



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

**Návrh stavebních úprav v mateřské škole se zaměřením
na denní osvětlení**

**Design of structural adjustments in a nursery school with focus
on daylighting**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Martin Pich

Praha 2016



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pich Jméno: Martin Osobní číslo: 410182

Zadávací katedra: K124 (Katedra konstrukcí pozemních staveb)

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh stavebních úprav v mateřské škole se zaměřením na denní osvětlení

Název bakalářské práce anglicky: Design of structural adjustments in a nursery school with focus on daylighting

Pokyny pro vypracování:

Zakreslení stávajícího stavu objektu ve vybrané projektové dokumentaci (půdorysy, svislý řez, pohled) pro stavební povolení. Předběžné statické posouzení nosných konstrukcí. Návrh zateplení objektu a základní tepelně technické posouzení obalových konstrukcí. Soupis požadavků kladených na danou mateřskou školu se zaměřením na stavební světelnou techniku. Posouzení stávajících učeben z hlediska činitele denní osvětlenosti a rovnoměrnosti denního osvětlení. U nevyhovujícího stavu návrh vhodných konstrukčních a dispozičních úprav. Popis vhodných úprav pro možné rozšíření užitého prostoru do části nevyužívaného podkroví.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, ÚNMZ Praha, říjen 2011, Změna Z1 z dubna 2012

ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky, ČNI Praha, červen 2007

ČSN 73 0580-3 Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol, ČNI Praha, červen 2007

HABEL, Jiří., DVOŘÁČEK, Karel., DVOŘÁČEK, Vladimír., ŽÁK, Petr. Světlo a osvětlování. Praha :

FCC Public s. r. o., 2013. ISBN 978-80-86534-21-3.

VYCHYTIL, Jaroslav. Stavební světelná technika - cvičení. Praha : Nakladatelství ČVUT v Praze, 156 s. 2015.

ISBN 978-80-01-05858-9

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 24. 2. 2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 22. 5. 2016


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

29. 2. 2016

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 16. 5. 2016

Martin Pich

Poděkování

Děkuji Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D. za odborné vedení a ochotu při zpracování bakalářské práce. Poděkovat bych také chtěl své rodině, která mě podporovala po celou dobu mého studia.

Martin Pich

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem stavebních úprav mateřské školy. V rámci stavebního průzkumu se zaměří stávající stav objektu, který se zakreslí ve vybrané projektové dokumentaci pro stavební povolení. Předběžně se staticky posoudí nosné konstrukce. Bude popsáno možné rozšíření užitého prostoru do nevyužívaných částí podkroví. Obalové konstrukce se posoudí z tepelně technického hlediska a v případě nevyhovujícího stavu bude navrženo zateplení objektu. V další části budou sepsány legislativní požadavky kladené na mateřskou školu se zaměřením na světelnou techniku. Učebny budou posouzeny z hlediska činitele denní osvětlenosti a rovnoměrnosti denního osvětlení. U nevyhovujícího stavu se navrhnou vhodné konstrukční a dispoziční úpravy.

Klíčová slova

Denní osvětlení, mateřská škola, rekonstrukce, stavební průzkum, tepelná technika

Annotation

This bachelor thesis is about the plan of building modifications for a nursery school. During the buildings survey the current condition of the building will be drawn into the particular project documents for a building permission. The load-bearing construction will be statics judged. Also there will be described the possible enlargement of a usable areas into the non- used parts of the attic. The wrapping constructions will be judged in a heat thermal technical viewpoint and in the case of wanting constructions it will be recommended to use a thermal insulation of the building. In the next part there will be written up the legislative requirements layed for the nursery schools with orientation on light technics. Classrooms will be judged according to the daylight factor viewpoint and uniformity of daylight. In case of wanting condition there will be designed suitable constructional and disposition adjustment.

Keywords

Daylighting, nursery school, reconstruction, buildings survey, thermal protection

Obsah

Úvod.....	8
1. Popis objektu.....	9
1.1 Umístění stavby.....	9
1.2 Informace o budově.....	10
1.2.1 Vlastnictví.....	10
1.2.2 Pozemek.....	10
1.3 Provoz a kapacity.....	11
1.4 Dispoziční popis.....	11
2. Popis stavebních konstrukcí.....	12
2.1 Základy.....	12
2.2 Svislé konstrukce.....	12
2.3 Vodorovné konstrukce.....	12
2.4 Střešní konstrukce.....	13
2.5 Výplně otvorů.....	13
2.6 Tepelně izolační konstrukce.....	13
2.7 Vytápění.....	14
2.8 Inženýrské sítě.....	14
3. Konstrukčně statické řešení.....	15
3.1 Vodorovné konstrukce.....	15
3.2 Svislé konstrukce.....	17
4. Stavební úpravy.....	19
4.1 Požadavky na stavební úpravy.....	19
4.1.1 Třídy, herny, lehárny.....	19
4.1.2 Šatny.....	20
4.1.3 Hygienické prostory.....	20
4.2 Navrhované stavební úpravy.....	21
4.2.1 Třídy, herny, lehárny.....	22
4.2.2 Šatny.....	22
4.2.3 Hygienické prostory.....	22
5. Tepelná ochrana budov.....	24
5.1 Základní veličiny.....	24
5.1.1 Součinitel tepelné vodivosti λ	24
5.1.2 Tepelný odpor konstrukce R	25
5.1.3 Součinitel prostupu tepla U	25
5.1.4 Teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi}	25

5.2	Požadavky na tepelnou techniku	26
5.2.1	Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce	26
5.2.2	Požadavek na součinitel prostupu tepla	26
5.2.3	Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	28
5.3	Okrajové podmínky výpočtu	29
5.3.1	Vnější prostředí	29
5.3.2	Vnitřní prostředí	29
5.4	Posouzení stávajících konstrukcí	30
5.4.1	Obvodová stěna 1.NP:	30
5.4.2	Obvodová stěna 2.NP:	32
5.4.3	Obvodová stěna 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci:	33
5.4.4	Podhled 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci:	35
5.4.5	Výplně otvorů	36
5.4.6	Hodnocení podlah z hlediska poklesu dotykové teploty	37
5.5	Navrhované řešení	37
5.5.1	Zateplení obvodové stěny 1.NP:	37
5.5.2	Zateplení obvodové stěny 2.NP:	39
5.5.3	Zateplení střešní konstrukce:	41
5.5.4	Zateplení podhledu 2.NP:	43
6.	Denní osvětlení	45
6.1	Základní termíny a definice	46
6.2	Požadavky na mateřskou školu	47
6.2.1	Činitel denní osvětlenosti D	47
6.2.2	Rovnoměrnost denního osvětlení U	48
6.3	Popis osvětlovacích otvorů	48
6.4	Posouzení stávajícího stavu a návrh vhodných opatření	51
6.4.1	Herna	51
6.4.2	Třída v 1.NP	56
6.4.3	Třída v 2.NP	59
6.5	Vyhodnocení stavebních úprav	64
6.5.1	Třída	64
6.5.2	Herna	65
	Závěr	67
	Seznam literatury	68
	Přílohy	

Úvod

Mateřská škola je první školní zařízení, které člověk ve svém životě navštěvuje. Měla by působit příjemným, radostným a bezpečným dojmem, aby děti motivovala k sebepoznávání a rozvíjení znalostí a dovedností. Vnitřní prostor by proto měl být funkční a přispívat ke spokojenosti jeho uživatelů.

Zrak je velmi důležitým smyslem lidského těla, kterým získáváme první informace o prostředí, ve kterém se nacházíme. Mateřskou školu navštěvují malé děti, u kterých se zrak rychle vyvíjí. Proto je zcela zásadní o oči pečovat a udržovat je v nejlepší možné kondici. Vyhodnocení denního osvětlení má přinášet důležité informace o kvalitě světla v místnosti a případné nedostatky by měly být odstraněny již v projektové fázi a to způsobem, který zajistí vhodné podmínky pro rozvoj zraku.

Pro posouzení denního osvětlení jsem si vybral právě tento objekt, neboť k němu mám jistý osobní vztah. Mateřská škola Libňatov se totiž nachází v místě mého bydliště a já osobně jsem ji ve svém dětství navštěvoval. Tudíž mám zájem, aby vnitřní prostředí právě tohoto vzdělávacího zařízení bylo kvalitní a mateřská škola mohla fungovat na nejvyšší možné úrovni.

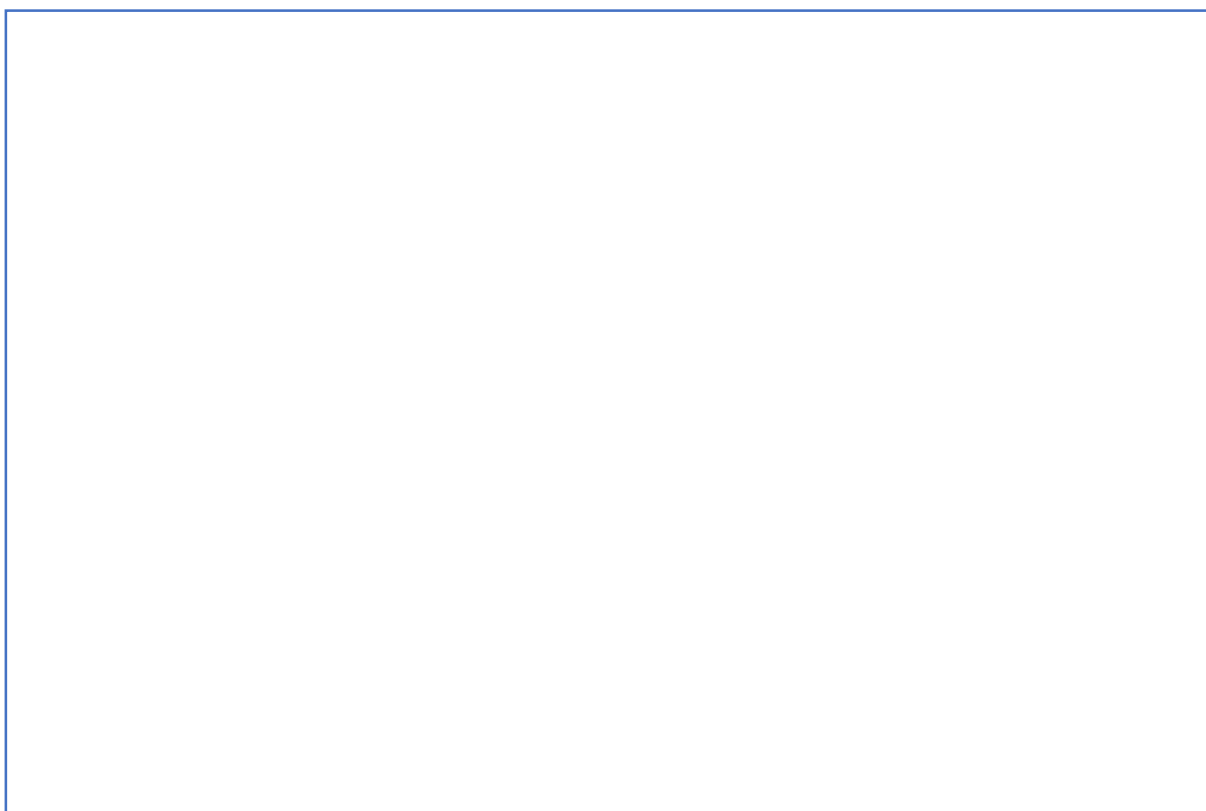
1. Popis objektu

1.1 Umístění stavby

Mateřská škola se nachází ve střední části obce Libňatov, která leží v okrese Trutnov. Přístup k budově zajišťuje místní asfaltová komunikace napojená na silnici třetí třídy.

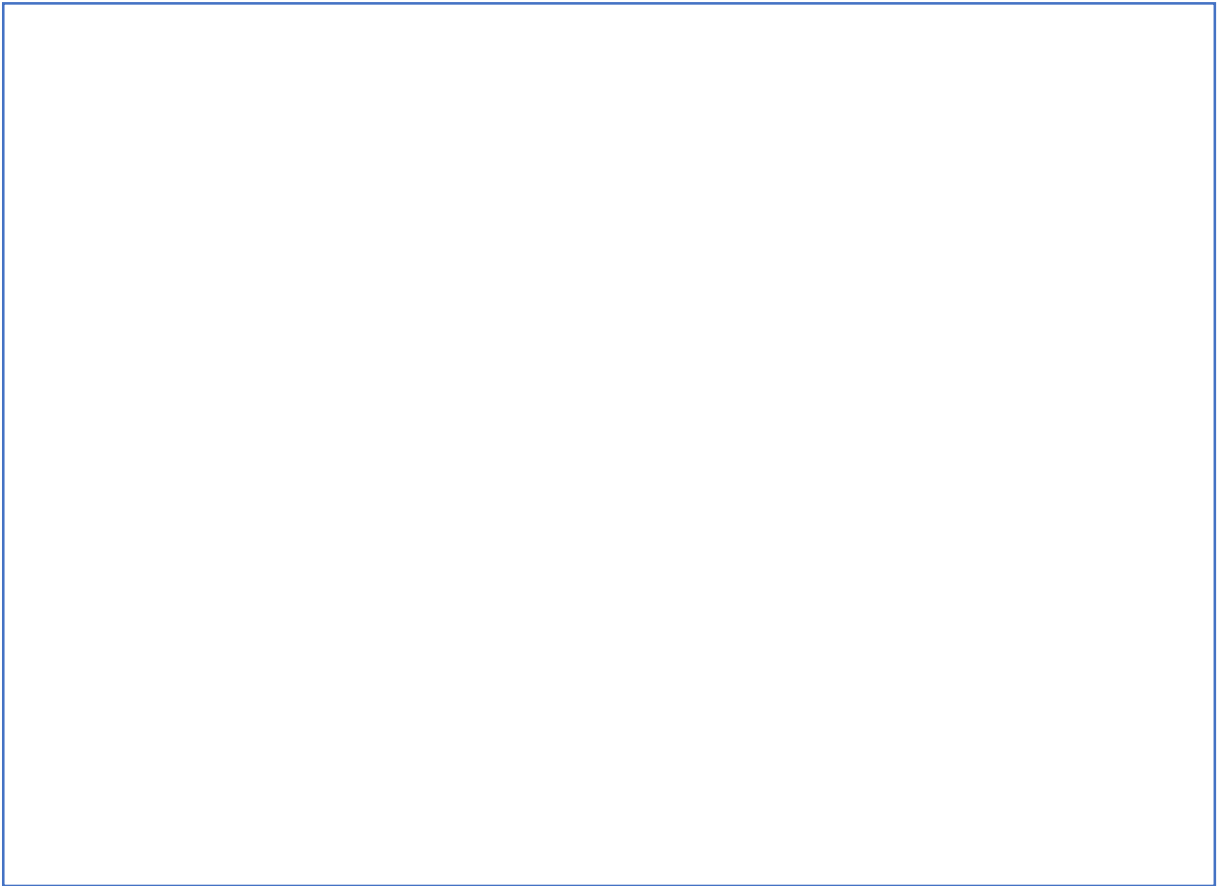
Budova je situována do mírně svažitého terénu. Východním směrem od objektu je příjezdová komunikace, fotbalové hřiště a skladovací objekt místního sboru dobrovolných hasičů. Severně se rozléhá zalesněný kopec a místní potok. Na západ přiléhá k mateřské škole prostorná zahrada, která slouží jako dětské hřiště. Jižně je rodinný dům a hlavní komunikace. Nadmořská výška místa budovy je 400 m n. m.

Před budovou jsou zpevněné plochy, které tvoří asfaltová cesta a chodník z betonových dlaždic. Ostatní plochy přiléhající ke stavbě jsou travnaté.



Obrázek 1 – Satelitní fotografie objektu a jeho okolí [19]

1.2 Informace o budově



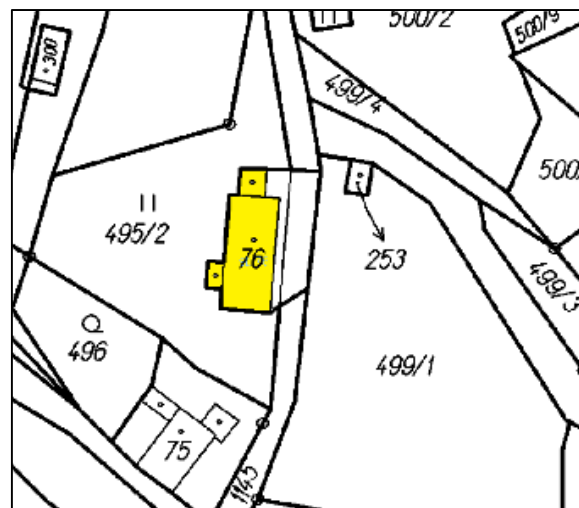
Obrázek 2 - Fotografie mateřské školy se zachycením vstupu do objektu

1.2.1 Vlastnictví

Vlastníkem a zřizovatelem mateřské školy Libňatov s číslem popisným 40 je obec Libňatov.

1.2.2 Pozemek

Parcelní číslo: st. 76
Obec: Libňatov [579475]
Katastrální území: Libňatov [683001]
Výměra: 395 m²



Obrázek 3 - Katastrální mapa [20]

1.3 Provoz a kapacity

Budova slouží jako mateřská škola pro výchovu a vzdělávání předškolních dětí ve věku od 2 do 6 let. Kapacita školy je 43 dětí, které jsou rozděleny do dvou tříd. Výuku zajišťují tři učitelky.

Součástí mateřské školy je také školní jídelna, která zajišťuje obědy pro děti, personál a také pro veřejnost. V kuchyni pracuje jedna kuchařka a jedna pomocná kuchařka.

Provoz, údržbu a úklid zajišťuje školnice.

V mateřské škole pracují pouze ženy, celkem jich je šest.

1.4 Dispoziční popis

Budova je částečně podsklepena a má dvě nadzemní podlaží. Nad částí druhého nadzemního podlaží je podstřešní prostor, jehož podlaha je v úrovni střešních hambálek.

V suterénu se nachází kotelna, která byla před několika lety s exteriérem propojena zásobovací chodbou.

První nadzemní podlaží je centrální pro celou mateřskou školu. Nachází se zde vstup do budovy, šatna, třída, herna, kuchyně se školní jídelnou a skladovací prostory.

Ve druhém nadzemním podlaží proběhla před deseti lety přestavba, kde se z části nevyužívaných půdních prostor vybudovala lehárna, kancelář a hygienický prostor. V současné době je lehárna využívána jako druhá třída. Zbylé půdní prostory slouží jako sklad sezónního materiálu nebo nejsou vůbec využívány. V podstřešním prostoru jsou skladovány sezónní materiály.

V mateřské škole není zajištěn bezbariérový provoz. Uzpůsobení budovy pro hendikepované osoby a odstranění všech bariér by bylo velmi nákladné a ekonomicky nenávratné.

2. Popis stavebních konstrukcí

Informace o konstrukcích jsem získal z dostupné projektové dokumentace [22] a stavebním průzkumem, který jsem provedl.

Na obecním úřadě jsem obdržel částečné stavební výkresy a technické zprávy. Tyto dokumenty byly zpracovávány vždy pro části objektu, ve kterých probíhala rekonstrukce. Jednotlivé výkresy ale obsahovaly mnohdy data, která si rozporovala. Zejména si odporovaly kóty popisující rozměry a vzdálenosti konstrukcí. Z tohoto důvodu jsem provedl zaměření konstrukcí spojené se stavebním průzkumem.

2.1 Základy

Objekt je založen na betonových základových pasech.

2.2 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce jsou zděné. Suterénní stěny jsou ze smíšeného zdiva tloušťky 600 mm. Obvodové konstrukce 1.NP jsou z cihel plných tloušťky 450 mm. Ve 2.NP jsou podélné stěny ustoupené a mají tloušťku 300 mm. Štítové zdi mají tloušťku 450 mm a místy jsou rozšířeny ztužujícími pilíři na 600 mm. Vnitřní nosné stěny jsou také vyzděny z cihel plných v tloušťkách 450 a 300 mm. Původní příčky mají tloušťku 150 mm a jsou z plných cihel. Dělicí konstrukce, které byly doplňovány v rámci rekonstrukcí, jsou z tvarovek YTONG tloušťky 100 mm.

Zdivo z cihel plných je omítnuto maltou vápenocementovou. Stěny ze systému YTONG mají omítku stěrkovou. Svislé konstrukce jsou opatřeny malbou.

2.3 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena keramickými vložkami Hurdis se šikmými čely osazené přes patky do ocelových válcovaných nosníků.

Podlahy na terénu jsou původní bez tepelné izolace. V průběhu let došlo pouze k výměně nášlapných vrstev.

Ve využívaných prostorech 2.NP byly při rekonstrukci škvárové násypy nahrazeny lehčeným kamenivem Liapor. Podlahu pak tvoří stabilizační polystyren o tloušťce 70 mm a dvě podlahové desky Rigidur o celkové tloušťce 50 mm.

V půdních prostorech podlahu tvoří betonová mazanina tloušťky 40 mm, která leží na dřevěném roštu z trámků a prken. Ten je položen na stropních nosnících.

V nevyužívaném prostoru 2.NP nejsou podlahy zhotoveny. Na stropní konstrukci je pouze škvárový násyp.

2.4 Střešní konstrukce

Střešní konstrukci tvoří dřevěný sedlový krov. Sklon střechy je 40°. Nad nevyužívaným prostorem 2.NP je krov snížený. To znamená, že hřeben střechy má dvě různé výškové úrovně s rozdílem výšek 1,4 m. Přístavky jsou zastřešeny pultovými střechami se sklonem 10°, kde nosnou konstrukci tvoří dřevěné trámy. Všechny části střešní konstrukce jsou pokryty asfaltovým šindelem.

Rekonstruované podkrovní prostory jsou zaklopeny sádkartonovým podhledem.

2.5 Výplně otvorů

Původní okna byla při předchozích rekonstrukcích nahrazena novými. Nyní jsou všechna okna plastová s izolačním dvojsklem. Střešní okna ve 2.NP jsou dřevěná zasklena izolačním dvojsklem.

Vstupní dveře do objektu jsou dřevěné, částečně prosklené jednoduchým sklem. Zásobovací chodba suterénu je uzavřena plnými plastovými dveřmi.

2.6 Tepelně izolační konstrukce

Obvodové stěny a podlahy jsou původní bez tepelné izolace. Pouze využívaný podkrovní prostor je zateplený. Tepelnou izolací z minerálních vláken byly zatepleny zevnitř podélné stěny a podhled v úrovni kleštin.

2.7 Vytápění

Zdrojem vytápění je automatický kotel na pelety se zásobníkem. Kotel je umístěn v kotelně v suterénu. Vytápění je zajištěno deskovými otopnými tělesy.

2.8 Inženýrské sítě

Mateřská škola je napojena na veřejné zdroje pitné vody a elektřiny. Splašková voda je odvedena domovní kanalizací do septiku. Kuchyň je zásobovaná zemním plynem, který je do budovy dodáván z plynových nádob umístěných vně budovy.

3. Konstruktivně statické řešení

V rámci bakalářské práce jsem staticky posoudil vybrané konstrukce. Posoudil jsem únosnost svislé a vodorovné konstrukce v nejexponovanějších místech budovy.

3.1 Vodorovné konstrukce

Z dostupných materiálů stavební dokumentace [22] jsem zjistil, že ve stropních konstrukcích jsou použity stropní keramické panely Hurdis vložené do ocelových válcovaných nosníků I 220. Ve výkresech byla uvedena vzdálenost stropních nosníků 1200 mm. Stavební průzkum, který jsem provedl, mi tato tvrzení potvrdil.

Stropní konstrukci jsem konzervativně posoudil v prostoru s největším rozpětím, tj. nad hernou. Nejprve jsem v souladu s normou ČSN EN 1993-1-1 [2] a skripty Ocelové konstrukce 2 [13] vypočítal ohybovou a smykovou únosnost stropního ocelového nosníku. Poté jsem dle ČSN EN 1991-1-1 [1] spočítal zatížení od podlahy a stropní konstrukce a vnitřní síly v konstrukci. Na závěr výpočtu jsem konstrukci staticky posoudil. Zde je uvedeno pouze shrnutí vstupních hodnot a výsledků, celý výpočet je uveden ve statické části, tj. příloze A.

- Zatřídění průřezu: I 220

Všechny válcované profily I jsou pro ocel S 235 vždy třídy 1. [12]

- Vstupní hodnoty do výpočtu [8]:

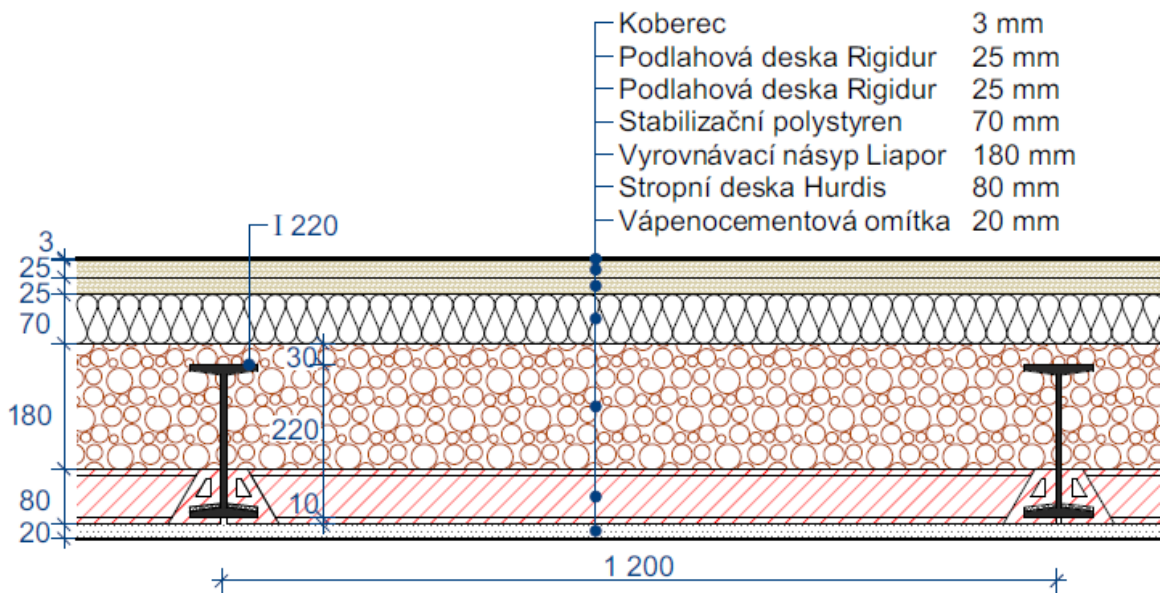
Plastický průřezový modul k ose Y:	$W_{pl,y} = 324\,000\text{ mm}^3$
Pevnost oceli na mezi kluzu:	$f_y = 235\text{ MPa}$
Součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma_{M0} = 1,00$
Plocha stěny ve smyku ve směru osy Z:	$A_{vz} = 1\,906\text{ mm}^2$
Vlastní tíha nosníku:	$m = 31\text{ kg/m} = 0,31\text{ kN/m}$
Zatěžovací šířka:	$L_{\bar{s}} = 1,2\text{ m}$

- Ohybová únosnost:

$$M_{Rd} = \underline{\underline{76,14\text{ kNm}}}$$

- Smyková únosnost:

$$V_{Rd} = \underline{\underline{258,6\text{ kN}}}$$



Obrázek 4 – Skladba stropní konstrukce a podlahy

- Plošné zatížení:

STÁLÉ	γ [kN/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Koberec	-	-	0,012	1,35	0,016
Podlahové desky Rigidur	12	0,05	0,600		0,810
Polystyren	0,35	0,07	0,025		0,034
Lehčené kamenivo Liapor	6	0,18	1,080		1,458
Stropní deska Hurdis	-	-	0,450		0,608
Omítka	20	0,02	0,400		0,540
			$\Sigma = 2,567$		$\Sigma = 3,466$

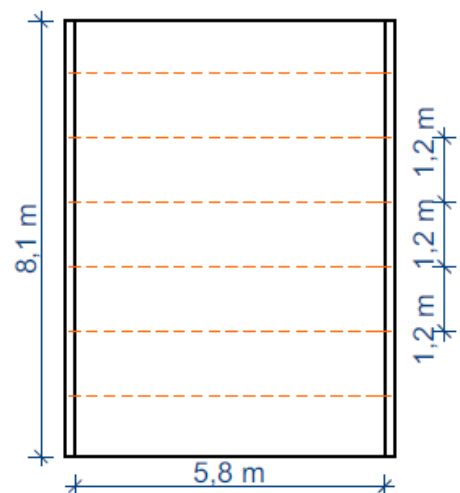
PROMĚNNÉ	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
C4 – Plochy určené k pohybovým aktivitám	5,0	1,5	7,5

CELKOVÉ

- charakteristické: $f_k' = \underline{\underline{7,567 \text{ kN/m}^2}}$
- návrhové: $f_d' = \underline{\underline{10,966 \text{ kN/m}^2}}$

- Liniové zatížení:

- zatížení od stropní konstrukce: $f_1 = 13,16 \text{ kN/m}$
- celkové: $f_d = \underline{\underline{13,58 \text{ kN/m}}}$



Obrázek 5 - Schéma stropní konstrukce se zakreslením osové vzdálenosti stropních nosníků

- Vnitřní síly:
 - ohybový moment od vnějších sil: $M_{Ed} = \underline{\underline{57,1 \text{ kNm}}}$
 - posouvající síla od vnějších sil: $V_{Ed} = \underline{\underline{39,4 \text{ kN}}}$

- Posouzení konstrukce:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{\underline{76,14}} > 57,1 \text{ kNm} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

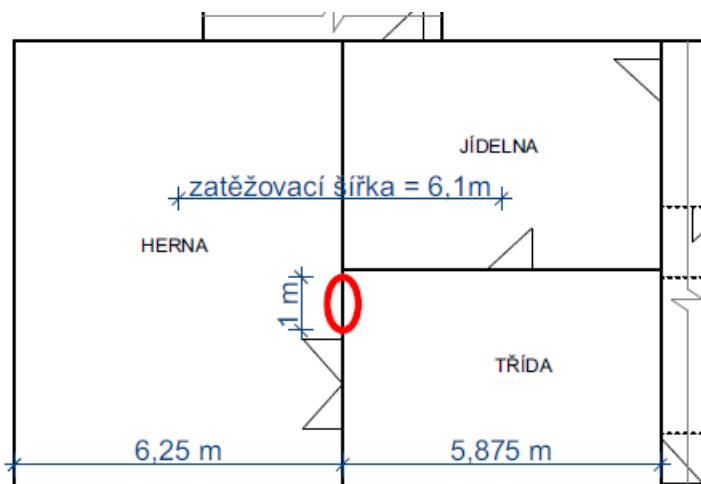
$$\underline{\underline{258,6}} > 39,4 \text{ kN} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr: Stávající stropní konstrukce je dostatečně únosná.

3.2 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou všechny zděné z cihel plných. Únosnost zdiva jsem ověřil v prvním podlaží na zdivu tloušťky 450 mm mezi hernou a třídou. To je prvek, do kterého svislé účinky zatížení vnašejí stropní konstrukce s největšími vzdálenostmi podpor.

Nejprve jsem vypočetl pevnost zdiva podle Eurokódu 6 [3], součinitele α a β jsem uvažoval podle národní přílohy normy ČSN ISO 13 822 [4]. Poté jsem provedl výpočet zatěžovací síly v patě stěny, kde jsem plošné zatížení uvažoval stejné jako při posuzování stropní konstrukce. Při výpočtu únosnosti jsem uvažoval s vlivem excentricity způsobenou okolními konstrukcemi. Na závěr výpočtu jsem provedl posouzení únosnosti zděné stěny. Podrobný výpočet je uveden ve statické části, tj. příloha A, zde jsou uvedeny pouze vstupní hodnoty do výpočtu a výsledky.



Obrázek 6 - Schéma objektu se zakreslením oblasti posuzovaného zdiva

- Vstupní hodnoty do výpočtu

- tloušťka konstrukce: $t = 450 \text{ mm}$
- pevnost cihelného střepe: $f_u = 10 \text{ MPa}$
- pevnost malty: $f_m = 2 \text{ MPa}$
- součinitel tvaru: $\delta = 0,77$
- součinitel vyjadřující $\alpha = \square$
- součinitel vyjadřující $\beta = \square$
- součinitel závislý na druhu zdících prvků a malty: $K = 0,55$
- zatěžovací šířka: $L_s = 6,1 \text{ m}$

- Pevnost zdiva

- charakteristická: $f_k = \underline{\underline{1,97 \text{ MPa}}}$
- návrhová: $f_d = \underline{\underline{0,779 \text{ Mpa}}}$

- Zatížení

- od podlah a stropní konstrukce: $f_d = 10,966 \text{ kN/m}^2$
(viz posouzení stropní konstrukce)
- zatížení od stěny: $f_s = 34,2 \text{ kN/m}$
- zatěžovací síla v patě stěny: $\underline{\underline{N_{Ed} = 101,1 \text{ kN/m}}}$

- Vnitřní síly

- Únosnost zdiva v patě stěny: $N_{Rd,i} = \underline{\underline{306 \text{ kN/m}}}$

- Posouzení konstrukce:

$$N_{Rd,i} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{\underline{306}} > 101,1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$N_{Rd,m} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{\underline{297}} > 101,1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

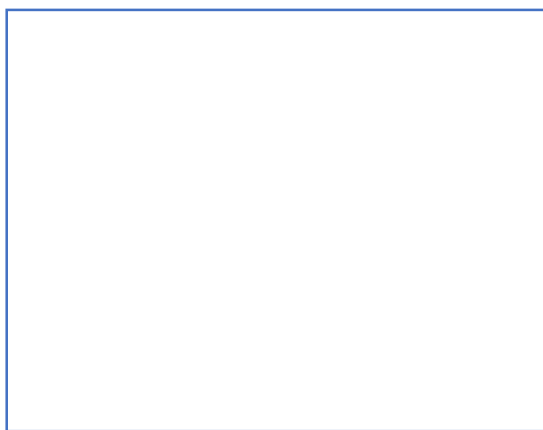
4. Stavební úpravy

Zřizovatel a ředitelka mateřské školy vyslovili záměr rozšíření školních prostor do nevyužívaných půdních prostorů. Důvodem jsou funkční požadavky školy a hygienické požadavky.

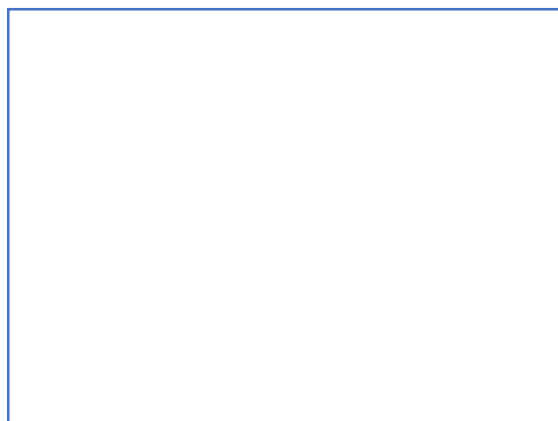
4.1 Požadavky na stavební úpravy

4.1.1 Třídy, herny, lehárny

V roce 2012 byla původně jednotřídní mateřská škola rozšířena o druhou třídu. Druhá třída našla zázemí v dosavadní lehárně ve druhém podlaží. Kvůli tomu v současné době nemá mateřská škola stálou lehárnu. Každý den je proto nutné rozložit lehátka, uklidit započatou práci a po poledním odpočinku zase lehátka sklídit. Dalším nevyhovujícím faktorem je umístění tříd v místnostech nad sebou, vlivem vysoké hladiny kročejového zvuku dochází k vzájemnému rušení mezi třídami. Ředitelka mateřské školy požaduje vytvoření nové třídy a lehárny v nevyužívaných půdních prostorech, aby se třídy při běžném provozu nerušily.



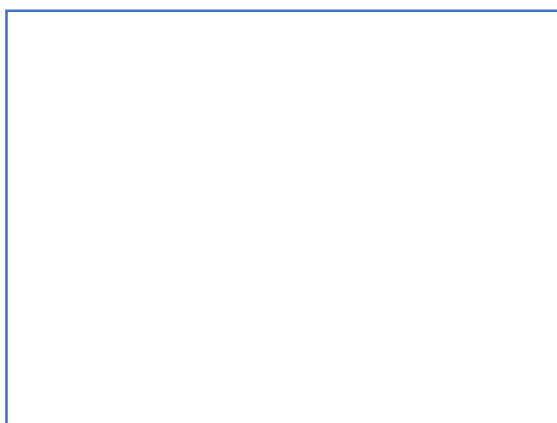
Obrázek 7 - Fotografie herny v 1.NP



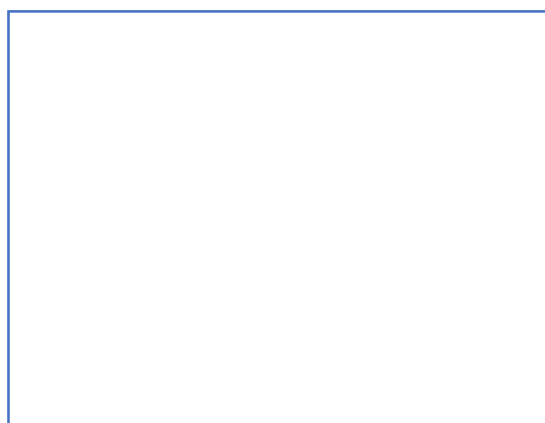
Obrázek 8 - Fotografie třídy ve 2.NP

4.1.2 Šatny

Kvůli zvýšení kapacity dětí přestala šatna dětem zajišťovat dostatečný prostor a komfort při převlékání. Stejně nedostatky má šatna učitelek, která je umístěna ve schodišťovém prostoru. Vedení mateřské školy proto požaduje rozšíření šatních prostor pro děti a vytvoření nové komfortnější šatny pro učitelky.



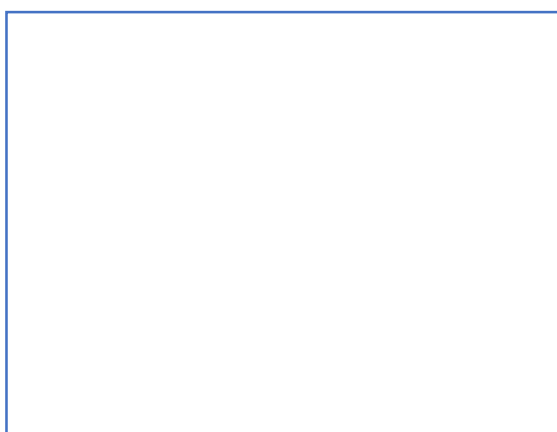
Obrázek 9 - Šatna dětí



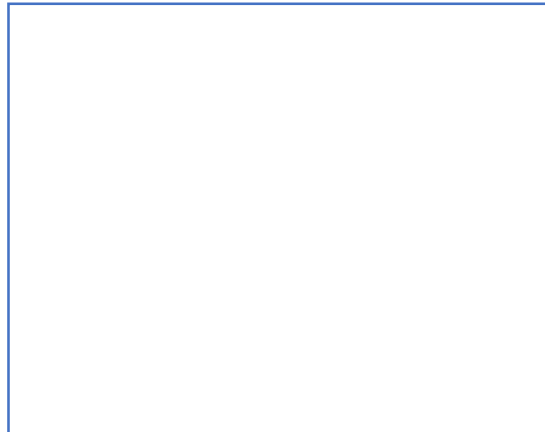
Obrázek 10 - Šatna dětí a šatna učitelek

4.1.3 Hygienické prostory

Současný stav nesplňuje požadavky vyhlášky č. 410/2005 Sb. [11], která stanovuje počet hygienických zařízení pro pět dětí na jednu dětskou mísu a umyvadlo. Maximálně místo 2 WC je možné instalovat dva dětské pisoáry. Umývárna má být vybavena 1 až 2 sprchami. Ve druhém nadzemním podlaží není umístěn ani záchod pro učitelky.



Obrázek 11 - Hygienický prostor 1.NP



Obrázek 12 - Hygienický prostor 2.NP

4.2 Navrhované stavební úpravy

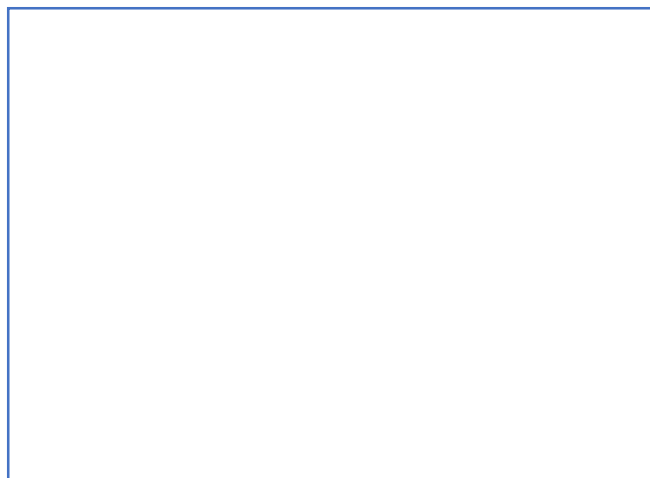
Na základě požadavků definovaných v odstavci 4.1 jsem navrhl rozšíření funkčních prostor mateřské školy do půdních prostor a do nevyužívaného prostoru ve 2.NP. Prostory v 1.NP zůstanou, kromě šatny pro personál, zachovány.

Nejzásadnější navrhovanou změnou stávajícího stavu mateřské školy je nadvýšení části střešní konstrukce nad nevyužívaným půdním prostorem. Toto řešení jsem zvolil z důvodu funkčního, hygienického i estetického. Nadvýšením střechy dojde k rozšíření užité plochy podkrovního prostoru a vznikne prostor pro umístění jedné místnosti. Navíc dojde ke sjednocení vzhledu střešní konstrukce vyrovnáním úrovně hřebene střechy.

Projekt předpokládá vyrovnání podlahy na úroveň ostatních využívaných prostor, tzn. nadvýšení o 50 mm v půdních prostorech a v nevyužívaném prostoru o 100 mm, respektive 230 mm. Stávající vrstvy podlahy budou odstraněny. Nově bude vytvořena lehká plovoucí podlaha. Nad stropními nosníky se provede vyrovnávací násyp z lehčeného kameniva. Na vyrovnaný násyp bude položena izolace proti kročejovému hluku z minerálních vláken v tloušťce 40 mm. Roznášecí vrstvu budou tvořit OSB desky kladené ve dvou vrstvách na vazbu. Aby nedocházelo k vrzání desek, vloží se mezi ně PE separační folie. Nášlapné vrstvy budou tvořit koberec, PVC a keramická dlažba.

Stávající omítky budou z hygienických důvodů odstraněny a nahrazeny novými vápenocementovými omítkami. Podhledy budou zatepleny minerální vatou a zaklopeny sádrokartonem – skladby viz kapitola 5.5.

Všechny navrhované úpravy vnitřního prostoru mateřské školy jsou patrné z obrázků 14 a 15 a ve výkresové části, tj. v příloze D.



Obrázek 13 - Fotografie nevyužívaného půdního prostoru

4.2.1 Třídy, herny, lehárny

V části půdního prostoru, který v současné době slouží jako sklad a v nově vzniklém prostoru pod nadvýšenou střechou vzniknou nové denní místnosti. Ty budou sloužit jako třída a herna. Herna bude zároveň sloužit jako lehárna, předpokládá se s rozkládáním lehátek. Touto dispoziční změnou dojde k oddělení provozů jednotlivých tříd tak, aby se nerušily. Zároveň částečně odpadne nutnost denně všem dětem rozkládat lehátka. Početnější třída bude mít stálou lehárnu a tak se lehátka budou rozkládat pouze pro menší třídu.

4.2.2 Šatny

Druhá polovina půdního skladovacího prostoru se rozdělí na několik místností. Vytvoří se zde prostor pro skladování lehátek, místnost určená ke skladování archivních dokumentů, úklidová místnost a šatna. Právě šatna bude nejvýznamnější částí v tomto rekonstruovaném prostoru. Děti z druhé třídy zde naleznou dostatečný komfort při převlékání, kterému se jim v původní společné šatně nedostávalo.

Šatna pro personál se přesune z provizorního šatního koutu umístěného ve schodišťovém prostoru do místnosti, kde se nyní nachází kolárna. Šatna se vyzdí z tvárnic z lehčeného betonu a propojí se s převlékárnou kuchařek v jednu společnou šatnu.

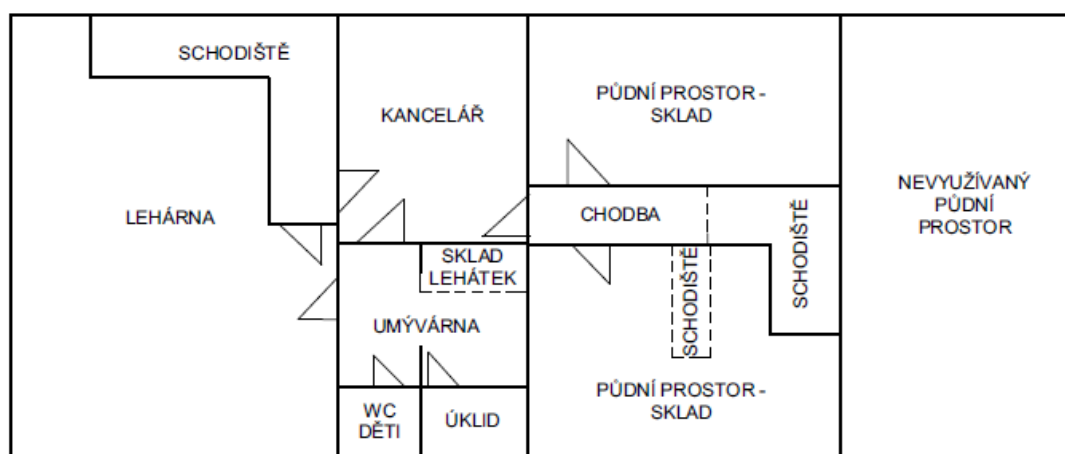
4.2.3 Hygienické prostory

Po vybourání příček mezi umývárnu, dětskými záchody a úklidovou komorou se hygienický prostor zvětší a bude možné umístit nové zařizovací předměty. Dětská mísa a dětský pisoár, které jsou již ve druhém nadzemním podlaží umístěny, budou doplněny o další tři záchodky a jeden pisoár. Umyvadla budou demontována. Nových pět umyvadel se umístí na nově vyzděnou příčku. Sprchový kout zůstane i nadále zachovaný. Tyto hygienické předměty dostatečně pokryjí potřebu dětí a požadavek vyhlášky č. 410/2005 Sb. [11].

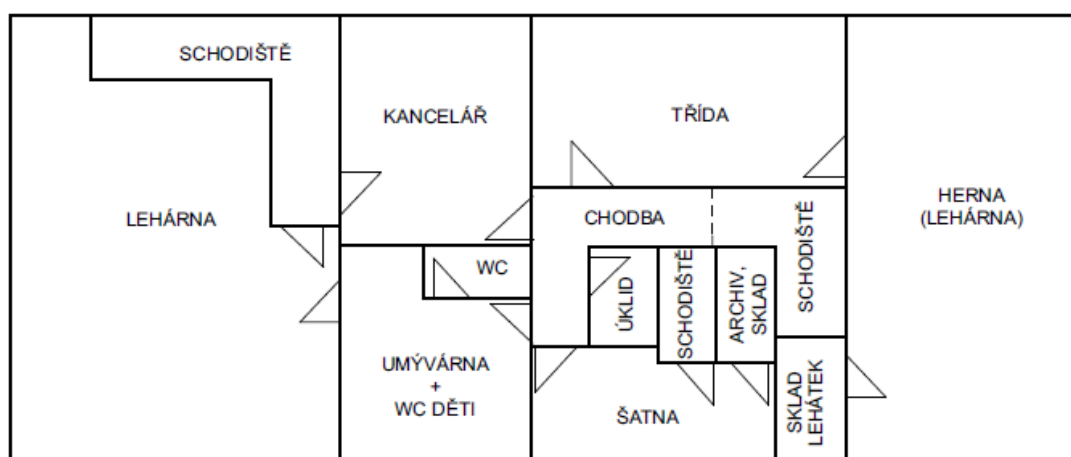
WC pro učitelky bude umístěno také v prostorech stávající umývárny. Vznikne nová místnost, ve které bude záchodová mísa a umývátko. Všechny nové zařizovací předměty budou napojeny na stávající systém kanalizace.

Tabulka 1 – Přehled navrhovaných změn vnitřních prostor 2.NP

Nové využití	Plocha	Původní využití
Umývárna + WC děti	11,1 m ²	Úklidová místnost, umývárna, WC děti
WC zaměstnanci	1,5 m ²	Umývárna, sklad lehátek
Chodba	5,2 m ²	Chodba, půdní prostor – sklad
Šatna	9,0 m ²	Půdní prostor – sklad
Třída	17,9 m ²	Půdní prostor – sklad
Herna (lehárna)	36,1 m ²	Nevyužívaný půdní prostor
Sklad lehátek	2,6 m ²	Půdní prostor – sklad
Úklidová místnost	1,7 m ²	Půdní prostor – sklad
Archiv, sklad	2,8 m ²	Půdní prostor – sklad



Obrázek 14 – Schéma současného dispozičního uspořádání ve 2.NP



Obrázek 15 - Schéma navrhovaného dispozičního uspořádání ve 2.NP

5. Tepelná ochrana budov

Dnešní doba klade nároky na snižování energetické náročnosti budov. Proto je nutné navrhovat nové budovy a stavební úpravy hospodárně, aby zajistily úsporu energie a zlepšily vnitřní prostředí. Než zvětšovat otopná tělesa, je vhodnější, účinnější a jednodušší odstraňovat stavební nedostatky budov. Ve vnitřním prostředí by měl být zajištěn tepelně vlhkostní stav vzduchu a přilehlých konstrukcí a výměna vzduchu za čistý čerstvý vzduch, tak aby objekt nejefektivněji sloužil jeho uživatelům. Tepelnou ochranou budov se vyjadřuje jeden ze šesti základních funkčních požadavků na stavby. [8]

5.1 Základní veličiny

5.1.1 Součinitel tepelné vodivosti λ [5]

Vyjadřuje schopnost materiálu vést teplo při dané teplotě.

- Jednotka: $\frac{W}{m \cdot K}$

- Výpočetní vztah: $\lambda = \frac{\vec{q}}{-\text{grad } \theta}$ (1)

\vec{q} ... vektor hustoty ustáleného tepelného toku sdíleného vedením, proudícího stejnorodým izotropním materiálem [W/m^2] (dle [5])

grad θ ... gradient teploty [K/m]

Pokud materiál není izotropní, nahrazuje se součinitel tepelné vodivosti λ ekvivalentním součinitelem tepelné vodivosti λ_{ekv} , který vyjadřuje schopnost konstrukce, dané tloušťky z různých materiálů, šířit teplo.

$$\lambda_{ekv} = \frac{\sum \lambda_i \cdot A_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

λ_i ... součinitel tepelné vodivosti i-tého materiálu [$W/(m \cdot K)$]

A_i ... plocha i-tého materiálu v posuzovaném výřezu konstrukce [m^2]

5.1.2 Tepelný odpor konstrukce R [5]

Vyjadřuje tepelně izolační vlastnost materiálu, nebo stavební konstrukce.

- Jednotka: $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

- Výpočetní vztah: $R = \sum_{i=1}^n \frac{d}{\lambda}$ (3)

d ... tloušťka materiálu [m]

λ ... součinitel tepelné vodivosti [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]

n ... počet vrstev

5.1.3 Součinitel prostupu tepla U [5], [8]

Popisuje celkovou výměnu tepla mezi dvěma stavebně oddělenými prostředími v ustáleném stavu. Zahrnuje tepelný odpor materiálů R a vliv přestupů tepla na vnější i vnitřní straně konstrukce R_{si} a R_{se} . Zahrnuje vliv tepelných mostů, které jsou součástí konstrukce.

- Jednotka: $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

- Výpočetní vztah: $U = \frac{1}{R_{\text{si}} + R + R_{\text{se}}}$ (4)

R ... tepelný odpor konstrukce [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$] - vypočteno dle ČSN 73 0540-1 [5]

R_{si} ... tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$] [5]

R_{se} ... tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$] [5]

5.1.4 Teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} [5], [8]

Vyjadřuje vliv konstrukce a přestupů tepla na vnitřní povrchovou teplotu v daném místě vnitřního povrchu. Nebo-li je to poměrné vyjádření vnitřní povrchové teploty.

- Jednotka: [-]

- Výpočetní vztah: $f_{\text{Rsi}} = \frac{\theta_{\text{si}} - \theta_{\text{e}}}{\theta_{\text{ai}} - \theta_{\text{e}}}$ (5)

θ_{si} ... vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

θ_{e} ... teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

θ_{ai} ... teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

5.2 Požadavky na tepelnou techniku

5.2.1 Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce [6], [8]

Hodnotí možnost kondenzace vodní páry a vzniku plísní na vnitřním povrchu konstrukce. Je prokazován teplotním faktorem vnitřního povrchu f_{Rsi} , který musí v každém místě konstrukce splňovat podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \quad (6)$$

$f_{Rsi,N}$... požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu

$f_{Rsi,cr}$... kritický teplotní faktor vnitřního povrchu

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln\left(\frac{\varphi_{i,r}}{\varphi_{si,cr}}\right)} \quad (7)$$

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i - 10 + \Delta\varphi_i \quad (8)$$

$\varphi_{i,r}$... relativní vlhkost vnitřního vzduchu [%]

φ_i ... návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období [%]

$\Delta\varphi_i$... bezpečnostní vlhkostní přírážka [%] - uvažuje se = 5 %

$\varphi_{si,cr}$... kritická vnitřní povrchová vlhkost [%] - pro konstrukce je kritická povrchová vlhkost 80 % = riziko vzniku plísní, pro výplně otvorů 100 % = riziko orosení

Splněním požadavku (6) je vyloučeno riziko rozvoje plísní u stavebních konstrukcí a povrchové kondenzace u výplní otvorů.

- Výpočet kritického teplotního faktoru pro posuzovaný objekt:

Vstupní hodnoty do výpočtu:

- teplota vnitřního vzduchu: $\theta_{ai} = 23 \text{ °C}$

- teplota venkovního vzduchu: $\theta_e = -17 \text{ °C}$

- relativní vlhkost vnitřního vzduchu: $\varphi_{i,r} = 50 \text{ %}$

Po dosazení do vzorce (7) získáme požadovanou hodnotu: $f_{Rsi,cr} = \underline{\underline{0,771}}$

5.2.2 Požadavek na součinitel prostupu tepla [6], [7], [8]

Norma ČSN 73 0540-2 [6] definuje požadavky na hodnotu součinitele prostupu tepla. Hodnoty jsou rozděleny na požadované $U_{n,20}$, doporučené $U_{rec,20}$ a doporučené pro pasivní domy $U_{pas,20}$. Požadované hodnoty jsou závazné a je nutné je dodržet. Kde není bráněno technickými, ekonomickými nebo legislativními překážkami je doporučeno použít

doporučené hodnoty, neboť vedou k realizaci energeticky úsporných budov. Doporučené hodnoty pro pasivní domy se posuzovaného objektu netýkají, tudíž nejsou uvedeny v tabulce 2.

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy, ve kterých převažuje návrhová vnitřní teplota θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně. Pokud v budovách převažuje jiná vnitřní návrhová teplota, je nutno hodnoty U_N přepočítat podle následujícího vztahu (9), který se použije i v případě návrhu na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$.

$$U_N = U_{n,20} \cdot e_1 \quad (9)$$

$U_{n,20}$... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m²·K)]

e_1 ... součinitel typu budovy: $e_1 = 16 / (\theta_{im} - 4)$ (10)

θ_{im} ... převažující návrhová vnitřní teplota [°C]

V tomto projektu budou konstrukce posuzovány na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Protože převažující vnitřní návrhová teplota objektu je 22 °C [7], budou rozhodující hodnoty uvedené ve třetím sloupci tabulky 2. Konstrukce vytápěných prostor tedy musí splňovat podmínku (11), tím pádem bude automaticky splněna i podmínka (12).

$$U \leq U_{rec,20} \quad (11)$$

$$U \leq U_{N,20} \quad (12)$$

Tabulka 2 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla [5]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]	
	Požadované hodnoty $U_{n,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$
Stěna vnější - těžká		
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně		
Strop pod nevytápěnou půdou (střecha bez tep.izol.)		
Podlaha vytápěného prostoru přilehlá k zemině		
Výplň otvoru ve vnější stěně z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří		
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		

5.2.3 Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí [6]

V Normě ČSN 73 0540-2 [6] jsou uvedeny tři hlavní požadavky omezující kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce.

První požadavek zakazuje kondenzaci vodní páry uvnitř stavební konstrukce, pokud by zkondenzovaná vodní pára mohla ohrozit požadovanou funkci konstrukce. To se týká hlavně dřevěných konstrukcí, kde by zkondenzovaná vodní pára způsobovala degradaci materiálu, která by mohla vést ke ztrátě únosnosti. V tomto objektu nesmí dojít ke kondenzaci hlavně ve střešní konstrukci, kde jsou nosné prvky dřevěné, a proto musí platit následující vztah:

$$M_c = 0 \quad (13)$$

M_c ... množství zkondenzované vodní páry [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$]

Uvnitř konstrukce, u které kondenzace vodní páry neohrozí požadovanou funkci, definuje norma druhý požadavek. Omezuje roční množství zkondenzované vodní páry tak, aby splnilo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (14)$$

$M_{c,N}$... omezení množství zkondenzované vodní páry [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$]

- pro jednovrstvou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem se vybere nižší z hodnot:

- $0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$;
- 3 % plošné hmotnosti (materiál s objemovou hmotností $> 100 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 5 % plošné hmotnosti (materiál s objemovou hmotností $\leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$)

- pro ostatní stavební konstrukce je menší z hodnot:

- $0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$;
- 5 % plošné hmotnosti (materiál s objemovou hmotností $> 100 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 10 % plošné hmotnosti (materiál s objemovou hmotností $\leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$)

Třetí požadavek udává, že se nesmí trvale zvyšovat vlhkost konstrukce. Proto musí být roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce vyšší než roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci a musí být splněna podmínka:

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a} \quad (15)$$

$M_{c,a}$... roční množství zkondenzované vodní páry [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$]

$M_{ev,a}$... roční množství vypařitelné vodní páry [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$]

5.3 Okrajové podmínky výpočtu [7], [14]

Okrajové podmínky vnějšího a vnitřního vzduchu jsem určil na základě normy ČSN 73 0540-3 [7].

5.3.1 Vnější prostředí

- Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období (16): $\theta_e = -17 \text{ °C}$
- Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu (19): $\varphi_e = 85 \%$
- Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru: $R_{si} = \boxed{}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)
 - Teplotní oblast v zimním období: 3
 - Nadmořská výška místa objektu: $h = 400 \text{ m n. m.}$

$$\theta_e = \theta_{e,100} + \Delta\theta_e \quad (16)$$

$\theta_{e,100} = -16 \text{ °C}$... základní návrhová teplota venkovního vzduchu

$\Delta\theta_e = -0,6 \text{ °C}$... výškový teplotní gradient (17)

$$\Delta\theta_e = \Delta\theta_{e,0} \cdot (\Delta h / 100) \quad (17)$$

$\Delta\theta_{e,0} = -0,2$... základní teplotní gradient nad 100 m.n.m.

$\Delta h = 300 \text{ m.n.m}$... rozdíl základní nadmořské výšky a výšky místa budovy:

$$\Delta h = h - 100 \quad (18)$$

$$\varphi_e = (93 \cdot \theta_e - 3153,5) / (\theta_e - 39,17) \quad (19)$$

5.3.2 Vnitřní prostředí

- Druh místnosti: učebny, třídy a lehárny mateřských škol
 - Návrhová vnitřní teplota v zimním období: $\theta_i = 22 \text{ °C}$
 - Relativní vlhkost vnitřního vzduchu: $\varphi_i = 50 \%$.
 - Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období (20): $\theta_{ai} = 23 \text{ °C}$
 - Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru:
 - orientace tepelného toku nahoru (stropy, střechy): $R_{si} = \boxed{}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)
 - orientace tepelného toku dolů (podlahy): $R_{si} = \boxed{}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)
 - orientace tepelného toku vodorovně (stěny): $R_{si} = \boxed{}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)
- $$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} \quad (20)$$
- $\Delta\theta_{ai} = 1 \text{ °C}$... teplotní přírůstek

5.4 Posouzení stávajících konstrukcí

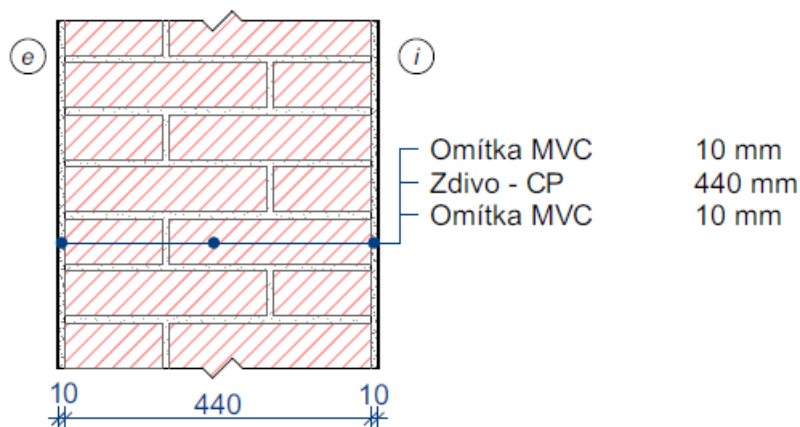
Předběžné posouzení vybraných stávajících konstrukcí jsem provedl ručně pomocí výpočtu součinitele prostupu tepla U , výpočty jsou součástí přílohy B - Tepelná technika. Podrobné vyhodnocení všech parametrů jsem provedl v programu Teplo [17], kde jsou vypočítány a posouzeny všechny požadavky z kapitoly 5.2. Zde je uveden pouze přehled vstupních hodnot, skladeb konstrukcí, výsledků a jejich posouzení, okrajové podmínky jsou definovány v kapitole 5.3. Celý výpočet je uveden v příloze B - Tepelná technika.

5.4.1 Obvodová stěna 1.NP:

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 3 - Přehled skladby stávajícího obvodového zdiva 1.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	10	0,990
Zdivo - cihla plná	440	0,860
Omítka vápenocementová	10	0,990



Obrázek 16 – Schéma stávající obvodové stěny 1.NP

- Výsledky:
 - Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,815$
 - Součinitel prostupu tepla: $U = 1,425 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - Roční množství zkondenzované vodní páry: $M_{c,a} = 0,0398 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$
 - Roční množství vypařitelné vodní páry: $M_{ev,a} = 2,2848 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,815 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{1,425 > 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

$$M_c = 0$$

$$\underline{M_c = 0,0398 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})}$$

→ **Kondenzace vodní páry neohrozí funkci konstrukce**

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

$$\underline{0,0398 < 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

$$\underline{0,0398 < 2,2848 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr:

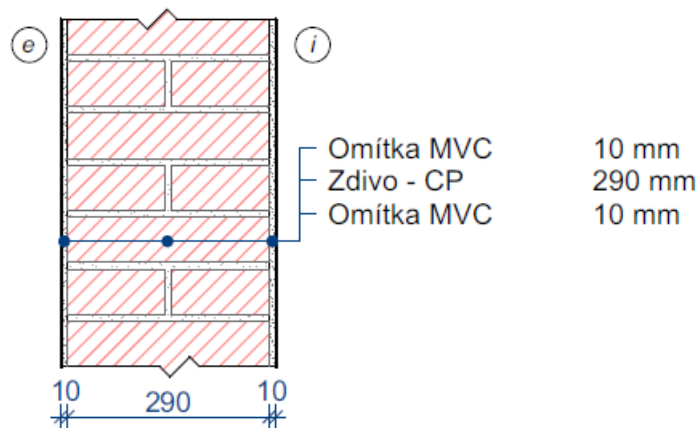
Stávající obvodová stěna nesplňuje požadavek normy ČSN 73 0540-2 [6] na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla U. Bude navrženo zateplení. Ostatním požadavkům konstrukce vyhovuje.

5.4.2 Obvodová stěna 2.NP:

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 4 - Přehled skladby stávajícího obvodového zdiva 2.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	10	0,990
Zdivo - cihla plná	290	0,860
Omítka vápenocementová	10	0,990



Obrázek 17 – Schéma stávající obvodové stěny 2.NP

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,754$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 1,896 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Roční množství z kondenzované vodní páry: $M_{c,a} = 0,7634 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$
- Roční množství vypařitelné vodní páry: $M_{ev,a} = 3,1597 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,754 < 0,771} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{1,896 > 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

$$M_c = 0$$

$$\underline{M_{c,N} = 0,7634 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})}$$

→ **Kondenzace vodní páry neohrozí funkci konstrukce**

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

$$\underline{0,7634 > 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

$$\underline{0,7634 < 3,1597 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr:

Stávající obvodová stěna nespĺňuje požadavek normy ČSN 73 0540-2 [6] na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla U . Nespĺňuje ani požadavek na nejnižší povrchovou teplotu, ani požadavek maximálního množství zkondenzovaného vodní páry v konstrukci. Bude navrženo zateplení obvodové konstrukce.

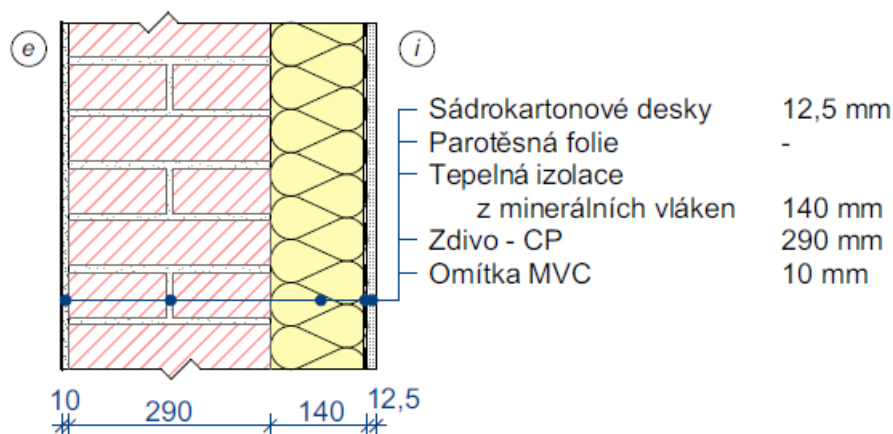
5.4.3 Obvodová stěna 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci:

Při poslední rekonstrukci mateřské školy, byly podkrovní stěny z cihel plných zevnitř zatepleny tepelnou izolací z minerálních vláken.

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 5 - Přehled skladby stávajícího obvodového zdiva 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Sádrokarton	12,5	0,220
Parotěsná folie	-	-
Tepelná izolace - MW	140	0,038
Zdivo - cihla plná	290	0,860
Omítka vápenocementová	10	0,990



Obrázek 18 – Schéma stávající obvodové stěny 2.NP – stav po předchozí rekonstrukci

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,969$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,235 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Roční množství zkondenzované vodní páry: $M_{c,a} = 0,0001 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$
- Roční množství vypařitelné vodní páry: $M_{ev,a} = 0,7327 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,969 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,235 < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,235 < 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

$$M_c = 0$$

$$\underline{M_{c,a} = 0,0001 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})}$$

→ **Kondenzace uvnitř minerální vlny může způsobovat ztrátu tepelně izolačních vlastností materiálu**

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

$$0,0001 < 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

$$0,0001 < 0,7327 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr:

Stávající obvodová stěna splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 [6]. Protože budou ostatní konstrukce zateplovány z vnější strany, tak bude vnitřní zateplení odstraněno. Tím se zároveň odstraní kondenzace vodní páry uvnitř objektu.

5.4.4 Podhled 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci:

V rámci zateplení střešní konstrukce při minulé rekonstrukci 2.NP byl v úrovni hambálek zateplen i podhled tepelnou izolací z minerálních vláken.

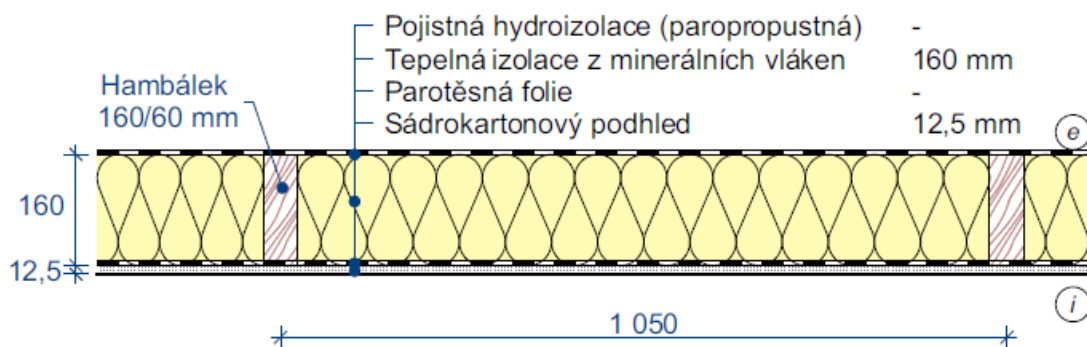
- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 6 - Přehled skladby stávajícího podhledu ve 2.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Sádrokarton	12,5	0,220
Parotěsná folie	-	-
Tepelná izolace - MW	160	0,046*
Pojistná hydroizolace	-	-

Poznámka k tabulce 6:

* Stanoven ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který zahrnuje vliv tepelných mostů způsobených prostupem dřevěných prvků.



Obrázek 19 – Schéma stávajícího podhledu 2.NP – stav po předchozí rekonstrukci

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,973$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,272 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Množství zkondenzované vodní páry: $M_c = 0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,973 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,272 < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,272 > 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

- V konstrukci nedochází ke kondenzaci → **Požadavek je splněn**

- Závěr:

Stávající podhled, nebo-li stropní konstrukce k nevytápěné půdě, vyhovuje normovým požadavkům součinitele prostupu tepla. Konstrukce vyhovuje také ostatním normovým požadavkům, proto zůstane zachována.

5.4.5 Výplně otvorů

Původní dřevěná okna byla při poslední rekonstrukci objektu vyměněna za plastová s izolačním dvojsklem. Osvětlovací otvory mají součinitel prostupu tepla $U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a vyhovují požadovaným hodnotám normy ČSN 73 0580-2 [6]. Vstupní dveře jsou dřevěné částečně prosklené jedním sklem. Dveře nevedou do vytápěného prostoru, ale pouze do temperovaného.

5.4.6 Hodnocení podlah z hlediska poklesu dotykové teploty

Podle normy ČSN 73 5040-2 [6] mají dětské místnosti mateřské školy splňovat vlastnosti velmi teplé podlahy, což je I. kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy. Prostory s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny spadají do kategorie I. a není u nich nutné provádět výpočet.

V hodnocené mateřské škole jsou v dětských místnostech instalovány koberce, tudíž požadavky z hlediska poklesu dotykové teploty podlah jsou splněny.

5.5 Navrhované řešení

Navrhl jsem zateplení obvodových stěn a střešní konstrukce na doporučené hodnoty součinitele tepla dle normy ČSN 73 0580-2 [6]. Střešní konstrukce bude zateplena tepelnou izolací z minerálních vláken. Tepelnou izolaci obvodových stěn bude tvořit expandovaný polystyren. Před aplikací kontaktního zateplovacího systému bude nutné stávající fasádu očistit, odmastit a ošetřit penetračním nátěrem.

Ručně jsem provedl předběžný návrh zateplení obálky budovy pomocí výpočtu součinitele prostupu tepla U . Následně jsem navržené konstrukce podrobně posoudil v programu Teplo [17]. Všechny výpočty jsou součástí přílohy B - Tepelná technika.

5.5.1 Zateplení obvodové stěny 1.NP:

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

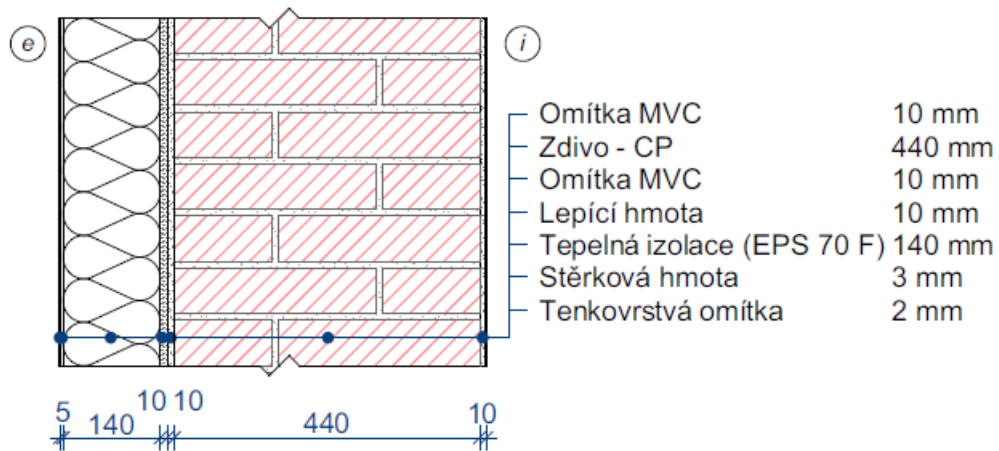
Tabulka 7 - Přehled skladby navrhovaného zateplení obvodového zdiva 1.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	10	0,990
Zdivo - cihla plná	440	0,860
Omítka vápenocementová	10	0,990
Lepicí hmota	10	0,196*
Tepelná izolace – EPS	140	0,038
Stěrková hmota	3	0,830
Tenkovrstvá omítka	2	0,700

Poznámka k tabulce 7:

* Stanoven ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který zahrnuje vliv aplikace lepicí hmoty na tepelný izolant pouze ze 40 %.

Do výpočtu je zahrnut vliv tepelných mostů od kotvících prvků tepelného izolantu jako korekce součinitele prostupu tepla $\Delta U = 0,012 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$



Obrázek 20 - Schéma návrhu zateplení obvodové stěny 1.NP

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,969$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,237 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Roční množství zkondenzované vodní páry: $M_{c,a} = 0,0093 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$
- Roční množství vypařitelné vodní páry: $M_{ev,a} = 5,2907 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,969 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,237 < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,237 < 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

$$M_c = 0$$

$$\underline{M_c = 0,0093 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})}$$

→ **Kondenzace vodní páry neohroží funkci konstrukce**

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

$$\underline{0,0093 < 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

$$\underline{0,0093 < 5,2907 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr:

Navrhované zateplení obvodových stěn 1.NP splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Řešení vyhovuje i ostatním normovým požadavkům.

5.5.2 Zateplení obvodové stěny 2.NP:

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

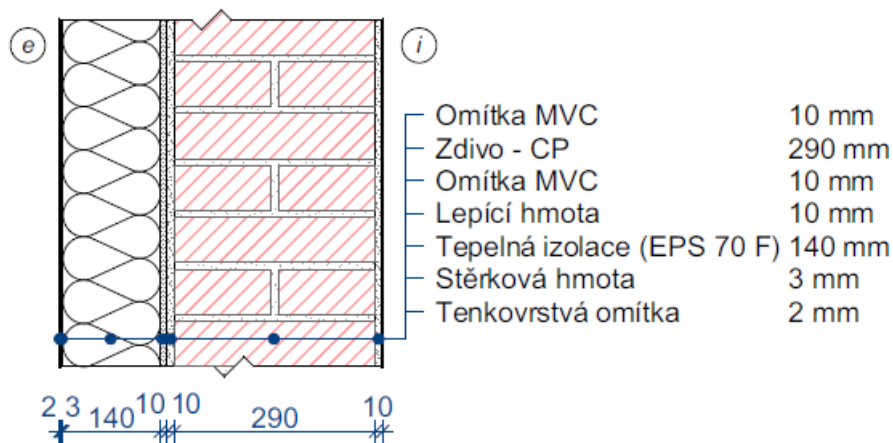
Tabulka 8 - Přehled skladby navrhovaného zateplení obvodového zdiva 2.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	10	0,990
Zdivo - cihla plná	290	0,860
Omítka vápenocementová	10	0,990
Lepicí hmota	10	0,196*
Tepelná izolace – EPS	140	0,038
Stěrková hmota	3	0,830
Tenkovrstvá omítka	2	0,700

Poznámka k tabulce 8:

* Stanoven ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který zahrnuje vliv aplikace lepicí hmoty na tepelný izolant pouze ze 40 %.

Do výpočtu je zahrnut vliv tepelných mostů od kotvících prvků tepelného izolantu jako korekce součinitele prostupu tepla $\Delta U = 0,012 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$



Obrázek 21 - Schéma návrhu zateplení obvodové stěny 1.NP

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,968$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,246 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Roční množství zkondenzované vodní páry: $M_{c,a} = 0,0225 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$
- Roční množství vypařitelné vodní páry: $M_{ev,a} = 5,7147 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,968 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,246 < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,246 < 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

$$M_c = 0$$

$$\underline{M_c = 0,0225 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})}$$

→ **Kondenzace vodní páry neohroží funkci konstrukce**

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

$$\underline{0,0225 < 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

$$0,0225 < 5,2907 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

- Závěr:

Navrhované zateplení obvodových stěn 2.NP splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Řešení vyhovuje i ostatním normovým požadavkům.

5.5.3 Zateplení střešní konstrukce:

- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 9 - Přehled skladby navrhovaného zateplení střešní konstrukce

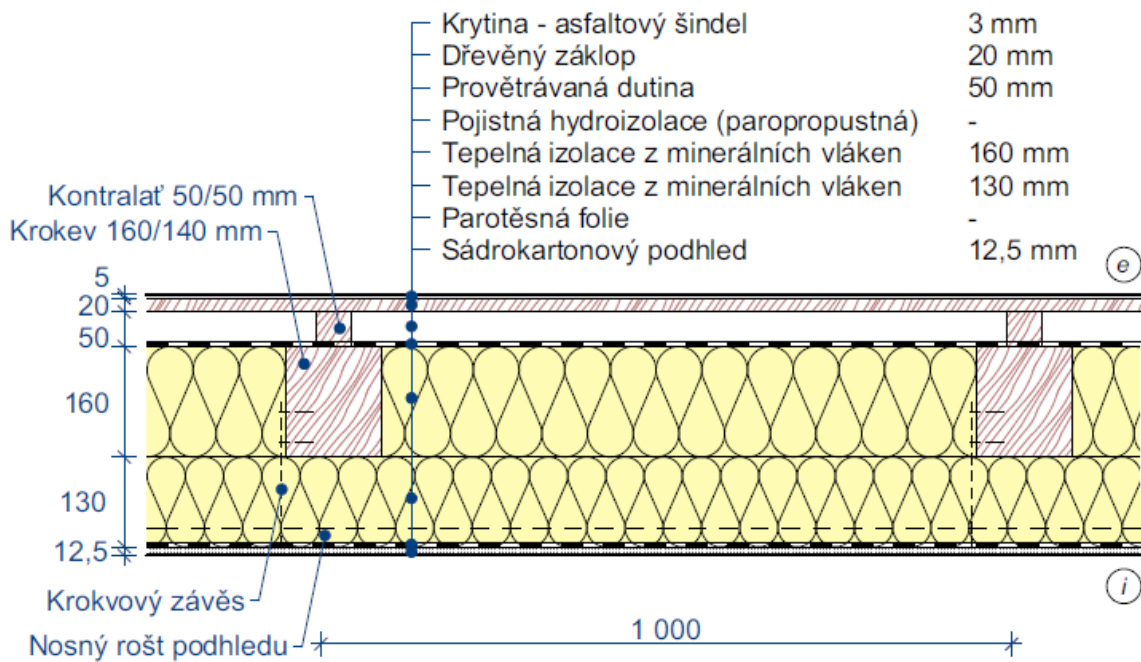
Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Sádrokarton	12,5	0,220
Parotěsná folie	-	-
Tepelná izolace - MW	130	0,038
Tepelná izolace - MW	160	0,057*
Pojistná hydroizolace	-	-
Provětrávaná dutina	50	#
Dřevěný záklop	20	#
Krytina – asfaltový šindel	3	#

Poznámky k tabulce 9:

Vrstva nevstupuje do výpočtu

* Stanoven ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který zahrnuje vliv tepelných mostů způsobených prostupem dřevěných prvků.

Tepelný odpor při přestupu tepla je uvnitř provětrávané dutiny uvažován shodný s odporem na vnitřní straně konstrukce [6], zde tedy $R_{si} = \square (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$



Obrázek 22 - Schéma návrhu zateplení střešní konstrukce

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,985$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,154 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Množství zkondenzované vodní páry: $M_c = 0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,985 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,154 < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,154 < 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

- V konstrukci nedochází ke kondenzaci \rightarrow **Požadavek je splněn**

- Závěr:

Navržené zateplení střešní konstrukce splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Řešení vyhovuje i ostatním normovým požadavkům.

5.5.4 Zateplení podhledu 2.NP:

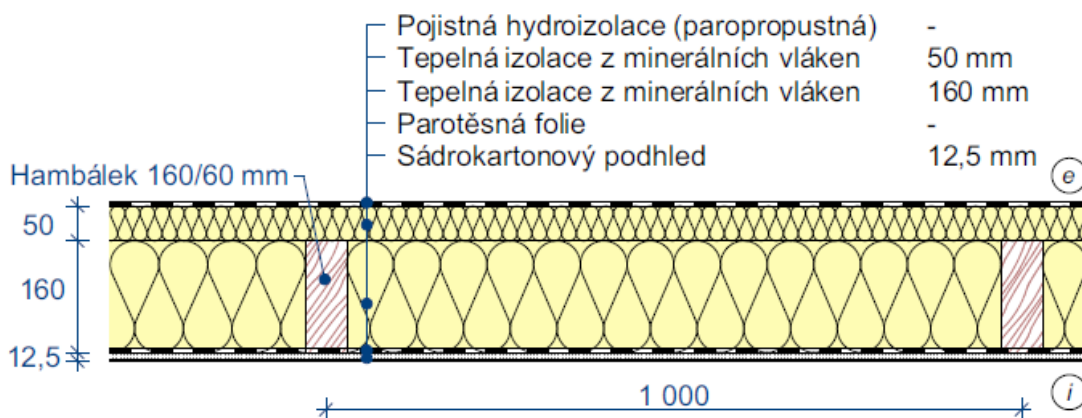
- Přehled skladby konstrukce (od interiéru):

Tabulka 10 - Přehled skladby navrhovaného zateplení podhledu ve 2.NP

Vrstva	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m·K)]
Sádrokarton	12,5	0,220
Parotěsná folie	-	-
Tepelná izolace - MW	160	0,046*
Tepelná izolace - MW	50	0,038
Pojistná hydroizolace	-	-

Poznámka k tabulce 10:

* Stanoven ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který zahrnuje vliv tepelných mostů způsobených prostupem dřevěných prvků.



Obrázek 23 - Schéma návrhu zateplení podhledu 2.NP

- Výsledky:

- Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi} = 0,980$
- Součinitel prostupu tepla: $U = 0,200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Množství zkondenzované vodní páry: $M_c = 0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

- Posouzení:

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$\underline{0,984 > 0,771} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$\underline{0,200 < 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$$\underline{0,200 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

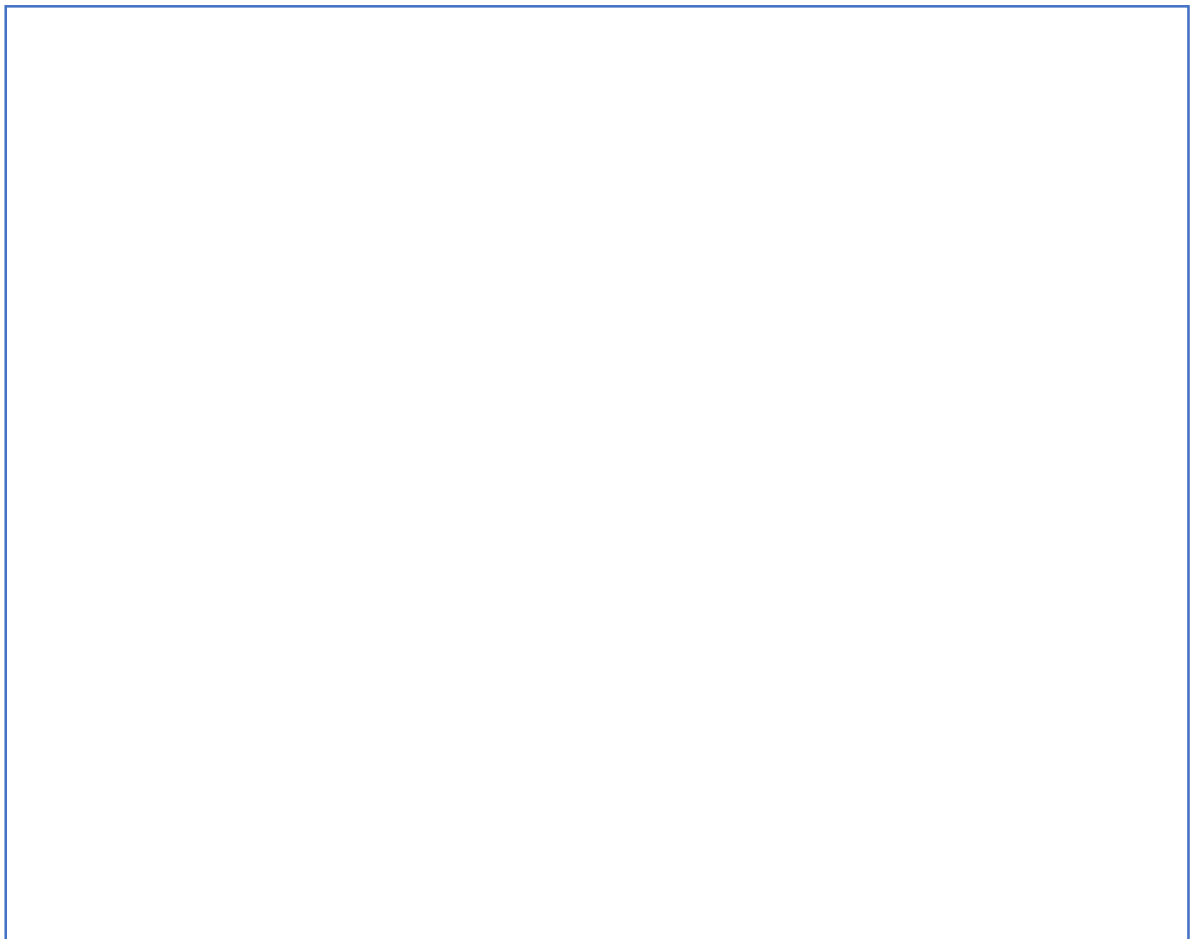
- V konstrukci nedochází ke kondenzaci → **Požadavek je splněn**

- Závěr:

Navržené zateplení podhledu, nebo-li stropní konstrukce k nevytápěné půdě, vyhovuje doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla. Konstrukce vyhovuje také ostatním normovým požadavkům.

6. Denní osvětlení

Téměř všechny aktivity člověka jsou spojeny s potřebou získávat zrakové informace. Je tedy velmi důležité sledovat úroveň a kvalitu denního osvětlení. Zejména je to důležité u dětí, jejichž oči se rychle vyvíjejí a ovlivňují rozvoj pohybových a mentálních schopností. Cílem návrhu denního osvětlení je zajistit přístup světla do místnosti a vytvořit tak zrakovou pohodu pro uživatele interiéru [10], [16]. V rámci této práce jsem pomocí programu Světlo+ [18] posoudil denní osvětlení v denních místnostech určených pro pobyt dětí. Posoudil jsem také místnosti s trvalým pobytem navržené v rámci kapitoly 4.2. U nevyhovujících prostorů jsem navrhl opatření, která povedou ke zlepšení světelné pohody.



Obrázek 24 - Fotografie objektu se zachycením a popisem osvětlovacích otvorů denních místností

6.1 Základní termíny a definice [9], [15], [16]

- Denní osvětlení

Osvětlení slunečním světlem rozptýleným v atmosféře.

- Boční denní osvětlení

Denní osvětlení zajišťované osvětlovacími otvory v obvodových konstrukcích budovy

- Horní denní osvětlení

Denní osvětlení zajišťované osvětlovacími otvory umístěných ve střešní konstrukci budovy.

- Kombinované denní osvětlení

Kombinace bočního a horního denního osvětlení v jednom prostoru.

- Srovnávací rovina

Rovina, na které se určuje nebo měří osvětlení. Může být vodorovná i skloněná. Její poloha má co nejvíce odpovídat stavu, ve kterém budou probíhat zrakové činnosti.

- Kontrolní bod

Bod na srovnávací rovině, ve kterém se zjišťují parametry osvětlení.

- Izofota

Křivka, která na srovnávací rovině spojuje body stejných hodnot činitele denní osvětlenosti.

- Trvalý pobyt

Pobyt osob ve vnitřním prostoru nebo v jeho funkčně vymezené části, který trvá více než 4 hodiny denně a při trvalém užívání objektu se opakuje více než jednou týdně.

- Celková plocha osvětlovacího otvoru

Plocha vypočítaná z rozměru stavebního otvoru, nebo-li plocha průsvitných i neprůsvitných částí

- Plocha osvětlovacího otvoru propouštějící světlo

Část z celkové plochy osvětlovacího otvoru, přes kterou prochází světlo do objektu, zjišťuje se v rovině zasklení osvětlovacího otvoru.

- Zraková pohoda

Příjemný psychofyziologický stav organismu potřebný pro účinnou práci i odpočinek. Je to subjektivní stav zrakového pohodlí, který závisí na osvětlení, na vlastnostech prostoru a na stavu zraku.

6.2 Požadavky na mateřskou školu

Denní osvětlení vnitřních prostorů mateřské školy se navrhuje s ohledem na všechny uživatele (děti, učitelky i ostatní pracovníky) tak, aby byly pro všechny zabezpečeny podmínky zrakové pohody. [10]

6.2.1 Činitel denní osvětlenosti D [9], [15]

Vyjadřuje úroveň denního osvětlení. [15]

- Jednotka: %

- Výpočetní vztah: $D = \frac{E}{E_h} \cdot 100$ (21)

E ... osvětlenost v kontrolním bodě [lx]

E_h ... současná osvětlenost vodorovné venkovní nezastíněné plochy [lx]

Ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru nebo jeho vymezené části musí být splněny požadavky na minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti D_{\min} . U vnitřních prostorů, které mají horní nebo kombinovaný osvětlovací systém, musí být splněny průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti D_m . Přičemž u kombinovaného systému se horní osvětlení podílí nejméně podílem 50 %.

Požadavky na mateřskou školu z hlediska činitele denní osvětlenosti jsou v normě ČSN 75 0580-3 [10] definovány následovně:

$$D_{\min} \geq 1,5 \%$$

$$D_m \geq 5 \%$$

6.2.2 Rovnoměrnost denního osvětlení U [15]

Přispívá k přijatelnému rozložení jasů v pohledovém poli pozorovatele, což je důležité pro zrakovou pohodu. Stanovuje se na srovnávací rovině v kontrolních bodech funkčně vymezeného prostoru.

- Jednotka: [-]

- Výpočetní vztah:

- pro boční osvětlovací systém:
$$U = \frac{D_{\min}}{D_{\max}} \quad (22)$$

- pro horní a kombinovaný osvětlovací systém:
$$U = \frac{D_{\min}}{D_m} \quad (23)$$

D_{\min} ... minimální hodnota činitele denní osvětlenosti [%] [15]

D_{\max} ... maximální hodnota činitele denní osvětlenosti [%] [15]

D_m ... průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti [%] [15]

Rovnoměrnost denního osvětlení v denních místnostech mateřské školy má podle normy ČSN 73 0580-3 [10] splňovat vztah:

$$U \geq 0,2 \quad (24)$$

6.3 Popis osvětlovacích otvorů

Osvětlovacími otvory jsou plastová okna zasklená izolačním dvojsklem. Prostor uvnitř dvojskla je vyplněný argonem. Výška parapetů je 800 mm. V posuzovaných místnostech se nacházejí tři typy oken. V herně jsou dvě okna typu 1 a jedno okno typu 2. Ve třídě v 1.NP je jedno okno typu 2 a ve třídě ve 2.NP je jedno okno typu 3. Jednotlivé typy oken jsou schematicky zakresleny na obrázcích 25, 26 a 27. Zde jsou uvedeny parametry osvětlovacích otvorů, které vstupují do výpočtu při posuzování denního osvětlení.

- Činitel prostupu světla zasklením $\tau_{s,nor}$:

$\tau_{s,nor} = 0,78$ (hodnota definovaná výrobcem zasklení - Laglas s.r.o. [21])

- Znečištění na vnější straně $\tau_{z,e}$:

$\tau_{z,e} = \square$ (uvažováno střední znečištění dle normy ČSN 73 0580-1 [9])

- Znečištění na vnitřní straně $\tau_{z,i}$:

$\tau_{z,i} = \square$ (uvažováno malé znečištění dle normy ČSN 73 0580-1 [9])

- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo τ_k .

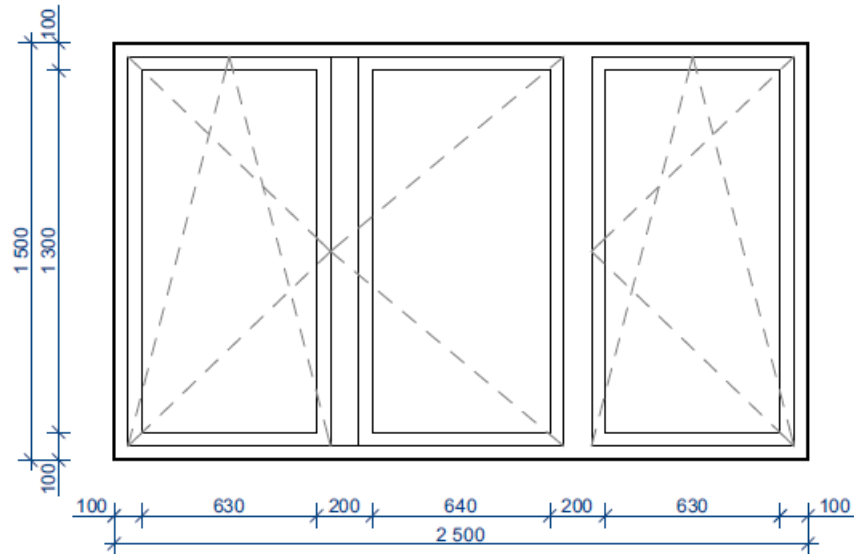
Hodnoty jsou zvlášť vypočítány pro každý typ okna podle schéma z obrázků 25, 26 a 27.

$$\tau_k = A_s / A_c \quad (25)$$

A_s ... plocha zasklení

A_c ... celková plocha osvětlovacího otvoru

- Okno typu 1:



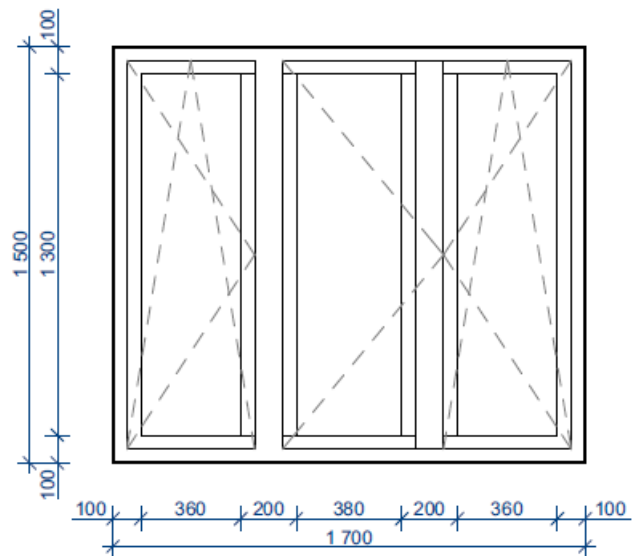
Obrázek 25 - Schéma okna typu 1 v měřítku 1:25

$$A_s = 1,3 \times (0,63 + 0,64 + 0,63) = 2,47 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,5 \times 2,5 = 3,75 \text{ m}^2$$

Dosažením do vztahu (25) získáme požadovaný činitel: $\tau_k = 2,47 / 3,75 = \mathbf{0,66}$

- Okno typu 2:



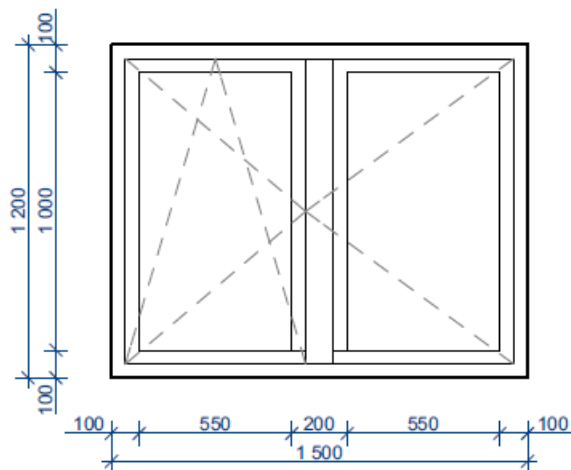
Obrázek 26 - Schéma okna typu 2 v měřítku 1:25

$$A_s = 1,3 \times (0,36 + 0,38 + 0,36) = 1,43 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,5 \times 1,7 = 2,55 \text{ m}^2$$

Dosažením do vztahu (25) získáme požadovaný činitel: $\tau_k = 1,43 / 2,55 = \mathbf{0,56}$

- Okno typu 3:



Obrázek 27 - Schéma okna typu 1 v měřítku 1:25

$$A_s = 1,0 \times (0,55 + 0,55) = 1,10 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,2 \times 1,5 = 1,80 \text{ m}^2$$

Dosažením do vztahu (25) získáme požadovaný činitel: $\tau_k = 1,10 / 1,80 = \mathbf{0,61}$

6.4 Posouzení stávajícího stavu a návrh vhodných opatření

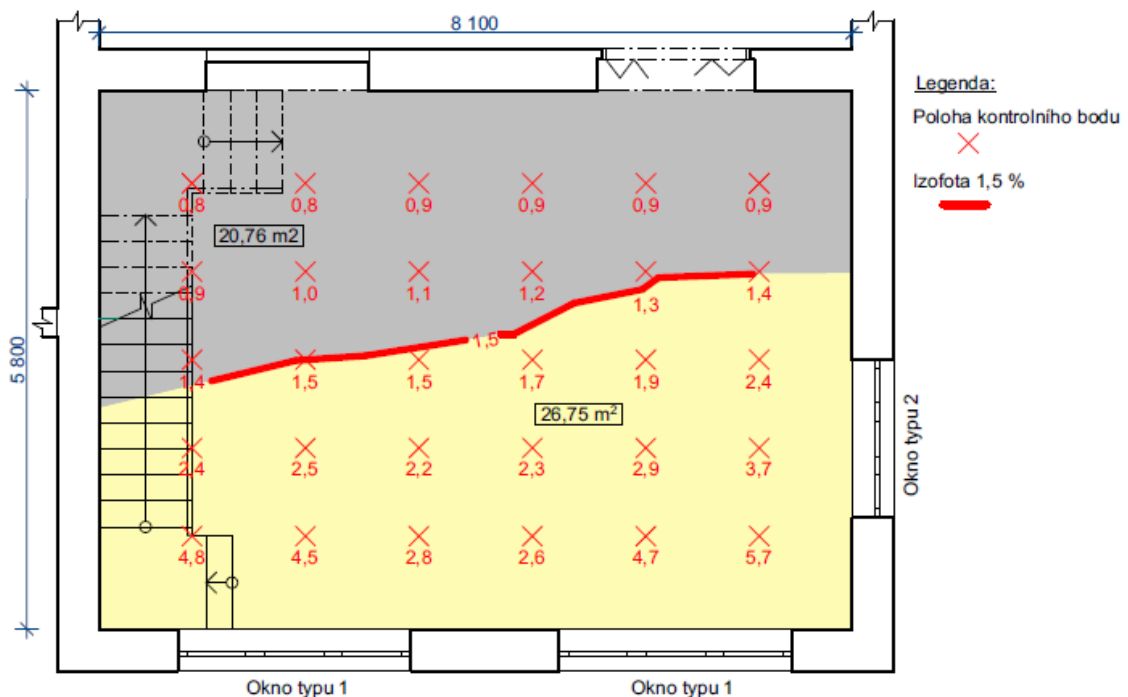
Při posuzování denního osvětlení se uvažuje pouze se světlem rozptýleným v atmosféře, tzn. že se neuvažuje s dopadem přímých slunečních paprsků. Ve výpočtu je tedy uvažováno s rovnoměrně zataženou oblohou v zimě za předpokladu tmavého terénu. Srovnávací rovina se v denních místnostech předškolního vzdělávání předpokládá ve výšce 0,45 m nad podlahou. Tloušťka stěn posuzovaných místností je 450 mm. Při posuzování osvětlení u navrhovaných stavů je uvažováno se zateplením polystyrenem tloušťky 140 mm (návrh zateplení je popsán v kapitole 5.5), celková tloušťka stěny je potom 590 mm.

V této části jsou zobrazeny výsledky výpočtů provedených v programu Světlo+ [18] a vyhodnocení z hlediska činitele denní osvětlenosti D (%) a rovnoměrnosti denního osvětlení U (%). Posuzoval jsem tři místnosti mateřské školy, které slouží k dennímu pobytu dětí. Výstupy z programu Světlo+ jsou v příloze C.

6.4.1 Herna

6.4.1.1 Stávající stav

Herna je denní místnost umístěná v prvním nadzemním podlaží. Je osvětlována třemi okenními otvory.



Obrázek 28 - Vyhodnocení stávajícího stavu herny z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,8 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 5,7 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,8 / 5,7 = 0,14$

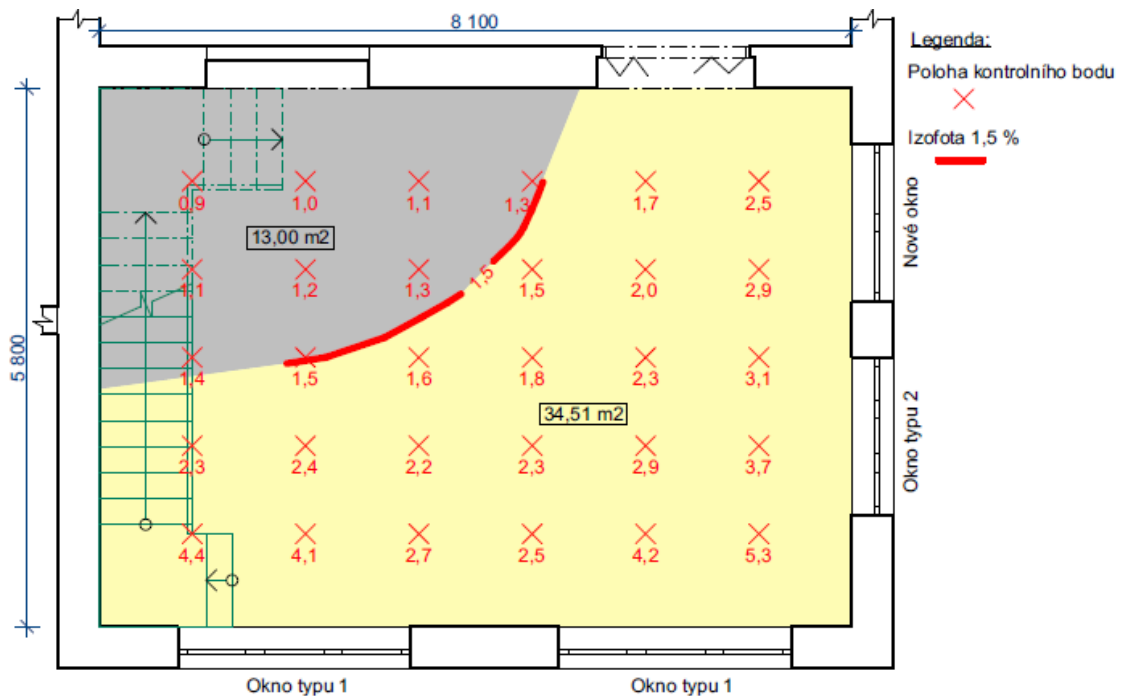
- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $20,76 \text{ m}^2$ (tj. $43,7 \%$ z celkové plochy), není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$, proto je stávající stav nevyhovující a budou navrženy úpravy.

6.4.1.2 Navrhovaný stav č.1

Pro vylepšení stávající stavu jsem navrhl přidat jeden osvětlovací otvor. Nové okno by mělo minimálně splňovat tyto parametry, se kterými bylo uvažováno ve výpočtu:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 1,7 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 0,8 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 29 - Vyhodnocení navrhovaných úprav č.1 v herně z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,9 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 5,3 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,9 / 5,3 = 0,17$

- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $13,00 \text{ m}^2$ (tj. $27,6 \%$ z celkové plochy), není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ proto pro celou místnost není navrhovaný stav vyhovující.

Navrhovaná úprava vylepšila světelné podmínky v místnosti o $16,1 \%$ podlahové plochy. Je navrženo rozdělení místnosti na funkčně vymezené plochy, které by bylo vyznačené pomocí barevných kobereců. Funkčně vymezená část místnosti sloužící jako denní prostor by byla v prostoru před izofotou (v obrázku 29 vyznačen žlutou barvou). Prostor za izofotou (v obrázku 29 vyznačen šedou barvou) by pak sloužil jako kout klidu, či jako prostor pro umístění skříní a vybavení mateřské školy. Díky této změně by se odstupňovaly požadavky na denní osvětlení. Přičemž hlavní posuzovaný prostor by měl následující parametry:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 1,5 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 5,3 \%$

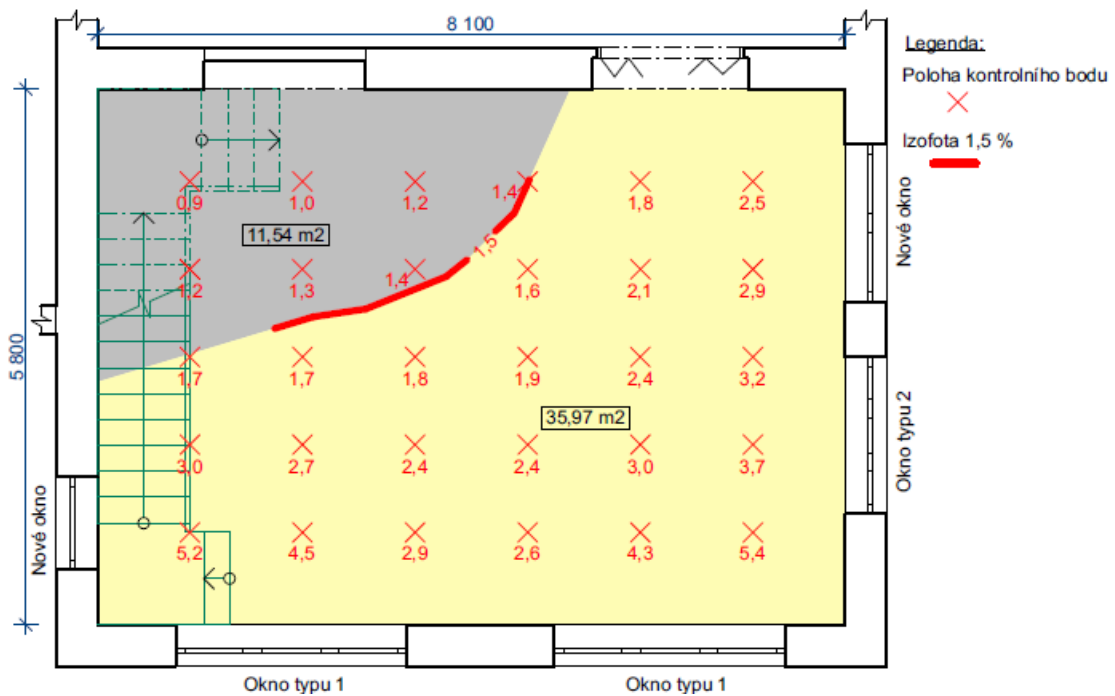
Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 1,5 / 5,3 = 0,28$

Výsledkem je, že prostor funkčně vymezený jako denní místnost by splňoval požadavky normy ČSN 73 0580-3 [10] na činitel denní osvětlenosti a rovnoměrnost denního osvětlení.

6.4.1.3 Navrhovaný stav č.2

Pro další vylepšení stávajícího stavu jsem navrhl přidat další osvětlovací otvor. To by znamenalo, že v místnosti přibudou dvě nová okna. Další nové okno musí splňovat alespoň parametry:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 1,0 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 1,1 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 30- Vyhodnocení navrhovaného stavu č.2 v herně z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,9 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 5,4 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,9 / 5,4 = 0,17$

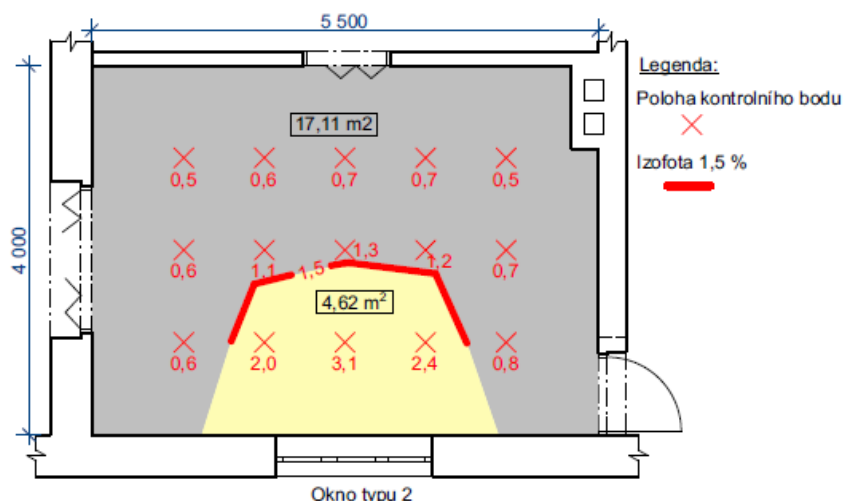
- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $11,54 \text{ m}^2$ (tj. $24,3 \%$ z celkové plochy), není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ proto pro celou místnost není navrhovaný stav vyhovující. Oproti navrhovanému stavu č.1 došlo ke zlepšení pouze o $3,3 \%$. Tato stavební úprava by byla kvůli vyšším ekonomickým nárokům a malému zlepšení osvětlení neefektivní, proto není doporučena.

6.4.2 Třída v 1.NP

Třída umístěná v prvním nadzemním podlaží je osvětlována jedním okenním otvorem umístěným uprostřed obvodové stěny.

6.4.2.1 Stávající stav



Obrázek 31 - Vyhodnocení stávajícího stavu třídy v 1.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,5 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 3,1 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,5 / 3,1 = 0,16$

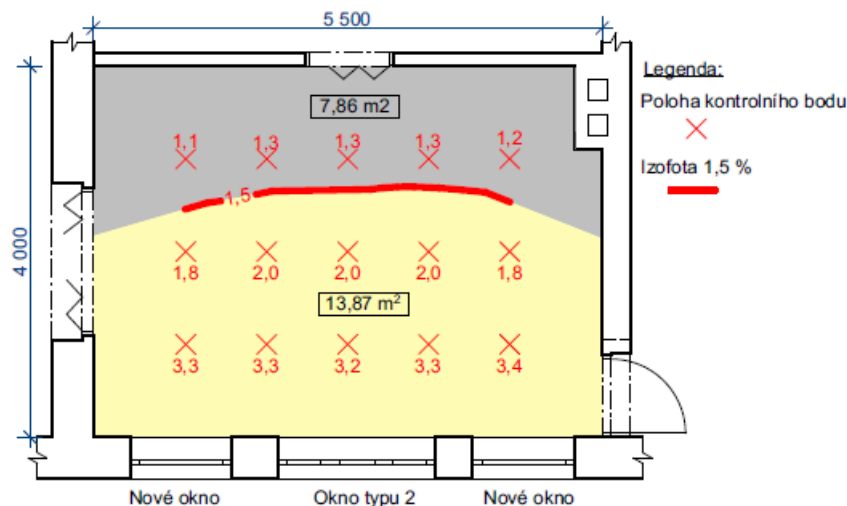
- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $17,11 \text{ m}^2$ (tj. $78,7 \%$ z celkové plochy), není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$, proto je stávající stav nevyhovující a budou navrženy stavební úpravy.

6.4.2.2 Navrhovaný stav č.1

Pro vylepšení stávající stavu jsem navrhl přidat dva osvětlovací otvory. Nová okna musí mít alespoň stejné parametry, se kterými bylo uvažováno ve výpočtu:

- Rozměry: $\bar{s} \times \bar{v} = 1,1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 0,8 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 32 - Vyhodnocení navrhovaného stavu č.1 v třídě v 1.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{min} = 1,1 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{max} = 3,4 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 1,1 / 3,4 = 0,32$

- Vyhodnocení

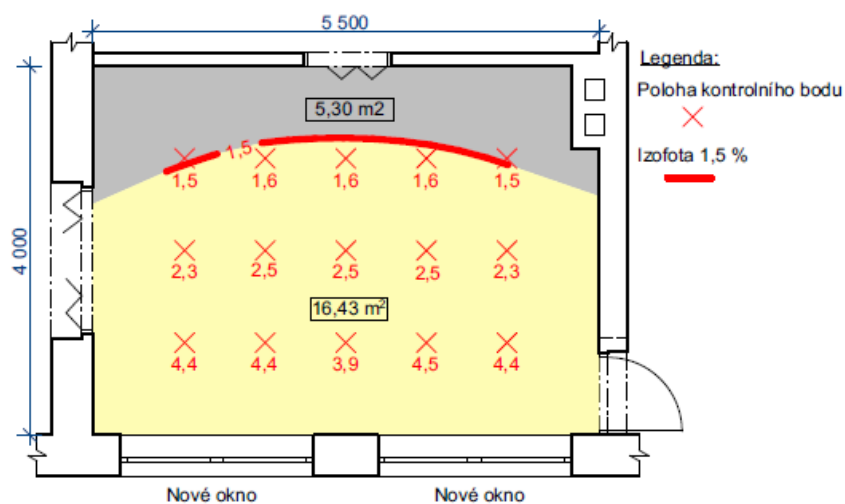
Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše 7,86 m² (tj. 36,2 % z celkové plochy). Požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ je splněn.

Navrhovaná úprava vylepšila světelné podmínky v místnosti o 42,5 % podlahové plochy. S přihlédnutím k faktu, že v zadní části místnosti, kde není splněna minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{\min} (v obrázku 32 vyznačen šedou barvou) budou umístěny skříně, je navrhovaný stav vhodný. Je doporučeno vymezit vyhovující a nevyhovující prostory barevnými podlahovinami, tak aby bylo dosaženo zrakové pohody uživatelů.

6.4.2.3 Navrhovaný stav č.2

Pro vylepšení stávající stavu osvětlení jsem navrhl vybourat stávající okno a nahradit ho dvěma novými, která by měla vyhovovat parametrům uvažovaným ve výpočtu:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 2,1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 0,8 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 33 - Vyhodnocení navrhovaného stavu č.2 v třídě v 1.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 1,5 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 4,5 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 1,5 / 4,5 = 0,33$

- Vyhodnocení

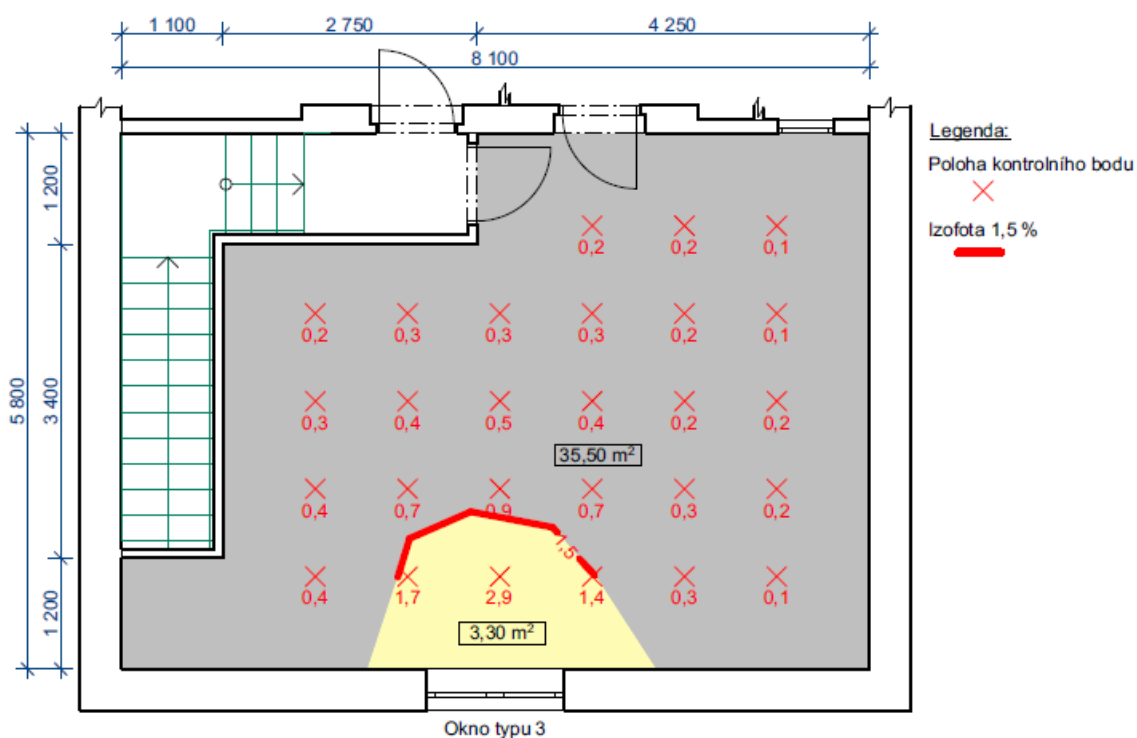
Ve všech kontrolních bodech je splněna minimální hodnota činitele denního osvětlení $D_{\min} = 1,5 \%$. Požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ je splněn.

Navrhovaná úprava vylepšila světelné podmínky v místnosti tak, že vyhovují normě ČSN 73 0580-3 [10] a proto je doporučena na úkor úpravy č.1.

6.4.3 Třída v 2.NP

6.4.3.1 Stávající stav

Ve druhém nadzemním podlaží je umístěna druhá třída. Tato třída původně sloužila jako lehárna a proto je osvětlována pouze jedním malým okenním otvorem.



Obrázek 34 - Vyhodnocení stávajícího stavu třídy ve 2.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,1 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 2,9 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,1 / 2,9 = 0,03$

- Vyhodnocení

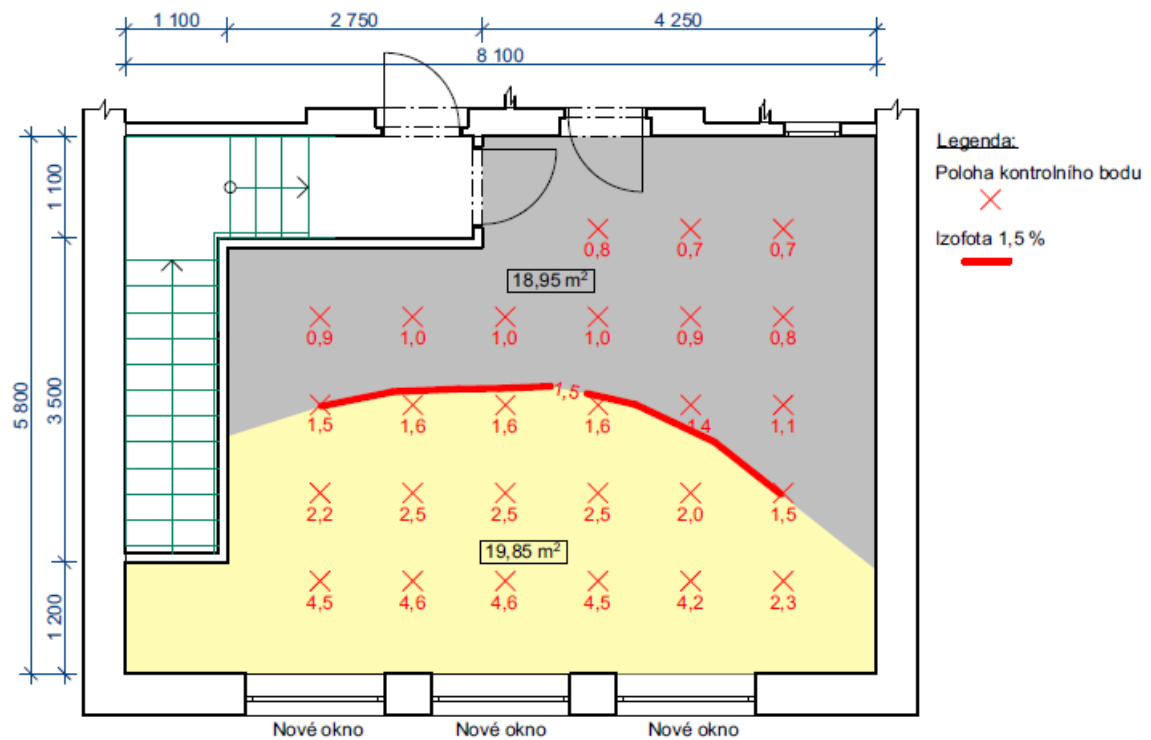
Stávající stav je nevyhovující protože minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $35,5 \text{ m}^2$ (tj. $91,5 \%$ z celkové plochy) a není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$.

Budou navrženy stavební úpravy i přesto, že navrhované dispoziční změny v kapitole 4.2 předpokládají, že v této místnosti bude umístěna pouze lehárna a třída bude přesunuta do nového prostoru. Cílem je nabídnout více možných variant, ze kterých bude možné následně vybrat tu nejlepší.

6.4.3.2 Navrhovaný stav č.1

V prvním navrhovaném vylepšení osvětlení ve stávajícím stavu třídy ve 2.NP jsem navrhl rozšířit stávající okno a k němu přidat dva nové osvětlovací otvory. Všechna okna musí splnit ve výpočtu uvažované parametry:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 1,5 \text{ m} \times 1,7 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 0,7 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 35 - Vyhodnocení navrhovaného stavu č.1 třídy ve 2.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,7 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 4,6 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,7 / 4,6 = 0,15$

- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $18,95 \text{ m}^2$ (tj. $48,8 \%$ z celkové plochy), není splněn ani požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ proto není navrhovaný stav vyhovující pro celou místnost.

Navrhovaná stavební úprava vylepšila světelné podmínky v místnosti o $42,7 \%$ podlahové plochy. Pokud by byl prostor rozdělen na funkčně vymezené plochy, kde by jako denní část místnosti sloužila plocha před izofotou (v obrázku 35 vyznačena žlutou barvou), tak by měla parametry:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 1,5 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 4,6 \%$

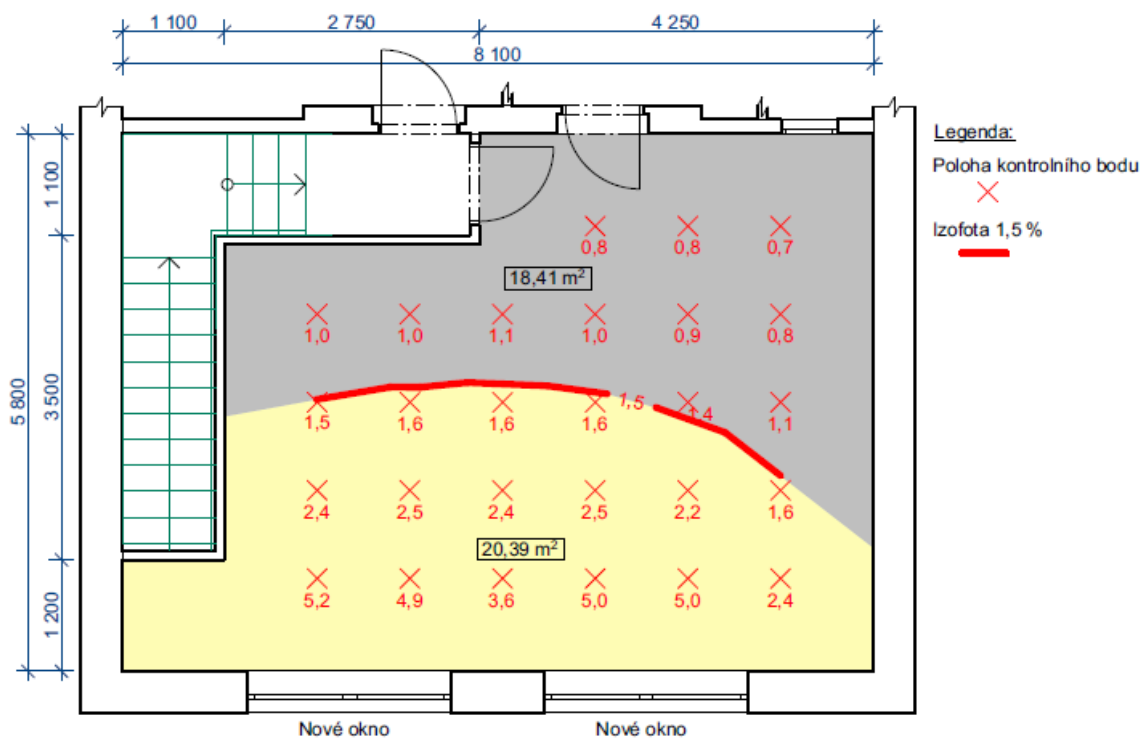
Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 1,5 / 4,6 = 0,33$

Výsledkem by bylo, že denní část místnosti by splňovala požadavky normy ČSN 73 0580-3 [10] na činitel denní osvětlenosti a rovnoměrnost denního osvětlení. Rozlišení funkčních prostorů by se provedlo barevnými koberci.

6.4.3.3 Navrhovaný stav č.2

Ve druhém návrhu vylepšení osvětlení třídy ve 2.NP jsem navrhl odstranit stávající okno a nahradit dvěma novými. Nová okna jsou navržena větší a měla by splňovat parametry uvažované ve výpočtu:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 2,2 \text{ m} \times 1,7 \text{ m}$
- Výška parapetu: $h = 0,7 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,90$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,75$



Obrázek 36 - Vyhodnocení navrhovaného stavu č.1 třídy ve 2.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 0,7 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 5,2 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 0,7 / 5,2 = 0,13$

- Vyhodnocení

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5 \%$ není splněna na ploše $18,41 \text{ m}^2$ (tj. $47,4 \%$ z celkové plochy), požadavek na rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ také není splněn.

Navrhovaná stavební úprava vylepšila světelné podmínky v místnosti oproti návrhu č.1 (kapitola 6.4.3.2) o pouhé $1,4 \%$ a nevyhovuje normovým požadavkům. Je tedy doporučeno využít návrhu dispozičních úprav z kapitoly 4.2, v této místnosti neprovádět stavební úpravy a prostor využívat jako lehárnu.

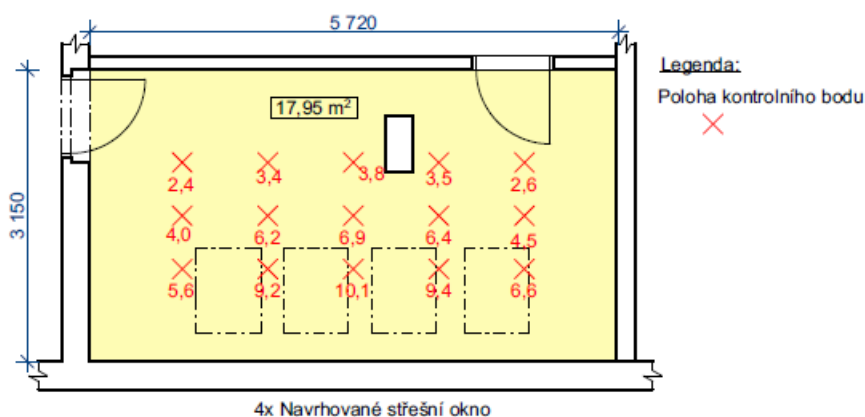
6.5 Vyhodnocení stavebních úprav

V této kapitole jsem posoudil kvalitu denního osvětlení v nově navržených denních místnostech ve 2.NP sloužících pro trvalý pobyt, které byly navrženy v kapitole 4.2.

6.5.1 Třída

V podkrovní místnosti jsem navrhnul čtyři střešní okna, ve výpočtu bylo uvažováno s parametry, které musí nová okna splnit:

- Rozměry: $\text{š} \times \text{v} = 0,7 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$
- Vodorovná vzdálenost okna od stěny: $h = 0,3 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: $\tau_{z,e} = 0,70$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: $\tau_k = 0,8$



Obrázek 37 - Vyhodnocení nově navržené třídy ve 2.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 2,4 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 10,1 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 2,4 / 10,1 = 0,24$

Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti:

$D_m = (2,4+3,4+3,8+3,5+2,6+4,0+6,2+6,9+6,4+4,5+5,6+9,2+10,1+9,4+6,6)/15$

$D_m = 5,64 \%$

- Vyhodnocení

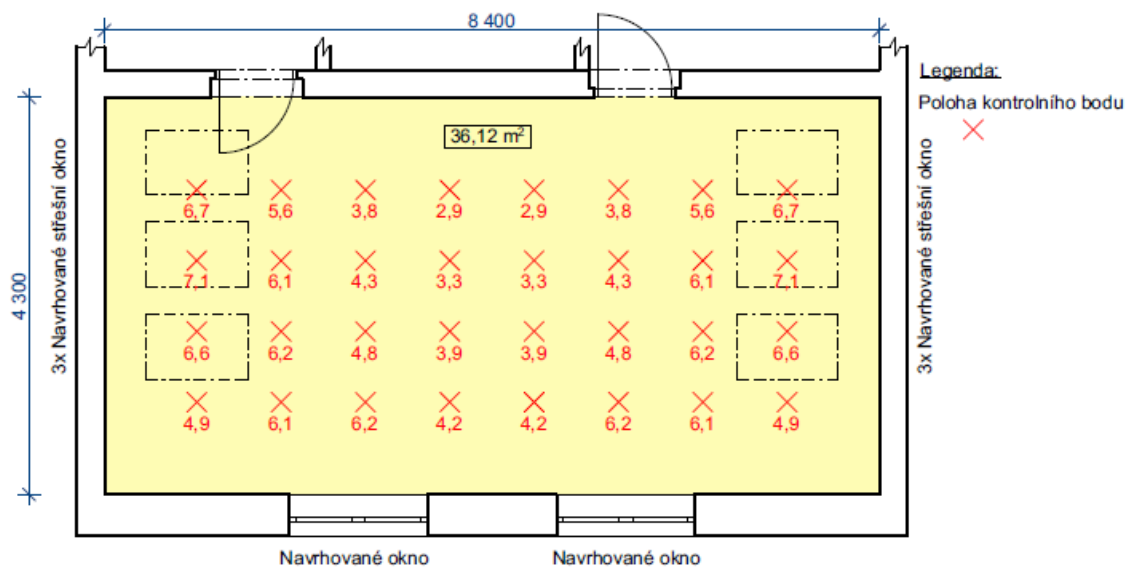
Ve všech kontrolních bodech je splněna minimální hodnota činitele denního osvětlení $D_{\min} = 1,5 \%$. Protože je prostor osvětlován horním osvětlením, bylo nutné splnit i průměrnou hodnotu činitele denní osvětlenosti $D_m = 5\%$. Požadovaná rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ je také splněna.

Denní osvětlení nově navržené třídy ve 2.NP splňuje všechny požadavky normy ČSN 73 0580-3 [10].

6.5.2 Herna

V nově vzniklém prostoru herny jsem navrhl šest střešních oken a dvě svislá okna jsem umístil do štítové stěny. Okna budou symetricky rozmístěna a mají splňovat parametry, se kterými bylo uvažováno ve výpočtu:

- Rozměry: - svislá: $\text{š} \times \text{v} = 1,5 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}$
- střešní: $\text{š} \times \text{v} = 0,7 \text{ m} \times 1,44 \text{ m}$
- Vodorovná vzdálenost okna od stěny (střešní): $h = 0,45 \text{ m}$
- Výška parapetu (svislá): $h = 0,7 \text{ m}$
- Činitel prostupu světla zasklením: $\tau_{s,nor} = 0,78$
- Znečištění na vnější straně: - svislá: $\tau_{z,e} = 0,90$
- střešní: $\tau_{z,e} = 0,70$
- Znečištění na vnitřní straně: $\tau_{z,i} = 0,95$
- Činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějící světlo: - svislá: $\tau_k = 0,75$
- střešní: $\tau_k = 0,8$



Obrázek 38 - Vyhodnocení nově navržené třídy ve 2.NP z hlediska denní osvětlenosti pomocí programu Světlo+ [18]

- Výsledky:

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\min} = 2,9 \%$

Maximální hodnota činitele denní osvětlenosti: $D_{\max} = 7,1 \%$

Rovnoměrnost denního osvětlení $U = 2,9 / 7,1 = 0,41$

Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti:

$$D_m = 2 \cdot (6,7+7,1+6,6+4,9+5,6+6,1+6,2+6,1+3,8+4,3+4,8+6,2+2,9+3,3+3,9+4,2) / 32$$

$$D_m = 5,17 \%$$

- Vyhodnocení

Ve všech kontrolních bodech je splněna minimální hodnota činitele denního osvětlení $D_{\min} = 1,5 \%$. Prostor je osvětlován kombinovaným osvětlením, bylo tedy nutné splnit průměrnou hodnotu činitele denní osvětlenosti $D_m = 5\%$. Požadovaná rovnoměrnost osvětlení $U \geq 0,2$ je také splněna.

Denní osvětlení nově navržené herny ve 2.NP splňuje všechny požadavky normy ČSN 73 0580-3 [10].

Závěr

V bakalářské práci byl zakreslen stávající stav mateřské školy ve vybrané projektové dokumentaci pro stavební povolení. Výkresy byly vypracovány na základě zaměření stavby při stavebním průzkumu. Statickým posudkem se ověřila únosnost vybraných konstrukcí.

Následně byly navrženy stavební úpravy vnitřní dispozice, které se z velké části týkaly rozšíření užitného prostoru do nevyužívaných částí podkroví. V nových místnostech se vytvořil prostor pro umístění nové třídy, herny a šatny. Také byla vyprojektována úprava hygienických prostorů, díky které bude možné přidat další hygienické předměty a splnit tak hygienické požadavky.

V další části bakalářské práce byly konstrukce tvořící obálku budovy posouzeny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla. Protože většina stávajících konstrukcí nevyhověla současným legislativním požadavkům, tak bylo navrženo zateplení objektu. Zateplení obalových konstrukcí povede ke snížení energetické náročnosti mateřské školy.

Stěžejní částí bylo vyhodnocení kvality denního osvětlení v učebnách, proto byly sepsány legislativní požadavky na kvalitu osvětlení a posouzeny stávající vnitřní prostory mateřské školy z hlediska činitele denní osvětlenosti a rovnoměrnosti denního osvětlení. Aby byly světelné podmínky vylepšeny, tak bylo ve variantách navrženo umístění nových oken, rozšíření a změna polohy stávajících osvětlovacích otvorů. Posoudily se navrhované stavební úpravy a vhodnější opatření bylo doporučeno.

Cíle bakalářské práce byly splněny, protože všechny navrhované stavební úpravy by měly vést ke zkvalitnění funkčních a provozních vlastností vnitřního prostoru mateřské školy.

Seznam literatury

- [1] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- [3] ČSN EN 1996-1-1 +A1. *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [4] ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: ČNI, 2005.
- [5] ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. Praha: ČNI, 2005.
- [6] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [7] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [8] *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-30-6.
- [9] ČSN 73 0580-1. *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: ČNI, 2007, Zohledněna změna Z1 z r. 2011
- [10] ČSN 73 0580-3. *Denní osvětlení budov. Část 3: Denní osvětlení škol*. Praha: ČNI, 1994, Zohledněny změny Z1 z r. 1996 a Z2 z r. 1999
- [11] Vyhláška č. 410/2005 Sb. *o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví v dohodě s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a Ministerstvem práce a sociálních věcí. Zohledněna změna 343/2009 Sb.
- [12] SOKOL, Zdeněk., WALD, František. *Ocelové konstrukce: tabulky. 2., přeprac.* vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [13] VRANÝ, Tomáš., JANDERA, Michal., ELIÁŠOVÁ, Martina. *Ocelové konstrukce 2. Vyd. 2., přeprac.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04368-4

- [14] BOŠOVÁ, Daniela., KULHÁNEK František. *Stavební fyzika II: stavební tepelná technika*. 6., přeprac. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014. ISBN 978-80-01-05645-5.
- [15] VYCHYTIL, Jaroslav. *Stavební světelná technika - cvičení*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-058-58-9.
- [16] WEIGLOVÁ, Jiřina., BOŠOVÁ, Daniela., KAŇKA, Jan. *Stavební fyzika 1*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze, 2006. ISBN 80-01-03392-9.
- [17] K-CAD spol. s r.o., Stavební fyzika, Svoboda software. *Teplo 2015 [software]*.
- [18] JpSoft s. r. o. *SVĚTLO+*. *Software pro denní osvětlení a oslunění budov*. Verze 1.32 profi. Informace na www.svetloplus.cz.
- [19] *Mapy.cz* [online]. *Mapy.cz*, [2016-05-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/FnFn>
- [20] Informace o pozemku. *ČÚZK Nahlížení do katastru nemovitostí*. [online]. © 2004 – 2016 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz>
- [21] Výrobce izolačních skel Laglas s.r.o. *Informace o parametrech zasklení získané na základě telefonní komunikace*. Kontakt dostupný z: <http://www.laglas.cz/>
- [22] *Výkresová dokumentace mateřské školy*. Dostupná na obecním úřadě Libňatov

Přílohy

Seznam příloh:

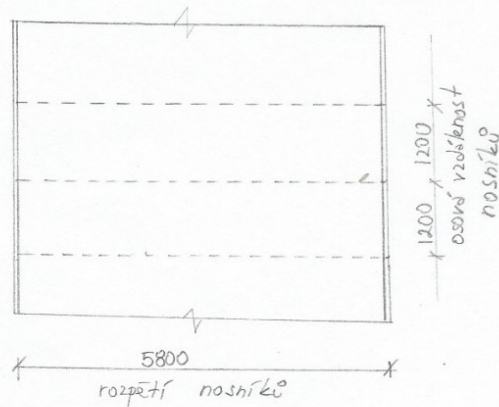
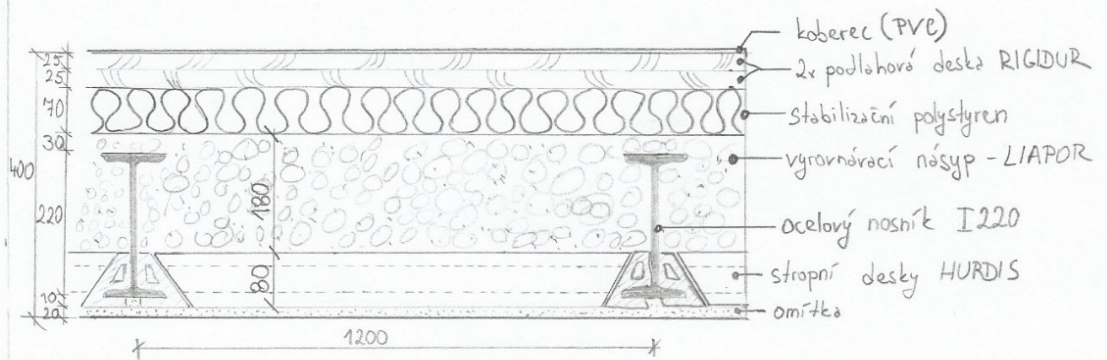
Příloha A	Statická část	2
Příloha B	Tepelná technika	7
Příloha C	Denní osvětlení	39
Příloha D	Výkresová dokumentacesamostatná část

Příloha A

STATICKÁ ČÁST

A.1	Posouzení stropní konstrukce	3
A.2	Výpočet únosnosti zdiva	5

A.1 Posouzení stropní konstrukce



OHYBOVÁ ÚNOSNOST:

I 220, S235

$$W_{pl,y} = 324\,000 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{324\,000 \cdot 235}{1,10} = 46,14 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \boxed{46,14 \text{ kNm}}$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST:

$$A_{v2} = 1906 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow V_{Rd} = \frac{A_{v2} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1906 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,10} = 258,6 \cdot 10^3 \text{ N} = \boxed{258,6 \text{ kN}}$$

VÝPOČET ZATÍŽENÍ:

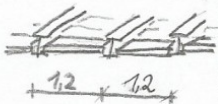
STĚLE:	objemová hmota ρ [kN/m ³]	tloušťka t [m]	charakter. zatížení g_k [kN/m ²]	součinitel zatížení γ_g	návrhová zatížení g_d [kN/m ²]
- koberec	-	-	0,012		0,016
- podl. desky RIGIDUR	12	0,05	0,600	↑	0,810
- polystyren	0,35	0,04	0,025	1,35	0,034
- násyp LIAPOR	6	0,18	1,080		1,458
- stropní desky HURDIS	-	-	0,450	↓	0,608
- omítka	20	0,02	0,400		0,540
			$\Sigma = 2,567$	kN/m ²	$\Sigma = 3,466$

PROMĚNNÉ:

C4 - plochy určené k pohyblivým aktivitám $\rightarrow g_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
 $\rightarrow g_d = g_k \cdot 1,5 = 5 \cdot 1,5 = \underline{7,5 \text{ kN/m}^2}$

CELKOVÉ:

- charakteristické: $f_k = g_k + q_k = 2,567 + 5,0 = \underline{7,567 \text{ kN/m}^2}$
 - stěle: $f_d = g_d + q_d = 3,466 + 7,5 = \underline{10,966 \text{ kN/m}^2}$



- zatěžovací síla: $L_0 = 1,2 \text{ m}$

LINIOVÉ ZATÍŽENÍ NOSNÍKU:

$$f_1 = f_d \cdot L_0 = 10,966 \cdot 1,2 = \underline{13,16 \text{ kN/m}}$$

VLASTNÍ TÍHA NOSNÍKU:

$$I 220 - m = \underline{0,31 \text{ kN/m}}$$

$$\rightarrow \underline{\text{CELKEM:}} \quad f_d = f_1 + m = 13,16 + 0,31 = \underline{13,47 \text{ kN/m}}$$

délka nosníku

$$L = 5,8 \text{ m}$$

VNITŘNÍ SILY:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 13,47 \cdot 5,8^2 = \underline{56,6 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 13,47 \cdot 5,8 = \underline{39,1 \text{ kN}}$$

POSOUZENÍ KONSTRUKCE:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{76,14} > 56,6 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

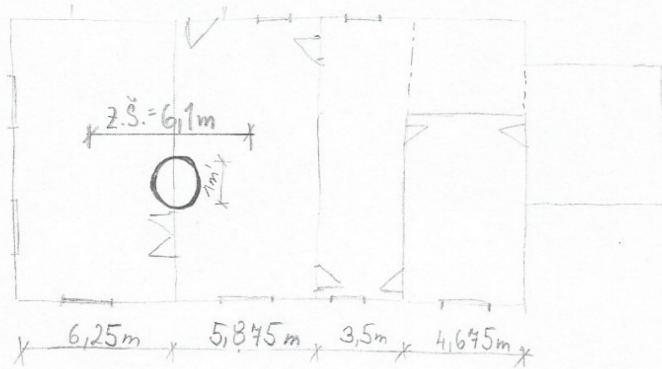
$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$\underline{258,6} > 39,1 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

\rightarrow Stávající stropní konstrukce je dostatečně vhodná.

A.2 Výpočet únosnosti zdiva

SCHEMATICKÉ VYKRESLENÍ NOSNÝCH STĚN



pozn.: konstrukce kotovaná na osu

→ posouzení nejvíce namáhané konstrukce (označeno kolečkem)

- tloušťka konstrukce: 450mm

- pevnost cihelného střepe: $f_u = 10 \text{ MPa}$

- pevnost maltý: $f_m = 2 \text{ MPa}$

- součinitel tvaru: $\sigma = 0,44 \dots$ vyjadruje vliv šířky a výšky zdělicího prvku

→ pevnost zdělicích prvků: $f_b = \sigma \cdot f_u = 0,44 \cdot 10 = \underline{4,4 \text{ MPa}}$

- součinitel závislý na druhu zdělicích prvků a maltý: $K = 0,55$
(malta obyčejná, skupina zdělicích prvků - 1)

• vliv podélných styčných spár: $K = 0,8 \cdot 0,55 = \underline{0,44}$

→ charakteristická pevnost zdiva:

- součinitelé $\alpha = \square$
 $\beta = \square$

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta = 0,44 \cdot 4,4^\alpha \cdot 2^\beta = \underline{1,94 \text{ MPa}}$$

→ návrhová pevnost zdiva:

- součinitelé: $\gamma_{M1} = 2,0 \dots$ vliv pečlivost průzkumu

$\gamma_{M2} = 1,0 \dots$ vliv pravidelnosti řezů

$\gamma_{M3} = 1,15 \dots$ vliv vlhkosti

$\gamma_{M4} = 1,1 \dots$ vliv teplot

$$\rightarrow \gamma_M = \gamma_{M1} \cdot \gamma_{M2} \cdot \gamma_{M3} \cdot \gamma_{M4} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = \underline{2,53}$$

$$\Rightarrow f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{1,94}{2,53} = \underline{0,749 \text{ MPa}} = \underline{749 \text{ kPa}}$$

- viz. str. II.
- viz. str. III.

↳ schéma

ZATÍŽENÍ:

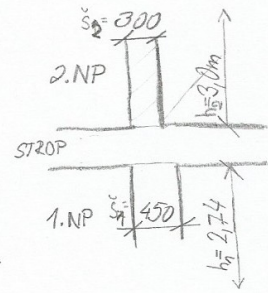
- zatížení podlah: $f_d = 10,966 \text{ kN/m}^2$

- zatěžovací šířka: $L = 6,1 \text{ m}$

- zatížení od stěny:

$$f_s = \gamma_2 \cdot (\dot{s}_1 \cdot h_1 + \dot{s}_2 \cdot h_2) = 16 \cdot (0,45 \cdot 2,74 + 0,3 \cdot 3,0)$$

$$f_s = 34,2 \text{ kN/m}^2$$



- zatěžovací síla v patě stěpy:

$$N_{Ed} = f_d \cdot L + f_s = 10,966 \cdot 6,1 + 34,2 = 101,7 \text{ kN/m}^2$$

POSOUZENÍ:

- ověření štíhlosti:

• vzperná délka: $h_{ef} = g \cdot h = 1,0 \cdot 2,74 = 2,74 \text{ m}$

• efektivní šířka: $t_{ef} = 0,45 \text{ m}$

$$\rightarrow \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,74}{0,45} = 6,1 < 24, \rightarrow \text{stěna je masivní}$$

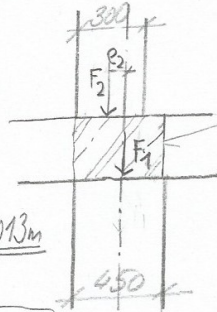
- výstřednost:

- od zatížení:

$$e_{if} = \frac{F_1 \cdot e_1 + F_2 \cdot e_2}{F_1 + F_2}$$

$$e_{if} = \frac{66,9 \cdot 0 + 14,4 \cdot 0,075}{66,9 + 14,4} = 0,013 \text{ m}$$

$$\text{min } e_{if} = 0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 0,45 = 0,0225 \text{ m}$$



ZB vřec

$$e_1 = 0$$

$$e_2 = \frac{450}{2} - \frac{300}{2} = 75 \text{ mm}$$

- F_1 = zatížení od stropu

$$F_1 = f_d \cdot L = 10,966 \cdot 6,1 = 66,9 \text{ kN/m}^2$$

- F_2 = zatížení od stěny 2NP

$$F_2 = \gamma_2 \cdot \dot{s}_2 \cdot h_2 = 16 \cdot 0,3 \cdot 3,0 = 14,4 \text{ kN/m}^2$$

- počáteční výstřednost (vliv nepřesností při provádění)

$$e_{ia} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{2,74}{450} = 0,006 \text{ m}$$

$$\rightarrow e_i = e_{if} + e_{ia} = 0,0225 + 0,006 = 0,0285 \text{ m} = 28,5 \text{ mm}$$

- zmenšující součinitel: $\phi_i = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \cdot \frac{0,0285}{0,45} = 0,873$

- ÚNOSNOST V PATEĚ:

$$N_{Rdi} = \phi_i \cdot A \cdot f_d = 0,873 \cdot (0,45 \cdot 10) \cdot 779 = 306 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{Rdi} \geq N_{Ed}$$

$$\sqrt{306 > 101,7 \text{ kN/m}^2} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- součinitel vzperné výšky $g = 1,0$

Příloha B

TEPELNÁ TECHNIKA

B.1	Předběžné posouzení a návrh zateplení stávajícího zdiva	7
B.2	Předběžné posouzení návrhu zateplení střešní konstrukce	9
B.3	Předběžné posouzení návrhu zateplení stropní konstrukce	10
B.4	Posouzení stávající obvodové stěny 1.NP	11
B.5	Posouzení stávající obvodové stěny 2.NP	14
B.6	Posouzení stávající zateplené stěny 2.NP	17
B.7	Posouzení stávajícího podhledu 2.NP	21
B.8	Posouzení návrhu zateplení obvodové stěny 1.NP	24
B.9	Posouzení návrhu zateplení obvodové stěny 2.NP	28
B.10	Posouzení návrhu zateplení střešní konstrukce	32
B.11	Posouzení návrhu podhledu 2.NP	35

B.1 Předběžné posouzení a návrh zateplení stávajícího zdiva

TEPELNÁ TECHNIKA:

- tepelný odpor při přestupu tepla
 - interiéru: $R_{si} = \frac{0,13 \frac{m^2 \cdot K}{W}}{W}$ (vodorov)
 - exteriéru: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ (vodorov)

ZDIVO - 2.NP

cihla plná - tl. 300 mm

CP - součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,86 \frac{W}{m \cdot K}$

tepelný odpor konstrukce: $R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0,3}{0,86} = 0,348 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

součinitel prostupu tepla: $U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 0,348 + 0,04} = 1,924 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

požadovaná hodnota: $U_{N,20} = 0,3 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow$ nevyhovuje

doporučená hodnota: $U_{rec,20} = 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow$ nevyhovuje

NAVRH ZATEPLENÍ:

- Polystyren EPS - tl. 140 mm

$\lambda = 0,038 \frac{W}{m \cdot K}$

$R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0,3}{0,86} + \frac{0,14}{0,038} = 4,033 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

$U_i = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 4,033 + 0,04} = 0,238 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

korekce součinitele prostupu: - vliv mechanických kotev

- bodový přestup tepla: $0,002 \frac{W}{K}$

$\rightarrow \Delta U = 6 \cdot 0,002 = 0,012 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

$\rightarrow U = U_i + \Delta U = 0,238 + 0,012 = 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K} < U_{N,20} = 0,3 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow$ VYHOVUJE

$= U_{rec,20} = 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow$ VYHOVUJE

\Rightarrow NAVRH ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN POLYSTYRENEM EPS

TLOUŠTKY 140 mm VYHOVUJE DOPORUČENÝM

HODNOTAM NORMY ČSN 430540-2.



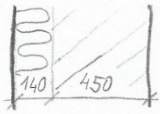
ČSN 430540-2

- stěna mější-těžká



- hodnota definovaná
výrobcem

- počet hmoždinek
6/m²



POSOUZENÍ ZATEPLENĚHO ZDIVA 1.NP

- skladba: - CP 450mm, $\lambda = 0,86 \frac{W}{m \cdot K}$

- tepelná izolace: Polystyren EPS 140mm, $\lambda = 0,038 \frac{W}{m \cdot K}$

$$- R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0,450}{0,86} + \frac{0,140}{0,038} = 4,204 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$\rightarrow \text{součinitel průstupu tepla: } U_i = \frac{1}{0,13 + 4,204 + 0,04} = 0,228 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

- korekce součinitele průstupu: - vliv mechanických kotv

- bodový průstup tepla: $0,002 \frac{W}{K}$

$$\rightarrow \Delta U = 6 \cdot 0,002 = 0,012 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\Rightarrow U = U_i + \Delta U = 0,228 + 0,012 = 0,240 \frac{W}{m^2 \cdot K} < U_{N20} = 0,3 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$< U_{rec,20} = 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

\Rightarrow ZATEPLENÍ ZDIVA 1.NP POLYSTYRENEM EPS TLOUŠTKY 140mm
VYHOVUJE DOPORUČENÝM HODNOTA'M NORMY ČSN 430540-2

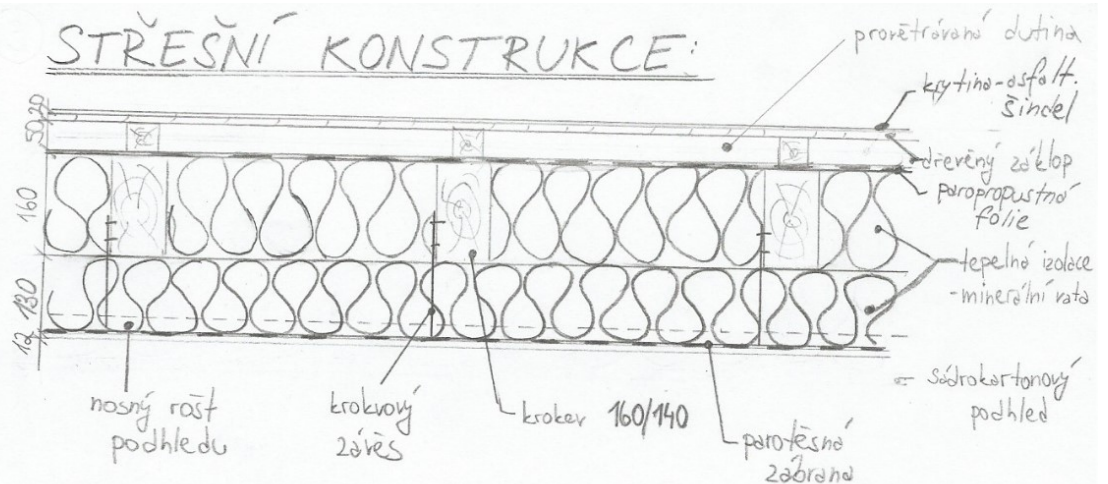
- hodnota definovaná
výrobce m

- počet horizontálních
6/m²

ČSN 430540-2

- stěna vnější
těžká

B.2 Předběžné posouzení návrhu zateplení střešní konstrukce



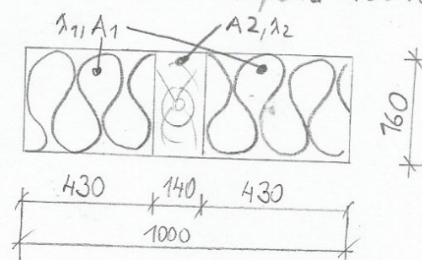
- hodnoty tepelné vodivosti materiálů:

- sádkarton: $\lambda = 0,22 \frac{W}{m \cdot K}$

- tepelná izolace - minerální vata: $\lambda = 0,038 \frac{W}{m \cdot K}$

- krokve - dřev: $\lambda = 0,18 \frac{W}{m \cdot K}$

- ekvivalentní tepelná vodivost tepelné izolace a krokví:



- plochy: $A = 1,0 \cdot 0,16 = 0,16 m^2$

$A_1 = 2 \cdot 0,43 \cdot 0,16 = 0,1346 m^2$

$A_2 = 0,14 \cdot 0,16 = 0,0224 m^2$

- tepelné vodivosti: $\lambda_1 = 0,038 \frac{W}{m \cdot K}$

$\lambda_2 = 0,18 \frac{W}{m \cdot K}$

$$\rightarrow \lambda_{ekv} = \frac{\lambda_1 \cdot A_1 + \lambda_2 \cdot A_2}{A} = \frac{0,038 \cdot 0,1346 + 0,18 \cdot 0,0224}{0,16} = \underline{\underline{0,05488 \frac{W}{m \cdot K}}}$$

- tepelný odpor konstrukce:

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0,160}{0,05488} + \frac{0,130}{0,038} + \frac{0,012}{0,22} = \underline{\underline{6,239 \frac{m^2 \cdot K}{W}}}$$

- součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,10 + 6,239 + 0,04} = \underline{\underline{0,157 \frac{W}{m^2 \cdot K}}} < U_{N20} = 0,24 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

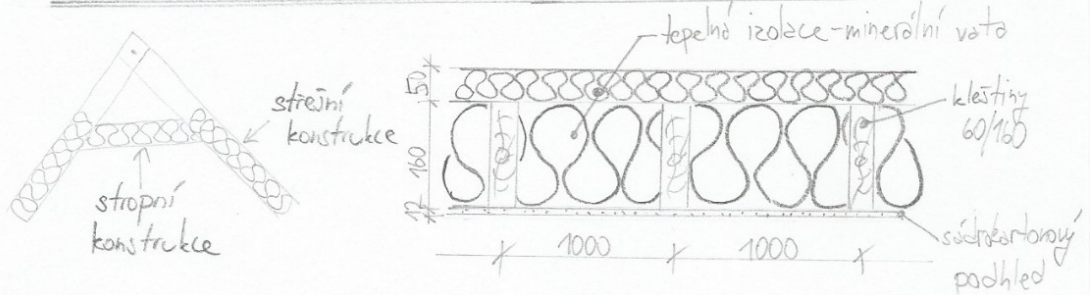
$$< U_{REQ,20} = 0,16 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

ČSN 430540-2
- střešní plocha
šikmá se sklonem
do 45°

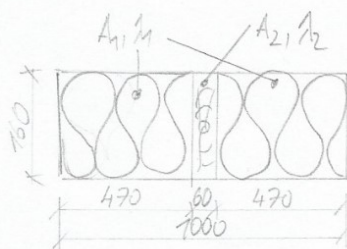
⇒ NAVRŽENÁ SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE VYHOVUJE
DOPORUČENÝM HODNOTÁM NORMY ČSN 430540-2.

B.3 Předběžné posouzení návrhu zateplení stropní konstrukce

STROPNÍ KONSTRUKCE - PODHLED 2NP



- ekvivalentní tepelná vodivost tepelné izolace a křesťin:



plochy: $A = 1 \cdot 0,16 = 0,16 \text{ m}^2$
 $A_1 = 2 \cdot 0,47 \cdot 0,16 = 0,1504 \text{ m}^2$
 $A_2 = 0,06 \cdot 0,16 = 0,0096 \text{ m}^2$

$\lambda_1 = 0,038 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

$\lambda_2 = 0,18 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

$\Rightarrow \lambda_{\text{ekv}} = \frac{\lambda_1 \cdot A_1 + \lambda_2 \cdot A_2}{A} = \frac{0,038 \cdot 0,1504 + 0,18 \cdot 0,0096}{0,16} = 0,04652 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

- tepelný odpor konstrukce:

$R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0,05}{0,038} + \frac{0,160}{0,04652} + \frac{0,012}{0,22} = 4,809 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

- součinitele prostupu tepla:

$U = \frac{1}{R_{s,i} + R + R_{s,e}} = \frac{1}{0,10 + 4,809 + 0,04} = 0,200 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} < U_{N_{20}} = 0,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
 $= U_{\text{ec},20} = 0,20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

ČSN 430540-2

- strop pod
nevyfouknou perlou

\Rightarrow NAVRŽENA SKLADBA STROPNÍ KONSTRUKCE
 VYHOVUJE DOPORUČENÝM HODNOTAM
 NORMY ČSN 430540-2

B.4 Posouzení stávající obvodové stěny 1.NP v programu TEPL0

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

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

Tepl0 2015

Název úlohy : **Stávající konstrukce - Obvodová stěna 1.NP**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednovrstevná
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	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,4400	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	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	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CP	---
3	Omítka vápenocementová	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.13 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 : 0.532 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.425 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 1.44 / 1.47 / 1.52 / 1.62 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 : 2.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 47.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 15.59 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.815

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	14.6	0.680	11.2	0.551	18.1	0.815	63.8
2	15.2	0.683	11.7	0.544	18.4	0.815	65.1
3	15.9	0.665	12.4	0.503	19.1	0.815	65.4
4	16.2	0.588	12.8	0.378	20.0	0.815	63.3
5	17.2	0.483	13.7	0.172	20.9	0.815	63.4
6	18.0	0.391	14.5	-----	21.5	0.815	64.5
7	18.4	0.335	14.9	-----	21.7	0.815	65.2
8	18.3	0.353	14.8	-----	21.6	0.815	64.9
9	17.3	0.476	13.8	0.157	21.0	0.815	63.6
10	16.4	0.569	12.9	0.345	20.1	0.815	63.1
11	15.9	0.660	12.4	0.495	19.1	0.815	65.2
12	15.2	0.683	11.7	0.544	18.4	0.815	65.1

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	e
theta [C]:	15.6	15.0	-14.1	-14.7
p [Pa]:	1544	1482	179	116
p _{sat} [Pa]:	1770	1706	178	169

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.

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/(m ² s)]
1	0.1701	0.3688	4.921E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: 0.0398 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: 2.2848 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.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stávající konstrukce - Obvodová stěna 1.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
2	Zdivo CP	0,440	0,860	9,0
3	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,815$

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

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

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

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

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

Vypočtená hodnota: $U = 1,425 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U > U_N$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

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

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 23,760 kg/m².rok (materiál: Zdivo CP).

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

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0398 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 2,2848 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

B.5 Posouzení stávající obvodové stěny 2.NP v programu TEPL0

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 2015

Název úlohy : **Stávající konstrukce - Obvodová stěna 2.NP**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

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	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,2900	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	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	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CP	---
3	Omítka vápenocementová	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.13 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 : 0.357 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.896 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 1.92 / 1.95 / 2.00 / 2.10 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} : 1.5E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 13.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 13.14 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.754

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	14.6	0.680	11.2	0.551	16.5	0.754	70.7
2	15.2	0.683	11.7	0.544	16.9	0.754	71.6
3	15.9	0.665	12.4	0.503	17.7	0.754	70.9
4	16.2	0.588	12.8	0.378	19.0	0.754	67.4
5	17.2	0.483	13.7	0.172	20.2	0.754	66.2
6	18.0	0.391	14.5	-----	21.0	0.754	66.5
7	18.4	0.335	14.9	-----	21.3	0.754	66.9
8	18.3	0.353	14.8	-----	21.2	0.754	66.7
9	17.3	0.476	13.8	0.157	20.3	0.754	66.2
10	16.4	0.569	12.9	0.345	19.2	0.754	66.9
11	15.9	0.660	12.4	0.495	17.8	0.754	70.6
12	15.2	0.683	11.7	0.544	16.9	0.754	71.6

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	e
theta [C]:	13.1	12.4	-13.2	-14.0
p [Pa]:	1544	1454	207	116
p,sat [Pa]:	1511	1437	194	181

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.

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/(m ² s)]
1	0.0000	0.0000	2.282E-0006
2	0.0212	0.2406	5.955E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: 0.7634 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **3.1597 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.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stávající konstrukce - Obvodová stěna 2.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
2	Zdivo CP	0,290	0,860	9,0
3	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,754$

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

$f_{Rsi,m} < f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

Pozn.: Povrchové teploty a teplotní faktory v místě tepelných mostů ve skladbě je nutné stanovit řešením teplotního pole.

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

Požadavek: $U_{N} = 0,30$ W/m²K

Vypočtená hodnota: $U = 1,896$ W/m²K

$U > U_{N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

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

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,600 kg/m².rok (materiál: Omítka vápenocementová).

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

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,7634$ kg/m².rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 3,1597$ kg/m².rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

$M_{c,a} > M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

B.6 Posouzení stávající zateplené stěny 2.NP v programu TEPLO

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

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

Tepllo 2015

Název úlohy : **Stávající konstrukce - Obvodová stěna 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci**

Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

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	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parotěsná folie	0,0002	0,3900	1700,0	440,0	200000,0	0.0000
3	Tepelná izolace	0,1400	0,0380	800,0	40,0	1,0	0.0000
4	Zdivo CP	0,2900	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
5	Omítká 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	Sádrokarton	---
2	Parotěsná folie	---
3	Tepelná izolace z minerálních vláken	---
4	Zdivo CP	---
5	Omítká vápenocementová	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.13 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9

10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 4.089 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.235 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 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 akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 2.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 243.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 21.78 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.969

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	14.6	0.680	11.2	0.551	22.2	0.969	49.6
2	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.969	51.4
3	15.9	0.665	12.4	0.503	22.3	0.969	53.4
4	16.2	0.588	12.8	0.378	22.5	0.969	54.2
5	17.2	0.483	13.7	0.172	22.7	0.969	57.1
6	18.0	0.391	14.5	-----	22.7	0.969	59.7
7	18.4	0.335	14.9	-----	22.8	0.969	61.1
8	18.3	0.353	14.8	-----	22.8	0.969	60.6
9	17.3	0.476	13.8	0.157	22.7	0.969	57.3
10	16.4	0.569	12.9	0.345	22.5	0.969	54.5
11	15.9	0.660	12.4	0.495	22.4	0.969	53.4
12	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.969	51.4

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	e
theta [C]:	21.8	21.2	21.2	-13.4	-16.5	-16.6
p [Pa]:	1544	1541	205	201	122	116
p _{sat} [Pa]:	2607	2523	2522	192	143	142

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.

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/(m ² s)]

1 0.1527 0.1527 7.337E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0001 kg/(m².rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.7327 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 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.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stávající konstrukce - Obvodová stěna 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Parotěsná folie	0,0002	0,390	200000,0
3	Tepelná izolace z minerálních	0,140	0,038	1,0
4	Zdivo CP	0,290	0,860	9,0
5	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,969$

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

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

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

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,235 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,336 kg/m².rok (materiál: Tepelná izolace z minerálních).

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

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0001 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,7327 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

B.7 Posouzení stávajícího podhledu 2.NP v programu TEPLO

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

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

Teplu 2015

Název úlohy : **Stávající konstrukce - Podhled 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střeška 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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parotěsná folie	0,0002	0,3900	1700,0	440,0	200000,0	0.0000
3	Tepelná izolace	0,1600	0,0460*	897,7	60,6	1,0	0.0000
4	Pojistná hydro	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	130,0	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.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Parotěsná folie	---
3	Tepelná izolace z minerálních vláken	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
4	Pojistná hydroizolace (paropropustná)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.10 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1

9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_{e} , RH_e 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 : 3.536 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.272 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 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} : 2.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 38.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 21.91 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.973

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	14.6	0.680	11.2	0.551	22.3	0.973	49.3
2	15.2	0.683	11.7	0.544	22.3	0.973	51.1
3	15.9	0.665	12.4	0.503	22.4	0.973	53.1
4	16.2	0.588	12.8	0.378	22.6	0.973	54.0
5	17.2	0.483	13.7	0.172	22.7	0.973	56.9
6	18.0	0.391	14.5	-----	22.8	0.973	59.6
7	18.4	0.335	14.9	-----	22.8	0.973	61.0
8	18.3	0.353	14.8	-----	22.8	0.973	60.5
9	17.3	0.476	13.8	0.157	22.7	0.973	57.2
10	16.4	0.569	12.9	0.345	22.6	0.973	54.4
11	15.9	0.660	12.4	0.495	22.4	0.973	53.2
12	15.2	0.683	11.7	0.544	22.3	0.973	51.1

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	e
theta [C]:	21.9	21.3	21.3	-16.6	-16.6
p [Pa]:	1544	1541	122	117	116
p _{sat} [Pa]:	2628	2531	2530	142	142

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.

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

Množství difundující vodní páry G_d : 6.450E-0009 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.

STOP, Teplo 2015

UYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stávající konstrukce - Podhled 2.NP - stav po předchozí rekonstrukci

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Parotěsná folie	0,0002	0,390	200000,0
3	Tepelná izolace z minerálních	0,160	0,046	1,0
4	Pojistná hydroizolace (paropro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,973$

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

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

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

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,272 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

B.8 Posouzení návrhu zateplení obvodové stěny 1.NP v programu TEPLO

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

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

Teplu 2015

Název úlohy : **Navrhovaná konstrukce - Zateplení obvodové stěny 1.NP**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.012 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	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,4400	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Lepicí hmota	0,0100	0,1960*	974,0	560,7	10,0	0.0000
5	Tepelná izolac	0,1400	0,0380	1270,0	15,0	20,0	0.0000
6	Stěrková hmota	0,0030	0,8300	920,0	1400,0	10,0	0.0000
7	Tenkovrstvá om	0,0020	0,7000	920,0	1800,0	125,0	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.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CP	---
3	Omítka vápenocementováocementová	---
4	Lepicí hmota	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	Tepelná izolace (EPS 70 F)	---
6	Stěrková hmota	---
7	Tenkovrstvá omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.13 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8

5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 : 4.049 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.237 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 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 akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.0E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1462.4
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 16.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 21.77 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.969**

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	14.6	0.680	11.2	0.551	22.2	0.969	49.6
2	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.969	51.4
3	15.9	0.665	12.4	0.503	22.3	0.969	53.4
4	16.2	0.588	12.8	0.378	22.5	0.969	54.2
5	17.2	0.483	13.7	0.172	22.7	0.969	57.1
6	18.0	0.391	14.5	-----	22.7	0.969	59.7
7	18.4	0.335	14.9	-----	22.8	0.969	61.1
8	18.3	0.353	14.8	-----	22.8	0.969	60.6
9	17.3	0.476	13.8	0.157	22.7	0.969	57.4
10	16.4	0.569	12.9	0.345	22.5	0.969	54.5
11	15.9	0.660	12.4	0.495	22.4	0.969	53.4
12	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.969	51.4

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]:	21.8	21.7	17.1	17.0	16.6	-16.6	-16.6	-16.6
p [Pa]:	1544	1508	756	720	701	169	164	116
p,sat [Pa]:	2615	2601	1953	1942	1886	142	142	141

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.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.6028	0.6100	2.027E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0093 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **5.2907 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.

STOP, Teplo 2015

UYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Navrhovaná konstrukce - Zateplení obvodové stěny 1.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
2	Zdivo CP	0,440	0,860	9,0
3	Omítka vápenocementováocemento	0,010	0,990	19,0
4	Lepící hmota	0,010	0,196	10,0
5	Tepelná izolace (EPS 70 F)	0,140	0,038	20,0
6	Stěrková hmota	0,003	0,830	10,0
7	Tenkovrstvá omítka	0,002	0,700	125,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,969$

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

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

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

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

Vypočtená hodnota: $U = 0,237 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,126 kg/m2,rok (materiál: Tepelná izolace (EPS 70 F)).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m²,rok
Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0093$ kg/m²,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 5,2907$ kg/m²,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

B.9 Posouzení návrhu zateplení obvodové stěny 2.NP v programu TEPLO

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 2015

Název úlohy : **Navrhovaná konstrukce - Zateplení obvodové stěny 2.NP**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.012 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	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,2900	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Lepicí hmota	0,0100	0,1960*	974,0	560,7	10,0	0.0000
5	Tepelná izolac	0,1400	0,0380	1270,0	15,0	20,0	0.0000
6	Stěrková hmota	0,0030	0,8300	920,0	1400,0	10,0	0.0000
7	Tenkovrstvá om	0,0020	0,7000	920,0	1800,0	125,0	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.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CP	---
3	Omítka vápenocementová	---
4	Lepicí hmota	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	Tepelná izolace (EPS 70 F)	---
6	Stěrková hmota	---
7	Tenkovrstvá omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.13 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0

6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6
7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 : 3.891 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.246 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 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 akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 423.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 21.72 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.968

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]			
1	14.6	0.680	11.2	0.551	22.2	0.968	49.7
2	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.968	51.5
3	15.9	0.665	12.4	0.503	22.3	0.968	53.5
4	16.2	0.588	12.8	0.378	22.5	0.968	54.3
5	17.2	0.483	13.7	0.172	22.6	0.968	57.1
6	18.0	0.391	14.5	-----	22.7	0.968	59.7
7	18.4	0.335	14.9	-----	22.8	0.968	61.1
8	18.3	0.353	14.8	-----	22.8	0.968	60.7
9	17.3	0.476	13.8	0.157	22.7	0.968	57.4
10	16.4	0.569	12.9	0.345	22.5	0.968	54.6
11	15.9	0.660	12.4	0.495	22.3	0.968	53.5
12	15.2	0.683	11.7	0.544	22.2	0.968	51.5

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	6-7	e
theta [C]:	21.8	21.7	18.5	18.4	18.0	-16.6	-16.6	-16.6
p [Pa]:	1544	1500	896	852	829	181	174	116
p _{sat} [Pa]:	2607	2592	2132	2120	2057	142	142	142

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.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
	levá	pravá	
1	0.4428	0.4600	2.938E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0225 kg/(m².rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **5.7147 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.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Navrhovaná konstrukce - Zateplení obvodové stěny 2.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
2	Zdivo CP	0,290	0,860	9,0
3	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
4	Lepicí hmota	0,010	0,196	10,0
5	Tepelná izolace (EPS 70 F)	0,140	0,038	20,0
6	Stěrková hmota	0,003	0,830	10,0
7	Tenkovrstvá omítka	0,002	0,700	125,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,771$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,968$

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

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

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

Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,246 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,126 kg/m².rok

(materiál: Tepelná izolace (EPS 70 F)).

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

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0225$ kg/m²,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 5,7147$ kg/m²,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

B.10 Posouzení návrhu zateplení střešní konstrukce v programu TEPLO

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 2015

Název úlohy : **Navrhovaná konstrukce - Zateplení střešní konstrukce**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha 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	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parotěsná folie	0,0002	0,3900	1700,0	440,0	200000,0	0.0000
3	Tepelná izolac	0,1300	0,0380	800,0	40,0	1,0	0.0000
4	Tepelná izolac	0,1600	0,0570*	1039,4	90,4	1,0	0.0000
5	Pojistná hydro	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	130,0	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.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Parotěsná folie	---
3	Tepelná izolace z minerálních vláken	---
4	Tepelná izolace z minerálních vláken	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	Pojistná hydroizolace (paropropustná)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.10 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-5.4	81.4	315.6
2	28	23.0	49.1	1378.6	-3.7	80.9	362.6
3	31	23.0	51.3	1440.4	-0.3	79.9	475.9
4	30	23.0	52.6	1476.9	4.6	78.0	661.3
5	31	23.0	55.9	1569.6	9.8	75.1	909.4
6	30	23.0	58.8	1651.0	12.8	72.9	1077.1

7	31	23.0	60.3	1693.1	14.1	71.8	1154.6
8	31	23.0	59.8	1679.1	13.7	72.2	1131.3
9	30	23.0	56.2	1578.0	10.1	74.9	925.4
10	31	23.0	53.0	1488.1	5.6	77.5	704.5
11	30	23.0	51.4	1443.2	0.1	79.9	491.4
12	31	23.0	49.1	1378.6	-3.7	80.9	362.6

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).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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 :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 6.286 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.154 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 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 Z_{pT} : 2.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 94.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 22.38 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.985

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]			
1	14.6	0.703	11.2	0.583	22.6	0.985	48.5
2	15.2	0.707	11.7	0.579	22.6	0.985	50.3
3	15.9	0.693	12.4	0.546	22.6	0.985	52.4
4	16.2	0.633	12.8	0.445	22.7	0.985	53.5
5	17.2	0.561	13.7	0.297	22.8	0.985	56.6
6	18.0	0.510	14.5	0.167	22.8	0.985	59.4
7	18.4	0.484	14.9	0.090	22.9	0.985	60.8
8	18.3	0.492	14.8	0.115	22.9	0.985	60.3
9	17.3	0.557	13.8	0.287	22.8	0.985	56.9
10	16.4	0.619	12.9	0.420	22.7	0.985	53.9
11	15.9	0.689	12.4	0.539	22.6	0.985	52.5
12	15.2	0.707	11.7	0.579	22.6	0.985	50.3

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	e
theta [C]:	22.4	22.0	22.0	0.9	-16.4	-16.4
p [Pa]:	1544	1541	126	122	117	116
p _{sat} [Pa]:	2705	2648	2647	653	145	145

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.

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

Množství difundující vodní páry G_d : 6.431E-0009 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.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Navrhovaná konstrukce - Zateplení střešní konstrukce

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Parotěsná folie	0,0002	0,390	200000,0
3	Tepelná izolace z minerálních	0,130	0,038	1,0
4	Tepelná izolace z minerálních	0,160	0,057	1,0
5	Pojistná hydroizolace (paropro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr =$ 0,771

Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si}, m =$ 0,985

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

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

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

Požadavek: $U, N =$ 0,24 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,154 W/m²K

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

B.11 Posouzení návrhu zateplení podhledu 2.NP v programu TEPL0

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

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

Tepl0 2015

Název úlohy : **Navrhovaná konstrukce - Zateplení podhledu 2.NP**
Zpracovatel : Martin Pich
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 7. 5. 2016

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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parotěsná folie	0,0002	0,3900	1700,0	440,0	200000,0	0.0000
3	Tepelná izolac	0,1600	0,0460*	902,6	61,6	1,0	0.0000
4	Tepelná izolac	0,0500	0,0380	800,0	40,0	1,0	0.0000
5	Pojistná hydro	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	130,0	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.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Parotěsná folie	---
3	Tepelná izolace z minerálních vlákeni	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
4	Tepelná izolace z minerálních vlákeni	---
5	Pojistná hydroizolace (paropropustná)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.10 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 : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	47.2	1325.3	-3.4	81.4	374.2
2	28	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0
3	31	23.0	51.3	1440.4	1.7	79.9	551.5
4	30	23.0	52.6	1476.9	6.6	78.0	759.8
5	31	23.0	55.9	1569.6	11.8	75.1	1039.0
6	30	23.0	58.8	1651.0	14.8	72.9	1226.6

7	31	23.0	60.3	1693.1	16.1	71.8	1313.2
8	31	23.0	59.8	1679.1	15.7	72.2	1287.1
9	30	23.0	56.2	1578.0	12.1	74.9	1056.9
10	31	23.0	53.0	1488.1	7.6	77.5	808.6
11	30	23.0	51.4	1443.2	2.1	79.9	567.6
12	31	23.0	49.1	1378.6	-1.7	80.9	429.0

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 : 4.852 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.200 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 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 akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 55.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 2.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 22.20 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.980

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	14.6	0.680	11.2	0.551	22.5	0.980	48.7
2	15.2	0.683	11.7	0.544	22.5	0.980	50.6
3	15.9	0.665	12.4	0.503	22.6	0.980	52.6
4	16.2	0.588	12.8	0.378	22.7	0.980	53.7
5	17.2	0.483	13.7	0.172	22.8	0.980	56.7
6	18.0	0.391	14.5	-----	22.8	0.980	59.4
7	18.4	0.335	14.9	-----	22.9	0.980	60.8
8	18.3	0.353	14.8	-----	22.9	0.980	60.3
9	17.3	0.476	13.8	0.157	22.8	0.980	56.9
10	16.4	0.569	12.9	0.345	22.7	0.980	54.0
11	15.9	0.660	12.4	0.495	22.6	0.980	52.7
12	15.2	0.683	11.7	0.544	22.5	0.980	50.6

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	e
theta [C]:	22.2	21.7	21.7	-6.1	-16.7	-16.7
p [Pa]:	1544	1541	123	118	117	116
p,sat [Pa]:	2675	2601	2601	364	141	141

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.

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

Množství difundující vodní páry G_d : 6.442E-0009 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.

STOP, Teplo 2015

UYHODNOCENÍ VÝLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Navrhovaná konstrukce - Zateplení podhledu 2.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	22,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	23,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Parotěsná folie	0,0002	0,390	200000,0
3	Tepelná izolace z minerálních	0,160	0,046	1,0
4	Tepelná izolace z minerálních	0,050	0,038	1,0
5	Pojistná hydroizolace (paropro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f, R_{si, N} = f, R_{si, cr} =$ 0,771

Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si, m} =$ 0,980

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

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

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

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

Požadavek: $U, N =$ 0,30 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,200 W/m²K

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

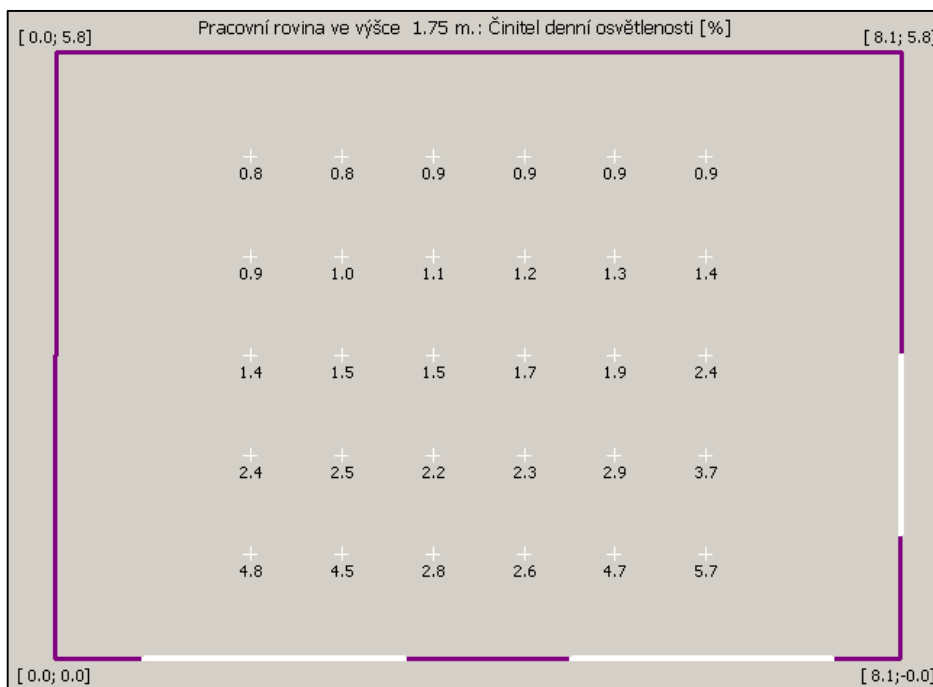
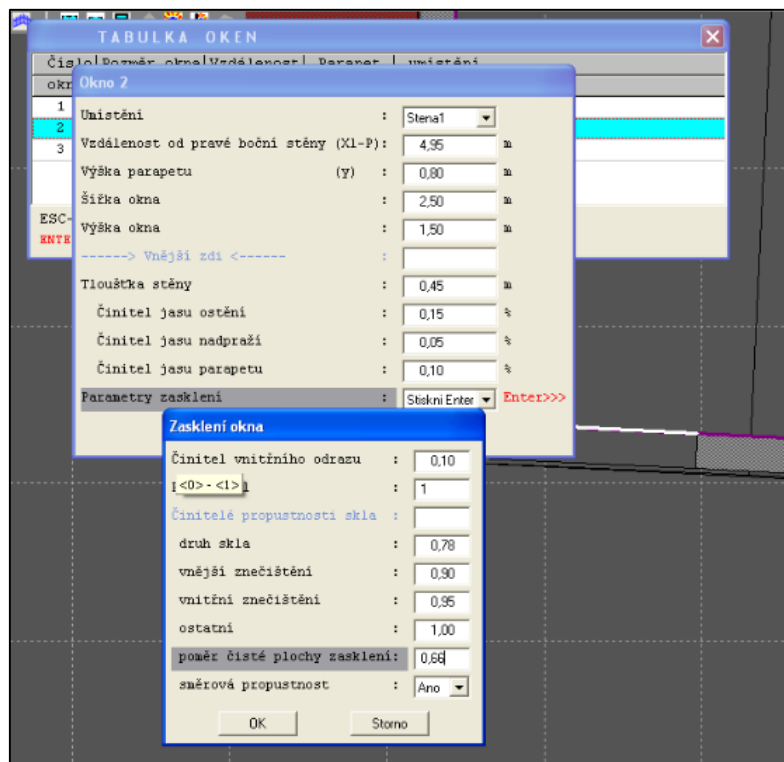
Příloha C

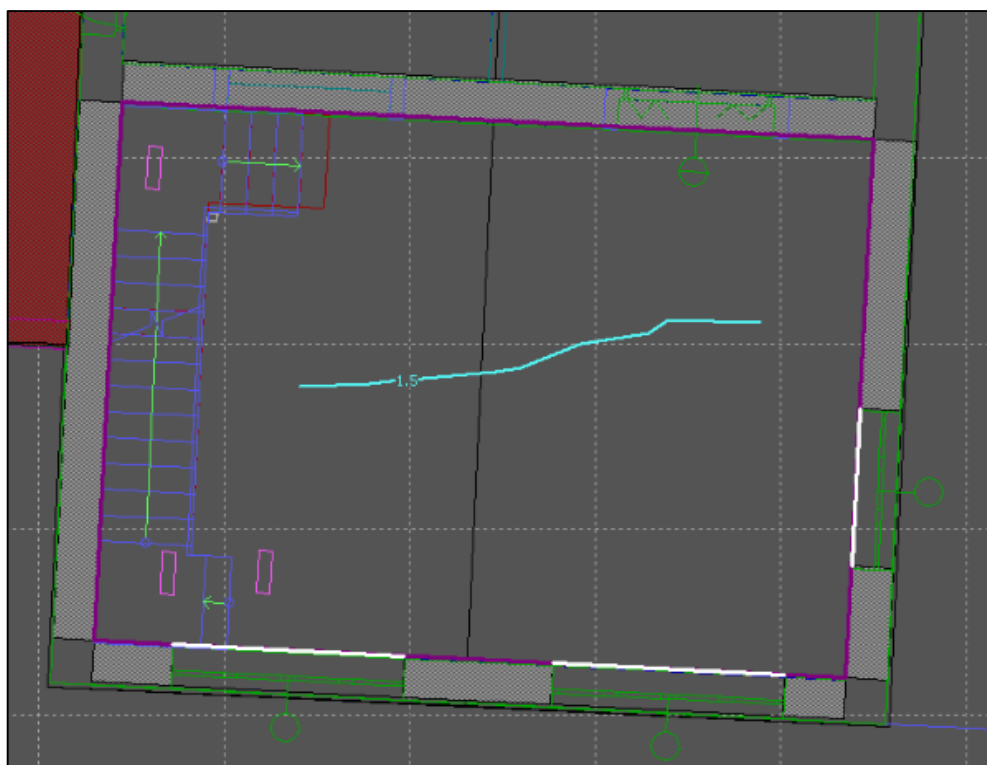
DENNÍ OSVĚTLENÍ

C.1	Výsledky posouzení herny	40
C.1.1	Stávající stav	40
C.1.2	Nový stav č.1	42
C.1.3	Nový stav č.2	43
C.2	Výsledky posouzení třídy 1.NP	45
C.2.1	Stávající stav	45
C.2.2	Nový stav č.1	46
C.2.3	Nový stav č.2	48
C.3	Výsledky posouzení třídy 2.NP	50
C.3.1	Stávající stav	50
C.3.2	Nový stav č.1	51
C.3.3	Nový stav č.2	53
C.4	Výsledky posouzení nově navržené třídy	55
C.5	Výsledky posouzení nově navržené herny	57

C.1 Výsledky posouzení herny v programu SVĚTLO+

C.1.1 Stávající stav





C.1.2 Navrhovaný stav č.1

Číslo okna	Rozměr okna		Vzdálenost	Parapet	umístění
okna	výška	šířka	X1-P1	Výška	okna
1	1.50	2.50	0.85	0.80	Stěna 1
2	1.50	2.50	4.95	0.80	Stěna 1
3	1.50	1.70	1.20	0.80	Stěna 2
4	1.50	1.70	3.80	0.80	Stěna 2

Okno 4

Umístění : Stěna2

Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P): 3.50 m

Výška parapetu (y) : 0.80 m

Šířka okna : 1.70 m

Výška okna : 1.50 m

-----> Vnější zdi <-----

Tloušťka stěny : 0.59 m

Činitel jasu ostění : 0.15 %

Činitel jasu nadpraží : 0.05 %

Činitel jasu parapetu : 0.10 %

Parametry zasklení : Stiskni Enter >>> Enter>>>

Zasklení okna

Činitel vnitřního odrazu : 0.10

Počet skel : 1

Činitel propustnosti skla :

druh skla : 0.78

vnější znečištění : 0.90

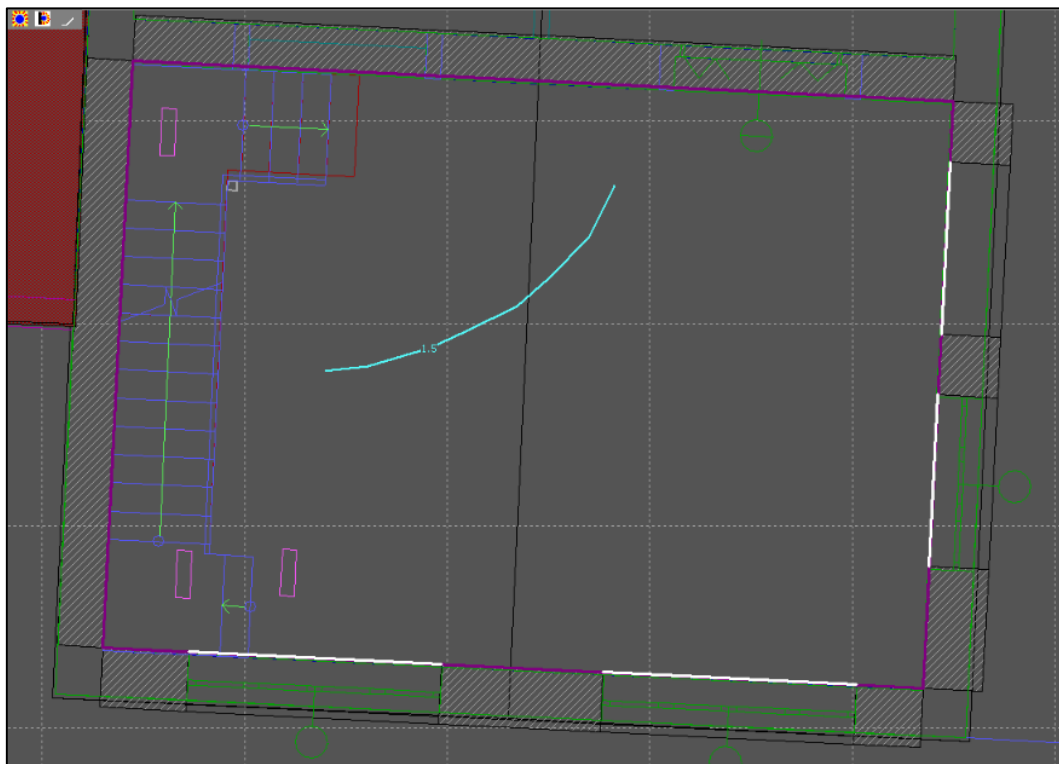
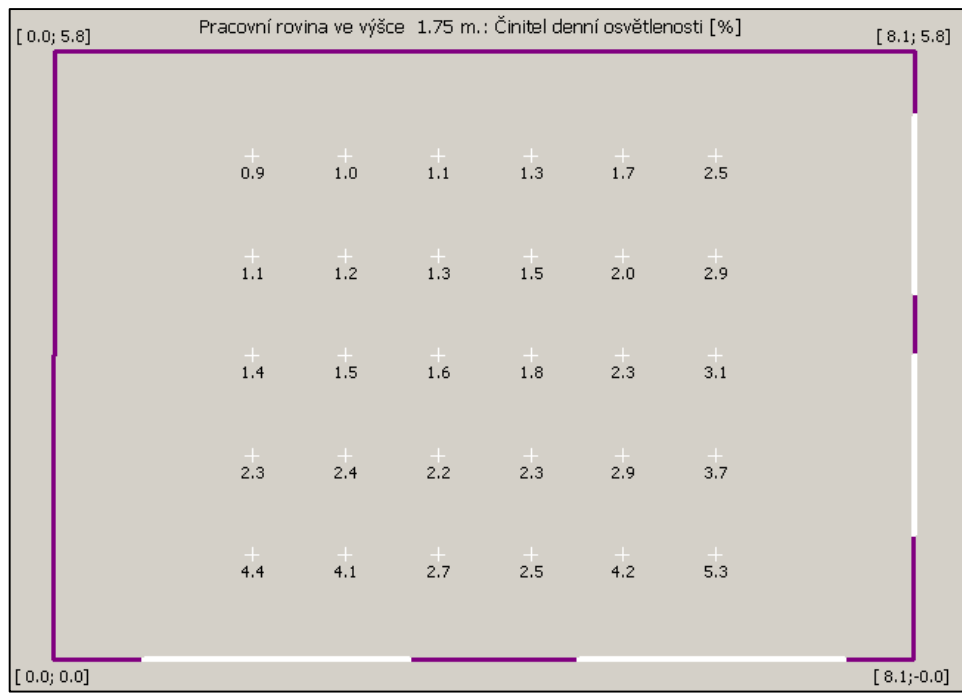
vnitřní znečištění : 0.95

ostatní : 1.00

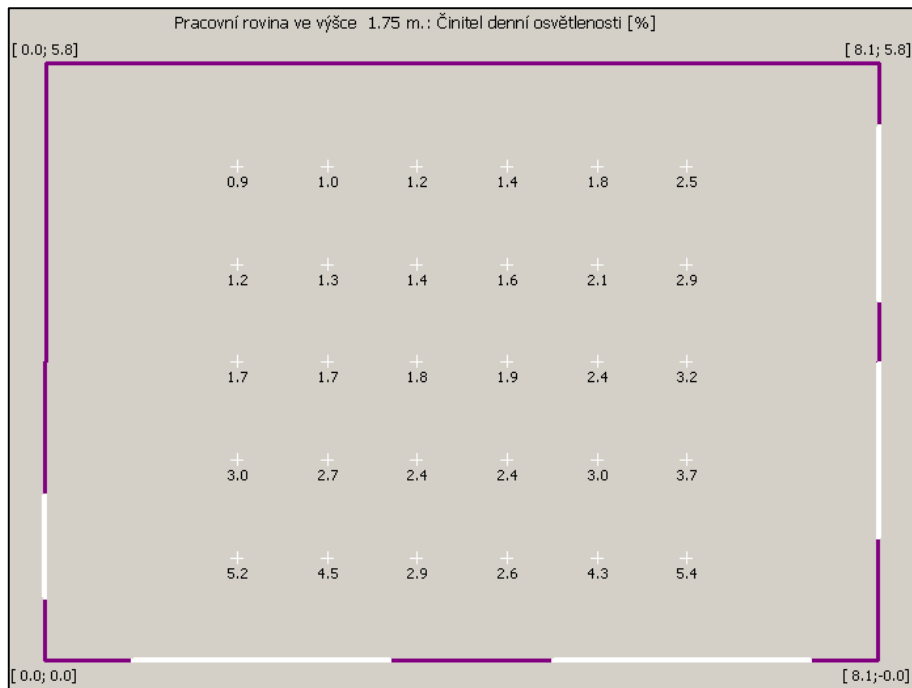
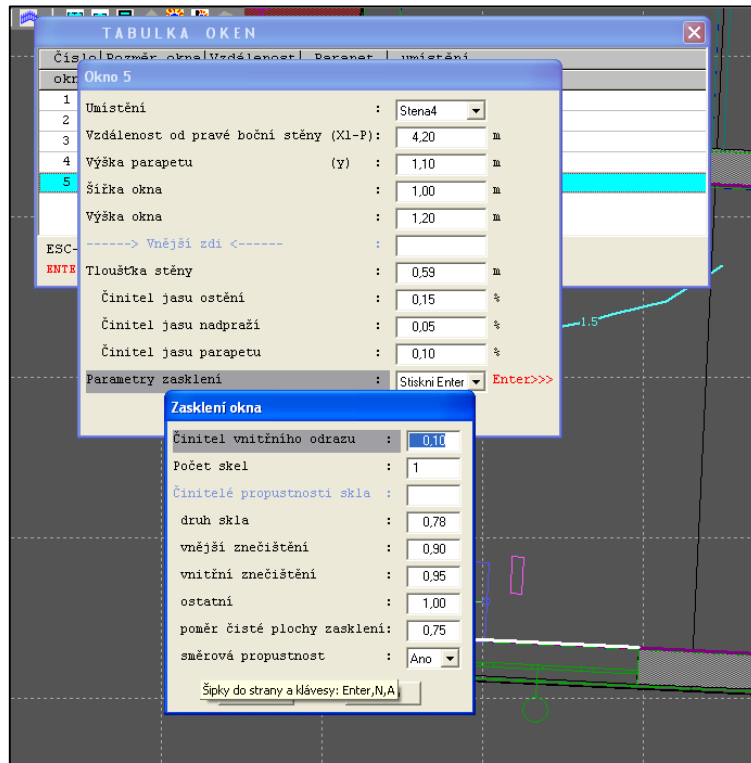
poměr čisté plochy zasklení : 0.75

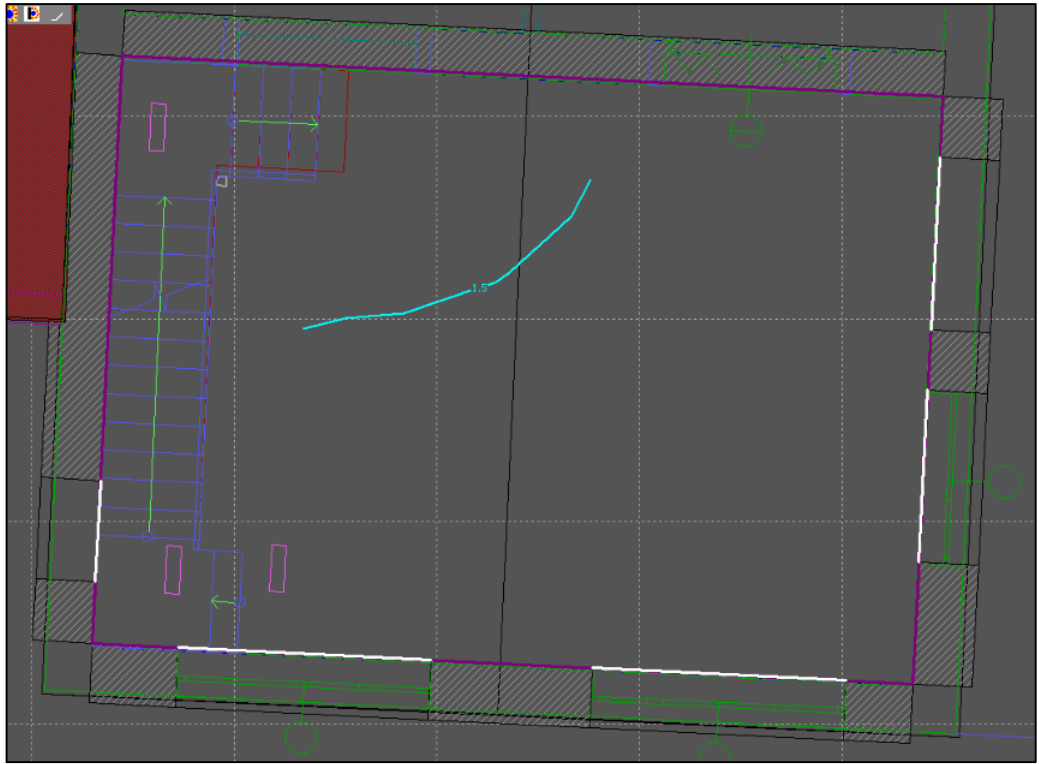
směrová propustnost : Ano

OK Storno



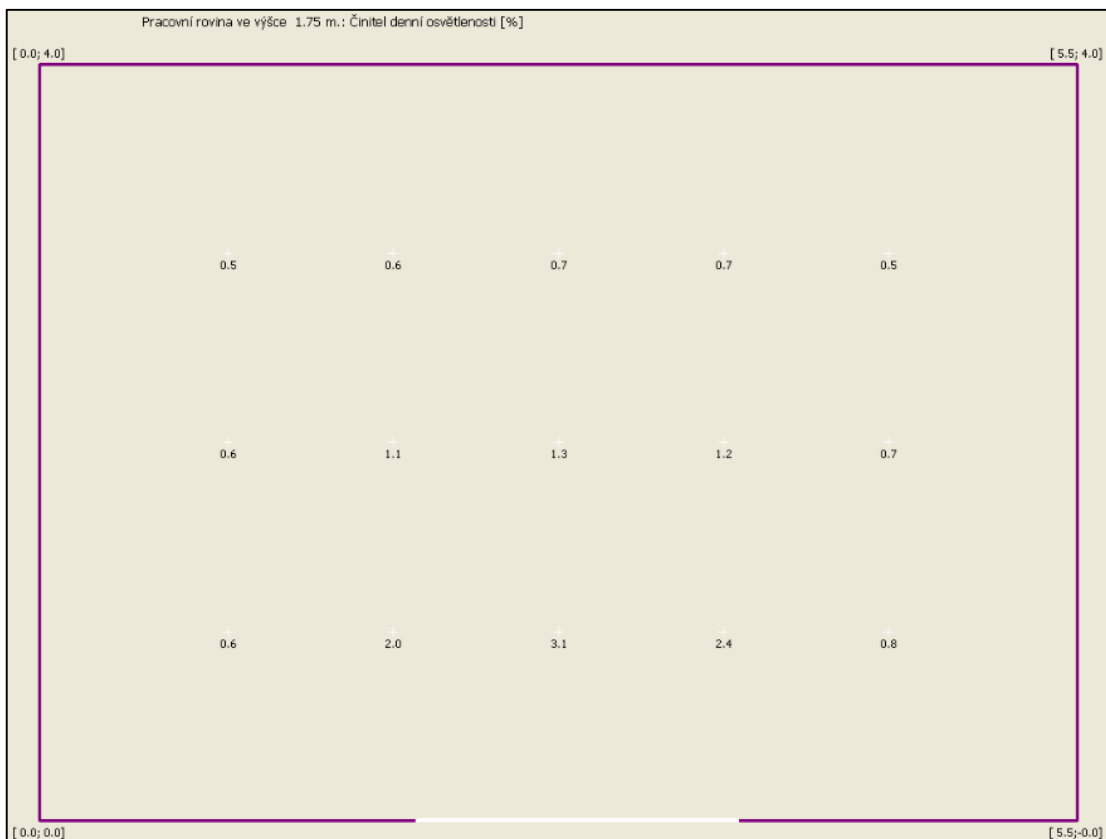
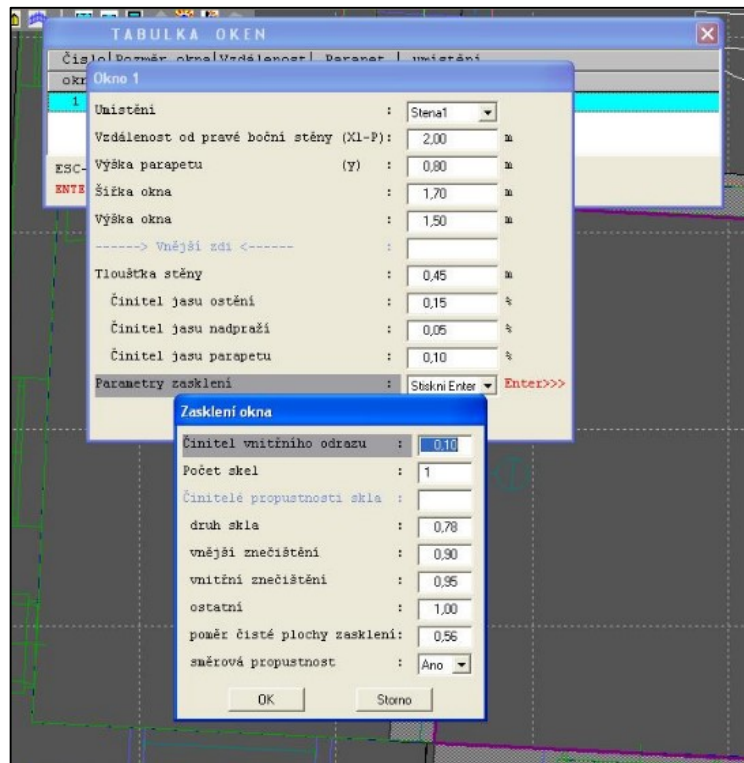
C.1.3 Navrhovaný stav č.2

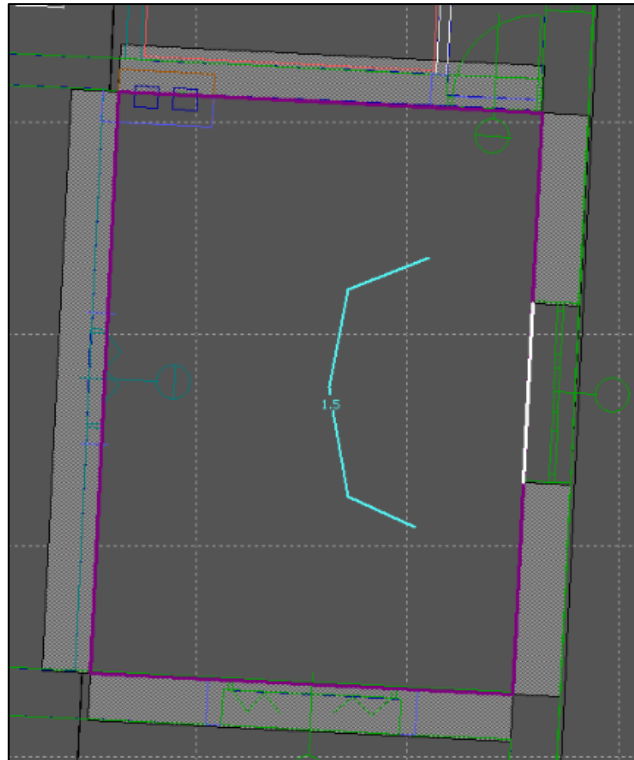




C.2 Výsledky posouzení třídy 1.NP v programu SVĚTLO+

C.2.1 Původní stav





C.2.2 Navrhovaný stav č.1

TABULKA OKÉN

Číslo okna	Rozměr okna výška šířka	Vzdálenost X1-P1	Parapet Výška	umístění okna
1	1.50 1.70	2.00	0.90	Stěna 1
2	1.50 1.10	4.20	0.80	Stěna 1
3	1.50 1.10	0.40	0.80	Stěna 1

Okno 3

Umístění : Stěna1

Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P1): 0.40 m

Výška parapetu (y): 0.80 m

Šířka okna : 1.10 m

Výška okna : 1.50 m

-----> Vnější zdi <-----

Tloušťka stěny : 0.59 m

Činitel jasu ostění : 0.15 %

Činitel jasu nadpraží : 0.05 %

Činitel jasu parapetu : 0.10 %

Parametry zasklení : Stiskni Enter >>> Enter>>>

Zasklení okna

Činitel vnitřního odrazu : 0.10

Počet skel : 1

Činitel propustnosti skla :

druh skla : 0.78

vnější znečištění : 0.90

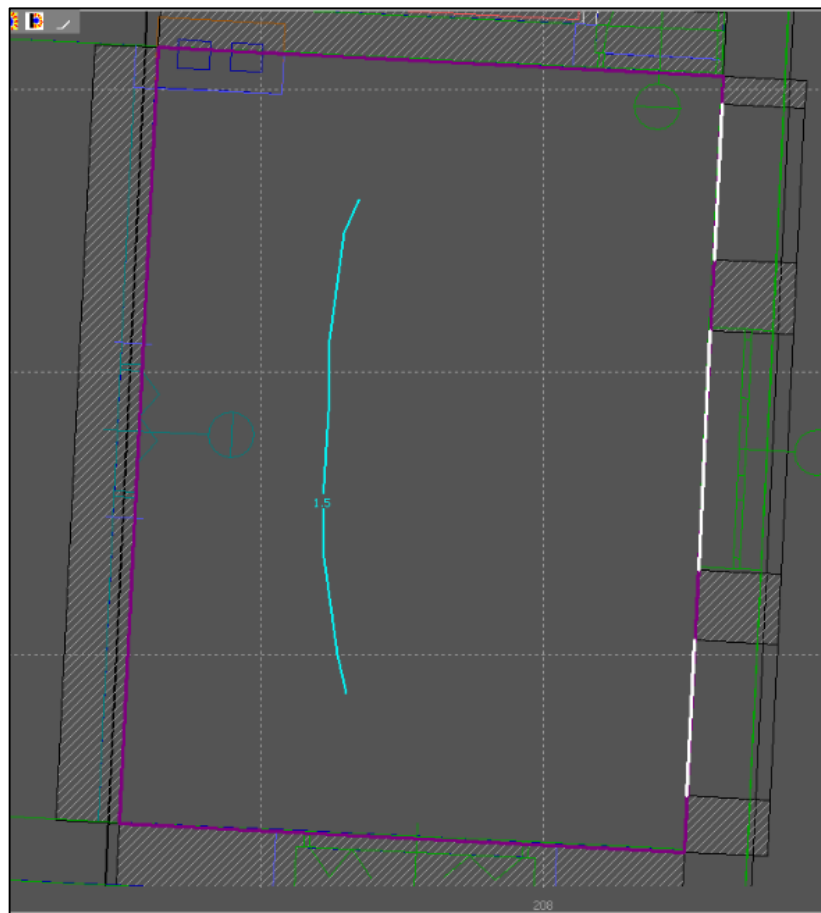
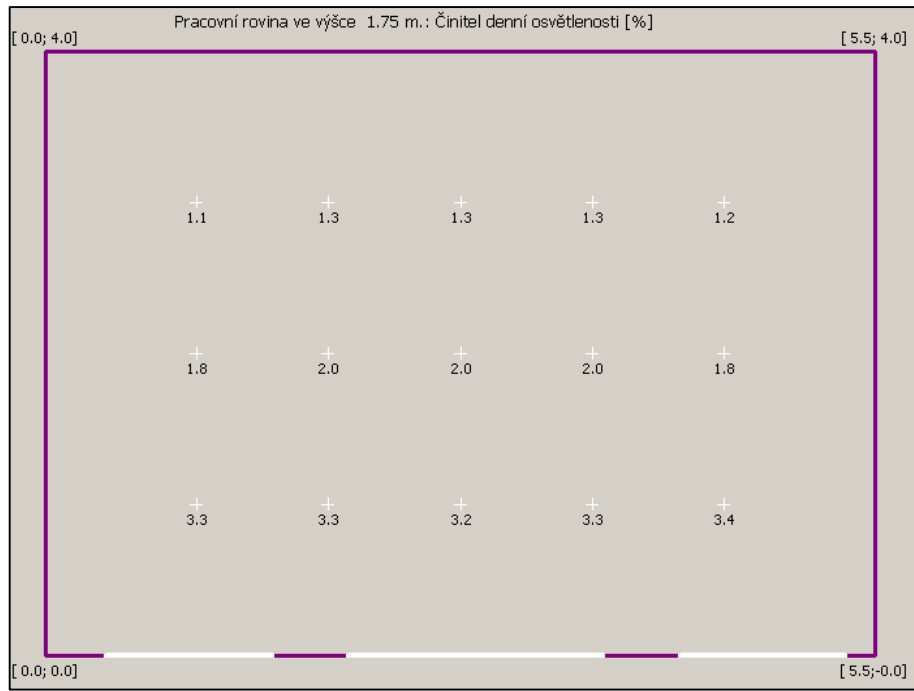
vnitřní znečištění : 0.95

ostatní : 1.00

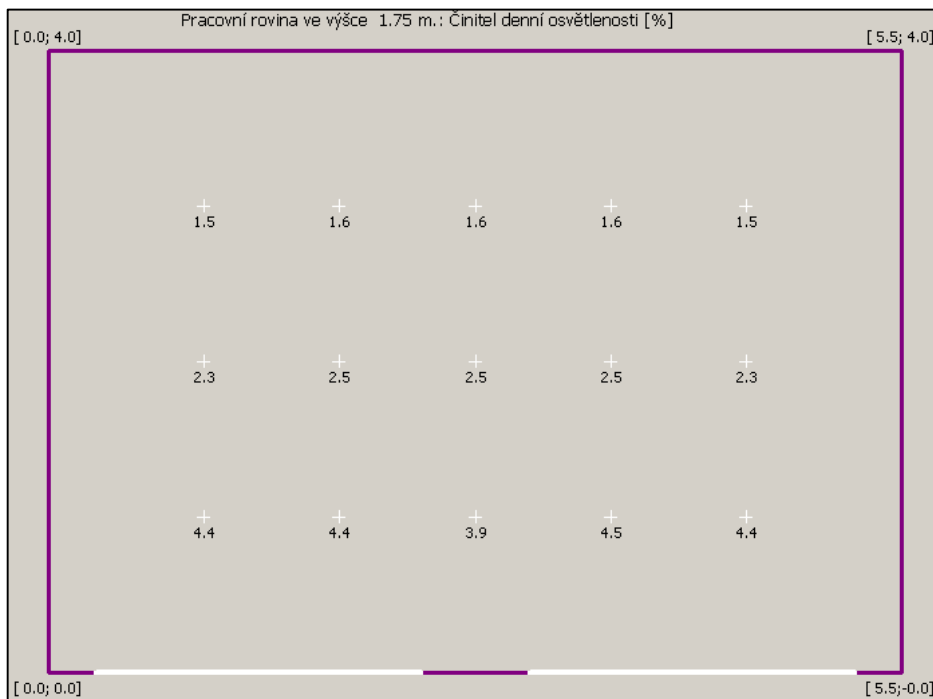
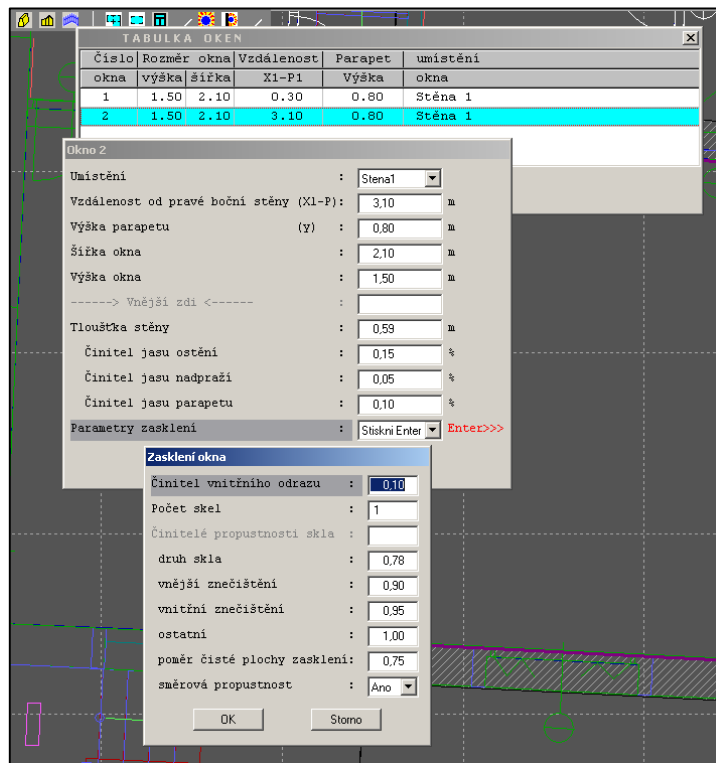
poměr čisté plochy zasklení: 0.75

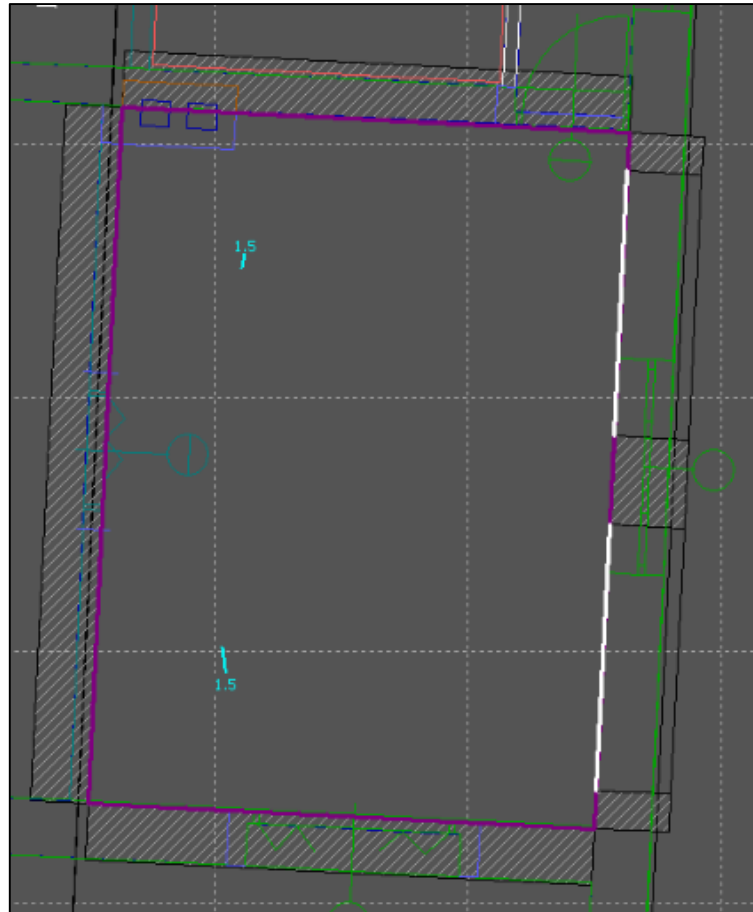
směrová propustnost : Ano

OK Storno



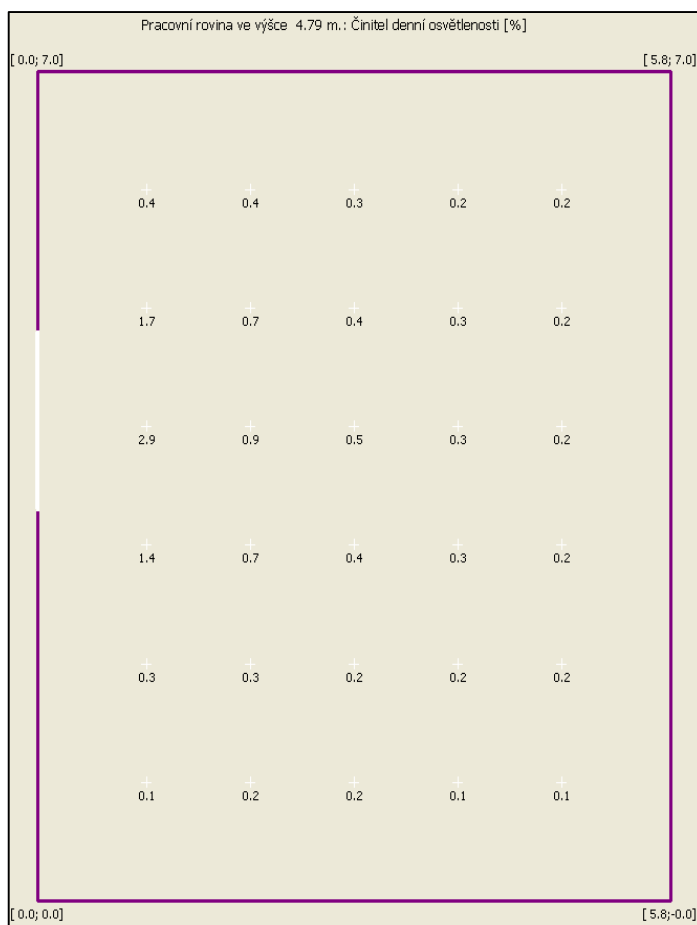
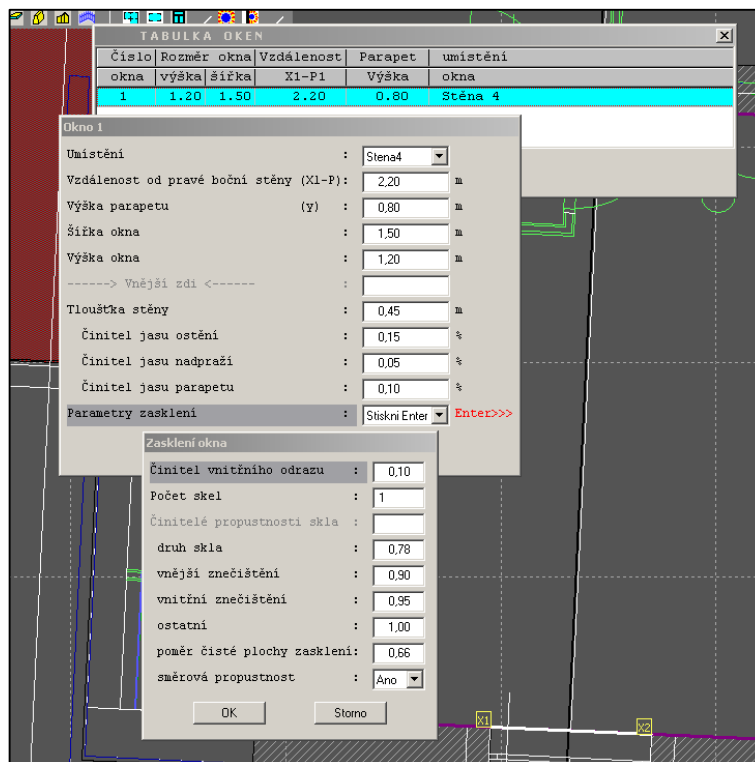
C.2.3 Navrhovaný stav č.2

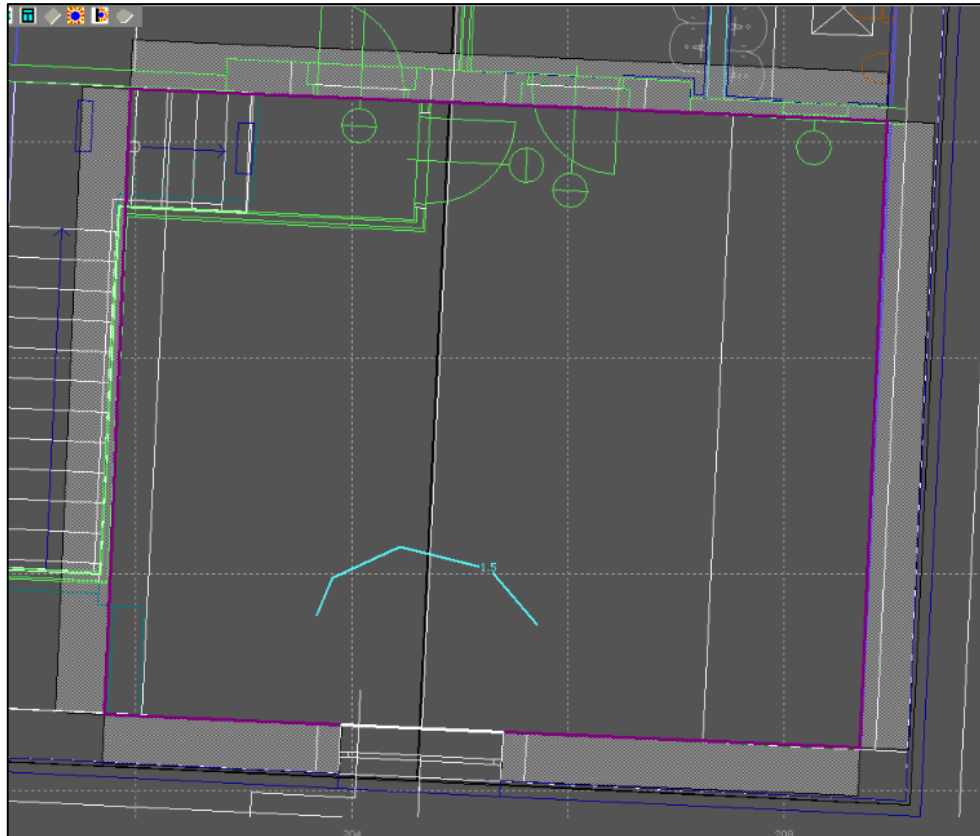




C.3 Výsledky posouzení třídy 2.NP v programu SVĚTLO+

C.3.1 Původní stav





C.3.2 Nový stav č.1

TABULKA OKEN

Číslo okna	výška	šířka	Vzdálenost X1-P1	Parapet Výška	umístění okna
1	1.70	1.50	0.20	0.70	Stěna 4
2	1.70	1.50	2.20	0.70	Stěna 4
3	1.70	1.50	4.20	0.70	Stěna 4

Okno 3

Umístění : Stěna4

Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P): 4.20 m

Výška parapetu (y) : 0.70 m

Šířka okna : 1.50 m

Výška okna : 1.70 m

-----> Vnější zdi <-----

Tloušťka stěny : 0.59 m

Činitel jasu ostění : 0.15 %

Činitel jasu nadpraží : 0.05 %

Činitel jasu parapetu : 0.10 %

Parametry zasklení : Stiskni Enter

Zasklení okna

Činitel vnitřního odrazu : 0.10

Počet skel : 1

Činitel propustnosti skla :

druh skla : 0.78

vnější znečištění : 0.90

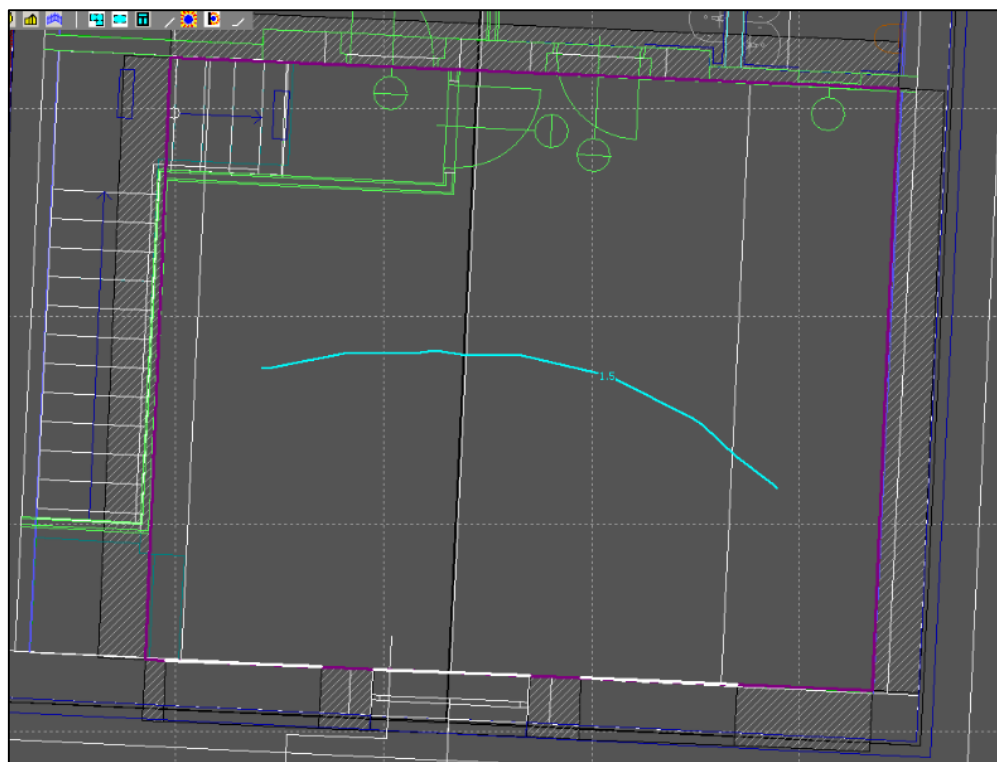
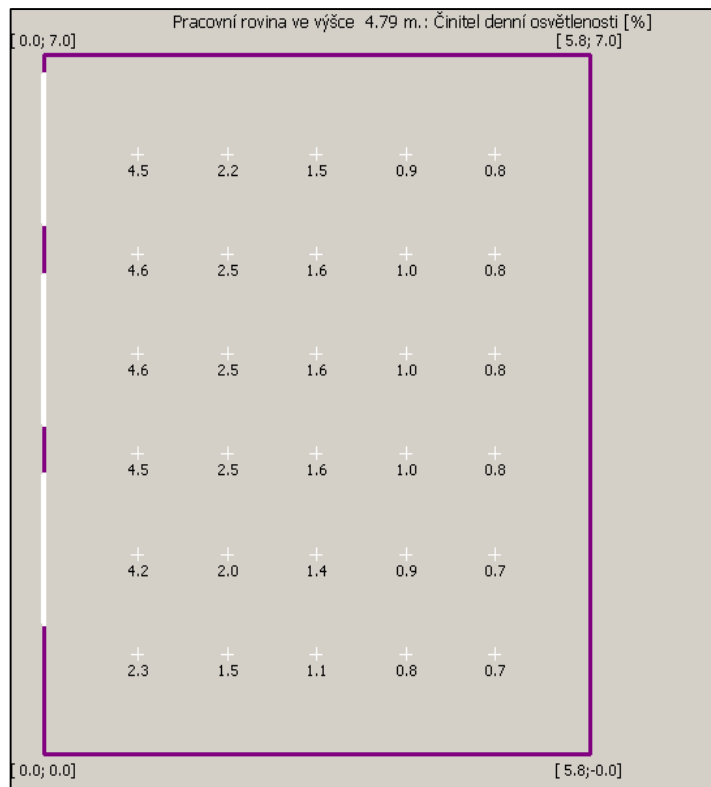
vnitřní znečištění : 0.95

ostatní : 1.00

poměr čisté plochy zasklení : 0.75

směrová propustnost : Ano

OK Storno



C.3.3 Nový stav č.2

TABULKA OKEN

Číslo okna	výška	šířka	Vzdálenost X1-P1	Parapet Výška	umístění okna
1	1.70	2.20	3.45	0.70	Stěna 4
2	1.70	2.20	0.25	0.70	Stěna 4

Okno 2

Umístění : Stěna4

Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P): 0.25 m

Výška parapetu (y): 0.70 m

Šířka okna : 2.20 m

Výška okna : 1.70 m

-----> Vnější zdi <-----

Tloušťka stěny : 0.59 m

Činitel jasu ostění : 0.15 %

Činitel jasu nadpraží : 0.05 %

Činitel jasu parapetu : 0.10 %

Parametry zasklení : Stiskni Enter Enter>>>

Zasklení okna

Činitel vnitřního odrazu : 0.10

Počet skel : 1

Činitelé propustnosti skla :

druh skla : 0.78

vnější znečištění : 0.30

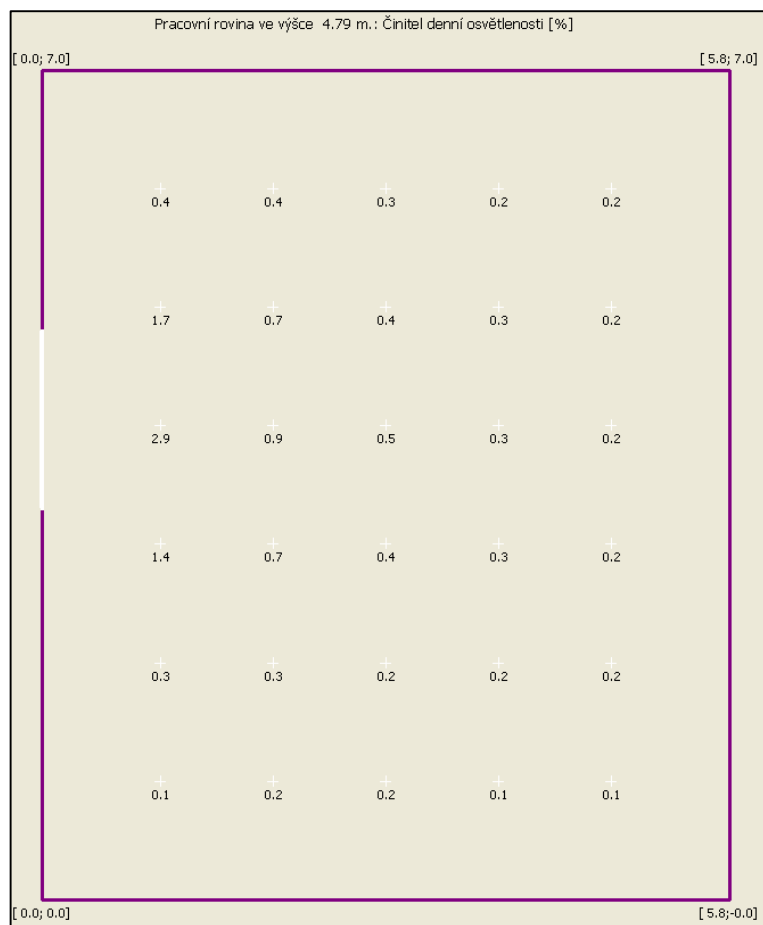
vnitřní znečištění : 0.95

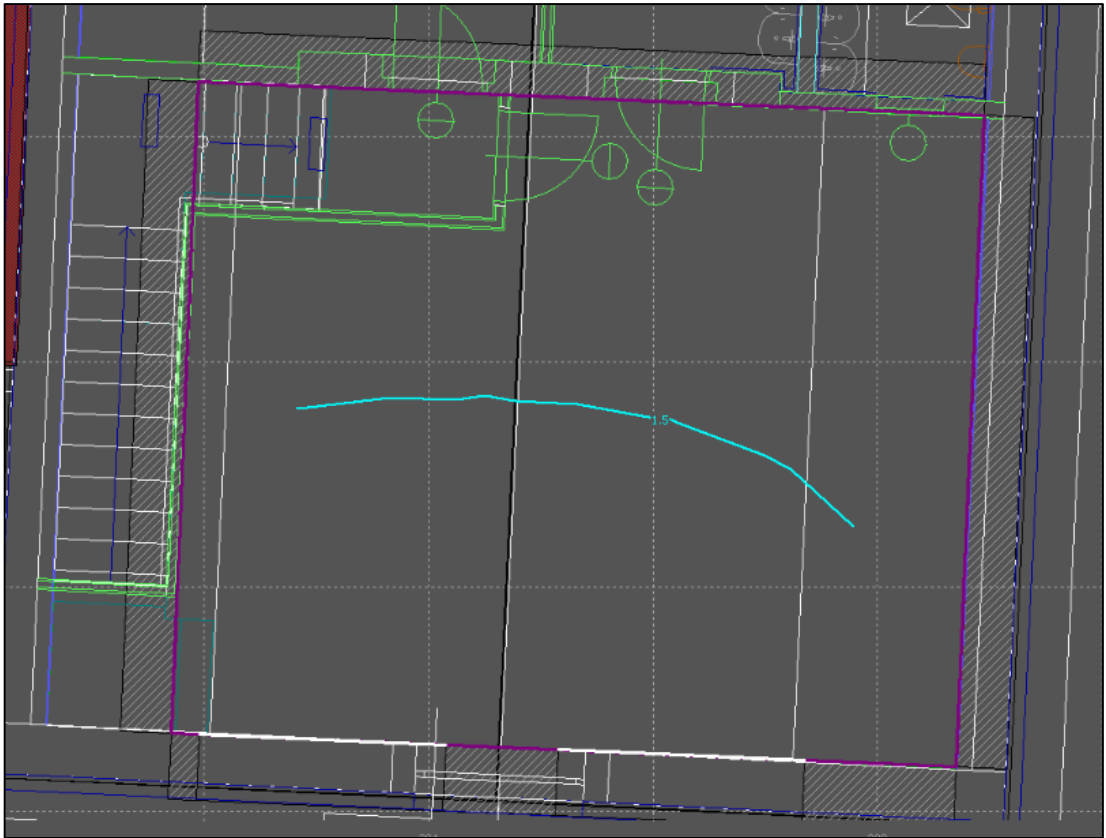
ostatní : 1.00

poměr čisté plochy zasklení : 0.75

směrová propustnost : Ano

OK Storno





C.4 Výsledky posouzení nově navržené třídy v programu SVĚTLO+

TABULKA OKEN

Číslo okna	Rozměr okna výška šířka	Vzdálenost X1-P1	Parapet Výška	umístění okna
1	0.92 0.70	1.15	0.30	Strop
2	0.92 0.70	4.05	0.30	Strop
3	0.92 0.70	2.10	0.30	Strop
2	0.92 0.70	3.05	0.30	Strop

ESC-konecPgUp PgDn
ENTER=edit DELETE=ruš F6/F7=tisk

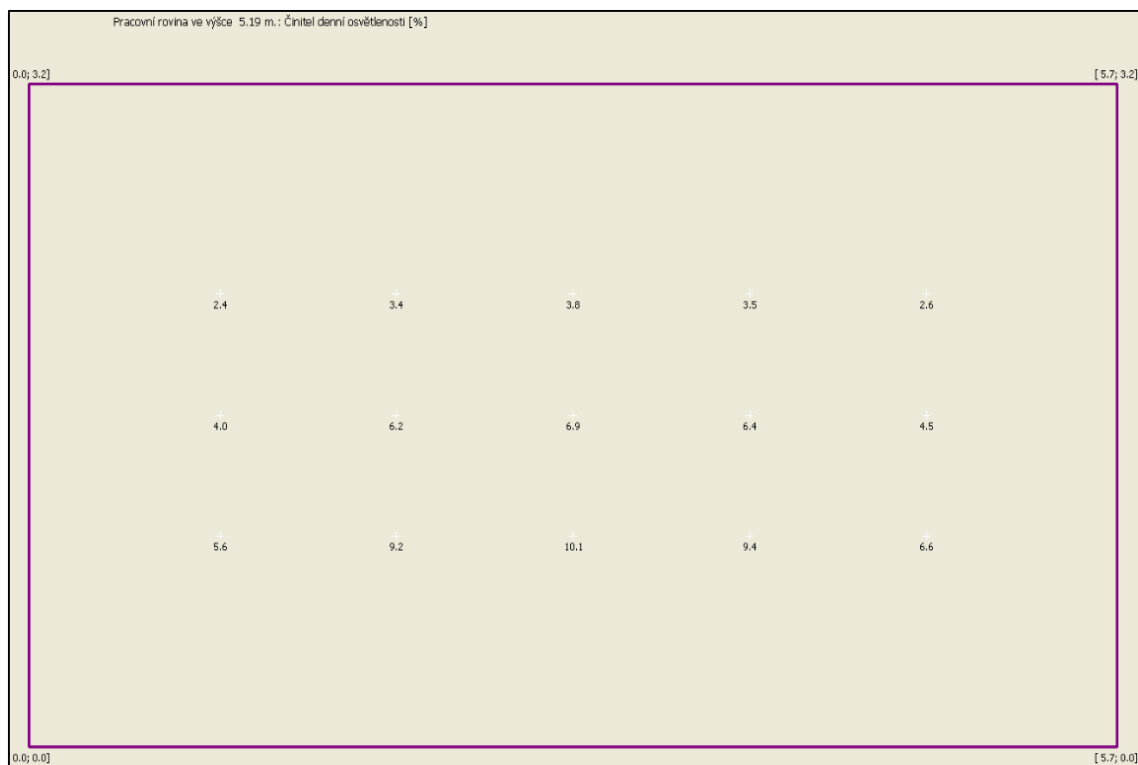
Okno 3

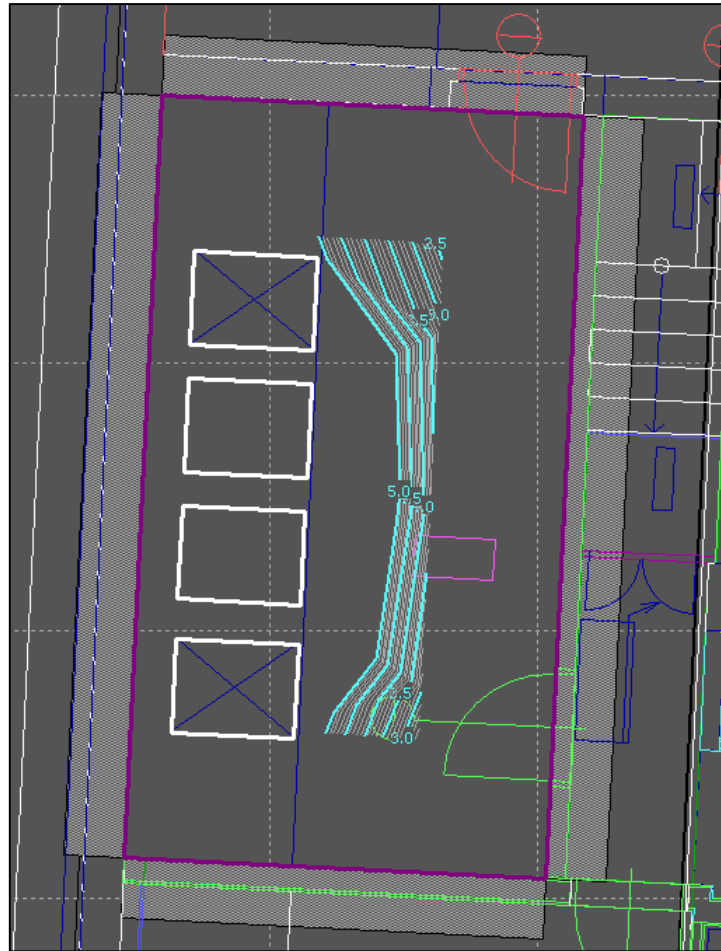
Umístění : Strop
 Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P): 2,10 m
 Výška parapetu (y) : 0,30 m
 Šířka okna : 0,70 m
 Výška okna : 0,92 m
 -----> Vnější zdi <----- :
 Tloušťka stěny : 0,38 m
 Činitel jasu ostění : 0,15 %
 Činitel jasu nadpraží : 0,05 %
 Činitel jasu parapetu : 0,10 %

Parametry **Zasklení okna**

Činitel vnitřního odrazu : 0,10
 Počet skel : 1
 Činitel propustnosti skla :
 druh skla : 0,78
 vnější znečištění : 0,70
 vnitřní znečištění : 0,95
 ostatní : 1,00
 poměr čisté plochy zasklení : 0,80
 směrová propustnost : Ano

OK Storno Enter>>>





C.5 Výsledky posouzení nově navržené herny v programu SVĚTLO+

TABULKA OKEN

Číslo okna	Forma	Vzdálenost X1-P1	Parapet Výška	umístění okna
1	1.80 1.50	2.00	0.70	Stěna 4
2	1.80 1.50	4.90	0.70	Stěna 4
3	1.10 0.70	1.25	0.45	Strop
4	1.10 0.70	1.25	6.85	Strop
5	1.10 0.70	3.25	0.45	Strop
6	1.10 0.70	3.25	6.85	Strop
7	1.10 0.70	2.25	0.45	Strop
8	1.10 0.70	2.25	6.85	Strop

Okno 8

Umístění : Strop

Vzdálenost od pravé boční stěny (X1-P): 2.25 m

Výška parapetu (y): 6.85 m

Šířka okna : 0.70 m

Výška okna : 1.10 m

-----> Vnější zdi <-----

Tloušťka stěny : 0.32 m

Činitel jasu ostění : 0.15

Činitel jasu nadpraží : 0.05

Činitel jasu parapetu : 0.10

Parametry zasklení : Stiskni Enter

Enter>>>

Zasklení okna

Činitel vnitřního odrazu : 0.10

Počet skel : 1

Činitel propustnosti skla :

druh skla : 0.78

vnější znečištění : 0.70

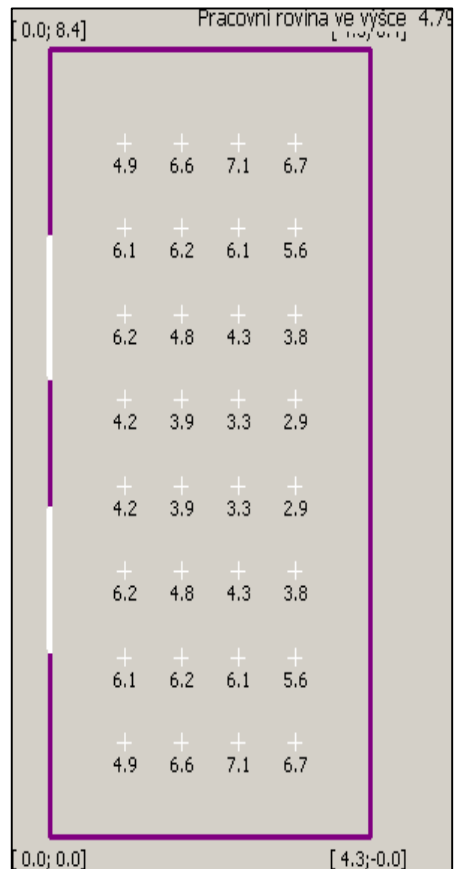
vnitřní znečištění : 0.95

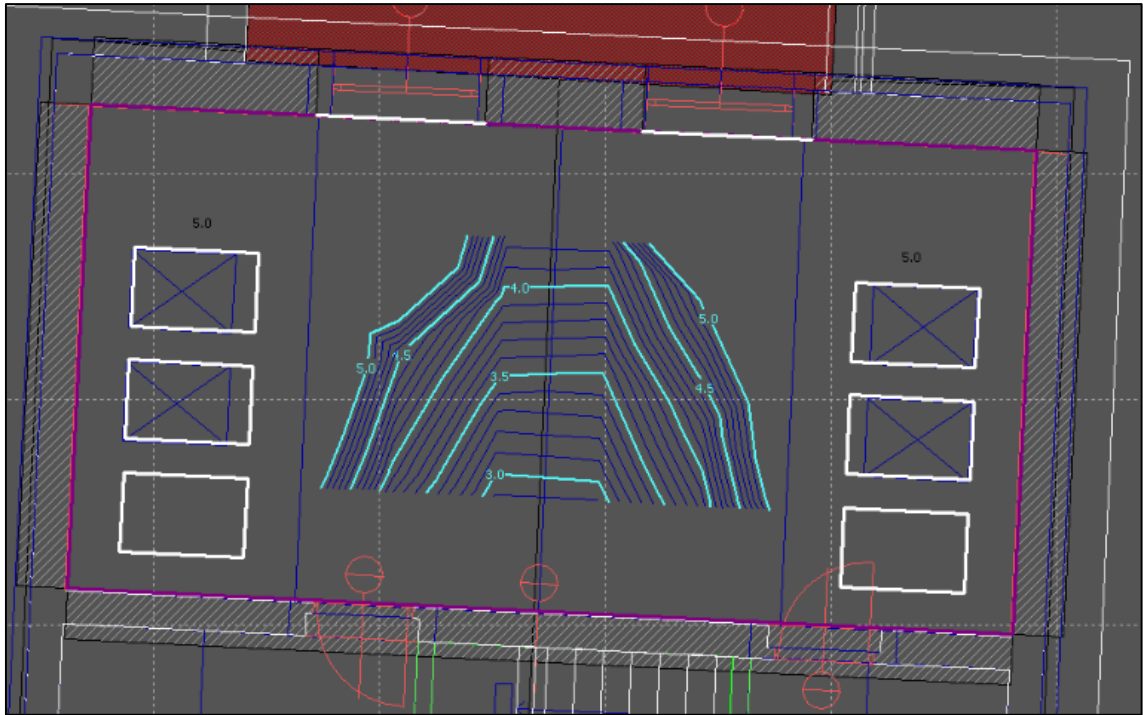
ostatní : 1.00

poměr čisté plochy zasklení : 0.80

směrová propustnost : Ano

OK Storno





Příloha D

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

OBSAH VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE:

- 1 Půdorys 1.NP - stávající stav
- 2 Půdorys 2.NP - stávající stav
- 3 Řez A-A' - stávající stav
- 4 Řez B-B' - stávající stav
- 5 Technický pohled - stávající stav
- 6 Půdorys 1.NP - navrhovaný stav
- 7 Půdorys 2.NP - navrhovaný stav
- 8 Řez B-B' - navrhovaný stav
- 9 Technický pohled - navrhovaný stav