

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Snížení energetické náročnosti
bytového panelového domu s ohledem
na ekonomickou efektivitu**

Kryštof Blažek

2019

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Váchal, A.T.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 20.5.2019

.....

Kryštof Blažek

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Váchalovi, Arquitecto Técnico za možnost výběru tohoto tématu ke zpracování a za jeho odborné vedení.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Blažek</u>	Jméno: <u>Kryštof</u>	Osobní číslo: <u>458347</u>
Zadávací katedra: <u>122</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Snížení energetické náročnosti bytového panelového domu s ohledem na ekonomickou efektivitu</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Lowering the energy consumption of residential block of flats considering economic efficiency</u>	
Pokyny pro vypracování: Historie technologie a konstrukce stavby panelových domů, typy vhodných systémů pro snížení energetické náročnosti objektu - obvodového pláště, střechy a stropní konstrukce suterénního patra, návrh vhodných řešení u stávajícího panelového domu, výpočet prostupu tepla, finanční zhodnocení navržených opatření, technologické zhodnocení, výběr vhodného řešení pomocí vícekriteriální analýzy.	
Provedena vícekriteriální posouzení tří navržených skladeb pro obvodový plášť, dvou pro střešní konstrukci a dvou pro strop 1.PP.	
Podkladem pro technologické porovnání bude rozbor, technologický normál a časový plán provádění. Návrh opatření bude graficky zpracován.	
Seznam doporučené literatury: ČSN příslušné pro řešenou problematiku, vyhláška č. 78/2013 Sb., PEF-CZU - Vícekriteriální analýza variant.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto Técnico</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>19.2.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Anotace

Snížení energetické náročnosti bytového panelového domu s ohledem na ekonomickou efektivitu

Práce se zabývá analýzou stávajícího stavu budovy a návrhem několika typů obalových konstrukcí, aby budova splnila energetický štítek obalových konstrukcí na klasifikační třídu B. Jednotlivé obalové konstrukce jsou rozebrány a podrobeny vícekriteriální analýze, podle které je vybráno nejvhodnější řešení.

Klíčová slova:

Obálka, vícekriteriální, analýza, energetický, štítek, návrh, třída

Abstract

Decreasing an energy consumption of the residential high-rise building considering its economic efficiency

This bachelor thesis presents and analyses a current energy consumption state of a specific high-rise building. The analysis results in proposing selected designs of external constructions to improve its energy consumption classification category to B. A variety of construction designs are analysed with the assistance of Saaty's methodology. The Saaty's methodology results are used to justify the final proposed solution.

Keywords

Saaty's, thesis, analyses, state, designs, constructions, methodology

Obsah

Úvod.....	10
Cíle bakalářské práce	10
1 Panelové domy a jejich počátky	12
1.1. Historie	13
1.2. Konstrukční a technologický vývoj	15
1.2.1. Soustava T	16
1.2.2. Soustava G.....	17
1.2.3. Soustava T 06 B.....	22
2 Typy systémů pro snížení energetické náročnosti	25
2.1 Zateplení střešní konstrukce	26
2.2 Zateplení obvodových konstrukcí	27
2.3 Zateplení stropní konstrukce suterénu	28
3 Popis budovy.....	30
3.1 Obecné informace.....	30
3.2 Konstrukční systém, konstrukce a skladby.....	30
3.3 Technická zařízení.....	34
4 Analýza budovy.....	35
4.1 Analýza součinitele prostupu tepla konstrukcemi	35
4.2 Měrné tepelné ztráty stávajícího stavu	41
4.3 Průměrný součinitel prostupu tepla	42
5 Návrh obalových konstrukcí	43
5.1 Střešní plášť.....	43
5.1.1 Klasické pořadí vrstev.....	43
5.1.2 Obrácené pořadí vrstev	43
5.2 Obvodový plášť.....	44

5.2.1	Kontaktní zateplovací systém	44
5.2.1.1	Tepelná izolace z EPS.....	44
5.2.1.2	Tepelná izolace z minerální vaty.....	44
5.2.2	Bezkontaktní zateplovací systém	45
5.3	Stropní konstrukce suterénu	46
5.3.1	Tepelná izolace z EPS.....	46
5.3.2	Tepelná izolace z minerální vaty.....	46
5.4	Výplně otvorů	47
5.4.1	Výplně okenních otvorů	47
5.4.2	Výplně dveřních otvorů	47
6	Rozbory, normály a časové plány variant	48
6.1.	Obvodový plášť.....	48
6.1.1.	S EPS.....	48
6.1.2.	S minerální vatou.....	49
6.1.3.	Bezkontaktní.....	50
6.2.	Střešní plášť	51
6.2.1.	S klasickým pořadím vrstev	51
6.2.2.	S obráceným pořadím vrstev	52
6.3.	Zateplení stropu.....	53
6.3.1.	S EPS.....	53
6.3.2.	S minerální vatou.....	53
7	Rozpočet jednotlivých variant.....	54
7.1.	Rozpočet zateplení obvodového pláště	54
7.2.	Rozpočet zateplení střešního pláště	55
7.3.	Rozpočet zateplení stropu	56
7.4.	Rozpočty jednotlivých skladeb.....	57

8 Vícekriteriální analýza	58
8.1 Vícekriteriální analýza variant obvodového pláště	59
8.2 Vícekriteriální analýza variant střešního pláště.....	60
8.3 Vícekriteriální analýza variant zateplení stropu	62
9 Finální vybrané řešení	63
9.1 Měrné tepelné ztráty zatepleného objektu.....	64
9.2 Průměrný součinitel prostupu tepla zatepleného objektu.....	65
9.3 Určení klasifikační třídy obálky budovy.....	65
9.4 Výkresy a schémata.....	67
9.4.1. Půdorys a řez zatepleného obvodového pláště.....	67
9.4.2. Půdorys, řezy a detaily navrhnuté střechy	70
9.4.3. Schéma kladečského plánu	72
9.5 Energetické porovnání STS a NS.....	73
Závěr.....	74
Zdroje a použitá literatura	75
Použité elektronické dokumenty	75
Použitá tištěná literatura	75
Seznam zkratek.....	76
Seznam obrázků.....	76
Seznam tabulek.....	77
Seznam grafů	80
Seznam příloh	80

Úvod

Jak v České republice, tak po celém světě se vyskytuje nespočet energeticky nevhodných budov, a to nejčastěji v podobě unikajícího tepla skrze obálku budovy. Jsou to většinou všechny konstrukce obálky budovy, které nevyhovují dnešním požadavkům tepelných ztrát, ať se jedná o konstrukce obvodové neprůsvitné, střešní, výplně otvorů nebo zateplení konstrukcí ve styku se zemí nebo s nevytápěnými prostory. Jde jak o velkou finanční ztrátu, tak i energetickou s velkým dopadem na životní prostředí.

Systémů a typů zateplení s velkou materiální variabilitou je několik a každý z těchto systémů má své výhody a nevýhody, ať se jedná o stránku finanční, tepelnou, bezpečnostní z hlediska požární odolnosti, životnosti, údržbou, ekologickou nebo další. Na každý způsob zateplení jsou kladeny různé požadavky, které musí být splněny a musí být navržena taková řešení, aby se vydala nejrozumnější cestou.

Cíle bakalářské práce

Cílem této práce bude navrhnout vhodné zateplení ke splnění klasifikační třídy B panelového objektu ve městě Kraslice v ulici Školní s ohledem na ekonomickou, technickou a technologickou stránku.

Práce bude rozdělena na dvě části na teoretickou a praktickou.

V teoretické části bude popsána historie vzniku a vývoje panelových domů ve světě a později vývoj panelových domů na území České republiky až po soustavu T 06 B, která bude v této práci zateplována.

V praktické části bude podrobně popsán stávající objekt a analyzován, k výpočtům prostupů tepla konstrukcemi. Budou vypočítány měrné ztráty prostupu tepla a součinitel prostupu tepla k určení možných řešení. Dále budou navrženy tři skladby pro obvodový plášť, dvě skladby pro střešní plášť a dvě skladby pro zateplení stropu nevytápěného suterénu. Na základě vícekritériální analýzy budou vybrány nejvhodnější řešení, na které se provede

výpočet měrných ztrát a součinitele prostupu tepla. Vytvoří se energetický štítek obálky budovy a určí se klasifikační třída stávajícího a zatepleného objektu. Na závěr bude energetiky porovnán stávající a nově zateplený objekt.

Práce bude doplněna výkresy a schémata navržených opatření.

1 Panelové domy a jejich počátky

Nejspíše téměř každý z nás už někdy byl na panelovém sídlišti a nakoukl i dovnitř těchto velkých betonových kvádrů. Dá se říct, že jen málokomu se v tomto prostředí líbilo nebo líbí. Ačkoliv tu budou tací, kteří mohou říct, že jsou s tímto bydlením spokojeni, pak je hodně pravděpodobné, že tito lidé nikdy nezkusili a nezažili bydlení v klasickém zděném domě či jiném domě, ale zato alespoň s malým důrazem na pohodlí života jak z tepelného, akustického, prostorového, tak by se dalo říct i často mapově situovaného. Jsou to právě všechny tyto faktory, které znepříjemňují bydlení dnešním obyvatelům těchto sídlišť nebo jak se říká králíkáren. Minimálně lidem, kteří se s tímto názvem ještě nesetkali, musí téměř hned dojít, jak se k tomuto názvu dostali.



Obr. č. 1 Sídlíště v Hong Kongu

Zdroj: <https://21stoleti.cz/2017/05/20/panelstory-aneb-kde-se-vzala-sidliste/>

Bohužel jsou tato sídliště velkým problémem, jelikož šlo hlavně o to, aby se udělalo pro spoustu lidí rychlé a dostupné bydlení, ale zato se v důsledku nepříjemně zaplatilo. Mimo nepříjemnou domovní pohodu, kdy se lidé v bytech bojí po 22. hodině večer zvýšit hlasitost televize, aby na ně zase soused s koštětem nebouchal při čtení složenky na zaplacení energií, kterých ani neví, jak jí stačili tolik spotřebovat, tak tu byla další stránka, která zasahovala i do

životů mimo jejich "papírový dům". Jde o nepříjemnosti spojené s dopravou. U velkých měst jako je Praha je velký problém každodenního návalu těchto lidí ze sídlišť, kteří pokryjí velkou část hromadné dopravy, která když bydlíte někde blíže centra, přijede už téměř plná. Je tu problém i z hlediska automobilní, kdy se ucpou všechny tahy do města. Trpí tedy jak lidé ze sídlišť, tak lidé mimo ně. Tuto problematiku mají ale řešit urbanisté a snažit se poměrově rozložit bydlení s možností pracovní příležitosti v dané lokalitě.

1.1. Historie

Ačkoliv se výroba prefabrikovaných dílců datuje už do starověkého Říma, kde se lily dílce pro stavbu například akvaduktů, tunelů a propustků pro vodu, tak první rozšířené využití této technologie pro stavbu domů nastalo na počátku 20. století.¹

Jako jedním z průkopníků panelových domů se udává britský inženýr John Alexander Brodie, který roku 1905 zřídil "výstavu levných chatek" (CheapCottagesExhibition). Tato výstava levného a rychlého bydlení vzbudila pozornost po světě a jelikož jedna z chatek byla postavena betonovými vyztuženými panely, začala se tato technologie pozvolna více prozkoumávat. Rozsáhle se ale zatím moc využívat nezačala.²

Panelové technologie se chytili Nizozemci, kteří ji dále rozvíjeli a využívali a ke konci 20. let se první panelové domy objevili také v Německu.³

Do Čech se dostala technologie roku 1939, kdy začala zkoumat a vyrábět panelové dílce společnost Baťa. Mezi hlavní představitele vývoje a využívání panelových dílců firmy Baťa se uvádějí architekti Bohumír Kula, Hynek Adamec, Miroslav Drofa a Arnošt Kubečka, podle kterých se roku 1943

¹Building Solutions. Arch precast. *Building-solutionsinc.com*[online]. © 2017 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.building-solutionsinc.com/arch-precast/>

²GREANEY, Martin. Liverpool heroes1johnalexanderbrodie city engineer. *Historic-liverpool.co.uk*[online]. Dostupné z: <https://historic-liverpool.co.uk/liverpool-heroes-1-john-alexander-brodie-city-engineer/>

³JANDA, Martin. Panelstory aneb kde se vzala sídliště. In: RF HOBBY. *21stoleti.cz* [online]. 20.5.2017 [cit. 2019/04/14]. Dostupné z: <https://21stoleti.cz/2017/05/20/panelstory-aneb-kde-se-vzala-sidliste/>

a 1946 postavilo několik panelových domků. Nejednalo se však o celo-panelovou montáž, ale šlo o kombinace panelových dílců a tvárnic.⁴

Byla to právě druhá světová válka, která držela firmu Baťa v neustálém vývoji, jelikož věděli, že rychlá výstavba bude potřeba. Bohužel pro Baťu pořizovací náklady na výrobu panelů nebyly malé, a proto domy z tehdejších pálených cihel byly levnější a preferovanější pro výstavbu.⁴

Další zajímavou stavbou se stal roku 1947 experimentální třípodlažní dům architekta Hynka Adamce ve Zlíně v části Podvesná IV, který byl tvořen jako celo-montovaný z panelových dílců.⁴

Přesto se však jako první celo-panelová stavba u nás považuje dům na Benešově nábřeží ve Zlíně postavený roku 1953, kde byl použit prvně standardizovaný a celostátně rozšířený konstrukční systém typu G 40. Písmeno G zde označuje Gottwaldov neboli tehdejší Zlín a číslovka 40 představuje počet bytů, které se v domě nacházely. Právě kvůli celostátní standardizaci se tento celo-panelový dům považuje za první v Československu a také ten, který odstartoval rozsáhlou výstavbu panelových domů na našem území. Kvůli prefabrikovaným celo-stěnovým panelům s rozměry 3,2x3,8 m se musel vyvinout nový jeřáb, který by unesl tyto těžké pěti tunové dílce. Vyvinut byl portálový jeřáb z ocelové konstrukce se dvěma kočkami a možností demontáže.⁴

⁴HORŇÁKOVÁ, Ladislava. První panelový dům G, In: Uměleckoprůmyslové museum v Praze. *Panelaci.cz* [online]. Praha: © 2017 [01-04-2019]. Dostupné z: <http://www.panelaci.cz/sidliste/zlinsky-kraj/zlin-prvni-panelovy-dum-g>



Obr. č. 2 Stavba prvního panelového domu v Brně

Zdroj: https://encyklopedie.brna.cz/home-mmb/?acc=profil_ulice&load=1217

Ve Zlíně nadále pokračoval vývoj nových typů například G32. V roce 1955 vznikl nový typ nárožního domu G 55, který už nesl číslo podle data vzniku. Následovaly soustavy G 57, G 58, G 59.⁵

1.2. Konstrukční a technologický vývoj

Na našem území se vyskytuje několik desítek typů soustav a podsoustav panelových domů, ale pro účel této práce budou v následujících řádcích rozebrány jen hlavní typy od prvních zrealizovaných až po soustavu T 06 B, která je v této práci revitalizována.

⁵HORŇÁKOVÁ, Ladislava. První panelový dům G, In: Uměleckoprůmyslové museum v Praze. *Panelaci.cz* [online]. Praha: © 2017 [01-04-2019]. Dostupné z: <http://www.panelaci.cz/sidliste/zlinsky-kraj/zlin-prvni-panelovy-dum-g>

1.2.1. Soustava T

Následující text vychází z webového portálu⁶.

Jak už bylo výše zmíněno, u této soustavy se nejedná o celo-panelovou konstrukci, ale o první typizovanou konstrukční soustavu, na kterou panelové soustavy navázaly.

Výstavba těchto domů se pohybuje v období 1946-1960 a hlavním společným rysem je nosné obvodové zdivo z pálených cihel o tloušťce 450 mm a škvárobetonových prvků. Důvodem této tloušťky nebyla jen statická únosnost, ale především normou uvedený požadavek z roku 1949 na tepelné ztráty, který se začal touto metodou širšího obvodového zdiva řešit. Pokud se jednalo o dům s 5-6 podlažími, tak první nebo i druhé patro bylo vyzděno v tloušťce 600 mm. U dutinových cihel a škvárobetonových tvárnic byla však tloušťka jen 375 mm. Štítové stěny byly užší, a to s tloušťkou 250-300 mm. U podparapetního zdiva byla tloušťka zdiva také menší, a to v tloušťce 300 mm kvůli zapuštění otopných těles nebo pro použití bloků, které byly využity jako meziokenní pilíře k rychlému vyzdění. Jednalo se o typy T 01, T 02, T 03, T 11, T 12, T 13. Následoval typ T 16, který začal prvně využívat lehké okenní panely, které byly tvořeny železobetonovým rámem a vyplněny polystyrenovou izolací.

Střechy se stavěli ze začátku šikmé s dřevěnými krovy a keramickou krytinou. Později krovy využívaly železobetonové prefabrikáty. Od poloviny padesátých let se začaly provádět i střechy ploché, kde tepelná izolace byla tvořena pomocí lehčeného betonu, který fungoval i jako spádová vrstva nebo z izolačních desek tloušťky kolem 30 mm, na které byla následně provedena spádová vrstva z lehkého betonu.

Stropy byly ze začátku tvořeny dřevěnými trámy a později s montovanými železobetonovými I nosníky se škvárobetonovými nebo

⁶STÚ-K, *Příručka typologií obytných budov s příklady opatření ke snížení jejich energetické náročnosti* [online]. Praha: stú-k, Prosinec 2014 [01-04-2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/1335699-Prirucka-typologii-obytnych-budov.html>

keramickými vložkami. V místech, kde nebyl nutný rovný pohled, se používali železobetonové I nosníky se segmentovými železobetonovými deskami.

Podlaha se skládala ze škvárového násypu tloušťky 100 mm, ze škvárobetonu tloušťky 50 mm a izolačními deskami. Krytinu tvořily obvykle dřevěné parkety, palubky nebo sopalit. V ostatních místnostech byla použita dlažba (keramika, keramika, xyloolit).

1.2.2. Soustava G

Informace o této soustavě jsou čerpány ze serveru⁷ a publikace⁸.

Jde tedy o první celo-panelovou soustavu s názvem G 40, která vznikla na našem území roku 1953. Charakterizuje ji téměř všude stejný vzhled. Počet pater je vždy pět a dům rozdělen do dvou sekcí. Počet bytů je 40, na který je odkázán název soustavy, jak již bylo výše zmíněno. Byty jsou zrcadlově otočené v druhé sekci a žádná z místností se zde nevyskytuje jako průchozí, jak je u některých panelových domů neoblíbeně řešeno například u koupelen.



Obr. č. 3 Panelový dům soustavy G40 na Benešově nábřeží ve Zlíně

Zdroj:https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/historie-paneloveho-domu-g40-ve-zline.A150801_2181285_zlin-zpravy_ras/

⁷ LIPTÁK, Marian. *Panelaky.info* [online]. 7.2.2016 [20-4-2019]. Dostupné z: <http://panelaky.info/>

⁸ ČVUT V PRAZE. Fakulta stavební. *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy G 57 (severočeská varianta)*. 1.vyd. Praha: ČKAIT, 2004. Regenerace panelových domů - odborné publikace MPO ČR. ISBN: 80-86769-12-7

Jedná se především o příčný nosný systém doplněný o krajní nosné podélné stěny, který je tvořen nosnými dutinovými panely tloušťky 160 mm nebo 180 mm. Obvodový plášť se ze začátku skládal z nenosných celostěnových lehkých betonových panelů, ale později přešel na vrstvený tloušťky 200 mm s tepelnou izolací ze silikorku. Příčky jsou zde v tloušťkách 60 nebo 80 mm a konstrukční výška místnosti je 2850 mm.

Hlavním řešením výstavby byly pilastry, které zde už neplnily pouze estetickou funkci jako u prvního prototypu G40, ale funkci nosnou. Jednalo se o pilastr délky dvou podlaží, do kterého se seshora zasouvaly stěnové panely. Prefabrikace se zde užívala pouze do úrovně hrubé stavby.



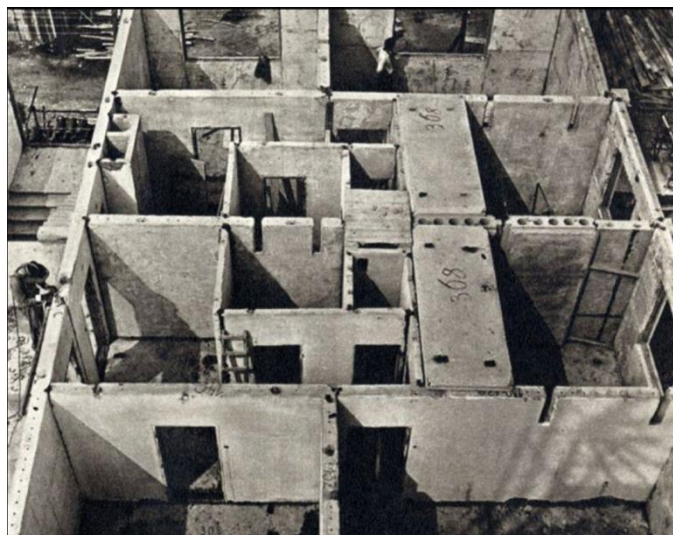
Obr. č. 4 Výstavba panelového domu G40 roku 1953-1954 ve Zlíně

Zdroj: https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/historie-paneloveho-domu-g40-ve-zline.A150801_2181285_zlin-zpravy_ras/

Střechy jsou řešeny jako ploché dvouplášťové na železobetonových panelech s vnitřním spádem, kde odtok dešťové vody je odváděn do instalačních šachet.

Stropní konstrukce je z plných železobetonových panelů tloušťky 120 mm, které jsou kladeny na stěnové dílce na sucho nebo na těsnící podlivku tloušťky 3-6 mm⁹.

⁹ ROJÍK, Václav, Prof. et al. *Panelové objekty: zásady projektování a provádění*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1974. Řada stavební literatury.



Obr. č. 5 Pohled do rozestavěného patra u štítové stěny

Zdroj: <http://panelaky.info/g40/>

Stropními plnými panely je mimo výztuž zde vedena podlahová vytápění, která umožnila neosazování otopných těles. Stoupací potrubí je pak vedeno ve stěnových panelech. Výhodou tohoto vytápění je rovnoměrná teplota ve všech místnostech a malá spotřeba energie na vytápění. Naopak regulace je zde velmi pomalá až v řádech dní. Dále je nevýhodou neestetický vystouplý ventil pro vytápění ve výšce 2 m a nejvíc nešťastná je údržba, jelikož potrubí se nachází v nosné konstrukci.

Následovala soustava G32, u které nenastalo mnoho změn. Budova má pouze čtyři patra, a tudíž počet bytů klesl na třicet-dva. Změnou prošla střecha, která je sedlová s mírným sklonem a voda proto odváděna pomocí okapových systémů. Štítová stěna střechy je provedena jako zděná.



Obr. č. 6 Pohled na nevyzděnou střešní štítovou stěnu budovy G 32

Zdroj: <http://adminu.lhosting4.cz/Include/Data/getfile.php?id=1755&db=uzemieu>

G 55 je prvním rohovým panelovým domem postaveným v tehdejší Československu, nicméně šlo jen o menší změnu původní G40. Číslovka 55 již nemusí označovat počet bytů, ale může označovat i rok vzniku, jelikož se datuje do roku 1955. Bytů se v pěti-podlažním panelovém domě vyskytuje ale také 55. Dům se skládá ze dvou oddílaných částí a jde tedy o trojdům. Vychází se ze stejných postupů výstavby jako u předchozích typů G, ale bylo zapotřebí dvou jeřábových drah.

Soustava G 57 představuje vůbec první soustavu, která vyrostla po celém Československu. Výstavba začala roku 1957 a pokračovala do začátku 70. let. Během této doby docházelo k úpravám jak technickým, tak dispozičním.

Nyní bude vycházeno z publikace profesora Witzanyho¹⁰

¹⁰ ČVUT V PRAZE. Fakulta stavební. *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy G 57 (severočeská varianta)*. 1.vyd. Praha: ČKAIT, 2004. Regenerace panelových domů - odborné publikace MPO ČR. ISBN: 80-86769-12-7

Číslovka 57 v názvu už nepředstavuje počet bytů, ale už jen rok vzniku soustavy a písmeno G v názvu zůstává stejné jako Gottwaldov neboli dnešní Zlín. Budova se skládá ze dvou až tří sekcí, které tvořily jeden dilatační celek se čtyřmi nebo sedmi patry. Později v 60. letech prošly změnou základové konstrukce, a proto bylo možné stavět osmipodlažní bodové domy, řadové s deseti patry a věžové s jedenácti patry.

Konstrukční systém je zde příčný a ztužený podélnými vnitřními stěnami a obvodovým pláštěm, který je zde samonosný. U bodových a věžových domů je systém kombinovaný. Modulová vzdálenost nosných příčných i nosných stěn u kombinovaného systému je 3600 mm a ty jsou spojeny pomocí tuhých stropních panelových desek zalitých cementovou zálivkou. Konstrukční výška podlaží je 2850 mm.



Obr. č. 7 Panelový dům soustavy G 57

Zdroj: <https://magazin.aktualne.cz/bydleni/panelakyinfo/>

Suterén, který je buď zapuštěný do země nebo v úrovni se zemí obsahuje nebytové prostory v podobě sklípků, kočárkárny, ale i například služebny policie, místnosti pro správce či obchody a sociální zařízení. Podle způsobu plánovaného využití se tedy přizpůsobila suterénní nosná konstrukce. U vyšších domů se sedmi a více podlažími byl umístěn mezi železobetonovými rameny schodiště výtah pro tři osoby s únosností 250 kg se strojovnou nad rovinou střechy.

Nosné příčné stěny byly zprvu montované ze škvárobetonových stěnových panelů tloušťky 200 mm, ale počátkem 60. let byly nahrazeny v místech dveřních otvorů betonovými panely tloušťky 160 mm s konstrukční a manipulační výztuží. Samonosné štítové panely byly například tvořeny z pazderobetonu (omítka 10 mm, škvárobeton/beton/žb 140 mm, pazderobeton 85 mm, omítka 5 mm) nebo z třívrstvého sendviče (venkovní železobetonová vrstva tl. 50 mm, tepelně izolační vrstva tl. 60 mm, parozábrana, vnitřní nosná betonová či železobetonová vrstva tl. 130 mm, celkově 240 mm). Stejnou skladbou byl řešen i průčelní plášť. Stykování panelů bylo prováděno za pomoci cementové malty v hladkých průběžných trojúhelníkových drážkách na bocích a se svarem výztuže.

Stropy jsou tvořeny z plných železobetonových panelů tloušťky 100 mm uložených na vnitřních i obvodových stěnách. Tyto desky tvoří i zapuštěné lodžie, které jsou součástí každé bytové jednotky.

Střecha je zde plochá dvouplášťová a tloušťkou nosných panelů pouhých 80 mm, na které byly položeny heraklitové desky se škvárovým násypem sloužící jako izolace. Následuje bednění, na kterém jsou uloženy železobetonové panely ve spádu.¹¹

1.2.3. Soustava T 06 B

Dle publikace profesora Witzanyho¹² se jedná o soustavu přímo navazující na soustavu G, po které přebral příčný systém s rozpětím 3600 mm a převážně vnitřní konstrukce. Vznikla v první půli let šedesátých a na území České republiky je jednou z nejrozšířenějších soustav. I přesto, že se v některých oblastech těchto domů vyskytuje menší počet, nachází se ale všude napříč republikou. Stavěla se ještě v letech 80., kdy ale došlo k značným

¹¹EkoWATT, *Panelovedomy.ekowatt.cz*[online]. Praha: EkoWATT [05-04-2019]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/>

¹²Centrum stavebního inženýrství [Praha]. *Komplexní regenerace panelových domů stavební soustavy T 06 B*. 1.vyd. Praha: ČKAIT, 2000. Regenerace panelových domů - odborné publikace MPO ČR. ISBN: 80-86364-28-3

modifikacím, jelikož během let 70. vznikly nové a modernější soustavy s přísnějšími normovými požadavky, a proto se aplikovaly i na soustavu T 06 B.



Obr. č. 8 Panelový dům soustavy T 06 B-BTS

Zdroj: <http://historie.ovajih.cz/nase-bytove-domy-radove-bytove-domy-t06b-bts/>

Celostátní typ definoval pouze vnitřní nosné konstrukce a na ostatní konstrukce se jen stanovily základní požadavky a zásady, které byly nutné splnit. Proto se pro různé krajské oblasti navrhovaly obalové konstrukce včetně atik, lodžií, balkónů podle místní materiálové základny, místních firem a výrobců. Dávalo to možnost výrobcům a projektantům k různým vylepšováním konstrukcí. Z tohoto důvodu se soustava dělí na krajské varianty jako např. jihočeské T 06 B-02, severočeské T 06 B-04/T 06 B-U či západočeské T 06 B-03/ T 06 B-KV a další.

Kromě úpravy profilace panelových dílců, které byly nově propojovány mezilehlou výztuží a docházelo díky tomu k větší tuhosti nosného systému, tak se kladl i velký důraz na využití a umístění podélných ztužujících stěn.

Nosné vnitřní železobetonové stěny vzdorovaly plným průřezem tloušťkou 140 mm a u věžových domů 190 mm, na které se ukládaly stropní

železobetonové panely s plným průřezem o rozponu 3600 mm s tloušťkou 120 někdy i 140 mm. Konstrukční výška je zde 2800 mm.

Další úpravou soustavy G prošly zmíněné obvodové konstrukce, na které se kladly přísnější tepelné požadavky, a proto vzniklo několik různých pláštů. Skládají se např. z různých lehkých betonů, pórobetonů, křemeliny nebo se jedná o pláště z jednovrstvé či dvojrvtvé keramiky nebo dále sendvičové pláště s tepelnou izolací. Obvodové průčelní pláště jsou z dílců celo-stěnových na výšku podlaží, ve tvaru U nebo parapetních pásů. Ty se mohou vyskytovat jako samonosné, ukládané na okraj stropních dílců nebo zavěšené. Dílce štítů jsou možné jako nosné, jednovrstvé, celo-stěnové nebo sendvičové.

Střešní plášť se může vyskytovat jak jednoplášťový, tak dvouplášťový se stropními panely plnými železobetonovými s tloušťkou 120-140 mm. Atika je tvořena buďto ze stejného materiálu jako obvodový plášť nebo je použit škvárobeton či hutný beton. Kotvení je zajištěno skobičkami, které jsou přivařeny k příslušné výztuži dílců.

Balkóny a lodžie se v průčelích vyskytují v různých variantách. Balkony jsou zde jako konzola stropní desky vystupující z budovy. Lodžie je tvořena pomocí stropního panelu ležícího na dvou přilehlých nosných stěnách a mohou být zapuštěné nebo předsazené. U zapuštěných lodžií se mohou vyskytovat izolační příložky s možností přerušit tepelný most. Poslední variantu zde tvořil zavěšený balkón, který pomocí ocelových táhel byl zavěšený na háky umístěných na obvodové stěně. Tepelný most se tedy téměř nevyskytoval. Podlahy balkónů a lodžií se skládaly z hydroizolace položené přímo na nosné konstrukci a na ní spádová vrstva z cementového potěru. Krytina pak může být teracová nebo keramická dlažba.

2 Typy systémů pro snížení energetické náročnosti

Jedním ze základních systémů na snížení energetické náročnosti je snížit prostup tepla skrze konstrukce. Jsou to konstrukce, které tvoří tzv. obálku budovy, a to konstrukce obvodové, střešní a výplně otvorů. Další možnost je zateplení stropní konstrukce z vnitřní strany, která přichází v úvahu např. při výskytu nevytápěného suterénu.

Způsob na snížení prostupu tepla konstrukcí spočívá při využití vrstev materiálů s vysokým tepelným odporem R ($m^2 \cdot K/W$), neboli tepelnou izolací, a dodržení technických požadavků. Při nedodržení těchto požadavků můžou nastat problémy spojené s kondenzací vodní páry v konstrukcích a tím pádem postupné degradaci materiálových vlastností jako např. tepelných a statických. V některých případech je však menší kondenzace uvnitř konstrukcí přípustná, jedná se ale o velmi malé množství se zaručeným odpařením během jednoho roku. Další důvod související s problémem zateplování je zhoršení difúzních vlastností obalových konstrukcí a s tím související akumulace vodní páry uvnitř místností. Ta má za následek, že v případě tepelných mostů může v těchto místech nastávat orosování a tím vznik plísní a trhlin. Je proto nutné zateplovat takovým způsobem, abychom se velkým tepelným mostům vyvarovali. Jestli z nějakého důvodu nelze dostatečně tepelný most přerušit, je nutné provést výpočet teploty rosného bodu pro daný detail s potřebnými parametry pro daná prostředí, abychom zjistili, zda se kondenzaci dá vyvarovat. Jiná varianta ochrany je pouze aktivní, a to v podobě pravidelného větrání v zimním období. S tím bohužel souvisí i velká ztráta tepelné energie a tím i nemalých peněz.

Tepelná izolace se v dnešní době vyskytuje ve spoustě materiálových variantách jako např. EPS neboli expandovaný pěnový polystyren, XPS neboli extrudovaný polystyren, PUR neboli polyuretanová pěna, minerální vata, pěnové sklo, vakuová izolace, celulóza, ale i třeba sláma či izolace z dřevitých vláken a konopí.¹³

¹³ Báčová, Marie et al. *Manuál energeticky úsporné architektury*. Praha: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů, 2010. ISBN: 978-80-904577-1-3

Mezi nejpoužívanější však patří hlavně EPS, XPS a minerální vlna. U těchto materiálů se tepelná vodivost (což je prostup tepla na metr při rozdílu teplot $W/m.K$) pohybuje kolem 0,029-0,04 $W/m.K$. Každý z těchto materiálů má některé výhody a nevýhody oproti ostatním jako například pevnost, nasákavost, hořlavost, cena, odolnost vůči chemickým či slunečním vlivům.

2.1 Zateplení střešní konstrukce

Pro správné zateplení střešní konstrukce je potřeba navrhnout vhodný plášť s potřebnou skladbou.

Mezi tyto pláště patří jednoplášťové a dvouplášťové konstrukce.

Mezi jednoplášťové střechy patří střecha s klasickým pořadím vrstev, střecha s obráceným pořadím vrstev, střecha plus a dále střecha s tepelnou izolací pod nosnou konstrukcí či tepelnou izolací pod i nad nosnou konstrukcí.

Princip střechy s klasickým pořadím vrstev spočívá v parozábraně položené na nosné konstrukci kvůli snížení difúze vodních par bez které by docházelo ke kondenzaci v horních vrstvách. Ty jsou tvořeny například z desek spádové tepelné izolace, desek tepelné izolace položených na deskách spádových a hydroizolační vrstvy, která má za následek případnou kondenzaci uvnitř pláště.

Princip střechy s obráceným pořadím vrstev spočívá ve využití extrudovaného polystyrenu, který díky své minimální nasákavosti nepotřebuje využívat hydroizolační vrstvu na povrchu izolace. Proto se skladba odspoda nahoru skládá ze spádového lehčeného betonu, hydroizolace a zmíněného extrudovaného polystyrenu. Z důvodu UV záření a sacím účinkům větru se na XPS dává např. kamenivo ve formě kačírku, či těžké dlaždice.

Pod střechou plus je možno si představit střechu s klasickým pořadím vrstev, ale navýšenou o další skladbu. Využíváno například u rekonstrukcí, kdy už množství tepelné izolace nevyhovuje současným požadavkům.

Střecha s tepelnou izolací pod nosnou konstrukcí nebo s variantou pod i nad spočívá v lepení tepelné izolace zevnitř místnosti na stropní konstrukci a položením hydroizolace nad nosnou konstrukcí. Při použití tepelné izolace nad

nosnou konstrukcí se samozřejmě využije jedna ze skladeb klasického či obráceného pořadí vrstev.

Dvouplášťové střechy se již dnes téměř nenavrhují. Důvod používání těchto plášťů dříve spočíval v nedostatečné kvalitě materiálů především hydroizolačních. Dolní plášť zde tvoří tepelně izolační funkci, kde je tepelná izolace nejčastěji v podobě skelné vaty položené na nosné konstrukci. V některých případech se vyskytuje parozábrana mezi nosnou konstrukcí a tepelnou izolací. Následuje bednění, které nese druhý plášť, který už má hlavní funkci hydroizolační. Dvouplášťová střecha využívala větrání uvnitř pláště pro odvod vodních par, které musí být zajištěno dostatečným přístupem vzduchu, který je nutný navrhnout a spočítat, aby nedocházelo ke kondenzaci.

2.2 Zateplení obvodových konstrukcí

Pro zateplení obvodových konstrukcí se používají dva systémy zateplení, a to kontaktní a bezkontaktní.

Kontaktní zateplovací systém je nejčastější způsob dnešního zateplování. Jedná se o jednoduchý princip nalepeného izolačního materiálu přímo na obvodovou konstrukci. Nejlepší způsob je lepit izolaci z vnější strany. Tento způsob řešení se nazývá ETICS (external thermal insulation composite systems). Výhodou toho řešení je chránění nosné konstrukce izolací proti teplotním změnám, a především zásadní nezmenšování vnitřního prostoru. Ačkoliv dochází u ETICS ke zvětšení půdorysných rozměrů, nejedná se podle zákona o přístavbu, ale pouze o stavební úpravu.

V případě vnitřního zateplení je největší problém zmenšení vnitřních půdorysných rozměrů, a ještě větší problém při možném vzniku tepelných mostů a kondenzací vodní páry. Kondenzace hrozí na rozhraní tepelné izolace a vnitřní strany obvodové konstrukce a tím možný vznik plísní. Nepříjemné řešení detailů se vyskytuje na rozhraní obvodové stěny a stropní části, kde se musí zajistit zamezení vzniku tepelného mostu nejčastěji pomocí klínové izolační desky.

Nebezpečí u ETICS ještě nastává v případě vyšších budov, kdy je nutno izolační desky i kotvit pomocí hmoždinek v potřebném množství, které je potřeba navrhnut na základě sání větru. Tyto kotvy mají různou délku zakotvení podle materiálu obvodové konstrukce.

Z protipožárního hlediska se musí podle výšky budovy také volit tepelná izolace s reakcí na oheň třídy A1 a A2, a to nejčastěji pomocí minerální vaty. Princip této ochrany je vytvoření protipožárních pruhů z těchto nehořlavých materiálů nad okny v tloušťce 900 mm po celém obvodu budovy a do šířky 1500 mm zateplit místa kolem dveřních únikových prostorů.

Bezkontaktní zateplovací systém využívá provzdušněné mezery, která vzniká za pomoci kotvicích konzol a lišt, které nesou krycí vrstvu ve formě obkladů či lamel ve vzdálenosti od tepelné izolace, aby provzdušnění bylo zajištěno. Provzdušnění se využívá hlavně pro odvedení vodních par odcházejících z vnitřního do venkovního prostředí. Z tohoto důvodu se při netěsné krycí vrstvě lamel, obkladů přidělá otevřeně difuzní polyesterová fólie zabraňující pronikající vodě a UV záření, které by mohli mít za následek degradaci izolace. Ta se využívá nejčastěji v podobě minerální vaty z důvodu požadavku na nehořlavost materiálu po celé fasádě. Další výhodou tohoto systému je vynechání mokrých procesů v podobě omítek a díky tomu je možné zateplení provést i při nepříznivém počasí nebo možnost použití izolace v jakékoliv tloušťce. Důvodem nevyužívání tohoto systému je příliš vysoká cena, složitost řešení, provádění a s tím spojená doba realizace.

2.3 Zateplení stropní konstrukce suterénu

Tento typ zateplení se nejčastěji využívá u nevytápěných suterénů pod místnostmi vytápěnými. Jedná se o zateplení jako u střešní konstrukce ze spodní strany ale bez použití hydroizolace na horním povrchu konstrukce. Důvodem tohoto zateplení není pouze o to snížit prostup tepla konstrukcí, ale je nutné také zajistit maximální pokles vnitřní povrchové teploty podlahy. Jsou čtyři třídy I. velmi teplé s poklesem do 3,8°, II. teplé s poklesem do 5,5°, III. méně teplé s poklesem do 6,9°, IV studené od 6,9°. Skladbu je opět nutné podrobit výpočtu ohledně možné kondenzace vodních par. Nebezpečný detail

tepelného mostu se může vyskytovat na rozhraní stropu a obvodového zdiva, kde se použije část izolační desky ještě na vnitřní obvodovou konstrukci u stropu.

Zateplení stropu se nejčastěji provádí pomocí desek z EPS nebo z minerální vaty. Ty se nalepí a přikotví ke konstrukci a zakryjí se před možným mechanickým či chemickým poškozením například pomocí lepidla. V případě garáží je nutné použít izolaci z nehořlavých materiálů minerální vaty.

3 Popis budovy

Na základě projektové dokumentace byly zjištěny tyto údaje.

3.1 *Obecné informace*

Jedná se o bytový panelový dům se dvěma dilatačními celky č.p. 2707 a 2708 na západě Čech ve městě Kraslice v ulici Školní. Je umístěn v severní části města na sídlišti jako samostatný objekt. Na jižní straně domu jsou dva vchody. Dům je uvnitř mezi těmito dvěma celky neprůchozí. Doba vzniku odpovídá 80. létům 20. století. Kolem budovy je zatravněná rovinná plocha s dostatečným prostorem na zřízení staveniště. Vlastníkem pozemku pod domem a sousedního domu je město Kraslice.

Dům má rozlohu 36,64 m x 12,6 m a výšku 22,1 m. Tvořen je sedmi nadzemními patry s bytovými prostory a jedním podzemním, kde jsou umístěny sklepy a skladiště. Ve ztužujícím jádru se mezi rameny schodiště vyskytuje výtah, který má strojovnu nad rovinou střešní konstrukce.

Počet bytů je 42 a jsou ve třech různých velikostech. 14 bytů je tvořen jako 4+1, 14 bytů 2+1 a 14 bytů 1+1. Na každém patře se vyskytují 4 lodžie pro 4 bytové jednotky a na každém mezipatře dvě lodžie přístupem z chodby.

3.2 *Konstrukční systém, konstrukce a skladby*

Podle konstrukčního schéma a typů konstrukcí se jedná o panelovou soustavu T 06 B.

Konstrukční systém: Příčný se ztužujícím jádrem a podélnými ztužujícími stěnami. Nosné stěny jsou železobetonové s plným průřezem o tloušťce 150 mm. Rozpon stěn je 3600 mm a konstrukční výška 2800 mm. Světlá výška místnosti pouze 2620 mm.

Obvodový plášť: Celý plášť je samonosný a skládá se ze dvou skladeb.

Průčelní skladba pláště je tvořena z vnitřní strany cementovou omítkou tl. 10 mm, keramzitbetonem tl. 240 mm a vnější cementovou omítkou tl. 20

mm. Výjimka je u lodžiových stěn je keramzitbeton o tl. 240 mm doplněn o vnitřní železobetonovou stěnu tvořící nosný systém.

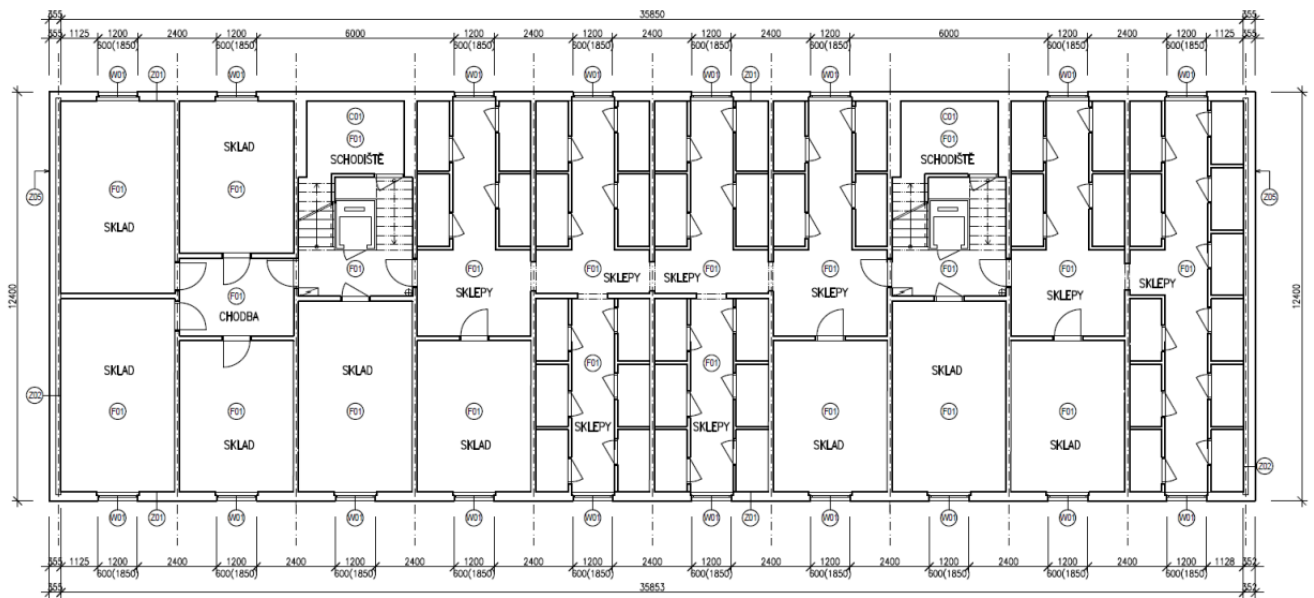
U štitové stěny se skladba pláště skládá z vnitřní strany cementovou omítkou tl. 10 mm, železobetonovým panelem tl. 150 mm, vzdušnou neprovětrávanou mezerou tl. 15 mm, keramzitbetonem tl. 200 mm a cementovou omítkou tl. 20 mm.

Zbytek pláště je tvořen dřevěnými zdvojenými okny a vstupními ocelovými prosklenými dveřmi.

Střešní plášť: Jedná se o dvouplášťovou plochou provětrávanou střechu tvořenou dřevěným bedněním. Z vnitřní strany je skladba následující: cementová omítka tl. 10 mm, železobetonový dutinový panel tl. 120 mm, izolace ze skelné vaty tl. 75 mm, provětrávaná mezera od tl. 130-550 mm, prkenné bednění tl. 25 mm a hydroizolační souvrství z asfaltových pásů. Na střeše se nacházejí dvě odtokové vpusti s vnitřní kanalizací vedenou uvnitř chodby.

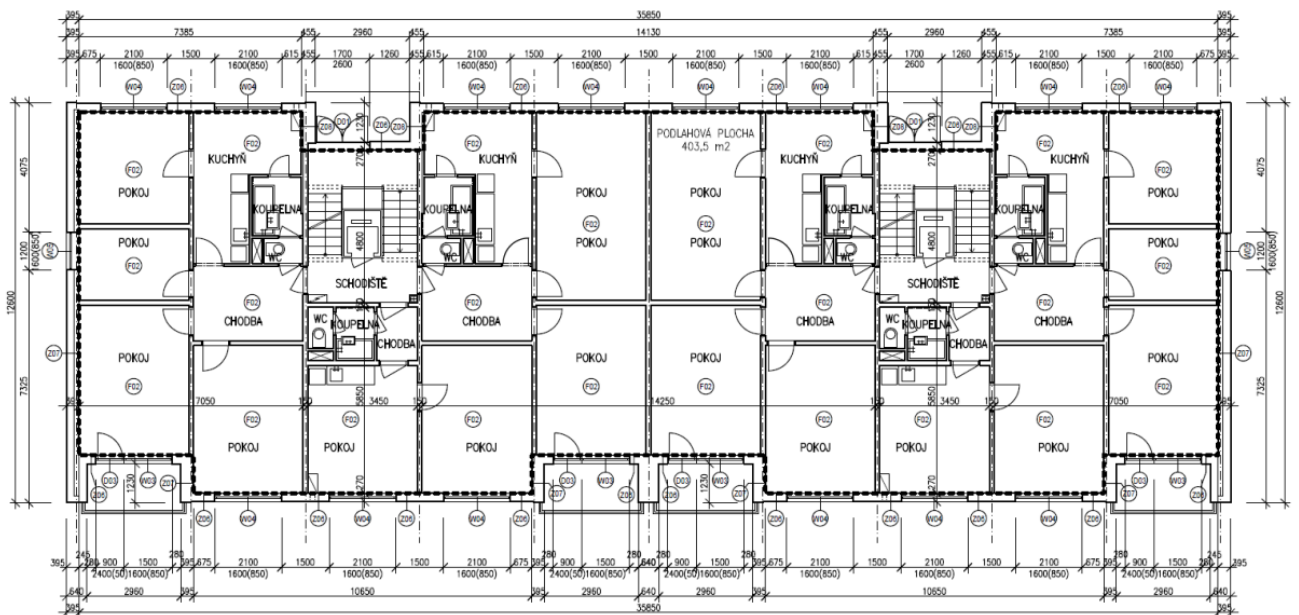
Skladba podlahy bytové jednotky: Od nevytápěného suterénu nahoru se skladba skládá z železobetonové desky tl. 120 mm, XPS tl. 20 mm, lepenky, betonové mazaniny tl. 47 mm, ochranné podložky PETEX a nejčastěji PVC.

Skladba podlahy suterénu: Od vnějšího prostředí směrem nahoru se skladba skládá z železobetonové desky tl. 100 mm, asfaltových pásů, betonové mazaniny tl. 45 mm a cementového potěru tl. 20 mm.



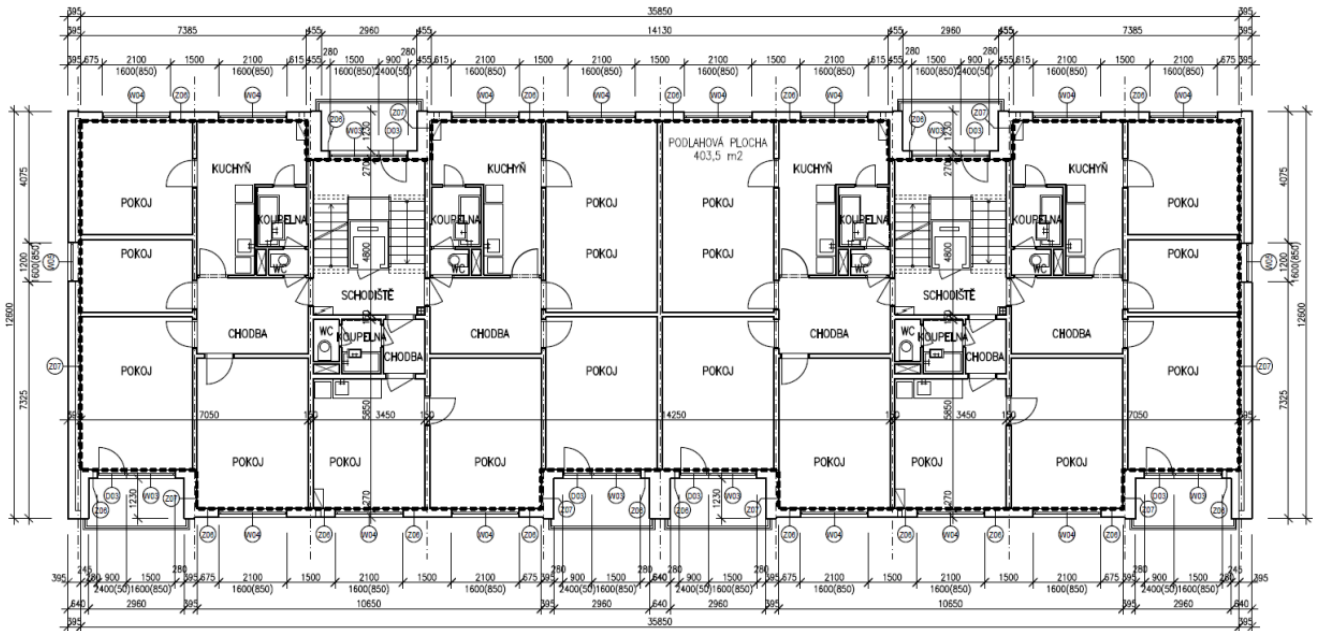
Obr. č. 9 1.PP panelového domu

Zdroj: Projektová dokumentace



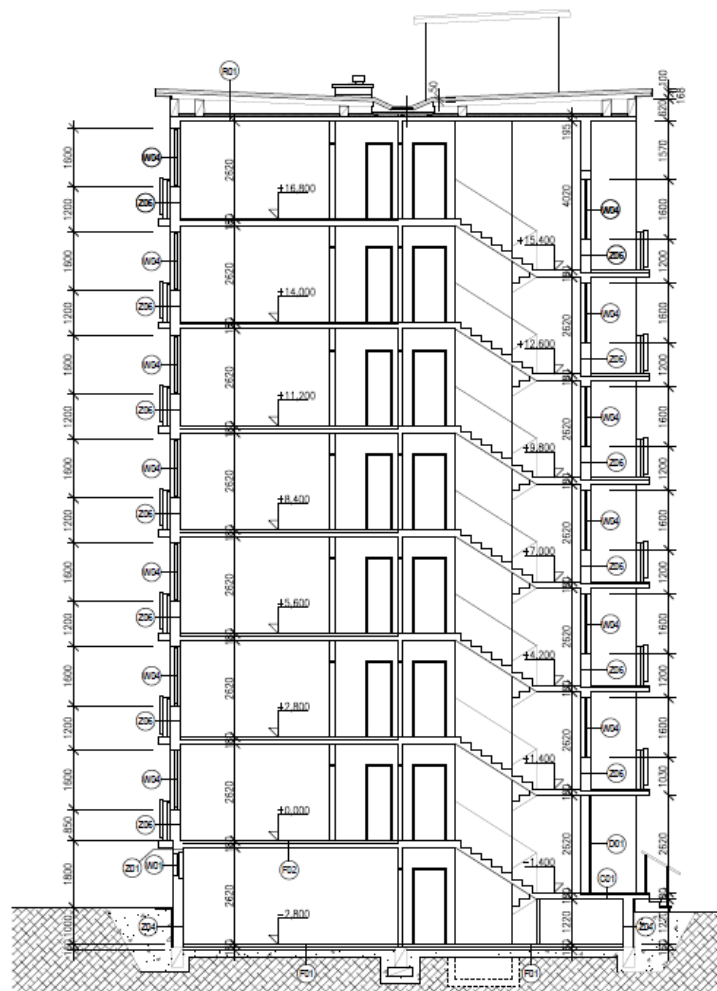
Obr. č. 10 1.NP panelové budovy

Zdroj: Projektová dokumentace



Obr. č. 11 2-7.NP panelové budovy

Zdroj: Projektová dokumentace



Obr. č. 12 Řez panelového domu

Zdroj: Projektová dokumentace

3.3 Technická zařízení

Vytápění i ohřev teplý vody je centrální. Trubky jsou vedeny pod stropy suterénu a následně vyvedeny stoupacími potrubími do bytových jednotek k radiátorům umístěnými pod okny s termostatickými regulačními hlavicemi. Přívod tepla je dálkovým teplovodem z blízké sídlištní kotelny.

4 Analýza budovy

V této kapitole budou analyzovány veškeré konstrukce a bude proveden výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí pomocí programu Teplo 2017.

4.1 Analýza součinitele prostupu tepla konstrukcemi

Výpočet součinitelů prostupů tepla jednotlivými konstrukcemi a porovnání s normovými požadavky.

Tab. č. 1 Součinitel prostupu tepla průčelní suterénní obvodové stěny

Průčelní suterénní obvodová stěna - Z01	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Keramzitbeton tl. 240 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 20 mm	1,16 W/(m.K)
Keramický obklad tl. 20 mm	1,01 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostup tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,30 W/(m ² .K)	1,596 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 2 Součinitel prostupu tepla štítové obvodové stěny

Štítová suterénní obvodová stěna- Z02	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Železobetonový panel tl. 150 mm	1,58 W/(m.K)
Vzduchová mezera tl. 15 mm	0,094 W/(m.K)
Keramzitbeton 1050 tl. 200 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 20 mm	1,16 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,30 W/(m ² .K)	1,238 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 3 Součinitel prostupu tepla stěny u hlavního vstupu

Stěny u hlavního vstupu - Z03	
Vrstva	Tepelná vodivost
Pórobetonové zdivo SIPOREX tl. 50 mm	0,69 W/(m.K)
XPS tl. 10 mm	0,38 W/(m.K)
Železobetonový panel tl. 150 mm	1,58 W/(m.K)
Vzduchová mezera tl. 15 mm	0,094 W/(m.K)
Keramzitbeton 1050 tl. 200 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 30 mm	1,16 W/(m.K)
Keramický obklad tl. 20 mm	1,01 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,30 W/(m ² .K)	1,189 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 4 Součinitel prostupu tepla průčelní obvodové stěny v kontaktu se zeminou

Průčelní suterénní obvodová stěna v kontaktu se zeminou - Z04	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Keramzitbeton tl. 240 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 20 mm	1,16 W/(m.K)
Asfaltová hydroizolace (zanedbáno)	- W/(m.K)
Přizdívka tl. 100 mm (zanedbáno)	- W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,75 W/(m ² .K)	1,596 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 5 Součinitel prostupu tepla štítové suterénní obvodové stěny v kontaktu se zeminou

Štítová suterénní obvodová stěna v kontaktu se zeminou - Z05	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Železobetonový panel tl. 150 mm	1,58 W/(m.K)
Vzduchová mezera tl. 15 mm	0,094 W/(m.K)
Keramzitbeton 1050 tl. 200 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 20 mm	1,16 W/(m.K)
Asfaltová hydroizolace (zanedbáno)	- W/(m.K)
Přizdívka tl. 100 mm (zanedbáno)	- W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,75 W/(m ² .K)	1,238 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 6 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny

Štítová obvodová stěna - Z06	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Železobetonový panel tl. 150 mm	1,58 W/(m.K)
Vzduchová mezera tl. 15 mm	0,094 W/(m.K)
Keramzitbeton 1050 tl. 200 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová tl. 30 mm	1,16 W/(m.K)
Keramický obklad tl. 20 mm	1,01 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,30 W/(m ² .K)	1,235 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 7 Součinitel prostupu tepla průčelní obvodové stěny

Průčelní obvodová stěna - Z07	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Keramzitbeton tl. 240 mm	0,56 W/(m.K)
Malta cementová 20 mm	1,16 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,30 W/(m ² .K)	1,601 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 8 Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce

Střešní konstrukce - R01	
Vrstva	Tepelná vodivost
Malta cementová tl. 10 mm	1,16 W/(m.K)
Železobetonový panel tl. 120 mm	1,58 W/(m.K)
Rotaflex skelná tepelná izolace tl. 75 mm	0,044 W/(m.K)
(Zbytek zanedbán z důvodu provětrávané mezery)	- W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,24 W/(m ² .K)	1,789 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 9 Součinitel prostupu tepla podlahy pod nevytápěným suterénem

Podlaha pod nevytápěným suterénem - F01	
Vrstva	Tepelná vodivost
Cementový potěr tl. 20 mm	1,16 W/(m.K)
Betonová mazanina tl. 45 mm	1,23 W/(m.K)
Asfaltová hydroizolace (zanedbáno)	- W/(m.K)
Železobetonová deska tl. 100 mm	1,58 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,75 W/(m ² .K)	3,483 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 10 Součinitel prostupu tepla stropem nad nevytápěným suterénem

Strop nad nevytápěným suterénem - F02	
Vrstva	Tepelná vodivost
Železobetonový panel tl. 120 mm	1,58 W/(m.K)
EPS tl. 20 mm	0,037 W/(m.K)
Lepenka (zanedbáno)	- W/(m.K)
Betonová mazanina tl. 47 mm	1,23 W/(m.K)
Podložka Petex (zanedbáno)	- W/(m.K)
PVC krytina tl. 2 mm	0,16 W/(m.K)
Minimální požadovaný součinitel prostup tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukce
0,60 W/(m ² .K)	1,14 W/(m ² .K)
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 11 Součinitele prostupu tepla okenních výplní otvorů

Výplně otvorů - Okna	
Typ	Součinitel prostupu tepla
Suterénní okno 1200x600 mm - W01	2,4 W/(m ² .K)
Okno střešní výtahové budky 900x600 mm - W02	2,7 W/(m ² .K)
Lodžiové okno 1500x1600 mm - W03	2,4 W/(m ² .K)
Okno bytových jednotek průčelní obvodové stěny 2100x1600 mm - W04	2,4 W/(m ² .K)
Okno bytových jednotek štítové obvodové stěny 1200x1600 mm - W05	2,4 W/(m ² .K)
Minimální požadovaný součinitel prostup tepla	
1,5 W/(m ² .K)	
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 12 Součinitel prostupu tepla dveřních výplní otvorů

Výplně otvorů - Dveře	
Typ	Součinitel prostupu tepla
Vstupní dveře 1700x2600mm - D01	2,7 W/(m ² .K)
Dveře střešní výtahové budky 900x1450mm - D02	3,5 W/(m ² .K)
Lodžiové dveře 900x2400mm - D03	2,4 W/(m ² .K)
Minimální požadovaný součinitel prostupu tepla	
1,5 W/(m ² .K)	
NEVYHOVUJE	

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2 Měrné tepelné ztráty stávajícího stavu

Přes vypočtené hodnoty součinitelů prostupu tepla a přes provedené výměry jednotlivých konstrukcí byly vypočteny měrné tepelné ztráty těchto konstrukcí. Při výpočtu se vychází z ČSN 73 0540, ze které byly stanoveny i teplotní činitele pro přesnější výpočet.

Tab. č. 13 Měrné tepelné ztráty stávajícího stavu

Konstrukce	Varianta	U,Ψ	A [m ²]/l [m]	b [-]	H [W/K]
Z01	STS	1,60	112,01	1,00	178,77
Z02	STS	1,24	49,60	1,00	61,40
Z03	STS	1,19	27,22	1,00	32,36
Z04	STS	1,60	84,68	1,00	135,15
Z05	STS	1,24	12,89	1,00	15,96
Z06	STS	1,24	829,20	1,00	1024,06
Z07	STS	1,60	789,50	1,00	1263,99
F01	STS	3,48	453,30	1,00	1578,84
F02	STS	1,14	439,40	0,51	255,47
R01	STS	1,79	437,90	1,00	783,40
D01	STS	2,70	8,80	1,15	27,32
D02	STS	3,50	2,61	1,15	10,51
D03	STS	2,40	86,40	1,15	238,46
W01	STS	2,40	13,00	1,15	35,88
W02	STS	2,70	1,08	1,15	3,35
W03	STS	2,40	96,00	1,15	264,96
W04	STS	2,40	329,30	1,15	908,87
W05	STS	2,40	10,10	1,15	27,88
T.V-ostění	STS	0,10	1380,40	1,00	138,04
T.V-konzola	STS	0,70	171,78	1,00	120,25
T.V-kouty	STS	0,10	258,25	1,00	25,83
T.V-obr.kouty	STS	0,15	157,44	1,00	23,62
T.V-stěna/strop	STS	0,95	565,88	1,00	537,59
T.V-atika	STS	0,40	98,60	1,00	39,44
			Σ 3056,18	Σ(obálky)	5708,98

Zdroj: Vlastní zpracování

Měrná tepelná ztráta obálkou stávajícího objektu: H=5708,98 W/K

4.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

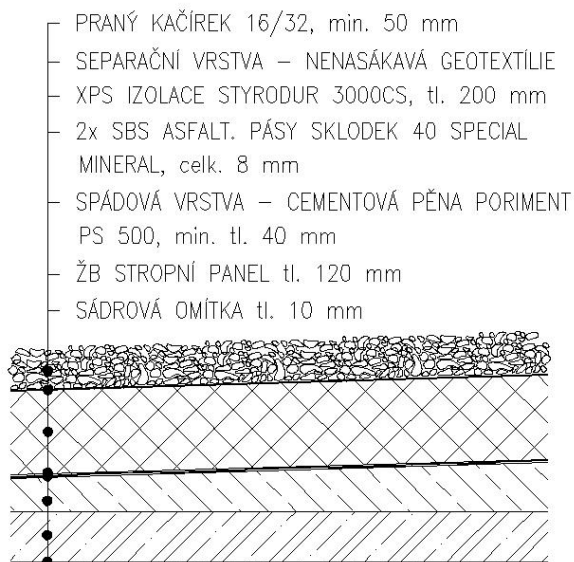
Výpočet proveden dle ČSN 73 0540-4.

$$U_{em} = \frac{5708,98}{3056,18} = 1,87 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

5 Návrh obalových konstrukcí

5.1 Střešní plášť

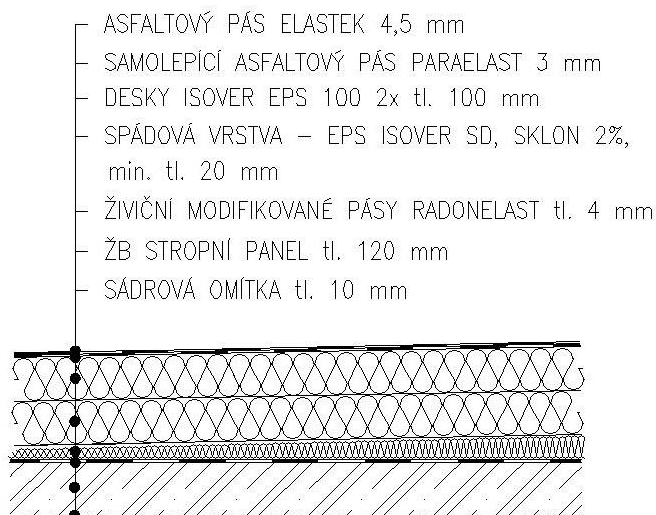
5.1.1 Klasické pořadí vrstev



Obr. č. 13 Střešní plášť s klasickým pořadím vrstev

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.2 Obrácené pořadí vrstev



Obr. č. 14 Střešní plášť s obráceným pořadím vrstev

Zdroj: Vlastní zpracování

5.2 Obvodový plášť

5.2.1 Kontaktní zateplovací systém

5.2.1.1 Tepelná izolace z EPS



Obr. č. 15 Kontaktní zateplení štítové stěny s EPS

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. č. 16 Kontaktní zateplení průčelní stěny s EPS

Zdroj: Vlastní zpracování

5.2.1.2 Tepelná izolace z minerální vaty



Obr. č. 17 Kontaktní zateplení štítové stěny s minerální vatou

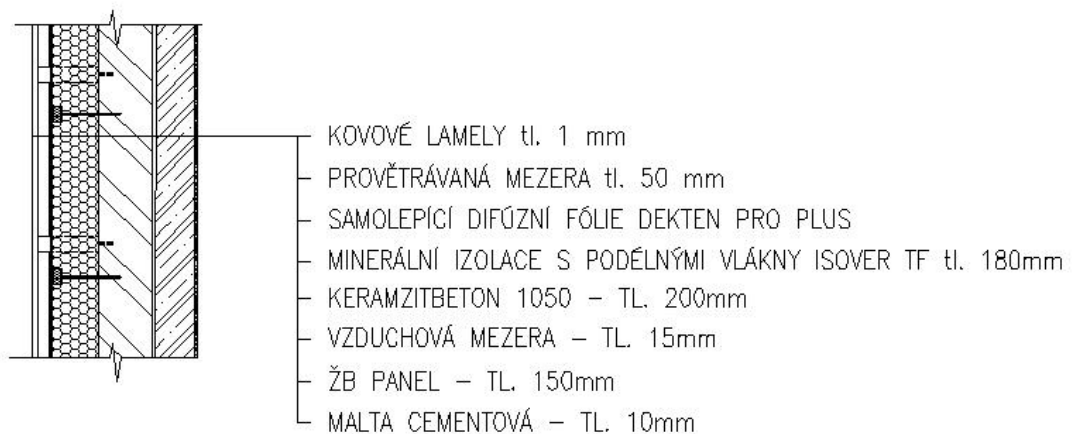
Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. č. 18 Kontaktní zateplení průčelní stěny s minerální vatou

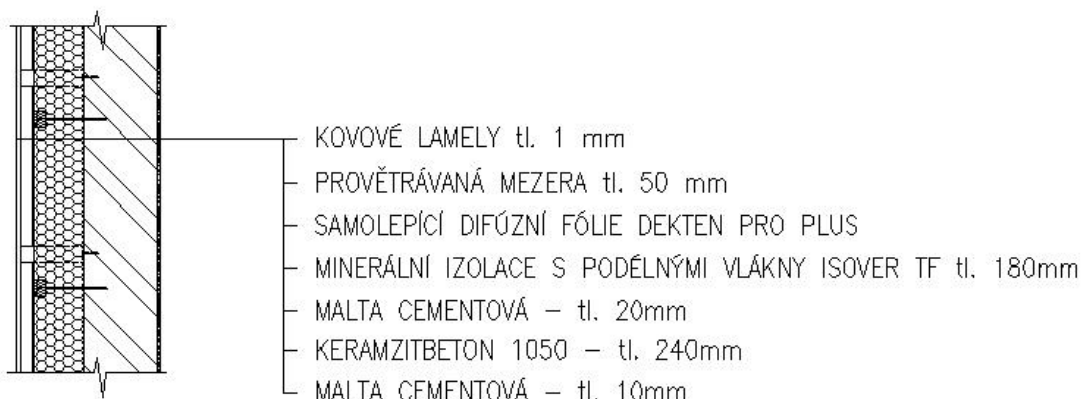
Zdroj: Vlastní zpracování

5.2.2 Bezkontaktní zateplovací systém



Obr. č. 19 Bezkontaktní zateplení štítové stěny

Zdroj: Vlastní zpracování

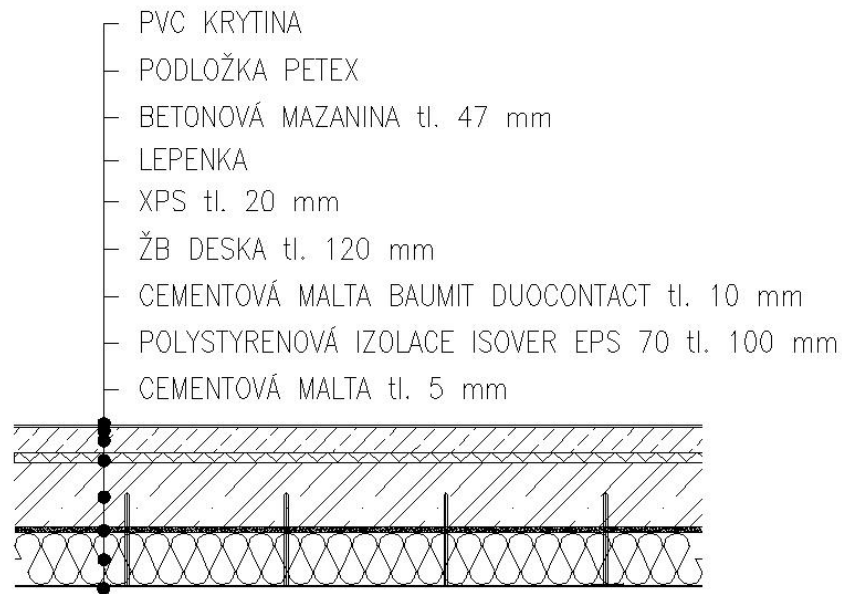


Obr. č. 20 Bezkontaktní zateplení průčelní stěny

Zdroj: Vlastní zpracování

5.3 Stropní konstrukce suterénu

5.3.1 Tepelná izolace z EPS



Obr. č. 21 Zateplení stropu s EPS

Zdroj: Vlastní zpracování

5.3.2 Tepelná izolace z minerální vaty



Obr. č. 22 Zateplení stropu s minerální vatou

Zdroj: Vlastní zpracování

5.4 Výplně otvorů

5.4.1 Výplně okenních otvorů

Tab. č. 14 Výplně okenních otvorů - nové

Výplně otvorů - Okna nová	
Typ	Součinitel prostupu tepla
Suterénní okno - Plastové s izolačním dvojsklem 1200x600mm - W01	1,1 W/(m ² .K)
Okno střešní výtahové budky - Plastové s izolačním trojsklem 900x600mm - W02	1,1 W/(m ² .K)
Lodžiové okno - Plastové s izolačním trojsklem 1500x1600mm - W03	0,86 W/(m ² .K)
Okno bytových jednotek průčelní obvodové stěny - Plastové s izolačním trojsklem 2100x1600mm - W04	0,83 W/(m ² .K)
Okno bytových jednotek štítové obvodové stěny - Plastové s izolačním trojsklem 1200x1600mm - W05	0,8 W/(m ² .K)

Zdroj: Vlastní zpracování

5.4.2 Výplně dveřních otvorů

Tab. č. 15 Výplně dveřních otvorů - Nové

Výplně otvorů - Dveře	
Typ	Součinitel prostupu tepla
Vstupní dveře - Plastové s izolačním trojsklem 1700x2600mm - D01	0,83 W/(m ² .K)
Dveře střešní výtahové budky 900x1450mm - D02	1,1 W/(m ² .K)
Lodžiové dveře - Plastové s izolačním trojsklem 900x2400mm - D03	0,88 W/(m ² .K)

Zdroj: Vlastní zpracování

6 Rozbory, normály a časové plány variant

Jednotlivé varianty zateplení obvodových, střešních a stropních konstrukcí jsou rozebrány a pomocí stanovených normohodin a pracovních čet je určena doba trvání provedení.

6.1. Obvodový plášť

6.1.1. S EPS

Tab. č. 16 Rozbor obvodového pláště s EPS

Činnost Poř.č.	Název	MJ	Množství	Pracnost				Četa Číslo čety	Začleněn í do procesu
				Norma času	Normov á	Součinit el napětí	Skutečná pracnost		
1	Montáž lešení	m2	2186,00	0,30	655,80	1,00	655,80	1	1
2	Demontáž oken a dveří	ks	212,00	0,25	53,00	1,00	53,00	4	2
3	Osazení oken a dveří	ks	212,00	2,80	593,60	1,00	593,60	4	2
4	Zakrytí oken a balkonových dveří folii	m2	551,50	0,06	33,09	1,00	33,09	2	3
5	Penetrační nátěr podkladu	m2	2499,90	0,08	187,49	1,00	187,49	2	3
6	Provedení XPS soklu	m2	107,25	0,11	11,80	1,00	11,80	2	3
7	Přípevnění základových lišt pro EPS	m	70,10	0,23	16,12	1,00	16,12	2	3
8	Provedení tepelné izolace EPS tl. 180mm	m2	1667,90	0,68	1134,17	1,00	1134,17	2	3
9	Provedení tepelné izolace min.vaty tl. 180mm	m2	811,50	0,71	576,17	1,00	576,17	2	3
10	Kotvení hmoždinkami (provedení izolace)			-		1,00		2	3
11	Přípevnění rohových lišt	m	615,40	0,06	36,92	1,00	36,92	5	4
12	Provedení lepidla s perlínkou (proved. izolace)			-		1,00		5	4
13	Penetrační nátěr podkladu pro omítku (pr. izolace)			-		1,00		5	4
14	Provedení fasádní omítky (penetrace)	m2	2499,90	0,25	612,48	1,00	612,48	5	4
15	Klempířské práce	ks	172,00	0,20	34,40	1,00	34,40	3	5
16	Demontáž lešení	m2	2186,00	0,20	437,20	1,00	437,20	1	6

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 17 Normál obvodového pláště s EPS

Poř.č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovník ů	Časový fond čety	Směnnos t	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Demontáž, montáž oken a dveří	ks	212,00	646,60	4	4	34	8,50	19,02	19
3	Provedení izolace EPS a pruhů z min.v.	m2	2499,90	1950,72	2	10	80	8,00	24,38	25
4	Provedení omítek	m2	2499,90	649,00	5	10	80	8,00	8,11	9
5	Klempířské práce	ks	172,00	34,40	3	2	16	8,00	2,15	3
6	Demontáž lešení	m2	2186,00	437,20	1	8	64	8,00	6,83	7

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 18 Časový plán obvodového pláště s EPS

Č.činnosti	Název činnosti	D.t																																										
1	Montáž lešení	10																																										
2	Demontáž, montáž oken a dveří	19																																										
3	Provedení izolace EPS a pruhů z min.v.	25																																										
4	Provedení omítek	9																																										
5	Klempířské práce	3																																										
6	Demontáž lešení	7																																										
		Dny->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

Zdroj: Vlastní zpracování

6.1.2. S minerální vatou

Tab. č. 19 Rozbor obvodového pláště s minerální vatou

Činnost Poř.č.	Název	MJ	Množství	Pracnost				Číslo čety	Začleněn í do procesu
				Norma času	Normov á	Součinit el napětí	Skutečn á		
1	Montáž lešení	m2	2186,00	0,30	655,80	1,00	655,80	1	1
2	Demontáž oken a dveří	ks	212,00	0,25	53,00	1,00	53,00	4	2
3	Osazení oken a dveří	ks	212,00	2,80	593,60	1,00	593,60	4	2
4	Zakrytí oken a balkonových dveří folii	m2	551,50	0,06	33,09	1,00	33,09	2	3
5	Penetrační nátěr podkladu	m2	2499,90	0,08	187,49	1,00	187,49	2	3
6	Provedení soklu - XPS	m2	107,25	0,11	11,80	1,00	11,80	2	3
7	Přípevnění základových lišt pro desky z min. vaty	m	70,10	0,23	16,12	1,00	16,12	2	3
8	Provedení tepelné izolace min.vaty tl. 180mm	m2	2499,90	0,71	1774,93	1,00	1774,93	2	3
9	Kotvení hmoždinkami (pr. izolace)			-		1,00		2	3
10	Přípevnění rohových lišt	m	615,40	0,06	36,92	1,00	36,92	5	4
11	Provedení lepidla s perlíčkou (pr. izolace)			-		1,00		5	4
12	Penetrační nátěr podkladu pro omítku (pr. izolace)			-		1,00		5	4
13	Provedení fasádní omítky	m2	2499,90	0,25	612,48	1,00	612,48	5	4
14	Klempířské práce	ks	172,00	0,20	34,40	1,00	34,40	3	4
15	Demontáž lešení	m2	2186,00	0,20	437,20	1,00	437,20	1	5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 20 Normál obvodového pláště s minerální vatou

Poř.č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnos t	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Demontáž, montáž oken a dveří	ks	212	646,60	4	4	34	8,50	19,02	19
3	Provedení izolace z min.v.	m2	2499,9	2023,43	2	10	80	8,00	25,29	26
4	Provedení omítek	m2	2499,9	649	5	10	80	8,00	8,11	9
5	Klempířské práce	ks	172	34,4	3	2	16	8,00	2,15	3
6	Demontáž lešení	m2	2186,00	437,2	1	8	64	8,00	6,83	7

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 21 Časový plán obvodového pláště s minerální vatou

Č.činnosti	Název činnosti	D.t	Dny->																																										
1	Montáž lešení	10	[Gantt chart bars]																																										
2	Demontáž, montáž oken a dveří	19	[Gantt chart bars]																																										
3	Provedení izolace z min.v.	26	[Gantt chart bars]																																										
4	Provedení omítek	9	[Gantt chart bars]																																										
5	Klempířské práce	3	[Gantt chart bars]																																										
6	Demontáž lešení	7	[Gantt chart bars]																																										

Zdroj: Vlastní zpracování

6.1.3. Bezkontaktní

Tab. č. 22 Rozbor bezkontaktního obvodového pláště

Poř.č.	Činnost Název	MJ	Množství	Pracnost				Četa Číslo čety	Začleněn í do procesu
				Norma Času	Normov á	Součinitel el napětí	Skutečn á		
1	Montáž lešení	m2	2186,00	0,30	655,80	1,00	655,80	1	1
2	Demontáž oken a dveří	ks	212,00	0,25	53,00	1,00	53,00	4	2
3	Osazení oken a dveří	ks	212,00	2,80	593,60	1,00	593,60	4	2
4	Penetrační nátěr podkladu	m2	2499,90	0,08	187,49	1,00	187,49	2	3
5	Provedení soklové izolace Perimeter	m2	107,25	0,10	10,73	1,00	10,73	2	3
6	Přípevnění základových lišt pro desky z min. vaty	m	70,10	0,23	16,12	1,00	16,12	2	3
7	Přidělaní kotvicích konzol a profilů (pr. izolace)			-		1,00		2	3
8	Provedení tepelné izolace min.vaty tl. 180mm	m2	2499,90	1,53	3824,85	1,00	3824,85	2	3
9	Kotvení hmoždinkami (pr. izolace)			-		1,00		2	3
10	Lepení otevřeně difúzní fólie	m2	2499,90	0,14	349,99	1,00	349,99	2	3
11	Osazení lamel na svislé profily (pr. izolace)			-		1,00		2	3
12	Vnější parapety	ks	172,00	0,20	34,40	1,00	34,40	3	4
13	Demontáž lešení	m2	2186,00	0,20	437,20	1,00	437,20	1	5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 23 Nomrál bezkontaktního obvodového pláště

Poř.č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnost	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Demontáž, montáž oken a dveří	ks	212	646,60	4	4	34	8,5	19,01765	19
3	Provedení tepelné iz. s difúzní fólií a os.lamel	m2	2499,9	4389,18	2	10	80	8	54,86475	55
4	Vnější parapety	ks	172	34,4	3	2	16	8	2,15	3
5	Demontáž lešení	m2	2186	437,2	1	8	64	8	6,83125	7

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 24 Časový plán bezkontaktního obvodového pláště 1 a 2

Č.činnosti	Název činnosti	D.t																																	
1	Montáž lešení	10																																	
2	Demontáž, montáž oken a dveří	19																																	
3	Provedení tepelné iz. s difúzní fólií a os.lamel	55																																	
4	Vnější parapety	3																																	
5	Demontáž lešení	7																																	
		Dny->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Č.činnosti	Název činnosti	D.t																																	
1	Montáž lešení	10																																	
2	Demontáž, montáž oken a dveří	19																																	
3	Provedení tepelné iz. s difúzní fólií a os.lamel	55																																	
4	Vnější parapety	3																																	
5	Demontáž lešení	7																																	
		Dny->	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66

Zdroj: Vlastní zpracování

6.2. Střešní plášť

6.2.1. S klasickým pořadím vrstev

Tab. č. 25 Rozbor střešního pláště s klasickým pořadím vrstev

Poř. č.	Činnost Název	MJ	Množství	Pracnost				Číslo čety	Začleněn í do procesu
				Norma času	Normová pracnost	Součinitel napětí	Skutečná pracnost		
1	Instalace zabezpečovacího systému proti pádu ze střechy	kpl	1	24	24	1	24	1	1
2	Vytyčení atiky	m2	31,2	0,006	0,1872	1	0,1872	2	2
3	Zdění atiky	m2	72,45	0,45	32,6025	1	32,6025	2	2
4	Asfaltová penetrační emulze	m2	376,64	0,03	11,2992	1	11,2992	3	3
5	Armování věnce	t	0,749	26,7	19,9983	1	19,9983	4	4
6	Bednění věnce	m2	38,68	0,27	10,4436	1	10,4436	2	4
7	Betonáž věnce	m3	6,24	0,97	6,0528	1	6,0528	2	5
8	Odbednění věnce	m2	38,68	0,07	2,7076	1	2,7076	2	6
9	Provedení rohového náběhového klínu po obvodu střešní konstrukce	m	109,6	0,05	5,48	1	5,48	2	7
10	Položení parozábrany z modifikovaného asfaltu, tl. 4 mm	m2	398,92	0,06	23,9352	1	23,9352	2	7
11	Vyspádování pomocí spádových klínů EPS SD	m2	376,64	0,16	60,2624	1	60,2624	2	7
12	Položení tepelné izolace EPS 100 S	m2	376,64	0,09	33,8976	1	33,8976	2	7
13	Položení tepelné izolace EPS 100 S	m2	376,64	0,09	33,8976	1	33,8976	2	7
14	Osazení dešťové vpusti	ks	2	0,4	0,8	1	0,8	2	7
15	Položení samolepících asfaltových pásů PARAELAST	m2	390,24	0,052	20,29248	1	20,29248	2	7
16	Natavení asfaltové pásů ELASTEK	m2	390,24	0,06	23,4144	1	23,4144	2	7
17	Položení XPS desek na atiky	m	96,6	0,12	11,592	1	11,592	3	8
18	Kotvení OSB desky do věnce přes desku OSB	m	96,6	0,14	13,524	1	13,524	3	8
19	Klempířské práce	m	96,6	0,43	41,538	1	41,538	5	9
20	Instalace hromosvodu	kpl	1	24	24	1	24	1	10

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 26 Normál střešního pláště s klasickým pořadím vrstev

Poř. č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnost	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Zdění atiky	m2	72,45	32,78	2	5	40	8	0,82	1
3	Asfaltová penetrační emulze	m2	376,64	11,29	3	2	16	8	0,71	1
4	Armování+bednění věnce	m2	38,68	30,44	4	4	32	8	0,95	1
5	Betonáž věnce	m3	6,24	6,05	2	2	16	8	0,38	1
6	Odbednění věnce	m2	38,68	2,71	2	2	16	8	0,17	1
7	Položení parozábrany z asf. Pásů, klínů a desek EPS, lepení a tavení hydroizolací	m2	398,92	201,98	2	5	40	8	5,05	5
8	Položení XPS, kotvení OSB desky k ŽB věnci, ukotvení příponek	m	96,6	25,12	1	3	24	8	1,05	1
9	Klempířské práce	m	96,6	41,54	5	2	16	8	2,60	3
10	Instalace hromosvodu	kpl	1	32	1	3	24	8	1,33	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 27 Časový plán střešního pláště s klasickým pořadím vrstev

Č.činnosti	Název činnosti	doba trvání	Gantt chart grid																
1	Instalace zabezpečovacího systému proti pádu ze střechy	2	[Grid representation]																
2	Zdění atiky	1	[Grid representation]																
3	Asfaltová penetrační emulze	1	[Grid representation]																
4	Armování+bednění věnce	1	[Grid representation]																
5	Betonáž věnce	1	[Grid representation]																
6	Odbednění věnce	1	[Grid representation]																
7	Položení parozábrany z asf. Pásů, klínů a desek EPS, lepení a tavení hydroizolací	5	[Grid representation]																
8	Položení XPS, kotvení OSB desky k ŽB věnci, ukotvení příponek	1	[Grid representation]																
9	Klempířské práce	3	[Grid representation]																
10	Instalace hromosvodu	2	[Grid representation]																
		Dny->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Zdroj: Vlastní zpracování

6.2.2. S obráceným pořadím vrstev

Tab. č. 28 Rozbor střešního pláště s obráceným pořadím vrstev

Činnost	Poř.č.	Název	MJ	Množství	Pracnost			Číslo čety	Začleněn í do procesu	
					Norma času	Normová pracnost	Součinitel napětí			
	1	Instalace zabezpečovacího systému proti pádu ze střechy	kpl	1,00	24,00	24,00	1	24,00	1	1
	2	Vytyčení atiky	m2	31,20	0,01	0,19	1	0,19	2	2
	3	Zdění atiky	m2	72,45	0,45	32,60	1	32,60	2	2
	4	Armování věnce	t	0,75	19,70	14,76	1	14,76	3	3
	5	Bednění věnce	m2	38,68	0,27	10,44	1	10,44	3	3
	6	Betonáž věnce	m3	6,24	0,97	6,05	1	6,05	4	4
	7	Odbědnění věnce	m2	38,68	0,07	2,71	1	2,71	4	5
	8	Instalace vodících spádových prvků (provázek)	kpl	1,00	8,00	8,00	1	8,00	5	6
	9	Osazení dilatačních prvků po obvodech	m	96,60	0,04	3,86	1	3,86	5	6
	10	Vylití cementové pěny a provedení spádu	m3	51,22	1,37	70,17	1	70,17	5	6
	11	Přebroušení cementové pěny	m2	376,64	0,03	9,42	1	9,42	5	6
	12	Penetrace	m2	390,24	0,06	23,41	1	23,41	5	6
	13	Provedení rohového náběhového klínu po obvodu střešní konstrukce	m	109,60	0,05	5,48	1	5,48	5	7
	14	Natavení první vrstvy SBS asfaltových pásů	m2	390,24	0,20	77,27	1	77,27	5	7
	15	Osazení vpustí dešťové vody	ks	2,00	0,40	0,80	1	0,80	5	7
	16	Natavení druhé vrstvy SBS asfaltových pásů	m2	390,24	0,20	77,27	1	77,27	5	7
	17	Položení XPS desek na zdivo atiky	m	96,60	0,12	11,59	1	11,59	5	8
	18	Kotvení OSB desky s příponkami do věnce přes desku XPS	m	96,60	0,14	13,52	1	13,52	5	8
	19	Položení XPS izolace tl. 100 mm po obvode atiky	m2	72,45	0,20	14,49	1	14,49	5	9
	20	Položení XPS izolace tl. 200mm	m2	376,64	0,09	33,90	1	33,90	5	9
	21	Položení PVC krycí lišty	m	96,60	0,15	14,49	1	14,49	5	9
	22	Položení nenásávkavé geotextilie	m2	390,24	0,09	35,12	1	35,12	5	9
	23	Zatížení kačírkiem 16/32 min. tl. 50mm	m2	376,64	0,02	6,78	1	6,78	1	10
	24	Oplechování	m	96,60	0,43	41,54	1	41,54	6	11
	25	Instalace hromosvodu	kpl	1,00	24,00	24,00	1	24	1	12

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 29 Normál střešního pláště s obráceným pořadím vrstev

Poř.č.	Činnost	Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnost	Doba trvání díl.st.proc	Upravená doba trvání
2	Zdění atiky	m2	72,45	32,78	2	5	40	8	0,82	1	
3	Armování+bednění věnce	m2	38,68	30,44	3	4	32	8	0,95	1	
4	Betonáž věnce	m3	6,24	6,05	4	2	16	8	0,38	1	
5	Odbednění věnce	m2	38,68	2,71	4	2	16	8	0,17	1	
6	Vylití cementové pěny a přebroušení, penetrace	m2	376,64	114,87	5	5	40	8	2,87	3	
7	Položení asfaltových pásů a osazení vpustí	m2	398,92	160,82	5	5	40	8	4,02	4	
8	Položení XPS na žb věnce a kotvení OSB desky do věnce	m	96,6	25,12	5	5	40	8	0,63	1	
9	Položení XPS po obvode atiky a na ploše střechy, geotextilie, pvc lišty	m2	398,92	83,51	5	5	40	8	2,09	2	
10	Zatížení kačírkiem 16/32	m2	376,64	6,78	1	3	24	8	0,28	1	
11	Klempířské práce	m	96,6	41,54	6	2	16	8	2,60	3	
12	Instalace hromosvodu	kpl	1	32	1	3	24	8	1,33	2	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 30 Časový plán střešního pláště s obráceným pořadím vrstev

Č.činnosti	Název činnosti	doba trvání
1	Instalace zabezpečovacího systému proti pádu ze střechy	2
2	Zdění atiky	1
3	Armování+bednění věnce	1
4	Betonáž věnce	1
5	Odbednění věnce	1
6	Vylití cementové pěny a přebroušení, penetrace	3
7	Položení asfaltových pásů a osazení vpustí	4
8	Položení XPS na žb věnce a kotvení OSB desky do věnce	1
9	Položení XPS po obvode atiky a na ploše střechy, geotextilie, pvc lišty	2
10	Zatížení kačírkiem 16/32	1
11	Klempířské práce	3
12	Instalace hromosvodu	2

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3. Zateplení stropu

6.3.1. S EPS

Tab. č. 31 Rozbor zateplení stropu s EPS

Činnost	Poř.č.	Název	MJ	Množství	Pracnost				Četa Číslo čety	Začleněn í do procesu
					Norma času	Normová pracnost	Součinitel napětí	Skutečná pracnost		
	1	Penetrace podkladu	m2	379,6	0,11	41,00	1	41,00	1	1
	2	Lepení EPS	m2	379,6	0,23	87,31	1	87,31	1	2
	3	Kotvení EPS	m2	-			1		1	2
	4	Nanesení cementového lepidla	m2	379,6	0,24	91,10	1	91,10	1	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 32 Normál zateplení stropu s EPS

Poř.č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnos t	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Provedení EPS izolace s lepidlem	m2	379,6	178,41	1	5	40	8	4,46	5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 33 Časový plán zateplení stropu s EPS

Č.činnosti	Název činnosti	doba trvání							
1	Penetrace	1							
2	Provedení EPS izolace s lepidlem	5							
		Dny->	1	2	3	4	5	6	

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3.2. S minerální vatou

Tab. č. 34 Rozbor zateplení stropu s minerální vatou

Činnost	Poř.č.	Název	MJ	Množství	Pracnost				Četa Číslo čety	Začleněn í do procesu
					Norma času	Normová pracnost	Součinitel el napětí	Skutečn á		
	1	Penetrace podkladu	m2	379,6	0,11	41,00	1	41,00	1	1
	2	Lepení min. vaty	m2	379,6	0,23	87,31	1	87,31	1	2
	3	Kotvení min. vaty	m2	-			1		1	2
	4	Nanesení cementového lepidla	m2	379,6	0,24	91,10	1	91,10	1	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 35 Normál zateplení stropu s minerální vatou

Poř.č.	Činnost Název	Zájmová MJ	Zájmové množství	Celková skutečná pracnost	Číslo čety	Počet pracovníků	Časový fond čety	Směnnos t	Doba trvání díl.st.pro	Upravená doba trvání
2	Provedení min. izolace s lepidlem	m2	379,6	178,41	1	5	40	8	4,46	5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 36 Časový plán zateplení stropu s minerální vatou

Č.činnosti	Název činnosti	doba trvání							
1	Penetrace	1							
2	Provedení min.v. izolace s lepidlem	5							
		Dny->	1	2	3	4	5	6	

Zdroj: Vlastní zpracování

7 Rozpočet jednotlivých variant

Provedené výpočty jednotlivých skladeb byly provedeny za pomocí programu EuroCALC 3 verze 3.6.2.1713.

Veškeré ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH.

7.1. Rozpočet zateplení obvodového pláště

Tab. č. 37 Rozpočet obvodového pláště s EPS

Pof. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							1 286
SO_01: Stavební objekt 01							1 286
006: Úpravy povrchu							1 286
2	SP	622211041	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200 mm	m2	1,000	576,18	576
3	H	28375953	Deska fasádní polystyrénová EPS 70 F 1000 x 500 x 180 mm	m2	1,000	392,00	392
4	SP	622531021	Tenkovrstvá silikonová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	279,08	279
5	SP	622131121	Penetrace akrylát-silikon vnějších stěn nanášená ručně	m2	1,000	38,24	38
							1 286

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 38 Rozpočet obvodového pláště s minerální vatou

Pof. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							1 778
SO_02: Stavební objekt 02							1 778
006: Úpravy povrchu							1 778
4	SP	622531021	Tenkovrstvá silikonová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	279,08	279
5	SP	622131121	Penetrace akrylát-silikon vnějších stěn nanášená ručně	m2	1,000	38,24	38
6	SP	622221041	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z minerální vlny s podélnou orientací tl přes 160 mm	m2	1,000	599,94	600
7	H	63151539	Deska minerální izolační ISOVER TF PROFÍ tl. 180 mm	m2	1,000	861,00	861
							1 778

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 39 Rozpočet obvodového bezkontaktního pláště

Poř. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							2 905
SO_03: Stavební objekt 03							2 905
006: Úpravy povrchu							2 905
5	SP	622131121	Penetrace akrylát-silikon vnějších stěn nanášená ručně	m2	1,000	38,24	38
8	SP	622272071	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na ocelový rošt tepelná izolace tl. 180 mm	m2	1,000	2 363,81	2 364
9	H	59155116	Deska fasádní Cembit Raw/FDH 1200 x 2500 mm tl. 6 mm, přírodní šedá	m2	1,000	451,00	451
10	H	59660213	Fólie hydroizolační difúzní pojistná otevřená-bez bednění TONDACH TUNING FOL-N /50 x 1,5=75m2/	m2	1,250	41,80	52
							2 905

Zdroj: Vlastní zpracování

7.2. Rozpočet zateplení střešního pláště

Tab. č. 40 Rozpočet střešního pláště s klasickým pořadím vrstev

Poř. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							1 689
SO_01: Stavební objekt 01							1 689
711: Izolace proti vodě							481
1	SP	711441559	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovně přitavením pásu NAIP	m2	1,000	80,89	81
2	H	62856000	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS RADONELAST	m2	1,000	187,00	187
3	SP	711441559	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovně přitavením pásu NAIP	m2	1,000	80,89	81
4	H	62852254	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS Elastodek 40 Special mineral	m2	1,000	132,00	132
712: Povlakové krytiny							221
7	SP	712331111	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní vrstvy pásy na suchu samolepicí	m2	1,000	37,77	38
8	H	62852610	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS PARAELAST PV S 52 šedý	m2	1,000	183,00	183
713: Izolace tepelné							987
9	SP	713141311	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně, spádová vrstva	m2	1,000	46,76	47
10	H	28376141	Klín spádový Standard 1000 x 1000 mm, EPS 100	m3	0,136	2 750,00	374
11	SP	713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	26,30	26
12	H	28372309	Deska z pěnového polystyrenu EPS 100 S 1000 x 500 x 100 mm	m2	1,000	257,00	257
13	SP	713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	26,30	26
14	H	28372309	Deska z pěnového polystyrenu EPS 100 S 1000 x 500 x 100 mm	m2	1,000	257,00	257
							1 689

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 41 Rozpočet střešního pláště s obráceným pořadím vrstev

Poř. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							1 949
SO_01: Stavební objekt 01							1 949
006: Úpravy povrchu							433
1	SP	631342332	Cementová litá pěna tl do 240 mm s polystyrenem objemové hmotnosti 400 kg/m ³	m ³	0,136	2 900,30	394
13	SP	622131121	Penetrace akrylát-silikon vnějších stěn nanášená ručně	m ²	1,000	38,24	38
711: Izolace proti vodě							475
3	SP	711441559	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné přitavením pásu NAIP	m ²	1,000	80,89	81
3	SP	711441559	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné přitavením pásu NAIP	m ²	1,000	80,89	81
4	H	62852254	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS Elastodek 40 Special mineral	m ²	1,000	132,00	132
5	H	62852254	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS Elastodek 40 Special mineral	m ²	1,000	132,00	132
9	SP	711491171	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné z textilní vrstvy podkladní	m ²	1,000	33,07	33
10	H	69311040	Geotextilie netkaná geoNetex M/B, 200 g/m ² , šíře 300 cm	m ²	1,000	16,20	16
712: Povlakové krytiny							41
11	SP	712391382	Provedení povlakové krytiny střech do 10° násypem z hrubého kameniva tl 50 mm	m ²	1,000	5,26	5
12	H	58343933	Kamenivo drcené hrubé prané (Olbramovice) frakce 16-32 třída B	t	0,100	360,00	36
713: Izolace tepelné							1 000
7	SP	713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m ²	1,000	26,30	26
8	H	28376400	Deska z extrudovaného polystyrenu STYRODUR 3035 CS-1250 x 600	m ³	0,200	4 870,00	974
							1 949

Zdroj: Vlastní zpracování

7.3. Rozpočet zateplení stropu

Tab. č. 42 Rozpočet zateplení stropu s EPS

Poř. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							488
SO_01: Stavební objekt 01							488
006: Úpravy povrchu							139
7	SP	611131121	Penetrace akrylát-silikonová vnitřních stropů nanášená ručně	m ²	1,000	57,72	58
11	SP	611321311	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stropů rovných nanášená strojně	m ²	1,000	81,00	81
713: Izolace tepelné							349
8	SP	713111127	Montáž izolace tepelné spodem stropů lepením celoplošně rohoží, pásů, dílců, desek	m ²	1,000	207,08	207
9	H	28375873	Deska z pěnového polystyrenu EPS 70 Z 1000 x 500 x 100 mm	m ²	1,020	139,00	142
							488

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 43 Rozpočet zateplení stropu s minerální vatou

Pof. ▲	Ident.	Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
A_00: Základní rozpočet							538
SO_04: Stavební objekt 04							538
006: Úpravy povrchu							139
7	SP	611131121	Penetrace akrylát-silikonová vnitřních stropů nanášená ručně	m2	1,000	57,72	58
11	SP	611321311	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stropů rovných nanášená strojně	m2	1,000	81,00	81
713: Izolace tepelné							399
8	SP	713111127	Montáž izolace tepelné spodem stropů lepením celoplošně rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	207,08	207
10	H	63148154	Deska minerální izolační ISOVER UNI 600x1200 mm tl. 100 mm	m2	1,020	188,00	192
							538

Zdroj: Vlastní zpracování

7.4. Rozpočty jednotlivých skladeb

Tab. č. 44 Kalkulace jednotlivých skladeb

Typ obvodového pláště	Cena za 1m²
Skladba s EPS	1286 Kč
Skladba s minerální vatou	1778 Kč
Skladba s provětrávanou mezerou	2905 Kč
Typ střešního pláště	Cena za 1m²
Střecha s klasickým pořadím vrstev	1689 Kč
Střecha s obráceným pořadím vrstev	1949 Kč
Typ zateplení stropu suterénu	Cena za 1m²
Skladba s EPS	488 Kč
Skladba s minerální vatou	538 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

8 Vícekriteriální analýza

Účelem této analýzy bude vybrat nejlepší varianty jednotlivých konstrukcí.

Jedná se o metodu, která mezi sebou porovnává různé varianty za účelem výběru nejkompromisnějšího řešení podle bodového ohodnocení. Podle Saatyho metody se zvolí stupnice relativních důležitostí 1-9, kde 1 značí stejnou důležitost a 9 značí důležitost absolutní. Tyto hodnoty se přiřadí k jednotlivým kritériím podle subjektivní preference v kritériální matici. V dalším kroku se provede geometrický průměr a klasický součet hodnot pro každý řádek kritérií. Podílem geometrických průměrů se součty hodnot důležitostí se následně získají váhy pro jednotlivá kritéria.

Posledním krokem je pro dané varianty a jednotlivá kritéria určit bodová ohodnocení a vynásobit odpovídajícími váhami. Varianta s největší hodnotou představuje nejvhodnější řešení a bude zvolena pro stávající objekt.

Tab. č. 45 Saatyho kritériální matice

KRITERIA	K1	K2	K3	K..	Kn
Ki Kj					
K1	1	S ₁₂	S ₁₃	S _{1..}	S _{1n}
K2	1/S ₁₂	1	S ₂₃	S _{2..}	S _{2n}
K3	1/S ₁₃	1/S ₂₃	1	S _{3..}	S _{3n}
K..	1/S _{1..}	1/S _{2..}	1/S _{3..}	1	S _{..n}
Kn	1/S _{1n}	1/S _{2n}	1/S _{3n}	1/S _{..n}	1

Pokud jsou kritéria hodnocena S_{ij}=1

Vzorce pro výpočet vah

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

$$V_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

8.1 Vícekriteriální analýza variant obvodového pláště

Tab. č. 46 Údaje o variantách obvodového pláště

	Cena	U	Tloušťka a pláště	Doba realizace
Kontaktní plášť s EPS	1286 Kč/m ²	0,199 W/m ²	202 mm	42 dní
Kontaktní plášť s min.vatou	1778 Kč/m ²	0,186 W/m ²	202 mm	43 dní
Bezkontaktní plášť se vzduchovou mezerou	2905 Kč/m ²	0,281 W/m ²	252 mm	66 dní

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 47 Saatyho matice variant obvodového pláště

	Cena	Vzhled	U	Technologická náročnost	Odolnost	Tloušťka
Cena	1	5	7	3	5	3
Vzhled	1/5	1	1/5	3	3	3
U	1/7	5	1	3	1/3	5
Technologická náročnost	1/3	1/3	1/3	1	1	3
Odolnost	1/5	1/3	3	1	1	5
Tloušťka	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 48 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy obvodového pláště

	Váha	Kontaktní systém s EPS	Kontaktní systém s min. vatou	Bezkontaktní systém s min. vatou
Cena	0,44	9	5	1
Vzhled	0,13	3	3	9
U	0,16	5	7	3
Technologická náročnost	0,09	5	5	1
Odolnost	0,13	3	9	9
Tloušťka	0,04	5	5	3
Celkem =		6,11	5,53	3,71

Zdroj: Vlastní zpracování

8.2 Vícekriteriální analýza variant střešního pláště

Tab. č. 49 Údaje o variantách střešního pláště

	Cena	U	Tloušťka	Doba realizace
Střecha s klasickým pořadím vrstev	1689 Kč/m ²	0,160 W/m ²	461,5 mm	17 dní
Střecha s obráceným pořadím vrstev	1949 Kč/m ²	0,168 W/m ²	560 mm	20 dní

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 50 Saatyho matice variant střešního pláště

	Cena	Údržba	U	Technologická náročnost	Odolnost	Tloušťka
Cena	1	1/7	7	3	5	3
Údržba	7	1	1	3	1/5	5
U	1/7	1	1	3	1/3	5
Technologická náročnost	1/3	1/3	1/3	1	1	3
Odolnost	1/5	5	3	1	1	5
Tloušťka	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 51 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy střešního pláště

	Váha	Střecha s klasickým pořadím vrstev	Střecha s obráceným pořadím vrstev
Cena	0,27	9	5
Údržba	0,23	3	7
U	0,13	7	3
Technologická náročnost	0,1	1	5
Odolnost	0,22	3	5
Tloušťka	0,04	5	3
Celkem =		4,99	5,07

Zdroj: Vlastní zpracování

8.3 Vícekriteriální analýza variant zateplení stropu

Tab. č. 52 Údaje o variantách stropního zateplení

	Cena	U	Tloušťka	Doba realizace
Strop zateplený s EPS	488 Kč/m ²	0,288 W/m ²	115 mm	6 dní
Strop zateplený s min. vatou	538 Kč/m ²	0,283 W/m ²	115 mm	6 dní

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 53 Saatyho matice variant zateplení stropu

	Cena	U	Odolnost
Cena	1	5	3
U	1/5	1	3
Odolnost	1/3	1/3	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. č. 54 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy zateplení stropu

	Váha	Strop s EPS	Strop s min. vatou
Cena	0,35	7	5
U	0,11	5	7
Odolnost	0,07	3	5
Celkem=		3,21	2,87

Zdroj: Vlastní zpracování

9 Finální vybrané řešení

Pomocí vícekriteriální analýzy bylo zjištěno, že nejlepším možným řešením zateplení panelového objektu je zateplit obvodovou konstrukci kontaktním systémem s polystyrenovou izolací EPS především z důvodu levného a rychlého řešení. Nicméně zateplení bude opatřeno i minerální vatou, protože z hlediska požární bezpečnosti jsou vyžadovány požární pruhy o tloušťce 900 mm po celém obvodu budovy nad okny.

Střešní plášť byl zvolen s obráceným pořadím vrstev díky jejímu bezpečnějšímu provozu a jednoduché údržbě i přes vyšší cenu a tloušťku.

Zateplení stropu bylo zvoleno pomocí EPS desek, neboť je levnější a toto řešení má podobné vlastnosti jako minerální vata.

9.1 Měrné tepelné ztráty zatepleného objektu

Stejným způsobem jako v kapitole 4 byla vypočítány měrné tepelné ztráty již zatepleného panelového objektu. Změnou zde prošly součinitele prostupu tepla konstrukcí navýšených o vrstvu tepelné izolace a součinitele prostupu tepla nových oken a dveří. Upraveny byly také tepelné vazby, jejichž součinitele byly zmenšeny, neboť konstrukce jsou zatepleny izolacemi.

Tab. č. 55 Měrné tepelné ztráty zatepleného objektu

Konstrukce	Varianta	U, Ψ	A [m ²]/l [m]	b [-]	H [W/K]
Z01	VF	0,19	112,01	1,00	21,51
Z02	VF	0,20	49,60	1,00	9,87
Z03	VF	0,20	27,22	1,00	5,44
Z04	VF	0,19	84,68	1,00	16,26
Z05	VF	0,20	12,89	1,00	2,57
Z06	VF	0,20	829,20	1,00	165,01
Z07	VF	0,19	789,50	1,00	151,58
F01	VF	3,48	453,30	1,00	1578,84
F02	VF	0,28	439,40	0,56	69,88
R01	VF	0,17	437,90	1,00	73,57
D01	VF	0,83	8,80	1,15	8,40
D02	VF	1,10	2,61	1,15	3,30
D03	VF	0,88	86,40	1,15	87,44
W01	VF	1,10	13,00	1,15	16,45
W02	VF	1,10	1,08	1,15	1,37
W03	VF	0,86	96,00	1,15	94,94
W04	VF	0,83	329,30	1,15	314,32
W05	VF	0,80	10,10	1,15	9,29
T.V-ostění	VF	0,10	1380,40	1,00	138,04
T.V-konzola	VF	0,70	171,78	1,00	120,25
T.V-kouty	VF	0,05	258,25	1,00	12,91
T.V-obr.kouty	VF	0,05	157,44	1,00	7,87
T.V-stěna/strop	VF	0,00	565,88	1,00	0,00
T.V-atika	VF	0,05	98,60	1,00	4,93
			Σ 3056,18	Σ(obálky)	1265,67

Zdroj: Vlastní zpracování

9.2 Průměrný součinitel prostupu tepla zatepleného objektu

$$U_{em} = \frac{1265,67}{3056,18} = 0,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

9.3 Určení klasifikační třídy obálky budovy

Výpočet měrných tepelných ztrát a průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovou s požadovanými normovými součiniteli prostupu tepla.

Tab. č. 56 Měrné tepelné ztráty referenční budovy

Konstrukce	Varianta	U, Ψ	A [m ²]/l [m]	b [-]	H [W/K]
Z01	Ref	0,30	112,01	1,00	33,60
Z02	Ref	0,30	49,60	1,00	14,88
Z03	Ref	0,30	27,22	1,00	8,17
Z04	Ref	0,75	84,68	1,00	63,51
Z05	Ref	0,75	12,89	1,00	9,67
Z06	Ref	0,30	829,20	1,00	248,76
Z07	Ref	0,30	789,50	1,00	236,85
F01	Ref	0,85	453,30	1,00	385,31
F02	Ref	0,60	439,40	0,49	129,18
R01	Ref	0,24	437,90	1,00	105,10
D01	Ref	1,50	8,80	1,00	13,20
D02	Ref	1,50	2,61	1,15	4,50
D03	Ref	1,50	86,40	1,15	149,04
W01	Ref	1,50	13,00	1,15	22,43
W02	Ref	1,50	1,08	1,15	1,86
W03	Ref	1,50	96,00	1,15	165,60
W04	Ref	1,50	329,30	1,15	568,04
W05	Ref	1,50	10,10	1,15	17,42
Tepelné vazby	Ref	0,02	3782,99	1,00	75,66
			Σ 3056,18	Σ(obálky)	1747,31

Zdroj: Vlastní zpracování

$$U_{em,N,20} = \frac{1747,31}{3056,18} + 0,02 = 0,59 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Klasifikační třída budovy podle 73 0540-2 přílohy C => $\frac{0,42}{0,59} = 0,71$

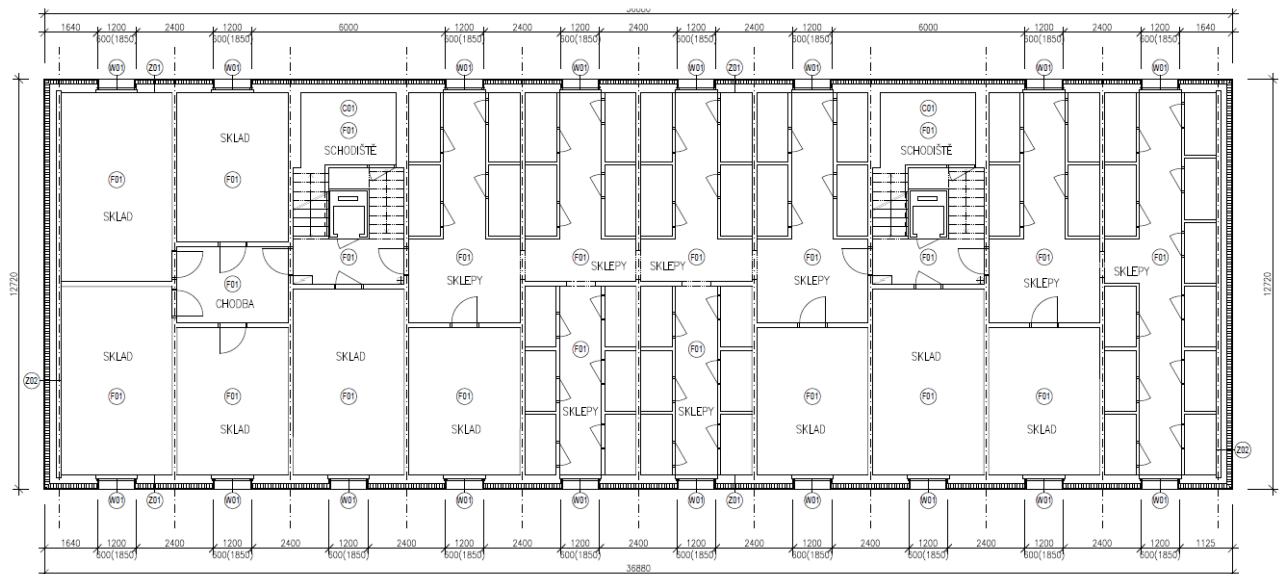
Tab. č. 57 Energetický štítek obálky budovy – stávající stav (STS) a navržená finální úprava (VF)

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení Bytový dům				Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy Kraslice, Školní 29						
Celková podlahová plocha Ac=		2829,9 m ²		STS	VF	
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
Mimořádně neekonomická				3,17		
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/m ² K $U_{em} = H_T / A$				1,87	0,42	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,n}$ ve W/m ² K				0,59	0,59	
Klasifikační součinitele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} m ² /m ³						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,30	0,44	0,59	0,86	1,18	1,48

Zdroj: Vlastní zpracování

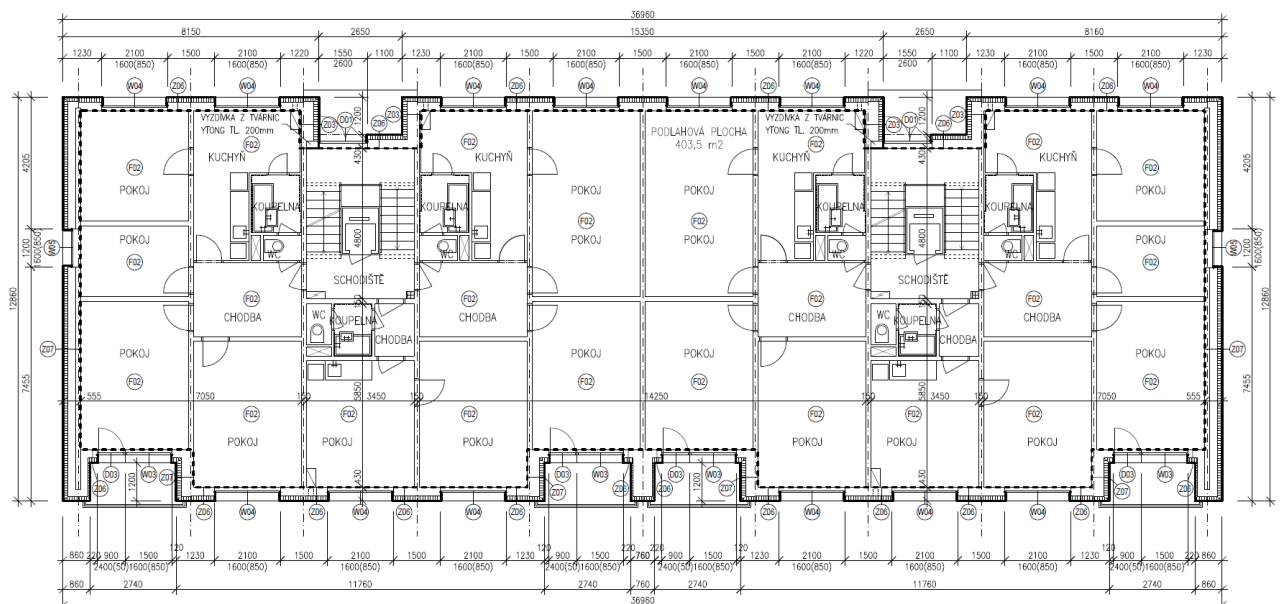
9.4 Výkresy a schémata

9.4.1. Půdorys a řez zatepleného obvodového pláště



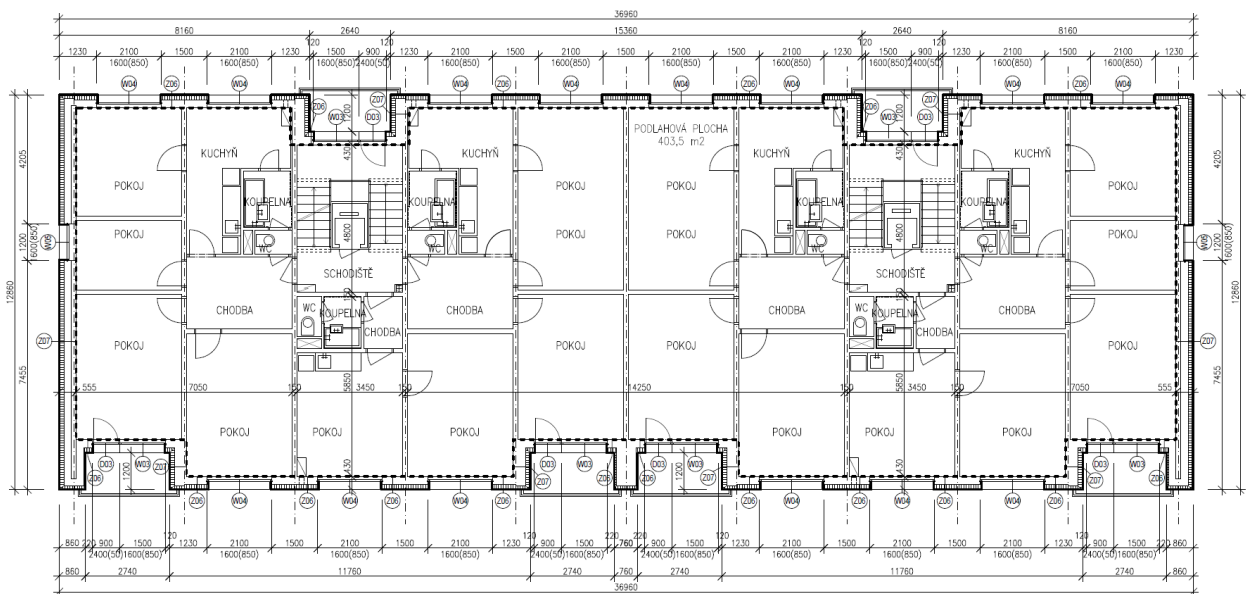
Obr. č. 23 Půdorys zatepleného 1.PP

Zdroj: Vlastní zpracování



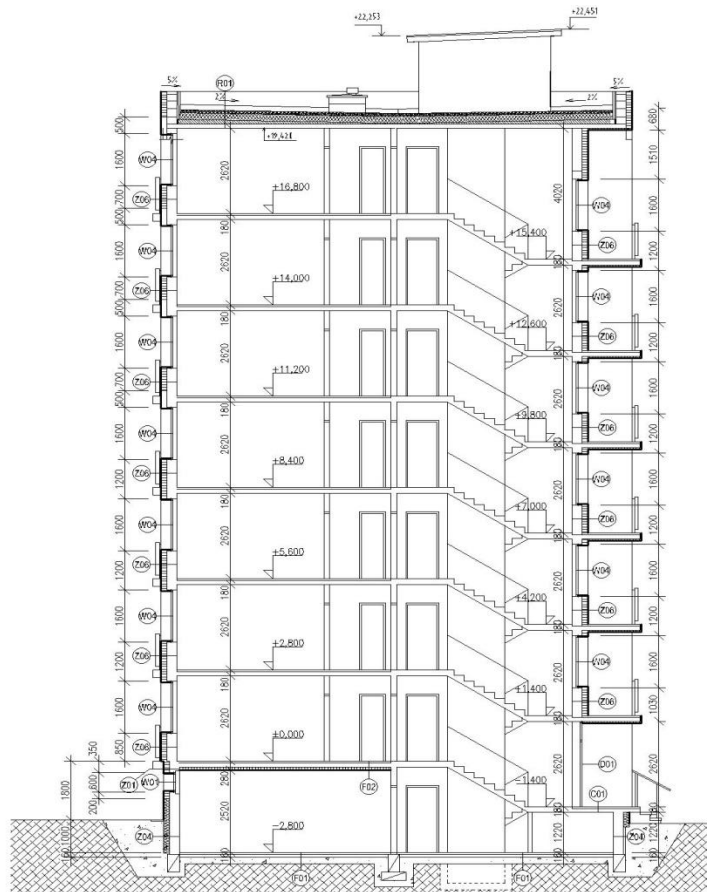
Obr. č. 24 Půdorys zatepleného 1.NP

Zdroj: Vlastní zpracování



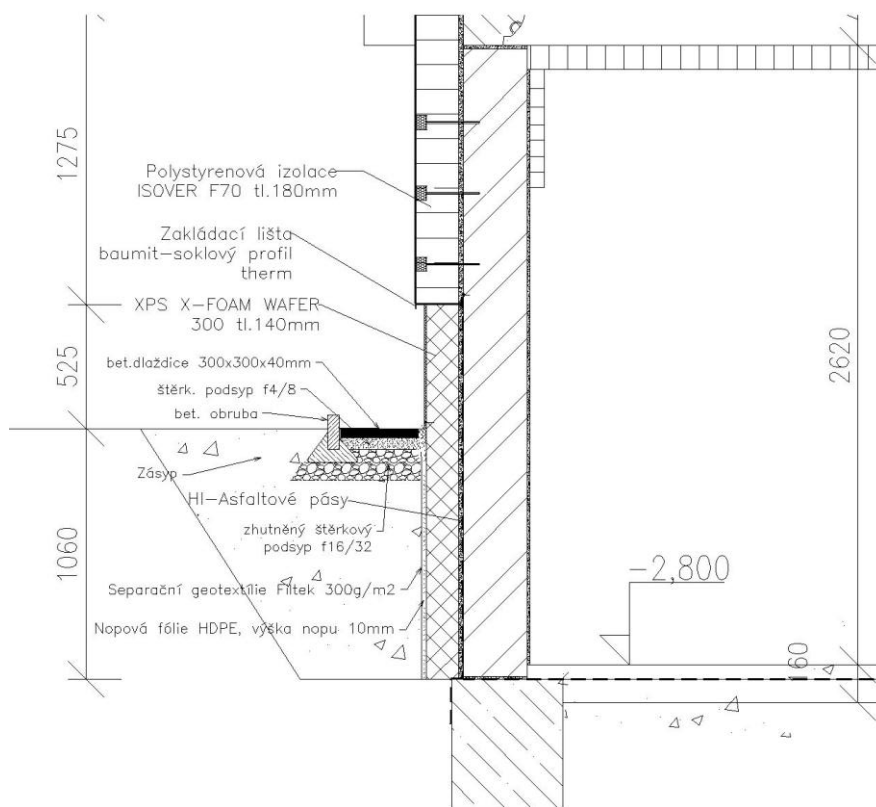
Obr. č. 25 Půdorys zatepleného 2.-7.NP

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. č. 26 Řez zatepleného objektu

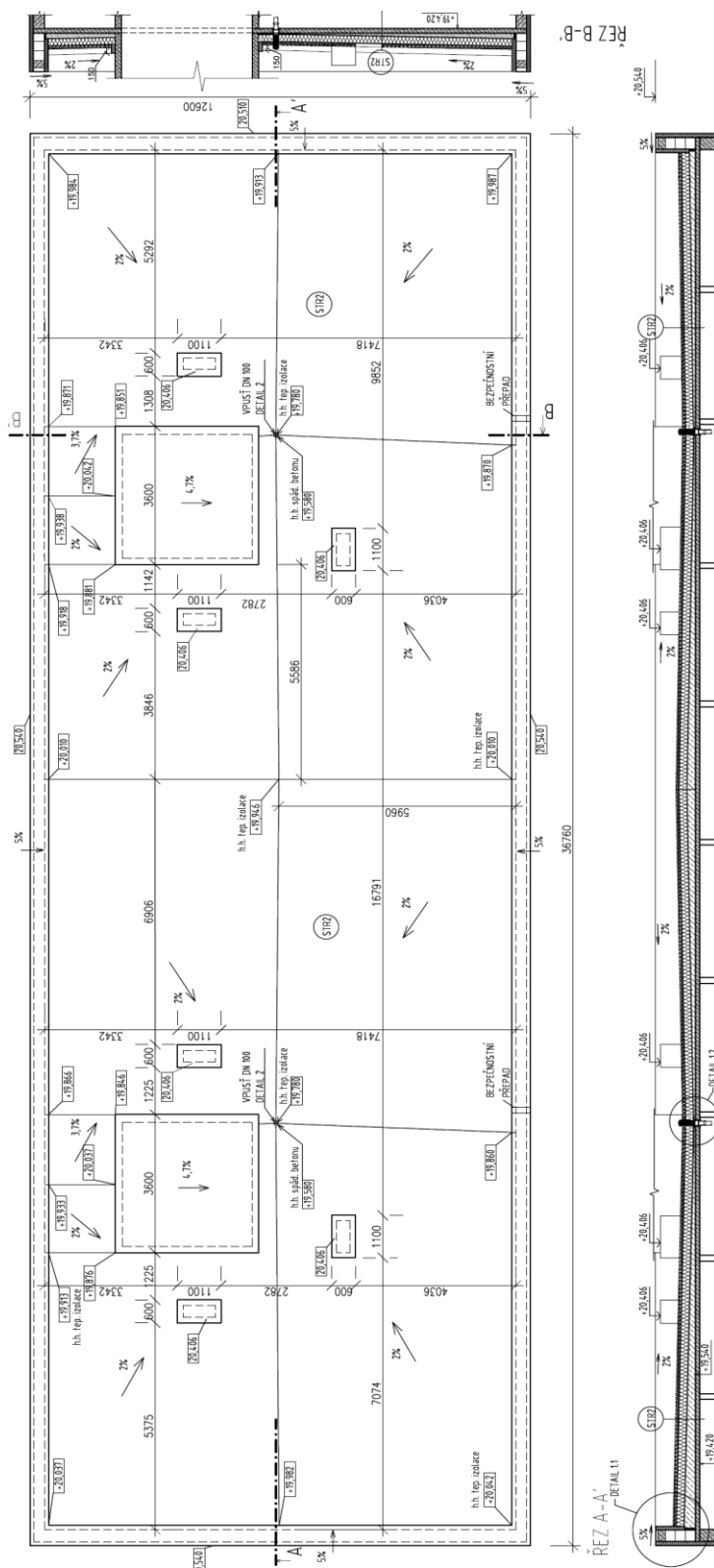
Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. č. 27 Schéma řešení soklu

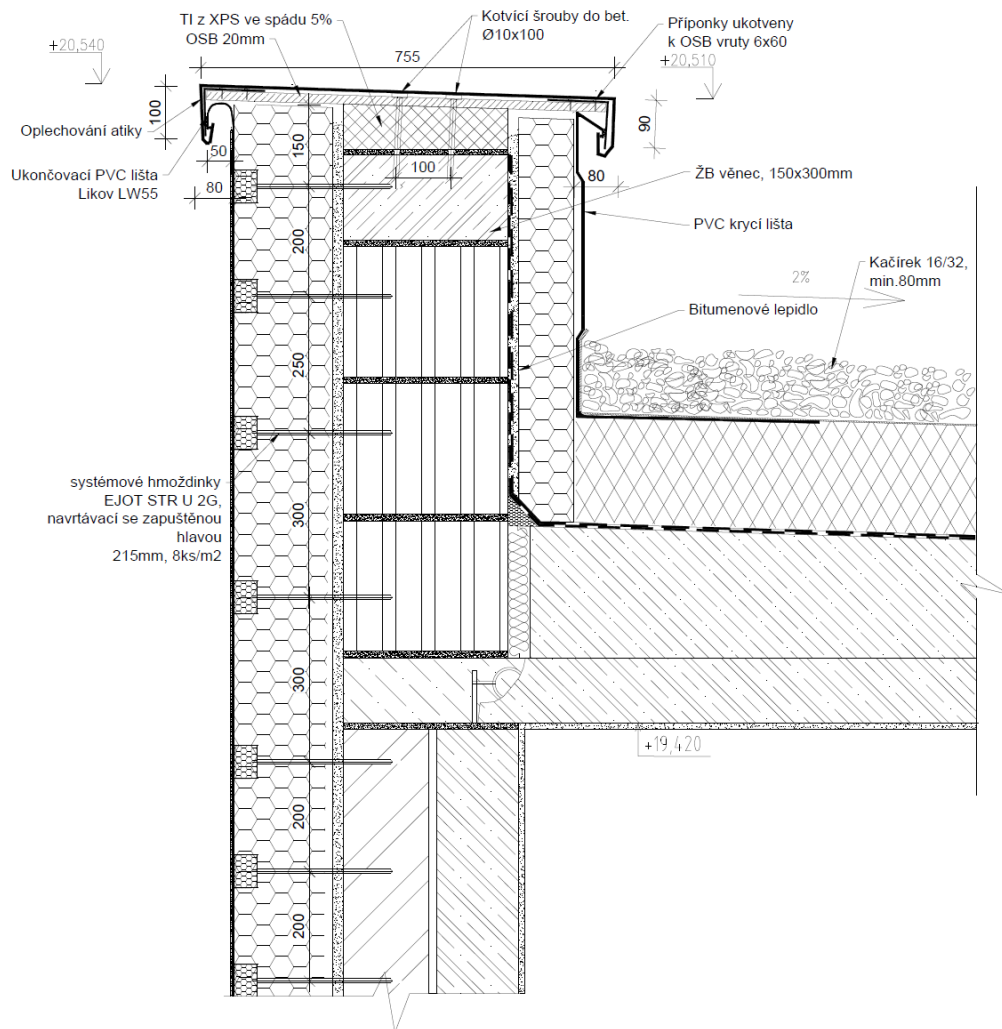
Zdroj: Vlastní zpracování

9.4.2. Půdorys, řezy a detaily navrhnuté střechy



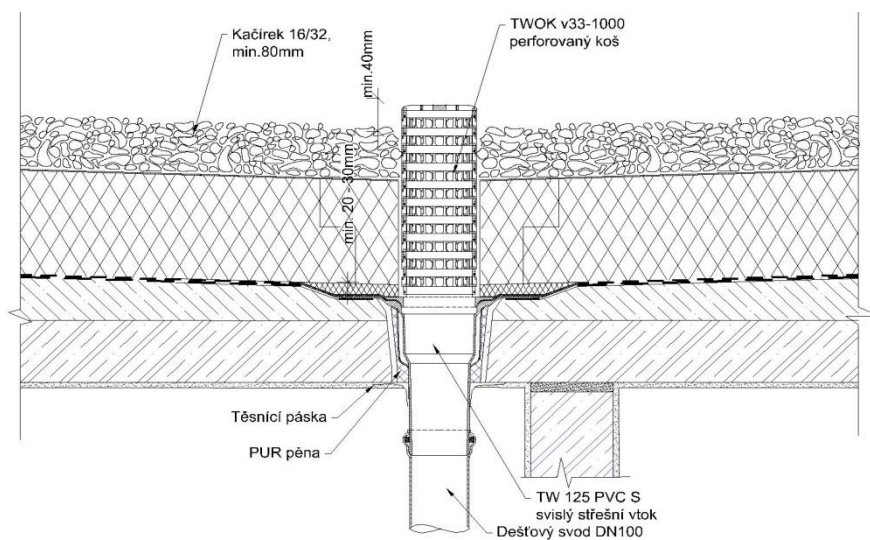
Obr. č. 28 Výkres střechy s obráceným pořadím vrstev

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. č. 29 Detail atiky zatepleného objektu

Zdroj: Vlastní zpracování



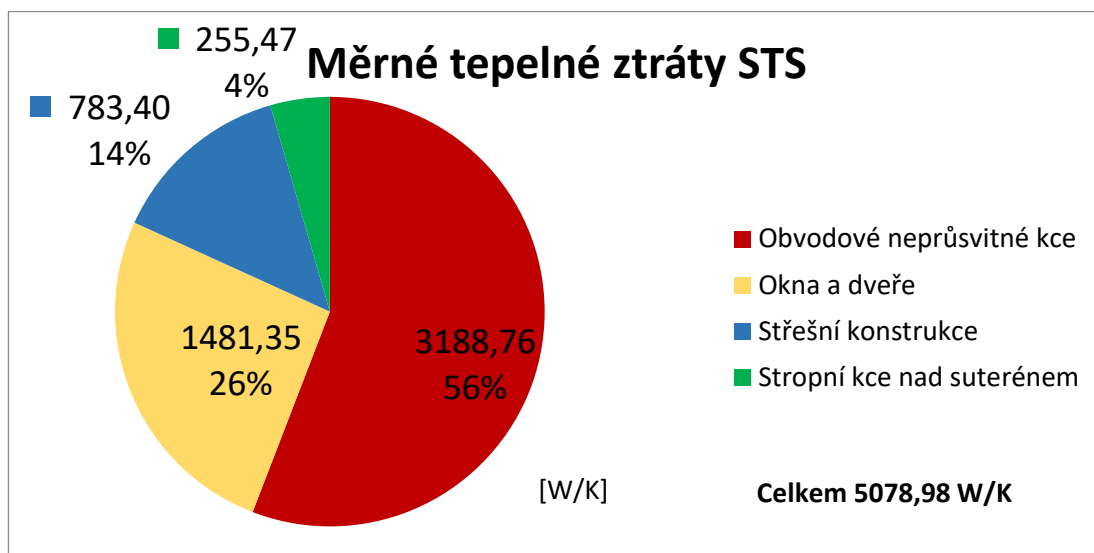
Obr. č. 30 Detail vpusti zatepleného objektu

Zdroj: Vlastní zpracování

9.5 Energetické porovnání STS a NS

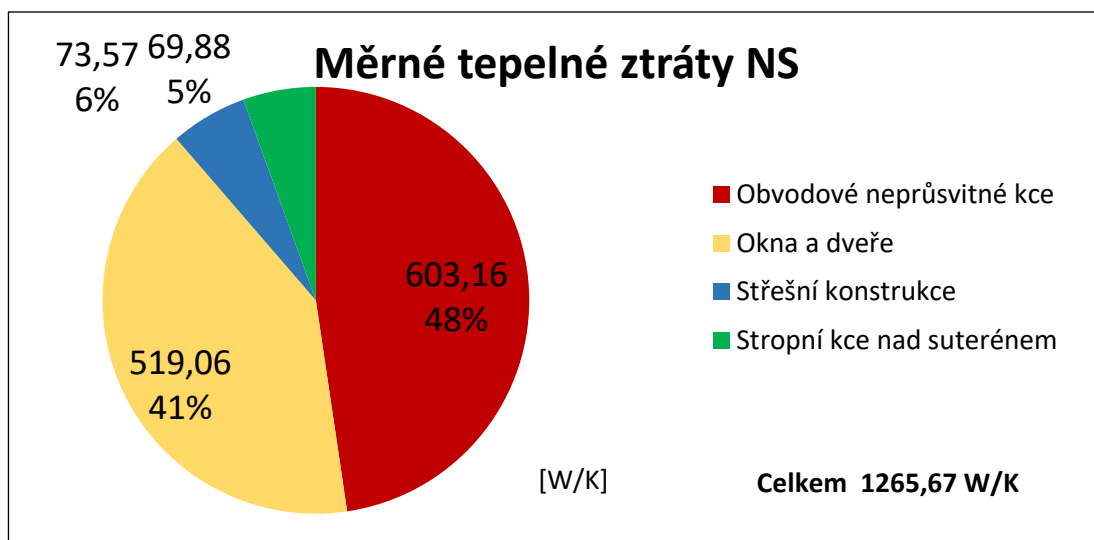
V této části jsou zpracovány grafy dvou fází před (STS) a po zateplení (NS). Data jsou brána z již vypočtených měrných tepelných ztrát W/K pro typy konstrukcí obálky.

Graf 1 Měrné tepelné ztráty STS



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 2 Měrné tepelné ztráty NS



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafů vyplývá, že k výraznému energetickému zlepšení došlo u obvodových neprůsvitných konstrukcí a střešního pláště.

Celková tepelná ztráta objektu je o 3313,31 W/K nižší než stávající stav, což tvoří 75% celkové tepelné ztráty původního objektu.

Závěr

V práci byla popsána jak historie panelové výstavby až do soustavy T 06 B, tak typy jednotlivých zateplení obalových konstrukcí. Byl popsán panelový objekt a analyzovány jeho konstrukce s následným výpočtem prostupu tepla a měrných ztrát. Při výpočtu měrných ztrát je celková ztráta obálkou budovy u stávajícího objektu 5078,98 W/K.

Následně byly provedeny návrhy tří skladeb pro obvodový plášť, dvě skladby pro střešní plášť a dvě skladby pro zateplení stropu suterénu. Provedeny byly rozbor, normály a časové postupy všech variant zateplení, u kterých byl vypracován také rozpočet.

Veškeré získané informace byly použity u vícekritériální analýzy všech skladeb obalových konstrukcí, ze které se následně vybralo nejvhodnější řešení. Pro to byl spočítán součinitel prostupu tepla a měrné tepelné ztráty 1265,67 W/K pro zateplený objekt.

Byl vytvořen energetický štítek obálky budovy, kdy stávající objekt spadá do klasifikační třídy G (mimořádně nevhodná) a objekt po zateplení je zařazen do klasifikační třídy B.

Byly narýsovány výkresy půdorysů, řezů, detailů a schéma kladečského plánu. Následně byly sestaveny grafy měrných tepelných ztrát stávajícího a zatepleného objektu.

Všechny stanovené cíle bakalářské práce byly naplněny.

Zdroje a použitá literatura

Použité elektronické dokumenty

BuildingSolutions. Arch precast. *Building-solutionsinc.com* [online]. © 2017 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.building-solutionsinc.com/arch-precast/>

EkoWATT, *Panelovedomy.ekowatt.cz* [online]. Praha: EkoWATT [05-04-2019]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/>

GREANEY, Martin. Liverpool heroes1johnalexanderbrodie city engineer. *Historic-liverpool.co.uk* [online]. Dostupné z: <https://historic-liverpool.co.uk/liverpool-heroes-1-john-alexander-brodie-city-engineer/>

HORŇÁKOVÁ, Ladislava. První panelový dům G, In: Uměleckoprůmyslové museum v praze. *Panelaci.cz* [online]. Praha: © 2017 [01-04-2019]. Dostupné z: <http://www.panelaci.cz/sidliste/zlinsky-kraj/zlin-prvni-panelovy-dum-g>

JANDA, Martin. Panelstory aneb kde se vzala sídliště. In: RF HOBBY. *21stoleti.cz* [online]. 20.5.2017 [cit. 2019/04/14]. Dostupné z: <https://21stoleti.cz/2017/05/20/panelstory-aneb-kde-se-vzala-sidliste/>

LIPTÁK, Marian. *Panelaky.info* [online]. 7.2.2016 [20-4-2019]. Dostupné z: <http://panelaky.info/>

STÚ-K, *Příručka typologií obytných budov s příklady opatření ke snížení jejich energetické náročnosti* [online]. Praha: stú-k, Prosinec 2014 [01-04-2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/1335699-Prirucka-typologii-obytnych-budov.html/>

Použitá tištěná literatura

Báčová, Marie et al. *Manuál energeticky úsporné architektury*. Praha: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů, 2010. ISBN: 978-80-904577-1-3

ČVUT V PRAZE. Fakulta stavební. *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy G 57 (severočeská varianta)*.

1.vyd. Praha: ČKAIT, 2004. Regenerace panelových domů - odborné publikace MPO ČR. ISBN: 80-86769-12-7

Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Komplexní regenerace panelových domů stavební soustavy T 06 B*. 1.vyd. Praha: ČKAIT, 2000. Regenerace panelových domů - odborné publikace MPO ČR. ISBN: 80-86364-28-3

ROJÍK, Václav, Prof. et al. *Panelové objekty: zásady projektování a provádění*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1974. Řada stavební literatury.

Seznam zkratk

Tl. - Tloušťka

Žb - Železobeton

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Sídliště v Hong Kongu.....	12
Obr. č. 2 Stavba prvního panelového domu v Brně.....	15
Obr. č. 3 Panelový dům soustavy G40 na Benešově nábřeží ve Zlíně.....	17
Obr. č. 4 Výstavba panelového domu G40 roku 1953-1954 ve Zlíně	18
Obr. č. 5 Pohled do rozestavěného patra u štítové stěny.....	19
Obr. č. 6 Pohled na nevyzděnou střešní štítovou stěnu budovy G 32	20
Obr. č. 7 Panelový dům soustavy G 57	21
Obr. č. 8 Panelový dům soustavy T 06 B-BTS	23
Obr. č. 9 1.PP panelového domu	32
Obr. č. 10 1.NP panelové budovy	32
Obr. č. 11 2-7.NP panelové budovy	33
Obr. č. 12 Řez panelového domu	33
Obr. č. 13 Stření plášť s klasickým pořadím vrstev	43

Obr. č. 14 Střešní plášť s obráceným pořadím vrstev	43
Obr. č. 15 Kontaktní zateplení štítové stěny s EPS	44
Obr. č. 16 Kontaktní zateplení průčelní stěny s EPS	44
Obr. č. 17 Kontaktní zateplení štítové stěny s minerální vatou	44
Obr. č. 18 Kontaktní zateplení průčelní stěny s minerální vatou	45
Obr. č. 19 Bezkontaktní zateplení štítové stěny	45
Obr. č. 20 Bezkontaktní zateplení průčelní stěny	45
Obr. č. 21 Zateplení stropu s EPS	46
Obr. č. 22 Zateplení stropu s minerální vatou	46
Obr. č. 23 Půdorys zatepleného 1.PP	67
Obr. č. 24 Půdorys zatepleného 1.NP	67
Obr. č. 25 Půdorys zatepleného 2.-7.NP	68
Obr. č. 26 Řez zatepleného objektu	68
Obr. č. 27 Schéma řešení soklu	69
Obr. č. 28 Výkres střechy s obráceným pořadím vrstev	70
Obr. č. 29 Detail atiky zatepleného objektu	71
Obr. č. 30 Detail vpusti zatepleného objektu	71
Obr. č. 31 Schéma kladečského plánu	72

Seznam tabulek

Tab. č. 1 Součinitel prostupu tepla průčelní suterénní obvodové stěny	35
Tab. č. 2 Součinitel prostupu tepla štítové obvodové stěny	36
Tab. č. 3 Součinitel prostupu tepla stěny u hlavního vstupu	36
Tab. č. 4 Součinitel prostupu tepla průčelní obvodové stěny v kontaktu se zeminou	37
Tab. č. 5 Součinitel prostupu tepla štítové suterénní obvodové stěny v kontaktu se zeminou	37

Tab. č. 6 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny	38
Tab. č. 7 Součinitel prostupu tepla průčelní obvodové stěny.....	38
Tab. č. 8 Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce	39
Tab. č. 9 Součinitel prostupu tepla podlahy pod nevytápěným suterénem ...	39
Tab. č. 10 Součinitel prostupu tepla stropem nad nevytápěným suterénem.	40
Tab. č. 11 Součinitele prostupu tepla okenních výplní otvorů.....	40
Tab. č. 12 Součinitel prostupu tepla dveřních výplní otvorů	41
Tab. č. 13 Měrné tepelné ztráty stávajícího stavu	42
Tab. č. 14 Výplně okenních otvorů - nové.....	47
Tab. č. 15 Výplně dveřních otvorů - Nové.....	47
Tab. č. 16 Rozbor obvodového pláště s EPS.....	48
Tab. č. 17 Normál obvodového pláště s EPS.....	48
Tab. č. 18 Časový plán obvodového pláště s EPS.....	48
Tab. č. 19 Rozbor obvodového pláště s minerální vatou.....	49
Tab. č. 20 Normál obvodového pláště s minerální vatou.....	49
Tab. č. 21 Časový plán obvodového pláště s minerální vatou.....	49
Tab. č. 22 Rozbor bezkontaktního obvodového pláště.....	50
Tab. č. 23 Normál bezkontaktního obvodového pláště.....	50
Tab. č. 24 Časový plán bezkontaktního obvodového pláště 1 a 2.....	50
Tab. č. 25 Rozbor střešního pláště s klasickým pořadím vrstev	51
Tab. č. 26 Normál střešního pláště s klasickým pořadím vrstev	51
Tab. č. 27 Časový plán střešního pláště s klasickým pořadím vrstev	51
Tab. č. 28 Rozbor střešního pláště s obráceným pořadím vrstev.....	52
Tab. č. 29 Normál střešního pláště s obráceným pořadím vrstev.....	52
Tab. č. 30 Časový plán střešního pláště s obráceným pořadím vrstev.....	52
Tab. č. 31 Rozbor zateplení stropu s EPS	53

Tab. č. 32 Normál zateplení stropu s EPS	53
Tab. č. 33 Časový plán zateplení stropu s EPS	53
Tab. č. 34 Rozbor zateplení stropu s minerální vatou	53
Tab. č. 35 Normál zateplení stropu s minerální vatou	53
Tab. č. 36 Časový plán zateplení stropu s minerální vatou	53
Tab. č. 37 Rozpočet obvodového pláště s EPS	54
Tab. č. 38 Rozpočet obvodového pláště s minerální vatou	54
Tab. č. 39 Rozpočet obvodového bezkontaktního pláště	55
Tab. č. 40 Rozpočet střešního pláště s klasickým pořadím vrstev	55
Tab. č. 41 Rozpočet střešního pláště s obráceným pořadím vrstev	56
Tab. č. 42 Rozpočet zateplení stropu s EPS.....	56
Tab. č. 43 Rozpočet zateplení stropu s minerální vatou.....	57
Tab. č. 44 Kalkulace jednotlivých skladeb.....	57
Tab. č. 45 Saatyho kriteriální matice	58
Tab. č. 46 Údaje o variantách obvodového pláště	59
Tab. č. 47 Saatyho matice variant obvodového pláště	59
Tab. č. 48 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy obvodového pláště	60
Tab. č. 49 Údaje o variantách střešního pláště	60
Tab. č. 50 Saatyho matice variant střešního pláště.....	61
Tab. č. 51 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy střešního pláště	61
Tab. č. 52 Údaje o variantách stropního zateplení	62
Tab. č. 53 Saatyho matice variant zateplení stropu.....	62
Tab. č. 54 Porovnání variant pomocí vícekriteriální analýzy zateplení stropu	62
Tab. č. 55 Měrné tepelné ztráty zatepleného objektu.....	64

Tab. č. 56 Měrné tepelné ztráty referenční budovy	65
Tab. č. 57 Energetický štítek obálky budovy – stávající stav (STS) a navržená finální úprava (VF).....	66

Seznam grafů

Graf 1 Měrné tepelné ztráty STS	73
Graf 2 Měrné tepelné ztráty NS	73

Seznam příloh

Příloha 1: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení průčelní stěny s EPS - Teplo 2017	
Příloha 2: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení štítové stěny s EPS – Teplo 2017	
Příloha 3: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení průčelní stěny s minerální vatou - Teplo 2017	
Příloha 4: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení štítové stěny s minerální vatou – Teplo 2017	
Příloha 5: Posouzení konstrukce bezkontaktního zateplení průčelní stěny s minerální vatou - Teplo 2017	
Příloha 6: Posouzení konstrukce bezkontaktního zateplení štítové stěny s minerální vatou – Teplo 2017	
Příloha 7: Posouzení konstrukce střešního pláště s klasickým pořadím vrstev – Teplo 2017	
Příloha 8: Posouzení konstrukce střešního pláště s obráceným pořadím vrstev – Teplo 2017	
Příloha 9: Posouzení konstrukce zateplení stropu s EPS – Teplo 2017	
Příloha 10: Posouzení konstrukce zateplení stropu s minerální vatou – Teplo 2017	

Příloha 1: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení průčelní stěny s EPS - Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Kontaktní zateplení s EPS-průčel

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Keramzibeton 2	0,240	0,560	11,0
2	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
3	Isover EPS 70F	0,165	0,041	30,0
4	Isover EPS 70F	0,015	0,039	30,0
5	Oμίtká ETICS silikonová (zrno	0,002	0,700	90,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,951$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,158 kg/m².rok (materiál: Isover EPS 70F).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0026 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 2,3234 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Příloha 2: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení štítové stěny s EPS – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Kontaktní zateplení s EPS-štitf

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Železobeton 2	0,150	1,580	29,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 15	0,015	0,094	0,67
3	Keramzitbeton 2	0,200	0,560	11,0
4	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
5	Isover EPS 70F	0,165	0,041	30,0
6	Isover EPS 70F	0,015	0,039	30,0
7	Omltka ETICS silikonová (zrno	0,002	0,700	90,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,953$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{i,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,192 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{i,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kc nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 3: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení průčelní stěny s minerální vatou - Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Kontaktní zateplení s min.vatou-průčel

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Keramzitbeton 2	0,240	0,560	11,0
2	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
3	Isover TF Profi	0,165	0,038	1,0
4	Isover TF Profi	0,015	0,036	1,0
5	Omítka ETICS silikonová (zrno	0,002	0,700	90,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,955$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,186 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,063 kg/m².rok (materiál: Isover TF Profi).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,063 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0393 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 9,0127 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... **2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

$M_{c,a} < M_{c,N}$... **3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Příloha 4: Posouzení konstrukce kontaktního zateplení štítové stěny s minerální vatou – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Kontaktní zateplení s min.vatou-štit

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Železobeton 2	0,150	1,580	29,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 15	0,015	0,094	0,67
3	Keramzitbeton 2	0,200	0,560	11,0
4	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
5	Isover TF Profi	0,165	0,038	1,0
6	Isover TF Profi	0,015	0,036	1,0
7	Omitka ETICS silikonová (zrno	0,002	0,700	90,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,956$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,30$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,180$ W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,063 kg/m².rok (materiál: Isover TF Profi).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,063 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0008$ kg/m².rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 9,2099$ kg/m².rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Příloha 5: Posouzení konstrukce bezkontaktního zateplení průčelní stěny s minerální vatou - Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Bezkontaktní zateplení-průčel

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Keramzitbeton 2	0,240	0,560	11,0
2	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
3	Isover TF	0,180	0,063	1,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,932$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,281 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 6: Posouzení konstrukce bezkontaktního zateplení štítové stěny s minerální vatou – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Bezkontaktní zateplení-štít

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Železobeton 2	0,150	1,580	29,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 15	0,015	0,094	0,67
3	Keramzitbeton 2	0,200	0,560	11,0
4	Malta cementová	0,020	1,160	19,0
5	Isover TF	0,180	0,065	1,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,934$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,273 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 7: Posouzení konstrukce střešního pláště s klasickým pořadím vrstev – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střešní plášť s klasickým pořadím vrstev

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Cemix 016 F - Sádrová omítka	0,005	0,552	5,0
2	Železobeton 2	0,120	1,580	29,0
3	Radonelast	0,0035	0,210	428570,0
4	Isover EPS 100	0,220	0,037	50,0
5	Glasbit G 200 S 40	0,004	0,210	14480,0
6	Paraelast FIX G30	0,003	0,210	30000,0
7	Elastodek 40 Special Dekor šed	0,0045	0,210	50000,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,961$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} = 0,24$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,160$ W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:
zóna č. 1: 0,135 kg/m².rok (materiál: Glasbit G 200 S 40).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kcí dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti $M_{c,a} = 0,0006$ kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{a,vysl} = 0$ kg/m² ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Příloha 8: Posouzení konstrukce střešního pláště s obráceným pořadím vrstev – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střešní plášť s obráceným pořadím vrstev

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Składba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Cemix 016 F - Sádrová omítka	0,005	0,552	5,0
2	Železobeton 2	0,120	1,580	29,0
3	Poriment 1	0,040	0,102	15,0
4	Sklodek 40 Medium Mineral	0,008	0,210	30000,0
5	BASF Styrodur 3000 CS	0,200	0,034	100,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,760$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,959$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 9: Posouzení konstrukce zateplení stropu s EPS – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Zateplení stropu s EPS

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Desky z PVC	0,002	0,160	17000,0
2	Beton hutný 1	0,047	1,230	17,0
3	Extrudovaný polystyren	0,020	0,040	100,0
4	Železobeton 2	0,120	1,580	29,0
5	Baumit DuoContact	0,001	0,830	10,0
6	Isover EPS 70F	0,100	0,040	30,0
7	Malta cementová	0,005	1,160	19,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,435$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,930$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{iN} = 0,60$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,288$ W/m²K

$U < U_{iN}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kc nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 10: Posouzení konstrukce zateplení stropu s minerální vatou – Teplo 2017

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Zateplení stropu min.vatou

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Składba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Desky z PVC	0,002	0,160	17000,0
2	Beton hutný 1	0,047	1,230	17,0
3	Extrudovaný polystyren	0,020	0,040	100,0
4	Železobeton 2	0,120	1,580	29,0
5	Baumit DuoContact	0,001	0,830	10,0
6	Isover TF Profi	0,100	0,039	1,0
7	Malta cementová	0,005	1,160	19,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,435$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,931$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{iN} = 0,60$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,283$ W/m²K

$U < U_{iN}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kc nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.