečnosti) zejména pro školy, mateřské školy a jesle. Nosný systém byl stěnový příčný, obvodový plášť z panelových dílců (plné a okenní, šířka 1200 mm, výška 3000, 3300 mm). V oblasti sportu se dřevěné systémy používaly na tělocvičny a haly, šatnové objekty apod. Zastřešení velkých rozponů bylo z dřevěných nosníků.

Mezi nejpoužívanější systémy patří CHANOS z Chanovic, Č. LÍPA nebo desky VELOX ze Všeradic u Berouna.

2.4.1 Systém CHANOS

Tento systém se začal stavět v 70. letech a původní využití na občanské stavby se v současnosti změnilo na rekreační objekty a rodinné domy.

Původní obvodový plášť je z vnější strany opatřen dřevěným obkladem, který uzavírá odvětrávanou vzduchovou mezeru, za ní se nachází minerální plst' tl.100 mm uzavřená z jedné strany Lignátem a z druhé strany zaklopená dřevotřískovou deskou a sádkkartonem, mezi kterými je vložena ještě parozábrana. Celková tloušťka panelu je 180 mm.

2.4.2 Systém ČESKÁ LÍPA

Stavebnicový systém je z dřevěných stěnových dílců v modulové síti 1,2 m. Světla výška místností je 3 m.

Obvodový panel je z obou stran opatřen lignátovými deskami tl. 5 mm. Izolační výplň je z minerální plsti tl. 70 mm. Z požárních důvodů je uvnitř panelu další nelisovaná lignátová deska.

2.4.3 Prostorové dílce INPAKO

Stavební soustava INPAKO používá prostorové buňky půdorysného rozměru 3 x 6 m a výšce 3,75 m. Využití je pro menší objekty MŠ a jeslí maximálně do dvoupodlažní zástavby.

2.4.4 Systém VELOX

Tento systém je využíván hlavně v bytové výstavbě, ale bylo postaveno také mnoho obchodních objektů. Základním principem tohoto stavebního stěnového systému je vytvoření ztraceného bednění ze štěpkocementových desek (tl.25, 35 a 50 mm) s mezerou 150 mm, která se vyplňuje betonem. Tepelnou izolaci vnější stěny tvoří 60 až 100 mm silná vrstva pěnového polystyrolu pevně nalepená na desce VELOX.

2.5 Systémy na bázi kovu

2.5.1 Soustava BAUMS-75

Mnoho budov občanské vybavenosti bylo v minulých letech postaveno s použitím univerzální montované soustavy BAUMS-75. Tuto soustavu uvádíme jako hlavního reprezentanta soustav sestavených z kovových dílců (vhodné pro jedno- až čtyř-podlažní objekty). Hlavní nosný systém vytvářejí příhradové nosníky, průvlaky, sloupy, vazníky a ztužidla. Hloubky traktů jsou od 1,2 do 9 m s možnými konzolami 1,2 až 3 m (odstupňováno po 60 cm), rozpony průvlaků jsou od 2,4 do 6 m s příp. konzolami 1,2 a 1,8 m. Soustava umožňuje také halové objekty s rozpony 12, 15, 18, 21 a 24 m. Vertikální skladebné parametry umožňují dosáhnout u vícepodlažních budov světlé výšky 2,7; 3,0 a 3,3 m, u jednopodlažních 2,7 a 3 m u hal se střešními vazníky jsou možné světlé výšky 5,4; 6 a 6,6 m. Střešní plášť: Nosná konstrukce tvoří průvlak, stropnice, VSŽ plech a vrstva monolitického betonu 40 mm nad horní okraj plechu z výztuží. Další vrstvy jsou tepelná izolace, roznášecí vrstva a vodotěsná krytina.

Příčky: pórobetonové, kovoplastické, dřevěné a pod.

Obvodový plášť: obvodové panely na bázi kovoplastické nebo pórobetonové dílce.

2.5.2 Soustava VOK

Byl to rozšířený ocelový systém pro výškové budovy občanských staveb. Sloupy jsou průřezu I 200 x 200 mm, 300 x 300 mm nebo maximálně 400 x 400 mm, ostatní prvky jako příčle, konzoly, podélné nosníky, vzpěry a táhla jsou z válcovaných průřezů IPE, popř. ze svařovaných I profilů. V prostoru uvnitř budovy je zkonstruováno železobetonové jádro kde je umístěn výtah, schodiště a ostatní instalační šachty.

Střecha je plochá, bezspádová.

Příčky vyzdívané, lehké montované apod.

Obvodový plášť je proveden v různých variantách (např. Boletické panely nebo jiné lehké pláště).

2.5.3 Ocelová konstrukce KORD

Nosný systém tvoří kloubově uložené sloupy s kloubově připojenými stropními a střešními konstrukcemi. Stropy a střechy sestávají z plnostěnných a příhradových průvlaků, střešních nosníků a konzol. Nosníky jsou překryty tvarovanými plechy zmonolitněnými betonovou vrstvou o tloušťce 40 mm a vloženou ocelovou sítí. Rozteče sloupů jsou od 2,4 do 7,2 m. Průvlaky jsou o rozponu 2,4 do 7,2 m po 600 mm. Rozpony stropních nosníků jsou od 1,2 do 9,6 m, popř. až do 187 m. Konstrukční výška je od 3,3 do 4,5 m.

Obvodový plášť je roštový, na metalicko-chemické bázi.

2.5.4 Ocelový systém TRUSTEEL - Chvaletice

Ocelová kostra objektu je montována ručně šroubovanými spoji. Po obvodu budovy jsou montovány sloupky I 100x100 mm přišroubované k základnímu úhelníku, který je připevněn na podezdívce. Vodorovné nosníky vytvářejí stropní konstrukci s rovným podhledem. Střecha může být sedlová nebo plochá. Stavbu vnějšího pláště lze provádět buď obezdíváním vnějšku konstrukce nebo přišroubováním lehkých panelů.

3. PLÁŠŤ BUDOVY

Obvodový plášť je nejvíce exponovanou částí budovy, neboť je vystaven působení dvou výrazně se lišících prostředí - uměle vytvořeného, relativně stálého vnitřního a neustále se měnícího prostředí vnějšího. Základní funkcí obvodového pláště je oddělit a vymezit vnitřní prostor budovy a zajistit pro její uživatele potřebné předpoklady pro kvalitu vnitřního prostředí při přijatelné spotřebě energie pro provoz budovy. Míra plnění této funkce je závislá především na tepelně technických vlastnostech stavebních materiálů, které tvoří obvodové konstrukce. Přitom je důležité si uvědomit, že z hlediska tepelných ztrát patří do kategorie obvodových konstrukcí i konstrukce vnitřní, které oddělují vytápěný prostor od nevytápěného.

3.1 Charakteristika stávajících konstrukcí

3.1.1 Vnější stěny

Přehled nejrozšířenějších konstrukcí vnějších stěn a orientační hodnoty jejich součinitele prostupu tepla k je uveden v tabulce 3.1.

Tabulka 3.1.

Období (přibližně)	Popis obvodové stěny	k
		W.m ⁻² .K ⁻¹
do roku 1920	zdivo z cihel pálených plných tl. 450 mm	1,4
	zdivo z cihel pálených plných tl. 600 mm	1,1
	zdivo z cihel pálených plných tl. 900 mm	0,8
1921 až 1945	konstrukce z předcházejícího období a zdivo z děrovaných cihel a tvárníc tl. cca 300 mm	1,2 - 1,4
	zdivo ze škvárobetonu tl. 250 mm až 300 mm	1,2
1946 až 1960	konstrukce z předcházejícího období a: zdivo z děrovaných cihel tl. 300 mm až 400 mm	1,2 - 1,4
	zdivo z lehkých betonů tl. cca 300 mm	1,3 - 1,5
1961 až 1980 ¹⁾	konstrukce z předcházejícího období a: panel z lehkého betonu tl. 240 mm až 300 mm	0,8 - 1,0
	zdivo z pórobetonu tl. cca 300 mm	0,5 - 0,9
	keramický panel tl. 250 tl. až 300 mm bez tepelné izolace	1,6 - 1,9
	kovoplastický panel (tzv. Boletický) tl. 120 mm	1,1
	železobetonový panel sendvičový tl. 190 až 240 mm	1,0 - 1,1
po roce 1980	zdivo z pórobetonových tvárníc tl. 400 mm	0,7
	panel z lehkého betonu tl. cca 350 mm	0,9
	keramický panel tl. 300 mm s tepelnou izolací	0,8
	železobetonový panel sendvičový tl. cca 300 mm	0,6

¹⁾ v roce 1977 byla schválena nová ČSN 73 0540 s účinností od 1.1.1979, která zpřísňovala tepelně technické požadavky, kladené na obvodové pláště. Konstrukce zde uváděné jsou předrevizní.

3.1.1.1 Zděné

Pokud plnily vnější stěny zároveň funkci svislé nosné konstrukce, byly vyzdívané z plných pálených cihel v tloušťkách 450 až 900 mm. Tloušťky výplňového zdiva z dutých cihel nebo tvárníc byly voleny tak, aby tepelně izolační schopnosti stěn odpovídaly minimálně

tepelně izolačním vlastnostem stěny z plných pálených cihel tloušťky 450 mm, nejčastěji to bylo cca 300 mm.

Sortiment zdících prvků, byl velmi široký jak z hlediska tvarů a velikosti, tak z hlediska materiálů, takže se u těchto domů můžeme setkat s nejrůznějšími tloušťkami stěn.

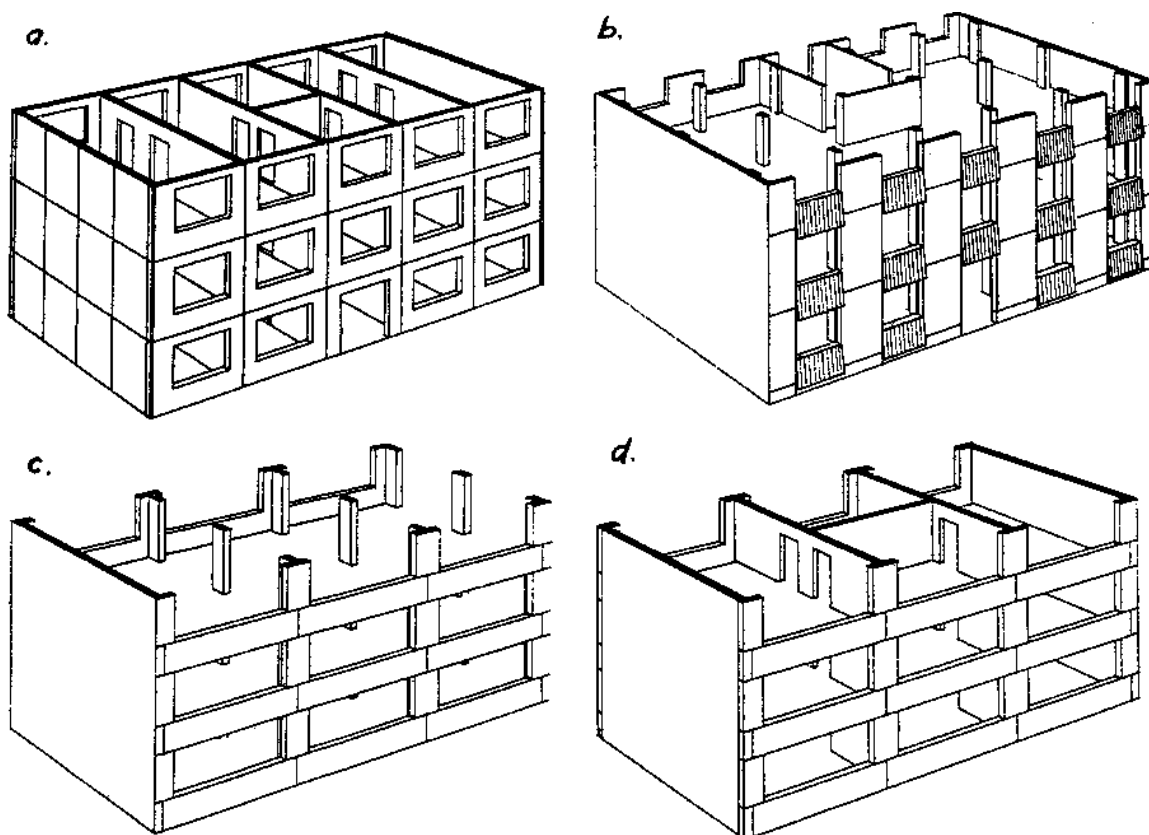
Vazby zdiva byly takové, že dutiny v cihlách a tvárnících vytvářely buď průběžné kanálky nebo komůrky. Vylehčení obvodového zdiva při zachování jeho tepelně izolačních vlastností se řešilo vytvářením dutých zdí z plných (ale i dutých) pálených cihel. Tloušťky dutin byly obvykle na čtvrt nebo půl cihly a zůstaly prázdné nebo se vyplňovaly škvárou.

Zděný obvodový plášť měly i objekty, u kterých tvoří nosnou konstrukci skelet, nejčastěji monolitický nebo montovaný železobetonový v některých případech i ocelový. Kromě plných pálených nebo děrovaných cihel z pálené hlíny se používaly jako zdící materiály tvárnice ze škvárobetonu, calofrigu a v 60. letech z pórobetonu. Z hlediska konstrukčního je vyzdívaný obvodový plášť řešen jako výplňový nebo částečně nebo zcela předsazený.

3.1.1.2 Prefabrikované

S rozvojem prefabrikace v 70. letech se rozrůstají i konstrukční a materiálové varianty vnějších stěn občanských budov.

Z konstrukčního hlediska jsou průčelí budov nejčastěji vyskládána z parapetních pásů a okenních pásů přerušovaných meziokenními vložkami v různých materiálových variantách. V některých případech jsou parapetní panely neprůběžné, jsou přerušovány stěnovými panely a jsou vzájemně vertikálně posunuty. Další konstrukční variantou jsou panely celostěnové s okny. Plné celostěnové panely jsou použity na štíty budov.



Obr.3.1. Konstrukční varianty obvodových plášťů

Prefabrikované obvodové stěny byly vyráběny v mnoha materiálových variantách. Můžeme je rozdělit do těchto základních skupin:

- z lehkých betonů
- keramické
- železobetonové sendvičové
- na bázi kovu
- na bázi dřeva
- meziokenní vložky.

A. Panely z lehkých betonů

Panely z lehkých betonů se v širší míře začaly používat od počátku 50-tých let a to v materiálových variantách pórobeton, škvárobeton, struskobeton, keramzitbeton apod. jako jednovrstvé.

Před revizí tepelně technické normy se používaly panely o tloušťce 240 až 300 mm. Po revizi se tloušťka zvětšila na 400 mm.

B. Panely keramické

Panelové keramické pláště byly vyráběny v tloušťkách od 250 mm do 300 mm jako jednovrstvé, později (po revizi tepelně technické normy ČSN 73 0540 v roce 1979) s tepelnou izolací jako vrstvené (sendvičové).

V průčelí jsou většinou konstruovány jako parapetní panely s doplňkovou meziokenní vložkou téže konstrukce. Ve štítě jsou umístěny panely celostěnové na celou výšku podlaží bez okenních otvorů.

C. Panely železobetonové sendvičové

Tloušťky a skladby panelů se měnily v souvislosti s tím, jak se měnily normové předpisy kladené na obvodové pláště z hlediska tepelně technických a hygienických požadavků. Vnitřní nosná železobetonová vrstva o tloušťkách 100 až 180 mm je opatřena z vnější strany izolační vrstvou z pěnového polystyrenu o tloušťkách 50 až 80 mm. Ta je zvenku chráněna další železobetonovou vrstvou o tloušťkách 50 až 80 mm.

D. Panely na bázi kovu

V 60. a 70. letech se používaly stěny obvodového pláště na bázi kovu s nosným rámem ze železobetonu nebo s nosnou konstrukcí kovovou.

Lehké obvodové stěny s rámy ze železobetonu, které jsou přechodným řešením mezi obvodovými deskovými panely a lehkými závěsovými stěnami, se vyráběly jen výjimečně, protože jsou příliš hmotné a výrobně málo přesné. Vzhledem k požadavku zmenšení hmotnosti obv. panelů se v 70. letech vyvinul obvodový plášť na bázi kovoplastické. Kovové části jsou svařované z tenkostěnných ocelových válcovaných profilů nebo z tlačených lisovaných profilů hliníkových, popř. z jeho slitin. Výplňové hmoty jsou na bázi makromolekulárních plastických hmot a skla.

Vnější povrchovým plášťovým krytem jsou:

- žebrováním nebo zvlhnutím tvarované hliníkové plechy, povrchově upravené eloxováním, popř. plech z lehkých slitin hliníku,
- tvarované plechy z nerezavějící oceli,
- ocelové tvarované plechy, smaltované v ohni,
- tabule z tvrzeného skla.

Vnitřní pláště závěsových stěn jsou z vodovzdorných překližek, z dřevotřískových desek, z dřevoplastu, azbestocementových desek, z plastických hmot nebo z umakartu apod.

Překližky a desky z odpadu dřeva se povrchově upravují nitrocelulóзовými nástřiky nebo nástřiky PVC.

Výplň izolačního jádra obvodových závěsových stěn jsou desky z lehkého zpeněného polystyrénu, z pěnového skla nebo ze zplstěné rohože z anorganických vláken skleněné nebo minerální vaty.

Ze závěsových stěn jsou nejvíce tepelně namáhané materiály na vnější straně. Často se používaly k těmto účelům tabule z tvrzeného skla. Na vnějším povrchu tepelně izolační vrstvy byly nalepeny tenké aluminiové folie. Teploty vlivem slunečního záření dosahovaly až 70 °C, izolační vrstva z pěnového polystyrénu těmto teplotám neodolávala a docházelo k jejímu poškození a tím i k zhoršování tepelného odporu konstrukce. V zimním období je zase teplota vnějších vrstev obvodového pláště značně pod bodem mrazu, takže ve vnějších částech panelů páry nejen kondenzovaly, ale i mrzly. To nepříznivě mechanicky působilo na konstrukci zavěšeného obvodového pláště, ve které vznikají vnitřní pnutí, kterými se porušuje těsnost spár. Nejpoužívanější panely byly u nás vyráběny pod názvem Boletický panel, SIDALVAR, apod.

E. Panely na bázi dřeva

Systémy na bázi dřeva se používaly v 70. a 80. letech. Kompletované obvodové pláště se skládají vesměs z dřevěného rámu, po obou stranách zaklopeného dřevěnými deskami, vnitřní dutina je vyplněna tepelnou izolací. V některých variantách se konstruovaly odvětrávané vzduchové mezery, přidávala se i parozábrana.

V současné době původní obvodové pláště prošly změnami vedoucími k zlepšení tepelného odporu a využití dřevěných soustav se změnilo z občanských budov na rekreační nebo rodinné objekty.

Musely se změnit také původně používané materiály z důvodu škodlivého vlivu na vnitřní prostředí, desky Ezalit, (popř. Cembalit), které obsahovaly azbest byly nahrazeny sádkokartonem (nebo Lignátem), dříve používané dřevotřískové desky s vysokým obsahem formaldehydu byly nahrazeny dřevotřískovými deskami VO-FO se sníženým obsahem formaldehydu nebo dřevěnými prkny.

F. Meziokenní vložky

Meziokenní izolační vložky označované MIV jsou neprůhledné, tepelně izolační dílce osazované v okenních pásech montovaných staveb.

Konstrukci meziokenních izolačních vložek tvoří dřevěný obvodový rám, desky uzavírající tepelně izolační vrstvu a vnější povrchová úprava, která je z různých druhů skel nebo desek.

Vnitřní plochu MIV tvoří dřevotřísková deska tloušťky 13 až 20 mm, přibitá k rámu, přičemž styčná plocha je vyplněna těsnícím tmelem. Plocha uzavírající izolační vrstvu z vnější strany dílce byla prováděna buď z třískových desek tloušťky 10 až 13 mm nebo ze dvou slepených vrstev tvrdých dřevovláknitých desek o celkové tloušťce 7 mm. Celková tloušťka MIV je cca 80 mm, později byly montovány již 140 mm s větší tloušťkou tepelné izolace.

Tepelně izolační vrstva je tlustá minimálně 40 mm a tvoří ji pěnový polystyrén, nebo i jiné tepelně izolační hmoty. Mezi vnějším skleněným povrchem a vnějším ohraničením tepelně izolační vrstvy je vzduchová mezera.

Meziokenní vložky na hliníkové bázi označované MOV mají nosnou konstrukci z hliníkových profilů, vnitřní i vnější plochy a tepelně izolační vrstvy jsou provedeny v různých materiálových variantách podobně jako u dřevěných meziokenních vložek.

3.1.2 Střechy

Budovy s nosnou konstrukcí zděnou mají ve většině příkladů střechy šikmé. Ploché střechy se vyskytují jen nad částmi objektů. Naopak u budov s nosnou konstrukcí skeletovou převažují střechy ploché. Tepelně izolační vrstva je obvykle tvořena násypy, dutinovými cihlami nebo monolitickými vrstvami ze škvárobetonového, plynového nebo pěnového betonu, které jsou zpevněny cementovým potěrem, tvořícím podklad pod hydroizolaci z nátěrů na bázi asfaltu nebo gumy. Tyto monolitické vrstvy také obvykle zajišťují spád střechy. Od počátku šedesátých let jsou ploché střechy používány téměř na všech objektech. Konstrukčních a materiálových variant je celá řada. Nejčastěji byly střechy jednoplášťové se spádem i beze spádu. Jako spádové nebo vyrovnávací vrstvy se používaly různé druhy násypů (škvára, struska, písek, popílek) nebo lehkých betonů (škvárobeton, keramzitbeton, struskobeton apod.), které plnily částečně i funkci tepelně izolační. Z důvodů zlepšení tepelně technických vlastností při současném vylehčení konstrukce se do skladby střech přidávaly desky heraklitu, nebo rohože z pěnového skla nebo ze skelné vlny. Po zavedení hromadné výroby pěnového polystyrénu je jako tepelná izolace nejčastěji používaný tento materiál; nejprve v tloušťce 50 mm a po revizi tepelně technických norem koncem sedmdesátých let v tloušťce 100 mm. Dvouplášťové střechy byly rozšířeny především v klimaticky exponovaných oblastech. Horní plášť střechy byl nejčastěji dřevěný, keramický nebo silikátový, tepelnou izolaci tvořily obvykle rohože z minerálních vláken nebo polystyrén. Přehled nejrozšířenějších konstrukcí střech a orientační hodnoty jejich součinitele prostupu tepla k je uveden v tabulce.

Tabulka 3.2.

Období (přibližně)	Popis střechy	k
		W.m ⁻² .K ⁻¹
do roku 1920	šikmá střecha	
1921 až 1945	šikmá střecha	
	jednoplášťová střecha s vrstvou škvárobetonu	2
	jednoplášťová střecha s tepelnou izolací z dutých cihel	1,4
	dvouplášťová střecha s násypem	1,2
1946 až 1960	šikmá střecha	
	jednoplášťová střecha s pěnobetonem a heraklitem	0,9
1961 až 1980 ¹⁾	jednoplášťová střecha s tepelnou izolací z plynosilikátových desek nebo pěnoscila	0,7
	jednoplášťová střecha s tepelnou izolací z polystyrénu tl. 50 mm	0,6
	dvouplášťová střecha s tepelnou izolací s minerálních vláken tloušťky 60 až 80 mm	0,7
po roce 1980	jednoplášťová střecha s tepelnou izolací z polystyrénu tl. 100 mm	0,4
	dvouplášťová střecha s tepelnou izolací s minerálních vláken tloušťky 120 mm	0,4

¹⁾ v roce 1977 byla schválena nová ČSN 73 0540 s účinností od 1.1.1979, která zpříšňovala tepelně technické požadavky, kladené na střechy. Konstrukce zde uváděné jsou předrevizní.

3.1.3 Vnitřní konstrukce

U budov, kde tvoří svislou nosnou konstrukci stěny, jsou stropy obvykle dřevěné trámové, nebo keramické (Hurdis) do ocelových nosníků a později železobetonové monolitické nebo montované. Je-li nosnou konstrukcí železobetonový skelet, jsou i stropy železobetonové. Na stropěch pod nevytápěnou půdou bývá vrstva škvárobetonového násypu

nebo lehkého betonu, v některých případech tvoří pochůznou vrstvu dlažba z tzv. půdovek. Podlahy jsou ve starších budovách převážně dřevěné. Tyto podlahy jsou kladené na dřevěné polštáře uložené do škvárového násypu, který má mezi podlažími funkci ohnivzdornou a u podlah na rostlé půdě tepelně izolační. V novějších budovách je nášlapná vrstva z PVC. Komunikační a hygienické prostory mají nášlapnou vrstvu obvykle z PVC a dlažby. Jako tepelná izolace se zpočátku u podlah na terénu používaly desky Isoplat a později pěnový polystyrén. Na zvukovou izolaci byly používány desky z minerálních vláken. Vnitřní stěny (příčky) jsou nejčastěji vyzdívané z cihel nebo z lehkých příčovek. Objevují se ale i betonové nebo montované. Přehled nejrozšířenějších vnitřních konstrukcí a orientační hodnoty jejich součinitele prostupu tepla k je uveden v tabulce 3.3.

Tabulka 3.3.

Období (přibližně)	Popis konstrukce		k
			W.m ² K ⁻¹
do roku 1920	stropy dřevěné trámové	pod půdou s násypem škváry	1
		nad suterénem s dřevěnou podlahou	0,9
	stropy keramické do ocelových nosníků	pod půdou s násypem škváry	1,6
		nad suterénem s dřevěnou podlahou	1,2
	podlahy na terénu dřevěné		2,1
příčky zděné u plných cihel tl. 100 mm		2,7	
1921 až 1945	konstrukce z předcházejících období a:		
	stropy železobetonové	pod půdou s násypem a potěrem	2,2
		nad suterénem s dřevěnou podlahou	1,6
příčky zděné z děrovných cihel		2	
1946 až 1960	konstrukce z předcházejících období a:		
	stropy železobetonové	pod půdou s vrstvou lehkého betonu	2,6
		nad suterénem s podlahou z PVC	1,6
	podlahy na terénu s tepelnou izolací z desek typu Izoplast		2,1
příčky zděné z příčkovek z lehkých betonů		1,9	
1961 až 1980 ¹⁾	konstrukce z předcházejících období a:		
	stropy železobetonové panelové	pod půdou ²⁾ s potěrem	3,2
		nad suterénem s podlahou z PVC	1,4
	stropy keramické z panelů a vložek	pod půdou s potěrem	2
		nad suterénem s podlahou z PVC	0,9
	podlahy na terénu s tepelnou izolací z polystyrénu		1,2
	železobetonové velkorozměrové příčky		2,8
montované příčky z pórobetonu		1,9	
po roce 1980	konstrukce z předcházejících období a:		
	podlahy nad suterénem a na terénu s 50 mm polystyrénu		1
¹⁾ v roce 1977 byla schválena nová ČSN 73 0540 s účinností od 1.1.1979, která zpřísňovala tepelně technické požadavky, kladené na vnitřní konstrukce. Konstrukce zde uváděné jsou předrevizní.			
²⁾ šikmé střechy v tomto období byly výjimkou			

3.2 Tepelně technické požadavky

3.2.1 Původní požadavky

Základním a jediným kritériem pro hodnocení a posuzování tepelně izolační schopnosti obvodových stěn byla po dlouhá období cihelná stěna z plných pálených cihel o tl.450 mm. Toto kritérium bylo poprvé uvedeno i v normě pro výpočet tepelných ztrát z r.1949 a bylo ponecháno i po revizi této normy v r.1955. V těchto normách se už také vyjadřoval tepelně technický požadavek ve formě součinitele prostupu tepla k (v přepočtených jednotkách):

$$k = 1,45 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1} \quad \text{pro venkovní stěny}$$

$$k = 1,16 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1} \quad \text{pro stropy (včetně plochých střech)}$$

3.2.2 První tepelně technická norma z r.1962

První tepelně technická norma byla zpracována speciálně pro tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí v roce 1962.

Tepelný odpor byl v té době uváděn v $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ a součinitel prostupu tepla v $\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$. V přepočtu na později používané veličiny m^2KW^{-1} a $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ požadavky lze shrnout do následující tabulky 3.4.

Tabulka 3.4.

Druh konstrukce	Tepelná oblast	Tepelný odpor $1/\lambda$	Součinitel prostupu tepla	Rovnocenná tloušťka cihel. zdiva
	$^\circ\text{C}$	m^2KW^{-1}	$\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$	cm
Obvodová konstrukce	do -15°C	0,52 *	1,45	45
	pod -15°C	0,56 *	1,4	50
Plochá střecha	do -15°C	0,95 *	0,93	80
	pod -15°C	1,03 *	0,81	90

Pozn. : Minimální hodnota tepelného odporu (v tabulce označeno *) se zvyšovala v závislosti na schopnosti akumulace konstrukce a způsobu vytápění (přerušované nebo nepřerušované).

V normě se také zmiňují tepelné mosty, avšak jen v tom smyslu, že jsou nepřijatelné. Problematika provzdušnosti, difúze a kondenzace par stavebních konstrukcí se řešila také pouze slovními pokyny a doporučeními.

3.2.3 ČSN z roku 1964

Revize byla provedena zejména z důvodu reálnějšího stanovení hodnot součinitele tepelné vodivosti lehkých betonů (beton ze struskové pemzy, keramzitu, expandované břídlíce, škváry) pro navrhování tloušťky obvodových panelů. V předcházejících letech se totiž v panelových domech ve větším měřítku objevily vady z tepelně technického hlediska (kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí, plísně, houby ap.). Kriteriační hodnoty tepelného odporu z hlediska ustáleného i neustáleného teplotního stavu zůstaly - až na několik málo menších úprav - stejné jako v předcházející normě. Byla však už vypuštěna ekvivalentní tloušťka cihelného zdiva jako kritérium pro posuzování tepelné izolace stěn. Obsahovala navíc také způsob stanovení šířky tepelného mostu.

Problematika provzdušnosti stavebních konstrukcí byla i v tomto případě komentována jen slovně.

V problematice difúze a kondenzace vodní páry byl formulován jednoznačný požadavek řešit stavební konstrukce tak, aby v nich vodní pára nekondenzovala. Výjimečně byla považována za vyhovující i taková stavební konstrukce, ve které kondenzuje vodní pára, ale v roční bilanci musí být zkondenzované množství páry menší než množství, které se může ze stavební konstrukce vypařit.

Tabulka 3.5.

Druh konstrukce	Nejmenší tepelný odpor R pro teplotní oblasti (m^2KW^{-1})	
	I.	II.
Obvodová konstrukce	0,52	0,56
Plochá střecha	0,95	1,03

3.2.4 ČSN z roku 1979

Další revize ČSN 73 0540 vyšla až v r.1979. Tepelný odpor konstrukcí byl jednak diferencován podle teplotních oblastí, jednak byl u vnějších stavebních konstrukcí zvýšen zhruba na dvojnásobek. Jednotky byly již v m^2KW^{-1} (popř. $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ u součinitele prostupu tepla).

Tabulka 3.6.

Druh konstrukce		Teplotní oblasti		
		-15 °C	-18 °C	-21 °C
		I.	II.	III.
Obvodová konstrukce	R (m^2KW^{-1})	0,95 (0,55)	1,00 (0,61)	1,10 (0,67)
	k ($\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)	0,89 (1,39)	0,86 (1,29)	0,79 (1,19)
Plochá střecha	R (m^2KW^{-1})	1,80 (0,91)	1,95 (1,00)	2,15 (1,10)
	k ($\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)	0,51 (0,93)	0,47 (0,86)	0,43 (0,79)

Pro objekty postavené do r.1983 (popř. do r.1985) byly stanoveny určité úlevy v hodnotách tepelných odporů (hodnoty uvedené v závorkách).

Poprvé byly také normovány požadavky na okna a dveře a tepelná jímavost podlahových konstrukcí B. Rozlišují se čtyři kategorie podlah : velmi teplá, teplá, méně teplá a studená.

3.2.5 Změna ČSN 73 0540 z roku 1992

V květnu 1992 byla vyhlášena změna č. 4 ČSN 73 0540. Hlavní důvod změny byl ve zvýšení nároků na hodnoty tepelného odporu vnějších konstrukcí a s tím související i změny v požadavcích na součinitele prostupu tepla oken a dveří.

Tabulka 3.7.

Druh konstrukce	R (m ² KW ⁻¹)
Obvodová konstrukce a šikmá střecha nad 45°C	2,00
Plochá střecha, šikmá střecha do 45°C a strop nad vnějším prostředím	3,00

3.2.6 ČSN 73 0540 z roku 1994 (platná v současné době)

ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov se člení na

- část 1 Termíny a definice. Veličiny pro navrhování a ověřování.
- část 2 Funkční požadavky
- část 3 Výpočtové hodnoty pro navrhování a ověřování
- část 4 Výpočtové metody pro navrhování a ověřování

Dodržení požadavků, stanovených touto normou, zajišťuje v budovách kromě prevence tepelně technických poruch tepelnou pohodu uživatelů, požadovaný stav vnitřního prostředí a nízkou spotřebu energie při provozu budov.

Závazné jsou požadavky (v rozsahu působnosti Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky a na základě jeho požadavku) kritéria pro nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukcí, součinitele prostupu tepla a tepelný odpor konstrukcí, zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukcí a celkovou tepelnou charakteristiku budovy.

Součinitel prostupu tepla - k [W.m⁻².K⁻¹] a tepelný odpor - R [m².K.W⁻¹]

Při posuzování objektu z hlediska množství tepelných ztrát je rozhodujícím faktorem součinitel prostupu tepla konstrukce k udávaný ve W.m⁻².K⁻¹.

Vypočítá se jako převrácená hodnota tepelného odporu, zvýšeného o součet odporů při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce.

$$k = \frac{1}{R_i + R + R_e}$$

R_i je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, v m².K.W⁻¹

R_e je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnější straně konstrukce v m².K.W⁻¹

R je tepelný odpor konstrukce, v m².K.W⁻¹

Tepelný odpor je základním ukazatelem, který charakterizuje kvalitu obvodových konstrukcí z hlediska jejich tepelně izolačních schopností. Pro konstrukce s jednorozměrným šířením tepla (tj. pro konstrukce, které mají jednotlivé vrstvy řazené za sebou) se vypočítá ze vztahu:

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j}$$

d_j je tloušťka j -té vrstvy konstrukce v metrech

λ_j je součinitel tepelné vodivosti j -té vrstvy ve W.m⁻¹.K⁻¹. Součinitel tepelné vodivosti λ je základní ukazatel vlastností materiálů z hlediska tepelné techniky. Čím je jeho hodnota nižší, tím má daný materiál vyšší izolační schopnost. Jeho hodnota ale není konstantní a mění se v závislosti na vlhkosti a tedy i poréznosti a nasákavosti materiálu.

j je pořadové číslo vrstvy směrem od vnitřního povrchu.

Tabulka 3.8.

Druh konstrukce	Hodnota R_N ve $m^2.K.W^{-1}$				
	požadovaná	doporučená	přípustná		
Vnější stěna	1,84	2,69	1,17		
Střecha	plochá do 5°	2,75	4,02	1,74	
	šikmá, sklon 5 - 45° (nad 100 kg.m^{-2})	(do 100 kg.m^{-2})	2,30	3,37	1,46
			2,65	3,87	1,68
	strmá, sklon nad 45° (nad 100 kg.m^{-2})	(do 100 kg.m^{-2})	1,84	2,69	1,17
			2,12	3,09	1,34
Strop nad vnějším prostředím	2,75	4,02	1,74		
Strop pod nevytápěným prostorem (nad 100 kg.m^{-2})		2,04	2,99	1,29	
	(do 100 kg.m^{-2})	2,35	3,43	1,49	
Strop nad nevytápěným prostorem	1,57	2,30	1,00		
Podlaha na terénu	0,79	1,15	0,50		
Konstrukce přilehlá k terénu (pro hloubku 2 až 3 m)	0,89	1,31	0,57		
Vnitřní strop (tepelný tok nahoru), Stěna mezi vnitřními prostory s odlišným režimem regulace vytápění					
pro rozdíl teplot:	$ t_i - t_e \leq 5$	0,26	0,38	0,17	
	$5 < t_i - t_e \leq 10$	0,53	0,77	0,33	
	$10 < t_i - t_e \leq 15$	0,79	1,15	0,50	
	$15 < t_i - t_e \leq 20$	1,05	1,54	0,67	
	$20 < t_i - t_e \leq 25$	1,32	1,92	0,83	
	$25 < t_i - t_e \leq 30$	1,58	2,31	1,00	
	$ t_i - t_e > 30$	2,00	2,92	1,27	
Stěna mezi vnitřními prostory se shodným režimem regulace vytápění					
pro rozdíl teplot:	$ t_i - t_e \leq 5$	0,13	0,19	0,08	
	$5 < t_i - t_e \leq 10$	0,26	0,38	0,17	
	$10 < t_i - t_e \leq 15$	0,39	0,58	0,25	
	$15 < t_i - t_e \leq 20$	0,53	0,77	0,33	
	$20 < t_i - t_e \leq 25$	0,66	0,96	0,42	
	$25 < t_i - t_e \leq 30$	0,79	1,15	0,50	
	$ t_i - t_e > 30$	1,00	1,46	0,63	
Vnitřní strop (tepelný tok dolů)					
pro rozdíl teplot:	$ t_i - t_e \leq 5$	0,39	0,57	0,25	
	$5 < t_i - t_e \leq 10$	0,79	1,15	0,50	
	$10 < t_i - t_e \leq 15$	1,18	1,72	0,75	
	$15 < t_i - t_e \leq 20$	1,57	2,30	1,00	
	$20 < t_i - t_e \leq 25$	1,96	2,87	1,24	
	$25 < t_i - t_e \leq 30$	2,36	3,44	1,49	
	$ t_i - t_e > 30$	2,99	4,36	1,89	

Pro konstrukce budov obytných a občanských s převážně dlouhodobým pobytem lidí jsou normové hodnoty tepelného odporu R_N a jim odpovídajících součinitelů prostupu tepla k uvedeny v tabulce 3.8. Hodnoty tepelného odporu R_N jsou vypočtené podle článku 3.2.1 b) ČSN 73 0540-2 pro budovy obytné a občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí, pro teplotní oblast -15 °C .

Podle ČSN 73 0540 musí stěny, střechy, stropy a podlahy vykazovat takový součinitel prostupu tepla k , aby tepelný odpor konstrukce R splňoval podmínku:

$$R \geq R_N$$

R_N je hodnota tepelného odporu předepsaná normou

Součinitel prostupu tepla k je základní ukazatelem i pro posuzování otvorových výplní. Podle ČSN 73 0540 musí součinitel prostupu tepla výplní otvorů $k_{ok, p}$ splňovat podmínku:

$$k_{ok, p} \leq k_{ok, N}$$

$k_{ok, p}$ je výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla otvorových výplní (tzn. o 15 % zvýšená oproti hodnotě naměřené)

$k_{ok, N}$ je normová hodnota součinitele prostupu tepla otvorových výplní.

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla otvorových výplní $k_{ok, N}$ jsou uvedeny v tabulce 3.9.

Tabulka 3.9.

Rozdíl výpočtových teplot $\Delta t = t_i - t_e $	$k_{ok, N}$
[°C]	[W.m ² .K ⁻¹]
do 10	7,1
do 30	3,2
do 35	2,9

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce - t_{si} [°C]

Teplota na vnitřním povrchu obvodových konstrukcí má velký význam z hlediska tepelné pohody, ale především z hlediska hygienického. Poklesne-li totiž teplota na povrchu konstrukce pod hodnotu teploty tzv. "rosného bodu", začne na povrchu stěny docházet ke kondenzaci vodních par obsažených ve vnitřním vzduchu a následně k růstu plísní.

Podle ČSN 73 0540 musí stěny, stropy a podlahy vykazovat v každém místě konstrukce vnitřní povrchovou teplotu t_{si} nad teplotu rosného bodu t_w podle vztahu:

$$t_{si} \geq t_{si, N} = t_w + \Delta t_{w1} + \Delta t_{w2}$$

t_w je hodnota rosného bodu uvedená v ČSN 73 0540, část 3 odpovídající výpočtové teplotě a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu. Pro teplotu vnitřního vzduchu $t_{ap} = 21\text{ °C}$ a relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 60\%$ je teplota rosného bodu $t_w = 12,9\text{ °C}$

Δt_{w1} je bezpečnostní přírážka zohledňující způsob vytápění objektu. Její hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce 3.10.

Δt_{w2} je bezpečnostní přírážka zohledňující tepelnou akumulaci konstrukce, která je:
 $\Delta t_{w2} = 0$ pro všechny konstrukce vnitřní a pro vnější konstrukce, které mají plošnou hmotnost vrstev, od vnitřního líce k tepelně izolační vrstvě včetně, vyšší než 180 kg/m^2 , nebo které mají součinitel prostupu tepla k menší než $0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
 $\Delta t_{w2} = (k - 0,45)/2$ pro ostatní vnější konstrukce

Tabulka 3.10.

Způsob vytápění	Δt_{w1}
Nepřerušované	0,2
Tlumené s poklesem t_r do 5 K	0,5
Přerušované s poklesem t_r do 10 K	1,0
Přerušované s poklesem t_r nad 10 K	1,5

Neprůsvitné výplně otvorů musí vykazovat v každém místě povrchovou teplotu t_{si} ve $^{\circ}\text{C}$ nad teplotou rosného bodu t_w .

$$t_{si} \geq t_{si, N} = t_w$$

t_r je výsledná teplota, která je definována vztahem: $t_r = 0,5 (t_{ai} + t_{sim, m})$

t_{ai} teplota vnitřního vzduchu

$t_{sim, m}$ vážený průměr průměrných povrchových teplot konstrukcí v dané místnosti

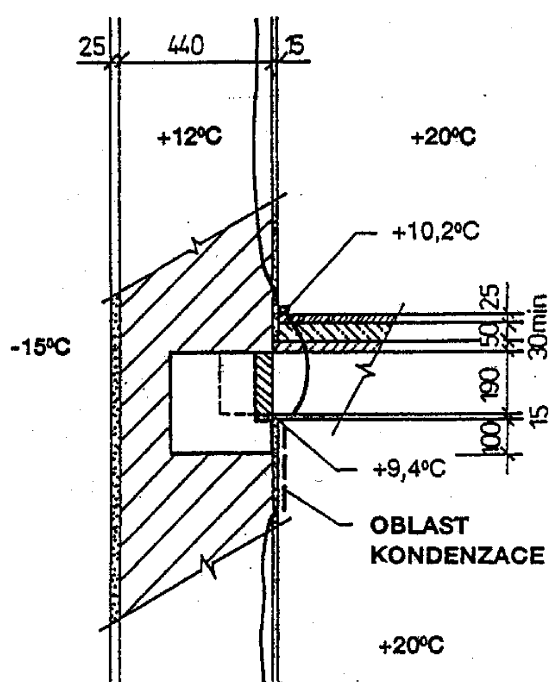
Na průsvitné výplně otvorů se tento požadavek nevztahuje, posuzují se podle kapitoly 4.

Pokud jsou dodrženy hodnoty tepelného odporu uvedené v tabulce 3.8., je tím zajištěna i požadovaná minimální hodnota povrchové teploty na vnitřní ploše stěny. Problematická jsou však místa tepelných mostů.

Je-li v konstrukci, která odděluje dva nestejně vytápěné prostory, umístěn materiál s vyšší tepelnou vodivostí, dochází v tomto místě k vyššímu úniku tepla a tím ke snížení povrchové teploty. Tato místa se nazývají tepelné mosty. Jsou jimi například i spáry ve zdivu zaplněné maltou, neboť tepelná vodivost malty je obvykle vyšší, než tepelná vodivost cihel nebo tvárnic. U zdí z plných pálených cihel se tyto tepelné mosty neprojevují, vzhledem k odlišné tloušťce zdiva a spáry, tak markantně, jako např. u zdiva z pórobetonových tvárnic.

U budov, jejichž nosnou konstrukcí je železobetonový skelet a obvodový plášť je řešen jako výplňový nebo částečně předsazený, jsou tepelnými mosty všechny prvky nosné konstrukce. Tepelnými mosty jsou též nadokenní překlady, které bývají železobetonové nebo výztužný věnec probíhající obvodovou zdí. Tepelné mosty vytvářejí i okenní rámy a křídla, dále všechny ocelové spony, závěsy, výztuže apod., které probíhají obvodovou konstrukcí od jednoho povrchu k druhému.

Jako tepelný most se také chovají všechna nároží, a to jak svislá (roh budovy), tak vodorovná (např. ukončení objektu s plochou střechou). V těchto případech je snížení povrchové teploty způsobeno tím, že vnější - ochlazovaná - plocha je větší, než plocha vnitřní ohřívána. K tomu ještě přistupuje ta okolnost, že rychlost proudění vzduchu u vnitřního povrchu v koutech je nižší než u obvodových stěn v ploše, čímž se snižuje i přestup tepla z vnitřního prostředí místnosti do stěny právě v tomto kritickém místě.



Obr.3.2. Příklad tepelného mostu

Typickým tepelným mostem je uložení stropní konstrukce do železobetonového věnce. Oblast kondenzace je jak na podlaze u paty obvodové stěny, tak pod stropem místnosti. Obdobný průběh teplot je i v případě železobetonového skeletu s částečně předsazeným obvodovým pláštěm. Vnější stěna je v tomto místě přerušena ztužidlem nebo průvlakem železobetonového skeletu.

Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce

Jedním z kritérií, které výrazně ovlivňují tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a tím i velikost tepelné ztráty objektu, je vlhkost. Z toho důvodu je velmi důležitý i požadavek na kladnou roční bilanci zkondenzované a vypařené vlhkosti.

Velmi zjednodušeně lze tento problém popsat následujícím způsobem. Je známo, že vzduch obsahuje vodní páru. Množství vodní páry, které může vzduch pojmout, se liší podle teploty vzduchu: čím vyšší teplota vzduchu, tím vyšší množství páry může obsahovat. Ale jen do určité dané hranice - do nasycení vodní párou. Jestliže dojde k nasycení vodní párou a teplota vzduchu se nezvyšuje, začne se vodní pára srážet - kondenzovat. Totéž se stane, sníží-li se teplota vzduchu, aniž se změnil obsah vlhkosti, nebo narazí-li teplý vzduch na studený povrch (např. orosení oken). K tomuto jevu dochází i uvnitř stavebních konstrukcí.

Vzhledem k tomu, že většina stavebních materiálů (kromě skla, kovů a některých dalších, zejména hydroizolačních látek) je víceméně porézní a tedy pro vodní páru propustná, přechází vodní pára, obsažená ve vzduchu z prostředí vyššího tlaku (tj. z vnitřku budovy) do prostředí s tlakem nižším. Schopnost materiálu propouštět větší nebo menší množství vodní páry vyjadřuje tzv. difúzní odpor materiálu.

Narazí-li prostupující pára uvnitř konstrukce na povrch s vysokým difúzním odporem nebo s nízkou teplotou, začne se srážet a vlhkost zůstává v konstrukci. Čím studenější povrch, tím více páry zkondenzuje. Během léta se tato zkondenzovaná vlhkost odpařuje a právě výpočet roční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti ukazuje, zda je zkondenzované a vypařené množství vlhkosti v rovnováze. Jedná se o poměrně složitý výpočet, který musí provést odborník.

V případě, že je množství zkondenzované vlhkosti větší, dochází nejen k degradaci tepelně technických vlastností stavebních materiálů a tím ke zvyšování tepelných ztrát, ale i ke snižování hygienické a mechanické kvality konstrukcí a tím ke zkracování životnosti objektu.

Proto ČSN 73 0540 předepisuje, že bez kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce musí být navrženy stěny, stropy a střechy, u kterých by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich požadovanou funkci, tzn.

$$G_k = 0$$

G_k je celoroční množství vodní páry zkondenzované uvnitř konstrukce v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Ohrožením požadované funkce je obvykle podstatné zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce vedoucí ke vzniku plísní, objemové změny a výrazné zvýšení hmotnosti konstrukce mimo rámec rezerv statického výpočtu, zvýšení hmotnostní vlhkosti materiálu na úroveň způsobující jeho degradaci.

S omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce mohou být navrženy stěny, stropy a střechy, u kterých jsou splněny následující podmínky:

- a) zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce
- b) roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je

$$G_k < G_v$$

G_v je celoroční množství vypařené vodní páry v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.

- c) celoroční množství zkondenzované vodní páry je $G_k \leq 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ pro jednoplašťové střechy a $G_k \leq 0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ pro ostatní konstrukce.

Celková tepelná charakteristika budovy - q_c [$\text{W}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$]

Celková tepelná charakteristika budovy slouží k posouzení potřeby energie na vytápění v závislosti na geometrickém řešení konkrétní budovy. Požadavek na celkovou tepelnou charakteristiku budovy je proto z této publikace vypuštěn.

3.3 Opatření ke snižování tepelných ztrát

Nejúčinnějším opatřením z hlediska snížení tepelných ztrát objektu je zlepšení tepelně technických vlastností stavebních dílů zateplením. Jde o snížení součinitele prostupu tepla (zvýšení tepelného odporu) přidáním tepelné izolace ke stávajícím konstrukcím, které se podílejí na tepelných ztrátách budovy. Kromě vnějších obvodových konstrukcí (svislý neprůsvitný plášť, šikmá a plochá střecha) jsou to i vnitřní konstrukce, oddělující vytápěné a nevytápěné prostory.

Přestože se tyto konstrukce podílejí na celkových tepelných ztrátách budovy menším dílem než konstrukce obvodové, patří jejich zateplení k opatření nejefektivnějším, - tedy s nejrychlejší návratností. Je to dáno tím, že tyto konstrukce nejsou namáhány okolním prostředím tak extrémně jako obvodový plášť a tedy ani prováděná opatření nejsou tak finančně náročná, jako opatření na obvodových konstrukcích. Jejich zateplení je výhodné nejen z hlediska snížení tepelných ztrát směrem do nevytápěného prostoru, ale pokud mají tyto konstrukce přímou návaznost na obvodový plášť, ovlivní jejich zateplení v mnoha případech příznivě teplotu na povrchu tepelných mostů.

Podstatný vliv na velikost tepelné ztráty budovy mají i opatření na snížení úniku tepla otvorovými výplněmi.

Aby byly tyto finančně náročné úpravy hospodárné, spolehlivé a trvanlivé, musí být při jejich návrhu a provádění dodrženy určité základní principy platné pro tato opatření.

3.3.1 Hlavní zásady zateplování

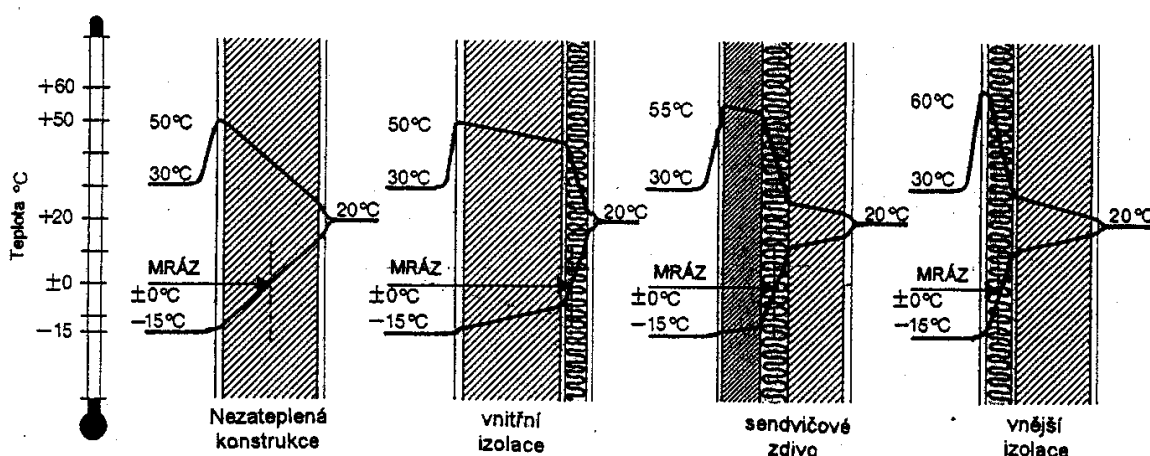
V prvé řadě je třeba, aby dodatečné zateplení byl navrženo a posouzeno odborně nejen z hlediska tepelné techniky, ale i statiky (způsob kotvení, přetížení apod.).

Odborné posouzení nevyžadují jen nově navržená opatření, ale mělo by být zřejmé, v jakém stavu je budova z hlediska vlhkosti. Nejen zemní, ale i atmosférická vlhkost vedou k narušování stavby a zkracování její životnosti. Vzhledem k tomu, že voda podstatně zvyšuje tepelnou vodivost stavebních materiálů, dochází u vlhkého zdiva i k vyššímu úniku tepla. Provede-li se zateplení na vlhkou konstrukci a neodstraní se příčina vlhkosti, dojde k degradaci nejen stávajících konstrukcí, ale i nově provedené izolace.

Zateplování by mělo být prováděno přednostně z vnější strany konstrukce. Důvodů je několik:

1. U vnitřního zateplení klesá teplota na styku obvodové konstrukce a tepelné izolace velmi často až pod teplotu rosného bodu a dochází ke kondenzaci.

Na obrázku 3.2. je znázorněno porovnání průběhu teplot v konstrukci obvodové stěny v zimním a letním období pro různé typy zateplení.



Obr.3.3.- Průběhy teplot v obvodové stěně pro různé typy zateplení v zimním a letním období

Z obrázku je zřejmé posunutí kondenzační zóny směrem k vnitřnímu povrchu. To vede ke zvyšování okamžitého množství zkondenzované vlhkosti a zároveň k prodlužování období, po které pára v konstrukci kondenzuje. Její množství je pak v celoročním průběhu větší a vzniká riziko, že se zkondenzovaná vodní pára nestačí ve zbývajícím období odpařit.

V případě, že je množství zkondenzované vlhkosti větší než množství vlhkosti vypařené, dochází nejen k degradaci tepelně technických vlastností stavebních materiálů a tím ke zvyšování tepelných ztrát, ale i ke snižování hygienické a mechanické kvality konstrukcí a tím ke zkracování životnosti objektu.

Z těchto důvodů se při vnitřním zateplování používají tzv. parozábrany, umístěné u vnitřního povrchu. Jsou to obvykle fóliové materiály s vysokým difúzním odporem, které snižují množství vzdušné vlhkosti, které se dostává do konstrukce. Je třeba však upozornit na rizika tohoto řešení, která spočívají jak v náročnosti na kvalitu provedení této parozábrany, tak na možnost jejího snadného porušení prostupujícími předměty

2. Dalším důvodem, který stojí proti vnitřnímu zateplení je nemožnost vytvoření souvislé obálky zateplené izolace, která zmírňuje vliv tepelných mostů.
To, že vnitřní zateplení způsobí snížení povrchové teploty na původní konstrukci, vede spíše k posílení vlivu těchto tepelných mostů, zejména v místech rámu otvorových výplní.
3. S nemožností vytvořit souvislou tepelně izolační obálku při zateplení z vnitřní strany je spojen i vznik nepříjemného namáhání nosných konstrukcí, způsobený rozdílem teplot mezi stropními konstrukcemi a konstrukcemi obvodových stěn.
4. Umístění dodatečné tepelné izolace z vnější strany zvyšuje tepelnou setrvačnost, neboť umožňuje využít akumulaci schopnosti konstrukcí a tedy i vyrovnává kolísání teplot vnitřního vzduchu způsobené jak změnou teploty vnějšího vzduchu, tak přerušováním nebo tlumením vytápění. Naopak vnitřní zateplení zhoršuje teplotní setrvačnost konstrukcí tzn., že tyto po přerušení vytápění rychleji chladnou a tím je zhoršena tepelná stabilita místnosti. Tím, že vnitřní zateplení sníží akumulaci schopnosti původních stěn, není také možné plně využít tepelných zisků ze slunečního záření v přechodných obdobích roku.
5. Další nevýhodou vnitřního zateplení jsou nutné úpravy výstupů v rozvodů technických zařízení, odsazení otopných těles apod.

Musí-li se z nějakého vážného důvodu provést zateplení ze strany interiéru, musí být použit tepelně izolační materiál s nízkým součinitelem difúze vodní páry, musí být plnoplošně přilepen k zatepované stěně tak, aby nikde nevznikly vzduchové dutiny, musí být provedeno posouzení z hlediska roční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti a je nutné zvýšit difúzní odpor celé konstrukce použitím parozábrany umístěné k vnitřnímu povrchu zatepované konstrukce. Tato parozábrana by měla být těsná nejen v ploše stěny, ale i po obvodu zateplení (ostění oken, ukončení u stropu, podlahy apod.).

Na dodatečné zateplení by měl být vždy použit zatepovací systém který je certifikován jako celek akreditovanou zkušebnou. Provádět by jej měla odborná firma, která má od výrobce nebo dodavatele tohoto systému doklad o zaškolení pracovníků na jeho aplikaci.

Při zatepování šikmé střechy je základní podmínkou její bezporuchové funkce zajištění dostatečného pohybu a výměny vzduchu pod vnitřním lícem krytiny. Protože skládané krytiny nejsou dokonale těsné a nebrání tedy v každém místě a v každé situaci proniknutí srážkové vody, prachu a nečistot, což vede k degradaci nechráněných tepelně izolačních vrstev, umísťuje se pod laťování krytiny pojistná hydroizolační vrstva. Z hlediska degradace tepelné izolace není zanedbatelný ani problém kondenzace vlhkosti na spodním líci krytiny. Nemusí nutně jít jen o kondenzaci vlhkosti pronikající difúzí z interiéru, ale zejména u tvrdých krytin dochází k tzv. sekundární kondenzaci vlivem teplotních změn během dne. V závislosti na propustnosti vodní páry a průběhu teplot se větraná vzduchová vrstva navrhuje i pod tuto pojistnou hydroizolaci.

Vzhledem k tomu, že zateplení šikmé střechy je svým charakterem vlastně vnitřní zateplení, umísťuje se z důvodu zlepšení difúzních a vlhkostních poměrů k vnitřnímu líci tepelné izolace parozábrana.

Celkově lze výhody a nevýhody obou systémů shrnout takto:

Vnější izolace:

Výhody:

- tlumí teplotní výkyvy, zejména v letním období
- pokud je správně navržena a provedena, nenarušuje průběh difúze vodních par
- zvyšuje tepelnou setrvačnost, neboť umožňuje využít akumulární schopnosti konstrukcí a tedy i vyrovnává kolísání teplot vnitřního vzduchu způsobené jak změnou teploty vnějšího vzduchu, tak přerušováním nebo tlumením vytápění
- souvislá vrstva tepelné izolace zmírňuje nebo zcela odstraňuje tepelné mosty
- obnova fasády při provádění vnějšího zateplení má dopad nejen funkční, ale i estetický

Nevýhody:

- je vystavena vlivům povětrnosti a musí být tedy pevně a dobře přikotvena a chráněna před srážkami dokonalou povrchovou úpravou, která ale nesmí být zcela nepropustná pro voní páru
- lze ji provádět jen za příznivých povětrnostních podmínek.

Vnitřní izolace:

Výhody:

- lze ji provádět bez omezení povětrnostními podmínkami
- lze ji použít tam, kde fasádu z důvodů architektonického vzhledu nelze narušit

Nevýhody:

- zhoršuje teplotní setrvačnost konstrukcí tzn. že tyto po přerušení vytápění rychleji chladnou a tím je zhoršena tepelná stabilita místnosti
- musí být dostatečně tuhá, aby se snadno mechanicky nepoškozovala
- musí být zdravotně nezávadná
- vyvolává úpravy výstupů rozvodů technických zařízení
- je obtížně proveditelná, protože musí být spolehlivě plnoplošně přilepena k zateplované stěně
- zmenšuje užitnou plochu
- vzniká riziko narušení průběhu difúze vodní páry.

3.3.2 Způsoby zateplování

3.3.2.1 Vnější stěny

Zateplování svislých neprůsvitných konstrukcí z vnější strany lze podle použité technologie rozdělit na tři skupiny

- Tepelně izolační omítky
- Obklady s odvětranou vzduchovou mezerou
- Kontaktní obklad

Tepelně izolační omítky - provádí se obvykle v tloušťce 30 až 40 mm v jedné nebo dvou vrstvách. Při větších tloušťkách je nutné provést vyztužení síťovinou nebo pletivem.

Výhody:

- možnost aplikace na členitý povrch
- možnost provádění běžnými technologiemi

Nevýhody:

- vzhledem k technologickému omezení tloušťky malá tepelně izolační účinnost
- pracná a tím i finančně náročná příprava podkladu a jeho velké zatížení
- omezení provádění povětrnostními podmínkami
- značná nasákavost, zejména u omítek na bázi expandovaného perlitu. Při použití nehodné povrchové úpravy dochází vždy ke značným poruchám

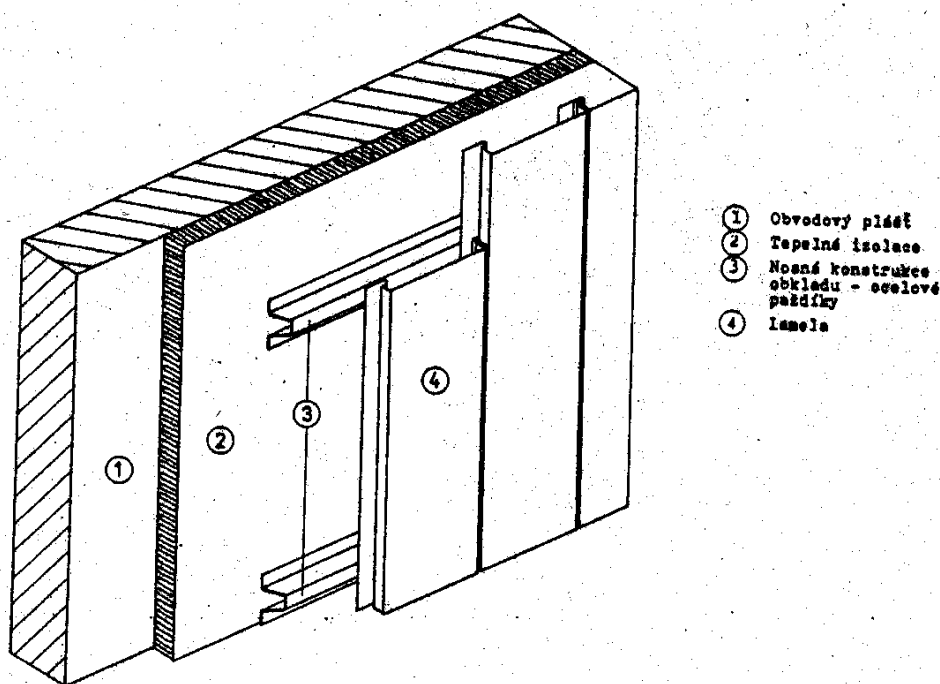
Obklad s odvětranou vzduchovou mezerou je možné provádět dvěma způsoby, lišícími se upevněním desek na stávající stěnu. Při tzv. “suchém” způsobu je vhodný tepelně izolační materiál vkládán do nosného roštu obkladu, který je kotven do stávající obvodové stěny. Mezi tepelnou izolací a obkladem je vytvořena odvětrávaná vzduchová mezera. Při druhém způsobu jsou tepelně izolační desky na původní konstrukci lepeny (a ev. kotveny hmoždinkami) a nosný rošt obkladu je kotven do obvodové stěny přes tepelnou izolaci.

Výhody:

- možnost provádění i při nízkých teplotách
- odvětrání vlhkosti, která se do konstrukce dostává difúzí
- vhodnost aplikace i na objekty s narušeným vlhkostním režimem
- prostou změnou tloušťky tepelné izolace lze dosáhnout podstatné změny tepelně izolačních vlastností

Nevýhody:

- zvýšené nároky na řešení stavebních detailů
- problematická realizace na členitých fasádách
- přerušení tepelné izolace nosným roštem nebo kotvicími prvky roštu
- v některých případech nevyhovující architektonický vzhled a konečný estetický účinek



Obr. 3.4. - Vnější zateplení s odvětranou vzduchovou mezerou

Kontaktní obklad - tepelná izolace je kotvena mechanicky, lepením nebo kombinací obojího k vnější stěně a opatřena armovací vrstvou s výztužnou tkaninou. Konečná povrchová úprava je nejčastěji z disperzních nebo minerálních omítek. Do této skupiny patří i zateplovací systémy, u kterých jsou desky tepelné izolace opatřeny už z výroby povrchovou úpravou.

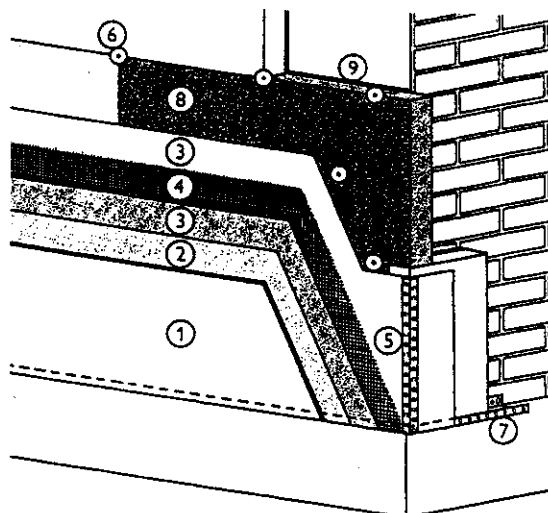
Výhody:

- bezproblémové řešení detailů
- dosažení atraktivního vzhledu objektu
- prostou změnou tloušťky tepelné izolace lze dosáhnout podstatné změny tepelně izolačních vlastností
- možnost osazení přesných replik zdobných fasádních prvků jako jsou např. různé profilované římsy, okenní šambrány apod.

Nevýhody:

- omezení provádění povětrnostními podmínkami
- v případě použití nevhodné povrchové úpravy může v konstrukci docházet ke kondenzaci

- 1 - vrchní omítka
- 2 - penetrační nátěr
- 3 - armovací tmel
- 4 - armovací síť
- 5 - rohová lišta
- 6 - talířové hmoždinky
- 7 - soklovací lišta
- 8 - desky tepelné izolace
- 9 - lepicí tmel



Obr. 3.5. - Vnější zateplení kontaktním způsobem

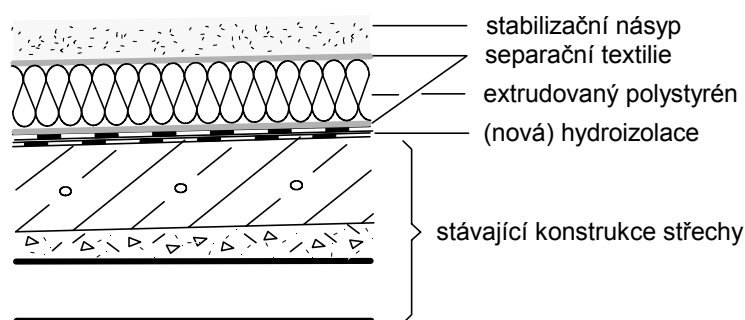
3.3.2.2 Střechy

Ploché střechy - jednoplášťové

Způsob zateplení ploché střechy je závislý na množství vlhkosti ve stávající skladbě střechy, na únosnosti stropní konstrukce a na stavu hydroizolace. V případě, že je střecha z hlediska vlhkosti vyhovující a nosná část má rezervu, je rozhodující stav krytiny.

- Je-li hydroizolace ve velmi dobrém stavu a je potřeba zlepšit jen tepelně izolační vlastnosti střechy, je možné přidat na stávající hydroizolaci jen izolaci tepelnou z extrudovaného nenasákavého polystyrénu a vytvořit tím tzv. "obrácenou střechu". Je to varianta poměrně finančně náročná, ale z hlediska tepelně vlhkostního je nejvhodnější.

U plochých jednoplášťových střech s klasickým pořadím vrstev (tzn. spádová nebo vyrovnávací vrstva, tepelná izolace, ev. podkladní vrstva a hydroizolace) dochází ke kondenzaci vodní páry pod krytinou, která má vždy velmi vysoký difúzní odpor. Odstranění tohoto jevu je možné v podstatě dvojím způsobem. Vložením parozábrany do skladby střechy nebo vytvořením střechy o opačném pořadí vrstev - tzv. "obrácené střechy".



Obr. 3.6. - Příklad střechy s obráceným pořadím vrstev

Má-li se však vyloučit kondenzace vodní páry ve střeše, musí být difúzní odpor parotěsné vrstvy cca dvacetinásobně vyšší, než difúzní odpor krytiny, což představuje parozábranu vytvořenou např. ze čtyř asfaltových pásů. Kromě toho, že je tato varianta ekonomicky nevýhodná, může při porušení krytiny dojít k zatečení vody do střechy, a ta se na vodotěsné vrstvě parozábrany začne hromadit. Dochází nejen k degradaci vrstev střechy - zejména tepelné izolace - ale i k přítěžování stropní konstrukce. Vytvoří-li se střecha o opačném pořadí vrstev, tzn. že se hydroizolace přesune pod tepelnou izolaci, plní tato vrstva pak funkci hydroizolační i parotěsnou a zároveň je chráněna před přímými účinky povětrnosti. Podmínkou je vytvoření izolační vrstvy z extrudovaného polystyrénu, který je téměř nenasákavý.

- V případě, že hydroizolace není příliš porušená, lze provést na stávající střechu nástřik polyuretanové pěny, která pak plní funkci tepelné i vodotěsné izolace.
- Je-li krytina ve špatném stavu, je nutné ji sejmout a provést hydroizolaci novou. Je opět možné vytvořit střechu o opačném pořadí vrstev nebo doplnit tepelnou izolaci o potřebnou tloušťku a na této přidané vrstvě vytvořit novou krytinu. Pokud byla původní střecha provedena jako bezspádová, je v tomto případě vhodné použít tepelnou izolaci ve tvaru klínů, které umožní spád vytvořit. Má-li být střecha využívána jako terasa, provede se na ní pochůzná vrstva, která musí být oddílatována od vrstvy hydroizolační nebo je možné použít dlažbu na podložkách. Pokud nebude pochůzná vrstva prováděna, je vhodné opatřit novou hydroizovaci alespoň stabilizačním násypem. Tato vrstva sice příliš nesníží

tepelné ztráty střechou, ale ochrání krytinu před atmosférickými vlivy a namáháním teplotními výkyvy a tím prodlouží její životnost.

- Je-li ve skladbě střechy příliš mnoho vlhkosti a nelze předpokládat její vyschnutí nebo nemá-li nosná část rezervu, je nutné skladbu střechy vyměnit.

I pro návrh a provedení střechy nebo terasy platí určité zásady, které je nutné dodržet i s ohledem na vlastnosti použitých materiálů, a proto je vhodné poradit se s odborníky.

Ploché střechy - dvouplášťové

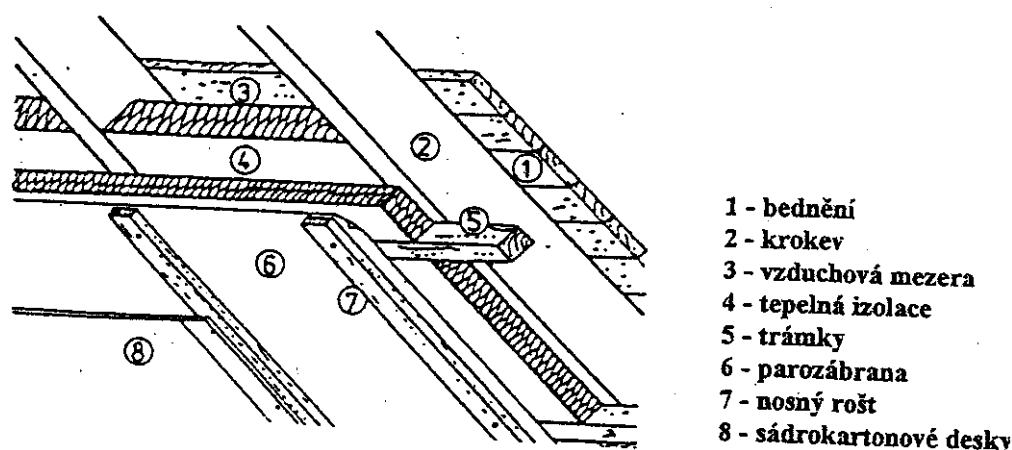
Pro zateplení dvouplášťových střech platí s ohledem na stávající vlhkostní stav střechy a únosnost stropní konstrukce stejné podmínky jako pro střechy jednoplášťové. Možno zvýšení tepelně izolační vrstvy dvouplášťových střech je závislá na výšce provětrávané vzduchové mezery a na materiálu horního pláště střechy.

- Je-li větraná vzduchová mezera dostatečně vysoká, je možné např. nafoukat na stávající tepelnou izolaci v potřebné tloušťce přídatnou vrstvu z celulózových izolací typu Climatizér nebo Ekovlna. Mezi touto vrstvou a horním pláštěm střechy musí zůstat vzduchová mezera vysoká minimálně 50 mm a musí být zachováno odvětrání střechy.
- V případě, že vzduchová mezera dostatečně vysoká není a horní plášť střechy je dřevěný, je nutné sejmut horní plášť střechy a - dovoluje-li to výška atiky - zvýšit podporu horního pláště nebo střechu předělat na jednoplášťovou. Nevyskytují-li se ve skladbě střechy dřevěné prvky, je možné přidat tepelnou izolaci na horní plášť a vzduchovou mezeru uzavřít. Tyto úpravy jsou ale závislé na konkrétní skladbě střechy a vyžadují velice pečlivý návrh a posouzení.

Šikmé střechy

Umístění tepelné izolace ve skladbě šikmé střechy je možné v podstatě ve třech základních polohách vzhledem k nosné konstrukci krovu:

- Umístění pod nosnou konstrukcí (tedy pod krokve) je konstrukčně nejjednodušší, ale zmenšuje užitiný prostor
- Nad nosnou konstrukcí lze umístit tepelnou izolaci jen v případě provádění nové střechy nebo při její celkové rekonstrukci. Je to varianta finančně i konstrukčně velmi náročná, ale z hlediska tepelně izolačních vlastností nejvhodnější.
- Nejčastějším případem bude pravděpodobně možnost uložení tepelné izolace mezi krokve. Konkrétní řešení je závislé na provedení střechy, ale v každém případě je nutné mít na zřeteli fakt, že pokud se u střechy s taškovou krytinou zaplní pouze prostor mezi krokve z vnitřní strany a nezajistí se odvětrání a odvod kondenzující vlhkosti, může docházet k těžkým poruchám tepelné izolace a dřevěných prvků krovu. Protože se prvky nosné konstrukce chovají jako tepelné mosty a snižují účinnost přidané tepelné izolace, osazuje se v případě nedostatečné výšky krokví tepelná izolace v menší tloušťce i pod nosnou konstrukcí.



- 1 - bednění
- 2 - krokev
- 3 - vzduchová mezera
- 4 - tepelná izolace
- 5 - trámky
- 6 - parozábrana
- 7 - nosný rošt
- 8 - sádrokartonové desky

Obr. 3.7. - Příklad zateplení šikmé střechy

3.3.2.3 Vnitřní konstrukce

Dodatečnou tepelnou izolaci umísťujeme u vnitřních konstrukcí oddělujících prostory vytápěné od nevytápěných - stejně jako u obvodového pláště - vždy na stranu ochlazovanou. U podlah na terénu přichází zateplení obvykle v úvahu jen při vybourání stávajících podlahových vrstev.

Technologie zateplování jsou obdobné jako u obvodového pláště s tím rozdílem, že materiály nejsou vystaveny přímému působení povětrnostních vlivů, a proto na ně nejsou kladeny tak vysoké nároky. Protože jsou požadované hodnoty součinitele prostupu tepla (nebo tepelného odporu) závislé na rozdílu teplot mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, záleží zde, při určování potřebné tloušťky dodatečné tepelné izolace, více než u jiných konstrukcí na konkrétním řešení domu.

3.3.3 Materiály používané pro zateplení

3.3.3.1 Vnější stěny

Vzhledem k tomu, že na zateplení vnějších obvodových stěn by měl být vždy použit zateplovací systém, který je certifikován jako celek akreditovanou zkušebnou a provádět by jej měla odborná firma, která má od výrobce nebo dodavatele tohoto systému doklad o zaškolení pracovníků na jeho aplikaci, jsou v této části uvedeny jen obecné informace o nejčastěji používaných materiálech.

Kontankní obklady

Pro tepelně izolační vrstvy kontaktních obkladů se nejčastěji používají výrobky z polystyrénu nebo minerálních látek. Polystyrén se používá buď pěnový stabilizovaný samozhášivý nebo extrudovaný. Některé firmy oba materiály kombinují a extrudovaný polystyrén dávají do těch částí zateplovacího systému, které přicházejí do styku se zemní vlhkostí. Z minerálních vláken se používají tuhé hydrofobizované desky bez povrchové úpravy nebo desky s jádrem z minerální vlny, které je oboustranně kryté dřevovláknitou cementem pojenou vrstvou.

Povrchové úpravy jsou obvykle vytvořeny z tenkovrstvých disperzních nebo minerálních omítek, nanášených na armovací vrstvy.

Obklady s odvětranou vzduchovou mezerou

V těchto zateplovacích systémech jsou jako tepelná izolace nejčastěji použity výrobky z minerálních vláken, ale mohou to být i tepelné izolace z polystyrénu, polyuretanu nebo celulózové izolace typu Climatizer Plus. Protože tepelná izolace není v přímém kontaktu s konečnou povrchovou úpravou a není tedy tolik namáhána jako u kontaktních obkladů, nejsou na její vlastnost kladeny tak přísné nároky a tedy sortiment používaných výrobků je mnohem širší.

3.3.3.2 Střechy

Ploché střechy - jednoplášťové

Při zateplování plochých střech je nutné používat ze sortimentu jednotlivých tepelně izolačních výrobků vždy pouze ty prvky, které jsou pro izolace plochých střech určeny. Kromě zajištění nutných vlastností (dostatečná tuhost, rozměrová stabilita apod.) jsou často tyto prvky už kompletizovány hydroizolační vrstvou, což urychluje ochranu před povětrnostními vlivy.

Má-li být při zateplení vytvořena střecha o opačném pořadí vrstev je nutné použít na tepelně izolační vrstvu extrudovaný polystyrén. Při provádění střechy s klasickým pořadím vrstev je jako tepelnou izolaci možné použít nesnadno hořlavý stabilizovaný pěnový polystyrén, tuhé hydrofobizované desky z minerálních vláken nebo desky z polyuretanu. Klínové desky z polystyrénu nebo minerálních vláken jsou vhodné pro vytvoření dodatečného spádu přímo ve vrstvě tepelně izolační. Další možností je provedení zateplení stříkanou polyuretanovou pěnou, která plní i funkci hydroizolační.

Ploché střechy- dvouplášťové

Nemá-li se odstranit horní plášť střechy a je-li dodatečná výška vzduchové mezery, je možné zlepšit tepelně izolační možnosti těchto střech nafoukáním celulózových izolací na stávající vrstvu tepelné izolace. Při nutnosti odstranění horního pláště a zachování typu střechy je možné použít prakticky kterýkoli z dostupných izolačních materiálů.

Šikmé střechy

Pro izolace šikmých střech je možné použít opět pěnový stabilizovaný polystyrén se sníženou hořlavostí, desky nebo rohože z minerálních vláken nebo tuhé desky z polyuretanu.

3.3.3.3 Vnitřní konstrukce

Výběr konkrétního způsobu zateplení té které vnitřní konstrukce (zejména konečná povrchová úprava) se bude většinou řídit tím, do jakého prostoru bude umístěna. Z hlediska materiálu tepelně izolační vrstvy lze použít v podstatě všechny druhy tepelných izolací - pěnový polystyrén, polyuretan, minerální vlákna, tepelně izolační omítky i celulózové izolace. Rozhodující u těchto konstrukcí je požární odolnost, která je ovlivňována také způsobem zabudování materiálů.

Kromě tepelných izolací, u kterých tvoří povrchovou úpravu obklady ze sádkartonových desek nebo ze dřeva, jsou k dispozici tepelné izolace, opatřené z jedné nebo obou stran různými povrchovými úpravami. Jsou to např. desky na zateplení stěn a stropů s vrchní vrstvou z armované omítky nebo speciální malty, nebo desky s vrstvou z dřevité vlny a cementu, na které je možné provést klasickou omítku. Některé povrchové úpravy mohou být konečné - jako u různých podlahových desek s povrchovou úpravou dřevotřískou, korkem nebo dřevovláknitou deskou.

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ	R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm ⁻³	m ² KW ⁻¹	Wm ⁻² K ⁻¹	°C	kgm ⁻² rok ⁻¹	kgm ⁻² rok ⁻¹
1		Cihly plné pálené tl.450	1 700	0,57	1,33	15,00	0,05	2,27
			1 800	0,54	1,40	14,70	0,05	2,16
			1 900	0,50	1,50	14,30	0,08	2,94
2		Cihly plné pálené tl.600	1 700	0,80	1,04	16,30	0,03	1,76
			1 800	0,73	1,11	16,00	0,03	1,67
			1 900	0,67	1,19	15,60	0,05	2,32
3		Cihly plné pálené tl.750	1 700	1,00	0,86	17,10	0,00	0,00
			1 800	0,93	0,91	16,90	0,02	1,38
			1 900	0,85	0,98	16,60	0,03	1,93
4		Cihly plné pálené tl.900	1 700	1,18	0,74	17,70	0,02	1,27
			1 800	1,10	0,79	17,50	0,02	1,20
			1 900	1,01	0,85	17,20	0,03	1,69
5		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.750	2 150	0,55	1,39	14,80	0,00	0,56
6		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.900	2 150	0,77	1,07	16,20	0,01	0,58
7		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.1050	2 150	0,69	1,17	15,70	0,01	0,41
8		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.1200	2 150	0,87	0,96	16,70	0,00	0,37
9	Zdivo keramické	Cihly CDM tl.375	1 550	0,53	1,43	14,60	0,08	3,08
10		Cihly CDM tl.500	1 600	0,69	1,17	15,70	0,05	2,45
11		Cihly CDK 32 tl.350	1 300	0,58	1,33	15,00	0,10	3,44
			1 400	0,53	1,43	14,60	0,10	3,40
12		Cihly CDK 36 tl.390	1 150	0,73	1,12	16,00	0,08	3,23
			1 300	0,61	1,28	15,20	0,08	3,16
13		Cihly CD-TÝN I. tl.300	1 200	0,62	1,26	15,30	0,13	3,73
			1 300	0,58	1,34	15,00	0,12	3,70
14		Cihly CP D8 tl.300	800	0,53	1,43	14,60	0,12	3,66
			850	0,52	1,46	14,40	0,13	3,65
15		Cihly CP D8 tl.450	1 000	0,64	1,25	15,40	0,06	2,66
16		Cihly CD-LK tl.300	1 250	0,63	1,25	15,40	0,12	3,65
			1 300	0,65	1,23	15,50	0,12	3,65
			1 400	0,58	1,34	15,00	0,12	3,61
17		Cihly CD INA tl.365 výška tvarovky 140 výška tvarovky 215	1 000	0,98	0,87	17,10	1,27	5,52
			1 000	1,13	0,77	17,50	1,32	5,39
18		Cihly CD IVA tl.450 výška tvarovky 140 výška tvarovky 215	1 100	0,98	0,87	17,10	0,94	5,81
			1 100	1,23	0,71	17,80	1,00	5,62

3.4 Vlastnosti stávajících a zateplených konstrukcí

3.4.1 Stěny

3.4.1.1 Stávající

V následující tabulce 3.12. jsou uvedeny hodnoty tepelného odporu R , součinitele prostupu tepla k , povrchové teploty v ploše stěny, zkondenzovaného množství vodní páry a celoroční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry pro konstrukce, které se nejčastěji vyskytovaly jako svislé obvodové pláště občanských budov. Různé materiálové varianty jsou řazeny podle kapitoly 3.1.

Pokud v tabulkách není uvedeno jinak, je u obvodových stěn uvažováno s vnější vápenocementovou omítkou tl. 15 mm a vnitřní vápennou omítkou tl. 15 mm.

Jednotlivé vrstvy obvodových stěn jsou v tabulce řazeny směrem od exteriéru do interiéru. Okrajové podmínky výpočtu jsou:

- vnější teplota -15 °C
- vnitřní teplota 21 °C
- relativní vlhkost vnitřního prostředí 60 %.

3.4.1.2 Zateplené

V následující tabulce 3.12. jsou uvedeny tytéž hodnoty pro stejné konstrukce po zateplení. Uvažováno bylo zateplení z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací ze stabilizovaného polystyrénu s tepelnou vodivostí $\lambda = 0,044 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, opatřeného tenkovrstvou omítkou.

Tloušťky tepelné izolace byly stanoveny tak, aby celá konstrukce splňovala doporučené hodnoty tepelného odporu podle normy ČSN 73 0540. Tyto tloušťky tepelné izolace odpovídají ale jen v případě, že je obvodový plášť řešen v celé tloušťce jako předsazený před nosnou konstrukci. Je-li řešen jako zapuštěný nebo částečně předsazený, je nutné posoudit řešením dvourozměrného teplotního pole místa tepelných mostů a odvodit potřebnou tloušťku dodatečné tepelné izolace z těchto výpočtů.

Okrajové podmínky jsou stejné jako u původních nezateplených konstrukcí.

Dodatečné zateplení lehkých obvodových plášťů na bázi kovů a dřeva a meziokenních vložek se musí řešit individuálně z důvodů konkrétního zjištění stavu pláště a technických možností stavebních úprav.

Orientační tloušťky pěnového polystyrénu v zateplovacích systémech v závislosti na tepelném odporu stávající konstrukce jsou uvedeny v tabulce 3.11.

Tabulka 3.11.

Tepelný odpor R stávající konstrukce m^2KW^{-1}	Doporučená tloušťka pěnového polystyrénu mm	Součinitel prostupu tepla k stávající konstrukce $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
0,19 - 0,41	110	2,79 - 1,71
0,42 - 0,64	100	1,70 - 1,23
0,65 - 0,87	90	1,22 - 0,96
0,88 - 1,09	80	0,95 - 0,80
1,10 - 1,32	70	0,79 - 0,68
1,33 - 1,54	60	0,67 - 0,59
1,55 a více	50	0,58 a méně

Tabulka 3.12.
pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ	R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm ⁻³	m ² KW ⁻¹	Wm ⁻² K ⁻¹	°C	kgm ⁻² rok ⁻¹	kgm ⁻² rok ⁻¹
19		Škvárobetonové plné bloky tl. 300	900	0,72	1,12	16,00	0,13	4,02
			1 100	0,68	1,18	15,70	0,13	4,00
			1 300	0,62	1,26	15,30	0,13	3,73
20		Škvárobetonové plné bloky tl. 375	1 200	0,63	1,26	15,30	0,08	3,14
			1 400	0,56	1,37	14,80	0,08	3,09
21		Škvárobetonové plné bloky tl. 450	1 400	0,60	1,31	15,10	0,06	2,66
			1 600	0,51	1,47	14,40	0,07	2,66
22		Škvárobetonové tvárnice dutinové NLM tl. 300	900	0,59	1,32	15,10	0,13	3,71
			1 100	0,55	1,39	14,70	0,12	3,67
			1 300	0,50	1,50	14,30	0,13	3,63
23		Struskopemzobetonové tvárnice tl.250	1 200	0,74	1,10	16,00	0,12	3,86
			1 400	0,58	1,34	15,00	0,11	3,53
24		Struskopemzobetonové tvárnice tl.375	1 600	0,68	1,17	15,70	0,06	2,53
			1 800	0,59	1,31	15,10	0,06	2,52
25	Zdivo lehčené	Vápenopískové cihly tl.450	1 800	0,54	1,40	14,70	0,03	1,39
26		Vápenopískové cihly tl.600	1 800	0,67	1,19	15,70	0,02	1,06
27		Vápenopískové kvádry VKD tl.300	1 750	0,42	1,70	13,30	0,08	2,03
28		Tufobetonové kvádry tl.250	1 400	0,51	1,47	14,40	0,11	3,48
29		Tufobetonové kvádry tl.375	1 600	0,62	1,27	15,30	0,06	2,53
30		Křemelinové tvárnice tl.250	700	0,63	1,25	15,40	1,12	5,98
31		Pórobetonové tvárnice tl.250	500	0,96	0,89	17,00	0,24	5,26
			600	0,86	0,97	16,60	0,23	4,77
			700	0,74	1,10	16,00	0,21	4,75
			900	0,58	1,34	15,00	0,18	4,42
32		Pórobetonové tvárnice tl.300	500	1,97	0,47	18,90	0,22	4,99
			600	1,74	0,52	18,60	0,21	4,99
			700	1,41	0,63	18,20	0,19	5,03
			900	1,00	0,86	17,20	0,16	4,84

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ	R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm^{-3}	m^2KW^{-1}	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$
33	Panely z lehkých betonů	Panel keramzitbetonový jednovrstvý tl.270 mm	1000	0,68	1,18	15,70	0,05	4,06
			1200	0,51	1,48	14,40	0,05	3,38
			1400	0,38	1,82	12,80	2,51	0,53
34		Panel struskopemzobetonový jednovrstvý tl.270 mm	1200	0,58	1,34	15,00	0,05	3,96
			1400	0,48	1,54	14,10	0,06	3,93
			1600	0,40	1,75	13,10	0,10	3,97
35		Panel pórobetonový CALSILOX, SIPOREX jednovrstvý tl.250 mm	600	0,91	0,93	16,80	0,06	14,07
36		Panel pórobetonový CALSILOX, SIPOREX jednovrstvý tl.300 mm	600	1,09	0,80	17,40	0,06	12,74
37		Panel pórobetonový BIPRODEX jednovrstvý tl.240 mm	600	0,87	0,96	16,70	0,07	14,58
38	Panel pórobetonový sendvičový ŽB+PB+PPS+PB+ŽB 40+150+20+150+40=400 mm		1,43	0,63	18,20	0,30	1,34	
39	Panel struskobetonový sendvičový SB+PPS+ŽB=220+60+50 = tl.330 mm		1,32	0,67	18,00	0,03	0,88	
40	Panel keramzitbetonový + pórobetonová přízdívka 270+180= tl.450 mm		1,30	0,68	17,90	0,59	2,93	

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
41	Panely keramické	Panel keram.dvouvrstvý tl.260 - omítka 15 mm - železobeton 50 mm - dutá keramika 190 mm - omítka 15 mm	0,35	1,95	12,30	3,00	-1,07
42		Panel keram.dvouvrstvý KCB tl.250 - malta 15 mm - CD BTK 3 - 93 mm - malta 34 mm - CD BTK 3 - 93 mm - malta - 5 mm	0,37	1,85	12,70	2,59	1,65
43		Panel keram.dvouvrstvý NOV tl.300 - omítka vnější - 16 mm - CD PAT-V - 125 mm - cem.malta - 26 mm - CD PAT-V - 125 mm - omítka vnitřní - 8 mm	0,44	1,65	13,60	0,19	3,55
44		Panel keram.sendvičový tl.260 (pro MS OB) - beton 55 mm - PPS 50 mm - CD-BTK4 135 mm - beton 20 mm	0,99	0,86	17,10	0,13	1,44
45		Panel keram.sendvičový NKD tl.350 - beton - 55 mm - CD T28 - 145 mm - PPS - 50 mm - HURDIS - 80 mm - beton - 20 mm	1,16	0,75	17,60	0,11	1,43
46		Panel keram. sendvičový NKV tl.300 - beton - 55 mm - CD BTK - 95 mm - PPS - 50 mm - HURDIS - 80 mm - beton - 20 mm	1,07	0,81	17,40	0,13	1,43
47		Panel kerm. sendvičový tl.320 - beton - 50 mm - CD BTK - 135 mm - PPS - 50 mm - Pk CD3 - 65 mm - beton - 20 mm	1,12	0,78	17,50	0,09	1,46
48		Panel keram. NOV tl.400 (pro S1.2.) - beton - 15 mm - CD INA O/A - 365mm - beton - 20 mm	1,12	0,78	17,50	0,68	4,78

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
49	Panely keramické	Panel keram. sendvičový tl.300 (parapetní) - beton - 50 mm - PPS - 50 mm - CD-AKA - 175 mm - vnitřní omítka -25mm	0,97	0,88	17,10	0,17	1,56
50		Panel keram. dvouvrstvý tl.350 (pro MS 71) - vnější omítka - 35 mm - CD-Z - 160 mm - cem. malta - 25 mm - vnitřní omítka -15 mm	0,44	1,65	13,60	0,39	4,23

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
51	Železobetonové sendvičové panely	ŽB + PPS tl.220 170 + 50	0,81	1,02	16,40	nekondenzuje	
52		ŽB + PPS tl.230 180 + 50	0,82	1,01	16,40	nekondenzuje	
53		ŽB + PPS + ŽB tl.240 100 + 80 + 60	1,24	0,71	17,80	0,07	0,94
54		ŽB + PPS + ŽB tl.240 150 + 50 + 40	0,82	1,01	16,50	0,03	1,53
55		ŽB + PPS tl.240 190 + 50	0,82	1,01	16,50	nekondenzuje	
56		ŽB + PPS + ŽB tl.250 150 + 50 + 50	0,83	1,00	16,50	0,05	1,21
57		ŽB + PPS + ŽB tl.260 100 + 80 + 80	1,25	0,71	17,80	0,09	0,68
58		ŽB + PPS + ŽB tl.260 130 + 60 + 70	0,97	0,88	17,1	0,08	0,82
59		ŽB + PPS + ŽB tl.270 120 + 100 + 50	1,53	0,59	18,30	0,04	1,15
60		ŽB + PPS + ŽB tl.270 140 + 80 + 50	1,25	0,70	17,80	0,04	1,17
61		ŽB + PPS + ŽB tl.270 145 + 60 + 65	0,98	0,88	17,10	0,06	0,90
62		ŽB + PPS + ŽB tl.270 150 + 60 + 60	0,98	0,87	17,1	0,05	0,98
63		ŽB + PPS + ŽB tl.290 140 + 80 + 70	1,26	0,7	17,9	0,06	0,81
64		ŽB + PPS + ŽB tl.290 145 + 80 + 65	1,26	0,70	17,90	0,05	0,88
65		ŽB + PPS + ŽB tl.290 150 + 80 + 60	1,26	0,70	17,90	0,04	0,96
66		ŽB + PPS + ŽB tl.290 180 + 50 + 60	0,85	0,98	16,60	0,04	1,01
67		ŽB + PPS + ŽB tl.300 150 + 80 + 70	1,27	0,70	17,90	0,05	0,81
68		ŽB + PPS + ŽB tl.300 150 + 90 + 60	1,41	0,64	18,10	0,04	0,96
69		ŽB + PPS + ŽB tl.300 160 + 80 + 60	1,27	0,70	17,90	0,04	0,97
70		ŽB + PPS + ŽB tl.340 160 + 80 + 100	1,29	0,69	17,90	0,07	0,55

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství z kondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			$m^2K W^{-1}$	$W m^{-2} K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kg m^{-2} rok^{-1}$	$kg m^{-2} rok^{-1}$
71	Panely kovové	Fasádní panel OP-2 (Boletice) tl.95 mm - sklo - odvětr.vzduch.mezera - krycí deska tep.izolace - PPS - vnitřní deska	0,80	1,06	16,30	0,03	2,87
72		Fasádní panel SIDALVAR - FEAL - hliníková lamela - odvětr.vzduch.mezera - min.plst' - vnitřní plech	0,42	1,70	13,40	nekondenzuje	
73		Fasádní panel STROSS tl.90 - hliníkový plech - polyuretan - 50 mm (nebo 3xROTAFLEX) - pozink.plech - uzavř.vzduch.mezera 10 mm - sádrokarton - 9,5 mm - parotěsná zábrana - sádrokarton - 9,5 mm	1,08	0,80	17,40	nekondenzuje	
74		Fasádní panel G 500, G 600 tl. 100 - vnější VSŽ plech - ROTAFLEX - 60 mm - plech	0,98	0,87	17,10	nekondenzuje	
75		Fasádní panel F-300 tl.90 - vnější hliníkový profilovaný plech - tepelná izolace-50 mm - vnitřní pozink.plech	0,82	1,01	16,50	nekondenzuje	
76		Fasádní panel KPP 600 tl.95 -vnější VSŽ plech - čedičová plst' - 60 mm - vnitřní VSŽ plech	1,28	0,69	17,90	nekondenzuje	

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
77	Panely dřevěné	Panel dřevěný Č.Lípa tl.120 - Lignát lisovaný - 5mm - řídké bednění (mezery 3-4 cm) - 17 mm - Lignát nelisovaný 6mm - min.plst' - 72 mm - plné bednění - 15 mm - PE folie - 0,1 mm - Lignát lisovaný 5 mm	1,09	0,80	17,40	nekondenzuje	
78		Panel dřevěný CHANOS tl.180 - dř.obklad 25 mm - vzduch.mezera odvětr. - Lignát -5 mm - min.plst' - 100 mm - prkna - 20 mm - PE folie - sádrokarton - 9,5 mm - tapeta PVC	1,94	0,48	18,90	nekondenzuje	
79		Panel dřevěný lodžiový tl.150 - 3x Luxol - palubky 14 mm - ROTAFLEX 100 mm - dřevotříška VO-FO 16 mm - PE folie 0,1 mm - dřevovláknitá deska IZOPLAT 12 mm - 2x latexový nátěr	1,94	0,47	18,90	0,02	0,86
80		Panel dřevěný TL tl.110 - aglomerované dř.desky - ROTAFLEX 60 mm - PE folie - aglomerované dř.desky	1,44	0,62	18,20	nekondenzuje	
81		Panel dřevěný lodžiový tl.94 (r.1972) - nátěr - palubky 14 mm - ROTAFLEX 63 mm - PE folie - dřevotříšková deska 17 mm	1,25	0,70	17,80	0,01	0,92

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
82	Panely dřevěné	Obvodová stěna VELOX tl.300 - omítka 15 mm - deska VELOX - 35mm - beton - 230 mm - deska VELOX - 35mm - omítka 15 mm	0,51	1,47	14,40	0,90	6,15
83		Obvodová stěna VELOX tl.350 - omítka 15 mm - deska VELOX - 35mm - beton - 280 mm - deska VELOX - 35mm - omítka 15 mm	0,55	1,39	14,80	0,67	6,58

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
84	Meziokenní vložky	MIV - SD6 tl.80 - sklo 6 mm - vzduch.mezera 28 mm - nátěr - dřevotřísková deska 13 mm - PPS 20 mm - fermezový nátěr - dřevotřísková deska 13 mm	0,62	1,26	15,30	1,64	-0,95
85		MIV - S(D) tl.140 - sklo 6 mm (dř.obklad) - vzduch.mezera 26 mm - nátěr - dřevotřísková deska 13 mm - minerální plst' 80mm - fermezový nátěr - dřevotřísková deska 13 mm	1,77	0,52	18,70	19,08	-13,30
86		MIV se sklem BAREX tl.80 - sklo BAREX 6 mm - vzduch.mezera 20 mm - Lignát 6 mm - ROTAFLEX 40 mm - PE folie - Lignát 8 mm	0,69	1,16	15,80	0,18	-0,10
87		MOV hliníková tl.80 - sklo (plech) 6 mm - vzduch.mezera 5 mm - azbestocement.deska 8 mm - tep.izol. VISTEMAT 50 mm - azbestocement.deska 8 mm - dřevovláknitá deska SOLOLIT 3 mm	0,71	1,14	15,90	0,97	-0,69

Tabulka 3.13.

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ									
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ		R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm^{-3}	mm	m^2KW^{-1}	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$
1	Zdivo keramické	Cihly plné pálené tl.450	1 700	100	2,86	0,33	19,50	0,00	2,10
			1 800	100	2,82	0,33	19,50	0,00	1,43
			1 900	100	2,80	0,34	19,50	0,00	1,56
2		Cihly plné pálené tl.600	1 700	90	2,83	0,33	19,50	0,00	1,54
			1 800	90	2,78	0,34	19,50	0,00	1,64
			1 900	90	2,72	0,35	19,40	0,00	1,66
3		Cihly plné pálené tl.750	1 700	80	2,79	0,34	19,50	0,00	1,64
			1 800	80	2,73	0,35	19,50	0,00	1,76
			1 900	90	2,88	0,33	19,50	0,00	1,37
4		Cihly plné pálené tl.900	1 700	70	2,75	0,34	19,50	0,00	1,76
			1 800	70	2,68	0,35	19,40	0,00	1,91
			1 900	80	2,81	0,34	19,50	0,00	1,45
5		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.750	2 150	100	2,83	0,33	19,50	nekondenzuje	
6		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.900	2 150	90	2,82	0,33	19,50	nekondenzuje	
7		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.1050	2 150	90	2,74	0,34	19,50	nekondenzuje	
8		Smíšené z cihel a lomového kamene tl.1200	2 150	90	2,92	0,32	19,50	nekondenzuje	
9		Cihly CDM tl.375	1 550	100	2,81	0,34	19,50	0,01	1,50
10		Cihly CDM tl.500	1 600	90	2,74	0,34	19,50	0,01	1,62
11		Cihly CDK 32 tl.350	1 300	100	2,86	0,33	19,50	0,01	1,42
			1 400	100	2,81	0,34	19,50	0,01	1,47
12		Cihly CDK 36 tl.390	1 150	90	2,83	0,33	19,50	0,01	1,42
			1 300	100	2,94	0,32	19,60	0,01	1,42
13		Cihly CD-TÝN I. tl.300	1 200	100	2,90	0,33	19,50	0,01	1,36
			1 300	100	2,86	0,33	19,50	0,01	1,39
14		Cihly CP D8 tl.300	800	100	2,81	0,34	19,50	0,02	1,35
			850	100	2,79	0,34	19,50	0,02	1,36
15		Cihly CP D8 tl.450	1 000	100	2,91	0,32	19,50	0,01	1,36
16		Cihly CD-LK tl.300	1 250	100	2,91	0,33	19,50	0,02	1,28
			1 300	90	2,70	0,35	19,40	0,02	1,36
			1 400	100	2,86	0,33	19,50	0,02	1,32
17	Cihly CD INA tl.365 výška tvarovky 140 výška tvarovky 215	1 000	80	2,81	0,34	19,50	0,12	1,11	
		1 000	70	2,73	0,35	19,50	0,24	1,50	
18	Cihly CD IVA tl.450 výška tvarovky 140 výška tvarovky 215	1 100	80	2,81	0,34	19,50	0,09	1,12	
		1 100	70	2,83	0,33	19,50	0,22	2,50	

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ									
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Flouščka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ		R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm ⁻³	mm	m ² KW ⁻¹	Wm ⁻² K ⁻¹	°C	kgm ⁻² rok ⁻¹	kgm ⁻² rok ⁻¹
19		Škvárobetonové plné bloky tl. 300	900	90	2,77	0,34	19,50	0,02	1,38
			1 100	90	2,73	0,35	19,50	0,02	1,42
			1 300	100	2,90	0,33	19,50	0,01	1,36
20		Škvárobetonové plné bloky tl. 375	1 200	100	2,91	0,33	19,50	0,01	1,42
			1 400	100	2,84	0,33	19,50	0,01	1,48
21		Škvárobetonové plné bloky tl. 450	1 400	100	2,88	0,33	19,50	0,01	1,52
			1 600	100	2,79	0,34	19,50	0,01	1,59
22		Škvárobetonové tvárnice dutinové NLM tl.300	900	100	2,87	0,33	19,50	0,01	1,39
			1 100	100	2,83	0,33	19,50	0,01	1,42
			1 300	100	2,78	0,34	19,50	0,01	1,46
23		Struskopemzobetonové tvárnice tl.250	1 200	90	2,79	0,34	19,50	0,02	1,38
			1 400	100	2,86	0,33	19,50	0,01	1,41
24		Struskopemzobetonové tvárnice tl.375	1 600	90	2,74	0,34	19,50	0,01	1,60
			1 800	100	2,87	0,33	19,50	0,01	1,55
25		Vápenopískové cihly tl.450	1 800	100	2,82	0,33	19,50	0,00	1,80
26		Vápenopískové cihly tl.600	1 800	90	2,73	0,35	19,40	nekondenzuje	
27		Vápenopískové kvádry VKD tl.300	1 750	100	2,70	0,35	19,40	0,00	1,67
28		Tufobetonové kvádry tl.250	1 400	100	2,79	0,34	19,50	0,01	1,47
29		Tufobetonové kvádry tl.375	1 600	100	2,90	0,33	19,50	0,01	1,52
30		Křemelinové tvárnice tl.250	700	100	2,91	0,33	19,50	0,03	1,14
31		Pórobetonové tvárnice tl.250	500	80	2,78	0,34	19,50	0,03	1,21
			600	90	2,91	0,33	19,50	0,02	1,16
			700	90	2,79	0,34	19,50	0,02	1,32
			900	100	2,86	0,33	19,50	0,02	1,35
32		Pórobetonové tvárnice tl.300	500	50	3,11	0,31	19,60	0,25	1,06
			600	50	2,88	0,33	19,50	0,20	1,18
			700	60	2,78	0,34	19,50	0,10	1,46
			900	80	2,82	0,33	19,50	0,03	1,18

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ									
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Měrná hmotnost	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			ρ		R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			kgm^{-3}	mm	m^2KW^{-1}	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$	$\text{kgm}^{-2}\text{rok}^{-1}$
33	Panely z lehkých betonů	Panel keramzitbetonový jednovrstvý tl.270 mm	1 000	90	2,73	0,35	19,50	0,02	1,44
			1 200	100	2,79	0,34	19,50	0,01	1,53
			1 400	110	2,89	0,33	19,50	0,01	1,61
34		Panel struskopemzobetonový jednovrstvý tl.270 mm	1 200	100	2,86	0,33	19,50	0,01	1,41
			1 400	100	2,76	0,34	19,50	0,01	1,49
			1 600	110	2,91	0,33	19,50	0,01	1,45
35		Panel pórobetonový CALSILOX, SIPOREX jednovrstvý tl.250 mm	600	80	2,73	0,34	19,50	0,11	1,62
36		Panel pórobetonový CALSILOX, SIPOREX jednovrstvý tl.300 mm	600	80	2,91	0,33	19,50	0,13	1,13
37		Panel pórobetonový BIPODEX jednovrstvý tl.240 mm	600	90	2,93	0,32	19,60	0,08	1,10
38	Panel pórobetonový sendvičový ŽB+PB+PPS+PB+ŽB 40+150+20+150+40=400		60	2,80	0,34	19,50	0,03	1,13	
39	Panel struskobetonový sendvičový SB+PPS+ŽB=220+60+50 tl.330 mm		70	2,92	0,32	19,50	0,00	1,79	
40	Panel keramzitbetonový + pórobetonová přízdívka 270+180= tl.450 mm		70	2,89	0,33	19,50	0,03	1,14	

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
				R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			mm	m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
41	Panely keramické	Panel keram.dvouvrstvý tl.260 mm - omítka 15 mm - železobeton 50 mm - dutá keramika 190 mm - omítka 15 mm	110	2,85	0,33	19,50	0,01	1,56
42		Panel keram.dvouvrstvý KCB tl.250 mm - malta 15 mm - CD BTK 3 - 93 mm - malta 34 mm - CD BTK 3 - 93 mm - malta - 5 mm	110	2,88	0,33	19,50	0,01	1,45
43		Panel keram.dvouvrstvý NOV tl.300 mm - omítka vnější - 16 mm - CD PAT-V - 125 mm - cem.malta - 26 mm - CD PAT-V - 125 mm - omítka vnitřní - 8 mm	100	2,72	0,35	19,40	0,01	1,54
44		Panel keram.sendvičový tl.260 mm (pro MS OB) - beton 55 mm - PPS 50 mm - CD-BTK4 135 mm - beton 20 mm	80	2,82	0,34	19,50	0,00	1,55
45		Panel keram.sendvičový NKD tl.350 mm - beton - 55 mm - CD T28 - 145 mm - PPS - 50 mm - HURDIS - 80 mm - beton - 20 mm	70	2,76	0,34	19,50	0,00	1,59
46		Panel keram. sendvičový NKV tl.300 mm - beton - 55 mm - CD BTK - 95 mm - PPS - 50 mm - HURDIS - 80 mm - beton - 20 mm	80	2,90	0,33	19,50	0,00	1,50
47		Panel kerm. sendvičový tl.320 mm - beton - 50 mm - CD BTK - 135 mm - PPS - 50 mm - Pk CD3 - 65 mm - beton - 20 mm	70	2,72	0,35	19,40	0,00	1,62
48		Panel keram. NOV tl.400 (pro S1.2.) - beton - 15 mm - CD INA O/A - 365mm - beton - 20 mm	70	2,71	0,35	19,40	0,11	1,29

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
				R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			mm	m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
49	Panely keramické	Panel keram. sendvičový tl.300 (parapetní) - beton - 50 mm - PPS - 50 mm - CD-AKA - 175 mm - vnitřní omítka - 25 mm	80	2,80	0,34	19,50	0,01	1,43
50		Panel keram. dvouvrstvý tl.350 (pro MS 71) - vnější omítka - 35 mm - CD-Z - 160 mm - cem. malta - 25 mm - vnitřní omítka -15 mm	100	2,72	0,35	19,40	0,01	1,52

pokračování

OBVODOVÉ STĚNY - PO ZATEPLENÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
				R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,5$	$G_V - G_K > 0$
			mm	m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
51	Železobetonové sendvičové panely	ŽB + PPS tl.220 170 + 50	90	2,86	0,33	19,50	0,00	1,88
52		ŽB + PPS tl.230 180 + 50	90	2,87	0,33	19,50	0,00	1,93
53		ŽB + PPS + ŽB tl.240 100 + 80 + 60	70	2,83	0,33	19,50	0,00	1,97
54		ŽB + PPS + ŽB tl.240 150 + 50 + 40	90	2,88	0,33	19,50	0,00	1,98
55		ŽB + PPS tl.240 190 + 50	90	2,88	0,33	19,50	0,00	1,98
56		ŽB + PPS + ŽB tl.250 150 + 50 + 50	90	2,88	0,33	19,50	nekondenzuje	
57		ŽB + PPS + ŽB tl.260 100 + 80 + 80	70	2,84	0,33	19,50	nekondenzuje	
58		ŽB + PPS + ŽB tl.260 130 + 60 + 70	80	2,80	0,34	19,50	nekondenzuje	
59		ŽB + PPS + ŽB tl.270 120 + 100 + 50	60	2,90	0,33	19,50	nekondenzuje	
60		ŽB + PPS + ŽB tl.270 140 + 80 + 50	70	2,85	0,33	19,50	nekondenzuje	
61		ŽB + PPS + ŽB tl.270 145 + 60 + 65	80	2,80	0,34	19,50	nekondenzuje	
62		ŽB + PPS + ŽB tl.270 150 + 60 + 60	80	2,80	0,34	19,50	nekondenzuje	
63		ŽB + PPS + ŽB tl.290 140 + 80 + 70	70	2,86	0,33	19,50	nekondenzuje	
64		ŽB + PPS + ŽB tl.290 145 + 80 + 65	70	2,86	0,33	19,50	nekondenzuje	
65		ŽB + PPS + ŽB tl.290 150 + 80 + 60	70	2,86	0,33	19,50	nekondenzuje	
66		ŽB + PPS + ŽB tl.290 180 + 50 + 60	90	2,90	0,33	19,50	nekondenzuje	
67		ŽB + PPS + ŽB tl.300 150 + 80 + 70	70	2,87	0,33	19,50	nekondenzuje	
68		ŽB + PPS + ŽB tl.300 150 + 90 + 60	60	2,78	0,34	19,50	nekondenzuje	
69		ŽB + PPS + ŽB tl.300 160 + 80 + 60	70	2,87	0,33	19,50	nekondenzuje	
70		ŽB + PPS + ŽB tl.340 160 + 80 + 100	70	2,89	0,33	19,50	nekondenzuje	

3.4.2 Střechy

3.4.2.1 Stávající

V tabulce 3.14 jsou uvedeny hodnoty tepelného odporu R , součinitele prostupu tepla k , povrchové teploty v ploše stropů, zkondenzovaného množství vodní páry a celoroční bilance pro střechy, které byly vybrány jako reprezentanti plochých jednoplášťových střech z hlediska tepelně technických vlastností. Vstupní parametry pro výpočet jsou stejné jako v případě vnějších stěn.

Z plochých jednoplášťových střech to je skladba se spádovým škvárovým násypem, do kterého jsou uloženy desky z lehkého betonu. Obdobné tepelně technické vlastnosti budou mít i střechy, které mají tepelnou izolaci z desek Heraklit a spádovou vrstvu z monolitického lehkého betonu. Druhou posuzovanou variantou jsou střechy s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu v tloušťce 50 mm. Třetí typ střechy jsou novější konstrukce jednoplášťové s tepelnou izolací ze dvou vrstev pěnového polystyrénu o celkové tloušťce 100 mm. Z hlediska tepelného odporu a součinitele prostupu tepla odpovídající těmto střechám i střechy dvouplášťové, z hlediska zkondenzované a vypařené vodní páry vychází posouzení dvouplášťové střechy - za předpokladu správného provedení - příznivější.

Tabulka 3.14.

STŘECHY - STÁVAJÍCÍ							
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
			R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,1$	$G_V - G_K > 0$
			m^2KW^{-1}	Wm^2K^{-1}	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
1	Střechy	plochá jednoplášťová s pórobetonovými deskami - hydroizolace 12 mm - pórobet.desky 125 mm - spádový násyp min.30 - keramický strop 150 mm	0,66	1,2	15,6	0,67	-0,3
2		plochá jednoplášťová s PPS - hydroizolace 12 mm - cementový potěr 30 mm - polystyrénové desky 50 - spádový násyp min.30 - keramický strop 150 mm	1,43	0,62	18,2	0,43	-0,24
3		plochá jednoplášťová s 2x PPS - hydroizolace 12 mm - polystyrénové desky 2x50 mm - vyrovnávací násyp 30mm - keramický strop 150 mm	2,56	0,36	19,4	0,32	-0,18

3.4.2.2 Zateplené

V tabulce 3.15 jsou uvedeny tepelně technické vlastnosti zateplených jednoplášťových střech pro jednotlivé varianty skladeb jednoplášťových střech, uvedených v tabulce 3.14.

- Pro střechu označenou číslem **1** bylo při posuzování uvažováno zateplení polystyrénem extrudovaným (obrácená střecha) tloušťky 120 mm.
- Pro střechu označenou číslem **2** bylo při posuzování uvažováno zateplení polystyrénem extrudovaným (obrácená střecha) tloušťky 90 mm .
- Pro střechu označenou číslem **3** bylo při posuzování uvažováno zateplení polystyrénem extrudovaným (obrácená střecha) tloušťky 50 mm.

Tloušťky tepelné izolace jsou stanoveny tak, aby celková konstrukce splňovala doporučené hodnoty tepelného odporu z normy.

Tabulka 3.15.

STŘECHY - PO ZATEPLENÍ								
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce	Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla	Povrchová teplota	Množství zkondenz. vlhkosti	Celoroční bilance
				R	k	t_{si}	$G_K \leq 0,1$	$G_V - G_K > 0$
			mm	m^2KW^{-1}	$Wm^{-2}K^{-1}$	$^{\circ}C$	$kgm^{-2}rok^{-1}$	$kgm^{-2}rok^{-1}$
1	Střechy	plochá jednoplášťová s pórobetonovými deskami - násyp - DTI - hydroizolace 12 mm - pórobet.desky 125 mm - spádový násyp min.30 - keramický strop150 mm	120	4,27	0,23	20	nekondenzuje	
2		plochá jednoplášťová s PPS - násyp - DTI - hydroizolace 12 mm - cementový potěr 30 mm - polystyrénové desky 50 - spádový násyp min.30 - keramický strop 150 mm	90	4,15	0,23	20	0,02	0,41
3		plochá jednoplášťová s 2x PPS - násyp - DTI - hydroizolace 12 mm - polystyrenové desky 2x50 mm - vyrovnávací násyp 30mm - keramický strop 150 mm	50	4,11	0,23	20	0,13	0,06

3.4.3 Vnitřní konstrukce

3.4.3.1 Stávající

V tabulce 3.16 jsou uvedeny hodnoty tepelného odporu R a součinitele prostupu tepla k stropních konstrukcí, které byly vybrány jako nejčastěji se vyskytující. Nad suterénem je u keramického a železobetonového stropu uvažována podlaha z PVC na cementovém potěru tloušťky 30 mm s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu v tloušťce 25 mm. Na půdě je u těchto konstrukcí započteno jen 50 mm betonové mazaniny. U stropu trámového je nad

suterénem započtena podlaha s nášlapnou vrstvou z parket a na půdě cihelná dlažba v tloušťce 30 mm.

Z příček byla vybrána příčka z plných pálených cihel v tloušťkách 80 mm a 150 mm, příčka z lehkých příčkovek v tloušťkách 80 mm a 150 mm a betonová příčka v tloušťkách 80 mm a 150 mm. U všech stěn byla započtena oboustranná omítka.

Okrajové podmínky jsou stejné jako u výše uvedených konstrukcí, liší se pouze teplotní spád. V nevytápěných prostorech byly uvažovány teploty:

- u stropů nad suterénem: $\pm 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- u stropů nad půdou: $- 6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- příček $\pm 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vzhledem k tomu, že vnitřní konstrukce budov mezi vytápěným a nevytápěným prostorem nejsou z hlediska vlhkosti a teploty namáhány tak extrémně jako vnější konstrukce, nebyla povrchová teplota v ploše stěny ani celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti u těchto konstrukcí počítána.

Podlahy na terénu nejsou samostatně posuzovány. Z hlediska tepelného odporu R a součinitel prostupu tepla k odpovídají jejich vlastnosti přibližně hodnotám keramického nebo železobetonového stropu nad suterénem.

Tabulka 3.16.

STROPY A PŘÍČKY - STÁVAJÍCÍ					
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce		Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla
				R	k
				m^2KW^{-1}	Wm^2K^{-1}
1	Stropy	trámový strop	nad suterénem	0,93	0,79
			pod půdou	0,76	1,32
2		keramický strop	nad suterénem	0,88	0,92
			pod půdou	0,34	1,98
3		železobetonový strop	nad suterénem	0,67	1,14
			pod půdou	0,15	3,17
4	Příčky	plné pálené cihly	tl.80 mm	0,12	2,67
			tl.150 mm	0,22	2,14
5		lehké příčkovky	tl.80 mm	0,28	1,88
			tl.150 mm	0,61	1,16
6		betonové příčky	tl.80 mm	0,11	2,76
			tl.150 mm	0,17	2,37

3.4.2.2 Zateplené

V tabulce 3.17 jsou uvedeny tepelně technické vlastnosti vnitřních konstrukcí po zateplení.

U všech stropů byl na zateplení uvažována dodatečná tepelná izolace o tepelné vodivosti $\lambda=0,048\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, což odpovídá Lignoporu nebo rohožím z minerální vlny. U příček se uvažuje zateplení Lignoporem. Tloušťky tepelné izolace byly stanoveny tak, aby celá konstrukce splňovala doporučené hodnoty tepelného odporu R podle normy.

Tabulka 3.17.

STROPY A PŘÍČKY - PO ZATEPLENÍ						
Položka	Skupina	Popis obvodové konstrukce		Tloušťka tepelné izolace	Tepelný odpor	Součinitel prostupu tepla
					R	k
				mm	m^2KW^{-1}	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
1	Stropy	trámový strop	nad suterénem	70	2,38	0,37
			pod půdou	110	3,05	0,30
2		keramický strop	nad suterénem	70	2,34	0,38
			pod půdou	130	3,05	0,30
3		železobetonový strop	nad suterénem	80	2,34	0,38
			pod půdou	140	3,07	0,30
4	Příčky	plné pálené cihly	tl. 80 mm	35	0,85	0,91
			tl. 150 mm	35	0,95	0,83
5		lehké příčkovky	tl. 80 mm	25	0,80	0,95
			tl. 150 mm	25	1,13	0,72
6		betonové příčky	tl. 80 mm	35	0,84	0,92
			tl. 150 mm	35	0,90	0,87

4. OTVOROVÉ VÝPLNĚ

Otvorové výplně zahrnují okna, dveře, lehké dělicí stěny a zasklené stěny. Patří mezi nejdůležitější funkční díly budovy. Požadují se od nich různé mechanické, tepelně technické, akustické a světelně technické vlastnosti a dlouhodobá odolnost vůči atmosférickým a jiným vlivům. Jejich mnohostranná funkce má rozhodující vliv na provoz budov, jejich vzhled, kvalitu vnitřního prostředí. V energetické bilanci mají specifické postavení, neboť bývají zdrojem mimořádných ztrát tepla v porovnání s neprůsvitným pláštěm a zároveň mohou poskytnout do bilance přínosy tepla ve formě tzv. tepelných zisků.

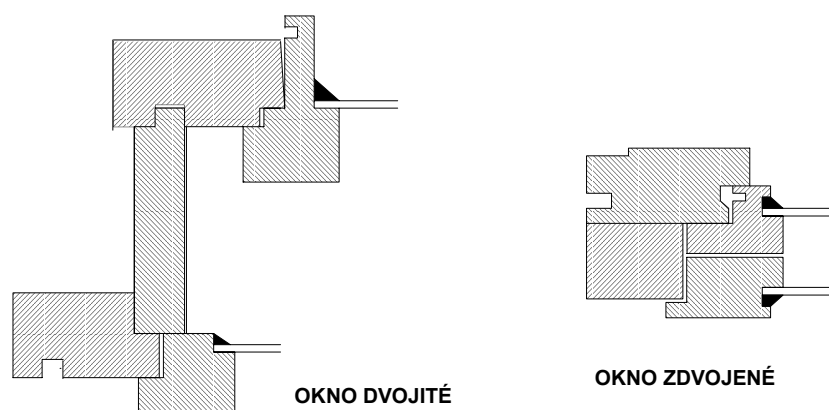
Při návrhu a posuzování otvorových výplní je nezbytné obě složky zvažovat a dále zohlednit hygienické požadavky na přirozené osvětlení a oslunění místností. Zároveň je třeba uvažovat vliv maximální hodnoty tepelného zisku (nebezpečí vzniku nepohody osáláním a vysokou teplotou vzduchu) a jeho reálné využití v energetické bilanci. Míra využití závisí zejména na akumulačních vlastnostech stavební konstrukce a pružnosti otopné soustavy (individuální regulace místností).

Tabulka 4.1.- Přehled konstrukcí oken

Období	Popis konstrukce	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]
do roku 1920	Okno dřevěné dvojitě	2,7
1921 až 1945	Okno dřevěné dvojitě	2,7
1946 až 1960	Okno dřevěné dvojitě	2,7
	Okno dřevěné, zdvojené	2,9
1961 až 1980	Okno dřevěné, zdvojené	2,9
	Okno kovové, zdvojené	4,0
po roce 1981	Okno dřevěné, zdvojené	2,9

4.1 Okna

Okno zajišťuje přirozené osvětlení interiéru, zprostředkovává větrání a umožňuje kontakt člověka s vnějším okolím.



Obr.4.1. Typy používaných dřevěných oken

Okna se rozdělují:

- podle materiálu na dřevěná, kovová, plastová a kombinovaná (např. dřevo - hliník),
- podle uspořádání křídel ve směru tloušťky stěny na jednoduchá, zdvojená a dvojitá,
- podle způsobu otevírání na otevíravá, otočná, kyvná, sklápěcí, vyklápěcí, posuvná a výsuvná, příp. s kombinovaným otevíráním,
- podle počtu křídel na jedno, dvou, tří a vícekřídlová.

V budovách postavených do padesátých let, kdy se jednalo převážně o tradiční zděné budovy nebo vyzdívané skelety, se osazovala klasická dvojitá okna do zalomeného nebo rovného ostění.

V průběhu padesátých a šedesátých let s rozvojem typizace a panelové výstavby se i v občanských stavbách osazovala typizovaná okna, nejprve zdvojená, později zdvojená se sdruženými křídly. Dále se používala okna dřevohliníková a hliníková.

Výběr vhodného okna a určení jeho velikosti je závislé na následujících požadavcích:

- a) **Denní osvětlení.** Pro velikost oken v jednotlivých místnostech je důležitý požadavek denního osvětlení. Místnosti mohou mít jednostranné osvětlení, boční dvoustranné osvětlení nebo boční a horní kombinované osvětlení. Při provádění opatření ke zlepšení tepelně technických vlastností (výměna oken) se musí dbát na to, aby byly dodrženy předepsané hodnoty činitele denní osvětlenosti a to hlavně v prostorách, kde jsou zvýšené nároky na denní osvětlení (školy, školky, administrativní pracoviště apod.)
- b) **Ochrana proti oslnění a přehřátí místností.** Současně s řešením denního osvětlení je nutné dbát na ochranu před nadměrným působením slunečního záření jak po stránce světelné tak i tepelné. Tento problém se nevyskytoval v tradičních zděných budovách, kde byl spíše nedostatek denního osvětlení a vzhledem k dobré akumulaci schopnosti zdíva chladno i v letních měsících. V objektech z pozdějšího období, ve kterých se osazovala typizovaná okna, často dochází k přehřívání místností v letním období.
- c) **Větrání místností.** Okno je z hlediska výměny vzduchu stále nejdůležitějším prvkem větracího systému. Nejvhodnější jsou okna se spodním a horním ventilačním křídlem, bezpodmínečně nutné je alespoň horní ventilační křídlo. Z hlediska větrání jsou výhodnější místnosti s oboustranně umístěnými okny, je však nutno uvážit i jejich nevýhody - větší plochu obvodového zdíva a dispoziční problémy. V mnoha případech je nutné zajistit větrání strojní.
- d) **Zvuková izolace.** Okno je z hlediska zvukové neprůzvučnosti nejslabším článkem obvodového pláště. V mnoha budovách dochází k překračování nejvyšší přípustné hladiny hluku v okolí a je proto nutné navrhnout taková opatření, která by umožnila dodržet alespoň nejvyšší přípustnou hladinu hluku ve vnitřním provozu.
- e) **Tepelná izolace.** Při podstatném zlepšení součinitele prostupu tepla plných obvodových konstrukcí se přesouvá těžiště tepelných ztrát na jejich otvorové výplně, hlavně okna. Podíl oken na celkových tepelných ztrátách může činit až 40 %. Tepelné ztráty vznikají jednak prostupem tepla, který závisí na teplotním spádu, na ploše okna a jeho součiniteli prostupu tepla, a jednak únikem tepla způsobeným netěsnostmi okenní konstrukce. Výběr okna (velikost, materiál, konstrukce) a volba vhodného doplňkového zařízení (žaluzie, rolety) jsou důležité při hledání možností vedoucích ke zmenšení tepelných ztrát. Trojitě zasklení má dobré tepelně technické vlastnosti, ale v dnešní době, kdy jsou k dispozici velmi kvalitní dvojskla se součinitelem prostupu tepla $k = 0,9 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$, je trojitě

zasklení užíváno převážně z akustických důvodů. Jeho užití, tak jako jiných opatření se doporučí podle výsledků stavebně energetického auditu.

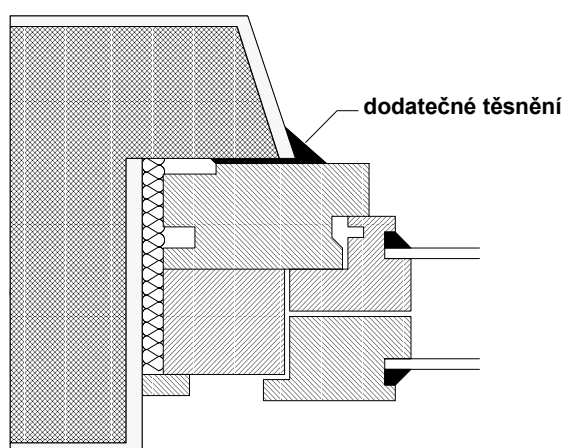
4.2 Opatření vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností oken

4.2.1 Odstranění okenních netěsností.

Pod pojmem okenní netěsnosti rozumíme jednak netěsnosti spáry pevné, tj. spáry mezi okenním rámem a konstrukcí obvodového pláště (ostěním), a jednak netěsnost spáry pohyblivé, tj. spáry mezi rámem okna a rámem okenního křídla.

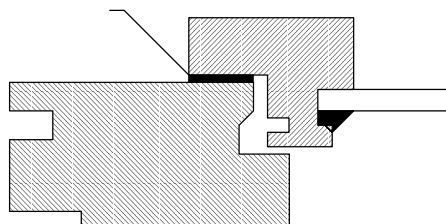
Pevná spára by měla být vzduchotěsná. Spáry pohyblivé by neměly být příčinou nadměrných tepelných ztrát. Netěsnosti spar mohou být způsobeny nadměrnou tloušťkou nátěrů, svěšenými závěsy oken, zkřížením okenních křídel a podobně. Méně častý je vznik netěsností z důvodů rozměrových odchylek. Těsnění spar lze realizovat dvěma odlišnými technologiemi, a to tmelením nebo pomocí pásků, profilů, příp. kombinací obou způsobů. Těsnění pevné spáry se provádí nejčastěji polyuretanovou pěnou. Těsnění pohyblivých spar se doporučuje přednostně blíže vnitřnímu prostředí (tj. například u dvojitěho okna na vnitřních křídlech).

- a) Tmelení.** Těsnící tmely se nanášejí do spar většinou mechanickým natlačováním. Tmel se musí přizpůsobit tvaru spáry. Tmely jsou proměnlivé vlivem objemových změn spáry. Tmely jsou proměnlivé vlivem objemových změn. Přípustná změna objemu je uvedena v podkladech výrobců a u běžně používaných tmelů nepřesahuje 25 % původní výplně spáry. *Tmelení napojovací spáry:* Vlastní opravu napojovacích spar lze provádět buď zevnitř objektu, nebo zvenku ze závěsných lávek nebo z lešení. Před vlastním tmelením je třeba očistit stykové plochy od volných částecek povrchových úprav a prachu, aby povrch byl čistý a nedrobivý. Do spáry je nutno vložit podložný profil z inertního materiálu, na který se natlačí trvale pružný tmel. Po vytlačení tmelu se tmel zarovná seříznutím.



Obr.4.2. - Příklad dodatečného utěsnění napojovací spáry

Tmelení funkční spáry mezi okenním rámem a rámem křídla: Principem je vytvoření pružné těsnící vrstvy, která vyplní spáru. Do očištěné polodrážky se nanese tmel, překryje se polyetylenovou fólií, okno se zavře. Přebytečný tmel se vytlačí a po zatvrdnutí se odstraní. Doba tvrdnutí závisí na druhu použitého tmelu. Tmelení se provádí na vnitřním křídle.

dodatečné tmelení

Obr.4.3. - Příklad dodatečného tmelení mezi okenním rámem a rámem okenního křídla napojovací spáry

- b) Profily z pryže a plastů.** Profily z pryže a plastů lze použít na utěsnění pevné i pohyblivé spáry. Profily se upevňují lepením nebo natlačením do vyfrézované drážky.
- c) Textilní pásy.** Textilní pásy (kartáčkové těsnění) se používají jako těsnění pohyblivých spar posuvných oken. Upevňují se lepením. Posuvná okna se do škol nedoporučují a to hlavně z bezpečnostních důvodů.
- d) Pásy z pěnového polyuretanu.** Pásy z pěnového polyuretanu (molitanové těsnění) se používají na těsnění meziokenního prostoru u zdvojených oken. Lepí se na vnitřní rám okenního křídla nebo mezi vnitřní a vnější rám okenního křídla zdvojených oken. Tyto pásy mají velmi krátkou životnost.

Při utěšňování oken se musí zvažovat nezbytné větrání. Určitá výměna vzduchu v místnosti závisí na druhu místnosti a vývinu škodlivin.

V případě výměny starého okna za nové těsné je třeba dodržet minimální předepsanou výměnu vzduchu, např. větracími štěrbinami nebo tzv. "organizovaným větráním".

4.2.2 Zlepšení tepelně technických vlastností oken

Jako tepelně technický ukazatel kvality okna se u nás používá součinitel prostupu tepla k ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Pro běžná zdvojená okna je $k = 2,7$ až $3,0 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a je snaha tuto hodnotu snižovat. U stávajících oken existuje řada možností, jak tohoto snížení docílit, např. užitím žaluzií, rolet, přídavným zasklením, změnou kvality stávajícího prosklení (např. záměnou jednoduchých skleněných tabulí za tepelně izolační dvojskla) nebo výměnou oken. Musí se však dbát na to, aby užitím určitého stínícího prvku nebyla zmenšena požadovaná osvětlenost prostoru.

- a) Meziokenní žaluzie lamelová.** Meziokenní lamelová žaluzie je určena pro okna s minimální vzdáleností skel 30 mm. Lamely (pásy hliníkové nebo z PVC) jsou uloženy v nosných žebříčcích, kterými se vyklápějí do žádané polohy. Sklon lamel je v rozmezí 140° . Připevňuje se přišroubováním k hornímu rámu vnějšího okenního křídla. Hodnoty součinitele prostupu tepla okna zdvojeného dřevěného s žaluzií jsou podle státní zkušebny ve Zlíně následující:

Tabulka 4.2.

okno dřevěné zdvojené bez úpravy	$k = 2,52 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$
okno dřevěné zdvojené bez úpravy s žaluzií - lamely sklopeny dovnitř	$k = 2,15 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$
okno dřevěné zdvojené bez úpravy s žaluzií - lamely sklopeny ven	$k = 2,08 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$
okno dřevěné zdvojené bez úpravy s žaluzií - lamely vodorovně	$k = 2,19 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$

b) Textilní roleta. Svinovací roleta s dřevěným nebo kovovým samotočem, vyrobená z plátna nebo z roletoviny s hliníkovou fólií. Roleta může být umístěna v meziprostoru dvojitěho okna nebo jako předokenní interiérová roleta u oken zdvojených. Z provozních i ekonomických důvodů je tato varianta výhodná z hlediska zlepšení tepelně technických vlastností okna je však pouze opatřením doplňkovým. Nejúčinnější z tepelně izolačního hlediska je (podle státní zkušebny ve Zlíně) kombinace meziokenní hliníkové žaluzie a vnitřní textilní rolety $k = 1,57 \text{ W. m}^{-2}. \text{K}^{-1}$.

c) Vnější roleta - roletový truhlík. Vnější okenní rolety bývaly dříve běžným doplňkem oken. V současné době nastává renesance v používání této důležité součásti okna. Konstrukce okenních rolet se skládá ze svinovacího pásu z lamel, z vodítek pásu, navíjecího hřídele, ovládacích prvků a skříně. Lamely jsou nejčastěji vyrobeny ze dřeva, plastické hmoty nebo hliníkového plechu. Mohou být dutinové s izolační výplní. Skříně je konstrukčně provedena podle toho, zda se uvažuje s jejím zabudováním v průběhu výstavby, zda je výrobně pevnou částí okenní konstrukce nebo zda bude přimontována dodatečně, např. při rekonstrukci. Venkovní rolety při správné aplikaci a používání výrazně zlepšují tepelně technické vlastnosti oken v noční době a zároveň slouží jako zatemnění oken ve dne.

d) Zateplovací okno. Zateplovací okno je jednoduše zasklené, otevíravé okno, které je možno přidat ke stávající okenní konstrukci z vnější strany. Podmínkou pro použití tohoto způsobu zateplení je dostatečná hloubka ostění. Nevýhodou je zmenšení průhledné plochy okna a nemožnost aplikace na okna všech typů oken. Zateplovací okno nelze použít na okna kyvná a otočná.

e) Přídavné sklo nebo náhrada jednoduchého skla dvojsklem

Aplikace přídavného skla je úzce vázána na konstrukci okna, velikost okenních křídel a únosnost závěsů. Pro okna otočná a kyvná nelze tento způsob zateplení použít vzhledem k omezené únosnosti kování těchto oken.

Přídavné sklo v dřevěném rámu: Toto řešení je vhodné pro dvojitá špaletová okna. Přídavný rám se připevňuje pevně na vnější stranu vnitřního křídla. Přídavné sklo v dřevěném rámu se doporučuje do maximální velikosti skla 600/1500 mm. Před aplikací přídavného skla je nutné posoudit stav stávajícího okenního rámu a únosnost závěsů.

Přídavné sklo s plastovou obvodovou lištou: Toto řešení lze použít pro okna jednoduchá, zdvojená i dvojitá do velikosti křídel 600/1500 mm. Přídavné sklo se připevňuje pevně z vnitřní strany nebo mezi zdvojená křídla.

Přídavné sklo v hliníkovém rámečku: Toto řešení je vhodné pro doplňkové zasklení zdvojených oken. Hliníkový rámeček je připevněn z vnější strany, sklo je fixováno pryžovým těsněním.

Jednoduché sklo (u dvojitých a zdvojených oken) je možné nahradit izolačním dvojsklem. Hodnota součinitele prostupu tepla k je závislá na šířce vzduchové mezery a na tloušťce skleněných tabulí.

Izolační skla se zesílenou tepelně izolační schopností mají vnitřní tabuli ze skla s nízkou emisivitou (na povrchu je nanese vrstva oxidu kovu), dutina mezi skly může být vyplněna plynem s nízkou tepelnou vodivostí.

Aby byly zachovány funkční vlastnosti izolačních skel, musí být dodrženy následující podmínky:

- 1) Při osazení izolačního skla do drážky okenního rámu musí být zachovány požadované dilatační spáry.
- 2) Velikost izolačního skla nelze dodatečně upravovat.
- 3) Izolační sklo nesmí být v přímém styku s okenním rámem, zasklívací drážka musí být dostatečně hluboká a široká.
- 4) Konstrukce okenních ráků a křidel musí mít dostatečnou únosnost.
- 5) Pro tmelení se nesmí používat sklenářský tmel, je nutné užít tmel trvale pružný.

f) Tepelně izolační fólie na sklo

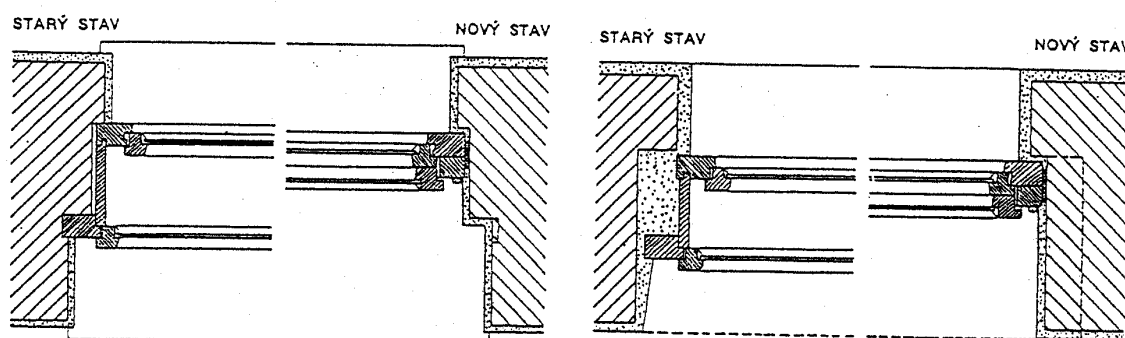
Aplikací termální fólie se zlepšuje izolační schopnost prosklené plochy, čímž se sníží tepelné ztráty oknem. Fólie se lepí na vnitřní stranu okenní plochy. Termální fólie snižuje v letních měsících průnik sluneční energie do místnosti. Dodává se ve stříbrném, bronzovém a kouřovém zabarvení.

4.2.3 Výměna oken

Ve staré zástavbě jsou většinou použita okna dvojitá, osazená do zalomeného ostění, řidčeji okna rámová otevíravá ven a dovnitř nebo okna jednoduchá (v některých budovách byla jednoduchá okna osazována do nevytápěných prostor). S rozvojem typizace ve stavebnictví byla okna dvojitá nahrazena okny zdvojenými. Výměna oken je závislá na druhu původních oken, tvaru ostění a způsobu zateplování objektu. Při vnitřním zateplování obvodových stěn lze doporučit výměnu oken pouze za okna stejných rozměrů, aby se vyloučila nutnost stavebních úprav okenního otvoru. Při vnějším zateplování lze upravit rozměry okenního otvoru podle rozměrů nově osazovaného okna nebo osadit na zakázku vyrobená okna. Z hlediska snížení spotřeby energie se doporučuje zvážit potřebnou velikost oken a dimenzovat úsporněji alespoň otvory orientované na sever, avšak vždy v souladu s požadavky na denní osvětlení.

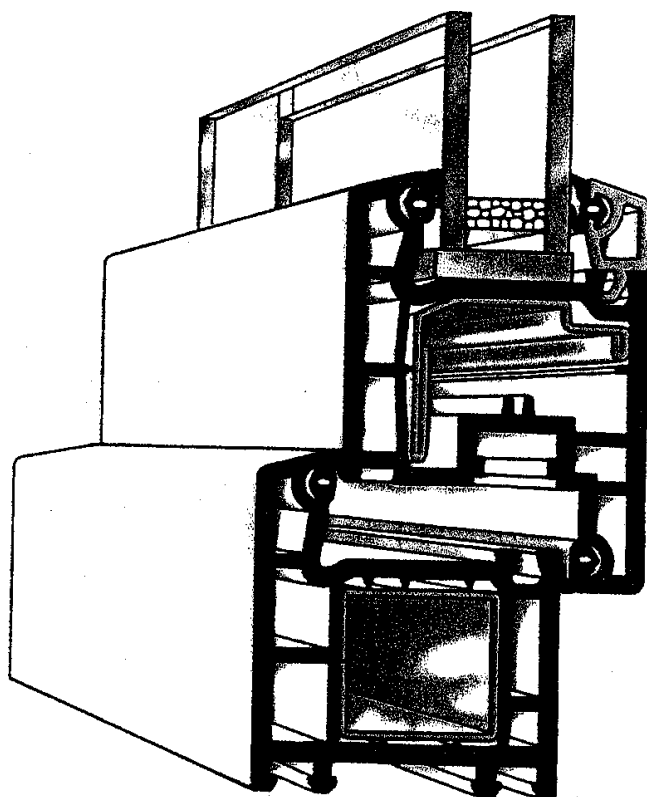
V současnosti existuje široká nabídka sortimentu dřevěných a plastových oken dodávaných na zakázku podle individuálních požadavků zákazníka.

a) Výměna dvojitého okna. Při výměně dvojitého okna za dvojité okno (např. z důvodů špatného stavu starého okna) zůstává ostění oken beze změn. Při výměně dvojitého okna za okno zdvojené je nutno ostění upravit. Okenní křídlo se vysadí, vybourají se rámy. Ostění se upraví podle rozměrů nového okna a omítne se. Osadí se rámy, zajistí se ve správné poloze a zakotví se. Spára mezi zdivem a rámem se řádně utěsní a zalištuje. Do rámu se zavěsí křídla.



Obr.4.4. - Příklad výměny dvojitého okna

- b) **Výměna dřevěného okna za okno plastové.** Při náhradě okna dřevěného oknem plastovým je nutno zvážit všechny klady i záporny, které tato náhrada přináší. Plastová okna jsou vhodná zejména pro rekonstrukce starých objektů, jejichž ráz je dán tvarem oken a celkovým provedením fasády. Plastová okna jsou rozměrově, tvarově i barevně variabilní, zaručují dobrou tepelnou a zvukovou izolaci (orientační hodnoty $k = 2,9 - 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ podle druhu zasklení, $R_w = 30 \text{ dB}$) a mají téměř nulové náklady na údržbu.



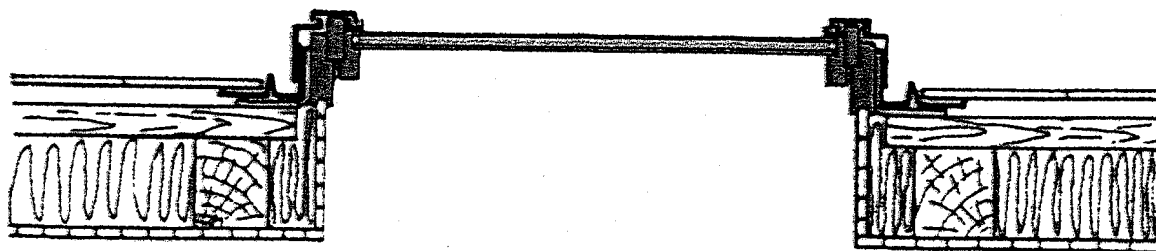
Obr.4.5. - Příklad plastového okna

4.3 Střešní okna

Střešní okna jsou vhodným řešením při modernizaci (zateplování) podkroví i při nové výstavbě. Střešní okna jsou většinou konstruována pro sklon střechy od 15° - 20° do 75° - 85°. Volba výšky osazení okna je ovlivněna sklonem střechy, možnostmi výhledu, požadavkem na prosvětlení místnosti, možnostmi ovládání okna a jeho čištění. Okenní zámek by neměl být výše než 1,9 m. Ostění okenního výklenku je třeba provést nad oknem vodorovně a pod oknem svisle. Většina střešních oken je vybavena zaslepeným větracím průduchem, do něhož lze na přání zákazníka osadit vzduchový filtr.

Střešní okna jsou vhodná při rekonstrukci starších typů budov s krovem, kdy se půdní vestavbou vybudují nové prostory.

V oblasti výroby a dovozu střešních oken je široký sortiment výrobků, které se liší nejen cenou, ale i kvalitou. Při výběru střešního okna je nutno dbát na vynikající tepelně technické vlastnosti skel, včetně požadavku lepeného bezpečnostního skla na spodním lici zasklívací jednotky. Při montáži střešních oken je nutné zamezit tvorbě tepelných mostů v místě napojení střešního okna na střešní konstrukci.



Obr.4.6. - Příklad střešního okna

4.4 Zasklené stěny

V některých objektech se vyskytují poměrně velké prosklené plochy, např. prosklené spojovací chodby, velkoplošně zasklené vstupní haly atd. Tyto velké skleněné plochy jsou příčinou vysokých tepelných ztrát a je proto účelné je buď zmenšit nebo vhodně upravit. V případě jednoduchého zasklení je nahradit izolačními dvojskly nebo trojskly, případně dvojskly, kde venkovní sklo je determální a vnitřní čiré. Dvojskla je možno opatřit izolační fólií, třetím sklem apod.

Pozornost je nutné věnovat rovněž ráům, které jsou převážně bez přerušovaných tepelných mostů, jsou zdrojem značných tepelných ztrát a navíc v zimním období na jejich povrchu kondenzuje pára.

Při návrzích zmenšení jednoduše zasklených ploch je možné vyzdít parapety a použít okna s dvojsklem.

Pro dobrou pohodu prostředí je nutno vybavit zasklené plochy ochranou proti slunečnímu záření, nejvhodnější jsou venkovní rolety nebo žaluzie, dostačující jsou i žaluzie vnitřní.

4.5 Dveře

Dveře jsou konstrukční prvky uzavírající průchozí otvory. Skládají se z pevné nosné nebo vodící konstrukce a z pohyblivého křídla. Dveře mají být snadno otevíratelné, bezpečné proti nežádoucímu vniknutí, odolné proti vyšší relativní vlhkosti vzduchu, požárně odolné a tepelně a zvukově izolační.

V tradičních zděných budovách z období do padesátých let se osazovaly převážně dvoukřídlové dveře vyráběné na zakázku podle požadavků projektu. V budovách z pozdějších let byly osazovány typizované, hromadně vyráběné dveře.

Podle umístění v budově jsou dveře vnitřní - uzavírají průchozí otvory uvnitř budovy a dveře vchodové - uzavírají vstupy do budovy.

Vyšší požadavky na tepelnou izolaci dveří lze řešit dvěma způsoby: dodatečným těsněním nebo vnitřním zateplením.

Dodatečné těsnění: Netěsnost dveří je příčinou značných ztrát tepla, a to nejenom u starých a různým způsobem poškozených dveří - např. ztrouchnivělé zárubně, zkroucená křídla atd., ale i u nových výrobků při použití nekvalitního materiálu (např. nedostatečně suché řezivo) nebo v důsledku nekvalitní montáže. Dodatečným těsněním lze tyto tepelné ztráty eliminovat. Důležitá je zejména těsnost dosedací drážky mezi dveřním křídlem a prahem. Pro dodatečné těsnění dveřních křídel se nejčastěji používají kovové pásy nebo pryžové profily lepené nebo natlačované do drážek. Toto těsnění však znesnadňuje otevírání a zavírání dveří. Vhodnějším způsobem je dodatečná montáž spárového těsnění, obíhajícího celý obvod dveřního křídla.

Vnitřní zateplení: Dodatečná celoplošná tepelná izolace neprůsvitných dveří se aplikuje na vnitřní straně dveřního křídla a současně může plnit i funkci izolace proti hluku. Vnitřní zateplení dveří lze realizovat různými způsoby, např. čalouněním, sendvičovou konstrukcí atd. U prosklených dveří se používají obdobné způsoby zateplení jako u oken.