

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Moderní metody zateplování budov

diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Autor práce: Bc. Kateřina Hrabáková

PRAHA 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kateřina Hrabáková

Technologická zařízení staveb

Název práce

Moderní metody zateplování budov

Název anglicky

Modern methods of thermal insulation of buildings

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je posoudit moderní metody zateplování budov a zpracovat návrh výběru optimálního řešení pro vybrané stavební aplikace. Zvážit vhodnost, technickou proveditelnost a ekonomickou návratnost několika variant. Na základě teoretického rozboru, výsledků vlastních měření a výpočtů doporučit využití v praxi s cílem snížit tepelné ztráty v zimním období a omezit tepelné zátěže v letním období.

Metodika

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Současný stav sledované problematiky
- 5 Vlastní řešení
- 6 Výsledky a diskuse
- 7 Závěr a doporučení
- 8 Seznam použitých zdrojů
- 9 Přílohy

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu

Klíčová slova

Energie; konstrukce; pohoda prostředí; tepelná izolace

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace. Klimatizace.

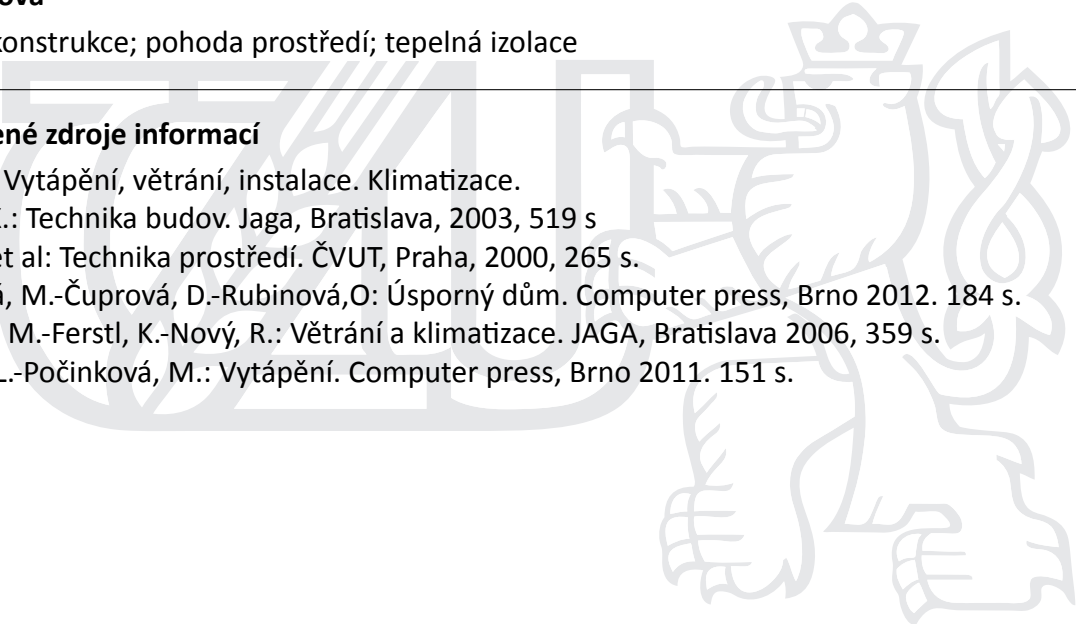
Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Počinková, M.-Čuprová, D.-Rubinová, O: Úsporný dům. Computer press, Brno 2012. 184 s.

Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Treuová, L.-Počinková, M.: Vytápění. Computer press, Brno 2011. 151 s.



Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 18. 1. 2017

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „*Moderní metody zateplování budov*“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědoma, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 29. 1. 2018

Bc. Kateřina Hrabáková

Poděkování

Mé upřímné poděkování patří prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za odborné vedení diplomové práce, obětavou pomoc, cenné připomínky a rady, které mi v průběhu psaní poskytl.

V neposlední řadě patří mé poděkování mému partnerovi, přátelům a všem za morální pomoc a podporu při psaní diplomové práce i při celém studiu.

Moderní metody zateplování budov

Abstrakt

Diplomová práce na téma *Moderní metody zateplování budov* je shrnuta do několika kapitol, které rozebírají komplexní systémy zateplování včetně jejich složení a legislativních požadavků. Pro praktickou část byl vybrán stávající panelový bytový dům, na kterém bylo provedeno měření a který již nespĺňuje tepelně technické požadavky na spotřebu energie. Součástí vlastního řešení je návrh několika variant zateplovacího systému s porovnáním energetické spotřeby obvodového pláště objektu. Výsledky měření a výpočtů pro jednotlivé varianty jsou shrnuty formou diskuze dle typu použitého zateplovacího materiálu. Poslední kapitola obsahuje závěrečné ekonomické zhodnocení a doporučení pro stavbu do budoucnosti.

Klíčová slova

Energie; konstrukce; pohoda prostředí; tepelná izolace

Modern methods of thermal insulation of buildings

Abstract

The thesis on *Modern methods of thermal insulation of buildings* is summed up in several chapters which analyze complex thermal insulation systems including their composition and legislative requirements. For the practical part, an existing block of flats, which has been measured and no longer meets the thermal energy requirements, has been selected. Part of the solution is the design of several variants of the thermal insulation system comparing the energy consumption of the building envelope. The results of measurements and calculations for individual variants are summarized in the form of discussion according to the type of thermal insulation material used. The final chapter contains the final economic evaluation and recommendations for construction in the future.

Key words:

Energy; construction; comfortable environment; thermal insulation

Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek a grafů.....	11
1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	3
3 Metodika práce	3
4 Současný stav sledované problematiky	4
4.1 Legislativa a požadavky na zateplované objekty	4
4.1.1 Tepelná bilance objektu	4
4.1.2 Požární odolnost objektu.....	6
4.2 Typy zateplovacích systémů	8
4.2.1 Kontaktní.....	8
4.2.2 Provětrávaný.....	9
4.2.3 Sendvičový.....	9
4.2.4 Termo nátěry a izolační omítky	10
4.3 Druhy izolačních materiálů	11
4.3.1 Polystyren.....	11
4.3.2 Minerální vata	12
4.3.3 Šedý polystyren.....	13
4.3.4 Sendvičové kombinace materiálů.....	13
4.3.5 Alternativní materiály	14
4.4 Spojovací a fasádní materiály pro zateplování.....	15
4.4.1 Lepidla, stěrky a lepící pěny	15
4.4.2 Výztužné a kotvící prvky	15
4.4.3 Exteriérové omítky	16
4.4.4 Parozábrany a difuzní folie	18
4.5 Doplnkové prvky zateplovacích systémů.....	18
5 Vlastní řešení	19

5.1	Výkresová část praktického řešení	22
5.2	Naměřené skladby konstrukcí a jejich popis – stávající stav	23
5.3	Naměřené skladby konstrukcí a jejich popis – nový stav	28
5.4	Výpočet tepelné bilance	33
5.5	Varianta 1 – kombinace polystyrenu a minerální vaty BAUMIT	35
5.6	Varianta 2 – kombinace polystyrenu a minerální vaty WEBER.....	38
5.7	Varianta 3 – pěnové sklo	40
5.8	Varianta 4 – fenolická pěna.....	41
5.9	Varianta 5 – lněná izolace	42
6	Výsledky a diskuze	43
6.1	Podrobný realizační rozpočet	45
6.2	Ekonomické porovnání variant	49
6.3	Provádění zateplovacích systémů.....	51
7	Závěr a doporučení	54
8	Seznam použitých zdrojů.....	56
	Citace.....	56
	Použitá literatura:.....	59
	Použité normy:.....	60
9	Přílohy.....	61
	Seznam příloh.....	61

Seznam obrázků

- Obr. 1: Energetický štítek obálky budovy
- Obr. 2: Schéma zateplení dle požární výšky 0-12 m
- Obr. 3: Schéma zateplení dle požární výšky 12-22,5 m
- Obr. 4: Kontaktní zateplovací systém
- Obr. 5: Provětrávaný zateplovací systém
- Obr. 6: Sendvičový zateplovací systém
- Obr. 7: Druhy izolačních materiálů
- Obr. 8: Kotvicí systém Spiral Anksys®
- Obr. 9: Zrnitosti fasádních omítek
- Obr. 10: Ozdobné fasádní prvky z polystyrenu
- Obr. 11: Pohled na severní fasádu – stávající stav
- Obr. 12: Pohled na jižní fasádu – stávající stav
- Obr. 13: Jižní část fasády
- Obr. 14: Severní část fasády
- Obr. 15: Stávající stav zábradlí lodžie
- Obr. 16: Stávající stav střešního pláště
- Obr. 17: Bezpečnostní uzávěra pro ptactvo
- Obr. 18: Schéma izolací – severní fasáda
- Obr. 19: Barevné řešení severní fasády – varianta 1
- Obr. 20: Kotevní plán izolačních desek pro oblast nároží

Seznam tabulek a grafů

Seznam tabulek:

- Tab. 1: Základní fyzikální vlastnosti polystyrenu EPS
- Tab. 2: Základní fyzikální vlastnosti minerální vaty
- Tab. 3: Základní fyzikální vlastnosti šedého polystyrenu
- Tab. 4: Základní fyzikální vlastnosti sendvičových materiálů
- Tab. 5: Základní přehled výkresové části
- Tab. 6: Porovnání hodnot stávajícího a nového stavu
- Tab. 7: Výčet naměřených a navržených parametrů
- Tab. 8: Podrobný realizační rozpočet – varianta 1
- Tab. 9: Porovnání úspory a ceny energií

Seznam grafů:

- Graf 1: Průběh teploty v konstrukci – stávající stav
- Graf 2: Průběh teploty v konstrukci – varianta 1b
- Graf 3: Průběh teploty, relativní vlhkosti a tlaku v konstrukci – varianta 2a
- Graf 4: Průběh teploty v konstrukci – varianta 2b

1 Úvod

Kvalita bydlení a snižování spotřeby energií je problémem nejen doby minulé a současné ale hlavně té budoucí. Postupem času, jak se měnily požadavky dle aktuálních klimatických a sociálních podmínek obyvatelů je toto téma čím dál více řešeno i z důvodu nemožnosti nekonečné zásoby materiálů pro výrobu energií a celkové soběstačnosti. Spotřeba energií a hospodaření s nimi se mění v závislosti na cenách, které se neustále zvyšují. To je pro spotřebitele ten nejzásadnější problém, který ovlivňuje celkový přístup k energiím, protože člověk nevydělává peníze jen pro to, aby se mohl v zimě ohřát, ale proto, aby si mohl dovolit určitý standart svého žití. Při výběru jakéhokoliv produktu je kladen velký důraz na ekonomické aspekty, na budoucí využitelnost a na to, abychom po sobě zanechávali co nejmenší ekologickou stopu. Proto tyto aspekty ovlivňují celkový výběr materiálů ať už pro stavbu nových domů, či řešení sanací již stávajících, které je nutné dostat do energeticky přijatelné roviny. Každý člověk má odlišný výběr, a jak praví pořekadlo „*sto lidí, sto chutí*“, má každý jiné požadavky na daný materiál, někoho zajímají v první řadě finance (což bývá často špatně), někoho zajímají tepelně technické vlastnosti a někoho pouze vzhled. Proto je nutné najít takový kompromis u materiálů, abychom splnili očekávání daného člověka a zároveň i legislativní podmínky dané země.

Historie zateplování sahá již do minulosti, kde například staré srubové stavby z opracované kulatiny byly v meziprostorech zateplovány slámou a jílovitou hlínou, či ovčím rounem. Modernější metody sahají do druhé poloviny minulého století, kdy byla stanovena první tepelně technická norma, zabývající se hygienickými standardy, která byla vytvořena v Německu v roce 1952 a označena jako „*Wärmeschutz im Hochbau*“ s číslem DIN 4108 (v překladu „*Tepelná izolace v budovách*“). Od této první normy uplynulo již několik desítek let a nové technologie a materiály se diametrálně liší. Dnes je na trhu nepřeberné množství materiálů a technologií, které uspokojí potřeby a nároky i nejnáročnějšího zákazníka.

Otázka proč zateplovat je často kladená a má hned několik důvodů, pro většinu lidí jsou to neustále se zvyšující ceny za energie, kteří tím pádem nechtějí dělat další nemalé finanční investice do zateplovacích systémů. Nelze se ale na tuto problematiku dívat ze strany ceny, je nutné jí brát hlavně v tom, co nám může přinést do budoucna a jak bychom tím mohli ušetřit nechat až na posledním místě. Proto nejdůležitější věcí zateplovacích systému je přidat objektu vyšší užitnou hodnotu, ať už z pohledu zvýšení povrchové teploty vnitřních zdí, zbavení se kondenzace vodní páry v rosných bodech v místě konstrukce, zabránění vzniku

plísni, tepelné pohody uvnitř objektu, ochranu nosných konstrukcí od povětrnostních vlivů či v neposlední řadě ve změně estetického vzhledu objektu.

Jelikož je problematika spotřeby energií a hospodaření s nimi nejčastější otázkou dnešní doby, je tato práce zaměřena právě na ni, a to na odvětví spotřeby energie v budovách, především na moderní metody zateplování budov. Pro posouzení spotřeby energií a tepelně technické vlastnosti budovy je nutné znát její energetickou bilanci, pro její stanovení slouží výpočty a metody definované normou a v našich klimatických podmínkách se ještě rozdělují na letní a zimní období. Pro objekt je pak vytvořen výsledný dokument, který se nazývá „*Energetický štítek obálky budovy*“. Diplomová práce je rozdělena do několika kapitol, které probírají základní zateplovací materiály, zateplovací systémy vč. veškerých doplňků pro celé komplexní řešení. Dále je zohledněno použití jednotlivých materiálů s ohledem na požadavky a normy, bez kterých se dané systémy nedají legálně provádět. Následné teoretické znalosti jsou aplikovány pro stávající objekt bytového panelového domu, kde je navrženo několik variant zateplovacích systémů a zhodnoceny jejich výhody a nevýhody s následným doporučením pro budoucnost.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je provést praktické měření a následně posoudit moderní metody zateplování budov se zpracováním návrhu optimálního řešení pro vybrané stavební aplikace. Zvážit vhodnost, technickou proveditelnost a ekonomickou návratnost několika variant. Na základě teoretického rozboru, výsledků vlastních měření a výpočtů doporučit využití v praxi s cílem snížit tepelné ztráty v zimním období a omezit tepelné zátěže v letním období. V teoretické části práce popsat současný stav sledované problematiky, výčet moderních zateplovacích systémů, materiálů a vhodných doplňků pro komplexní řešení. Pro vlastní řešení práce navrhnout několik variant systémů pro stávající objekt panelového bytového domu, s použitím moderních metod zateplování budov. Závěrem ekonomickým zhodnocením zhodnotit návratnost celkové investice do zateplení objektu s doporučením pro budoucnost stavby.

3 Metodika práce

Práce byla vypracována s pomocí dostupné prostudované odborné a vědecké literatury, odborných časopisů, prospektů a technických listů dle webových podkladů výrobců daných materiálů. Proběhlo i důkladné proškolení od společnosti BASF PCI[®], která se zabývá vyvíjením, inovací a výrobou zateplovacích systémů. Dle podkladů a na základě literárního rozboru daných teoretických znalostí byl proveden návrh a výpočet optimálního řešení. Pro výběr praktické části této práce byl vybrán stávající objekt panelového bytového domu, na který bylo navrženo několik variant řešení komplexních zateplovacích systémů. Na daném objektu proběhla návštěva včetně důkladného měření a prozkoumání jednotlivých detailů a nedostatků. Získané výsledky byly mezi sebou porovnávány a následně vyhodnoceny s následným doporučením do budoucnosti. Navržení zateplovacího systému je řešením této diplomové práce za pomoci programů Teplo EDU 2017, AutoCAD 2018 a Microsoft Office.

4 Současný stav sledované problematiky

V současné době se za moderní metody zateplování budov považuje komplexní řešení zateplovacího systému, který se skládá z několika vrstev a kombinací materiálů, tak aby došlo k celistvé funkční konstrukci. Tyto metody se nazývají zkratkou ETICS z anglického „*External Thermal Insulation Composite Systems*“ neboli v překladu vnější tepelně izolační kompozitní systémy. V historických objektech či v místech, kde není možné použít vnější zateplení lze použít vnitřní tepelné izolace, ale nejsou zdaleka tak účinné jako ty vnější.

Na trhu je nespočet druhů zateplovacích materiálů včetně veškerých doplňků, které společně tvoří ucelené systémy. Materiály je možné vybírat dle několika faktorů a požadavků dle vlastností jaké od něho očekáváme, materiály jsou děleny například podle fyzikálních, mechanických a tepelně technických vlastností. Výběr materiálů je závislý vždy na legislativních požadavcích, tak aby budova byla schválena a vyhovovala ve dvou nejdůležitějších kategoriích, a to tepelná bilance budovy a požární ochrana. Tato kapitola rozlišuje materiály podle legislativních požadavků, typů zateplovacích systémů, druhů zateplovacích materiálů, fasádních hmot a doplňkových prvků.

4.1 Legislativa a požadavky na zateplované objekty

Celkové řešení budov ať už nových či stávajících se vždy řídí platným stavebním zákonem, kterým je v současnosti zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řízení, v aktuálním znění. Zhotovení zateplení obvodového pláště objektu se považuje za stavební úpravu a je nutno ji dle zákona projednat při stavebním řízení. Požadavky na zateplování a spotřebu energií řeší podrobněji jednotlivé normy např. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, dále ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb, dále také novela zákona o hospodaření s energiemi č. 103/2015 Sb. Jednotlivé a důležité požadavky jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

4.1.1 Tepelná bilance objektu

Tepelnou bilancí objektu je míněn poměr mezi tepelnými zisky a tepelnými ztrátami. Pro výpočet energetické náročnosti budovy se využívá metodický postup stanovený normou ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Výpočty tepelné bilance se využívají při optimalizaci energetické náročnosti budov a tepelné ochrany budov. Tepelně technické požadavky zohledňují jednak šíření tepla, vlhkosti a vzduchu konstrukcemi, místnostmi a budovami, ale také i energetickou náročnost budov.

Nejvíce udávaným faktorem objektu je tzv. třída energetické náročnosti budovy, která je graficky znázorněna v energetickém štítku obálky budovy (Obr.1). Štítek udává spotřebu energií na vytápění, ohřev teplé užitkové vody a osvětlení, současně ale zohledňuje také ztráty větráním či chlazením objektu. Energetický štítek obálky budovy je součástí dokumentu, který je nazýván průkaz energetické náročnosti budovy a lze jej klasifikovat do několika energetických tříd. Dle zákona 406/2000 Sb. je povinný pro všechny stavby, kromě uvedených výjimek, tato povinnost platí pro nové stavby, rekonstruované stavby anebo i pro nemovitosti určené pro prodej či pronájem. [1]

Obr. 1: Energetický štítek obálky budovy [2]

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY		Hodnocení obálky budovy	
Typ budovy, místní označení		stávající	
Adresa budovy		doporučení	
Celková podlahová plocha $A_e =$ m ²			
Cl	Velmi úsporná		
0,3	A		
0,6	B		Cl_Y
1,0	C	Cl_X	
1,5	D		
2,0	E		
2,5	F		
	G		
	Mimořádně ne hospodárná		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$		X	Y
Klasifikační ukazatele Cl a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A/V =$ m ² /m ³			
Cl	0,30	0,60	(0,75)
U_{em}			
Platnost štítku do	Datum		
Štítek vypracoval	Jméno a příjmení		
	Klasifikace		

Třídy energetické náročnosti budovy:

A – Mimořádně úsporná

B – Úsporná

C – Vyhovující

D – Nevyhovující

E – Nehospodárná

F – Velmi ne hospodárná

G – Mimořádně ne hospodárná

Pro výpočet tepelně technických vlastností obálky budovy je nejzákladnějším ukazatelem součinitel prostupu tepla, který hodnotí jednotlivé vrstvy konstrukce včetně vzduchových mezer a jejich vliv na šíření tepla postupem danou konstrukcí. Je odvozen z tepelného odporu každé jednotlivé vrstvy daného komplexního systému, např. vnitřní omítka, cihelné zdivo, tenkovrstvé lepidlo s výztužnou vrstvou, penetrační nátěr, tenkovrstvá silikonová omítka a fasádní nátěr. Podrobnější stanovení je uvedeno v ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov.

4.1.2 Požární odolnost objektu

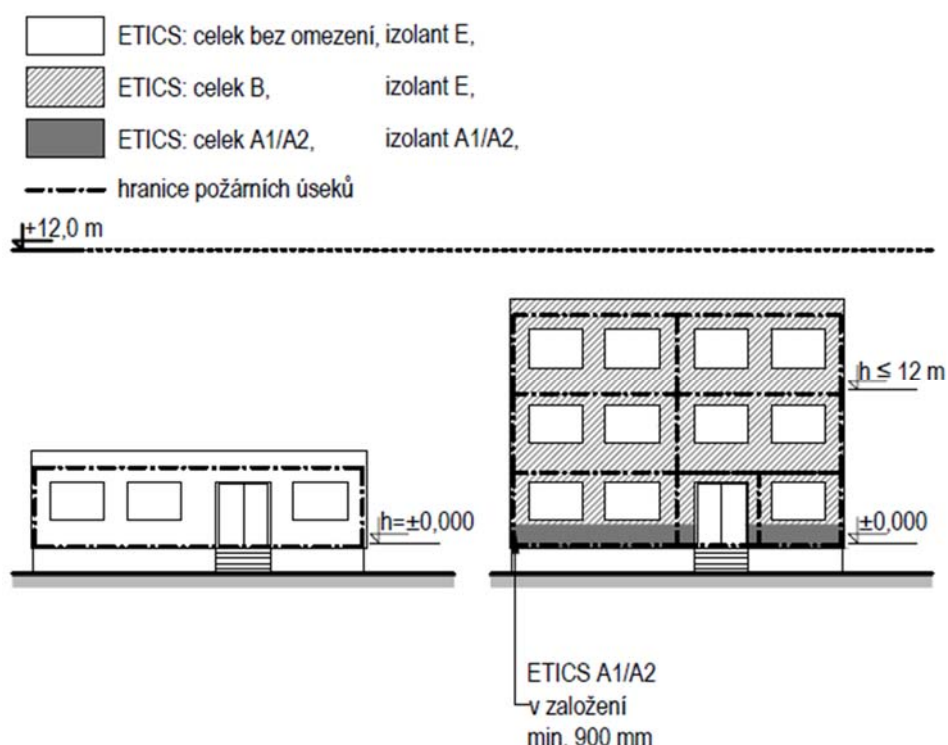
Požární ochrana objektů a okolí je nedílnou součástí navrhování zateplovacích systémů, a proto je nutno dodržovat požadavky dle ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb, která prošla velkou změnou a její nová verze je v platnosti od srpna roku 2016. V průběhu let, jak se mění zateplovací systémy, prošla změnou i tato norma, která podrobněji definuje požární odolnosti objektu v závislosti na použitém materiálu nebo typu systému. Pro rozřídění objektů je klíčovým prvkem požární výška, která je definována jako výška od čisté podlahy prvního nadzemního podlaží k čisté podlaze posledního užitného podlaží.

Rozdělení objektů s požární výškou [3]:

a) 0 m (jednopodlažní objekty)

Pro tyto objekty mohou být použity všechny zateplovací materiály, výrobky a systémy s reakcí na oheň E. Jejich obvodové konstrukce se posuzují jako zcela otevřené. Není nutno provádět požární ochranné pásy (Obr. 2), jako je to u vyšších budov.

Obr. 2: Schéma zateplení dle požární výšky 0-12 m [4]



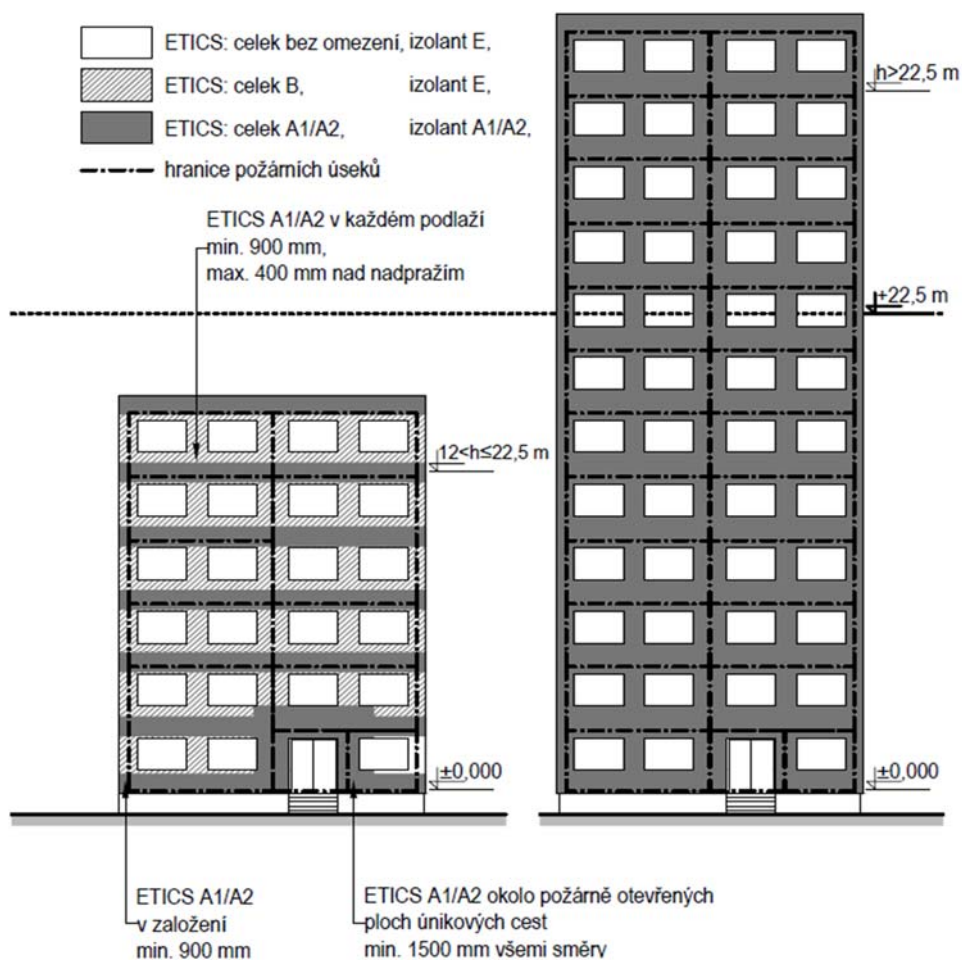
b) do 12,0 m

Zateplení objektů s požární výškou do 12,0 m je nutné provést v ucelené sestavě s reakcí na oheň třídy B, lze použít polystyren s kombinací minerální vaty u založení zateplení (Obr. 2).

c) od 12,0 do 22,5 m

U těchto objektů je nutné využít kombinace minerální vaty v požárních pásech a zbytek polystyrenem. V případě složitých členitých fasád se raději doporučuje využít zateplení celého objektu v minerálních izolacích. Požárními pásy (Obr. 3) je nutné vymezit oblasti, kde by došlo k rychlému šíření ohně, nadpraží oken, rozích budov a rozhraních budov. Zateplení musí být provedeno z certifikovaného uceleného systému. A je nutné požárními pásy oddělit veškeré vnitřní i vnější únikové cesty, jako jsou pavlače, schodiště, průjezdy a podchody.

Obr. 3: Schéma zateplení dle požární výšky 12-22,5 m [5]



d) nad 22,5 m

Pro objekty s požární výškou nad 22,5 m není již jiná možnost než provést celý systém v systému reakce na oheň A1 nebo A2, což splňují pouze minerální izolace (MW). V minulosti před novelizací požární normy bylo možné provést kombinaci EPS+MW do výšky 22,5 m a od ní už jen minerální vatu. Nové požadavky (Obr. 3) již říkají, že musí být celý objekt proveden v minerálních izolacích a zároveň je nutné, aby ucelený systém byl certifikovaný na požární odolnost.

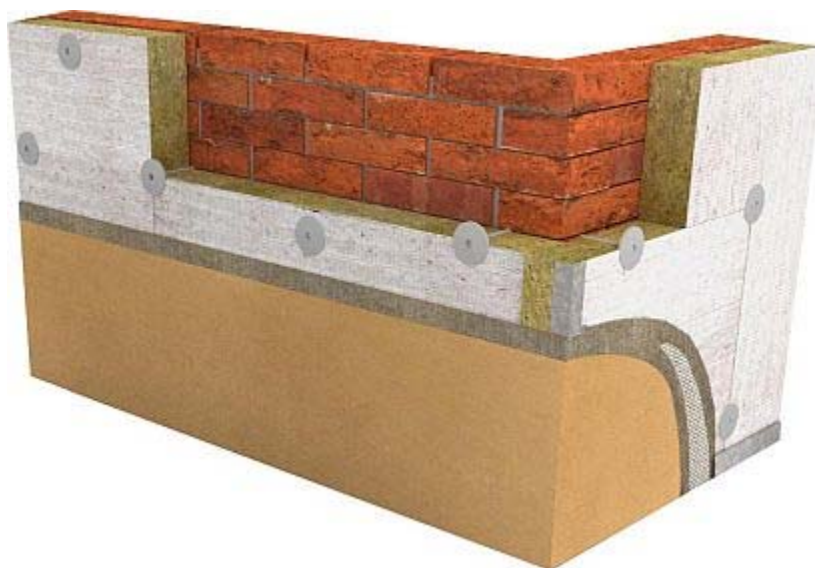
4.2 Typy zateplovacích systémů

Pro kvalitní provedení zateplení objektu je nutné použít správný systém. Fasáda a střecha objektu je to první, co přijde do styku s povětrnostními vlivy a ochrání nás před nimi. Vždy se rozlišují dle daných požadavků, jiný systém je vhodný pro vlhké zdivo a jiný pro novostavbu. A proto je nutné si stanovit podmínky, jaké od daného systému očekáváme a zároveň splnit požadavky dle norem. Zateplovacích systémů je několik desítek druhů a většinou jej tvoří ucelené řady od daného výrobce. Lze je však rozdělit do hlavních skupin na kontaktní, provětrávaný, sendvičový anebo za využití termo nátěrů či izolačních omítek. Vždy je nanejvýš vhodné použít ucelený systém od jednoho výrobce, kdy je zajištěna kompatibilita jednotlivých vrstev a systém je tak prodyšný a schopný zajistit funkci pro jakou byl navržen.

4.2.1 Kontaktní

Kontaktní zateplovací systém zajišťuje, že izolant je pevně spojený s podkladem současně mezi izolantem a konstrukcí nesmí proudit vzduch dle znázornění na *Obr.4*. Tento systém je nejvíce rozšířeným a používaným v České republice díky jeho jednoduchosti. Spočívá v celoplošném přilepení izolačních desek na konstrukci, následném přikotvení talířovými hmoždinkami, na ně následuje vrstva lepidla s výztužnou vrstvou poté penetrační nátěr a tenkovrstvá omítka s fasádním nátěrem.

Obr. 4: Kontaktní zateplovací systém [6]



4.2.2 Provětrávaný

Provětrávaný zateplovací systém je vždy tvořen tak, aby mezi izolantem a ostatními vrstvami vznikla vzduchová mezera (*Obr. 5*), která zajišťuje proudění vzduchu a tím konstrukce získala větší prodyšnost. Tento systém se nejvíce doporučuje v případě, že je stavba velmi vlhká a zdivo je podmáčené a docházelo by k velkým tepelným mostům, popřípadě ke kondenzaci vodních par ať už na straně vnitřní či vnější. Mezi jeho nevýhody může patřit hlavně požární odolnost, kdy vzduchovou mezerou může být šířen požár po fasádě a tím by mohlo dojít k ohrožení osob. Proto při použití tohoto systému je nutné oddělit vzduchové mezery tak, aby se zamezilo šíření ohně různými dělicími příčkami či konstrukcemi.

Obr. 5: Provětrávaný zateplovací systém [7]



4.2.3 Sendvičový

Sendvičový zateplovací systém je složen z několika vrstev, které mohou být kontaktně či bezkontaktně spojeny, vždy jde o komplexní řešení, které může, ale nemusí být se vzduchovou mezerou, jak je znázorněno na *Obr. 6*. Některé systémy tohoto typu mohou být dokonce samonosné, nebo částečně samonosné či je může plně nést konstrukce, která je izolována. Systém se skládá vždy z podkladních vrstev, izolačních vrstev a ochranných vrstev. Například kontaktní zateplovací systém taktéž splňuje označení sendvičový zateplovací systém, protože jde o kombinaci více vrstev na sebe.

Obr. 6: Sendvičový zateplovací systém [8]



Sendvičovými kontaktními systémy se zabývá mnoho firem, mezi ty nejznámější patří Knauf Insulation, Rockwool, Baumit, Caparol, Sto, Weber a mnoho dalších. Každá firma nabízí několik variant pro různé typy konstrukcí, či dle požadovaných vlastností. Například ucelené řady Baumit – Open, Pro, Star, Resolution, Power, Kera, Twinner, dále od firmy Weber – Terranova, Therm, Klasik, Elastik, Twinner, Balance Mineral, Plus Ultra a spousty jiných.

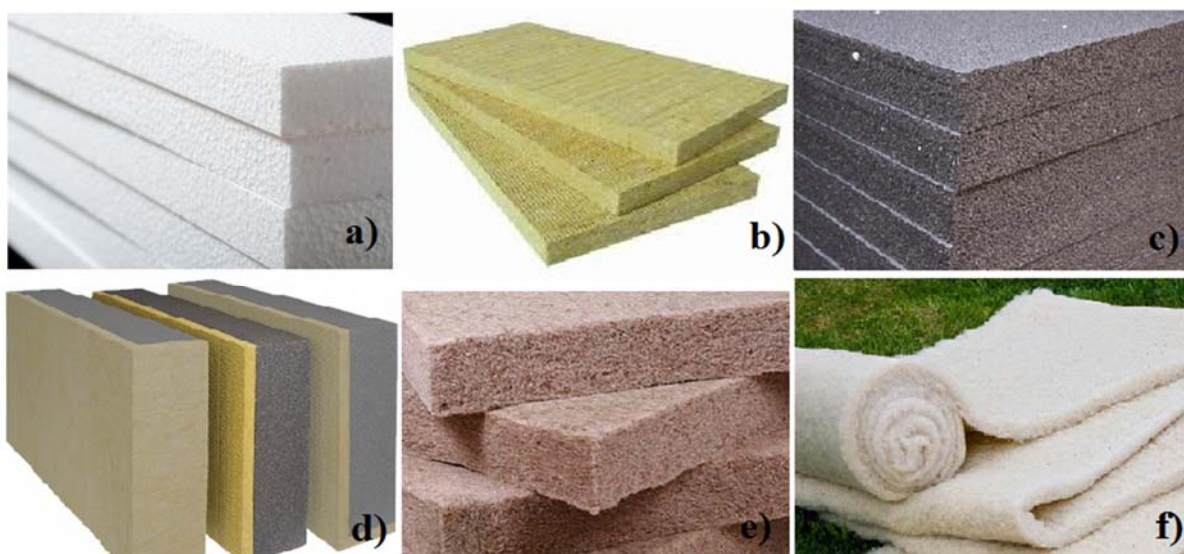
4.2.4 Termo nátěry a izolační omítky

Moderními metodami pro izolaci objektů lze označit i termo nátěry či izolační omítky, které se dají využít například v historických objektech, kde je nutné zachovat jejich typické znaky. Lze je využít i v objektech, kde by tloušťka izolace výrazně ovlivnila rozměry konstrukcí. Vždy je ale nutné počítat s tím, že nátěr rozhodně nenahradí a nesplní požadavky na součinitele prostupu tepla, může pouze zmírnit tepelné mosty a problémové konstrukce. Aplikace těchto nátěrů je srovnatelná s malováním místností, pouze se nahradí tímto výrobkem. Nátěr je schopný propouštět vodní páry a zamezí tak kondenzaci či tvorbě plísní. Pokud je požadována větší tloušťka lze využít izolačních omítek či stěrek, které jsou v tloušťce cca 0,5-1 mm a jsou schopny taktéž minimalizovat tepelné ztráty, akustické problémy a tvorbu vlhkých míst.

4.3 Druhy izolačních materiálů

Pro zateplení konstrukcí lze využít různé druhy izolačních materiálů, vždy je ale nutné rozlišit jaké vlastnosti od něj očekáváme. Proto je možné vybírat z celé škály výrobků, ale je nutné, aby splnily tepelně technické vlastnosti, normované požadavky, vlhkostní nasákavost, pevnost, ale také požární odolnost. V minulosti se využívaly hlavně přírodní materiály, jako je sláma a hlína, ale pro dnešní předpisy jsou již nevyhovující a například sláma je i hořlavý materiál, který není vhodné použít. Proto se dnes využívají moderní materiály ve většině případů synteticky vyrobené, které splňují požární odolnost, technické vlastnosti a tepelné požadavky. Pro tuto práci byly vybrány nejznámější druhy a to polystyren, minerální vata, šedý polystyren, sendvičové kombinace a z alternativních materiálů technické konopí a ovčí rouno, které jsou pro ukázkou zobrazeny na Obr. 7, aby byla vidět jejich odlišná struktura a barva.

Obr. 7: Druhy izolačních materiálů [9] a) polystyren, b) minerální vata, c) šedý polystyren, d) sendvičová kombinace, e) technické konopí, f) ovčí rouno



4.3.1 Polystyren

Mezi nejznámější a nejvíce používaný izolační materiál patří expandovaný polystyren (EPS), který je uměle vyrobený polymerací styrenu, který se řadí do plastů. Je tedy vyráběn syntetickou metodou a tím lze zaručit přesné požadované vlastnosti. Pro zateplení fasád se používá lisovaný do tvaru desek o rozměrech 500x1000 mm, popřípadě velkoformátový 1000x2500 mm. Tloušťky izolací v rozmezí 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280 a 300 milimetrů, mezi rozměry se nepoužívají, v případě

potřeby menších tloušťek pro vyrovnání ploch je možné desku ubrousit brusným hladítkem na požadovaný rozměr. Lze jej využít jak pro svislé, tak pro vodorovné izolace, drcený ve formě kuliček lze použít i jako foukanou izolaci do konstrukcí krovů. Polystyren se provádí v několika provedeních podle pevnosti a základních fyzikálních vlastností (*Tab. 1*). Například jako extrudovaný neboli perimetrický polystyren pod označení XPS, který je pevnější a nenasákavý čímž je vhodný pro využití na soklových a podzemních částech objektu.

Mezi nevýhody polystyrenu patří křehkost a malá požární odolnost, kdy při požáru tzv. stéká po konstrukci a někteří odborníci jej nedoporučují, a dle nové požární normy nesmí být použit v blízkosti únikových východů. Mezi jeho výhody patří opakovatelná recyklovatelnost. Označení polystyrenových desek se dělí dle použití tedy Z – základní pro podlahy, S – stabilizovaný pro střechy, F – přesný pro fasády.

Tab. 1: Základní fyzikální vlastnosti polystyrenu EPS [10]

Vlastnost	Značka	Hodnota	Jednotky
Součinitel tepelné vodivosti	λ	0,040	W/mK
Faktor difuzního odporu	μ	20-100	-
Objemová hmotnost	ρ	15-40	kg/m ³
Třída reakce na oheň	-	E	-

4.3.2 Minerální vata

Minerální vata je vyráběna z kamenných vláken čediče, vysokopecní strusky a cementového pojiva při rozvláknování za vysokých teplot v peci a následným zformováním do desek či rohoží, lze ji vyrábět i ze skelných vláken. Mezi její největší výhodu patří její tepelné, zvukové a protipožární vlastnosti, které jsou patrné z *Tab.2*. Je odolná vůči vodě, plísním, houbám a bakteriím.

Tab. 2: Základní fyzikální vlastnosti minerální vaty [11]

Vlastnost	Značka	Hodnota	Jednotky
Součinitel tepelné vodivosti	λ	0,035-0,045	W/mK
Faktor difuzního odporu	μ	1-2	-
Objemová hmotnost	ρ	30-100	kg/m ³
Třída reakce na oheň	-	A1	-

Její nejdůležitější vlastností je to, že je nehořlavá, a proto je více než vhodná k zateplování objektů, a hlavně únikových cest, protože při požáru nehrozí, že by vzplanula a stékala po konstrukci jako polystyren. Její nevýhodou ovšem je, že časem se sráží a může tak vyvolat praskliny na fasádě, či klouzání izolantu u střechy a některá místa poté mohou být nezateplená. Je vyráběna v různých tvarech nejčastěji desek či rohoží, které je možné dále komprimovat do menšího objemu například jako role, bez poškození jejího tvaru. Dále se vyrábí i ve formě válců pro izolaci potrubí a komínů.

4.3.3 Šedý polystyren

Šedý fasádní polystyren se používá v případě, že potřebujeme nižší tloušťku izolace při zachování stejných tepelně technických vlastností o cca 20 % oproti klasickému polystyrenu EPS. Tento druh je vyráběn za příměsi nanočástic grafitu, který zajišťuje odrazení tepla zpět k jeho zdroji a tím má i vyšší účinnost. Jeho technologie je ovšem nákladnější, a tudíž se to projeví i na konečné ceně produktu. Tyto desky jsou vhodné pro využití hlavně revitalizovaných částí fasád, jako jsou balkony, lodžie, rohy, styky a průjezdy či průchody, kde je požadavek na co nejmenší zmenšení stávajícího prostoru. U novostaveb se využívá hlavně v nízkoenergetických a pasivních stavbách díky jeho výbornému součiniteli tepelné vodivosti (Tab. 3).

Tab. 3: Základní fyzikální vlastnosti šedého polystyrenu [10]

Vlastnost	Značka	Hodnota	Jednotky
Součinitel tepelné vodivosti	λ	0,031-0,060	W/mK
Faktor difuzního odporu	μ	100	-
Objemová hmotnost	ρ	100-400	kg/m ³
Třída reakce na oheň	-	E	-

4.3.4 Sendvičové kombinace materiálů

Do této skupiny patří tzv. twinner systémy, kdy jde o kombinaci dvou a více materiálů spolu pevně spojených. Tento typ byl vyroben na základě změn požárních norem, kdy je nutno v některých místech kombinovat polystyren a minerální vatu a využít tak vlastnosti

obou materiálů (Tab.4). Tento sendvič je vyráběn v deskách o rozměrech 500x1000 mm, v tloušťkách 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280 a 300 milimetrů.

Tab. 4: Základní fyzikální vlastnosti sendvičových materiálů [12]

Vlastnost	Značka	Hodnota	Jednotky
Součinitel tepelné vodivosti	λ	0,032-0,033	W/mK
Faktor difuzního odporu	μ	dle typu	-
Objemová hmotnost	ρ	25-50	kg/m ³
Třída reakce na oheň	-	B-s1, d0	-

Tyto sendvičové fasádní desky jsou tvořené jádrem z šedého fasádního polystyrenu a krycí vrstvou z minerální vlny o tloušťce 30 mm. Umožňují provedení fasády bez požárních dělicích pásů, spojení kombinace izolantů a nabízejí špičkové tepelně izolační vlastnosti. [12]

4.3.5 Alternativní materiály

Alternativně se používají převážně přírodní materiály, jako jsou například technické konopí, ovčí rouno, dřevovláknité izolace, celulóza a sláma. Tyto materiály se mohou lišit ve svých vlastnostech právě ze svého přírodního původu, tudíž mohou mít různou a nepravidelnou strukturu. Využití těchto materiálů je ekologické a je vhodné pro pasivní a nízkoenergetické domy, nejčastěji bývají využívány do sendvičových konstrukcí dřevostaveb či jako výplň mezi opracovanými kulatinami roubených staveb.

Izolace z technického konopí je vyráběna zpracováním konopného vlákna, které je impregnováno v roztoku přírodní sody a poté smícháno s kukuřičným škrobem, následně se tepelně zpracuje, lisuje a nařezává na standartní formáty rohoží. Výrobky jsou dodávány ve formě rohoží nebo rolí například pod značkou TERMO-KONOPI®, které lze použít pro zateplení fasád, krovů, podlahy nebo mezistěn.

Celulóza pro izolace se vyrábí z celulózových vláken, která se získávají recyklováním starého novinového papíru. Výroba probíhá smícháním kousků novinového papíru s boritany, které zajišťují jeho odolnost proti hnilobě a požáru, vyrobená směs je následně semleta a na trh distribuována v pytlích pro využití ve formě foukané izolace pro vodorovné konstrukce. [13]

4.4 Spojovací a fasádní materiály pro zateplování

Pro vytvoření kompletního celistvého systému je nutné použít spojovací materiály chemické i mechanické. Mezi chemické spojovací materiály patří lepidla, stěrky a jako finální vrstva jsou používány exteriérové tenkovrstvé omítky či nátěry. Mezi mechanické spojovací prvky patří hlavně zatloukací hmoždinky, kotvy a jako výztužná vrstva perlínka. Moderní souvrství zateplovacího systému je složeno z lepidla, izolantu, srovnávací vrstvy stěrkového lepidla, perlínky, penetrace, omítky a finálního nátěru.

4.4.1 Lepidla, stěrky a lepící pěny

Pro přilepení izolačních desek či rohoží je nutno použít fasádní lepidla, která mohou být živičná, disperzní nebo cementová. Musí splňovat nároky na vysokou přídržnost, jednoduché zpracování a stálost. Lepení izolantu je podstatná část z hlediska přídržnosti i z hlediska požární bezpečnosti, je důležité, aby mezi izolantem a konstrukcí nevznikla vzduchová mezera, kterou by se mohl šířit oheň. Lepení se provádí buďto celoplošně nebo bodově, je ale nutné celý obvod izolantu pokrýt lepidlem. Přídržnost izolačních desek pomocí lepidla a kotev je vhodné nejdříve vyzkoušet na malé ploše a provést na něm výtažnou zkoušku, dle jejích výsledků je možné navýšit či snížit potřebu a rozmístění kotev.

Lepidla jsou vyráběna jako suché směsi v pytlích nebo jako hotové směsi v kýblech, do suchých směsí je nutno zamíchat pouze vodu, hotové směsi lze použít rovnou po promíchání. Lepidla jsou vyráběna v nejrůznějších variantách a druzích, dle požadavků, jaké jsou od nich očekávány, například mrazuvzdornost, vyšší přilnavost, disperzita, šetrnost k životnímu prostředí a paropropustnost. Některá lepidla jsou využívána i jako stěrka pro srovnávací a výztužnou vrstvu, je vždy nutné se řídit pokyny výrobce, dodržet technologické postupy a je nanejvýš vhodné použít ucelenou řadu od jednoho výrobce, aby se materiály chemicky spojily, tak jak je deklarováno.

4.4.2 Výztužné a kotvící prvky

Pro ukotvení izolačních desek či rohoží je nutno použít mechanické kotvy neboli zatloukací talířové hmoždinky. Pro vyztužení celistvé plochy je nutné nanést po celé ploše stěrkovou hmotu do které se vtlačí sklotextilní síťovina neboli perlínka, která zajistí její odolnost vůči tepelné roztažnosti a přenosu mechanických i chemických procesů.

Novinkou na trhu je kotva Spiral Anksys[®], která je vhodná pro kotvení minerální izolace i polystyrenu. Při zateplování konstrukcí minerální vatou může docházet k sedání a smršťování vaty, to pak může zapříčinit, že se některé konstrukce odhalí a vznikne tak nový tepelný most. Tomuto jevu zabrání tyto patentované samonosné hmoždinky (Obr.8), které jsou tvořené kovovou mřížkou ve tvaru dutinky, která se vyplní injektážní hmotou a plastovým distančním prstencem do izolantu. Pro kotvu je nejdříve nutné vyvrtat otvor, ten vyčistit, zasunout kotvu a od konce ji vyplnit expanzní výplňovou hmotou z kartuše s hnacím plynem. Je možné ji použít i jako doplněk ostatních hmoždinek z důvodu vyšší pořizovací ceny. [14]

Obr. 8: Kotvicí systém Spiral Anksys[®][15]



4.4.3 Exteriérové omítky

Pro konečné vrstvy zateplovacího systému jsou používány moderní tenkovrstvé omítky. Tyto omítky vyrábí několik desítek výrobců a dodavatelů, lze je rozdělit dle konzistence, použití či složení, dle struktury mohou být hladké, škrábané a rýhované.

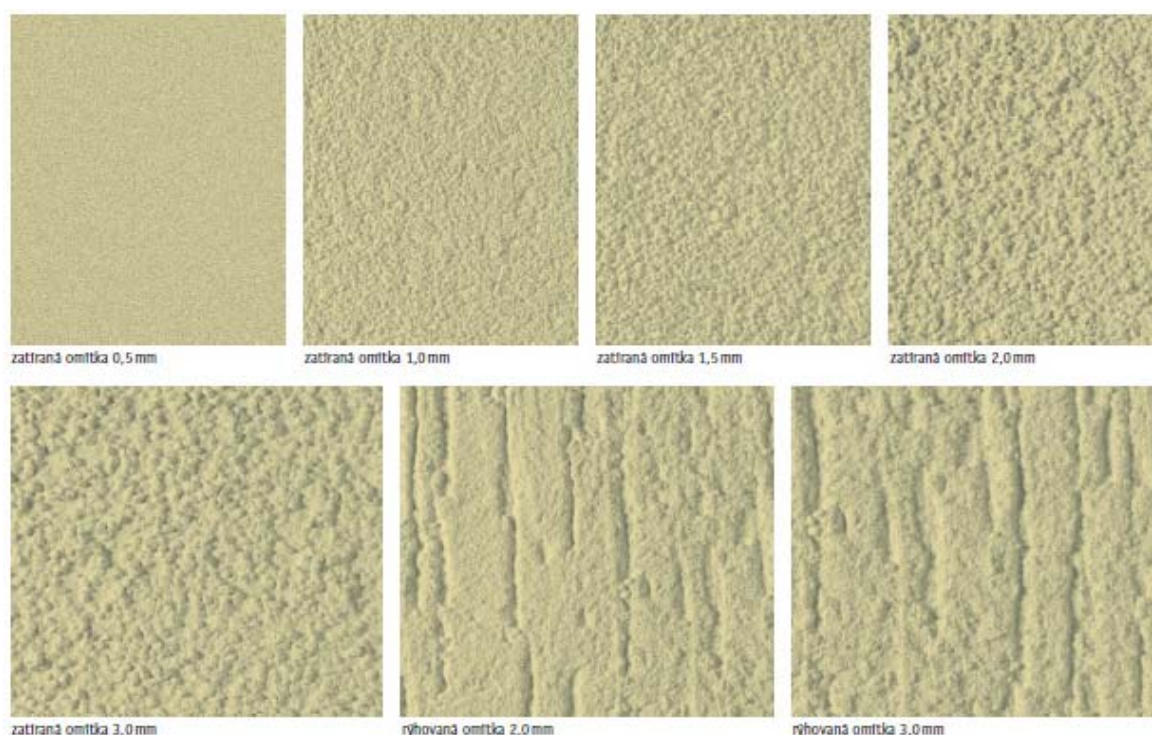
„Nejčastěji se dělí podle použitého pojiva (báze) na omítky silikonové, silikátové a disperzní. Nejméně paropropustné jsou disperzní (akrylátové) omítky. Jejich výhodou je cena a možnost probarvovat ve všech odstínech. Nejvíce paropropustné jsou silikátové omítky, které jsou oblíbené hlavně pro renovace historických budov. Nejpoužívanější pro svoje vynikající vlastnosti jsou omítky na bázi silikonu. Jsou paropropustné a odolné vůči zašpinění. Další jejich výhodou je velmi nízká nasákavost.“ [16]

U zateplovacích systémů je důležité, aby nedocházelo k mechanickému a tepelnému namáhání, jež může zvyšovat například velmi tmavá barva omítky, která přitahuje hodně slunečního záření. Tyto problémy může eliminovat takzvaný index odrazu světla HBW, čím je index nižší, tím vyšší je absorpce slunečního záření, nejnižší a zároveň nejlepší je bílá barva, nejhorší je potom černá. Pro návrh barevného řešení fasády u zateplovacího systému je vhodné použít omítky s HBW menším než 25 %.

U objektů, které se nachází ve frekventovaných lokalitách je nutné zajistit i ochranu proti vandalismu jako je například graffiti či mechanické poškození fasády. Jako novinku na trhu lze použít nátěr weber.antigrffiti[®], který je určený k permanentní ochraně konečných povrchových úprav fasád proti graffiti. Mezi jeho výhody patří, až 100 cyklů odstranění graffiti pouze vodou, povrch je chráněný vůči sprejovým barvám, fixům, inkoustům, reklamním plakátům ale i hlíně či kyselým dešťům. Nátěr se provádí včetně podkladní vodní disperze, která je hydrofobní a je stabilní vůči UV záření. Po vyschnutí nátěr vytváří bezbarvý, stěží nebo takřka neviditelný film v závislosti na druhu podkladu. Je dodáván ve variantě matné nebo lesklé. [17]

Pro oblasti s náročnými povětrnostními podmínkami je možné využít omítky se samočisticím efektem, které zabraňují například nežádoucímu růstu plísní a zelených řas. Pro vytvoření plastického efektu omítky je vhodné použít i odlišné struktury omítek dle Obr. 9 probarvených částí a tím vytvořit zajímavé designy a originální fasády.

Obr. 9: Zrnitosti fasádních omítek [18]



4.4.4 Parozábrany a difuzní folie

V provětrávaných a sendvičových zateplovacích systémech se často využívají parozábrany a difuzní folie. Parozábrana zamezuje vnikání vodní páry do konstrukce nebo interiéru a je vyráběna jako folie v rolích. Difuzní folie neboli pojistná hydroizolace je používána jako membrána, která umožňuje prostup vlhkosti z konstrukce do vnějšího prostředí, taktéž jako folie v rolích. Do této kategorie lze zařadit i penetrační nátěry, které se provádí pro vytvoření vhodných podmínek a přilnavosti materiálů, lze napenetrovat podklad před lepením izolantů anebo také fasádní exteriérovou omítku před nanášením finálního barevného nátěru, či ochranného nátěru.

4.5 Doplnkové prvky zateplovacích systémů

Aby zateplení objektu působilo celistvě, uhlazeně a uceleně jako jednolitá konstrukce je vhodné použít i doplňkové prvky jako jsou zakončovací lišty, profily a dilatace. Dle použití jsou dodávány i lišty rohové, okenní, okapové či podparapetní, zakládací a zakončovací profily. Tyto doplňky zajišťují jednodušší práci, čisté okraje a zároveň ochranu proti mechanickému a roztažnému namáhání. Profily jsou většinou vyráběny jako plastová lišta s perlinkou, popřípadě jako hliníkový profil. Každý výrobce má své různé typické i atypické tvary či řešení. Mezi nejznámější výrobce těchto doplňků patří Cemix, DEK, HPI, ETICS, Baumit, Weber a Likov. Mezi další moderní doplňky zateplovacích systémů lze zařadit například okrasné prvky z polystyrenu na historické či architektonicky zajímavé fasády. Těmito prvky (některé ukázky na *Obr.10*) je možné vytvořit na fasádě nové římsy, parapety, obrazce, obložení, šambrány, klenby, portály, bosáže, dekorační rytiny, reliéfy postav, přírodních motivů, letopočtů, čísel popisných, a to bez nutnosti zásahu do nosných konstrukcí či tvorby tlustých omítek, vše pouze z polystyrenových typových dílců. Díky těmto prvkům nevznikají žádné nové tepelné mosty a odpadá tím i vysoká pracnost fasád.

Obr. 10: Ozdobné fasádní prvky z polystyrenu [19]



5 Vlastní řešení

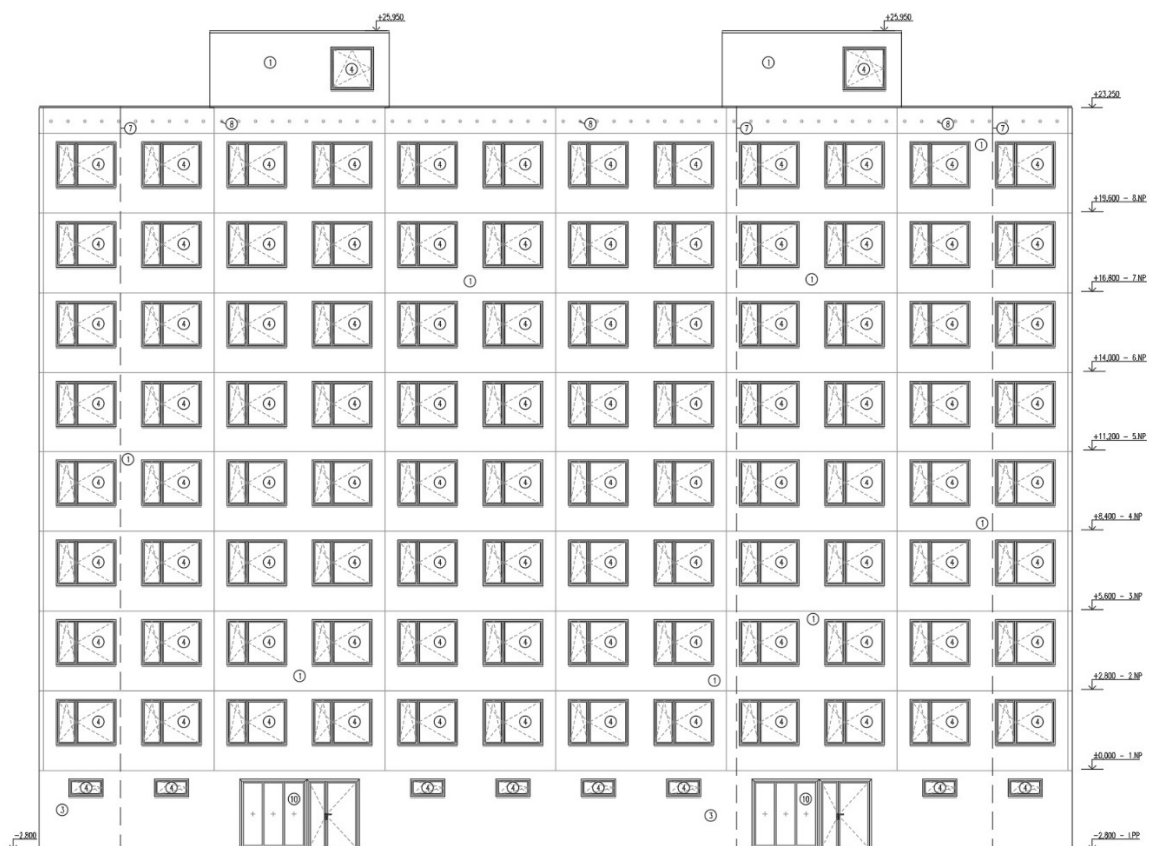
Pro praktickou část vlastního řešení této diplomové práce byl vybrán stávající panelový dům v Praze, na kterém bylo provedeno praktické měření, zaměření stávajícího stavu objektu a následně proveden návrh s výpočtem energetické spotřeby a úspory do budoucna. V objektu byl proveden kompletní stavebně technický průzkum včetně veškerého zaměření stávajících konstrukcí, dispozice a složení obvodových panelů. Objekt je již nevyhovující z tepelně technického hlediska, dochází zde k velkým ztrátám tepla prostupem konstrukcí a majitelé domu se rozhodli pro celkovou revitalizaci celého objektu. V první fázi byla vyměněna původní nevyhovující dřevěná okna z doby výstavby, za nová plastová se zasklením s izolačním dvojsklem. V druhé fázi revitalizace bude navrženo řešení zateplovacího systému s možností žádosti o dotaci z programu „*Nová zelená úsporám*“. Navržení optimalizace ztrát tepla pomocí různých variant zateplovacího systému je řešením této diplomové práce. Za pomoci programů Teplo EDU 2017, AutoCAD 2018, jsou vyprojektovány, vypočítány a navrženy čtyři varianty zateplovacích systémů v odlišnosti dle použitého materiálu. Z důvodu velkého rozsahu a formátu projektové části, jsou tyto výkresy součástí přílohové části této práce.

Dům byl postaven jako součást bytového komplexu sídlištní výstavby v roce 1984. Konstrukční systém panelového domu je typová soustava VVÚ-ETA, středová sekce se štítovými stěnami jako samostatně stojící objekt. Jedná se o příčný stěnový konstrukční nosný systém s osovým modulem 6,0 m. Celková šířka budovy je 14,90 m (měřeno v úrovni typických podlaží včetně lodžii) a délka 36,3 m. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je 2,80 m a světlá výška 2,55m. Stropní panely jsou v tl. 190 mm, vylehčené dutinami. Centrální schodiště je provedeno jako jednoramenné situované do komunikačních prostor domu osvětlené a větrané okny. Obvodové stěny na průčelích jsou tvořeny železobetonovým sendvičovým panelem. Tloušťka obvodového panelu na průčelích a štítech je 250 mm s tepelnou izolací z pěnového polystyrenu v tl. 80 mm.

Objekt má 8 nadzemních obytných podlaží a jedno podzemní, v suterénu se nachází technické zázemí. Budova je zasazena do rovinatého terénu se zapuštěným podzemním podlažím a do objektu je přístup ze severního průčelí domu. Celkem je v objektu 48 bytových jednotek a nebytové společné prostory pro sklepy, kočárkárnu a zázemí společenství domu. Zastřešení domu je původní dvoupříčnou střechou s dřevěným záklopem a s tepelnou

izolací. Některé stávající konstrukce vykazují již značné opotřebení a nedostatky, je nutné navrhnout tedy jejich opravu před provedením zateplovacího systému, z důvodu bezpečnosti a přídržnosti izolantu na konstrukcích. Jedná se hlavně o vystouplé části fasády jako jsou svislé a vodorovné panely lodžií nebo střešní římsy a atiky. Proto jsou navrženy úpravy těchto konstrukcí například opravy podlah a čel lodžiových panelů včetně výměny zábradlí za nové. Rekonstrukce střešního pláště včetně nové tepelné izolace a hydroizolace a s tím spojenou s opravou říms, atik a odvodnění. Dále pak oprava okapového chodníku podél soklové části objektu, přikotvení nových střešních svodů, odvodňovacích žlabů lodžií, anténních držáků a hromosvodů. Tyto opravy se nebudou dotýkat nosných obvodových konstrukcí v rozsahu, které by nějak významně mohlo ovlivnit statiku objektu. Teprve po provedení těchto oprav je možné provést nový zateplovací systém.

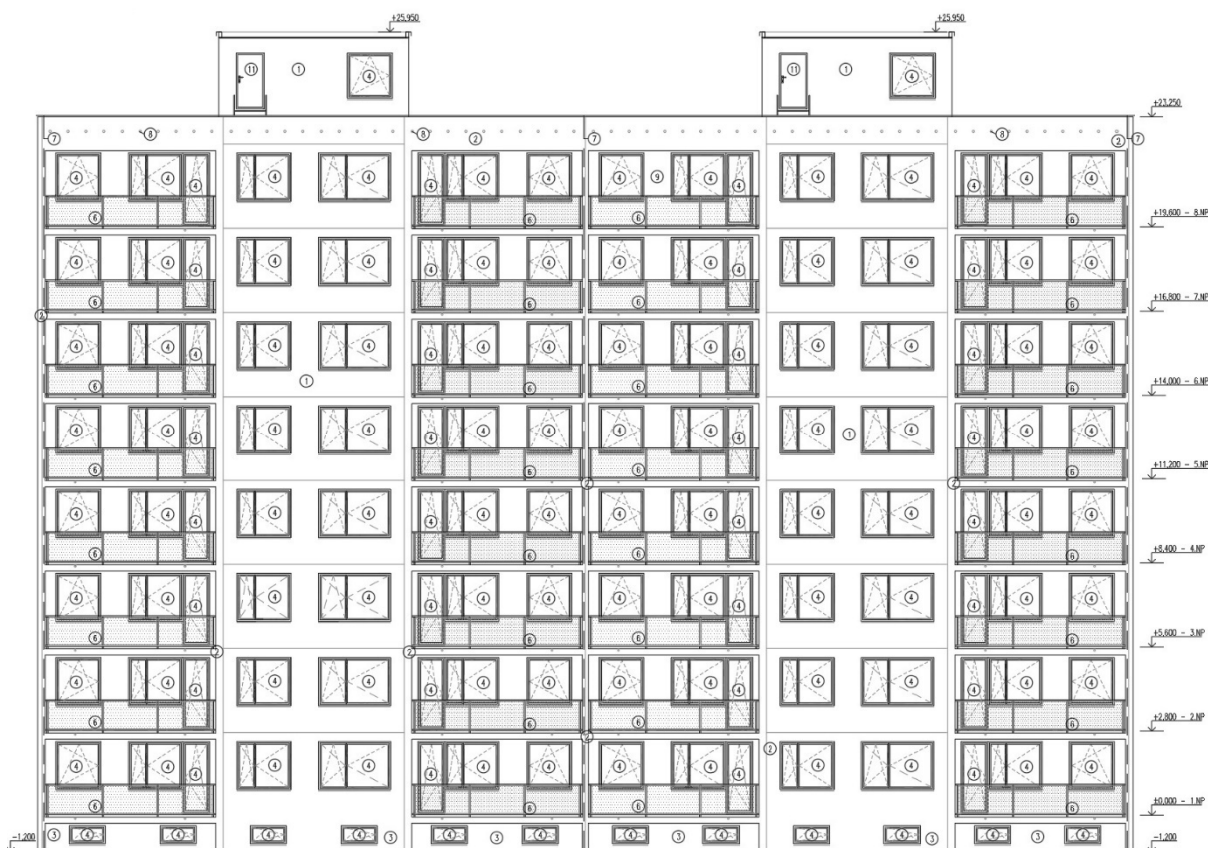
Obr. 11: Pohled na severní fasádu – stávající stav



Architektonické řešení vychází ze stávající koncepce panelového domu (viz Obr. 11 a Obr. 12) a bude brát zřetel na okolní již revitalizované panelové objekty. Při zpracování nového návrhu barevného řešení (viz Příloha č. 15 až Příloha č. 18) bude snaha o podpoření tektoniky domu vycházející z konstrukční logiky domu a na okolní zástavbu. Fasáda bude

zateplena kontaktním zateplovacím systémem, který bude certifikovaný v kvalitativní třídě A dle cechu pro zateplování budov. Povrchová vrstva zateplovacího systému bude provedena tenkovrstvými silikonovými probarvenými omítkami tl. zrna 1,5mm. Plochy s omítkou doplní hliníkové zábradlí lodžii dělené na tři pole, s výplní bezpečnostním mléčným sklem.

Obr. 12: Pohled na jižní fasádu – stávající stav



Stávající objekt panelového domu má požární výšku do 22,5 m, dle normy pro požární ochranu objekt ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb, která prošla velkou změnou a její nová verze je v platnosti od srpna roku 2016. U tohoto objektu je nutné využít kombinace minerální vaty v požárních pásech a polystyrenu. V případě složitých členitých fasád se raději doporučuje využít zateplení celého objektu v minerálních izolacích. Požárními pásy (podrobně viz Příloha 13) byly vymezeny v oblasti, kde by došlo k rychlému šíření ohně, to je nadpraží oken, rohy štítových stran a únikových východů. Zateplení musí být provedeno z certifikovaného uceleného systému.

5.1 Výkresová část praktického řešení

Zpracovaná výkresová část objektu je z důvodu jejího velkého rozsahu formátů umístěna do přílohové části této práce. Z praktického měření objektu byly vytvořeny následující výkresy včetně detailu zateplení všech podstatných konstrukcí a možných tepelných mostů. Členění barev a celková koncepce barevného řešení je patrná z výkresů v přílohové části této práce.

Tab. 5: Základní přehled výkresové části

Číslo	Název přílohy	Měř.	Formát	Listů
Příl. č. 1	Půdorys technického podlaží 1.PP – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 2	Půdorys typického podlaží 1.-8.NP – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 3	Půdorys střechy objektu – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 4	Řez objektem – stávající stav	1:100	6 A4	1
Příl. č. 5	Pohledy severní a východní – stávající stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 6	Pohledy jižní a západní – stávající stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 7	Půdorys technického podlaží 1.PP – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 8	Půdorys typického podlaží 1.-8.NP – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 9	Půdorys střechy objektu – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 10	Řez objektem – nový stav	1:100	6 A4	1
Příl. č. 11	Pohledy severní a východní – nový stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 12	Pohledy jižní a západní – nový stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 13	Schéma izolací	-	1 A4	4
Příl. č. 14	Detaily zateplení konstrukcí – nový stav	1:5	1 A4	8
Příl. č. 15	Barevné řešení fasády – varianta 1	-	1 A4	4
Příl. č. 16	Barevné řešení fasády – varianta 2	-	1 A4	4
Příl. č. 17	Barevné řešení fasády – varianta 3	-	1 A4	4
Příl. č. 18	Barevné řešení fasády – varianta 4	-	1 A4	4

5.2 Naměřené skladby konstrukcí a jejich popis – stávající stav

V objektu bylo provedeno celkové zaměření stávajícího stavu včetně stavebně technického průzkumu jednotlivých konstrukcí. Naměřené hodnoty, údaje a informace byli komplexně zpracovány do výkresové části této práce (viz Příloha č. 1 – Příloha č. 6). Povrchová úprava panelů na průčelích a štítech vymývané teracco. Povrchová úprava lodžiových panelů je provedena nástřiky nebo individuálními nátěry. Těsnění spár mezi jednotlivými panely obvodového pláště je provedeno pomocí stávajících tmelů, které jsou ve stavu přímo úměrném stáří. V obytné části objektu nebylo vizuální prohlídkou zaznamenáno výraznější poškození celistvosti panelů. Skladby jednotlivých konstrukcí jsou zde popsány ve stávajícím stavu a v novém stavu (viz Příloha č. 7 – Příloha č. 14) budou rozlišeny pouze u vnějších obvodových konstrukcí pro navržené varianty dle použitého druhu izolantu.

SKLADBY OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ – STÁVAJÍCÍ STAV:

A. Průčelní panely

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 100 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr

B. Boční lodžiové panely

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 190 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější omítka 10 mm

C. Mezi lodžiové panely

- Vnější fasádní nátěr
- Železobeton 190 mm
- Vnější fasádní nátěr

D. Průčelní lodžiové panely

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobeton 190 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr

E. Stěny výtahové šachty

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobeton 140 mm
- Pěnový polystyren 50 mm
- Železobeton 50 mm

F. Střešní plášť domu

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobetonový dutinový stropní panel 190 mm
- Skelná vata (dle sklonu střechy) max.120 mm
- Větraná vzduchová mezera různé tloušťky 50 mm
- Prkenný záklop na dřevěném roštu 25 mm
- Stávající asfaltové souvrství 20 mm

G. Střešní plášť výtahové šachty

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobetonový stropní panel 190 mm
- Spádované kamenivo 75 mm
- Betonová mazanina 35 mm
- Hydroizolace IPA 5 mm
- Pěnový polystyren 50 mm
- Stávající asfaltové souvrství 10 mm

POPIS KONSTRUKCÍ – STÁVAJÍCÍ STAV:

OBVODOVÝ PLÁŠŤ:

Svislý obvodový plášť průčelí nemá požadovaný součinitel prostupu tepla, což má za následek nízkou dotykovou teplotu a v nejproblematictějších částech (kouty, rohy, místa s výskytem tepelných mostů) možnost vzniku míst, kde se začne srážet vodní pára a následně vznik plísní. V některých bytech, zejména v těch pod střechou se objevují první plísně vinnou prokazatelných tepelných mostů. Vzhledem ke konstrukční soustavě jsou očekávána problematická místa zejména u bytů pod střešním pláštěm. Je zde patrných několik významných tepelných mostů zejména v oblastech nadpraží lodžiové sestavy (viz *Obr.13*), rozích a koutech objektu. Nadpraží oken v posledních podlaží tvoří železobetonové nadpraží a v některých bytech se v tomto místě tvoří plísně. Vlivem nevhodně osazeného okna (viz *Obr.14*) a výskytu masivního ocelového profilu dochází k hromadění kondenzace v přípojovací spáře a následnému vzniku plísní. Předpokládané řešení (viz *Příloha č. 14*) spočívá v opravě stávajícího nadpraží lepidlem s výztužnou sítí a provedení důkladného zateplení tak, aby byly eliminovány tepelné mosty a bylo zabráněno kotvení izolantu do nadpraží. Izolace bude kotvena do betonového stropního panelu a k oknu přípojovacím profilem tzv. APU lištou. Po provedení zateplení budou předpokládané stávající plísně v bytech odstraněny. Odstranění bude provedeno osvědčenými výrobky na hubení plísní s prevencí proti opětovnému výskytu. Navržené řešení je zpracováno pro provedení vnějšího kontaktního zateplovacího systému (ETICS) průčelních fasád, kompletní rekonstrukci lodžii a střechy v rozsahu upřesněného na základě naměřených hodnot a skutečného stavu konstrukcí včetně nutných návazných prací s ohledem na požadavky norem a právních předpisů. Podrobný popis použitých materiálů viz nový stav.

Obr. 13: Jižní část fasády



Obr. 14: Severní část fasády



LODŽIE:

Lodžie jsou provedeny jako železobetonové vnitřní délky 5,65 m a šířky 1,2 m. Povrch lodžiové desky je proveden z hlazeného betonu případně jinou finální úpravou provedenou individuálně nájemníky (převážně keramická dlažba nebo linoleum). Odvodnění lodžií (Obr.15) je zajištěno dvojicí chrličů umístěných v železobetonové konstrukci lodžiové desky. Stávající lodžiové zábradlí je provedeno z ocelových profilů s výplní drátosklem. Zábradlí je vetknuto do bočních lodžiových panelů a do podlahy lodžiové desky. Některé lodžie jsou vybaveny příslušenstvím, některé zaskleny bezrámovým, nebo rámovým systémem. Stav příslušenství bytů odpovídá svému stáří.

Obr. 15: Stávající stav zábradlí lodžie



Čílka lodžiových desek a jejich spodní strana je v mnoha případech značně poškozena od stékající vody, která se převalí přes hranu desky, která není chráněna oplechováním. V některých případech jsou zaznamenány netěsnosti mezi spárami, kterými se dostane voda do konstrukce lodžiové desky a způsobí další poškození, nebo zatečení na lodžii níže. Případné statické poškození lodžiových desek bude určeno za účasti statika při prohlídce po postavení lešení, vizuálně statické poškození bez podrobné prohlídky z lešení zjištěno nebylo. Lokálně se vyskytují poruchy krycích vrstev u křížového provedení panelů. Před zakrytím konstrukcí zateplovacím systémem bude nutno také provést podrobnou kontrolu styků, aby bylo možno s určitostí statické poškození lokalizovat a opravit. Ocelové zábradlí jednotlivých lodžií je zkorodováno a není pravidelně prováděna obnova nátěrů. Kotvení je nevyhovující a stav výplní na konci životnosti.

OCELOVÉ ZÁBRADLÍ:

Stávající zábradlí z ocelových profilů opatřené syntetickým nátěrem bude vzhledem k nevhodnému technickému a estetickému stavu demontováno a nahrazeno novou certifikovanou konstrukcí hliníkového zábradlí. Nová konstrukce zábradlí na lodžích bude

ukotvena po stranách do bočních lodžiových panelů pomocí chemických kotev a závitových tyčí a s opěrkou aretačními nožičkami vždy v 1/3 rozpětí. Výplň zábradlí je provedena z mléčného bezpečnostního skla, zábradlí děleno na tři pole. Dolní hrana zábradlí bude maximálně 60 mm od finální podlahy lodžii. Zábradlí nutno provést do výšky min. 1100 mm od čisté podlahy lodžii. Zábradlí bude předsazeno před líc železobetonové desky, tak aby nebyla zmenšena užitná šířka lodžie. Podrobnosti viz kniha detailů. Povrchová úprava bude provedena komaxitovým nástřikem dle odstínu RAL.

HROMOSVOD:

Jímací svislá soustava je původní stejně jako vodorovné vedení střechy. Vedení volně uchyceno do podkladních podložek a ukotveno za oplechování atiky. Svislý svod je veden pomocí kotev po fasádě. Hromosvodná ochrana objektu je pravidelně revidována. Z důvodu plánovaného zateplení fasád bude nutné provést výměnu lan a jejich ukotvení. V návaznosti na provedení zateplení obvodového pláště je nutno provést nové vedení svodů včetně prodloužení kotvení. V současné době je na domě šest svislých svodů hromosvodu o celkové délce cca. 6 x 38 m. Nové svody hromosvodu budou provedeny z materiálu AlMgSi, drát průměru min. 8 mm kotvený do konstrukce obvodových stěn. Svodu po celé délce svodu až po zkušební svorky, které budou umístěny ve výšce 1,4 - 1,8 m nad přilehlým terénem. Svody hromosvodů budou obsahovat veškeré příslušenství např. měřicí svorky, krycí úhelníky, spojky pro napojení na střešní vedení apod.

STŘECHA:

Konstrukce je řešena jako plochá dvouplášťová střecha s odvětrávanou vzduchovou mezerou kruhovými otvory v atice o průměru 60 mm s chráněnými ocelovými mřížkami. Vzduchová mezera střechy byla realizována v proměnné tloušťce v závislosti na sklonu střešního pláště. Střecha je spádována směrem k odvodňovacím vpustím, které jsou umístěny uvnitř dispozice domu. Původní tepelná izolace na spodním plášti je z rohoží skelných vláken v tl. 120 mm. Hlavní hydroizolační rovinu tvoří vrstva asfaltových pásů. Oplechování atiky je provedeno pomocí pozinkovaných natíraných plechů. Skladba střechy byla převzata z předané dokumentace, realizace vedlejších vchodů a nebyla ověřena sondami.

Střecha nástaveb (strojovny výtahu a výlezu na střechu) je tvořena jednoplášťovou konstrukcí se spádovou vrstvou a tepelnou izolací z doby výstavby. Krytinu tvoří asfaltový povrch shodného stáří s hlavní krytinou.

Vizuální prohlídkou byl zjištěn stav hydroizolační vrstvy. Krytina je na hranici své životnosti. Patrné jsou poruchy krycích vrstev i přes jejich předchozí opravy. Střecha je nedostatečně spádovaná a místy se tvoří louže. Oplechování je původní a též na hranici své životnosti. Doporučena je celková rekonstrukce včetně doplnění tepelné izolace a hydroizolace.

Obr. 16: Stávající stav střešního pláště



Krytina střešní nástavby je v obdobném stavu jako krytina hlavní plochy střechy. Doporučena je rekonstrukce s dodatečným zateplením a novou hydroizolací. Betonové stěny nástavby nutno sanovat a opatřit tepelnou izolací pro prodloužení životnosti. Dveře strojovny výtahu budou vyměněny a budou osazeny nové ocelové prvky – žebříky a schody u výlezu na střechu.

5.3 Naměřené skladby konstrukcí a jejich popis – nový stav

SKLADBY OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ – NOVÝ STAV:

Tepelná izolace na objektu bude provedena kontaktním zateplovacím systémem ze samozhášivého, objemově stabilizovaného pěnového polystyrénu, minerální vaty, šedého polystyrenu anebo jejich kombinací. Detaily zateplení viz *Příloha č. 14*. Výpočtová hodnota součinitele tepelné vodivosti tepelné izolace musí být maximálně $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$. Tloušťka tepelné izolace použité na fasádě bude 160 mm, 100 mm, 40 mm (bez specifikace tlouštěk pro vyrovnání). Pro izolace soklu bude použito sokových desek z extrudovaného polystyrenu (perimetr) objemové hmotnosti $\geq 20 \text{ kg/m}^3$, které budou certifikovány dle ETAG 004 a bude v kvalitativní třídě A dle cechu zateplovacích systémů. Výpočtová hodnota součinitele tepelné vodivosti tepelné izolace musí být maximálně $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$.

Pro zateplení ploch požárních pásů, podhledů lodžii a vstupních částí bude použita tepelná izolace z minerálních vláken s podélnou nebo kolmou orientací vláken, podrobně znázorněno na schéma izolací viz *Příloha č. 13*.

A. Průčelní panely

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 100 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek 10 mm
- Tepelný izolant 160 mm
- Hmoždinky
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr, probarvený
- Omítkové souvrství – silikonová omítka 1,5 mm

B. Boční lodžiové panely

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 190 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější omítka 10 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek 10 mm
- Tepelný izolant 160 mm
- Hmoždinky
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr
- Omítkové souvrství – silikonová omítka 1,5 mm

C. Mezi lodžiové panely

- Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm
- Penetrační nátěr	
- Armovací síťovina	2 mm
- Armovací vrstva	4 mm
- Hmoždinky	
- Tepelný izolant	160 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Železobeton	190 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Tepelný izolant	160 mm
- Hmoždinky	
- Armovací vrstva	4 mm
- Armovací síťovina	2 mm
- Penetrační nátěr	
- Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

D. Průčelní lodžiové panely

- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	5 mm
- Železobeton	190 mm
- Pěnový polystyren	80 mm
- Železobeton	60 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Tepelný izolant	160 mm
- Hmoždinky	
- Armovací vrstva	4 mm
- Armovací síťovina	2 mm
- Penetrační nátěr	
- Omítkové souvrství	1,5 mm

E. Stěny výtahové šachty

- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	5 mm
- Železobeton	140 mm
- Pěnový polystyren	50 mm
- Železobeton	50 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Tepelný izolant	100 mm
- Hmoždinky	
- Armovací vrstva	4 mm
- Armovací síťovina	2 mm
- Penetrační nátěr	
- Omítkové souvrství	1,5 mm

F. Střešní plášť domu

- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	5 mm
- Železobetonový dutinový stropní panel	190 mm
- Penetrace podkladu	
- Pojistná hydroizolace (parozábrana)	
- Asfaltový pás	4 mm
- Tepelná izolace EPS spádová	260 mm
- Separální geotextílie min. 300 g/m ²	
- Hydroizolační fólie	1,6 mm

G. Střešní plášť výtahové šachty

- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	5 mm
- Železobetonový stropní panel	190 mm
- Spádované kamenivo	75 mm
- Betonová mazanina	35 mm
- Hydroizolace IPA	5 mm
- Pěnový polystyren	50 mm

- Stávající asfaltové souvrství 10 mm
- Tepelná izolace EPS 100 mm
- Separační geotextilie min. 300 g/m²
- Hydroizolační fólie 1,6 mm

H. Průčelní panely v soklové části

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobeton 100 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek 10 mm
- Tepelný izolant typu PERIMETR 160 mm
- Hmoždinky
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr, probarvený
- Omítkové souvrství – silikonová omítka 1,5 mm

Před realizací je vzhledem k možnému výskytu netopýra či rorýse obecného nutné minimálně 7 dní před definitivním uzavřením úkrytu instalovat přes všechny větrací otvory jednosměrnou uzávěru, která umožní ptactvu, aby svůj úkryt bezpečně opustili, ale znemožní jim se do něj vrátit. Po těchto 7 dnech je vhodné otvory hned natrvalo zneprůchodnit. Jako jednosměrnou uzávěru je možné použít např. čtvereček z perlinky, který se připevní napevno pouze nad větrací otvor. Ve všech směrech musí perlinka tento větrací otvor dostatečně přesahovat a musí těsně přiléhat k fasádě (viz Obr. 16).

Obr. 17: Bezpečnostní uzávěra pro ptactvo



5.4 Výpočet tepelné bilance

Výpočty tepelné bilance se využívají při optimalizaci energetické náročnosti budov a tepelné ochrany budov. Tepelně technické požadavky zohledňují jednak šíření tepla, vlhkosti a vzduchu konstrukcemi, místnostmi a budovami, jednak i energetickou náročnost budov. V případě tepelné bilance budovy jde o poměr mezi příjmem a výdejem tepelné energie.

Tepelná bilance budovy obsahuje:

- ztráty prostupem tepla a větráním mezi vnitřním a vnějším prostředím
- ztráty prostupem tepla a větráním a tepelné zisky ze sousedních zón
- užitečné vnitřní tepelné zisky
- využití vnější (např. solární) zisky

Celý výpočet pro zimní a letní tepelnou bilanci budovy je obsažen v normě ČSN 73 0540, která má čtyři části, ale z důvodu svého velkého rozsahu zde není uveden celý. Na ukázkou je zde ukázán alespoň výpočet součinitele prostupu tepla a tepelného odporu konstrukce. Celý výpočet je převzat z ČSN 730540-4.

• Součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-4

Tato vlastnost hodnotí vliv celé konstrukce a k ní přilehlých vzduchových vrstev na šíření tepla prostupem. Je odvozena z tepelného odporu konstrukce R . Vzájemný vztah součinitele prostupu tepla U , ve $W/(m^2.K)$, a tepelného odporu konstrukce R , v $m^2.K/W$, popř. odporu při prostupu tepla R_T , v $m^2.K/W$, je dán vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

$$R = \frac{1}{U} - (R_{si} + R_{se}) = R_T - (R_{si} + R_{se})$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, v $m^2.K/W$, platný pro hodnocení prostupu tepla

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, v $m^2.K/W$ (popř. R_{se}^* v letním období, pro který je součinitel prostupu tepla v letním období U^*).

Pro konstrukci, ve které lze uvažovat jednorozměrné šíření tepla, se součinitel prostupu tepla U , ve $W/(m^2.K)$, stanoví z tepelného odporu konstrukce R , v $m^2.K/W$, ze vztahu:

$$R = \sum R_j$$

kde R_j je tepelný odpor j -té vrstvy konstrukce, v $m^2.K/W$, stanovený pro hmotné vrstvy konstrukce ze vztahu:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

kde d_j je tloušťka j -té vrstvy konstrukce, v m;
 λ_j návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j -té vrstvy konstrukce, ve $W/(m.K)$, stanovený v souladu s ČSN 73 0540-3

Součinitel tepelné vodivosti materiálu λ lze dohledat v technických listech daného stavebního materiálu, nebo v ČSN 73 0540-3, popř. lze zjistit měřením v laboratorních podmínkách.

Pro účely této části práce byl použit volně šiřitelný program „**Teplo EDU 2017**“, autorem tohoto programu je doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda z ČVUT Praha, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb. V této části kapitoly je pouze názorně zobrazena skladba konstrukce, která byla použita při výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukcí. Dále je pak zobrazena výstupní spočítaná hodnota. Celý výstup z programu při výpočtu součinitele prostupu tepla je kvůli svému rozsahu přiložen v příloze této práce. Výpočty jsou pouze orientační, ve skutečnosti se mohou lišit. Pro oba výpočty byly zvoleny standardní okrajové podmínky pro exteriér a interiér.

Okrajové podmínky pro exteriér – Praha:

Teplota $T_e = -13,0$ °C

Vlhkost $F_{ie} = 84,0$ %

Okrajové podmínky pro interiér:

Teplota $T_{ai} = 20,6$ °C

Vlhkost $F_{ii} = 50,0$ %

Hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011:

- Požadovaná hodnota $U_{N,20} = 0,30$ $W/[m^2.K]$
- Doporučená hodnota $U_{rec,20} = 0,25$ $W/[m^2.K]$
- Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20} = 0,18$ až $0,12$ $W/[m^2.K]$ [20]

5.5 Varianta 1 – kombinace polystyrenu a minerální vaty BAUMIT

Dle požadavků z kapitoly 4.1.2. Požární odolnost objektu a požární normy ČSN 73 0810:2016 *Požární bezpečnost staveb*, je navržen kompletní zateplovací systém včetně schéma izolací. Stávající objekt panelového domu splňuje hranici požární výšky do 22,5m od nejnižšího podlaží suterénu po nejvyšší úroveň posledního podlaží. Pro ukázkou, jak je možné zateplovací systém realizovat v závislosti na požadavcích je členění zobrazeno na *Obr. 17*, ze kterého vyplývá, že je v mnohých případech od této náročné varianty upuštěno a je celý objekt rovnou zateplován v uceleném systému s minerální vatou. To však záleží na mnoha aspektech a tím nejdůležitějším a mnohdy rozhodujícím bývá cena a pracnost při provádění detailů. Na obrázku je znázorněno červenou barvou použití polystyrenu, zelenou barvou minerální vata a modrou extrudovaný polystyren, podrobné znázornění pro všechny fasádní strany objektu viz *Příloha č. 13*. V dalších částech této kapitoly jsou navrženy jednotlivé skladby zateplovacího systému.

Obr. 18: Schéma izolací – severní fasáda



Pro variantu 1 byl navržen zateplovací systém od společnosti Baumit v kategorii Baumit Star, tato varianta je navržena s ohledem na požární požadavky, a to v kombinaci polystyrenu (*EPS*) a minerální vaty (*MW*). Pro tuto variantu byl vytvořen podrobný realizační rozpočet viz kapitola 6.1. Podrobný výpočet prostupu tepla konstrukcemi je z důvodu velkého rozsahu umístěn do *Přílohy č. 21*, ze kterého jsou patrné celkové výsledky. Porovnání všech variant je patrné z kapitoly 6. *Výsledky a diskuze*. Výsledné porovnání průběhu teplot je patrné z *Grafu 1: Průběh teploty v konstrukci – stávající stav* a *Grafu 2: Průběh teploty v konstrukci – varianta 1b*. Kdy z grafů je patrné, že zateplením stoupla povrchová teplota z hodnoty 11,4 °C na hodnotu 19,9 °C. Navržené výrobky jsou patrné z následujících skladeb.

VARIANTA 1a – BAUMIT STAR EPS:

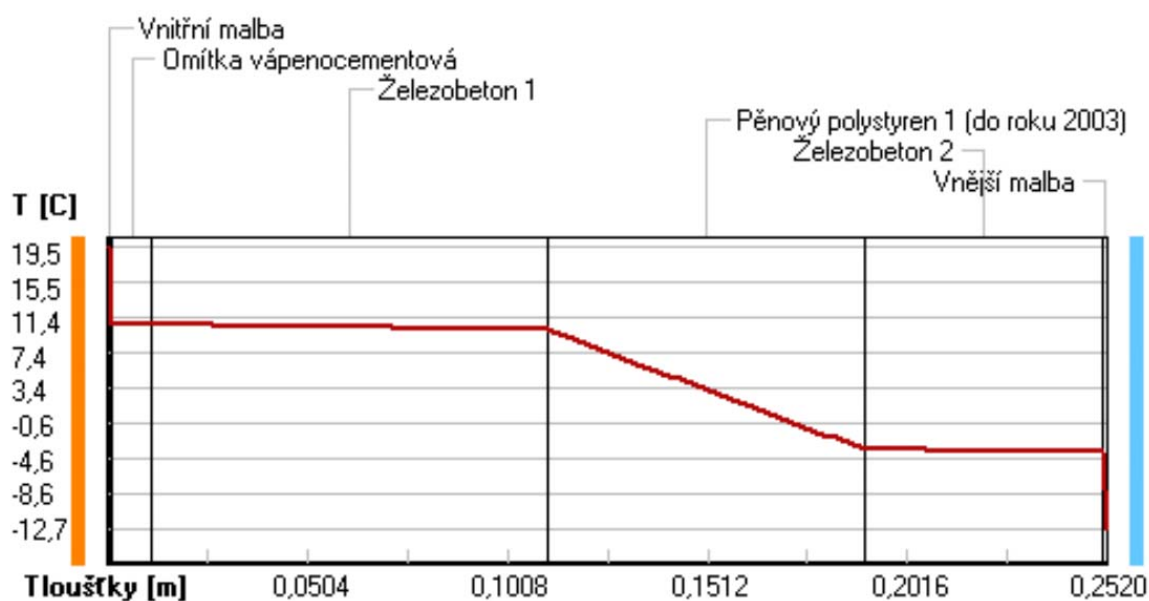
- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	10 mm
- Železobeton	100 mm
- Pěnový polystyren	80 mm
- Železobeton	60 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Lepicí hmota – Baumit Star Contact	10 mm
- Tepelný izolant – Baumit Star Therm	160 mm
- Hmoždinky – Baumit Star Track	
- Armovací vrstva – Baumit Star Contact	4 mm
- Armovací síťovina – Baumit Star Tex	2 mm
- Penetrační nátěr – Baumit Uni Primer	
- Silikonová omítka – Baumit Silikon Top	1,5 mm

VARIANTA 1b – BAUMIT STAR MW:

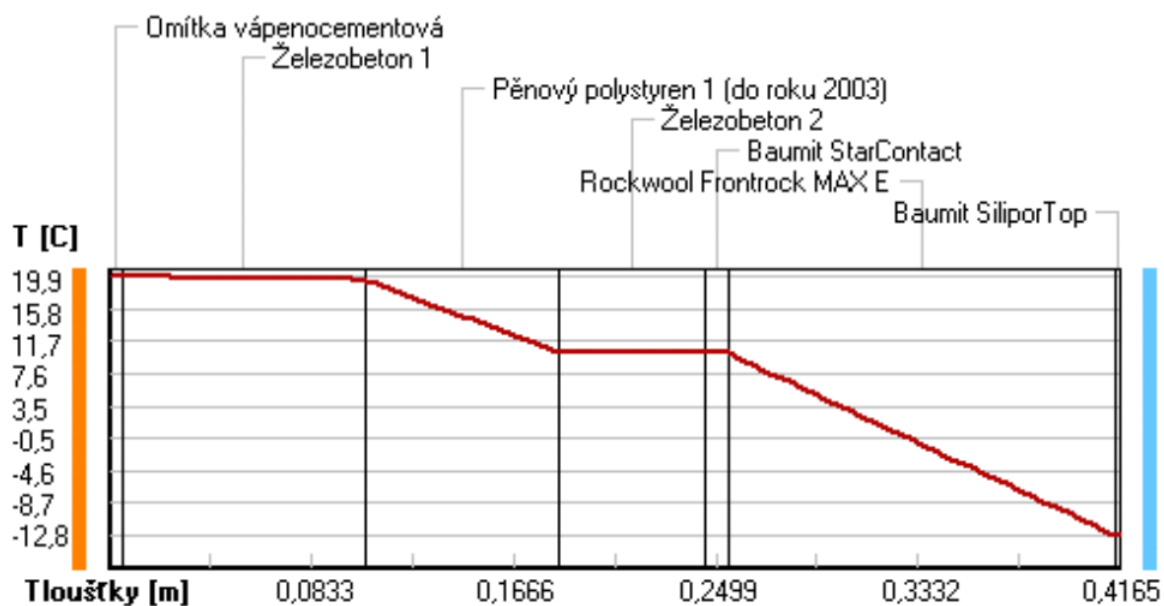
- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	10 mm
- Železobeton	100 mm
- Pěnový polystyren	80 mm
- Železobeton	60 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Lepicí hmota – Baumit Star Contact	10 mm

- Tepelný izolant – Baumit Star Minerální vata 160 mm
- Hmoždinky – Baumit Star Track
- Armovací vrstva – Baumit Star Contact 4 mm
- Armovací síťovina – Baumit Star Tex 2 mm
- Penetrační nátěr – Baumit Uni Primer
- Silikonová omítka – Baumit Silikon Top 1,5 mm

Graf 1: Průběh teploty v konstrukci – stávající stav



Graf 2: Průběh teploty v konstrukci – varianta 1b



Zdroj: Teplo EDU 2017 – viz Příloha č. 21

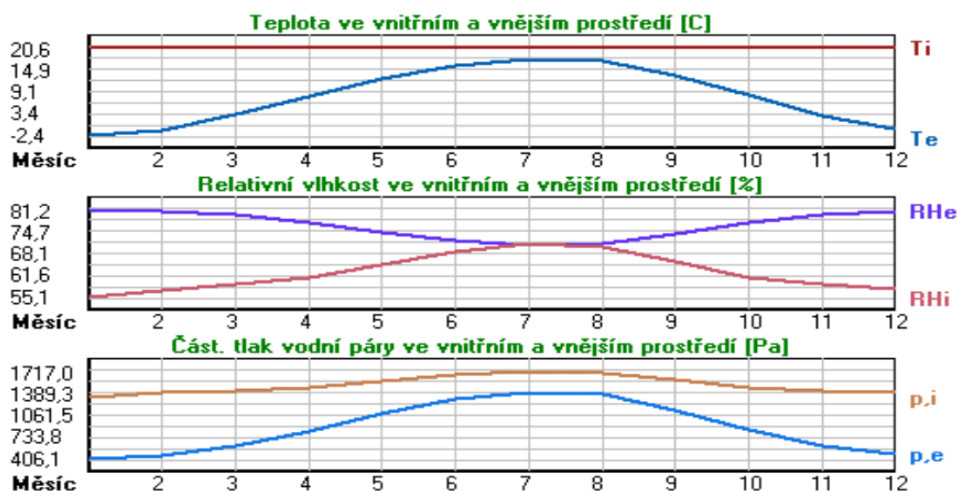
5.6 Varianta 2 – kombinace polystyrenu a minerální vaty WEBER

Zateplovací systém od firmy Weber byl navržen za použití kompletních prvků a navržené skladby jsou patrné v následující části. Pro tuto variantu podrobný položkový rozpočet nebyl definován, ale je možné jej použít s poupravěním cen z důvodu odlišných materiálů. Podrobný výpočet prostupu tepla konstrukcemi je z důvodu velkého rozsahu umístěn do *Přílohy č. 21*, ze kterého jsou patrné celkové výsledky včetně všech grafů (viz *Graf 3 a Graf 4*). Porovnání všech variant je patrné z kapitoly 6. *Výsledky a diskuze*.

VARIANTA 2a – WEBER EPS:

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 100 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr
- Lepicí hmota – Weber.therm elastik 10 mm
- Tepelný izolant – Weber EPS-F Clima 160 mm
- Hmoždinky
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr, probarvený
- Silikonová omítka – Weber.pas Silikon Plus 1,5 mm

Graf 3: Průběh teploty, relativní vlhkosti a tlaku v konstrukci – varianta 2a

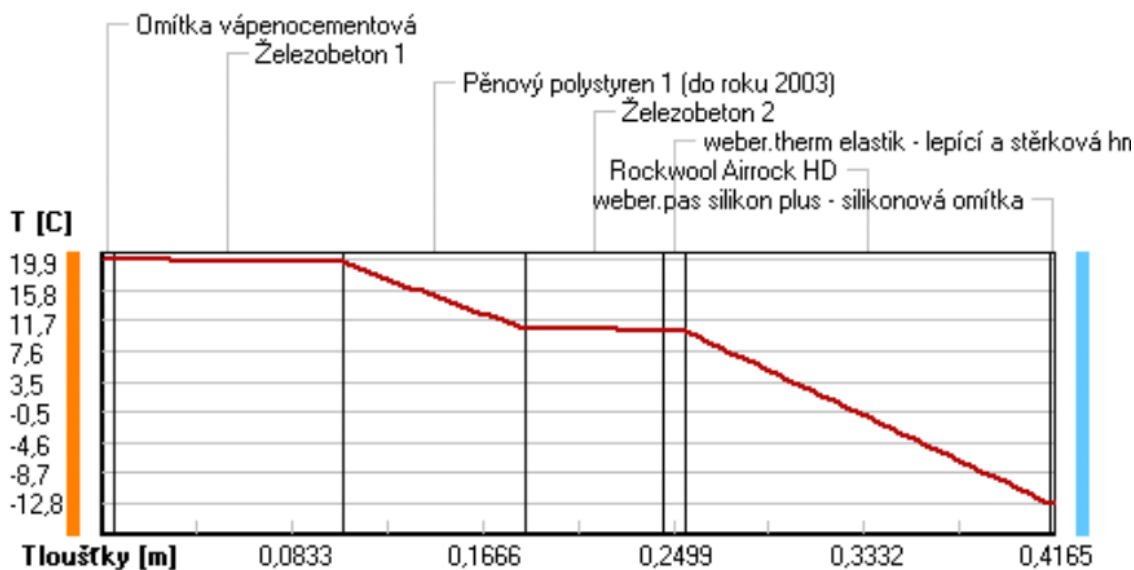


VARIANTA 2b – WEBER MW:

- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 10 mm
- Železobeton 100 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr
- Lepicí hmota – Weber.therm elastik 10 mm
- Tepelný izolant – Rockwool Airrock HD 160 mm
- Hmoždinky
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr, probarvený
- Silikonová omítka – Weber.pas Silikon Plus 1,5 mm

Z výpočtů pomocí programu Teplo EDU 2017 vznikly výsledné grafy *Graf 3* na kterém je patrný průběh teploty, relativní vlhkosti a tlaku v konstrukci pro variantu 2a s použitím systému Weber s polystyrenem. Z *Grafu 4* je patrný průběh teploty v celé sendvičové konstrukci za použití kontaktního zateplovacího systému Weber s minerální vatou pro variantu 2b.

Graf 4: Průběh teploty v konstrukci – varianta 2b



Zdroj: Teplo EDU 2017 – viz Příloha č. 21

5.7 Varianta 3 – pěnové sklo

Pro variantu 3 byl vybrán moderní zateplovací materiál pěnové sklo značky FOAMGLAS® T4+, který je novinkou na trhu. Vyrábí se ze speciálního aluminosilikátového skla, kdy rozemleté částičky skla jsou smíchány s mletým uhlíkovým prachem, po jejím zahřátí směsi na teplotu nad 1000 °C dochází k natavení skla k oxidu uhličitému, který vytvoří bubliny a tím mnohonásobně zvětší svůj objem. Pěnové sklo je ekologický materiál, který je 100 % recyklovatelný a může být vyroben i z odpadního skla, má vysokou životnost, vyrábí se ve formě homogenních desek pro fasádu nebo ve formě drti pro zateplení základových či podlahových konstrukcí. Jeho součinitel tepelné vodivosti je $\lambda_D = 0,020 \text{ W/mK}$. Materiál je velmi lehký a snadno dělitelný pomocí pily, a dle odborných publikací je doporučován pro nahrazení polystyrenu z důvodu ekologické nezávadnosti a výborných tepelně technických vlastností.

VARIANTA 3 – PĚNOVÉ SKLO:

- | | |
|--|--------|
| - Vnitřní malba | |
| - Vnitřní omítka | 10 mm |
| - Železobeton | 100 mm |
| - Pěnový polystyren | 80 mm |
| - Železobeton | 60 mm |
| - Vnější fasádní nátěr | |
| - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek | 10 mm |
| - Tepelný izolant – FOAMGLAS® T4+ | 160 mm |
| - Hmoždinky | |
| - Armovací vrstva | 4 mm |
| - Armovací síťovina | 2 mm |
| - Penetrační nátěr, probarvený | |
| - Omítkové souvrství – silikonová omítka | 1,5 mm |

Podrobný výpočet prostupu tepla konstrukcemi je z důvodu velkého rozsahu umístěn do *Přílohy č. 21*, ze kterého jsou patrné celkové výsledky. Porovnání všech variant je patrné z kapitoly 6. *Výsledky a diskuze*.

5.8 Varianta 4 – fenolická pěna

Tepelná izolace na bázi tuhé fenolické pěny Kingspan Kooltherm K5[®] se vyznačuje výrazně lepšími tepelně izolačními vlastnostmi než pěnový polystyren nebo minerální vlna. Je určena pro tepelnou izolaci obvodových stěn budov v kontaktních zateplovacích systémech a postup zpracování je velmi podobný jako při zateplování obvodových stěn polystyrenem. 10 cm této tepelné izolace má stejný tepelněizolační účinek jako 18,5 cm polystyrenu.

VÝHODY IZOLAČNÍCH DESEK KINGSPAN KOOLTHERM: [21]

- součinitel tepelné vodivosti již od $\lambda_D = 0,020$ W/mK.
- využití menší tloušťky izolantu při stejných tepelných hodnotách
- objemová hmotnost od 35 kg/m^3
- pevnost v tlaku od 100 kPa omezuje možnost deformace či poškození
- zanedbatelná nasákavost znamená
- tvarová stálost po celou dobu životnosti materiálu
- šetrnost k životnímu prostředí
- široké výrobní portfolio specializovaných produktů
- nízká spotřeba materiálu

VARIANTA 4 – FENOLICKÁ PĚNA:

- | | |
|--|--------|
| - Vnitřní malba | |
| - Vnitřní omítka | 10 mm |
| - Železobeton | 100 mm |
| - Pěnový polystyren | 80 mm |
| - Železobeton | 60 mm |
| - Vnější fasádní nátěr | |
| - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek | 10 mm |
| - Tepelný izolant – KINGSPAN KOOLTHERM | 160 mm |
| - Hmoždinky | |
| - Armovací vrstva | 4 mm |
| - Armovací síťovina | 2 mm |
| - Penetrační nátěr, probarvený | |
| - Omítkové souvrství – silikonová omítka | 1,5 mm |

5.9 Varianta 5 – Lněná izolace

Hlavní složkou lněné izolace jsou lněná vlákna, která tvoří 82–86 % objemu hmoty. Zbytek zaujímají chemická pojiva na bázi sody a vláken, která drží izolaci pohromadě. Lněná izolace má velmi nízkou teplotu vzplanutí a tím je nevhodná pro použití v místech náročných na požární odolnost, jako jsou například nadpraží, únikové cesty, hromosvody či komíny a rozvody topení. Lněná izolace má součinitel tepelné vodivosti 0,035 W/m.K, hodnotou tedy nezaostává za polystyrenem či minerální vatou. Pro tuto variantu tedy byla tato izolace zvolena pro své ekologické a tepelné přínosy, je však nasnadě podotknout, že ji dle požární normy *ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb*, nelze použít z důvodu toho, že stávající objekt má požární výšku nad 12,0 m, a lněná izolace nespĺňuje požární odolnost A1/B1. Zároveň je ale vhodné podotknout, pokud by byl v budoucnu větší tlak na ekologicky řešené fasádní materiály, a zároveň by výrobce deklaroval požární odolnost, by bylo použití této izolace vhodné nejen z hlediska tepelných vlastností ale i z hlediska nízkého difuzního odporu a kvalitním akustickým vlastnostem.

VARIANTA 5 – LNĚNÁ IZOLACE:

- Vnitřní malba	
- Vnitřní omítka	10 mm
- Železobeton	100 mm
- Pěnový polystyren	80 mm
- Železobeton	60 mm
- Vnější fasádní nátěr	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Tepelný izolant – Lněná izolace Naturizol	160 mm
- Hmoždinky	
- Armovací vrstva	4 mm
- Armovací síťovina	2 mm
- Penetrační nátěr, probarvený	
- Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

Podrobný výpočet prostupu tepla konstrukcemi je z důvodu velkého rozsahu umístěn do *Přílohy č. 21*, ze kterého jsou patrné celkové výsledky. Porovnání všech variant je patrné z kapitoly 6. *Výsledky a diskuze*.

6 Výsledky a diskuze

Praktickým měřením bylo zjištěno, že stávající objekt panelového domu je již nevyhovující z tepelně technických požadavků pro obytné budovy, dochází zde v problémových místech ke kondenzaci vody a únikům tepla a tím dochází ke zvyšování spotřeby energií a zvýšením provozních nákladů. Proto navržené varianty 1 až 5 zateplovacích systémů je nutné porovnat a dle požadavků majitelů vyzdvihnout jejich výhody či nevýhody. Pro porovnání stávajících a navržených hodnot součinitele prostupu tepla byla vytvořena tabulka (Tab. 6) pro přehlednost, podrobné výpočty jsou patrné z Přílohy č. 19-21. Dále byl navržen podrobný realizační rozpočet a následně ekonomické porovnání variant s ohledem na návratnosti investice.

Hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011:

- Požadovaná hodnota $U_{N,20} = 0,30 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
- Doporučená hodnota $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
- Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20} = 0,18 \text{ až } 0,12 \text{ [W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Tab. 6: Porovnání hodnot stávajícího a nového stavu

Skladba	Vypočtená hodnota $U \text{ [W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$	
	Stávající stav	Nový stav
A. Průčelní panely	0,259	0,170
B. Boční lodžiové panely	0,341	0,169
C. Mezi lodžiové panely	0,434	0,120
D. Průčelní lodžiové panely	0,255	0,168
E. Stěny výtahové šachty	0,304	0,262
F. Střešní plášť domu	0,220	0,125
G. Střešní plášť výtahové šachty	0,407	0,225
H. Průčelí v soklové části	0,259	0,152

Z Tabulky 6 je patrné, že u všech konstrukcí dojde ke zlepšení hodnot, na průčelních panelech dojde ke snížení U z požadované úrovně na úroveň pro pasivní domy. U skladby E. Stěny výtahové šachty nedojde k tak razantnímu posunu, z důvodu toho, že nástavba není obytnou částí, jedná se pouze o technickou součást domu, která nesousedí s vytápěným prostorem, a proto zde byl navržen izolant tloušťky 100 mm.

Z praktického měření a následného návržení variant zateplovacích systémů byla vyhotovena porovnávací tabulka (Tab. 7) pro parametry, ze které jsou patrné výsledky pro součinitel prostupu tepla, tepelný odpor, vnitřní povrchovou teplotu a teplotní faktor. Jako nejlepší tepelný izolant pro průčelní panely vyšla varianta 4 s použitím fenolické pěny Kingspan Kooltherm K5[®], která splnila požadavky na nejnižší hodnotu součinitele prostupu tepla a to hodnotou 0,109 W/m²K.

Tab. 7: Výčet naměřených a navržených parametrů

Parametr	Stávající stav	Varianta		Varianta		Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
		1a	1b	2a	2b			
Součinitel prostupu tepla konstrukce U [W/m ² K]	0,259	0,149	0,170	0,149	0,168	0,173	0,109	0,155
Tepelný odpor konstrukce R [m ² K/W]	3,687	6,545	5,696	6,545	5,799	5,600	8,971	6,269
Vnitřní povrchová teplota T _{si,p} [°C]	11,40	19,37	19,20	19,37	19,22	19,17	19,69	19,32
Teplotní faktor R _{si,p}	0,937	0,963	0,958	0,963	0,959	0,958	0,973	0,962

Jako nejlepší izolant pro zvýšení povrchové teploty vnitřní strany konstrukce vyšla nejlépe také varianta 4, kdy z původní hodnoty 11,40 °C zvedl návrh izolantu na 19,69 °C. Pro použití na objekt této výšky je však tento typ fenolické pěny nevhodný, jelikož má třídu reakce na oheň C-s2. V případě, že by se jednalo o objekt s nižší požární výškou by byla fenolická pěna velmi dobrou investicí, ačkoliv její cena je mnohánásobně vyšší než u klasického polystyrenu. Ekonomické porovnání všech variant je patrné z kapitoly 6.2. s následným zhodnocením. Z hlediska tepelně technických vlastností je pro objekt nejlepší volbou fenolická pěna, je ale nutné přihlížet k legislativním požadavkům s ohledem na bezpečnost, z tohoto důvodu je možná jediná varianta, a to ta první, alternativně druhá od jiného výrobce, je však důležité zachovat členění dle schéma izolací viz Příloha č.13. Alternativně je možné provést zateplení celého objektu pouze v minerální vatě.

6.1 Podrobný realizační rozpočet

Podrobný realizační rozpočet byl navrhnout pouze pro první variantu navrženého zateplovacího systému za použití kombinace polystyrenu (*EPS*) a minerální vaty (*MW*). Byl sestaven podrobný položkový rozpočet s orientačními jednotkovými cenami, dle webových nabídek různých realizačních firem. Rozpočet (*Tab.8*) je rozdělen na několik částí dle postupu prací, od oprav po zateplení obvodového pláště a střechy včetně návazných činností.

Tab. 8: Podrobný realizační rozpočet – varianta 1

Č.p.	Název položky	Jedn.	Množství celkem	Cena jednotková	Náklad celkem
OPRAVA DÍLCŮ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ A REPROFILACE JEJICH STYKŮ					
1	Oprava spár – pročištění, vložení pryžového těsnícího profilu, zapravení PUR tmelem	bm	1300,00	80,00 Kč	104 000,00 Kč
2	Vyrovnání nerovností podkladu pod zateplení	m ²	100,00	180,00 Kč	18 000,00 Kč
3	Očištění + nátěr zkorodované výztuže	m ²	5,00	210,00 Kč	1 050,00 Kč
4	Sanace betonových podkladů do hloubky 1,5 cm	m ²	5,00	890,00 Kč	4 450,00 Kč
5	Odstranění, případně zdrsnění stávajících nástřiků a nátěrů	m ²	300,00	100,00 Kč	30 000,00 Kč
CELKEM					157 500,00 Kč
OPRAVA LODŽIÍ VČETNĚ VÝMĚNY ZÁBRADLÍ					
1	Vybourání povrchové úpravy podlah lodžií	m ²	217,00	90,00 Kč	19 530,00 Kč
2	Dodávka a osazení nové hliníkové okapnice	bm	180,80	400,00 Kč	72 320,00 Kč
3	Dodávka a montáž XPS tl. 40 mm včetně separační vrstvy	m ²	217,00	270,00 Kč	58 590,00 Kč
4	Dodávka a montáž betonové mazaniny s kari sítí tl. 50 mm	m ²	217,00	530,00 Kč	115 010,00 Kč
5	Adhezni můstek	m ²	217,00	36,00 Kč	7 812,00 Kč
6	Hydroizolační stěrka podlah včetně výztužné vrstvy	m ²	217,00	440,00 Kč	95 480,00 Kč
7	Pokládka keramické dlažby do flex lepidla	m ²	217,00	390,00 Kč	84 630,00 Kč
8	Flexi spárování	m ²	10,85	90,00 Kč	976,50 Kč
9	Dodávka keramické mrazuvzdorné protiskluzné dlažby	m ²	217,00	350,00 Kč	75 950,00 Kč
10	Dodávka soklového prvku	bm	257,60	150,00 Kč	38 640,00 Kč
11	Montáž keramického soklu do flex lepidla	bm	257,60	130,00 Kč	33 488,00 Kč
12	Tmelení spáry PUR tmelem	bm	515,20	35,00 Kč	18 032,00 Kč
13	Dodávka a osazení těsnících pásek a rohů k systémové hydroizolaci	bm	515,20	120,00 Kč	61 824,00 Kč
14	Demontáž stávajícího ocelového zábradlí dl. do 6000 mm	ks	32,00	850,00 Kč	27 200,00 Kč
15	Dodávka a montáž nového hliníkového zábradlí délky 5700 mm. Výplň bezpečnostní sklo s mléčnou fólií. Kotvení do boků + 2 opěrná kotva do podlahy. Výška 1100 mm od čisté podlahy lodžie	ks	32,00	15 000,00 Kč	480 000,00 Kč
16	Dodávka a montáž lodžiových sušáků	ks	32,00	1 650,00 Kč	52 800,00 Kč
17	Dodávka a montáž okenních sušáků pro garsonky	ks	16,00	1 850,00 Kč	29 600,00 Kč
CELKEM					1 271 882,50 Kč

ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ					
1	Očištění WAP (čištění tlakovou vodou) + odstranění volných částí	m ²	1917,50	20,00 Kč	38 350,00 Kč
2	Provedení odtrhových a výtazných zkoušek	ks	2,00	1 400,00 Kč	2 800,00 Kč
3	Zakrývání otvorů	m ²	324,00	45,00 Kč	14 580,00 Kč
4	Penetrace podkladu	m ²	1917,50	30,00 Kč	57 525,00 Kč
5	Zateplovací systém stěn fasády průčelí, EPS tl. 160 mm + hmoždinky se zátkou + armování	m ²	1315,00	760,00 Kč	999 400,00 Kč
6	Zateplovací systém stěn fasády průčelí, MW tl. 160 mm + hmoždinky se zátkou + armování	m ²	553,70	1 030,00 Kč	570 311,00 Kč
7	Zateplení ostění – EPS tl. 40 mm + armování + penetrace	m ²	166,40	545,00 Kč	90 688,00 Kč
8	Zateplení nadpraží - EPS tl. 40 mm + armování + penetrace	m ²	103,75	545,00 Kč	56 543,75 Kč
9	Zatepl. parapetů - min. XPS 40 mm + armování + penetrace	m ²	103,75	485,00 Kč	50 318,75 Kč
10	Povrchová úprava zateplených ploch nad soklem tenkovrstvou silikonovou omítkou, zrnitost 1,5 mm	m ²	1917,50	305,00 Kč	584 837,50 Kč
13	Dodávka a montáž nenasákavého izolantu XPS nad přilehlý terén do výšky 900 mm nad terén a 500 mm pod terén	m ²	121,60	810,00 Kč	98 496,00 Kč
14	Povrchová úprava zateplených ploch soklu – kamínková omítka zrnitosti 1,5 mm	m ²	98,00	495,00 Kč	48 510,00 Kč
15	Profil roh. Plastový s tkaninou – rohy objektu, lodžii apod.	bm	324,00	35,00 Kč	11 340,00 Kč
16	Profil roh. PVC s tkaninou a okapnicí - nadpraží oken apod.	bm	398,40	62,00 Kč	24 700,80 Kč
17	Profil připojovací okenní apulišta	bm	1754,40	110,00 Kč	192 984,00 Kč
19	Příplatek za založení systému pomocí montážní latě (pomocný materiál, lišta s okapnicí)	bm	102,60	210,00 Kč	21 546,00 Kč
21	Mechanizace (vrátek, stavební výtah)	kpl	1,00	35 000,00 Kč	35 000,00 Kč
22	Lešení – montáž, demontáž + pronájem	m ²	1917,50	160,00 Kč	306 800,00 Kč
23	Demontáž stávajících parapetů	bm	453,60	85,00 Kč	38 556,00 Kč
24	Parapety hliník tl. min. 1 mm s bočními PVC krytkami. Dodávka včetně příslušenství a komprimačních pásek. R.š. cca. 330 mm	bm	453,60	510,00 Kč	231 336,00 Kč
25	Zaslepení větracích otvorů PUR pěnou	kpl	2,00	2 000,00 Kč	4 000,00 Kč
CELKEM					3 478 622,80 Kč
ZATEPLENÍ STŘEŠNÍCH NÁSTAVEB					
1	Zateplení strojovny výtahu včetně příslušenství ETICS, izolant MW tl. 100 mm	m ²	120,00	1 235,00 Kč	148 200,00 Kč
2	Pomocné lešení + ochrana střešní krytiny v místě realizace	kpl	2,00	1 500,00 Kč	3 000,00 Kč
3	Úprava kotvení stávajících žebříků + nový nátěr	ks	2,00	3 800,00 Kč	7 600,00 Kč
4	Repase stávajících schůdků + nový nátěr	ks	2,00	2 000,00 Kč	4 000,00 Kč
CELKEM					162 800,00 Kč
PRÁCE SPOJENÉ SE ZATEPLENÍM DOMU, ZASKLENÍ, OKAPOVÝ CHODNÍK					
1	Přeložení cedulek, označení apod.	kpl	2,00	750,00 Kč	1 500,00 Kč
2	Demontáž a likvidace stávajících zasklení lodžii	kpl	10,00	750,00 Kč	7 500,00 Kč
3	Dodávka a montáž nového bezrámového zasklení včetně úpravy v oblasti zábradlí l=5,6 m	ks	32,00	19 500,00 Kč	624 000,00 Kč
4	Dodávka a montáž nové hliníkové konzole na satelit	ks	48,00	435,00 Kč	20 880,00 Kč

5	Okapový chodník (demont,likvidace suti, úprava podkladu šterkodř, geotext., pokládka zahr.obrubníků a nová betonová šedá hladká dlažba 600/600mm)	m ²	61,40	1 050,00 Kč	64 470,00 Kč
6	Vysypání prostoru pod lodžiami vymývaným kamenivem (demontáž, likvidace suti, úprava podkladu, geotextilie)	m ²	50,00	450,00 Kč	22 500,00 Kč
	CELKEM				740 850,00 Kč
GENERÁLNÍ REKONSTRUKCE STŘECHY SE ZATEPLENÍM					
BOURACÍ PRÁCE A DEMONTÁŽE VČETNĚ LIKVIDACE					
1	Očištění podkladu (plocha + atiky)	m ²	642,00	17,00 Kč	10 914,00 Kč
2	Úprava podkladu – vyrovnaní prohlubní apod. do 40 mm např. rychleschnoucím betonem (bude fakturováno dle skutečnosti předpoklad 5 % plochy)	m ²	30,00	550,00 Kč	16 500,00 Kč
3	Dodávka folie PROTAN SE 1,6 mm (uvažována s 15 % prořezu – svary apod.)	m ²	575,00	165,00 Kč	94 875,00 Kč
4	Montáž střešní hydroizolace Protan	m ²	500,00	130,00 Kč	65 000,00 Kč
5	Poplastovaný roh vnitřní	bm	187,00	60,00 Kč	11 220,00 Kč
6	Montáž poplast. plechů	bm	187,00	60,00 Kč	11 220,00 Kč
7	Kotvicí profil vč. těsnění	bm	191,00	160,00 Kč	30 560,00 Kč
8	Montáž kotvicího profilu	bm	191,00	80,00 Kč	15 280,00 Kč
9	Vakuový ventil	ks	13,00	2 700,00 Kč	35 100,00 Kč
10	Montáž vakuového ventilu vč. foliové tvarovky	ks	13,00	450,00 Kč	5 850,00 Kč
11	Geotextilie 300 g/m ² (uvažována s 10 % prořezem – přesahy apod.)	m ²	550,00	30,00 Kč	16 500,00 Kč
12	Montáž geotextilie	m ²	500,00	15,00 Kč	7 500,00 Kč
13	Vpust střešní dvouúrovňová DN 100 (125)	ks	6,00	3 500,00 Kč	21 000,00 Kč
14	Montáž vpustí	ks	6,00	400,00 Kč	2 400,00 Kč
15	EPS tl. 200 mm	m ²	500,00	290,00 Kč	145 000,00 Kč
16	EPS – spádové klíny min. tl. 40 mm, spád 2 % (poloha viz kladečský plán)	m ²	500,00	388,00 Kč	194 000,00 Kč
17	Příplatek za ISOVER S tl. 220 (pod ventily)	m ²	13,00	200,00 Kč	2 600,00 Kč
18	Příplatek za minerální vatu (prostor komor VZT)	m ²	6,00	200,00 Kč	1 200,00 Kč
19	Montáž tepelné izolace dvouvrstvé (plocha + klíny + rozháňky) - v ceně uvažováno s lepením nízkoexpanzní pěnou	m ²	500,00	105,00 Kč	52 500,00 Kč
20	Modifikovaný asfaltový pás tl. 4 mm (uvažováno se zdvojením pásu v pochozích pásích cca. 20%)	m ²	600,00	130,00 Kč	78 000,00 Kč
21	Celoplošné natavení parozábrany včetně zdvojení v místě dopravních tras apod.	m ²	600,00	100,00 Kč	60 000,00 Kč
22	Penetrační nátěr vč. mat.	m ²	500,00	30,00 Kč	15 000,00 Kč
23	Dodávka folie PROTAN SE 1,6 mm (uvažována s 20 % prořezu – svary apod.)	m ²	147,60	165,00 Kč	24 354,00 Kč
24	Montáž PVC folie	m ²	123,00	140,00 Kč	17 220,00 Kč
25	Poplastovaný roh vnější	bm	123,00	60,00 Kč	7 380,00 Kč
26	Poplastovaná závětrná lišta	bm	74,00	250,00 Kč	18 500,00 Kč
27	Montáž poplastovaných plechů	bm	197,00	60,00 Kč	11 820,00 Kč
28	Příplatek za provedení izolací v místě dilatací včetně vyplnění dutiny MW do hloubky 1 m	bm	30,00	550,00 Kč	16 500,00 Kč
29	Dodávka geotextilie 300 g/m ² (uvažována s 10% prořezem - přesahy apod.)	m ²	135,30	30,00 Kč	4 059,00 Kč
30	Montáž geotextilie	m ²	123,00	15,00 Kč	1 845,00 Kč
31	EPS 100 S tl. 100 mm – vnitřní strana atiky	m ²	123,00	145,00 Kč	17 835,00 Kč

32	XPS tl. 50 mm – zhlaví atiky	m ²	61,50	295,00 Kč	18 142,50 Kč
33	Montáž tepelné izolace jednovrstvé – montážní přichycení PU lepidlem	m ²	184,50	50,00 Kč	9 225,00 Kč
34	OSB 3 N deska tl. 18 mm (uvažováno s 10 % prořezem)	m ²	65,00	175,00 Kč	11 375,00 Kč
35	montáž OSB desek (zhlaví atik)	m ²	61,00	155,00 Kč	9 455,00 Kč
36	Glastek 40 special mineral SBS modifikovaný asfaltový pás tl. 4 mm	m ²	154,00	130,00 Kč	20 020,00 Kč
37	Celoplošné natavení parozábrany – svislá plocha	m ²	154,00	110,00 Kč	16 940,00 Kč
38	Penetrační nátěr vč. mat.	m ²	154,00	30,00 Kč	4 620,00 Kč
CELKEM					1 101 509,50 Kč
STŘECHA NÁSTAVEB (STROJOVNY VÝTAHU)					
1	Očištění + příprava podkladu (oprava boulí apod.)	m ²	45,00	25,00 Kč	- Kč
2	Dodávka folie PROTAN SE 1,6 mm (uvažována s 15 % prořezu – svary apod.)	m ²	70,00	160,00 Kč	11 200,00 Kč
3	Montáž střešní hydroizolace	m ²	50,00	140,00 Kč	7 000,00 Kč
4	Poplastovaný roh vnitřní	bm	26,00	60,00 Kč	1 560,00 Kč
5	Poplastovaná závětrná lišta	bm	28,00	220,00 Kč	6 160,00 Kč
6	Poplastovaný roh vnitřní	bm	26,00	60,00 Kč	1 560,00 Kč
7	Poplastovaný profil s okapnicí	bm	13,00	175,00 Kč	2 275,00 Kč
8	Montáž poplast. plechů	bm	102,00	60,00 Kč	6 120,00 Kč
9	Mechanické kotvení fólie (šrouby s teleskopy)	kpl	1,00	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč
10	Geotextilie 300 g/m ² (uvažována s 10 % prořezem – přesahy apod.)	m ²	70,00	30,00 Kč	2 100,00 Kč
11	Montáž geotextilie	m ²	53,00	10,00 Kč	530,00 Kč
12	EPS tl. 260 mm	m ²	53,00	370,00 Kč	19 610,00 Kč
13	Montáž tepelné izolace - v ceně uvažováno s lepením nízko expanzní pěnou	m ²	53,00	80,00 Kč	4 240,00 Kč
14	Dodávka a montáž střešních žlabů včetně příslušenství	bm	20,00	780,00 Kč	15 600,00 Kč
15	Dodávka a montáž střešních svodů včetně příslušenství	bm	10,00	550,00 Kč	5 500,00 Kč
CELKEM					2 291 474,00 Kč
OPRAVA HROMOSVODŮ					
1	Demontáž svislého a vodorovného vedení včetně likvidace	kpl	1,00	7 500,00 Kč	7 500,00 Kč
2	Dodávka a montáž nových svislých lan hromosvodné soustavy včetně kotvení	bm	156,30	280,00 Kč	43 764,00 Kč
3	Dodávka a montáž nového hromosvodného vedení včetně podkladních podložek	bm	156,30	300,00 Kč	46 890,00 Kč
4	Úprava stávajícího zemnění (změna polohy úhelníků) případné zesílení zemnění na jedné straně objektu	kpl	1,00	24 000,00 Kč	24 000,00 Kč
5	Provedení dílčí revize hromosvodu	kpl	1,00	3 500,00 Kč	3 500,00 Kč
CELKEM					125 654,00 Kč
ORIENTAČNÍ ROZPOČET PRO PROVEDENÍ ZATEPLENÍ CELKEM					9 330 292,80 Kč

Celkový orientační rozpočet pro provedení zateplovacího systému vychází v ceně 9 330 292,80 Kč bez DPH, po započtení 15 % DPH bude cena činit **10 729 836,70 Kč**.

6.2 Ekonomické porovnání variant

Pro navržené varianty bylo spočítáno ekonomické porovnání s ohledem na návratnost vložené investice pro všechny druhy izolačních materiálů. Pro porovnání úspory tepla je nutné provést výpočet dle vzorce níže, ze kterého lze získat hodnoty ušetřeného tepla na základě součinitele prostupu tepla.

$$\Delta Er = \frac{k_1 - k_2}{3,25}$$

kde k_1 je součinitel prostupu tepla původní konstrukce ve $W/m^2.K$
 k_2 součinitel prostupu tepla zateplené konstrukce ve $W/m^2.K$
výsledná úspora energie je v GJ/rok, pro přepočty platí $1MWh = 1000 kWh = 3,6 GJ$

Závěrečným porovnáním (viz *Tab. 9 následující strana*) bylo zjištěno, že zateplení variantou 1 je nejvhodnější investicí z hlediska vyhození legislativním požadavkům, tepelně technických vlastností i návratnosti vložené investice. Vzhledem k narůstajícím cenám energií, které meziročně vzrůstají o 2,5 % (*Zdroj: Energetický regulační úřad*) je na nejvyšší vhodné omezit náklady na spotřebu energií a tím se výsledná návratnosti investice vrátí ještě rychleji. Je na uvážení majitelů domu, pro jakou variantu se rozhodnou, ačkoliv bývá cena jedním z nejdůležitějších faktorů pro výběr, v případě tohoto stávajícího domu by měl být upřednostněn tepelný komfort obyvatel a snížení spotřeby energií i z hlediska životního prostředí.

Vypočtená návratnost investice je spočtena při stejných cenách energií, pro zhodnocení energií je nutné je přepočítat s ohledem na zvyšování cen. Při posuzování varianty 1, pro kterou vyšla návratnost na 25,2let při stávajících cenách energie i materiálu, je možné vzít v potaz každoroční zvýšení o 2,5 % ceny energií, poté by průměrná cena úspory energií ročně činila 133 040,- návratnost investice by tedy byla dřív a to za 18,4 let.

Tab. 9: Porovnání úspory a ceny energií

	Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
	1a	1b	2a	2b			
ΔEr [GJ] Úspora energie na 1m ²	0,0338	0,0274	0,0338	0,0280	0,0265	0,0462	0,0320
Cena úspory za rok [Kč] 893 Kč/GJ na 1m ²	30,18,-	24,47,-	30,18,-	25,00,-	23,66,-	41,26,-	28,58,-
Cena úspory za celý objekt 3226 m² [Kč]	97 361,-	78 940,-	97 361,-	80 650,-	76 327,-	133 105,-	92 199,-
Cena úspory za 25 let [Kč]	2 434 025,-	1 973 500,-	2 434 025,-	2 016 250,-	1 908 175,-	3 327 625,-	2 304 975,-
Cena zateplení 1m² [Kč]	760,-	1 030,-	820,-	1 180,-	1 390,-	2 260,-	650,-
Orientační cena zateplení	2 451 760,-	3 322 780,-	2 645 320,-	3 806 680,-	4 484 140,-	7 290 760,-	2 096 900,-
Orientační návratnost	25,2 let	42,1 let	27,2 let	47,2 let	58,7 let	54,8 let	22,7 let

6.3 Provádění zateplovacích systémů

Při provádění probarvené silikonové omítky je nutné se řídit dle návrhu barevného řešení (viz Příloha č. 15 – Příloha č. 16), dle vybrané varianty a dodržovat technologické postupy dané výrobcem. Jednotný odstín fasády je nutné dělat v kuse během jednoho dne najednou, tak aby nebylo patrné, že došlo k napojení, které je mnohdy špatně provedené. Proto je navržena členitost fasády opticky rozdělena barvami (Obr. 19) s ohledem na architektonické předlohy a začlenění do okolní zástavby.

Obr. 19: Barevné řešení severní fasády – varianta 1



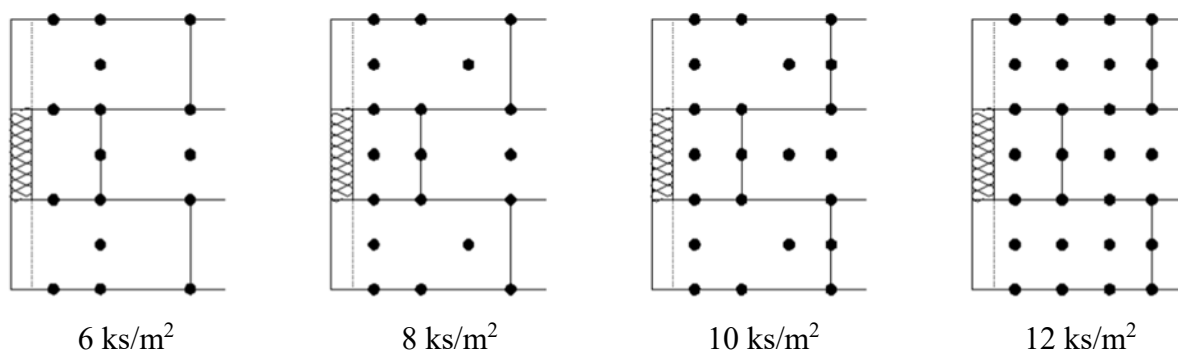
Objekty s požární výškou $12,0 < h \leq 22,5$ m. Stejně jako u nižších objektů i zde je potřeba instalovat certifikovaný ETICS s danými požadavky, k tomu se ovšem přidávají další opatření, která mají za úkol snížit nebo eliminovat riziko rozšíření požáru po fasádě. Založení ETICS splňuje dále uvedené požadavky normy. Jednotlivá podlaží jsou oddělena požárním pruhem (s tepelným izolantem třídy reakce na oheň A1 nebo A2) výšky alespoň 0,9 m, který nebude začínat výše než 0,4 m nad nadpražím otvorů daného podlaží. Požární pruh je nutno instalovat po celém obvodu objektu na rozhraní všech podlaží bez ohledu na to, zda jde o užitná podlaží, bez ohledu na podlažnost požárních úseků a bez ohledu na to, zda se na fasádě nacházejí požárně otevřené plochy. Požární pruh se tedy objeví i nad posledním

podlažím (u atiky), na střešních objektech strojoven nebo mezi jednotlivými podlažními vícepodlažního požárního úseku. Jsou splněny požadavky na další specifické detaily, např. pro řešení zateplení řadových domů, zateplení fasády bez požárně otevřených ploch, zateplení podhledových částí horizontálních konstrukcí, zateplení okolo vyústění technologických zařízení, zateplení okolo bleskosvodu, zateplení chráněných únikových cest a zateplení vnějších únikových cest.

Při lepení izolačních desek se nesmí teplota ovzduší a podkladu pohybovat pod +5 °C. Na zamrzlém nebo mokřím podkladě se nesmí pracovat. Desky tepelné izolace se lepí hmotou pro lepení desek tepelné izolace. Na desky se nanáší po obvodu (pás o šířce cca 50 mm) a v ploše desky 3-4 terče velikostí dlaně tak, aby bylo pokryto nejméně 40 % plochy desky. Tloušťka lepící hmoty je cca 20-30 mm, je nutné zajistit kvalitní kontakt s podkladem. Pokud je podklad rovný, je možné maltu nanášet celoplošně zubovou stěrkou (zuby 10x10 mm). Desky se lepí na sraz bez mezer. Do spár mezi deskami se nesmí dostat lepidlo, došlo by ke vzniku tepelného mostu s možností kondenzace. Desky se srovnají poklepem latí. Případné trhliny, nebo když mezi deskami vznikne širší spára je nutno vyplnit klíny z izolačního materiálu. Pro nalepení první řady desek do patní lišty platí zásada, že izolační desky musí ležet těsně přitisknuty k přední straně lišty. To lze zajistit dostatečným nánosem lepidla v prostoru patní lišty. Základní uspořádání desek (dílec z minerálních vláken 1000x500 mm) je ve vazbě se svisle převázanými spárami. Lepení se provádí tzv. „na vazbu“. Optimální přesah je polovina délky izolační desky, nejméně však 200 mm. Nesmí vzniknout křížový spoj. Desky je nutno pečlivě klást na sraz. Spoje mezi izolačními deskami nesmí být umístěny také v rozích otvorů ve fasádě u oken a dveří. Izolace rohů se provádí střídavě, aby bylo docíleno nárožního zazubení.

Kotvení hmoždinkami se provádí po zatuhnutí lepícího tmelu (technologická přestávka cca 1 den). Délka kotvicích hmoždinek se volí taková, aby hloubka kotvení v nosném podkladu byla minimálně 5 cm bez zřetele a povahu stávající omítky. Kotvení se provádí vždy ve stykových spárách jednotlivých desek. Minimální počet hmoždinek stanovený výrobcem je 4 ks na 1 m² (max. rozteč hmoždinek 0,5 m). Vzhledem k charakteru budovy je navrženo kotvení plánem pro 6 ks/m² do výšky 15 m, 10 ks/m² pro výšku nad 15 m. Kotvení provádět do styků desek a do středu desky dle kotevního plánu dodavatele ETICS.

Obr. 20: Kotevní plán izolačních desek pro oblast nároží



Podle metodiky vyhlášky 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov bude budova po realizaci navrhovaných opatření spadat do třídy energetické náročnosti budovy **C-ÚSPORNÁ**. Budova tedy bude po provedení plánovaných úprav splňovat požadavky na celkovou energetickou náročnost. Budova bude zároveň splňovat požadavky vyhlášky 78/2013 Sb. na energetickou náročnost při větší změně dokončené budovy, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, na hodnoty celkové primární energie za rok a neobnovitelné primární energie za rok. V předchozích kapitolách bylo navrženo řešení základních detailů tepelných mostů a tepelných vazeb mezi konstrukcemi tak, aby svým provedením odpovídaly požadavkům ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor a lineární činitel prostupu tepla. Upravované obvodové konstrukce budovy budou po realizaci navrhovaných opatření vyhovující z hlediska součinitele prostupu tepla, jednotlivé upravované stavební konstrukce odpovídají svým návrhem požadavkům z hlediska kondenzace vodní páry a celoroční bilance vlhkosti. Pokud by v průběhu realizace stavby došlo ke změně použitých materiálů či jejich parametrů, bude nutné provést nové důkladné posouzení konstrukce z hlediska difúze a kondenzace vodní páry dle ČSN 73 0540 a ČSN EN ISO 13788. Budova bude po realizaci navrhovaných úprav vyhovující z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} , který je menší než požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em, N_{rq}}$. Budova bude vyhovující z hlediska požadavků na tepelnou stabilitu místností v letním období pouze v případě osazení vnějších žaluzií se světlými lamelami na osluněné straně objektu, eventuálně aplikací reflexního zasklení či fólie odpovídajících parametrů na vnější sklo, nebo redukcí rozměrů oken. Rovněž je možné instalovat odpovídající klimatizační zařízení. Budova je vyhovující z hlediska požadavků na tepelnou stabilitu místností v zimním období.

7 Závěr a doporučení

Práce na téma *Moderní metody zateplování budov* byla sepsána z pohledu tepelně technických vlastností s ohledem na proveditelnost dle legislativních požadavků. Teoretická část formou literární rešerše byla sepsána na základě vlastních zkušeností z praxe, nastudované literatury a legislativních požadavků. Celá práce je rozdělena tři stěžejních kapitol, kde první kapitola popisuje současný stav sledované problematiky, co se týče legislativy, typů zateplovacích materiálů, druhů izolací, spojovacích a fasádních prvků a doplňků. Druhá kapitola se zabývá vlastním řešením, vzhledem k vlastním zkušenostem byl pro praktické měření vybrán stávající objekt panelového domu, na kterém byl proveden stavebně technický průzkum s následným návrhem možných variant zateplení domu. Pro tuto kapitolu byla vyprojektována výkresová část skutečného stavu objektu panelového domu. Včetně návrhu nového stavu, schéma izolací, řešení detailů a barevného řešení fasády. Pro objekt byly navrženy čtyři varianty systémů s odlišností dle typu izolantu a dle výrobce, pro každou variantu byl proveden návrh skladby a výpočet prostupu tepla s následným vyhodnocením. Závěrečná třetí kapitola tvoří podrobný realizační rozpočet, ekonomické zhodnocení variant s ohledem na návratnosti investice a doporučení pro provádění zateplovacích systémů.

Důvodem pro provedení tohoto měření bylo zjištění, že stávající objekt již nesplňuje hygienické ani tepelně technické požadavky, v objektu dochází ke kondenzaci vody v interiéru, ochlazování vnitřních konstrukcí, k estetickým poruchám a k hlavně k zatékání vody, která by časem mohla poškodit statiku celého domu. Cílem práce tedy byl návrh možných a vhodných řešení, jak tyto nedostatky eliminovat a zajistit stavbě prodloužení její životnosti. Výsledkem praktického řešení práce bylo zjištěno, že nejlepší volbou z hlediska tepelně technického by byla varianta 4 s použitím fenolické pěny, ale není možné ji použít z legislativních důvodů, jelikož nesplňuje požadavky třídy reakce na oheň. Proto z těchto důvodů je nejvíc vhodné použít variantu 1 alternativně 2, kdy je navržena kombinace materiálů polystyrenu a minerální vaty, která splňuje požadavky požární normy.

Závěrečným porovnáním bylo zjištěno, že zateplení variantou 1 je nejvhodnější investicí z hlediska vyhovení legislativním požadavkům, tepelně technických vlastností i návratnosti vložené investice. Vzhledem k narůstajícím cenám energií, které meziročně vzrůstají o 2,5 % je na nejvyšší vhodné omezit náklady na spotřebu energií a tím se výsledná návratnosti investice vrátí ještě rychleji. Je na uvážení majitelů domu, pro jakou variantu se rozhodnou,

ačkoliv bývá cena jedním z nejdůležitějších faktorů pro výběr, v případě tohoto stávajícího domu by měl být upřednostněn tepelný komfort obyvatel a snížení spotřeby energií i z hlediska životního prostředí. Při posuzování varianty 1, pro kterou vyšla návratnost na 25,2 let při stávajících cenách energie i materiálu, je možné vzít v potaz každoroční zvýšení o 2,5 % ceny energií, poté by průměrná cena úspory energií ročně činila 133 040,- návratnost investice by tedy byla dřív a to za 18,4 let.

Doporučení do budoucna pro objekt – je nutné, aby majitelé domu zajišťovali průběžné kontroly zateplovacího systému, zda není někde poškozený, nedochází k zatékání vody, opadávání omítky, tvorbě řas. Největší problémy mohou nastat v místě složitějších konstrukcí jako jsou střešní plášť, styky a přechody lodžiových desek, atikové oplechování, větrací otvory, parapety oken, soklová část pod terénem a fasáda do úrovně nadpraží prvního podlaží, kde hrozí poničení mechanické a estetické. V úrovni do nadpraží prvního nadzemního podlaží je doporučováno provést ochranný nátěr weber.antigraffiti® pro snadnější odstraňování možných nátěrů, kreseb a plakátů. Je nutné zajistit pravidelné revize zařízení hromosvodů, kontrolu jejich upevnění i funkčnosti. Důležité je taktéž kontrolovat průchodnost odtokových kanálků lodžii i střešního pláště. Případné problémy, které nastaly je nutné řešit aktuálně a nenechat je dojít k většímu rozšíření, kde by mohly ovlivňovat statiku objektu. Životnost zateplovacího systému se uvádí v rozsahu 25 až 100 let, je však nutno podotknout, že to závisí na několika faktorech, a tím jsou právě pravidelné údržby a kontroly celého objektu, nejdůležitějším faktorem ale stále je provedení realizační firmou, která celkovou životnost dokáže prodloužit až o několik desítek let. Proto tedy závěrem této práce doporučení pro údržbu provádět každý rok prohlídkou objektu a jejích detailů a následně každých 10 let důkladné očištění fasády tlakovou vodou a provedení ochranných nátěrů a případné provedení aktuálních poškozených míst.

8 Seznam použitých zdrojů

Citace

[1] HRABÁKOVÁ Kateřina, *Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb*. Praha, 2015. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta. Vedoucí práce prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

[2] Obr. 1: Energetický štítek obálky budovy

RD PLAN [online]. [cit. 2017-10-20]

Dostupné z: <http://www.rdplan.cz/foto/Image//stitek.jpg>

[3] POŽÁRNÍ VÝŠKA. *ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016

[4] Obr. 2: Schéma zateplení dle požární výšky 0-12 m

TZB-INFO [online]. [cit. 2017-12-29]

Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0145/014515o1.png>

[5] Obr. 3: Schéma zateplení dle požární výšky 12-22,5 m

TZB-INFO [online]. [cit. 2017-12-29]

Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0145/014515o1.png>

[6] Obr. 4: Kontaktní zateplovací systém

KRYTINY STŘECHY [online]. [cit. 2017-11-13]

Dostupné z: https://data.krytynystrechy.cz/100183/www/www.izolace-info.cz/downloads2/1tz_ki_1.jpg

[7] Obr. 5: Provětrávaný zateplovací systém

KNAUFINSULATION [online]. [cit. 2017-11-14]

Dostupné z: <http://www.knaufinsulation.cz/sites/cz.knaufinsulation.net/files/ikony/provetrava-na-fasada-4.jpg>

- [8] Obr. 6: Sendvičový zateplovací systém
KNAUFINSULATION [online]. [cit. 2017-11-14]
Dostupné z: <http://www.knaufinsulation.cz/sites/cz.knaufinsulation.net/files/Zatepleni/drevostavby/difuzne-otevrena-konstrukce-obklad.jpg>
- [9] Obr. 7: Druhy izolačních materiálů [online]. [cit. 2017-11-15]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/docu/texty/0002/000297o2.jpg>
Dostupné z: <https://www.stavbaonline.cz/produkty-obr/mineralni-vaty.png>
Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/Images/%C5%A1edy%20eps.jpg>
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/docu/texty/0003/000301o3.jpg>
Dostupné z: <https://lh3.googleusercontent.com/gU7vM6LqBF6lymJHKf1gZSE25XPXELmjQ8eVi72qOGZDbVItizXWsAowmXCRL5zkWmBSIghJVJ65P5-88ma=s1024>
Dostupné z: http://www.isover.cz/sites/isover.cz/files/styles/isvr_default/public/assets/images/twinner_zakladni_desky_2_0.jpg
- [10] POLYSTYREN. TZB-info. [online]. [cit. 2017-11-14]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [11] MINERÁLNÍ VATA. TZB-info. [online]. [cit. 2017-11-14]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>
- [12] SENDVIČOVÉ KOMBINACE MATERIÁLŮ. Baumit. [online]. [cit. 2017-11-14]
Dostupné z: <https://www.baumit.cz/produkty/fasadni-desky-twinner.html>
- [13] TEPELNÁ IZOLACE. Pasivní domy. [online]. [cit. 2017-11-14]
Dostupné z: www.pasivnidomy.cz, Prospekt Centrum pasivního domu – Tepelná izolace
- [14] KOTVY SPIRAL ANKSYS®. Spiral Anksys [online]. [cit. 2018-01-01]
Dostupné z: http://www.spiralanksys.com/saw/spiral_anksys_saw/spiral_anksys.html
- [15] Obr. 8: Kotvicí systém Spiral Anksys®. SPIRAL ANKSYS [online]. [cit. 2018-01-01]
Dostupné z: http://www.spiralanksys.com/img_2015/saw/saf3_2.jpg

- [16] OMÍTKY. Baumit [online]. 18.11.2017 [cit. 2017-11-18] Dostupné z: <https://www.baumit.cz/reseni-pro-kazdeho/povrchove-upravy/fasadni-omitky/>
- [17] WEBER.ANTIGRAFFITI®. Weber-Terranova [online]. [cit. 2017-11-18] Dostupné z: <https://www.weber-terranova.cz/vnejsi-fasady-a-omitky/vyrobky/antigrafiti-system/weberantigrafiti-nater.html>
- [18] Obr. 9: Zrnitosti fasádních omítek. EXTHERM [online]. [cit. 2018-01-01] Dostupné z: <https://www.extherm.cz/wp-content/uploads/struktura-1.jpg>
- [19] Obr. 10: Ozdobné fasádní prvky z polystyrenu. DEKORAČNÍ PRVKY [online]. [cit. 2018-01-01] Dostupné z: <http://www.dekoracnivrky.cz/fotocache/bigorig/FL05.jpg> Dostupné z: http://www.dekoracnivrky.cz/fotocache/bigorig/fasadni_dekorace_strom_1.JPG Dostupné z: <http://www.dekoracnivrky.cz/fotocache/bigorig/fas%c3%a1da/bos%c3%a1%c5%bee/3510.gif> Dostupné z: <http://www.dekoracnivrky.cz/fotocache/bigorig/fas%c3%a1da/sloupy/8016.gif>
- [20] HRABÁKOVÁ Kateřina, *Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb*. Praha, 2015. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta. Vedoucí práce prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.
- [21] KINGSPAN KOOLTHERM®. Kingspan [online]. [cit. 2018-03-01] Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolace/izolacni-desky/kooltherm>

Použitá literatura:

- NOVÝ, Richard. Technika prostředí. Vyd. 2. přeprac. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-03492-5
- DANIELS, Klaus. Technika budov. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 80-7277-159-0
- POČINKOVÁ, Marcela, Danuše ČUPROVÁ a Olga RUBINOVÁ. Úsporný dům. Brno: CPress, 2012. Stavíme. Zařízení budov. ISBN 978-80-264-0014-1
- SZÉKYOVÁ, Marta, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. Větrání a klimatizace. Přeložil Zdeňka TICHÁ. Bratislava: Jaga, 2006. Architektura, stavebnictví, bydlení. ISBN 80-8076-037-3
- POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. Vytápění. Brno: Computer Press, 2011. Stavíme. Zařízení budov. ISBN 978-80-251-3329-3
- LERUM, Vidar. High-performance building. Hoboken: John Wiley, 2008. ISBN 978-0-471-77535-5
- ŠUBRT, Roman. Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. 2. vyd. Praha: Ben, 2008. Stavitelství. ISBN 978-80-7300-234-3
- ŠUBRT, Roman. Zateplování. Brno: ERA group, 2008. Stavíme. Izolace. ISBN 978-80-7366-138-0
- LINHART, Ladislav. Zateplování budov. Praha: Grada, 2010. Profi&hobby, 141. ISBN 978-80-247-3361-6
- VLČEK, Milan a Petr BENEŠ. Zateplování staveb. Brno: CERM, 2000. ISBN 80-7204-164-9
- ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů. Praha: Grada, 2002. Profi&hobby, 90. ISBN 80-247-0224-X
- VELFEL, Petr. Energie pro rodinný dům. Hradec Králové: Paradise Studio, 2010. ISBN 978-80-254-7679-6
- CHYBÍK, Josef. Energeticky úsporná výstavba. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-813-7
- KULHÁNEK, František. Tepelná ochrana a energetika budov: TP 1.8.1: technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2014. ISBN 978-80-87438-48-0
- VAVERKA, Jiří. Stavební tepelná technika a energetika budov. Brno: VUTIUM, 2006. ISBN 80-214-2910-0

Použité normy:

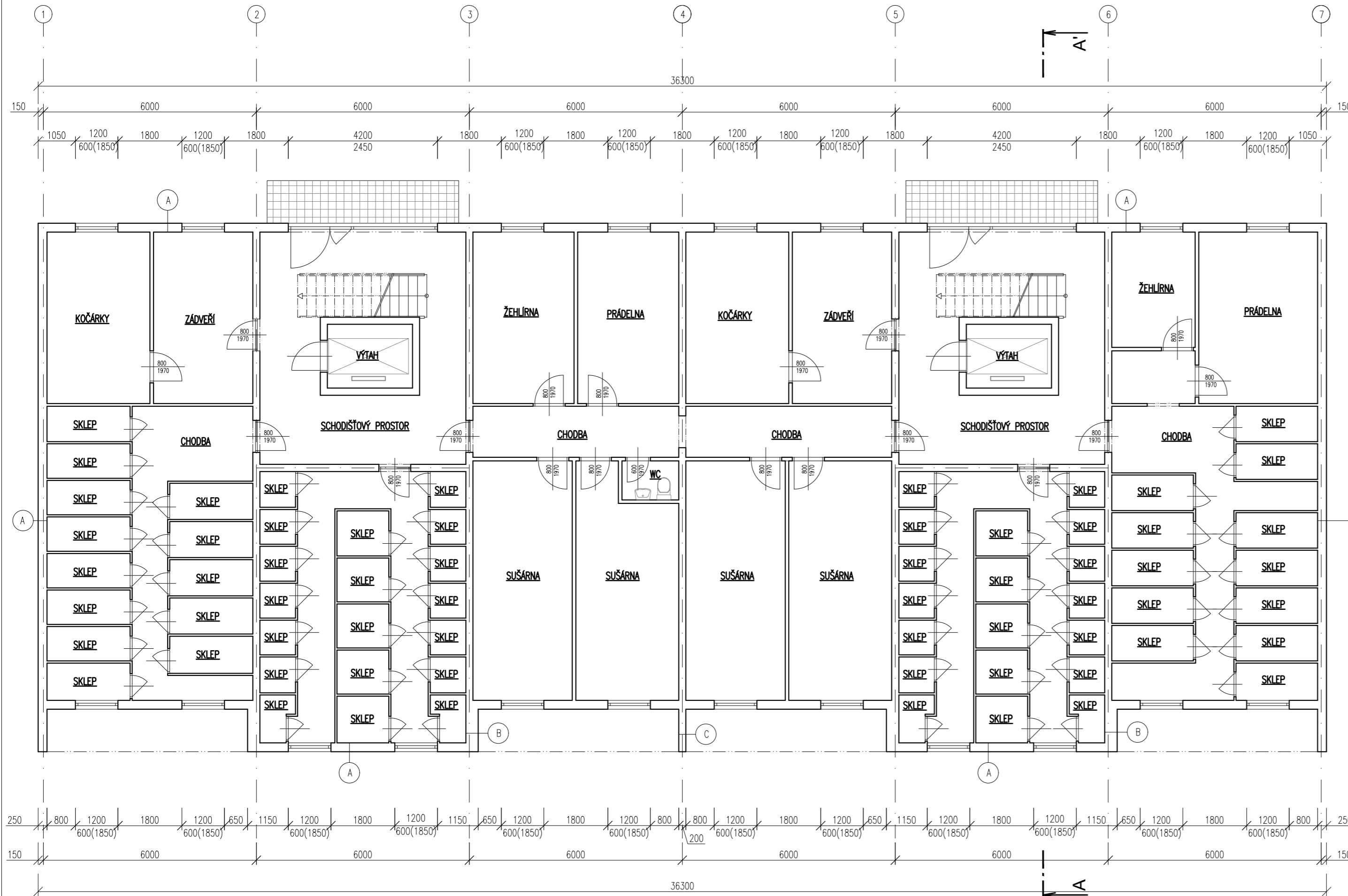
- ČSN 73 0810:2016 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Funkční požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN 15217 Energetická náročnost budov – metody pro vyjádření energetické náročnosti a pro energetickou certifikaci budov
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ČSN 74 33 05 Ochranná zábradlí
- ČSN 730810 Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení
- ČSN 730834 – Požární bezpečnost staveb – změny staveb
- ČSN P ENV 1991-2-4 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení větrem (1997)
- ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- ČSN EN 15603 Energetická náročnost budov – Celková potřeba energie a definice energetických hodnocení
- ČSN EN ISO 9288 – Tepelná izolace – Šíření tepla sáláním – Fyzikální veličiny a definice
- ČSN EN ISO 10211 – Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – tepelné toky a povrchové teploty – Podrobné výpočty
- ČSN EN ISO 13789 – Tepelné chování budov – Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním – Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 14683 – Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Lineární činitel prostupu tepla – Zjednodušené metody a orientační hodnoty
- ČSN EN ISO 13370 – Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody
- Hygienické požadavky na výstavbu
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na stavby v platném znění
- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

9 Přílohy

Seznam příloh

Číslo	Název přílohy	Měř.	Formát	Listů
Příl. č. 1	Půdorys technického podlaží 1.PP – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 2	Půdorys typického podlaží 1.-8.NP – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 3	Půdorys střechy objektu – stávající stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 4	Řez objektem – stávající stav	1:100	6 A4	1
Příl. č. 5	Pohledy severní a východní – stávající stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 6	Pohledy jižní a západní – stávající stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 7	Půdorys technického podlaží 1.PP – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 8	Půdorys typického podlaží 1.-8.NP – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 9	Půdorys střechy objektu – nový stav	1:100	3 A4	1
Příl. č. 10	Řez objektem – nový stav	1:100	6 A4	1
Příl. č. 11	Pohledy severní a východní – nový stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 12	Pohledy jižní a západní – nový stav	1:100	8 A4	1
Příl. č. 13	Schéma izolací	-	1 A4	4
Příl. č. 14	Detaily zateplení konstrukcí – nový stav	1:5	1 A4	8
Příl. č. 15	Barevné řešení fasády – varianta 1	-	1 A4	4
Příl. č. 16	Barevné řešení fasády – varianta 2	-	1 A4	4
Příl. č. 17	Barevné řešení fasády – varianta 3	-	1 A4	4
Příl. č. 18	Barevné řešení fasády – varianta 4	-	1 A4	4
Příl. č. 19	Výpočet prostupu tepla konstrukcemi – stávající stav	-	1 A4	39
Příl. č. 20	Výpočet prostupu tepla konstrukcemi – nový stav	-	1 A4	43
Příl. č. 21	Výpočet prostupu tepla konstrukcemi – varianta 1-4	-	1 A4	35

PŮDORYS TECHNICKÉHO PODLAŽÍ 1.PP
STÁVAJÍCÍ STAV

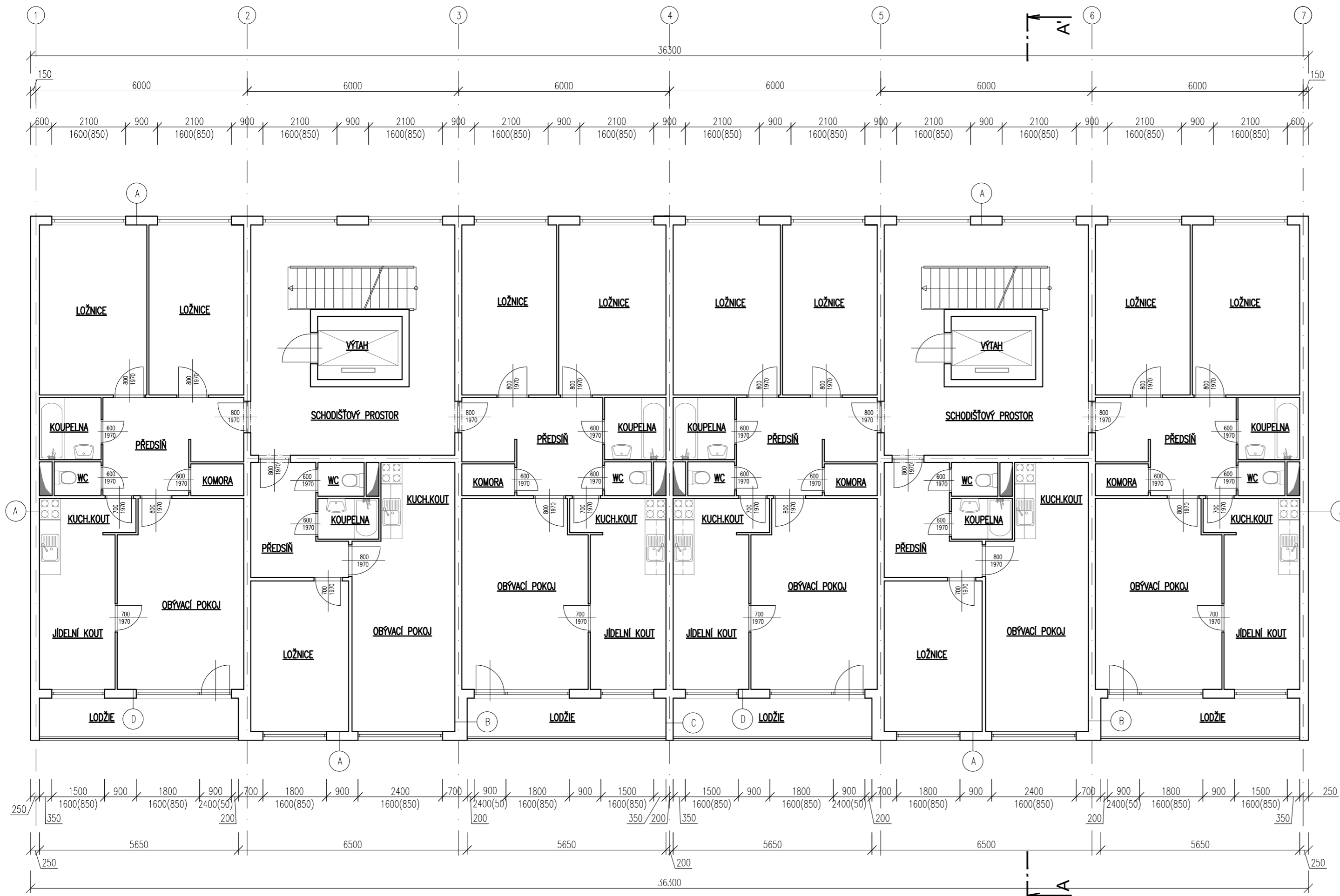


VÝPIS SKLADEB – STÁVAJÍCÍ STAV:

- A. Průčelní panely
 - Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka 10 mm
 - Železobeton 100 mm
 - Pěnový polystyren 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější fasádní nátěr
- B. Boční lodžiové panely
 - Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka 10 mm
 - Železobeton 190 mm
 - Pěnový polystyren 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější omítka 10 mm
- C. Mezi lodžiové panely
 - Vnější fasádní nátěr
 - Železobeton 190 mm
 - Vnější fasádní nátěr
- D. Průčelní lodžiové panely
 - Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka 5 mm
 - Železobeton 190 mm
 - Pěnový polystyren 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější fasádní nátěr

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ		 Technická fakulta	 ČESKÁ ZEMĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.			
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV			
Název přílohy PŮDORYS TECHNICKÉHO PODLAŽÍ 1.PP STÁVAJÍCÍ STAV			Formát 3 A4
			Datum 01/2018
			Měřítko 1:100
			Počet listů 1
			ČÍSLO PŘÍLOHY 1

PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ 1.-8.NP
STÁVAJÍCÍ STAV

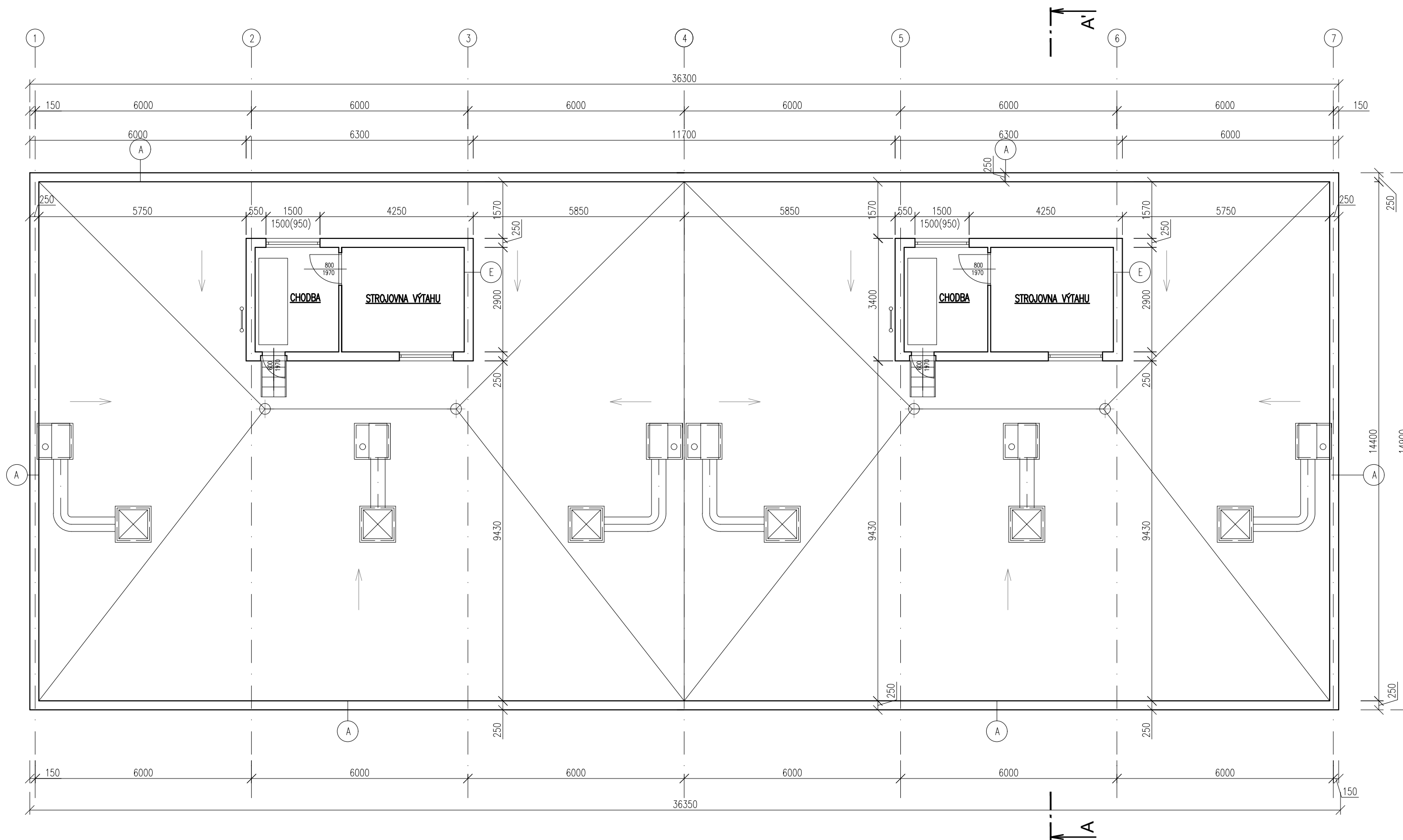


VÝPIS SKLADEB – STÁVAJÍCÍ STAV:

- A. Průčelní panely
 - Vnitřní malba 10 mm
 - Vnitřní omítka 100 mm
 - Železobeton 100 mm
 - Pěnový polystyren 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější fasádní nátěr
- B. Boční lodžiové panely
 - Vnitřní malba 10 mm
 - Vnitřní omítka 190 mm
 - Železobeton 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější omítka 10 mm
- C. Mezi lodžiové panely
 - Vnější fasádní nátěr 190 mm
 - Železobeton
 - Vnější fasádní nátěr
- D. Průčelní lodžiové panely
 - Vnitřní malba 5 mm
 - Vnitřní omítka 190 mm
 - Železobeton 80 mm
 - Pěnový polystyren 80 mm
 - Železobeton 60 mm
 - Vnější fasádní nátěr

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ			
Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, Dr.Sc.			
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV			
Název přílohy PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ 1.-8.NP STÁVAJÍCÍ STAV		Formát 3 A4	Datum 01/2018
		Měřítko 1:100	Počet listů 1
		ČÍSLO PŘÍLOHY	2

PŮDORYS STŘECHY OBJEKTU
STÁVAJÍCÍ STAV



VÝPIS SKLADEB – STÁVAJÍCÍ STAV:

- E. Stěny výtahové šachty
- Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka
 - Železobeton
 - Pěnový polystyren
 - Železobeton
- F. Střešní plášť domu
- Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka
 - Železobetonový dutinový stropní panel
 - Skelná vata (dle sklonu střechy)
 - Větraná vzduchová mezera různé tloušťky
 - Prkenný základ na dřevěném roštu
 - Stávající asfaltové souvrství
- G. Střešní plášť výtahové šachty
- Vnitřní malba
 - Vnitřní omítka
 - Železobetonový stropní panel
 - Spádované kamenivo
 - Betonová mazanina
 - Hydroizolace IPA
 - Pěnový polystyren
 - Stávající asfaltové souvrství

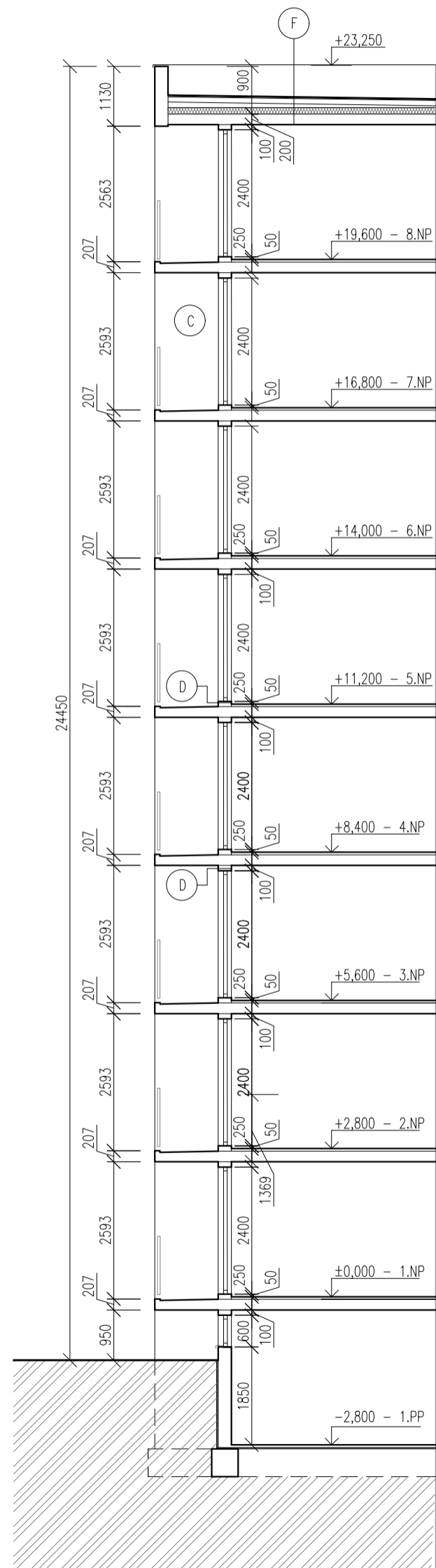
5 mm
140 mm
50 mm
50 mm

5 mm
190 mm
max.120 mm
50 mm
25 mm
20 mm

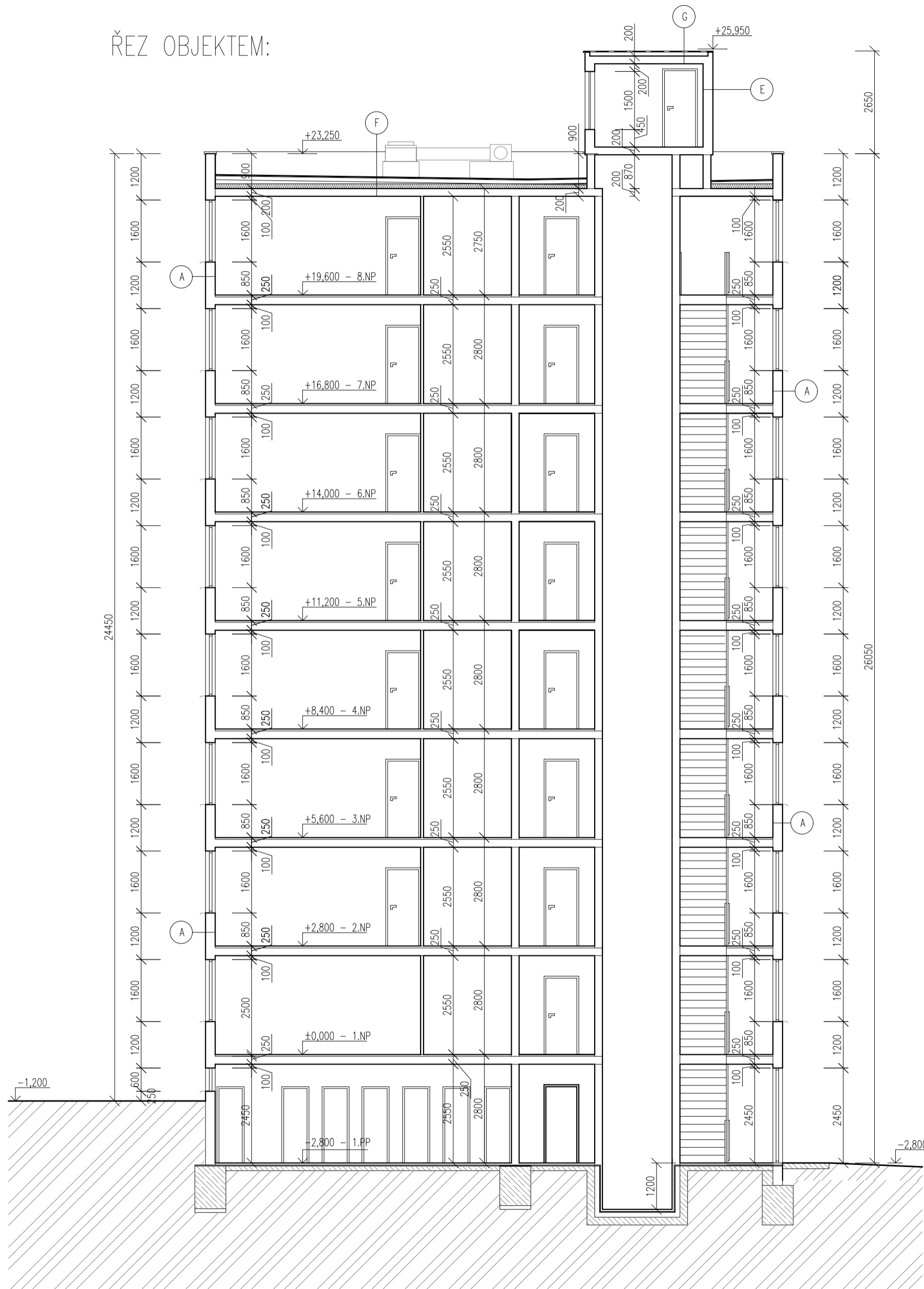
5 mm
190 mm
75 mm
35 mm
5 mm
50 mm
10 mm

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ		
Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, Dr.Sc.		
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy PŮDORYS STŘECHY OBJEKTU STÁVAJÍCÍ STAV		
Formát	3 A4	
Datum	01/2018	
Měřítko	1:100	
Počet listů	1	
ČÍSLO PŘÍLOHY		3

ŘEZ LODŽIEMI:



ŘEZ OBJEKTEM:



VÝPIS SKLADEB - STÁVAJÍCÍ STAV:

A. Průčelní panely			
- Vnitřní malba		10 mm	
- Vnitřní omítka		100 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton			
- Vnější fasádní nátěr			
B. Boční lodžiové panely			
- Vnitřní malba		10 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton		10 mm	
- Vnější omítka			
C. Mezi lodžiové panely			
- Vnější fasádní nátěr			
- Železobeton		190 mm	
- Vnější fasádní nátěr			
D. Průčelní lodžiové panely			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton			
- Vnější fasádní nátěr			
E. Stěny výtahové šachty			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		140 mm	
- Železobeton		50 mm	
- Pěnový polystyren		50 mm	
- Železobeton		50 mm	
F. Střešní plášť domu			
- Vnitřní malba			5 mm
- Vnitřní omítka			
- Železobetonový dutinový stropní panel			190 mm
- Skelná vata (dle sklonu střechy)			max.120 mm
- Větraná vzduchová mezera různé tloušťky			50 mm
- Prkenný zóklop na dřevěném roštu			25 mm
- Stávající asfaltové souvrství			20 mm
G. Střešní plášť výtahové šachty			
- Vnitřní malba			5 mm
- Vnitřní omítka			
- Železobetonový stropní panel			190 mm
- Spádované kamenivo			75 mm
- Betonová mazanina			35 mm
- Hydroizolace IPA			5 mm
- Pěnový polystyren			50 mm
- Stávající asfaltové souvrství			10 mm

Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.

Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

ŘEZ OBJEKTEM
STÁVAJÍCÍ STAV



Formát 6 A4

Datum 01/2018

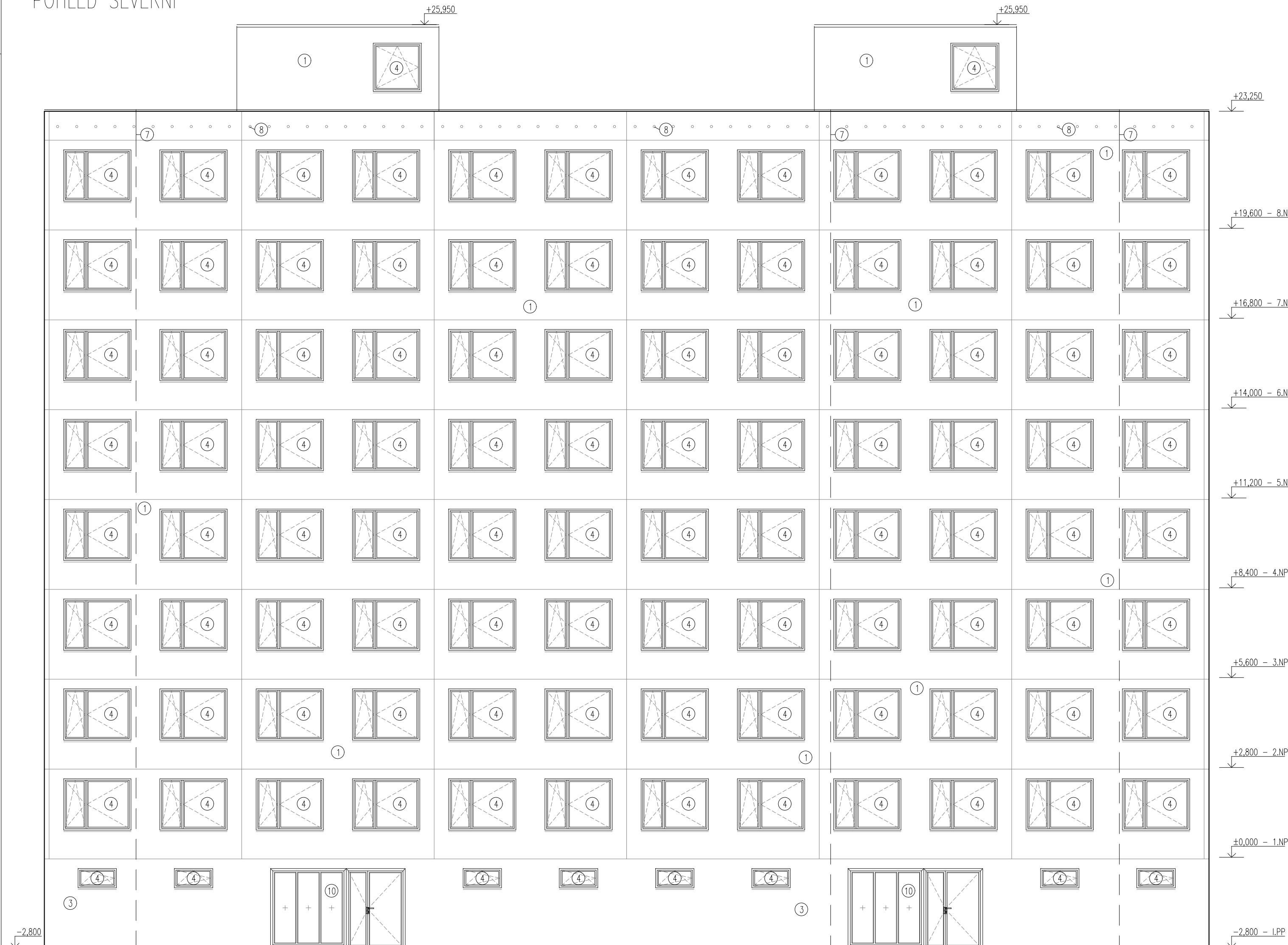
Měřítko 1:100

Počet listů 1

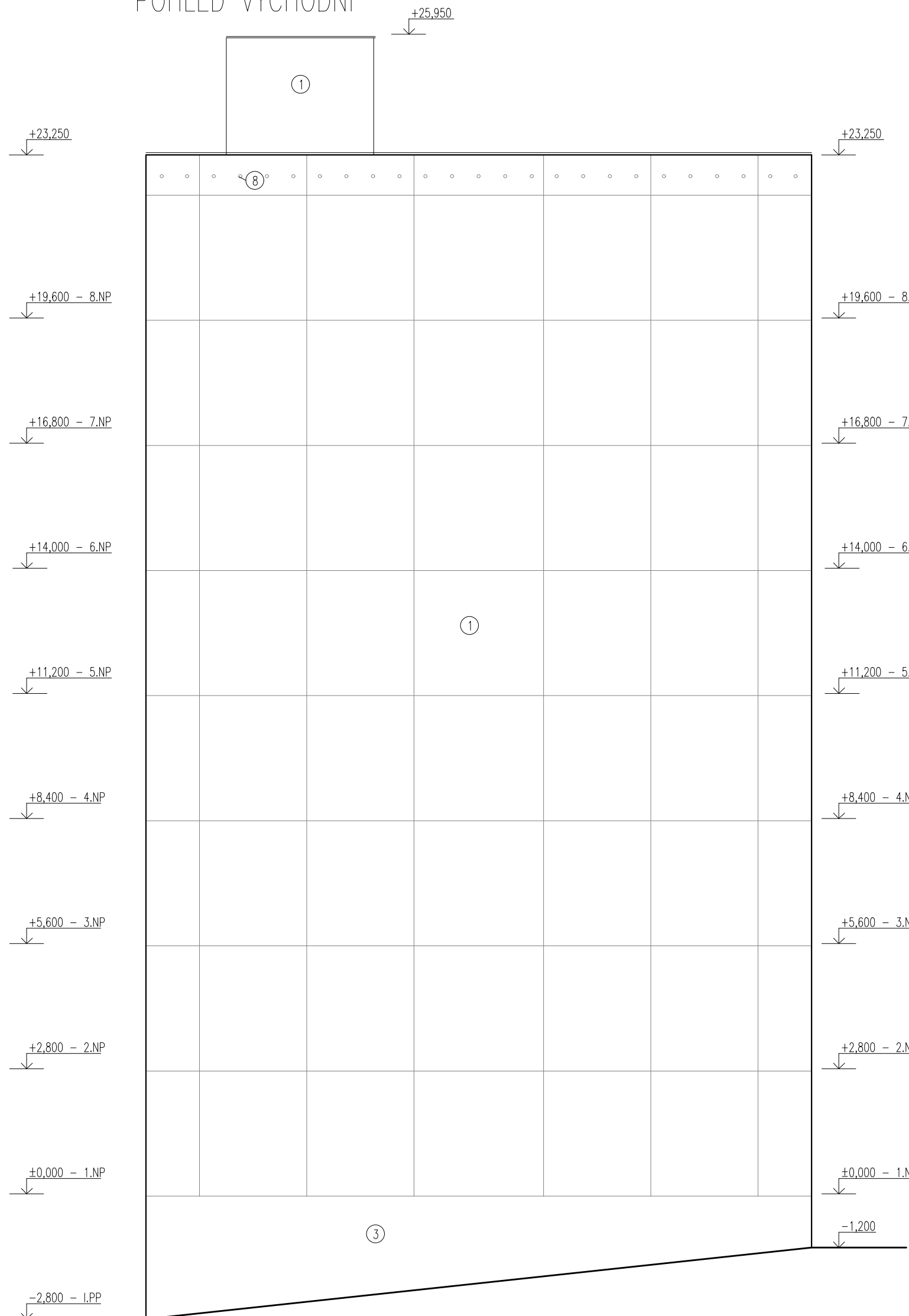
ČÍSLO PŘÍLOHY

4

POHLED SEVERNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



LEGENDA POVRCHŮ

- ① - Povrchová úprava panelu fasády - vymývaný beton
- ② - Povrchová úprava panelu lodžii - beton hladký
- ③ - Povrchová úprava panelu soklu - tenkovrstvá omítka
- ④ - Plastová okna a dveře
- ⑤ - Stávající oplechování parapetů
- ⑥ - Ocelové zábradlí s výplní drátosklem
- ⑦ - Stávající svody hromosvodů
- ⑧ - Větrací otvory v atice
- ⑨ - Odvod vody z lodžii
- ⑩ - Vstupní portály
- ⑪ - Dveře střešní nástavby

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.	Technická fakulta	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy POHLED SEVERNÍ A VÝCHODNÍ STÁVAJÍCÍ STAV		
Formát	8 A4	
Datum	01/2018	
Měřítko	1:100	
Počet listů	1	
ČÍSLO PŘÍLOHY	5	

POHLED JIŽNÍ

POHLED ZÁPADNÍ

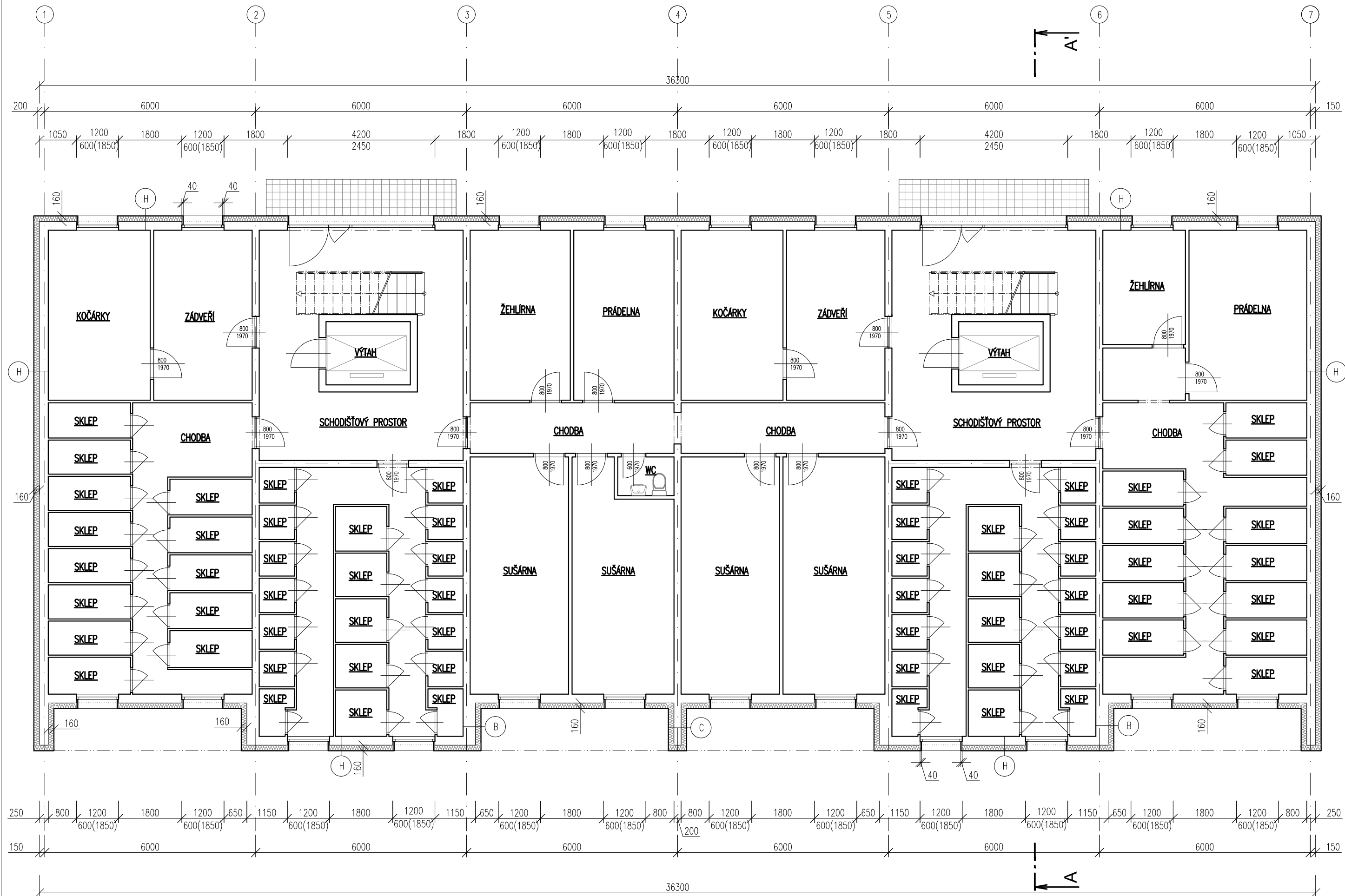


LEGENDA POVRCHŮ

- ① – Povrchová úprava panelu fasády – vymývaný beton
- ② – Povrchová úprava panelu lodžii – beton hladký
- ③ – Povrchová úprava panelu soklu – tenkovrstvá omítka
- ④ – Plastová okna a dveře
- ⑤ – Stávající oplechování parapetů
- ⑥ – Ocelové zábradlí s výplní drátosklem
- ⑦ – Stávající svody hromosvodů
- ⑧ – Větrací otvory v atice
- ⑨ – Odvod vody z lodžii
- ⑩ – Vstupní portály
- ⑪ – Dveře střešní nástavby

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.	Technická fakulta	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy POHLED JIŽNÍ A ZÁPADNÍ STÁVAJÍCÍ STAV		
Formát	8 A4	
Datum	01/2018	
Měřítko	1:100	
Počet listů	1	
ČÍSLO PŘÍLOHY	6	

PŮDORYS TECHNICKÉHO PODLAŽÍ 1.PP
NOVÝ STAV

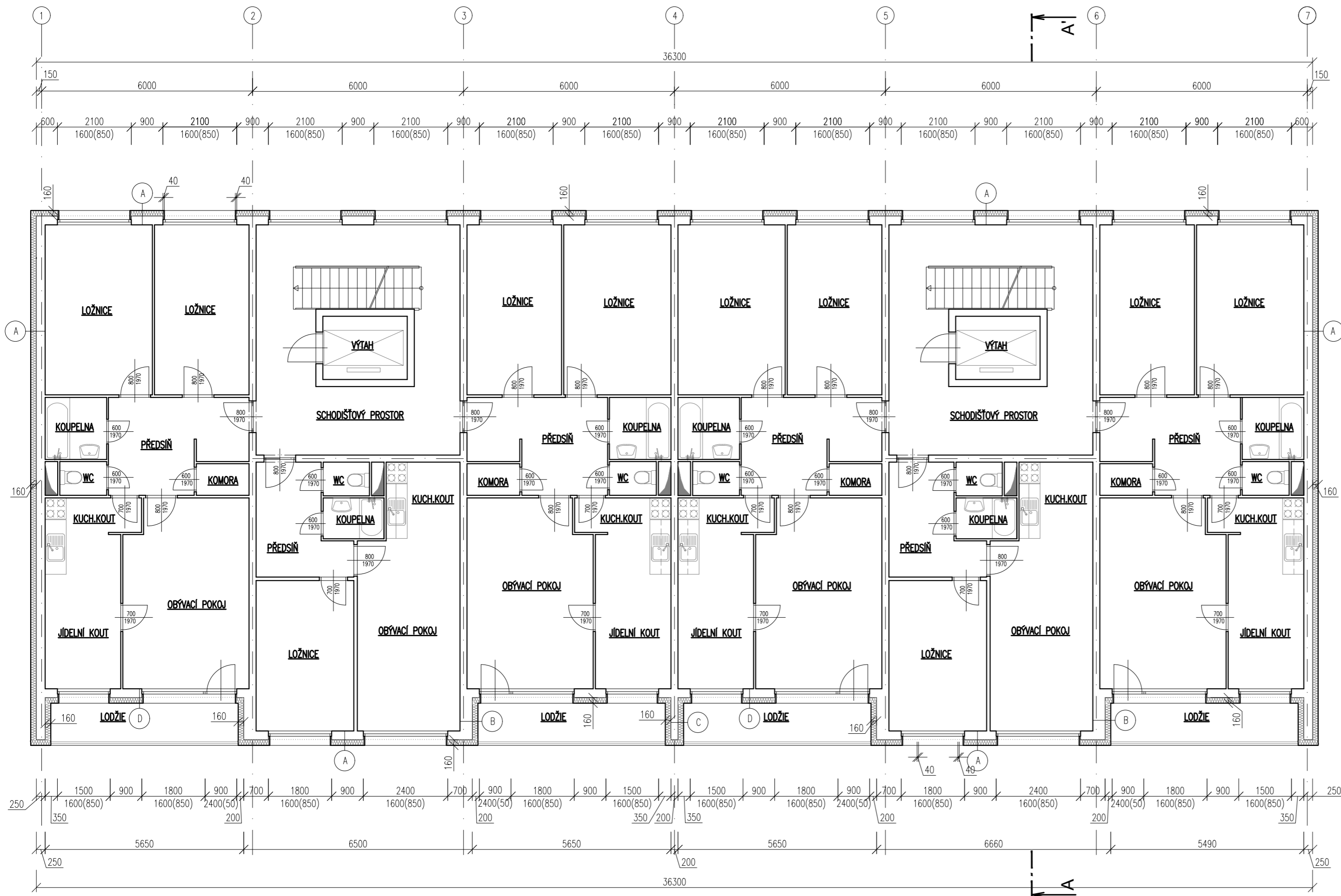


VÝPIS SKLADEB – NOVÝ STAV:

B. Boční lodžiové panely - Vnitřní malba - Vnitřní omítka - Železobeton - Pěnový polystyren - Železobeton - Vnější omítka - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek - Tepelný izolant - Hmoždinky - Armovací vrstva - Armovací síťovina - Penetrační nátěr - Omítkové souvrství – silikonová omítka		10 mm 190 mm 80 mm 60 mm 10 mm 10 mm 160 mm 4 mm 2 mm 1,5 mm	D. Průčelní lodžiové panely - Vnitřní malba - Vnitřní omítka - Železobeton - Pěnový polystyren - Železobeton - Vnější fasádní nátěr - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek - Tepelný izolant - Hmoždinky - Armovací vrstva - Armovací síťovina - Penetrační nátěr - Omítkové souvrství		5 mm 190 mm 80 mm 60 mm 10 mm 160 mm 4 mm 2 mm 1,5 mm
C. Mezi lodžiové panely - Omítkové souvrství – silikonová omítka - Penetrační nátěr - Armovací vrstva - Armovací síťovina - Hmoždinky - Tepelný izolant - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek - Vnější fasádní nátěr - Železobeton - Vnější fasádní nátěr - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek - Tepelný izolant - Hmoždinky - Armovací vrstva - Armovací síťovina - Penetrační nátěr - Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm 2 mm 4 mm 160 mm 10 mm 190 mm 160 mm 10 mm 160 mm 4 mm 2 mm 1,5 mm	H. Průčelní panely v soklové části - Vnitřní malba - Vnitřní omítka - Železobeton - Pěnový polystyren - Železobeton - Vnější fasádní nátěr - Lepicí hmota pro lepení izolačních desek - Tepelný izolant typu perimetr - Hmoždinky - Armovací vrstva - Armovací síťovina - Penetrační nátěr, probarvený - Omítkové souvrství – silikonová omítka		5 mm 100 mm 80 mm 60 mm 10 mm 160 mm 4 mm 2 mm 1,5 mm

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.		
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy PŮDORYS TECHNICKÉHO PODLAŽÍ 1.PP NOVÝ STAV		
Formát	3 A4	
Datum	01/2018	
Měřítko	1:100	
Počet listů	1	
ČÍSLO PŘÍLOHY	7	

PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ 1.-8.NP
NOVÝ STAV

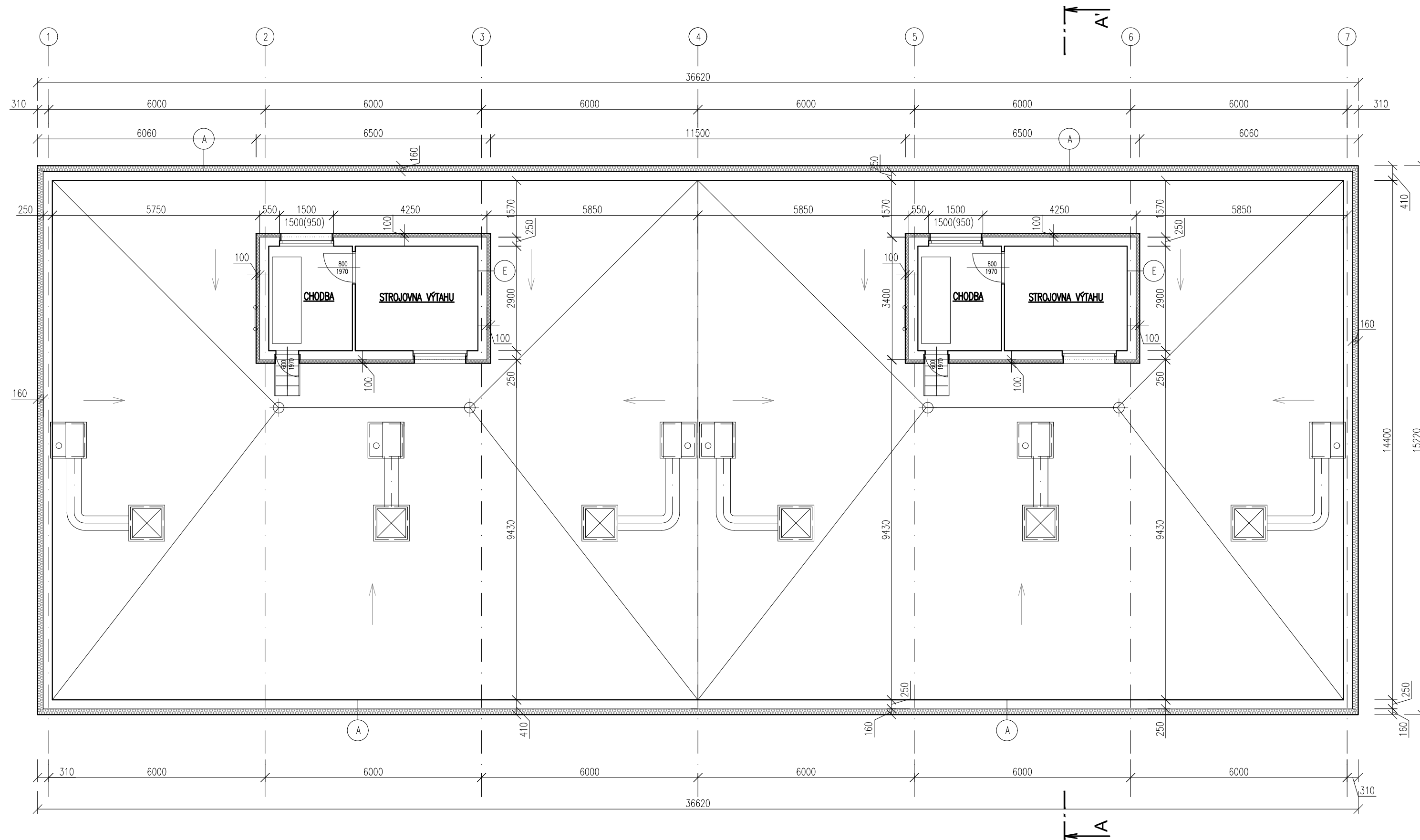


VÝPIS SKLADEB – NOVÝ STAV:

A. Průčelní panely		C. Mezi ložňové panely	
- Vnitřní malba		- Omítkové souvrství – silikonová omítk	1,5 mm
- Vnitřní omítk	10 mm	- Penetrační nátěr	
- Železobeton	100 mm	- Armovací síťovina	2 mm
- Pěnový polystyren	80 mm	- Armovací vrstva	4 mm
- Železobeton	60 mm	- Hmoždinky	
- Vnější fasádní nátěr		- Tepelný izolant	160 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm	- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Tepelný izolant	160 mm	- Vnější fasádní nátěr	
- Hmoždinky		- Železobeton	190 mm
- Armovací vrstva	4 mm	- Vnější fasádní nátěr	
- Armovací síťovina	2 mm	- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
- Penetrační nátěr, probarvený		- Tepelný izolant	160 mm
- Omítkové souvrství – silikonová omítk	1,5 mm	- Hmoždinky	
		- Armovací vrstva	4 mm
B. Boční ložňové panely		- Armovací síťovina	2 mm
- Vnitřní malba		- Penetrační nátěr	
- Vnitřní omítk	10 mm	- Omítkové souvrství – silikonová omítk	1,5 mm
- Železobeton	190 mm		
- Pěnový polystyren	80 mm		
- Železobeton	60 mm		
- Vnější omítk	10 mm		
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm		
- Tepelný izolant	160 mm		
- Hmoždinky			
- Armovací vrstva	4 mm		
- Armovací síťovina	2 mm		
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství – silikonová omítk	1,5 mm		

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.		
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		Formát 3 A4 Datum 01/2018 Měřítko 1:100 Počet listů 1 ČÍSLO PŘÍLOHY 8
Název přílohy PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ 1.-8.NP NOVÝ STAV		

PŮDORYS STŘECHY OBJEKTU NOVÝ STAV



VÝPIS SKLADEB – NOVÝ STAV:

A. Průčelní panely		F. Střešní plášť domu	
- Vnitřní malba		- Vnitřní malba	5 mm
- Vnitřní omítka	10 mm	- Vnitřní omítka	5 mm
- Železobeton	100 mm	- Železobetonový dutinový stropní panel	190 mm
- Pěnový polystyren	80 mm	- Penetrace podkladu	
- Železobeton	60 mm	- Pojistná hydroizolace (parozábrana)	
- Vnější fasádní nátěr		- Asfaltový pás	4 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm	- Tepelná izolace EPS	260 mm
- Tepelný izolant	160 mm	- Tepelná izolace – spádový klín EPS	40–180 mm
- Hmoždinky		- Separáčn. geotextilie min. 300 g/m ²	
- Armovací vrstva	4 mm	- Hydroizolační fólie	1,6 mm
- Armovací síťovina	2 mm		
- Penetrační nátěr, probarvený		G. Střešní plášť výtahové šachty	
- Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm	- Vnitřní malba	5 mm
		- Vnitřní omítka	5 mm
E. Stěny výtahové šachty		- Železobetonový stropní panel	190 mm
- Vnitřní malba		- Spádované kamenivo	75 mm
- Vnitřní omítka	5 mm	- Betonová mazanina	35 mm
- Železobeton	140 mm	- Hydroizolace IPA	5 mm
- Pěnový polystyren	50 mm	- Pěnový polystyren	50 mm
- Železobeton	50 mm	- Stávající asfaltové souvrství	10 mm
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm	- Tepelná izolace EPS	100 mm
- Tepelný izolant	100 mm	- Separáčn. geotextilie min. 300 g/m ²	
- Hmoždinky		- Hydroizolační fólie	1,6 mm
- Armovací vrstva	4 mm		
- Armovací síťovina	2 mm		
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství	1,5 mm		

Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.

Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

PŮDORYS STŘECHY OBJEKTU
NOVÝ STAV



**Technická
fakulta**



Formát 3 A4

Datum 01/2018

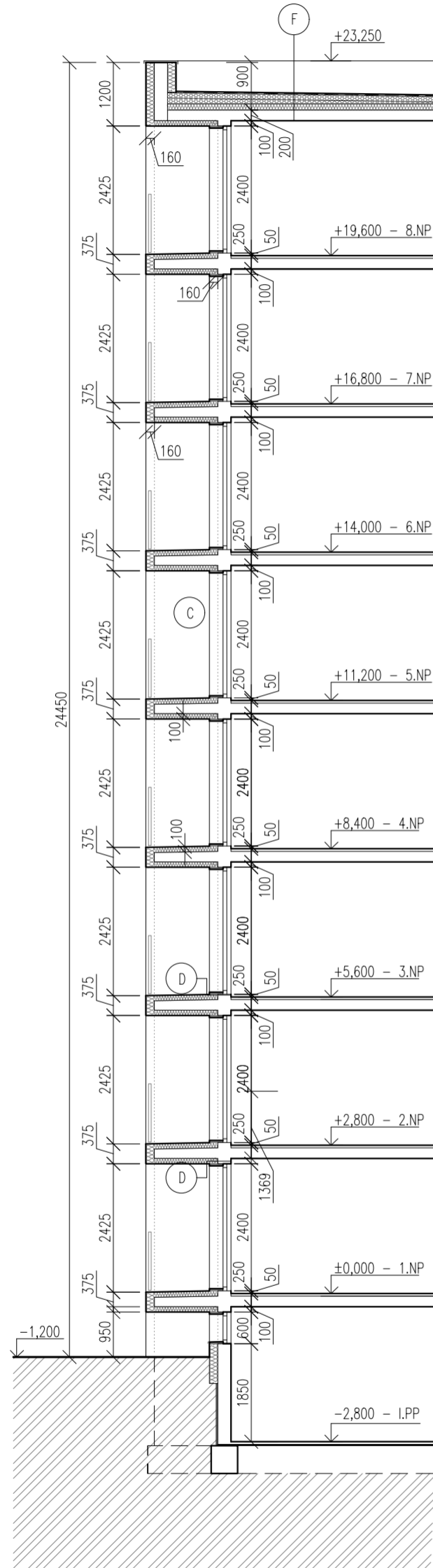
Měřítko 1:100

Počet listů 1

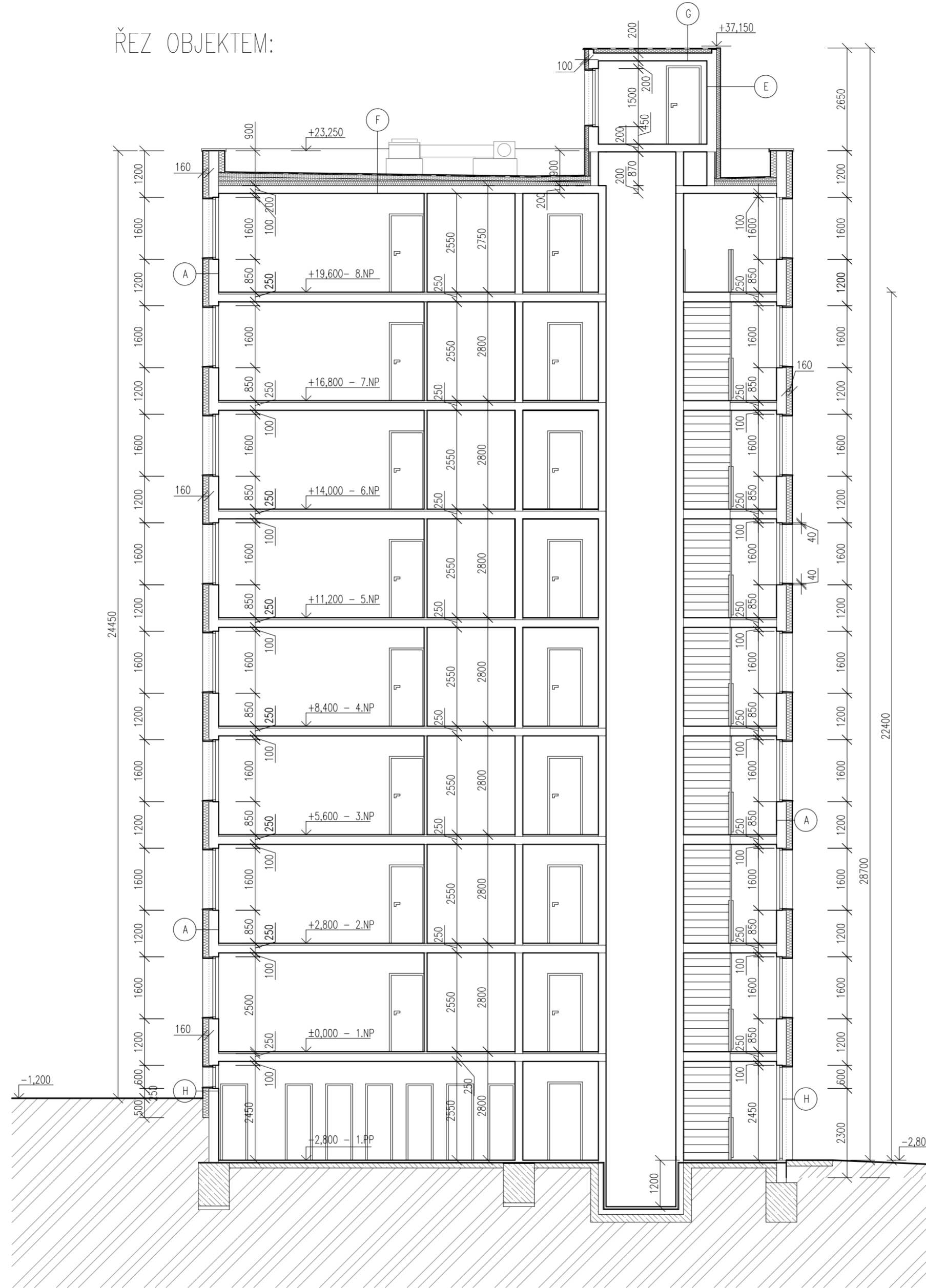
ČÍSLO PŘÍLOHY

9

ŘEZ LODŽIEMI:



ŘEZ OBJEKTEM:

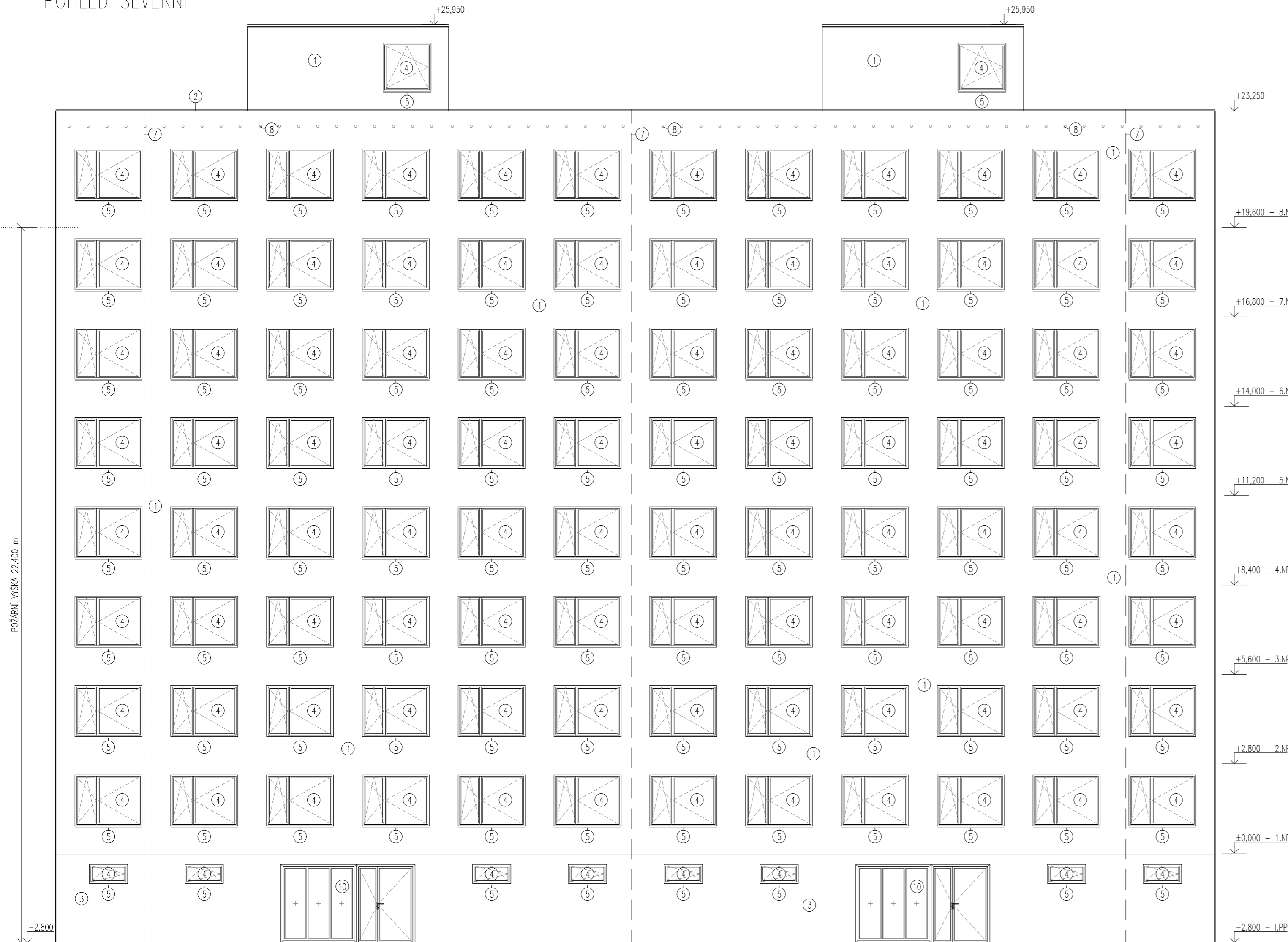


VÝPIS SKLADEB – NOVÝ STAV:

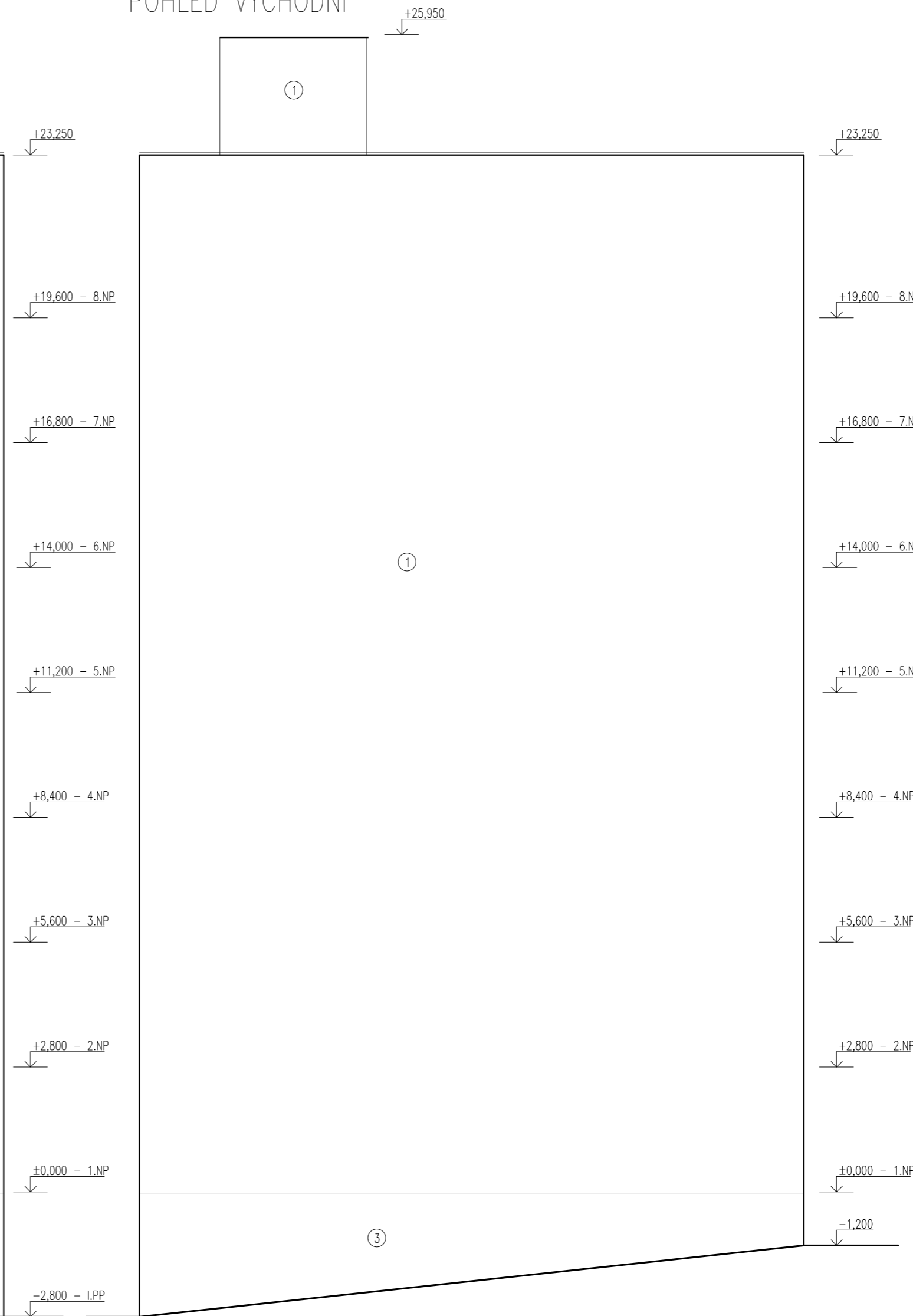
A. Průčelní panely			
- Vnitřní malba		10 mm	
- Vnitřní omítka		100 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton		10 mm	
- Vnější fasádní nátěr		160 mm	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek			
- Tepelný izolant			
- Hmoždinky		4 mm	
- Armovací vrstva		2 mm	
- Armovací síťovina			
- Penetrační nátěr, probarvený			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	
B. Boční lodžiové panely			
- Vnitřní malba		10 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton		10 mm	
- Vnější omítka		10 mm	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek		160 mm	
- Tepelný izolant			
- Hmoždinky		4 mm	
- Armovací vrstva		2 mm	
- Armovací síťovina			
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	
C. Mezi lodžiové panely			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	
- Penetrační nátěr		2 mm	
- Armovací síťovina		4 mm	
- Armovací vrstva			
- Hmoždinky			
- Tepelný izolant		160 mm	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek		10 mm	
- Vnější fasádní nátěr			
- Železobeton		190 mm	
- Vnější fasádní nátěr			
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek		10 mm	
- Tepelný izolant		160 mm	
- Hmoždinky			
- Armovací vrstva		4 mm	
- Armovací síťovina		2 mm	
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	
D. Průčelní lodžiové panely			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobeton		60 mm	
- Pěnový polystyren		80 mm	
- Železobeton		10 mm	
- Vnější fasádní nátěr		160 mm	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek			
- Tepelný izolant			
- Hmoždinky		4 mm	
- Armovací vrstva		2 mm	
- Armovací síťovina			
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	
E. Stěny výtahové šachty			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		140 mm	
- Železobeton		50 mm	
- Pěnový polystyren		50 mm	
- Železobeton		10 mm	
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek			
- Tepelný izolant		100 mm	
- Hmoždinky			
- Armovací vrstva		4 mm	
- Armovací síťovina		2 mm	
- Penetrační nátěr			
- Omítkové souvrství		1,5 mm	
F. Střešní plášť domu			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobetonový dutinový stropní panel			
- Penetrace podkladu			
- Pojistná hydroizolace (parozábrana)			
- Asfaltový pás		4 mm	
- Tepelná izolace EPS		260 mm	
- Tepelná izolace – spádový klín EPS		40-180 mm	
- Separační geotextilie min. 300 g/m ²			
- Hydroizolační fólie		1,6 mm	
G. Střešní plášť výtahové šachty			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		190 mm	
- Železobetonový stropní panel			
- Spádované kamenivo		75 mm	
- Betonová mazanina		35 mm	
- Hydroizolace IPA		5 mm	
- Pěnový polystyren		50 mm	
- Slávající asfaltové souvrství		10 mm	
- Tepelná izolace EPS		100 mm	
- Separační geotextilie min. 300 g/m ²			
- Hydroizolační fólie		1,6 mm	
H. Průčelní panely v soklové části			
- Vnitřní malba		5 mm	
- Vnitřní omítka		100 mm	
- Železobeton		80 mm	
- Pěnový polystyren		60 mm	
- Železobeton			
- Vnější fasádní nátěr			
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek		10 mm	
- Tepelný izolant typu perimetr		160 mm	
- Hmoždinky			
- Armovací vrstva		4 mm	
- Armovací síťovina		2 mm	
- Penetrační nátěr, probarvený			
- Omítkové souvrství – silikonová omítka		1,5 mm	

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ			
Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, Dr.Sc.			
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV			
Název přílohy ŘEZ OBJEKTEM NOVÝ STAV		Formát 6 A4	Datum 01/2018
		Měřítko 1:100	Počet listů 1
		ČÍSLO PŘÍLOHY 10	

POHLED SEVERNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



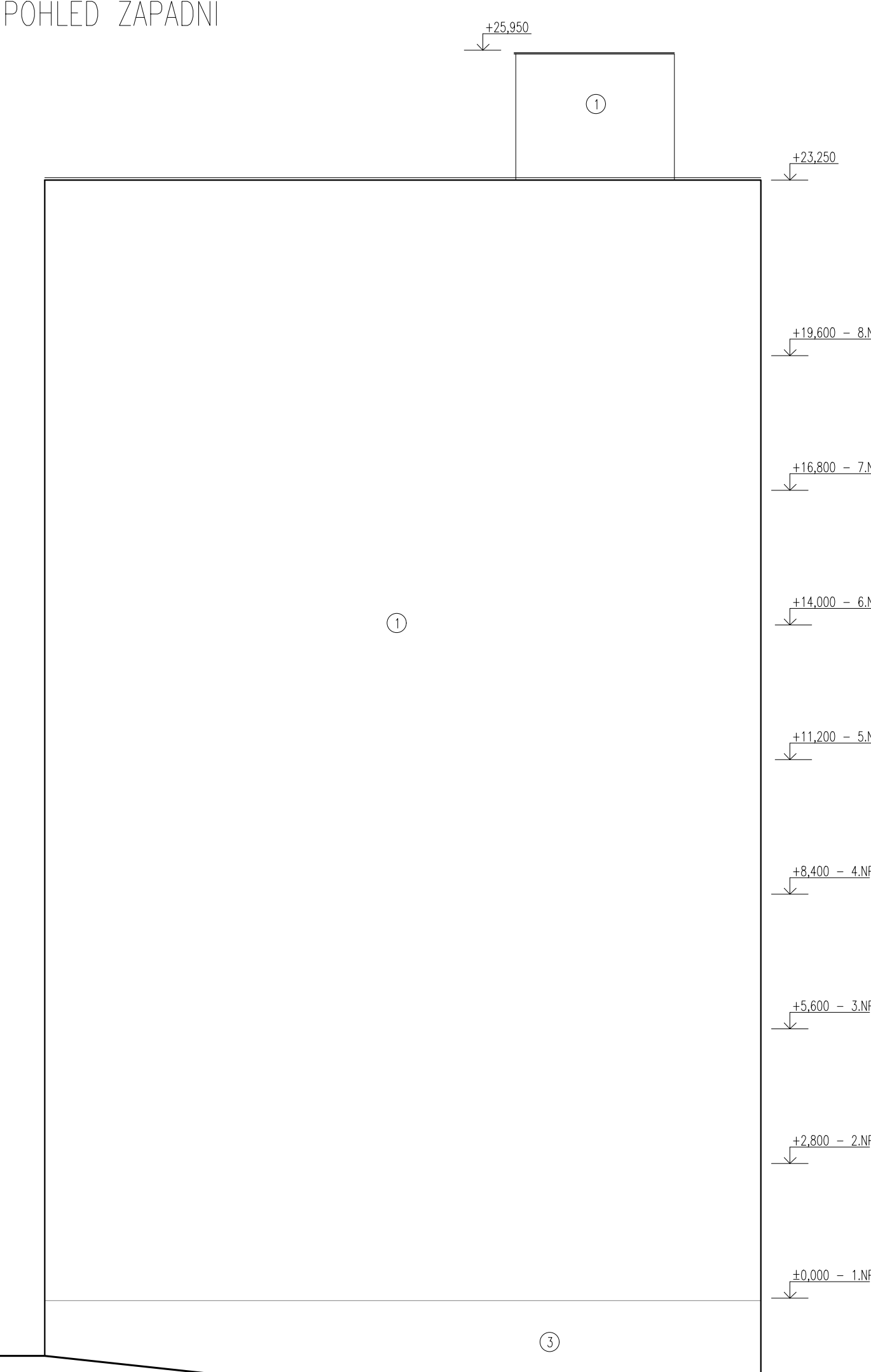
LEGENDA POVRCHŮ

- ① - Povrchová úprava fasády - zateplovací systém ETICS
- ② - Povrchová úprava lodžii - zateplovací systém ETICS
- ③ - Povrchová úprava soklu - zateplovací systém ETICS
- ④ - Plastová okna a dveře
- ⑤ - Nové oplechování parapetů
- ⑥ - Nové ocelové pozinkované zábradlí s výplní z bezpečnostního skla
- ⑦ - Nové svody hromosvodů
- ⑧ - Větrací otvory v ošicích
- ⑨ - Odvod vody z lodžii
- ⑩ - Vstupní portály
- ⑪ - Dveře střešní nástavby

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc. Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy POHLED SEVERNÍ A VÝCHODNÍ NOVÝ STAV	Formát 8 A4 Datum 01/2018 Měřítko 1:100 Počet listů 1 ČÍSLO PŘÍLOHY 11	

POHLED JIŽNÍ

POHLED ZÁPADNÍ


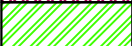





LEGENDA POVRCHŮ

- ① - Povrchová úprava fasády - zateplovací systém ETICS
- ② - Povrchová úprava lodžii - zateplovací systém ETICS
- ③ - Povrchová úprava soklu - zateplovací systém ETICS
- ④ - Plastová okna a dveře
- ⑤ - Nové oplechování parapetů
- ⑥ - Nové ocelové pozinkované zábradlí s výplní z bezpečnostního skla
- ⑦ - Nové svody hromosvodů
- ⑧ - Větrací otvory v atice
- ⑨ - Odvod vody z lodžii
- ⑩ - Vstupní portály
- ⑪ - Dveře střešní nástavby

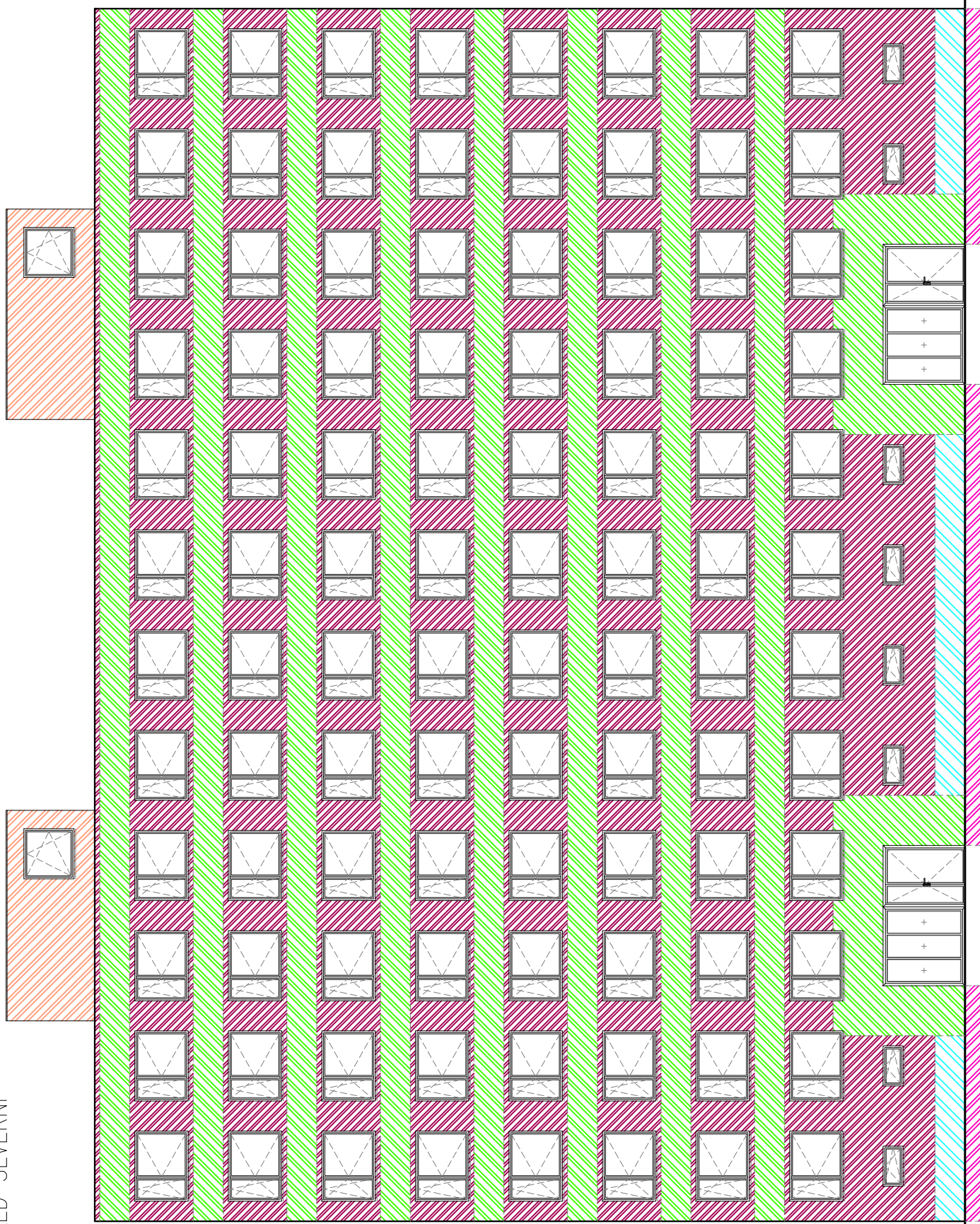
Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc. Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		
Název přílohy POHLED JIŽNÍ A ZÁPADNÍ NOVÝ STAV	Formát 8 A4 Datum 01/2018 Měřítko 1:100 Počet listů 1 ČÍSLO PŘÍLOHY 12	

LEGENDA IZOLACÍ:

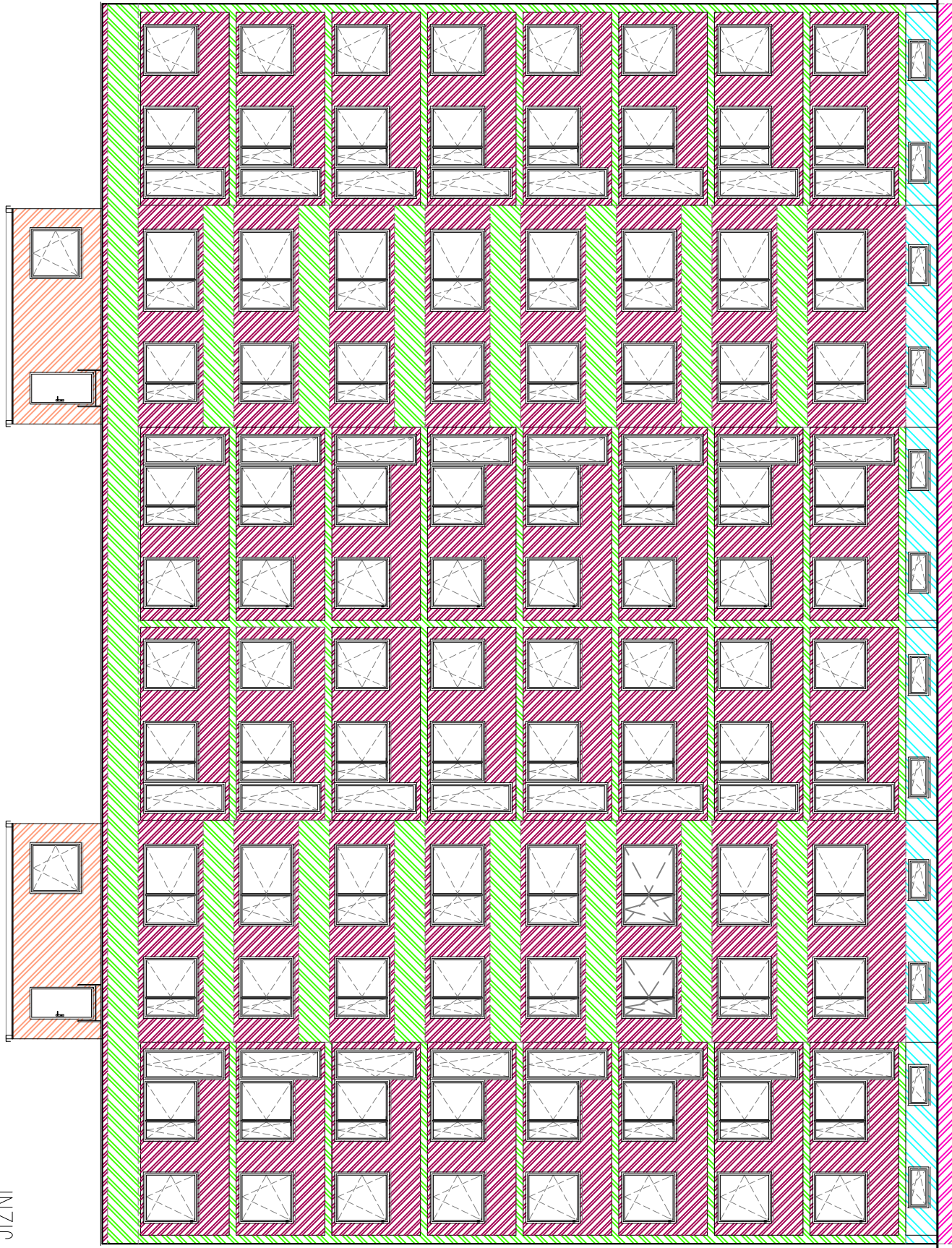
	— IZOLACE TL. 160 mm — EPS
	— IZOLACE TL. 160 mm — MINERÁLNÍ VATA
	— IZOLACE TL. 160 mm — XPS
	— IZOLACE TL. 160 mm — XPS PERIMETR POD TERÉNEM
	— IZOLACE TL. 100 mm — EPS

Vypracovala Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ	 Technická fakulta	 ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Vedoucí práce prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.		
Typ a téma práce DIPLOMOVÁ PRÁCE MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV		Formát 1 A4 Datum 01/2018 Měřítko - Počet listů 4
Název přílohy SCHÉMA IZOLACÍ		ČÍSLO PŘÍLOHY 13

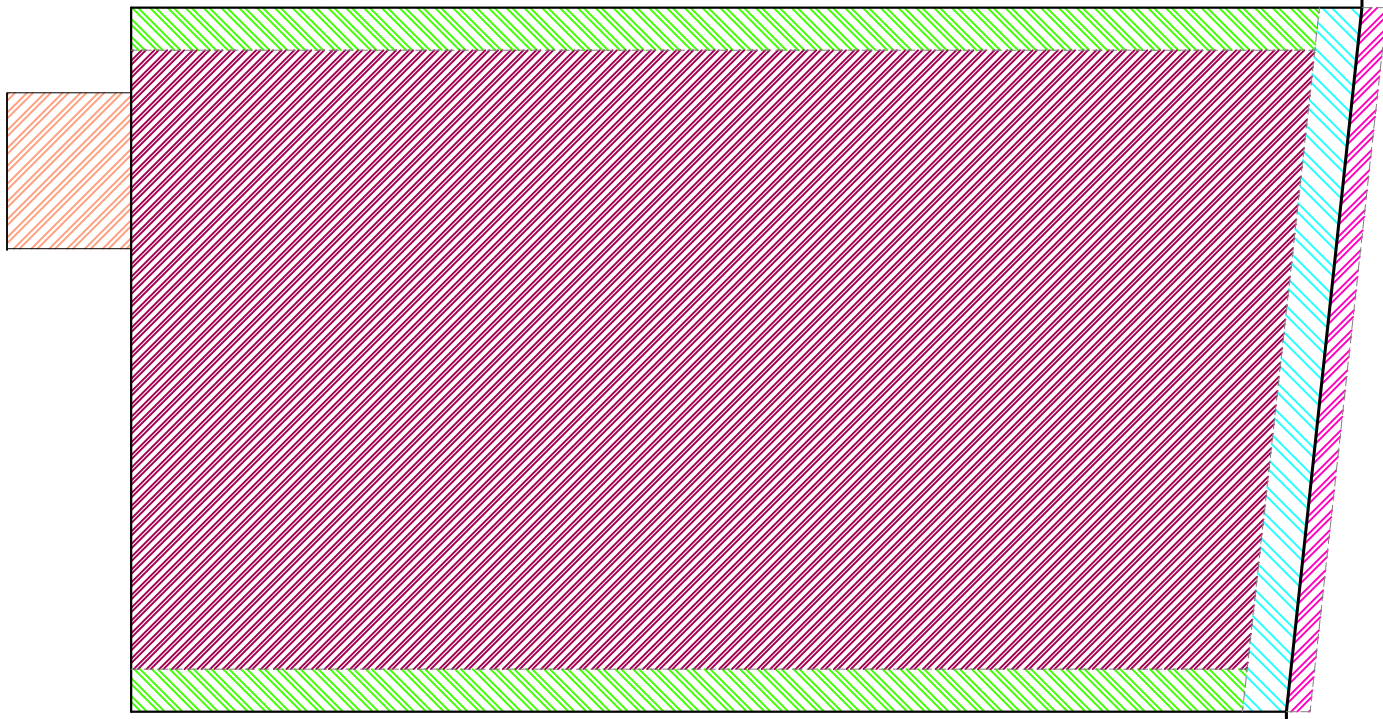
POHLED SEVERNÍ



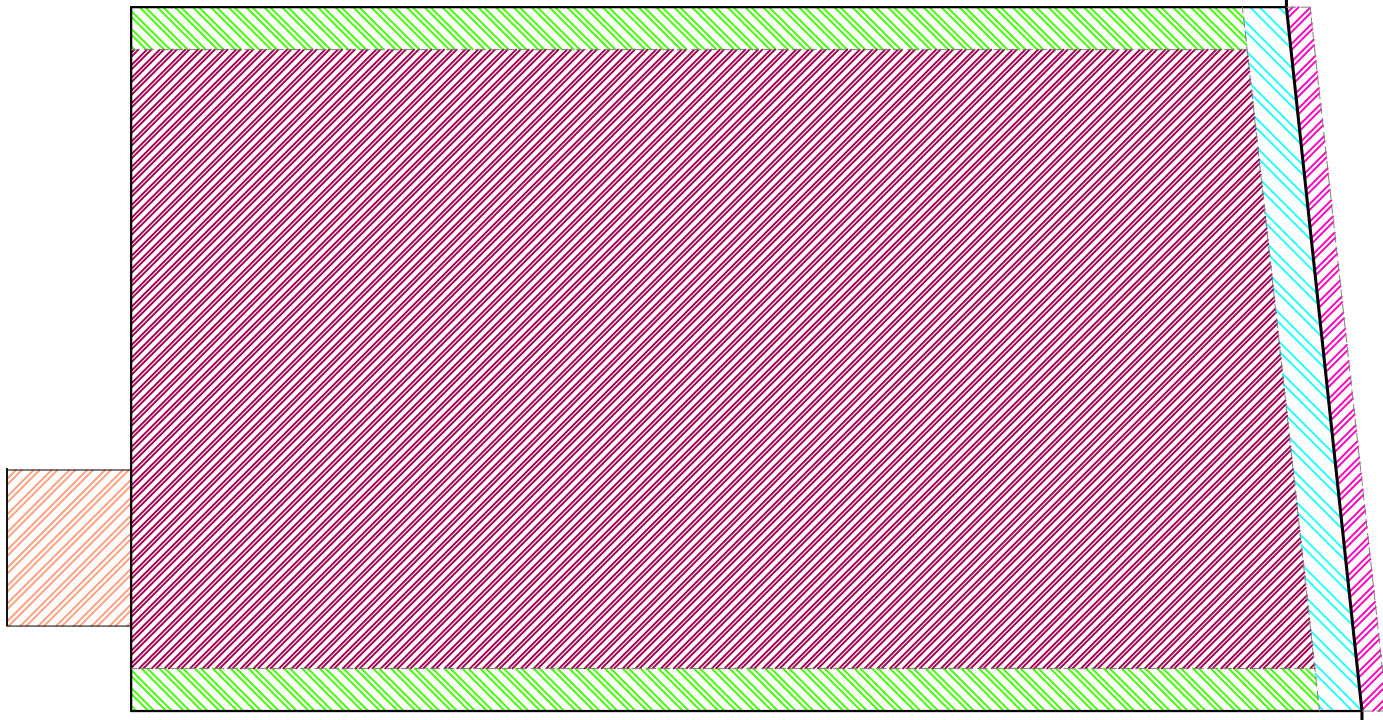
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE

Typ a téma práce

**DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV**

Název přílohy

**DETAILY ZATEPLENÍ KONSTRUKCÍ
NOVÝ STAV**

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

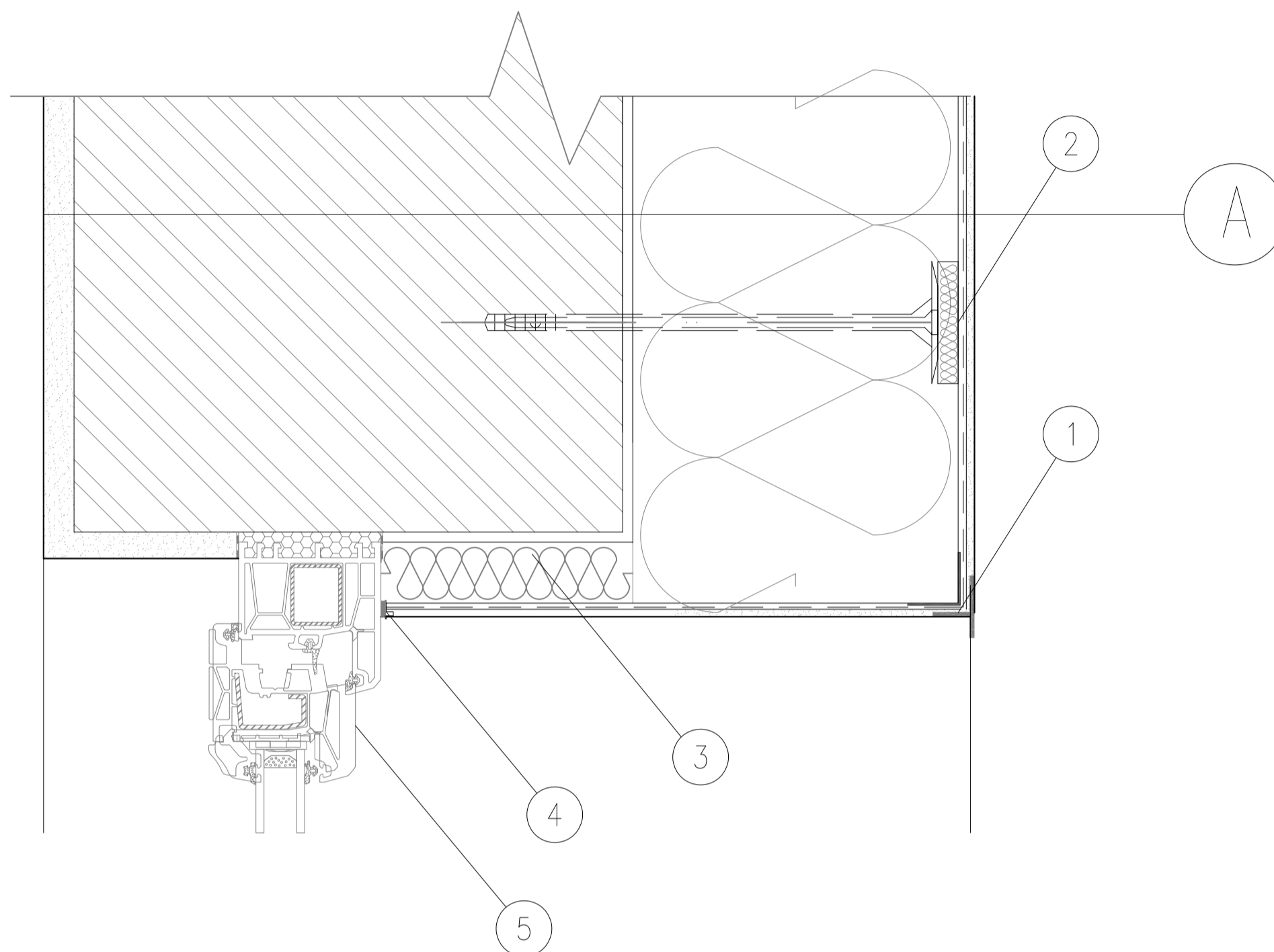
Počet listů 8

ČÍSLO PŘÍLOHY

14

DETAIL "1" – NADPRAŽÍ OTVORŮ

MĚŘÍTKO: 1:5



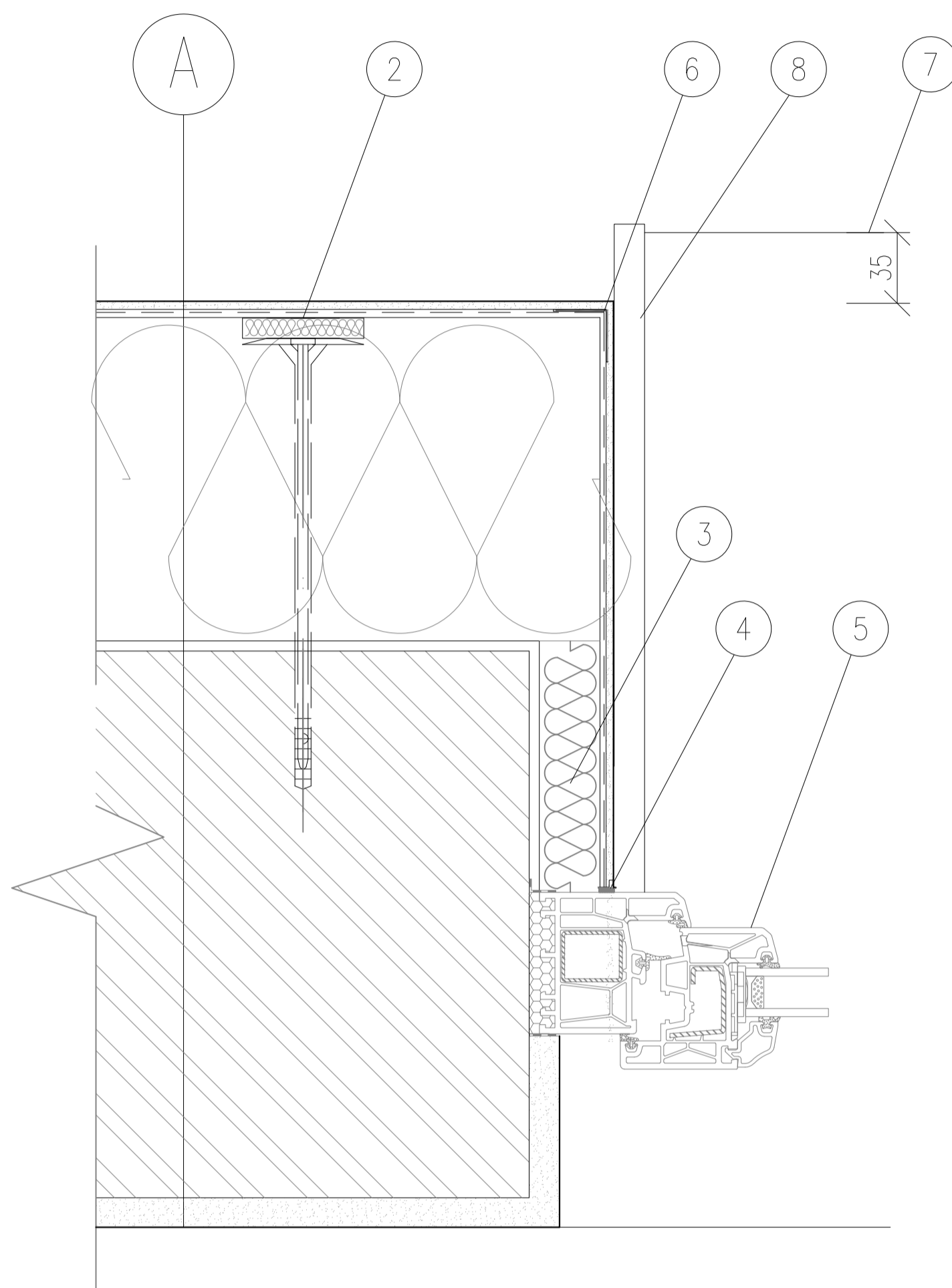
A

Průčelní panely	
Vnitřní malba	
Vnitřní omítka	10 mm
Železobeton	100 mm
Pěnový polystyren	80 mm
Železobeton	60 mm
Vnější fasádní nátěr	
Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
Tepelný izolant	140 mm
Hmoždiny	
Armovací vrstva	4 mm
Armovací síťovina	2 mm
Penetrační nátěr, probarvený	
Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

LEGENDA

- ① Kombi rohová lišta se sítí a okapnicí
- ② Talířová hmoždina s ocelovým šroubovacím trnem STR U, délka dle tloušťky izolantu + zátka
- ③ Izolační deska tl. min 40 mm
- ④ Připojovací okenní profil s tkaninou
- ⑤ Okno z plastových profilů (typ profilu pouze orientačně)

DETAIL "2" – OSTĚNÍ OTVORŮ
MĚŘÍTKO: 1:5



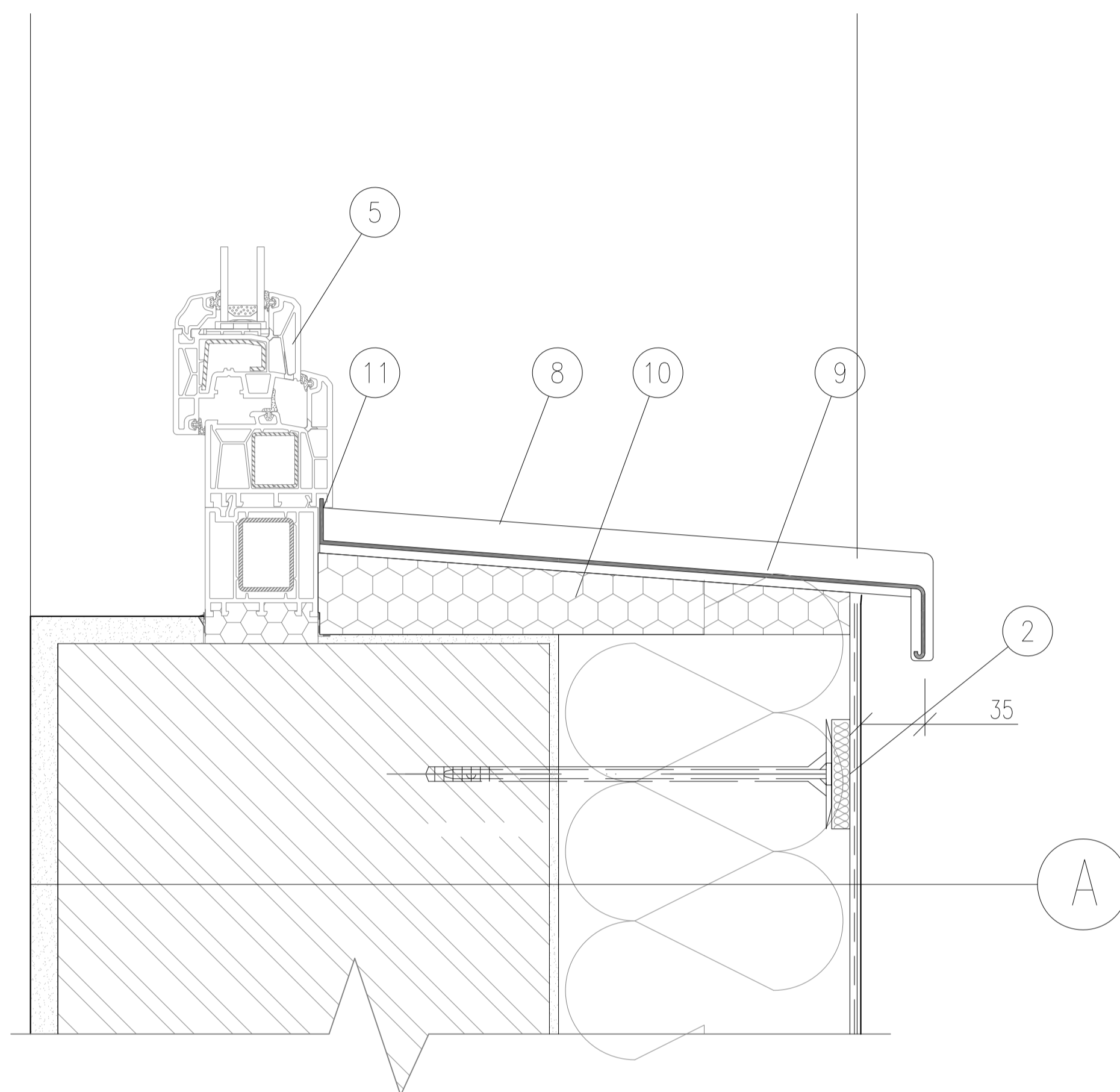
A

Průčelní panely	
Vnitřní malba	
Vnitřní omítka	10 mm
Železobeton	100 mm
Pěnový polystyren	80 mm
Železobeton	60 mm
Vnější fasádní nátěr	
Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
Tepelný izolant	140 mm
Hmoždiny	
Armovací vrstva	4 mm
Armovací síťovina	2 mm
Penetrační nátěr, probarvený	
Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

LEGENDA

- ② Talířová hmoždina s ocelovým šroubovacím trnem STR U, délka dle tloušťky izolantu + zátka
- ③ Izolační deska tl. min 40 mm
- ④ Připojovací okenní profil s tkaninou
- ⑤ Okno z plastových profilů (typ profilu pouze orientačně)
- ⑥ Profil rohový
- ⑦ Oplechování parapetu tažený Al. plech
- ⑧ Plastová boční krytka parapetních plechů

DETAIL "3" – PARAPET OKEN
MĚŘÍTKO: 1:5



A

Průčelní panely	
Vnitřní malba	
Vnitřní omítka	10 mm
Železobeton	100 mm
Pěnový polystyren	80 mm
Železobeton	60 mm
Vnější fasádní nátěr	
Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
Tepelný izolant	140 mm
Hmoždiny	
Armovací vrstva	4 mm
Armovací síťovina	2 mm
Penetrační nátěr, probarvený	
Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

LEGENDA

- ② Talířová hmoždina s ocelovým šroubovacím trnem STR U, délka dle tloušťky izolantu + zátka
- ⑤ Okno z plastových profilů (typ profilu pouze orientačně)
- ⑧ Plastová boční krytka parapetních plechů
- ⑨ Oplechování parapetu 0,7 mm
- ⑩ Izolační deska XPS tl. 20 mm
- ⑪ Trvale pružný tmel

DETAIL "4" – OKAPOVÝ CHODNÍK

MĚŘÍTKO: 1:5

LEGENDA

- ② Talířová hmoždina s ocelovým šroubovacím trnem STR U, délka dle tloušťky izolantu + zátka
- ⑫ Zahradní obruba 50/200/1000 mm
- ⑬ Dvojitě síťování armovací tkaninou v pruhu 300 mm

A

Průčelní panely	
Vnitřní malba	
Vnitřní omítka	10 mm
Železobeton	100 mm
Pěnový polystyren	80 mm
Železobeton	60 mm
Vnější fasádní nátěr	
Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
Tepelný izolant	140 mm
Hmoždiny	
Armovací vrstva	4 mm
Armovací síťovina	2 mm
Penetrační nátěr, probarvený	
Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

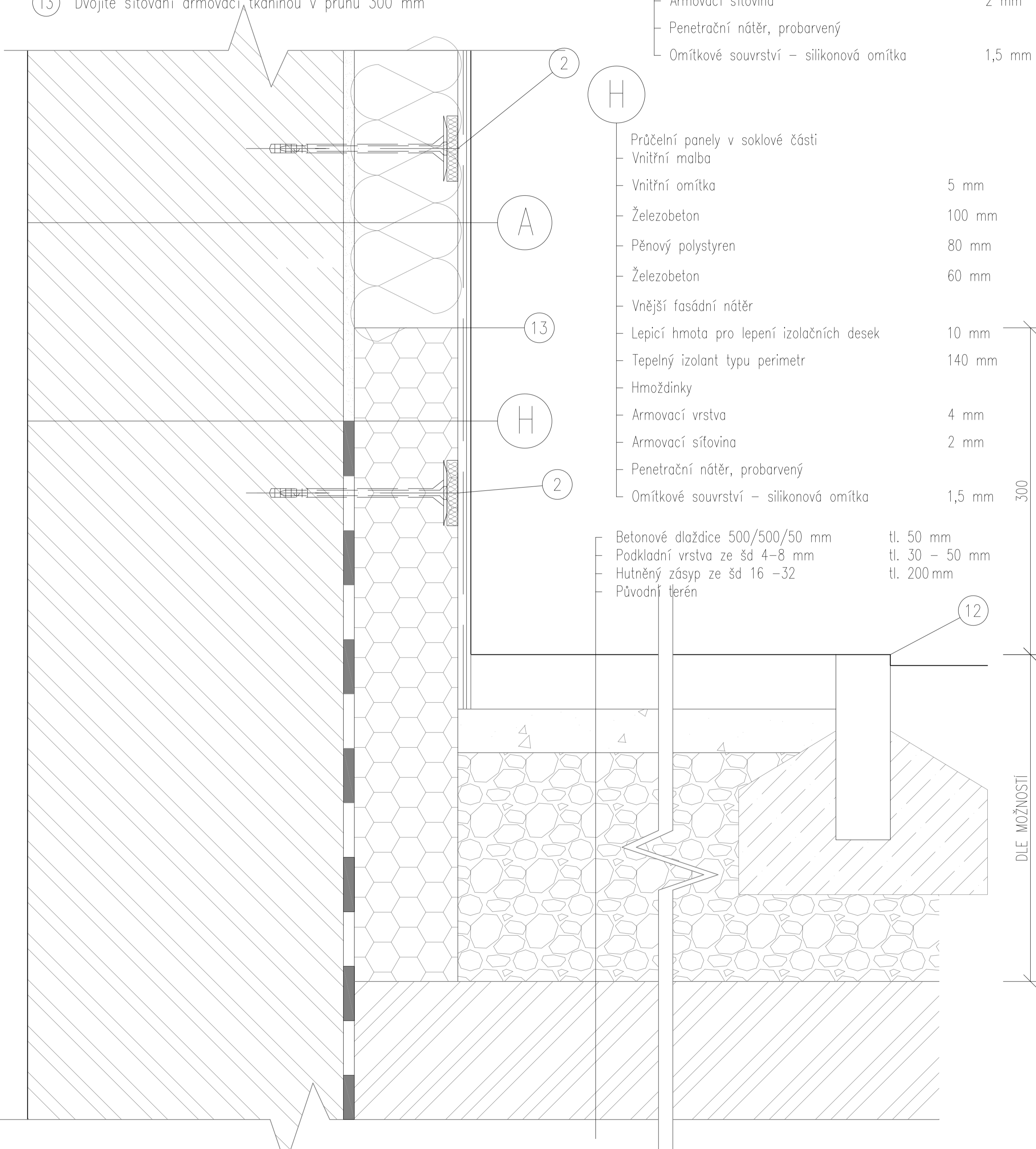
H

Průčelní panely v soklové části	
Vnitřní malba	
Vnitřní omítka	5 mm
Železobeton	100 mm
Pěnový polystyren	80 mm
Železobeton	60 mm
Vnější fasádní nátěr	
Lepicí hmota pro lepení izolačních desek	10 mm
Tepelný izolant typu perimetr	140 mm
Hmoždinky	
Armovací vrstva	4 mm
Armovací síťovina	2 mm
Penetrační nátěr, probarvený	
Omítkové souvrství – silikonová omítka	1,5 mm

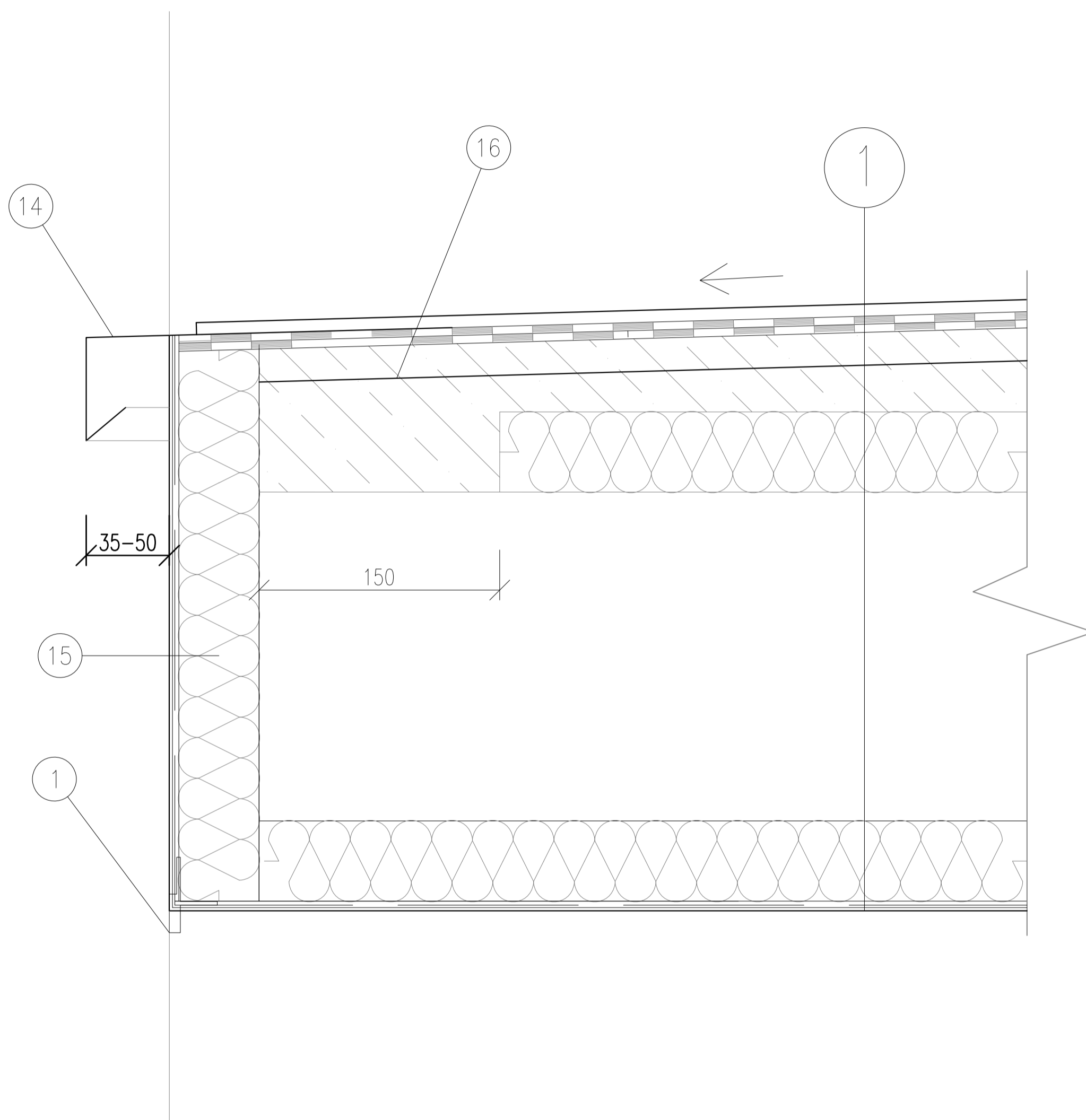
Betonové dlaždice 500/500/50 mm	tl. 50 mm
Podkladní vrstva ze šd 4–8 mm	tl. 30 – 50 mm
Hutněný zásyp ze šd 16 –32	tl. 200 mm
Původní terén	

⑫

300
DLE MOŽNOSTÍ



DETAIL "5" – UKONČENÍ PODLAHY LODŽIÍ OKAPNICÍ
 MĚŘÍTKO: 1:5



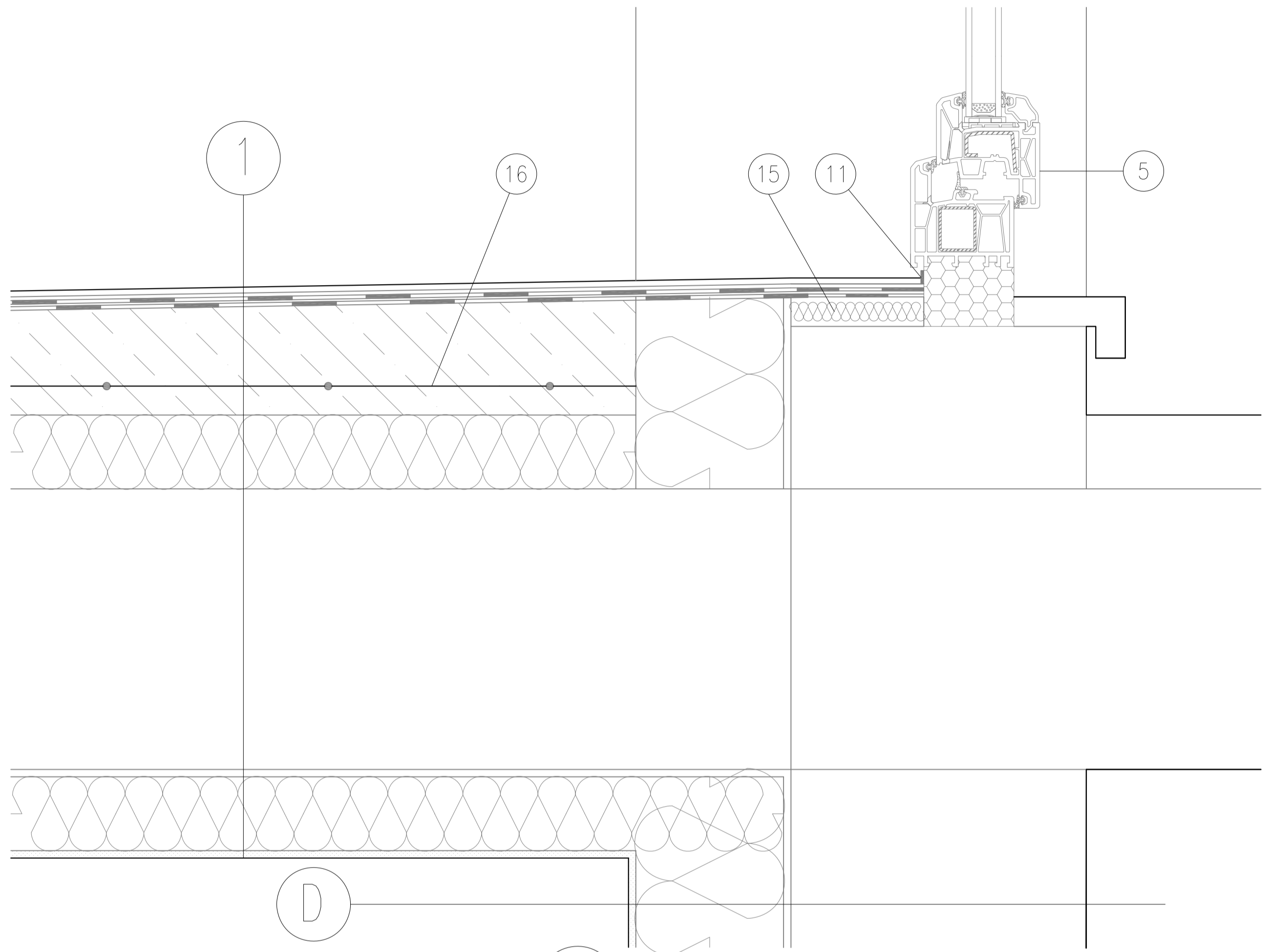
1

- Podlaha lodžie
- Finální krycí protiskluzová vrstva
- Betonová mazanina se sítí s cementovým potěrem ve spádu tl. 40–50 mm
- Desky tepelného izolant xps tl. 50 mm
- ŽB prefabrikované stropní panely tl. 155 mm
- VPC omítka podhledu tl. 5 mm
- Fasádní nátěr
- Penetrace podkladu
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek tl. 10 mm
- Tepelný izolant tl. 50 mm
- Výztužná vrstva se sklotextilní síťovinou tl. 5 mm
- Penetrační nátěr pod silikonové omítky
- Silikonová probarvená omítka tl. 1,5mm

LEGENDA

- ① Kombi rohová lišta se sítí a okapnicí
- ⑭ Systémový okapnicový prvek Al. ke stěrkové hydroizolaci
- ⑮ Deska tepelné izolace tl. 30 mm
- ⑯ Síť KARI Q 5/150/150 mm

DETAIL "6" – PARAPET LODŽIOVÝCH DVEŘÍ
MĚŘÍTKO: 1:5



1

- Podlaha lodžie
- Finální krycí protiskluzová vrstva
- Betonová mazanina se sítí s cementovým potěrem ve spádu tl. 40–50 mm
- Desky tepelného izolant xps tl. 50 mm
- ŽB prefabrikované stropní panely tl. 155 mm
- VPC omítka pohledu tl. 5 mm
- Fasádní nátěr
- Penetrace podkladu
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek tl. 10 mm
- Tepelný izolant tl. 50 mm
- Výztužná vrstva se sklotextilní síťovinou tl. 5 mm
- Penetrační nátěr pod silikonové omítky
- Silikonová probarvená omítka tl. 1,5mm

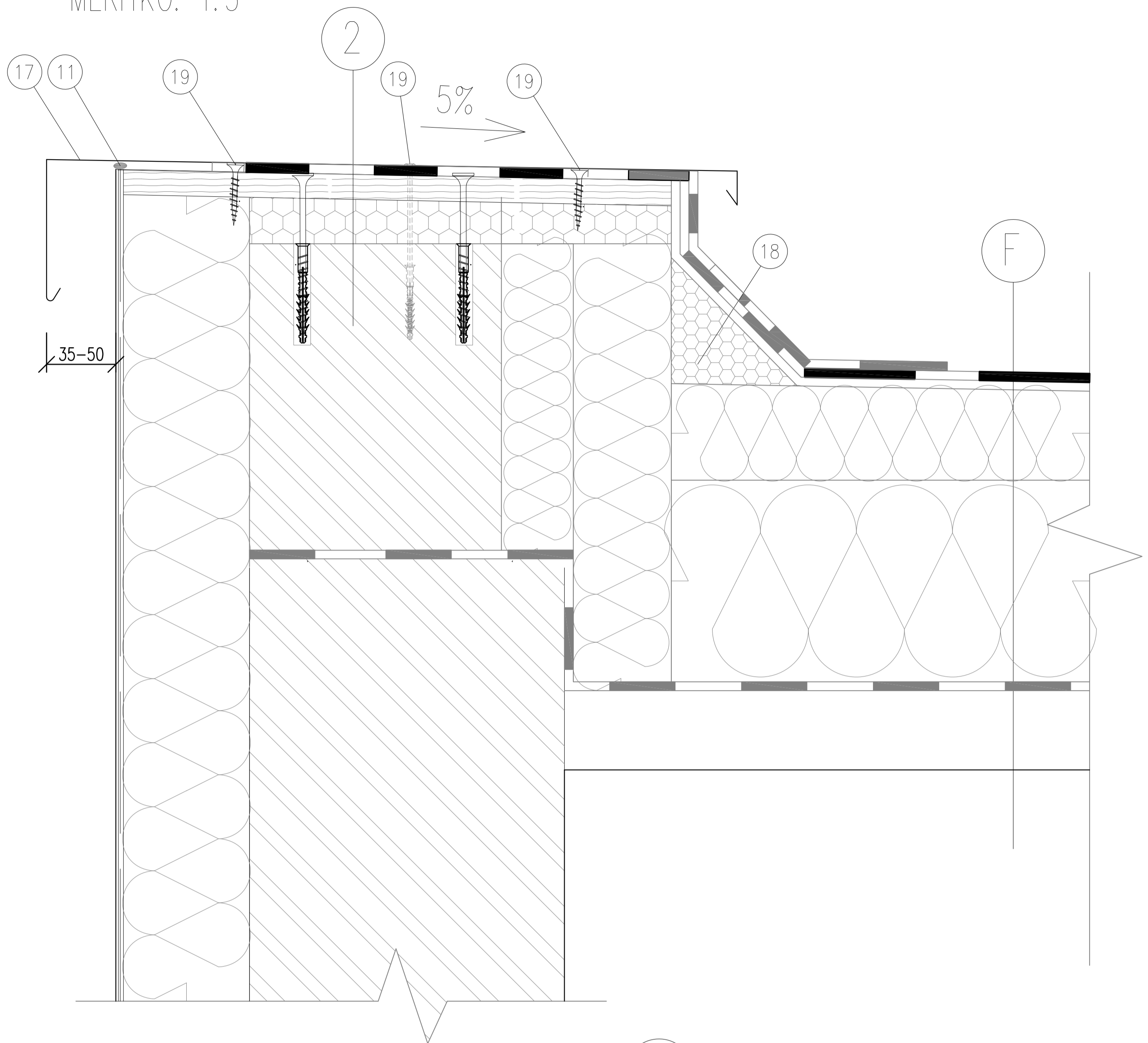
D

- Průčelní lodžiové panely
- Vnitřní malba
- Vnitřní omítka 5 mm
- Železobeton 190 mm
- Pěnový polystyren 80 mm
- Železobeton 60 mm
- Vnější fasádní nátěr
- Lepicí hmota pro lepení izolačních desek 10 mm
- Tepelný izolant 100 mm
- Hmoždiny
- Armovací vrstva 4 mm
- Armovací síťovina 2 mm
- Penetrační nátěr
- Omítkové souvrství 1,5 mm

LEGENDA

- 5 Stávající plastové balkonové dveře – orientační profil
- 11 Trvale pružný tmel
- 15 Deska tepelné izolace XPS tl. 30 mm
- 16 Síť KARI Q 5/150/150 mm

DETAIL "7" – ŘEŠENÍ U ATIKY PLOCHÉ STŘECHY
MĚŘÍTKO: 1:5



F

—	Střešní plášť domu	
—	Vnitřní malba	
—	Vnitřní omítka	5 mm
—	Železobetonový dutinový stropní panel	190 mm
—	Penetrace podkladu	
—	Pojistná hydroizolace (parozábrana)	
—	Asfaltový pás	4 mm
—	Tepelná izolace EPS	260 mm
—	Tepelná izolace – spádový klín EPS	40–180 mm
—	Separáční geotextílie min. 300 g/m ²	
—	Hydroizolační fólie	1,6 mm

2

—	Oplechování atiky	
—	Oplechování atiky al. plech, kotveno mechanicky	
—	Samolepící podkladní asfaltový pás	tl. 4 mm
—	OSB deska	tl. 25 mm
—	Tepená izolace XPS	tl. 60 mm

LEGENDA

- (11) Trvale pružný tmel
- (17) Oplechování atiky Al. plech, kotveno mechanicky r.š. 750 mm
- (18) Klín z tepelného izolantu po obvodu atiky
- (19) Kotvicí prvek s ochrannou čepičkou

Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

BAREVNÉ ŘEŠENÍ FASÁDY
VARIANTA 1

Formát 1 A4

Datum 01/2018

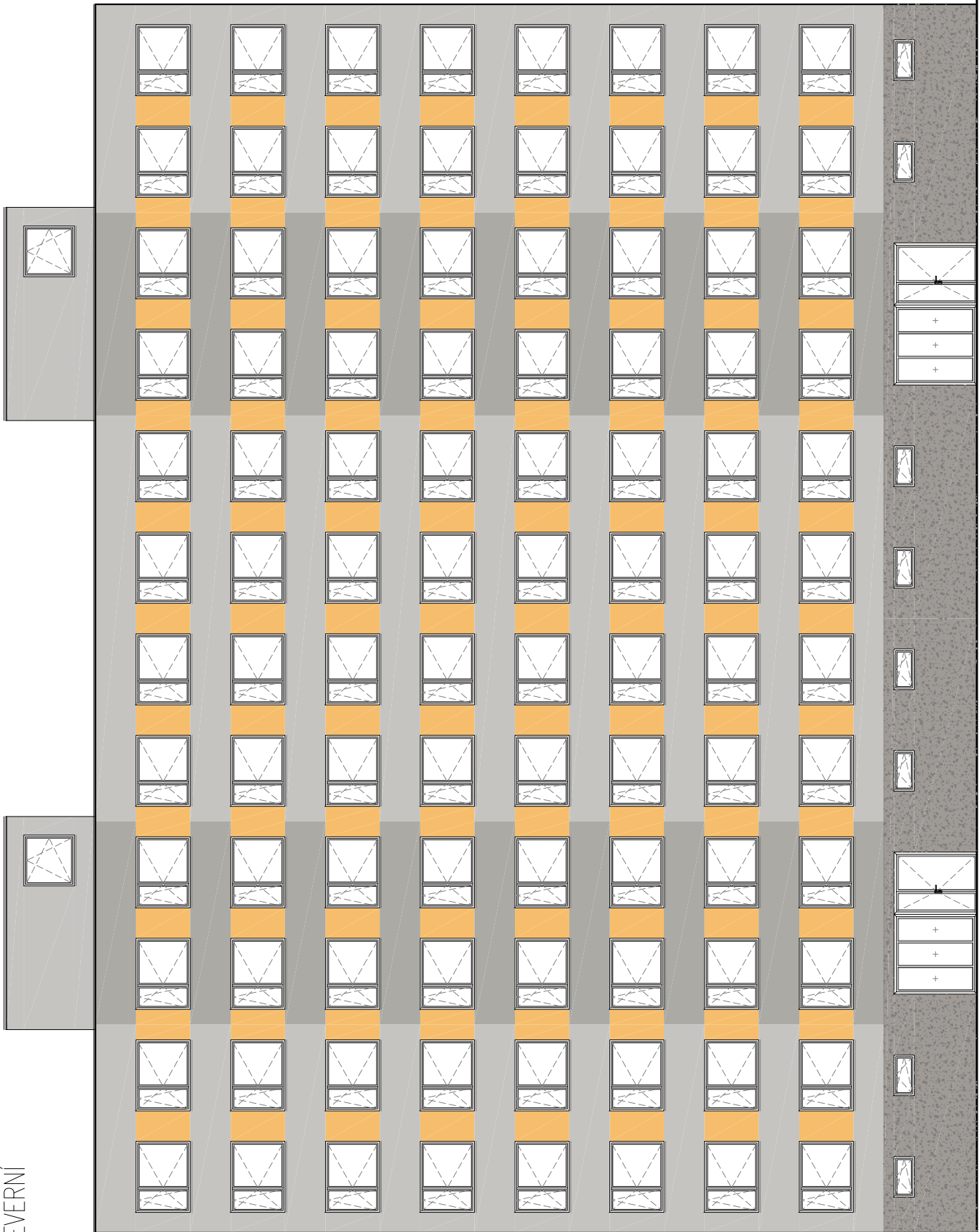
Měřítko -

Počet listů 4

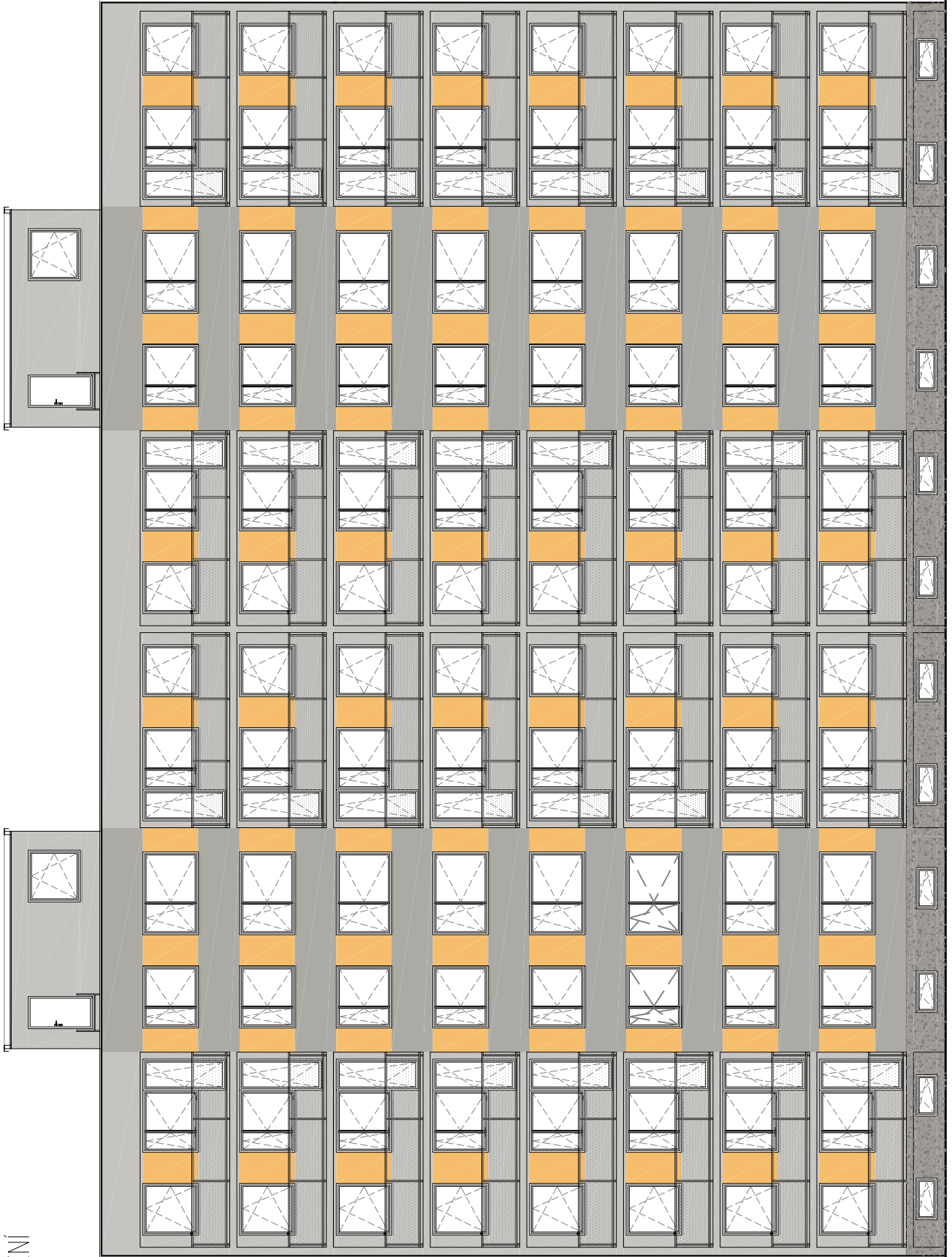
ČÍSLO PŘÍLOHY

15

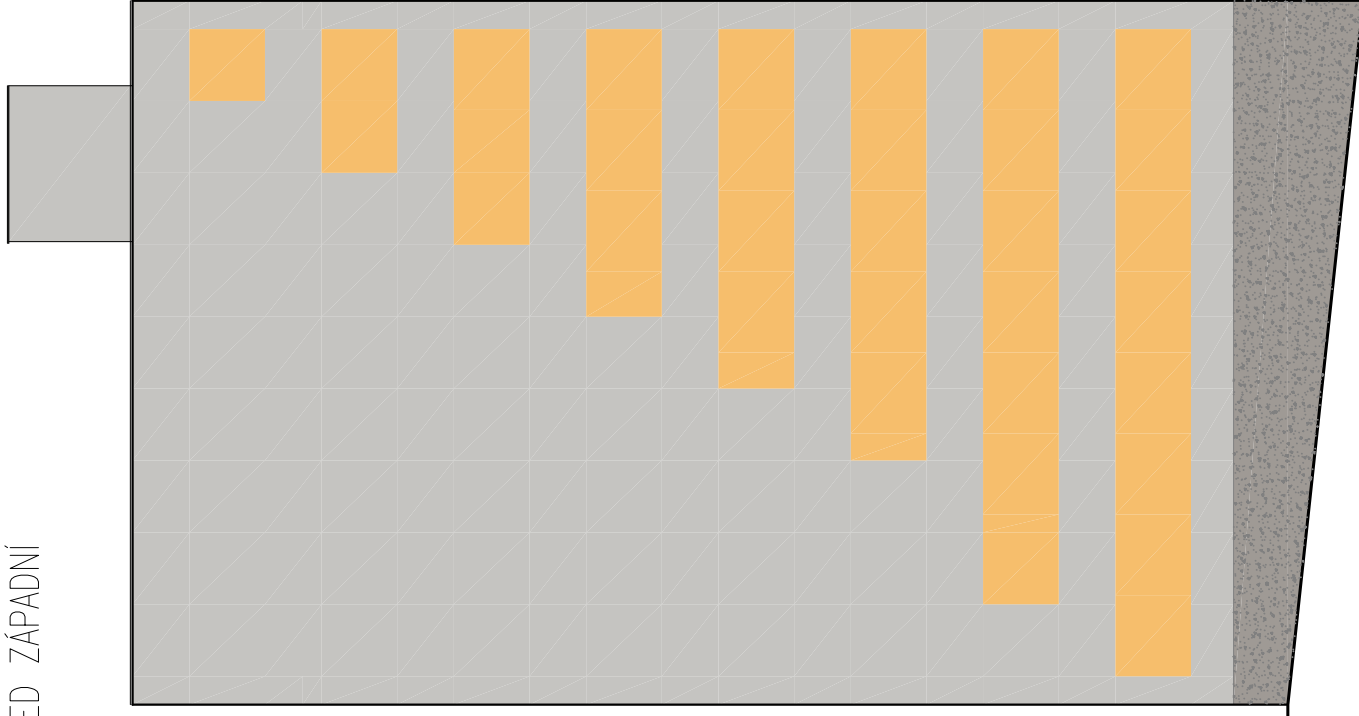
POHLED SEVERNÍ



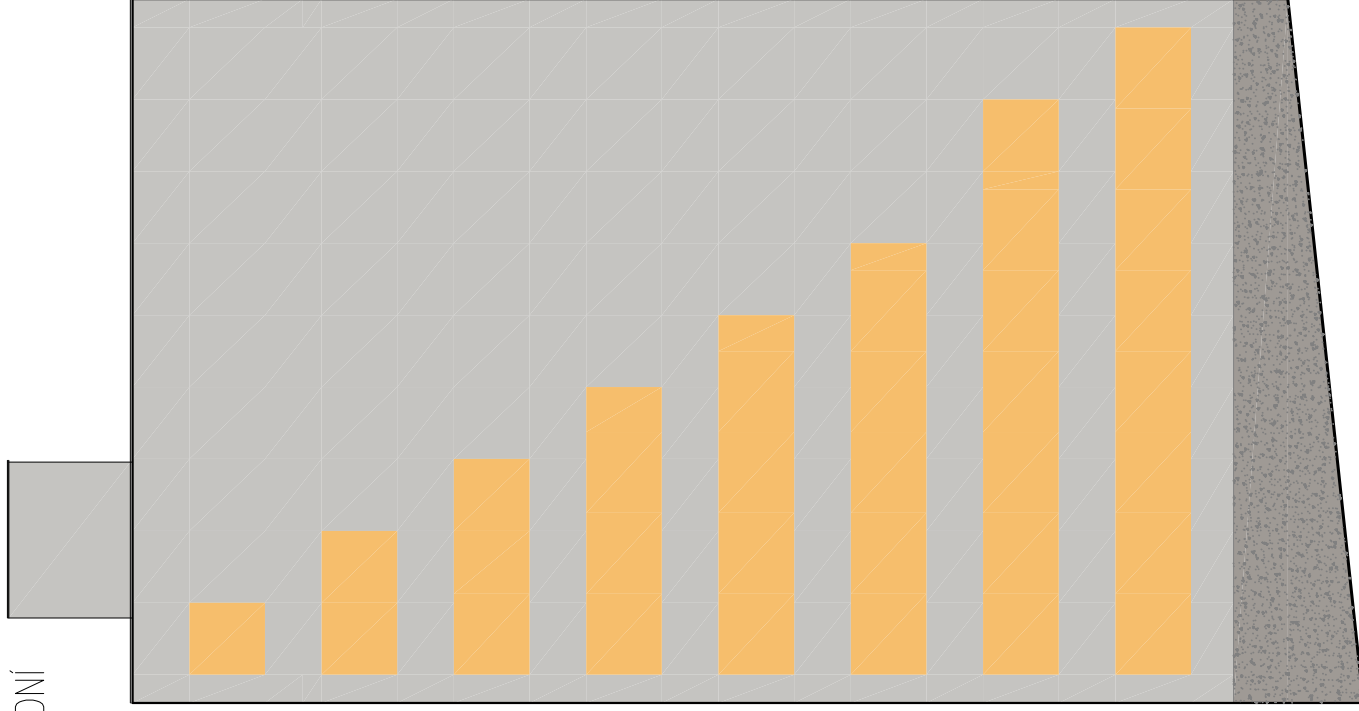
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

BAREVNÉ ŘEŠENÍ FASÁDY
VARIANTA 2

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

Počet listů 4

ČÍSLO PŘÍLOHY

16

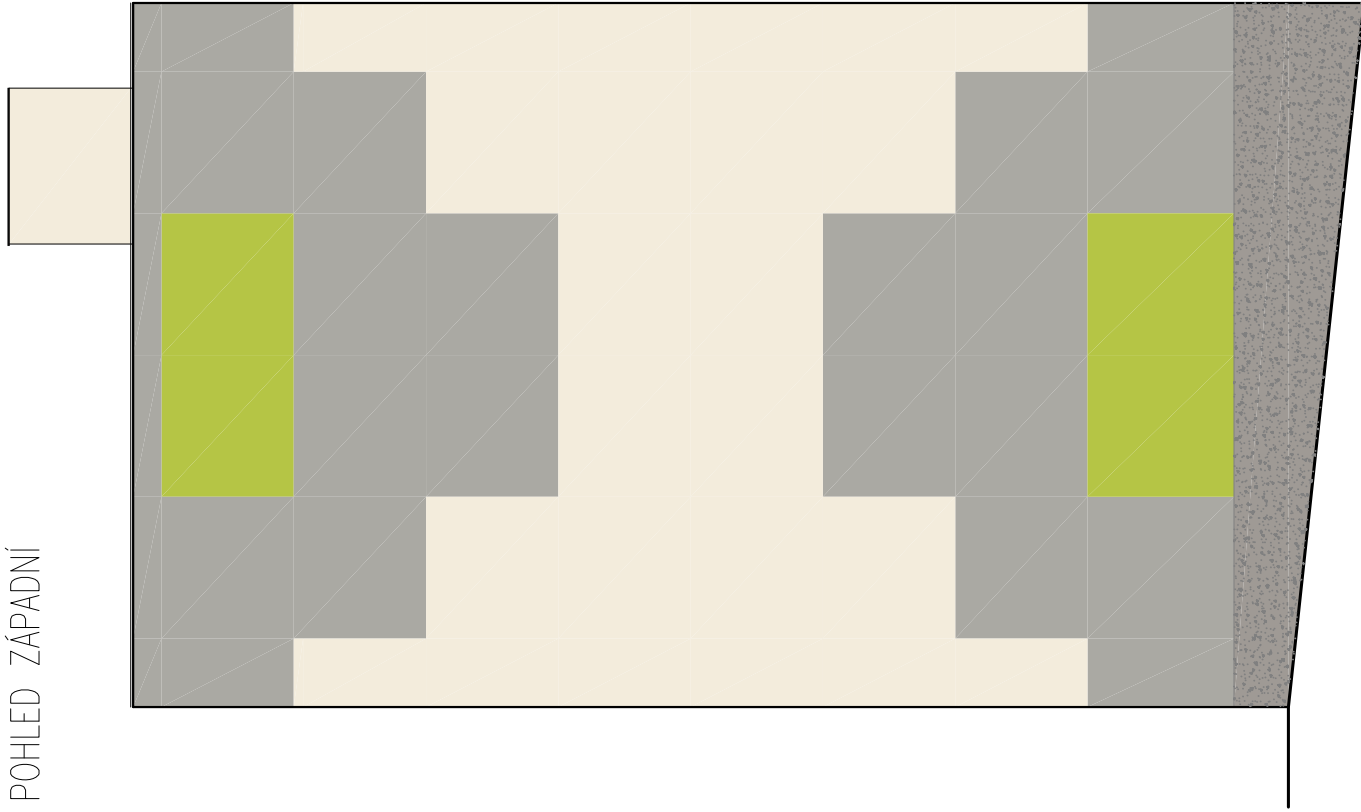
POHLED SEVERNÍ



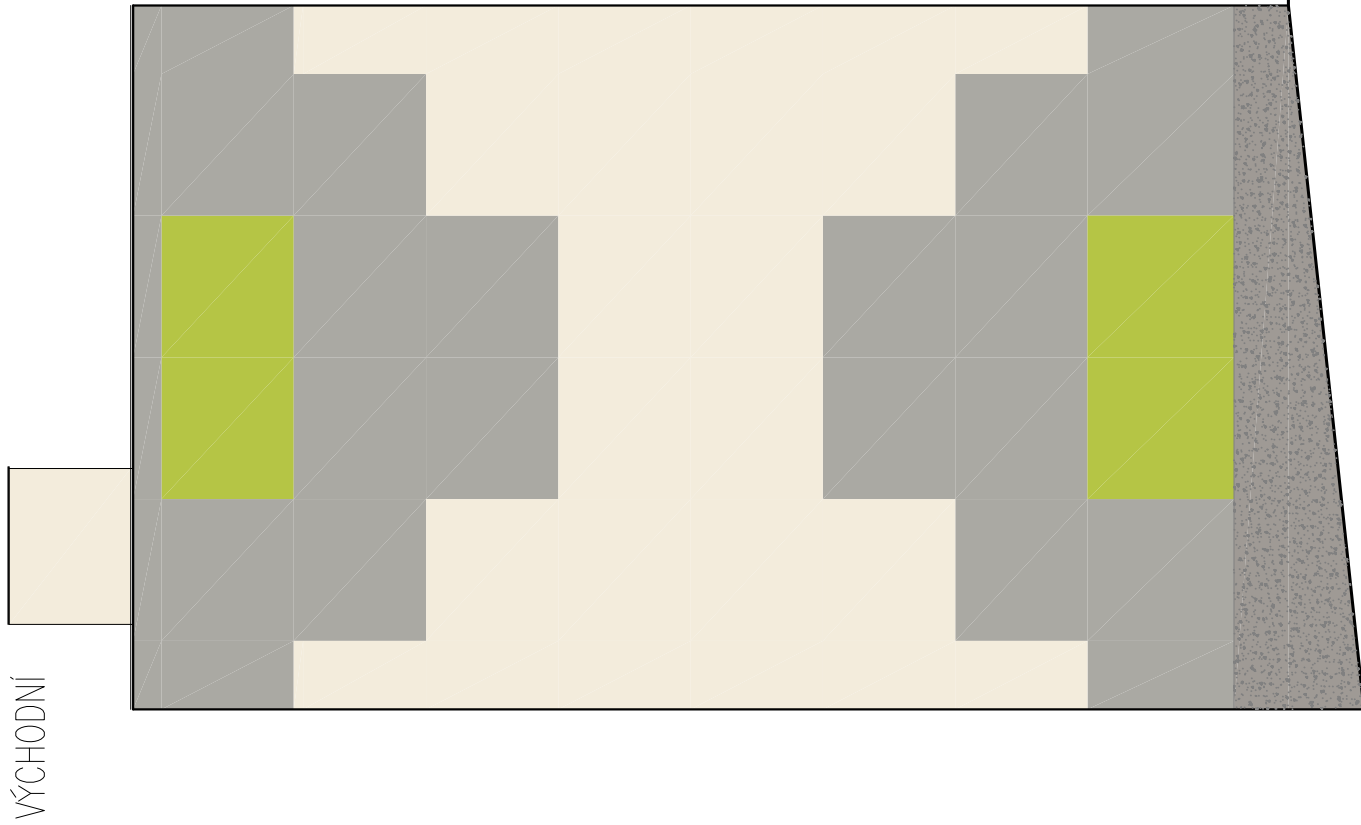
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

BAREVNÉ ŘEŠENÍ FASÁDY
VARIANTA 3

Formát 1 A4

Datum 01/2018

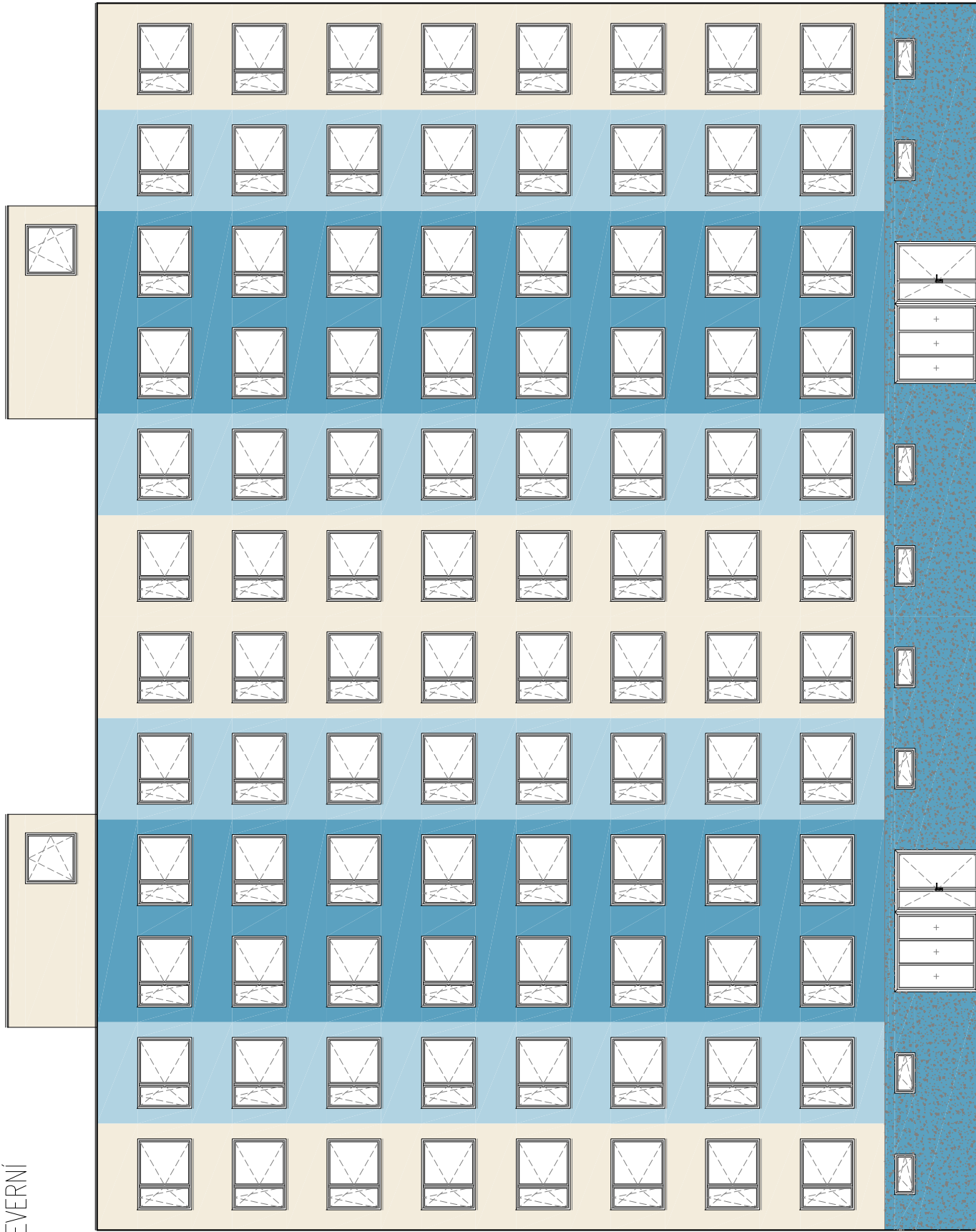
Měřítko -

Počet listů 4

ČÍSLO PŘÍLOHY

17

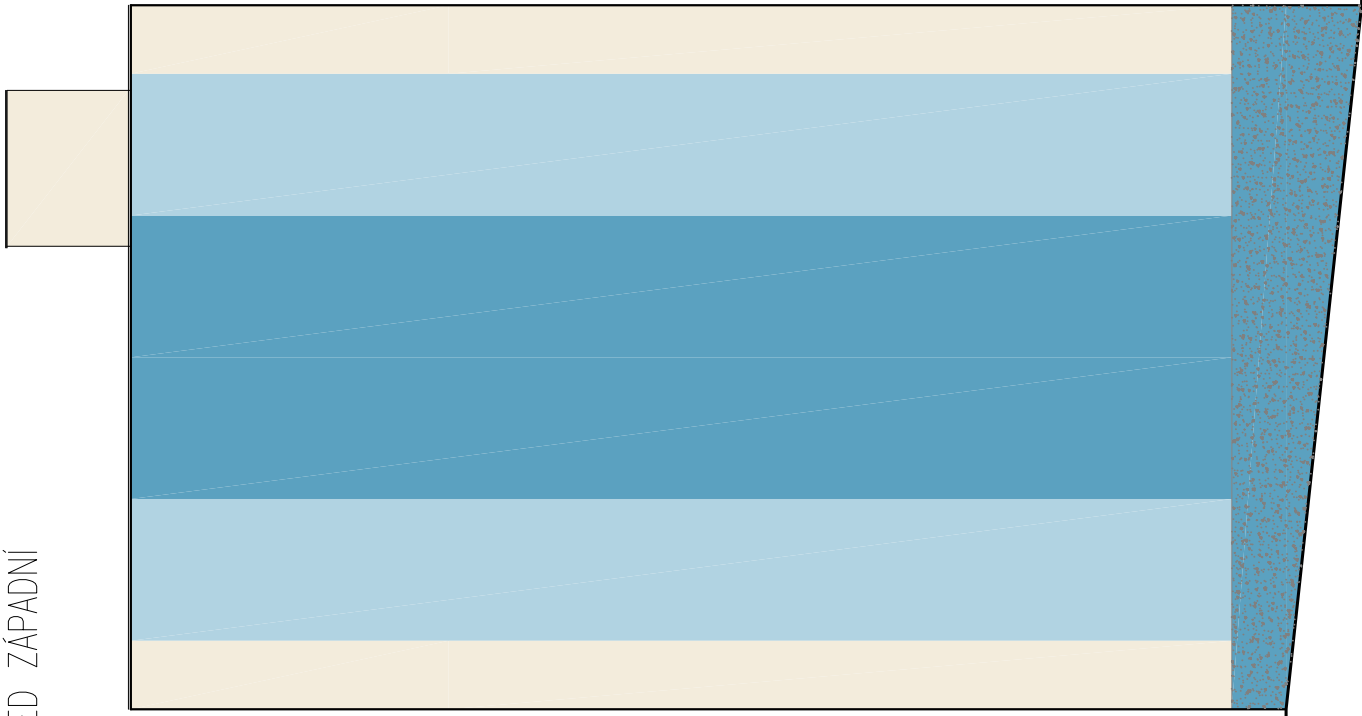
POHLED SEVERNÍ



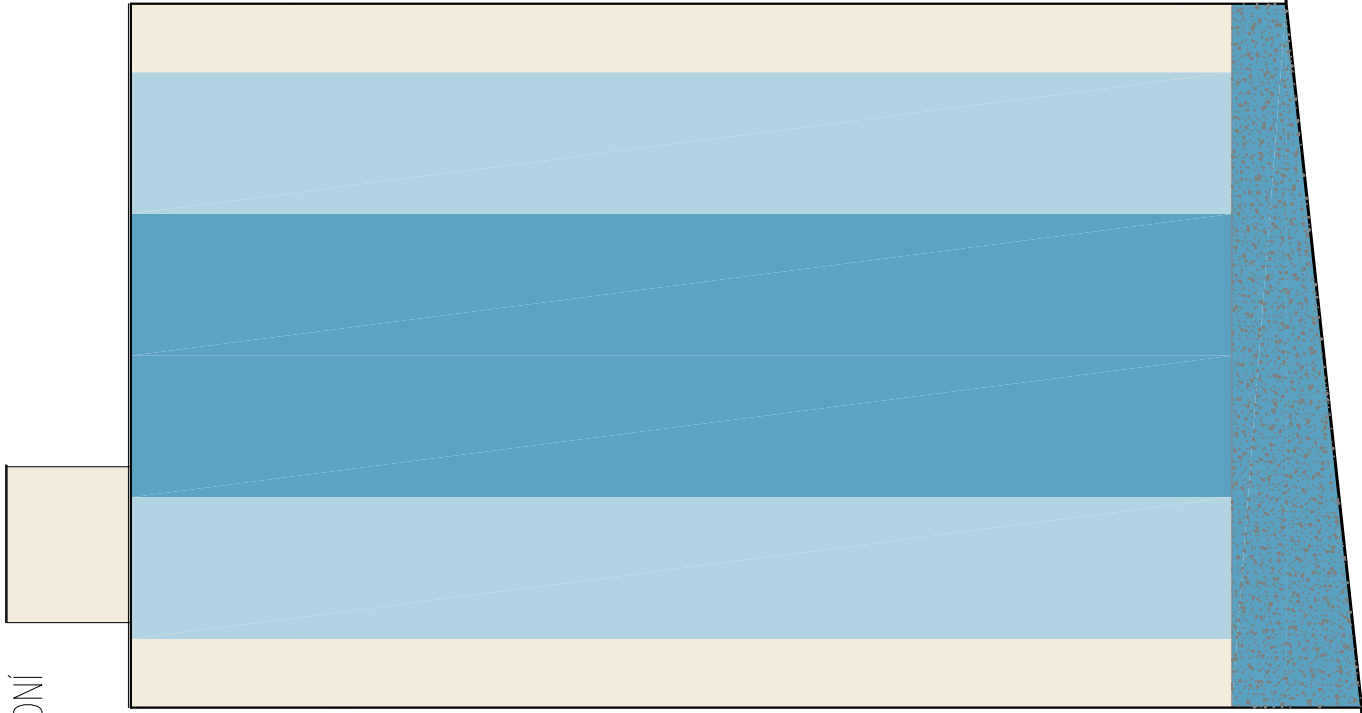
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

BAREVNÉ ŘEŠENÍ FASÁDY
VARIANTA 4

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

Počet listů 4

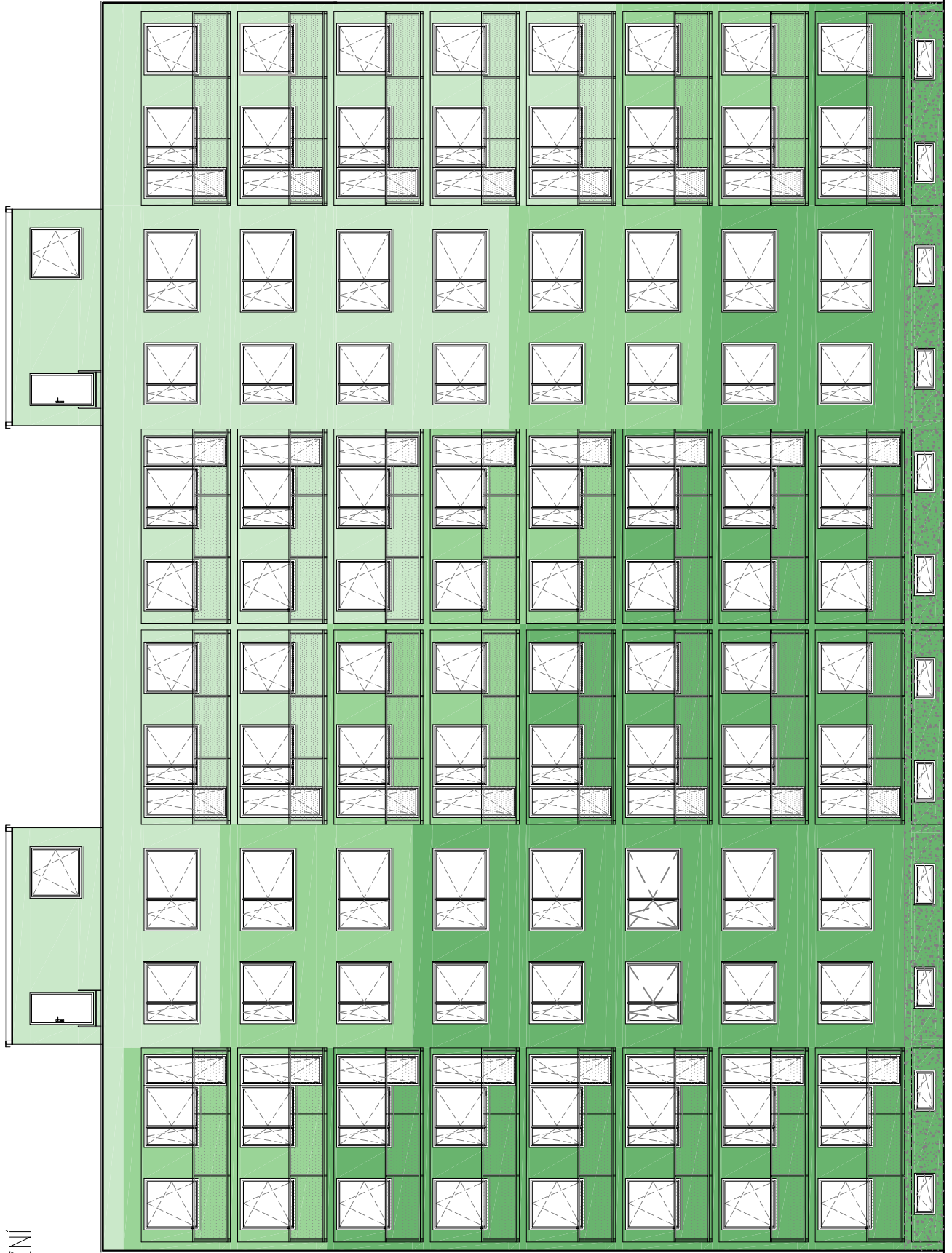
ČÍSLO PŘÍLOHY

18

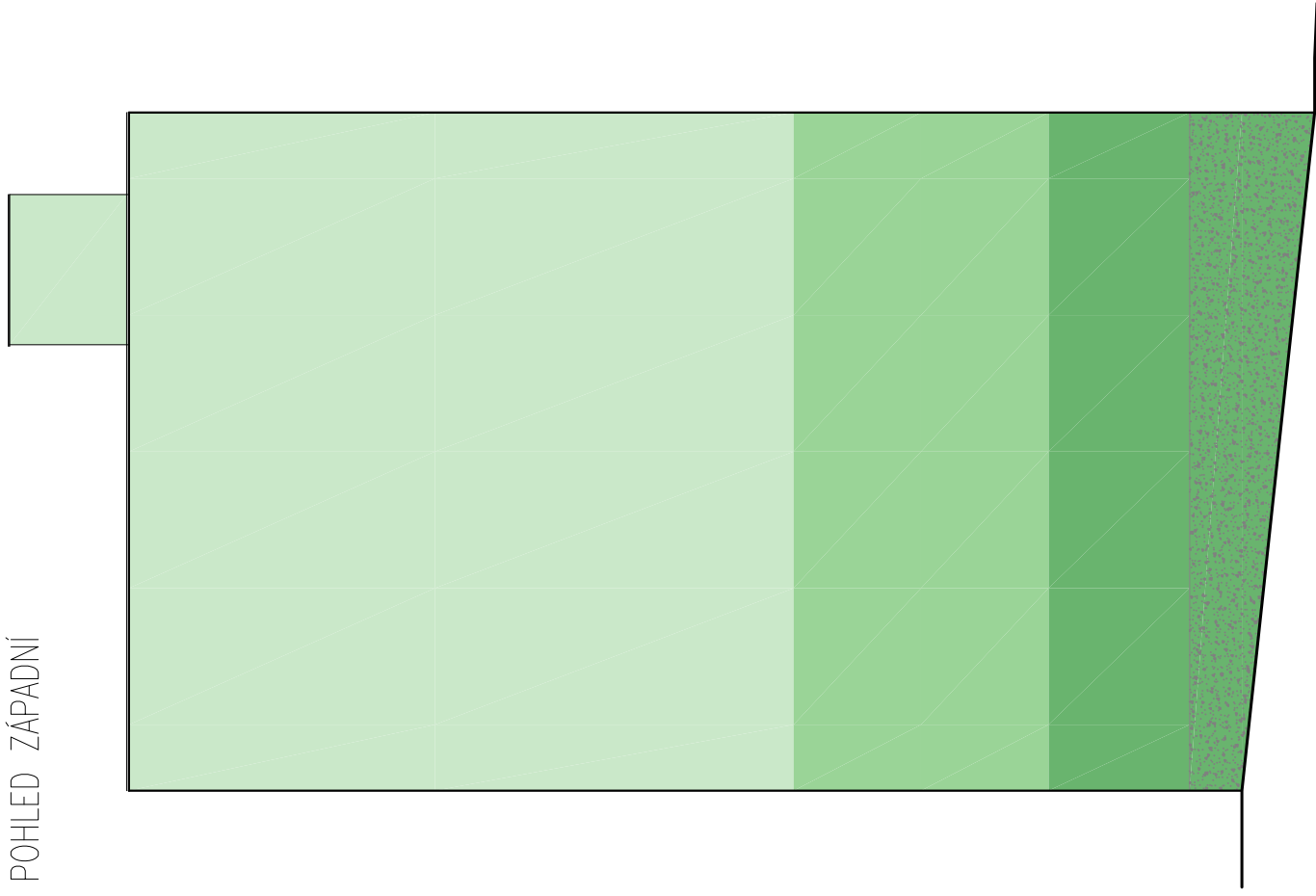
POHLED SEVERNÍ



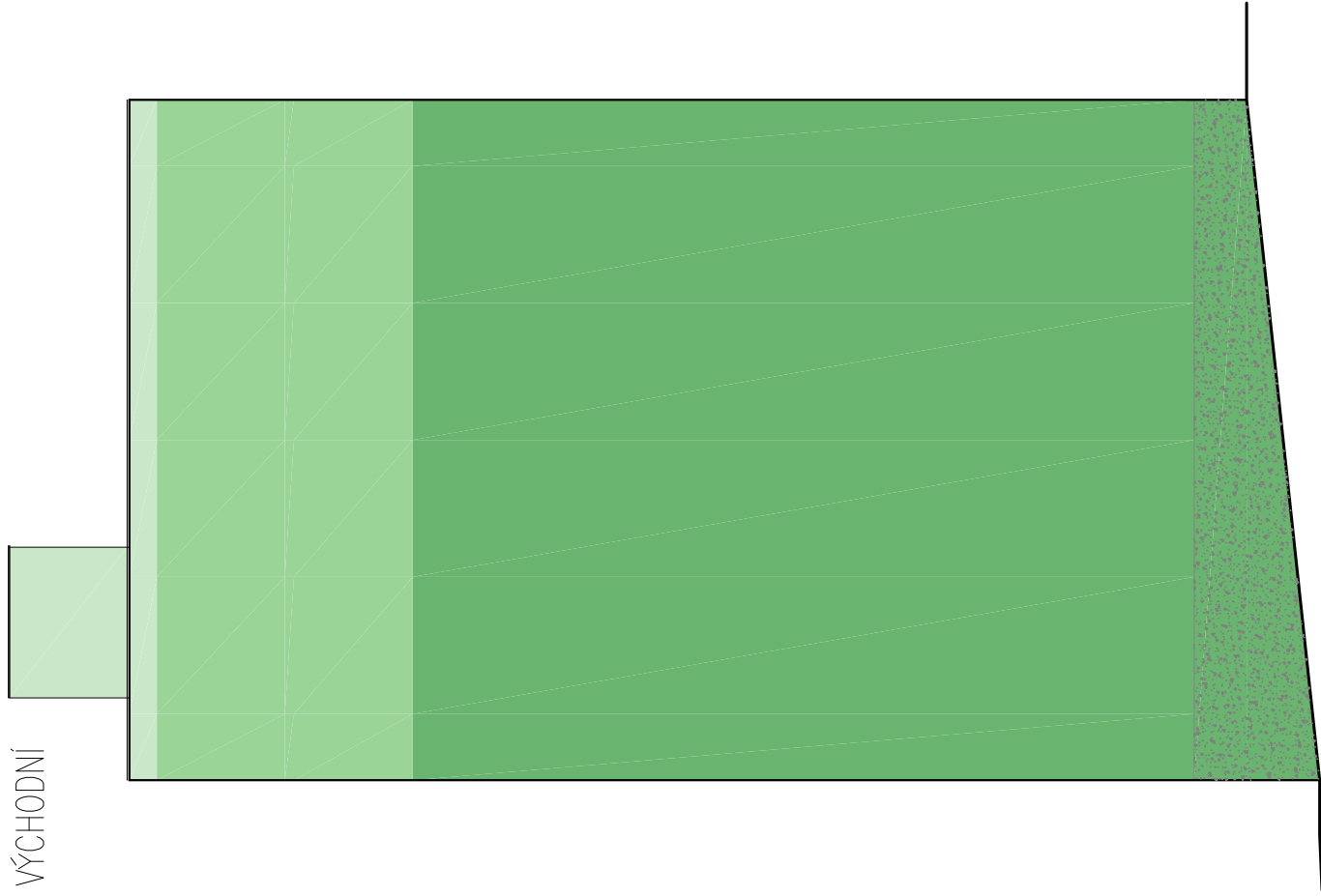
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

VÝPOČET PROSTUPU TEPLA
KONSTRUKCEMI - STÁVAJÍCÍ STAV

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

Počet listů 39

ČÍSLO PŘÍLOHY

19

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
A. Průčelní panely - s...	stěna	3.687	0.259	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **A. Průčelní panely - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
5	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Vnější malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Železobeton 1	---
4	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
5	Železobeton 2	---
6	Vnější malba	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m	u,23/80	W,c	W,m	Redistribuce
-------	-------	----------	---------	-----	-----	--------------

		[W/(m.K)]	[%]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Vnější malba	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

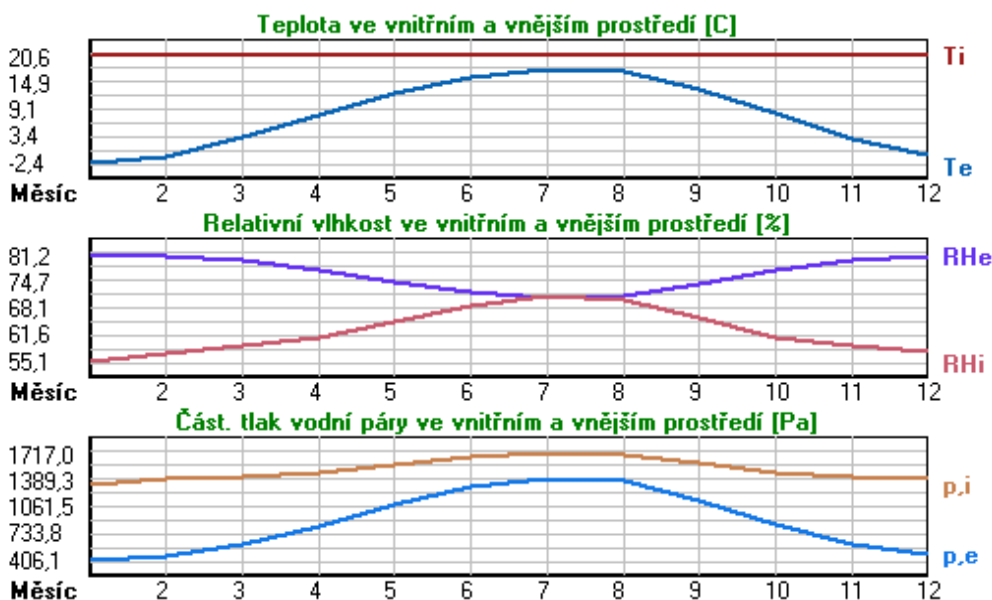
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.687 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.259 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.9E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 3028.8
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.49 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.937

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m				
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.2	0.937	60.3
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.2	0.937	62.3
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.5	0.937	63.0
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.8	0.937	63.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.1	0.937	66.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.937	70.0
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.937	71.7
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.937	71.1
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.1	0.937	67.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.8	0.937	64.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.5	0.937	63.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.3	0.937	62.7

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

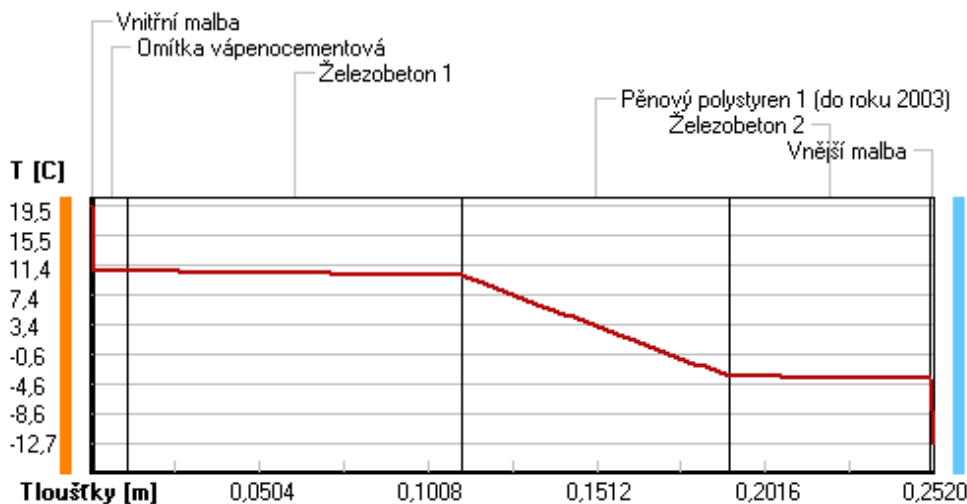
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

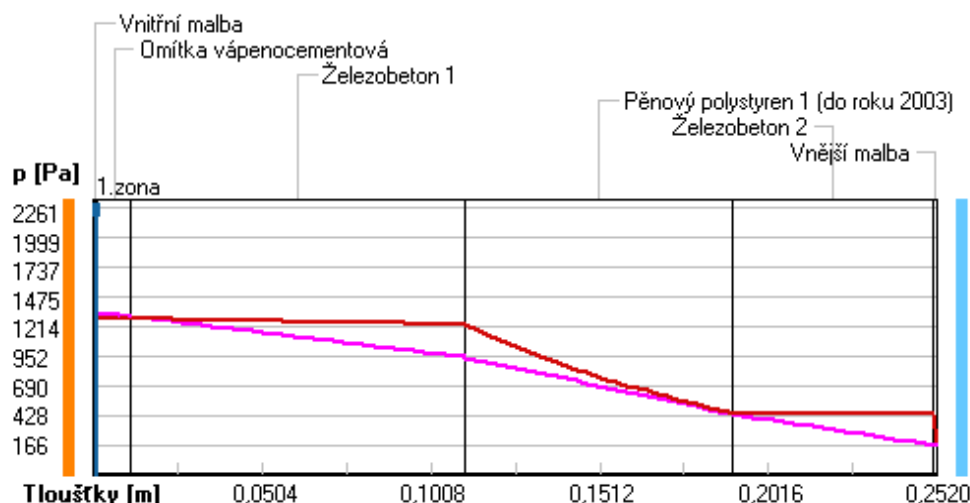
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.5	10.8	10.7	10.1	-3.6	-3.9	-12.7
p [Pa]:	1334	1334	1304	943	440	166	166
p _{sat} [Pa]:	2261	1291	1283	1232	452	439	204

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

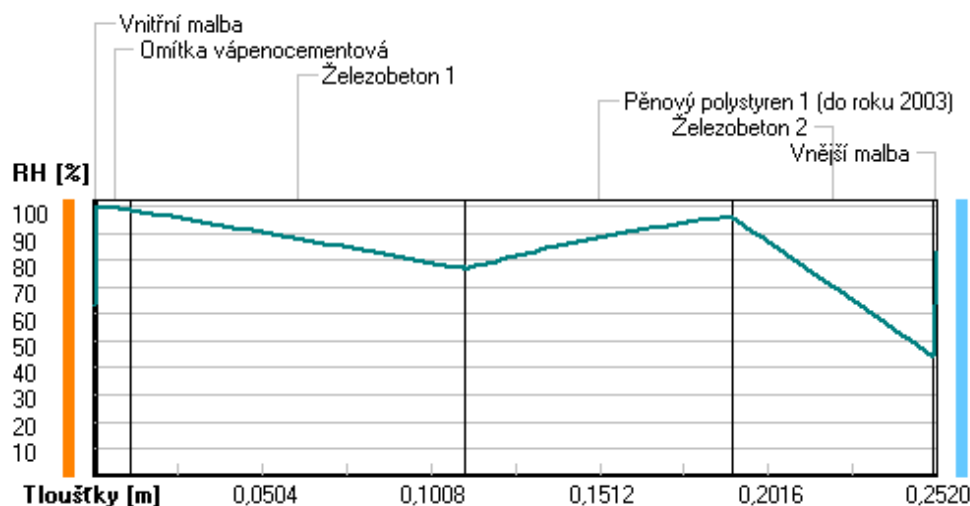
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0010	0.0010	8.607E-0003

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **492.1602 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%

1	Vnitřní malba	---	---	214	151	---
2	Omítka vápenoc	---	---	214	151	---
3	Železobeton 1	---	---	214	151	---
4	Pěnový polysty	---	---	365	---	---
5	Železobeton 2	---	---	365	---	---
6	Vnější malba	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
B. Boční lodžiové panely - s...	stěna	2.760	0.341	0.0460	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **B. Boční lodžiové panely - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
5	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Železobeton 1	---
4	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
5	Železobeton 2	---
6	Omítka vápenocementová	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m	u,23/80	W,c	W,m	Redistribuce
-------	-------	----------	---------	-----	-----	--------------

		[W/(m.K)]	[%]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

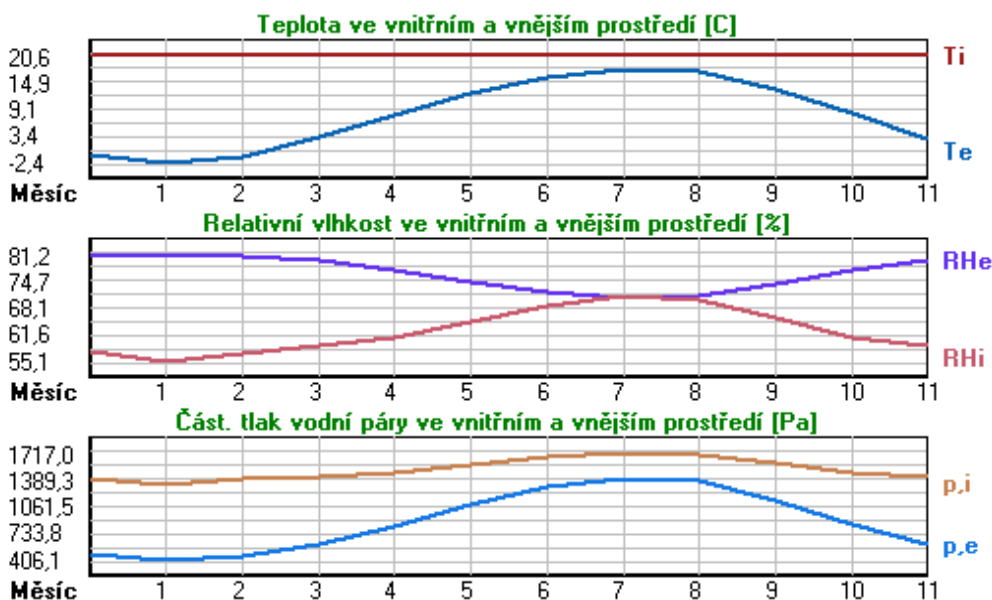
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 2.760 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.341 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.36 / 0.39 / 0.44 / 0.54 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírázkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.2E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 698.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 17.85 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.918

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m				
1	14.7	0.743	11.3	0.595	18.7	0.918	61.9
2	15.3	0.753	11.9	0.594	18.8	0.918	63.9
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.2	0.918	64.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.5	0.918	64.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.0	0.918	67.5
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.2	0.918	70.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.3	0.918	71.9
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.3	0.918	71.4
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.0	0.918	68.1
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.6	0.918	64.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.1	0.918	64.3
12	15.4	0.755	12.0	0.593	18.9	0.918	64.3

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

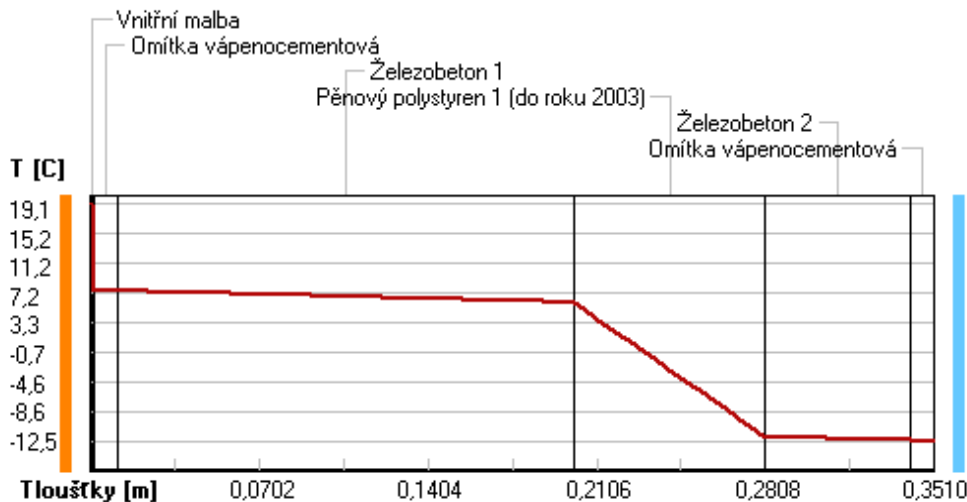
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

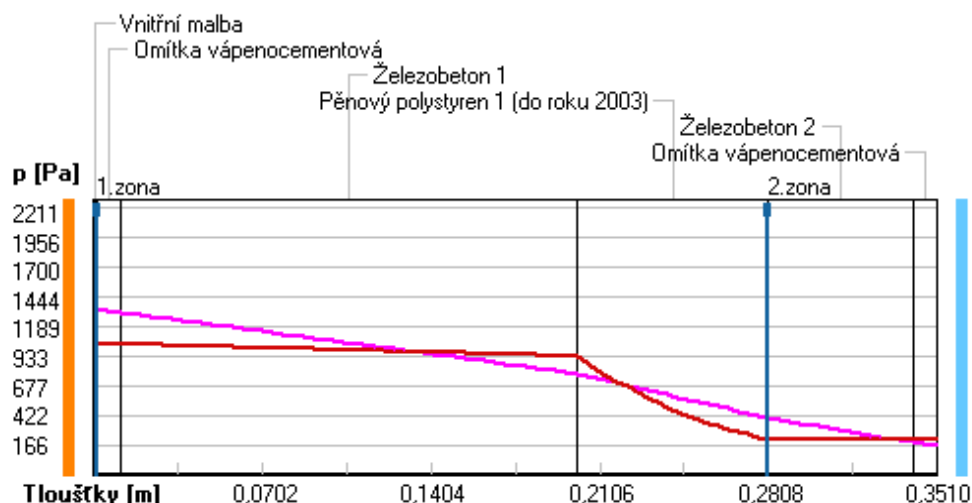
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.1	7.6	7.5	6.0	-12.0	-12.4	-12.5
p [Pa]:	1334	1334	1311	784	399	189	166
p _{sat} [Pa]:	2211	1046	1038	935	217	209	206

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

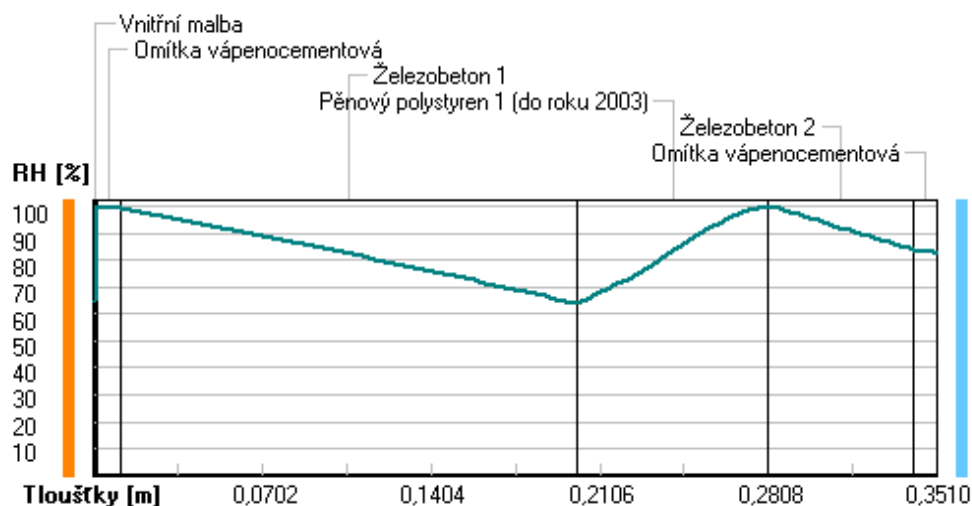
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá [m]	pravá [m]	
1	0.0010	0.0010	5.753E-0002
2	0.2810	0.2810	1.612E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0015 kg/(m2.rok)**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **145.7794 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

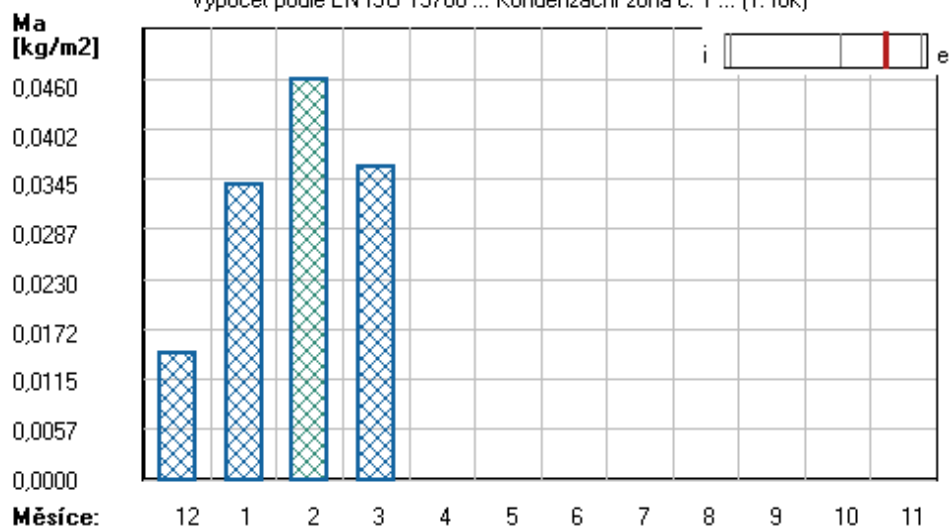
Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
12	0.2810	0.2810	0.0543	0.0398	0.0146	0.0146
1	0.2810	0.2852	0.0539	0.0352	0.0186	0.0338
2	0.2810	0.2852	0.0494	0.0372	0.0122	0.0460
3	0.2810	0.2852	0.0442	0.0543	-0.0102	0.0358
4	---	---	0.0263	0.0756	-0.0493	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0460 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0460 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0460 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vnitřní malba	---	---	153	61	151
2	Omítka vápenoc	---	---	153	61	151
3	Železobeton 1	---	---	153	122	90
4	Pěnový polysty	---	---	153	61	151
5	Železobeton 2	---	---	153	61	151
6	Omítka vápenoc	---	---	244	121	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
C. Mezi lodžiové panel...	stěna	2.133	0.434	279273.7188	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **C. Mezi lodžiové panely - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnější malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Vnější malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnější malba	---
2	Železobeton 1	---
3	Vnější malba	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Vnější malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Vnější malba	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

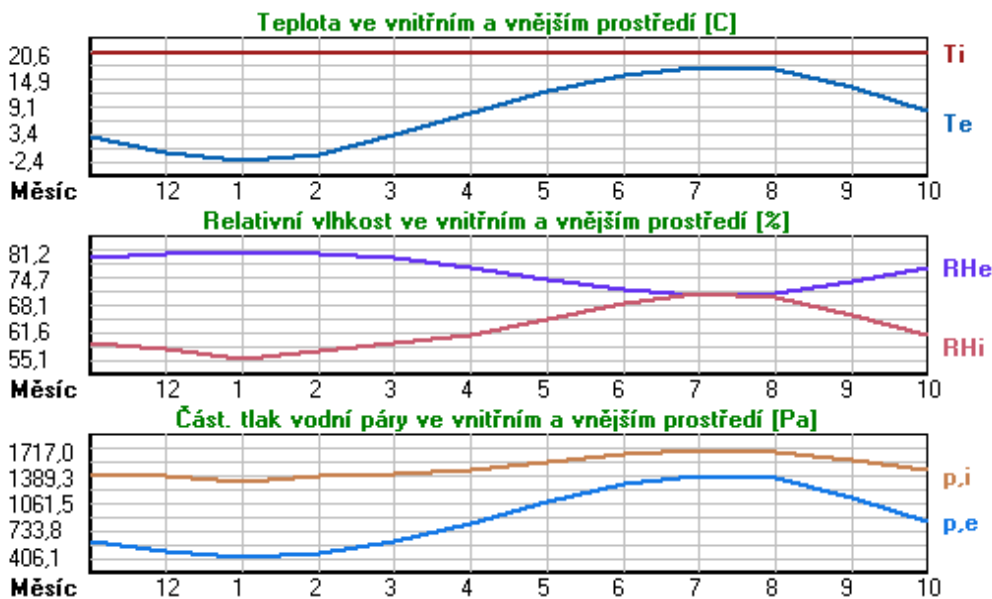
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: T_{ai} , R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.133 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.434 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.45 / 0.48 / 0.53 / 0.63 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_pT : 2.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 347.1
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 8.4 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 17.13 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.897**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	18.2	0.897	63.9
2	15.3	0.753	11.9	0.594	18.4	0.897	65.8
3	15.7	0.721	12.3	0.526	18.8	0.897	65.8
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.3	0.897	65.9
5	17.2	0.576	13.8	0.135	19.8	0.897	68.3
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.1	0.897	70.8
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.3	0.897	72.2
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.2	0.897	71.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	19.8	0.897	68.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.3	0.897	66.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	18.8	0.897	65.9
12	15.4	0.755	12.0	0.593	18.4	0.897	66.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

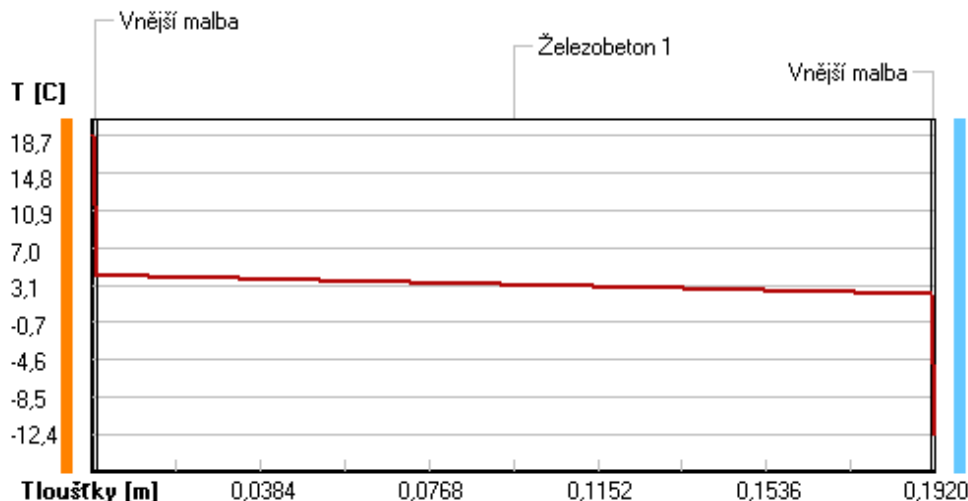
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

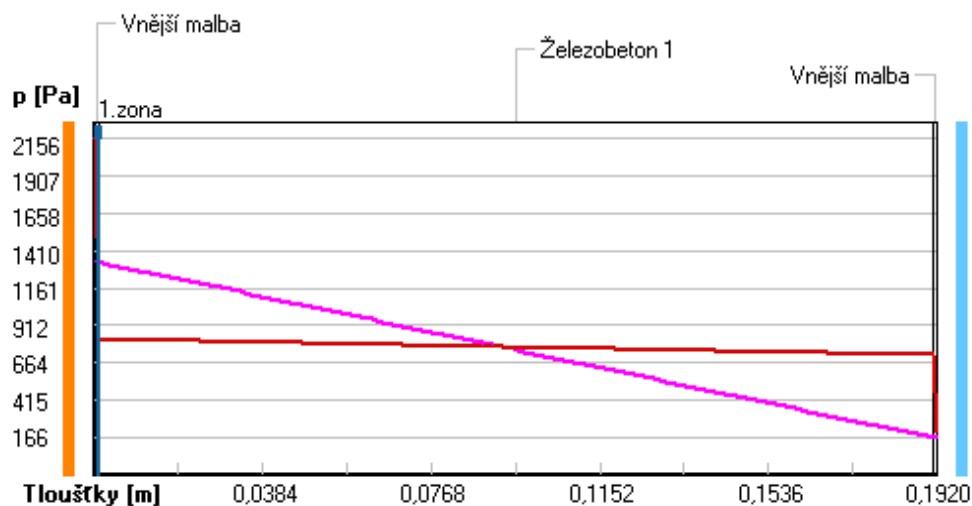
rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	18.7	4.1	2.2	-12.4
p [Pa]:	1334	1334	166	166
p,sat [Pa]:	2156	819	714	209

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

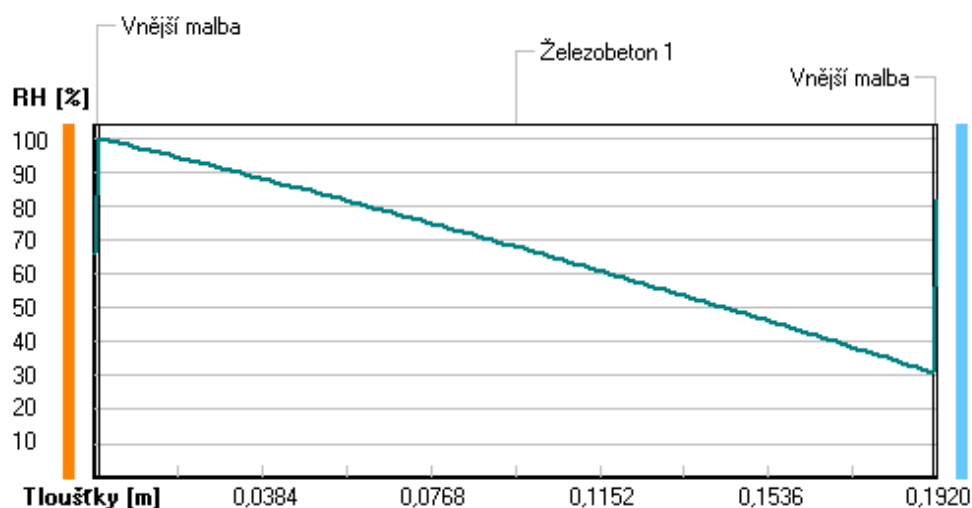
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0010	0.0010	1.029E-0001

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/(m2.rok)**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **492.3952 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

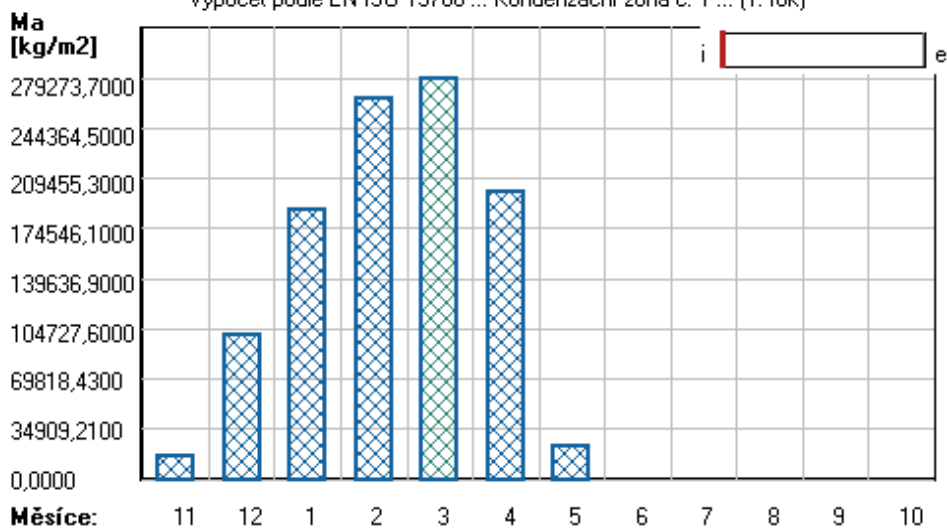
Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma	
	levá	pravá	g,in	g,out			
11	0.0010	0.0010	16614.5532		0.0944	16614.4591	16614.4590
12	0.0010	0.0033	83398.9343		0.0960	83398.8395	100013.2969
1	0.0010	0.0033	85140.6752		0.0918	85140.5786	187991.8906
2	0.0010	0.0033	76534.5945		0.0866	76534.5044	264526.4063
3	0.0010	0.0033	14747.4151		0.0987	14747.3166	279273.7188
4	0.0010	0.0033	-79767.0845		0.0974	-79767.1811	199506.5313
5	0.0010	0.0033	-176263.3552		0.1004	-176263.4550	23243.0762
6	---	---	-225580.7390		0.0962	-225580.8356	0.0000
7	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a : **279273.7188 kg/m²**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **279273.7188 kg/m²**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.1704 kg/m²

..... a do interiéru: 279273.5313 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $Mc,a < Mev,a$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vnější malba	---	---	92	61	212
2	Železobeton 1	---	---	92	61	212
3	Vnější malba	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
D. Průčelní lodžiové p...	stěna	3.745	0.255	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **D. Průčelní lodžiové panely - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
5	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Vnější malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Železobeton 1	---
4	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
5	Železobeton 2	---
6	Vnější malba	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m	u,23/80	W,c	W,m	Redistribuce
-------	-------	----------	---------	-----	-----	--------------

		[W/(m.K)]	[%]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Vnější malba	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

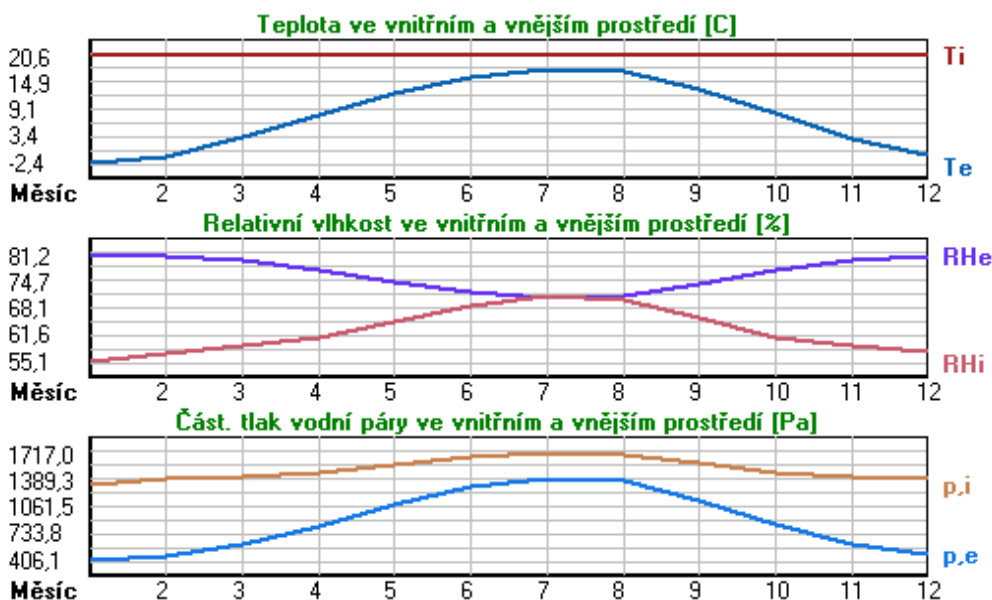
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.745 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.255 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírázkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 6119.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.52 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.938

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m				
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.2	0.938	60.2
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.3	0.938	62.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.5	0.938	62.9
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.8	0.938	63.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.1	0.938	66.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.938	69.9
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.938	71.6
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.938	71.1
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.1	0.938	67.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.8	0.938	63.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.5	0.938	62.9
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.3	0.938	62.6

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

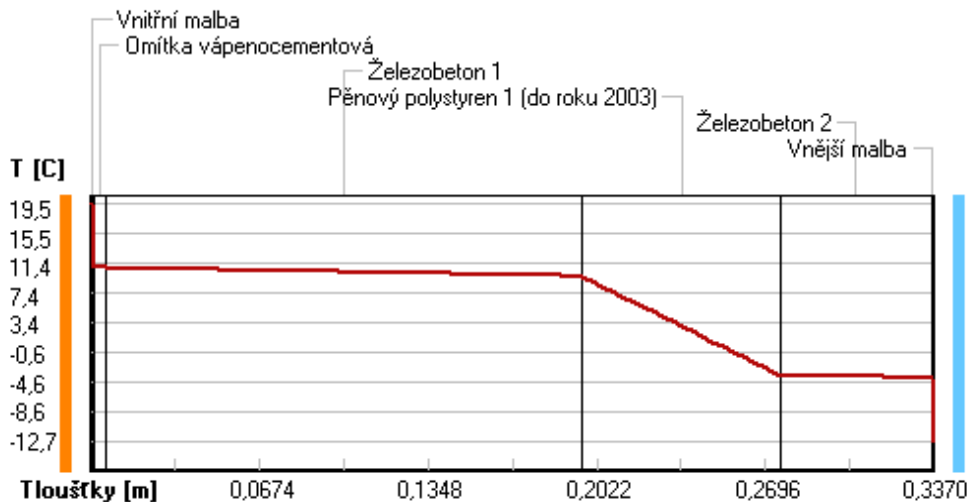
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

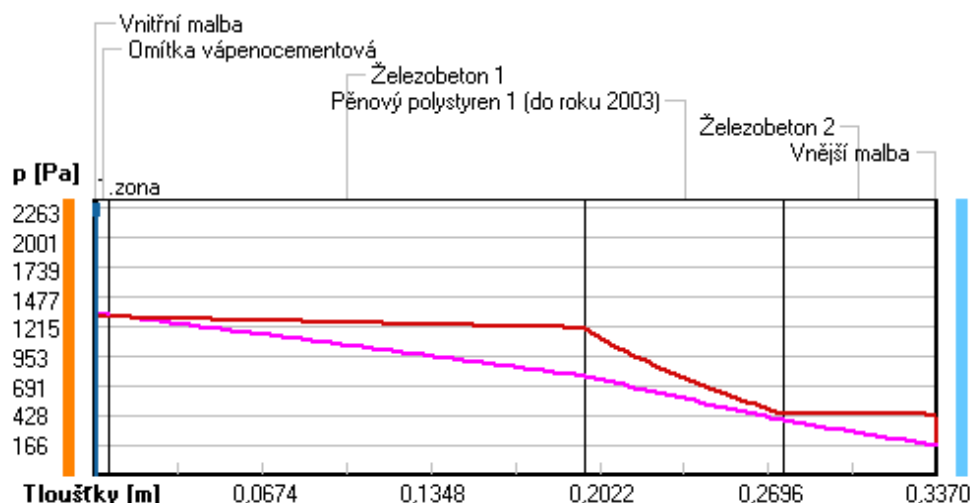
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.5	10.9	10.9	9.7	-3.7	-4.1	-12.7
p [Pa]:	1334	1334	1322	780	382	166	166
p _{sat} [Pa]:	2263	1303	1300	1204	446	434	204

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

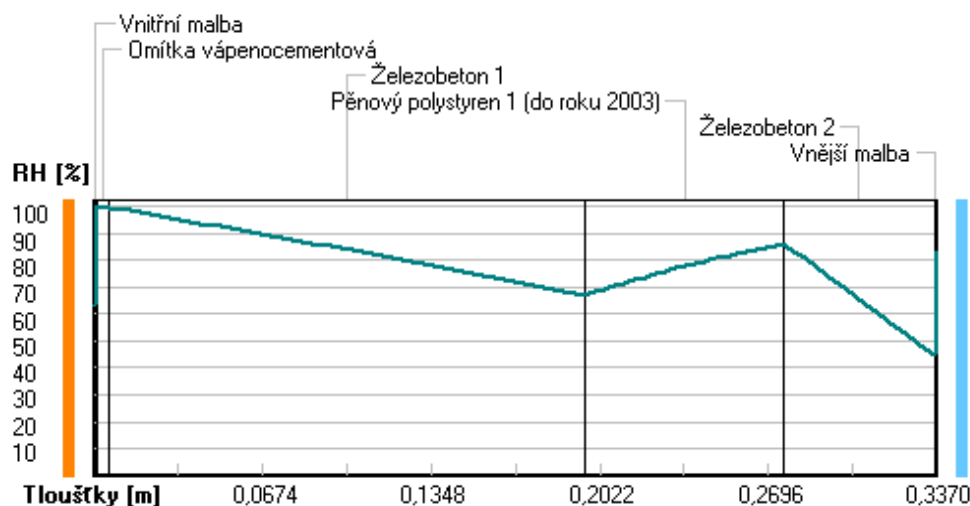
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0010	0.0010	6.093E-0003

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/(m2.rok)**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **491.9877 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%

1	Vnitřní malba	---	---	214	151	---
2	Omítka vápenoc	---	---	214	151	---
3	Železobeton 1	---	---	214	151	---
4	Pěnový polysty	---	153	212	---	---
5	Železobeton 2	---	153	212	---	---
6	Vnější malba	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
E. Stěny výtahové šach...	stěna	3.115	0.304	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **E. Stěny výtahové šachty - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,1400	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Pěnový polysty	0,0500	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
5	Železobeton 2	0,0500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Vnější malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Železobeton 1	---
4	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
5	Železobeton 2	---
6	Vnější malba	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m	u,23/80	W,c	W,m	Redistribuce
-------	-------	----------	---------	-----	-----	--------------

		[W/(m.K)]	[%]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Vnější malba	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

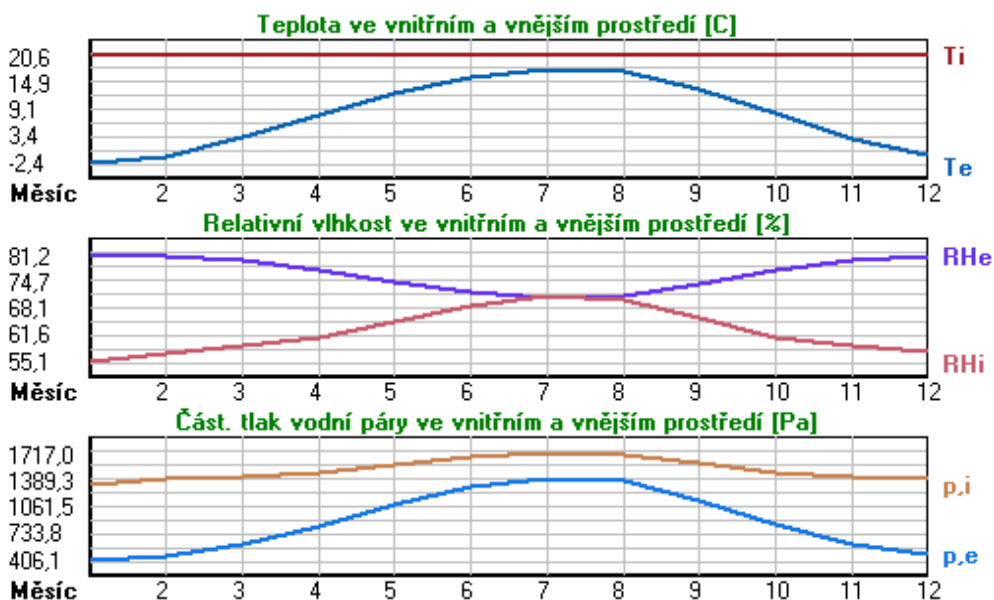
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.115 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.304 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.32 / 0.35 / 0.40 / 0.50 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.6E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2242.4
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.13 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.927

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	18.9	0.927	61.2
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.0	0.927	63.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.3	0.927	63.7
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.7	0.927	64.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.0	0.927	67.3
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.927	70.2
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.927	71.8
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.3	0.927	71.3
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.1	0.927	67.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.7	0.927	64.5
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.3	0.927	63.7
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.0	0.927	63.5

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

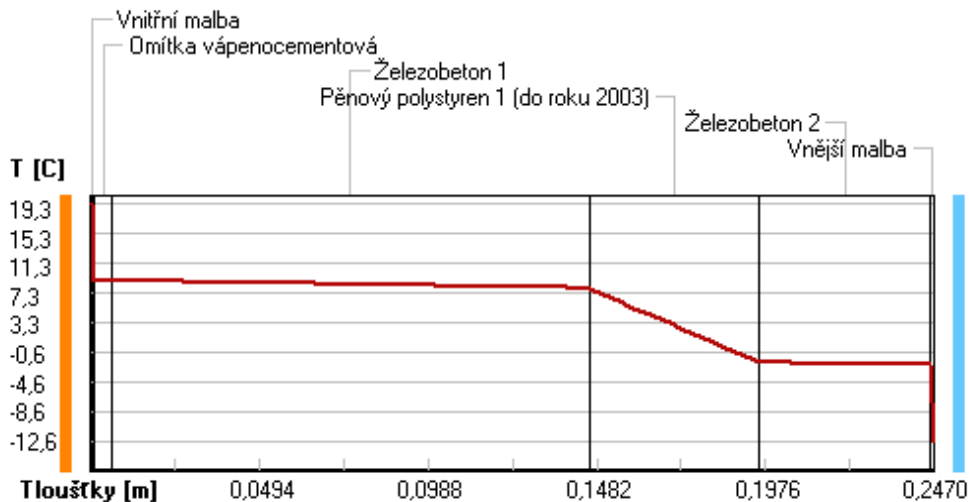
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

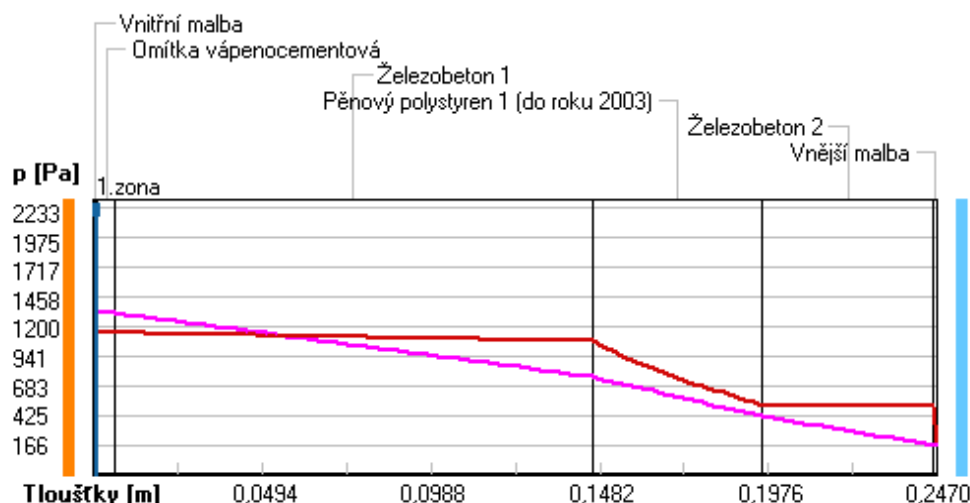
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.3	9.0	9.0	8.0	-2.0	-2.4	-12.6
p [Pa]:	1334	1334	1317	762	417	166	166
p _{sat} [Pa]:	2233	1151	1147	1071	515	502	205

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

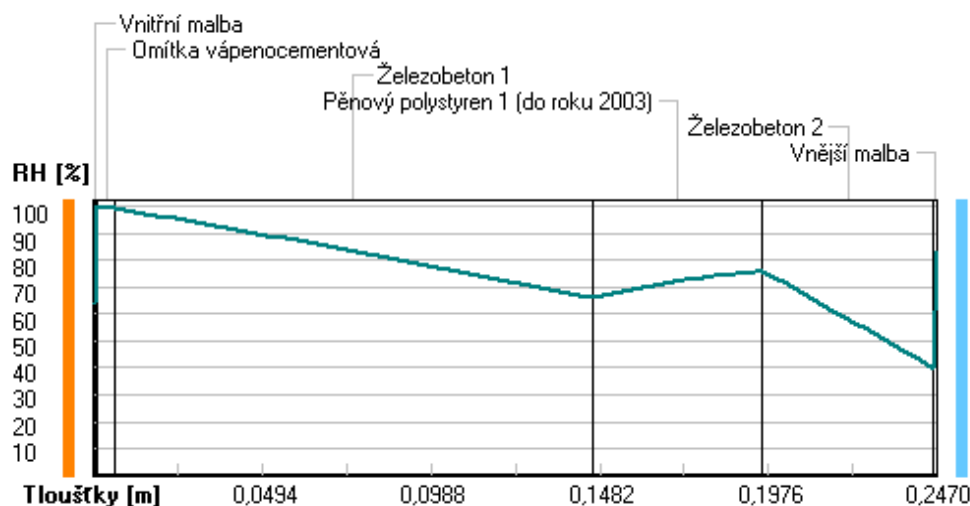
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0010	0.0010	3.663E-0002

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/(m2.rok)**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **492.1794 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%

1	Vnitřní malba	---	---	184	91	90
2	Omítka vápenoc	---	---	184	91	90
3	Železobeton 1	---	---	214	61	90
4	Pěnový polysty	---	365	---	---	---
5	Železobeton 2	---	365	---	---	---
6	Vnější malba	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
F. Střešní plášť domu ...	stěna	4.371	0.220	0.4591	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **F. Střešní plášť domu - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Dutinový panel	0,1900	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
4	Skelná vlna 1	0,1200	0,0460	940,0	15,0	2,5	0.0000
5	Uzavřená vzduch	0,0500	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
6	Dřevovláknité	0,0250	0,0750	1630,0	200,0	12,5	0.0000
7	A 500 H	0,0200	0,2100	1470,0	1070,0	8550,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Dutinový panel	---
4	Skelná vlna 1 (do roku 2003)	---
5	Uzavřená vzduch. dutina tl. 50 mm	---
6	Dřevovláknité desky lisované 1	---
7	A 500 H	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Dutinový panel	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Skelná vlna 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Uzavřená vzduc	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Dřevovláknité	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	A 500 H	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

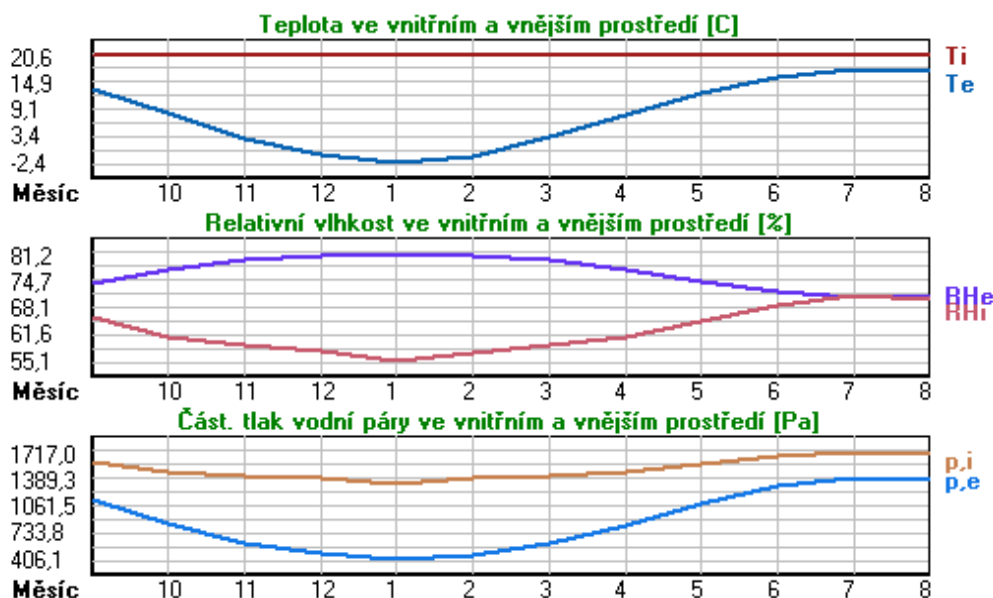
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.371 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.220 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.4E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 468.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 8.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.80 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.946

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.4	0.946	59.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.4	0.946	61.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.7	0.946	62.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.9	0.946	63.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.946	66.6
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.946	69.8
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.946	71.5
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.946	70.9
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.2	0.946	67.2
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.9	0.946	63.5
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.7	0.946	62.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.5	0.946	61.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

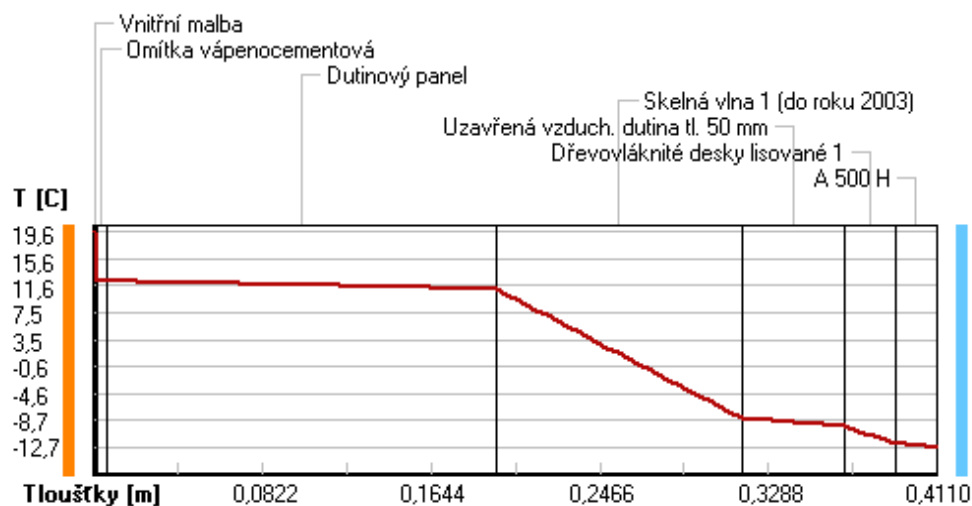
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

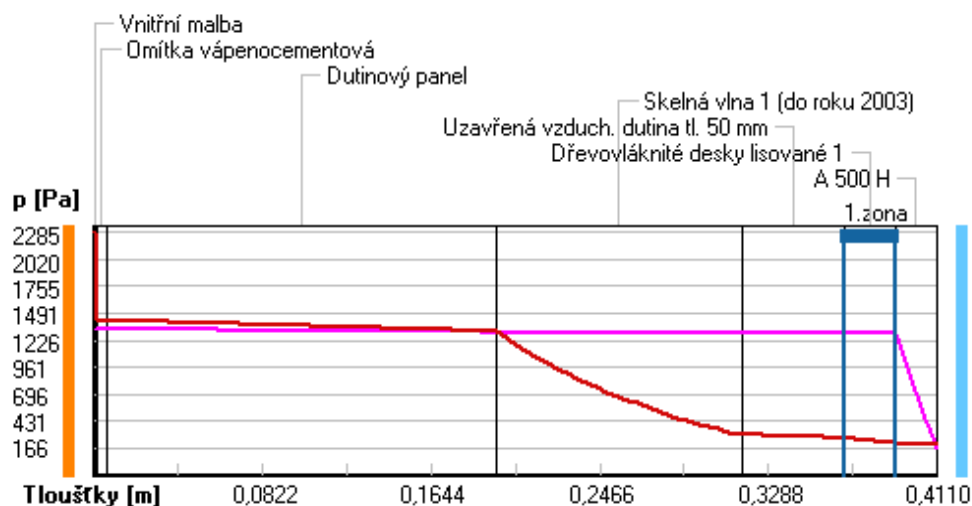
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.6	12.2	12.2	11.0	-8.3	-9.5	-12.0	-12.7
p [Pa]:	1334	1334	1333	1304	1302	1302	1300	166
p _{sat} [Pa]:	2285	1424	1420	1315	302	270	217	203

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

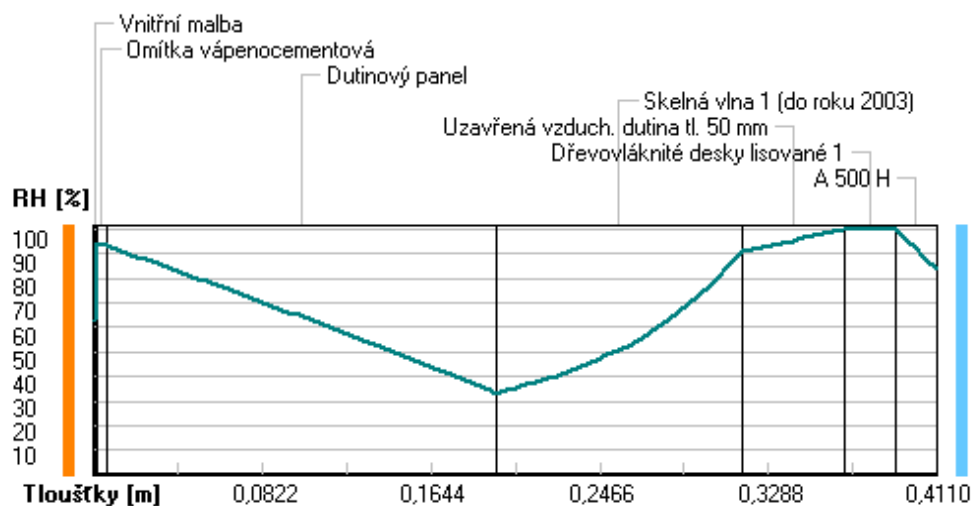
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.3660	0.3910	4.449E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.3994 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.2727 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

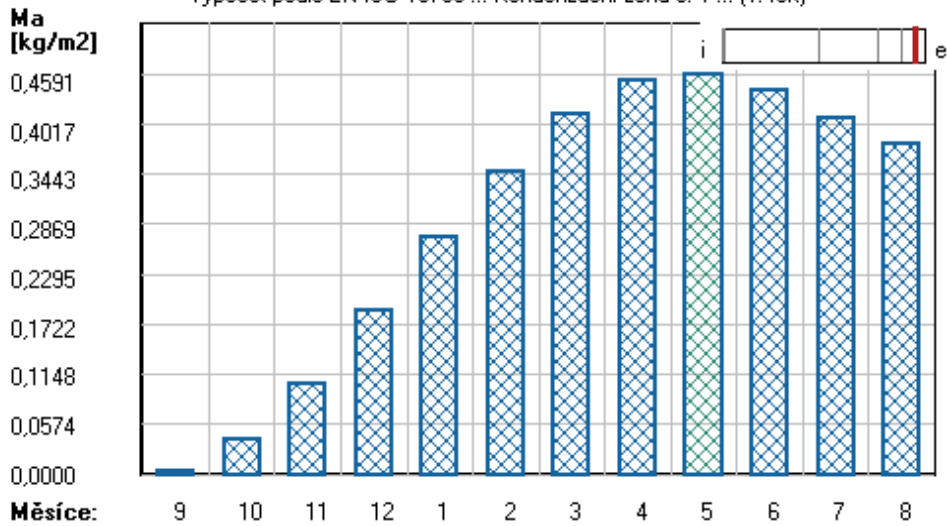
Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
9	0.3910	0.3910	0.0043	0.0013	0.0031	0.0031
10	0.3910	0.3959	0.0376	0.0011	0.0365	0.0396
11	0.3910	0.3959	0.0658	0.0007	0.0650	0.1046
12	0.3910	0.3959	0.0829	0.0006	0.0823	0.1870
1	0.3910	0.3959	0.0822	0.0005	0.0817	0.2714
2	0.3910	0.3959	0.0753	0.0005	0.0748	0.3462
3	0.3910	0.3959	0.0674	0.0007	0.0666	0.4129
4	0.3910	0.3959	0.0401	0.0010	0.0391	0.4519
5	0.3910	0.3959	0.0088	0.0016	0.0071	0.4591
6	0.3910	0.3959	-0.0159	0.0021	-0.0180	0.4411
7	0.3910	0.3959	-0.0309	0.0025	-0.0334	0.4077
8	0.3910	0.3959	-0.0263	0.0024	-0.0287	0.3790

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.4591 kg/m²**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0801 kg/m²**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0070 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0731 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $M_{c,a} > M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vnitřní malba	---	---	306	59	---
2	Omítka vápenoc	---	---	306	59	---
3	Dutinový panel	---	---	273	92	---
4	Skelná vlna 1	---	---	---	31	334
5	Uzavřená vzduch	---	---	---	---	365
6	Dřevovláknité	---	---	---	---	365
7	A 500 H	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
G. Střešní plášť výtah...	stěna	2.286	0.407	161312.1875	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **G. Střešní plášť výtahové šachty - stávající stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vnitřní malba	0,0010	0,0010	1,0	1,0	0,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Štěrka	0,0750	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000
5	Beton hutný 1	0,0350	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
6	IPA 500 SH	0,0050	0,2100	1470,0	1100,0	17100,0	0.0000
7	Pěnový polysty	0,0500	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vnitřní malba	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Železobeton 1	---
4	Štěrka	---
5	Beton hutný 1	---
6	IPA 500 SH	---
7	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Vnitřní malba	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Štěrka	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Beton hutný 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	IPA 500 SH	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

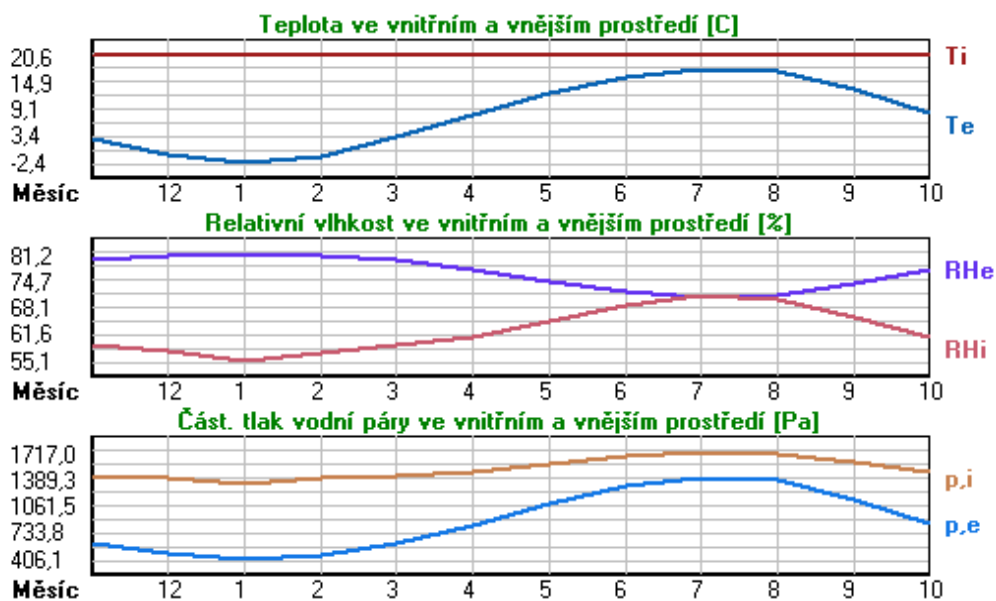
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 2.286 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.407 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.43 / 0.46 / 0.51 / 0.61 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.0E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 815.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 17.34 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.903**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	18.4	0.903	63.3
2	15.3	0.753	11.9	0.594	18.5	0.903	65.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	18.9	0.903	65.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.3	0.903	65.6
5	17.2	0.576	13.8	0.135	19.8	0.903	68.0
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.1	0.903	70.7
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.3	0.903	72.1
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.3	0.903	71.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	19.9	0.903	68.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.4	0.903	65.7
11	15.7	0.723	12.3	0.529	18.9	0.903	65.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	18.5	0.903	65.6

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

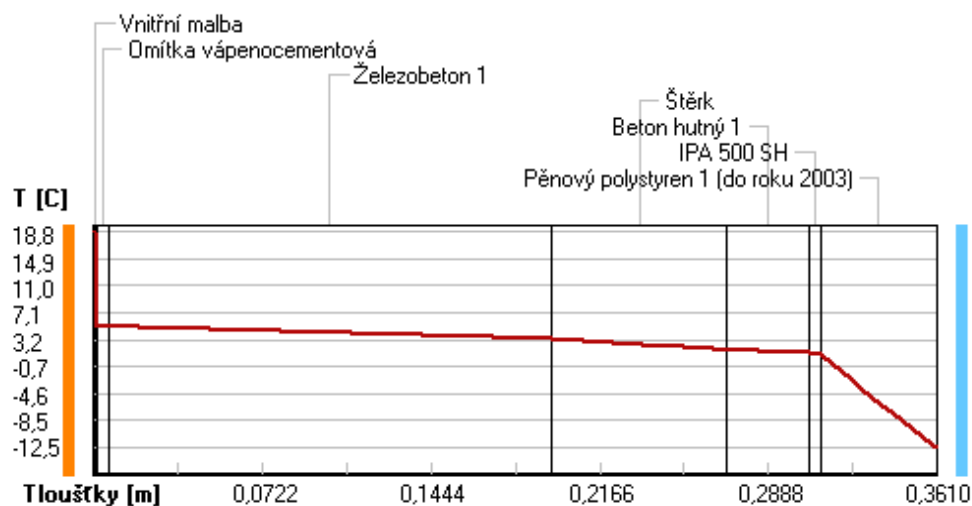
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

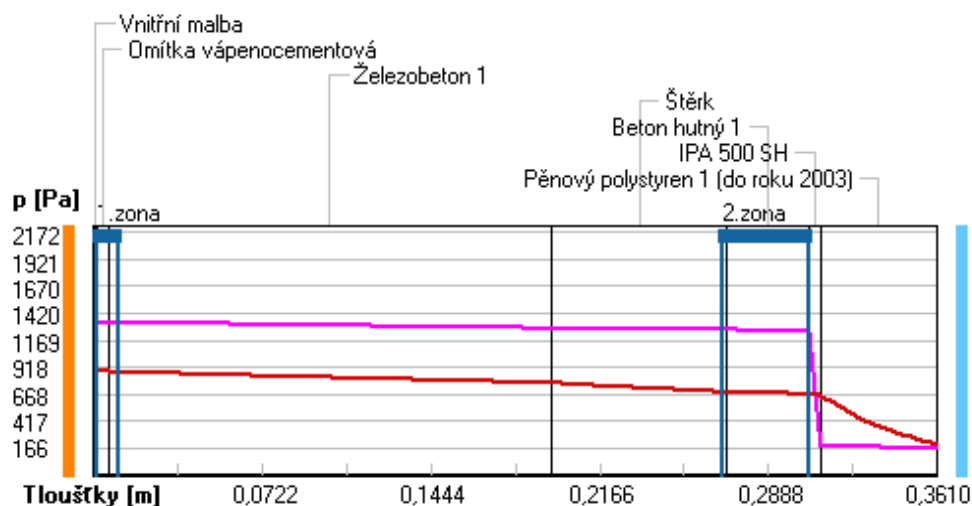
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	18.8	5.1	5.1	3.3	1.7	1.3	1.0	-12.5
p [Pa]:	1334	1334	1333	1278	1264	1257	191	166
p _{sat} [Pa]:	2172	880	876	771	689	670	654	208

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

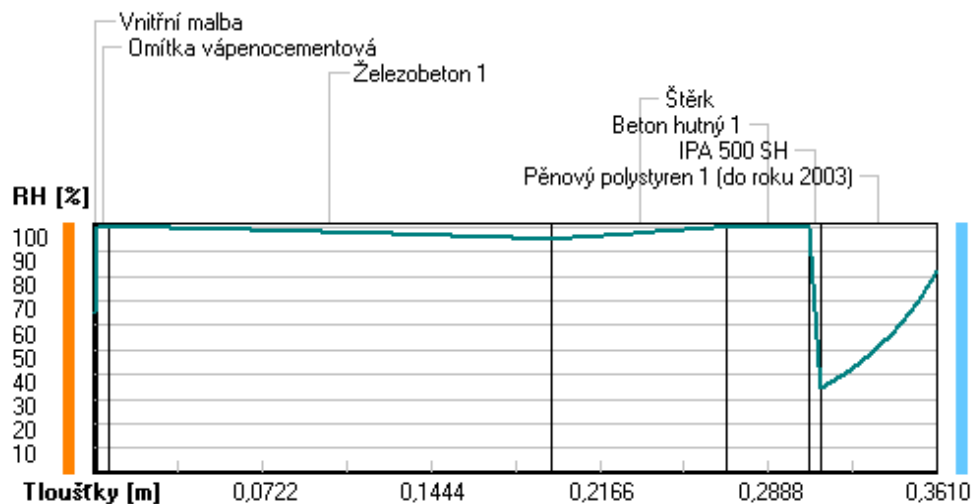
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0010	0.0103	9.068E-0002
2	0.2696	0.3060	5.666E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/(m2.rok)**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **155.0151 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -13.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

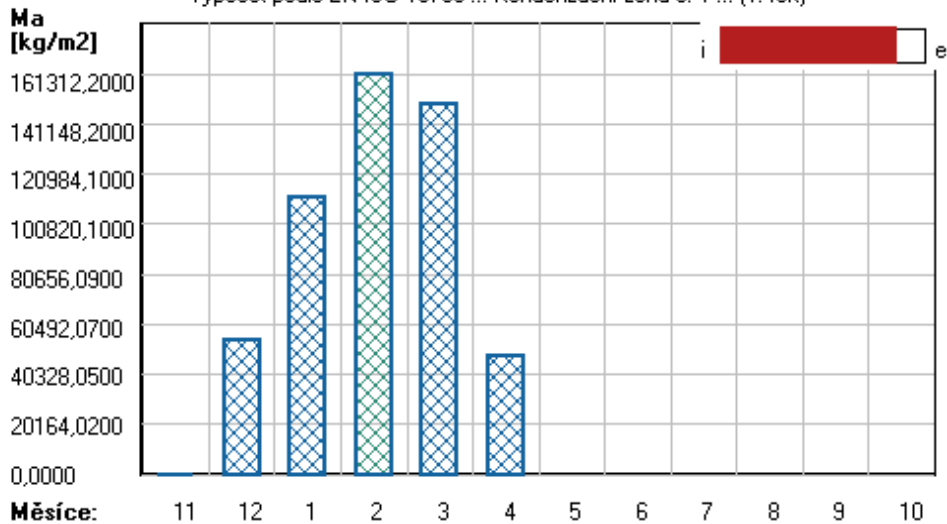
Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.3060	0.3060	0.0137	0.0039	0.0097	0.0097
12	0.0010	0.3103	53943.0101		0.0248	53942.9851
1	0.0010	0.3103	55733.7520		0.0235	111534.5156
2	0.0010	0.3103	49777.6940		0.0223	161312.1875
3	0.0010	0.3103	-12268.3914		0.0261	149043.7656
4	0.0010	0.3103	-101544.2458		0.0267	47499.4922
5	---	---	-192011.3047		0.0288	-192011.3246
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **161312.1875 kg/m²**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **161312.1875 kg/m²**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0430 kg/m²

..... a do interiéru: 161312.1406 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vnitřní malba	---	---	92	92	181
2	Omítka vápenoc	---	---	92	92	181
3	Železobeton 1	---	---	92	92	181
4	Štěrka	---	---	92	61	212
5	Beton hutný 1	---	---	62	91	212
6	IPA 500 SH	---	---	62	91	212
7	Pěnový polysty	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

VÝPOČET PROSTUPU TEPLA
KONSTRUKCEMI - NOVÝ STAV

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

Počet listů 43

ČÍSLO PŘÍLOHY

20

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
A. Průčelní panely - n...	stěna	5.698	0.170	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **A. Průčelní panely - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1600	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

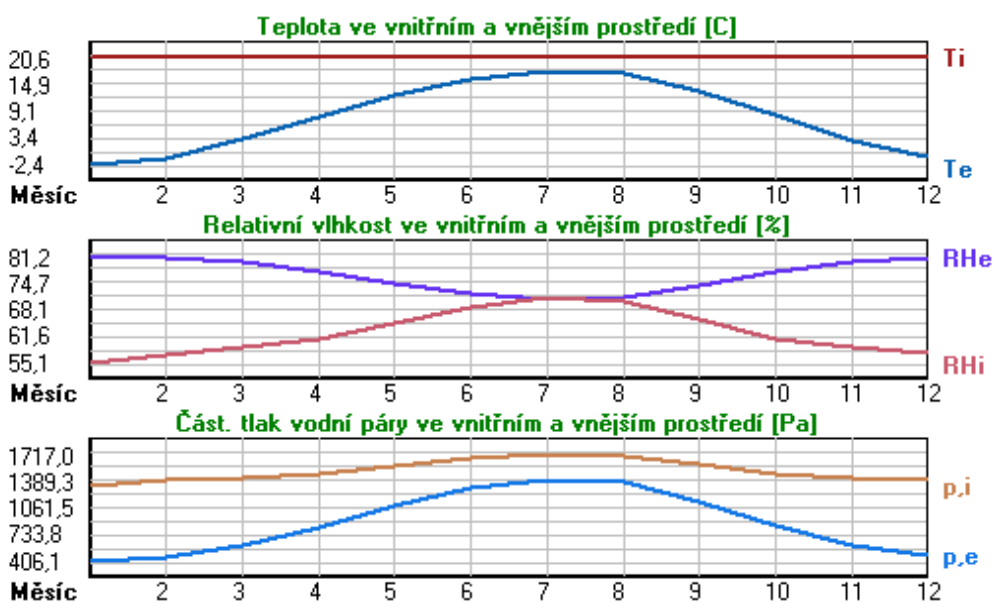
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 5.698 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.170 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1784.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.20 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.958**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.6	0.958	58.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.958	60.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.958	61.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.958	62.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.958	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.958	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.958	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.958	70.8
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.958	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.958	63.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.958	61.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.958	60.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

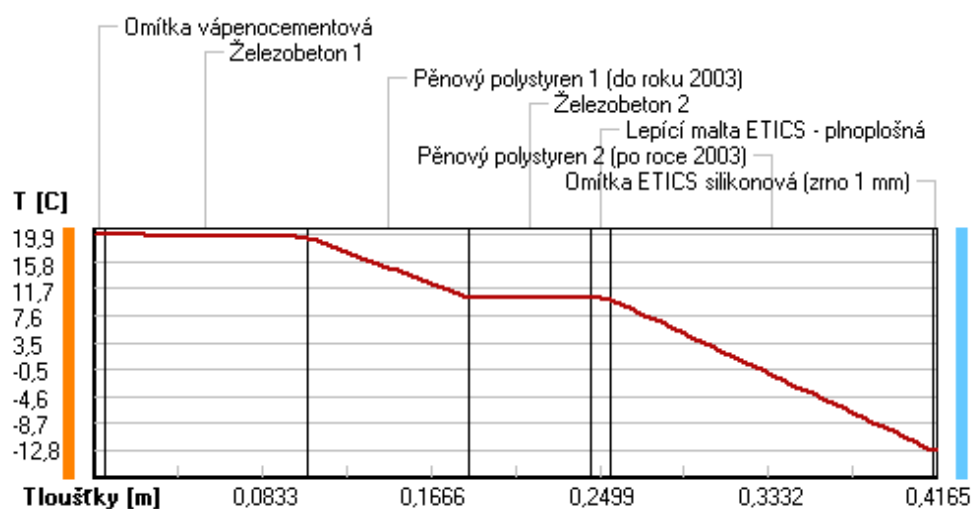
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

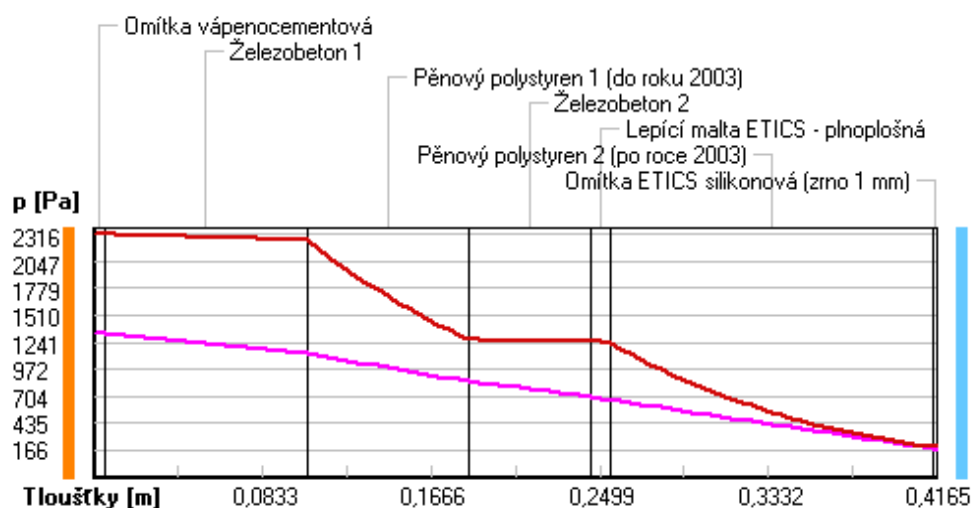
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.8	19.4	10.4	10.2	10.1	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1326	1128	852	702	668	186	166
p,sat [Pa]:	2316	2312	2255	1264	1246	1239	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

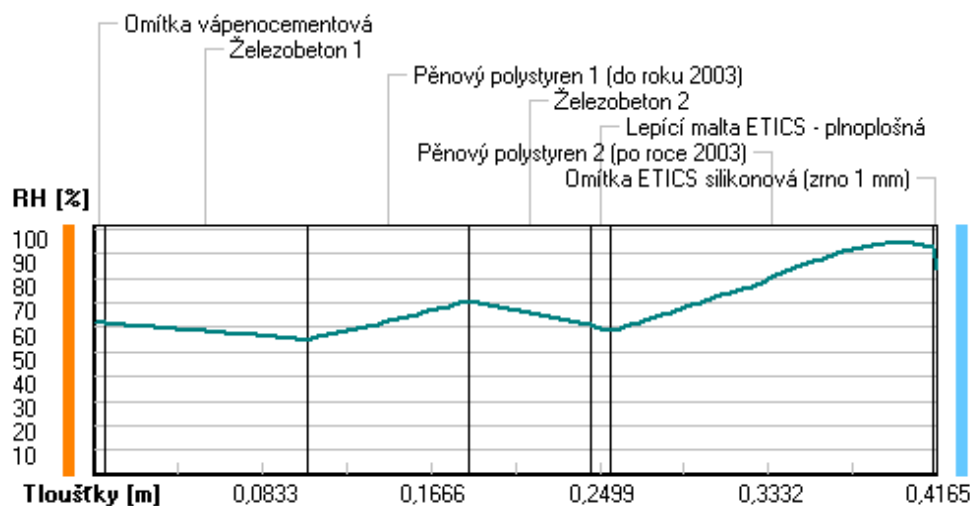
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.722E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	90	213	62	---	---
3	Pěnový polysty	---	365	---	---	---
4	Železobeton 2	---	365	---	---	---

5	Lepící malta E	212	153	---	---	---
6	Pěnový polysty	---	---	214	151	---
7	Omítka ETICS s	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepíše ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
B. Boční lodžiové pane...	stěna	5.757	0.169	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **B. Boční lodžiové panely - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0010	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1600	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

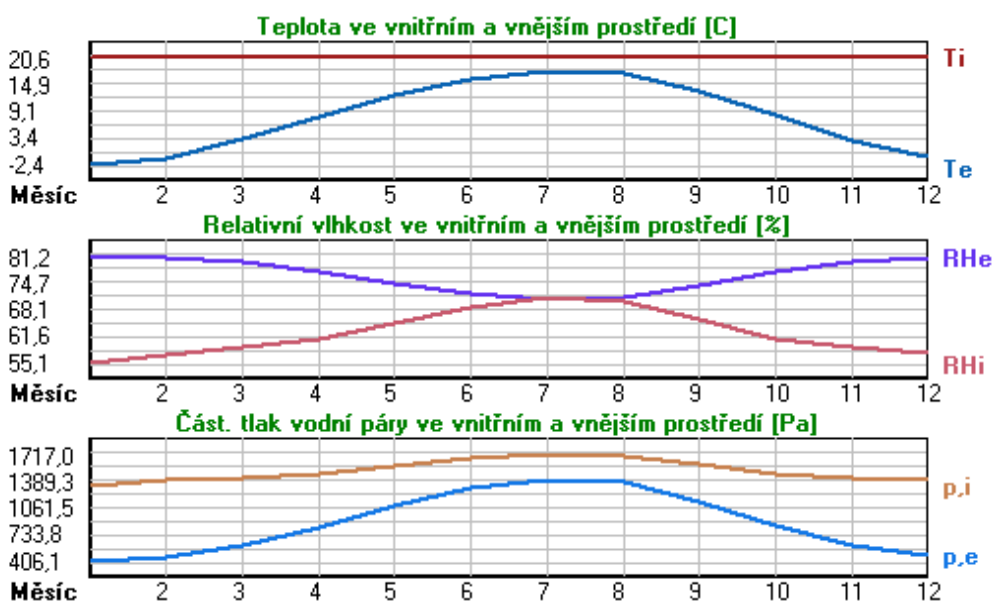
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 5.757 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.169 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 3766.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.21 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.959**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.6	0.959	58.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.959	60.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.959	61.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.959	62.7
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.959	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.959	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.959	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.959	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.959	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.959	62.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.959	61.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.959	60.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

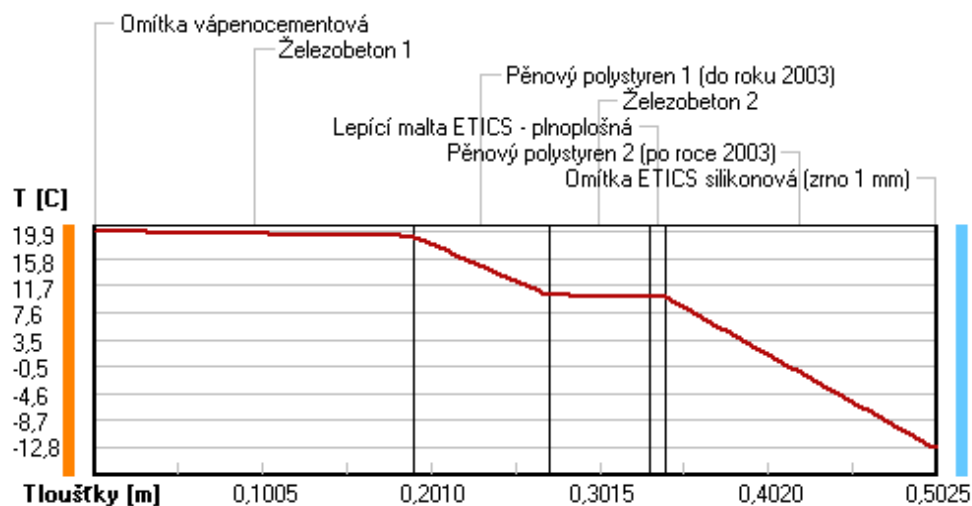
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

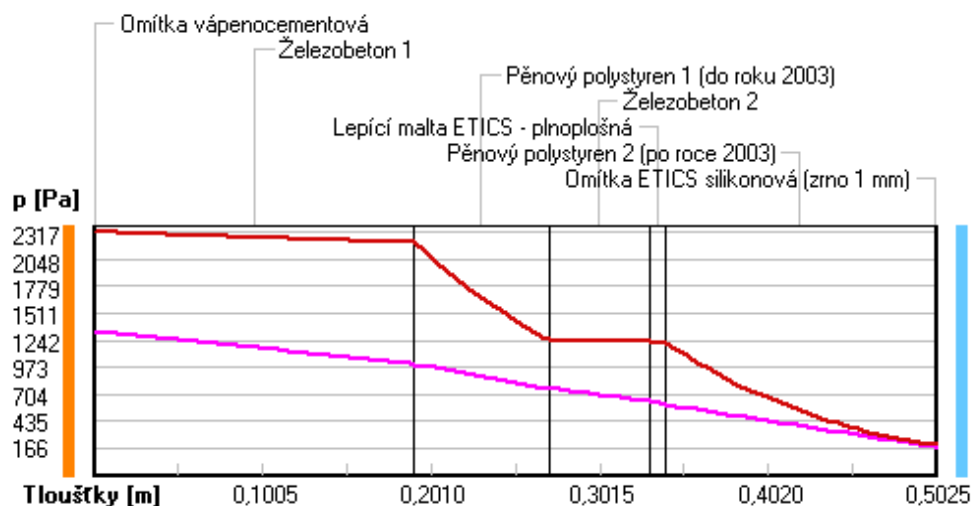
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.9	19.1	10.2	10.0	9.9	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1332	1004	764	634	604	183	166
p,sat [Pa]:	2317	2316	2210	1245	1227	1220	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

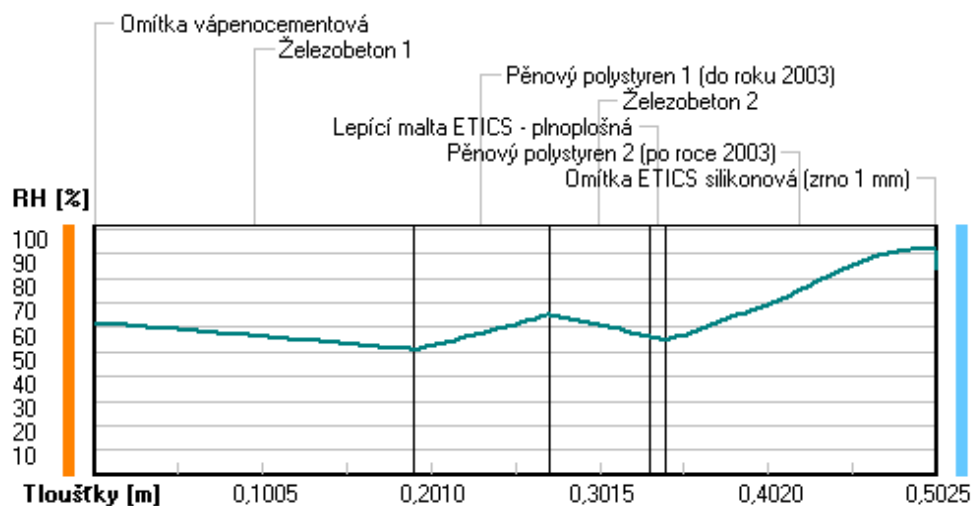
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.501E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	90	213	62	---	---
3	Pěnový polysty	151	214	---	---	---
4	Železobeton 2	151	214	---	---	---

5	Lepící malta E	212	153	---	---	---
6	Pěnový polysty	---	---	214	151	---
7	Omítka ETICS s	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepíše ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
C. Mezi lodžiové panel...	stěna	8.153	0.120	0.0078	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **C. Mezi lodžiové panely - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000
2	Pěnový polysty	0,1600	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
3	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,1900	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1600	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---
2	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
3	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u _{23/80} [%]	W,c [kg/m ²]	W,m [kg/m ²]	Redistribuce
1	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u_{23/80} je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

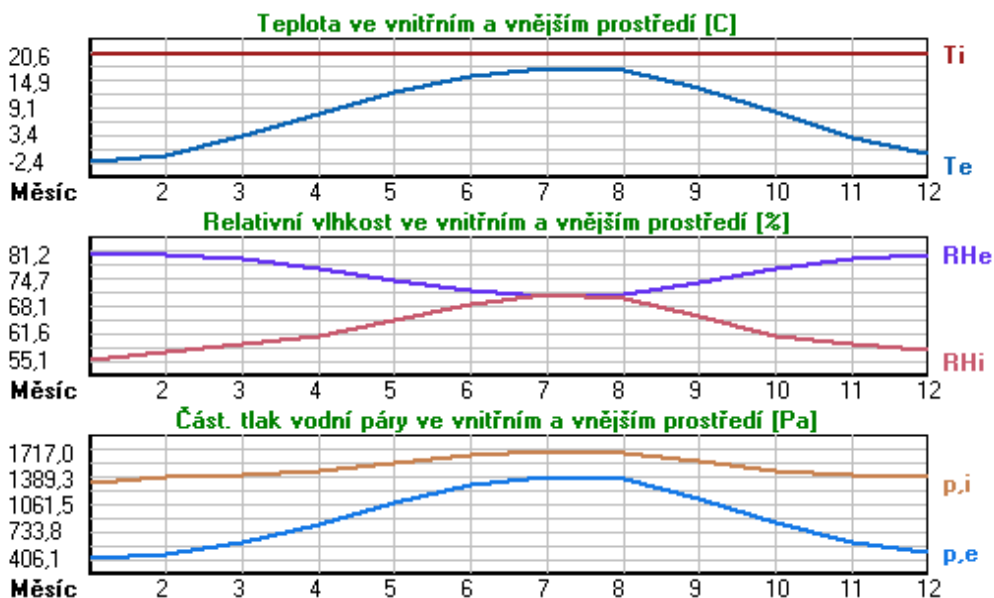
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: T_{ai}, R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e, R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 8.153 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.120 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 5294.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.4 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.61 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.970**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.9	0.970	57.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.0	0.970	59.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.1	0.970	60.7
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.970	62.1
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.970	65.8
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.5	0.970	69.3
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.970	71.2
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.970	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.970	66.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.970	62.4
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.1	0.970	60.7
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.0	0.970	60.0

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

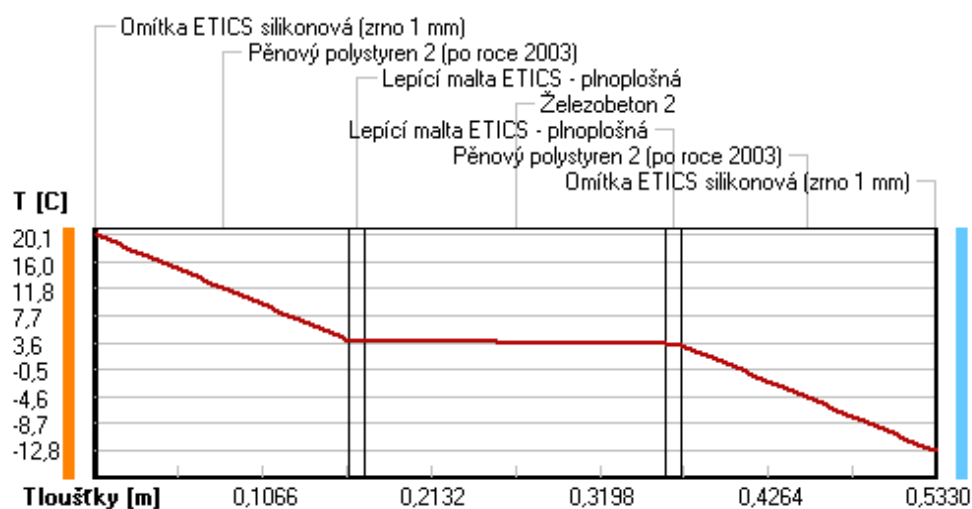
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

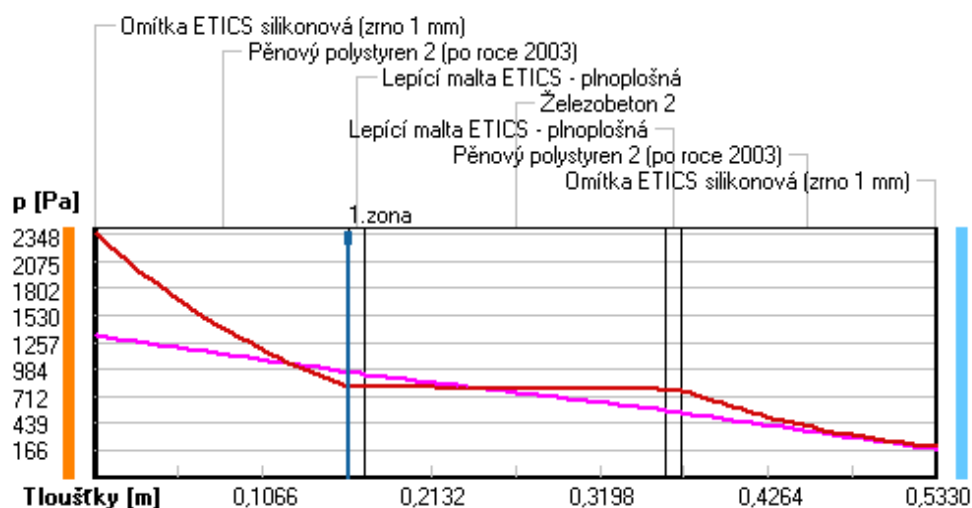
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.1	20.1	3.9	3.9	3.4	3.3	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1319	955	929	571	545	181	166
p _{sat} [Pa]:	2348	2347	808	805	778	775	201	201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

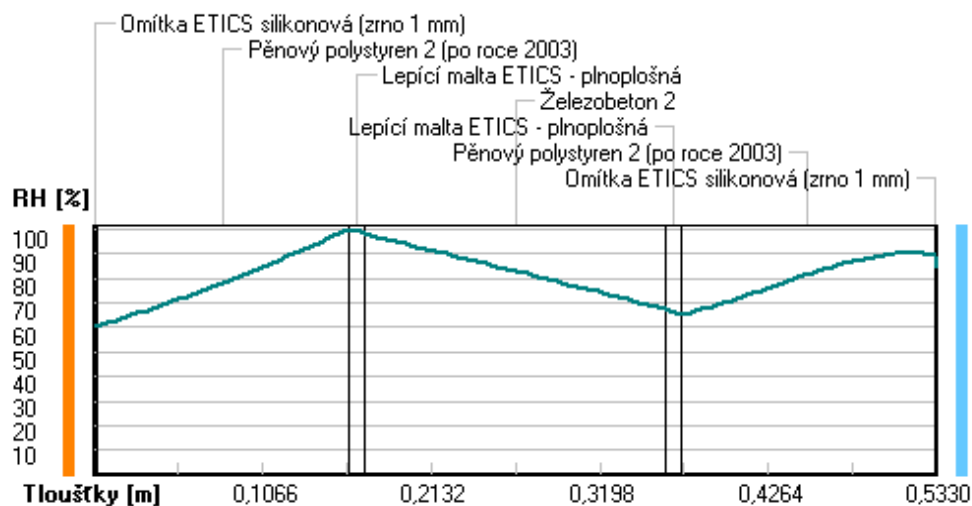
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1615	0.1615	7.468E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0078 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.7250 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C .

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka ETICS s	151	152	62	---	---
2	Pěnový polysty	---	---	214	151	---
3	Lepící malta E	---	---	214	151	---
4	Železobeton 2	---	---	214	151	---
5	Lepící malta E	---	365	---	---	---
6	Pěnový polysty	---	---	214	151	---
7	Omítka ETICS s	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
D. Průčelní lodžiové p...	stěna	5.780	0.168	0.0267	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **D. Průčelní lodžiové panely - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1900	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1600	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0150	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne

6	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

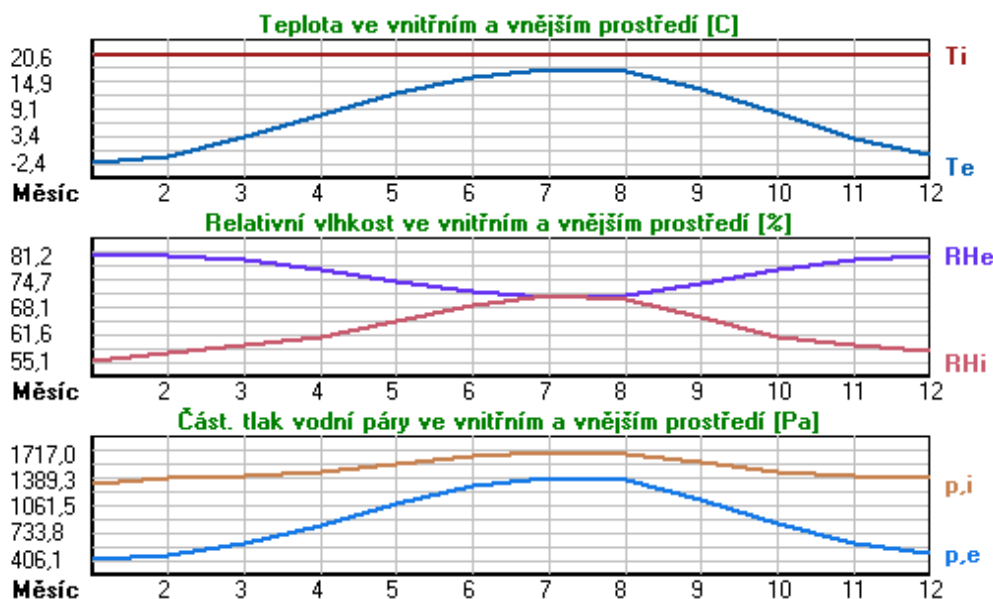
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.780 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.168 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce $Z_p T$: 9.4E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 3922.8
Fázový posun teplotního kmitu Ψ^* podle EN ISO 13786 : 14.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.22 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: **0.959**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.959	58.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.959	60.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.959	61.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.959	62.7
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.959	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.959	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.959	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.959	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.959	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.959	62.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.959	61.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.959	60.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

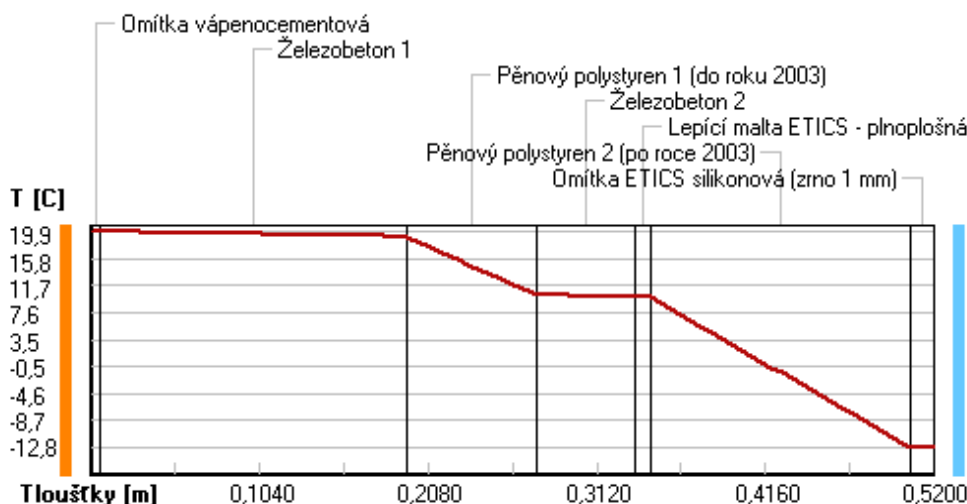
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

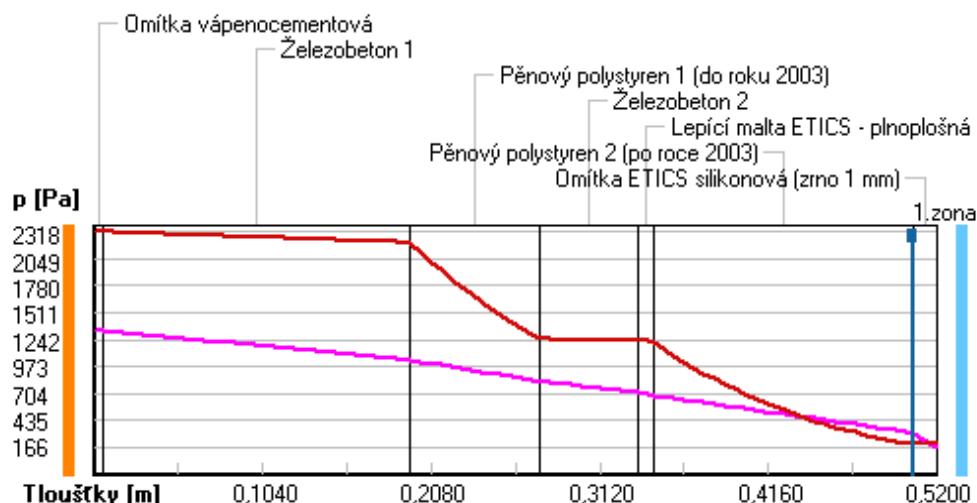
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.8	19.1	10.2	10.0	9.9	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1334	1328	1039	827	712	685	315	166
p,sat [Pa]:	2318	2314	2208	1246	1229	1222	204	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

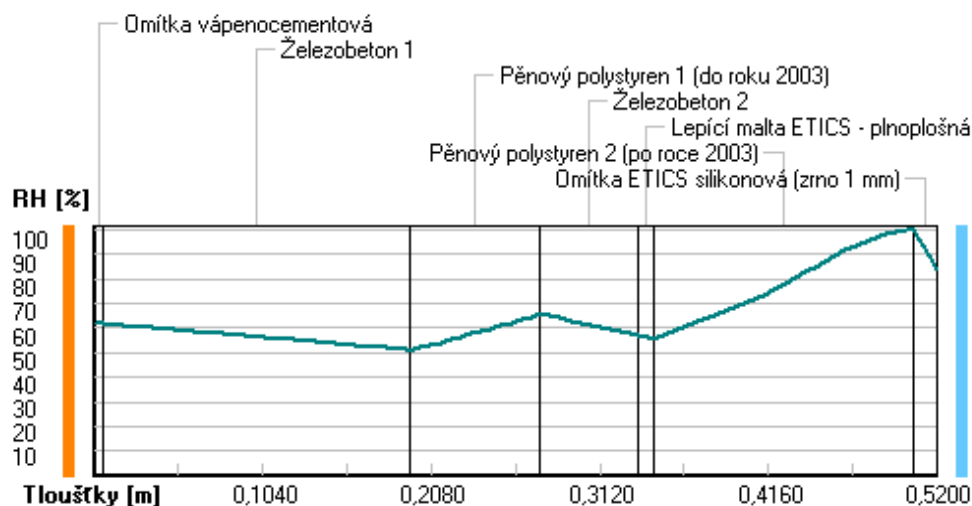
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5050	0.5050	1.128E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0267 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.8338 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

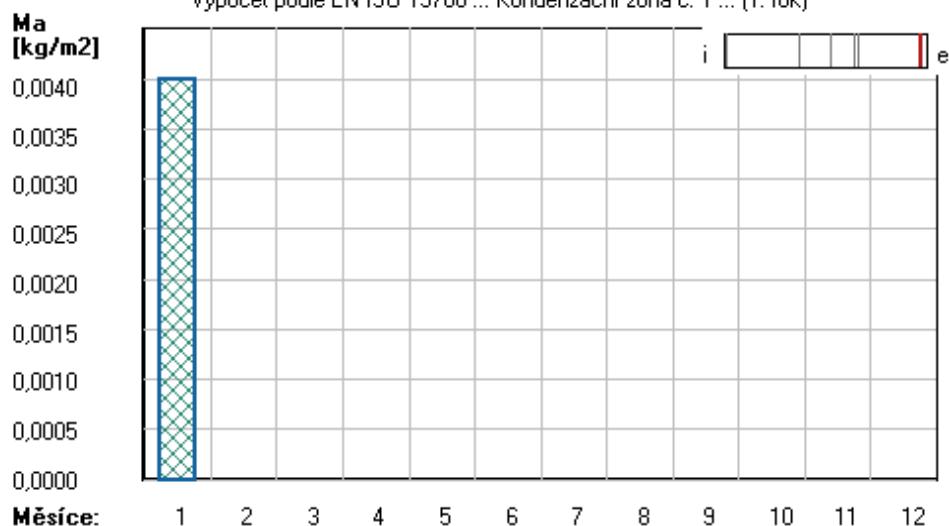
Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
1	0.5050	0.5050	0.0278	0.0240	0.0038	0.0040
2	---	---	0.0255	0.0434	-0.0179	0.0000
3	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---
12	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0040 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0040 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0040 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	90	213	62	---	---
3	Pěnový polysty	31	334	---	---	---
4	Železobeton 2	31	334	---	---	---
5	Lepicí malta E	212	153	---	---	---
6	Pěnový polysty	---	---	153	61	151
7	Omítka ETICS s	---	---	153	61	151

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
E. Stěny výtahové šach...	stěna	3.651	0.262	0.0544	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **E. Stěny výtahové šachty - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1400	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0500	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1000	0,0400	1270,0	20,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0150	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Pěnový polystyren 2 (po roce 2003)	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní

vlhkost vrstvy, W_c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze),
 W_m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

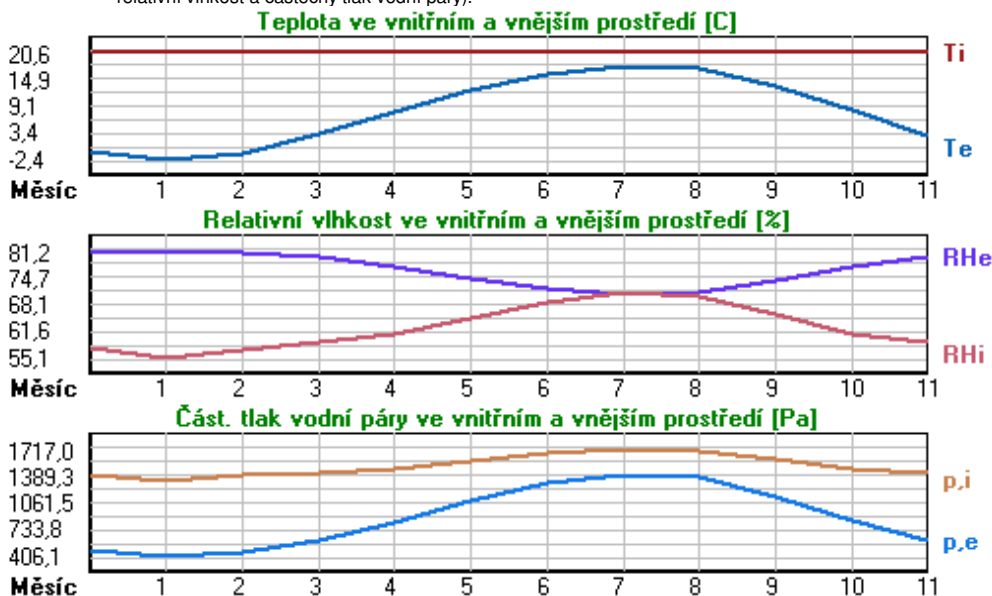
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: T_{ai} , R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.651 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.262 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 886.6

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* podle EN ISO 13786 : 12.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 18.47 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.937

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[\%]$
	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.1	0.937	60.3
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.2	0.937	62.4
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.5	0.937	63.0
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.8	0.937	63.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.1	0.937	66.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.937	70.0
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.937	71.7
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.937	71.1
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.1	0.937	67.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.8	0.937	64.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.5	0.937	63.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.3	0.937	62.7

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

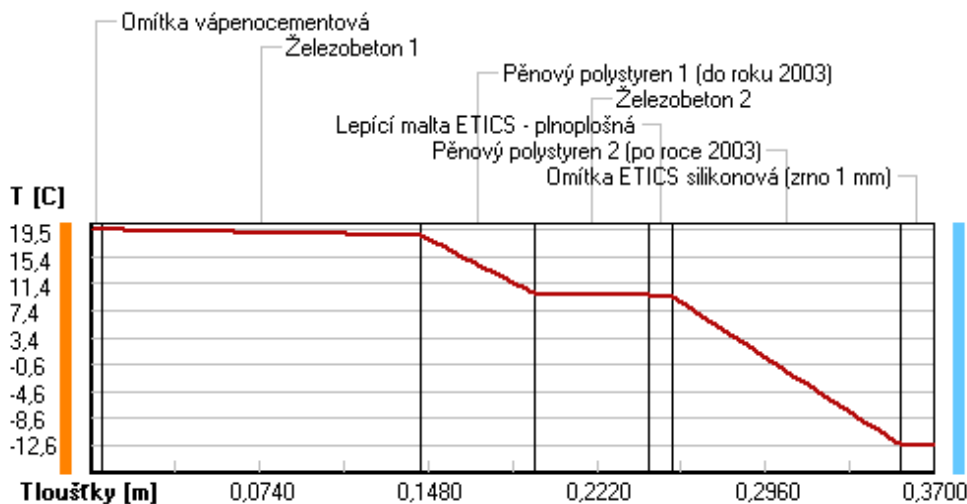
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

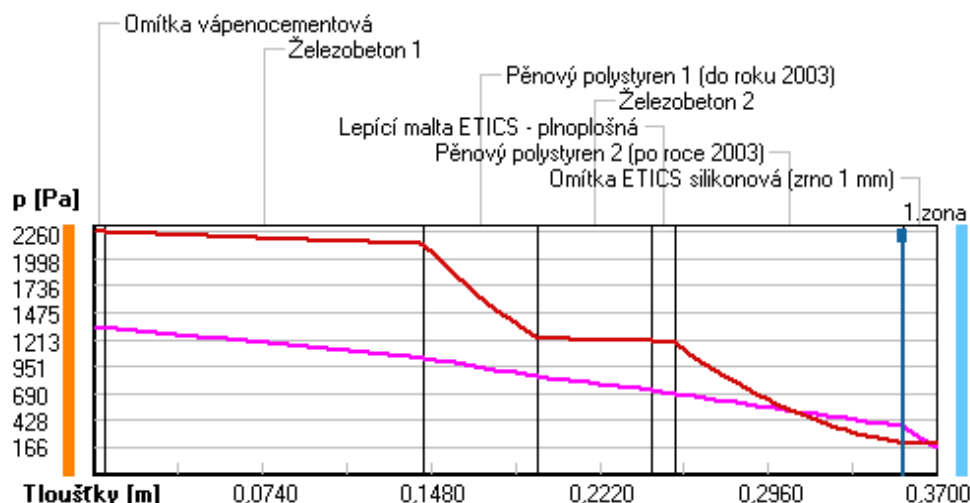
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.5	19.4	18.6	9.9	9.7	9.5	-12.5	-12.6
p [Pa]:	1334	1325	1034	853	722	686	370	166
p,sat [Pa]:	2260	2253	2135	1222	1199	1189	208	204

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

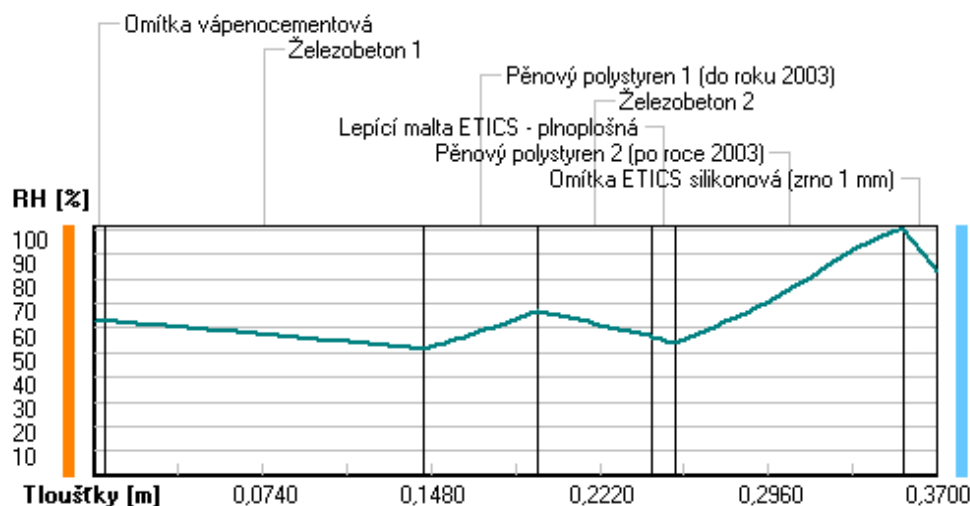
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.3550	0.3550	1.741E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0544 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.8521 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

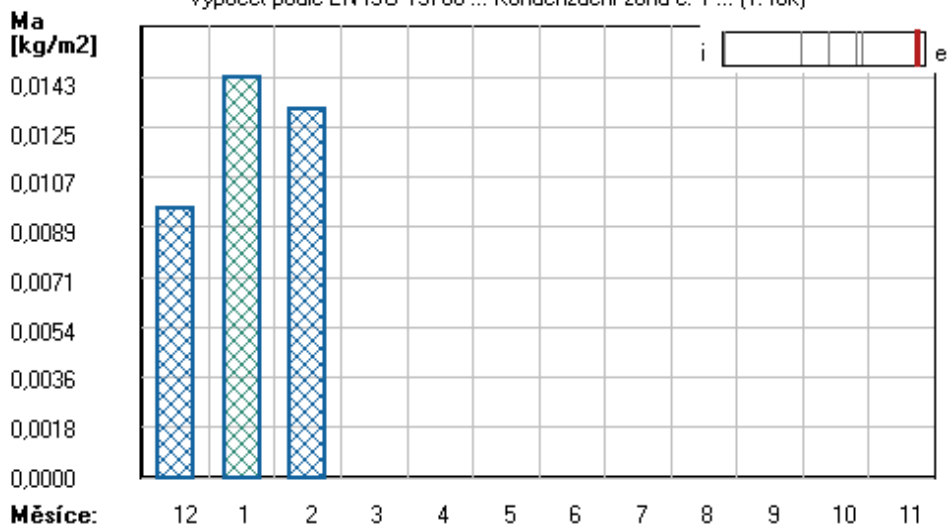
Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti
 Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
12	0.3550	0.3550	0.0403	0.0306	0.0096	0.0096
1	0.3550	0.3594	0.0399	0.0354	0.0045	0.0143
2	0.3550	0.3594	0.0366	0.0377	-0.0012	0.0131
3	---	---	0.0328	0.0572	-0.0243	0.0000
4	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a : **0.0143 kg/m2**
 Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0143 kg/m2**
 z toho se odpaří do exteriéru: 0.0143 kg/m2
 a do interiéru: 0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $Mc,a < Mev,a$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	59	244	62	---	---
2	Železobeton 1	59	244	62	---	---
3	Pěnový polysty	---	365	---	---	---
4	Železobeton 2	---	365	---	---	---
5	Lepící malta E	151	214	---	---	---
6	Pěnový polysty	---	---	153	61	151
7	Omítka ETICS s	---	---	153	61	151

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
F. Střešní plášť domu ...	střecha	7.827	0.125	0.0641	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **F. Střešní plášť domu - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Dutinový panel	0,1900	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Asfaltový nátěr	0,0004	0,2100	1470,0	1400,0	280,0	0.0000
4	Extrudovaný po	0,2600	0,0340	2060,0	30,0	100,0	0.0000
5	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
6	IPA	0,0010	0,2100	1470,0	1280,0	18570,0	0.0000
7	Folie PVC	0,0016	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Dutinový panel	---
3	Asfaltový nátěr 2x	---
4	Extrudovaný polystyren	---
5	PE folie	---
6	IPA	---
7	Folie PVC	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Dutinový panel	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Asfaltový nátěr	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Extrudovaný po	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	PE folie	---	0.00	0.00	0.00	ne

6	IPA	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Folie PVC	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

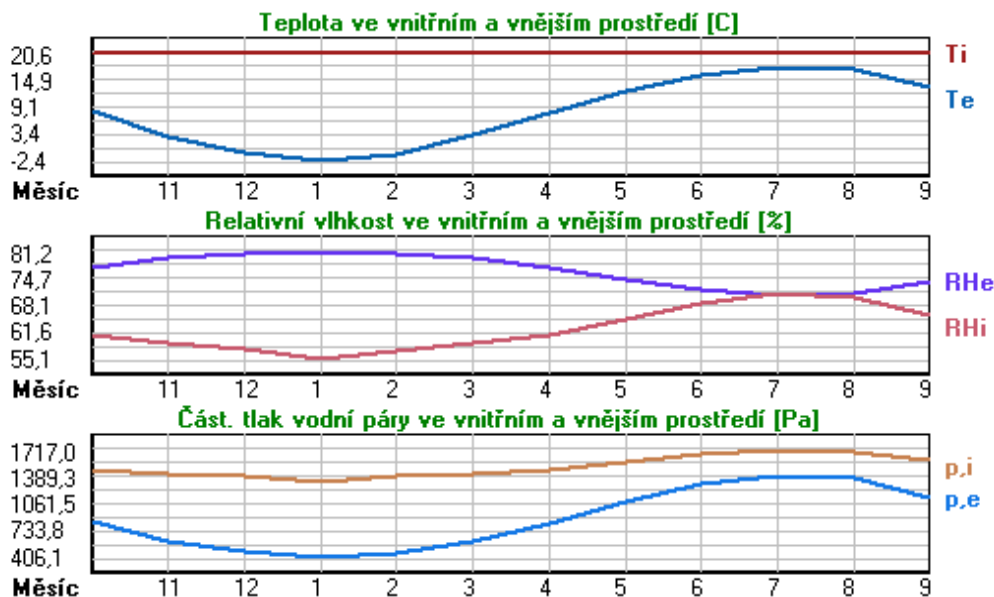
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.827 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.125 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m2K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 4.8E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 294.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.57 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.969

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.9	0.969	57.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.9	0.969	59.7
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.1	0.969	60.8
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.969	62.2
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.969	65.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.5	0.969	69.3
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.969	71.2
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.969	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.969	66.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.969	62.4
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.1	0.969	60.8
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.0	0.969	60.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

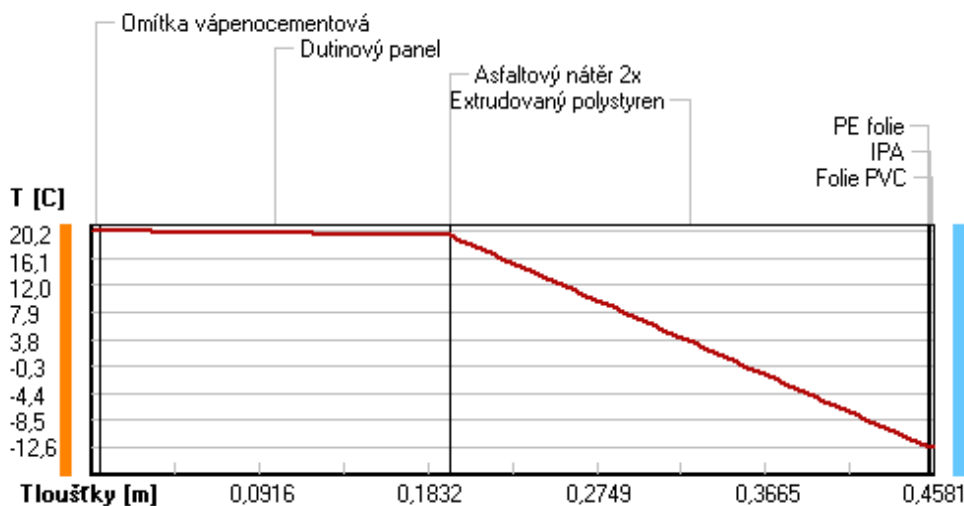
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

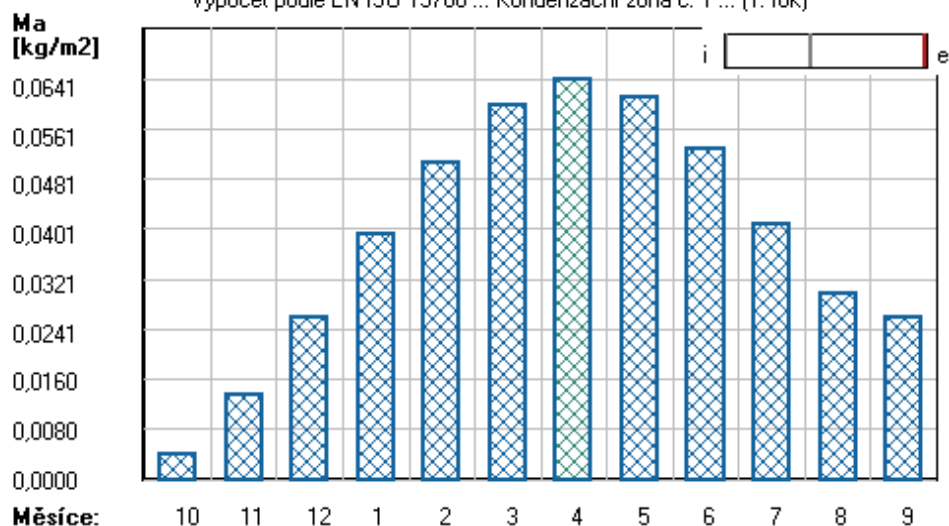
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.2	20.2	19.5	19.5	-12.5	-12.5	-12.5	-12.6
p [Pa]:	1334	1333	1276	1275	938	752	512	166
p,sat [Pa]:	2363	2360	2265	2264	207	207	206	206

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Akumulované množství zkondenzované vlhkosti
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
10	0.4554	0.4554	0.0065	0.0024	0.0041	0.0041
11	0.4554	0.4555	0.0112	0.0019	0.0093	0.0134
12	0.4554	0.4555	0.0141	0.0015	0.0126	0.0260
1	0.4554	0.4555	0.0139	0.0012	0.0127	0.0391
2	0.4554	0.4555	0.0128	0.0013	0.0115	0.0506
3	0.4554	0.4555	0.0115	0.0020	0.0095	0.0601
4	0.4554	0.4555	0.0069	0.0029	0.0041	0.0641
5	0.4554	0.4555	0.0017	0.0046	-0.0029	0.0612
6	0.4554	0.4555	-0.0025	0.0059	-0.0084	0.0529
7	0.4554	0.4555	-0.0050	0.0071	-0.0121	0.0408
8	0.4554	0.4555	-0.0043	0.0067	-0.0110	0.0298
9	0.4554	0.4555	0.0009	0.0046	-0.0037	0.0260

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a : **0.0641 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a : **0.0381 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0263 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0118 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $Mc,a > Mev,a$).

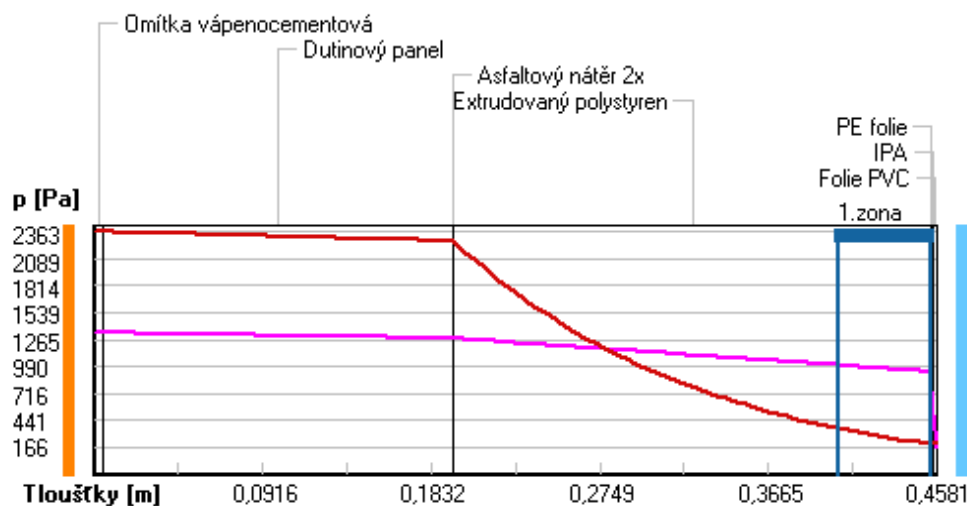
Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

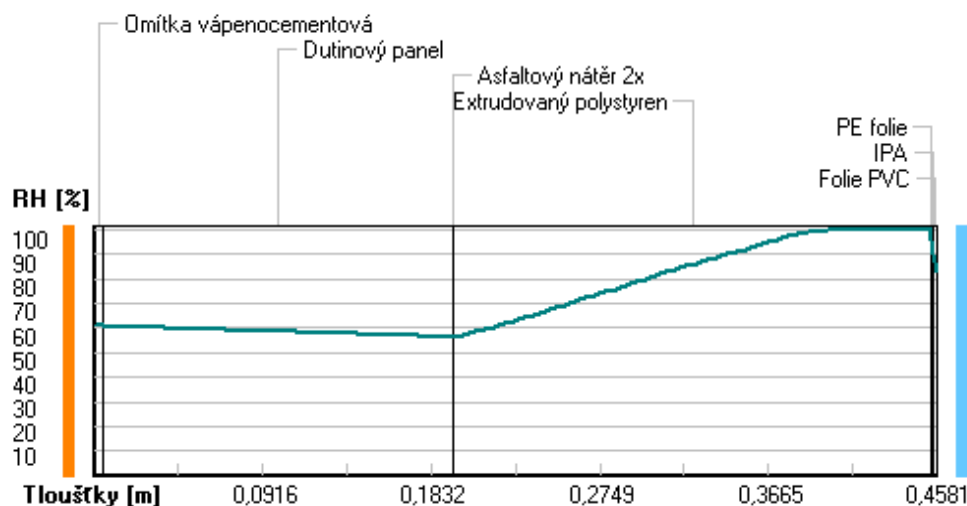
Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	151	152	62	---	---
2	Dutinový panel	151	122	92	---	---
3	Asfaltový nátě	181	92	92	---	---
4	Extrudovaný po	---	---	---	---	365
5	PE folie	---	---	---	---	365
6	IPA	---	---	---	---	365
7	Folie PVC	---	---	---	184	181

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4043	0.4554	7.504E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0590 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0663 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
G. Střešní plášť výtah...	střecha	4.239	0.225	0.1029	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **G. Střešní plášť výtahové šachty - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Dutinový panel	0,1900	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Štěrka	0,0750	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000
4	Beton hutný 1	0,0350	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
5	Pěnový polysty	0,0500	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
6	Extrudovaný po	0,1000	0,0340	2060,0	30,0	100,0	0.0000
7	Folie PVC	0,0016	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Dutinový panel	---
3	Štěrka	---
4	Beton hutný 1	---
5	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
6	Extrudovaný polystyren	---
7	Folie PVC	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Dutinový panel	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Štěrka	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Beton hutný 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

6	Extrudovaný po	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Folie PVC	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

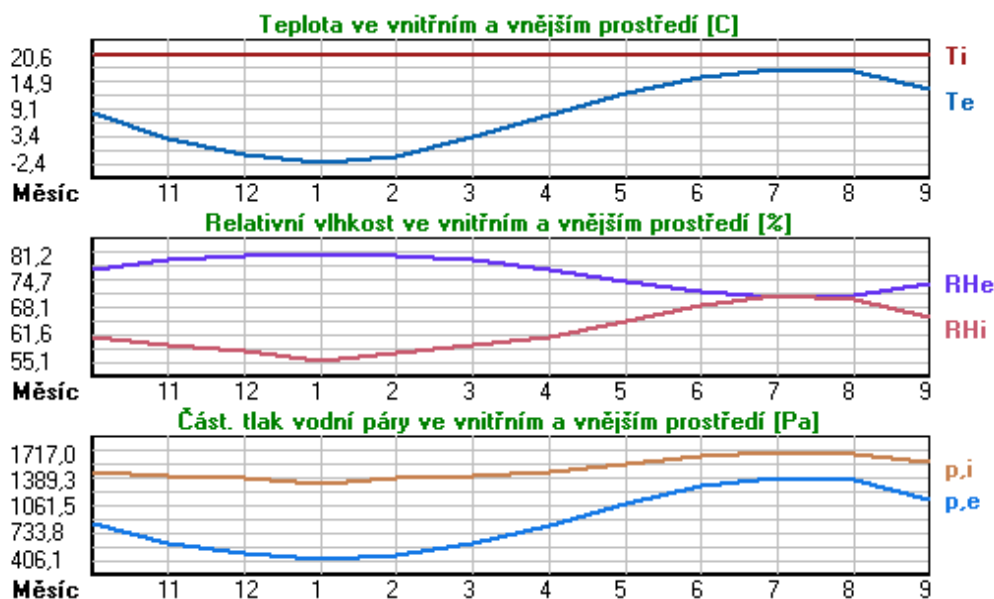
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.239 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.225 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 2.4E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 312.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.77 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.946**
Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.3	0.946	59.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.4	0.946	61.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.6	0.946	62.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.9	0.946	63.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.946	66.6
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.946	69.8
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.946	71.5
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.946	71.0
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.2	0.946	67.2
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.9	0.946	63.6
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.6	0.946	62.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.4	0.946	62.0

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

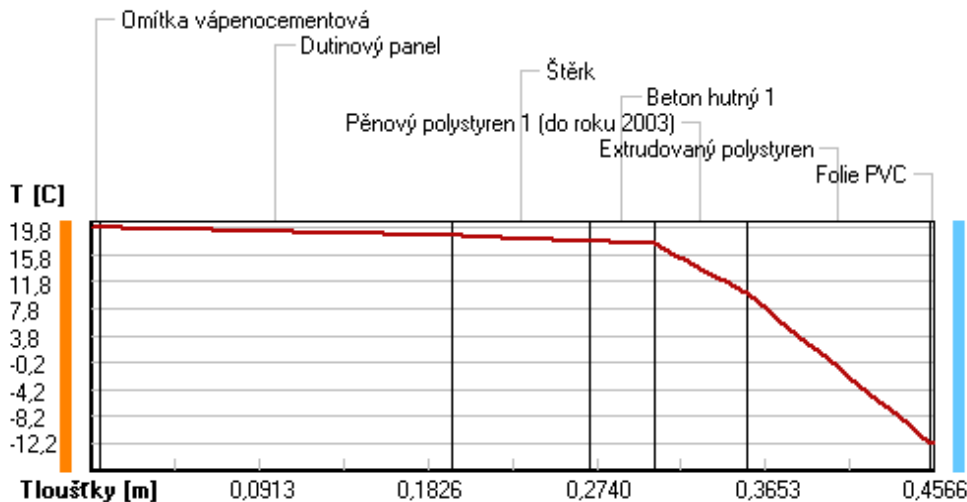
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

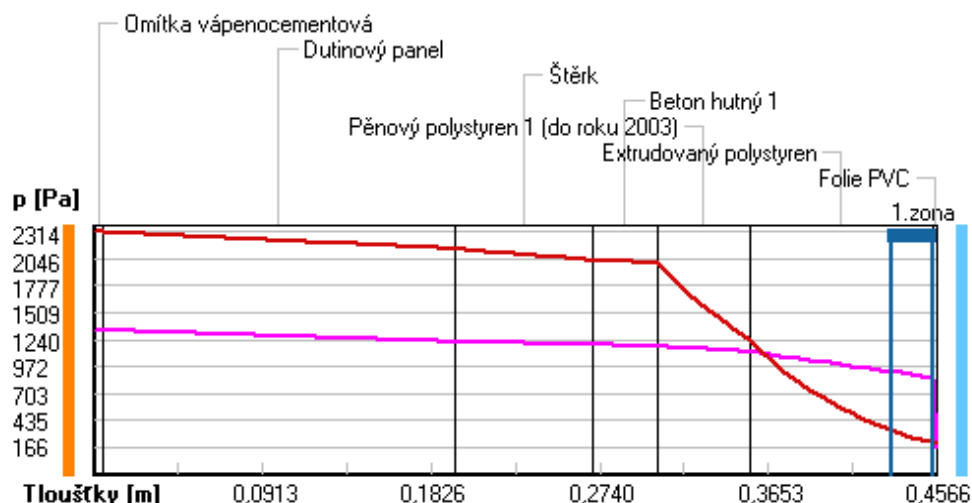
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.8	19.8	18.6	17.7	17.5	10.1	-12.2	-12.2
p [Pa]:	1334	1331	1218	1188	1173	1121	861	166
p,sat [Pa]:	2314	2309	2143	2028	2001	1235	214	212

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

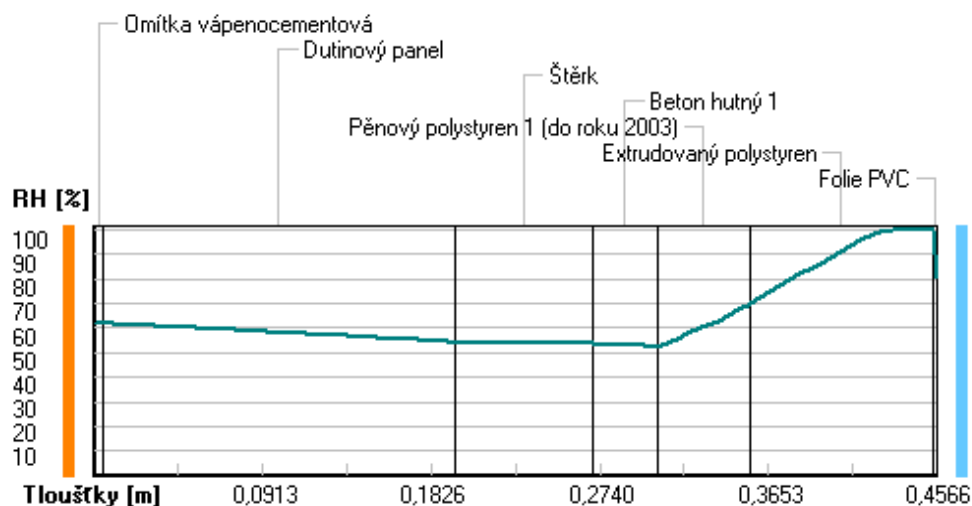
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4317	0.4550	1.220E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0927 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1273 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

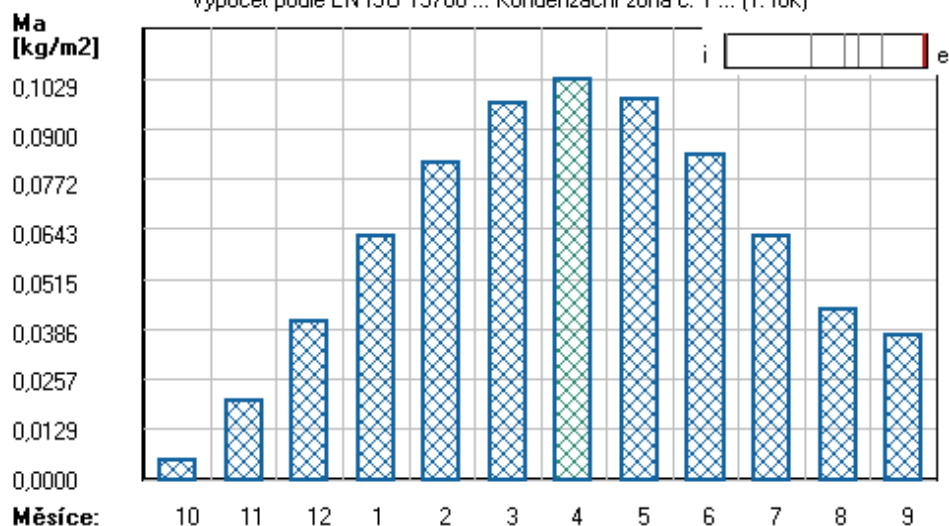
Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
10	0.4550	0.4550	0.0107	0.0055	0.0052	0.0052
11	0.4550	0.4550	0.0185	0.0035	0.0151	0.0203
12	0.4550	0.4550	0.0233	0.0028	0.0206	0.0409
1	0.4550	0.4550	0.0231	0.0023	0.0208	0.0624
2	0.4550	0.4550	0.0212	0.0024	0.0188	0.0812
3	0.4550	0.4550	0.0190	0.0036	0.0154	0.0966
4	0.4550	0.4550	0.0114	0.0050	0.0063	0.1029
5	0.4550	0.4550	0.0026	0.0079	-0.0053	0.0976
6	0.4550	0.4550	-0.0044	0.0101	-0.0144	0.0831
7	0.4550	0.4550	-0.0086	0.0121	-0.0206	0.0625
8	0.4550	0.4550	-0.0073	0.0115	-0.0188	0.0437
9	0.4550	0.4550	0.0013	0.0080	-0.0067	0.0370

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a : **0.1029 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a : **0.0659 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0457 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0202 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $Mc,a > Mev,a$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Dutinový panel	90	183	92	---	---
3	Štěrk	181	92	92	---	---
4	Beton hutný 1	181	92	92	---	---
5	Pěnový polysty	---	212	91	62	---
6	Extrudovaný po	---	---	---	---	365
7	Folie PVC	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

SHRnutí VLASTNOSTí HODNOCENýCH KONSTRUKCí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H. Průčelní panely v s...	stěna	6.404	0.152	0.0009	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNí POSOUZENí SKLADBY STAVEBNí KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠíRENí TEPLA A VODNí PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **H. Průčelní panely v soklové části - nový stav**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Extrudovaný po	0,1600	0,0340	2060,0	30,0	100,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Extrudovaný polystyren	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňená skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne

2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepící malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Extrudovaný po	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omitka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

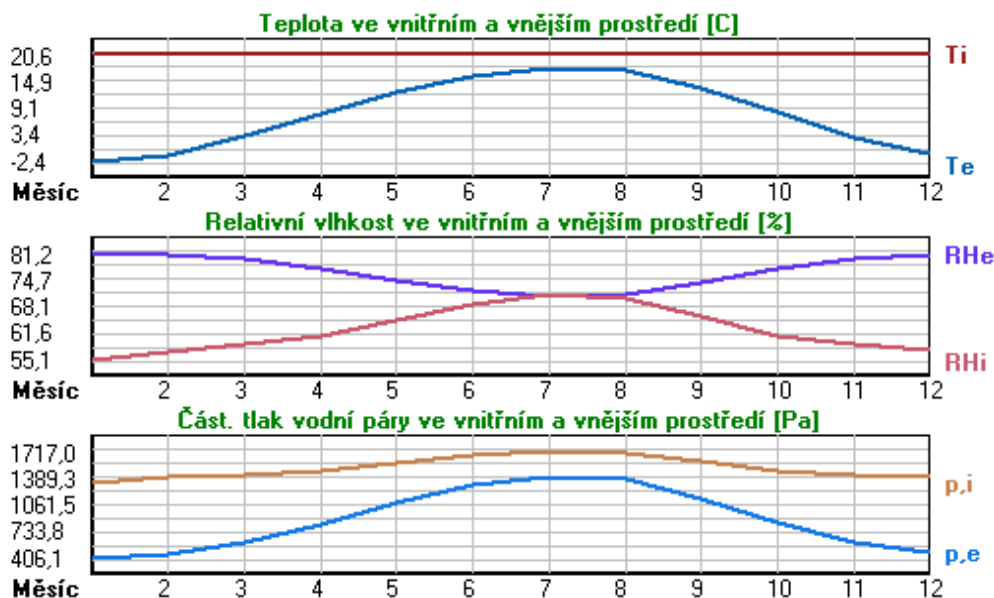
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.404 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.152 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.2E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2237.8
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.35 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.963

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.963	58.1
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.963	60.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.963	61.2
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.963	62.5
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.963	66.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.963	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.963	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.963	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.963	66.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.963	62.8
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.963	61.3
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.963	60.6

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

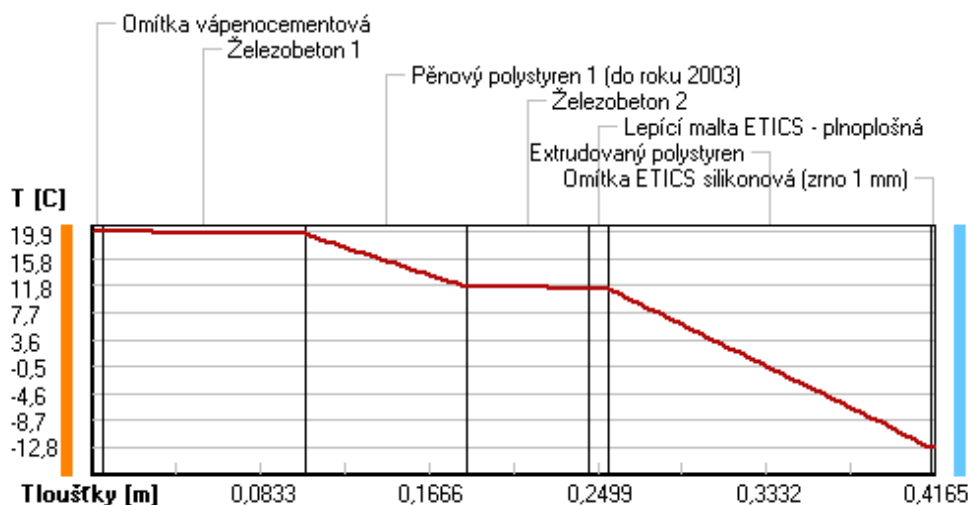
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

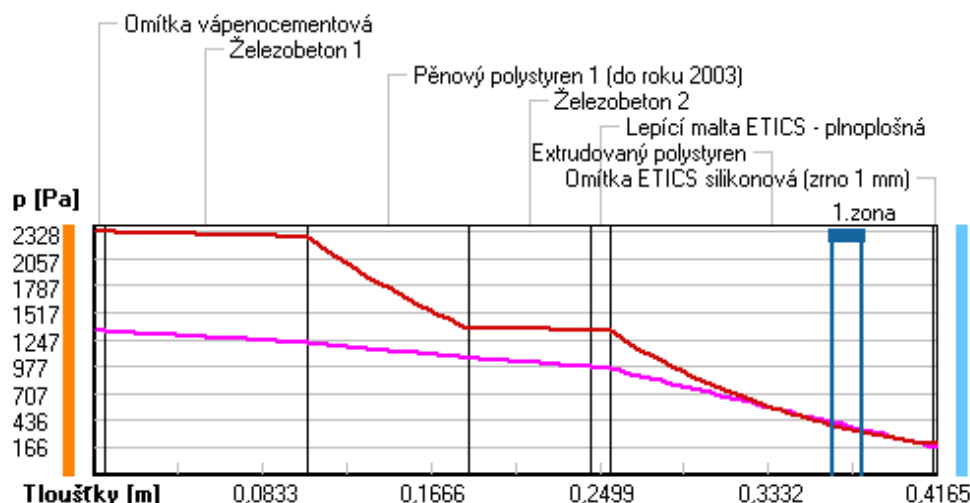
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.9	19.6	11.5	11.3	11.3	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1329	1217	1061	976	957	177	166
p,sat [Pa]:	2328	2324	2273	1359	1342	1336	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

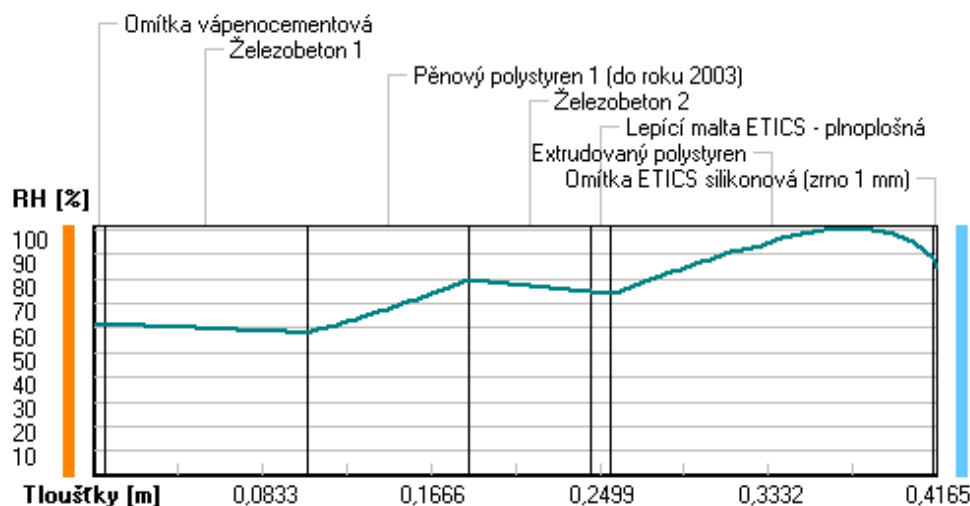
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.3650	0.3799	1.662E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0009 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.6388 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok

Číslo	Název	pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	---	273	92	---	---
4	Železobeton 2	---	273	92	---	---
5	Lepící malta E	---	303	62	---	---
6	Extrudovaný po	---	---	275	90	---
7	Omítka ETICS s	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.
Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

Vypracovala
Bc. KATEŘINA HRABÁKOVÁ

Vedoucí práce
prof. Ing. PAVEL KIC, DrSc.



Technická
fakulta



Typ a téma práce

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MODERNÍ METODY ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Název přílohy

VÝPOČET PROSTUPU TEPLA
KONSTRUKCEMI - VARIANTA 1-4

Formát 1 A4

Datum 01/2018

Měřítko -

Počet listů 35

ČÍSLO PŘÍLOHY

21

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 1a - Baumit S...	stěna	6.545	0.149	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :	Varianta 1a - Baumit Star EPS
Zpracovatel :	Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka :	Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum :	4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce :	Stěna vnější jednoplašťová
Korekce součinitele prostupu dU :	0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Baumit StarCon	0,0100	0,8000	920,0	1400,0	50,0	0.0000
6	Baumit EPS-F p	0,1600	0,0330	1270,0	18,0	40,0	0.0000
7	Baumit Silipor	0,0015	0,7000	920,0	1800,0	95,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Baumit StarContact	---
6	Baumit EPS-F plus	---
7	Baumit SiliporTop	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Baumit StarCon	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Baumit EPS-F p	---	0.00	0.00	0.00	ne

7 Baunit Silipor --- 0.00 0.00 0.00 ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

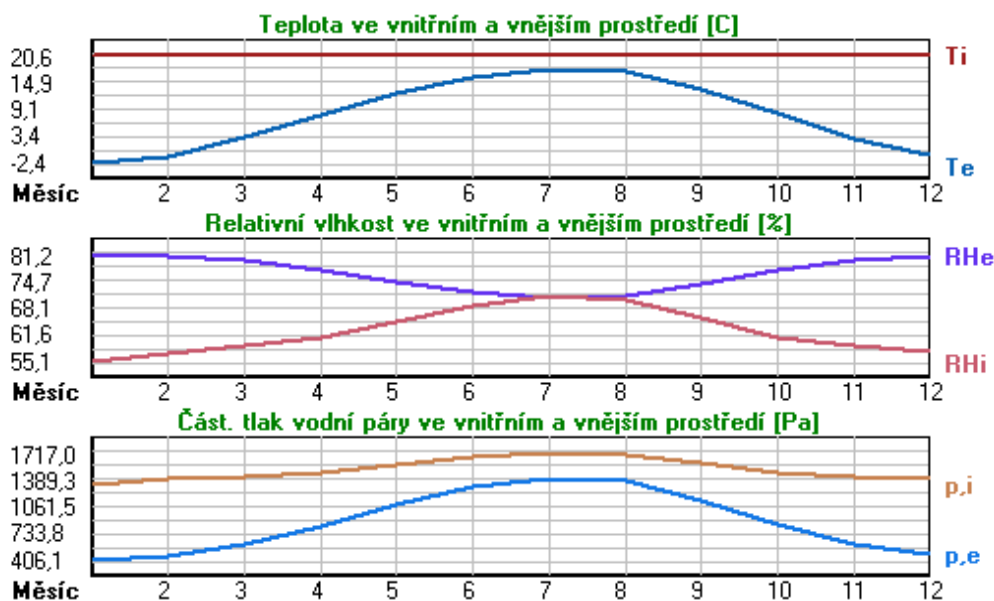
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.545 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.149 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 7.6E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2183.0
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.37 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.963

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.963	58.0
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.963	60.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.963	61.2
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.963	62.5
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.963	66.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.963	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.963	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.963	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.963	66.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.963	62.7
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.963	61.2
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.963	60.5

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

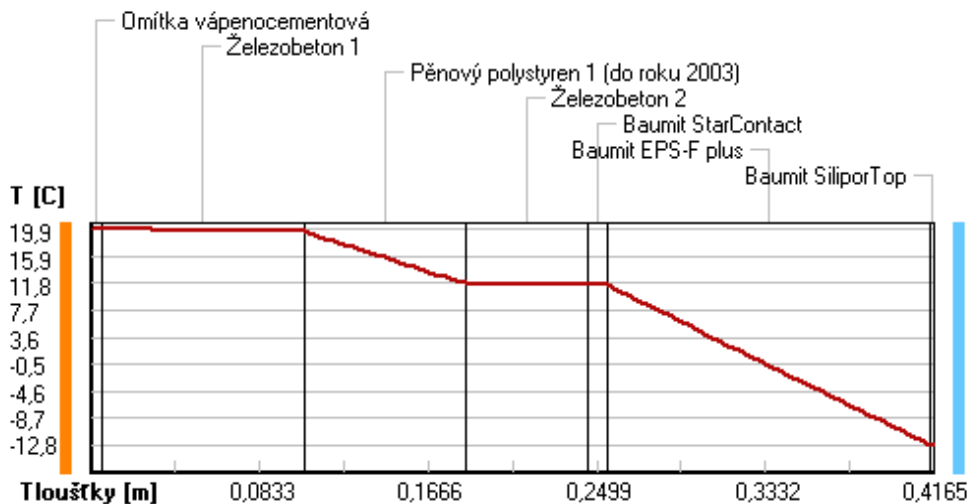
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

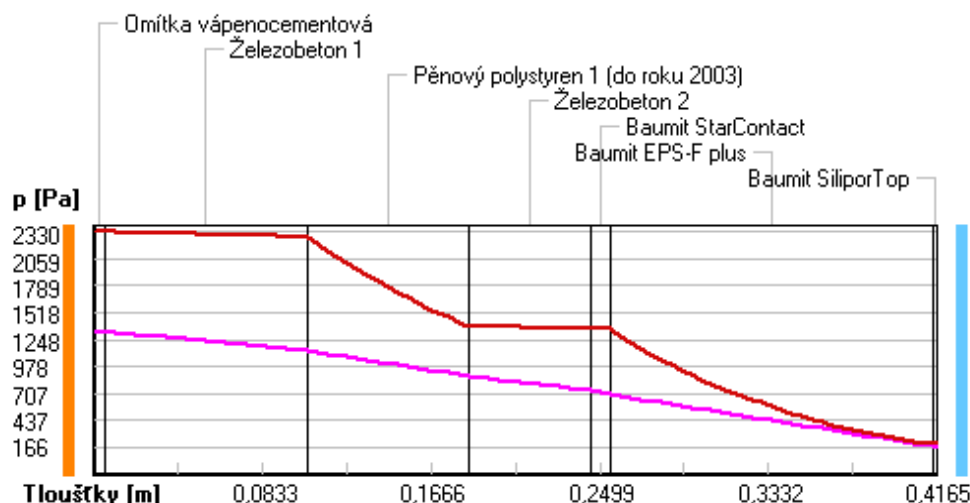
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.9	19.6	11.7	11.5	11.5	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1326	1139	879	738	698	178	166
p,sat [Pa]:	2330	2326	2276	1377	1359	1354	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

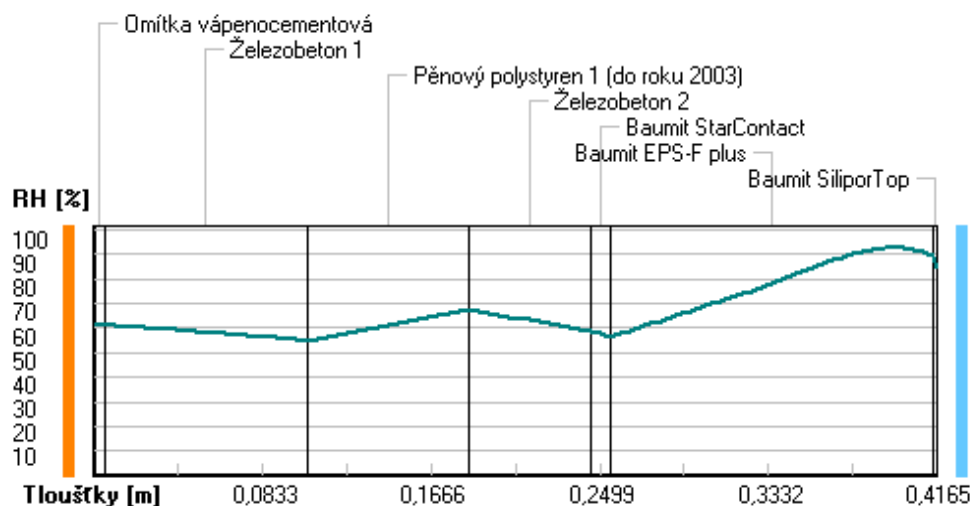
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.624E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---

2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	31	334	---	---	---
4	Železobeton 2	31	334	---	---	---
5	Baumit StarCon	212	153	---	---	---
6	Baumit EPS-F p	---	---	275	90	---
7	Baumit Silipor	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 1b - Baumit S...	stěna	5.696	0.170	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Varianta 1b - Baumit Star MW**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Baumit StarCon	0,0100	0,8000	920,0	1400,0	50,0	0.0000
6	Rockwool Front	0,1600	0,0400	840,0	230,0	2,0	0.0000
7	Baumit Silipor	0,0015	0,7000	920,0	1800,0	95,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Baumit StarContact	---
6	Rockwool Frontrock MAX E	---
7	Baumit SiliporTop	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m ²]	W,m [kg/m ²]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne

5	Baumit StarCon	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Rockwool Front	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Baumit Silipor	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

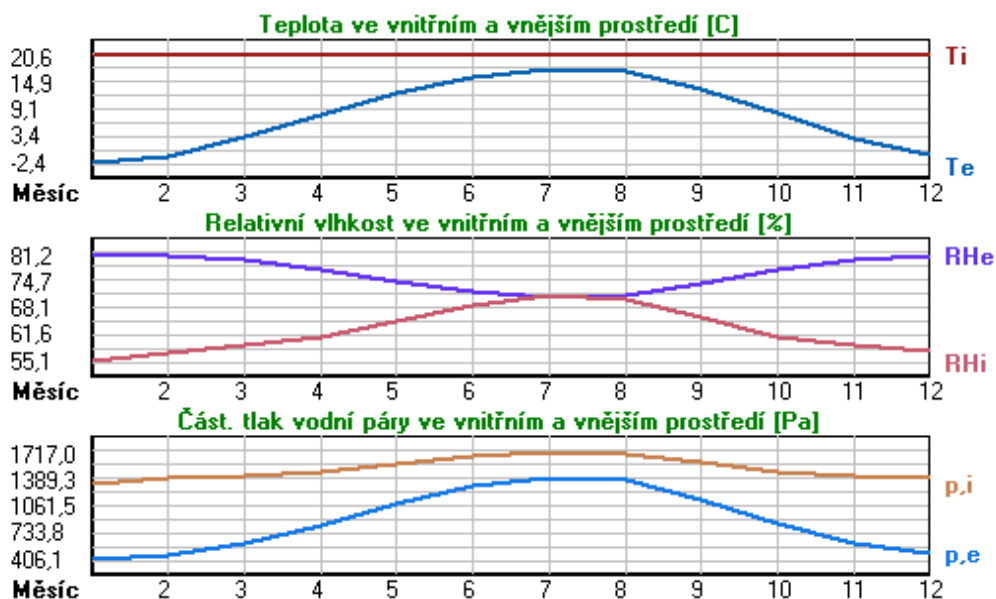
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.696 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.170 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.4E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2646.6
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 16.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.20 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.958**
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.6	0.958	58.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.958	60.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.958	61.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.958	62.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.958	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.958	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.958	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.958	70.8
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.958	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.958	63.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.958	61.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.958	60.9

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

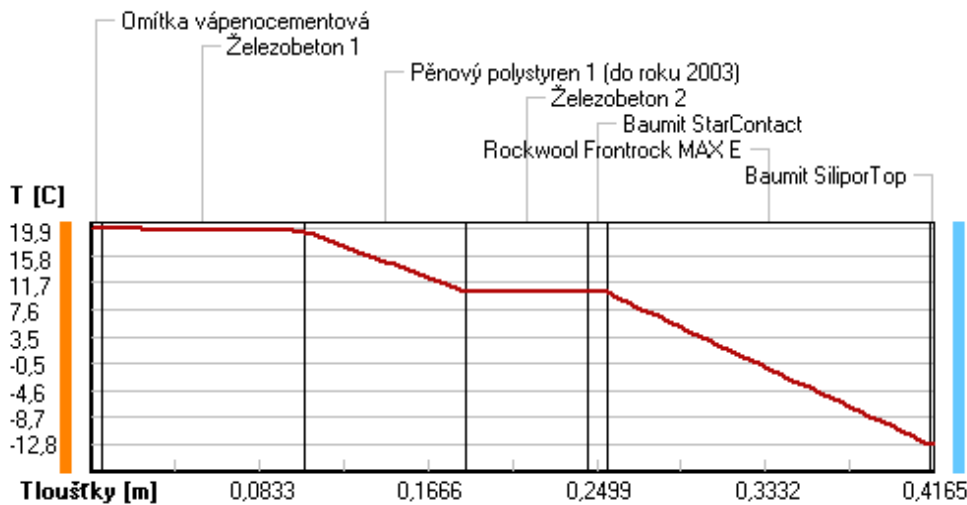
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

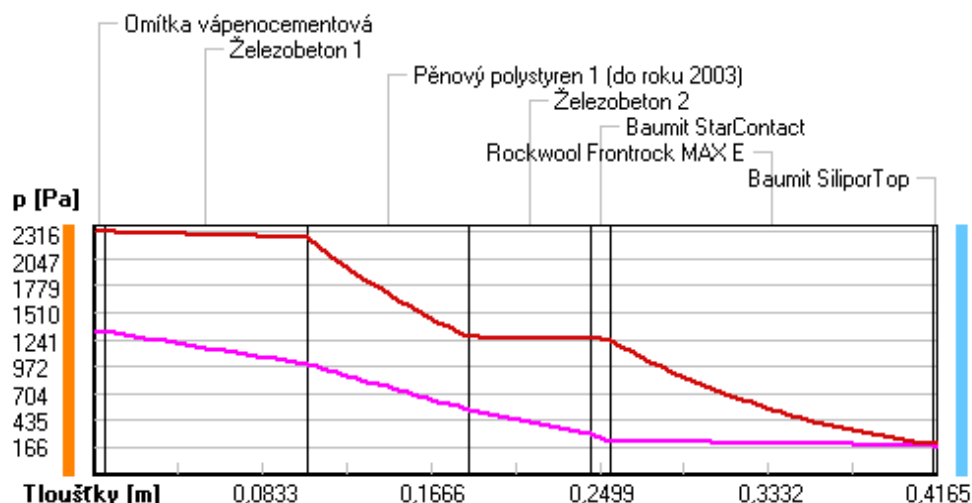
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.8	19.4	10.4	10.2	10.2	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1320	997	547	302	231	186	166
p,sat [Pa]:	2316	2312	2255	1264	1246	1240	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

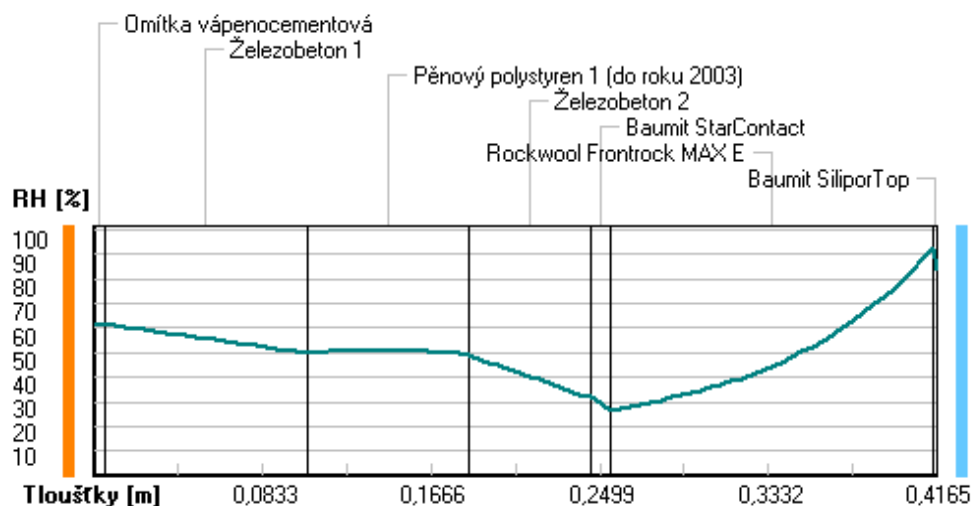
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.814E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	212	153	---	---	---

4	Železobeton 2	243	122	---	---	---
5	Baumit StarCon	273	92	---	---	---
6	Rockwool Front	---	---	214	151	---
7	Baumit Silipor	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 2 - Weber EPS...	stěna	6.545	0.149	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :	Varianta 2 - Weber EPS
Zpracovatel :	Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka :	Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum :	4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce :	Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU :	0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	weber.therm el	0,0100	0,8000	900,0	1630,0	20,0	0.0000
6	weber EPS-F Cl	0,1600	0,0330	1270,0	15,0	10,0	0.0000
7	weber.pas sil	0,0015	0,7500	940,0	1600,0	60,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	weber.therm elastik - lepicí a stěrková hmota	---
6	weber EPS-F Clima Sd	---
7	weber.pas silikon plus - silikonová omítka	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	weber.therm el	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	weber EPS-F CI	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	weber.pas silii	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

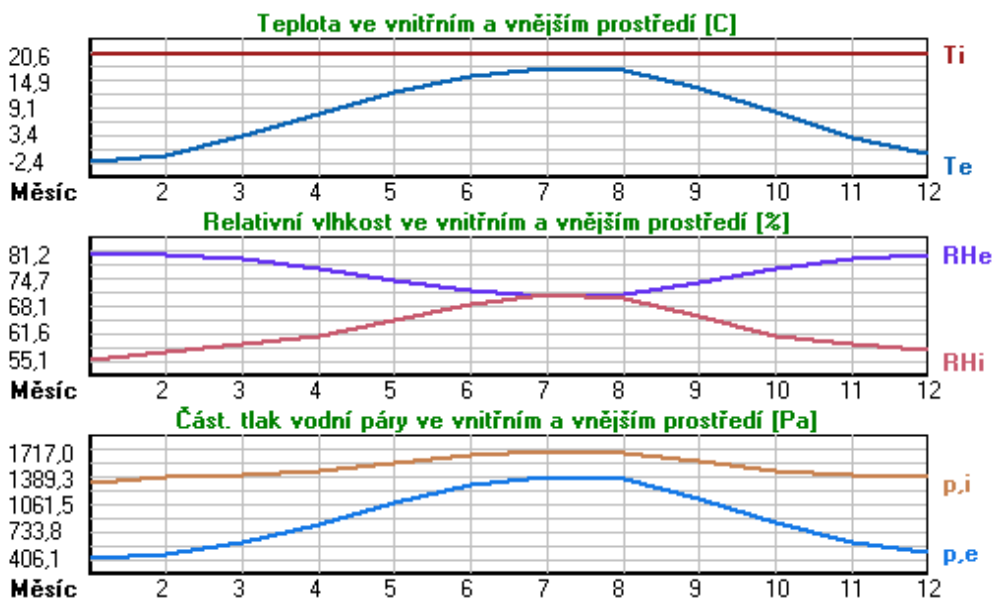
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.545 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.149 W/m2K
 Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 4.9E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2198.0
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.37 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.963**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.963	58.0
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.963	60.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.963	61.2
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.963	62.5
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.963	66.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.963	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.963	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.963	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.963	66.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.963	62.7
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.963	61.2
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.963	60.5

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

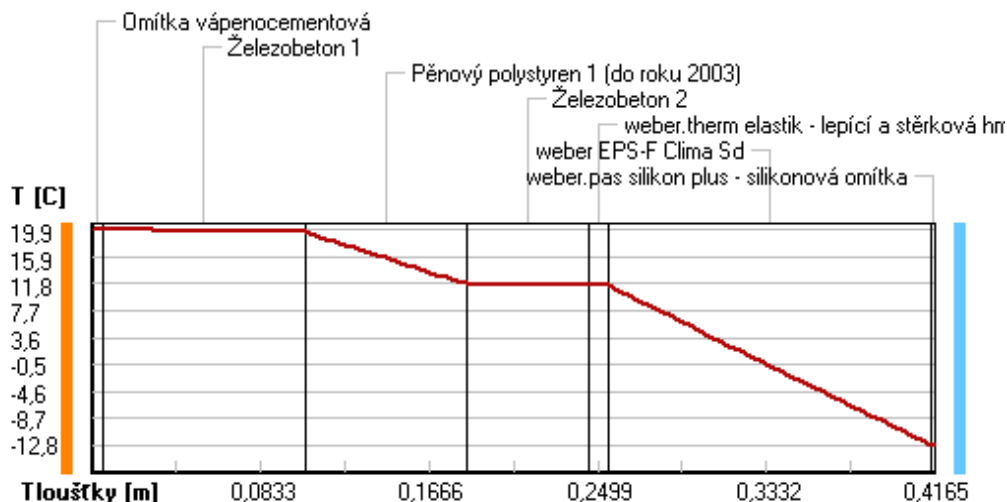
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

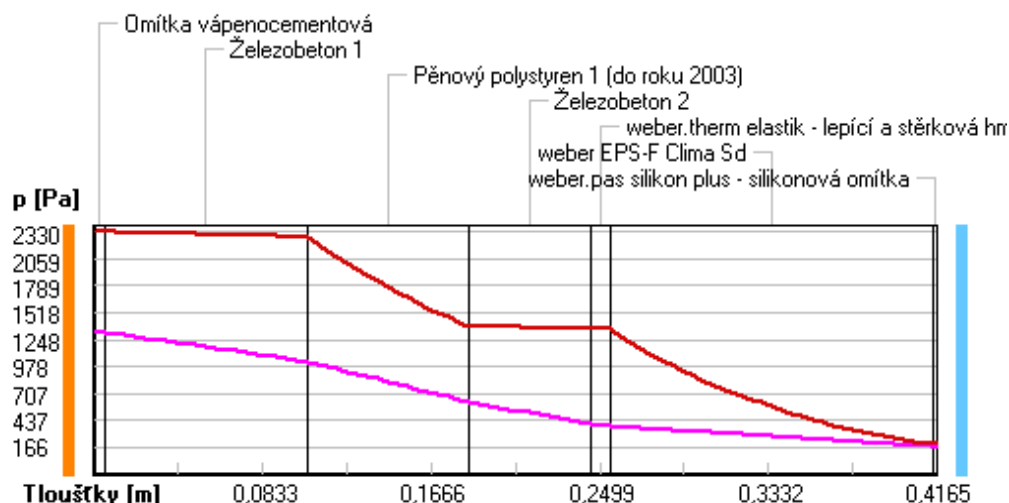
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.9	19.6	11.7	11.5	11.5	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1322	1031	626	405	380	178	166
p,sat [Pa]:	2330	2326	2276	1377	1359	1354	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

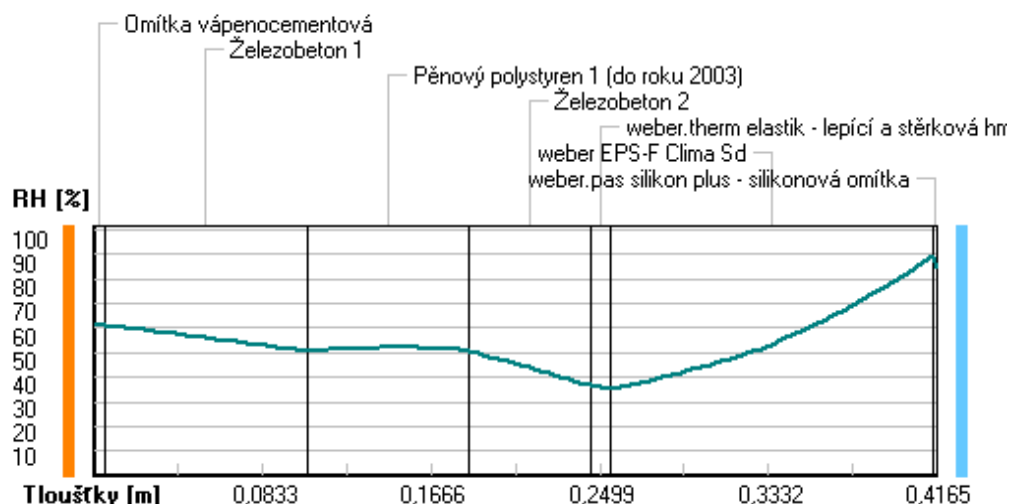
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.531E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	212	153	---	---	---
4	Železobeton 2	212	153	---	---	---

5	weber.therm el	273	92	---	---	---
6	weber EPS-F Cl	---	---	275	90	---
7	weber.pas sili	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepíše ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 2 - Weber MW...	stěna	5.799	0.168	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Varianta 2 - Weber MW**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	weber.therm el	0,0100	0,8000	900,0	1630,0	20,0	0.0000
6	Rockwool Airro	0,1600	0,0390	840,0	70,0	3,5	0.0000
7	weber.pas sili	0,0015	0,7500	940,0	1600,0	60,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	weber.therm elastik - lepicí a stěrková hmota	---
6	Rockwool Airrock HD	---
7	weber.pas silikon plus - silikonová omítka	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne

5	weber.therm el	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Rockwool Airro	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	weber.pas sili	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

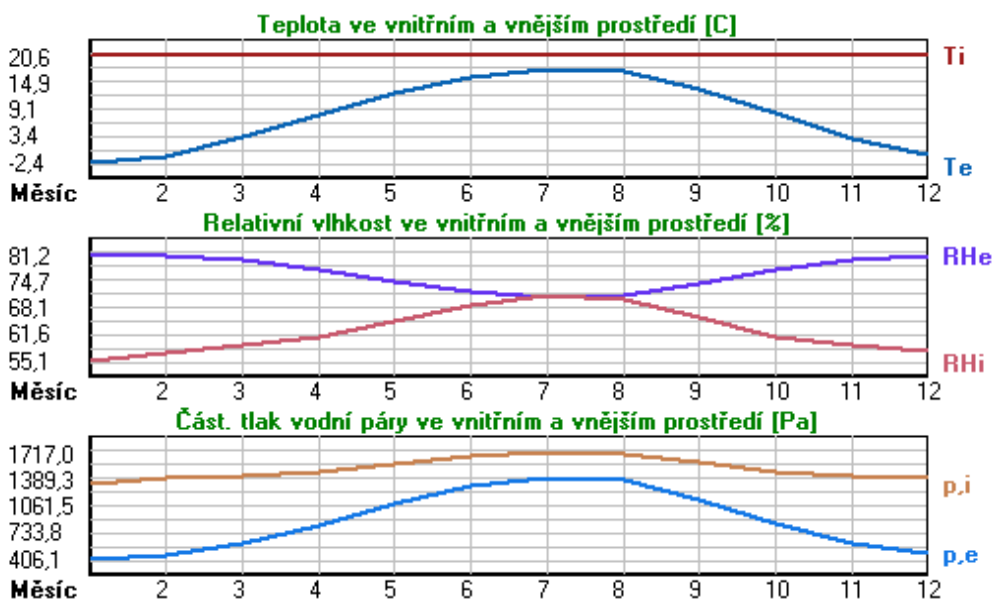
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.799 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.168 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.4E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1961.2
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.22 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.959
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.959	58.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.959	60.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.959	61.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.959	62.7
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.959	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.959	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.959	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.959	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.959	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.959	62.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.959	61.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.959	60.9

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

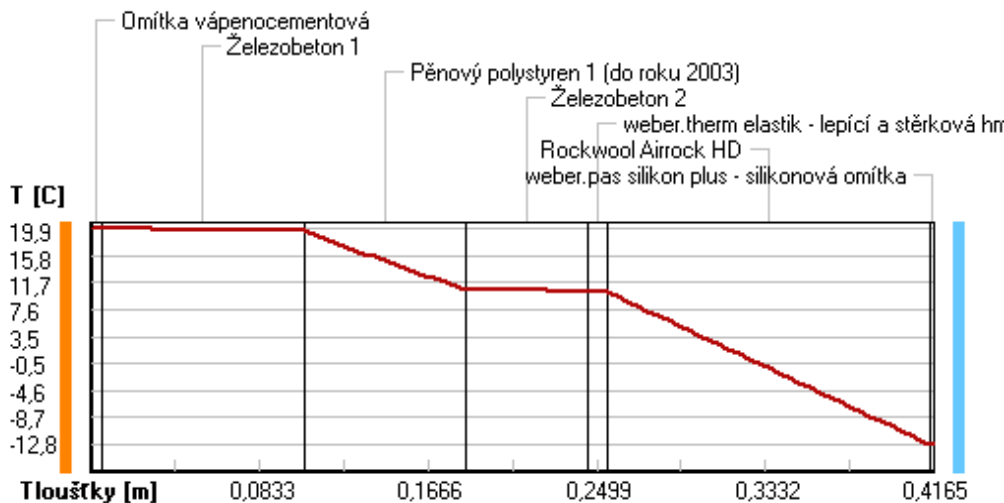
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

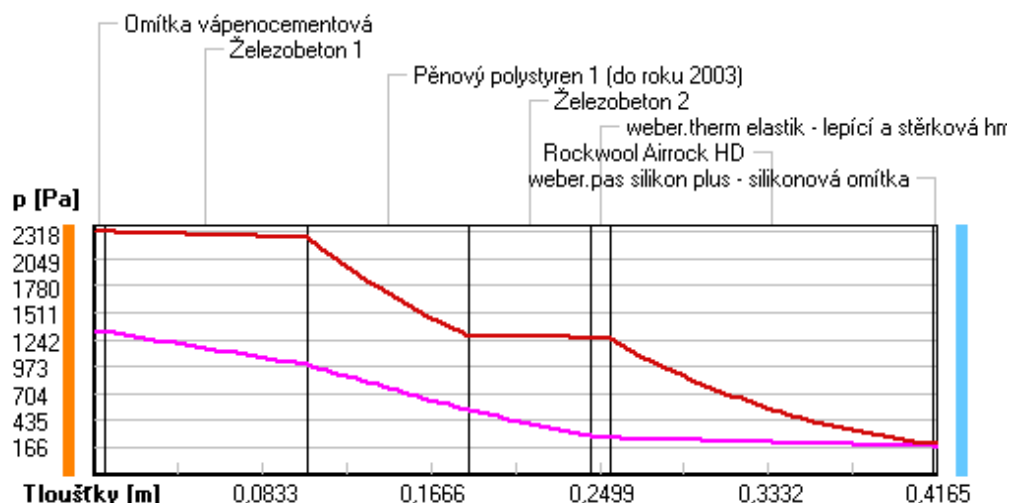
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.8	19.4	10.6	10.4	10.3	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1320	993	537	289	260	179	166
p,sat [Pa]:	2318	2314	2258	1279	1261	1255	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

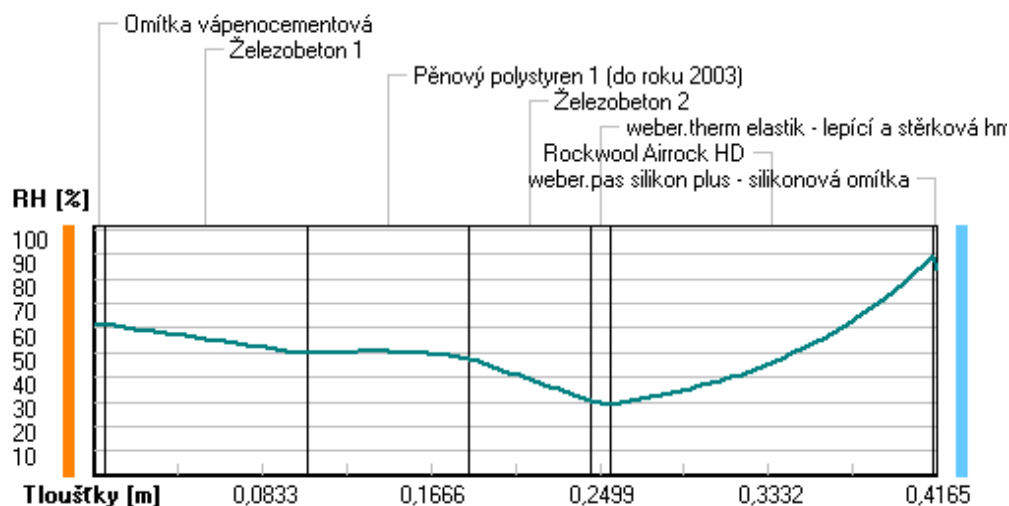
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.850E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	212	153	---	---	---

4	Železobeton 2	243	122	---	---	---
5	weber.therm el	273	92	---	---	---
6	Rockwool Airro	---	---	275	90	---
7	weber.pas sili	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 3 - Pěnové sk...	stěna	5.600	0.173	0.0024	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Varianta 3 - Pěnové sklo**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Foamglas T4+	0,1600	0,0410	1000,0	115,0	70000,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Foamglas T4+	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepicí malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Foamglas T4+	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

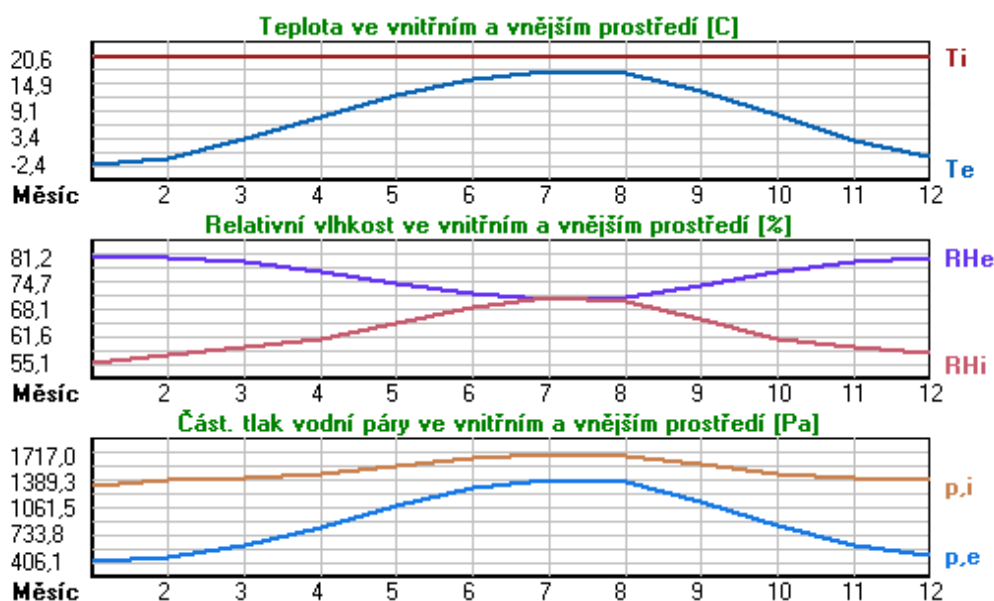
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.600 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.173 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 6.0E+0013 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2044.2
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.17 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.958**
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.6	0.958	58.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.958	60.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.958	61.6
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.958	62.8
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.958	66.3
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.958	69.6
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.958	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.958	70.8
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.958	66.9
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.958	63.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.8	0.958	61.6
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.958	61.0

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

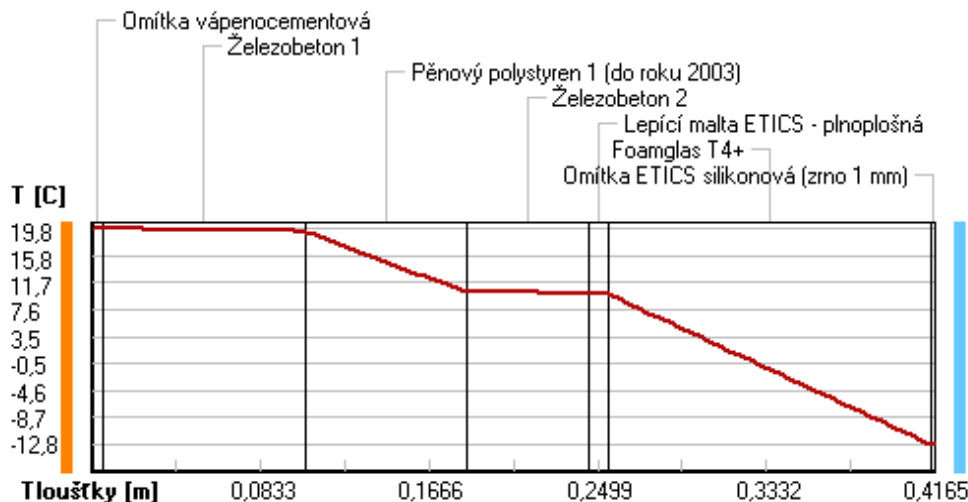
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

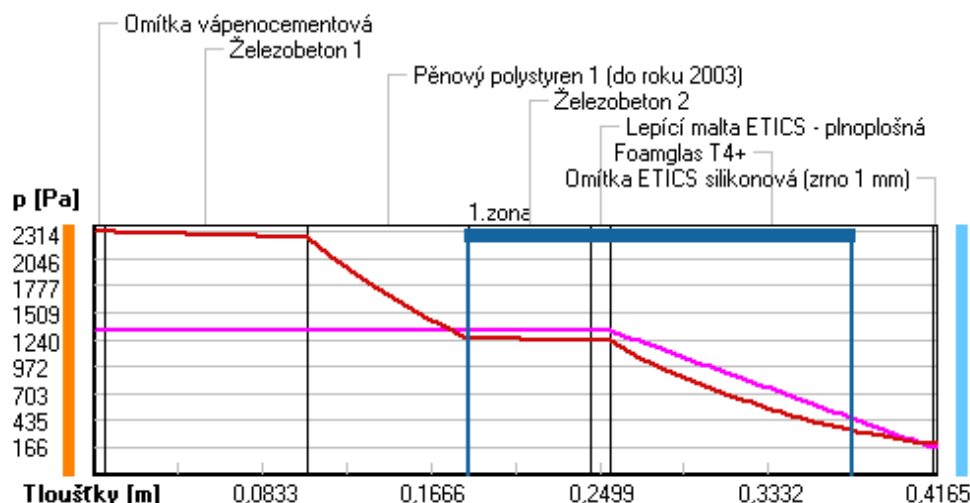
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.8	19.8	19.4	10.3	10.1	10.0	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1334	1334	1333	1333	1333	166	166
p,sat [Pa]:	2314	2310	2252	1250	1232	1225	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

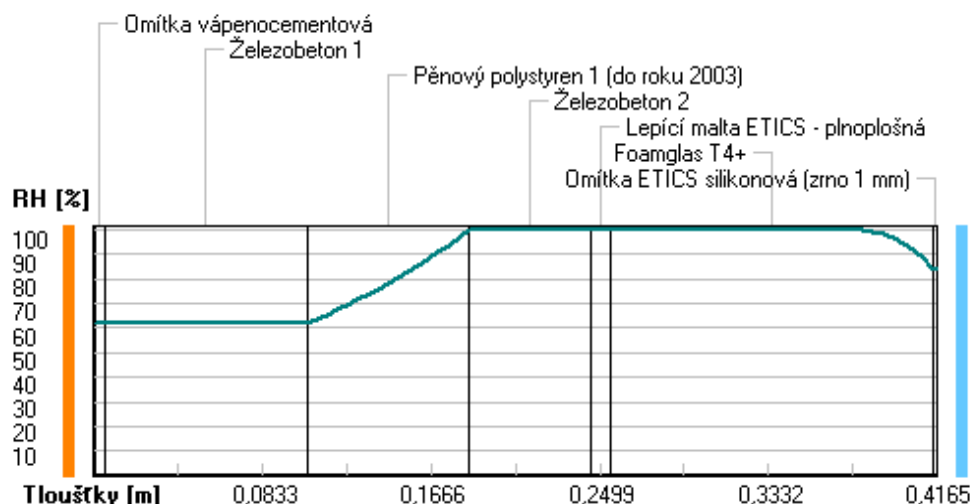
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1850	0.3750	2.988E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0024 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0008 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	31	272	62	---	---
3	Pěnový polysty	---	---	214	151	---
4	Železobeton 2	---	---	214	151	---
5	Lepící malta E	---	---	214	151	---
6	Foamglas T4+	---	---	184	91	90
7	Omítka ETICS s	---	---	334	31	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepíše ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 4 - Fenolická...	stěna	8.971	0.109	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Varianta 4 - Fenolická pěna**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Kooltherm K5 f	0,1600	0,0220	1400,0	35,0	35,0	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Kooltherm K5 fenolická deska	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepicí malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Kooltherm K5 f	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

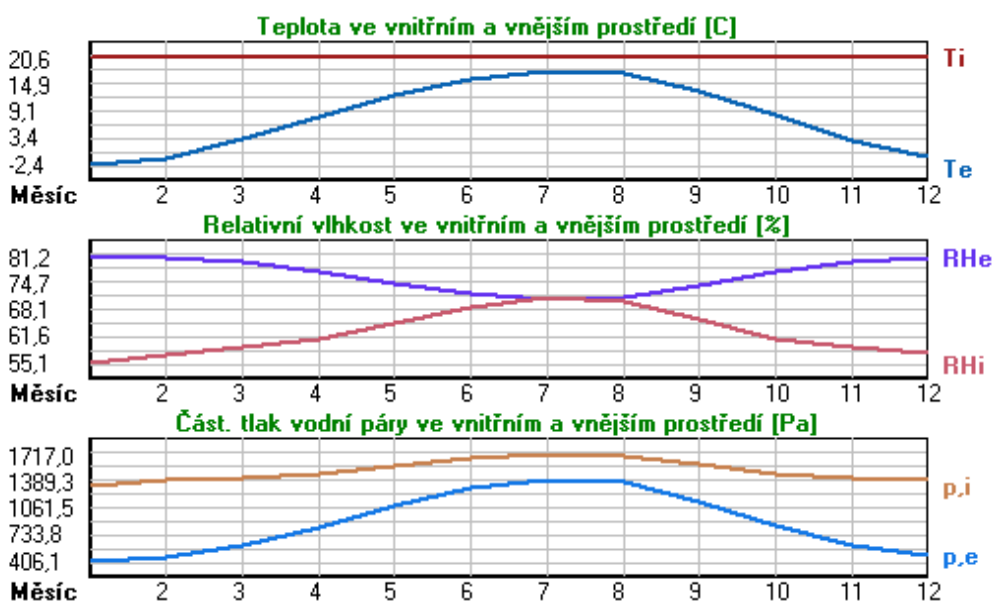
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.971 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.109 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.13 / 0.16 / 0.21 / 0.31 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 7.2E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 3521.3
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.69 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.973
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	20.0	0.973	57.3
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.0	0.973	59.4
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.1	0.973	60.5
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.3	0.973	62.0
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.973	65.8
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.5	0.973	69.2
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.973	71.2
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.973	70.5
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.973	66.4
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.3	0.973	62.3
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.1	0.973	60.6
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.0	0.973	59.8

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

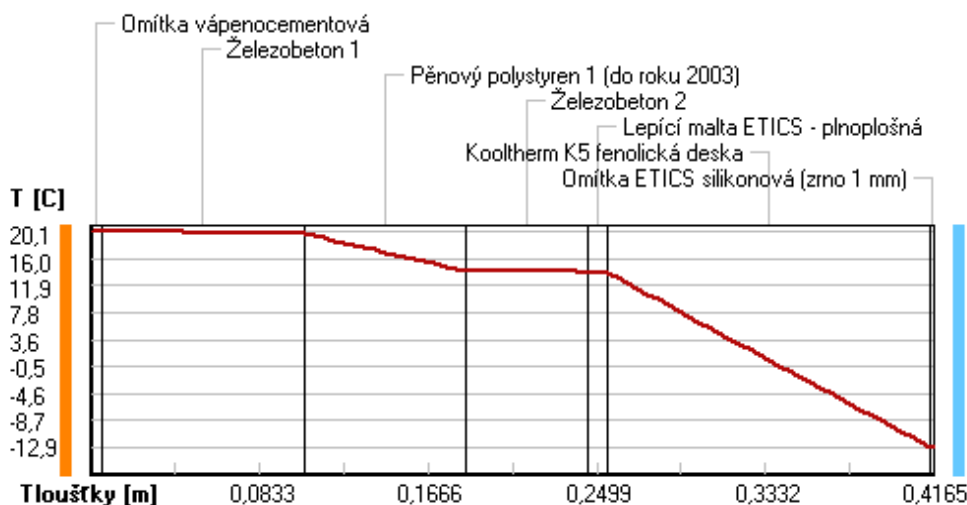
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

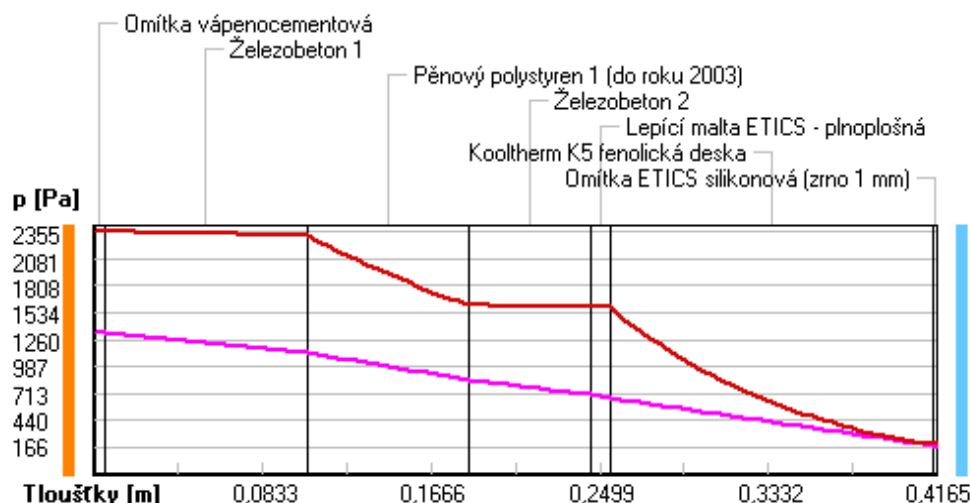
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.1	20.1	19.8	14.1	13.9	13.9	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1334	1326	1128	852	702	668	186	166
p,sat [Pa]:	2355	2352	2315	1606	1592	1586	201	201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

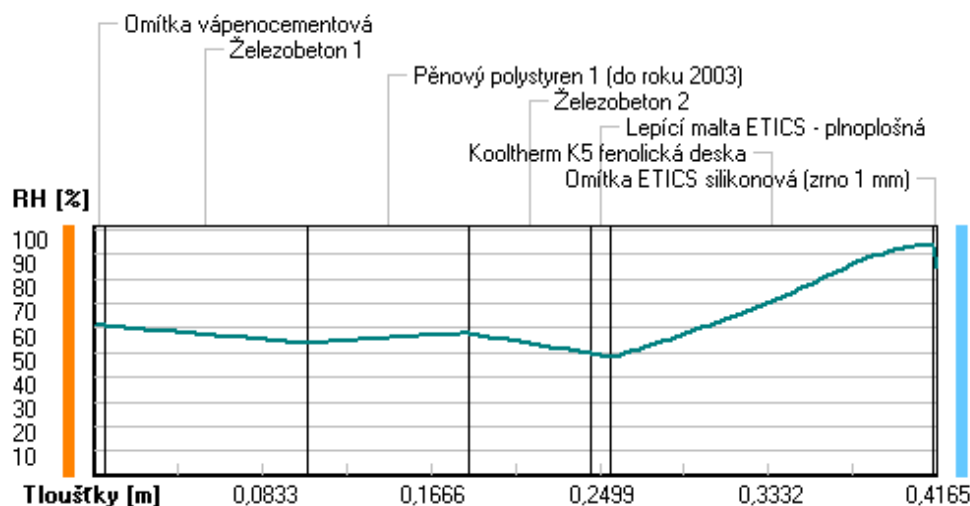
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.722E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	151	152	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	212	153	---	---	---
4	Železobeton 2	212	153	---	---	---
5	Lepící malta E	243	122	---	---	---

6	Kooltherm K5 f	---	---	214	151	---
7	Omítka ETICS s	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Varianta 5 - Lněná izo...	stěna	6.269	0.155	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Varianta 5 - Lněná izolace**
Zpracovatel : Bc. Kateřina Hrabáková
Zakázka : Diplomová práce - Moderní metody zateplování budov
Datum : 4.1.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0050	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Pěnový polysty	0,0800	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
4	Železobeton 2	0,0600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0100	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
6	Lněná izolace	0,1600	0,0350	900,0	75,0	1,5	0.0000
7	Omítka ETICS s	0,0015	0,7000	840,0	1750,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
4	Železobeton 2	---
5	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
6	Lněná izolace vlákna	---
7	Omítka ETICS silikonová (zrno 1 mm)	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Železobeton 1	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Pěnový polysty	---	0.00	0.00	0.00	ne

4	Železobeton 2	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Lepicí malta E	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Lněná izolace	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Omítka ETICS s	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

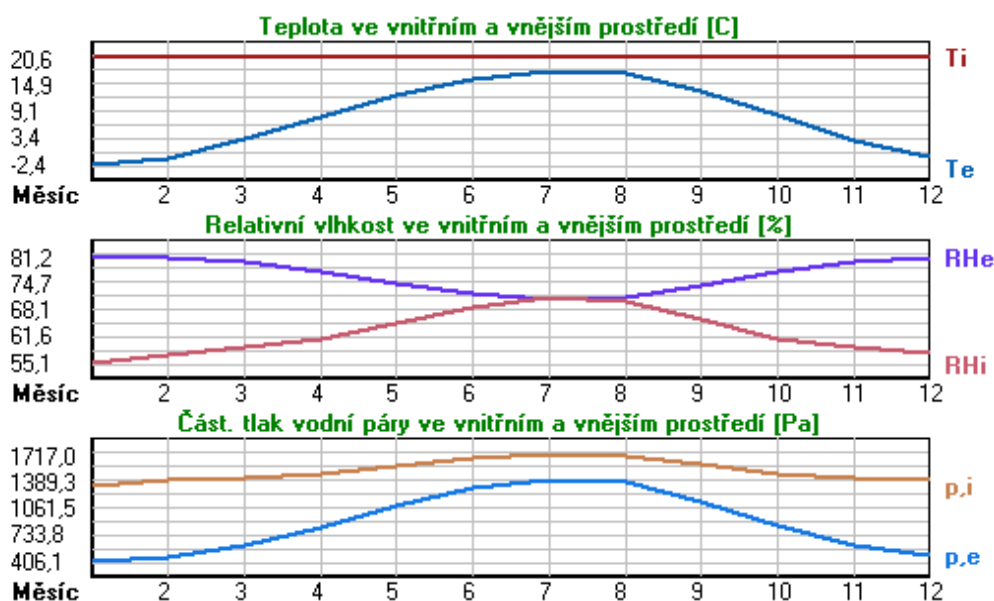
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH*i* a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.269 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.155 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.4E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2195.1
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.32 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.962

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.962	58.2
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.962	60.3
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.962	61.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.962	62.6
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.962	66.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.962	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.962	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.962	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.962	66.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.962	62.8
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.962	61.3
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.962	60.7

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

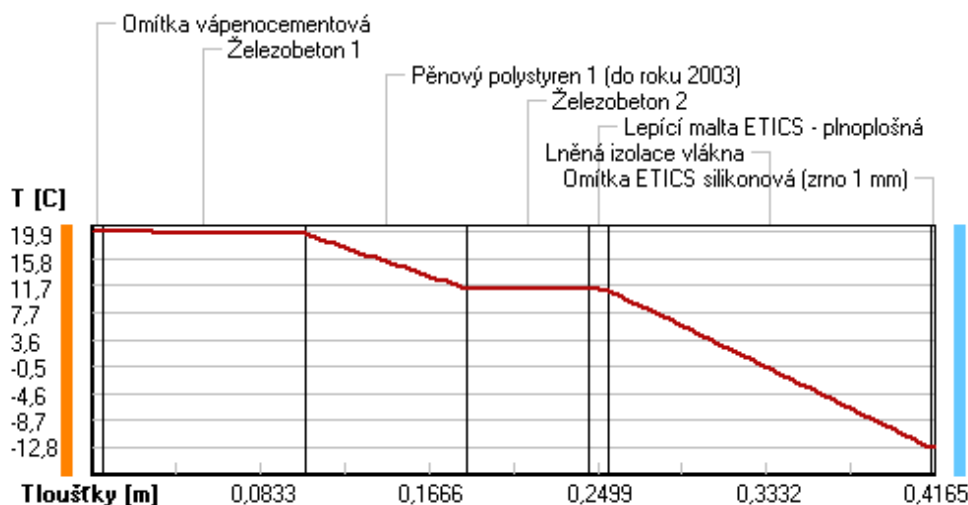
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

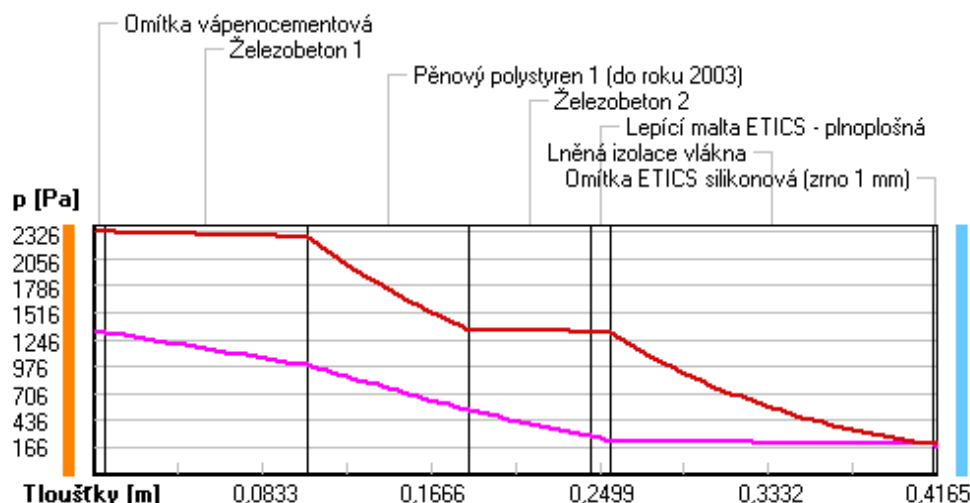
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.9	19.5	11.3	11.1	11.1	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1320	993	537	289	232	198	166
p,sat [Pa]:	2326	2322	2270	1342	1325	1318	202	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

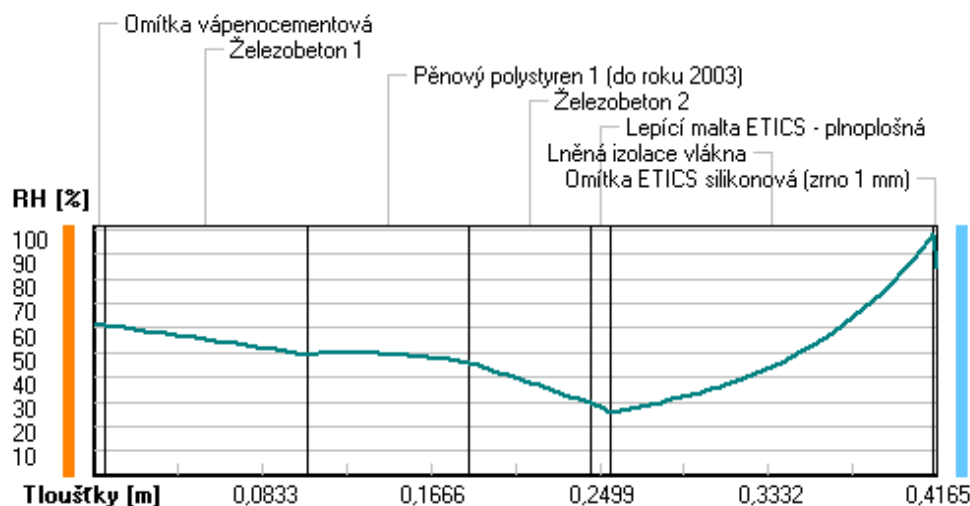
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.848E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Železobeton 1	151	152	62	---	---
3	Pěnový polysty	212	153	---	---	---
4	Železobeton 2	273	92	---	---	---
5	Lepící malta E	303	62	---	---	---

6	Lněná izolace	---	---	214	151	---
7	Omítka ETICS s	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.