



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Návrh centra chráněných dílen

Design of a centre of sheltered workshops

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Jiří Petráš

Praha 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Petráš Jméno: Jiří Osobní číslo: 458 765

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 centra chráněných dílen

Název bakalářské práce anglicky: Design of a centre of sheltered workshops

Pokyny pro vypracování:

Na základě dispozičního řešení návrh konstrukčního řešení objektu ve vhodných variantách. Výběr nejvhodnější varianty, která bude předběžně staticky posouzena. Návrh zateplení objektu a tepelně technické posouzení obalových konstrukcí s ohledem na jednorozměrné šíření tepla. Návrh a posouzení dělicích konstrukcí z hlediska jejich zvukové izolace. Návrh pohltivých úprav v zasedací místnosti s ohledem na zajištění vyhovující doby dozvuku. Posouzení místností s trvalým pobytem osob z hlediska činitele denní osvětlenosti. Návrh vhodných konstrukčních a dispozičních úprav nejen pro zajištění odpovídajícího množství denního světla, ale i s ohledem na eliminování rizika přehřívání místností.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady, ČNI Praha, únor 1998.
ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, ÚNMZ Praha, únor 2010.
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.
VYCHYTIL, Jaroslav. Stavební světelná technika - cvičení. Praha : Nakladatelství ČVUT v Praze, 156 s. 2015. ISBN 978-80-01-05858-9.
VYCHYTIL, Jaroslav., KAŇKA, Jan. Stavební světelná technika - přednášky. Praha : Nakladatelství ČVUT v Praze, 176 s. 2016. ISBN 978-80-01-06060-5.

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

Datum zadání bakalářské práce: 18. 2. 2019 Termín odevzdání bakalářské práce: 26. 5. 2019

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“.

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 dne

.....

Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu tvorby bakalářské práce věnoval.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřena na návrh projektu centra chráněných dílen v Turnově s ohledem na hlavní části stavební fyziky, kterými jsou akustika, tepelná a světelná technika. Výkresová část dokumentuje návrh konstrukčního řešení s ohledem na dispoziční uspořádání místností. Textovou část pak tvoří vhodně zvolené odstavce technické zprávy, předběžný statický výpočet vybrané konstrukční a materiálové varianty a oblast specializovaná na stavební fyziku. V té je posouzeno jednorozměrné šíření tepla u obalových konstrukcí, přenos zvuku vzduchem a materiálem přes dělicí konstrukce, dodržení požadavků z hlediska prostorové akustiky a splnění minimálních hodnot činitele denní osvětlenosti u místností s trvalým pobytem osob.

Klíčová slova

Chráněné dílny, prostup tepla, vzduchová neprůzvučnost, doba dozvuku, denní osvětlení

Annotation

This bachelor thesis is focused on the project of a sheltered workshop located at Turnov with regard to the main parts of the building characteristics which are acoustics, thermal and light technology. Design part of the documents is focused on the project of the construction solution with the layout of the rooms. The text part is composed from the technical report and the preliminary static calculation of the selected construction material and specific part about building characteristics. As part latter I assess the one-dimensional heat distribution at the construction casing, sound transmission in the air and through the material used for the dividing construction, follow the requirements for rooms acoustics and the minimum values of daylight in rooms for permanent residence of persons.

Keywords

Sheltered workshop, transmittance of thermal energy, airborne sound insulation, reverberation time, daylighting

Obsah

Úvod	- 10 -
1. Popis objektu.....	- 11 -
1.1 Účel, využití budovy.....	- 11 -
1.2 Vstupní parametry projektu	- 12 -
1.3 Základní identifikační údaje.....	- 12 -
1.4 Údaje o stávajícím území stavby	- 12 -
1.5 Popis území stavby	- 12 -
1.6 Funkční a dispoziční řešení.....	- 13 -
1.6.1 Bezbariérové užívání stavby.....	- 13 -
1.6.2 První nadzemní podlaží	- 14 -
1.6.3 Druhé nadzemní podlaží	- 15 -
2. Konstrukčně statické řešení	- 16 -
2.1 Příprava území – zemní práce	- 16 -
2.2 Geologické poměry – základové konstrukce.....	- 16 -
2.3 Hydroizolace proti zemní vlhkosti, protiradonové opatření.....	- 17 -
2.4 Svislé nosné konstrukce	- 17 -
2.5 Vodorovné nosné konstrukce	- 18 -
2.6 Vertikální komunikace.....	- 19 -
2.6.1 Schodiště	- 19 -
2.6.2 Výtah	- 19 -
2.7 Střešní konstrukce	- 19 -
2.7.1 Střešní plášť – nepochozí	- 19 -
2.7.2 Střešní plášť – pochozí	- 20 -
2.8 Dělicí konstrukce	- 20 -
2.9 Tepelné izolace	- 20 -
2.10 Akustické izolace	- 21 -
2.11 Úprava povrchů	- 21 -
2.11.1 Vnější omítky.....	- 21 -
2.11.2 Vnitřní omítky/Obklady.....	- 21 -
2.11.3 Podlahy.....	- 22 -
2.12 Výplně otvorů	- 22 -
2.12.1 Okna	- 22 -

2.12.2	Dveře	- 22 -
2.12.3	Francouzské sestavy.....	- 23 -
2.13	Venkovní stínění a ochrana před nepříznivými vlivy.....	- 23 -
2.14	Technická zařízení budov	- 24 -
3.	Tepelně technické požadavky staveb.....	- 25 -
3.1	Stavební tepelná technika	- 25 -
3.2	Navržené skladby.....	- 26 -
3.2.1	Podlaha na zemině	- 26 -
3.2.2	Obvodová stěna	- 27 -
3.2.3	Vnitřní nosná stěna mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby	- 28 -
3.2.4	Plochá střecha – pochozí/nepochozí (klasické pořadí vrstev)	- 29 -
3.3	Posouzení navržených skladeb.....	- 30 -
3.3.1	Podlaha na zemině	- 30 -
3.3.2	Obvodová stěna	- 31 -
3.3.3	Vnitřní nosná stěna mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby	- 32 -
3.3.4	Plochá střecha – pochozí/nepochozí	- 32 -
4.	Akustické požadavky na konstrukce staveb	- 33 -
4.1	Stavební akustika.....	- 33 -
4.1.1	Vzduchová neprůzvučnost	- 33 -
4.1.2	Kročejový hluk.....	- 34 -
4.2	Navržené skladby.....	- 35 -
4.2.1	Dělicí konstrukce mezi prostory v administrativní části budovy	- 36 -
4.2.2	Dělicí konstrukce mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby.....	- 37 -
4.2.3	Stropní konstrukce mezi chráněnými dílnami	- 37 -
4.3	Posouzení navržených skladeb.....	- 38 -
4.3.1	Dělicí konstrukce mezi prostory v administrativní části budovy	- 38 -
4.3.2	Dělicí konstrukce mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby.....	- 39 -
4.3.3	Stropní konstrukce mezi chráněnými dílnami	- 39 -
4.4	Prostorová akustika	- 40 -
4.4.1	Doba dozvuku.....	- 41 -
4.4.1.1	Původní stav.....	- 42 -
4.4.2	Pohltivé stavební úpravy v zasedací místnosti.....	- 44 -
4.4.2.1	Varianta č. 1	- 45 -

4.4.2.2	Varianta č. 2	- 46 -
4.4.3	Vyhodnocení stavebních úprav z hlediska doby dozvuku	- 48 -
5.	Stavební světelná technika.....	- 49 -
5.1	Denní osvětlení.....	- 49 -
5.2	Místnosti s požadavky na osvětlení.....	- 50 -
5.2.1	Kancelář ředitele/zasedací místnost.....	- 51 -
5.2.2	Kancelář ekonoma.....	- 54 -
5.2.3	Obchod s kavárnou	- 55 -
5.2.4	Chráněná dílna v 1. NP	- 59 -
5.2.5	Chráněná (keramická) dílna v 2. NP	- 61 -
5.3	Stavební úpravy místností s nevyhovujícím denním osvětlením	- 63 -
5.3.1	Úpravy chráněné dílny v 1. NP	- 64 -
5.3.2	Úpravy chráněné keramické dílny v 2. NP	- 66 -
5.3.2.1	Varianta č. 1	- 66 -
5.3.2.2	Varianta č. 2	- 68 -
5.3.3	Vyhodnocení stavebních úprav z hlediska denního osvětlení	- 70 -
	Závěr.....	- 71 -
	Zdroje.....	- 72 -
	Přílohy	

Úvod

Osoby se zdravotním či duševním postižením jsou při hledání zaměstnání velmi omezeni. Pracovních činností, které mohou vykonávat, není mnoho. Zázemí nacházejí v chráněných dílnách, které jsou proto svým posláním specifické. To byl také důvod, proč jsem si zvolil jako téma návrh centra chráněných dílen. V mém okolí vnímám tyto budovy, sloužící k podpoře a sociálnímu začlenění duševně i tělesně postižených osob, jako potřebné a významné i tím, že napomáhají svou funkcí především k zajištění uplatnění těchto osob na pracovním trhu. V dílnách mohou návštěvníci objevit skryté umělecké nadání, smysl pro práci a přiučit se tak ke všedním návykům, které jsou pro dnešní život nepostradatelné.

Pro pocit pohodlí, který ve vnitřním prostředí ovlivňuje nejen naši efektivitu práce, ale i zdravotní stav, je potřebné věnovat pozornost především oborům stavební fyziky. Správným návrhem zateplení objektu se dodrží soulad s doporučenými normovými hodnotami tepelně technických veličin, a tím v určitém rozsahu omezí spotřeba energií na vytápění. Akustickou pohodu interiéru můžeme dostatečně ovlivnit volbou vhodně zvolených zvukově izolačních stavebních materiálů, kterými omezíme šíření hluku mezi místnostmi. Při návrhu dílen určených především pro manuálně zrakově náročnější práce je zapotřebí zajištění požadovaného denního osvětlení, a tím dosažení dostatečné zrakové pohody.

Při návrhu chráněných dílen byla mým cílem snaha splnit požadovanou funkci budovy a jejích částí, včetně zajištění dostatečného pohodlí ve vnitřním prostředí, za předpokladu dodržení požadavků oborů stavební fyziky.

1. Popis objektu

Objekt je navržen jako centrum chráněných dílen pro pomoc občanům převážně s duševním onemocněním a mentálním postižením při začleňování do společnosti. Budova je z větší části dvoupodlažní s využitím nižší části stavby jako pochozí střešní terasy. Vystupující část objektu je opatřena nepochozí střešní skladbou. V přízemí se objekt člení na administrativní, pracovní a společenskou zónu (obchod s kavárnou). V druhém podlaží je umístěna zóna pracovní a rekreační.

1.1 Účel, využití budovy

Hlavním účelem dílen je podpora a nabídka služeb, které mají za cíl nalezení vhodné pracovní činnosti a obnovení společenského soužití v kolektivu. Při výrobě drobných předmětů uživatelé získávají základní pracovní návyky, rozvíjejí myšlenkové procesy a zlepšují si své komunikační dovednosti. Tyto důležité návyky slouží ke zmírnění následku nemoci či zdravotního postižení, k udržení lepší fyzické kondice a zvyšují tím pravděpodobnost získání vhodného zaměstnání.

Jednou z nabízených činností sociálního centra je práce na zahradě. Klienti si mohou nacvičit sekání trávníku, hrabání listí, sázení a sklizeň vypěstovaného ovoce či zeleniny. Pro účel výroby dekorací z přírodních materiálů (výroba věnců, svícňů, voskových svící, atd.) slouží dílna v přízemí.

Ve cvičné kuchyni umístěné ve druhém nadzemním podlaží je možné si vyzkoušet přípravu jednoduchých pokrmů, zavařování vypěstovaných plodů ze zahrady nebo pečení. Odtud je pak umožněn, za dozoru vedoucího pracovníka, přístup na terasu. Práce s keramikou se uživatelům nabízí v druhé pracovní dílně, ve které mají možnost vyzkoušet práci s hlinou a vyrobit jednoduché předměty zahradní nebo užité keramiky (květníky, hrnečky, apod.).

Pro prodej vypálených keramických výrobků či zahradních dekorací slouží obchod, který nabízí možnost venkovního posezení. Dále se v objektu nachází administrativní část, sloužící zejména pro kontakt s veřejností (sponzoring) a údržba, která zajišťuje bezproblémový provoz objektu.

1.2 Vstupní parametry projektu

Podkladem pro vypracování této bakalářské práce je architektonická studie novostavby sociálního centra chráněných dílen od Ing. Arch. Zdeňka Slámy z webové adresy [1] obsahující předběžné skici, půdorysné dispozice, orientační situaci a schématické pohledy, které sloužily jako inspirace pro návrh centra chráněných dílen v Turnově.

1.3 Základní identifikační údaje

Stavba:	Centrum chráněných dílen
Místo stavby:	Turnov
Katastrální území:	Turnov (okres Semily)
Parcelní číslo:	613
Sousední parcely:	611/2, 611/3, 607/3, 614, 609, 610/1
Okolní budovy:	ZŠ Skálova č.p. 600, školní jídelna, rodinný dům č.p. 2052

Údaje byly získány z webových stránek katastru nemovitostí [2].

1.4 Údaje o stávajícím území stavby

Na stavební parcele č. 613 je v současné době umístěno sociální centrum Fokus Turnov, které však nevyhovuje všem požadavkům a potřebám nutným pro plnění požadované funkce objektu. Kompletní rekonstrukce se ukázala být po technické, ale i finanční stránce náročná, a tak je předpokládána kompletní demolice. Po výstavbě nového centra chráněných dílen se počítá v těsné blízkosti objektu s rozšířením stávajícího parkoviště o nová stání, i s ohledem na osoby s omezenou schopností pohybu a v plánu je propojení komunikace s novou přípojovací slepou ulicí procházející před jižní fasádou budovy.

1.5 Popis území stavby

Lokalita chráněných dílen byla zvolena nedaleko centra města Turnov v Libereckém kraji. K domovu důchodců, centru denních služeb pro seniory a domu s pečovatelskou službou, tak přibude jedna z dalších z velmi užitečných a v dnešním světě stále více potřebných budov.

Objekt ve tvaru obráceného písmene „T“ je severozápadně situován na svažitém pozemku přilehajícímu k ulici Skálava. Před hlavním vchodem do objektu z jižní strany se nachází parkoviště se šterkovou zpevněnou plochou, umožňující přímý vstup klientů s pohybovým omezením do budovy. Ten je částečně chráněn závětrím a skleněnou zavěšenou markýzou. Se vchodem sousedí další šterková zpevněná plocha, která slouží k posezení s přímým vstupem z obchodu s kavárnou. Parkování pro zaměstnance, případně pro další klienty, je umístěno na východní straně objektu. Zde se dále nachází vjezd do garáže sloužící výhradně pro údržbu. Severozápadní část je navržena jako pracovní zóna s relaxační a zahradní plochou pro návštěvníky centra. Část pozemku je zatravněna a určena k práci na zahradě, zbytek ploch je vyskládán zámkovou či zatravněvací betonovou dlažbou. Do této části se dostaneme přímým vstupem z dílny z části chráněným dřevěným přístřeškem s průsvitným polykarbonátovým zastřešením. Další možnost přístupu je z administrativní části nebo z prostoru před schodištěm.

1.6 Funkční a dispoziční řešení

Chráněné dílny slouží k dennímu docházení či dojíždění uživatelů se zdravotním či mentálním postižením. Objekt je řešen jako dvoupodlažní, z toho část druhého podlaží slouží jako pochozí plochá střecha k rekreačním účelům. Komunikační prostory a vstupy do budovy jsou ve všech částech objektu řešeny s možností přístupu osob s omezenou schopností pohybu. Pro vertikální komunikaci slouží výtah, případně bezbariérově řešené schodiště.

1.6.1 Bezbariérové užívání stavby

Celý objekt je navržen jako bezbariérový dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. [3]. Dvě parkovací stání z východní strany objektu jsou vyhrazena pro vozidla přepravující osoby pohybově postižené. Tato místa jsou umístěna co nejbliže vchodu do objektu. Všechny vstupní prostory do objektu jsou řešeny se sklonem maximálně 2,0 %.

Komunikační prostory mají splněnou minimální šířku 1500 mm. V místnosti bezbariérových toalet a manipulačních prostorů před výtahem či v dílnách je při otáčení vozíkem pokaždé dodržen minimální kruh o průměru 1500 mm.

Splněny jsou také požadavky na minimální rozměr dveřního křídla hodnoty 900 mm ve všech prostorech využívaných osobami s omezenou schopností pohybu.

V objektu se dále nacházejí zvlášť oddělené bezbariérové toalety pro ženy a muže a bezbariérově řešené šatny v souladu s již zmíněnou vyhláškou [3].

Minimální rozměr vnitřní výtahové kabiny se šířkou 1100 mm, hloubkou 1400 mm a rozměrem dveří 900 mm je také splněn. Dalším ze splněných požadavků je návrh schodiště s maximální výškou stupně 160 mm a počtem stupňů v rameni menším než 16 a dodrženo je také opatření schodiště madly ve výškách 900 mm a 750 mm, přesahující první a poslední schodišťový stupeň o minimálně 150 mm, lépe však o 300 mm.

1.6.2 První nadzemní podlaží

První nadzemní podlaží je děleno celkem do několika funkčních celků. Vstup z jižní strany umožňuje přístup do jednotlivých zón objektu.

Západní část slouží pro činnosti spojené s administrativou. Zóna obsahuje zasedací místnost společnou s kanceláří ředitele umožňující přístup na zahradu ze severní části, kancelář ekonoma a konzultační místnost vyhrazenou pro ergoterapeuta¹ s vlastním vstupem z venkovní části. Dále je zde sociální zázemí pro zaměstnance s odděleným WC a umývárnu.

Ve východním křídle se nachází obchod s keramickými a zahradními dekoracemi, skladem a společnou toaletou pro návštěvníky. V obchodě je možné, avšak omezené, posezení s možností objednání teplého nápoje (příp. automatový provoz). Místnost s obchodem je ze severní strany opatřena prosklenou výlohou s možným přístupem a posezením na zpevněné ploše. Terasa je využita především v letním období, v zimních měsících je vstup omezen.

Mezi společné komunikační části objektu patří prosklené zádveří, vstupní hala a chodba. Pro přístup do druhého nadzemního podlaží slouží bezbariérově řešené schodiště nebo výtah. Sociální zázemí obsahuje jednak toaletu s umyvadlem pro vedoucího pracovníka dílny, jednak společné WC pro invalidy a dále společnou šatnu. Chráněná dílna v tomto podlaží sloužící zejména pro práci s přírodními

¹ Ergoterapeut provádí diagnostické vyšetření s cílem zlepšení funkčních schopností při provádění běžných denních činností

materiály umožňuje přímý vstup do exteriéru, který je opatřen dřevěným přístřeškem se střešní krytinou z polykarbonátových trapézových desek. Z hygienických důvodů jsou do prostoru dílny umístěna tři umyvadla. Přes místnost vedoucího pracovníka je umožněn přístup klientů do skladu pracovního nářadí či přírodních výrobků a materiálů.

V severním prostoru objektu je zóna určená pro údržbu. Vrata s přístupem z východní strany umožňují co nejrychlejší možnou reakci v případě technických problémů. Rohová část obsahuje technickou místnost, vedle níž je umístěno sociální zázemí využívané především zaměstnanci údržby.

1.6.3 Druhé nadzemní podlaží

Výstupem ze schodiště či výtahové šachty se dostaneme do chodby druhého nadzemního podlaží. V něm se nachází úklidová místnost s výlevkou, sociální zázemí pro vedoucího pracovníka dílen, bezbariérové toalety zvláště oddělené pro muže a ženy a společné šatny.

V severní části návrh uvažuje s keramickou dílnou se společným stolem, hrnčířským kruhem a stálým přísunem vody z umyvadla umístěného na stěně. Stejně jako v prvním podlaží je přístup do skladu, ve kterém je umístěna i elektrická pec, omezen přes místnost vedoucího pracovníka.

Jižní část obsahuje cvičnou kuchyni s možností přístupu na pochozí plochou střechu s náslapnou vrstvou tvořenou betonovou velkoformátovou dlažbou umístěnou na rektifikačních podložkách. Vstup na terasu, který je povolen pouze za dozoru vedoucího pracovníka, není řešen jako bezbariérový, ale v případě zájmu osob s omezenou schopností pohybu, se počítá s využitím pásového schodolezu².

² Pásový schodolez je mobilní zařízení sloužící pro přepravu osob na vozíku přes výškové rozdíly, především pro přímá schodiště

2. Konstruktivně statické řešení

Při výběru vhodné konstrukční a materiálové varianty jsem zvažoval několik možností s ohledem na půdorysné rozměry, rozpony stropních konstrukcí a technologie provedení. Jako výsledná varianta byla vybrána varianta č. 1 (viz příloha E.1), která je popsána v následujících odstavcích.

2.1 Příprava území – zemní práce

Vytýčení vnějších obrysů stavební jámy bude provedeno oprávněnou geodetickou společností. Vymezení vztažných bodů objektu a zabezpečení obrysů výkopů se provede za pomoci laviček zhotovených ze dvou až tří dřevěných sloupků zaražených do terénu přímo na staveništi. Při realizaci je počítáno s ohledem na eliminaci případného poškození, ke kterému by mohlo v další fázi průběhu zemních prací dojít. Srovnávací rovina se nachází ve výšce 273,25 metrů nad mořem Bpv.

Před zahájením zemních prací se provede skrývka ornice o hloubce cca 150 mm, která se uloží k případnému dalšímu využití při koncových sadových a terénních úpravách v okolí nově postaveného objektu a opatří proti znehodnocení a zcizení na přilehlé skládce. Na pozemku neprocházejí žádné inženýrské sítě, a proto zde není potřebné řešit ochranu ani případné přeložky.

2.2 Geologické poměry – základové konstrukce

Na stavebním pozemku bylo určeno zjednodušeně dle geovědní mapy [4] zeminové prostředí F6 – CL, tedy jílu nízké plasticity a tuhé až polotuhé konzistence. Zjištěné poznatky prokázaly nízkou únosnost zeminy (viz příloha A, kapitola A3.6), a proto bylo navrženo zakládání na železobetonové základové desce, jejíž odhad tloušťky činí 300 mm. Pod deskou je navržena vrstva podkladního betonu.

Doporučená hloubka založení, která v jílovitých zeminách nabývá minimálních hodnot 1100 mm, je ve všech místech splněna. V místech s nedostatečnou hloubkou založení jsou pod železobetonovou deskou v oblasti nad obvodovými stěnami provedeny pasy z prostého betonu. Východní křídlo budovy je jediné místo, kde není předpokládané využití pasů z důvodu zachování výšky původního terénu.

Alternativní variantou v místech s nedostačující hloubkou založení je provedení železobetonových základových pasů s náběhy pod úhlem 45 stupňů, které plynule přechází v železobetonovou základovou desku.

V této práci byla zvolena varianta s využitím pasů z prostého betonu, které se provedou pod železobetonovou základovou deskou. V případě realizace je však potřebné provést statický výpočet dle geologického průzkumu provedeného v blízkém okolí stavebního pozemku.

Úroveň hloubky základové spáry u obvodových stěn se nachází 1,25 m pod úrovní čisté podlahy v prvním nadzemním podlaží, tedy průměrně 1,18 m pod terénem. V místě výtahové šachty se předpokládá snížení základové desky z důvodu dojezdu výtahu.

2.3 Hydroizolace proti zemní vlhkosti, protiradonové opatření

Pro zajištění ochrany proti zemní vlhkosti jsou použity hydroizolační modifikované asfaltové pásy s PE vložkou. Zjednodušeným průzkumem dle geovědní mapy [4] byl zjištěn nízký výskyt radonu, a proto zde nejsou potřebná žádná další opatření.

U obvodových stěn je svislá hydroizolace vytažena minimálně 500 mm nad upravený terén z důvodu oblasti s vyšším výskytem sněhu. Ochrannou funkci izolaci zajišťují lepené desky z extrudovaného polystyrenu.

2.4 Svislé nosné konstrukce

Nosným konstrukčním systémem objektu byl zvolen systém stěnový, zděný z cihelných tvárnic. Při porovnání všech materiálových variant bylo bráno v úvahu, že se v Turnově nedaleko stavebního pozemku nacházejí stavebniny zohledňující vliv dopravy materiálu. Z tohoto důvodu i s přihlédnutím na rychlost výstavby a výslednou kvalitu realizovaného objektu jsem zvolil svislé nosné konstrukce ze systému Porotherm.

Vnější nosné zdivo tvoří cihelné bloky Porotherm 30 navržené po celém obvodu objektu. Vnitřní nosné stěny bez akustických požadavků jsou zhotoveny z tvárnic Porotherm 25. Všechny cihelné bloky mají pevnostní třídu P15 a jsou

vyzděné na obyčejnou maltu pevnosti 10 MPa. Při požadavku na vyšší zvukovou izolaci jsou využity akustické cihelné bloky.

2.5 Vodorovné nosné konstrukce

Při výběru vhodné konstrukční a materiálové varianty bylo nejdůležitějším parametrem rozpětí stropní konstrukce. Při návrhu stropních desek dle empirických rovnic vycházely jednosměrně pnuté desky velmi neekonomicky, a proto se výběr omezil pouze na monolitickou (vylehčená železobetonová deska) a prefabrikovanou (předpjaté stropní panely) variantu.

S přihlédnutím na kvalitu realizace, rychlost výstavby a eliminaci mokrého procesu byly navrženy předpjaté stropní panely SPIROLL. Tloušťka stropní konstrukce byla předběžným statickým výpočtem (viz příloha A, kapitola A3.1) stanovena na 250 mm. Tato hodnota je uvažována pro celý objekt s možností využití méně vyztužených panelů v případě menších rozponů. Nutno však prokázat v podrobnějším statickém výpočtu.

Všechny panely mají zajištěné dostatečné uložení 100–150 mm v závislosti na délce panelu. Dílce se pokládají na obvodové stěny do předem zhotoveného lože z cementové malty M10 na předem připravený železobetonový věnec sloužící pro zlepšení roznosu zatížení a celkovému ztužení konstrukce. Všechny ostatní parametry, zásady návrhu a použití stropních panelů SPIROLL jsou uvedeny v technickém listu výrobku [5].

Nad otvory jsou umístěny plně nosné cihelné překlady od společnosti Porotherm. V případě větších rozponů okenních či dveřních otvorů jsou použity překlady Porotherm KP XL, které se z důvodu zvětšení únosnosti více vyztuží a prováží s železobetonovým věncem umístěným nad nimi. Dále jsou navrženy železobetonové průvlaky nad vstupem do schodišťového prostoru a do chodby v administrativní části. Předběžné návrhy a posouzení rozměrů průvlaků a překladů jsou uvedeny v příloze A, kapitole A3.2 a A3.3.

2.6 Vertikální komunikace

2.6.1 Schodiště

V objektu je navrženo dvouramenné prefabrikované schodiště. Rameno tvoří 2x zalomená deska, jejíž tloušťka byla výpočtem stanovena na 200 mm. Šířka schodišťových ramen je 1500 mm. Jednotlivé stupně široké 310 mm a vysoké 158,5 mm, umístěné po 10 kusech společně se sklonem ramen 27,1 stupně, splňují požadavek na bezbariérové užívání schodišť dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. [3]. Celý návrh dle ČSN 73 4130 [6] je uveden v příloze A, kapitole A3.5.

Uložení prefabrikovaného ramene je provedeno společně s akustickou dilatací na izolačních elastomerových ložiskách Schöck Tronsole typu F v druhém nadzemním podlaží na ozub podestového nosníku. Podestový nosník je prefabrikovaný a jeho rozměry ve výkresové části jsou pouze orientační. V případě realizace je nutné provést podrobnější návrh a patřičné posouzení. Mezipodesta tvoří součást ramene a její napojení na zděnou stěnu je pomocí nosných boxů pro izolaci proti kročejovému hluku Schöck Tronsole typ Z. Skutečný počet a rozmístění boxů se specifikuje dle příslušných technických listů [7] a podrobnějšího statického výpočtu. Ramena schodiště jsou oddělena od nosných stěn spárovými deskami Schöck Tronsole typ L. Těmito opatřeními je tak eliminováno riziko vzniku akustických mostů.

2.6.2 Výťah

Navržený výťah od společnosti Schindler se světlými rozměry kabiny 1100 x 1400 mm a nosností 1000 kg slouží přednostně k přepravě osob s omezenou schopností pohybu. Výťahová šachta je tvořená akustickými cihelnými bloky. Rozměry hloubky dojezdu a hlavy koruny jsou v souladu s požadovanými parametry uvedenými v technických listech výťahu [8].

2.7 Střešní konstrukce

2.7.1 Střešní plášť – nepochozí

Skladba střešního pláště na vystupující střední část objektu je řešena jako klasická. Na nosné stropní konstrukci je nanášena v požadovaném sklonu cementová pěna (případně lehčený beton), která je po vytvrdnutí celoplošně natřena asfaltovou penetrací. Parozábranu tvoří pás z modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou,

na který se umístí desky z expandovaného polystyrenu. Na tepelně izolační desky se nalepí samolepicí asfaltové pásy, které společně s pásy z modifikovaného asfaltu tvoří vrchní hydroizolační vrstvu. Celá skladba střešního pláště se zajistí, proti účinkům větru, přitížením velkoformátovými betonovými dlaždicemi tloušťky 30 mm. Při realizaci je potřebné provést podrobný statický výpočet rozmístění velkoformátových desek. Vpusti na povrchu střechy jsou zabezpečené ochranným košem. Spádování, počet a rozmístění vpustí je zobrazen v příloze E.

2.7.2 Střešní plášť – pochozí

U zbylé části budovy je použito obdobné střešní souvrství. Místo přitěžujících desek jsou zde navrženy rektifikovatelné podložky, na které se umístí betonová dlažba. Pod podložkami je z důvodu ochrany proti možnému poškození hydroizolační vrstvy umístěna ochranná geotextílie. Spád střešních rovin je uveden v příloze E.

2.8 Dělicí konstrukce

Broušené cihelné bloky Porotherm 11,5, zděné na obyčejnou maltu tvoří většinu dělicích konstrukcí bez nároků na izolaci zvuku. Místnosti s vyšším akustickým požadavkem mají svislé vnitřní konstrukce tvořené z tvárnic Porotherm 19 AKU. S jejich využitím je počítáno především v místech administrativní části, kde se klade vysoký důraz na vzduchovou neprůzvučnost. Cihelné bloky Porotherm 25 AKU SYM jsou navrženy u výtahové šachty či mezi místnostmi chráněné dílny a garáží údržby v přízemí, zděné na maltu M10. V zádveří a v části zasedací místnosti je počítáno především z estetických důvodů s použitím dělicích skleněných konstrukcí z vrstveného skla od společnosti Glassvision.

2.9 Tepelné izolace

Pro zateplení v soklové části objektu je využito desek z extrudovaného polystyrenu Synthos XPS Prime G 30L v tloušťce 80 mm. Z důvodu oblasti s vyšší koncentrací sněhu je izolace vytažena minimálně 500 mm nad terénem. Desky jsou lepeny na hydroizolační pásy speciální lepicí hmotou, která je stanovena výrobcem. V místě styku izolace s okolní zeminou je provedena ochrana pomocí vložené nopové fólie.

Ve skladbě kontaktního zateplovacího systému jsou navrženy desky z minerální čedičové vlny Isover TF o tloušťce 120 mm. Upevnění k podkladu je provedeno nanesením lepidla po obvodu a středu desky, dále pak mechanickým kotvením pomocí kotev s ocelovým trnem a poplastovanou hlavou po celé výšce objektu. Pro určení přesného počtu kotev je potřebné provést podrobnější statický výpočet. V projektu se uvažuje orientačně s 6 ks/m².

V podlahách v prvním nadzemní podlaží a střešním pláště je jako vrstvy tepelné izolace využito desek z expandovaného polystyrenu EPS 200. Tloušťky všech vrstev jsou ověřeny s normou ČSN 73 0540-2 [9] v kapitole 3.3.

2.10 Akustické izolace

Šíření kročejovému hluku zabraňuje pružná podložka v těžkých plovoucích podlahách navržených v druhém nadzemním podlaží. Materiálovým řešením jsou izolační čedičové desky Isover N o tloušťce 40 mm. Pro snížení přenosu hluku do okolních místností se u každé svislé konstrukce vloží do podlahového souvrství pružný dilatační pásek (př. Mirelon) tloušťky 10 mm. Vzduchové neprůzvučnosti zabraňují v místnostech s vyšším požadavkem na akustickou pohodu svislé konstrukce tvořené z cihelných akustických bloků. Odhlučnění schodiště je provedeno s využitím prvků od společnosti Schöck Tronsole jednak za pomoci spárových desek umístěných mezi ramenem a přiléhající stěnou, jednak s využitím akustických boxů zajišťujících uložení mezipodesty do obvodové stěny, nebo umístěním na elastomerová ložiska v místě uložení schodiště na ozub.

2.11 Úprava povrchů

2.11.1 Vnější omítky

Na kontaktní zateplovací systém s aplikovanou penetrační a výztužnou vrstvou je provedena fasádní minerální omítka Baumit NanoporTop o tloušťce 1,5 mm, světle žlutého odstínu. Soklová část objektu je opatřena vodoodpudivou mozaikovou omítkou Baumit MosaikTop tloušťky 2 mm.

2.11.2 Vnitřní omítky/Obklady

Na stěnách v celém interiéru je nanášena vrstva vápenocementové jádrové omítky o tloušťce 10 mm, na níž je poté provedena povrchová vrstva jemné štukové

omítky tloušťky 5 mm bílé, případně světle žluté barvy. Stropní panely jsou ze spodní strany opatřeny adhezním nátěrem z důvodů zvýšení přilnavosti vápenocementové jádrové omítky nanášené v tloušťce 8 mm a bandáží v místech spojů. Finální vrstvu tvoří štuková omítky tloušťky minimálně 2 mm.

Z důvodu možného poškození vrchních povrchů omítek při úklidu podlah je v místě styku omítnuté stěny a podlahy s keramickou dlažbou proveden keramický sokl o výšce 60 mm, případně PVC lišta v místnostech s nášlapnou vrstvou tvořenou zátěžovým kobercem. Sociální zázemí, cvičná kuchyně a další místnosti obsahující zařizovací předměty jsou obloženy keramickými obklady na stěnách do výšky 1800 mm. Ve cvičné kuchyni začíná výška obkladu až od 600 mm.

2.11.3 Podlahy

Většinu nášlapných vrstev v celém objektu tvoří keramická dlažba, která je z důvodu veliké koncentrace osob s omezenou schopností pohybu navržena s protiskluznou úpravou. V administrativní části se na vrstvenou podložku celoplošně nalepí zátěžový koberec s vysokou odolností proti opotřebení pojezdem od kolečkových křesel. V garáži pro údržbu je vrstva betonové mazaniny ve spádu opatřena polyuretanovým nátěrem tloušťky 1–2 mm. Přesný popis nášlapných vrstev je uveden v tabulce místností v příloze E.

2.12 Výplně otvorů

2.12.1 Okna

Okna jsou navržena dřevohliníková s izolačním dvojsklem od společnosti Vekra. Zvolený barevný odstín je bílý hliník – metalíza. Z důvodu eliminace rizika přehřívání místností jsou okna opatřena venkovními žaluziemi s volitelným nastavením zastínění.

2.12.2 Dveře

V místech s vlhkým provozem a v příčkách jsou navrženy plné a hladké dveře v ocelové zárubni. V nosných stěnách, kromě stěny mezi chráněnou dílnou a garáží, jsou uvažovány hladké dřevěné dveře s průsvitným obdélníkem v dřevěné obložkové zárubni. V zádveří a při vstupu do zasedací místnosti tvoří dveře součást prosklené rámové konstrukce. Vchodové dveře z jižní strany jsou rámové, dřevohliníkové,

s otevíravým křídlem, barevného odstínu bílý hliník – metalíza, částečně zasklené průsvitným sklem od společnosti Vekra. Ostatní vchodové dveře tvoří části francouzských sestav viz kapitola 2.12.3. V dílně údržby jsou navržena výklopná garážová vrata.

2.12.3 Francouzské sestavy

Na západní straně budovy a při vstupu do zasedací místnosti ze zahradní části je navrženo několik druhů francouzských sestav tvořených z hlavního i vedlejšího dveřního křídla a neotevíravé pevně zasklené části. Přesnější popis sestav je uveden ve výkresech technických pohledů na objekt v příloze E. Z jižní strany fasády jsou umístěny posuvné dveře na stěnu společně s pevně zasklenou částí výlohy.

Z důvodu snížení rizika přehřívání místností se před pevně zasklenou částí francouzských sestav umístí venkovní žaluzie, případně lze jako alternativu zvážit využití venkovních rolet. U dveří vedoucích z chráněné dílny je navržen dřevěný přístřešek, viz kapitola 2.13.

2.13 Venkovní stínění a ochrana před nepříznivými vlivy

Před vchodem do přízemní chráněné dílny ze západní strany je navržen dřevěný přístřešek se zastřešením v jednotném sklonu 8 %. Dřevěná konstrukce je z důvodu ochrany před povětrnostními vlivy natřena lazurovacím lakem čiré barvy. Zastřešení přístřešku je navrženo z lehkých polykarbonátových trapézových průsvitných panelů s výškou vlny 40 mm. Na styku s obvodovou konstrukcí je provedeno oplechování z titan-zinkového plechu, šedého odstínu. Nosný systém je dřevěný vaznicový. Vaznice o rozměrech 160x200 mm podepřená sloupky 160x160 mm, je kotvená do kovových pozinkovaných patek. Snížení rozpětí vaznice se provádí pomocí pásků 160x160 mm, případně u fasády kotvením vaznice za pomoci chemických kotev do obvodového zdiva. Ze stabilitních důvodů je doporučeno sloupky umístěné u fasády upevnit k obvodové stěně pomocí chemických kotev.

Zavěšená skleněná markýza je navržena u vchodu z jižní strany objektu. Systém táhel umožňuje vyložení až 1300 mm. Markýza je k obvodové stěně přikotvena chemickými kotvy v místě ztužujícího železobetonového věnce.

Materiálem markýzy je bezpečnostní vrstvené sklo o tloušťce 2x8 mm s bezpečnostní fólií tloušťky 1,52 mm. Materiálem táhel a kotvících bodů je nerezová ocel.

2.14 Technická zařízení budov

Objekt je napojen na inženýrské sítě (vodovod, kanalizace, elektřina). Odpadní voda ze všech zařizovacích předmětů je odvedena připojovacím potrubím do potrubí stoupacího, svodného a dále pak do kanalizační přípojky. Odvodnění plochých střech a garáže je provedeno pomocí spádových vrstev a zakresleno ve výkresové části v příloze E. Přívod vody do objektu zajišťuje venkovní přípojka, která vodu rozvádí potrubím po objektu podél stěn či v instalačních předstěnách. U vytápění a ohřevu teplé vody je uvažováno s využitím energie tepelného čerpadla, jehož vnitřní jednotka se umístí do technické místnosti. Předpokládá se typ tepelného čerpadla voda – vzduch. Alternativní varianty jsou možné, při realizaci se však doporučuje kontaktovat oprávněnou osobu specializovanou na vytápění. Přívod čerstvého vzduchu je ve většině místnosti zajištěn přívodními okenními štěrbinami a dostatečným přirozeným otevíráním oken. V místnostech s požadavkem na vyšší výměnu vzduchu (zasedací místnost, chráněné dílny atd.) je předpokládáno využití vzduchotechnických či klimatizačních systémů. Trasování, dimenzování potrubí a variantní návrhy přívodu a odvodu vzduchu nejsou součástí této bakalářské práce, a proto je potřeba při realizaci projektu provést dílčí projektovou dokumentaci.

3. Tepelně technické požadavky staveb

3.1 Stavební tepelná technika

S kvalitou vnitřního prostředí, a to nejen s teplotou v místnostech, souvisí podstatná součást stavební fyziky známá jako tepelná technika. Jejím podstatným cílem je zajistit pro uživatele budov zdravé a komfortní vnitřní prostředí. Kdo z nás by se nechtěl ať už v domácím či pracovním prostředí cítit pohodlně? Tento stav nebo také pocit, kdy se člověk ocitá v teplotní rovnováze se svým okolím, je v oblastech souvisejících se stavební tepelnou technikou definován pod pojmem tepelná pohoda. Obecně se však nelze spoléhat na procentuálně vysoké výsledky, především z důvodu odlišných nároků každého z nás při určité činnosti na daném místě.

Značně diskutovaným tématem, zapadajícím do oboru tepelné techniky, je v dnešní době vysoký požadavek na snižování energetické náročnosti budov. Při vhodném návrhu obalových konstrukcí budovy je možné redukovat dostatečně spotřebu paliv a energií na vytápění, ušetřit tím peněžní prostředky a zmírnit tak nepříznivý dopad na životní prostředí. Snahu k co nejmenší spotřebě energií na potřebu tepla primárně ovlivníme vhodně navrženou skladbou konstrukcí tvořící přechod mezi vnitřním a venkovním prostředím, u nichž tak omezíme riziko úniku tepla související s vyššími nároky na vytápění.

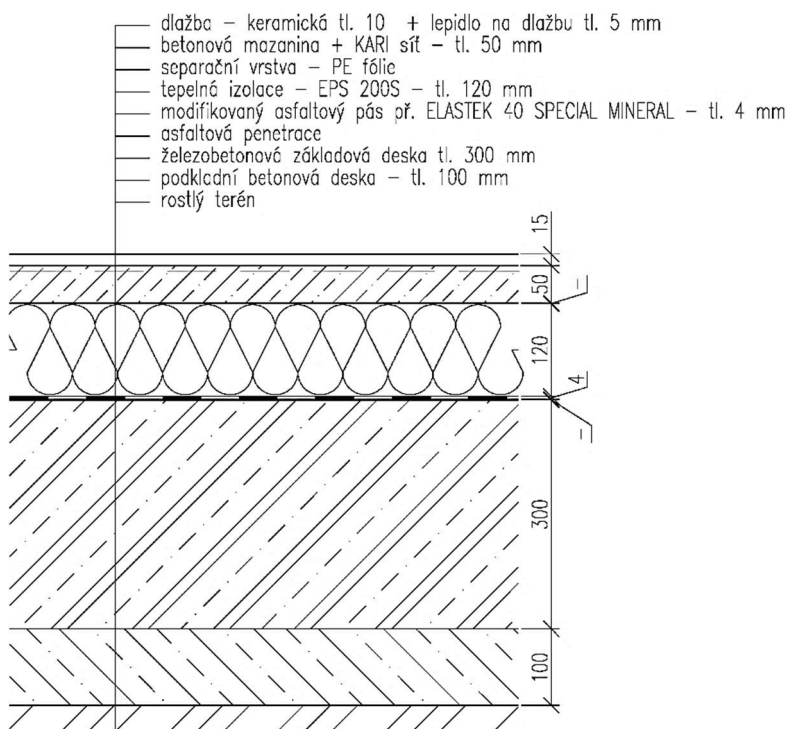
Základní tepelně technickou veličinou hodnocenou ve výpočtech je součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2.K)$]. Jeho převrácenou hodnotou je tepelný odpor konstrukce R [$(m^2.K)/W$], který závisí na tloušťce materiálu d [m] a součiniteli tepelné vodivosti materiálu λ [$W/(m.K)$]. Z důvodu eliminace případných degradací konstrukcí je hodnocen teplotní faktor vnitřního povrchu f_{RSi} [-]. Jeho nejnižší hodnoty vystihují lokální místa úniku tepla s rizikem vzniku kondenzace vodní páry nebo růstu plísní na vnitřním povrchu konstrukce. Požadované kritérium pro neprůsvitné konstrukce (stěny, stropy či střechy) je vyloučení vzniku plísní a pro výplně otvorů povrchová kondenzace vodní páry. Posledním hodnoceným parametrem je šíření vodní páry uvnitř konstrukce. Ideální návrh je s vyloučením kondenzace, případně se zanedbatelnou hodnotou, za splnění jistých podmínek, v nichž vysrážené množství vodní páry nebude mít dopad na funkčnost a nedojde tak ke snížení životnosti a znehodnocení konstrukce. Posouzením je nutné prokázat, že množství kondenzátu

splňuje určitou mezní odchylku a v průběhu roku tak nedojde k jeho nashromáždění a následnému zvýšení vlhkosti v řešené konstrukci. Limitní hodnota kondenzátu pro obvodové konstrukce s vnějším zateplením a jednoplášťové ploché střechy je stanovena jako nižší z hodnot 0,1 kg/m² za rok nebo 3% plošné hmotnosti při objemové hmotnosti ≥ 100 kg/m³, případně 6 % plošné hmotnosti při objemové hmotnosti < 100 kg/m³ v materiálové vrstvě, kde dochází ke kondenzaci vodní páry. Všechny vypočtené hodnoty jsou posouzeny s požadavky na doporučené hodnoty dle normy ČSN 73 054-2 [9].

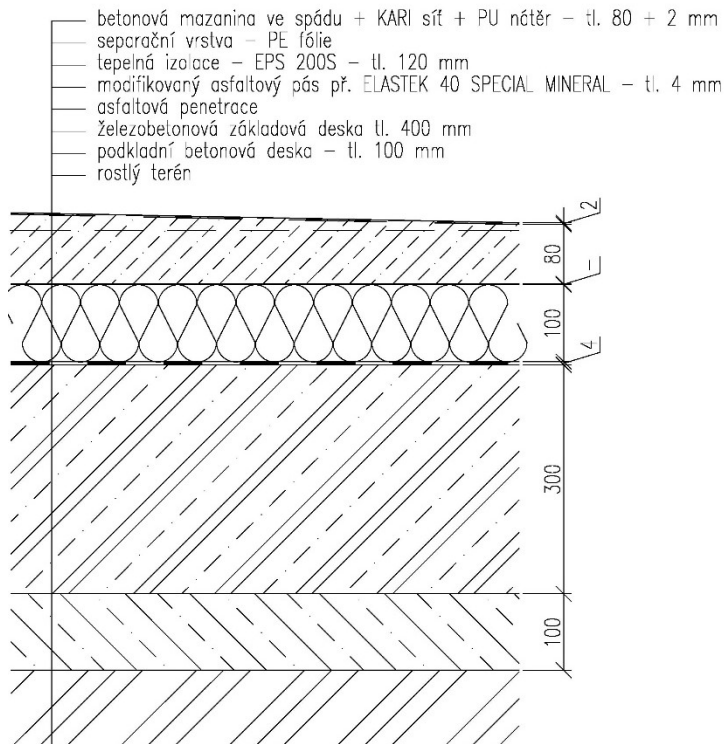
3.2 Navržené skladby

Z hlediska jednorozměrného šíření tepla jsou řešeny tyto skladby s požadavky na splnění doporučených hodnot součinitele prostupu tepla U pro budovy s vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C (včetně), požadovaných hodnot teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} a povoleného množství zkondenzované a vypařitelné vodní páry v konstrukcích:

3.2.1 Podlaha na zemině



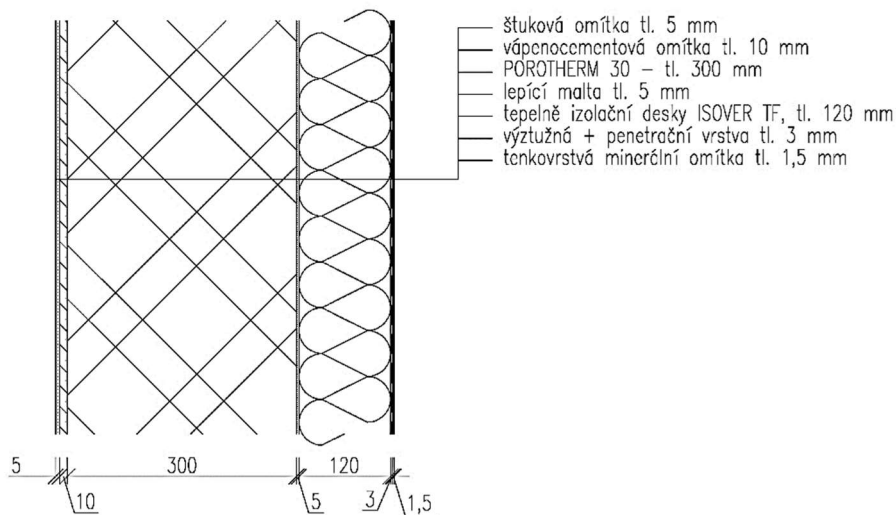
Obrázek č. 1 – Podlaha přilehlá k zemině (místnosti v 1. nadzemním podlaží) – skladba S1



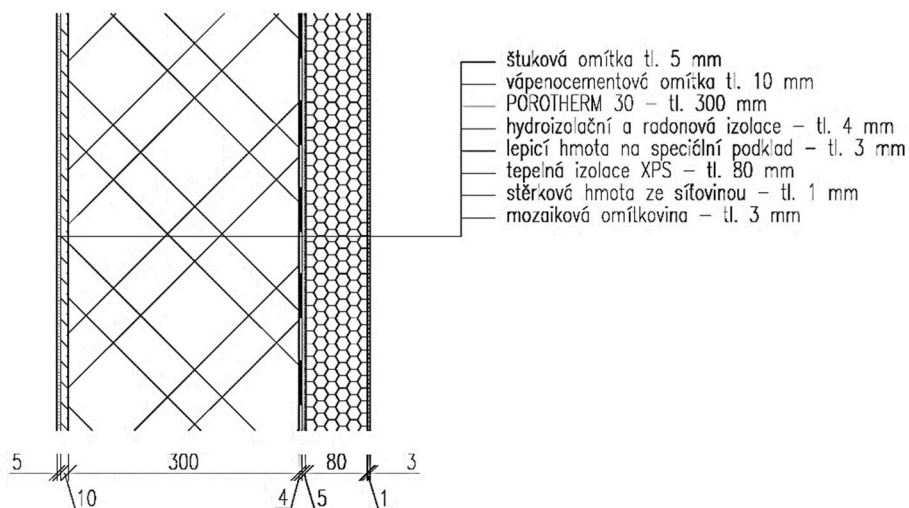
Obrázek č. 2 – Podlaha přilehlá k zemině (garáž údržby) ve spádu min. 2 % - skladba S9

Dle ČSN 73 0540-2 [9] je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U_{rec} u podlah vytápěného prostoru přilehlých k zemině rovna $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3.2.2 Obvodová stěna



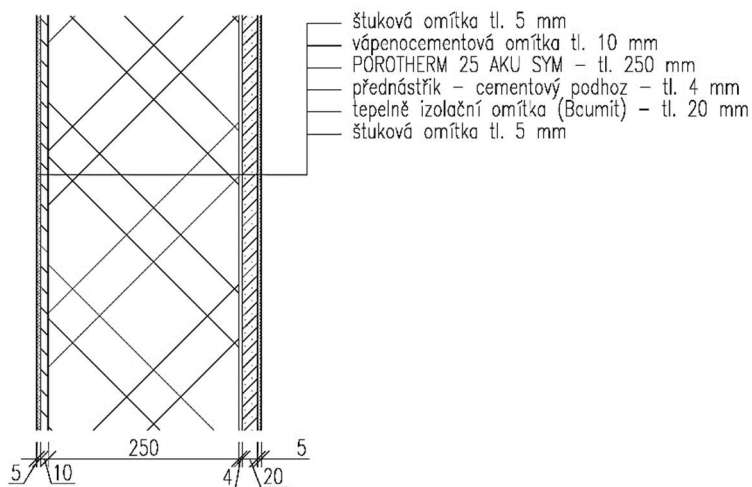
Obrázek č. 3 – Obvodová stěna objektu – skladba S4



Obrázek č. 4 – Obvodová stěna v soklové oblasti – skladba S7

Dle ČSN 73 0540-2 [9] je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U_{rec} u vnějších stěn rovna $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

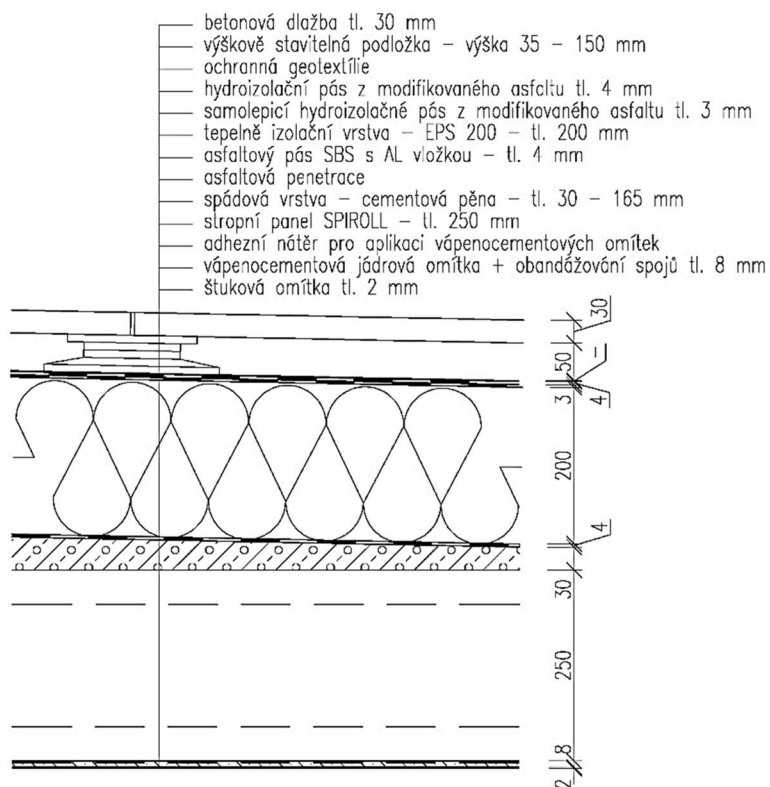
3.2.3 Vnitřní nosná stěna mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby



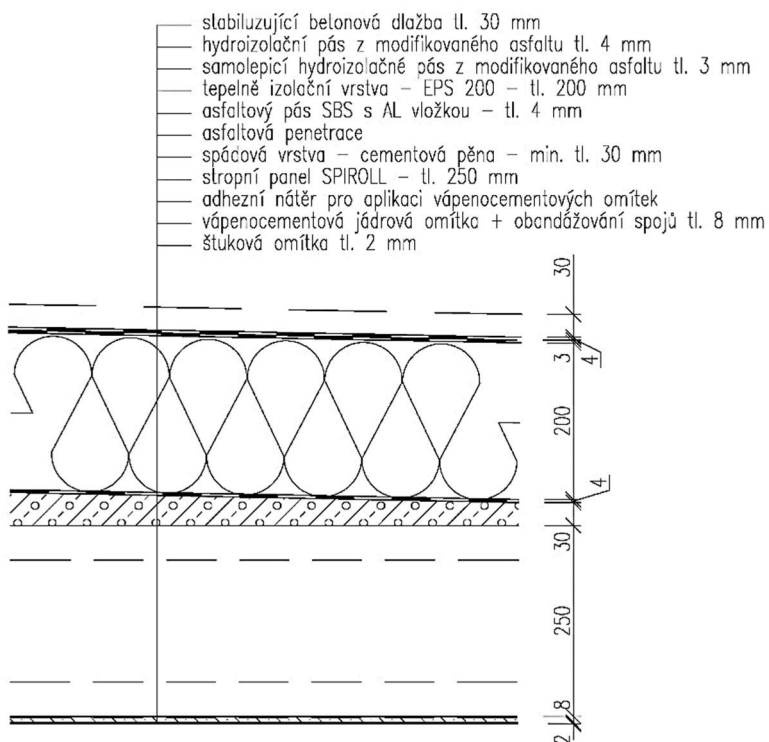
Obrázek č. 5 – Dělicí konstrukce mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby (s rozdílem teplot do 10°C) – skladba S10

Dle ČSN 73 0540-2 [9] je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U_{rec} u stěn mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C rovna $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3.2.4 Plochá střecha – pochozí/nepochozí (klasické pořadí vrstev)



Obrázek č. 6 – Pochozí plochá střecha s klasickým pořadím vrstev (terasa nad 1. nadzemním podlažím) – skladba S5



Obrázek č. 7 – Nepochozí plochá střecha s klasickým pořadím vrstev (nad 2. nadzemním podlažím) – skladba S6

Dle ČSN 73 0540-2 [9] je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U_{rec} u střešních plochých a šikmých se sklonem do 45 ° rovna 0,16 W/(m².K).

3.3 Posouzení navržených skladeb

Výpočet hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí je proveden v programu TEPLO 2017 [10]. Protokoly jsou uvedené v příloze B. Výsledky jsou porovnány s požadovanými hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 054-2 [9] uvedenými v předchozí kapitole 3.2. Důvodem volby porovnání s požadovanými hodnotami je dosažení optimálního komfortu ve vnitřním prostředí. Dalším porovnávaným parametrem je teplotní faktor vnitřního povrchu, který zdůrazňuje potenciální oblast s rizikem vzniku kondenzace vodní páry či růstu plísní, při jehož splnění jsme schopni vyloučit kondenzaci v místě tepelného mostu či tepelné vazby. Poslední sledovaná hodnota udává vlhkostní podmínky pro roční množství zkondenzované a odpařitelné vodní páry.

Při porovnání hodnot součinitele prostupu tepla je použit vztah $U_{vyp} \leq U_{rec}$, kde U_{vyp} [W/(m².K)] je výstup získaný ze softwaru a U_{rec} [W/(m².K)] je doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla. Teplotní faktor se posuzuje nerovnicí $f_{Rsi,m} \geq f_{Rsi,N}$, přičemž $f_{Rsi,m}$ [-] je vypočtená průměrná hodnota z programu a $f_{Rsi,N}$ [-] je požadavek daný normou ČSN 73 054-2 [9]. Poslední kritérium se týká vlhkostních parametrů konstrukce. Pomocí vztahů: $M_{c,a} < M_{c,N}$ a $M_{c,a} < M_{ev,a}$, zajistíme, aby množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ [kg/(m²) za rok] splnilo dovolený limit zkondenzované vodní páry $M_{c,N}$ [kg/(m²) za rok], které je rovno dle ČSN 73 054-2 [9] nižší z hodnot 0,100 kg/(m²) za rok nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu a dále bylo $M_{c,a}$ [kg/(m²) za rok] menší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce $M_{ev,a}$ [kg/(m²) za rok].

3.3.1 Podlaha na zemině

a) podlaha – chodba, chráněné dílny, obchod, ... (S1, S2)

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.1:

$$U_{vyp} = 0,249 \text{ W/(m}^2\text{.K)} \leq U_{rec} = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$f_{Rsi,m} = 0,939 \geq f_{Rsi,N} = 0,311$$

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

b) podlaha v garáži (S9)

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.2:

$$U_{\text{vyp}} = 0,290 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,929 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,311$$

V konstrukci nedochází ke kondenzaci

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

3.3.2 Obvodová stěna

a) obvodová stěna s kontaktním zateplovacím systémem – zateplení minerální vlnou (S3)

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.3:

$$U_{\text{vyp}} = 0,221 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,946 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,747$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0287 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{c,N}} = 0,090 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0287 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{ev,a}} = 9,3224 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

b) obvodová stěna – soklová část (S4)

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.4:

$$U_{\text{vyp}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,939 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,747$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0250 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{c,N}} = 0,100 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0250 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{ev,a}} = 0,8782 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

3.3.3 Vnitřní nosná stěna mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.5:

$$U_{\text{vyp}} = 0,796 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,818 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,149$$

V konstrukci nedochází ke kondenzaci

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

3.3.4 Plochá střecha – pochozí/nepochozí

Výstupy z programu Teplo [10] viz příloha B.6:

- *V místě s minimální tloušťkou spádové vrstvy (S5, S6):*

$$U_{\text{vyp}} = 0,155 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,962 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,747$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0004 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{c,N}} = 0,100 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0004 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{ev,a}} = 0,0054 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

- *V místě s maximální tloušťkou spádové vrstvy (S5, S6):*

$$U_{\text{vyp}} = 0,145 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{\text{rec}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$f_{\text{Rsi,m}} = 0,965 \geq f_{\text{Rsi,N}} = 0,747$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0004 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{c,N}} = 0,100 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

$$M_{\text{c,a}} = 0,0004 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok} < M_{\text{ev,a}} = 0,0054 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ za rok}$$

Vyhodnocení: Navržená konstrukce splňuje požadavky.

Závěr: Všechny posuzované konstrukce při porovnání s požadavky normy ČSN 73 0540–2 [9] vyhovují.

4. Akustické požadavky na konstrukce staveb

4.1 Stavební akustika

Zásadním požadavkem na akustiku stavebních konstrukcí je ochrana před nepříznivými účinky zvuku. Tomu se dá zabránit vhodně zvolenými stavebními materiály s požadovanými akustickými vlastnostmi.

Základní dělení při šíření nepříznivých elementů zvuku ve vnitřním prostředí je na zdroje uvnitř a vně budovy. Problematikou venkovního hluku se zabývá urbanistická akustika. Tento specifikovaný vědní obor, „... sleduje akustické vlastnosti venkovního zdrojů hluku a venkovního prostředí, přičemž přihlíží k vlivům stavebních konstrukcí a objektů, terénních útvarů a porostů a k jevům v atmosféře.“ [11]³. Hlavní ochranou je navýšení zvukově izolačních parametrů především u vnějšího pláště objektu, jehož nejslabším prvkem bývají především výplně otvorů. Hluk pronikající mezi vnitřními prostory můžeme rozčlenit dle prostředí, kterým postupuje, na zvuk šířený vzduchem a materiálem.

4.1.1 Vzduchová neprůzvučnost

Mimořádně důležitou součástí při hodnocení z hlediska vyhovujících požadavků na zvukovou izolaci mezi místnostmi je vzduchová neprůzvučnost. Při pobývání ve vnitřním prostředí, a to nejen při spaní, je vyžadována uživateli akustická pohoda. Teprve při dodržení limitů a kritérií je možné koncentrovaně, bez negativních účinků zvuku, pracovat či odpočívat. „Podíl hluku na vzniku a výskytu nemocí, zejména nervového, cévního a trávicího ústrojí, byl již mnohokrát statisticky prokázán v četných zdravotních studiích provedených u nás i v zahraničí.“ [11]⁴, a proto je potřebné se problematice vzduchové neprůzvučnosti podrobněji věnovat. Jejím podstatou je vzduchem šířený zvuk vyzařovaný do místnosti od zdroje pomocí zvukových vln. Příkladem je možné uvést poslech rádia, hukot lednice či telefonní hovor.

³ NOVÁČEK J., KAŇKA J. *Stavební fyzika 3. Akustika pozemních staveb*. Praha : ČVUT v Praze, 2015; kap. 9. / s. 117

⁴ NOVÁČEK J., KAŇKA J. *Stavební fyzika 3. Akustika pozemních staveb*. Praha : ČVUT v Praze, 2015; kap. 2.1 / s. 12

Zvuk prostupuje přes svislé i vodorovné stavební prvky a klesá tím na své intenzitě. Vlastnost materiálu dělicích konstrukcí závislá na poklesu intenzity zvuku se nazývá neprůzvučnost R [dB]. Její meze hodnocení jsou stanoveny pásmem 1/3 oktávy zahrnujícím 16 středních hodnot kmitočtů od 100 do 3150 Hz. Norma ČSN EN ISO 717-1 [12] stanovuje postup s využitím jediné hodnoty, tzv. vážené stavební neprůzvučnosti R'_w [dB]. Ta se zjednodušeně vypočte ze vztahu

$$R'_w = R_w - k_1, \quad (4.1)$$

kde R'_w [dB] je vážená stavební neprůzvučnost, R_w [dB] pak vážená laboratorní neprůzvučnost dělicí konstrukce, zjištěná nejčastěji z technických listů od výrobce a k_1 [dB] je korekce zohledňující vedlejší cesty šíření zvuku. Jak je patrné z uvedené rovnice, dělicí konstrukce umístěné reálně v objektu mají nižší neprůzvučnost než v laboratorních podmínkách. Hodnota, o kterou se liší, je způsobená pronikáním zvuku bočními cestami přes přilehající konstrukce. V laboratorním prostředí se běžně prvek upevní do rámu pružně odizolovaného od místností, přičemž na stavbě se připojí k ostatním konstrukcím. Běžně používané hodnoty korekce jsou stanoveny normou ČSN 73 0532 [13]. Nejen pro neobvyklé situace je možné korekci určit výpočtem dle ČSN EN 12354-1 [14].

4.1.2 Kročejový hluk

Zvuk vznikající a postupující dále stavební konstrukcí je nazýván kročejový. Jeho intenzita závisí především na množství aktivních osob v budově či „třesoucích se“ zařízeních. Názornými příklady jsou chůze, posun nábytku či pohybující se výtah, jehož ukotvením do stropní konstrukce je chvění šířeno do stěn, jejichž povrchem jsou zvukové vlny rozváděny postupně po objektu. Vydatnost zdroje zvuku závisí především na rozsahu chvění, schopnosti materiálu tlumit vibrace a plošném rozměru stavební konstrukce.

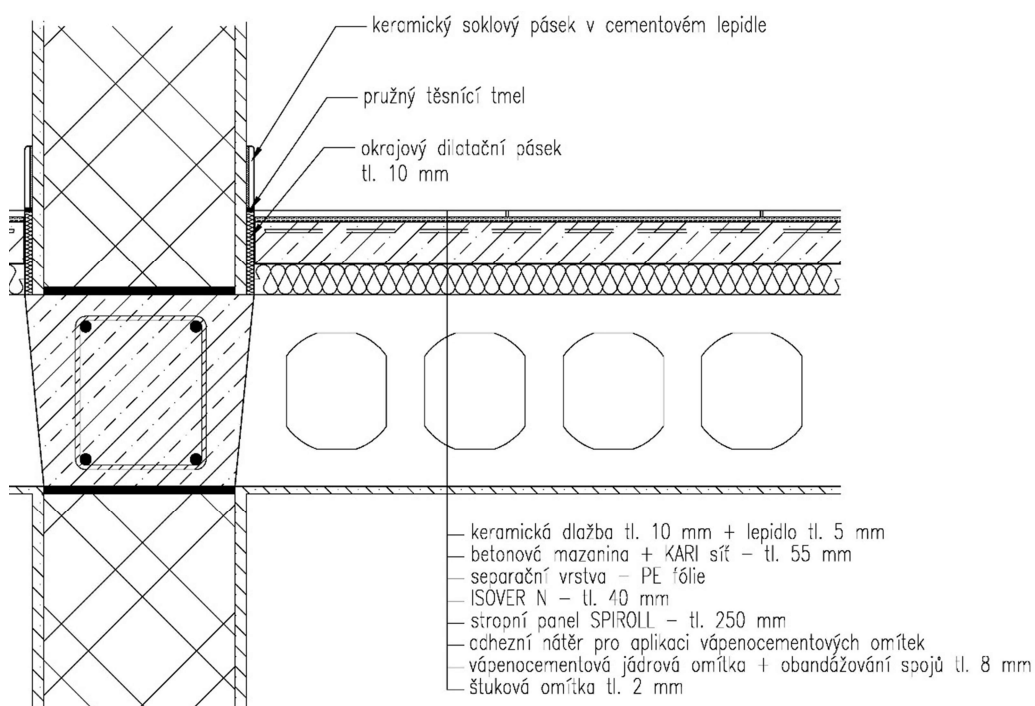
Přenosu kročejového zvuku je zamezeno vhodným návrhem skladby podlahového souvrství. V objektu jsou navrženy plovoucí podlahy, které jsou tvořeny pružnou izolační podložkou umístěnou na nosnou stropní konstrukci, separační fólií, roznášecí vrstvou z betonové mazaniny a nášlapnou vrstvou z keramické dlažby. Zásadní vliv na ochranu proti kročejovému hluku má umístění pružného dilatačního pásku ve styku mezi roznášecí betonovou vrstvou a svislými konstrukcemi, případně

technickým potrubím prostupujícím stropní konstrukcí. Na obrázku č. 8 je znázorněno ukončení podlahy ve styku se stěnou.

K posouzení ochrany proti kročejovému hluku je využit vzorec

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2, \quad (4.2)$$

v němž je $L'_{n,w}$ [dB] definována jako vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku, $L_{n,w}$ [dB] jako vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku a k_2 [dB] je korekce vázaná na boční přenos zvuku. Norma ČSN 73 0532 [13] udává maximálně možné hodnoty vážené hladiny kročejového hluku $L'_{n,w}$.

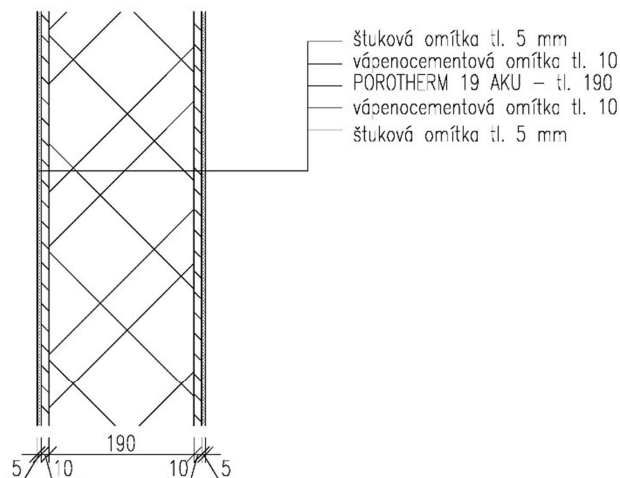


Obrázek č. 8 – Styk podlahového souvrství se svislou konstrukcí – umístění dilatačního pásku

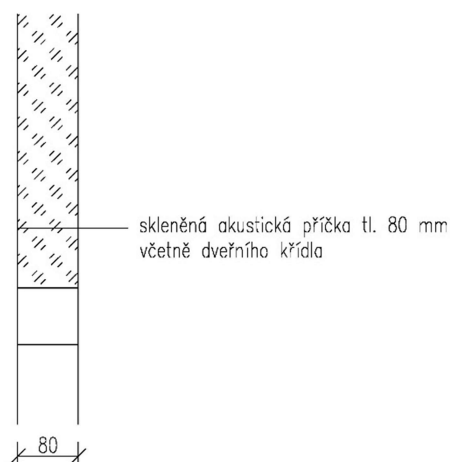
4.2 Navržené skladby

Z důvodu ochrany před šířením zvuku mezi místnostmi vzduchem nebo konstrukcí jsou řešeny tyto skladby:

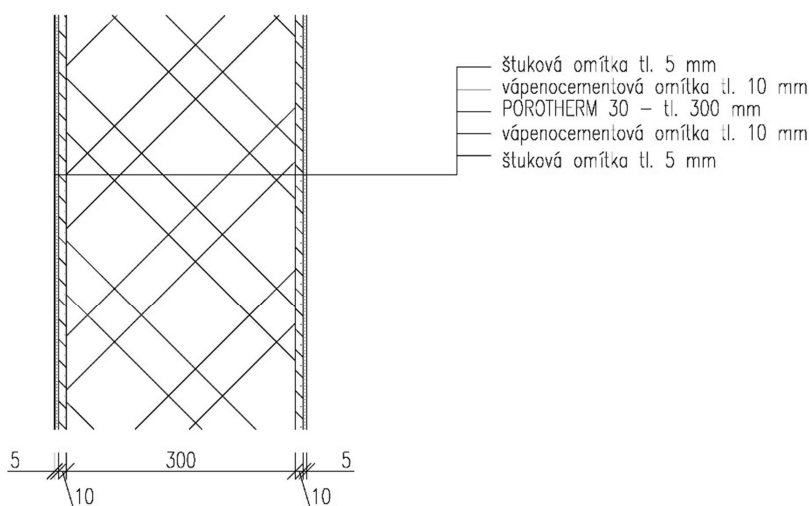
4.2.1 Dělicí konstrukce mezi prostory v administrativní části budovy



Obrázek č. 9 – Stěna z akustických cihelných bloků mezi administrativními prostory



Obrázek č. 10 – Prosklená dělicí konstrukce včetně dvěřního otvoru z vrstveného skla s protihlukovou fólií umístěná mezi chodbou pro zaměstnance a zasedací místnost



Obrázek č. 11 – Stěna z cihelných bloků mezi konzultační místností a zádveřím/chodbou 9

Dle ČSN 73 0532 [13] je určen požadavek na zvukovou izolaci mezi místnostmi pro dělicí konstrukce:

a) mezi kanceláři ekonoma a zasedací místností (pracovnou pro důvěrná jednání)

- $R'_{w,pož} = 50$ dB

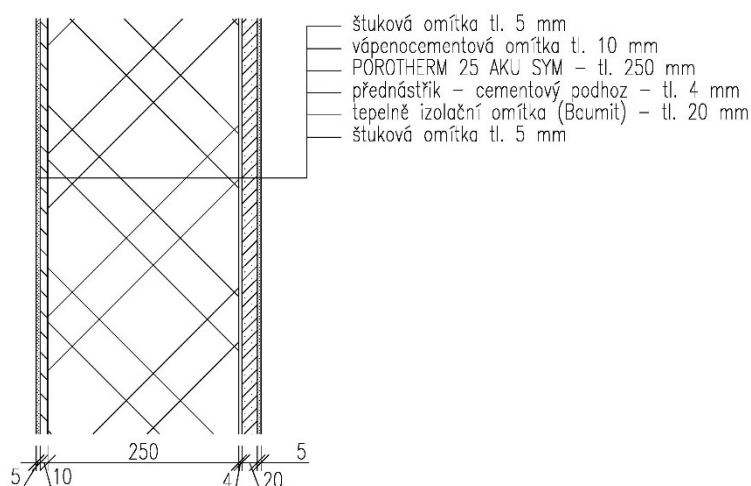
b) mezi kanceláři ekonoma a konzultační místností (pracovnou pro důvěrná jednání)

- $R'_{w,pož} = 50$ dB

c) mezi všemi administrativními místnostmi a chodbou či sociálním zázemím

- $R'_{w,pož} = 37$ dB

4.2.2 Dělicí konstrukce mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby

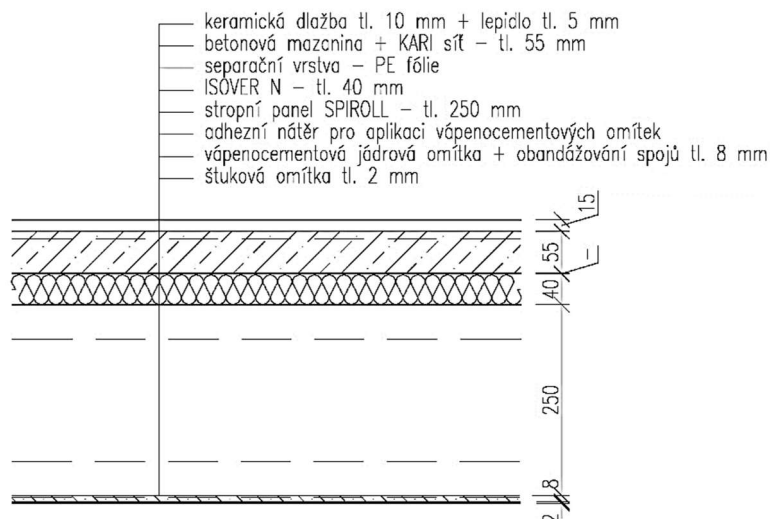


Obrázek č. 12 – Stěna z cihelných akustických bloků mezi prostorem chráněné dílny a dílnou údržby

Dle ČSN 73 0532 [13] je určen požadavek na zvukovou izolaci mezi místnostmi pro dělicí konstrukci mezi výukovým a hlučným prostorem (dílnou) s $L_{A,max} \leq 85$ dB:

$$R'_{w,pož} = 50 \text{ dB}$$

4.2.3 Stropní konstrukce mezi chráněnými dílnami



Obrázek č. 13 – Stropní souvrství řešené z hlediska kročejového hluku (mezi místnostmi chráněných dílen)

Dle ČSN 73 0532 [13] je určen požadavek na kročejovou izolaci mezi místnostmi pro stropní konstrukci mezi výukovými prostory: $L'_{n,w,pož} = 58$ dB

4.3 Posouzení navržených skladeb

4.3.1 Dělicí konstrukce mezi prostory v administrativní části budovy

a,b) mezi kanceláří ekonoma a místností pro důvěrné jednání (zasedací, konzultační)

- $R'_{w,pož} = 50$ dB

Hodnota získaná z technických údajů od výrobce [15]:

- $R_w = 54$ dB
- $k_1 = 3$ dB

Výpočet a posouzení:

$$R'_w = 54 - 3 = 51 \text{ dB} \quad (4.1)$$

$$R'_w = 51 \text{ dB} > R'_{w,pož} = 50 \text{ dB}$$

Vyhodnocení: Požadavek na vzduchovou neprůzvučnost je splněný, konstrukce vyhovuje.

c) mezi kanceláří a chodbou či sociálním zázemím

- $R'_{w,pož} = 37$ dB

Hodnoty získané z technických údajů od výrobce:

- Akustická dělicí stěna z cihelných bloků tl. 190 mm: $R_w = 54$ dB [15]
 - Vnitřní nosná stěna z cihelných bloků tl. 300 mm: $R_w = 52$ dB [16]
 - Akustická dělicí prosklená příčka SILENCE tl. 80 mm: $R_w = 45$ dB [17]
- $k_{1,zdivo} = 3$ dB
 - $k_{1,sklo} = 6$ dB

Výpočet a posouzení:

$$\text{I. } R'_w = 54 - 3 = 51 \text{ dB} \quad (4.1)$$

$$R'_w = 51 \text{ dB} > R'_{w,pož} = 37 \text{ dB}$$

$$\text{II. } R'_w = 52 - 3 = 49 \text{ dB} \quad (4.1)$$

$$R'_w = 49 \text{ dB} > R'_{w,pož} = 37 \text{ dB}$$

$$\text{III. } R'_w = 45 - 6 = 39 \text{ dB} \quad (4.1)$$

$$R'_w = 39 \text{ dB} > R'_{w,pož} = 37 \text{ dB}$$

Vyhodnocení: Požadavek na vzduchovou neprůzvučnost je u všech konstrukcí splněn.

4.3.2 Dělicí konstrukce mezi chráněnou dílnou a dílnou údržby

- $R'_{w,pož} = 50$ dB

Hodnota získaná z technických údajů od výrobce [18]:

- $R_w = 57$ dB
- $k_1 = 3$ dB

Výpočet a posouzení:

$$R'_w = 57 - 3 = 54 \text{ dB} \quad (4.1)$$

$$R'_w = 54 \text{ dB} > R'_{w,pož} = 50 \text{ dB}$$

Vyhodnocení: Požadavek na vzduchovou neprůzvučnost je splněný, konstrukce vyhovuje.

4.3.3 Stropní konstrukce mezi chráněnými dílnami

- $L'_{n,w,pož} = 58$ dB

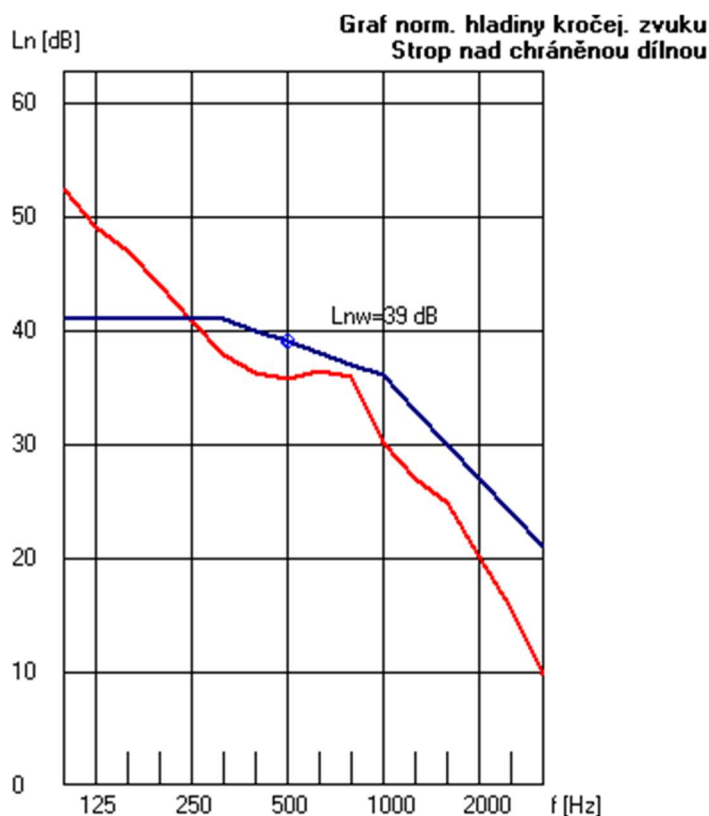
Hodnoty získané z technických údajů od výrobce [5]:

- $m' = 331$ kg/m²

Výsledná hodnota je vypočtena programem NEPRŮZVUČNOST [19]. Z důvodu absence dutinových panelů v katalogu materiálu byla stanovena výpočtem náhradní tloušťka stropní konstrukce h o hodnotě 0,144 m. Celý protokol z programu je uveden v příloze C.1.

Posouzení:

$$L'_{n,w,vyp} = 40 \text{ dB} \quad (4.2) < L'_{n,w,pož} = 58 \text{ dB}$$



Graf č. 1 – Graf normované hladiny kročejového hluku (strop mezi chráněnými dílnami) - grafický výstup z programu Neprůzvučnost [19] viz příloha C.1

Vyhodnocení: Požadavek na kročejový zvuk je splněný, konstrukce vyhovuje.

Závěr: Všechny posuzované konstrukce při posouzení na vzduchovou neprůzvučnost a kročejový hluk splňují požadavky dané normou ČSN 73 0532 [13].

4.4 Prostorová akustika

Cílem prostorové akustiky je dosažení požadované srozumitelnosti řeči v uzavřeném prostoru. Největší zastoupení těchto míst sloužících k poslechu hudby nebo přednesu řeči mají sály divadel a kin, operní sítě, posluchárny a zasedací místnosti. Důležitým parametrem uzavřeného prostoru zabývající se odrazem zvukové energie od stěn je doba dozvuku. Pro posluchače i přednášející je pro zajištění optimální doby dozvuku požadovaná srozumitelnost řeči. Chceme nejen co nejlépe rozumět, ale také zajistit, aby bylo rozuměno nám. V mém případě dojde při využití absorpčních materiálů v posuzované zasedací místnosti ke snížení odrazu zvuku, tím tak snížení doby dozvuku a zajištění požadované srozumitelnosti.

4.4.1 Doba dozvuku

Při zapnutí zdroje zvuku dojde po krátkém časovém intervalu k ustálení zvukového pole. Při výpočtech se tento stav přibližně nahrazuje modelem difúzního zvukového pole, kde je akustická energie v každém místě uzavřeného prostoru stejná za předpokladu šíření zvuku všemi směry. Při ukončení příjmu zvuku dochází k jeho zániku. Pokles hladiny akustického tlaku o 60 dB po vypnutí zdroje je definován jako doba dozvuku T [s]. Ta je ovlivněna objemem místnosti V [m³], materiálovým složením ohraničujících konstrukcí, respektive jejich hodnotou činitele zvukové pohltivosti α [-] závislou na kmitočtových pásmech f [Hz] a obsazeností místnosti osobami. Krátká doba dozvuku udává ztišenou místnost, dlouhá pak zapříčiňuje přítomnost ozvěny. Činitel zvukové pohltivosti α vyjadřuje poměr pohlcené energie k celkově dopadající povrchové energii a je v rozmezí hodnot od 0 do 1. Pokud se pohybuje v blízkosti 1, materiál má velikou pohltivost, když se však blíží k 0, jedná se o látku odrazivou. Z důvodu dosažení požadované srozumitelnosti řeči se zavádí optimální doba dozvuku T_{opt} [s]. Zvukové vlny se odrážejí od konstrukcí, přičemž při každém odrazu ztrácí část energie. Dozvuk je sledován v oktávových pásmech v rozmezí od 125–4000 Hz. Na vysokých kmitočtech pohlcují zvuk měkké materiály, jakými jsou desky z minerální vlny. Naopak nižší pásma vyžadují speciální akustické absorbéry či podhledy s děrováním.

V objektu je na dobu dozvuku posuzována již zmíněná zasedací místnost umístěná v prvním nadzemním podlaží v administrativní části budovy. Jedná se zejména o prostor využívaný při obchodních nebo finančních jednáních. Pro výpočet optimální doby dozvuku T_{opt} [s] závislé na objemu místnosti s křivkou zvolené funkce víceúčelový sál jsou použity vzorce dle normy ČSN 73 0525 [20], kde hodnota T_{opt} vyšla rovna 0,47 s. Hodnota horní meze je 0,564 s, hodnota spodní meze pro kmitočtové pásmo 125 a 4000 Hz je 0,305 s a hodnota spodní meze pro ostatní pásma nabývá hodnot 0,376 s. Orientačně je proveden výpočet dle Sabina:

$$T_{Sabine} = 0,163 \cdot \frac{V}{A}, \quad (4.3)$$

kde V je objem místnosti [m³] a A celková pohltivost místnosti [m²]. Celková pohltivost místnosti je vypočtena ze vztahu:

$$A = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \alpha_i, \quad (4.4)$$

kde α_i je činitel zvukové pohltivosti [-] a S_i je plocha povrchové konstrukce [m^2]. Pro výsledné porovnání s limitními mezemi je ovšem využit zpřesněný vztah dle Eyringa, ve kterém je počítáno s poklesem intenzity zvuku při každém odrazu od překážky s ohledem na čas. Vztah je definován:

$$T_{Eyring} = 0,163 \cdot \frac{V}{-\sum S \cdot \alpha_E}, \quad (4.5)$$

kde V je objem místnosti [m^3], $\sum S$ celková plocha povrchů [m^2] a α_E [-] je tzv. Eyringův činitel zvukové pohltivosti vypočtený vzorcem:

$$\alpha_E = -\ln(1 - \alpha_m) \quad (4.6)$$

Hodnota α_m [-] je střední činitel zvukové pohltivosti stanovený jako průměr hodnot ze všech ploch v místnosti.

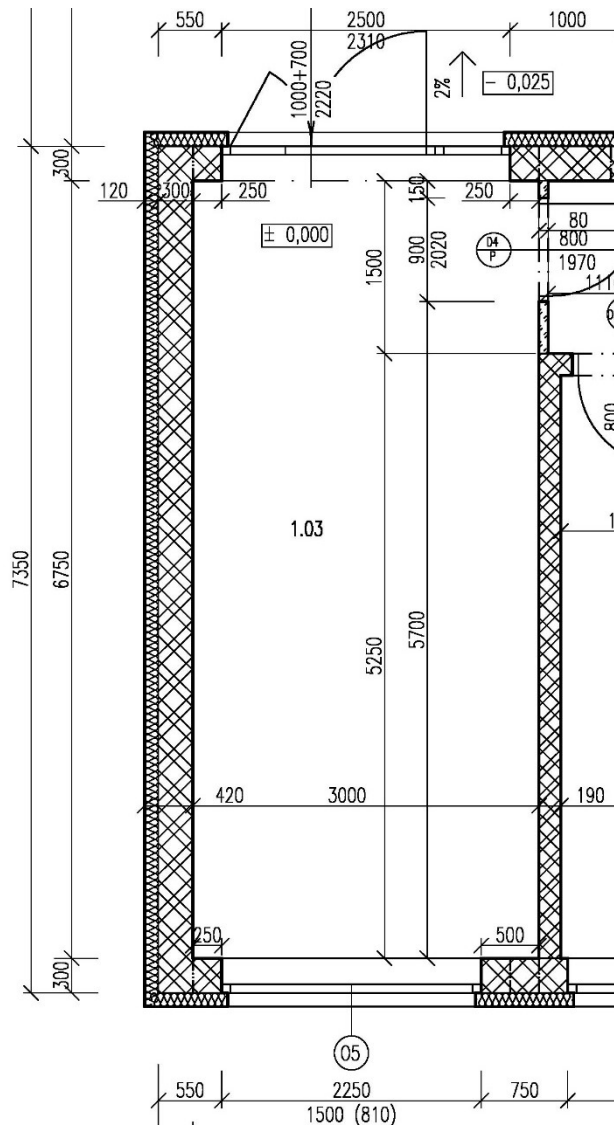
Veškeré výpočty je provedeny v programu MS Excel a výsledné hodnoty pro původní stav jsou uvedeny v tabulce č. 1. Tabulky č. 2 a č. 3 obsahují vypočtené hodnoty po stavebních úpravách.

4.4.1.1 Původní stav

V místnosti je na svislých zděných a vodorovných stropních konstrukcích navržena finální vrstva tvořená štukovou omítkou. Vstupní dveře z chodby do zasedací místnosti tvoří součást prosklené dělicí stěny. Z jižní strany fasády je v místnosti osazeno dřevohliníkové okno o rozměrech 2250 x 1500 mm s parapetem ve výšce 810 mm. V severní části je umístěna prosklená francouzská sestava o rozměrech 2500 x 2310 mm. Pro zjednodušení výpočtu se hodnoty okna, francouzské sestavy a prosklené dělicí konstrukce uvažují kompletně ze skla. Objem místnosti, při půdorysných rozměrech 6,75 m a 3 m se světlou výškou 2,8 m, je roven 56,7 m^3 . Předpokládaná obsazenost lidmi je z architektonické studie [1] odhadnuta na 9 osob. Hodnoty činitele zvukové pohltivosti jsou zvoleny dle doc. Čechury [11]. Výsledné doby dozvuku jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Vstupní parametry:

Objem místnosti	56,7 m^3
Součet ploch $\sum S$:	95,1 m^2
Počet osob:	9

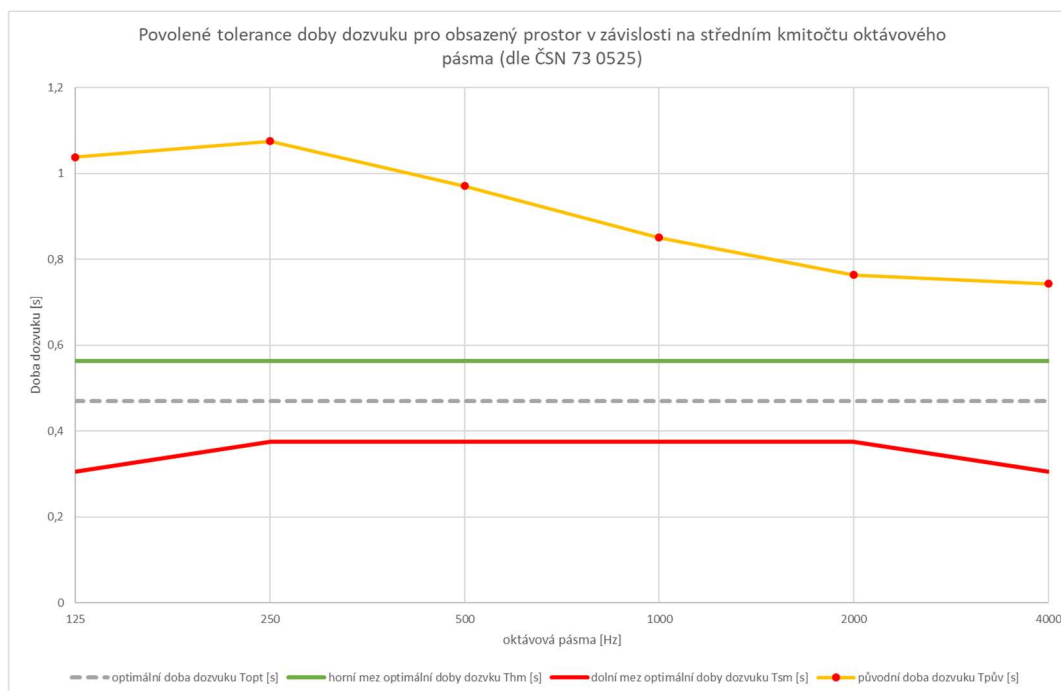


Obrázek č. 14 - Původní stav v zasedací místnosti

f [Hz]	S [m ²]	125		250		500		1000		2000		4000	
		α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α
strop - omítka	20,25	0,020	0,405	0,020	0,405	0,020	0,405	0,030	0,6075	0,040	0,81	0,040	0,81
podlaha - koberec zátěžový	20,25	0,050	1,0125	0,080	1,62	0,110	2,2275	0,150	3,0375	0,200	4,05	0,250	5,0625
stěny - omítka	41,25	0,020	0,825	0,020	0,825	0,020	0,825	0,030	1,2375	0,040	1,65	0,040	1,65
prosklená stěna s dveřmi	4,2	0,300	1,26	0,200	0,84	0,150	0,63	0,100	0,42	0,060	0,252	0,040	0,168
prosklené dveře na zahradu	5,775	0,300	1,7325	0,200	1,155	0,150	0,86625	0,100	0,5775	0,060	0,3465	0,040	0,231
okno - sklo	3,375	0,300	1,0125	0,200	0,675	0,150	0,50625	0,100	0,3375	0,060	0,2025	0,040	0,135
nábytek	n_{osob} [ks]	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$	A [m ²]	$n_{osob} \cdot A$
čalouněné křeslo - obsazené	9	0,250	2,25	0,300	2,7	0,400	3,6	0,450	4,05	0,450	4,05	0,400	3,6
V [m ³]	ΣS [m ²]	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)
56,7	95,1	0,089	8,4975	0,086	8,22	0,095	9,06	0,108	10,2675	0,119	11,361	0,123	11,6565
T _{Sabine} [s] (4.3)		1,088		1,124		1,020		0,900		0,813		0,793	
T _{Eyring} [s] (4.5)		1,038		1,075		0,971		0,851		0,764		0,743	

Tabulka č. 1 – Výpočet doby dozvuku původního stavu v programu MS Excel, pozn. použité vzorce z kapitoly 4.4.1 jsou uvedené v závorkách

Grafické znázornění situace:



Graf č. 2 – Povolené tolerance doby dozvuku stanovené dle ČSN 73 0525 [20] v porovnání s dobou dozvuku původního stavu

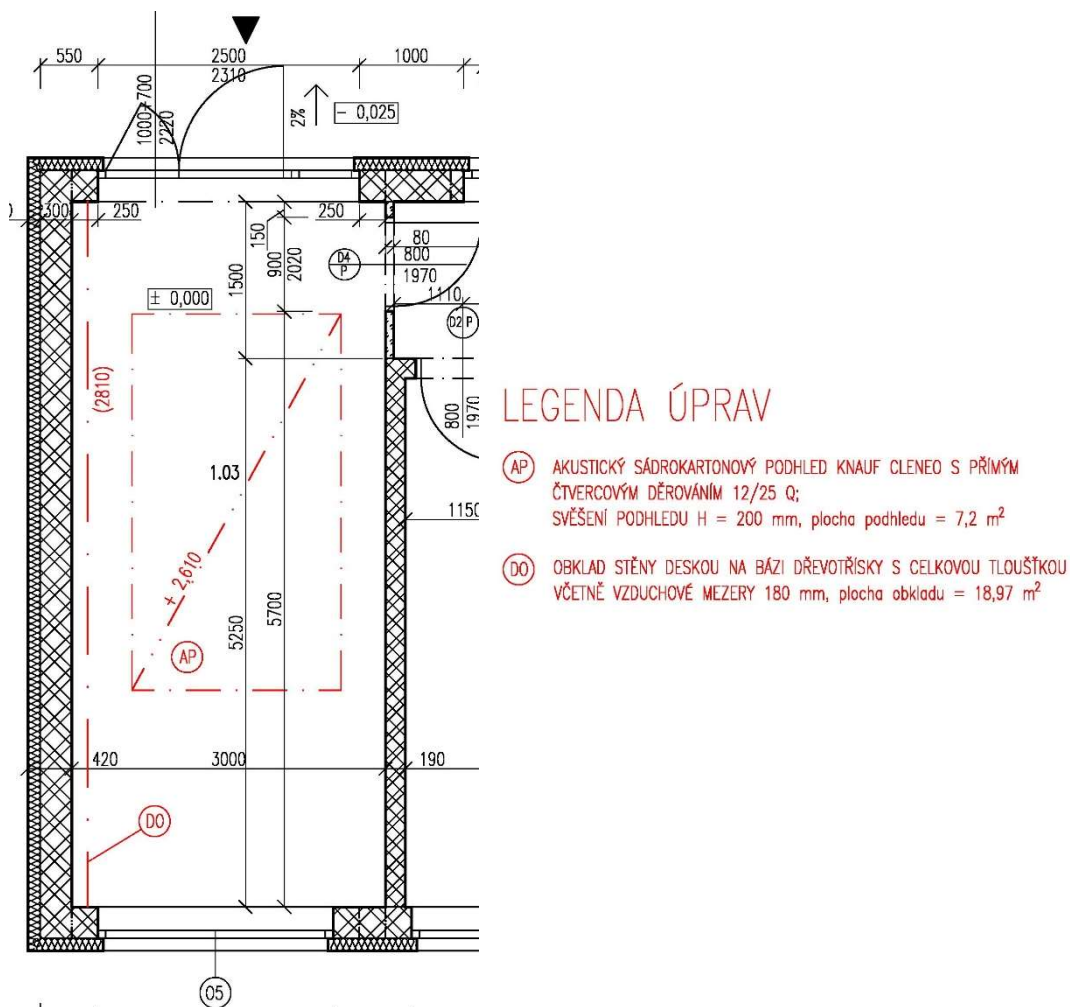
Vyhodnocení: Doba dozvuku vyšla oproti stanoveným limitům vyšší, proto je potřebné navrhnout optimální stavební řešení.

4.4.2 Pohltivé stavební úpravy v zasedací místnosti

Z důvodu nedodržení požadované hodnoty doby dozvuku jsou v zasedací místnosti navrženy tyto varianty pohltivých úprav nijak neomezující účel řešeného prostoru:

4.4.2.1 Varianta č. 1

Do střední části místnosti je navržen zavěšený akustický podhled s přímým čtvercovým děrováním ze sádkartonových desek od společnosti Knauf, odsazený od panelů o rozměr 200 mm. Přesné parametry podhledu a hodnoty činitele zvukové pohltivosti α , uvažované ve výpočtu jsou uvedeny v technickém listu výrobce [22]. Na zbytku stropní konstrukce je ponechána štuková omítka. Pro dosažení požadovaného výsledku se vnitřní povrch obvodové stěny obloží dřevotřískovou deskou se vzduchovou mezerou tloušťky 150 mm. Činitel α desky je stanoven z tabulky dle doc. Čechury [11]. Výsledné hodnoty včetně původního stavu jsou uvedeny v tabulce č. 2.

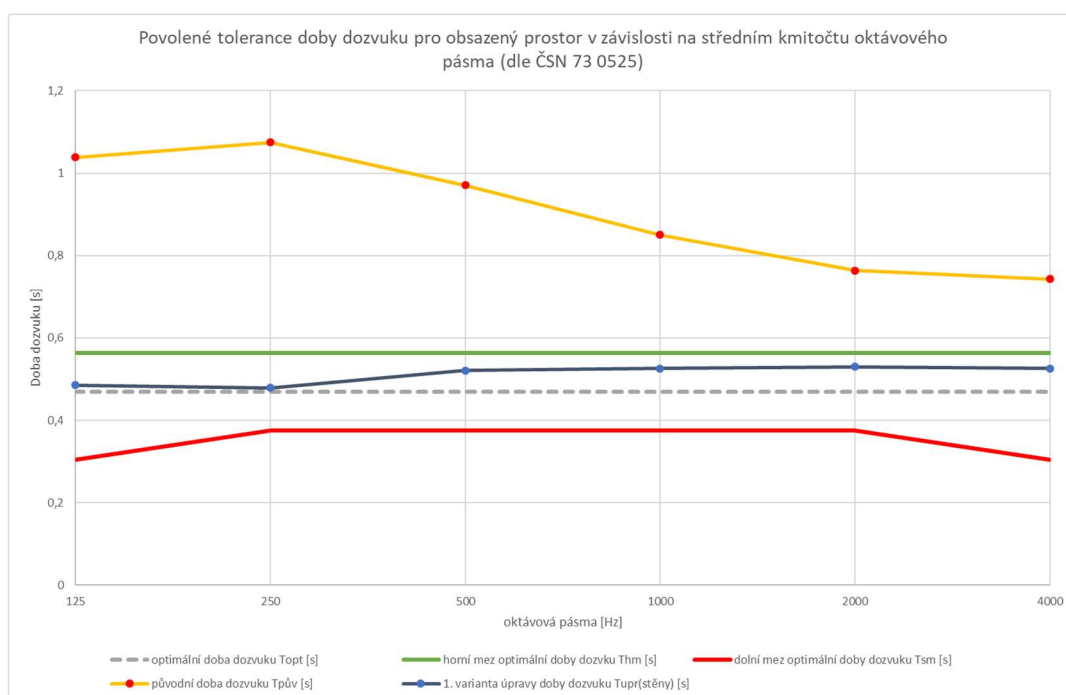


Obrázek č. 15 – Stavební úpravy zasedací místnosti – varianta č. 1

f [Hz]	s [m ²]	125		250		500		1000		2000		4000	
		α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α
strop - akustický podhled Knauf Cleneo	7,2	0,500	3,6	0,700	5,04	0,800	5,76	0,700	5,04	0,650	4,68	0,650	4,68
strop - omítka	13,05	0,020	0,261	0,020	0,261	0,020	0,261	0,030	0,3915	0,040	0,522	0,040	0,522
podlaha - koberec zátěžový	20,25	0,050	1,0125	0,080	1,62	0,110	2,2275	0,150	3,0375	0,200	4,05	0,250	5,0625
obklad stěny dřevotřískovou deskou s mezerou	18,9	0,300	5,67	0,250	4,725	0,100	1,89	0,080	1,512	0,050	0,945	0,040	0,756
stěny - omítka	22,35	0,020	0,447	0,020	0,447	0,020	0,447	0,030	0,6705	0,040	0,894	0,040	0,894
prosklená stěna s dveřmi	4,2	0,300	1,26	0,200	0,84	0,150	0,63	0,100	0,42	0,060	0,252	0,040	0,168
prosklené dveře na zahradu	5,775	0,300	1,7325	0,200	1,155	0,150	0,86625	0,100	0,5775	0,060	0,3465	0,040	0,231
okno - sklo	3,375	0,300	1,0125	0,200	0,675	0,150	0,50625	0,100	0,3375	0,060	0,2025	0,040	0,135
nábytek	n_{osob} [ks]	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$	A [m ²]	$n_{\text{osob}} \cdot A$
čalouněné křeslo - obsazené	9	0,250	2,25	0,300	2,7	0,400	3,6	0,450	4,05	0,450	4,05	0,400	3,6
V [m ³]	ΣS [m ²]	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)	α_m	A (4.4)
56,7	95,1	0,181	17,2455	0,184	17,463	0,170	16,188	0,169	16,0365	0,168	15,942	0,169	16,0485
T_{Sabine} [s] (4.3)			0,536		0,529		0,571		0,576		0,580		0,576
T_{Eyring} [s] (4.5)			0,486		0,479		0,521		0,526		0,530		0,526

Tabulka č. 2 – Výpočet doby dozvuku varianty č. 1 v programu MS Excel, pozn. použité vzorce z kapitoly 4.4.1 jsou uvedené v závorkách

Grafické znázornění situace:



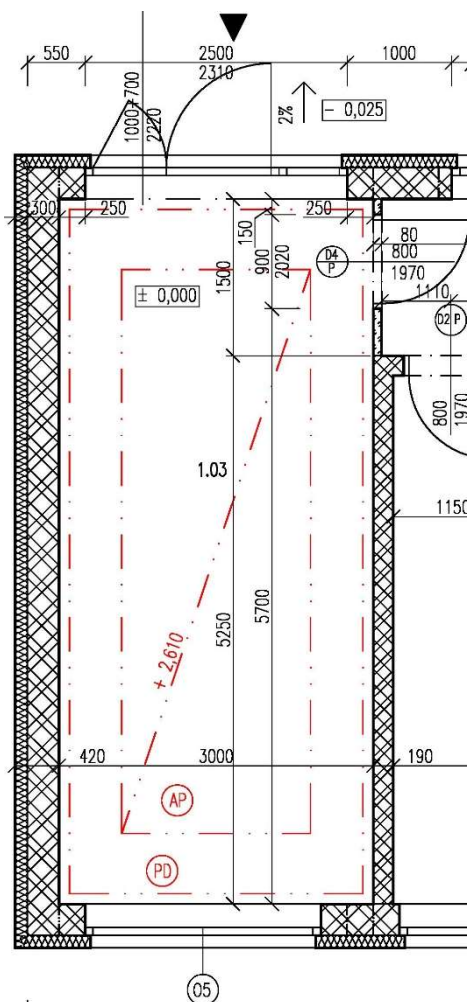
Graf č. 3 – Povolené tolerance doby dozvuku stanovené dle ČSN 73 0525 [20] v porovnání s dobou dozvuku varianty č. 1 a dobou dozvuku původního stavu

Vyhodnocení: Výsledná spojnice leží v oblasti grafu povolených tolerancí. Varianta č. 1 splňuje požadavek daný normou ČSN 73 0527 [21].

4.4.2.2 Varianta č. 2

V této variantě je proveden podhled s odsazením od stropní konstrukce o hodnotu 200 mm po celé místnosti. Ve střední části jsou navrženy stropní desky z minerální vlny s pravidelným děrováním Knauf Symetra RG 4-10. Parametry prvku a činitele zvukové pohltivosti v jednotlivých pásmech jsou převzaty z technického listu výrobku [23]. Ve zbytku prostoru je uvažován podhled z dřevotřískových desek.

Hodnoty jsou vypsány z tabulky dle doc. Čechury [11]. Z důvodu zmenšení světlé výšky místnosti na 2,6 m je objem přepočten na hodnotu 56,2 m³ a plocha ohraničujících povrchů na 91,2 m². Výsledné hodnoty včetně původního stavu jsou uvedeny v tabulce č. 3.



LEGENDA ÚPRAV

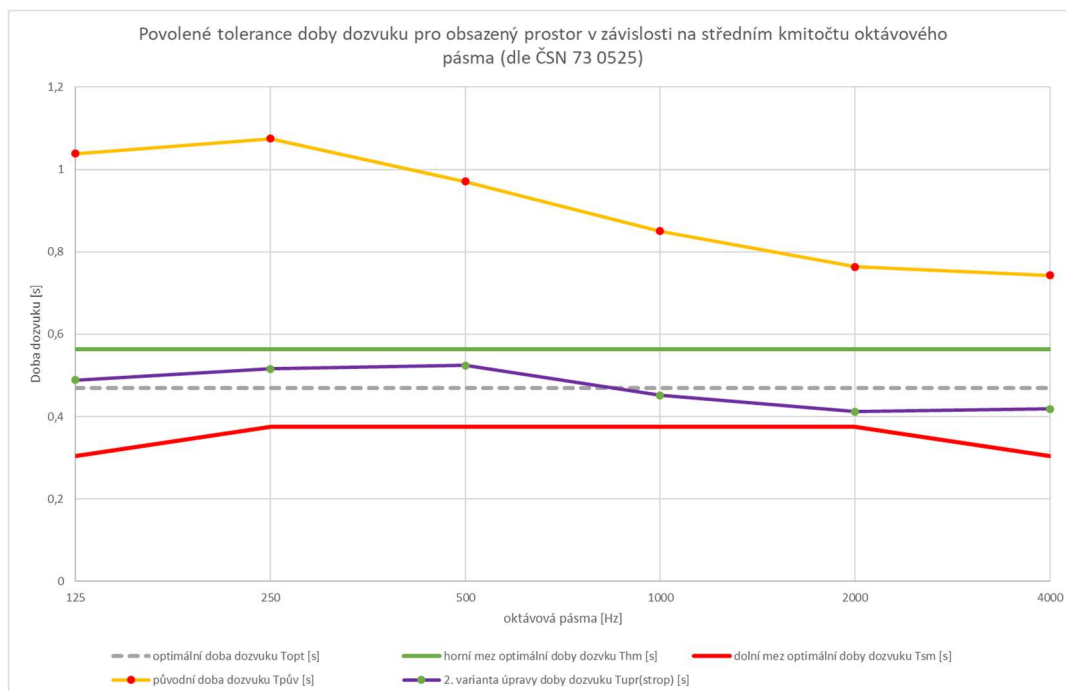
- ⓐ AKUSTICKÝ PODHLED Z MINERÁLNÍ VLNY KNAUF AMF SYMETRA RG 4-10, TLOUŠTKY 15 mm; SVĚŠENÍ PODHLEDU H = 200 mm, plocha podhledu = 9,72 m²
- ⓓ PODHLED Z DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK; SVĚŠENÍ PODHLEDU H = 200 mm, plocha podhledu = 10,53 m²

Obrázek č. 16 – Stavební úpravy v zasedací místnosti – varianta č. 2

f [Hz]	s [m ²]	125		250		500		1000		2000		4000	
		α	S.α	α	S.α	α	S.α	α	S.α	α	S.α	α	S.α
strop - akustický podhled	9,72	0,550	5,346	0,550	5,346	0,600	5,832	0,750	7,29	0,850	8,262	0,800	7,776
strop - dřevotřísková deska s mezerou	10,53	0,300	3,159	0,250	2,6325	0,100	1,053	0,080	0,8424	0,050	0,5265	0,040	0,4212
podlaha - koberec zátěžový	20,25	0,050	1,0125	0,080	1,62	0,110	2,2275	0,150	3,0375	0,200	4,05	0,250	5,0625
stěny - omítka	37,65	0,020	0,753	0,020	0,753	0,020	0,753	0,030	1,1295	0,040	1,506	0,040	1,506
prosklená stěna s dveřmi	3,9	0,300	1,17	0,200	0,78	0,150	0,585	0,100	0,39	0,060	0,234	0,040	0,156
prosklené dveře na zahradu	5,775	0,300	1,7325	0,200	1,155	0,150	0,86625	0,100	0,5775	0,060	0,3465	0,040	0,231
okno - sklo	3,375	0,300	1,0125	0,200	0,675	0,150	0,50625	0,100	0,3375	0,060	0,2025	0,040	0,135
nábytek	n _{osob} [ks]	A [m ²]	n _{osob} .A	A [m ²]	n _{osob} .A	A [m ²]	n _{osob} .A	A [m ²]	n _{osob} .A	A [m ²]	n _{osob} .A	A [m ²]	n _{osob} .A
čalouněné křeslo - obsazené	9	0,250	2,25	0,300	2,7	0,400	3,6	0,450	4,05	0,450	4,05	0,400	3,6
V [m ³]	ΣS [m ²]	α _m	A (4.4)	α _m	A (4.4)	α _m	A (4.4)	α _m	A (4.4)	α _m	A (4.4)	α _m	A (4.4)
52,65	91,2	0,180	16,4355	0,172	15,6615	0,169	15,423	0,194	17,6544	0,210	19,1775	0,207	18,8877
T _{Sabine} [s] (4.3)		0,562		0,590		0,599		0,524		0,482		0,489	
T _{Eyring} [s] (4.5)		0,489		0,516		0,525		0,452		0,412		0,419	

Tabulka č. 3 – Výpočet doby dozvuku varianty č. 2 v programu MS Excel, pozn. použité vzorce z kapitoly 4.4.1 jsou uvedené v závorkách

Graf znázornění situace



Graf č. 4 - Povolené tolerance doby dozvuku stanovené dle ČSN 73 0525 [20] v porovnání s dobou dozvuku varianty č. 2 a dobou dozvuku původního stavu

Vyhodnocení: Křivka doby dozvuku varianty č. 2 je umístěná v oblasti povolených mezí a splňuje tak požadavek daný normou ČSN 73 0527 [21].

4.4.3 Vyhodnocení stavebních úprav z hlediska doby dozvuku

Zvolenou stavební úpravou je varianta č. 1 z důvodů zachování původní světlé výšky na větší části plochy místnosti a zajištění většího množství objemu vzduchu v místnosti. Mezi jednotlivé sádkartonové desky akustického podhledu se umístí svítidla umělého osvětlení a společně s vhodně vybraným dřevotřískovým obkladem tak dotvoří vzhled interiéru a ovlivní atmosféru v celé místnosti.

5. Stavební světelná technika

Dalším z oborů stavební fyziky je světelná technika, která se zabývá přirozeným osvětlením objektů bez využití umělých zdrojů světelné energie. Rozděluje se na rozdílné směry, kterými jsou proslunění či oslunění a denní osvětlení.

Rozdíl mezi osluněním a prosluněním je v odlišnosti místa dopadu slunečních paprsků. Osluněná plocha je umístěna ve venkovním prostředí, z čehož je patrné, že se posuzují především místa určená k rekreačním nebo kulturním účelům. Příkladem posuzovaných areálů je vhodné uvést hřiště či přírodní amfiteátry. Při vyhodnocení se uplatňuje vykreslení zastíněné plochy řešeného prostoru v situačním výkrese a splnění požadovaných parametrů oslunění daných normou ČSN 73 4301 [24]. Při proslunění dopadá sluneční energie do interiéru, a proto je vyžadována zejména u obytných místností v bytových objektech, učebnách základních škol nebo nemocničních pokojích. Požadavky jsou určeny taktéž normou ČSN 73 4301 [24].

5.1 Denní osvětlení

Při průniku světla přes výplně otvorů do místnosti prostřednictvím slunečních paprsků a rozptýleného svitu v atmosféře mluvíme o denním osvětlení. Pro uživatele budovy má přísun denního světla zásadní význam nejen v oblasti komfortní, ale také zdravotní a finanční. Po ekonomické stránce se ve dne, v případě zajištění dostatečného denního osvětlení místnosti, šetří energie, které by v případě využití elektrických umělých zdrojů vznikaly. Množství denního světla má velký vliv i na naše zdraví. Jeho nedostatek může způsobit zdravotní problémy, především bolesti očí často předcházejícími bolestem hlavy. *„Hlavním požadavkem z hlediska osvětlení je zraková pohoda, která je popisována jako příjemný fyziologický stav organismu vyvolaný světelným prostředím, které je potřebné pro konání efektivní práce, pro odpočinek a které splňuje hygienické limity.“* [25]⁵.

Při posuzování je počítáno s modelem rovnoměrně zatažené oblohy v zimě, jakožto nejnepříznivější variantou. V budově jsou řešeny místnosti s trvalým pobytem

⁵ VYCHYTIL J., KAŇKA J. *Stavební světelná technika. Přednášky*. Praha : ČVUT v Praze, 2016; kap. 5.1. / s. 65

osob, které jsou dány pobytem lidí v místnosti déle než 4 hodiny přes den a současně častěji než 1x týdně. Hodnocenou veličinou je činitel denní osvětlenosti D [%], který vyjadřuje množství přirozeného světla v místnosti. Vypočítá se ze vztahu:

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100, \quad (5.1)$$

kde E [lx] je osvětlenost v kontrolním bodě a E_h [lx] současná horizontální exteriérová osvětlenost na nezastíněné rovině. Poloha kontrolních bodů je určena v pravidelné síti, začínající v místě vzdáleném 1 m od svislých konstrukcí. Výška srovnávací roviny je ve všech místnostech dána hodnotou 850 mm a vnitřní kontrolní body jsou od sebe umístěny z důvodu získání přesnějších informací o rozložení denního světla o rozměr 500 mm. Dalším požadavkem zajišťujícím zrakovou pohodu je rovnoměrnost osvětlení U [-], která je určena ve funkčně vymezeném prostoru⁶ v kontrolních bodech na srovnávací rovině. Při osvětlení svislými okenními otvory je dána rovnicí:

$$U = \frac{D_{min}}{D_{max}}, \quad (5.2)$$

kde D_{min} [%] je minimální a D_{max} [%] maximální hodnotou činitele denní osvětlenosti. Pokud je navrženo kombinovaného osvětlení (tzn. osvětlení svislými otvory, nejčastěji umístěnými v obvodovém plášti budovy a vodorovnými osvětlovacími otvory ve střešní konstrukci) využívá se vzorce:

$$U = \frac{D_{min}}{D_m}, \quad (5.3)$$

v němž je místo maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti uvažovaná hodnota průměrná D_m [%].

5.2 Místnosti s požadavky na osvětlení

V objektu je řešeno celkem 5 místností s trvalým pobytem osob, na které jsou kladeny požadavky na splnění minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5$ % v závislosti na zrakové třídě a hodnoty rovnoměrnosti denního osvětlení $U \geq 0,20$, dané normou ČSN 73 0580-1 [26]. Výpočet denního osvětlení je proveden v programu Světlo+ [27].

⁶ Funkčně vymezený prostor je prostor splňující požadavek dle ČSN 73 0580-1 [26] na minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti, který je ohraničený spojnici těchto hodnot, tzv. izočarou

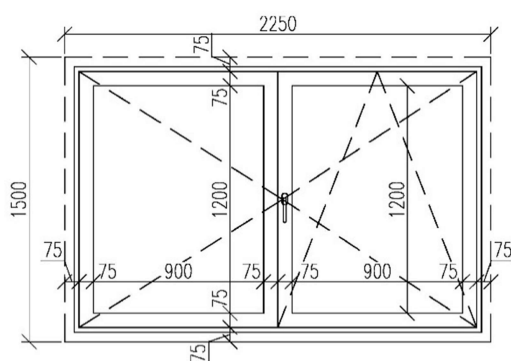
Hodnoty čistých ploch zasklení jsou spočteny pomocí vzorce:

$$\tau_k = \frac{A_s}{A_c}, \quad (5.4)$$

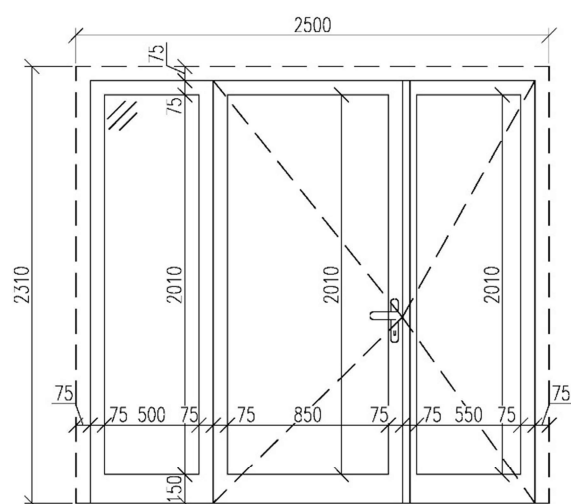
kde τ_k je poměr čisté plochy zasklení [-], A_s [m²] je plocha zasklení a A_c [m²] je celková plocha okna.

5.2.1 Kancelář ředitele/zasedací místnost

Kancelář ředitele společná se zasedací místností se řadí do třídy zrakové činnosti IV dle ČSN 73 0580-1 [26] jako místnost pro běžnou kancelářskou práci. V místnosti je navrženo okno o rozměrech 2250 x 1500 mm a francouzská sestava složená z dveřního, částečně otevíravého a pevně zaskleného křídla. Výplně otvorů jsou zobrazeny na obrázcích č. 17 a č. 18.



Obrázek č. 17 – Okno O5 v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů



Obrázek č. 18 – Francouzská sestava FS1 s vyznačením zasklení a celkových rozměrů

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O5

- Celková plocha A_c : 3,38 m²
- Plocha zasklení A_s : 2,16 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k** : **0,64** (výpočet dle vztahu 5.4)

Francouzská sestava FS1

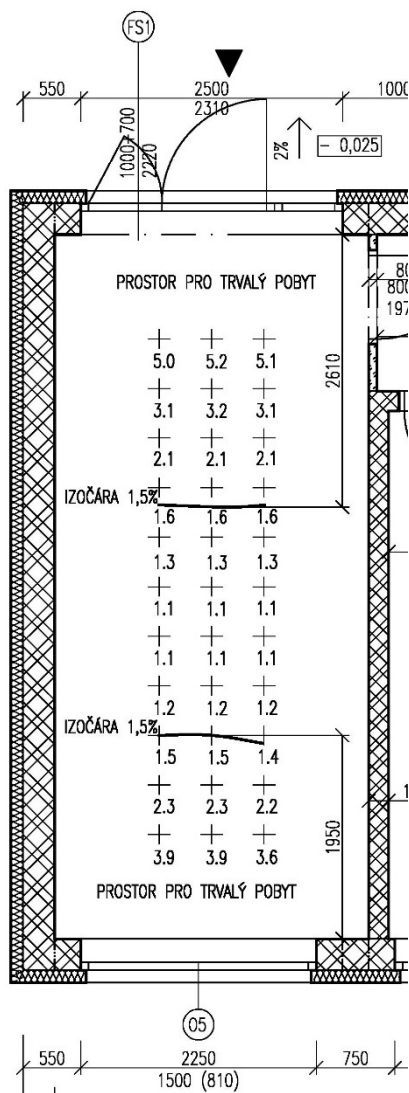
- Celková plocha A_c : 5,78 m²
- Plocha zasklení A_s : 3,82 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k** : **0,66** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

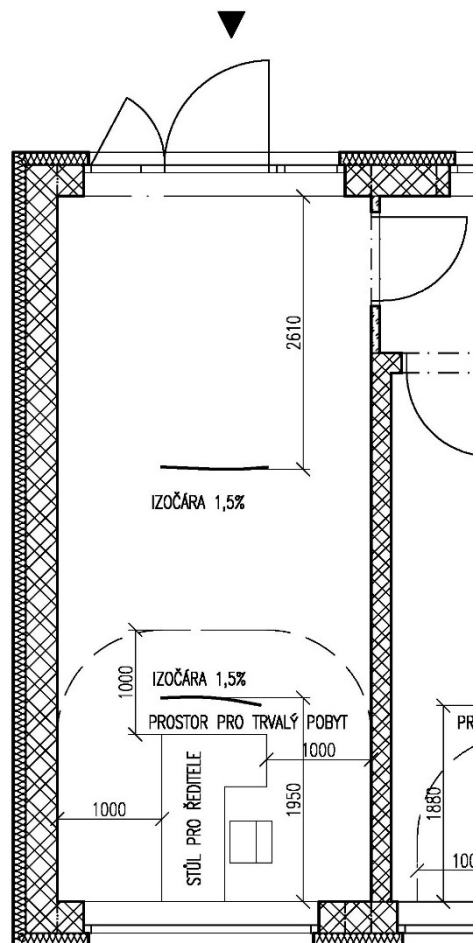
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90⁷
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,95⁸

⁷ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

⁸ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou malého znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 19 – Vyhodnocená kancelář ředitele/zasedací místnost z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.1.1 a D.1.2



Obrázek č. 20 - Vymezení funkčního prostoru se zakreslením předpokládaného umístění pracovního stolu v kanceláři ředitele/zasedací místnosti

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnoty viz příloha D.1):

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

$$D_{\max} = 5,2 \%$$

$$U = 1,5/5,2 = 0,29 \text{ (výpočet dle vztahu 5.2)} > 0,2$$

Vyhodnocení: Navržená místnost vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26].

Prostor pro trvalý pobyt osob je vymezen dvojicí izočar o hodnotě $D_{\min} = 1,5 \%$.

Předpokládané umístění stolu pro ředitele, u kterého se pro trvalý pobyt předpokládá primárně určená část stolu kolmo na okno, je znázorněno na obrázku č. 20.

5.2.2 Kancelář ekonoma

Kancelář ekonoma je umístěna do třídy zrakové činnosti IV dle ČSN 73 0580-1 [26] jako místnost pro běžnou kancelářskou práci. V místnosti je navrženo pouze okno o rozměrech 2250 x 1500 mm, které je zobrazeno na obrázku č. 17.

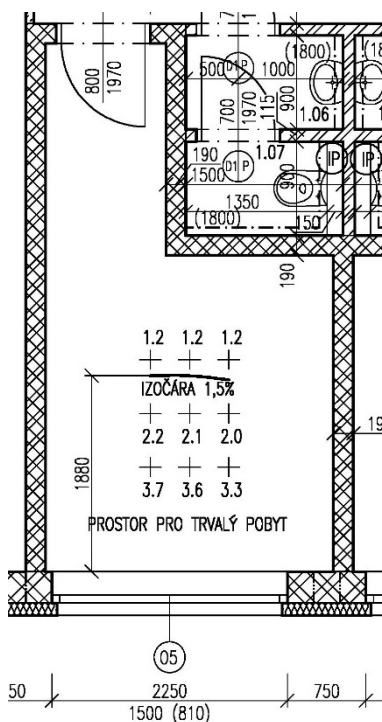
Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O5

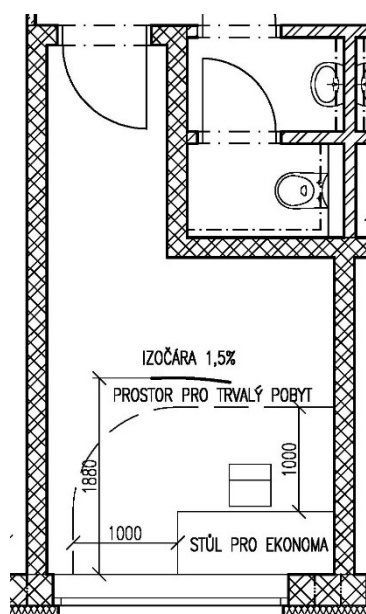
- Celková plocha A_c : 3,38 m²
- Plocha zasklení A_s : 2,16 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,64** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90⁹
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,95¹⁰



Obrázek č. 21 – Vyhodnocená kancelář ekonoma z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.2.1 a D.2.2



Obrázek č. 22 - Vymezení funkčního prostoru se zakreslením předpokládaného umístění pracovního stolu v kanceláři ekonoma

⁹ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

¹⁰ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou malého znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnota viz příloha D.2):

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

$$D_{\max} = 3,6 \%$$

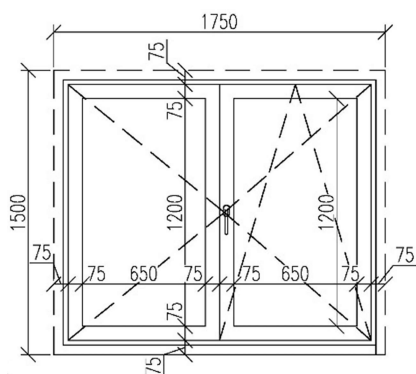
$$U = 1,5/3,6 = 0,42 \text{ (výpočet dle vztahu 5.2)} > 0,2$$

Vyhodnocení: Navržená místnost vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26].

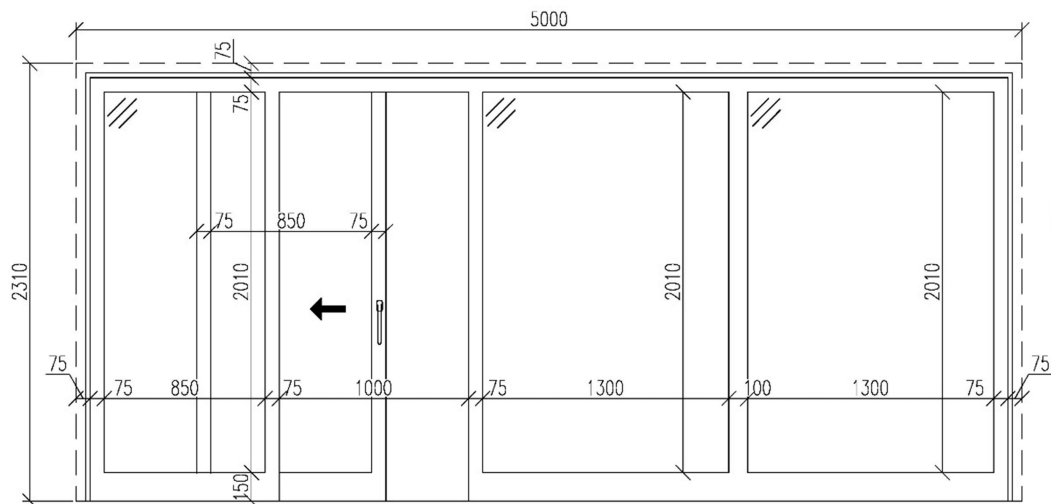
Prostor pro trvalý pobyt je vymezen izočárou o hodnotě $D_{\min} = 1,5 \%$. Předpokládané umístění pracovního stolu pro ekonoma je znázorněno na obrázku č. 22.

5.2.3 Obchod s kavárnou

Obchod s kavárnou je umístěn do třídy zrakové činnosti IV dle ČSN 73 0580-1 [26] jako místnost pro práci u pokladny. U části místnosti s pultem sloužícím k prodeji je vyžadováno splnění požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5\%$, aby nemusela být zřízena denní místnost pro zaměstnance. V místnosti je navrženo okno o rozměrech 1750 x 1500 mm a na jižní straně objektu je umístěna francouzská sestava rozměru 5000 x 2310 mm, z části opatřená posuvnými dveřmi a z části pevně zasklená. Výplně otvorů jsou znázorněny na obrázcích č. 23 a č. 24.



Obrázek č. 23 - Okno O3 v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů



Obrázek č. 24 - Francouzská sestava FS5 s vyznačením zasklení a celkových rozměrů

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O3

- Celková plocha A_c : 2,63 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,56 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,59** (výpočet dle vztahu 5.4)
- Celková plocha A_c : 11,55 m²
- Plocha zasklení A_s : 8,64 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,75** (výpočet dle vztahu 5.4)

Francouzská sestava FS5

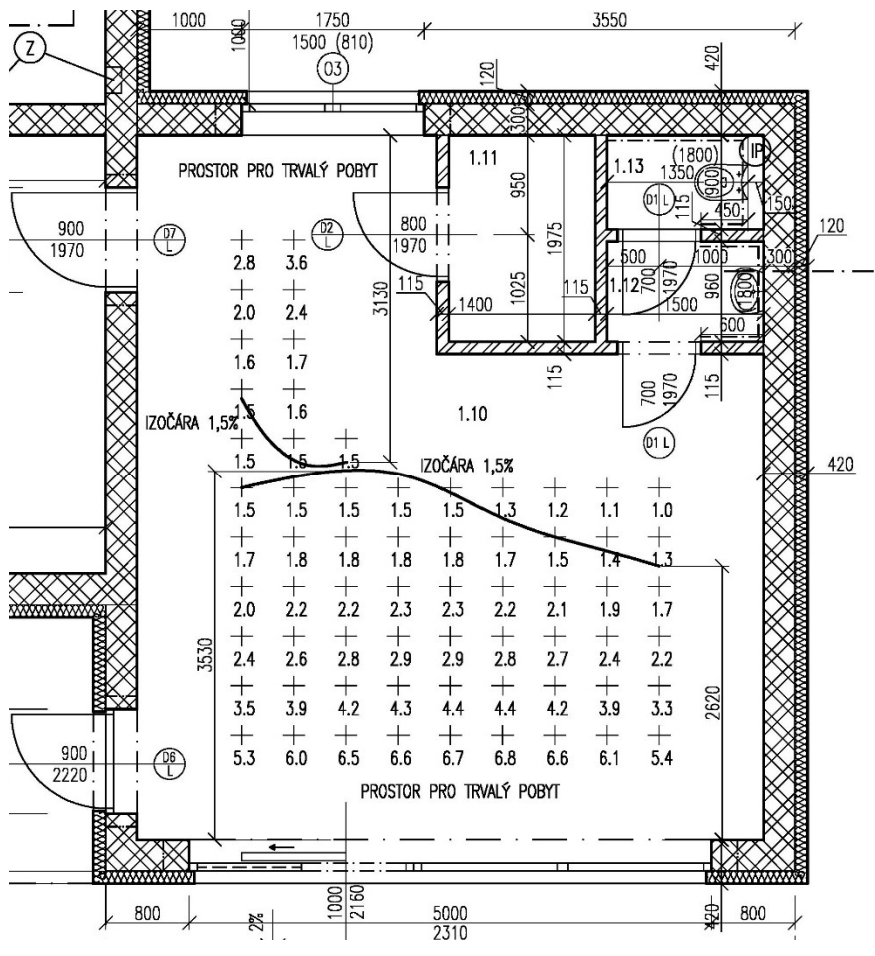
- Celková plocha: 11,55 m²
- Plocha zasklení: 8,64 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení: 0,75**

Ostatní hodnoty:

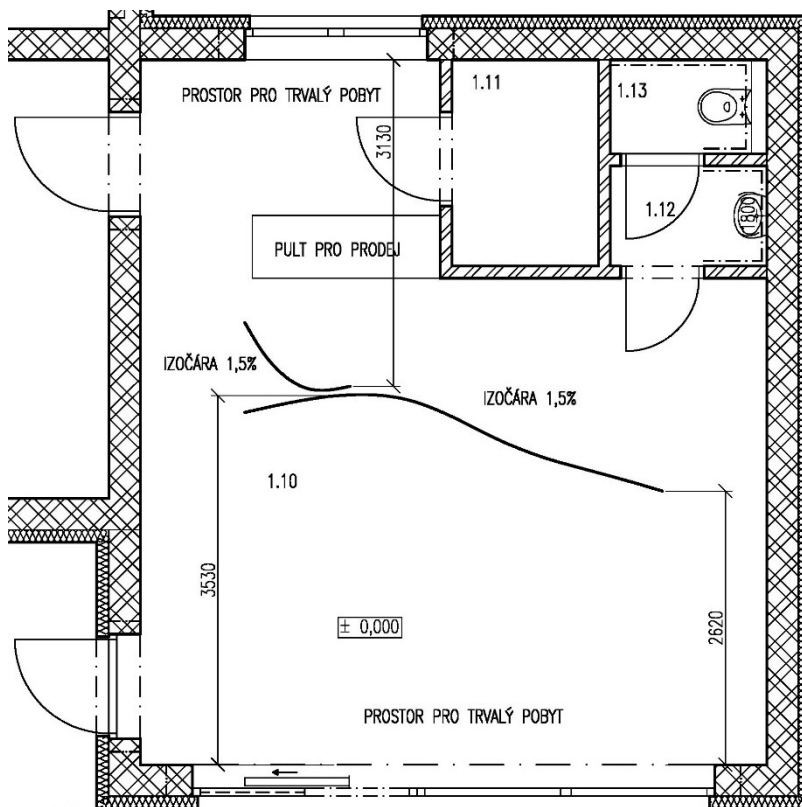
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90¹¹
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,95¹²

¹¹ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

¹² Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou malého znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 25 - Vyhodnocený obchod s kavárnou z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.3.1 a D.3.2



Obrázek č. 26 - Vymezení funkčního prostoru se zakreslením předpokládaného umístění prodejního pultu v prostoru obchodu s kavárnou

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnoty viz příloha D.3):

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

$$D_{\max} = 6,8 \%$$

$$U = 1,5/6,8 = 0,22 \text{ (výpočet dle vztahu 5.2) } > 0,2$$

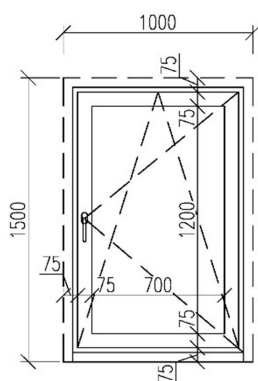
Vyhodnocení: Navržená místnost vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26].

Prostor pro trvalý pobyt je vymezen dvojicí izočar o hodnotách $D_{\min} = 1,5 \%$.

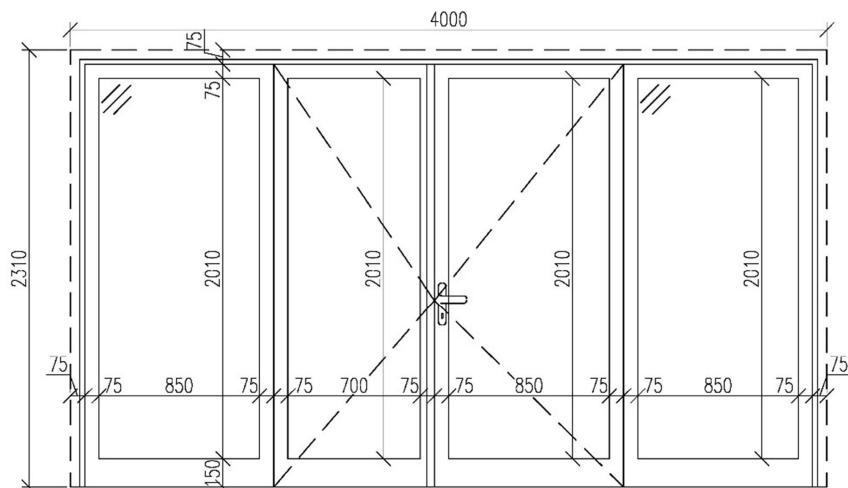
Na obrázku č. 26 je znázorněno předpokládané umístění prodejního pultu. Z důvodu splnění požadavku na denní osvětlení v prostoru určeného pro prodavače, není potřebné zřizovat denní místnost.

5.2.4 Chráněná dílna v 1. NP

Chráněná dílna je zařazena do třídy zrakové činnosti IV dle ČSN 73 0580-1 [26] jako místnost sloužící pro středně přesné činnosti (hrubší šití věnců, práce s přírodními materiály, apod.). V místnosti jsou navržena dvě okna o rozměrech 1000 x 1500 mm a prosklená francouzská sestava rozměru 4000 x 2310 mm umožňující přístup na zahradu. Výplně otvorů jsou zobrazeny na obrázcích č. 27 a č. 28. Vstup na zahradu je chráněn dřevěným přístřeškem s polykarbonátovým zastřešením. Z důvodu možného ovlivnění denního osvětlení je výpočet proveden variantně bez započítání přístřešku (polykarbonátové čiré zastřešení může z části propustit světelnou energii) a se započítáním přístřešku (nepříznivější stav).



Obrázek č. 27 - Okno O1 v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů



Obrázek č. 28 - Francouzská sestava FS3 s vyznačením zasklení a celkových rozměrů

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O1

- Celková plocha A_c : 2,63 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,56 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,59** (výpočet dle vztahu 5.4)

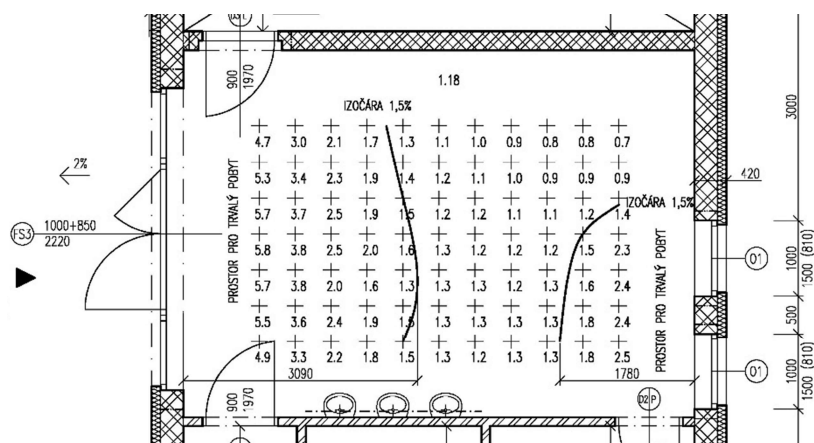
Francouzská sestava FS3

- Celková plocha A_c : 11,55 m²
- Plocha zasklení A_s : 8,64 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,75** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druha skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90¹³
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,85¹⁴

a) varianta bez započítání přístřešku

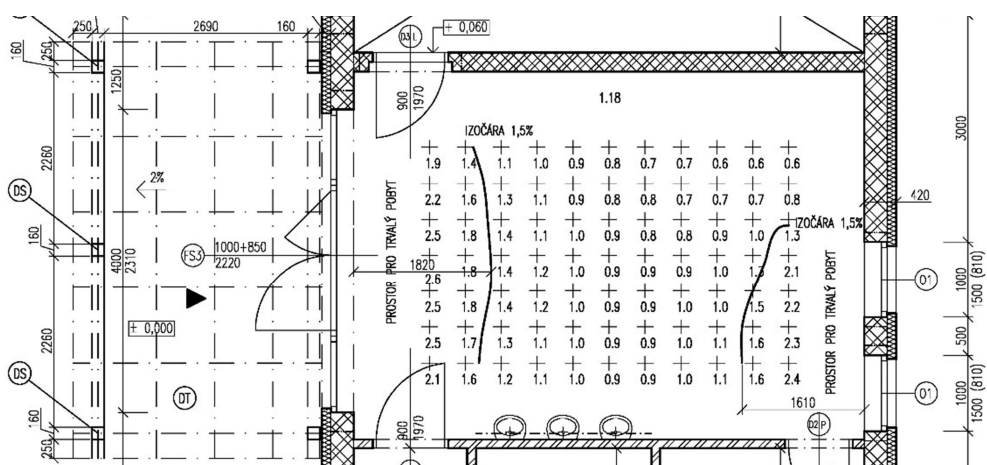


Obrázek č. 29 – Vyhodnocená chráněná dílna s bez přístřešku (1.NP) z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.4.1 a D.4.2

¹³ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

¹⁴ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]

b) varianta se započítání přístřešku

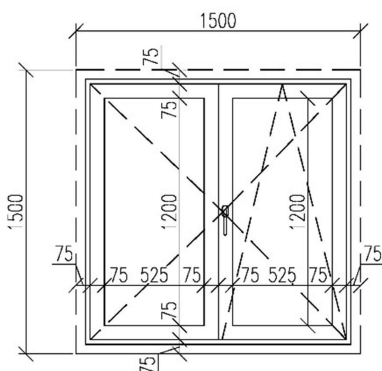


Obrázek č. 30 – Vyhodnocená chráněná dílna s přístřeškem (1.NP) z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.5.1 a D.5.2

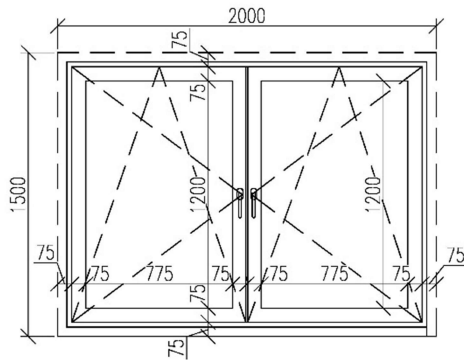
Vyhodnocení: Navržená místnost nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26]. Prostor pro trvalý pobyt je v obou variantách vymezen dvojicí izočar. Situace jsou znázorněny na obrázcích č. 29 a č. 30. Z důvodu možného zanesení polykarbonátové krytiny přístřešku je počítáno s variantou č. b), kde je přístřešek uvažován neprůsvitný. Pro zajištění většího procenta funkčně vymezeného prostoru určeného pro trvalý pobyt osob je potřebné provést stavební úpravy.

5.2.5 Chráněná (keramická) dílna v 2. NP

Chráněná dílna je zařazena do třídy zrakové činnosti IV dle ČSN 73 0580-1 [26] jako místnost sloužící pro středně přesné činnosti (práce s keramikou). V místnosti jsou navržena tři okna o rozměrech 1000 x 1500 mm, dále jedno okno rozměru 1500 x 1500 mm a okno o rozměrech 2000 x 1500 mm. Výplně otvorů jsou zobrazeny na obrázcích č. 27 a č. 31 a č. 32.



Obrázek č. 31 - Okno O2 v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů



Obrázek č. 32 - Okno O4 v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O4

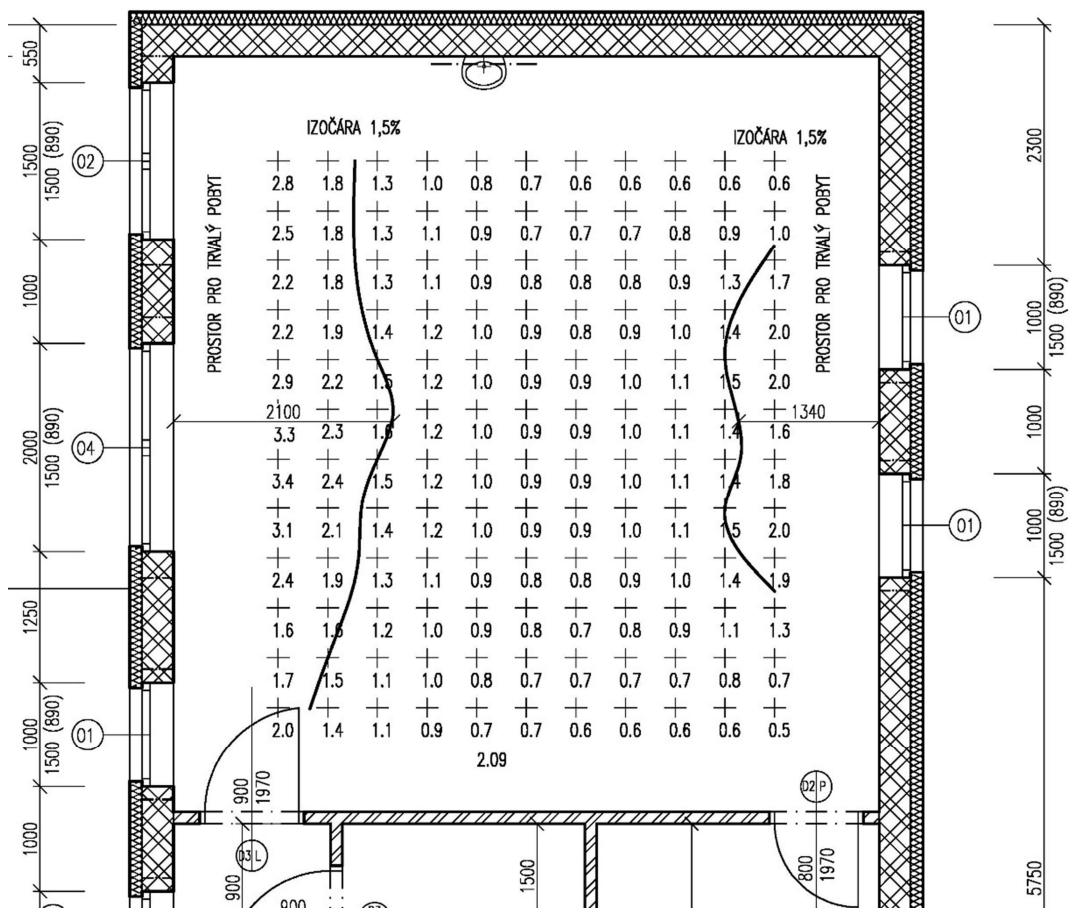
- Celková plocha A_c : 3,00 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,86 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,62** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

- Číselník vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Číselník vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90¹⁵
- Číselník vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,85¹⁶

¹⁵ Hodnota číselníku vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

¹⁶ Hodnota číselníku vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 33 – Vyhodnocená keramická dílna (2.NP) z hlediska denního osvětlení, viz přílohy D.6.1 a D.6.2

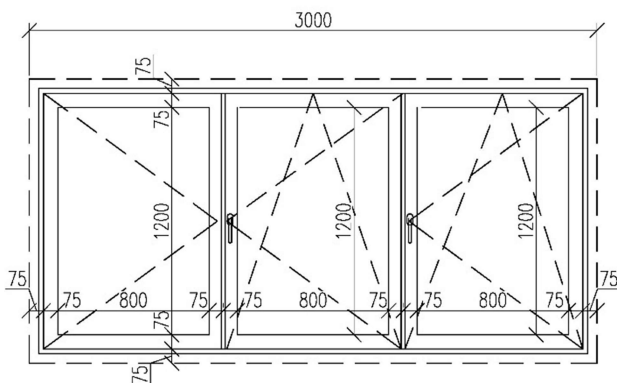
Vyhodnocení: Navržená místnost nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26]. Prostor pro trvalý pobyt je vymezen dvojicí izočar a je zobrazen na obrázku č. 33. Pro zajištění většího procenta funkčně vymezeného prostoru určeného pro trvalý pobyt osob je potřebné provést stavební úpravy.

5.3 Stavební úpravy místností s nevyhovujícím denním osvětlením

V místnostech s nevyhovujícím požadavkem na procento funkčně vymezené plochy byly navrženy tyto úpravy:

5.3.1 Úpravy chráněné dílny v 1. NP

Z východní strany je navrženo nové okno o rozměrech 3000 x 1500 mm zobrazené na obrázku č. 34. Stávající výplně otvorů z východní strany byly odstraněny. Hodnoty francouzské sestavy FS3 jsou převzaty z obrázku č. 28.



Obrázek č. 34 - Okno O6 nově navržené v posuzované místnosti s vyznačením zasklení a celkových rozměrů

Vstupní údaje zadané do programu:

Francouzská sestava FS3

- Celková plocha A_c : 11,55 m²
- Plocha zasklení A_s : 8,64 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,75** (výpočet dle vztahu 5.4)

Okno O6 – navržené v rámci úprav

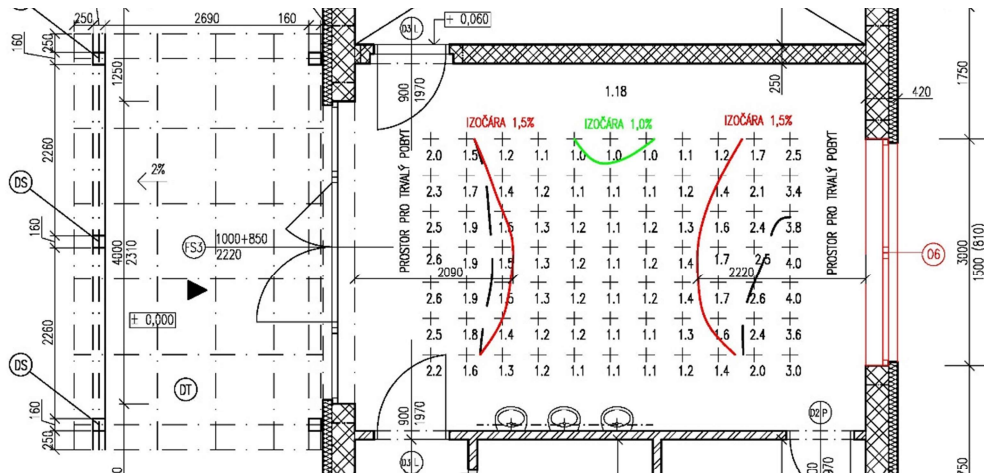
- Celková plocha A_c : 4,5 m²
- Plocha zasklení A_s : 2,88 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,64** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

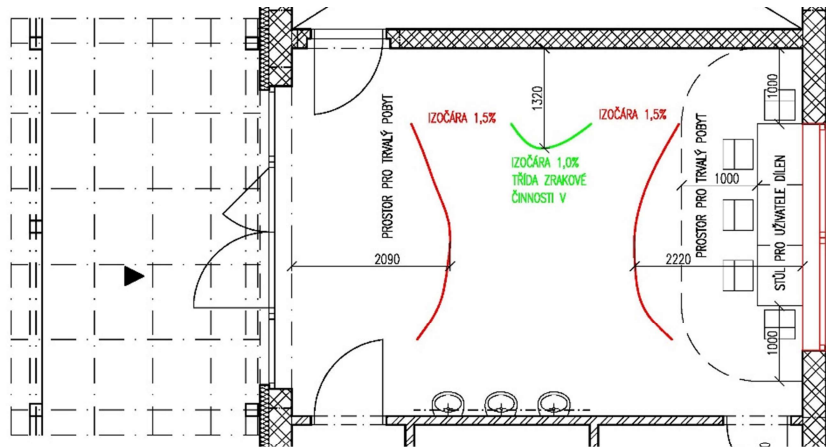
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90¹⁷
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,85¹⁸

¹⁷ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

¹⁸ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 35 - Vyhodnocená chráněná dílna (1.NP) po provedení úprav, pozn. čárkovaně kresleny izočáry původního stavu, červeně nové hodnoty činitele denní osvětlenosti 1,5 % a zeleně nové hodnoty činitele denní osvětlenosti 1,0 %, viz přílohy D.7.1, D.7.2 a D.7.3



Obrázek č. 36 - Vymezení funkčního prostoru se zakreslením předpokládaného rozmístění pracovních stolů v chráněné dílně v 1.NP – červeně třída zrakové činnosti IV o hodnotě $D_{min} = 1,5\%$ a zeleně třída zrakové činnosti V o hodnotě $D_{min} = 1,0\%$

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnoty viz příloha D.7):

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

$D_{max} = 3,9\%$

$U = 1,5/3,9 = 0,38$ (výpočet dle vztahu 5.2) $> 0,2$

Vyhodnocení: V navržené místnosti nelze splnit požadavek normy ČSN 73 0580-1 [26] na využití prostoru pro účel výroby předmětů z přírodních materiálů z důvodu nedostatečného denního osvětlení. V dané dílně je nutné při zachování navržené funkce místnosti snížit obsazenost klientů z 10 na 5 nebo se souhlasem hygienika omezit kategorii zrakové činnosti na č. V (viz obrázek č. 36).

5.3.2 Úpravy chráněné keramické dílny v 2. NP

5.3.2.1 Varianta č. 1

Okenní otvory na východní straně objektu jsou rozšířeny na rozměr 2000 x 1500 mm. Výplně otvorů jsou na obrázcích č. 27, č. 31 a č. 32.

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O1

- Celková plocha A_c : 2,63 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,56 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,59** (výpočet dle vztahu 5.4)

Okno O2

- Celková plocha A_c : 2,25 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,26 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,56** (výpočet dle vztahu 5.4)

Okno O4

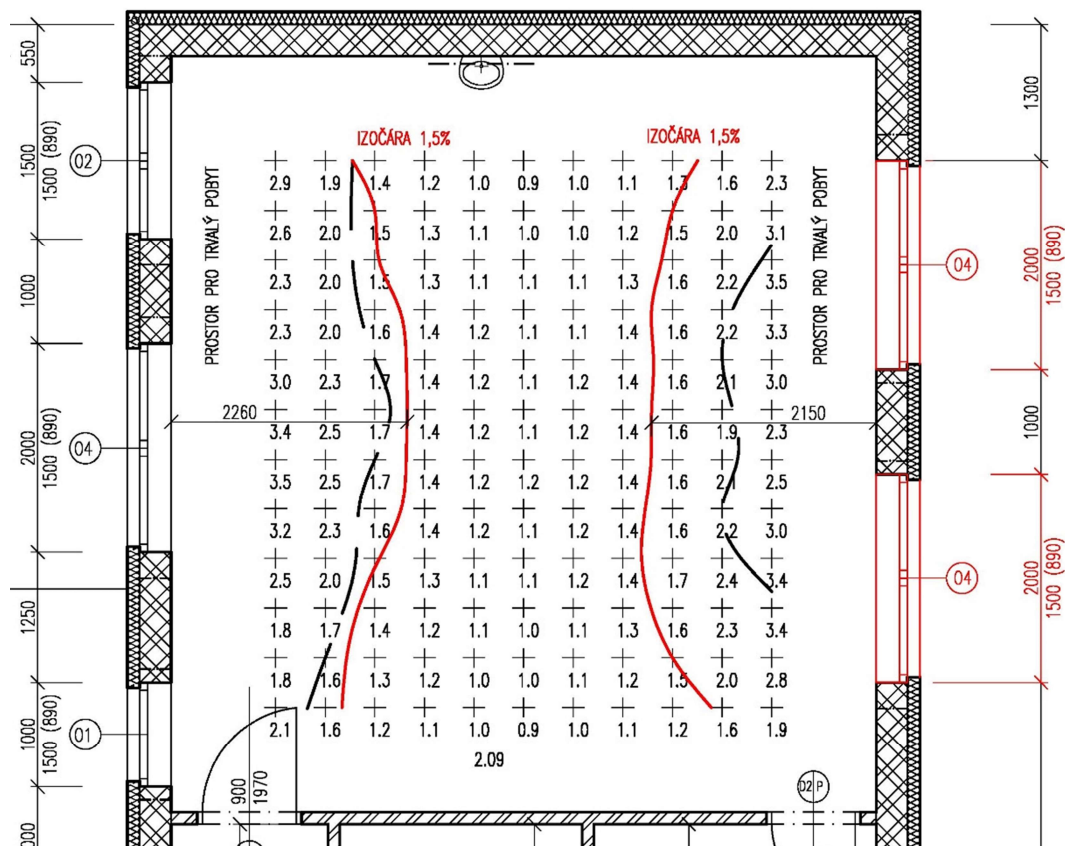
- Celková plocha A_c : 3,00 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,86 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,62** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

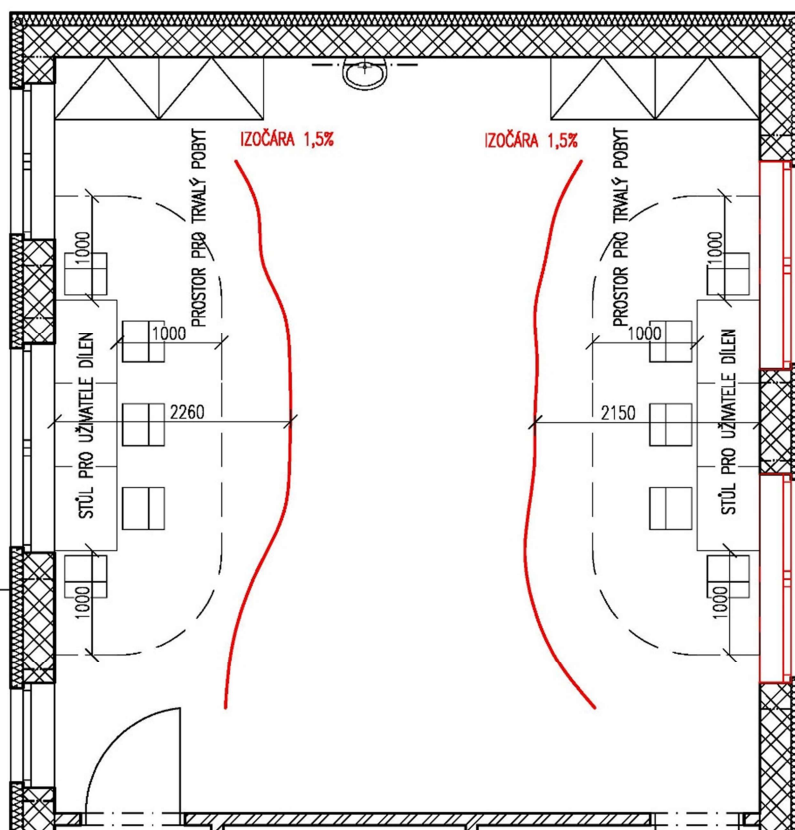
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]
- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90¹⁹
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,85²⁰

¹⁹ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

²⁰ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 37 - Vyhodnocená keramická chráněná dílna (2.NP) po provedení úprav, pozn. čárkovaně kresleny izočáry původního stavu a červeně nové hodnoty činitele denní osvětlenosti 1,5 %, viz přílohy D.8.1 a D.8.2



Obrázek č. 38 – Vymezení funkčního prostoru varianty č. 1 se zakreslením předpokládaného rozmístění pracovních stůlů v chráněné keramické dílně v 2. NP

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnoty viz příloha D.8):

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

$$D_{\max} = 3,5 \%$$

$$U = 1,5/3,5 = 0,43 \text{ (výpočet dle vztahu 5.2)} > 0,2$$

Vyhodnocení: Navržená místnost vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26].
Prostor pro trvalý pobyt je vymezen dvojicí izočar o hodnotách $D_{\min} = 1,5 \%$.
Na obrázku č. 38 je zobrazeno předpokládané rozmístění pracovních stolů s ohledem na splnění požadovaného denního osvětlení.

5.3.2.2 Varianta č. 2

V místnosti jsou navrženy nové dva střešní světlíky o rozměrech 1173 x 1673 mm. Vnitřní rozměry zasklení jsou 951 x 1451 mm [29]. Z důvodu osvětlení místnosti kombinovaným (tzn. bočním a horním) osvětlovacím systémem je požadavek na minimální průměrnou hodnotu činitele denního osvětlení $D_m = 3,0 \%$.

Vstupní údaje zadané do programu:

Okno O1

- Celková plocha A_c : 2,63 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,56 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,59** (výpočet dle vztahu 5.4)

Okno O2

- Celková plocha A_c : 2,25 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,26 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,56** (výpočet dle vztahu 5.4)

Okno O4

- Celková plocha A_c : 3,00 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,86 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,62** (výpočet dle vztahu 5.4)

Střešní světlík

- Celková plocha A_c : 1,96 m²
- Plocha zasklení A_s : 1,38 m²
- **Poměr čisté plochy zasklení τ_k : 0,70** (výpočet dle vztahu 5.4)

Ostatní hodnoty:

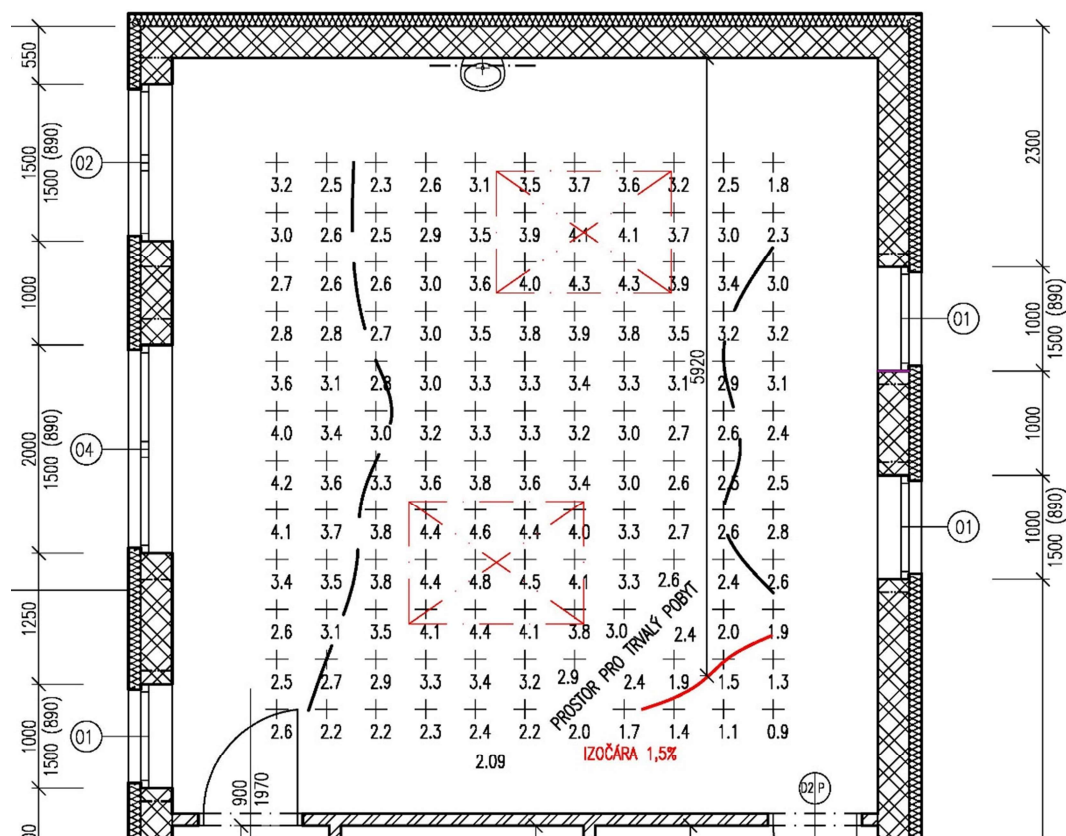
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Druh skla τ_s : 0,78 [28]

Pro svislé otvory:

- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,90²¹
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,85²²

Pro vodorovné otvory:

- Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$: 0,60²³
- Činitel vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$: 0,90²⁴



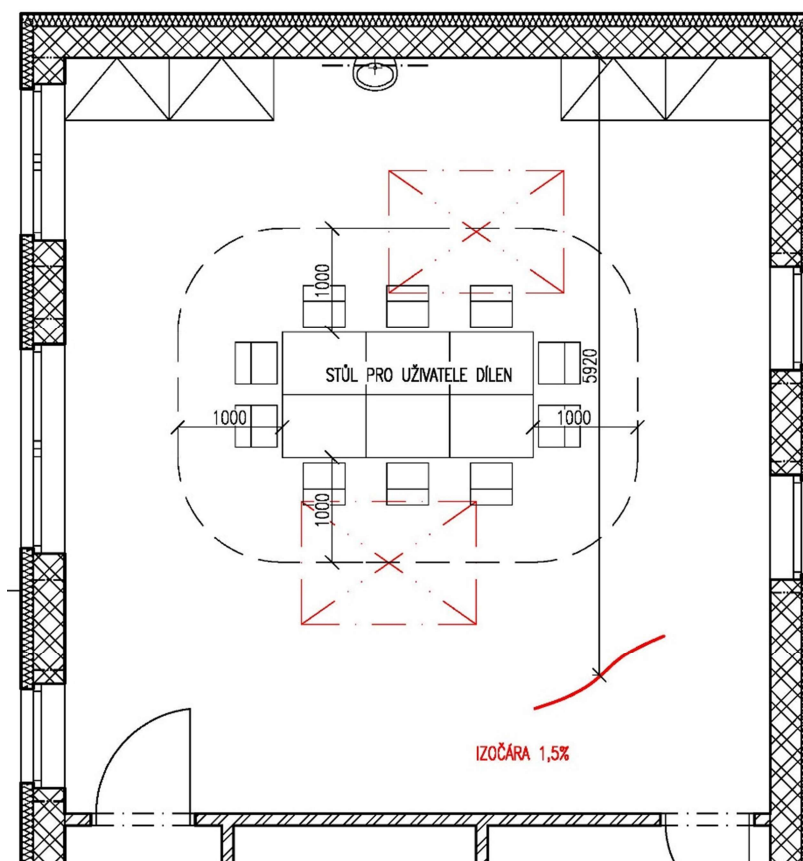
Obrázek č. 39 - Vyhodnocená keramická chráněná dílna (2.NP) po provedení úprav, pozn. čárkovaně kresleny izočáry původního stavu a červeně nové hodnoty činitele denní osvětlenosti 1,5 %, viz příloha D.9.1 a D.9.2

²¹ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

²² Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]

²³ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro vodorovné otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [26]

²⁴ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro vodorovné otvory je z důvodu většího množství prachových částic v prostoru uvažována střední hodnotou dle ČSN 73 0580-1 [26]



Obrázek č. 40 - Vymezení funkčního prostoru varianty č. 2 se zakreslením předpokládaného rozmístění pracovních stolů v chráněné keramické dílně v 2. NP

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení (hodnoty viz příloha D.9):

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

$$D_m = 3,1 \% \text{ (viz příloha D.9.1)} > D_{m,\min} = 3,0 \%$$

$$U = 1,5/3,1 = 0,48 \text{ (výpočet dle vztahu 5.3)} > 0,2$$

Vyhodnocení: Navržená místnost vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0580-1 [26]. Prostor pro trvalý pobyt je vymezený izočárou o hodnotě $D_{\min} = 1,5 \%$. Předpokládané rozmístění pracovních stolů je znázorněno na obrázku č. 40.

5.3.3 Vyhodnocení stavebních úprav z hlediska denního osvětlení

V chráněné dílně v prvním nadzemním podlaží je doporučeno, alespoň pro částečné splnění účelu místnosti, zvětšit okenní otvor z východní strany na rozměr 3000 x 1500 mm. Pro keramickou dílnu v druhém nadzemním podlaží je zvolena varianta č. 2 s využitím střešních světlíků z důvodu dosažení výrazně vyšší výsledné plochy funkčního vymezeného prostoru určeného pro trvalý pobyt osob, než v případě varianty č. 1.

Závěr

Téma bakalářské práce řeší návrh centra chráněných dílen v Turnově, zpracovaný formou projektové dokumentace ke stavebnímu povolení. Předběžným statickým výpočtem byly navrženy a ověřeny nosné prvky zvolené konstrukční varianty. Výsledný návrh je popsán ve vybraných částech technické zprávy. Tepelně technickým posouzením obalových skladeb se prokázal soulad s normovými požadavky. Výsledné hodnoty byly porovnány s doporučenou hodnotou součinitele prostupu tepla, normovým teplotním faktorem vnitřního povrchu a s limitním množstvím zkondenzované a vypařitelné vodní páry v konstrukci. Všechny hodnocené skladby byly vyhovující.

Z hlediska stavební akustiky se v určených místnostech početně prokázalo splnění normových hodnot vzduchové neprůzvučnosti. Vyhovující je i požadavek na kročejový hluk stropní konstrukce mezi prostory chráněných dílen, který byl spočten za pomoci programu Neprůzvučnost. V zasedací místnosti se výpočtem ukázala nevyhovující doba dozvuku, a proto byly navrženy varianty pohltivých stavebních úprav s výběrem nejvhodnější z nich. Dále bylo provedeno vyhodnocení místností s trvalým pobytem osob. V nevyhovujících prostorách chráněných dílen byly doporučeny stavební úpravy, spočívající v návrhu nových okenních otvorů. Z důvodu malé variability možností úprav v dílně umístěné v prvním nadzemním podlaží, se uvedly doporučené opatření na změnu užívání prostoru. V keramické dílně se po provedení stavební úpravy požadavek na denní osvětlení splnil. Dokončením všech stavebních úprav a dodržením doporučených opatření v objektu chráněných dílen jsou požadavky částí stavební fyziky splněny a je možné tak budovu využívat v dostatečném komfortu.

Zdroje

- [1] Architektonická studie novostavby centra sociálních služeb FOKUS Turnov. *Naše pojizeří.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: http://www.nasepojizeri.cz/_cms/data/fdwnl.php?f=modules/download/1533653767_fokus_architektonicka_studie_160805.pdf
- [2] Informace o parcele č. 613. *ČUZK - Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=VdUtu6kfwUz_ohwrnQ9YVo0duqV28qOIog9fl3HphSZULcY07alqw_-ilU9keDuSQ-c4M3ybeYr23lxemW6g5ki90okoU_naJfcLNIPyDkoazIDG_APQLMfZAOU_9fP
- [3] Vyhláška č. 398/2009 Sb. *o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*. Praha : Ministerstvo pro místní rozvoj. Listopad 2009.
- [4] *Geochemie, Geovědní mapy 1 : 500 000*. In: *Geovědní mapy 1 : 500 000* [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr500/>
- [5] Předpjaté stropní panely SPIROLL. *Prefa Brno* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/pozemni-stavby/stropni-dilce/predpjate-stropni-panely-spiroll/>
- [6] ČSN 73 4130: *Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky*. Praha: ÚNMZ, Březen 2010. Zohledněná změna Z1 z roku 2018.
- [7] Schöck Tronsole typ Z. *Schöck Wittek s.r.o. - Tepelná izolace, akustická izolace a speciální výztuže* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/tronsole-typ-z>
- [8] Výťah Schindler 2400. *Schindler CZ, a.s.* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.schindler.com/cz/internet/cs/mobilni-reseni/produkty/vytahy/schindler-2400.html>

- [9] ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, Praha: ÚNMZ, Říjen 2011. Zohledněná změna Z1 z roku 2012.
- [10] K-CAD spol. s. r. o., *Stavební fyzika*, Svoboda software. *Teplo 2017* [software]
- [11] KAŇKA, Jan., NOVÁČEK, Jiří. *Stavební fyzika 3*. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05674-5.
- [12] ČSN EN ISO 717-1 *Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost*. Praha : ÚNMZ, Listopad 2013.
- [13] ČSN 73 0532: *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky*. Praha: ÚNMZ, Únor 2010. Zohledněná změna Z3 z roku 2017.
- [14] ČSN EN 12354-1 *Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi*. Praha : ÚNMZ, Srpen 2018.
- [15] Akustický cihelný blok Porotherm 19 AKU. *Wienerberger.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z:
<https://wienerberger.cz/produkty/porotherm-19-aku>
- [16] Cihelný blok Porotherm 30. *Wienerberger.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://wienerberger.cz/produkty/porotherm-30-p-d?wb_condition=wb_cz_POR-WallStrength:1366225189339#collapse-collapse1366232729722
- [17] Akustická skleněná stěna SILENCE. *Glassvision.cz - inspirováno sklem* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z:
<https://www.glassvision.cz/sklenene-steny>
- [18] Akustický cihelný blok Porotherm 25 AKU SYM. *Wienerberger.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://wienerberger.cz/produkty/porotherm-25-aku-sym?wb_condition=ProductType:1366225107229;wb_cz_POR-BuildingPart:1366225154517

- [19] K-CAD spol. s. r. o., Stavební fyzika, Svoboda software. *Neprůzvučnost 2010* [software]
- [20] ČSN 73 0525: *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – všeobecné zásady*. Praha : ČNI, Únor 1998.
- [21] ČSN 73 0527: *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely*. Praha : ÚNMZ, Březen 2005.
- [22] Akustický pohled Knauf Cleaneo - hodnoty činitele zvukové pohltivosti. *Knauf.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.knauf.cz/file/4476-d12-knauf-cleaneo-akusticke-podhledy.pdf>
- [23] Minerální akustický pohled Knauf Symetra - hodnoty činitele zvukové pohltivosti. *Amf-cz.cz/* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: http://www.amf-cz.cz/cze/thermatex-symetra-rg-4-10-cz.html#showtab-tab_16799_5
- [24] ČSN 73 4301: *Obytné budovy*. Praha : ČNI, Červen 2004. Zohledněny změny Z1 z r. 2005, Z2 z r. 2009 a Z3 z r. 2012.
- [25] VYCHYTIL, Jaroslav., KAŇKA, Jan. *Stavební světelná technika: přednášky*. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06060-5.
- [26] ČSN 73 058-1: *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: ČNI, Červen 2007. Zohledněny změny Z1 z r. 2011 a Z2 z r. 2017.
- [27] JpSoft s.r.o. *SVĚTLO+*. *Software pro denní osvětlení a oslunění budov*. Verze 1.98c. [software]
- [28] Světelný činitel prostupu - dřevohliníkové okno VEKRA, prohlášení o vlastnostech. *Vekra.cz*[online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.vekra.cz/wp-content/uploads/2015/10/IV96-DH78_52_2013_POV.pdf

- [29] Produktový list světlíku s plochým zasklením – VELUX CFP. *Velux.cz* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z:
https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/cz/odbornici/pdf/produktove_listy/velux_produktovy_list_2017_isd2093.pdf
- [30] *Předběžný statický výpočet - vzor* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z:
http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/predbezny_SV_cek.pdf. Vzorový předběžný statický výpočet. ČVUT fakulta stavební.
- [31] ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha : ČSN. Březen 2004. Zohledněny změny Z1 z r. 2010, Z2 z r. 2010, Z3 z r. 2011 a Z4 z r. 2015.
- [32] ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1.1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních stavební*. Praha : ČSN. Březen 2004. Zohledněny změny Z1 z r. 2010 a Z2 z r. 2010.
- [33] ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha : ČSN. Červen 2004. Zohledněny změny Z1 z r. 2006, Z2 z r. 2010, Z3 z r. 2010, Z4 z r. 2012 a Z5 z r. 2013.
- [34] ČSN EN 1996-1-1 + A1: *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha : ČSN. Listopad 2013.
- [35] Cihelný blok Porotherm 11,5. *Wienerberger.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://wienerberger.cz/produkty/porotherm-115-p-d?wb_condition=wb_cz_POR-WallStrength:1366225217131
- [36] Překlady Porotherm. *Wienerberger.cz* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://wienerberger.cz/stropy-a-preklady>
- [37] Prefabrikované schodiště. *Prefa Brno* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/pozemni-stavby/dilce-pro-konstrukce-pozemnich-staveb/schodiste/prefabrikovane-schodiste/>