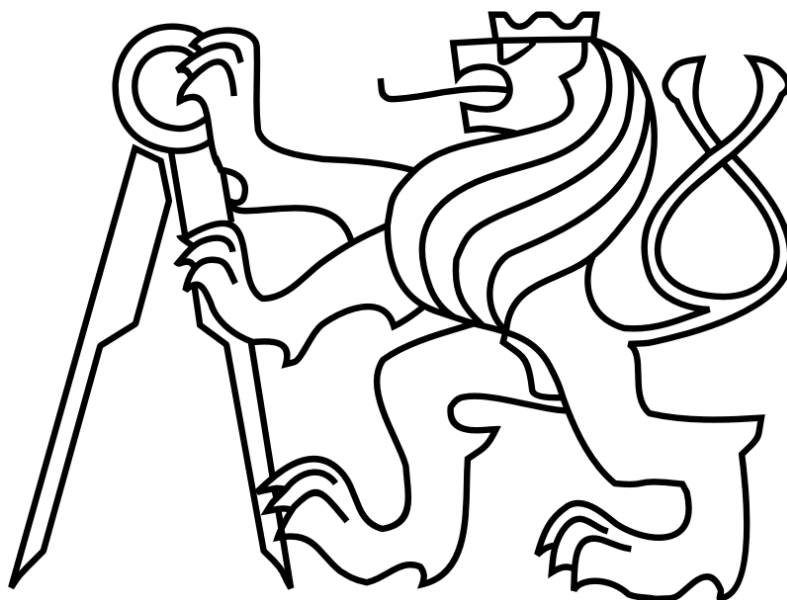


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Valenkevych Oleksandra



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

**Projekt bytového domu v Českých Budějovicích včetně jeho posouzení
z hlediska stavební fyziky**

**Project of a residential building in České Budějovice including its
assessment in terms of building physics**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

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

Praha 2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Valenkevych	Jméno: Oleksandra	Osobní číslo: 486095
Zadávací katedra: K124 (Katedra konstrukcí pozemních staveb)		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Projekt bytového domu v Českých Budějovicích včetně jeho posouzení z hlediska stavební fyziky

Název bakalářské práce anglicky: Project of a residential building in České Budějovice including its assessment in terms of building physics

Pokyny pro vypracování:

Na základě architektonické studie konstrukční návrh budovy. Předběžný statický návrh nosných konstrukcí. Tepelně technické posouzení obalových konstrukcí z hlediska jednorozměrného šíření tepla. Návrh a posouzení dělicích konstrukcí s ohledem na zajištění jejich zvukové izolace. Popis opatření pro eliminaci šíření kročejového zvuku z prostoru schodiště. Posouzení proslunění vybraných bytů a hodnocení denního osvětlení ve vybraných obytných místnostech. V případě nevyhovujících podmínek návrh vhodných stavebních úprav. Vybrané části projektové dokumentace pro stavební povolení v rozsahu půdorysy, svislé řezy, technické pohledy, situace.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části, ČNI Praha, červenec 2004.

ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky, ČAS Praha, prosinec 2020.

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

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

ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov, ČNI Praha, červen 2007.

ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky, ÚNMZ Praha, březen 2010.

ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže, ÚNMZ Praha, září 2011.

ČSN EN 17037 Denní osvětlení budov. ČAS Praha, červen 2019.

Vyhláška č. 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby.

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

Datum zadání bakalářské práce: 15. 2. 2022 Termín odevzdání bakalářské práce: 15. 5. 2022

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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 nutně 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 vypracovala samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

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

V Praze dne 15.05.2022

.....

podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi Ph.D. za cenné rady a konzultací. Dále bych chtěla poděkovat svému manželovi Arturu Valenkevychovi za trpělivost.

Anotace

Cílem této bakalářské práce je návrh bytového domu pro pohodlný a komfortní život lidí. Je vybráno nejvhodnější konstrukční řešení pro daný bytový dům, proveden předběžný statický výpočet a návrh prvků. Dále dům je řešen ze tří aspektů: tepelné techniky, akustiky a osvětlení. Za tímto účelem je proveden výpočet všech obvodových konstrukcí budov z hlediska šíření tepla a vzniku kondenzace uvnitř konstrukce. Jednotlivé skladby podlah a stěn jsou posouzeny z hlediska šíření zvuku a kročejového hluku pomocí programu. Dále jsou jednotlivé místnosti posuzovány z hlediska proslunění budovy a z hlediska denního osvětlení. Součástí práce jsou i části výkresové dokumentace.

Klíčová slova

Bytový dům, tepelná ochrana budov, vzduchová neprůzvučnost, denní osvětlení, proslunění.

Annotation

The aim of this bachelor thesis is to design a residential house for comfortable and convenient life of people. The most suitable structural solution for the given apartment building is selected, preliminary structural calculation and design of elements is carried out. Furthermore, the house is designed from three aspects: thermal engineering, acoustics and lighting. For this purpose, a calculation of all building envelopes is carried out in terms of heat propagation and condensation inside the structure. The individual floor and wall compositions are assessed in terms of sound propagation and crosstalk using a special program. In addition, individual rooms are assessed in terms of building insolation and daylighting. Parts of the drawings are also included in the work.

Keywords

Residential house, thermal protection of buildings, airborne sound insulation, day lighting, insolation.

ÚVOD.....	- 11 -
1. ZÁKLADNÍ INFORMACE O OBJEKTU.....	- 12 -
1.1 PODKLAD K NÁVRHU	- 12 -
1.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	- 12 -
1.3 POPIS STAVBY	- 12 -
1.4 SPECIFIKACE STAVBY	- 12 -
2. KONSTRUKČNĚ STATICKÉ ŘEŠENÍ	- 14 -
2.1. KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ.....	- 14 -
2.1.1 Varianta 1.....	- 14 -
2.1.1.1 Konstrukční systém 1. NP	- 14 -
2.1.1.2 Konstrukční systém 2. NP - 5. NP	- 15 -
2.1.2 Varianta 2.....	- 16 -
2.1.2.1 Konstrukční systém 1. NP	- 16 -
2.1.1.2 Konstrukční systém 2. NP - 5. NP	- 17 -
2.1.3 Zvolená varianta	- 18 -
2.2. STÁLÉ A PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	- 19 -
2.2.1 Stálé zatížení	- 19 -
2.2.1.1 Přehled zatížení: Podlahy.....	- 19 -
2.2.1.2 Přehled zatížení: Obvodový plášť.....	- 20 -
2.2.1.3 Přehled zatížení: Vnitřní nosné stěny	- 21 -
2.2.1.4. Přehled zatížení: Příčky	- 21 -
2.2.2. Proměnné zatížení.....	- 21 -
2.2.2.1. Zatížení sněhem	- 21 -
2.2.2.2 Užitná zatížení	- 22 -
2.3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PRVKŮ.....	- 22 -
2.3.1 Stropní konstrukce	- 23 -
2.3.1.1 Návrh stropní desky podle empirických vzorců	- 23 -
2.3.1.2 Návrh stropní desky podle ohybové štíhlosti.....	- 24 -
2.3.2 Návrh průvlaku	- 25 -
2.3.2.1 Návrh průvlaku podle empirických vzorců	- 26 -
2.3.2.2 Posouzení rozměrů průvlaku	- 27 -

2.3.3 Návrh sloupu.....	- 31 -
2.3.4 Návrh schodiště.....	- 33 -
2.3.4.1 Návrh schodiště A.....	- 33 -
2.3.4.1 Návrh schodiště B.....	- 34 -
2.3.5 Návrh základových konstrukcí	- 34 -
2.3.5.1 Návrh základové patky	- 35 -
2.3.5.2 Návrh základového pasu.....	- 39 -
2.4 VÝTAH.....	- 43 -
2.5 STŘECHA.....	- 43 -
2.6 DĚLICÍ KONSTRUKCE.....	- 43 -
2.7 BALKON.....	- 43 -
2.8 HYDROIZOLACE SPODNÍ STAVBY.....	- 43 -
2.9 PODLAHY	- 44 -
2.10 VÝPLNĚ OTVORŮ.....	- 44 -
2.10.1 Okna.....	- 44 -
2.10.2 Dveře.....	- 44 -
3. TEPELNÁ OCHRANA BUDOV.....	- 45 -
3.1. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA.....	- 45 -
3.2. KONDENZACE VODNÍ PÁRY	- 45 -
3.3. TEPLOTNÍ FAKTOR VNITŘNÍHO POVRCHU	- 46 -
3.4. POŽADAVKY Z NORMY ČSN 73 0540-2	- 46 -
3.5. ŘEŠENÉ SKLADBY A VYHODNOCENÍ	- 47 -
3.5.1 Skladba podlahy nad nevytápěným prostorem	- 47 -
3.5.2 Skladba zelené střechy:.....	- 48 -
3.5.3 Skladba stěny soklu:	- 49 -
3.5.4 Skladba obvodové stěny:	- 50 -
4. AKUSTIKA	- 51 -
4.1 VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST	- 51 -
4.2 KROČEJOVÝ HLUK.....	- 52 -
4.3. POŽADAVKY Z NORMY ČSN 73 0532.....	- 52 -
4.4 ŘEŠENÉ SKLADBY A VYHODNOCENÍ	- 53 -
4.4.1 Skladba mezibytové stěny	- 53 -
4.4.2 Skladba vnitřní příčky.....	- 54 -

4.5. ELIMINACE HLUKU Z PROSTORU SCHODIŠTĚ.....	- 56 -
5. SVĚTELNÁ TECHNIKA	- 57 -
5.1 PROSLUNĚNÍ	- 57 -
5.1.1 Posouzení	- 58 -
5.1.2 Vyhodnocení.....	- 62 -
5.2 DENNÍ OSVĚTLENÍ.....	- 62 -
5.2.1 Posouzení a vyhodnocení.....	- 62 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	- 72 -
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	- 74 -
SEZNAM TABULEK	- 76 -

Úvod

Hlavním tématem mé bakalářské práce je návrh bytového domu, moje práce zahrnuje řešení tepelné techniky, akustiky a denního osvětlení.

Tyto tři aspekty jsou pro moderní lidi důležitou součástí pohodlného bydlení. Před zahájením jakéhokoli stavebního projektu je však nutné vybrat vhodnou lokalitu pro stavbu. V dnešním světě musí být obytné budovy nejen krásné a pohodlné, ale také energeticky úsporné. Za tímto účelem byly při návrhu bytového domu použity moderní a vysoce kvalitní materiály, aby se na vytápění budovy vynaložilo co nejméně peněz.

Pro tiché a klidné bydlení byl bytový dům posouzen z hlediska akustiky (konkrétně se jedná o šíření zvuku a kročejového hluku).

Kvalitní denní světlo pomáhá lidem se cítit bezpečně a soustředit se na práci nebo na odpočinku a tento projekt splňuje všechny požadavky nejnovějších norem. Po dokončení diplomové práce bude tento bytový dům plnit všechny hlavní funkce pro pohodlné a bezpečné bydlení lidí, což je pro mě jako budoucího projektanta hlavním cílem.

Dům, který jsem si vybrala pro svou bakalářskou práci, se nachází v Českých Budějovicích.

1. Základní informace o objektu

V této části jsou popsány hlavní informace o objektu. Na základě těchto informací se pak určí nejlepší materiál a konstrukční řešení bytového domu.

1.1 Podklad k návrhu

Podkladem pro tuto práci je architektonická studie [1], kterou architekt vypracoval na žádost investora. Studie obsahuje technický popis budovy, popis lokality a skici jednotlivých půdorysů.

1.2 Identifikační údaje stavby

Stavba:	Projekt bytového domu v Českých Budějvicích
Adresa:	České Budějovice 370 01
Katastrální území:	České Budějovice 7
Parcelní číslo:	3931/1 a 3933
Předmět projektu:	Novostavba bytového domu

1.3 Popis stavby

Jedná se o pětipodlažní bytový dům se čtyřmi obytnými podlažními a plochou střechou. Na žádost investora budou v domě použity zelené prvky, a proto byla střecha řešená jako plochá zelená.

V přízemí se nachází technická místnost budovy, společná místnost pro vozíčkáře a 14 parkovacích míst, z nichž jedno je určeno pro handicapované osoby.

Ve 2. NP až 5. NP je celkem osm bytů. Na jednom patře jsou tedy dva byty, z nichž jeden patří vozíčkáři. Každý byt má ložnice, sklad, úklidová místnost, WC, koupelna, kuchyň, šatna a dva dětské pokoje.

1.4 Specifikace stavby

Vzhledem k tomu, že jeden z bytů na patře bude na žádost investora patřit osobě se zdravotním postižením, bylo nutno rozhodnout, že tento dům je řešen se specifickými podmínkami. Budova je navrhovaná s dodržением podmínek pro používání výtahu, WC a

koupelen, dveří a speciálních parkovacích míst. Tyto podmínky jsou podrobněji popsány v jednotlivých kapitolách.

2. Konstruktivně statické řešení

Tato část se zabývá popisem různých konstrukčních řešení, popisem materiálového řešení a následným výběrem nejvýhodnějšího. Následně je proveden předběžný statický výpočet nosných a základových konstrukcí.

2.1. Konstrukční a materiálové řešení

V této části jsou popsány dva typy konstrukčního řešení. První varianta je řešena pomocí nosných zděných stěn, monolitického železobetonového stropu a nosných průvlaku po celé šířce podlaží. Druhá varianta je řešena pomocí nosné mezibytové železobetonové stěny, nosných cihelných stěn a železobetonového stropu.

2.1.1 Varianta 1

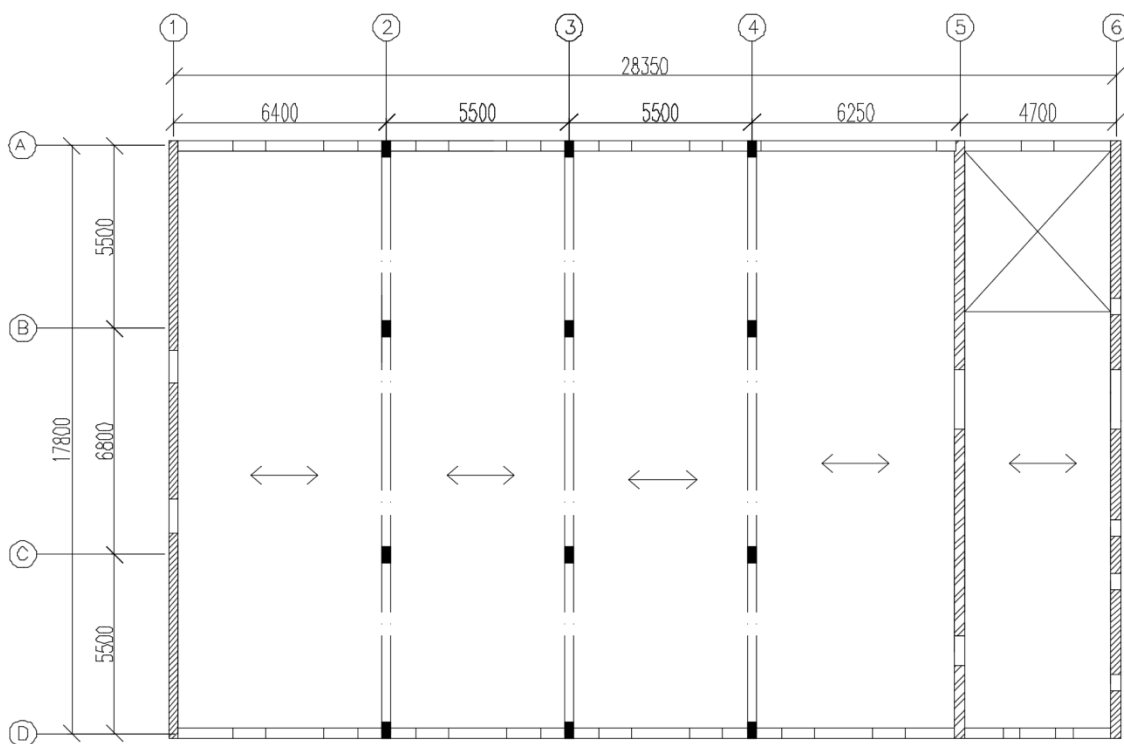
V následujícím textu je popsáno řešení první varianty pro podlaží 1. NP, 2. NP až 5. NP s popisem materiálového řešení. Jedná se o kombinované konstrukční řešení: kombinace nosných stěn a sloupů.

2.1.1.1 Konstrukční systém 1. NP

- Svislé konstrukce: Nosné obvodové zděné stěny z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi tl. 300 mm, Porotherm 30 TS Profi tl. 300 mm na úrovni soklu, vnitřní nosná stěna Porotherm 30 AKU SYM a monolitické ŽB sloupy 300x500 mm.
- Vodorovné nosné konstrukce: Monolitická ŽB deska tl. 250 mm, monolitický ŽB průvlak 600x300 mm.
- Účel využití podlaží: V prvním nadzemním podlaží se nachází garáže (jedna z parkovacích ploch je určena pro invalidy), technická místnost, kočárkárna a schodišťový prostor.
- Konstrukční výška: 3300 mm
- Světla výška: 2825 mm

Informace o tloušťkách cihel bylo převzato z technických listů výrobce [2].

Tloušťka monolitického stropu, rozměry sloupu a průvlaků vychází ze předběžného statického výpočtu, viz kap. 2.3.



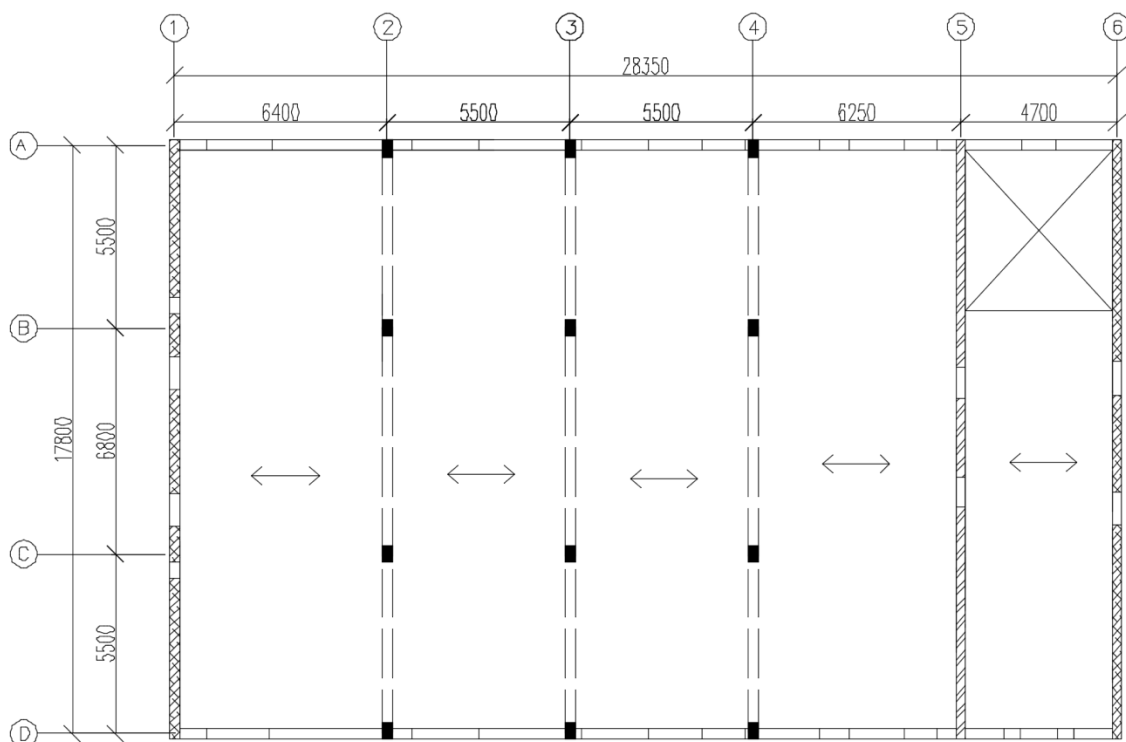
Obr. 1: Konstrukční systém 1. NP (var.1)

2.1.1.2 Konstrukční systém 2. NP - 5. NP

- Svislé konstrukce: Nosné obvodové zděné stěny z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi tl. 300 mm, vnitřní nosná stěna Porotherm 30 AKU SYM a monolitické ŽB sloupy 300x500 mm.
- Vodorovné nosné konstrukce: Monolitická ŽB deska tl. 250 mm, monolitický ŽB průvlak 600x300 mm.
- Účel využití podlaží: V 2. NP až 5. NP se nachází dva byty (jeden byt je určen pro vozíčkáře), schodišťový prostor a společná chodba.
- Konstrukční výška: 3200 mm
- Světlá výška: 2780 mm

Informace o tloušťkách cihel bylo převzato z technických listů výrobce [2].

Tloušťka monolitického stropu, rozměry sloupu a průvlaků vychází ze předběžného statického výpočtu, viz kap. 2.3.



Obr. 2: Konstrukční systém 2. NP - 5. NP (var. 1)

2.1.2 Varianta 2

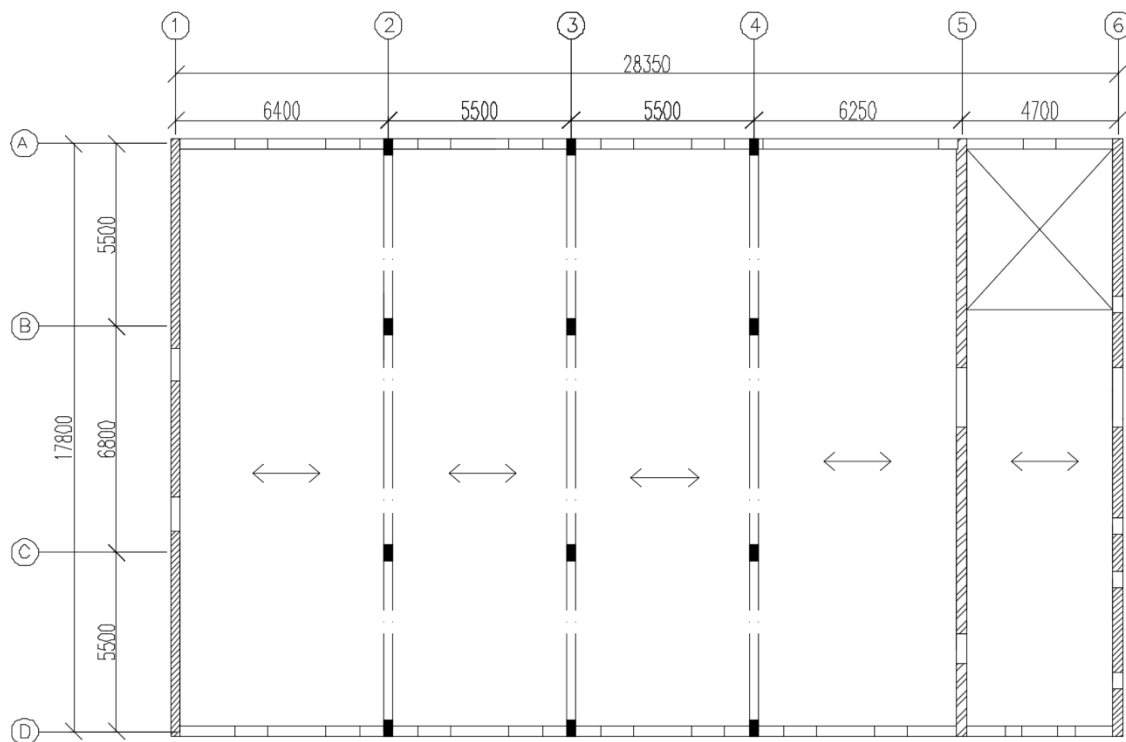
V následujícím textu jsou popsána řešení druhé varianty pro podlaží 1. NP, 2. NP až 5. NP s popisem materiálového řešení pro tuto variantu. Jedná se o kombinované konstrukční řešení: kombinace nosných stěn a sloupů.

2.1.2.1 Konstrukční systém 1. NP

- Svislé konstrukce: Nosné obvodové zděné stěny z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi tl. 300 mm, Porotherm 30 TS Profi tl. 300 mm na úrovni soklu, vnitřní nosná stěna Porotherm 30 AKU SYM a monolitické ŽB sloupy 300x500 mm.
- Vodorovné nosné konstrukce: Monolitická ŽB deska tl.250 mm, monolitický ŽB průvlak 600x300 mm.
- Účel využití podlaží: V prvním nadzemním podlaží se nachází garáže (jedna z parkovacích ploch je určena pro invalidy), technická místnost, kočárkárna a schodišťový prostor.
- Konstrukční výška: 3300 mm
- Světlá výška: 2825 mm

Informace o tloušťkách cihel bylo převzato z technických listů výrobce [2].

Tloušťka monolitického stropu, rozměry sloupů a průvleků vychází ze předběžného statického výpočtu, viz kap. 2.3.



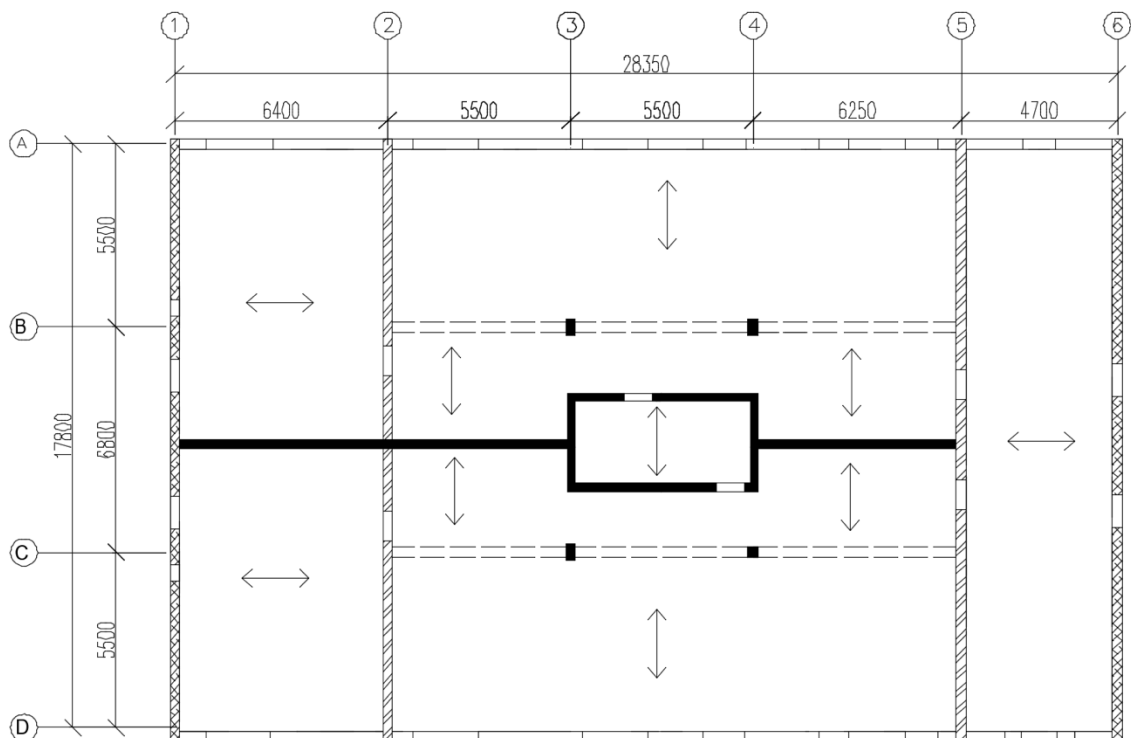
Obr. 3: Konstrukční systém 1. NP (var. 2)

2.1.1.2 Konstrukční systém 2. NP - 5. NP

- Svislé konstrukce: Nosné obvodové zděné stěny z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi tl. 300 mm, vnitřní nosná stěna Porotherm 30 AKU SYM, nosná železobetonová mezibytová stěna tl. 250 mm a monolitické ŽB sloupy 300x500 mm.
- Vodorovné nosné konstrukce: Monolitická ŽB deska tl.250 mm, monolitický ŽB průvlek 300x600 mm.
- Účel využití podlaží: V 2. NP až 5. NP se nachází dva byty (jeden byt je určen pro vozičkáře), schodišťový prostor a společná chodba.
- Konstrukční výška: 3200 mm
- Světlá výška: 2780 mm

Informace o tloušťkách cihel bylo převzato z technických listů výrobce [2].

Tloušťka monolitického stropu, rozměry sloupu a průvlaků vychází ze předběžného statického výpočtu, viz kap. 2.3.



Obr. 4: Konstrukční systém 2. NP - 5. NP (var. 2)

2.1.3 Zvolená varianta

Vybrala jsem variantu č. 2. Výhodou je lepší akustické vlastnosti nosných stěn (byty jsou oddělené monolitickou ŽB stěnou s vysokou akustickou odolností); absence průvlaku v mezibytovém prostoru (v první variantě dochází k šíření hluku pomocí průvlaků). Výhodou taky je větší prostorová tuhost objektu. V Českých Budějvicích se nachází výrobní Porotherm, což usnadní dopravu výrobků a sníží náklady na dopravu.

2.2. Stálé a proměnné zatížení

V této části je podán přehled o stálých a proměnných zatížení, které se následně budou používat pro výpočet předběžného statického výpočtu.

2.2.1. Stálé zatížení

Stálé zatížení závisí na typu materiálu, jeho tloušťce a objemové hmotnosti materiálu. Tyto charakteristiky jsou převzaty z technických listů výrobce nebo bude použita průměrná hodnota pro daný materiál.

2.2.1.1. Přehled zatížení: Podlahy

Následují tabulky znázorňující skladbu podlah v různých prostorách budovy. Podlahy jsou dvou typů: keramická dlažba a PVC parkety. Keramické obklady jsou použity v toaletách a v koupelnách. Ve všech ostatních místnostech v bytech je použito PVC. Střecha je na žádost investora řešena jako zelená jednoplášťová.

Povrchová úprava podlahy v 1. NP je ošetřena epoxidovým nátěrem. V této části však tato skladba podlahy není uvedena, protože nebude použita ve výpočtech.

Tabulky obsahují název materiálu, jeho tloušťku a objemovou hmotnost (která se následně převede na objemovou tíhu v kN/m^3). Konečným výsledkem je charakteristické zatížení v kN/m^2 .

Tab. 1: Přehled zatížení – podlaha nad nevytápěným prostorem

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m^3]	g_k [kN/m^2]
Nášlapná vrstva keramická dlažba	10	2600	0,26
Lepicí tmel	5	1550	0,08
Betonová mazanina s kari sítí	50	2500	1,25
Separáčnická vrstva PE fólie	-	-	-
Kročejová izolace Steprock ND	50	110	0,06
Polystyren	50	30	0,02
Cementová lepicí stěrka Baumit StarContact	10	1400	0,14
Tepelná izolace Steprock G	50	40	0,02
Celkem	225		1,76

Tab. 2: Přehled zatížení – podlaha v interiéru PVC

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m^3]	g_k [kN/m^2]
Nášlapná vrstva PVC	5	1400	0,07
Lepicí tmel	3	1550	0,05
Hydroizolační stěrka Baumit	2	1400	0,03
Anhydrit	40	2000	0,80
Kročejová izolace Steprock ND	50	110	0,06

Polystyren	50	30	0,02
Omítka vápenosádrová Weber 644	15	1800	0,27
Celkem	165		1,30

Tab. 3: Přehled zatížení – podlaha v interiéru keramická dlažba

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Nášlapná vrstva keramická dlažba	10	2600	0,26
Lepící tmel	5	1550	0,08
Hydroizolační stěrka Baunit	2	1400	0,03
Anhydrit	40	2000	0,80
Kročejeová izolace Steprock ND	50	110	0,06
Polystyren	50	30	0,02
Omítka vápenosádrová Weber 644	15	1800	0,27
Celkem	172		1,52

Tab. 4: Přehled zatížení – střecha zelená jednoplášťová

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Substrát	100	800	0,80
Geotextilie Filtek	-	-	-
Drenážní vrstva Dekdren T20	-	-	-
Geotextilie Filtek	-	-	-
2xHydroizolační pás Hydrobit V60	7	1114	0,08
Tepelná izolace Hardrock Max	200	160	0,32
Parozábrana Bitalgit Al+V60	4	1200	0,05
Penetrační nátěr asfaltový	-	-	-
Spádová vrstva Rockfall	77*	160	0,12
Omítka Weber.mur 644	15	1200	0,18
Celkem	403		1,55

* tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem pomocí programu Teplo [13]

2.2.1.2. Přehled zatížení: Obvodový plášť

Dále je spočítáno zatížení od vnějších obvodových plášťů.

Jako tepelná izolace se používá Esover EPS na bázi polyesterové pěny na rozhraní zemní vlhkosti a Frontrock S na bázi kamenné vlny.

Tab. 5: Přehled zatížení – obvodová stěna 1NP-5NP (výška stěny 3,2 m)

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m ³]	g_k [kN/m]
Omítka BaunitNanoporTop	2	1500	0,10
Lepící stěrka Baunit+Sklotextilní tkanina	4	1400	0,18
Tepelná izolace Frontrock	200	40	0,26
Lepící tmel	3	1550	0,15
Vyrovňovací omítka	5	1800	0,29
Omítka Baunit MPI 25	15	1290	0,61
Celkem	229		1,60

Tab. 6: Přehled zatížení – stěna soklu

Název vrstvy	tl. [mm]	ρ [kg/m ³]	g_k [kN/m]
Omítka Weber Marmolit	3	150	0,01
Lepící stěrka Baumit+Sklotextilní tkanina	4	1400	0,06
Tepelná izolace Isover EPS	160	26	0,04
Lepící tmel	2	1550	0,03
2xHydroizolační pás Sklobit 40	8	1200	0,10
Penetrační nátěr	-	-	-
Vyrovnávací omítka	15	1800	0,09
Omítka Baumit MPI 25	15	1290	0,19
Celkem	207		0,52

2.2.1.3. Přehled zatížení: Vnitřní nosné stěny

Vnitřní nosné stěny jsou dvou druhů: z keramických cihel Porotherm 30 AKU SYM a železobetonové mezibytové stěny tl. 250 mm. Plošné hmotnosti jsou převzaty z technických listů výrobce [2] nebo bude použita průměrná hodnota pro daný materiál. V následující tabulce je uveden přepočtený plošný hmotnosti v kg/m² na vlastní tíhu kN/m.

Tab. 7: Přehled zatížení – vnitřní nosné stěny

Název	Výška stěny [m]	ρ_s [kg/m ²]	Vlastní tíha stěny [kN/m]
Porotherm 30 AKU SYM	2,8	372	10,42
ŽB stěnový mezibytový nosník	2,8	625	17,50

2.2.1.4. Přehled zatížení: Příčky

Ostatní nenosné příčky jsou tvořeny z keramických tvarovek Porotherm 11,5 AKU. Zatížení od příček je započítáno pomocí náhradního rovnoměrného zatížení z normy ČSN EN 1991 [3]: $q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$

2.2.2. Proměnné zatížení

Proměnné zatížení je zatížení, které se může měnit v čase nebo v prostoru.

Zatížení uživatelů závisí na typu prostoru, který budou lidé využívat. Zatížení sněhem závisí na množství srážek za rok v konkrétní lokalitě.

2.2.2.1. Zatížení sněhem

Údaje jsou převzaty z normy ČSN EN 1991-1-3 [4] a sněhové mapy:

- Lokalita: České Budějovice, sněhová oblast II

- Charakteristická hodnota zatížením sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
- Tvarové součinitele zatížení sněhem: $\mu_i = 0,8$ ($\alpha < 30^\circ$)
- Tepelný součinitel: $C_t = 1,0$
- Součinitel expozice: $C_e = 1,0$

Podle normy ČSN EN 1991-1-3 zatížení sněhem se musí stanovit podle vzorce:

$$s = s_k \cdot \mu_i \cdot C_t \cdot C_e \quad (1)$$

Dosažením zjištěných hodnot do vzorce (1) vychází:

$$s = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

2.2.2.2. Užitná zatížení

Údaje jsou převzaté z normy ČSN EN 1991-1-1 [5]

Jedná se o kategorie A – obytné plochy a plochy pro domácí činnosti:

- Stropní konstrukce: $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- Schodiště: $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- Balkóny: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Kategorie F – dopravní a parkovací plochy pro lehká vozidla:

- Parkovací plochy: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Kategorie I – střechy přístupné (pochozí): $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

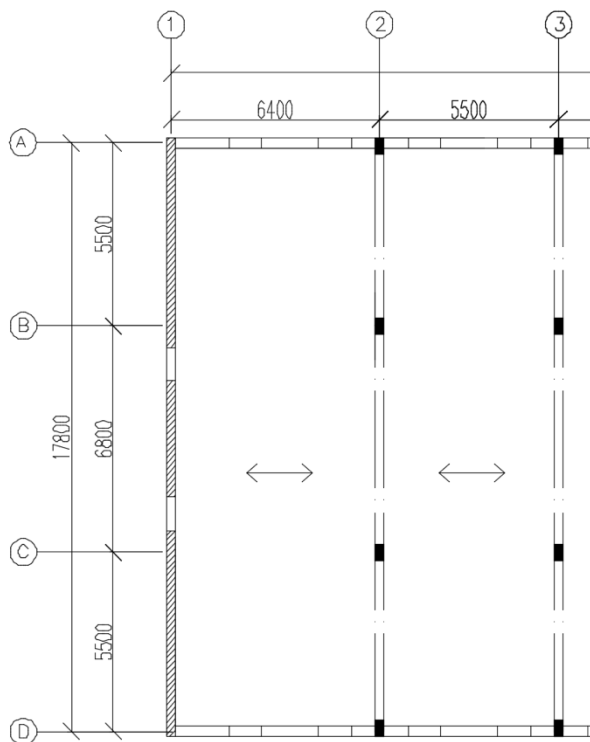
2.3. Předběžný návrh prvků

V této části je proveden předběžný statický výpočet nosných konstrukcí. Vypočítají se tloušťka stropní desky, rozměry průvlaku, sloupu, základové konstrukci a návrh schodiště. Výpočty se provádějí ručně nebo pomocí speciálních programů, jako jsou: SCIA Engineer [6] a GEO 5 [7]. Veškeré konstrukce splňují všechny požadavky aktuálních norem.

2.3.1 Stropní konstrukce

Stropní konstrukce v celém objektu budou provedeny jako monolitické, železobetonové z betonu třídy C30/37. Návrh bude proveden pro strop nad 1. NP v místě největšího rozpětí.

2.3.1.1 Návrh stropní desky podle empirických vzorců



Obr. 5: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh stropní desky

Jedna se o jednodílnou pnutou desku:

$$h_d = \left(\frac{1}{35} \div \frac{1}{30} \right) \cdot L \quad (2)$$

Dosažením největšího rozpětí do vzorce (2) vychází:

$$h_d = \left(\frac{1}{35} \div \frac{1}{30} \right) \cdot 6400 = 182 \text{ až } 213 \text{ mm.}$$

2.3.1.2 Návrh stropní desky podle ohybové štíhlosti

Norma ČSN EN 1992-1-1 [8] říká, že pokud stropní deska vyhovuje na ohybovou štíhlost, lze předpokládat, že průhyb nepřekročí limitní hodnoty, proto nemusíme počítat a posuzovat průhyb.

- Vztah pro stanovení tloušťky desky podle podmínky ohybové štíhlosti:

$$h_d \geq \frac{L_d}{\lambda_d} + c + \frac{\phi_s}{2} \quad (3)$$

kde L_d je teoretický rozpon desky [mm]

λ_d je vymežující ohybová štíhlost [-]

C je krycí vrstva výztuže [mm]

ϕ_s je průměr výztuže [mm]

$\phi_s = 10$ mm (odhad)

$C = 25$ mm (odhad)

- Vymežující ohybovou štíhlost stanovím podle:

$$\lambda_d = \chi_{c1} \cdot \chi_{c2} \cdot \chi_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad (4)$$

Kde χ_{c1} je součinitel tvaru průřezu [-]

χ_{c2} je součinitel rozpětí [-]

χ_{c3} je součinitel napětí v tahové výztuže [-]

$\lambda_{d,tab}$ je tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti [-]

$\chi_{c1} = 1$ (pro obdélník)

$\chi_{c2} = 1$ (odhad)

$\chi_{c3} = 1,2$ (odhad)

$\lambda_{d,tab} = 26,7$ (stupeň vyztužení $\rho = 0,5\%$ pro beton C30/37, krajní pole spojitého nosníku)

Dosažením zjištěných hodnot do vzorce (4) vychází:

$$\lambda_d = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 26,7 = 32,04$$

Dalším dosažením zjištěných hodnot do vzorce (3) vychází:

$$h_d \geq \frac{6400}{32,04} + 25 + \frac{10}{2} = 229 \text{ mm}$$

Návrh: stropní železobetonová deska tl. 250 mm

Pro usnadnění dalších výpočtů jsou vypočteny hodnoty plného zatížení jednotlivých stropních desek.

Tab. 8: Celkové zatížení od stropní desky (pokoje) – dále D1

Zatížení		Charakteristické [kN/m ²]	Součinitel γ_f	Návrhové [kN/m ²]
STÁLÉ	Podlaha	1,52	1,35	2,05
	Deska	$0,2 \cdot 25 = 5$	1,35	6,75
Celkem stálé		$g_k = 6,52$	1,35	$g_d = 7,80$
PROMĚNNÉ	Užitné	2	1,5	3
	Příčky	1,2	1,5	1,8
Celkem proměnné		$q_k = 3,2$	1,5	$q_d = 4,8$
Celkové zatížení		$(g + q)_k = 9,72$		$(g + q)_d = 12,60$

Tab. 9: Celkové zatížení od stropní desky (strop nad nevytápěným prostorem) – dále D2

Zatížení		Charakteristické [kN/m ²]	Součinitel γ_f	Návrhové [kN/m ²]
STÁLÉ	Podlaha	1,83	1,35	2,47
	Deska	$0,2 \cdot 25 = 5$	1,35	6,75
Celkem stálé		$g_k = 6,83$	1,35	$g_d = 9,22$
PROMĚNNÉ	Užitné	2	1,5	3
	Příčky	1,2	1,5	1,8
Celkem proměnné		$q_k = 3,2$	1,5	$q_d = 4,8$
Celkové zatížení		$(g + q)_k = 10,03$		$(g + q)_d = 14,02$

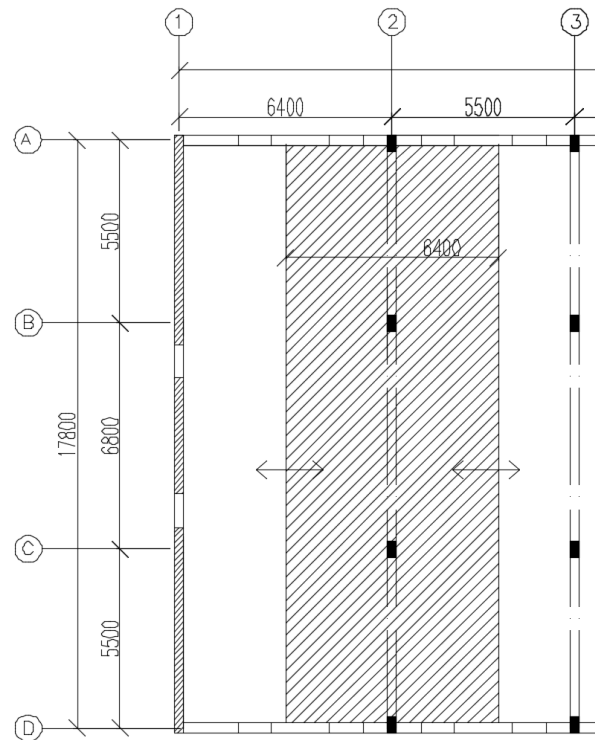
Tab. 10: Celkové zatížení od střešní desky – dále D3

Zatížení		Charakteristické [kN/m ²]	Součinitel γ_f	Návrhové [kN/m ²]
STÁLÉ	Skladba střechy	1,55	1,35	2,09
	Deska	$0,2 \cdot 25 = 5$	1,35	6,75
Celkem stálé		$g_k = 6,55$	1,35	$g_d = 8,84$
PROMĚNNÉ	Užitné	1,5	1,5	2,25
	Sníh	0,8	1,5	1,2
Celkem proměnné		$q_k = 2,3$	1,5	$q_d = 3,45$
Celkové zatížení		$(g + q)_k = 8,85$		$(g + q)_d = 12,29$

2.3.2 Návrh průvlastku

Průvlastek je řešen jako spojitý, monolitický. Návrh je proveden podle empirických vzorců pro maximální rozpětí v 1. NP. Z důvodu zjednodušení výpočtů byl vynechán vliv excentricity, místo toho bylo uvažováno s větší zatěžovací plochou, viz. obrázek 6.

2.3.2.1 Návrh průvlaku podle empirických vzorců



Obr. 6: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh průvlaku

- Empirický vzorec pro návrh výšky průvlaku:

$$h = \frac{L}{12} \sim \frac{L}{8} \quad (5)$$

kde L je rozpon průvlaku [mm]

Dosažením zjištěných hodnot do vzorce (5) vychází:

$$h = \frac{6800}{12} \sim \frac{6800}{8} = 566 \sim 850 \text{ mm}$$

Návrh: $h = 600 \text{ mm}$

- Empirický vzorec pro návrh šířky průvlaku:

$$b = (0,4 \sim 0,5) \cdot h \quad (6)$$

kde h je výška průvlaku [mm]

Dosažením výšky průvlaku do vzorce (6) vychází:

$$b = (0,4 \sim 0,5) \cdot 600 = 240 \sim 300 \text{ mm}$$

Návrh: $b = 300 \text{ mm}$

2.3.2.2 Posouzení rozměrů průvlaku

- Základní informace:

Zatěžovací šířka L_{zat} : 6400 mm

Návrh průvlaku: 600x300 mm

Ocel B500B: $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{cd} = 435$ MPa

Beton C 30/37: $f_{ck} = 30$ MPa, $f_{cd} = 20$ MPa

Odhad profilů výztuže: $\phi = 16$ mm

Odhad profilů třmínku: $\phi_w = 8$ mm

Krytí výztuže: $c_{nom} = 25$ mm

- Vztah pro stanovení statické účinné výšky:

$$d = h - c_{nom} - \phi_w - \phi/2 \quad (7)$$

Dosažením hodnot do vzorce (7) vychází:

$$d = 600 - 25 - 8 - 16/2 = 559 \text{ mm}$$

Tab. 11: Celkové zatížení na průvlak

	Název	Počet	Výpočet	[kN/m]	γ_f	[kN/m]
S T Á L Ě	Zatížení od stropu D2	1	1·6,83·6,40	43,71	1,35	59,01
	Vlastní tíha průvlaku 600x300 mm	1	1·25·0,6·0,3	4,50	1,35	6,08
Celkem stále				$g_k = 48,21$		$g_d = 65,09$
P R O M	Užitné od stropu D2	1	1·3,2·6,40	20,48	1,5	30,72
Celkem proměnné				$q_k = 20,48$		$q_d = 28,56$
Celkem				$(g + q)_k = 68,69$		$(g + q)_d = 93,65$

- Bodová síla od ŽB mezibytové stěny:

$$F = f_{in} \cdot L_{zat} \quad (8)$$

kde $f_{in} = 17,50$ [kN/m]

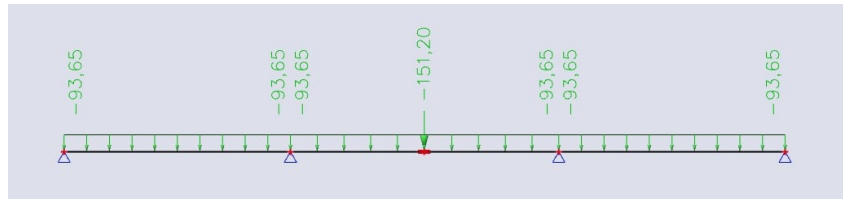
$$L_{zat} = 6,4 \text{ [m]}$$

Dosažením hodnot do vzorce (8) vychází:

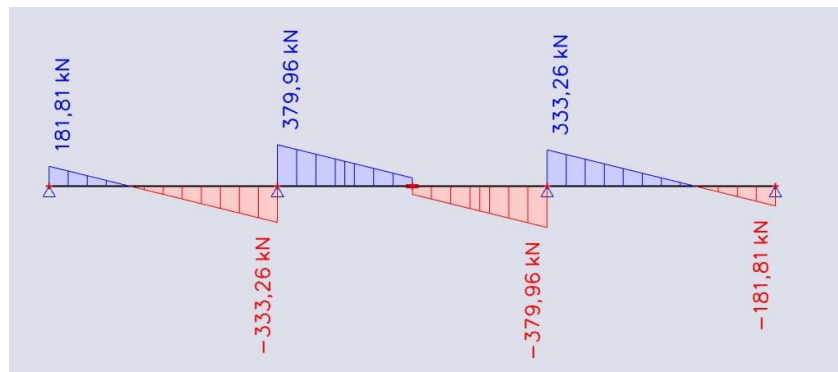
$$F = f_{in} \cdot L_{zat} \cdot \gamma_f = f_{in} \cdot L_{zat} \cdot \gamma_f = 17,50 \cdot 6,4 \cdot 1,35 = 151,20 \text{ kN}$$

- Výpočet vnitřních sil

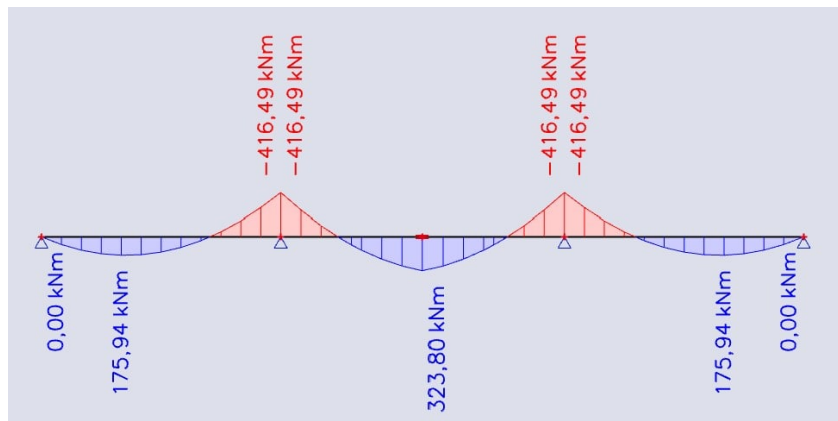
Výpočet byl proveden pomocí programu SCIA [6]



Obr. 7: Výpočetní model



Obr. 8: Posouvající síly



Obr. 9: Ohybové momenty

- **Ověření poměrné výšky tlačené oblasti:**

$$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad (9)$$

kde, μ je poměrný moment [-]

$M_{Ed,max}$ je maximální moment na průvlaku [kNm]

b je šířka průvlaku [m]

d je statická účinná výška průvlaku [m]

f_{cd} je návrhová pevnost betonu [MPa]

Dosažením hodnot do vzorce (9) vychází:

$$\mu = \frac{416,49 \cdot 10^6}{300 \cdot 559^2 \cdot 20} = 0,222 \text{ [-]}$$

Posouzení:

$$\xi < \xi_{\max} \quad (10)$$

kde ξ je poměrná výška tlačené oblasti [-]

ξ_{\max} je maximální poměrná výška tlačené oblasti [-]

Hodnota ξ je stanovena pomocí tabulky pro výpočet poměrné výšky tlačené oblasti

0,107 < 0,45 => **vyhovuje**, průřez má dostatečnou rotační kapacitu a může plastizovat.

Ověření průvlaku na smyk:

$$V_{Rd,max} > V_{ed,max}$$

kde, $V_{Ed,max}$ je maximální posouvající síla na průvlaku [kN]

$V_{Rd,max}$ je únosnost tlačené diagonály [kN]

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_t \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta} \quad (11)$$

kde, f_{ck} je charakteristická pevnost betonu [MPa]

f_{cd} je návrhová pevnost betonu [MPa]

b_t je šířka průvlaku [m]

$\cotg \theta$ je sklon trhliny (odhad $\cotg \theta = 1,5$) [-]

z je rameno vnitřních sil [mm]

$$z = 0,9 \cdot d \quad (12)$$

$$z = 0,9 \cdot 559 = 503 \text{ mm}$$

Dosažením hodnot do vzorce (11) vychází:

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 300 \cdot 503 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 735,46 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$V_{Rd,max} > V_{ed,max}$$

735,46 kN > 379,96 kN => **vyhovuje**

Ověření průvlaku podle ohybové štíhlosti

Posouzení:

$$\lambda_d > \lambda \quad (13)$$

kde λ je ohybová štíhlost [-]

$$\lambda = \frac{L}{d} \quad (14)$$

$$\lambda = \frac{6800}{559} = 12,16$$

λ_d je vymezuující ohybovou štíhlost

Vymezuující ohybovou štíhlost stanovím podle:

$$\lambda_d = \chi_{c1} \cdot \chi_{c2} \cdot \chi_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad (15)$$

Kde χ_{c1} je součinitel tvaru průřezu [-]

χ_{c2} je součinitel rozpětí [-]

χ_{c3} je součinitel napětí v tahové výztuže [-]

$\lambda_{d,tab}$ je tabulková hodnota vymezuující ohybové štíhlosti [-]

$$\chi_{c1} = 1 \text{ (pro obdélník)}$$

$$\chi_{c2} = 1 \text{ (odhad)}$$

$$\chi_{c3} = 1,2 \text{ (odhad)}$$

$\lambda_{d,tab} = 26,7$ (stupeň vyztužení $\rho = 0,5\%$ pro beton C30/37, krajní pole spojitého nosníku)

$$\lambda_d = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 26,7 = 32,04$$

Posouzení:

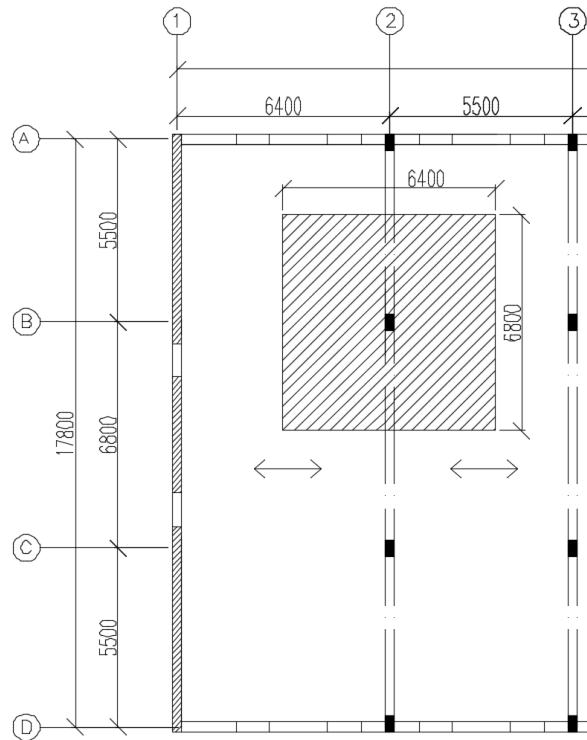
$$\lambda_d > \lambda$$

32,04 > 12,15 => vyhovuje

Návrh: průvlak 600x300 mm

2.3.3 Návrh sloupu

Sloup je řešen jako monolitický železobetonový s třídou betonu C 30/37. Sloup přenáší zatížení střešní konstrukce, stropní konstrukce, vlastní hmotnost a zatížení od průvlaku. Výpočet je proveden pro nejvíce zatížený sloup v 1. NP. Z důvodu zjednodušení výpočtů je vynechán vliv excentricity, místo toho bylo uvažováno s větší zatěžovací plochou, viz. obrázek 10.



Obr. 10: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh sloupu

Předběžné rozměry sloupu: 300x500 mm

Zatěžovací plocha: $A = 6,4 \cdot 6,8 = 43,52 \text{ m}^2$

Plocha sloupu: $300 \cdot 500 = 150000 \text{ mm}^2$

Ocel B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{cd} = 435 \text{ MPa}$

Beton C 30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

Stupeň vyztužení sloupu: 0,02 (odhad)

Napětí ve výztuži: 400 MPa

Tab. 12: Celkové zatížení na sloup

Název		Počet	Výpočet	[kN]	γ_f	[kN]
S T Á L É	Zatížení od stropu D1	3	3·6,52·43,52	851,25	1,35	1149,19
	Zatížení od stropu D2	1	1·6,83·43,52	297,24	1,35	401,28
	Zatížení od střechy D3	1	1·6,55·43,52	285,06	1,35	384,83
	Vlastní tíha sloupu Výška = 2,525 m	1	1·0,3·0,5·25· 2,525	9,47	1,35	12,78
	Stěna nad sloupem tíha stěny = 10,42 kN/m	3	3·10,42·0,3	9,38	1,35	12,66
Celkem stále				$g_k = 1452,40$		$g_d = 1960,74$
P R O M Ě N É	Užitné od stropu D1	3	3·3,2·43,52	417,79	1,5	616,04
	Užitné od stropu D2	1	1·3,2·43,52	139,26	1,5	208,89
	Užitné od střechy D3	1	1·2,3·43,52	100,09	1,5	150,15
Celkem proměnné				$q_k = 657,14$		$q_d = 975,08$
Celkem				$(g + q)_k = 2109,54$		$(g + q)_d = 2935,82$

Posouzení:

$$N_{Rd} > N_{Ed}$$

kde N_{Ed} je návrhová normálová síla [kN]

N_{Rd} je návrhová únosnost sloupu [kN]

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \rho \cdot \sigma_c \cdot A_c \quad (16)$$

kde A_c je plocha sloupu [m²]

f_{cd} je návrhová pevnost betonu [MPa]

ρ je stupeň vyztužení sloupu [-]

σ_c je napětí ve výztuži [MPa]

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot 150 \cdot 20 + 0,02 \cdot 400 \cdot 150 = 3600 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$N_{Rd} > N_{Ed} \quad (17)$$

$$3600 \text{ kN} > 2935,82 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Návrh: sloup 300x500 mm

2.3.4 Návrh schodiště

Je uveden výpočet dvou schodišť, protože podlaží 1. NP má jinou konstrukční výšku než ostatní podlaží. V obou případech se jedná o dvouramenné monolitické železobetonové schodiště.

Schodiště spolu s výtahem slouží k vertikální komunikaci.

2.3.4.1 Návrh schodiště A

Jedná se o schodiště, které spojuje 1. NP a 2. NP.

Konstrukční výška podlaží: $H = 3300$ mm

Světla výška: $H_{sv} = 2825$ mm

Počet stupňů: $n = 20$

Výška stupně:

$$h = \frac{H}{n} = \frac{3300}{20} = 165 \text{ mm} \quad (18)$$

Šířka stupně:

$$\check{s} = 630 - 2 \cdot h = 630 - 2 \cdot 165 = 300 \text{ mm} \quad (19)$$

Šířka podesty a ramene: 1200 mm

Délka podesty a mezipodesty: 4400 mm

Tloušťka desky: 210 mm

Úhel stoupání schodiště: $\alpha = 29^\circ$

Průchodná výška:

$$H_{2 \min} = 750 + 1500 \cdot \cos \alpha \quad (20)$$

$$H_{2 \min} = 750 + 1500 \cdot \cos 29 = 2062 \text{ mm}$$

Podchodná výška:

$$H_{1 \min} = 1500 + 750 / \cos \alpha \quad (21)$$

$$H_{1 \min} = 1500 + 750 / \cos 29 = 2358 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$H_{1 \min} \geq H_{1 \lim}$$

kde $H_{1 \lim} = 2100$ mm, což je nejnižší podchodná výška

$$2358 \text{ mm} \geq 2100 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$H_{2 \min} \geq H_{2 \lim}$$

kde $H_{2 \lim} = 1950$ mm, což je nejnižší průchodná výška

$$2062 \text{ mm} \geq 1950 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

2.3.4.1 Návrh schodiště B

Jedná se o schodiště, které spojuje 2. NP až 5. NP.

Konstrukční výška podlaží: $H = 3200$ mm

Světla výška: $H = 2780$ mm

Počet stupně: $n = 20$

Výška stupně:

$$h = \frac{H}{n} = \frac{3200}{20} = 160 \text{ mm} \quad (22)$$

Šířka stupně:

$$\check{s} = 630 - 2 \cdot h = 630 - 2 \cdot 160 = 310 \text{ mm} \quad (23)$$

Šířka podesty a ramene: 1500 mm

Délka podesty a mezipodesty: 4400 mm

Tloušťka desky: 210 mm

Úhel stoupání schodiště: $\alpha = 27^\circ$

Průchodná výška:

$$H_{2 \min} = 750 + 1500 \cdot \cos \alpha \quad (24)$$

$$H_{2 \min} = 750 + 1500 \cdot \cos 27 = 2087 \text{ mm}$$

Podchodná výška:

$$H_{1 \min} = 1500 + 750 / \cos \alpha \quad (25)$$

$$H_{1 \min} = 1500 + 750 / \cos 27 = 2342 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$H_{1 \min} \geq H_{1 \lim}$$

kde $H_{1 \lim} = 2100$ mm, což je nejnižší podchodná výška

$$2342 \text{ mm} \geq 2100 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$H_{2 \min} \geq H_{2 \lim}$$

kde $H_{2 \lim} = 1950$ mm, což je nejnižší průchodná výška

$$2087 \text{ mm} \geq 1950 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

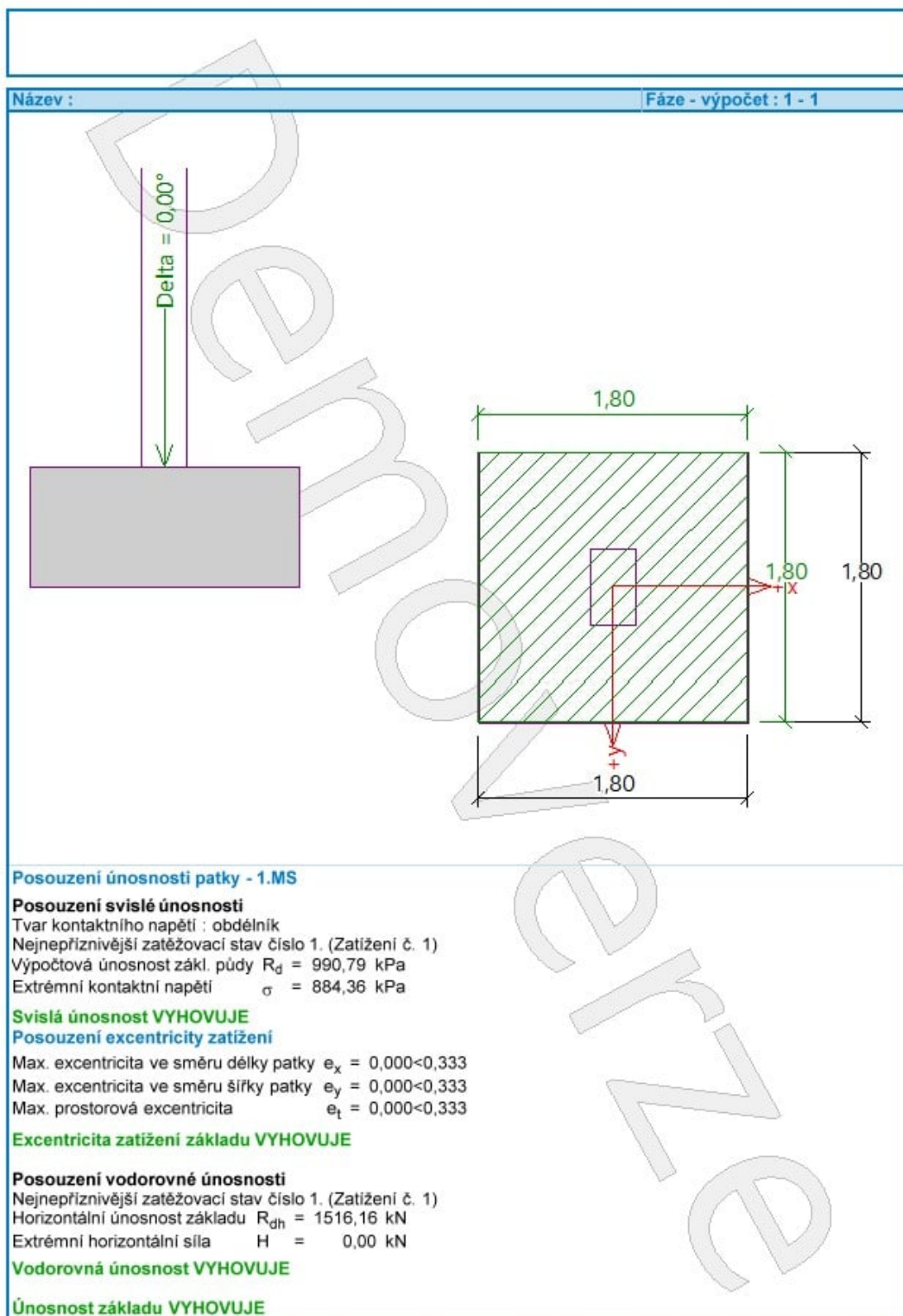
2.3.5 Návrh základových konstrukcí

Objekt je založen na základových pasech a patkách z betonu třídy C30/37. Základy budou položeny na podkladním betonu o tloušťce 150 mm. Podrobný výpočet je uveden níže.

Výpočet je proveden pomocí programu GEO 5 [7].

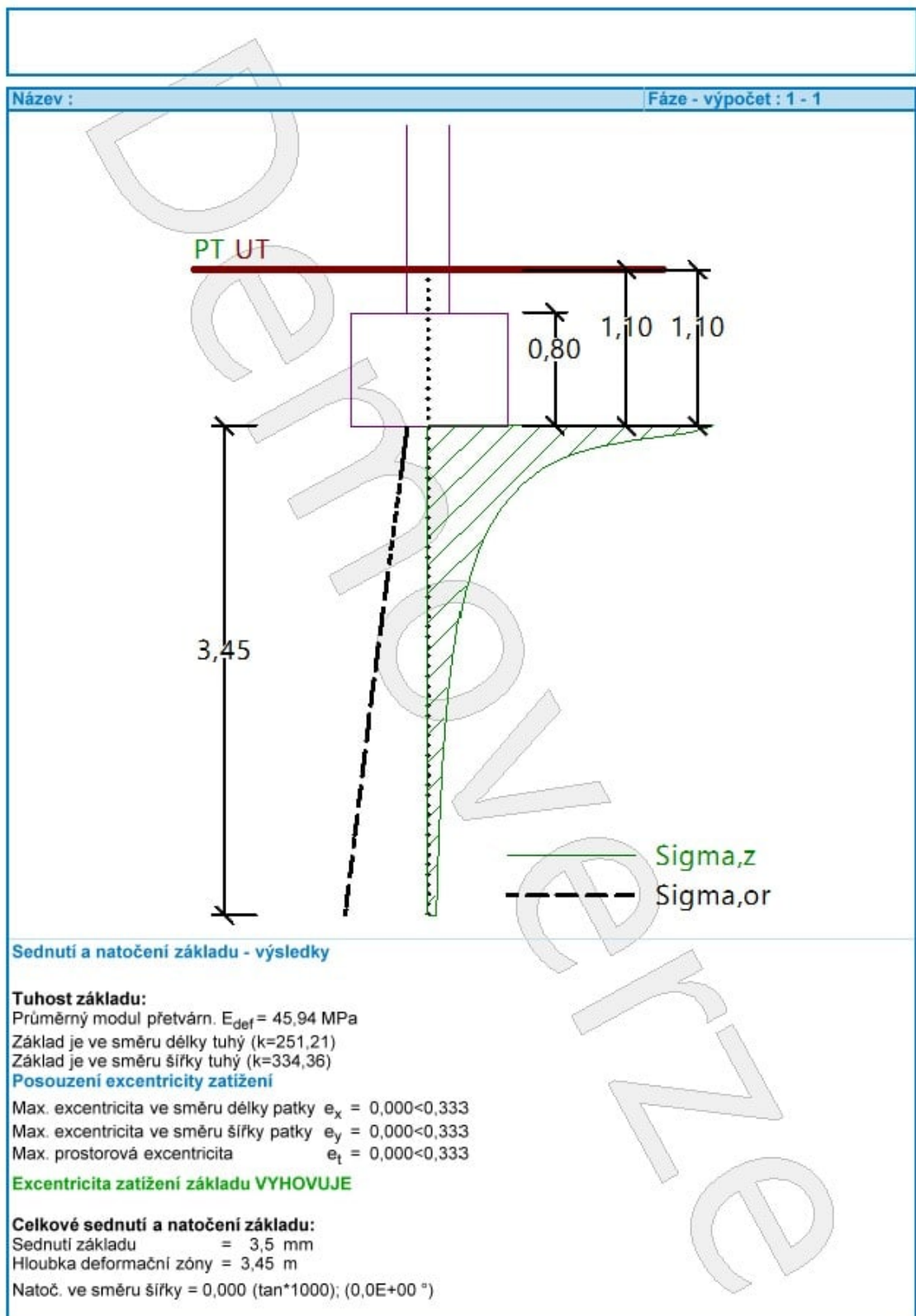
Tab. 13: Celkové zatížení na patku

	Název	Počet	Výpočet	[kN]	γ_f	[kN]
S T Á L Ě	Zatížení od stropu D1	3	$3 \cdot 6,52 \cdot 43,52$	851,25	1,35	1149,19
	Zatížení od stropu D2	1	$1 \cdot 6,83 \cdot 43,52$	297,24	1,35	401,27
	Zatížení od střechy D3	1	$1 \cdot 6,55 \cdot 43,52$	285,06	1,35	384,83
	Vlastní tíha sloupu Výška = 2,525 m	1	$1 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 2,525$	9,47	1,35	12,78
	Vlastní tíha průvlaku 600x300 mm	5	$5 \cdot 25 \cdot 0,6 \cdot 0,3$	22,50	1,35	30,38
	Stěna nad sloupem tíha stěny = 10,42 kN/m	4	$4 \cdot 10,42 \cdot 0,3$	12,51	1,35	16,88
Celkem stále				$g_k = 1478,03$		$g_d = 1995,33$
P R O M Ě N N Ě	Užitné od stropu D1	3	$3 \cdot 3,2 \cdot 43,52$	417,79	1,5	626,69
	Užitné od stropu D2	1	$1 \cdot 3,2 \cdot 43,52$	139,26	1,5	208,89
	Užitné od střechy D3	1	$1 \cdot 2,3 \cdot 43,52$	100,09	1,5	150,15
Celkem proměnné				$q_k = 657,14$		$q_d = 985,73$
Celkem				$(g + q)_k = 2135,17$		$(g + q)_d = 2981,06$



[GE05 - Patky (demovarze) | verze 5.2021.28.0 | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine.cz]

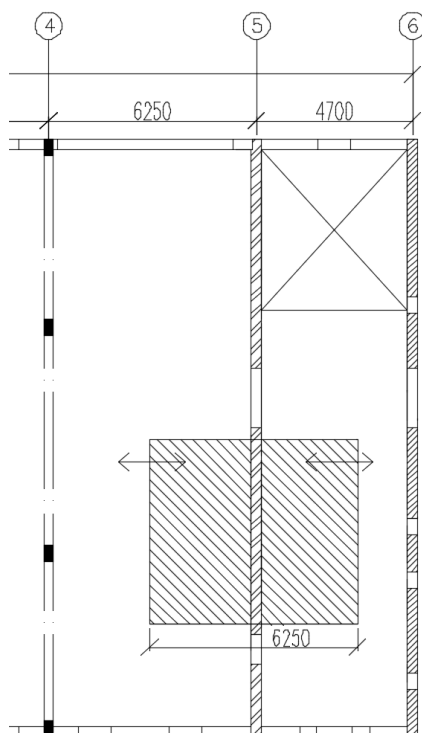
Obr. 12: Výstup z programu – posouzení 1. mezního stavu pro patku



Obr. 13: Výstup z programu – posouzení 2. mezního stavu pro patku

=>**Návrh:** patka 1,8x1,8 m vyhovuje

2.3.5.2 Návrh základového pasu



Obr. 14: Schéma stropní konstrukce (pro výpočet základového pasu)

- **Základní informace:**

Předběžné rozměry pasu: šířka = 1,1 m

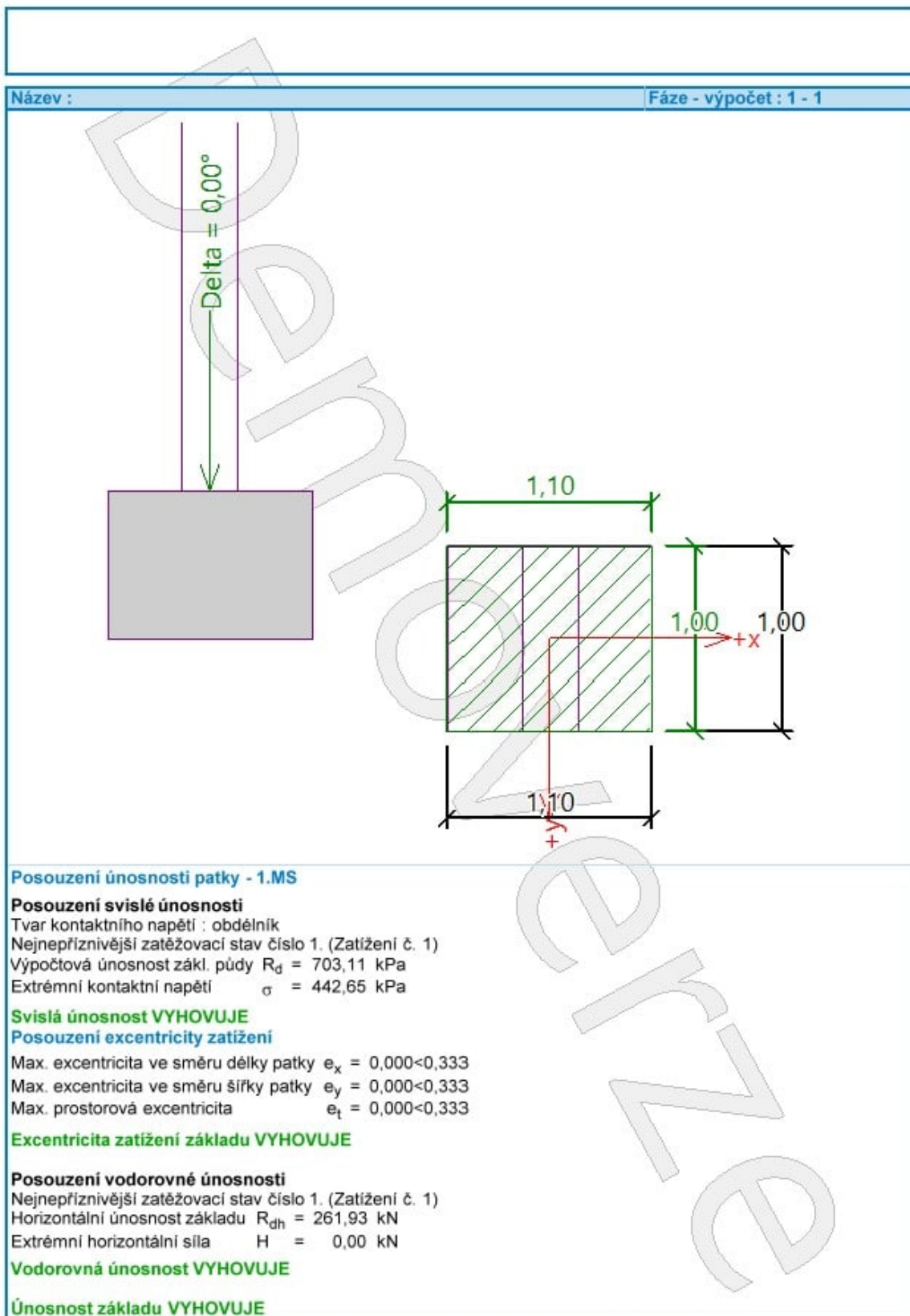
Z důvodu zjednodušení výpočtů byl vynechán vliv excentricity.

Zatěžovací šířka pasu: 6,25 m

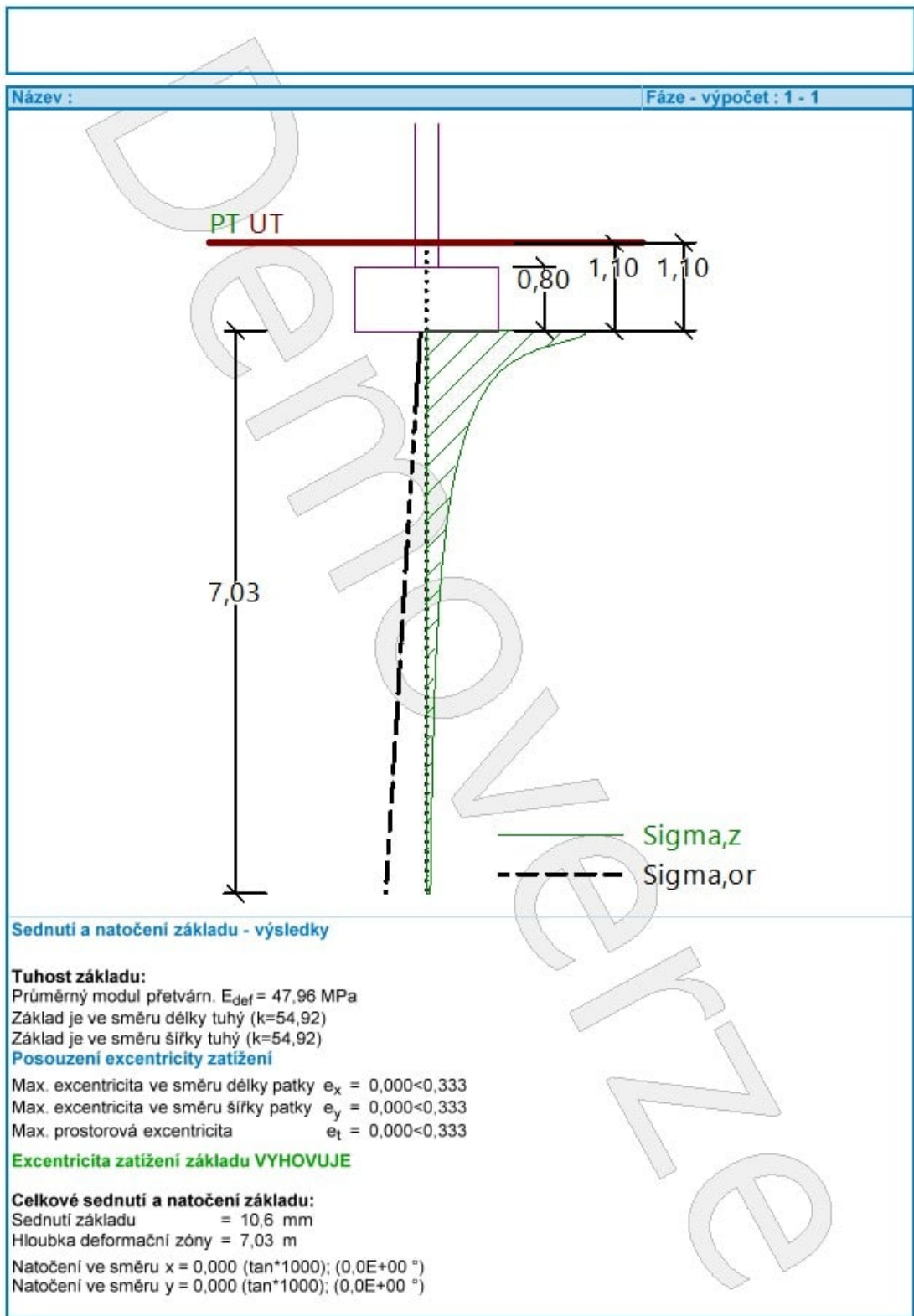
Tab. 14: Celkové zatížení na pas

Název		Počet	Výpočet	[kN/m]	γ_f	[kN/m]
S T Á L Ě	Zatížení od stropu D1	3	$3 \cdot 6,52 \cdot 6,25$	122,25	1,35	165,04
	Zatížení od stropu D2	1	$1 \cdot 6,83 \cdot 6,25$	42,69	1,35	57,63
	Zatížení od střechy D3	1	$1 \cdot 6,55 \cdot 6,25$	40,94	1,35	55,27
	Vlastní tíha průvlaku 600x300 mm	5	$5 \cdot 25 \cdot 0,6 \cdot 0,3$	22,50	1,35	30,38
	Tíha stěny = 10,42 kN/m'	4	$4 \cdot 10,42 \cdot 0,3$	12,51	1,35	13,11
Celkem stále				$g_k = 240,89$		$g_d = 321,43$
P R	Užitné od stropu D1	3	$3 \cdot 3,2 \cdot 6,25$	60	1,5	90

O M Ě N N Ě	Užitné od stropu D2	1	1·3,2·6,25	20	1,5	30
	Užitné od střechy D3	1	1·2,3·6,25	14,38	1,5	21,56
Celkem proměnné				$q_k = 94,38$		$q_d = 141,56$
Celkem				$(g + q)_k = 335,27$		$(g + q)_d = 462,99$



Obr. 15: Výstup z programu – posouzení 1. mezního stavu pro pas



Obr. 16: Výstup z programu – posouzení 2. mezního stavu pro pas

=>**Návrh:** pas šířky 1,1 m vyhovuje

2.4 Výtah

Jedním ze způsobů vertikální komunikace v domě je výtah. Vzhledem k tomu, že v domě budou žít osoby se specifickými potřebami, výtah je navržen o minimálních rozměrech 1500x2000 mm od firmy KONE [9] bez strojovny.

2.5 Střecha

Na žádost investora je střecha řešena jako zelená. Nosnou konstrukci tvoří železobetonová monolitická deska o tloušťce 250 mm. Podrobné řešení problému tepelné techniky a kondenzace je uvedeno v kapitole 3. Pro eliminaci tepelného mostu v místě atiky bude navržen prvek Schöck Isokorb [10] XT typ A.

2.6 Dělicí konstrukce

Všechny dělicí konstrukce v objektu jsou řešeny cihlami Porotherm 11,5 s vápenocementovou omítkou tl. 15 mm. Předstěny koupelen a WC budou provedené pomocí sádkartonu tl. 15 mm, celková tloušťka předstěny včetně sádkartonu je 200 mm.

2.7 Balkon

Podlaží 2. NP až 5. NP mají balkony o šířce 2 metry. Problémy s napojením železobetonových desek balkonů na nosné stropní desky a problémy s tepelnými mosty jsou řešeny pomocí prvku Schöck Isokorb [10] XT typ K s tlakovým ložiskem HTE a tloušťkou izolantu 120 mm.

2.8 Hydroizolace spodní stavby

Hydroizolace spodní stavby je řešena pomocí oxidovaného pásu Bitalbit S 40, který je proveden ve dvou vrstvách z důvodu prodloužené životnosti pásu. Pás je přilepen k betonové vrstvě a slouží jako ochrana proti zemi vlhkosti, protiradonová a ochrana proti tlakové vodě.

2.9 Podlahy

Podlahy ve všech místnostech jsou řešeny jako těžké plovoucí s různými typy nášlapných vrstev. Každé podlaží je opatřeno proti kročejového hluku, aby se omezilo šíření vibrací (konkrétní posouzení bude provedeno v kapitole 4). Podlaha ve 2. NP je na spodní straně opatřena tepelnou izolací Rockwool Stroprock G, aby se omezil únik tepla z obytného bytu do garáží, které jsou umístěny v 1. NP (posouzení v kapitole 3). Složení jednotlivých podlah je uvedeno níže (viz. kapitola 3).

2.10 Výplně otvorů

2.10.1 Okna

Okna jsou vyrobena z izolačního trojskla PKS Okna 88 z plastového profilu GEALAN [11] S8000. Součinitel prostupu tepla je $U = 0,82 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (podle technického listu výrobce), což splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 [12]:

$$U \leq U_{\text{pas}, 20} \quad (29)$$

$$0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,6 \text{ až } 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad \Rightarrow \text{požadavek je splněn}$$

2.10.2 Dveře

Všechny dveře jsou se dřevěnou zárubní se zvýšenými požadavky na akustickou bariéru.

3. Tepelná ochrana budov

V současné době jedním z hlavních cílů projektantů bytových a rodinných domů je úspora energie a tepla. Pro snížení potřeby vytápění obytných prostorů je nutné vyhodnotit obvodové konstrukce z hlediska šíření tepelné energie a vzniku kondenzace uvnitř konstrukce. V této části je uvedeno řešení a hodnocení vybraných konstrukcí.

3.1. Součinitel prostupu tepla

Šíření tepelné energie skrz konstrukci se posuzuje pomocí součinitele prostupu tepla U . Součinitel udává množství tepla, které projde konstrukcí na ploše 1 m při tepelném rozdílu 1 Kelvin.

Vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (26)$$

kde U je součinitel prostupu tepla ($\frac{W}{m^2K}$)

R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu ($\frac{m^2K}{W}$)

R_{se} je odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu ($\frac{m^2K}{W}$)

R je tepelný prostor konstrukce ($\frac{m^2K}{W}$)

3.2. Kondenzace vodní páry

Druhým důležitým faktorem při hodnocení konstrukcí z hlediska tepelné techniky je kondenzace vodní páry v konstrukci. Norma ČSN 73 0540-2 [12] popisuje následující tři podmínky:

- Vodní pára, která se v konstrukci zkondenzovala v průběhu roku nesmí ohrozit funkci konstrukce.
- Celé množství vodní páry M_c [$kg/(m^2 \cdot rok)$] musí být menší než množství vodní páry, které se vypaří během roku M_{ev} [$kg/(m^2 \cdot rok)$].
- Maximální množství kondenzace vodních par musí být menší než hodnota 0,1 kg/m^2 za rok nebo 3 % plošné hmotnosti materiál

3.3. Teplotní faktor vnitřního povrchu

Dalším hodnotícím faktorem je tepelný faktor vnitřního povrchu. Tento faktor musí být vždy vyšší než kritický faktor vnitřního povrchu. Pokud tato podmínka není splněna, může na povrchu vzniknout plíseň.

3.4. Požadavky z normy ČSN 73 0540-2

- Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad (27)$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \quad (28)$$

kde f_{Rsi} je teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

- Požadavek na součinitel prostupu tepla:

Posudek bude proveden s zaměřením na doporučené hodnoty pro pasivní budovy s návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C.

$$U \leq U_{pas,20} \quad (29)$$

kde U je vypočtený součinitel prostupu tepla konstrukci [$W/(m^2 \cdot K)$]

$U_{pas,20}$ je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy (stanovené podle tabulky z normy ČSN 73 0540-2) [$W/(m^2 \cdot K)$]

- Požadavek na šíření vlhkosti konstrukci:

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (30)$$

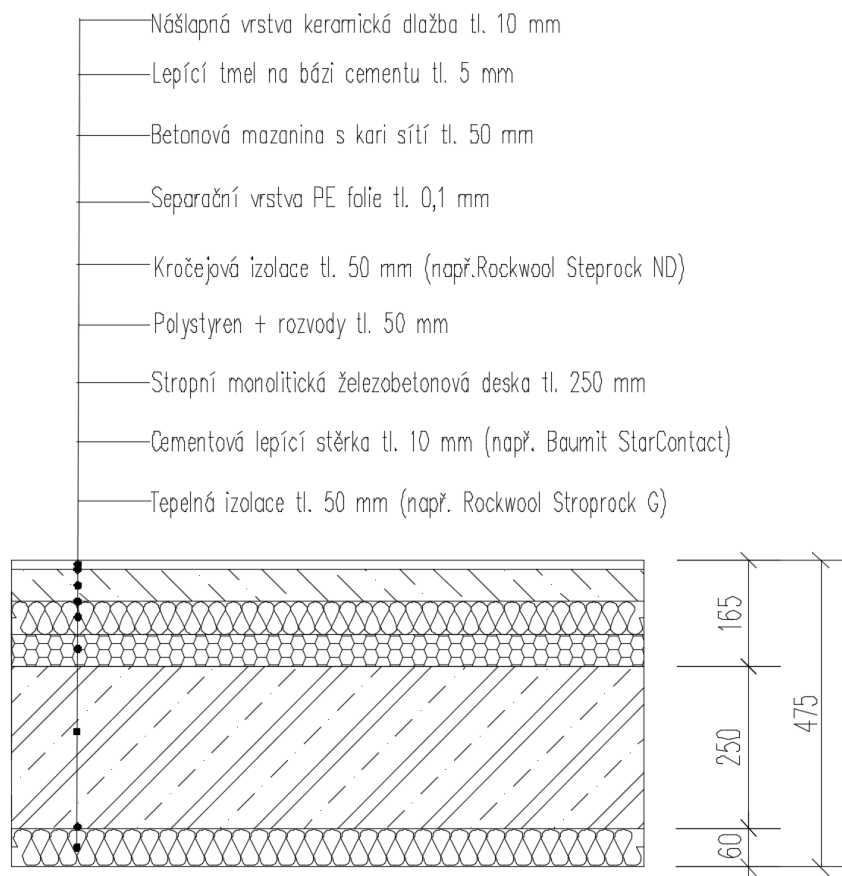
kde M_c je množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [$kg/(m^2 \cdot rok)$]

$M_{c,N}$ je maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [$kg/(m^2 \cdot rok)$]

Pro konstrukce s vnějším tepelněizolačním systémem, jednoplášťovou střechu je $M_{c,N} = 0,1$ [$kg/(m^2 \cdot rok)$] nebo 3% plošné hmotnosti materiálu.

3.5. Řešené skladby a vyhodnocení

3.5.1 Skladba podlahy nad nevytápěným prostorem



Obr. 17: Skladba podlahy nad nevytápěným prostorem

- Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$0,945 \geq 0,402$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na součinitel prostupu tepla:

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

$$0,228 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,3 \text{ až } 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na šíření vlhkosti konstrukci:

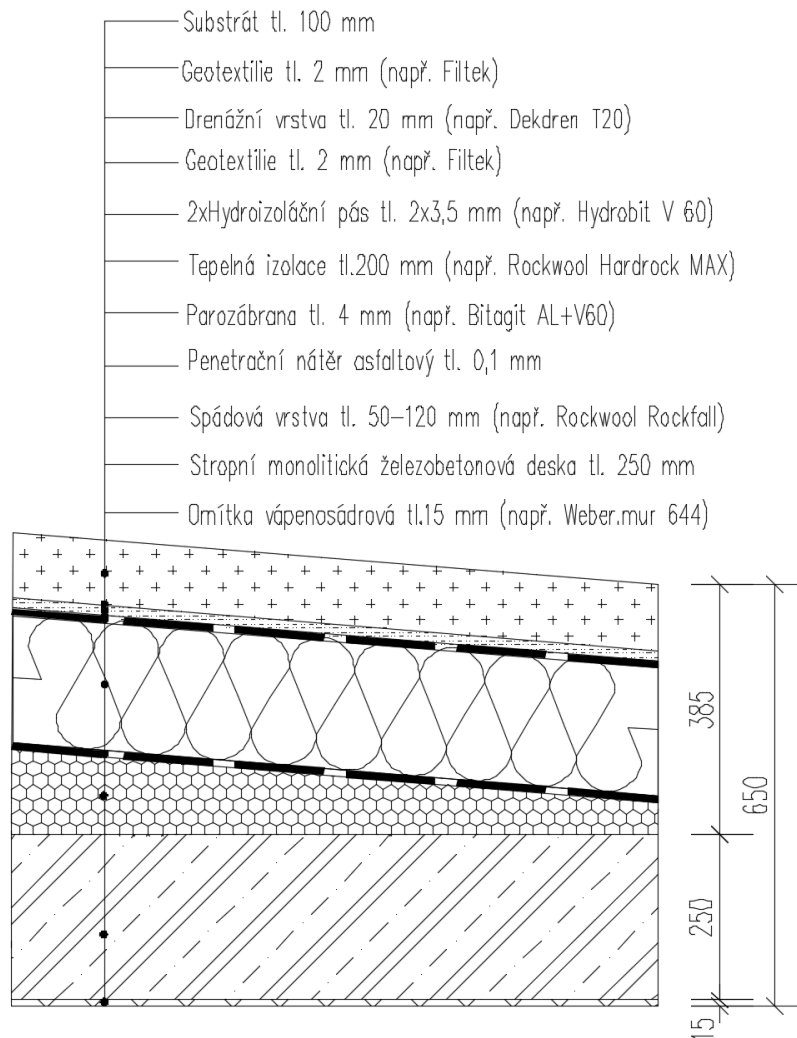
$$M_c \leq M_{c,N}$$

$$0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

=> požadavek je splněn

Vyhodnocení: konstrukce splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 na tepelnou ochranu budov.

3.5.2 Skladba zelené střechy:



Obr. 18: Skladba zelené střechy

- Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$0,966 \geq 0,774$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na součinitel prostupu tepla:

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

$$0,137 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,15 \text{ až } 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na šíření vlhkosti konstrukci:

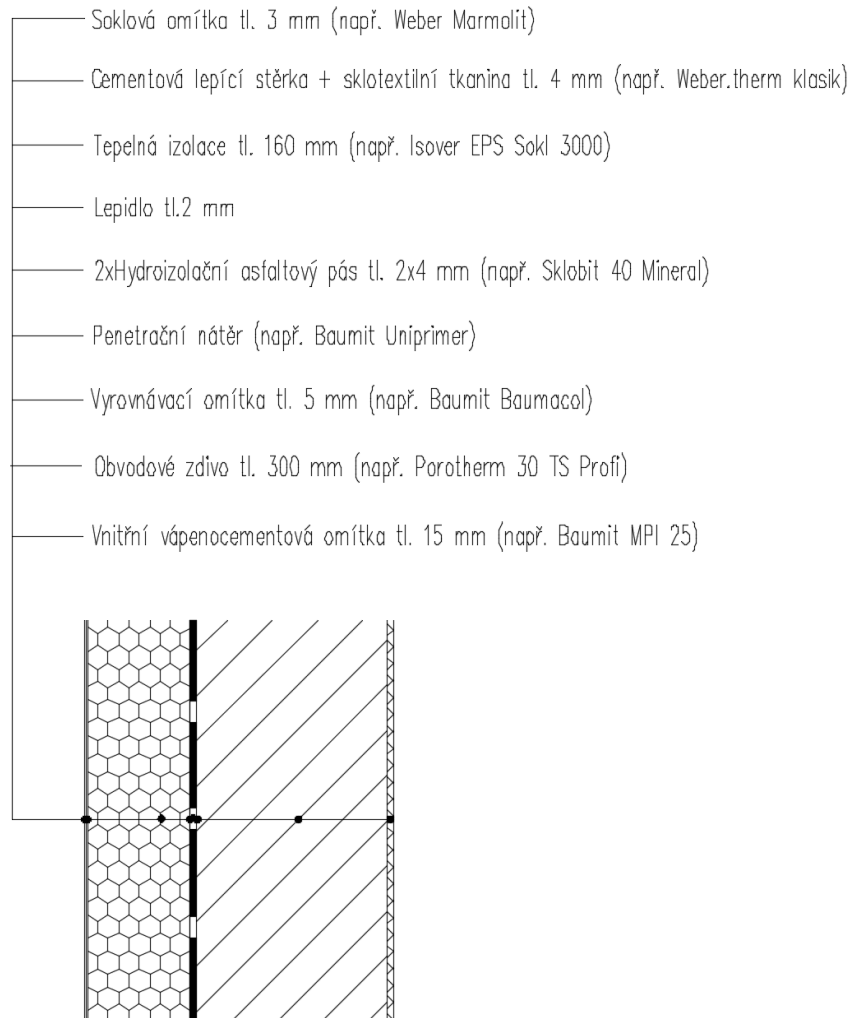
$$M_c \leq M_{c,N}$$

$$0,0118 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

=> požadavek je splněn

Vyhodnocení: konstrukce splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 na tepelnou ochranu budov.

3.5.3 Skladba stěny soklu:



Obr. 19: Skladba stěny soklu

- Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$0,972 \geq 0,757.$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na součinitel prostupu tepla:

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

$$0,115 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,18 \text{ až } 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

=> požadavek je splněn

- Požadavek na šíření vlhkosti konstrukci:

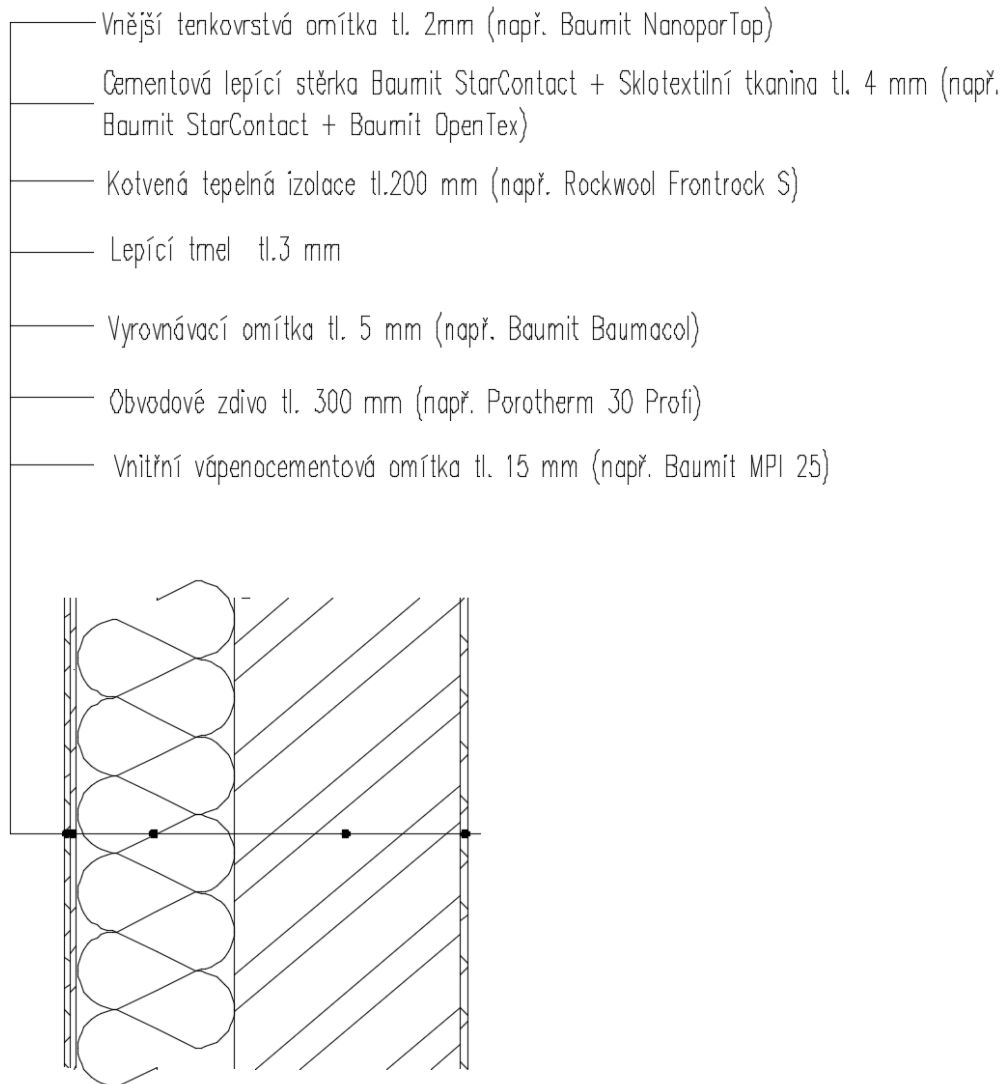
$$M_c \leq M_{c,N}$$

$$0,0763 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

=> požadavek je splněn

Vyhodnocení: konstrukce splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 na tepelnou ochranu budov.

3.5.4 Skladba obvodové stěny:



Obr. 20: Skladba obvodové stěny

- Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

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

$$0,960 \geq 0,789.$$

=> **požadavek je splněn**

- Požadavek na součinitel prostupu tepla:

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

$$0,161 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,18 \text{ až } 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

=> **požadavek je splněn**

- Požadavek na šíření vlhkosti konstrukci:

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

$$0,0330 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

=> **požadavek je splněn**

Vyhodnocení: konstrukce splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 na tepelnou ochranu budov.

4. Akustika

Jedním z hlavních faktorů klidného života v bytovém domě je nepřítomnost nepříjemných hlukových vlivů. Hluk ovlivňuje výkonnost a klid člověka, proto je jedním z hlavních úkolů projektanta je omezení hluku. Zdroj hluku může pocházet jak zvenku budovy (např. hluk z aut nebo sousedních budov), před kterým nás chrání obvodový plášť budovy, tak zevnitř budovy (např. hluk od lidí nebo zařízení), před kterým nás chrání akustické konstrukce nebo prvky.

Dělicí konstrukce se z hlediska akustiky navrhuji s ohledem na zajištění ochrany před zvukem, který se šíří vzduchem a konstrukci na dva typy: vzduchová neprůzvučnost a kročejový hluk.

4.1 Vzduchová neprůzvučnost

Od zdroje zvuku se šíří prostorem zvukové vlny. Zvukové vlny procházejí konstrukcemi objektu a mohou se tak šířit do sousedních místností, čemuž je třeba zabránit. Proto musí být obytné místnosti (ložnice, dětské pokoje, pracovny atd.) odděleny od místností se zdrojem zvuku speciálními akustickými konstrukcemi.

Schopnost konstrukce snižovat intenzitu zvukových vln se nazývá R_w - vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]. Tuto hodnotu je třeba korigovat pomocí korekce k_1 , protože zvuk se přenáší nejen dělicí konstrukcí, ale také bočními konstrukcemi. Vliv vedlejších cest šíření zvuku se většinou vyjadřuje korekcí k_1 [dB]. Potom lze stanovit R'_w - stavební neprůzvučnost konstrukce [dB], kterou porovnáme s hodnotami z normy.

Podle vzorce (31) se R'_w rovná:

$$R'_w = R_w - k_1 \quad (31)$$

kde R_w je vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]

k_1 je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku (stanovená podle tabulky z normy ČSN 73 0532 [14]) [dB]

4.2 Kročejový hluk

Dalším typem šíření hluku uvnitř budovy je šíření kročejového hluku. Tento hluk vzniká při mechanických nárazech na konstrukce (nejčastějším způsobem je pohyb člověka po schodech nebo stropu). Aby nedocházelo k šíření hluku, je nutné vhodně navrhovat skladbu podlahy, konkrétně oddělit tuhé podlahové konstrukce od sebe pomocí pružné vrstvy.

Schopnost konstrukce eliminovat mechanické nárazy se vyjadřuje jednočíslnou veličinou. Tato veličina se nazývá vážena normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L_{n,w}$ [dB] a ona musí být korigována pomocí korektoru k_2 . Konečnou hodnotou je vážena stavební normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$ [dB], laboratorní hodnota hladiny akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$ [dB]

Podle vzorce (32) $L'_{n,w}$ se rovná:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2 \quad (32)$$

kde $L_{n,w}$ je výpočtená laboratorní hodnota hladiny akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

k_2 je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku (stanovená podle tabulky z normy ČSN 73 0532) [-]

4.3. Požadavky z normy ČSN 73 0532

- **Požadavek na vzduchovou neprůzvučnost**

$$R'_w \geq R'_{w,pož} \quad (33)$$

kde R'_w je stavební neprůzvučnost konstrukce [dB]

$R'_{w,pož}$ je požadovaná hodnota stavební neprůzvučnosti konstrukce (stanovená podle tabulky z normy ČSN 73 0532 [dB])

- **Požadavek na kročejovou neprůzvučnost**

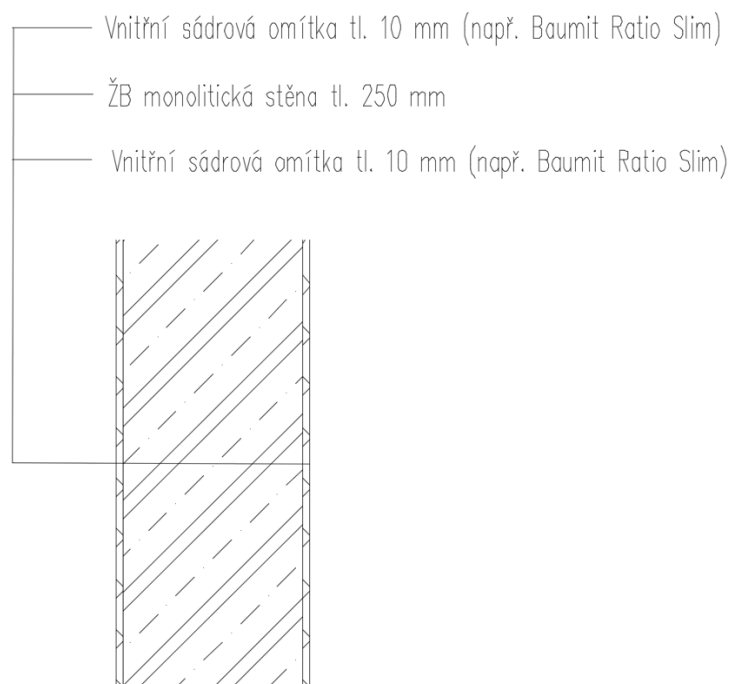
$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,pož} \quad (34)$$

kde $L'_{n,w}$ je vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$L'_{n,w,pož}$ je požadovaná hodnota hladina akustického tlaku kročejového zvuku (stanovená podle tabulky z normy ČSN 73 0532 [dB])

4.4 Řešené skladby a vyhodnocení

4.4.1 Skladba mezibytové stěny



Obr. 21: Skladba mezibytové stěny

- Požadavek na zvukovou izolaci v bytech

$$R'_w \geq R'_{w,pož}$$

$$R_w = 58 \text{ dB (hodnota stanovená pomocí programu Neprůzvučnost 2010 [14])}$$

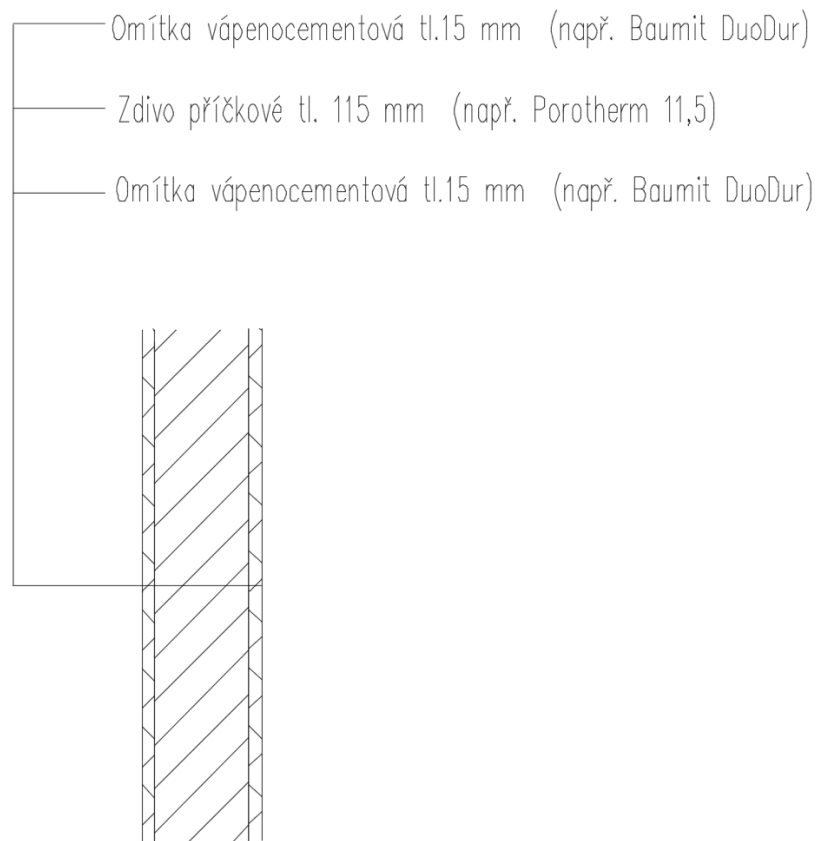
$$k = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = 58 - 2 = 56 \text{ dB}$$

$$56 \text{ dB} > 53 \text{ dB}$$

=> požadavek je splněn

4.4.2 Skladba vnitřní příčky



Obr. 22: Skladba vnitřní příčky

- Požadavek na zvukovou izolaci v bytech

$$R'_w \geq R'_{w,pož}$$

$$R_w = 47 \text{ dB (hodnota z technických listů Porotherm [2])}$$

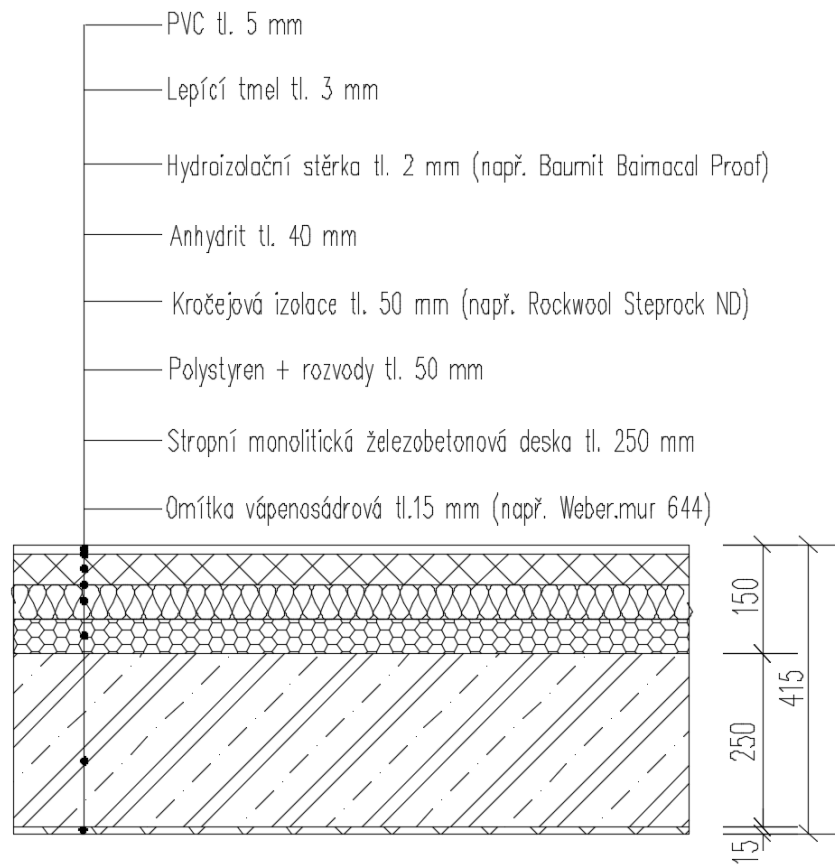
$$k = 4 \text{ dB}$$

$$R'_w = 47 - 4 = 43 \text{ dB}$$

$$43 \text{ dB} > 40 \text{ dB}$$

=> požadavek je splněn

4.4.3 Skladba mezibytového stropu



Obr. 23: Skladba podlahy mezibytového stropu

- Požadavek na zvukovou izolaci v bytech

$$L'_{n,W} \leq L'_{n,W,pož}$$

$$L_{n,W} = 37 \text{ dB (hodnota stanovená pomocí programu Neprůzvučnost 2010 [15])}$$

$$k = 2 \text{ dB}$$

$$L'_{n,W} = 37 + 2 = 39 \text{ dB}$$

$$39 \text{ dB} < 53 \text{ dB}$$

=> požadavek je splněn

5. Světelná technika

Denní světlo je stejně důležité jako akustická pohoda v bytě a úspora tepelné energie. Denní světlo má pozitivní vliv na lidskou psychiku a schopnost pracovat, proto musí být každý projekt obytných budov v souladu s požadavky normy ČSN EN 17037-1 [16]. Světelnou techniku lze rozdělit na dvě části: proslunění a denní osvětlení.

5.1 Proslunění

Norma říká, že obytné místnosti, které slouží lidem k dlouhodobému pobytu, musí být v kritický den 1. března prosluněny minimálně 90 minut. Kritický bod musí být umístěn na vnitřním hraně stěny, minimálně 300 milimetrů nad středem spodní hrany okna a zároveň minimálně 1200 milimetrů nad podlahou. Osvětlovací otvor musí mít plochu nejméně jedné desetiny plochy posuzované místnosti, velikost okna (mimo šikmých) nejméně 900x900 mm. Níže je uvedena tabulka kritických bodů, ze kterých bude výpočet vycházet.

Tab. 15: Tabulka kritických bodů

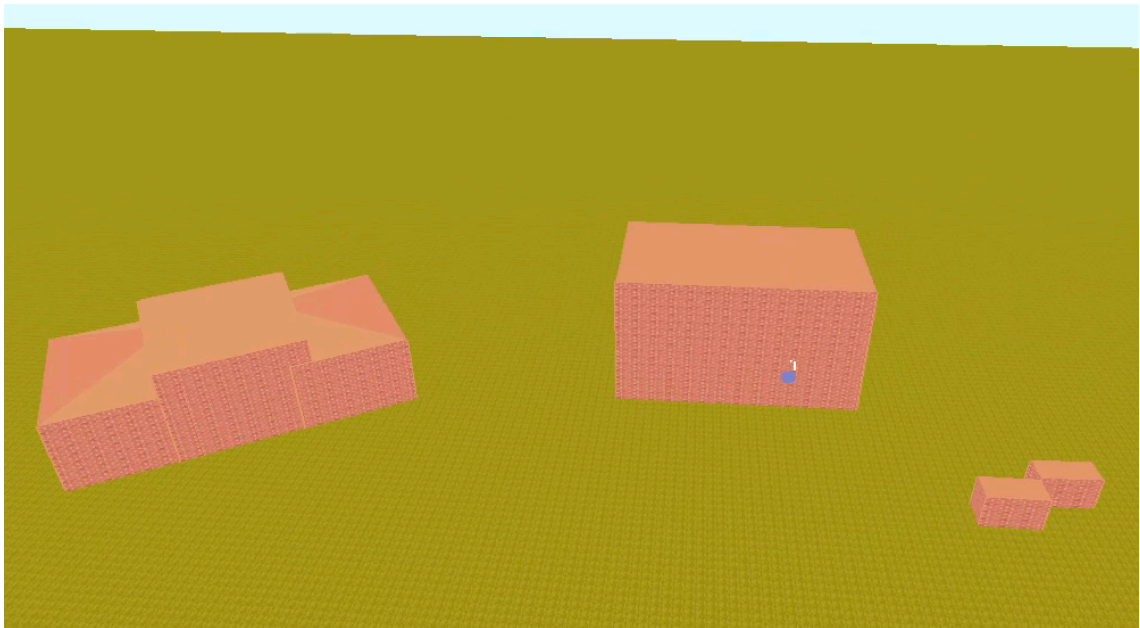
Místnost	Plocha [m ²]	Obytná m.	Velikost osvětlovacích otvorů	Kritický bod (KB)
206 Ložnice	15,30	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 15,30 = 1,53$	ANO
209 Dětský pokoj	22,90	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 20,90 = 2,09$	ANO
210 Dětský pokoj	21,90	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 21,9 = 2,19$	ANO
211 Kuchyň+obývací místnost	50,10	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \leq 0,1 * 50,10 = 5,01$	NE
216 Kuchyň+obývací místnost	50,10	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \leq 0,1 * 50,10 = 5,01$	NE
218 Dětský pokoj	21,90	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 21,90 = 2,19$	ANO
219 Dětský pokoj	22,90	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 22,90 = 2,29$	ANO
222 Ložnice	15,30	Ano $\geq 8 \text{ m}^2$	Šířka a výška větší než 900 mm Plocha: $3,0 \geq 0,1 * 15,3 = 1,53$	ANO

5.1.1 Posouzení

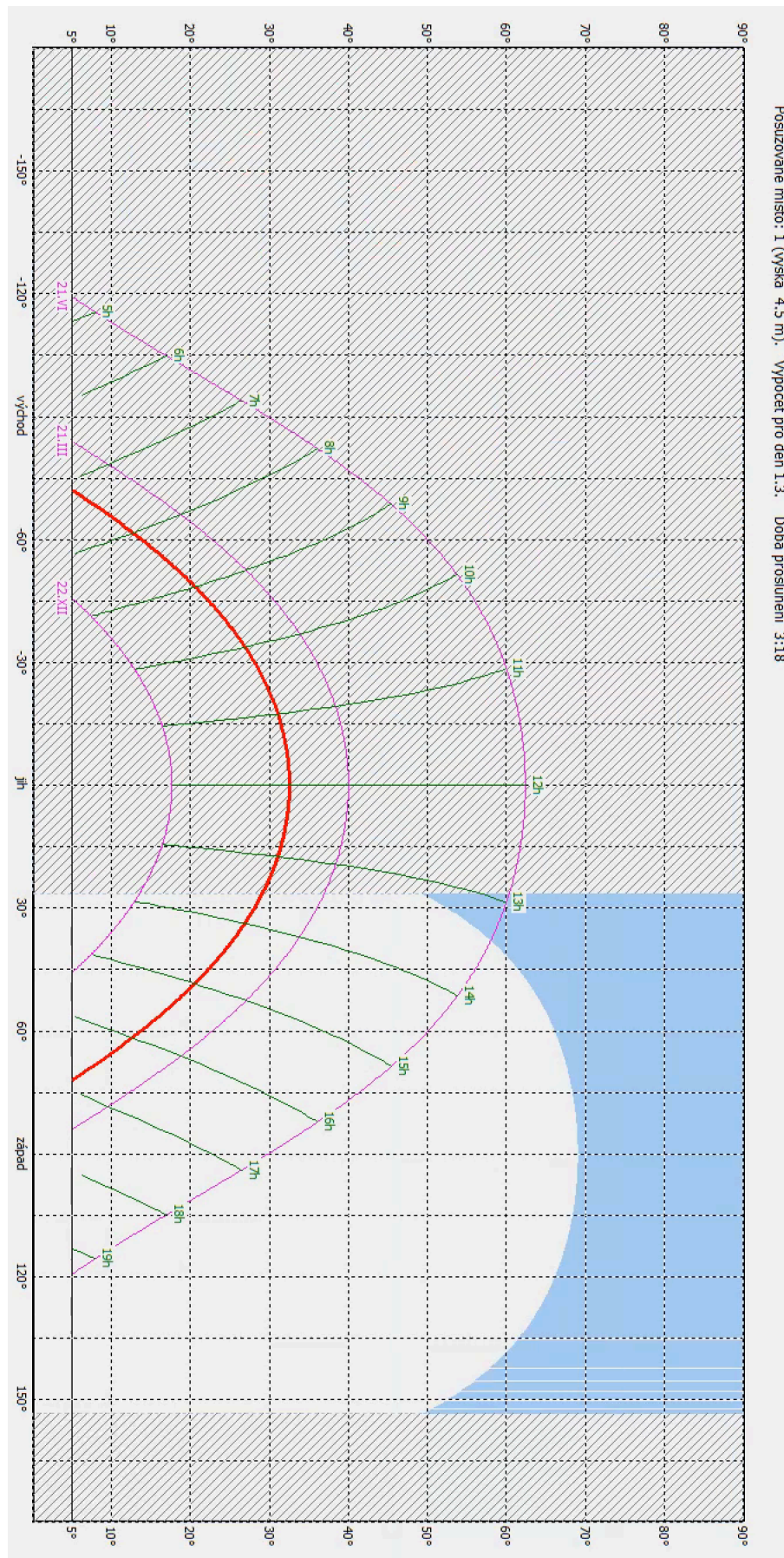
Pro hodnocení byly vybrány dva pokoje ve 2. NP: 210 a 218

Místnost 210:

- Účel místnosti: dětský pokoj
- Plocha místnosti: 21,90 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm, plocha 3 m²



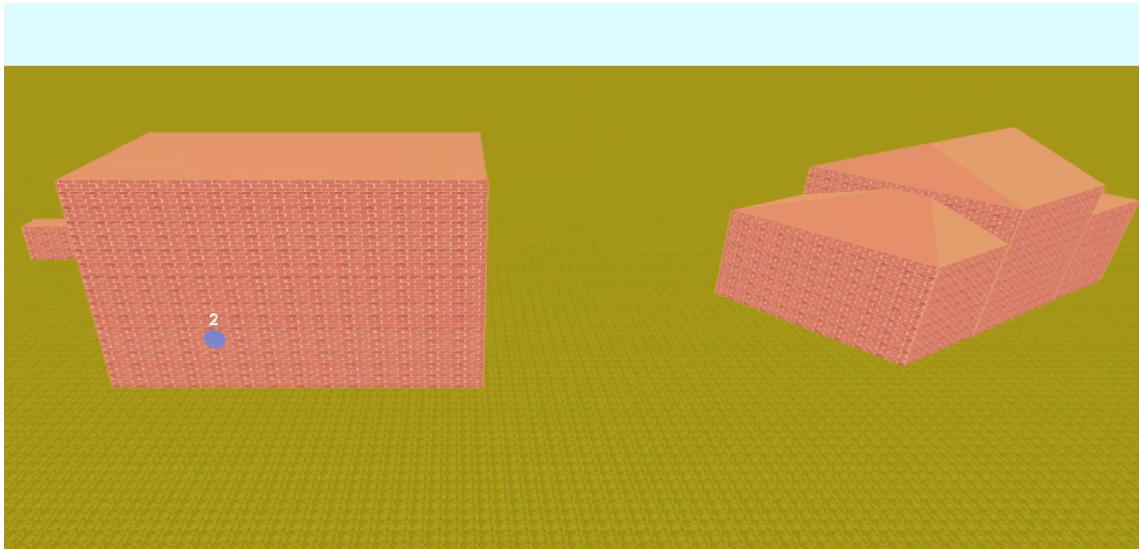
Obr. 25: 3D model pro výpočet doby proslunění místnosti 210



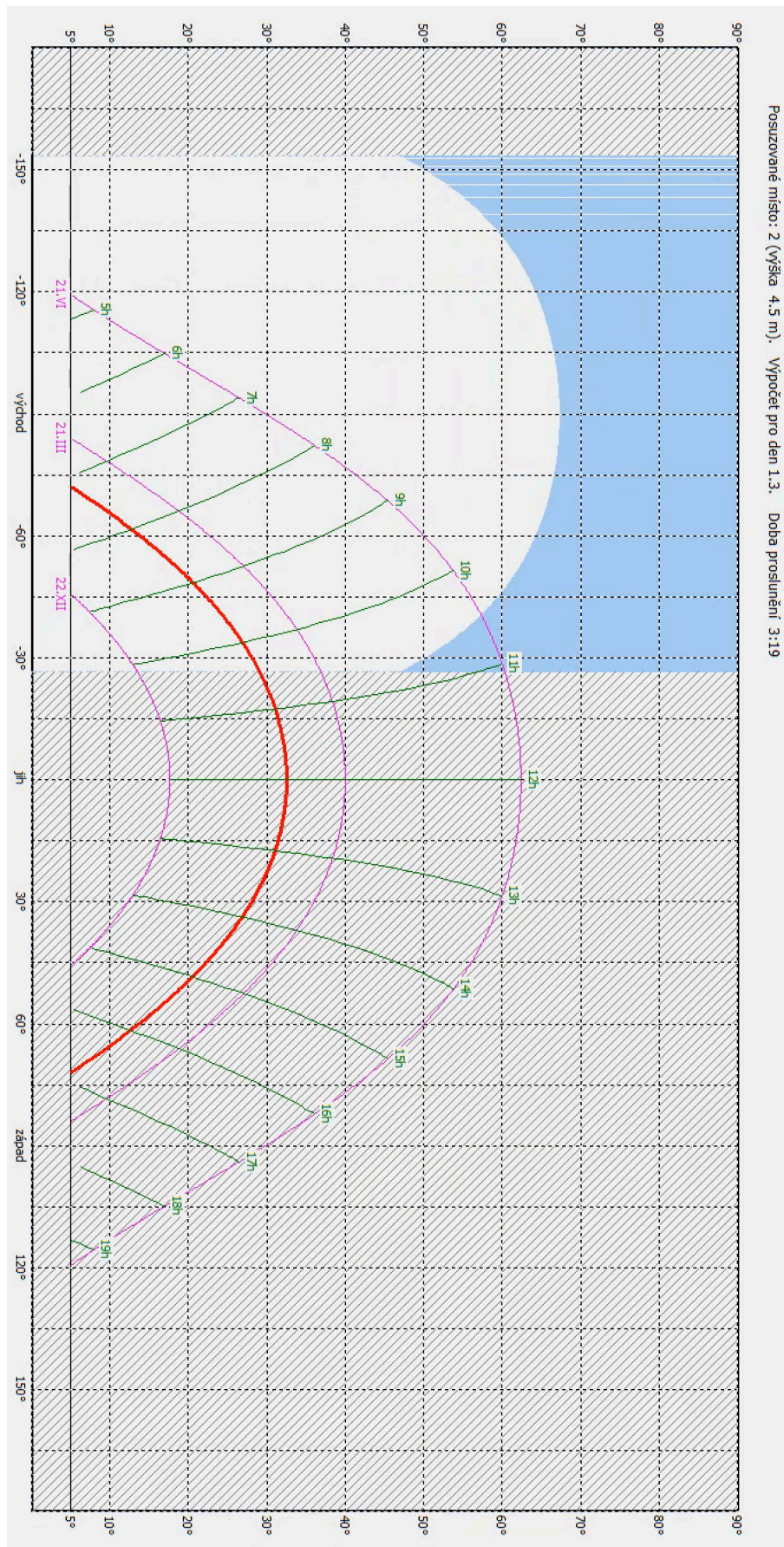
Obr. 26: Výsledek doby proslunění místnosti 210

Místnost 218:

- Účel místnosti: dětský pokoj
- Plocha místnosti: 21,90 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm, plocha 3 m²



Obr. 27: 3D model pro výpočet doby proslunění místnosti 218



Obr. 28: Výsledek doby proslunění místnosti 218

5.1.2 Vyhodnocení

- **Místnost 210:**

Doba proslunění v KB1: 198 min > 90 min

=> požadavek je splněn

- **Místnost 218:**

Doba proslunění v KB2: 199 min > 90 min

=> požadavek je splněn

5.2 Denní osvětlení

Vyhodnocení bylo provedeno v zimním dni při zatažené obloze, která vytváří pro vyhodnocení co nejnepříjemnější podmínky. Kontrolní body (celkem dva) jsou umístěny v obytné místnosti jeden metr od stěn a v polovině hloubky místnosti (maximálně však 3 metry od vnitřního povrchu stěny). Hodnocení bude provedeno v programu Světlo + [17], jehož konečným výsledkem bude činitel denní osvětlenosti D [%]. „Činitel denní osvětlenosti (*daylight factor*) je podíl osvětlenosti v bodě dané roviny vyvolané světlem dopadajícím přímo nebo nepřímo z oblohy se známým nebo předpokládaným rozložením jasů a osvětlenosti vodorovné roviny od nezastíněné oblohy stejných vlastností, přímé sluneční světlo je z obou osvětleností vyloučeno” [15]. Podle normy ČSN EN 17037-1 vypočtená hodnota musí být minimálně 0,7 % a průměrem obou bodů musí být minimálně 0,9 %.

5.2.1 Posouzení a vyhodnocení

Pro hodnocení byly zvoleny čtyři místnosti: 210, 218, 222, 206.

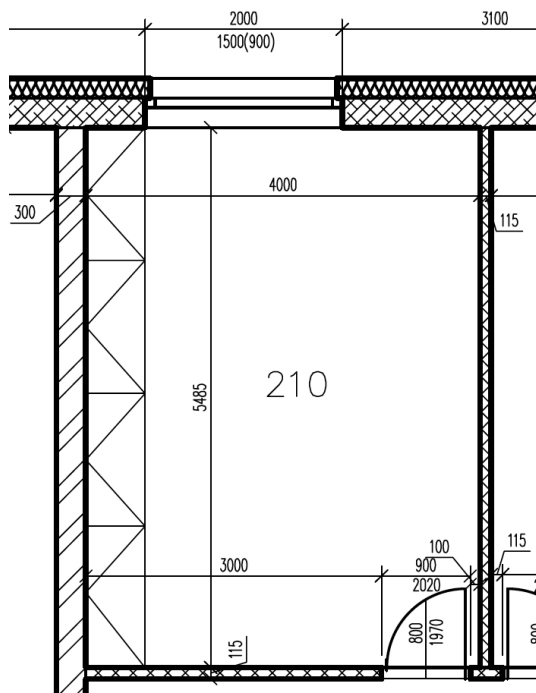
1. **Místnost 210**

- Účel místnosti: dětský pokoj
- Plocha místnosti: 21,90 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm

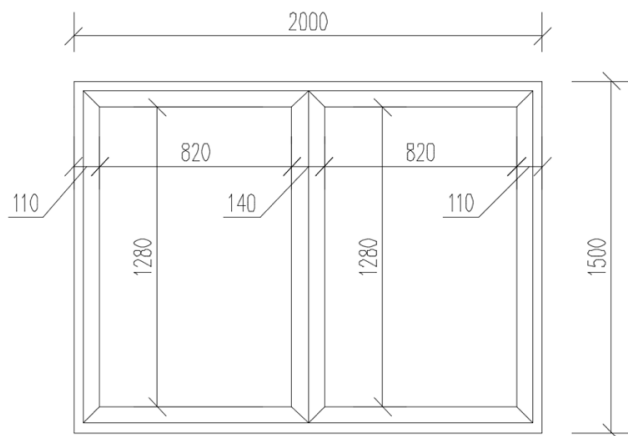
Vstupní hodnoty do programu:

- Celková plocha okna A_c : 3 m²
- Čistá plocha okna A_s : 2,1 m²

- Poměr čisté plochy zasklení: $\frac{A_s}{A_c} = \frac{2,1}{3} = 0,7$ (35)
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Počet skel: 1
- Druh skla: 0,74 (z podkladu výrobce)
- Vnější znečištění: 0,9 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Vnitřní znečištění: 0,95 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Ostatní: 1 (bylo zanedbáno součin dalších koeficientů)
- Směrová propustnost: Ano (nebyl zanedbán činitel prostupu světla sklem ve směru úhlu od normály roviny skla)



Obr. 29: Půdorys místnosti 210



Obr. 30: Schéma okna v místnosti 210



Obr. 31: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 210

Vyhodnocení

D_s (oblohová složka): $D_{s,1} = 0,5 \%$, $D_{s,2} = 0,7 \%$

D_e (vnější odražená složka): $D_{e,1} = 0,0 \%$, $D_{e,2} = 0,0 \%$

D_i (vnitřní): $D_{i,1} = 0,3 \%$, $D_{i,2} = 0,3 \%$

$D_1 = 0,8 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$D_2 = 1,0 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$$\frac{D_1 + D_2}{2} = 0,9 \% \geq 0,9 \%$$

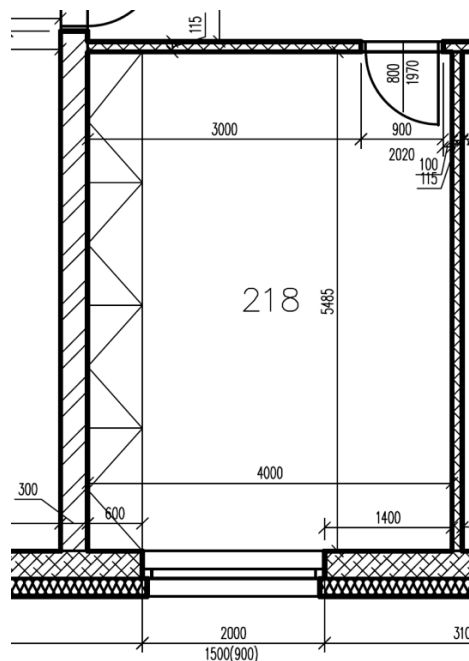
=> požadavek je splněn

2. Místnost 218

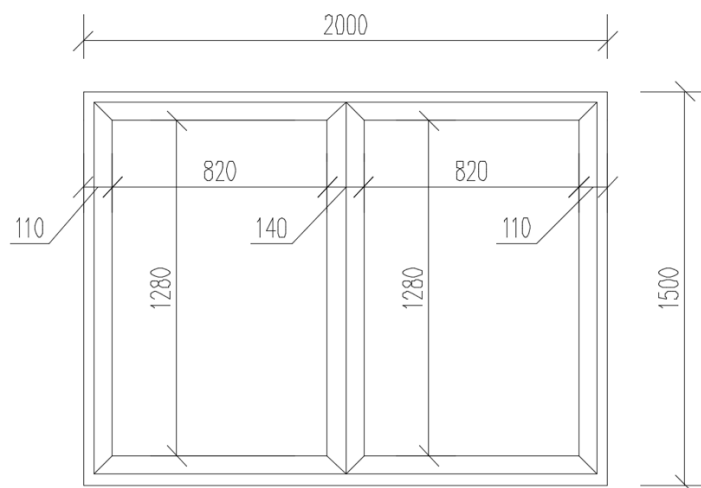
- Účel místnosti: dětský pokoj
- Plocha místnosti: 21,90 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm

Vstupní hodnoty do programu:

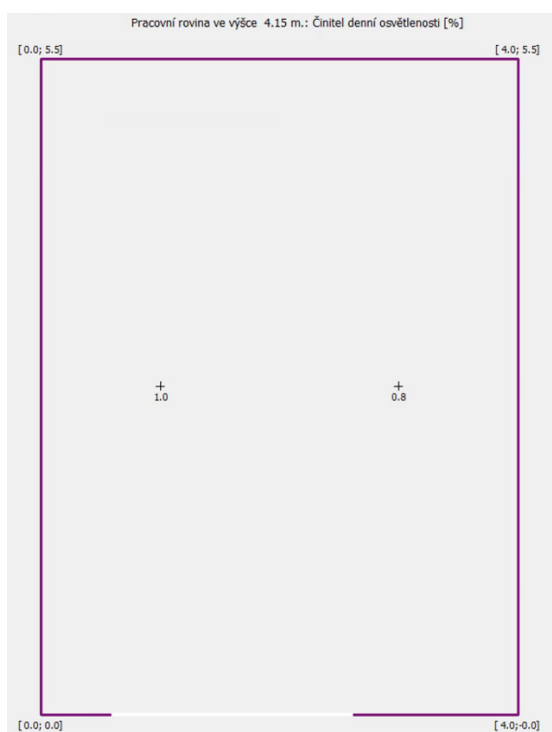
- Celková plocha okna A_c : 3 m²
- Čistá plocha okna A_s : 2,1 m²
- Poměr čisté plochy zasklení: $\frac{A_s}{A_c} = \frac{2,1}{3} = 0,7$ (35)
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Počet skel: 1
- Druh skla: 0,74 (z podkladu výrobce)
- Vnější znečištění: 0,9 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Vnitřní znečištění: 0,95 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Ostatní: 1 (bylo zanedbáno součin dalších koeficientů)
- Směrová propustnost: Ano (nebyl zanedbán činitel prostupu světla sklem ve směru úhlu od normaly roviny skla)



Obr. 32: Půdorys místnosti 218



Obr. 33: Schéma okna v místnosti 218



Obr. 34: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 218

Vyhodnocení

D_s (oblohová složka): $D_{s,1} = 0,7 \%$, $D_{s,2} = 0,5 \%$

D_e (vnější odražená složka): $D_{e,1} = 0,0 \%$, $D_{e,2} = 0,0 \%$

D_i (vnitřní): $D_{i,1} = 0,3 \%$, $D_{i,2} = 0,3 \%$

$D_1 = 1,0 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$D_2 = 0,8 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$\frac{D_1 + D_2}{2} = 0,95 \%$ > $0,9 \%$

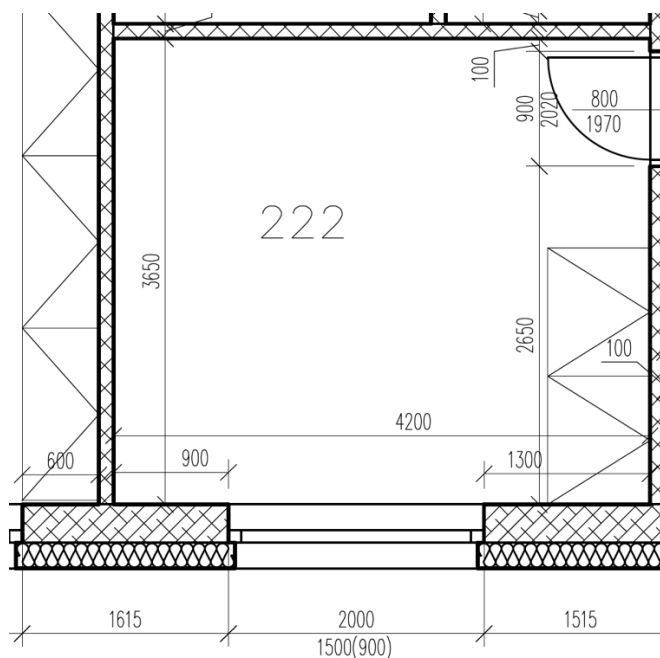
=> požadavek je splněn

3. Místnost 222

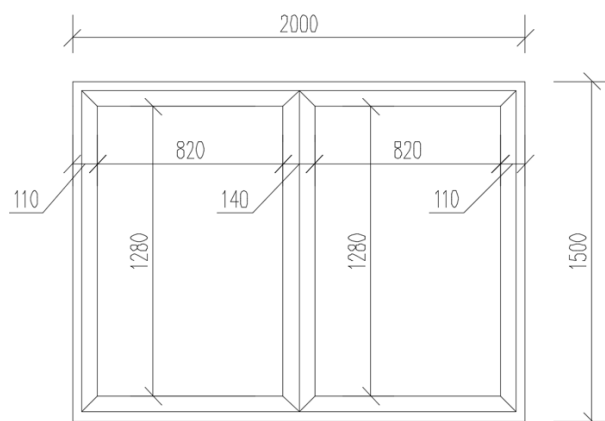
- Účel místnosti: ložnice
- Plocha místnosti: 15,3 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm

Vstupní hodnoty do programu:

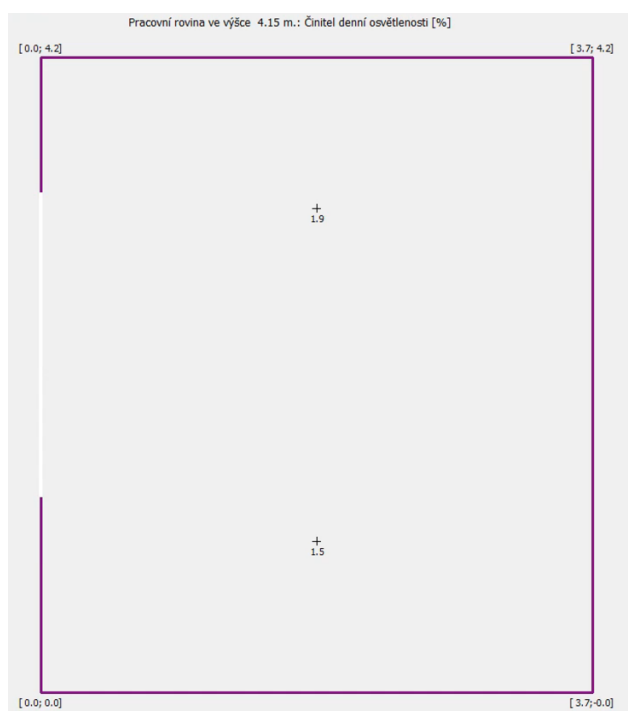
- Celková plocha okna A_c : 3 m²
- Čistá plocha okna A_s : 2,1 m²
- Poměr čisté plochy zasklení: $\frac{A_s}{A_c} = \frac{2,1}{3} = 0,7$ (35)
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Počet skel: 1
- Druh skla: 0,74 (z podkladu výrobce)
- Vnější znečištění: 0,9 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Vnitřní znečištění: 0,95 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Ostatní: 1 (bylo zanedbáno součin dalších koeficientů)
- Směrová propustnost: Ano (nebyl zanedbán činitel prostupu světla sklem ve směru úhlu od normaly roviny skla)



Obr. 35: Půdorys místnosti 222



Obr. 36: Schéma okna v místnosti 222



Obr. 37: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 222

Vyhodnocení

D_s (oblohová složka): $D_{s,1} = 1,4 \%$, $D_{s,2} = 1,0 \%$

D_e (vnější odražená složka): $D_{e,1} = 0,1 \%$, $D_{e,2} = 0,0 \%$

D_i (vnitřní): $D_{i,1} = 0,4 \%$, $D_{i,2} = 0,4 \%$

$$D_1 = 1,9 \% > 0,7 \%$$

=> požadavek je splněn

$$D_2 = 1,5 \% > 0,7 \%$$

=> požadavek je splněn

$$\frac{D_1 + D_2}{2} = 1,7 \% > 0,9 \%$$

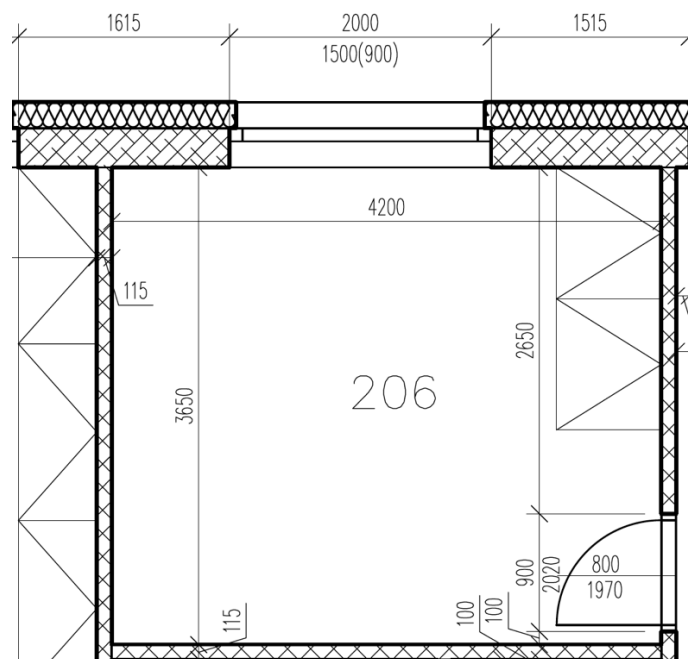
=> požadavek je splněn

4. Místnost 206

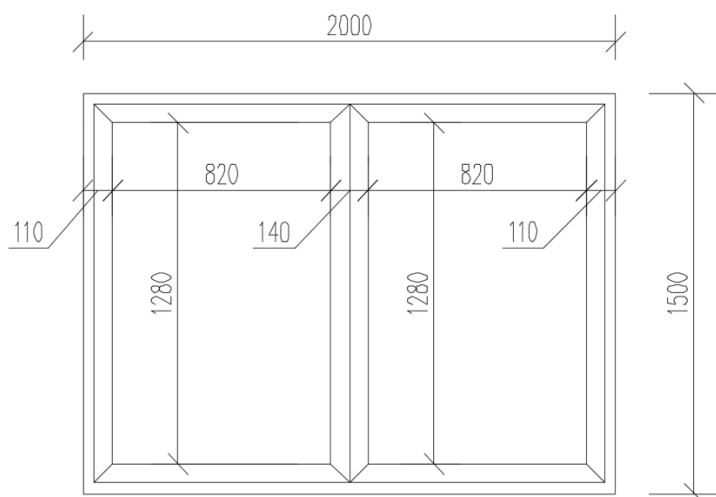
- Účel místnosti: ložnice
- Plocha místnosti: 15,3 m²
- Posuzované okno: 2000x1500 mm

Vstupní hodnoty do programu:

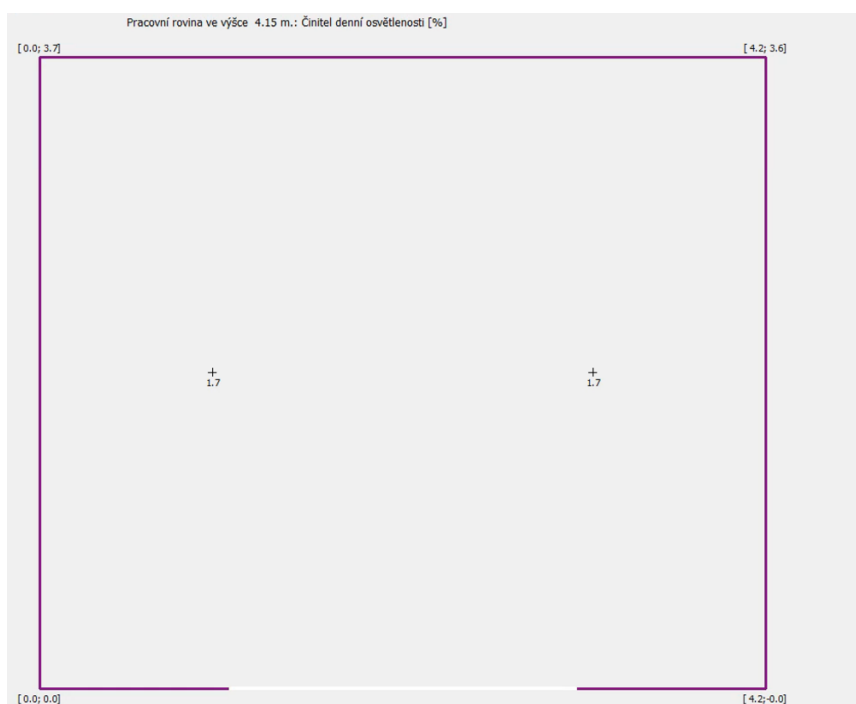
- Celková plocha okna A_c : 3 m²
- Čistá plocha okna A_s : 2,1 m²
- Poměr čisté plochy zasklení: $\frac{A_s}{A_c} = \frac{2,1}{3} = 0,7$ (35)
- Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- Počet skel: 1
- Druh skla: 0,74 (z podkladu výrobce)
- Vnější znečištění: 0,9 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Vnitřní znečištění: 0,95 (hodnota z normy ČSN EN 17037-1)
- Ostatní: 1 (bylo zanedbáno součin dalších koeficientů)
- Směrová propustnost: Ano (nebyl zanedbán činitel prostupu světla sklem ve směru úhlu od normaly roviny skla)



Obr. 38: Půdorys místnosti 206



Obr. 39: Schéma okna v místnosti 206



Obr. 40: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 206

Vyhodnocení

D_s (oblohová složka): $D_{s,1} = 1,2 \%$, $D_{s,2} = 1,2 \%$

D_e (vnější odražená složka): $D_{e,1} = 0,0 \%$, $D_{e,2} = 0,0 \%$

D_i (vnitřní): $D_{i,1} = 0,4 \%$, $D_{i,2} = 0,4 \%$

$D_1 = 1,7 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$D_2 = 1,7 \%$ > $0,7 \%$

=> požadavek je splněn

$\frac{D_1 + D_2}{2} = 1,7 \%$ > $0,9 \%$

=> požadavek je splněn

Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout bytový dům tak, aby v něm lidé mohli pohodlně a bezpečně bydlet. A proto byl vybrán nejvhodnější konstrukční model a proveden předběžný statistický výpočet. Za účelem úspory tepelné energie byla navržena skladba vnějších a vnitřních konstrukcí tak, aby hodnoty součinitele prostupu tepla splňovaly všechny podmínky nejnovějších norem. Hodnocení ukázalo, že tento dům splňuje podmínky akustické normy pro klidné bydlení jeho obyvatelů, tzn. byla zajištěna požadovaná zvuková izolace dělicích konstrukcí a eliminován kročejový hluk šířící se z prostoru schodiště. Je zde také dostatek denního světla pro dobrou efektivitu a psychickou pohodu. Hodnocení proslunění ukázalo, že obytné místnosti jsou prosluněné minimálně 90 min, což splňuje všechny požadavky normy.

Ve výkresové dokumentaci byly zpracovány následující výkresy: půdorys 1. NP, půdorys typického podlaží, řezy, pohledy (severní, jižní, západní a východní) a situační výkres.

Seznam použitých zdrojů

[1] Informační systém [online]. Copyright ©s [cit. 10.05.2022].

Dostupné z: https://is.vstecb.cz/th/ezgyo/Architektonicka_studie.pdf

[2] Zdivo Porotherm. Stavební materiál pro váš dům | Zdivo, střecha, fasáda, dlažba

[online]. Copyright © 2022 Wienerberger [cit. 10.05.2022]. Dostupné z:

<https://www.wienerberger.cz/zdivo-porotherm.html>

[3] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukce – Část 1-1: Obecné zatížení -

Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb. Praha:NMZ, Březen

2004. Zohledněna Oprava 1 z r. 2010 a změny Z1 z r. 2010 a Z2 z r. 2010.

[4] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: zatížení konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou

normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

[5] Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní

tíha a užité zatížení pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci,

metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

[6] Scia CZ. s. r. o., Scia Enginner [software].

[7] Fine spol. s. r. o., GEO5 Demo [software].

[8] PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN*

1992-1-1. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných

inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT,

2010. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.

[9] Výtahy KONE - děláme z měst lepší místa pro život - KONE Česká republika . Výtahy

KONE - děláme z měst lepší místa pro život - KONE Česká republika [online]. Dostupné

z: <https://www.kone.cz>

[10] Schöck Isokorb® XT typ Q | WESPO Bohemia a.s.. WESPO Bohemia a.s. [online].

[cit. 19.04.2022]. Dostupné z: [https://obchod.wespo.cz/schock-isokorb%C2%AE-xt-](https://obchod.wespo.cz/schock-isokorb%C2%AE-xt-typ-q)

[typ-q](https://obchod.wespo.cz/schock-isokorb%C2%AE-xt-typ-q)

- [11] Výrobce PVC profilů pro okenní a dveřní systémy. [online]. Copyright ©2022 GEALAN Fenster [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: <https://www.gealan.de/cz/>
- [12] ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: NMZ, Září 2011. Zohledněna změna Z1 z r. 2012.
- [13] K-CAD spol. spol. s. r. o., Stavební fyzika, Svoboda software, *Teplo 2017*, [software].
- [14] ČSN 73 0532: *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky*, Praha: ÚNMZ, Únor 2010. Zohledněna změna Z2 z r. 2014.
- [15] K-CAD spol. spol. s. r. o., Stavební fyzika, Svoboda software, *Neprůzvučnost 2010*, [software].
- [16] ČSN EN 17037-1: *Denní osvětlení budov*. Praha: NMZ, srpen 2019.
- [17] JpSoft s. r. o. SVĚTLO+. Software pro denní osvětlení a oslunění budov. Verze 1.32 profí. Informace na www.svetloplus.cz

Seznam obrázků

Obr. 1: Konstrukční systém 1. NP (var.1)	- 15 -
Obr. 2: Konstrukční systém 2. NP - 5. NP (var. 1).....	- 16 -
Obr. 3: Konstrukční systém 1. NP (var. 2)	- 17 -
Obr. 4: Konstrukční systém 2. NP - 5. NP (var. 2).....	- 18 -
Obr. 5: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh stropní desky.....	- 23 -
Obr. 6: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh průvlaku.....	- 26 -
Obr. 7: Výpočetní model	- 28 -
Obr. 8: Posouvající síly.....	- 28 -
Obr. 9: Ohybové momenty	- 28 -
Obr. 10: Schéma stropní konstrukce 1. NP pro návrh sloupu.....	- 31 -
Obr. 11: Schéma stropní konstrukce 1.NP (pro návrh základové patky)	- 35 -
Obr. 12: Výstup z programu – posouzení 1.mezní stav pro patku.....	- 37 -
Obr. 13: Výstup z programu – posouzení 2.mezní stav pro patku.....	- 38 -
Obr. 14: Schéma stropní konstrukce (pro výpočet základového pásu).....	- 39 -
Obr. 15: Výstup z programu – posouzení 1.mezní stav pro pas	- 41 -
Obr. 16: Výstup z programu – posouzení 2.mezní stav pro pas	- 42 -
Obr. 17: Skladba podlahy nad nevytápěným prostorem.....	- 47 -
Obr. 18: Skladba zelené střechy	- 48 -
Obr. 19: Skladba stěny soklu	- 49 -
Obr. 20: Skladba obvodové stěny	- 50 -
Obr. 21: Skladba mezibytové stěny	- 53 -
Obr. 22: Skladba vnitřní příčky	- 54 -
Obr. 23: Skladba podlahy mezibytového stropu.....	- 55 -
Obr. 24: Schéma umístění akustických prvků na schodišti	- 56 -
Obr. 25: 3D model pro výpočet doby proslunění místnosti 218.....	- 58 -
Obr. 26: Výsledek doby proslunění místnosti 218	- 59 -
Obr. 27: 3D model pro výpočet doby proslunění místnosti 210.....	- 60 -
Obr. 28: Výsledek doby proslunění místnosti 210	- 61 -
Obr. 29: Půdorys místnosti 210	- 63 -
Obr. 30: Schéma okna v místnosti 210.....	- 64 -
Obr. 31: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 210	- 64 -
Obr. 32: Půdorys místnosti 218	- 65 -

Obr. 33: Schéma okna v místnosti 218.....	- 66 -
Obr. 34: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 218	- 66 -
Obr. 35: Půdorys místnosti 222	- 67 -
Obr. 36: Schéma okna v místnosti 222.....	- 68 -
Obr. 37: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 222	- 68 -
Obr. 38: Půdorys místnosti 206	- 69 -
Obr. 39: Schéma okna v místnosti 206.....	- 70 -
Obr. 40: Výsledek z programu Světlo + pro místnost 206	- 70 -

Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled zatížení – podlaha nad nevytápěným prostorem	- 19 -
Tab. 2: Přehled zatížení – podlaha v interiéru PVC	- 19 -
Tab. 3: Přehled zatížení – podlaha v interiéru keramická dlažba	- 20 -
Tab. 4: Přehled zatížení – střecha zelená jednoplášťová	- 20 -
Tab. 5: Přehled zatížení – obvodová stěna 1NP-5NP (výška stěny 3,2 m)	- 20 -
Tab. 6: Přehled zatížení – stěna soklu.....	- 21 -
Tab. 7: Přehled zatížení – vnitřní nosné stěny	- 21 -
Tab. 8: Celkové zatížení od stropní desky (pokoje) – dále D1	- 25 -
Tab. 9: Celkové zatížení od stropní desky (strop nad nevytápěným prostorem) – dále D2	- 25 -
Tab. 10: Celkové zatížení od střešní desky – dále D3	- 25 -
Tab. 11: Celkové zatížení na průvlak	- 27 -
Tab. 12: Celkové zatížení na sloup.....	- 32 -
Tab. 13: Celkové zatížení na patku.....	- 36 -
Tab. 14: Celkové zatížení na pas	- 39 -
Tab. 15: Tabulka kritických bodů.....	- 57 -