



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Materiálová optimalizace bytového domu pomocí BIM

Material optimization of residential building using BIM

Diplomová práce

Zadání DP, Specifikace zadání, Obsah Diplomové práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Bc. Martin Šubrt

Praha 2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šubrt Jméno: Martin Osobní číslo: 396029

Zadávací katedra: 124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Kontrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Materiálová optimalizace bytového domu pomocí BIM

Název diplomové práce anglicky: Material optimization of residencial building using BIM

Pokyny pro vypracování:

- konstrukční návrh budovy a jejích částí ve variantách
- tvorba BIM modelu, analýza dat a vyhodnocení enviromentálních dopadů pomocí BIM
- konstrukční a statické řešení vybraných částí

Seznam doporučené literatury:

Josef Kolb - Dřevostavby - Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště

Martin Černý a kolektiv autorů - BIM příručka

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

12.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Martin Šubrt

Název diplomové práce: Materiálová optimalizace bytového domu pomocí BIM

Základní část: konstrukce pozemních staveb podíl: 85 %

Formulace úkolů: konstrukční návrh budovy a jejích částí ve variantách. Tvorba modelu v BIM, analýza dat a vyhodnocení ekonomických dopadů pomocí BIM

Podpis vedoucího DP:

Datum: 3.11.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. LUDĚK BLESÁK, Ph.D. (E 134)

Formulace úkolů: ZJEDNOTIČENÝ NÁVRH A PROJEKT VYBRANÝCH KAPITOL PRŮBĚH ANALÝZOVANÝ KROKŮM.

Podpis konzultanta:

Datum: 20.12.2016

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

SEZNAM DOKUMENTACE:

1. ČÁST

1. Materiálová optimalizace bytového domu pomocí BIM (včetně zadávacích dokumentů)

2. ČÁST

1. Část A – Průvodní zpráv
2. Část B – Souhrnná technická zpráva
3. Část C – Situace stavby
4. Část D – 01. Architektonicko-stavební část
– 02. Stavebně konstrukční část

SEZNAM DOKUMENTACE ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ČÁSTI:

001	TECHNICKÁ ZPRÁVA	
002	TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ	
101	PŮDORYS 1.NP	1:50
102	PŮDORYS 3.NP	1:50
201	ŘEZ A	1:50
202	ŘEZ B	1:50
203	VÝSEK ŘEZU A	1:20
204	VÝSEK ŘEZU B	1:20
301	SKLADBY VYBRANÝCH KONSTRUKCÍ	1:10

SEZNAM DOKUMENTACE STEVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁSTI:

003	TECHNICKÁ ZPRÁVA	
004	STATICKÝ VÝPOČET	
401	VÝKRES STROPU 2.NP	1:50
501	KONSTRUKČNÍ SCHÉMA CLT SYSTÉMU	1:500
502	KONSTRUKČNÍ SCHÉMA MASIVNÍHO SKELETU	1:500
503	KONSTRUKČNÍ SCHÉMA LEHKÉHO SKELETU	1:500



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Materiálová optimalizace bytového domu pomocí BIM

Material optimization of residential building using BIM

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Bc. Martin Šubrt

Praha 2017

Čestné prohlášení

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

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

V Praze dne 5.1.2017

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Růžičkovi, Ph.D. za odborné rady, připomínky, metodické vedení při řešení zadaného úkolu a také za poskytnutí odborných informací při konzultacích.

Anotace

Cílem této práce bylo materiálově optimalizovat zadaný objekt pomocí BIM (Building Information Model) a zhodnotit vhodnost užití BIM pro tyto účely. V práci byl řešen návrh konstrukčně-materiálových variant na bázi dřeva a jejich porovnání z hlediska environmentálního dopadu, následné vybrání a podrobnější zpracování vybraného konstrukčně-materiálového systému z hlediska stavebních konstrukcí a statiky.

Klíčová slova

Materiálová optimalizace, environmentální hodnocení, konstrukce, konstrukční varianty, materiálové varianty, BIM, dřevo, dřevostavby.

Annotation

The aim of this work was to optimize the material specified object using BIM (Building Information Model) and evaluate the use of BIM for these purposes. The work has dealt with the design of the construction-material variations of wood and comparing them in terms of environmental impact. Subsequently, one option is selected and processed further in terms of structures and structural engineering.

Keywords

Material optimization, environmental impact, structures, alternative design, building information model, wood, timber structures.

Obsah

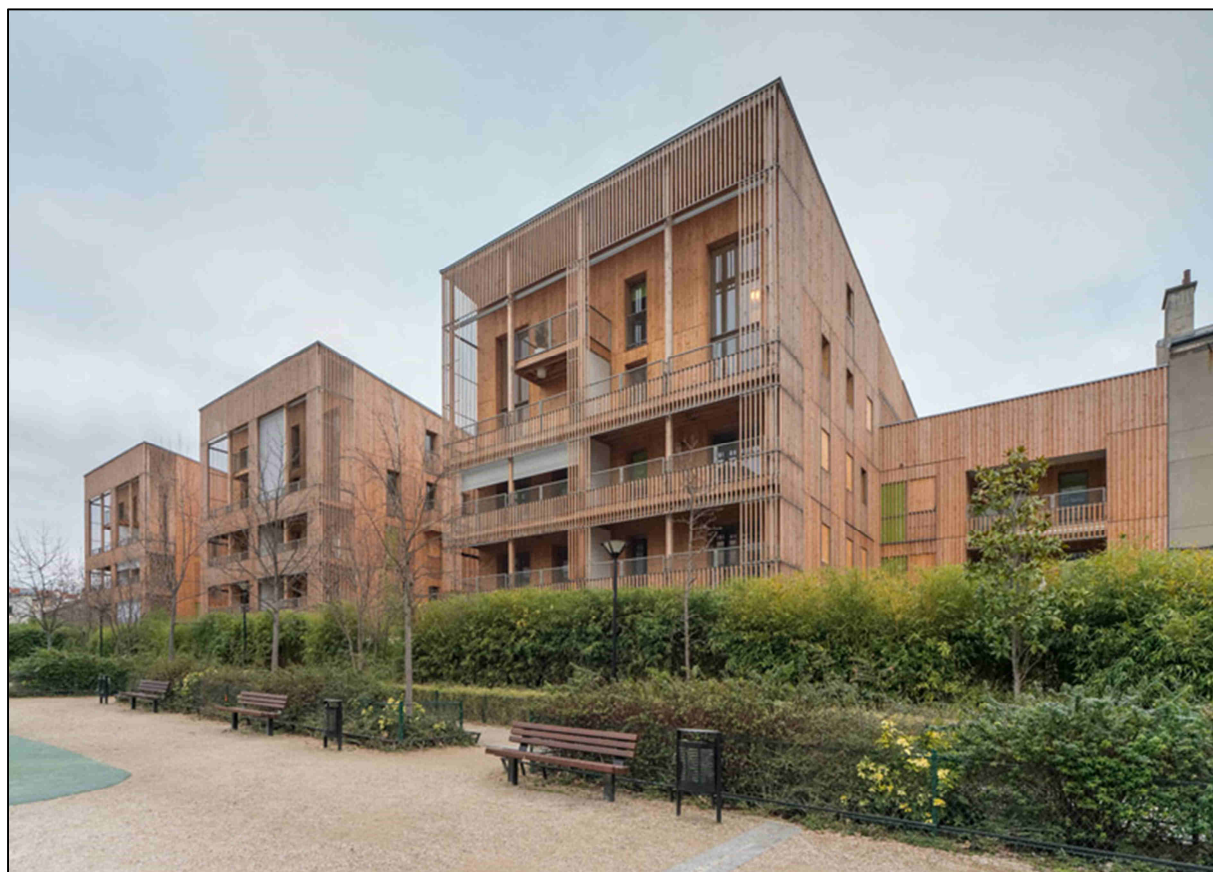
1. Cíl diplomové práce	5
2. Bytový dům Auvry Barbusse housing	5
2.1. Obecný popis konstrukčně-materiálových variant	6
2.2. CLT systém	9
2.3. Masivní skelet.....	11
2.4. Lehký skelet 2x4 systém.....	13
3. Možnosti environmentálního hodnocení budov	15
3.1. Metody posuzování environmentálních dopadů.....	15
3.2. Metodika užitá v diplomové práci	16
4. Tvorba modelu a analýza práce s BIM	18
4.1. Popis tvorby modelu	18
4.2. Problémy při modelování.....	23
5. Vyhodnocení konstrukčně-materiálových variant.....	28
5.1. Rekapitulace modelovaných konstrukcí uvažovaných ve výkazu materiálů.....	28
5.2. CLT systém	30
5.3. Masivní skelet.....	30
5.4. Lehký skelet 2x4 systém.....	31
5.5. Vyhodnocení	31
6. Závěr	38

1. Cíl diplomové práce

Za cíl své diplomové práce jsem si stanovil navrhnout taková konstrukčně-materiálová řešení, která by splňovala požadavky architektonického návrhu a zároveň, aby byla šetrná k životnímu prostředí. Jednotlivé varianty environmentálně porovnat dle určených kritérií a návrhy materiálově optimalizovat. Dále jsem se rozhodl na jeden konstrukčně-materiálový návrh zaměřit a jeho vybrané části řešit konstrukčně a staticky do větší podrobnosti. K optimalizaci návrhů jsem se rozhodl využít nástroj BIM, konkrétně software Revit 2015 od firmy Autodesk. Dalším cílem byla celková analýza a zhodnocení práce s BIM na daném problému.

Pro řešení diplomové práce jsem si vybral bytový dům Auvry Barbusse housing.

2. Bytový dům Auvry Barbusse housing



Obr.[1] Pohled na Auvry Barbusse housing

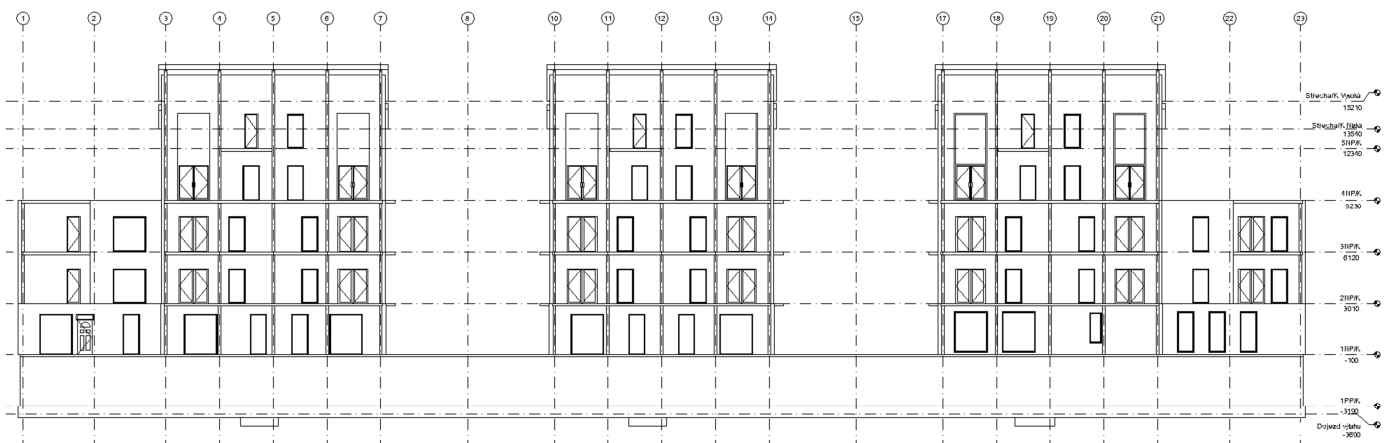
Řešený komplex:	Auvry Barbusse housing
Místo:	Paříž, Aubervilliers, Francie
Užitná plocha:	2450 m ²
Hrubá plocha:	3200 m ²

Popis objektu:

Řešený komplex se skládá ze tří, v nadzemní části, samostatných objektů. Objekty jsou tvořeny 1 společným podzemním podlažím a 5 nadzemními podlažními. Celková výška objektů je 17,62 m. V podzemním podlaží se nacházejí garáže, sklepy a technické prostory. V každém objektu se nachází komerční prostor pro obchod a 13 bytů. Ke každému bytu připadá balkón nebo terasa. Na patře jsou 3 až 4 byty dispozic od 1+1 do 4kk. Ve 4NP se nacházejí mezonetové byty.

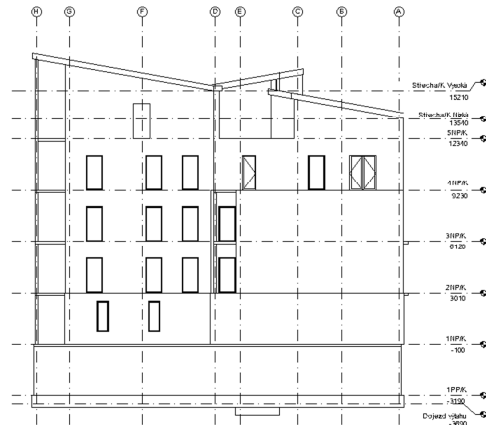
2.1. Obecný popis konstrukčně-materiálových variant

Podzemní podlaží a přízemí je řešeno jako železobetonový kombinovaný systém s tloušťkou stěn 200-300 mm a sloupy o průřezu 200x200mm. Sloupy jsou založeny na patkách ze železobetonu o rozměrech 1,6 x 1,6 x 0,55 m. Obvodové stěny a stěny ztužujícího jádra jsou založeny na základových pasech z prostého betonu rozměrů 0,65 x 0,55. Hloubka založení stavby je 3,74 m. Vjezd do garáží je navržen jednosměrnou rampou. Stropní konstrukce je tvořena průvlaky průřezu 200x400 mm a stropními deskami v 1PP tloušťky 150 mm a v 1NP tloušťky 130 mm, pnutými z části jednosměrně a z části obousměrně, jak je znázorněno na obrázku[2]. Předsazené konstrukce v úrovni 2NP jsou železobetonové vykonzolované, řešené IZO-nosníkem pro přerušení tepelných mostů. Každým objektem prochází železobetonové jádro s tloušťkou stěn 200 mm. V jádru se nachází dvouramenné monolitické schodiště a výtah. Jádro slouží zároveň jako ztužení objektu. Vyztužení stropů, stěn a sloupů je uvažováno předběžně 3,0%. Návrh základových konstrukcí je proveden dle 1. geotechnické kategorie pro tabulkovou výpočtovou únosnost 0,3 MPa. Ostatní konstrukční části nosného systému jsou navrženy ze dřeva.

POHLED JIŽNÍ

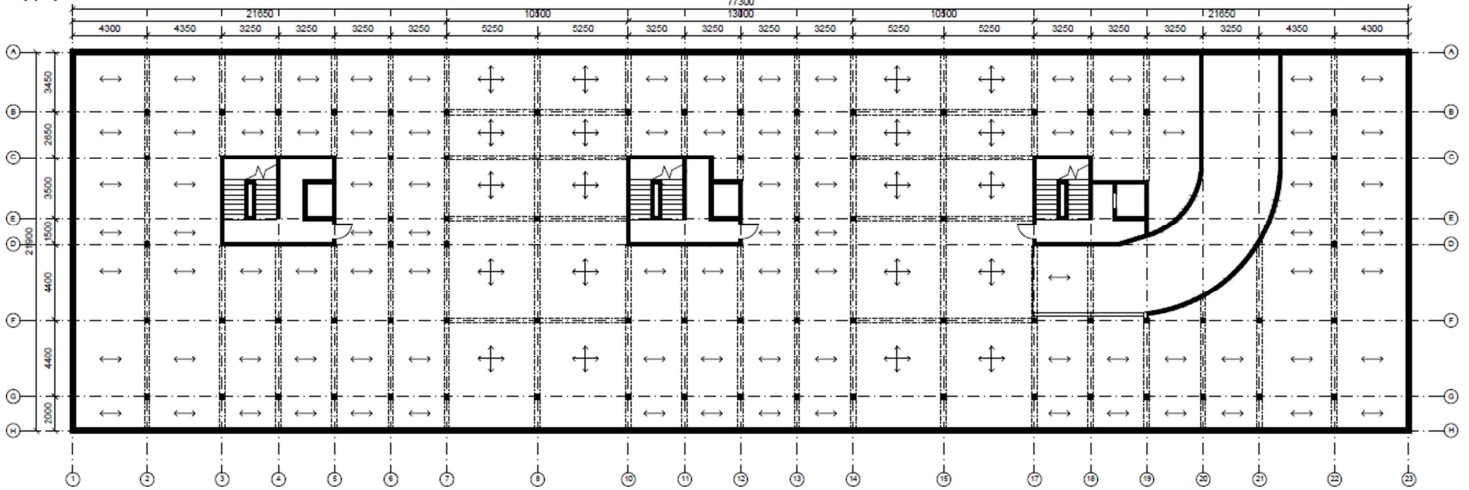
Obr.[2] Schématický pohled jižní shodný pro všechny varianty

POHLED VÝCHODNÍ

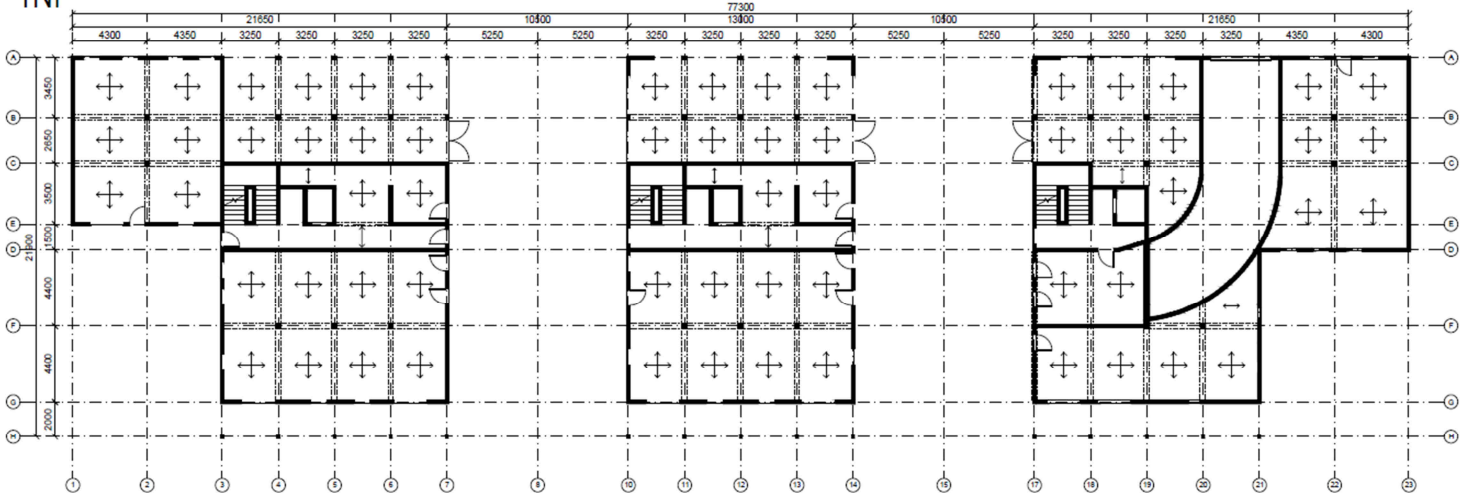


Obr.[3] Schématický pohled východní shodný pro všechny varianty

1PP



1NP



Obr.[4] Schéma konstrukčního řešení 1PP a 1NP shodného pro všechny varianty

Na dřevěnou část objektů jsem zpracoval 3 různé konstrukčně-materiálové varianty formou studie:

- Stěnový systém z CLT panelů od firmy NOVATOP
- Masivní skelet z lepeného dřeva s nosníkovými stropy
- Lehký skelet systému 2x4 z KVH hranolů tvořící stěnové panely s nosníkovými stropy

Jednotlivé navržené konstrukční varianty jsou v souladu s architektonickým řešením objektu a dodržují již navržené dispoziční řešení. Konstrukční výška podlaží je 3110 mm.

Předběžné návrhy nosných konstrukcí vychází z platných norem pro návrh nosných konstrukcí: (i) ČSN EN 1992-1-1, Navrhování betonových konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, (ii) ČSN EN 1995-1-1, Navrhování dřevěných konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, (iii) ČSN EN 1991-2-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.1: Zatížení konstrukcí, Objemová tíha a užitná zatížení, (iv) ČSN EN 1991-2-3 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.3: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem. (v) ČSN 731001 Zakládání staveb, základová půda pod plošnými základy. Návrh nosných prvků CLT systému vychází z podkladů firmy NOVATOP.

Ve všech konstrukčních variantách je obvodový plášť navržen na hodnoty $U_N = 0,16$ [$W/m^2.K$], které bezpečně splňují doporučené hodnoty $U_{REC,20} = 0,25$ [$W/m^2.K$]. Střešní plášť je navržen na hodnotu $U_N = 0,15$ [$W/m^2.K$], což splňuje doporučené hodnoty $U_{REC,20} = 0,16$ [$W/m^2.K$] dle požadavků ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Celé skladby (včetně posouzení) vybraných konstrukcí navrhovaných konstrukčně-materiálových variant jsou obsaženy v druhé části diplomové práce.

2.2. CLT systém



Obr.[5] *Renderovaný model varianty z CLT*

Stěnový konstrukční systém tvořen dřevěnými masivními panely od firmy NOVATOP z křížem lepeného dřeva. Svislé nosné prvky tvoří stěnové panely NOVATOP Solid tloušťky 84 mm. Mezibytové dělicí konstrukce tvoří dva stěnové panely NOVATOP Solid tloušťky 84 mm vzájemně odsazeny o 100 mm a vyplněny minerální izolací. Další vrstva minerální izolace tloušťky 100 mm se nachází na jedné straně stěny. Sloupy z lepeného dřeva průřezu 160x160 mm se nacházejí pouze u předsazených konstrukcí. Stropy jsou navrženy z komorových panelů NOVATOP Element tloušťky 160 mm, uložených na stěnových panelech. Stropní panely jsou vyplněny vsypem o hmotnosti 40 kg/m², pro zlepšení akustických vlastností. Střešní konstrukce je navržena taktéž z panelů NOVATOP Element tloušťky 210 mm, které jsou místo vsypu vyplněny tepelnou izolací STEICOFlex. Předsazené konstrukce jsou tvořeny z panelů NOVATOP Element tloušťky 160 mm, uložených na ocelových profilech s přerušením tepelného mostu.

Navržené konstrukční schéma:

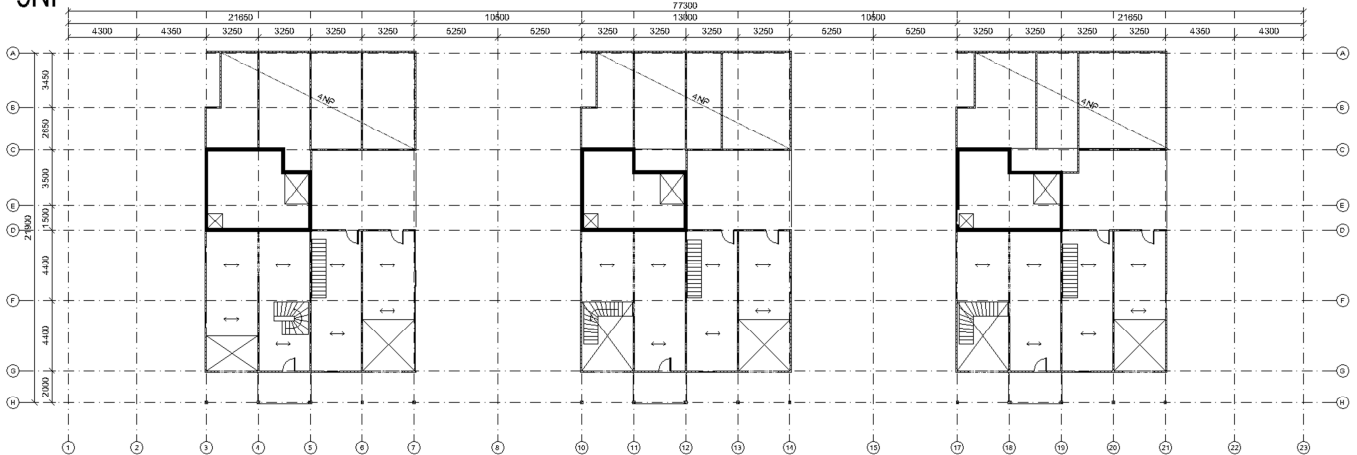
2NP, 3NP



4NP



5NP



Obr.[6] Schéma nosného systému varianty z CLT

2.3. Masivní skelet

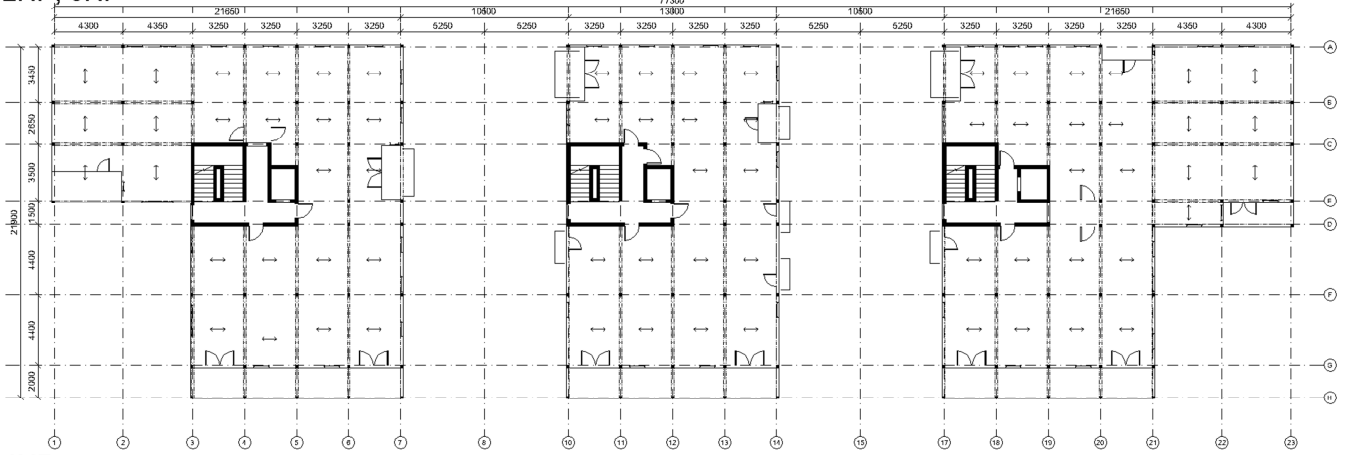


Obr.[7] *Renderovaný model varianty masivního skeletu*

Konstrukční systém je navržen z lepeného dřeva (nosné prvky) a KVH hranolů ze smrkového dřeva C24. Je tvořen ze svislých nosných sloupů průřezu 160x160 mm vysokých přes jedno podlaží. Sloupy v 2NP jsou z části předsazeny na ocelovém úhelníku 50x65x5 mm, kvůli velké tloušťce tepelné izolace na betonové stěně v 1NP. Na sloupech jsou uloženy průvlaky obdélníkového průřezu 160x400 mm. Stropy jsou navrženy jako nosíkové ze stropnic průřezu 80x180 mm s roztečí 600 mm a se záklopem z OSB desek tloušťky 22 mm. Stropnice jsou k průvlaku připojeny pomocí ocelových botek tak, že horní hrana stropnice a horní hrana průvlaku jsou v jedné rovině. Střešní konstrukce je navržena stejným způsobem jako stropní konstrukce. Předsazené konstrukce tvoří dvojice vykonzolovaných trámů průřezu 160x300 mm, uložených na ocelovém profilu s přerušením tepelného mostu, a příčné trámy průřezu 80x180 mm. Obvodové a vnitřní mezibytové stěny jsou ze stěnových panelů. Stěnové panely jsou tvořeny sloupky průřezu 40x160 mm s roztečí 625 mm, základovým a věncovým prahem a opláštěním ze sádrovláknitých desek Knauf VidiWall, mezibytové panely ze sádrokartonových desek se zvýšeným akustickým útlumem. Nadokenní překlady jsou navrženy ze dvou dřevěných trámů průřezu 40x160 mm. Prostorová tuhost objektů je zajištěna železobetonovými jádry a ocelovými táhly průřezu 22 mm v rovině tepelné izolace.

Navržené konstrukční schéma:

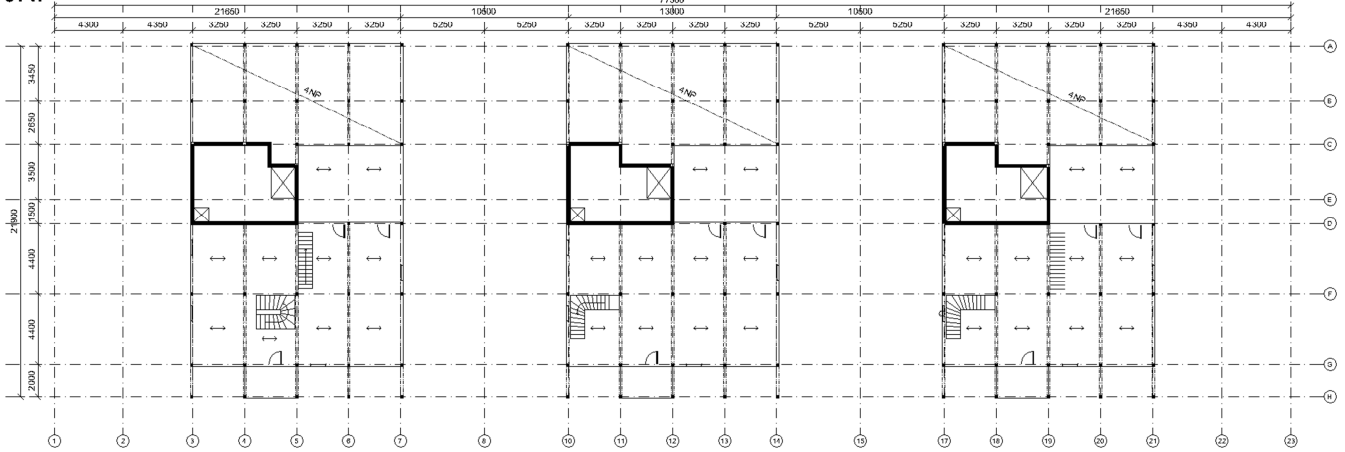
2NP, 3NP



4NP



5NP



Obr.[8] Schémata nosného systému masivního skeletu

2.4. Lehký skelet 2x4 systém



Obr.[9] *Renderovaný model varianty lehkého skeletu*

Konstrukční systém je navržen z lepeného dřeva (stropní konstrukce) a KVH hranolů ze smrkového dřeva C24. Je tvořen sloupky průřezu 100x160 mm, základovými a věncovými prahy. Nadokenní překlady jsou navrženy z dřevěného trámku průřezu 100x160 mm. Podobně jako varianta masivního skeletu, tak i tato varianta má v 2NP předsazené panely uložených na ocelových úhelnících. Stropy jsou navrženy jako nosníkové ze stropnic průřezu 80x180 mm s roztečí 600 mm a se záklopem z OSB desek tloušťky 22 mm. Stropnice jsou v této variantě osazeny na věncový práh stěnového panelu a spojené vruty. Jsou uloženy na celou tloušťku panelu. Střešní konstrukce je navržena stejným způsobem jako stropní konstrukce. Předsazené konstrukce tvoří dvojice vykonzolovaných trámů průřezu 160x300 mm, uložených na ocelovém profilu s přerušením tepelného mostu, a příčné trámy průřezu 80x180 mm. Mezibytové dělicí konstrukce jsou navrženy obdobně jako u varianty masivního skeletu.

Navržené konstrukční schéma:

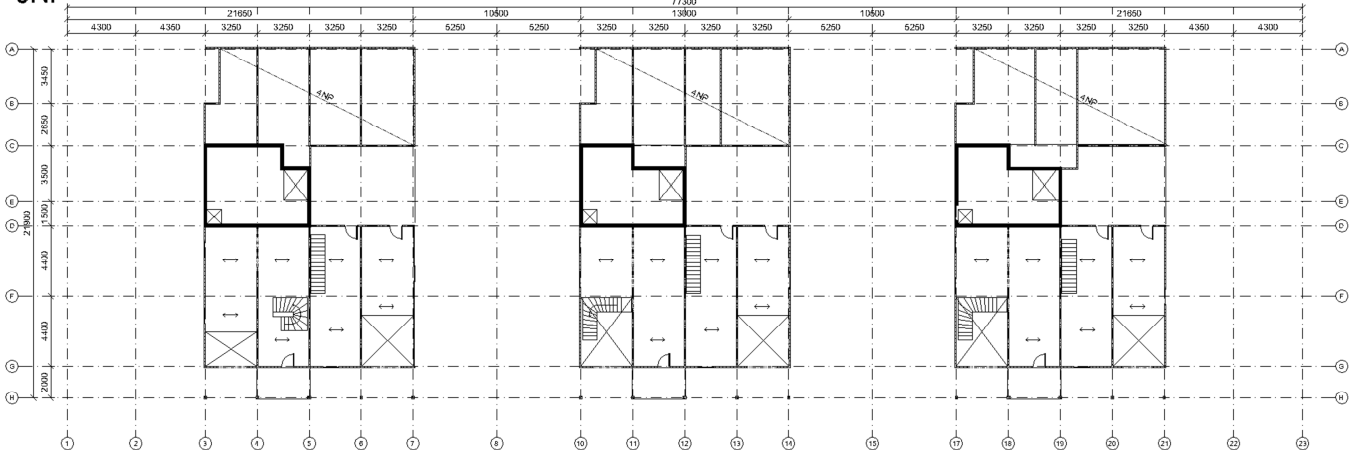
2NP, 3NP



4NP



5NP



Obr.[10] Schémata nosného systému lehkého skeletu

3. Možnosti environmentálního hodnocení budov

Otázky environmentálního hodnocení budov se dnes objevují čím dál tím častěji. Existuje mnoho metod a nástrojů, podle kterých se budovy hodnotí. Při environmentálním hodnocení se lze zaměřit pouze na vybrané prvky a parametry nebo je možné budovy hodnotit vzhledem k celkovému životnímu cyklu. Hodnocení pak zahrnuje náročnost stavby od těžby surovin až po demolici.

Při využití BIMu jako databáze, která obsahuje veškerý použitý materiál, se práce při environmentálním hodnocení budov značně usnadňuje a zpřesňuje. Převážně tedy ve fázi prvotních návrhů, kdy se navrhovaný objekt často mění jak dispozičně, konstrukčně tak materiálově. BIM veškeré změny sám přepočítává a vytváří výkazy výměr, které slouží pro hodnocení objektu.

3.1. Metody posuzování environmentálních dopadů

Každá metoda se liší počtem kritérií a parametrů, které hodnotí. Na základě toho, kolik kritérií a do jaké míry jsou splněny, se následně vydává certifikát, dle kterého je zřejmé, jak je budova šetrná k životnímu prostředí. Jako příklady hodnocení lze uvést evropský projekt Display Campaign, který sleduje a hodnotí spotřebu energie, produkci emisí CO₂ a spotřebu vody. Dalšími jsou například americký LEED, britský BREEAM nebo německý DGNB. V České republice je nejvíce rozšířený a uznávaný nástroj SBToolCZ, který hodnotí celkovou kvalitu budovy. SBToolCZ posuzuje 39 kritérií pro občanské stavby a 33 pro bytové stavby. Kritéria jsou vždy řazena do čtyř skupin:

- Environmentální (E)
- Sociální (S)
- Ekonomika a řízení (C)
- Lokalita (L)

Kritéria environmentálního hodnocení budov v modelu SBToolCZ hodnotí vliv během celého jejího provozu – LCA (Life cycle assessment). SBToolCZ zohledňuje kvalitu vnitřního prostředí z hlediska zrakové pohody, ochrany proti hluku, tepelné pohody, úspory pitné vody, třídění odpadů apod. Většina těchto kritérií se dnes u novostaveb považuje za samozřejmost. Certifikáty hodnocení budov jsou zatím stále nepovinné. Garance určitých kvalit a parametrů je však pro budoucí obyvatele stavby důležitá a tím vzniká tlak na investory. Je tedy i v zájmu

investorů, aby na hodnocení vynaložili finance a nechali si na budovu vypracovat certifikát environmentálního hodnocení.



Obr.[10] Ukázka certifikátů SBToolCZ (vlevo) a Display Campaign (vpravo)

3.2. Metodika užitá v diplomové práci

Diplomová práce je zaměřena na hodnocení obecných kritérií environmentální kvality stavebních materiálů, konkrétně na:

- Vlastní hmotnost konstrukce [kg]
- Svázanou spotřebu primární energie [MJ] – (PEI)
- Svázané emise CO₂ [kg CO₂,ekv] – Potenciál globálního oteplování (GWP)
- Svázané emise SO₂ [g SO₂,ekv] – Potenciál acidifikace (AP)

Veškerá data použita k vyčíslení svázané spotřeby energie a svázaných emisí jsou převzata z internetového portálu Envimat (www.envimat.cz). Envimat je projekt, jehož cílem je poskytovat

data pro české výrobky z hlediska environmentální šetrnosti stavebních prvků a konstrukcí. Databází, které uvádějí jednotlivé environmentální parametry je po světě mnoho, a je zde třeba mít na vědomí, že pocházejí z různých zdrojů. Jsou vypočtena pomocí různých metodik a vycházejí ze specifické technologie, která se může lišit. To může do hodnocení přinést značné chyby. Je tedy třeba čerpat informace z databází, které nejvíce odpovídají lokaci posuzované stavby.

Na navržené konstrukčně-materiálové varianty byly zpracovány modely, pomocí kterých byly vytvořeny výkazy výměr objemové spotřeby použitých materiálů. Následně byly v prostředí MS Excel výkazy zpracovány a pro každou navrženou variantu vytvořen environmentální profil. Při zpracování environmentálních profilů bylo nutné zohlednit i množství spojů v konstrukci, jelikož v tomto směru se skeletové varianty od varianty z CLT systému značně liší. Množství spojů bylo možné zohlednit pomocí výkazů počtu jednotlivých prvků a délky či plochy stěn a podlah. U varianty z CLT panelů lze dle katalogů od výrobce zjistit, po jakých vzdálenostech je nutno dané prvky kotvit a pomocí jakého spoje. U skeletových systémů lze zjistit přesný počet sloupů, stropnic a ostatních konstrukčních prvků, a dle předběžných statických odhadů a výpočtů stanovit typ spoje a kolik spojovacích prostředků bude zapotřebí. Touto úvahou byl vytvořen hrubý odhad spotřeby oceli na spojovací prvky, která se ale nakonec při porovnávání variant neprojevila jako zcela zásadní. Výpočet spotřeby spojovacích prvků je obsažen ve statické části.

K porovnávání modelů konstrukčních variant bylo velice důležité stanovit, do jaké míry budou konstrukční varianty modelovány a jaké druhy stavebních konstrukcí budou obsahovat, jelikož volba konstrukčně-materiálového a technologického řešení má vliv i na další konstrukce. Modely byly vytvořeny ve stádiu „hrubé stavby“. V modelech jsou uvažovány pouze ty části konstrukce, které jsou pro dané varianty rozdílné. Pro vysvětlení: nosný systém, který je pro každou variantu rozdílný, je modelován. Konečná povrchová úprava jak interiérových konstrukcí tak exteriérových již modelována není, jelikož je pro všechny varianty totožná.

Shrnutí modelovaných konstrukcí uvažovaných ve výkazu materiálů:

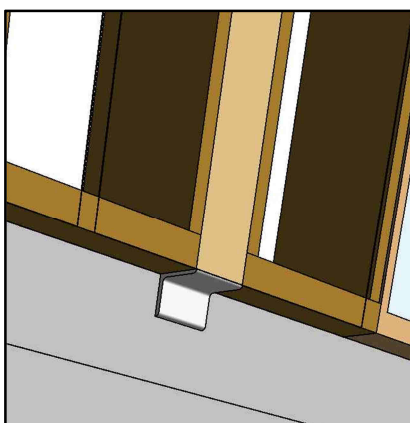
- Základové konstrukce
- Svislé nosné a ztužující prvky
- Výplňové konstrukce včetně vložené izolace a opláštění deskami
- Parozábrany a hydroizolace
- Vodorovné nosné konstrukce až po vrstvu kročejové izolace

- Střešní plášť až po provětrávanou mezeru
- Mezibytové dělicí konstrukce včetně vložené izolace
- Nosná část předsazených konstrukcí
- Obvodový rošt tepelné izolace
- Tepelná izolace
- Schodiště
- Otvory pro kompletační konstrukce (dveře, okna)

4. Tvorba modelu a analýza práce s BIM

4.1. Popis tvorby modelu

Jelikož každá konstrukčně-materiálová varianta má vliv na dílčí konstrukce, např. tloušťka obvodových stěn, stropů atd., bylo nutné stanovit pevné referenční roviny, kterých se při navrhování a modelování držet, aby bylo možné varianty mezi sebou porovnávat. Dále bylo nutné co nejpřesněji splnit požadavky architekta, který si přál, aby konečná úprava interiérových stěn a fasády byla vždy stejná, nehledě na to, o jaký konstrukčně-materiálový systém se jedná. První požadavek byl, aby obložení fasády od 2NP bylo předsazeno alespoň o 5 cm od fasády 1NP. Tím se zachová stejný vzhled pro všechny varianty. Obrázek 11 zachycuje předsazení nosné konstrukce skeletových systémů, uložené na ocelovém L profilu. Nosné obvodové stěny CLT systému lícují se železobetonovou stěnou v 1NP, k předsazení zde tedy nedochází.



Obr.[11] Předsazení nosného sloupu na ocelovém profilu

Dalším požadavkem, tentokrát v interiéru, bylo zachování bílých stěn – sádkartonový obklad. Tento požadavek je především kvůli schování veškerých rozvodů do prostoru předstěn.

Jako svíslá referenční rovina byl zvolen líc železobetonové stěny v 1NP. Tato rovina zůstává u všech variant neměnná. Vodorovné referenční roviny jsou tvořeny konstrukčními výškami jednotlivých podlaží a nejvyšší bod pultové střechy. Vodorovné referenční roviny jsou ve všech konstrukčně-materiálových variantách přizpůsobeny variantě z CLT panelů. Firma NOVATOP má standardizované rozměry stěnových panelů a jejich změna by znamenala zbytečné prodražení výroby a celé stavby. Sloupy v dalších dvou variantách se této výšce přizpůsobí bez zbytečných výdajů. Bylo tedy nutné počítat s tím, že světlé výšky místností a užitná plocha bytů se bude v každé konstrukční variantě nepatrně lišit. Nedodržení stejných konstrukčních výšek by mělo za následek nutnost přepracování návrhu schodišťového prostoru a následné zmenšení či zvětšení celého komunikačního jádra, což by mělo za následek ještě větší rozdíly.

Pro modelování byl použit software Revit Architecture 2015 od firmy Autodesk. Před začátkem modelování bylo nutné promyslet, jak celý model ve variantách vytvořit. Řešení je zde mnoho. Je možné všechny varianty vytvořit v jednom modelu (souboru), což klade poměrně velké nároky na hardware. Další možností je vytvoření jednoho modelu, kde by byla modelována pouze železobetonová část, tedy ta část, která je pro všechny varianty totožná. Tento soubor by se pak dále načítal do třech dalších modelů, jednotlivých variant. Kdyby tedy došlo ke změně v prvotním souboru, změna by se projevila ve všech variantách. Toto řešení je obdoba X-refu v prostředí dwg souborů. Třetí variantou, která byla v diplomové práci vybrána, bylo vytvoření železobetonového modelu, který byl zpracován do finální podoby a následně rozkopírován do tří samostatných souborů. Každá konstrukčně-materiálová varianta je tedy vytvořena ve vlastním souboru, což klade nejmenší nároky na hardware a pravděpodobně i na znalosti uživatele.

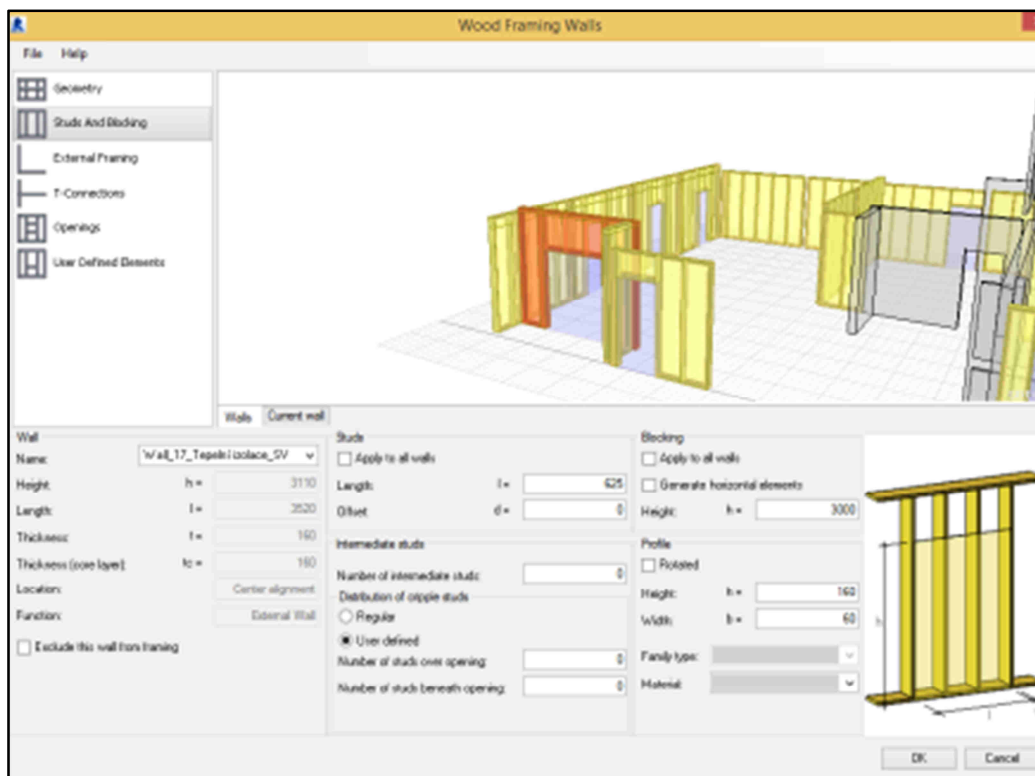
Při modelování bylo nutné rozlišovat, jaké konstrukce jsou nosné a jaké nenosné. To bylo velkým přínosem při pozdějších úpravách modelu a vůbec celého jeho vnímání. Jednoduchým přepnutím se pak dají vypnout všechny nenosné konstrukce. Z toho ale plyne, že bylo nutné modelovat nosné části a zateplení zvlášť. Není například možné vypnout pouze izolaci, která se nachází ve skladbě, musí to být samostatný prvek. U stěnového systému z CLT panelů vystačily funkce, které jsou již v programu obsaženy. CLT panely jsou modelovány pomocí *stěn* a venkovní sloupy pomocí *konstrukčních sloupů*. Stropy jsou vytvořeny z *konstrukčních podlah*. V databázi materiálů byly vytvořeny veškeré materiály, které byly na modely použity. U některých prvků, například u výplňových stěn ve variantě masivního skeletu, bylo dobré vytvořit samostatný materiál, i když se ve skutečnosti jedná o materiál stejný. To z důvodu přehlednosti a

kontrolovatelnosti. Ve výkazech je pak přímo vidět, kolik materiálu je potřeba na dané prvky. Na modelování obvodového roštu pro izolaci byla použita funkce *obvodový plášť*. Díky tomuto nástroji je možné vytvořit osnovu, na kterou se následně automaticky umístí jednotlivé uživatelem nadefinované příčle. Mezi osnovu jsou dále umístěny panely, které v tomto případě nebyly potřeba. Nabízela se zde možnost vytvořit panel jako izolaci. Byl vytvořen pouze samostatný rošt a izolace byla modelována zvlášť jako stěna, která se geometrií přizpůsobila nosné stěně s otvory. To hlavně z důvodu, že obvodový plášť se geometrií musel také přizpůsobit nosné stěně s otvory. Po vytvoření obvodového pláště jsou příčle již vytvořeny a lze je pouze mazat nebo vytvářet další, ale nelze už tento obvodový plášť přizpůsobit geometrii stěny. Bylo tedy nutné nejprve vytvořit pomocí *stěny* vrstvu izolace. Tato stěna se pomocí nástroje *spoj* geometricky přizpůsobila nosné stěně a byla zkopírována na totožné místo. Jedna ze stěn byla poté změněna na *obvodový plášť* a ten se automaticky vytvořil přizpůsobený geometrii s otvory. Dochází zde tedy k tomu, že vrstva izolace překrývá dřevěné prvky roštu. Ve výkaze je však jednoduché objem obvodového roštu odečíst od objemu použité izolace a tím nedochází k žádné chybě. Svislé i vodorovné příčle lze definovat rozdílně, čehož bylo využito při nastavení odsazení příčlí. Svislé příčle mají hodnotu odsazení rovnou polovině tloušťky příčle, jelikož se prvky vytvářejí vzhledem k ose obvodového pláště. Vodorovné příčle jsou odsazené o tloušťku svislých příčlí a polovinu vodorovných. Tímto byl vytvořen dvoustupňový rošt. Tvorba obvodového pláště probíhala u všech variant totožně.

Tvorba masivního skeletu byla od systému z CLT panelů značně rozdílná. *Konstrukční sloupy* zde byly umístěny téměř automaticky na průsečíky určených os. Kvůli předsazení musely být obvodové sloupy manuálně zarovnané, aby model odpovídal návrhu. Průvlaky bylo možné umístit buďto pomocí os, obdobně jako sloupy, nebo je lze jednoduše modelovat přetažením z bodu A do bodu B. Zde bylo nutné hlídat spoj sloup-průvlak. Jestli jsou průběžné sloupy nebo zda je průběžný průvlak. V tomto případě jsou průběžné průvlaky. Při modelování stropní konstrukce velice dobře posloužil nástroj *systém nosníků*. Pomocí tohoto nástroje byly určeny hranice, kam bude systém nosníků zasahovat. Bylo vybráno, z jakého prvku se mají jednotlivé nosníky vytvářet, konkrétně ze stropnice průřezu 80x180 mm. Dále byla určena osová rozteč stropnic 600 mm a stropnice se automaticky vytvořily. Byla zde ale nutná úprava geometrie, jelikož stropnice protínaly středové průvlaky. Na to slouží nástroj *přizpůsobit*. Zde bylo nutné, každou stropnici zvlášť přizpůsobit průvlakům, aby nedocházelo k duplicitnímu počítání objemu. Systém nosníků je jednoduše editovatelný, tudíž v pozdějších fázích nebo při změnách projektu by nebyl problém změnit nosníky nebo jejich osovou rozteč. Střecha byla modelována stejným

způsobem s tím rozdílem, že se musela upravit pracovní rovina, aby bylo možné dosáhnout tvaru pultové střechy.

Na modelování výplňových obvodových a mezibytových stěn ve variantě masivního a lehkého skeletu byl použit volně dostupný modul Timber Framing 2015. Po zaregistrování je ho možné stáhnout na <https://apps.autodesk.com/RVT/cs>. Timber Framing 2015 je modul, který v sobě zahrnuje tři rozšíření. Wall Framing, Rafter Framing a Roof Trusses. Wall Framing funguje tak, že po označení jedné nebo více stěn vyskočí okno, kde je možné nastavit veškeré prvky, které chceme vygenerovat. Jsou zde k dispozici sloupky, základový práh, věncový práh, překlady nad otvory a horizontální prvky. V rohových spojích stěn je možné vybírat z několika variant připojení. To platí i u T spojů a při zadávání řešení kolem otvorů. Je možné prvky znásobovat, otáčet a měnit průřezy. Jako nástroj ho shledávám velice užitečným. Je možnost tvořit výplňové stěny prvek po prvku, ale časová náročnost a pracnost je nesrovnatelná. Pravděpodobně by ruční způsob nedosáhl ani takové kvality. Wall Framing generuje uživatelem zadané prvky přímo do vybraných stěn. Je tedy nutné tyto stěny následně vymazat, pokud jsou modelovány pouze za účelem využití modulu Wall Framing. V diplomové práci bylo těchto stěn rovnou využito a tvoří tak tepelnou izolaci mezi sloupky. Nastává tu stejný problém jako u obvodového pláště, kde izolace překrývá i dřevěné prvky. Ve výkazech by tedy bylo vykázáno více tepelné izolace, než je tomu ve skutečnosti. Tento problém se opět odstraní jednoduše odečtením objemu materiálu, z kterého jsou prvky vytvořeny, od objemu tepelné izolace. Je zde tedy nutné prvkům generovaným modulem Wall Framing přiřazovat rozdílný materiál než ostatním konstrukcím použitých v modelu.

Obr.[12] *Timber Framing 2015 – Wall Framing*

V některých ohledech modul Wall Framing nepracuje, tak jak by uživatel potřeboval. Není zde například možnost, aby uživatel jednou nastavil požadované rozteče a průřezy prvků a ty se pak automaticky generovaly ve všech stěnách. Každou stěnu je tedy nutné řešit individuálně, což značně zvyšuje časovou náročnost. Je nutné nastavit veškeré průřezy, řešení okolo otvorů, ukončování stěnových panelů, řešení návaznosti rohových L spojů a T spojů vždy pro každou stěnu zvlášť. Při generování vodorovných prvků, zejména překladů nad otvory, častokrát docházelo i k několikanásobnému překrytí stejných prvků. Na to je ale připraven Revit sám o sobě a na překrývání konstrukcí upozorňuje. Tyto prvky tedy nebyl problém najít a vymazat. Po vygenerování jednotlivých prvků je možné každý zvlášť editovat, což uživatel ocení, když například zapomene změnit rozměry průřezu u překladu nad otvorem. Je zde ale potřeba vygenerované prvky zkontrolovat, jestli všechny návaznosti, zejména rohové připojení stěn, jsou provedeny správně. V několika případech bylo nutné návaznost upravit ručně. Jedná se ale o verzi modulu 2015. Věřím, že novější verze tohoto modulu prošly značným zlepšením. I přes několik problémů je Timber Framing velice užitečný nástroj.

Po zhotovení jednotlivých modelů bylo potřeba vytvořit výkazy materiálu. Revit nabízí mnoho předdefinovaných výkazů, které svůj účel splní, ale například při vykazování materiálů si

uživatel musí výkaz vytvořit sám. Výkazy jsou na ovládání jednoduché a po několika kliknutích je výkaz hotový. Uživatel si nastaví filtry, podle kterých určí, jaké materiály se zobrazovat mají a které naopak nemají. Data ve výkazu lze třídit a řadit dle požadavků, například podle umístění v modelu, podle typu rodiny či materiálu. Ve výkazu si lze nechat vypsat veškeré instance v modelu, což pomůže při odhalování případných chyb. Při kontrole jsem zde narazil na pár prvků, kterým byl přiřazen špatný materiál. Přímo ve výkazu lze materiál u daného prvku změnit. Lze si ho nechat zobrazit i v modelu, abychom zkontrolovali, kde se prvek nachází a jestli se opravdu jedná o chybu.

Několikrát během modelování byly nalezeny nesrovnalosti v návrhu a bylo nutné již téměř hotový model upravit. V tomto ohledu funguje Revit perfektně. Většina změn ve kterékoliv fázi modelu není absolutně žádný problém. Je třeba se spíše zamyslet nad tím, jak případnou změnu provést. Ať již přes zmíněné výkazy, přes 2D pohledy nebo přímo v 3D modelu. To klade větší důraz na uživatelské schopnosti myslet dopředu a na celkové promyšlení modelu.

Při vytváření 2D výkresů je nutno počítat s větší časovou náročností než při samotné tvorbě 3D prvků jako stěn, podlah atd.. 2D kreslení v Revit 2015 funguje převážně pomocí čar, kterým lze nastavovat typ a tloušťku. Dalšími důležitými funkcemi jsou zde *Vyplněná oblast* a *Maskovací oblast*. Pomocí těchto nástrojů lze opravit některé chyby či podrobněji dokreslit oblasti, které Revit nevykreslí sám podle našich představ. Tvorbě 2D výkresů se podrobněji věnuje následující podkapitola.

4.2. Problémy při modelování

Při modelování jsem se setkal s několika situacemi, ve kterých Revit 2015 nefungoval zcela podle mých představ. Veškeré problémy se mi povedlo vyřešit, ale ne vždy to bylo jednoduché.

Při použití funkce *obvodový plášť* Revit 2015 vytváří jednotlivé přičle a výplňové panely dle nadefinované osnovy. V diplomové práci, kdy panely nebyly potřeba, byla zvolena možnost, aby se panely vůbec nevytvářely. Revit 2015 tyto panely ale přesto vytváří. Je tedy nutné vytvořit si nový typ výplňového panelu, přiřadit mu co nejmenší tloušťku a vytvořit materiál, který uživateli nebude při modelování narušovat přehlednost. Přesto, že se materiálu nastaví 100% průhlednost,

jsou panely pořád trochu patrné. Při generování výstupů je tedy nutné zobrazení všech panelů ručně vypnout.

Dále při tvorbě obvodového pláště nastává další problém a to u příčlí. Nástroj je určen spíše na vytváření roštu v jedné rovině, v mém případě však potřebuji dvoustupňový rošt. V nastavení osnovy lze určit, jaké příčle budou průběžné. Zda svislé nebo vodorovné. Nelze však nastavit, aby průběžné byly oboje. Tím vzniká ve výkazu malá chyba, protože v pomyslném průsečíku svislé a vodorovné příčle je jedna z příčlí přerušena. Na celkový výsledek spotřeby materiálu to však nemá zásadní vliv. I přesto zde možnost vytvoření průběžné svislé i vodorovné příčle chybí. Problém by se dal vyřešit také vymodelováním jednotlivých roštů zvlášť. Bylo by však o to obtížnější docílit požadované geometrie, přizpůsobené stěně s otvory.

Dalším problémem je změna tloušťky stěny v průběhu projektu, kdy už máme vytvořeno vícero na sebe navazujících konstrukcí. Při modelování stěn je logické zarovnávat stěnu na již předem definovanou osnovu. Při zvětšení tloušťky se stěna rozšíří na obě strany stejně, aby byla stále zarovnána na osu. Když ale máme v modelu více samostatných stěn vedle sebe, způsobí to jejich překrytí. To vede ke špatné tloušťce stěny. Poté je nutné jednotlivé vrstvy ručně posunout, což je u většího projektu poměrně pracné. Tomu lze ale zabránit, když už si při tvorbě souvrství dáváme pozor a pomocí znaku malého zámku zamykáme polohu zarovnání jednotlivých stěn. Při změně se pak mění všechny zámky svázané prvky. Uživatel si tedy může při modelování ulehčit od zbytečné práce při nečekané změně.

Je nutné vědět, že jednotlivé konstrukční prvky se k sobě automaticky připojují. Nastává zde problém například při spojení jedné stěny tlustší a jedné tenčí, zarovnané na osu. Při posunu tenčí či tlustší stěny se posune i ta druhá, stále zarovnaná na osu. Při posunu at' tenčí nebo tlustší stěny musí uživatel dávat pozor, jak jsou stěny svázané, aby nedošlo k nechtěnému posunu.

S předchozím problémem velice souvisí další a to celková hardwarová náročnost při práci s větším modelem. Vzájemná provázanost prvků má tu velkou výhodu, že při změně se automaticky veškeré svázané prvky, kterých se změna týká, samy posunou, zarovnájí atd. Nevýhoda, která z toho plyne je ta, že i při zdánlivě malé změně se celý projekt přepočítává a to způsobuje vysokou zátěž na počítač. Ve velkém projektu se tedy změny stávají taktéž poměrně časově náročnou záležitostí.

Další problém nastává při připojování jednotlivých prvků k sobě pomocí funkce *připojit*. Stěny či sloupy se musí připojovat k podlaze, jinak zde dochází k duplicitnímu vykázání části objemu. Při spojení jednoho prvku k druhému problém není, ale když se snažíme připojit jeden prvek k více zároveň, Revit 2015 už toto připojení často neumožní. Pokud máme například víceúrovňovou střechu, nelze připojit jednu průběžnou stěnu k nižší střeše a zároveň k vyšší. Zde se musí stěny rozdělit na dvě samostatné, což způsobuje větší pracnost při dalších případných úpravách.

Podobný problém, tentokrát u funkce *Spojit geometrii*, se objevuje při přizpůsobování obvodového pláště ke geometrii nosné stěny. Při spojení geometrie s obvodovým pláštěm nastává odebrání části materiálu z připojované stěny. V případě diplomové práce, se tloušťka stěny zmenšila z 84 mm na pouhých cca 50 mm. To již způsobí poměrně velkou chybu ve výkazu materiálu. Po přizpůsobení geometrie obvodového pláště a vytvoření jednotlivých přičlů bylo nutné geometrické spojení odebrat a vytvořit ho znovu pouze se stěnou znázorňující tepelnou izolaci.

S drobným problémem jsem se setkal u výkazů výměr. Jediné co se dá výkazům v Revitu 2015 vytknout je jejich ne příliš sympatický a těžko změnitelný vzhled. Proto jsem se rozhodl data z výkazu dále zpracovávat v prostředí MS Excel. To je ale problém, který může každý uživatel cítit rozdílně.

Velkým problémem, který vnímám komplexně pro veškeré BIM softwary, je ten, že stále neexistují standardy a normy, které by plně využívaly potenciál 3D modelu. Při vydávání dokumentace je nutné z 3D modelu vytvářet 2D výkresy. To je oblast, kde 3D softwary asi nejvíce strádají.

S předchozím problémem souvisí tedy tvorba 2D dokumentace. Revit 2015 standardně nezakresluje podle českých stavebních norem. Veškeré rodiny v základní verzi obsažené, nejsou automaticky zakreslovány tak, jak by si uživatel přál. Nejznatelněji je tento problém vidět u kompletačních konstrukcí. U dveří nejsou zakreslovány zárubně. Na výkrese je tedy zakreslen pouze čistý průchozí otvor dveří a ne hrubý stavební otvor. Automaticky není zakresleno ani nadpraží dveří. Stejně tak je tomu u zakreslování oken. Okna jsou zakreslena jednočarově a bez nadpraží, jedná-li se o okno bez parapetu.

Další problém nastává při umístování dveří či oken na hostitele. Dveře i okna jsou automaticky umístována tak, že buď lícují s vnější, nebo vnitřní hranou zdi. U oken není tedy možné pomocí standardních rodin vytvořit předsazenou montáž. Jelikož okno lícuje buďto s vnitřní nebo vnější hranou, zaniká nám tak i jeden z parapetů. To však lze částečně vyřešit modelováním nosné stěny a tepelné izolace zvlášť. Úplného odstranění problému dosáhneme vytvořením vlastních rodin. Rodinu lze libovolně nadefinovat a vytvořit tak, aby splňovala veškeré naše požadavky. To je ale proces poměrně časově a uživatelsky náročný. Tvorbě takovýchto rodin jsem se ve své diplomové práci z časových důvodů věnovat nemohl. Mnoho balíčků rodin všech kategorií lze nalézt na internetu, většinou jsou však zpoplatněny a dopředu ani nevíme, zda budou plně vyhovovat našim požadavkům. Stáhnout rodiny lze i zdarma. Většinou přímo od výrobců, kteří poskytují modely konkrétních výrobků. To je ale spíše určeno pro tvorbu vizualizací a pohledů. Dále lze rodiny stáhnout na internetových serverech, kam je nahrávají jednotliví uživatelé. Příklady některých serverů, kde lze stáhnout rodiny do programu Revit 2015:

- <https://seek.autodesk.com/>
- <http://www.cadforum.cz/cadforum/>
- <http://bimobject.com/cs>

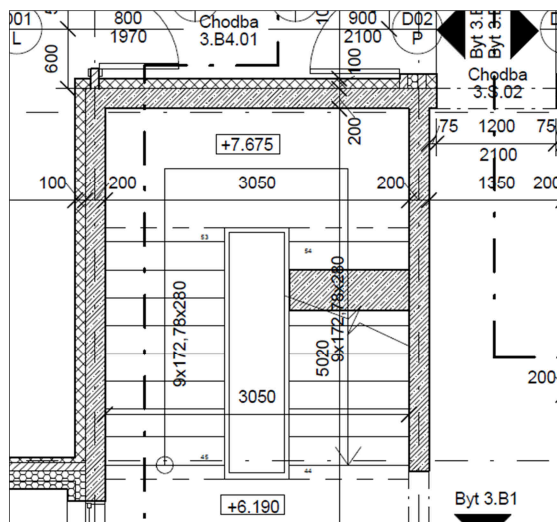
Představa, že vytvoříme 3D model, z kterého se nám automaticky vytvoří 2D výkresy, je tedy špatná. Při tvorbě 2D dokumentace je nutno dokreslit mnoho prvků a čar, které ve 3D modelu nemohou být obsaženy. Jako příklad uvedu tvorbu řezu v měřítku 1:50 a řezu v měřítku 1:20.

Skladbu podlahy lze nadefinovat po jednotlivých vrstvách. Poté se nám bude vykreslovat každé rozhraní materiálu a každá šrafa, má-li ji materiál přiřazenou. V měřítku 1:20 budeme mít čitelnost zachovanou, ale při přepnutí měřítka na 1:50 se nám veškeré čáry slijí do jedné a jednotlivé vrstvy nebudeme schopni rozpoznat. Je tedy nutno definovat skladby tak, aby byly čitelné v 1:50 a do výkresů měřítka 1:20 konkrétní skladby dokreslit ručně. Platí tedy obecně, že model vytváříme podle většího měřítka. U podrobnějších výkresů se tedy ručnímu dokreslování nevyhneme.

S dalším problémem jsem se setkal při tvorbě schodiště. Revit 2015 nabízí nástroj *Schodiště*, pomocí kterého můžeme vytvořit schodiště přímé, točité nebo libovolného tvaru dle náčrtu. Problém nastává u návaznosti na okolní konstrukce. Nelze například vytvořit

železobetonové prefabrikované schodiště uložené na ozub, což je poměrně častým případem. Schodiště bylo vytvořeno pomocí nástroje *Tvorba komponenty na místě*. Vysunutím 2D náčrtu lze dosáhnout libovolného tvaru a návaznosti na okolní konstrukce. U tohoto řešení nastává ale další problém a to umístění zábradlí. Zábradlí lze umístit pouze na hostitele k tomu určenému (kategorie schodiště) nebo vytvořit zábradlí horizontálně rovné. Na schodiště vytvořené přes *Tvorbu komponenty na místě* tedy zábradlí nelze umístit a je nutno ho dokreslit pomocí čar.

Malý problém v Revitu 2015 je vedení řezových rovin, jak půdorysných tak svislých. Revit 2015 řeže veškeré konstrukce, kterými řezová rovina prochází. Prvky procházející rovinou řezu šrafuje dle nastavení jednotlivých materiálů. Jelikož půdorysná řezová rovina prochází schodištěm, Revit 2015 vykreslí řez šikmou deskou monolitického schodiště, jak je vidět na obrázku.



Obr.[13] Výšek půdorysu schodišťového prostoru

Tuto část řezu je tedy nutno pomocí nástroje *Maskovací oblast* zakrýt a dokreslit dle potřeby.

Je zde nutno zmínit, že Revit 2015 je program poměrně složitý a umožňuje mnoho pokročilých funkcí. Téměř vše je možno řešit více způsoby a tak velice záleží na znalostech uživatele.

5. Vyhodnocení konstrukčně-materiálových variant

Při vyhodnocování variant byly použity hodnoty objemové hmotnosti, svázané spotřeby energie a svázaných emisí uvedeny v tabulce na obrázků [13]. Hodnoty jsou převzaty z internetového portálu Envimat (www.envimat.cz).

Jednotkové hodnoty				
Materiál	Objemová hmotnost ρ [kg/m ³]	PEI [MJ/kg]	GWP [kg CO ₂ ekv./kg]	AP [g SO ₂ ekv./kg]
Beton	2500	0,575	0,110	0,185
Ocel	7850	29,066	2,092	8,274
Měkké dřevo KVH	500	3,353	0,187	1,168
Lepené dřevo, CLT	500	8,679	0,456	2,571
Vápenec drcený	2700	0,033	0,002	0,034
OSB deska	650	12,506	0,481	2,037
Sádrovláknitá deska	1150	4,727	0,293	0,910
Dřevovláknitá deska	160	5,095	0,185	0,630
Dřevovláknitá izolace	50	1,145	0,062	0,312
Minerální izolace - Kamenná	30	18,354	1,429	6,145
Minerální izolace - Skelná	40	45,534	1,496	6,968
Polystyren pěnový EPS	30	105,073	4,212	14,9
Parozábrany a pojistné hydroizolace	900	78,220	2,103	7,950

Obr.[14] Tabulka jednotkových hodnot objemové hmotnosti, svázané spotřeby energie a svázaných emisí

5.1. Rekapitulace modelovaných konstrukcí uvažovaných ve výkazu materiálů

Způsob rozhodování, které konstrukce budou modelovány, je blíže popsán v kapitole 3.

Modelované konstrukce:

- Základové konstrukce
- Svislé nosné a ztužující prvky
- Výplňové konstrukce včetně vložené izolace a opláštění deskami
- Parozábrany a hydroizolace
- Vodorovné nosné konstrukce až po vrstvu kročejové izolace
- Střešní plášť až po provětrávanou mezeru
- Mezibytové dělicí konstrukce včetně vložené izolace

- Nosná část předsazených konstrukcí
- Obvodový rošt tepelné izolace
- Tepelná izolace
- Schodiště
- Otvory pro kompletační konstrukce (dveře, okna)

V následujících tabulkách jsou vidět materiály použité v jednotlivých konstrukčně-materiálových variantách. Dle výkazů objemů a ploch, vytvořených v softwaru Revit 2015, byly hodnoty dále přepočítány přes objemovou hmotnost materiálu na hmotnost. Vynásobením hmotnosti a jednotkových hodnot svázané energie a svázaných emisí byly vypočítány celkové parametry jednotlivých materiálů, které byly následně sečteny. Výsledkem je tedy celková hmotnost, celková svázaná energie a celkové svázané emise CO₂ a SO₂.

Celkový popis jednotlivých konstrukčně-materiálových variant je uveden v kapitole 2, [Popis konstrukčně-materiálových variant](#). Resp.:

- [CLT systém](#)
- [Masivní skelet](#)
- [Lehký skelet 2x4 systém](#)

5.2. CLT systém

VAR 1 – CLT Systém – Environmentální zátěž						
Materiál	Objem [m ³]	Plocha [m ²]	Hmotnost [kg]	PEI [MJ]	GWP [kg CO ₂ ekv]	AP [g SO ₂ ekv]
Beton	1653,8	-	4 134 500	2 376 924	453 968	764 056
Ocel + Betonářská ocel	49,6	-	389 966	11 334 759	815 809	3 226 581
CLT	568,2	-	284 100	2 465 704	129 550	730 421
Měkké dřevo KVH	0,7	-	361	1 209	361	421
Měkké dřevo KVH – obvodový rošt	23,0	-	11 507	38 578	2 155	13 439
Vápenkový vsyp 40kg/m ²	-	4255	170 200	5 549	357	5 787
Minerální izolace – Skelná	119,0	-	4 762	216 815	7 122	33 176
Dřevoláknité desky – STEICOtherm	286,4	-	45 825	233 497	8 491	28 847
Dřevoláknitá izolace – STEICoflex	563,7	-	28 184	32 271	1 747	8 793
Parozábrany a pojistné hydroizolace	-	2867	315	24 668	663	2 507
Celkem	3264,5		5 069 405	16 705 305	1 419 561	4 811 521

Obr.[15] Tabulka Environmentální zátěže CLT systému

5.3. Masivní skelet

VAR 2 - Masivní skelet - Environmentální zátěž						
Materiál	Objem [m ³]	Plocha [m ²]	Hmotnost [kg]	PEI [MJ]	GWP [kg CO ₂ ekv]	AP [g SO ₂ ekv]
Beton	1653,8	-	4 134 500	2 376 924	453 968	764 056
Ocel + Betonářská ocel	49,6	-	390 991	11 364 552	817 954	3 235 062
Lepené dřevo - Nosná konstrukce	190,7	-	95 350	827 543	43 480	111 359
Měkké dřevo KVH - Výplňové panely	50,3	-	25 173	84 395	4 715	64 720
Měkké dřevo KVH - obvodový rošt	14,9	-	7 464	25 024	1 398	8 717
OSB desky	64,2	739	41 730	521 875	20 072	85 004
Sádrovláknité desky	26,6	2128	30 590	144 599	8 963	27 837
Minerální izolace - Kamenná	910,0	-	27 299	501 041	39 010	167 751
Minerální izolace - Skelná	168,2	-	6 728	306 353	10 064	46 877
Parozábrany a pojistné hydroizolace	-	5734	631	49 337	1 326	5 015
Celkem	3 128		4 759 825	16 152 306	1 399 623	4 511 383

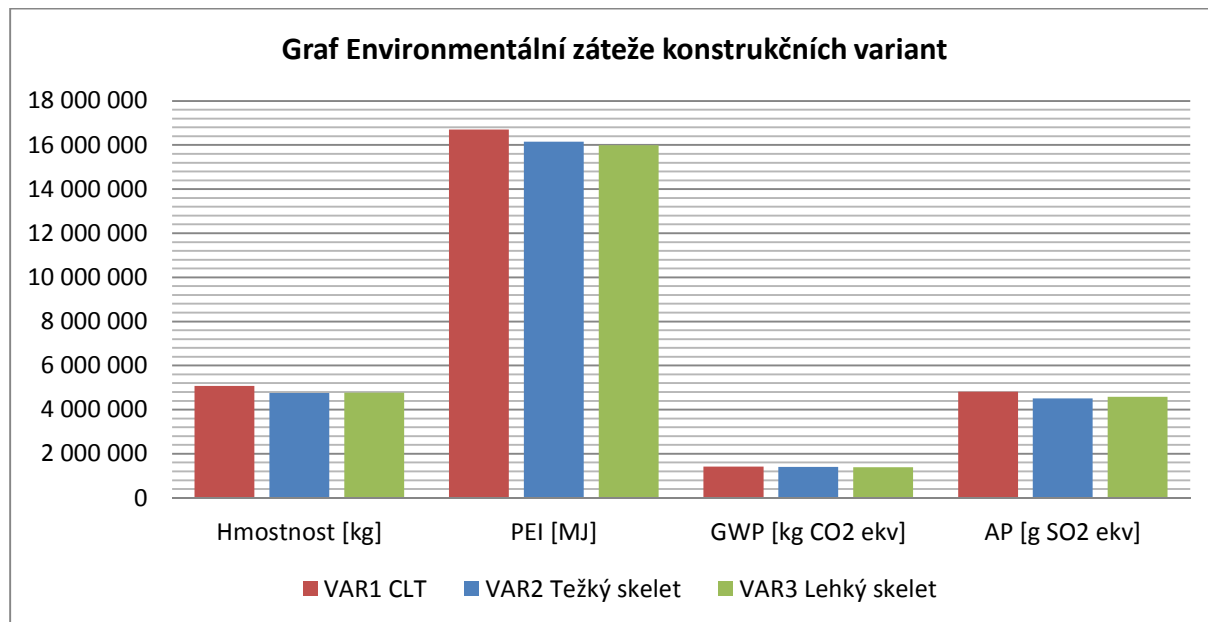
Obr.[16] Tabulka Environmentální zátěže systému z masivního skeletu

5.4. Lehký skelet 2x4 systém

VAR 3 - Lehký skelet - Environmentální zátěž						
Materiál	Objem [m ³]	Plocha [m ²]	Hmotnost [kg]	PEI [MJ]	GWP [kg CO ₂ ekv]	AP [g SO ₂ ekv]
Beton	1653,8	-	4 134 500	2 376 924	453 968	764 056
Ocel + Betonářská ocel	49,6	-	390 044	11 337 007	815 971	3 227 221
Měkké dřevo KVH - Stěnové panely	166,1	-	83 059	278 464	15 557	97 005
Lepené dřevo - Nosné prvky	100,1	-	50 049	434 371	22 822	128 675
Měkké dřevo KVH - obvodový rošt	14,9	-	7 464	25 024	1 398	8 717
OSB desky	64,2	739	41 730	521 875	20 072	85 004
Sádrovláknité desky	26,6	2128	30 590	144 599	8 963	27 837
Minerální izolace - Kamenná	1030,2	-	30 907	567 263	44 166	189 922
Minerální izolace - Skelná	168,2	-	6 728	306 353	10 064	46 877
Parozábrany a pojistné hydroizolace	-	5734	631	49 337	1 326	5 015
Celkem	3 274		4 775 070	15 991 880	1 392 981	4 575 313

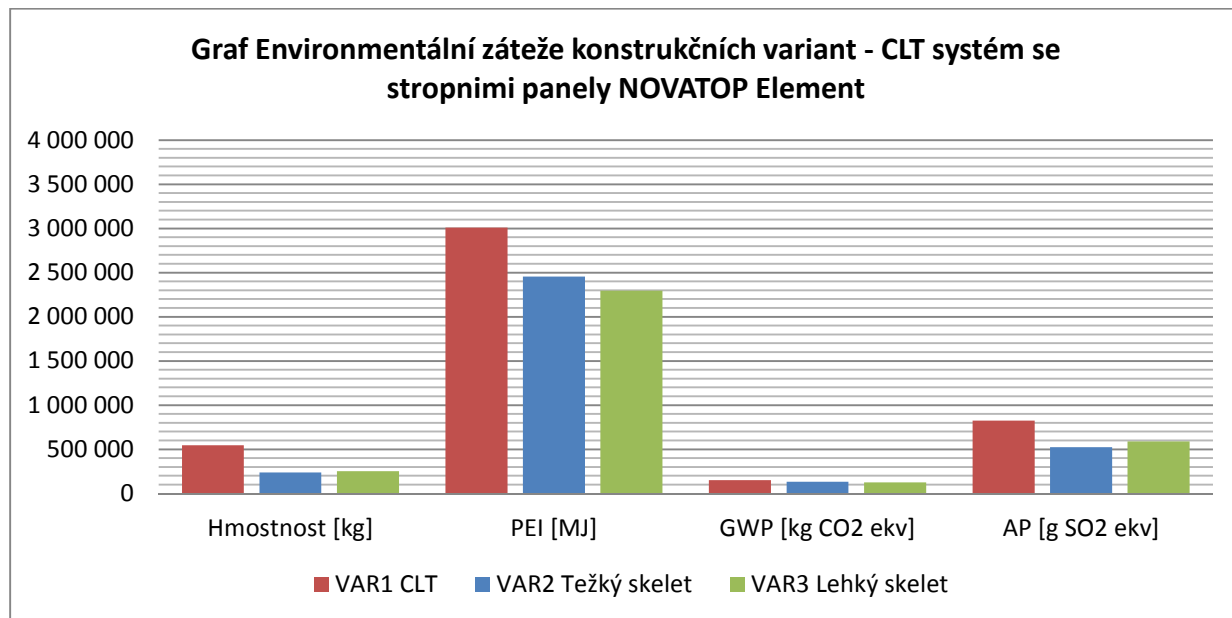
Obr.[16] Tabulka Environmentální zátěže systému z lehkého skeletu

5.5. Vyhodnocení



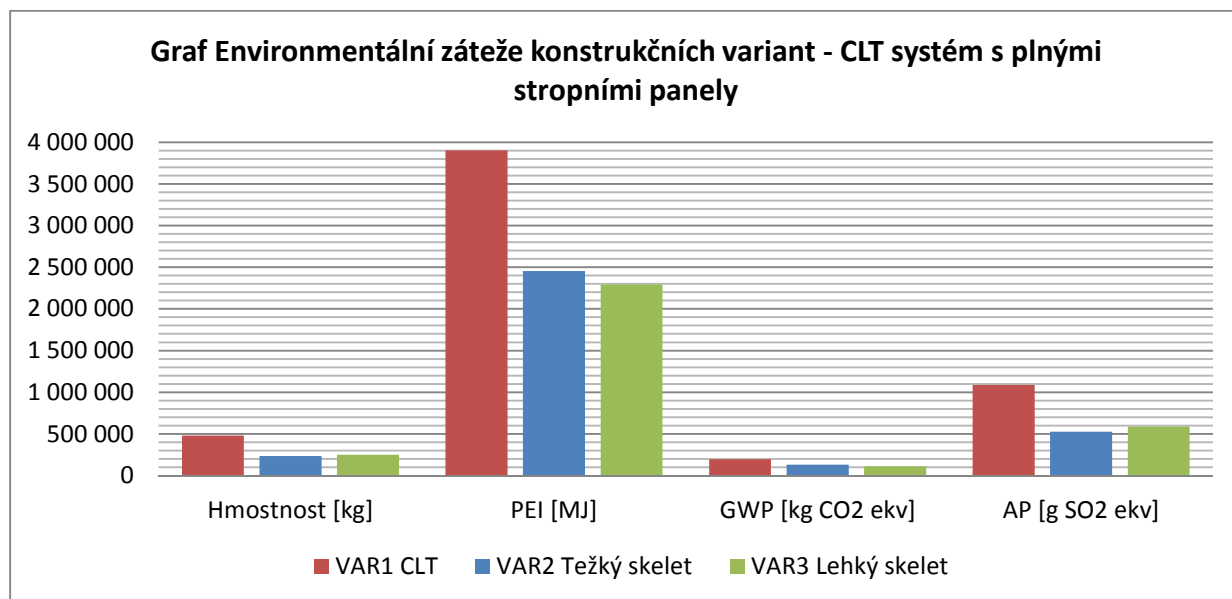
Graf 1 – Konečné hodnoty environmentálních parametrů

Na grafu 1 lze vidět výsledné vypočtené hodnoty environmentální zátěže pro tři navržené konstrukčně-materiálové varianty. Z důvodu přehlednosti a bližší porovnatelnosti byl použit graf 2, kde nejsou uvažovány materiály *beton* a *betonářská ocel*. Tyto materiály jsou pro všechny varianty objemově totožné, jejich neuvažování je tedy příhodné.



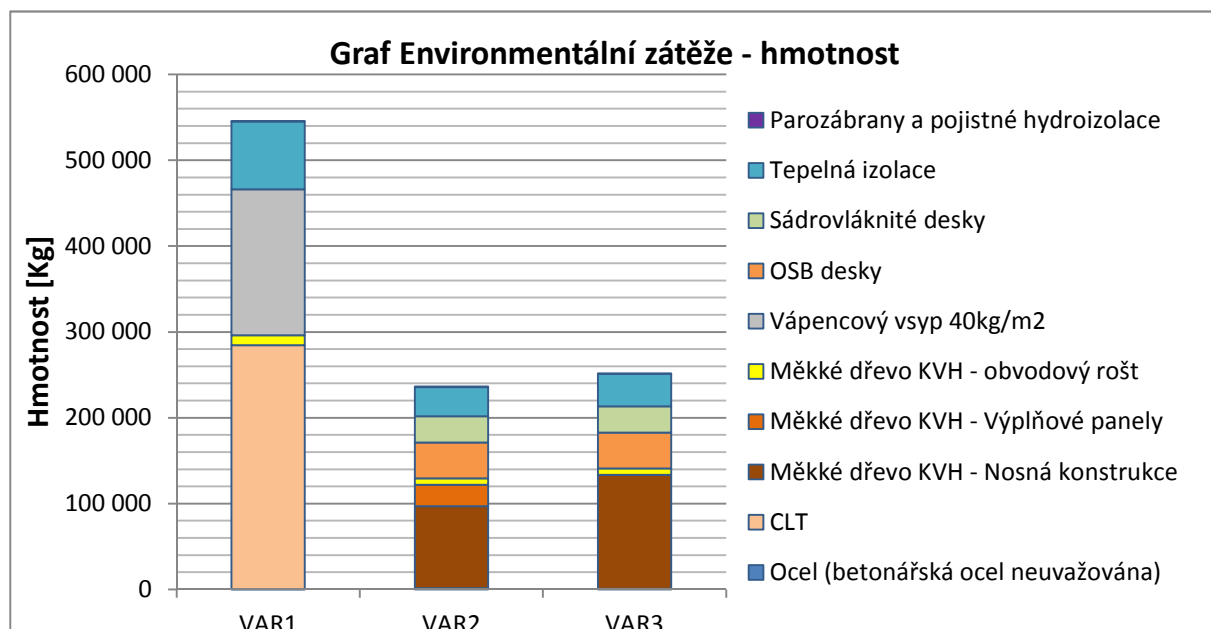
Graf 2 – Hodnoty environmentálních parametrů bez uvažování betonu a betonářské výztuže

Na grafu 2 lze vidět konečné hodnoty environmentálních parametrů jednotlivých navrhovaných variant bez uvažování *betonu* a *betonářské výztuže*. CLT systém má dle očekávání největší hmotnost z posuzovaných variant. Přesto rozdíl není tak velký. Největší spotřeba dřeva byla vypočtena taktéž u CLT systému. Výroba CLT panelů je doprovázena energeticky náročnými procesy, které z CLT systému dělají z posuzovaných variant tu environmentálně nejméně šetrnou. Jak z hlediska svázané energie, tak z hlediska svázaných emisí. Velká hmotnost CLT systému je zde zapříčiněna paradoxně vylehčenými panely NOVATOP Element. Panely jsou vyplněny vápencovým vsypem, kvůli zlepšení akustických vlastností. Při použití plným panelů z CLT je celková konstrukce o 66,5 tun lehčí (viz. graf 3). Svázaná energie PEI ale naopak vzrostla o necelých 900 GJ. Stejně tak vzrostly i svázané emise. Volbou stropní konstrukce NOVATOP Element je tedy docíleno větší šetrnosti k životnímu prostředí. Varianta masivního skeletu vychází u všech posuzovaných environmentálních parametrů velice podobně jako varianta lehkého skeletu. Rozdílem v těchto dvou variantách je větší objem dřeva použitého na nosnou konstrukci.

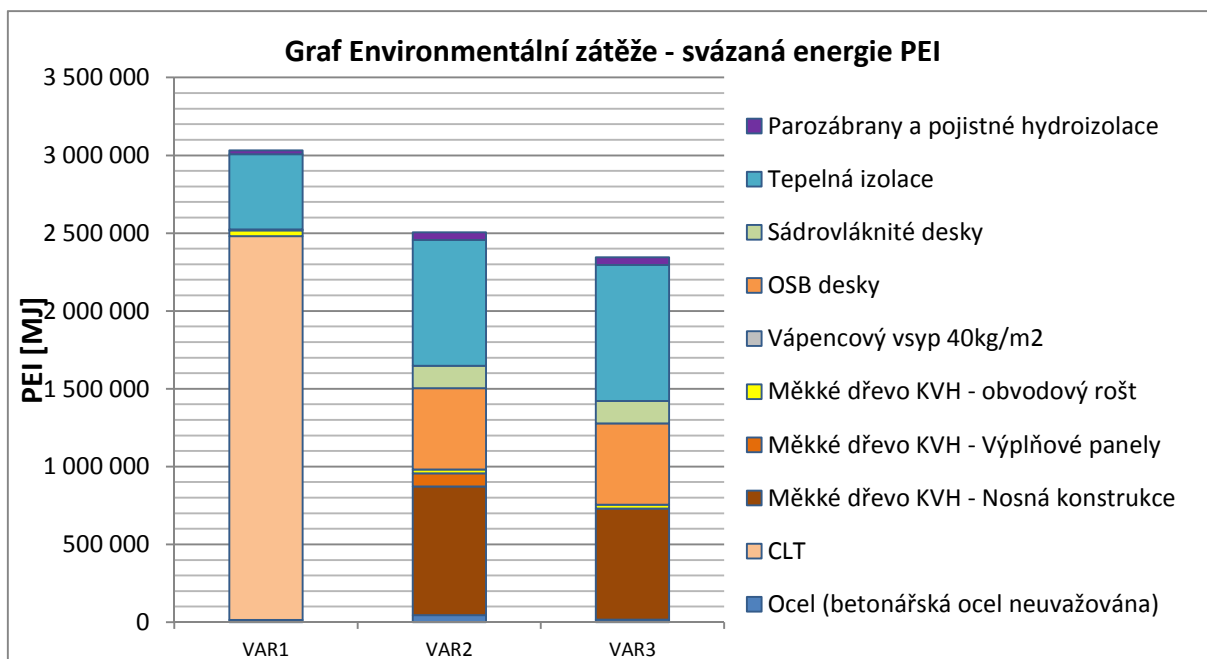


Graf 3 – Hodnoty environmentálních parametrů bez uvažování betonu a betonářské výztuže

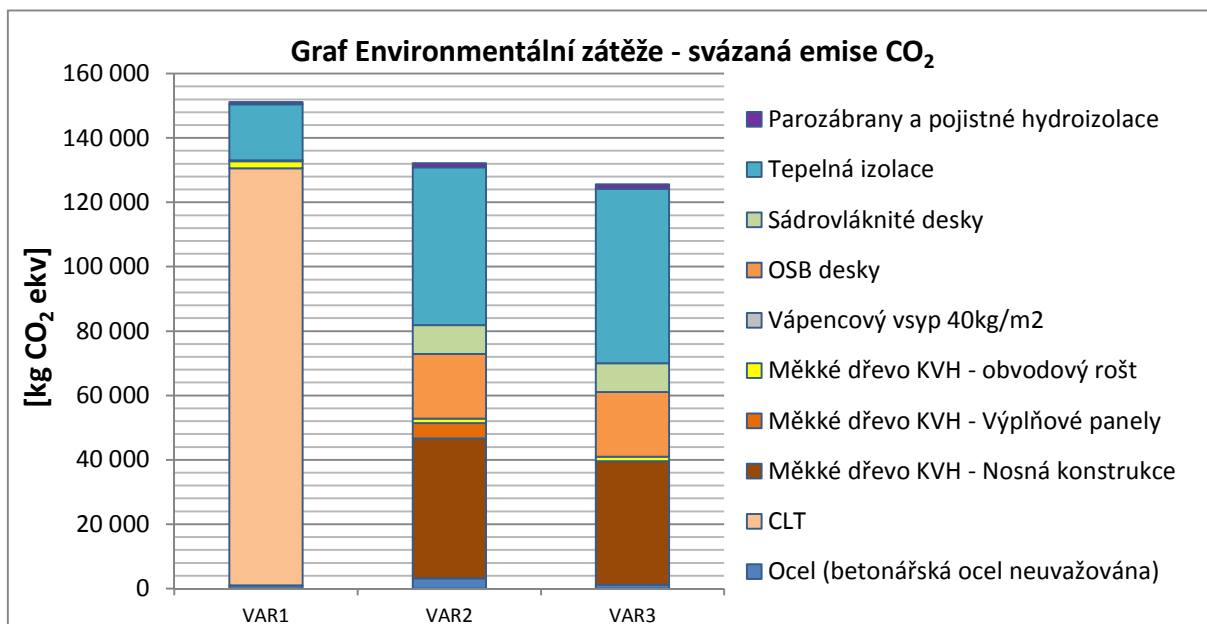
Na následujících grafech 3-6 je vidět porovnání jednotlivých navržených variant pro každý environmentální parametr zvlášť. Z grafů je také patrné, jaké materiály se na celkovém environmentálním dopadu podílejí nejvíce. Do grafů není uvažován *beton a betonářská výztuž*.



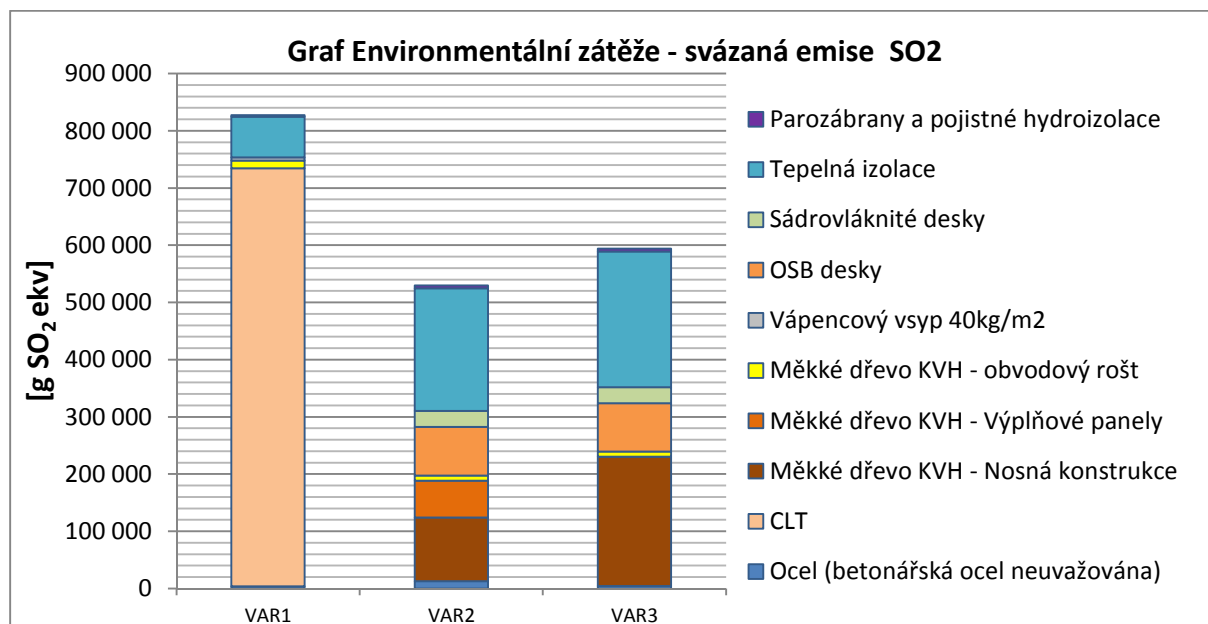
Graf 4 – Hodnoty environmentálních parametrů dílčích konstrukcí – hmotnost



Graf 5 – Hodnoty environmentálních parametrů dílčích konstrukcí – Svázaná energie PEI

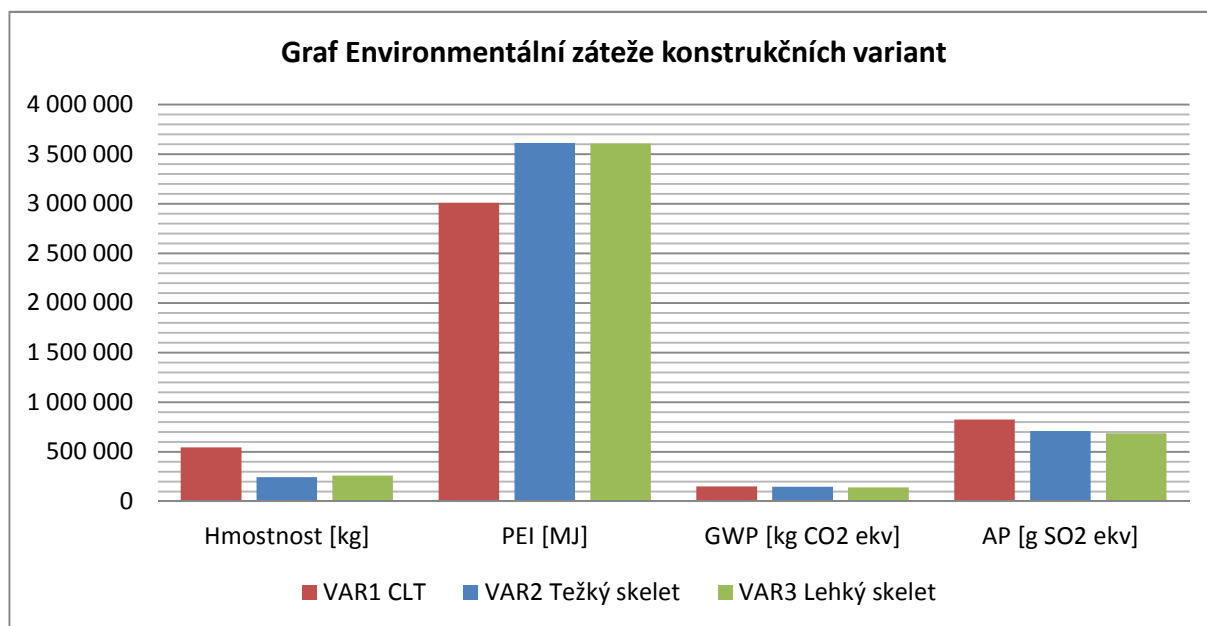


Graf 6 – Hodnoty environmentálních parametrů dílčích konstrukcí – Svázané emise CO₂



Graf 7 – Hodnoty environmentálních parametrů dílčích konstrukcí – Svázané emise SO₂

Z grafů 4-7 si lze všimnout, že na celkové environmentální zátěži hraje velkou roli tepelná izolace. Správnou volbou materiálu tepelné izolace můžeme výrazně snížit celkový environmentální dopad. Jak lze vidět na grafu 8, při zateplení skeletových systémů skelnou minerální izolací dostáváme z hlediska svázané spotřeby energie horší hodnoty, než pro CLT systém zateplený dřevovláknitou izolací.

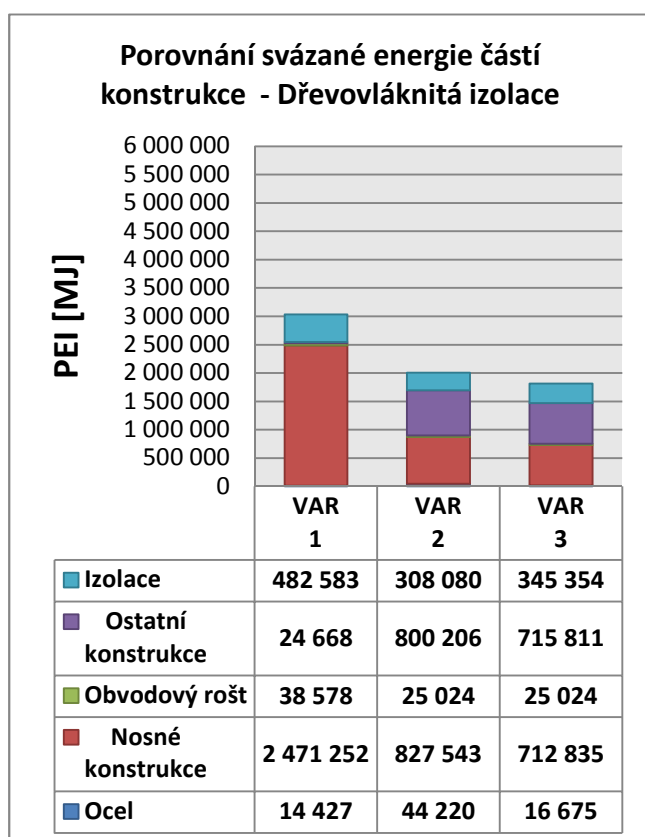


Graf 8 – Hodnoty environmentálních parametrů bez uvažování betonu a betonářské výztuže

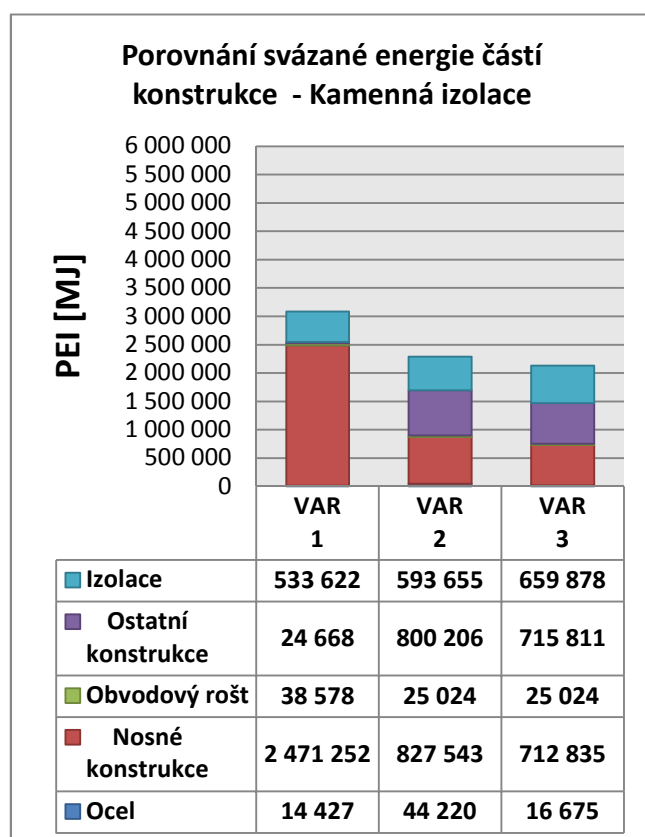
Na následujících grafech 9-12 lze ukázat, jak volba materiálu tepelné izolace ovlivňuje celkový environmentální dopad konstrukce, převážně tedy parametr svázané energie PEI [MJ]. Na porovnání byly zvoleny čtyři materiály tepelných izolací:

- Dřevovláknitou izolaci
- Minerální kamennou izolaci
- Minerální skelnou izolaci
- Expandovaný polystyren EPS

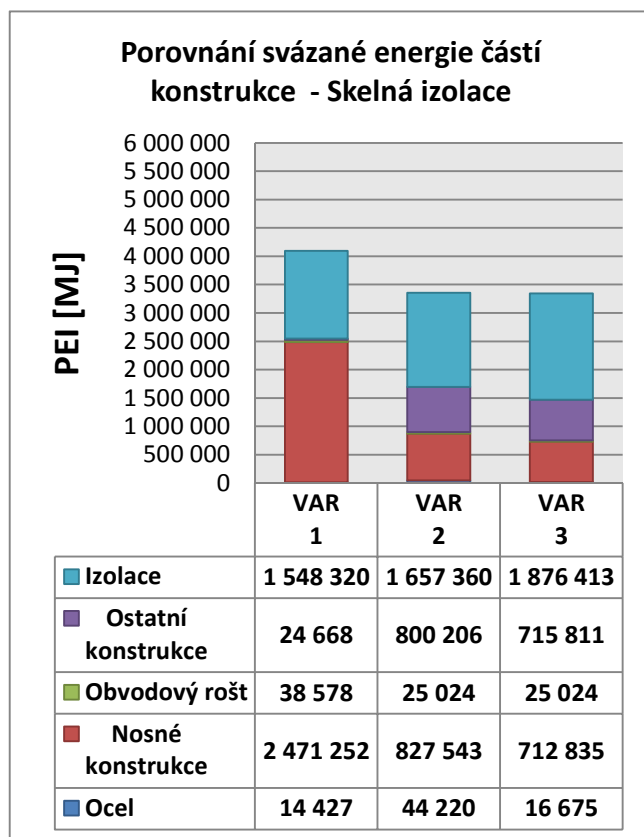
Pro všechny varianty byl vždy uvažován pouze jeden materiál tepelné izolace. Každá tato izolace se vyznačuje trochu jinými tepelně technickými vlastnostmi. Například izolant tloušťky 100 mm bude mít jiný součinitel prostupu tepla, pokud použijí dřevovláknitý materiál nebo pokud použijí polystyren. Pokud chceme dosáhnout stejného součinitele prostupu tepla, tloušťka izolací bude rozdílná. Celkový objem by se zvětšil, tím pádem i svázaná energie PEI. Je tedy nutno toto porovnání brát s jistou rezervou.



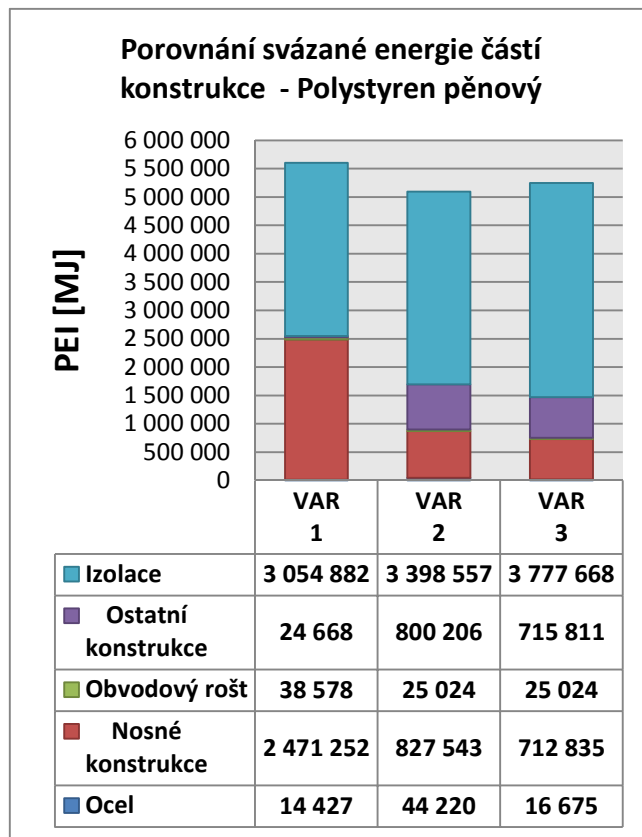
Graf 9 – PEI – Dřevovláknitá izolace



Graf 10- PEI – Kamenná izolace



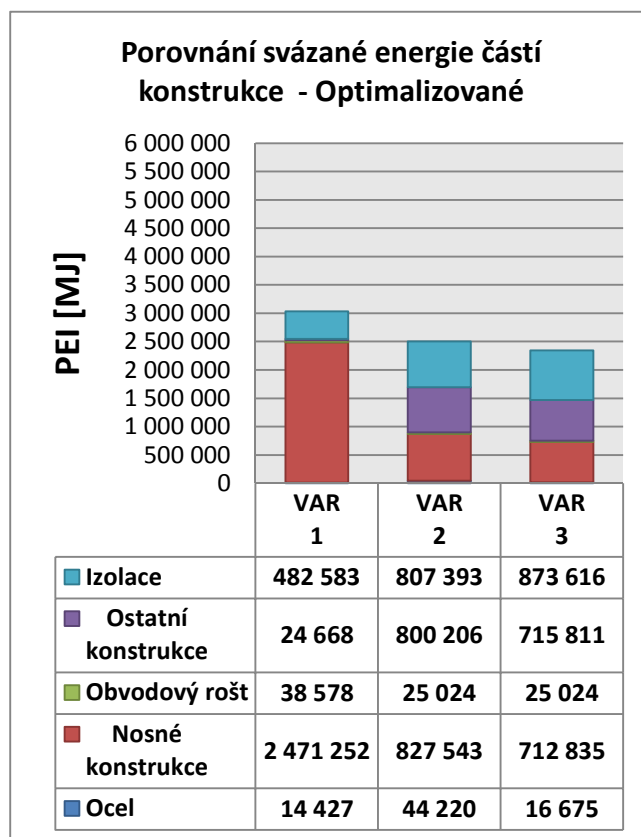
Graf 11 – PEI – Skelná izolace



Graf 12 – PEI – Izolace EPS

Z grafů 9-12 je patrné, že u návrhu dřevostaveb, jakožto environmentálně šetrného materiálu, je volba materiálu tepelné izolace velice důležitá. Měla by být vždy snaha volit materiál na přírodní bázi. Svázaná energie EPS zde více jak 8x převyšují svázaná energie nosné konstrukce, což se zcela jistě přičítá myšlence navrhnout stavbu šetrnou k životnímu prostředí.

Na grafu 13 lze vidět materiálově optimalizované konstrukce z hlediska tepelné izolace. U CLT systému byla použita dřevovláknitá izolace, u skeletových systémů pak minerální kamenná izolace. Železobetonové konstrukce jsou zatepleny minerální skelnou izolací, která byla použita kvůli svému nízkému součiniteli tepelné vodivosti λ a potřebě dodržet tloušťku tepelné izolace maximálně 200 mm (viz. Kapitola 4.1 [Popis tvorby modelu](#)).



Graf 13 – PEI – Optimalizované konstrukčně-materiálové varianty

6. Závěr

Z environmentálního hlediska vychází konstrukčně-materiálová varianta z CLT panelů nejhůře. Tento systém má ale bezesporu mnoho výhod, které mě vedou k názoru, že je tato konstrukční varianta více než vhodná pro daný typ stavby. Mezi tyto výhody patří akustické vlastnosti CLT panelů, vysoká požární odolnost, vysoká únosnost, materiálová stálost, rychlost výstavby, v porovnání se skeletovým systémem nízký počet spojů, vyšší tuhost konstrukce a mnoho dalších.

Proto jsem se rozhodl v druhé části své diplomové práce věnovat právě systému z CLT panelů. Druhá část diplomové práce obsahuje detailnější zpracování vybrané konstrukčně-materiálové varianty, průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situaci stavby, statické výpočty vybraných prvků, technické zprávy a vybrané výkresy projektové dokumentace.

Seznam použité literatury:

Počítačové programy:

Autodesk - Autocad 2016

Autodesk – Revit 2015

SCIA Engineer 2014

Teplo 2010

MS Word

MS Excel

Internetové zdroje:

[1] CLT.info | Stora Enso, <http://www.clt.info/>

[2] NOVATOP-systém.cz, <http://www.novatop-system.cz/>

[3] KNAUF.cz, <http://www.knauf.cz/>

[4] FERMACELL.cz, <http://www.fermacell.cz/>

[5] PB24.cz, <http://www.pb24.cz/drevostavby/2x4-system.html>

[6] BOVA spol. s r.o., <http://bova-nail.cz/>

[7] RIGIPS.cz, <http://www.rigips.cz/>

[8] ruukki.com; <http://www.ruukki.com/cze>

[9] Konstrukční katalog – Dřevostavby v praxi, www.egger.com

[10] Envimat.cz, <http://www.envimat.cz/>

[11] Dřevostavby.cz, www.drevostavby.cz

[12] TZB-info.cz, www.tzb-info.cz

Knižní a ostatní zdroje:

[13] Kolb, Josef. *Dřevostavby – Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. Kniha přeložena z originálu *Holzbau mit System*. 1. Vyd. Praha: 2008, Grada, ISBN 978-80-247-2275-7.

[14] Kuklík, Petr. *Dřevěné konstrukce*. 1. Vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 171 s. ISBN 80-867-6972-0.

[15] Kuklík, Petr, Anna Kuklíková a Karel Mikeš. *Dřevěné konstrukce I - cvičení*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 2008, 95 s. ISBN 978-80-01-03980-9.

[16] *Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5*. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5.

[17] Růžička a kol. *Zdravé domy – Environmentální hodnocení variant konstrukčního návrhu bytového domu*, 2007

[18] Waldstein, Petr. *Dřevostavby pro bydlení – sborník přednášek*. ISBN 978-80-905447-2-7

[19] Pokorný, Marek. *Požární bezpečnost staveb – Syllabus pro praktickou výuku, verze 01_2010.12*

[20] Růžička, Jan. *Přednášky předmětu 124YDRS – Dřevostavby*. 2014.

[21] Martin Černý a kol. *BIM příručka*, 2013 ISBN 978-80-260-5297-5

[22] Novotná, Helena. *Základy BIM – Revit Architecture pokročilé kapitoly*. 1.Vyd. Brno. 2015. ISBN 978-80-214-5199-5

Zákony, vyhlášky, normy:

[23] ČSN EN 1992-1-1, Navrhování betonových konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,

[24] ČSN EN 1995-1-1, Navrhování dřevěných konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,

- [25] ČSN EN 1991-2-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.1: Zatížení konstrukcí, Objemová tíha a užitná zatížení,
- [26] ČSN EN 1911-2-3 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.3: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem.
- [27] ČSN 731001 Zakládání staveb, základový půda pod plošnými základy.
- [28] ČSN 73 0540-2, Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [29] ČSN 73 0532, Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky
- [30] ČSN 01 3420, Výkresy pozemních staveb
- [31] ČSN 73 4130, Schodiště a šikmé rampy – základní požadavky
- [32] ČSN 73 6058, Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- [33] ČSN P 73 0606, Hydroizolace staveb – povlakové hydroizolace



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Bc. Martin Šubr

Praha 2017

Obsah:

A.	PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	1
A.1	Identifikační údaje.....	1
A.1.1	Údaje o stavbě.....	1
A.1.2	Údaje o stavebníkovi.....	1
A.1.3	Údaje o zpracovateli dokumentace.....	1
A.2	Seznam vstupních podkladů.....	1
A.3	Údaje o území.....	2
A.4	Údaje o stavbě.....	2
A.5	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	4

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

- a) **Název stavby:** Bytový dům Auvry Barbusse housing
- b) **Místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků),**

Francie, Paříž, Auberbillers, Rue Auvry

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

NEUVEDENO

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

- a) **jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název, IČ, bylo-li přiděleno, adresa sídla (právnícká osoba),**

Bc. Martin Šubrt

- b) **jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace,**

NEUVEDENO

- c) **jména a příjmení projektantů jednotlivých částí dokumentace včetně čísla, pod kterým jsou zapsáni v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jejich autorizace.**

NEUVEDENO

A.2 Seznam vstupních podkladů

- a) **Základní informace o rozhodnutích, na jejichž základě byla stavba povolena**

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

- b) **Základní informace o dokumentaci nebo projektové dokumentaci, na jejímž základě byla zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby**

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly níže uvedené projekční podklady:

- Půdorysná schémata dostupná na <https://www.dezeen.com/2015/07/02/tectone-architectes-housing-encased-timber-cage-rue-auvry-paris/>

- c) **Další podklady**

NEUVEDENO

A.3 Údaje o území

a) Rozsah řešeného území

Řešená lokalita leží severně od centra Paříže, ve čtvrti Aubervilliers. Bližší lokalita je zastavěna bytovými domy.

b) Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

c) Údaje o odtokových poměrech

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

d) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

e) Údaje o souladu dokumentace s územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby údaje o jejím souladu s územně plánovací dokumentací

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

f) Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

g) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

h) Seznam výjimek a úlevových řešení

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

i) Seznam souvisejících a podmiňujících investic

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

j) seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby (podle katastru nemovitostí)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

A.4 Údaje o stavbě

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu objektu

b) Účel užívání stavby

Stavba bude využívána jako bytová budova s doplňkovou funkcí obchodní.

c) Trvalá nebo dočasná stavba

Stavba je navržena jako trvalá.

d) Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů (kulturní památka apod.)

Pozemky se nenachází v ochranném pásmu žádné památkové rezervace.

e) Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Bytový dům Auvry Barbusse housing je navržen v souladu s vyhláškou č.398/2009 Sb. o obecně technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

f) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Projektová dokumentace je zpracována podle obecně závazných platných právních předpisů, technických norem a požadavků dotčených orgánů známých v době zpracování PD.

g) Seznam výjimek a úlevových řešení

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

h) Navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů / pracovníků apod.)

Zastavěná plocha pozemků (§2 odst. 7 zák. č. 183/2006 Sb.)	1 730 m ²
Obestavěný prostor podzemních podlaží	cca 5 200 m ³
Obestavěný prostor nadzemních podlaží	cca 7 500 m ³
Obestavěný prostor celkem	cca 12 700 m³

Užitná plocha/počet funkčních jednotek a jejich velikosti:

Jedná se o objekt, jehož převažující funkci tvoří bytové využití, doplňkovou funkci tvoří obchodní plochy.

Plocha bytových prostor	cca 2 200 m ²
Obchodní jednotky včetně zázemí	cca 250 m ²
Technologické a garážové prostory	cca 1 650 m ²

Počet uživatelů/pracovníků:

Byty	cca 120 osob
Obchody	cca 10 osob
Počet parkovacích stání	42 stání

i) Základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod.)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Členění záměru na stavební a inženýrské objekty:

Stavební objekty

SO.01 Objekt Auvry Barbusse housing

V Praze 01/2017

Bc. Martin Šubrt



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

Bc.Martin Šubrt

Praha 2017

Obsah:

B.	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	1
B.1	Popis území stavby	1
B.2	Celkový popis stavby	2
B.2.1	Účel užívání stavby.....	2
B.2.2	Celkové urbanistické a architektonické řešení.....	2
B.2.3	Celkové provozní řešení, technologie výroby.....	2
B.2.4	Bezbariérové užívání stavby.....	2
B.2.5	Bezpečnost při užívání stavby.....	2
B.2.6	Základní charakteristika technických a technologických zařízení.....	2
B.2.7	Požárně bezpečnostní řešení, posouzení technických podmínek požární ochrany.....	2
B.2.8	Zásady hospodaření s energiemi.....	3
B.2.9	Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí, zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.).....	3
B.2.10	Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí.....	4
B.3	Připojení na technickou infrastrukturu	4
B.4	Dopravní řešení	4
B.5	Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	4
B.5.1	Sadové a terénní úpravy.....	4
B.5.2	Prvky drobné architektury.....	4
B.6	Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	5
B.7	Zásady organizace výstavby	6
B.8	Požadavky na dokumentace dodavatele (vzorkování)	6
B.9	Požadavky na zpracování plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi	6
B.10	Požadavky na práce v ochranných nebo bezpečnostních pásmech jiných staveb	6
B.11	Zvláštní podmínky a požadavky na organizaci staveniště a provádění prací na něm	6
B.12	Požadavky na provádění stavby	6

B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1 Popis území stavby

a) Charakteristika stavebního pozemku

Hlavní pozemky určené k výstavbě budovy Auvry Barbusse housing leží severně od centra Paříže, ve čtvrti Aubervilliers. Pozemky jsou částečně oploceny dočasným staveništním oplocením.

Pozemek je nezastavěný, nenachází se na něm žádná hodnotná zeleň ani živočichové.

Veškeré inženýrské sítě potřebné pro napojení navrhovaného záměru jsou v bezprostřední blízkosti pozemků.

Pozemky ve vlastnictví investora jsou rovné, obdélné o základních rozměrech cca 40x78 m.

b) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

c) Stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Lokalita neleží v žádném ochranném pásmu.

d) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.,

Řešená lokalita se nenalézá v záplavovém území.

Řešená lokalita se nenachází v území ohroženém sesuvy půd - ochrana před sesuvy půd se neřeší.

Řešená lokalita se nenachází v poddolovaném území - technická opatření proti důsledkům poddolování se neprovádějí.

Stavba se nachází v lokalitě, která se z hlediska přírodní seizmicity nenachází v žádném stupni seizmicky aktivní oblasti.

e) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Vliv stavby na okolní stavby

Stavba je navržena takovým způsobem, že jsou splněny požadavky architektonické, urbanistické, hygienické, požární, akustické, denní osvětlení a oslunění a nedochází k nadlimitnímu ovlivňování sousedních staveb a pozemků.

f) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Pro navrhovaný objekt nejsou žádné požadavky na asanace či demolice stávajících konstrukcí na pozemcích určených k výstavbě. Před zahájením výstavby (zemní práce a práce na zajištění stavební jámy) budou pouze odstraněny stávající zpevněné plochy nacházející se na řešených pozemcích, a to v koordinaci s postupem výstavby, kdy zpevněné plochy budou sloužit jako staveništní komunikace a skladovací plochy a dále budou odstraněny případné zbytky neprovozovaných areálových inženýrských sítí.

g) Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné/ trvalé)

Stavba nevyvolává žádné požadavky na zábor zemědělského půdního fondu ani lesního půdního fondu.

h) Územně technické podmínky (možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

NAPOJENÍ STAVBY NA VEŘEJNOU DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURU

Napojení navrhovaného záměru na stávající komunikační skelet je řešeno umístěním vjezdu a výjezdu z podzemních garáží na ulici Rue Auvry.

Vjezdová rampa do podzemního parkingu je navržena jako společná pro jednotlivé nadzemní celky.

NAPOJENÍ STAVBY NA VEŘEJNOU TECHNICKOU INFRASTRUKTURU

Objekt Auvry Barbusse housing je možné napojit na veškeré sítě technické infrastruktury - na vodovodní řad, kanalizaci, plyn, elektro VN a slaboproudé vedení. Všechny tyto sítě se nacházejí v ulici Rue Auvry, nebo na východní straně podél řešeného objektu.

i) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Účel užívání stavby

Stavba bude využívána jako bytová budova s doplňkovou funkcí obchodní.

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

Podrobně viz Technická zpráva architektonicko-stavební části

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Podrobně viz Technická zpráva architektonicko-stavební části.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Podrobně viz Technická zpráva architektonicko-stavební části

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

Základní charakteristika objektů

Charakteristika objektů – architektonicko-stavební řešení, konstrukční a materiálové řešení jsou podrobně popsány v příslušných technických zprávách architektonicko-stavební a statické části, které jsou součástí projektové dokumentace.

a) Mechanická odolnost a stabilita

Mechanická odolnost a stabilita je prokázána statickými výpočty. Návrh konstrukce je zpracován v souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN. Dimenze jednotlivých prvků byly navrženy a optimalizovány pomocí aplikací určených k řešení této problematiky.

Zřícení stavby nebo její části.

Konstrukce jako celek byla navržena na základě zadaného zatížení odsouhlaseného investorem, které je v souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN, a to tak, aby nedošlo k jejímu zřícení, nebo zřícení její části při provádění stavby a po celou dobu její životnosti. Zřícení stavby nebo její části se proto nepředpokládá.

B.2.6 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.2.7 Požárně bezpečnostní řešení, posouzení technických podmínek požární ochrany

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.2.8 Zásady hospodaření s energiemi

a) Kritéria tepelně technického hodnocení

Hospodaření s energiemi – veškerá technologická zařízení jsou nebo budou navržena s ohledem na jejich energetickou hospodárnost a maximálním využitím spotřebovaných energií. Koncepce objektu je připravena tak, aby objekt mohl být zařazen do klasifikace některého mezinárodně uznávaného systému šetrných objektů. Předpokládá se nezávislý certifikační proces trvale udržitelných budov LEED.

b) Energetická náročnost stavby

Konstrukce jsou navrženy v souladu s platnými tepelně-technickými normami a to ve zvýšeném standardu. Podrobněji řeší Architektonicko-stavební část.

B.2.9 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí, zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.)

1. Zásady řešení parametrů vnitřního prostředí:

a) větrání:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

b) vytápění:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

c) chlazení:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

d) osvětlení:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

e) zásobování vodou:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

e) odpadové hospodářství:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

2. Zásady řešení vlivu stavby na okolí:

Zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

a) ochrana proti hluku a vibracím

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

b) ochrana proti znečištění ovzduší výfukovými plyny a prachem

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

c) ochrana proti znečišťování komunikací a nadměrné prašnosti

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

d) ochrana proti znečišťování podzemních a povrchových vod a kanalizace

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.2.10 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

b) Ochrana před bludnými proudy

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

c) Ochrana před technickou seizmicitou

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

d) Ochrana před hlukem

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

e) Protipovodňová opatření

Řešená lokalita se nenalézá v záplavovém území.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

Objekt Auvry Barbusse housing je možné napojit na veškeré sítě technické infrastruktury - na vodovodní řad, kanalizaci, plyn, elektro VN a slaboproudé vedení. Všechny tyto sítě se nacházejí v ulici Rue Auvry, nebo na východní straně podél řešeného objektu.

B.4 Dopravní řešení

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

B.5.1 Sadové a terénní úpravy

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.5.2 Prvky drobné architektury

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Ovzduší

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

Hluk

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

Voda

V zájmovém území záměru ani v jeho blízkém okolí se nenacházejí žádné vodoteče.

Posuzovaná lokalita se nenalézá v chráněné oblasti přirozené akumulace vod ani v ochranných pásmech zdrojů povrchových či podzemních vod.

Ve fázi výstavby lze vznik splaškových odpadních vod předpokládat v objektech sociálního zázemí v místě zařízení staveniště.

Odvodnění stavební jámy bude pomocí čerpání vody do kanalizační přípojky. Voda ze stavební jámy bude odčerpávána do kanalizace po usazení kalů v sedimentačních jímkách. Kaly budou následně odváženy na skládku k tomu účelu určenou.

V souvislosti s výstavbou záměru nedojde k ovlivnění kvality povrchových vod.

Posuzovaný záměr je napojen vodovodní přípojkou na veřejný vodovodní řad, která je napojena na veřejnou kanalizační síť.

Likvidace dešťových odpadních vod bude řešena kombinací retence a akumulace dešťových vod s následným řízeným odtokem do systému městské kanalizační sítě.

Pro závlahu zeleně bude primárně využíváno dešťových vod zadržovaných v retenčních nádržích s rezervou pro možnou akumulaci.

Odpady

Celý objekt je ve fázi výstavby a provozu spojen s produkcí odpadů, které by z hlediska celkového množství i z hlediska druhů odpadů neměly významně ohrozit životní prostředí.

Půda

V území posuzovaného záměru nebyly zjištěny žádné skládky ani jiné staré ekologické zátěže. Kontaminace zeminy v území se neočekává.

V zájmovém území se nevyskytuje zemědělská ani lesní půda.

Zájmové území je ve stávajícím stavu nezastavěné. V současné době se na části zájmového území nachází zpevněná plocha.

Významné terénní úpravy se v souvislosti s posuzovaným záměrem nepředpokládají. Ke změně místní topografie nedojde.

Před zavážením stavební jámy je nutné ji vyklidit a odstranit odpady vzniklé stavební činností.

b) Vliv na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

Záměrem dotčené území se nenachází v oblasti územní a druhové ochrany, na území nejsou památné stromy ani se nevyskytují chráněné druhy rostlin a živočichů.

c) Návrh zohlednění podmínek ze závěrů zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

d) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.7 Zásady organizace výstavby

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.8 Požadavky na dokumentace dodavatele (vzorkování)

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.9 Požadavky na zpracování plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Vzhledem k rozsahu stavby je nutné zpracovat plán BOZP pro práci na staveništi. V rámci diplomové práce není bezpečnostní plán vypracován.

B.10 Požadavky na práce v ochranných nebo bezpečnostních pásmech jiných staveb

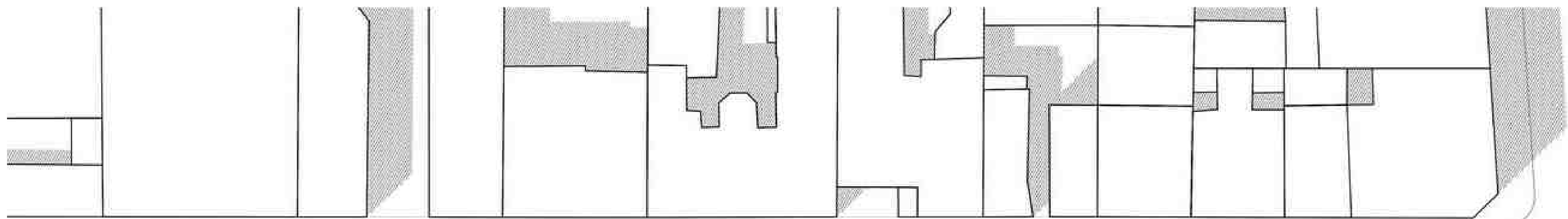
V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.11 Zvláštní podmínky a požadavky na organizaci staveniště a provádění prací na něm

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

B.12 Požadavky na provádění stavby

Před zabudováním materiálu a jednotlivých výrobků do stavby musí být dodavatelem stavby předloženy certifikáty výrobků, případně prohlášení o shodě. Při realizaci budou na jednotlivé dodávky speciálních částí (izolační systém, střešní plášť, podlahové systémy, okna, dveře, obvodový plášť atd.) zpracovány technologické postupy provádění, případně dílčí výrobní dokumentace. Tyto budou pak před vlastní realizací předloženy k odsouhlasení.



Rue Auvry



Podrobně řešený objekt

Rue Henri Barbusse

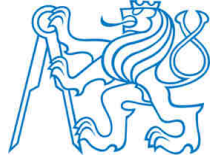
JAKO PODKLAD POUŽIT PŮDORYSNÝ POHLED DOSTUPNÝ NA : <http://www.archdaily.com/769163/housing-in-auvry-barbusse-tectone>

Legenda :

- Hranice parcel
- Hranice řešeného objektu
- ▬ Střeška v pohledu
- Trávník
- SDK předstěna, tepelně izolační
- ▨ Stíny budov
- Strom / keř navrhovaný

± 0,000 = 340,050 m n.m. Bpv

České vysoké učení technické v Praze	
Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.
Projekt: MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM	
Příloha:	Situace
Datum:	01/2017
Formát:	6A4
Měřítko:	1:200
Zkr.před.:	Č.přílohy
DP	C-01



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Bc. Martin Šubrt

Praha 2017

1. Základní údaje o stavbě

a) Název stavby:

Bytový dům Auvry Barbusse housing

b) Místo stavby:

Francie, Paříž, Auberbillers, Rue Auvry

Stupeň dokumentace: Dokumentace pro provedení stavby

Část dokumentace: ARCHITEKTONICKO – STAVEBNÍ ČÁST

2. Úvod

Dokumentace v rámci diplomové práce řeší vybrané části projektové dokumentace pro provedení stavby. Je zaměřena na návrh vybraných nosných konstrukcí a vypracování vybraných výkresů projektové dokumentace.

Účel užívání stavby

a) Funkční náplň stavby

Stavba bude využívána jako bytová budova s doplňkovou funkcí obchodní.

b) Základní kapacity funkčních jednotek

Základní kapacity funkčních jednotek:

Jedná se o objekt, jehož převažující funkcí tvoří bytové využití, doplňkovou funkcí tvoří obchodní plochy.

Označení nadzemních objektů:

Pro rychlou orientaci a snadnou identifikaci v PD byly nadzemní hmoty označeny takto:

Osy 1-7	-	Objekt A
Osy 10-14	-	Objekt B
Osy 17-23	-	Objekt C

Základní uspořádání funkčních celků objektu:

- 1.PP – garáže, sklady, technologie, komunikační prostory (schodiště, výtahy)
- 1.NP – Bytové jednotky, obchodní jednotky se zázemími, komunikační prostory (schodiště, výtahy, chodby)
- 2.NP – Bytové jednotky, komunikační prostory (schodiště, výtahy, chodby)
- 3.NP – Bytové jednotky, komunikační prostory (schodiště, výtahy, chodby)
- 4.NP až 5.NP – Bytové mezonetové jednotky, terasy, komunikační prostory (schodiště, výtahy, chodby)

Základní plošné výměry funkčních celků objektu:

Obchodní jednotky	včetně zázemí	cca	250 m ²
Bytové jednotky		cca	2200 m ²
Technologické a skladové prostory		cca	1650 m ²

Počet uživatelů/pracovníků:	
Byty	cca 120 osob
Obchody	cca 10 osob
Počet parkovacích stání	42 stání

3. Architektonické řešení –kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Řešený komplex se skládá ze tří, v nadzemní části, samostatných obdélníkových objektů. Objekty jsou tvořeny 1 společným podzemním podlažím a 5 nadzemními podlažními. Fasáda je obložena dřevěnými fošnami. V místě teras a balkónu je obložení průhledné. Na ostatních částí fasády je obložení neprůhledné. Fasáda v 1NP je řešena kontaktním zateplovacím systémem s bílým nátěrem. Většina oken je bez parapetu. Zastřešení objektů je řešeno pomocí sedlové střechy. Nad bytovými částmi objektů je střecha ve sklonu opačném ke střeše nad komunikačním jádrem. Na terasách ve 4NP jsou místo zábradlí atiky. Na terasách v 5NP a na ostatních předsazených konstrukcích je ocelové zábradlí. Celý komplex je laděn jako environmentálně šetrný – dřevěný světlejšího odstínu.

V areálu stavby je navržen park určený pro rezidenty komplexu. Návrh počítá se zelení a mobiliářem.

4. Celkové provozní řešení

Funkční a provozní řešení vychází ze zadání a požadavků objednatele. Prvotní funkcí budovy je obyvatelnost – hlavním úkolem je návrh plně funkční a uživatelsky přátelské budovy. Každý ze tří objektů má samostatný vstup možný z podzemních garáží či 1NP. Byty v 1NP jsou řešeny atypicky. V každém z objektů je v 1NP obchodní prostor se zázemím. 2NP-5.NP jsou podlaží čistě bytová. Ve 4NP se nacházejí 2 mezonetové byty s vlastní terasou. V každém z objektů je komunikační jádro se schodištěm a výtahem.

5. Bezbariérové užívání stavby

Celý komplex je navržen jako bezbariérový. Výškové rozdíly jsou řešeny přímými rampami o maximálním sklonu 1:16.

Stavebně-technické a konstrukční řešení stavby

6. Příprava stavby

Příprava území

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

Hrubé terénní úpravy

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

7. Zemní práce a inženýrskogeologický průzkum

Jedná se o štěrkopískové zeminy. Hladina podzemní vody se nachází 3 m pod povrchem. To odpovídá výškové kótě 343,50 m n.m. Bpv.

8. Zemní práce

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

9. Odvodnění stavební jámy

Povrchovým vodám bude zabráněno stékání do stavební jámy např. provedením valu okolo objektu.

Odvedení srážkových a průsakových vod ze stavební jámy a spodní stavby bude řešeno čerpáním do kanalizační stoky přes stávající kanalizační šachtu pomocí čerpacích jímek (předpoklad 10ks), ve kterých budou osazena kalová čerpadla ovládaná plovákovým spínačem. Mezi jednotlivými jímkami bude doplněna drenáž, šířka rýhy pro drenáž max. 200mm.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

10. Zajištění stavební jámy

Pro zajištění stavební jámy jsou s ohledem na prostorové podmínky staveniště navrženy dvě technologie. Ze severní strany je navrženo kotvené záporové pažení. Na jižní straně je svah zajištěn svahováním. Na západní a východní straně u sousedních objektů jsou navržena bezpečnostní opatření a statická zajištění stávajících budov. (např. trysková injektáž pod stávající základy)

Pažení je navrženo jako trvalá konstrukce.

Záporové pažení je navrženo ze zdvojených zápor IPE 200. Záporů budou kotvené ve dvou výškových úrovních kotvami s injektovaným kořenem. Kotvení bude provedeno přes kotevní plechy mezi dvojicí nosníků tvořících záporů.

11. Základové konstrukce

Základové konstrukce tvoří železobetonové patky a pasy z prostého betonu. Nad základovými konstrukce je navržen podkladní beton v tloušťce min 120 mm.

12. Konstrukce podzemních podlaží

Suterén je navržený jako železobetonový skelet tvořený stropními deskami nesenými průvlak, které jsou uloženy na sloupy, doplněný obvodovými stěnami a stěnami komunikačních jader. Nosné konstrukce budou provedeny z monolitického železobetonu.

Svislé konstrukce pod nadzemními částmi objektu respektují modulový systém. Tloušťka vnitřních stěn je 200 mm. Tloušťka obvodových stěn je 300 mm. Průřezy sloupů jsou čtvercové. Rozměry sloupů jsou 200x200 mm. Na železobetonové konstrukce je využíván beton třídy C20/25.

Stropní desky suterénních podlaží jsou navrženy jako převážně jednosměrně pnuté a mají tloušťku 150 mm.

13. Izolace spodní stavby

Hladina podzemní vody se nachází 3 m pod povrchem. To odpovídá výškové kótě 343,50 m n.m. Bpv. Jako izolace spodní stavby jsou navrženy 2 modifikované asfaltové pásy. Hydroizolace bude lepena na pokladní beton a svislé obvodové stěny. Spojení svislé a vodorovné hydroizolace bude provedeno pomocí zpětného spoje. Svislá hydroizolace je chráněna proti porušení extrudovaným polystyrenem tloušťky 100 mm.

Objekt bude vybaven po celém obvodu systémem drenáže sloužící jako ochrana konstrukce proti vzduť vody ve zpětných násypch okolo objektu. Obvodová drenáž bude realizována štěrkopískovým obvodovým drénem okolo

budovy s vloženou podélnou drenážní trubkou. Podélný drén bude spádován do sedimentačních šachet, které budou napojeny na areálovou kanalizaci, která přes retenční nádrže je odvedena do veřejné kanalizace. Po trase budou v rozteči max. 50m a v lomových bodech instalovány revizní šachty.

Provedení drenáže bude odpovídat běžnému řešení, tedy na betonové spádované dno šířky cca 0,5m bude uložena perforovaná PVC drenážní trubka DN150. Drenážní trubka bude obsypána štěrkem frakce 8-32 a obalena filtrační geotextilií. Následně bude výkop zasypán vhodnou zásypovou zeminou z výkopu. Drenáž bude výškově uložena nad hladinou ustálené hladiny podzemní vody.

Veškeré prostupy základovou deskou a obvodovými podzemními konstrukcemi budou osazeny systémovými vodotěsnými a plynotěsnými průchodkami.

14. Konstrukce nadzemních podlaží

Základním konstrukčním systémem nadzemních podlaží je v 1NP železobetonový kombinovaný systém tvořený vnitřními sloupy doplněný o obvodové stěny a stěny komunikačních jader. Nosné konstrukce budou provedeny z monolitického železobetonu. Od 2NP je konstrukční systém tvořen stěnovými CLT panely firmy NOVATOP.

Svislé nosné konstrukce

V 1NP jsou navrženy sloupy čtvercového průřezu o rozměrech 200x200 mm. Veškeré železobetonové stěny jsou navrženy tloušťky 200 mm. Na železobetonové konstrukce bude použit beton třídy C20/25

Od 2NP je svislý stěnový nosný systém tvořen CLT panely NOVATOP Solid tloušťky 84 mm. Předsazené konstrukce na jižní straně jsou podporovány sloupy z lepeného dřeva a rozměru 200x200 mm.

Vodorovné nosné konstrukce

Stopní desky v 1NP jsou obousměrně pnuté a uloženy na průvlaky obdélníkového průřezu o rozměrech 200x400 mm. Tloušťka stropních desek je 130 mm.

Horní povrch desky bude proveden v takové kvalitě, která umožní provedení podlah uvedených ve stavební části projektu. Vznik smršťovacích trhlin v konstrukcích se očekává, s omezením $w_k = 0,40$ mm. Konstrukce není s ohledem na ekonomii spotřeby betonářské výztuže navržena jako zcela bez trhlin. Vlasové smršťovací trhliny neohrožují únosnost.

Stropní konstrukce od 2NP je navržena z CLT panelu NOVATOP Element tloušťky 160 mm. Panely jsou vyplněny vápencovým vsypem pro dosažení akustických požadavků. Skladba stropu je patrná z výkresu 401 Výkres stropu 2NP.

15. Schodiště a vyrovnávací rampy

Schodiště v hlavních komunikačních jádrech jsou dvouramenná. Schodišťová ramena budou provedena jako monolitická. Spojení s podestami bude provedeno pomocí akustických profilu SCHOCK tronsole typ T.

Pro zabránění bočního přenosu kročejového hluku do svislých nosných konstrukcí v místě schodišťových ramen bude dilatační spára mezi ramenem a stěnou vyplněna systémovou pryžovou deskou.

Finální úprava ramen bude tvořena obkladovými Teraco stupni.

Garážové rampy jsou řešeny v železobetonu.

16. Dilatace

Podzemní část objektu je řešena jako dva dilatační celek. Nadzemní část budovy je řešena jako 3 samostatné objekty každý je samostatným dilatačním celkem.

Dilatace ostatních konstrukcí (vrstvy podlah, schodiště atd.) se řídí obecnými normovými předpisy.

17. Překlady

Veškeré překlady v 1NP jsou tvořeny samotnou nosnou konstrukcí. Překlady od 2NP je tvořeny samotným CLT panelem, který bude dopraven na stavbu již v požadované geometrii. Příčky jsou navrženy jako sádrokartonové, překlady tedy nemají.

18. Příčky, výplňové zdivo

Veškeré příčky v nadzemních podlaží jsou navrženy ze sádrokartonu. Příčky budou zhotoveny dle projektových požadavků – požární, tepelně izolační, akustické.

Suterénní příčky navazující na prostory parkingu jsou navrženy z betonových tvarovek ztraceného bednění typologie Best ztracené bednění šířky 150mm. Příčky budou provazovány s obvodovými ŽB konstrukcemi pomocí kotev vložených do spár. Poslední dvě řady tvarovek pod stropem budou z důvodu nemožnosti prolítí betonem nahrazeny betonovými zdíciemi tvarovkami KB.

Beton do příček ze ztraceného bednění bude použit C25/30.

19. Příčky montované

Všechny SDK konstrukce jsou provedené z typových profilů a podle výrobního předpisu pro montáž dle standardu Knauf.

SDK příčky a předstěny budou vytmeleny, přebroušeny a natřeny penetračním nátěrem na SDK stěny pod finální povrchovou úpravu.

SDK příčky v sociálních zázemích jsou uvažovány s finálním povrchem keramickým obkladem. Kvalita tmelení pro tyto prostory je vyžadována ve třídě Q4 dle katalogu Knauf.

Sádrokartonové předstěny:

Systémová předstěna kotvená do obvodových konstrukcí z ocelových CD profilů a stavěcích třmenů z pozinkované oceli tl. 0,6 mm nebo z profilů CW jako předsazená jednostranně opláštěná příčka. Pro předstěny stěny všech tloušťek jsou navržena opláštění jednostranná SDK tl. 12,5mm, ve vlhkých provozech budou použity desky se zvýšenou odolností proti vlhkosti. V předstěnách bude uložena minerální vata tl. 50mm případně více dle skladeb pro tepelně izolační předstěny.

Opláštění sádrokartonovými deskami Knauf White, Knauf green do prostor se zvýšenou vlhkostí.

Sádrokartonové příčky:

Volně stojící systémová stěna z otevřených ocelových CW profilů tl. 50, 75 nebo 100mm z pozinkované oceli tl. 0,6 mm. Oboustranné opláštění SDK tl. 12,5 mm jednoduché či dvojité dle tabulky. Ve vlhkých provozech budou použity desky se zvýšenou odolností proti vlhkosti.

Do příčky bude vložena minerální vata v požadované tloušťce. Minerální vata je z důvodů zajištění akustické, případně požární izolace. U minerální vaty je nutno dodržet parametry a to zejména tloušťku a objemovou hmotnost z důvodů akustických a požárních.

Opláštění sádrokartonovými deskami Knauf White, Knauf green do prostor se zvýšenou vlhkostí, Knauf Red na požární příčky.

20. Podlahy

Podlahy jsou řešené jako lehké plovoucí (podlahové dílce fermacell) s požadavky na akustické parametry. Nášlapné vrstvy jsou patry z tabulky místností obsažené na výkresech. Keramické dlažby budou na podklad lepeny vhodným stavebním pružným lepidlem.

Přechody podlah budou řešeny pomocí podlahových lišt, přechod bude proveden vždy v ose dveřního křídla.

Typy použitých nášlapných vrstev u vnitřních skladeb:

Vinyl
Keramická dlažba
Lité teraco

21. Podhledy

V suterénních prostorách je podhledy navržen jako zateplení stropní garážové desky vůči nadzemním podlažím, navržený jako kontaktní zateplovací systém na bázi minerální vaty.

Ve společných prostorách domu budou obecně navrženy podhledy sádrokartonové, některé budou v provedení s požární odolností.

V bytových jednotkách bude podhled výšky standardně +2,830 m. V sociálním zázemí výšky +2,400 m..

Revizní otvory do podhledů budou typové se skrytými panty a skrytým nerezovým rámečkem. Poklopy budou mít povrch dle souvisejícího podhledu. Navazující přechodové lišty typové systémové typologie, např. Knauf. Všechny SDK konstrukce jsou provedené z typových profilů a podle výrobního předpisu pro montáž dle standardu výrobce.

Sádrokartonové podhledy

Vnitřní konstrukce z dvojitého kovového roštu z CD profilů 60/27/0,6 mm, jako základní a nosný profil. Do nosné konstrukce stropu kotveny rychlozávěsy z pozinkovaného drátu se závěsným okem, dimenze dle technologického předpisu výrobce, do stropu kotven vhodnými upevňovacími prostředky.

Opláštění 1x sádrokartonová deska 12,5 mm. Ve vlhkých provozech budou použity desky se zvýšenou odolností proti vlhkosti.

Součástí dodávky budou kromě výrobku, také veškeré kotevní prvky a montážní práce spojené s osazením a přípravou pro zařizovací předměty.

Standard konstrukce Knauf.

Opláštění sádrokartonovými deskami Knauf White, Knauf green do prostor se zvýšenou vlhkostí, Knauf Red na požární podhledy.

Ukončení u zdi bude provedeno bez viditelné spáry /ostrý úhle 90°, roh bude zatmelen a dokonale přebroušen.

Součástí SDK podhledů budou systémové revizní dvířka pro přístup k jednotlivým zařízením profesí TZB.

22. Povrchy vnitřních stěn a stropů

V suterénních prostorách domu a dále v technických prostorách s technologií budou obecně provedeny stěny v pohledovém betonu opatřeny bílou výmalbou.

Společné prostory objektu a pronajímatelné prostory budou obecně opatřeny omítkovými systémy se sádrovou omítkou případně stěnami ze sádrokartonu.

Železobetonové konstrukce budou opatřeny pod omítky příslušným adhezním můstkem.

Všechny rohy a lomy omítaných stěn budou opatřeny podomítkovými hliníkovými lištami.

Finální povrchy stěn a stropů jsou popsány v tabulce skladeb.

23. Dlažby

Keramické dlažby jsou navrhovány pouze v prostorách bytů v sociálních zázemích.

24. Obklady

Obklady vnitřní keramické

Keramické obklady jsou navrhovány pouze v prostorách bytových v sociálních zázemích a za kuchyňskými linkami. Styk obklad - podlaha bude řešen tvarovkou s pozlábkem. Vnitřní rohy tmelit silikonovým tmelem, vnější rohy opatřeny systémovými kovovými lištami.

Umístění obkladů je popsáno v tabulkách místností.

25. Revizní otvory

Revizní otvory do podhledů budou typové se skrytými panty a skrytým nerezovým rámečkem. Poklopy budou mít povrch dle souvisejícího podhledu.

Do instalačních jader bude zajištěn přístup v každém podlaží dle požadavků jednotlivých profesí.

Revizní otvory budou splňovat požadavky akustické a požární dle požadavků v konkrétních pozicích.

26. Výplně otvorů

Dveře vnitřní

Dveře budou řešeny jako plně dřevěné do kovových zárubní určených pro sádrokartonové konstrukce.

Dveře budou dle tabulky dveří plnit funkce požární, akustické či tepelně izolační.

Dveře vnější

Vstupní dveře do objektu, budou řešeny obecně jako prosklené hliníkové.

Dveře budou dle tabulky dveří plnit funkce požární, akustické či tepelně izolační.

Garážová vrata

Na příjezdové rampě do podzemních garáží řešeného objektu jsou navržena sekční.

27. Systémové fasády a obvodové pláště

Obvodový plášť je tvořen od 2NP dřevěnými svislými lamely. V 1NP je navržen kontaktní zateplovací systém s bílou malbou. V oblasti předsazených konstrukcí je fasádní obložení průhledné. Obložení kopíruje tvar objektů.

28. Střešní pláště

Střešní pláště budou řešeny jako provozní – terasy, či jako střecha nepochozí.

Střešní plášť je navržen na hodnotu $UN = 0,15$ [W/m².K], což splňuje doporučené hodnoty $UREC_{20} = 0,16$ [W/m².K] dle požadavků ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Podrobněji jsou skladby střech popsány ve výkresové dokumentaci.

29. Komín

V rámci výstavby objektu jsou zřizována komínová tělesa pro odkouření dieselagregátů umístěných v 1.PP. Odkouření je vyústěno na střeše objektu A.

30. Klempířské výrobky

Veškeré klempířské výrobky jsou navrženy z titan-zinkového plechu standardu např. Rheizink tl. 0,8 mm, tmavě šedé barvy, provedení bude odpovídat ČSN 73 3610.

31. Zámečnické výrobky

Všechna zábradlí na schodištích a terasách budou splňovat ČSN 743305. Zábradlí jsou navržena z oceli.

32. Truhlářské výrobky

Jedná se zejména vnitřní parapety. Veškeré práce budou provedeny dle ČSN 73 2810.

33. Výtahy

Hlavní výtahy objektů jsou navrženy Schindler 2400 rozměrů 1100 x 1500 mm. Výtahová šachta je dilatována vložením 50 mm XPS kvůli přenosu vibrací.

34. Tepelné a akustické izolace

Tepelná izolace obvodového pláště bude tvořena deskami z minerální vaty typ dle použití – větraná fasády / KZS.

Tepelné a akustické izolace podlah jsou tvořeny deskami z minerální vaty pro kročejovou izolaci.

Střešní pláště budou tepelně izolovány deskami z minerální vaty např. STEICOtherm. Suterenní stěny budou izolovány deskami z XPS.

Doplňkové tepelné izolace např. podhledů budou provedeny z minerální vaty – druh dle příslušné pozice, v případě tepelné izolace použité ve vlhkém prostředí bude použit extrudovaný polystyren. U minerální vaty je nutné dodržení parametrů dle skladeb a to zejména tloušťku a objemovou hmotnost z důvodů akustických a požárních.

Tepelné izolace v objektu jsou řešeny v souladu s ČSN 73 0540-2 v platném znění.

35. Ochrana konstrukcí proti korozi a biologickým vlivům

Dřevěné konstrukce je nutno ošetřit nátěrem určeným výrobcem. Dřevěné konstrukce vystavené vnějším povětrnostním vlivům budou buď tlakově impregnovány, případně opatřeny nátěrovým systémem dle požadavku architekta. Ocelové konstrukce budou proti korozi chráněny (žárově zinkovány).

36. Protipožární systémy a konstrukce

- hasicí přístroje umístěné dle projektové dokumentace
- systém sprinklerů v obchodních prostorách objektu

37. Protiradonová opatření

Na hydroizolace bude použit 2x modifikovaný asfaltový pás splňující protiradonová opatření.

38. Požadavky na provádění stavby

Před zabudováním materiálu a jednotlivých výrobků do stavby musí být dodavatelem stavby odpovědnému zástupci investora předloženy certifikáty výrobků, případně prohlášení o shodě. Při realizaci budou na jednotlivé dodávky speciálních částí (izolační systém, střešní plášť, podlahové systémy, okna, dveře, obvodový plášť atd.) zpracovány technologické postupy provádění, případně dílčí výrobní dokumentace. Tyto budou pak před vlastní realizací předloženy k odsouhlasení odpovědnému zástupci investora.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

39. Požadavky na dokumentace dodavatele (dílešské dokumentace), vzorkování

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

40. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Bezpečnostní předpisy

Po dobu provádění stavby je třeba dále zajistit dodržování závazných bezpečnostních předpisů ve stavebnictví a nařízeních.

Obecně platí, že:

- Před zahájením prací musí být všichni pracovníci na stavbě poučeni o bezpečnostních předpisech pro všechny práce, které přicházejí do úvahy. Tato opatření musí být řádně zajištěna a kontrolována.

- Všichni pracovníci musí používat předepsané ochranné pomůcky. Na pracovišti musí být udržován pořádek a čistota. Musí být dbáno ochrany proti požáru a protipožární pomůcky se musí udržovat v pohotovosti.

Práce na el. zařízeních smí provádět pouze k tomu určený přezkoušený elektrikář. Připojení elektrických vedení se mohou provádět jen za odborného dozoru.

- Na staveništi musí být vývěskou oznámena telefonní čísla nejbližší požární stanice, první pomoci a policie.

Všichni zúčastnění pracovníci musí být s předpisy seznámeni před zahájením prací. Dále jsou povinni používat při práci předepsané pracovní pomůcky.

Dodavatel stavebních prací musí v rámci dodavatelské dokumentace vytvořit podmínky k zajištění bezpečnosti práce. Součástí dodavatelské dokumentace bude technologický nebo pracovní postup, který musí být po dobu stavebních prací k dispozici na stavbě .

Dále je třeba ohraničit staveniště včetně výstražných tabulek se zákazem vstupu všem nepovolaným osobám na vstupech.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

41. Výpis použitých norem

ČSN 01 3420	Výkresy pozemních staveb
ČSN 73 0532	Akustika-požadavky
ČSN P 73 0606	Hydroizolace staveb – povlakové hydroizolace
ČSN 73 0540-2	Tepelná ochrana budov – požadavky
ČSN 73 6058	Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
ČSN 73 4130	Schodiště a šikmé rampy – základní požadavky



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

**TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ VYBRANÝCH
STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ**

Bc. Martin Šubrt

Praha 2017

Obsah

1. OBVODOVÁ STĚNA CLT	3
2. OBVODOVÁ STĚNA MASIVNÍHO SKELETU	6
3. STŘECHA CLT SYSTÉMU	9
4. STŘECHA MASIVNÍHO SKELETU	12

1. OBVODOVÁ STĚNA CLT

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplota 2010

Název úlohy : **Stěna_CLT**
Zpracovatel : masubrt@outlook.cz
Zakázka :
Datum : 6. 12. 2017

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádkarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	SteicoFlex	0.0500	0.0480	2163.0	103.8	1.0	0.0000
3	CLT	0.0840	0.1300	1600.0	490.0	200.0	0.0000
4	SteicoTherm	0.1000	0.0450	2120.5	172.0	5.0	0.0000
5	SteicoFlex	0.0800	0.0440	2120.5	67.5	1.0	0.0000
6	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.2	1411.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	59.1	1433.3	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	62.3	1510.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	65.5	1588.5	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	67.2	1629.7	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	62.8	1523.0	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	59.3	1438.1	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.79 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.168 W/m²K

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

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 686.0
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.6 h

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

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.959	58.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.959	60.5
3	15.5	0.712	12.1	0.517	19.9	0.959	60.9
4	15.8	0.626	12.3	0.359	20.1	0.959	61.1
5	16.6	0.494	13.1	0.056	20.3	0.959	63.6
6	17.4	0.318	13.9	-----	20.4	0.959	66.3
7	17.8	0.097	14.3	-----	20.5	0.959	67.7
8	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.959	67.2
9	16.7	0.470	13.3	-----	20.3	0.959	64.0
10	15.8	0.612	12.4	0.332	20.1	0.959	61.2
11	15.5	0.714	12.1	0.520	19.9	0.959	60.9
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.959	60.9

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	13.1	9.6	-2.7	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1326	1323	206	172	167	166
p,sat [Pa]:	2226	2183	1511	1192	487	202	202

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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.330E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2010

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Stěna_CLT

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	SteicoFlex	0,050	0,048	1,0
3	CLT	0,084	0,130	200,0
4	SteicoTherm	0,100	0,045	5,0
5	SteicoFlex	0,080	0,044	1,0
6	Bramac Pro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,779 + 0,015 = 0,794$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,959$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

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

Požadavky:

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

2. OBVODOVÁ STĚNA MASIVNÍHO SKELETU

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplota 2010

Název úlohy : **Stěna masivní skelet**

Zpracovatel : masubrt@outlook.cz

Zakázka :

Datum : 6. 12. 201

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0.0500	0.2940	1010.0	1.2	0.2	0.0000
3	Icopal Micoral	0.0015	0.2100	1470.0	1100.0	1333000.0	0.0000
4	Isover Orsik	0.1600	0.0470	909.4	53.7	1.0	0.0000
5	Isover Orsik	0.0500	0.0440	885.5	48.5	1.0	0.0000
6	Isover Orsik	0.0500	0.0440	800.0	30.0	1.0	0.0000
7	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.2	1411.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	59.1	1433.3	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	62.3	1510.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	65.5	1588.5	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	67.2	1629.7	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	62.8	1523.0	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	59.3	1438.1	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.91 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.164 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0013 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 55.9
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 3.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.25 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.960

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.960	58.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.960	60.5
3	15.5	0.712	12.1	0.517	19.9	0.960	60.8
4	15.8	0.626	12.3	0.359	20.1	0.960	61.0
5	16.6	0.494	13.1	0.056	20.3	0.960	63.5
6	17.4	0.318	13.9	-----	20.4	0.960	66.3
7	17.8	0.097	14.3	-----	20.5	0.960	67.7
8	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.960	67.2
9	16.7	0.470	13.3	-----	20.3	0.960	64.0
10	15.8	0.612	12.4	0.332	20.1	0.960	61.1
11	15.5	0.714	12.1	0.520	19.9	0.960	60.8
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.7	0.960	60.8

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:								
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	18.0	18.0	-0.5	-6.6	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1334	1334	166	166	166	166	166
p,sat [Pa]:	2230	2188	2065	2060	587	349	202	202

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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.168E-0010 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Tepl 2010

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Stěna_masivní_skelet

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 50	0,050	0,294	0,2
3	Icopal Micoral SK	0,0015	0,210	1333000,0
4	Isover Orsik	0,160	0,047	1,0
5	Isover Orsik	0,050	0,044	1,0
6	Isover Orsik	0,050	0,044	1,0
7	Bramac Pro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,779 + 0,015 = 0,794$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,960$

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

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

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

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNÝ.

3. STŘECHA CLT SYSTÉMU

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplota 2010

Název úlohy : **Střecha-CLT**
Zpracovatel : masubrt@outlook.cz
Zakázka :
Datum : 6. 12. 201

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádkartón	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	CLT	0.0270	0.1300	1600.0	490.0	200.0	0.0000
3	SteicoFlex	0.1860	0.0450	2059.1	86.0	1.0	0.0000
4	CLT	0.0270	0.1300	1600.0	490.0	200.0	0.0000
5	SteicoTherm	0.0800	0.0390	2100.0	160.0	5.0	0.0000
6	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.2	1411.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	59.1	1433.3	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	62.3	1510.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	65.5	1588.5	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	67.2	1629.7	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	62.8	1523.0	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	59.3	1438.1	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.66 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.147 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.1E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 583.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.39 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.964

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.964	58.0
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.964	60.1
3	15.5	0.712	12.1	0.517	20.0	0.964	60.5
4	15.8	0.626	12.3	0.359	20.1	0.964	60.8
5	16.6	0.494	13.1	0.056	20.3	0.964	63.4
6	17.4	0.318	13.9	-----	20.4	0.964	66.2
7	17.8	0.097	14.3	-----	20.5	0.964	67.7
8	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.964	67.1
9	16.7	0.470	13.3	-----	20.3	0.964	63.8
10	15.8	0.612	12.4	0.332	20.2	0.964	60.9
11	15.5	0.714	12.1	0.520	20.0	0.964	60.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.964	60.5

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.4	19.1	18.1	-1.9	-2.9	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1322	775	756	208	168	166
p,sat [Pa]:	2250	2212	2077	522	480	201	201

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2255	0.2255	1.623E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.029 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 0.786 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Střecha-CLT

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkarton	0,0125	0,220	9,0
2	CLT	0,027	0,130	200,0
3	SteicoFlex	0,186	0,045	1,0
4	CLT	0,027	0,130	200,0
5	SteicoTherm	0,080	0,039	5,0
6	Bramac Pro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,779 + 0,015 = 0,794$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,964$

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

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

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

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,397 kg/m².rok (materiál: CLT).

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

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0289 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,7861 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

4. STŘECHA MASIVNÍHO SKELETU

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplota 2010

Název úlohy : **Střecha_masivní_skelet**

Zpracovatel : masubrt@outlook.cz

Zakázka :

Datum : 6. 12. 201

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádkartón	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Isover Orsik	0.0500	0.0380	800.0	30.0	1.0	0.0000
3	Icopal Micoral	0.0015	0.2100	1470.0	1100.0	1333000.0	0.0000
4	Isover Orsik	0.1800	0.0560	1028.0	79.3	1.0	0.0000
5	OSB desky	0.0150	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
6	Isover Orsik	0.0800	0.0380	800.0	30.0	1.0	0.0000
7	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.2	1411.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	59.1	1433.3	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	62.3	1510.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	65.5	1588.5	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	67.2	1629.7	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	62.8	1523.0	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	59.3	1438.1	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.81 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.144 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0013 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 249.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 8.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.42 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.965

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.965	57.9
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.965	60.0
3	15.5	0.712	12.1	0.517	20.0	0.965	60.5
4	15.8	0.626	12.3	0.359	20.1	0.965	60.8
5	16.6	0.494	13.1	0.056	20.3	0.965	63.4
6	17.4	0.318	13.9	-----	20.4	0.965	66.2
7	17.8	0.097	14.3	-----	20.5	0.965	67.7
8	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.965	67.1
9	16.7	0.470	13.3	-----	20.3	0.965	63.8
10	15.8	0.612	12.4	0.332	20.2	0.965	60.9
11	15.5	0.714	12.1	0.520	20.0	0.965	60.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.9	0.965	60.4

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.4	19.1	12.9	12.9	-2.3	-2.9	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1334	1334	1334	167	167	166	166	166
p,sat [Pa]:	2254	2217	1490	1486	504	481	201	201

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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.167E-0010 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Tepló 2010

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Střecha_masivní_skelet

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkartón	0,0125	0,220	9,0
2	Isover Orsik	0,050	0,038	1,0
3	Icopal Micoral SK	0,0015	0,210	1333000,0
4	Isover Orsik	0,180	0,056	1,0
5	OSB desky	0,015	0,130	50,0
6	Isover Orsik	0,080	0,038	1,0
7	Bramac Pro	0,0001	0,350	130,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,779 + 0,015 = 0,794$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,965$

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

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

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

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

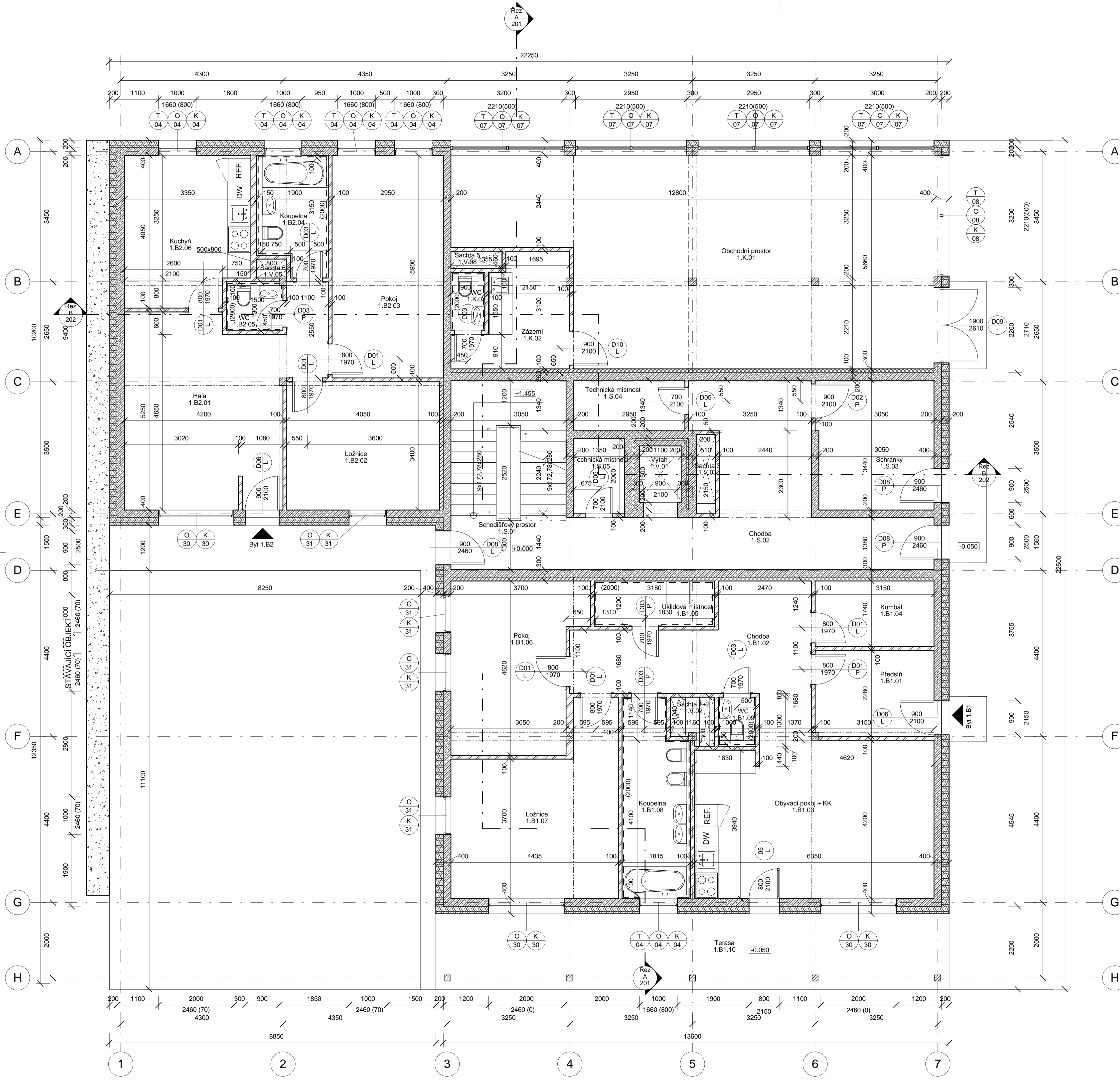
III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

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

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNÝ.



TABULKA MÍSTNOSTÍ 1.NP							
Typ místnosti	Číslo	Název	Plocha	Obvod	Podlahy	Stěny	Stropy
Byt č. 101							
Byt č. 101	1.B1.01	Předsiň	7.2 m ²	10.9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.02	Chodba	15.7 m ²	21.3 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.03	Obývací pokoj + KK	26.2 m ²	22.0 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.04	Kůrnál	5.5 m ²	9.8 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.05	Uklidová místnost	3.8 m ²	8.8 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č. 101	1.B1.06	Pokoj	14.9 m ²	16.9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.07	Ložnice	18.4 m ²	19.8 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 101	1.B1.08	Koupelna	8.4 m ²	13.9 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č. 101	1.B1.09	WC	1.2 m ²	4.3 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č. 101	1.B1.10	Terasa	25.5 m ²	30.6 m	Kam. dlažba	-	-
			126.5 m ²	158.2 m			
Byt č. 102							
Byt č. 102	1.B2.01	Hala	23.9 m ²	26.1 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 102	1.B2.02	Ložnice	13.8 m ²	14.9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 102	1.B2.03	Pokoj	17.4 m ²	17.7 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č. 102	1.B2.04	Koupelna	5.1 m ²	9.8 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č. 102	1.B2.05	WC	1.8 m ²	5.4 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č. 102	1.B2.06	Kuchyň	13.0 m ²	14.8 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
			74.9 m ²	88.7 m			
Pronajimatelné prostory							
Pronajimatelné prostory	1.K.01	Obchodní prostor	62.3 m ²	38.0 m	Ker. dlažba	Bílá malba	-
Pronajimatelné prostory	1.K.02	Zázemí	7.3 m ²	12.6 m	Ker. dlažba	Bílá malba	-
Pronajimatelné prostory	1.K.03	WC	1.3 m ²	4.7 m	Ker. dlažba	Bílá malba	SDK
			71.0 m ²	55.4 m			
Společné prostory							
Společné prostory	1.S.01	Schodišťový prostor	15.3 m ²	16.2 m	Teraco	Bílá malba	-
Společné prostory	1.S.02	Chodba	23.4 m ²	31.3 m	Teraco	Bílá malba	SDK
Společné prostory	1.S.03	Schránky	10.6 m ²	13.1 m	Teraco	Bílá malba	SDK
Společné prostory	1.S.04	Technická místnost	4.0 m ²	8.6 m	Teraco	Bílá malba	SDK
Společné prostory	1.S.05	Technická místnost	2.7 m ²	6.7 m	Teraco	Bílá malba	SDK
			56.0 m ²	75.9 m			
Šachty							
Šachty	1.V.01	Výtah	1.7 m ²	5.2 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	1.V.02	Šachta 1+2	1.3 m ²	5.2 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	1.V.03	Šachta 3	1.1 m ²	5.2 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	1.V.05	Šachta 6	0.4 m ²	2.7 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	1.V.08	Šachta 5	0.6 m ²	3.6 m	-	Bezprašný nátěr	-
			5.1 m ²	21.9 m			
Celkový součet:			333.5 m ²	400.0 m			

- Legenda prvků:**
- Skladba podlahy
 - Skladba střechy
 - Skladba stěny
 - Dveře
 - Okna
 - Zámečnické prvky
 - Klempířské prvky
 - Truhlářské prvky
- Legenda materiálů:**
- Železobetonové konstrukce C20/25
 - Beton prostý C20/25
 - CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
 - SDK stěna
 - SDK předstěna, tepelné izolaci
 - Tepelná minerální izolace STEICO
 - Tepelná minerální skelná izolace
 - Tepelná izolace XPS
 - Hutněný násyp
 - Hutněný podsyp
 - Původní zemina
 - Stávající konstrukce

- Poznámky:**
- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
 - stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
 - kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
 - veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
 - veškeré prostory mezi požární úseky budou protipožárně utěsněny
 - veškeré prostory mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prostupkami a opatřeními
 - hrany omítaných konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
 - standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
 - rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
 - prostory střechnou utěsnit dle detailů a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
 - všechny nové příčky budou dozděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky

± 0,000 = 340,050 m n.m. Bpv

České vysoké učení technické v Praze

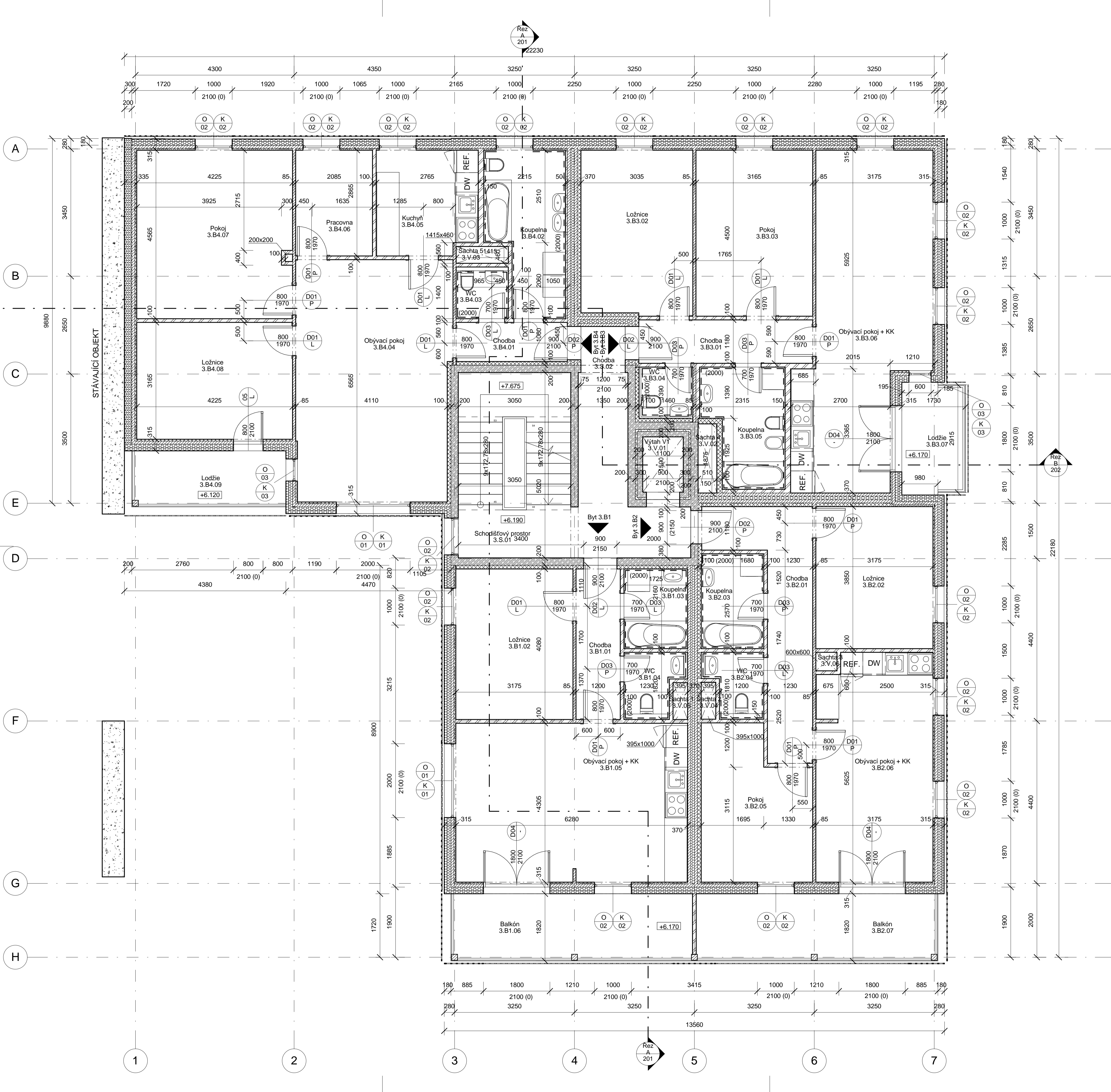
Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Projekt:

MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM

Příloha: **Půdorys 1.NP**

Datum:	01/2017
Formát:	8A4
Měřítko:	1 : 50
Zkr.před.:	Č.přilohy
DP	101



TABULKA MÍSTNOSTÍ 3.NP							
Typ místnosti	Číslo	Název	Plocha	Obvod	Podlahy	Stěny	Stropy
Byt č.301							
Byt č.301	3.B1.01	Chodba	4,9 m ²	10,6 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.301	3.B1.02	Ložnice	12,9 m ²	14,5 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.301	3.B1.03	Koupelna	3,7 m ²	7,8 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.301	3.B1.04	WC	2,3 m ²	6,6 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.301	3.B1.05	Obývací pokoj + KK	27,0 m ²	21,9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.301	3.B1.06	Balkón	12,2 m ²	17,0 m	Dřevěná prkna	-	-
			63,2 m ²	78,4 m			
Byt č.302							
Byt č.302	3.B2.01	Chodba	10,6 m ²	19,9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.302	3.B2.02	Ložnice	12,2 m ²	14,2 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.302	3.B2.03	Koupelna	4,4 m ²	8,7 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.302	3.B2.04	WC	2,3 m ²	6,5 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.302	3.B2.05	Pokoj	11,5 m ²	14,7 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.302	3.B2.06	Obývací pokoj + KK	19,3 m ²	20,0 m	Vinyl	Ker. dlažba	SDK
Byt č.302	3.B2.07	Balkón	12,2 m ²	17,0 m	Dřevěná prkna	-	-
			72,5 m ²	101,0 m			
Byt č.303							
Byt č.303	3.B3.01	Chodba	5,6 m ²	11,8 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.303	3.B3.02	Ložnice	13,5 m ²	14,9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.303	3.B3.03	Pokoj	14,2 m ²	15,3 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.303	3.B3.04	WC	1,9 m ²	5,5 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.303	3.B3.05	Koupelna	6,5 m ²	11,3 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.303	3.B3.06	Obývací pokoj + KK	27,9 m ²	26,3 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.303	3.B3.07	Lodžie	5,2 m ²	9,6 m	Dřevěná prkna	-	-
			74,8 m ²	94,7 m			
Byt č.304							
Byt č.304	3.B4.01	Chodba	3,2 m ²	8,2 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.02	Koupelna	8,5 m ²	13,6 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.304	3.B4.03	WC	1,8 m ²	5,4 m	Ker. dlažba	Ker. dlažba	SDK
Byt č.304	3.B4.04	Obývací pokoj	27,3 m ²	21,5 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.05	Kuchyně	7,7 m ²	11,3 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.06	Pracovna	6,0 m ²	9,9 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.07	Pokoj	19,2 m ²	18,2 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.08	Ložnice	13,4 m ²	14,8 m	Vinyl	Bílá malba	SDK
Byt č.304	3.B4.09	Lodžie	5,9 m ²	11,2 m	Dřevěná prkna	-	-
			93,0 m ²	113,9 m			
Společné prostory							
Společné prostory	3.S.01	Schodišťový prostor	24,7 m ²	29,9 m	Teraco	Bílá malba	Bílá malba
Společné prostory	3.S.02	Chodba	1,3 m ²	4,5 m	Teraco	Bílá malba	Bílá malba
			26,0 m ²	34,4 m			
Šachty							
Šachty	3.V.01	Výtah V1	1,7 m ²	5,2 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	3.V.02	Šachta 4	1,0 m ²	4,8 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	3.V.03	Šachta 5	0,6 m ²	3,7 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	3.V.04	Šachta 2	0,4 m ²	2,8 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	3.V.05	Šachta 1	0,4 m ²	2,8 m	-	Bezprašný nátěr	-
Šachty	3.V.06	Šachta 3	0,3 m ²	2,1 m	-	Bezprašný nátěr	-
			4,3 m ²	21,4 m			
Celkový součet:			333,8 m²	443,9 m			

- Legenda prvků:**
- (Px) Skladba podlahy
 - (Sx) Skladba střechy
 - (Fx) Skladba stěny
 - (Dxx) Dveře
 - (Oxx) Okna
 - (Zxx) Zámečnické prvky
 - (Kxx) Klempířské prvky
 - (Txx) Truhlářské prvky
- Legenda materiálů:**
- Železobetonové konstrukce C20/25
 - Beton prostý C20/25
 - CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
 - SDK stěna
 - SDK předstěna, tepelné izolaci
 - Tepelná minerální izolace STEICO
 - Tepelná minerální skelná izolace
 - Tepelná izolace XPS
 - Hutinný násyp
 - Hutinný podsyp
 - Původní zemina
 - Stávající konstrukce

- Poznámky:**
- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
 - stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
 - kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
 - veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
 - veškeré prostory mezi požárními úseky budou protipožárně utěsněny
 - veškeré prostory mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prostředky a opatřeními
 - hrany omítaných konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
 - standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
 - rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
 - prostory střešou utěsnit dle detailu a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
 - všechny nové příčky budou dozoděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky
- ± 0,000 = 340,050 m n.n.m. Bvp

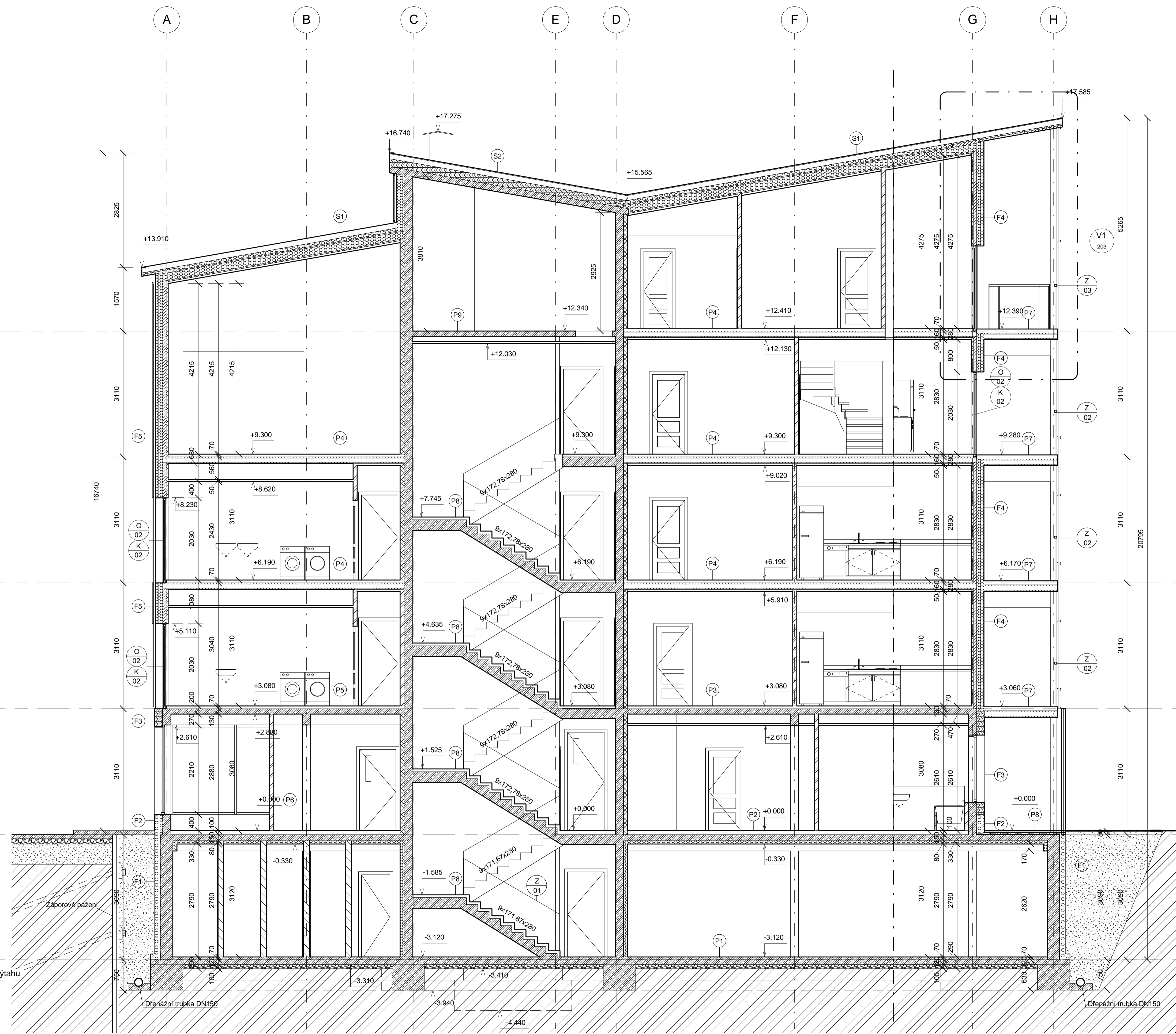
České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Projekt:
MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM

Příloha: **Půdorys 3.NP**

Datum: 01/2017
Formát: **8A4**
Měřítko: **1 : 50**
Zkr.před.: Č.přílohy
DP **102**



Legenda prvků:

- Skladba podlahy
- Skladba střechy
- Skladba stěny
- Dveře
- Okna
- Zámečnické prvky
- Klempířské prvky
- Truhlářské prvky

Legenda materiálů:

- Železobetonové konstrukce
- Beton prostý
- CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
- Dřevo - fezivo C24
- Tvarovky ztraceného bednění BEST
- SDK stěna
- SDK předstěna, tepelné izolaci
- Tepelná minerální izolace ISOVER
- Tepelná minerální skelná izolace
- Tepelná izolace XPS
- Hutněný násyp
- Hutněný podsyp
- Původní zemina
- Stavající konstrukce okolní zástavby

Poznámky:

- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
- stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
- kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
- veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
- veškeré prostupy mezi požárními úseky budou protipožárně utěsněny
- veškeré prostupy mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prostupkami a opatřeními
- hrany omláčených konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
- standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
- rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
- prostupy střešních utěsnění dle detailů a dle podkladů výrobce hydroizolačního soustříví.
- všechny nové příčky budou dozděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky

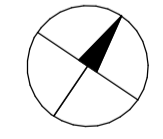
± 0,000 = 340,050 m n.n. Bpv

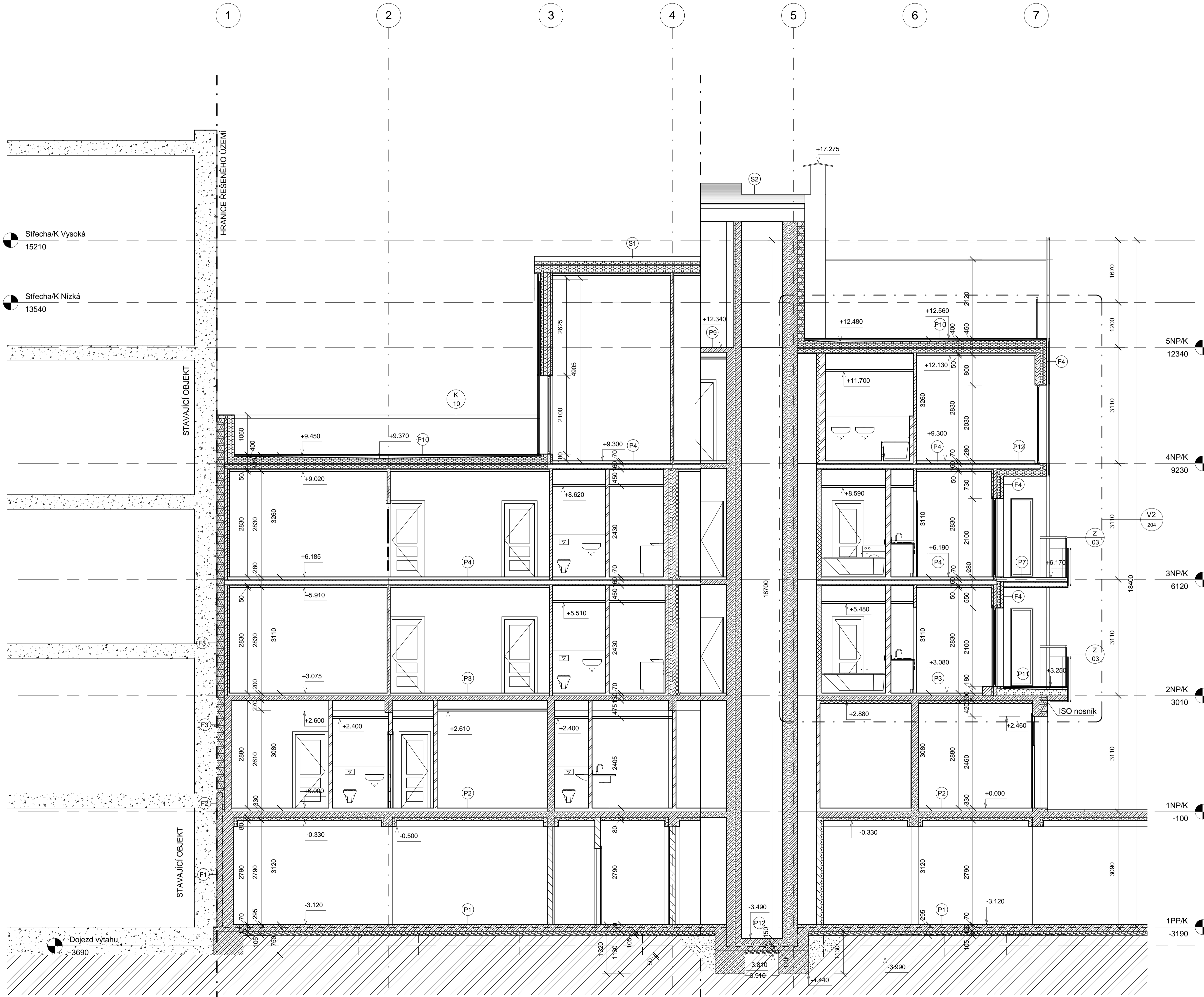
České vysoké učení technické v Praze	
Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.
Projekt:	MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM
Datum:	01/2017
Formát:	8A4
Měřítko:	1 : 50
Příloha:	Řez A
Zkr.před.:	Č.přílohy
DP	201

Dojezd výtahu
-3690

Děrnáční trubka DN150

Děrnáční trubka DN150





Legenda prvků:

- Px Skladba podlahy
- Sx Skladba střechy
- Fx Skladba stěny
- Dxx Dveře
- Oxx Okna
- Zxx Zámečnické prvky
- Kxx Klempířské prvky
- Txx Truhlářské prvky

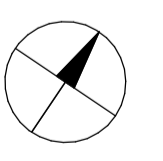
Legenda materiálů:

- Železobetonové konstrukce
- Beton prostý
- CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
- Dřevo - žezivo C24
- Tvarovky ztraceného bednění BEST
- SDK stěna
- SDK předstěna, tepelné izolaci
- Tepelná minerální izolace ISOVER
- Tepelná minerální skelná izolace
- Tepelná izolace XPS
- Hutěný násyp
- Hutěný podsyp
- Původní zemina
- Stávající konstrukce okolní zástavby

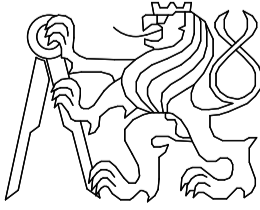
Poznámky:

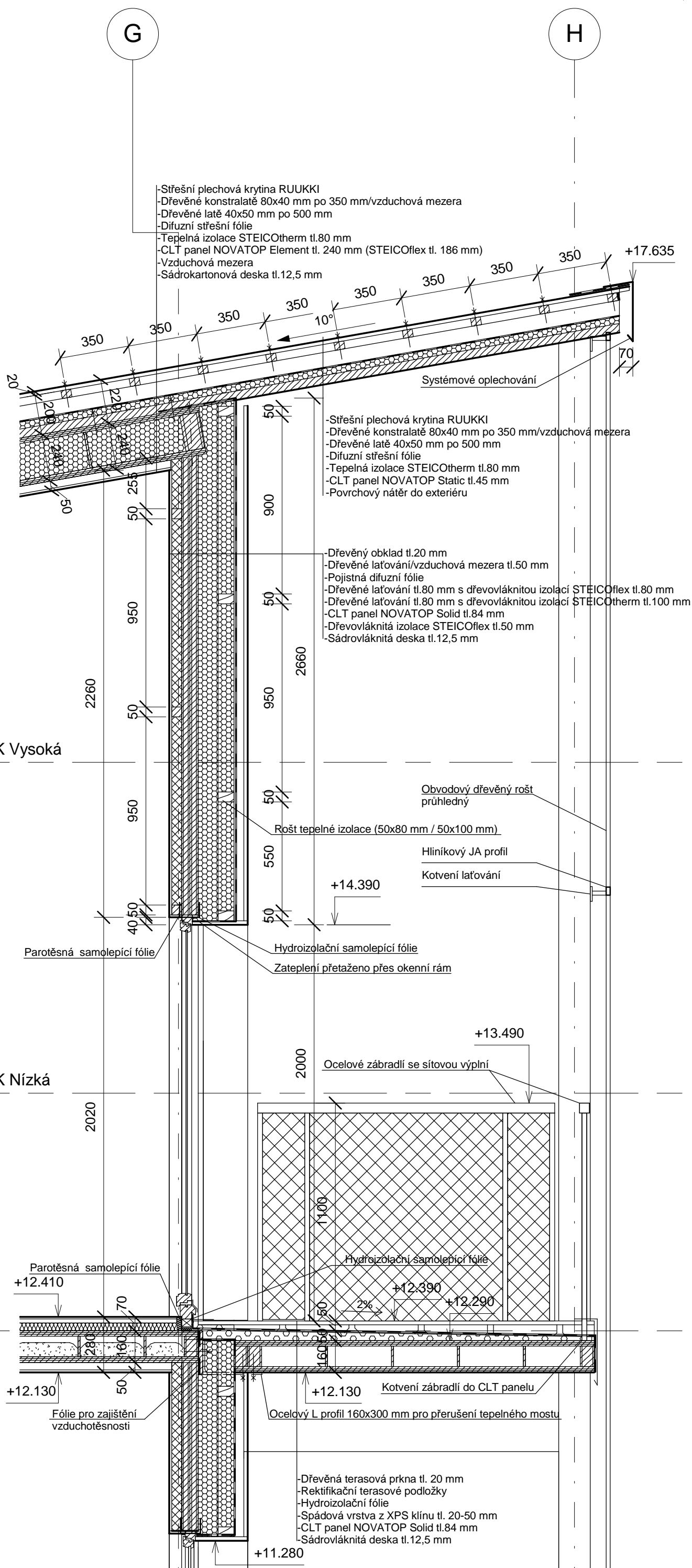
- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
- stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
- kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
- veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
- veškeré prostory mezi požárními úseky budou protipožárně utěsněny
- veškeré prostory mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými postupkami a opatřeními
- hrany omítaných konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
- standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
- rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
- prostory sítěchou utěsnit dle detailu a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
- všechny nové příčky budou dozrývány pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky

± 0,000 = 340,050 m n.n. Bvp



České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb	
Předmět:	Diplomová práce	
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt	
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.	
Projekt:	MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM	
Příloha:	Řez B	Datum: 01/2017 Formát: 8A4 Měřítko: 1 : 50 Zkr.před.: Č.přílohy DP 202



Legenda materiálů:

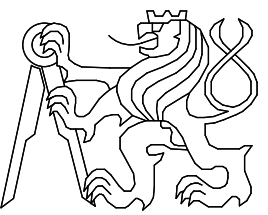
-  Železobetonové konstrukce
-  Beton prostý
-  CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
-  Dřevo - řezivo C24
-  Tvarovky ztraceného bednění BEST
-  SDK stěna
-  SDK předstěna, tepelně izolační
-  Tepelná minerální izolace ISOVER
-  Tepelná minerální skelná izolace
-  Tepelná izolace XPS
-  Hutněný násyp
-  Hutněný podsyp
-  Původní zemina
-  Stavající konstrukce okolní zástavby

Poznámky:

- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
- stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
- kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
- veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
- veškeré prostupy mezi požárními úseky budou protipožárně utěsněny
- veškeré prostupy mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prostupkami a opatřeními
- hrany omítaných konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
- standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
- rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
- prostupy střechou utěsnit dle detailu a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
- všechny nové příčky budou dozděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky

± 0,000 = 340,050 m n.m. Bpv

České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb	
Předmět:	Diplomová práce	
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt	
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.	
Projekt:	MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM	
Příloha:	Výsek řezu A	
Datum:	01/2017	
Formát:	4A4	
Měřítko:	1:20	
Zkr.před.:	Č.přílohy	
DP	203	

5

6

7

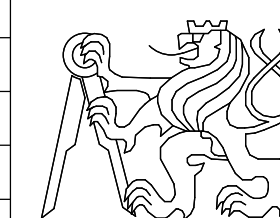
Střecha/K Nizka
135405NP/K
123404NP/K
92303NP/K
61202NP/K
3010

± 0,000 = 340,050 m n.m. Bp

České vysoké učení technické v Praze

Katedra: Konstrukcí pozemních staveb
 Předmět: Diplomová práce
 Vypracoval: Bc. Martin Šubrt
 Kontroloval: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Projekt:
**MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE
 BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM**

Příloha: **Výsek řezu B**

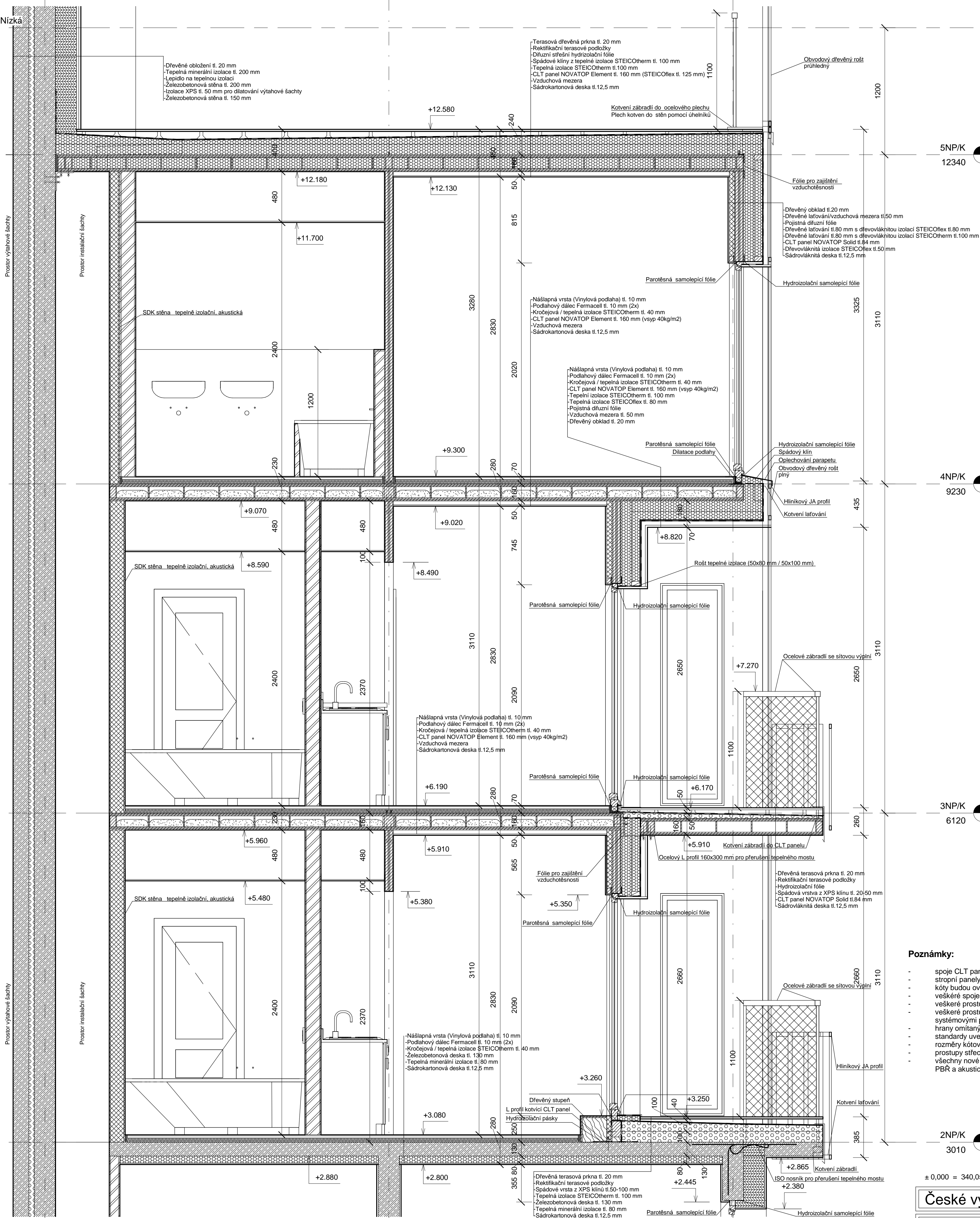
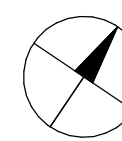
Datum: 01/2017
 Formát: **9A4**
 Měřítko: **1:20**
 Zkr.před.: Č.přílohy
 DP **204**

Legenda materiálů:

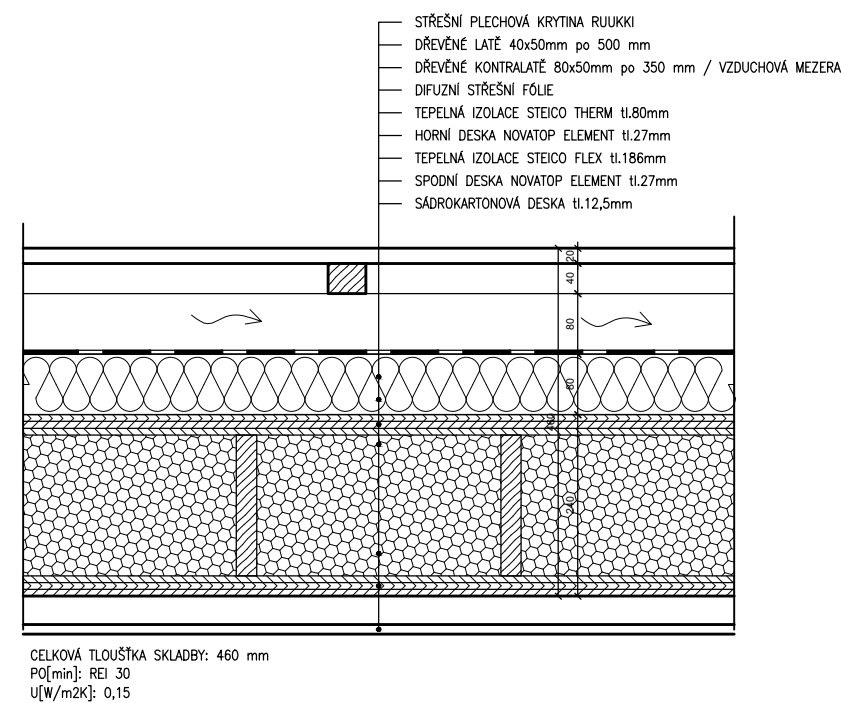
-  Železobetonové konstrukce
-  Beton prostý
-  CLT NOVATOP solid tl. 84 mm
-  Dřevo - řezivo C24
-  Tvarovky ztraceného bednění BEST
-  SDK stěna
-  SDK předstěna, tepelně izolační
-  Tepelná minerální izolace ISOVER
-  Tepelná minerální skelná izolace
-  Tepelná izolace XPS
-  Hutičný násyp
-  Hutičný podsyp
-  Původní zemina
-  Stavající konstrukce okolní zástavby

Poznámky:

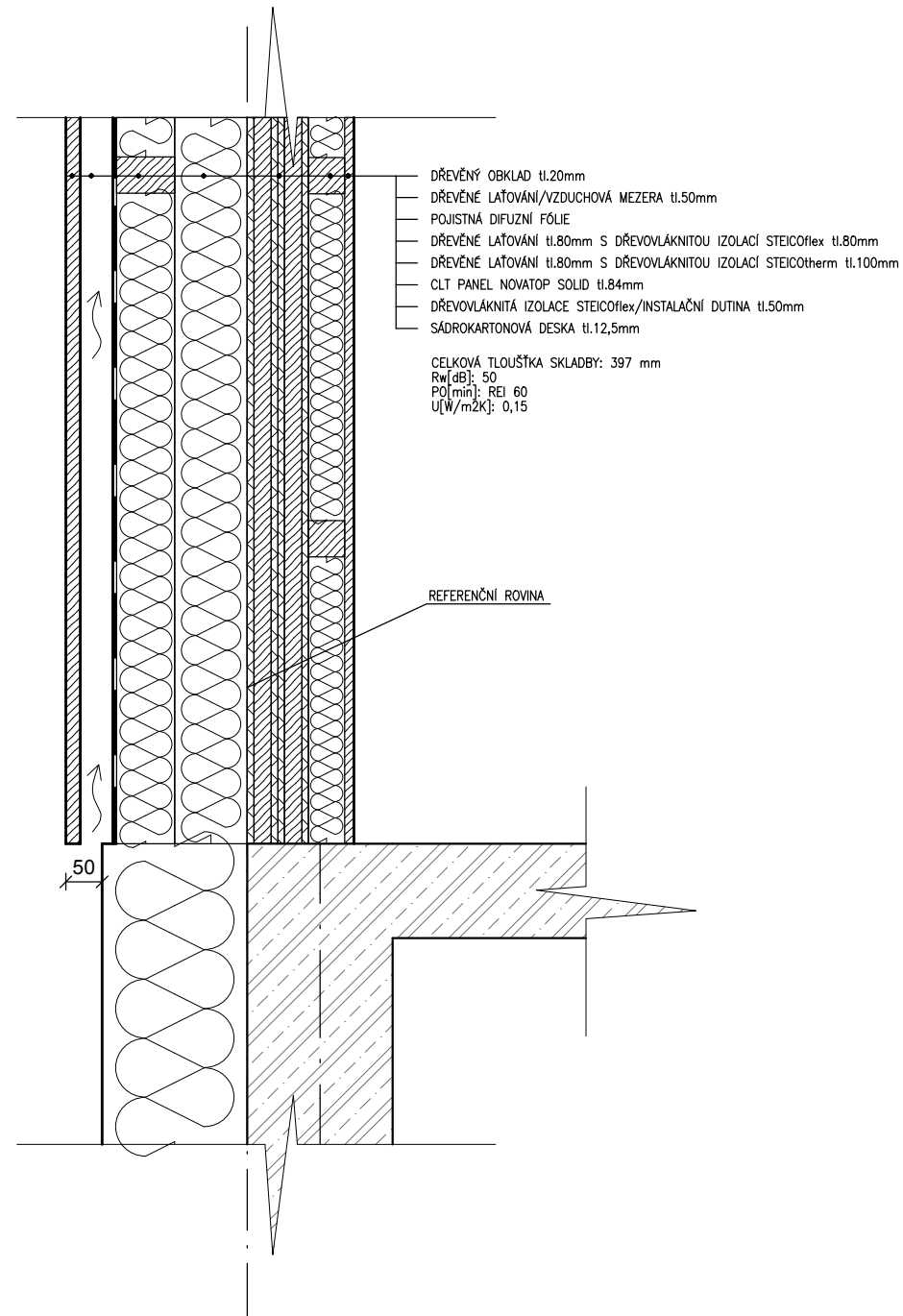
- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
- stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
- kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
- veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
- veškeré prostory mezi požárními úseky budou protipožární utěsněny
- veškeré prostory mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prstulkami a opatřeními
- hrany omezených konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
- standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
- rozměry kótované na výkresu jsou hrubé před provedením omítek
- prostory střechou utěsnit dle detailů a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
- všechny nové příčky budou dozděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky



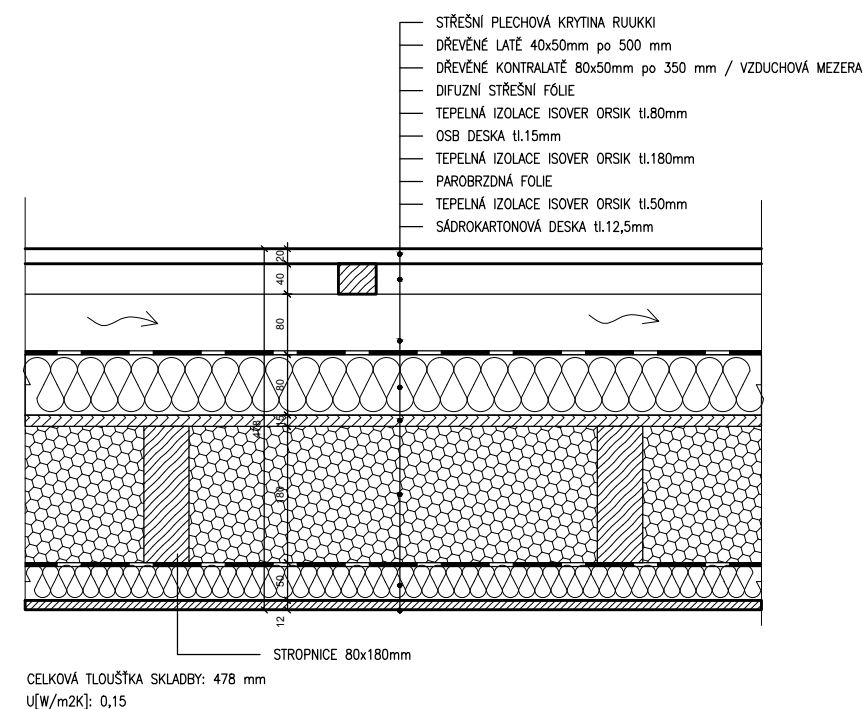
CLT systém - Střecha



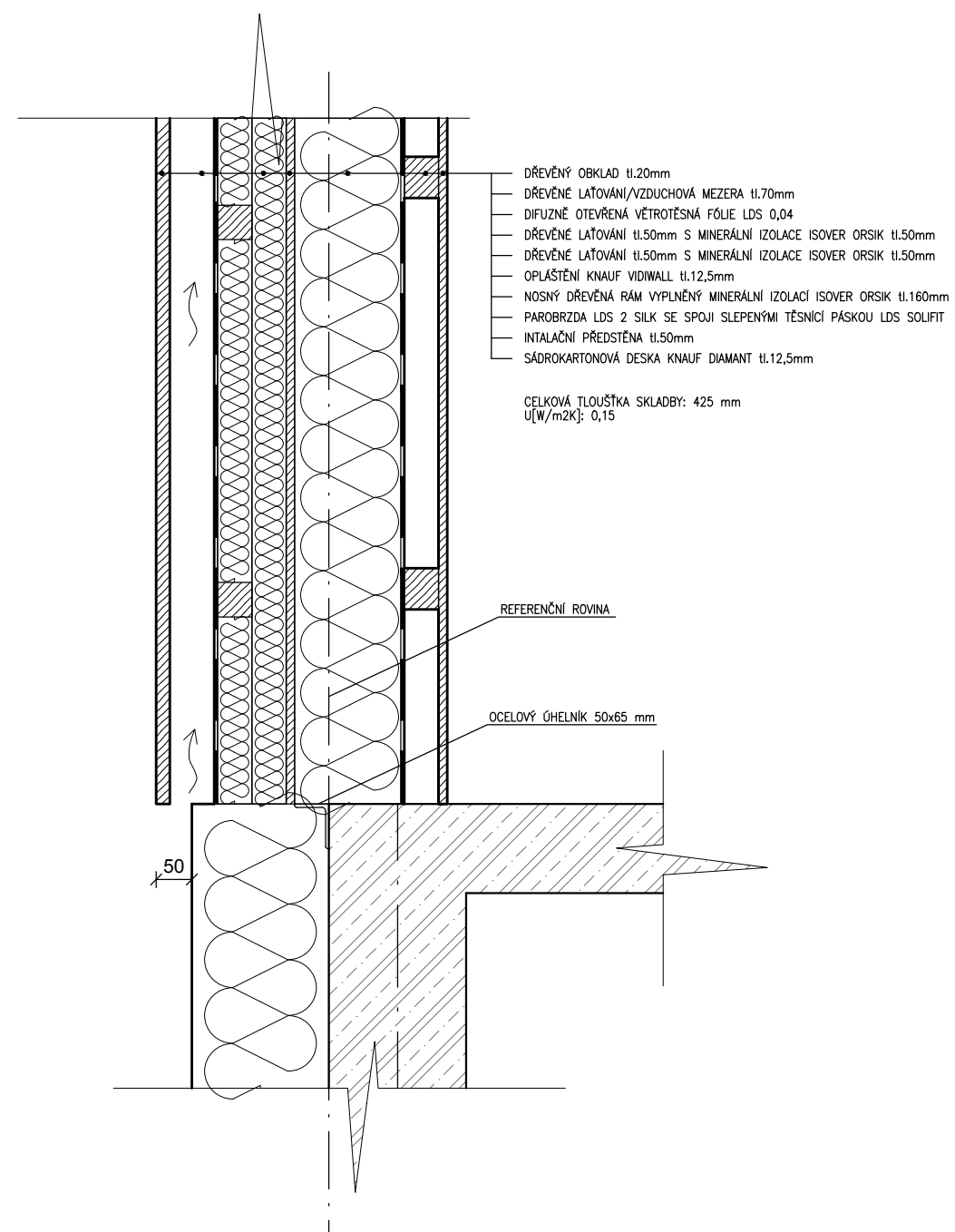
CLT systém - Obvodová stěna



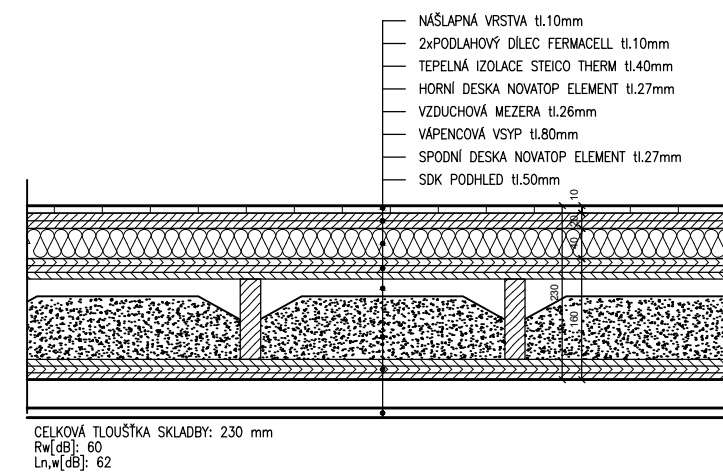
Masivní skelet, 2x4 systém - Střecha



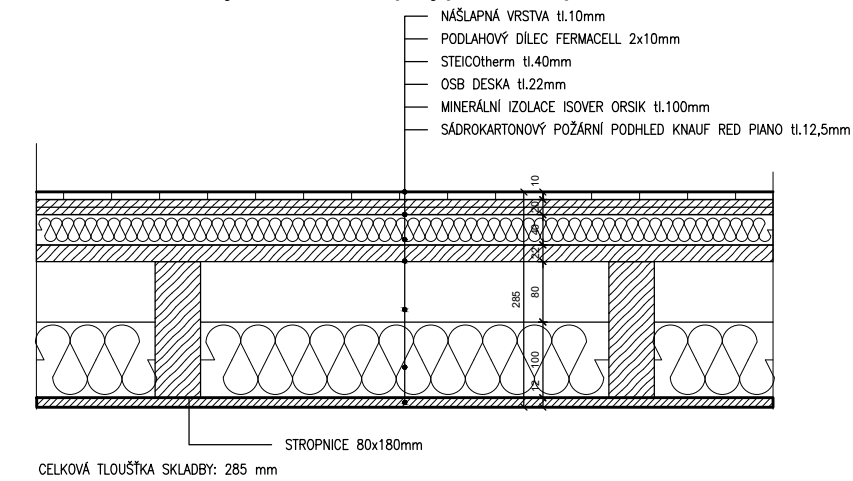
Masivní skelet, 2x4 systém - Obvodová stěna



CLT systém - Strop typického podlaží



Masivní skelet, 2x4 systém - Strop typického podlaží

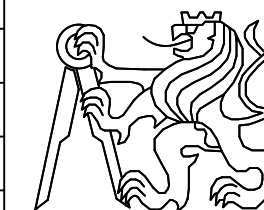


LEGENDA MATERIÁLŮ:

- ŽELEZOBETON C 25/30
- DŘEVO LEPENÉ / KVH HRANOLY, TŘÍDA C24, DLE VARIANTY
- SÁDROKARTONOVÉ DESKY / SÁDROVLÁKNITÉ DESKY
- DŘEVĚNÉ CLT DESKY TL. 9 mm
- TEPELNÁ STŘEŠNÍ MINERÁLNÍ IZOLACE, DLE VARIANTY
- TEPELNÁ MINERÁLNÍ IZOLACE, DLE VARIANTY
- VAPENCOVÝ VSYP 40 Kg/m²

České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.



Projekt:
**MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE
 BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM**

Datum: 01/2017

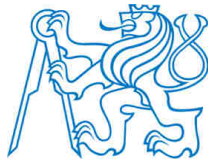
Formát: 3A4

Měřítko: 1:10

Příloha:
 Skladby vybraných konstrukcí

Zkr.před.: Č.přílohy

DP 301



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

TECHNICKÁ ZPRÁVA - STATIKA

Bc.Martin Šubrt

Praha 2017

1. ÚVOD

1.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU

Řešený komplex se skládá ze tří, v nadzemní části, samostatných objektů. Objekty jsou nazvány písmeny A-C, kde každý objekt čítá 5 nadzemních podlaží. Objekty jsou spojeny společným podzemním podlažím. Prostorová tuhost objektů je vždy zajištěna ztužujícím jádrem v kombinaci s tuhými stěnovými CLT panely.

Podzemní část komplexu má obdélníkový tvar o velikosti cca 77 x 22 m a je tvořena jedním společným podzemním podlažím.

Nosnou konstrukci objektu v 1PP a 1NP železobetonový kombinovaný skelet – kombinace nosných stěn a sloupů a monolitických desek. Železobetonové jádro prochází objekty až do úrovně střechy. Nadzemní podlaží od 2NP jsou navrženy z CLT panelů.

1.2. VSTUPNÍ ÚDAJE

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly níže uvedené projekční podklady:

- Půdorysná schémata dostupná na <https://www.dezeen.com/2015/07/02/tectone-architectes-housing-encased-timber-cage-rue-auvry-paris/>

1.3. POUŽITÉ NORMY

[1] ČSN EN 1992-1-1, Navrhování betonových konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,

[2] ČSN EN 1995-1-1, Navrhování dřevěných konstrukcí: Část 1.1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

[3] ČSN EN 1991-2-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.1: Zatížení konstrukcí, Objemová tíha a užitná zatížení,

[4] ČSN EN 1911-2-3 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2.3: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem.

2. ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY

Pro zajištění stavební jámy jsou s ohledem na prostorové podmínky staveniště navrženy dvě technologie. Ze severní strany je navrženo kotvené záporové pažení. Na jižní straně je svah zajištěn svahováním. Na západní a východní straně u sousedních objektů jsou navržena bezpečnostní opatření a statická zajištění stávajících budov (např. trysková injektáž pod stávající základy).

Pažení je navrženo jako trvalá konstrukce.

Záporové pažení je navrženo ze zdvojených zápor IPE 200. Zápor budou kotvené ve dvou výškových úrovních kotvami s injektovaným kořenem. Kotvení bude provedeno přes kotevní plechy mezi dvojicí nosníků tvořících zápor.

.

3. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE

Nosnou konstrukci objektu tvoří kombinovaný železobetonový skelet (kombinace nosných železobetonových stěn a nosných sloupů a monolitických desek) a v nadzemní části od 2NP stěnový dřevěný systém z CLT panelů od

firmy NOVATOP. Tuhost systému je v podzemní části objektu zajištěna obvodovými stěnami v kombinaci s tuhou stropní deskou. V nadzemních podlažích je tuhost zajištěna vnitřními železobetonovými stěnami komunikačních jader a tuhými stěnami z CLT panelů.

3.1. ZALOŽENÍ OBJEKTU

Objekt je založen na železobetonových patkách rozměrů 1,6 x 1,6 x 0,55 m a pasech z prostého betonu o rozměrech 0,65 x 0,55 m. Mezi základovými konstrukcemi je navržen podkladní beton tloušťky 120 mm.

3.2. PODZEMNÍ PODLAŽÍ

Suterén s jedním podlažím je navržen jako železobetonový skelet tvořený stropními deskami nesenými průvlaky, které jsou uloženy na sloupy. Systém je doplněn obvodovými železobetonovými stěnami a komunikačními jádry. Nosné konstrukce budou provedeny z monolitického železobetonu. Tloušťka obvodových stěn suterénu je 300 mm. Tloušťka stěn komunikačních jader je 200 mm. Sloupy jsou čtvercového průřezu o rozměrech 200 x 200 mm. Pro nosné stěny i sloupy je využíván beton třídy C20/25. Stropní desky suterénu jsou navrženy jako jednosměrně pnuté, místi obousměrně pnuté, podporované průvlaky. Tloušťka stropní desky je 150 mm. Průvlaky jsou obdélníkového průřezu o rozměrech 200 x 400 mm. Na vodorovné nosné konstrukce je využíván beton třídy C20/25. Konstrukce suterénu je doplněna točitou rampou. Deska rampy má tloušťku 200 mm. Deska rampy je po obvodě podepřena vnitřními a obvodovými nosnými stěnami.

3.3. NADZEMNÍ PODLAŽÍ

V 1NP je nosný systém navržený jako železobetonový kombinovaný skelet. Tloušťka veškerých stěn je 200 mm. Sloupy jsou čtvercového průřezu o rozměrech 200 x 200 mm. Pro nosné stěny i sloupy je využíván beton třídy C20/25. Stropní desky jsou navrženy jako obousměrně pnuté, podporované průvlaky. Tloušťka stropní desky je 130 mm. Průvlaky jsou obdélníkového průřezu o rozměrech 200 x 400 mm. Na vodorovné nosné konstrukce je využíván beton třídy C20/25.

Nosný dřevěný systém nadzemních podlaží od 2NP byl navržen ve třech variantách.

- Stěnový systém z CLT panelů od firmy NOVATOP
- Masivní skelet z KVH hranolů s nosníkovými stropy
- Lehký skelet systému 2x4 tvořící stěnové panely s nosníkovými stropy

Stěnový konstrukční systém tvořen dřevěnými masivními panely od firmy NOVATOP z křížem lepeného dřeva. Svislé nosné prvky tvoří stěnové panely NOVATOP Solid tloušťky 84 mm. Mezibytové dělicí konstrukce tvoří dva stěnové panely NOVATOP Solid tloušťky 84 mm vzájemně odsazené o 100 mm. Sloupy z lepeného dřeva průřezu 160x160 mm se nacházejí pouze u předsazených konstrukcí. Stropy jsou navrženy z komorových panelů NOVATOP Element tloušťky 160 mm, uložených na stěnových panelech. Stropní panely jsou vyplněny vsypem o hmotnosti 40 kg/m², pro zlepšení akustických vlastností. Střešní konstrukce je navržena taktéž z panelů NOVATOP Element tloušťky 210 mm, bez vsypu. Předsazené konstrukce jsou tvořeny z panelů NOVATOP Element tloušťky 160 mm, uložených na ocelových profilech s přerušeni tepelného mostu.

Konstrukční systém je navržen z lepeného dřeva (nosné prvky) a KVH hranolů ze smrkového dřeva C24. Je tvořen ze svislých nosných sloupů průřezu 160x160 mm vysokých přes jedno podlaží. Sloupy v 2NP jsou z části předsazené na ocelovém úhelníku 50x65x5 mm, kvůli velké tloušťce tepelné izolace na betonové stěny v 1NP. Na sloupech jsou uloženy průvlaky obdélníkového průřezu 160x400 mm. Stropy jsou navrženy jako nosníkové ze stropnic průřezu 80x180 mm s roztečí 600 mm a se záklopem z OSB desek tloušťky 22 mm. Stropnice jsou k průvlaku připojeny pomocí ocelových botek tak, že horní hrana stropnice a horní hrana průvlaku jsou v jedné rovině. Střešní konstrukce je navržena stejným způsobem jako stropní konstrukce. Předsazené konstrukce tvoří dvojice vykonzoloovaných trámů průřezu 160x300 mm, uložených na ocelovém profilu s přesušením tepelného mostu, a příčné trámy průřezu 80x180 mm. Obvodové a vnitřní mezibytové stěny jsou ze stěnových panelů. Stěnové panely jsou tvořeny sloupky průřezu 40x160 mm s roztečí 625 mm, základovým a věncovým prahem a opláštěním ze sádrovláknitých desek Knauf VidiWall, mezibytové panely ze sádrokartonových desek se zvýšeným akustickým útlumem. Nadokenní překlady jsou navrženy ze dvou dřevěných trámů průřezu 40x160 mm. Prostorová tuhost objektů je zajištěna železobetonovými jádry a ocelovými táhly průřezu 22 mm v rovině tepelné izolace.

Konstrukční systém je taktéž navržen z KVH hranolů ze smrkového dřeva C24. Je tvořen sloupky průřezu 100x160 mm, základovými a věncovými prahy. Nadokenní překlady jsou navrženy z dřevěného trámku průřezu 100x160 mm. Stejně jako varianta s masivním skelet, tak i tato varianta má v 2NP předsazené panely uložené na ocelových úhelnících. Stropy jsou navrženy jako nosíkové ze stropnic průřezu 80x180 mm s roztečí 600 mm a se záklopem z OSB desek tloušťky 22 mm. Stropnice jsou v této variantě osazeny na věncový práh stěnového panelu a spojené vruty. Jsou uloženy na celou tloušťku panelu. Střešní konstrukce je navržena stejným způsobem jako stopní konstrukce. Předsazené konstrukce tvoří dvojice vykonzolovaných trámů průřezu 160x300 mm, uložených na ocelovém profilu s přesušením tepelného mostu, a příčné trámy průřezu 80x180 mm. Mezibytové dělicí konstrukce jsou navrženy obdobně jako u varianty masivního skeletu.

3.4. SCHODIŠTĚ

3.4.1. Podzemní podlaží

Schodiště v hlavních komunikačních jádrech jsou dvouramenná. Schodišťová ramena budou provedena jako monolitické s přerušením akustického mostu pomocí trnů SCHOCK Tronsole typ T. Monolitické mezipodesty jsou kotveny do schodišťových stěn vylamovacími lištami.

Pro zabránění bočního přenosu kročejového hluku do svislých nosných konstrukcí v místě schodišťových ramen bude dilatační spára mezi monolitickým ramenem a stěnou vyplněna pryžovou deskou.

Finální úprava ramen je navržena s obkladem z teracových stupňů. Hlavní podesty a mezipodesty jsou navrženy v tloušťce 250 mm respektující geometrii schodiště.

3.4.2. Nadzemní podlaží

Schodiště v nadzemních podlažích je navrženo totožně jako v podlažích podzemních.

3.5. VÝTAHY

Výtahové šachty jsou umístěny v komunikačních jádrech. Technologie výtahů jsou kotveny k okolním železobetonovým konstrukcím. Výtahová šachta je tvořena ze dvou železobetonových stěn od sebe dilatovaných 50 mm XPS pro eliminaci přenosu virací.

3.6. DILATAČE, SMRŠŤOVACÍ PRUHY A ŘÍZENÉ PRACOVNÍ SPÁRY

Veškeré železobetonové konstrukce budou provedeny dle technologických požadavků. U desky v úrovni 1NP pro zabránění tvorby smršťovacích trhlin budou použity smršťovací pruhy šíře cca 1,0 m.

4. TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

Nosné konstrukce mohou být provedeny pouze stavebním podnikatelem s vybavením a zkušenostmi odpovídajícími charakteru stavby. Pracovníci musí být řádně proškoleni a pro vykonávané práce kvalifikováni. Stavba může být podle zákona č. 183/2006 Sb. (stavební zákon) vedena pouze stavbyvedoucím, který je autorizovanou osobou. Dále musí být řádně plněny všechny formální i technické požadavky dané stavebním zákonem.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

5. MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA

Jednotlivé vybrané prvky byly navrženy pouze na základě předběžných návrhů. Pro prokázání mechanické odolnosti a stability je nutné vypracovat podrobnější statické výpočty. Předběžný návrh konstrukce je zpracován v

souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN. Dimenze jednotlivých prvků byly navrženy a optimalizovány pomocí aplikací určených k řešení této problematiky.

6. VLIV OBJEKTU NA STABILITU OKOLNÍCH OBJEKTŮ

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

7. VÝPOČTY

Statické výpočty vnitřních sil v nosné konstrukci byly provedeny pouze jako předběžné na základě převážně ručního výpočtu s užitím programů na to určených. Pro realizaci je nutné vypracovat podrobný kompletní statický návrh a posouzení dle mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti. Dále je nutno zpracovat výkresovou část dokumentace.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

7.1. NÁVRHOVÉ POŽADAVKY NA KONSTRUKCE

Objekt je dle ČSN EN 1990 zařazen do 4. kategorie (budovy bytové, občanské a další běžné stavby) s informativní návrhovou životností 50 let.

7.1.1. Požadavky na protipožární odolnost

V rámci diplomové práce bylo navrženo takové řešení, které předběžně vyhovuje požadavků na požární bezpečnost staveb. Pro další zpracování je nutné navrhnout kompletní protipožární řešení.

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PODROBNĚJI NEŘEŠENO

7.2. POSOUZENÍ

Předběžný návrh a posouzení železobetonových konstrukcí byl vytvořen na základě empirických vztahů a ohybové štíhlosti.

Průvlak:
$$h_t = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{12}\right)l_t$$

Deska:
$$h_d > \frac{1}{75}(l_x + l_y) \quad \lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_{lim} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 \lambda_{tab}$$

Sloup:
$$N_{Ed} = 0,8 * A_c * f_{cd} + A_s * \rho * \sigma$$

Dřevěné konstrukce prutového typu byly navrženy podrobnějším výpočtem a kontrolou konečného průhybu. CLT panely firmy NOVATOP byly předběžně navrženy pomocí dimenzačních tabulek od výrobce.

Konečný průhyb:
$$w_{natifin} < \frac{L}{250}$$

Veškeré výpočty jsou obsaženy v statickém výpočtu.

8. ZATÍŽENÍ

8.1. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Charakteristická užitná plošná zatížení uvažovaná v projektu jsou v souladu s uvedenými normami, zejména ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1:

Plochy pro domácí a obytné činnosti (kat. A): obytné plochy	1,5 kN/m ²
Plochy pro domácí a obytné činnosti (kat. A): schodiště	3,0 kN/m ²
Plochy pro domácí a obytné činnosti (kat. A): balkóny	3,0 kN/m ²

8.2. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Charakteristická ostatní stálá plošná zatížení uvažovaná v projektu jsou v souladu s předpokládanými skladbami podlah a podhledů a s výše uvedenými normami, zejména ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1:

Strop – CLT systém	1,0 kN/m ²
Střecha – CLT systém	0,75 kN/m ²
Strop – Skeletové systémy	1,5 kN/m ²
Střecha – Skeletové systémy	1,3 kN/m ²

Bližší specifikace skladeb konstrukcí včetně uvažovaného zatížení viz statický výpočet.

8.3. ZATÍŽENÍ SNĚHEM:

Celý areál se nachází podle klasifikace upraveného zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1, ZMĚNA Z1 v I. sněhové oblasti, pro kterou platí normová hodnota $s_0=0,7$ kN/m².

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je 1,5.

Zatížení sněhem je uvažováno pouze na konstrukcích, kde není uvažováno užitné zatížení s výrazně vyšší hodnotou.

8.4. ZATÍŽENÍ VĚTREM:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE VZHLEDEM K PŘEDBEŽNÝM DIMENZÍM PRVKŮ NEUVAŽOVÁNO.

8.5. ZATÍŽENÍ VZTLAKEM SPODNÍ VODY:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE VZHLEDEM K PŘEDBEŽNÝM DIMENZÍM PRVKŮ NEUVAŽOVÁNO.

8.6. ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE VZHLEDEM K PŘEDBEŽNÝM DIMENZÍM PRVKŮ NEUVAŽOVÁNO.

8.7. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE VZHLEDEM K PŘEDBEŽNÝM DIMENZÍM PRVKŮ NEUVAŽOVÁNO.

8.8. SEIZMICITA:

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE VZHLEDEM K PŘEDBEŽNÝM DIMENZÍM PRVKŮ NEUVAŽOVÁNO.

9. MATERIÁLY

Beton:

C20/25 XC1–C1 0,2–Dmax.22–S3

Výztuž:

Výztuž z oceli třídy B500 B

Konstrukční ocel:

Ocel třídy S235, S355

CLT:

NOVATOP - Křížem smrkové dřevo pevnosti C24

Masivní skelet:

Lepené lamelové dřevo GL 24h

Lehký skelet:

Rostlé smrkové dřevo pevnosti C24

Ostatní dřevo:

Rostlé smrkové dřevo pevnosti C24

10. PLÁN KONTROLY SPOLEHLIVOSTI KONSTRUKCÍ

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO

11. POŽADAVKY NA VYPRACOVÁNÍ DOKUMENTACE ZAJIŠŤOVANÉ DODAVATELEM

V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE NEŘEŠENO



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

STATICKE VÝPOČTY

Bc. Martin Šubrt

Praha 2017

Obsah

1. Zatížení od stropních a střešních konstrukcí.....	3
2. Předběžný návrh dimenzí vybraných konstrukcí.....	6
2.1. Základové konstrukce	6
2.1.1. Základový pas.....	6
2.1.2. Základová patka	7
2.2. Betonové konstrukce.....	9
2.2.1. Stropní deska 1PP.....	9
2.2.2. Stropní deska 1NP.....	10
2.2.3. Železobetonový průvlak.....	11
2.2.4. Železobetonový sloup	12
2.3. Dřevěné konstrukce.....	13
2.3.1. Masivní skelet – Průvlak.....	13
2.3.2. Masivní skelet - Stropnice.....	16
2.3.3. Masivní skelet – Sloup.....	19
2.3.4. Lehký skelet – Sloupek	22
2.3.5. CLT – Stropní panel.....	25
2.3.6. CLT – Stěnový panel	26
2.3.7. Posouzení kmitání stropního panelu NOVATOP Element tl. 160 mm.....	27
3. Výpočty pro materiálovou optimalizaci.....	28

1. Zatížení od stropních a střešních konstrukcí

Skladba: Strop - CLT systém

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Dlažba	2000	0,015	0,30	1,35	0,41
	Fermacell	1200,00	0,02	0,24	1,35	0,32
	Steico Therm	160,00	0,04	0,06	1,35	0,09
	NOVATOP Element	-	0,16	0,31	1,35	0,42
	Zásyp	-	-	0,40	1,35	0,54
	Celkem				1,01	
Nahodilé						
	Užitné			1,50	1,50	2,25
	Celkem				1,50	

Celková tloušťka skladby:

220 mm

Skladba: Střeška - CLT systém

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Plech+Latě	-	-	0,05	1,35	0,07
	Steico Therm	160,00	0,08	0,13	1,35	0,17
	Steico Flex	160,00	0,19	0,30	1,35	0,40
	NOVATOP Element	-	0,16	0,31	1,35	0,42
	Celkem				1,24	
Nahodilé						
	Sníh			0,80	1,50	1,20
	Užitné			0,75	1,50	1,13
	Celkem				0,80	

Celková tloušťka skladby:

460 mm

Skladba: Strop - Skelet / 2x4 systém

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Dlažba	2000	0,01	0,20	1,35	0,27
	Fermacell	1200,00	0,02	0,24	1,35	0,32
	Steico Therm	160,00	0,04	0,06	1,35	0,09
	OSB deska	650,00	0,02	0,13	1,35	0,18
	Stropnice	500,00	-	0,56	1,35	0,76
	Steico Therm	160,00	0,10	0,16	1,35	0,22
	Podbytí	650,00	0,02	0,13	1,35	0,18
	Celkem			1,48		2,00
Nahodilé	Užitné			1,50	1,50	2,25
	Celkem			1,50		2,25

Celková tloušťka skladby: 270 mm

Skladba: Střecha - Skelet / 2x4 systém

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Plech+Latě	-	-	0,50	1,35	0,68
	Steico Therm	160,00	0,08	0,13	1,35	0,17
	OSB deska	650,00	0,02	0,10	1,35	0,13
	Stropnice	500,00	-	0,56	1,35	0,76
	Steico Flex	160,00	0,23	0,37	1,35	0,50
	SDK	650,00	0,01	0,08	1,35	0,11
		Celkem			1,73	
Nahodilé	Sníh			0,80	1,50	1,20
	Užitné			0,75	1,50	1,13
	Celkem			0,80		1,20

Celková tloušťka skladby: 478 mm

Skladba: Strop - Železobeton 1NP

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Dlažba	2000	0,01	0,20	1,35	0,27
	Izolace	50	0,04	0,02	1,35	0,03
	ŽB deska	2500	0,13	3,25	1,35	4,39
	Izolace	50	0,10	0,05	1,35	0,07
	Omítka	1600,00	0,01	0,19	1,35	0,26
	Celkem				3,71	
Nahodilé	Přemístitelné příčky			0,80	1,50	1,20
	Užitné			1,50	1,50	2,25
	Celkem				2,30	

Celková tloušťka skladby: 290 mm

Skladba: Strop - Železobeton 2NP

	Skladba	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Tloušťka [m]	Charakteristické zat. [kN/m ²]	γ	Navrhové zat. [kN/m ²]
Stálé:	Dlažba	2000	0,01	0,20	1,35	0,27
	Izolace	50	0,04	0,02	1,35	0,03
	ŽB deska	2500	0,13	3,25	1,35	4,39
	SDK	650	0,02	0,13	1,35	0,18
	Celkem				3,60	
Nahodilé	Přemístitelné příčky			0,80	1,50	1,20
	Užitné			1,50	1,50	2,25
	Celkem				2,30	

Celková tloušťka skladby: 200 mm

2. Předběžný návrh dimenzí vybraných konstrukcí

2.1. Základové konstrukce

2.1.1. Základový pas

Návrh pasu z prostého betonu:

(uvažována nejvíce zatížený)

Tabulková únosnost zeminy F1: 300 KPa

Zatěžovací šířka pasu: 1,6 m

Úhel roznášení zatížení: $\alpha = 60^\circ$

Výpočet zatížení:

Zatížení v patě stěny

Konstrukce	Počet	Návrh. Zatížení [kN/m ² ,kN]	A _{zat}	Celkové zatížení [kN/m]
Střecha	1	2,93	1,6	4,69
Strop TP	3	5,45	1,6	26,18
Strop 2NP	1	8,31	1,6	13,3
Strop 1NP	1	8,46	1,6	13,54
Stěna beton	6	18,23	-	109,35
Celkem				167,06

$$A_{eff} = \frac{F_{zat}}{R_{dt}} = \frac{167,06}{300} = 0,557 \text{ m}^2$$

$$h = 1; b = A_{eff} = 0,557 \text{ m}$$

$$a = (b - \check{s})/2 = (0,557 - 0,2)/2 = 0,1785 \text{ m}$$

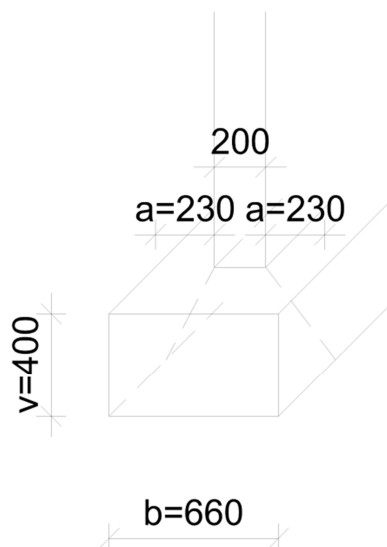
$$v = a * \tan(\alpha) = 0,1785 * \tan(60) = 0,308 \text{ m}$$

Posouzení základového pasu:

$$\sigma_z = b * h * v * 25 * 1,35 = 0,557 * 0,8 * 0,308 * 25 * 1,35 = 11,88 \text{ kN}$$

$$\sigma_{zat} = \frac{F_{zat}}{A_{eff}} = \frac{F_{zat} + \sigma_z}{b * h} = \frac{(167,06 + 11,88) / (0,8 * 1)}{=} = 223,68 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{zat} = 223,68 \text{ Kpa} < R_{dt} = 300 \text{ Kpa} \quad \dots \text{Vyhovuje}$$



2.1.2. Základová patka

Návrh železobetonové patky:

(uvažována nejvíce zatížená)

Tabulková únosnost zeminy F1: 300 KPa

Zatěžovací plocha patky: 14,3 m²

Úhel roznášení zatížení: $\alpha = 40^\circ$

Výpočet zatížení:

Zatížení v patě sloupu

Konstrukce	Počet	Návrh. Zatížení [kN/m ² , kN]	A _{zat}	Celkové zatížení [kN]
Střecha	1	2,93	14,3	41,9
Strop TP	3	5,45	14,3	233,95
Strop 2NP	1	8,31	14,3	118,83
Strop 1NP	1	8,46	14,3	121
Sloup dřevo	4	0,47	-	1,87
Sloup beton	2	8,20	-	16,4
Průvlak dřevo	4	1,90	-	7,6
Průvlak beton	3	13,37	-	40,1
Celkem				581,65

$$\sigma_{zat} = \frac{F_{zat}}{A_{eff}} = \frac{F_{zat} + 0,1 * F_{zat}}{b * h} \leq R_{dt}$$

$$A_{eff} = \frac{F_{zat}}{R_{dt}} = \frac{581,65 + 0,1 * 581,65 / 300 = 2,13 \text{ m}^2}$$

$$b = h = \sqrt{A_{eff}} = \sqrt{2,13} = 1,6 \text{ m}$$

$$a = (b - \text{š}) / 2 = (1,6 - 0,3) / 2 = 0,65 \text{ m}$$

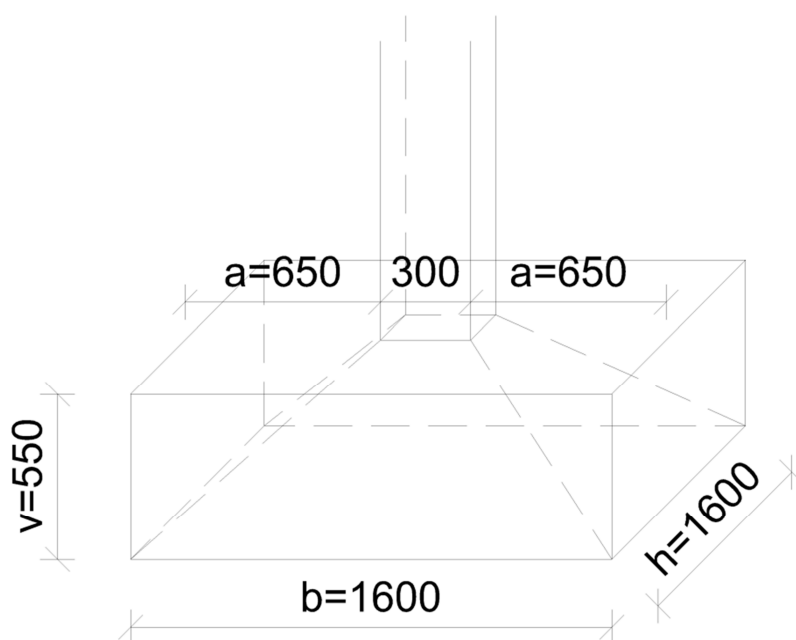
$$v = a * \tan(\alpha) = 0,65 * \tan(40) = 0,55 \text{ m}$$

Posouzení základové patky:

$$\sigma_z = b * h * v * 25 * 1,35 = 1,6 * 1,6 * 0,55 * 25 * 1,35 = 47,52 \text{ kN}$$

$$\sigma_{zat} = \frac{F_{zat}}{A_{eff}} = \frac{F_{zat} + \sigma_z}{b * h} = \frac{581,65 + 47,52}{1,6 * 1,6} = 245,77 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{zat} = 245,77 \text{ Kpa} < R_{dt} = 300 \text{ Kpa} \quad \dots \text{Vyhovuje}$$



2.2. Betonové konstrukce

2.2.1. Stropní deska 1PP

Obousměrně pnutá deska – 1PP

(posuzován kritický rozměr)

Rozměry $l_x = 5000$ mm
 $l_y = 5600$ mm

Vzorec:

$$h_d > \frac{1}{75}(l_x + l_y)$$

$h_d = 150$ mm

Sjednocení tloušťek desek:

$\Rightarrow h_d = 150$ mm

Ohybová štíhlost

Vzorec: $\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_{\text{lim}} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 \lambda_{\text{tab}}$

předpoklad: $c = 20$ mm
 $\varnothing = 10$ mm
 $d = h_d - c - \varnothing/2 = 125$ mm

- rozhoduje kratší ze stran desky-> větší přenos zatížení

$l_d = 5000$ mm
 $\lambda = l_d/d = 40,00$

$\kappa_1 = 1$

$\kappa_2 = 1$

$\kappa_3 = 1,3$

stupeň vyztužení $\rho = 0,5$ %

Vnitřní pole spojitého nosníku

$\lambda_{\text{tab}} = 30,8$

$\lambda_{\text{lim}} = 40,04$

$\lambda = 40,000 < \lambda_{\text{lim}} = 40,04$

VYHOVUJE

Návrh: 150 mm

2.2.2. Stropní deska 1NP**Obousměrně pnutá deska - 1NP**

(posuzován kritický rozměr)

Rozměry $l_x = 4350$ mm
 $l_y = 3450$ mm

Vzorec:

$$h_d > \frac{1}{75} (l_x + l_y)$$

$$h_d = 110 \text{ mm}$$

Sjednocení tloušťek desek:

$$\Rightarrow h_d = 130 \text{ mm}$$

Ohybová štíhlost

Vzorec: $\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_{lim} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 \lambda_{tab}$

předpoklad: $c = 20$ mm
 $\varnothing = 10$ mm
 $d = h_d - c - \varnothing/2 = 105$ mm

- rozhoduje kratší ze stran desky-> větší přenos zatížení

$$l_d = 3450 \text{ mm}$$

$$\lambda = l_d/d = 32,86$$

$$\kappa_1 = 1$$

$$\kappa_2 = 1$$

$$\kappa_3 = 1,3$$

stupeň vyztužení $\rho = 0,5$ %**Vnitřní pole spojitého nosníku**

$$\lambda_{tab} = 30,8$$

$$\lambda_{lim} = 40,04$$

$$\lambda = 32,857 < \lambda_{lim} = 40,04$$

VYHOVUJE**Návrh: 130 mm**

2.2.3. Železobetonový průvlak**Návrh železobetonového průvlaku:**

max. rozpětí trámu: $l_t = 5600 \text{ mm}$

výška trámu:

Vzorec: $h_t = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{12}\right)l_t$

$h_t = 373 \text{ mm}$

$h_t = 467 \text{ mm}$

$h_t = 400 \text{ mm}$

podmínka:

$h_d = 150 \text{ mm}$

$2,5h_d = 375 \text{ mm}$

$h_t > 2,5h_d$
 $400 > 375 \text{ [mm]}$

VYHOVUJE

$h_t = 400 \text{ mm}$

šířka trámu:

$b = \left(\frac{1}{3} \div 0,4\right)h_t$

Vzorec:

$b_t = 133 \text{ mm}$

$b_t = 160 \text{ mm}$

$b_t = 200 \text{ mm}$

Návrh: 200 x 400 mm

2.2.4. Železobetonový sloup

Návrh železobetonového sloupu:

(uvažován nejvíce zatížený)

Výpočet zatížení:

Zatížení v patě
sloupu

Konstrukce	Počet	Návrh. Zatížení [kN/m ² ,kN]	A _{zat}	Celkové zatížení [kN]
Střecha	1	2,93	14,3	41,9
Strop TP	3	5,45	14,3	233,95
Strop 2NP	1	8,31	14,3	118,83
Strop 1NP	1	8,46	14,3	121
Sloup dřevo	4	0,47	-	1,87
Sloup beton	2	8,20	-	16,4
Průvlak dřevo	4	1,90	-	7,6
Průvlak beton	3	13,37	-	40,1
Celkem				581,65

Návrh rozměrů sloupu:

$$N_{ed,max} = 581,7 \text{ kN}$$

Beton: C 20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

$$\text{Vzorec: } N_{Rd} = 0,8 * A_c * f_{cd} + A_c * \rho * \sigma$$

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$A_c = 40000 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$

$$\rho = 0,03$$

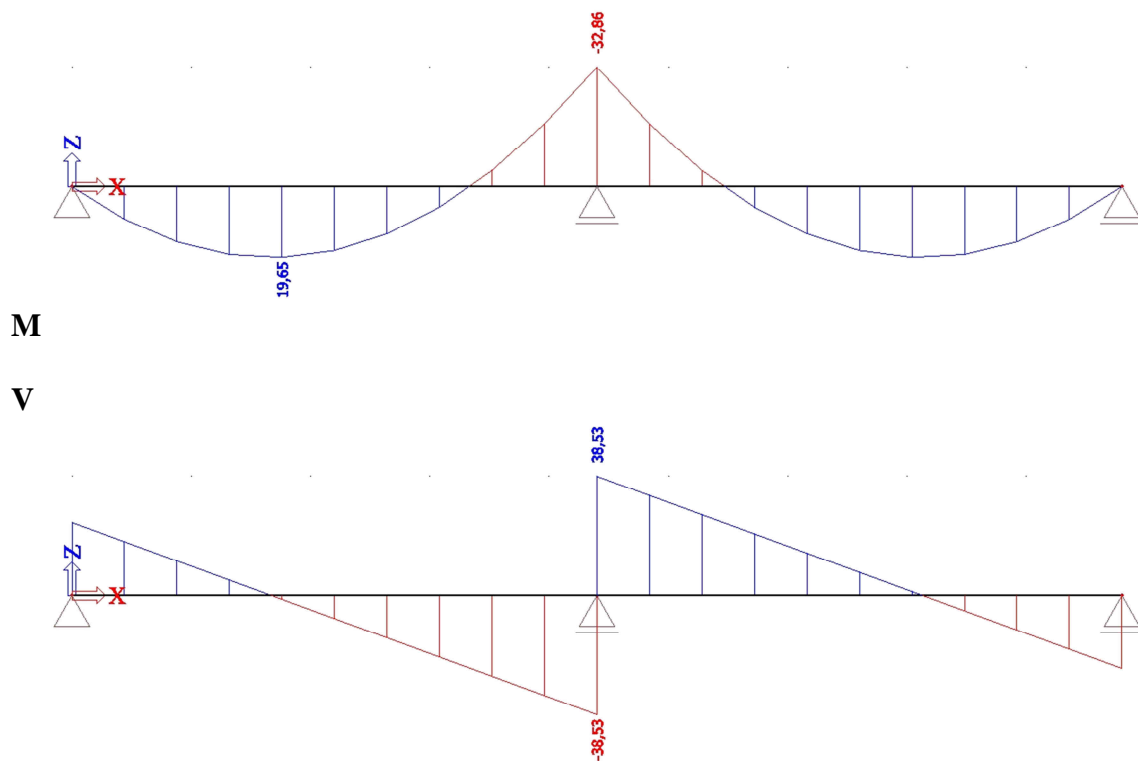
$$\sigma = 400 \text{ Mpa}$$

$$N_{Rd} = 906,56 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 906,56 \text{ kN} > N_{ed,max} = 581,7 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

2.3. Dřevěné konstrukce

2.3.1. Masivní skelet – Průvlak



M

V

Návrh a posouzení průvlatku

		Rostlé dřevo	
Materiál		C24	
$f_{m,k}$	=		24 Mpa
$f_{t,0,k}$	=		14 Mpa
$f_{t,90,k}$	=		0,4 Mpa
$f_{c,0,k}$	=		21 Mpa
$f_{c,90,k}$	=		2,6 Mpa
$f_{v,k}$	=		4 Mpa
$E_{0,mean}$	=		11 Gpa
$E_{0,05}$	=		7,4 GPa

Třída provozu 1		Střednědobé zatížení	Rostlé dřevo
k_{mod}	=		0,8
γ_M	=		1,3

$$f_{x,d} = k_{mod} * \frac{f_{x,k}}{\gamma_M}$$

$f_{m,d}$	=	14,77 Mpa
$f_{t,0,d}$	=	8,62 Mpa
$f_{t,90,d}$	=	0,25 Mpa
$f_{c,0,d}$	=	12,92 Mpa
$f_{c,90,d}$	=	1,60 Mpa
$f_{v,d}$	=	2,46 Mpa

Vnitřní síly			
N_{ed}	=	0	kN
M_{ed}	=	32,86	kNm
V_{ed}	=	38,53	kN

Návrh průřezu

b	=	160	mm
h	=	400	mm
A	=	64000	mm ²
B	=	3,25	m
L	=	4400	mm
q_k	=	4,875	kN/m
g_k	=	5,143	kN/m

Posouzení průřezu:

		Využití průřezu
MSÚ	Vyhovuje	52 %
MSP	Vyhovuje	39 %

Průřerové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} * 160 * 400^3 = 8,53E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} * h * b^3 = \frac{1}{12} * 400 * 160^3 = 1,37E+08 \text{ mm}^4$$

Únostnost v ohybu:

$$M_{Ed} = 32,86 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{I} * \frac{h}{2} = \frac{32860000}{853333333,3} * \frac{400}{2} = 7,70 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{Ed} < f_{m,d}$$

7,7 Mpa < 14,77 Mpa Vyhovuje

Únostnost ve smyku:

$$V_{Ed} = 38,53 \text{ kN}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 * V_{Ed}}{2 * h * 0,67 * b} = \frac{3 * 38,53}{(2 * 400 * 0,67 * 160)} = 1,35 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{Ed} < f_{v,d}$$

1,35 Mpa < 2,46 Mpa Vyhovuje

Průhyb okamžitý:

$$w_{1,inst} = \frac{5}{384} * \frac{g_k * L^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{(5,143 * 10^6 * 4400^4)}{(11 * 10^9 * 85333333)} = 2,67 \text{ mm}$$

$$w_{2,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{(4,875 * 10^6 * 4400^4)}{(11 * 10^9 * 85333333)} = 2,53 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 2,67 + 2,53 = 5,20 \text{ mm}$$

$$w_{inst} < \frac{L}{300} = 14,67 \text{ mm}$$

5,2 mm < 14,67 mm Vyhovuje

Průhyb konečný:

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} * (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} * (1 + k_{2,def}) = 2,67 * (1 + 0,6) + 2,53 * (1 + 0) = 6,8 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} < \frac{L}{250} = 17,6 \text{ mm}$$

6,8 mm < 17,6 mm Vyhovuje

2.3.2. Masivní skelet - Stropnice

Návrh a posouzení stropnice

Materiál		Rostlé dřevo	
		C24	
$f_{m,k}$	=	24	Mpa
$f_{t,0,k}$	=	14	Mpa
$f_{t,90,k}$	=	0,4	Mpa
$f_{c,0,k}$	=	21	Mpa
$f_{c,90,k}$	=	2,6	Mpa
$f_{v,k}$	=	4	Mpa
$E_{0,mean}$	=	11	Gpa
$E_{0,05}$	=	7,4	GPa

Třída provozu 1		Střednědobé zatížení	Rostlé dřevo
k_{mod}	=	0,8	
γ_M	=	1,3	

$$f_{x,d} = k_{mod} * \frac{f_{x,k}}{\gamma_M}$$

$f_{m,d}$	=	14,77	Mpa
$f_{t,0,d}$	=	8,62	Mpa
$f_{t,90,d}$	=	0,25	Mpa
$f_{c,0,d}$	=	12,92	Mpa
$f_{c,90,d}$	=	1,60	Mpa
$f_{v,d}$	=	2,46	Mpa

Vnitřní síly		
N_{ed}	=	0 kN
M_{Ed}	=	3,85 kNm
V_{ed}	=	4,4 kN

Návrh průřezu

b	=	80	mm
h	=	180	mm
A	=	14400	mm ²
B	=	0,6	m
L	=	3500	mm
q_k	=	0,9	kN/m
g_k	=	0,9624	kN/m

Posouzení průřezu:		Využití průřezu
MSÚ	Vyhovuje	60 %
MSP	Vyhovuje	80 %

Průžerové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3 =$$

$$1/12 * 80 * 180^3 =$$

$$3,89E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} * h * b^3 =$$

$$1/12 * 180 * 80^3 =$$

$$7,68E+06 \text{ mm}^4$$

Únostnost v ohybu:

$$M_{Ed} = 3,85 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{I} * \frac{h}{2} =$$

$$3850000 / 38880000 * 180 / 2 =$$

$$8,91 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{Ed} < f_{m,d}$$

$$8,91 \text{ Mpa} < 14,77 \text{ Mpa}$$

.... Vyhovuje

Únostnost ve smyku:

$$V_{Ed} = 4,4 \text{ kN}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 * V_{Ed}}{2 * h * 0,67 * b} =$$

$$(3 * 4,4) / (2 * 180 * 0,67 * 80) =$$

$$0,68 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{Ed} < f_{v,d}$$

$$0,68 \text{ Mpa} < 2,46 \text{ Mpa}$$

.... Vyhovuje

Průhyb okamžitý:

$$w_{1,inst} = \frac{5}{384} * \frac{g_k * L^4}{E * I} =$$

$$5/384 * (0,9624 * 10^6 * 3500^4) / (11 * 10^9 * 38880000) =$$

$$4,40 \text{ mm}$$

$$w_{2,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I} =$$

$$5/384 * (0,9 * 10^6 * 3500^4) / (11 * 10^9 * 38880000) =$$

$$4,11 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 4,4 + 4,11 = \mathbf{8,51 \text{ mm}}$$

$$w_{inst} < \frac{L}{300} = \mathbf{11,67 \text{ mm}}$$

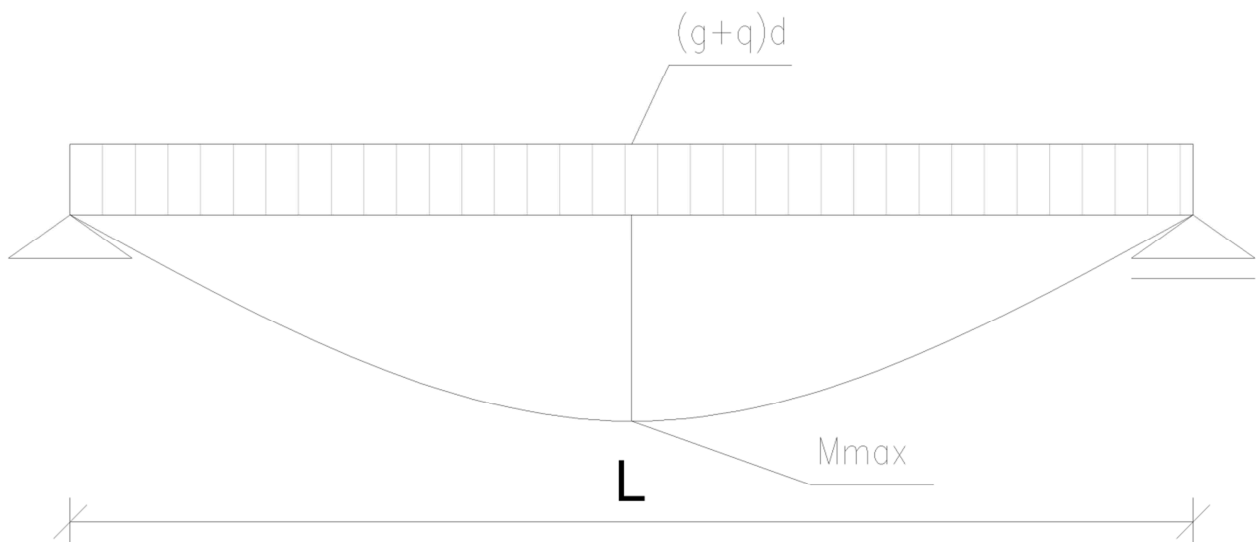
8,51 mm < 11,67 mm Vyhovuje

Průhyb konečný:

$$w_{net, fin} = w_{1,inst} * (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} * (1 + k_{2,def}) =$$
$$= 4,4 * (1 + 0,6) + 4,11 * (1 + 0) = \mathbf{11,15 \text{ mm}}$$

$$w_{net,fin} < \frac{L}{250} \mathbf{14 \text{ mm}}$$

11,15 mm < 14 mm
mm Vyhovuje



2.3.3. Masivní skelet – Sloup

Návrh a posouzení sloupu

		Rostlé dřevo	
Materiál		C24	
$f_{m,k}$	=	24	Mpa
$f_{t,0,k}$	=	14	Mpa
$f_{t,90,k}$	=	0,4	Mpa
$f_{c,0,k}$	=	21	Mpa
$f_{c,90,k}$	=	2,6	Mpa
$f_{v,k}$	=	4	Mpa
$E_{0,mean}$	=	11	Gpa
$E_{0,05}$	=	7,4	GPa

Třída provozu 1		Střednědobé zatížení	Rostlé dřevo
k_{mod}	=	0,8	
γ_M	=	1,3	
$f_{x,d} = k_{mod} * \frac{f_{x,k}}{\gamma_M}$			

$f_{m,d}$	=	14,77	Mpa
$f_{t,0,d}$	=	8,62	Mpa
$f_{t,90,d}$	=	0,25	Mpa
$f_{c,0,d}$	=	12,92	Mpa
$f_{c,90,d}$	=	1,60	Mpa
$f_{v,d}$	=	2,46	Mpa

Vnitřní síly			
N_{ed}	=	111,5	kN
M_{Ed}	=	1	kNm
V_{ed}	=	5	kN

Návrh průřezu

b	=	160	mm
h	=	160	mm
A	=	25600	mm ²
Zatěžovací plocha	=	14,3	m ²
L	=	2710	mm
$q_{k,TP}$	=	3,228	kN/m ²
$g_{k,TP}$	=	1,48	kN/m ²

$q_{k, \text{Střecha}}$	=	1,28 kN/m ²
$g_{k, \text{Střecha}}$	=	0,80 kN/m ²
počet TP	=	3
počet střech	=	1

Posouzení průřezu:

MSÚ

Vyhovuje

Využití průřezu

59 %

Průžerové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3 = 1/12 * 160 * 160^3 = 5,46E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} * h * b^3 = 1/12 * 160 * 160^3 = 5,46E+07 \text{ mm}^4$$

Tlak rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = 4,36 \text{ Mpa}$$

Vzpěr ve směru osy z

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 46,19 \text{ mm}$$

$$L_{ef,z} = 2710 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = 58,67$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 21,22 \text{ Mpa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = 0,99$$

$$\beta = 0,2$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$= 1,06$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,69$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} = 0,49 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Vzpěr ve směru osy y = Vzpěr ve směru osy z

Ohyb:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = 1,46 \text{ Mpa}$$

Prostě podepřený nosník	Spojité zatížení
-------------------------	------------------

$$L/L_{ef} = 0,9$$

$$L = 2710 \text{ mm}$$

$$L_{ef,LT} = 2439 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 * E_{0,05} * b^2}{h * l_{ef}} = 378,65 \text{ Mpa}$$

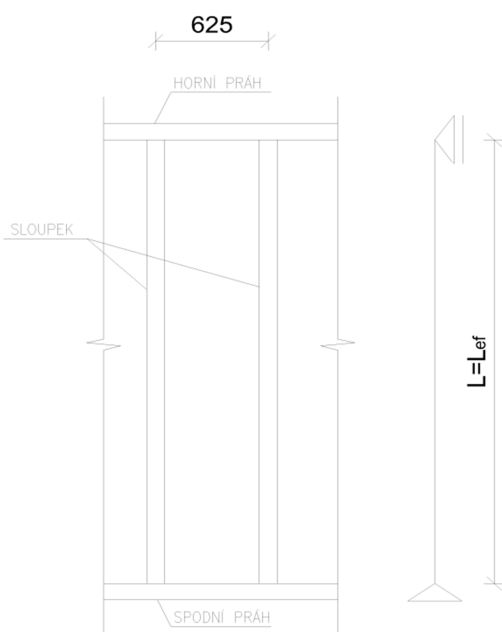
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,25$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} = 1,37 = 1,0$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = 0,10 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu a tlaku rovnoběžně s vlákny

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = 0,59 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



2.3.4. Lehký skelet – Sloupek

Návrh a posouzení sloupku

Rostlé dřevo

Materiál		C24	
$f_{m,k}$	=	24	Mpa
$f_{t,0,k}$	=	14	Mpa
$f_{t,90,k}$	=	0,4	Mpa
$f_{c,0,k}$	=	21	Mpa
$f_{c,90,k}$	=	2,6	Mpa
$f_{v,k}$	=	4	Mpa
$E_{0,mean}$	=	11	Gpa
$E_{0,05}$	=	7,4	GPa

Třída provozu 1		Střednědobé zatížení	Rostlé dřevo
k_{mod}	=	0,8	
γ_M	=	1,3	

$$f_{x,d} = k_{mod} * \frac{f_{x,k}}{\gamma_M}$$

$f_{m,d}$	=	14,77	Mpa
$f_{t,0,d}$	=	8,62	Mpa
$f_{t,90,d}$	=	0,25	Mpa
$f_{c,0,d}$	=	12,92	Mpa
$f_{c,90,d}$	=	1,60	Mpa
$f_{v,d}$	=	2,46	Mpa

Vnitřní síly			
N_{ed}	=	29,37	kN
M_{Ed}	=	2	kNm
V_{ed}	=	0	kN

Návrh průřezu

b	=	100	mm
h	=	160	mm
A	=	16000	mm ²
Zatěžovací plocha	=	2,03	m ²
L	=	2730	mm
$q_{k,TP}$	=	3,18	kN/m ²
$g_{k,TP}$	=	1,48	kN/m ²
$q_{k,Sřechy}$	=	1,28	kN/m ²

$g_{k, \text{Střecha}}$	=	0,80 kN/m ²
počet TP	=	3
počet střech	=	1

Posouzení průřezu:

MSÚ

Vyhovuje

Využití průřezu

74 %

Průžerové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3 = 1/12 * 100 * 160^3 = 3,41E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} * h * b^3 = 1/12 * 160 * 100^3 = 1,33E+07 \text{ mm}^4$$

Tlak rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = 1,84 \text{ Mpa}$$

Vzpěr ve směru osy z

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 28,87 \text{ mm}$$

$$L_{ef,z} = 2730 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = 94,57$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 8,17 \text{ Mpa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = 1,60$$

$$\beta = 0,2$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$= 1,92$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,34$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} = 0,42 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Ohyb:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = 4,69 \text{ Mpa}$$

Prostě podepřený nosník	Spojitě zatížení
-------------------------	------------------

$$L/L_{ef} = 0,9$$

$$L = 2730 \text{ mm}$$

$$L_{ef,LT} = 2457 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 * E_{0,05} * b^2}{h * l_{ef}} = 146,83 \text{ Mpa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,40$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} = 1,26 = 1,0$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = 0,32 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kombinace ohybu a tlaku rovnoběžně s vlákny

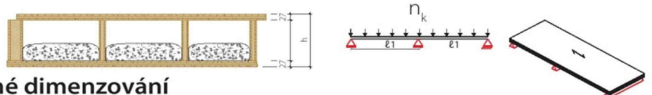
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = 0,74 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

2.3.5. CLT – Stropní panel

Předběžný návrh stropního panelu NOVATOP Element

Rozměry typického panelu

b	=	2450 mm
d	=	6640 mm
h	=	160 mm
Zatěžovací šířka	=	1 m
$q_{k,TP}$	=	2,00 kN/m ²
$g_{k,TP}$	=	1,01 kN/m ²
$q_{k,Střecha}$	=	0,80 kN/m ²
$g_{k,Střecha}$	=	0,74 kN/m ²



Předběžné dimenzování
 s vápencovým vsypem 40 kg/m³, $w_{inst} \leq l/300$

Stále zatížení (g _j)	Užitné zatížení (n _j)	Rozpětí / Skladba 27 (9/9/9) - 27 (9/9/9)						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1	1,5	160	160	160	180	200	220	220
	2	160	160	180	200	220	240	260
	3	160	180	200	220	240	260	280
	4	200	220	240	260	280	320	340
	5	220	240	280	300	340	360	380
1,5	1,5	160	160	180	200	220	240	260
	2	160	180	200	220	240	260	280
	3	180	200	220	240	260	280	300
	4	200	220	260	280	300	340	360
	5	220	260	300	320	340	380	400
2	1,5	160	180	200	220	240	260	280
	2	180	200	220	240	260	280	300
	3	180	220	240	260	280	300	340
	4	220	240	280	300	320	360	380
	5	240	280	300	340	360	400	-
2,5	1,5	180	200	220	240	260	280	300
	2	180	220	240	260	280	320	340
	3	200	220	260	280	300	320	360
	4	220	260	280	320	340	380	400
	5	260	280	320	360	380	-	-
3	1,5	180	220	240	260	280	300	340
	2	200	240	260	280	300	340	360
	3	220	240	260	300	320	340	380
	4	240	280	300	340	360	400	-
	5	260	300	340	380	400	-	-

2.3.6. CLT – Stěnový panel

Předběžný návrh stěnového panelu NOVATOP Solid

Zatěžovací šířka	=	3,25	m
H	=	2900	mm
$q_{k,TP}$	=	2,30	kN/m ²
$g_{k,TP}$	=	1,01	kN/m ²
$q_{k,Sřecha}$	=	0,80	kN/m ²
$g_{k,Sřecha}$	=	0,74	kN/m ²
počet TP	=	4	
počet střech	=	1	

Celkové stálé zatížení

$$g_k = 14 \text{ kN}$$

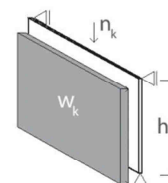
Celkové užité zatížení

$$q_k = 29 \text{ kN}$$

Návrh průřezu panelu

$$= 84L$$

Povrchová vrstva probíhá ve směru rozpětí

Zatížení | modifikační koeficient $k_{mod} = 0,8$

stálé zatížení (g_d)	užité zatížení (q_d)	h = 2400 mm	h = 2500 mm	h = 2700mm	h = 2900 mm
10	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
20	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
30	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / -- / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --

2.3.7. Posouzení kmitání stropního panelu NOVATOP Element tl. 160 mm

Ověření frekvenčního kritéria:

$$\begin{aligned} k_{f_0} &= 1,27 \quad (L_1/L = 0,5) \\ l &= 6,6 \text{ m} \\ EI_l &= 542000 \text{ Nm}^2/\text{m} \\ m &= 120 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$f_0 = k_f * \frac{\pi}{2 * l^2} * \sqrt{\frac{EI_l}{m}} = 1,27 * \pi / (2 * 6,6^2 * \sqrt{542000/120}) = 3,078 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} b &= 2,45 \text{ m} \\ EI_b &= 162600 \text{ Nm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{b}{l} * \sqrt[4]{\frac{EI_l}{EI_b}} = 2,45/6,6 * (542000/162600)^{0,25} = 0,502$$

$$f_l = f_0 * \sqrt{l + \frac{l}{\alpha^4}} = 3,078 * \sqrt{6,6 + 6,6/0,502^4} = 32,36 \text{ Hz}$$

Rychlost odezvy na jednotkový impuls I=1Ns (do 40Hz)

$$n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_l} \right)^2 - 1 \right] * \left(\frac{b}{l} \right)^4 * \frac{EI_l}{EI_b} \right\}^{0,25} = \left(\left(\frac{40}{32,36} \right)^2 - 1 \right) * (2,45/6,6)^4 * 3,33^{0,25} =$$

$$v = \frac{4 * (0,4 + 0,6 * n_{40})}{m * b * l + 200} = \frac{4 * (0,4 + 0,6 * 0,43)}{120 * 2,45 * 6,6 + 200} = 0,43$$

$$0,0012$$

$$b^{(f_l \zeta - 1)} = 0,1847 \text{ m/s}$$

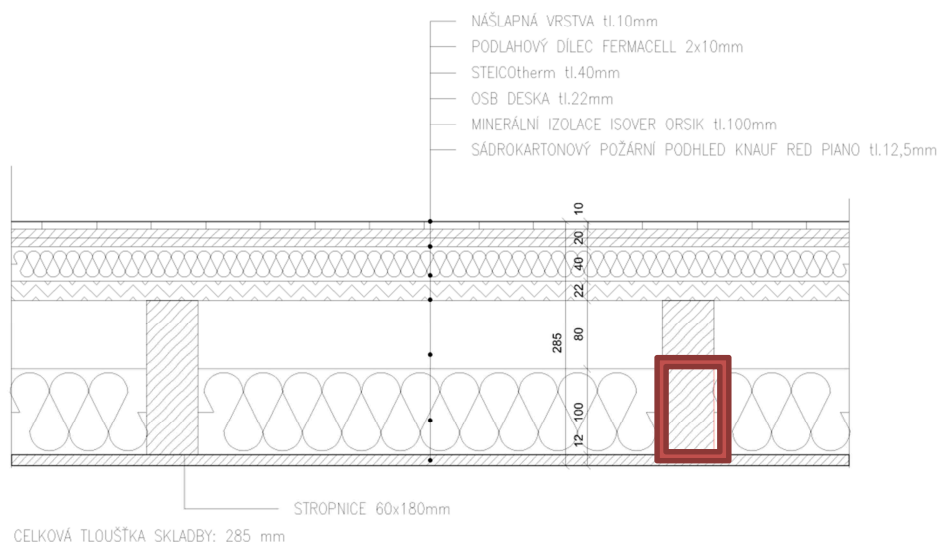
$$v \leq b^{(f_l \zeta - 1)}$$

$$v = 0,0012 \text{ m/s} \leq 0,1847 \text{ m/s}$$

...Vyhovuje

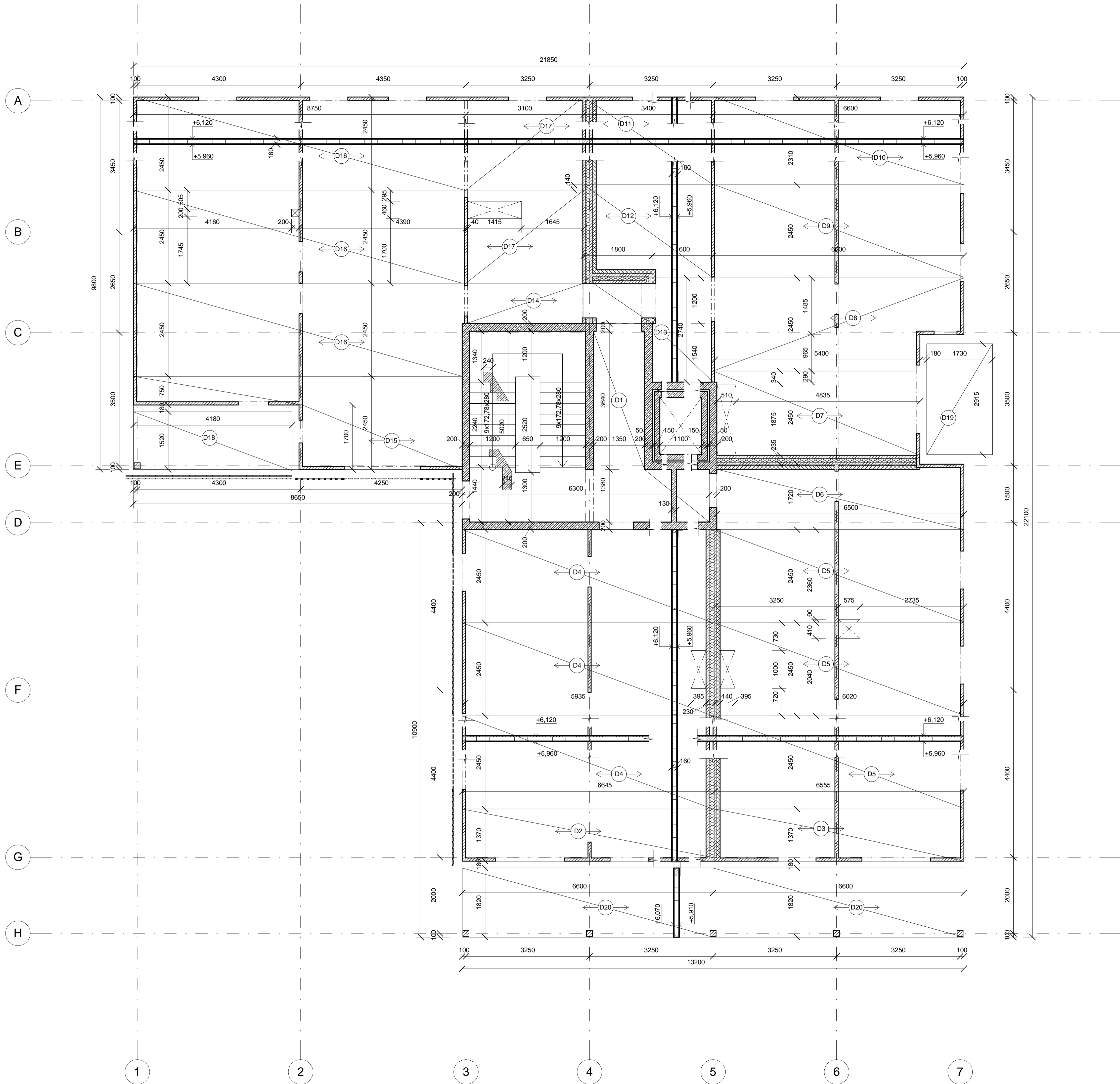
3. Výpočty pro materiálovou optimalizaci

Výpočet objemu dřeva k odečtu od objemu tepelné izolace					
Konstrukční varianta	Prvek	Počet prvků	Objem celkový m ³	Odečítaný objem m ³	Odečítáno od
Masivní skelet	výplňové panely	-	50,35	50,35	Minerální izolace - Kamenná
	Obvodový rošt	-	14,93	14,93	Minerální izolace - Kamenná
	Průvlaky	120	75,38	18,84	Minerální izolace - Kamenná
	Stropnice	584	78,22	43,45	Minerální izolace - Kamenná
CLT	Obvodový rošt 100x50	0,80	23,01	18,41	Dřevovláknité desky - STEICOtherm
	Obvodový rošt 80x50	0,20		4,60	Dřevovláknitá izolace - STEICOflex
Lehký skelet	Stěnové panely	-	166,12	166,12	Minerální izolace - Kamenná
	Obvodový rošt	-	14,93	14,93	Minerální izolace - Kamenná
	Stropnice	584	78,22	43,45	Minerální izolace - Kamenná



Schématiké znázornění odečtu tepelné izolace

Výpočet objemu oceli - spojovacích prvků												
K.V.	Spoj	Prvek	Rozteč spojovacího prvku [m]	Hmotnost prvku [kg/kus]	Celke m prvků	Hmotnost prvků celkem [kg]	Typ hřebíku/vrutu	Počet hřebíků/vrutů v prvku	Hmotnost hřebíku/vrutu [kg/100 kusů]	Celkem hřebíků/vrutů	Hmotnost hřebíků vrutů celkem [kg]	Celkem Hmotnost [kg]
CLT	Stěna - Podlaha	Úhelník	1,25	0,2	1229	245,8	6x50	8	0,52	9832	51,1	
	Stěna - Stěna	Vrut	6	0	256	0	6x160	6	2,11	1536	32,4	
	Stěna - Strop	Vrut	1	0	1536	0	6x200	3	2,32	4608	106,9	
	Strop - Strop	Svorník	4/10m ²	0,026	2312	60,1	-	-	-	-	-	
	Celkem					305,9					190,4	
Masivní Skelet	Předsazení	Úhelník	627	0,2	627	125,4	6x50	4	0,52	2508	13,0	
	Sloup - Podlaha	Úhelník	418	0,2	836	167,2	6x50	8	0,52	6688	34,8	
	Sloup - Průvlak	Styč. Plech	418	2	418	836	6x100	20	1,51	8360	126,2	
	Stropnice - Průvlak	Botka	1168	0,51	1168	595,68	6x50	8	0,52	9344	48,6	
	Průvlak - Průvlak	Styč. Plech	191	2	191	382	6x100	20	1,51	3820	57,7	
	Sloupek - Práh	Vrut	5600	0,007	5600	39,2	6x50	0	0,52	0	0,0	
	Nadpraží - Sloupek	Vrut	416	0,007	416	2,912	6x50	0	0,52	0	0,0	
	OSB desky	Hřebík	4255	0	4255	0	6x50	10	0,52	42550	221,3	
	Celkem					1019,792					501,6	
Lehký skelet	Předsazení	Úhelník	941	0,2	941	188,2	6x50	4	0,52	3764	19,6	
	Sloup - Sloup	Pásek	64	1	256	256	6x50	10	0,52	2560	13,3	
	Stěna - Průvlak	Styč. Plech	75	2	75	150	6x220	20	1,51	1500	22,7	
	Stropnice - Panel	Vrut	631	0,01	1262	12,62	6x50	8	0,52	10096	52,5	
	Práh - Podlaha	Úhelník	1230	0,2	1230	246	6x50	10	0,52	12300	64,0	
	Sloupek - Práh	Vrut	3322	0,007	13288	93,016	6x50	0	0,52	0	0,0	
	Nadpraží - Sloupek	Vrut	416	0,007	1664	11,648	6x50	0	0,52	0	0,0	
	OSB desky	Hřebík	739	0	739	0	6x50	10	0,52	7390	38,4	
Celkem					363,284					210,4	573,7	



Legenda materiálů:

	Železobetonové konstrukce C20/25		Teplná minerální skelná izolace
	Beton prostý C20/25		Teplná izolace XPS
	CLT NOVATOP solid tl. 84 mm		Hutněný násyp
	SDK stěna		Hutněný podsyp
	SDK předstěna, tepelně izolační		Původní zemina
	Teplná minerální izolace STEICO		Stávající konstrukce

⊙ D1	Železobetonová deska tl. 130 mm	1x
⊙ D2	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1370x6645 mm)	1x
⊙ D3	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1370x6555 mm)	1x
⊙ D4	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x6555 mm)	3x
⊙ D5	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x6555 mm)	3x
⊙ D6	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1720x6500 mm)	1x
⊙ D7	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x4835 mm)	1x
⊙ D8	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (Atypický tvar)	1x
⊙ D9	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x6600 mm)	1x
⊙ D10	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2310x6600 mm)	1x
⊙ D11	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2310x3400 mm)	1x
⊙ D12	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x3400 mm)	1x
⊙ D13	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (Atypický tvar)	1x
⊙ D14	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1200x3100 mm)	1x
⊙ D15	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (Atypický tvar)	1x
⊙ D16	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x8750 mm)	3x
⊙ D17	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (2450x3100 mm)	2x
⊙ D18	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1520x4180 mm)	1x
⊙ D19	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1730x2915 mm)	1x
⊙ D20	CLT panel NOVATOP Element tl. 160 mm (1820x6600 mm)	2x

D2-D17 vyplněny vápencovým vsyp o plošné hmotnosti 40kg/m2
 D18-D20 nevyplněny

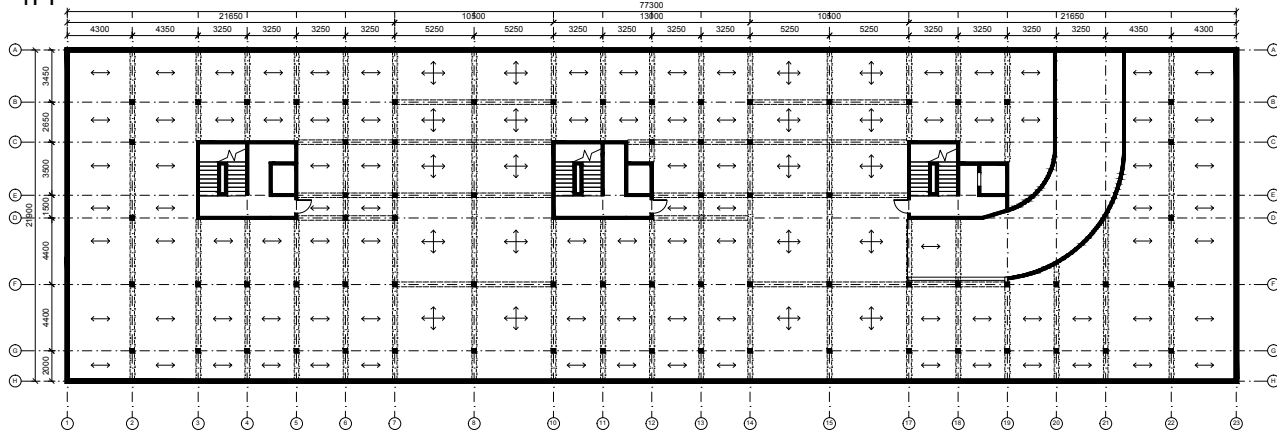
- Poznámky:**
- spoje CLT panelů provedeny dle pokynů výrobce
 - stropní panely jsou k železobetonovým stěnám kotveny pomocí ocelových úhelníků
 - kóty budou ověřeny ve vztahu k nosné konstrukci
 - veškeré spoje dřevěných konstrukcí musí být provedeny dle pokynů dodavatele
 - veškeré prostupy mezi požárními úseky budou protipožárně utěsněny
 - veškeré prostupy mezi samostat. prostory s požadavky na vzduchotěsnost budou těsněny systémovými prostupkami a opatřeními
 - hrany omítaných konstrukcí budou vyztuženy hliníkovými nárožními podomítkovými profily
 - standardy uvedené projektantem jsou navrženy jako kvalitativně minimální
 - rozměry kótované na výkresu jsou rozměry hrubé před provedením omítek
 - prostupy střechní utěsnit dle detailu a dle podkladů výrobce hydroizolačního souvrství.
 - všechny nové příčky budou dozděny pod strop až po montáži podhledových instalací, utěsnit dle PBR a akusticky

± 0,000 = 340,050 m n.n. Bpv

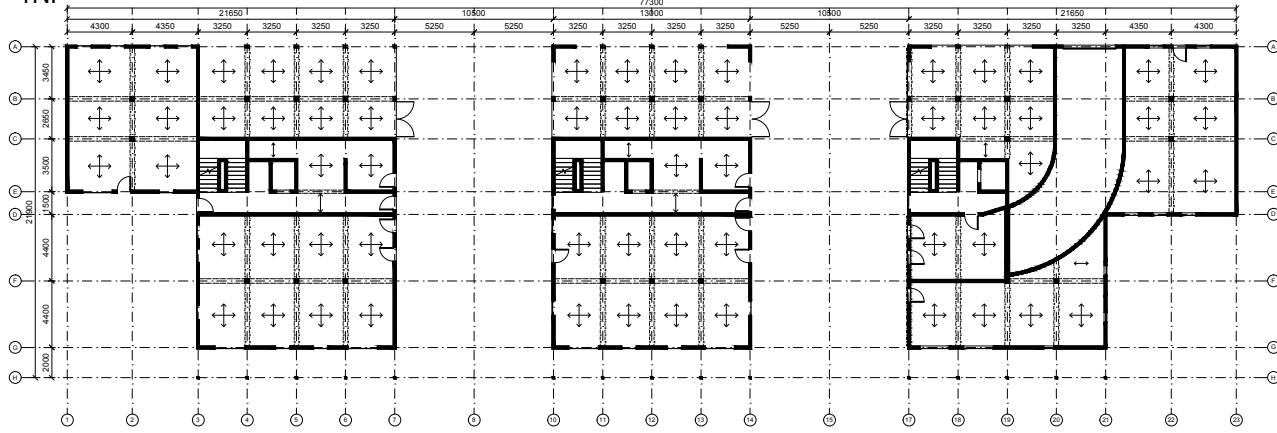
České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb	
Předmět:	Diplomová práce	
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt	
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.	
Projekt:	MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM	Datum: 01/2017
		Formát: 8A4
		Měřítko: 1 : 50
Příloha:	Výkres stropu 2NP	Zkr.před.: Č.přílohy
		DP 401

1PP



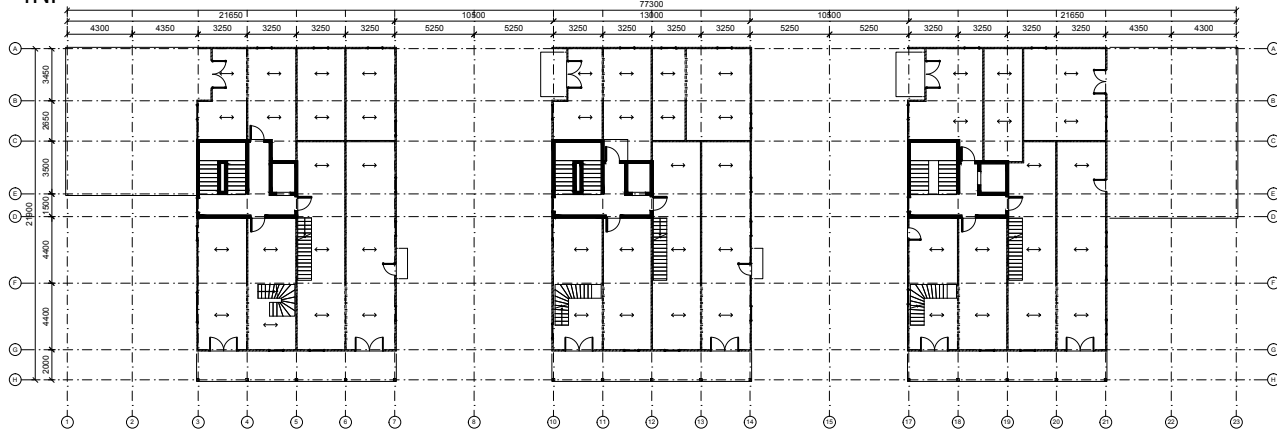
1NP



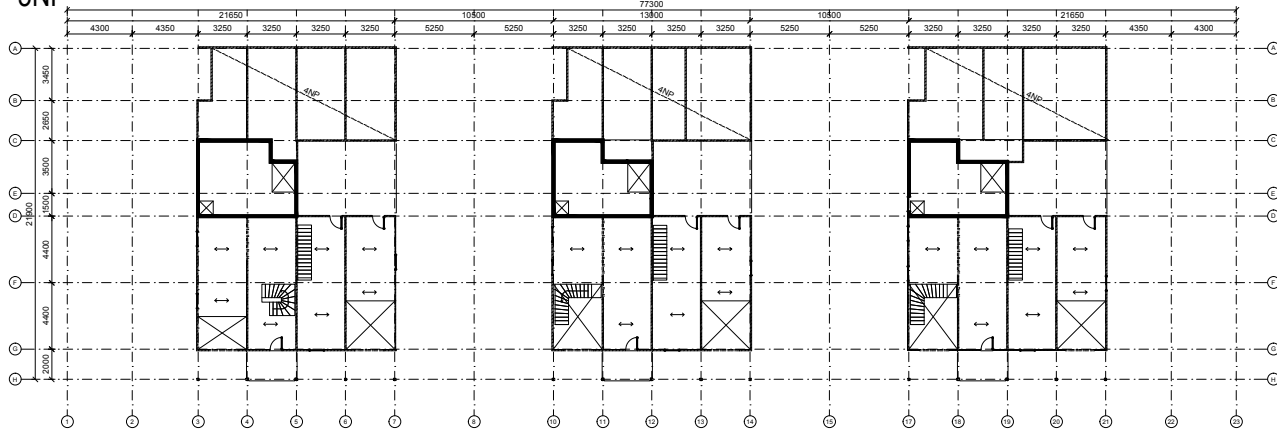
2NP, 3NP



4NP



5NP



České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.

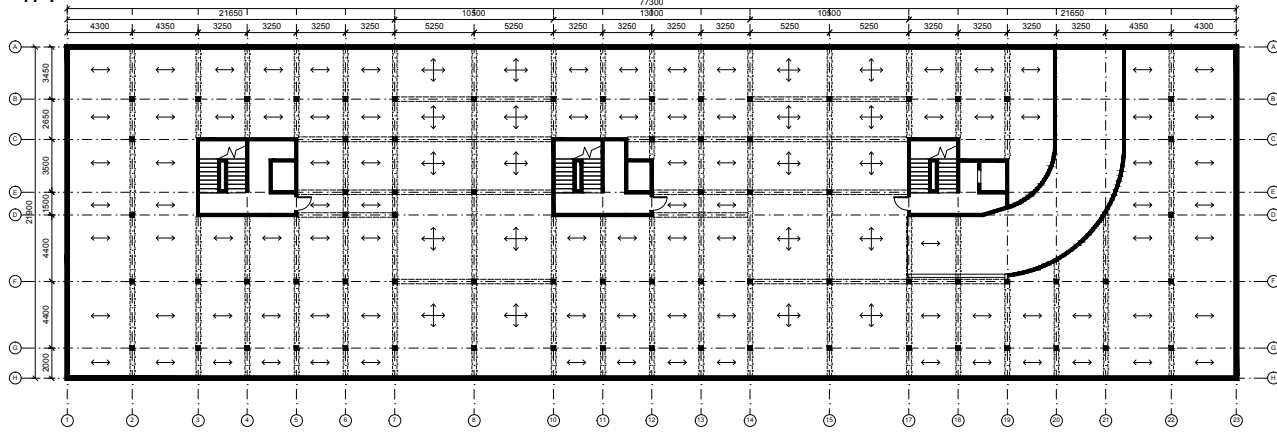


Projekt:
**MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE
 BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM**

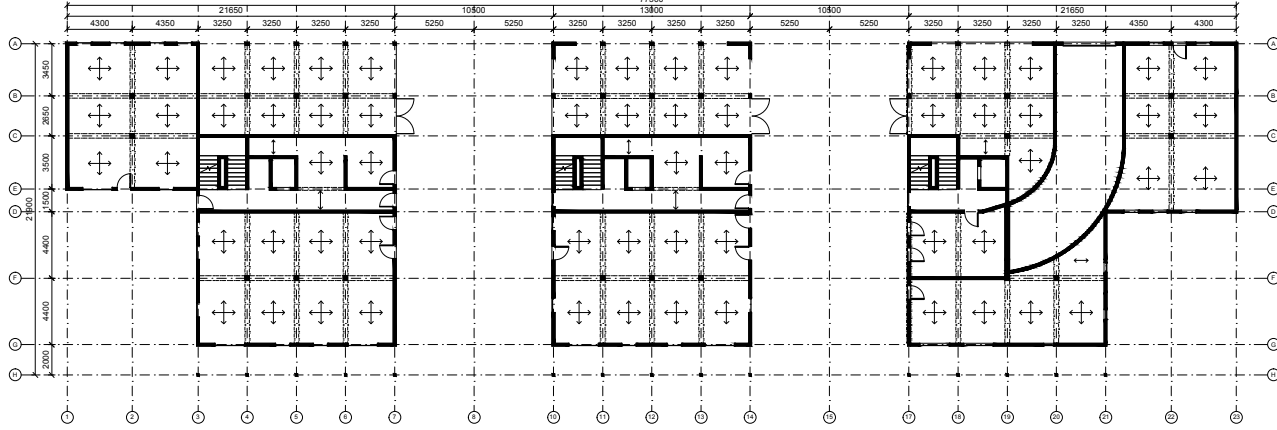
Příloha:
 Konstrukční schéma CLT systému

Datum:	01/2017
Formát:	2A4
Měřítko:	1:500
Zkr.před.:	Č.přílohy
DP	501

1PP



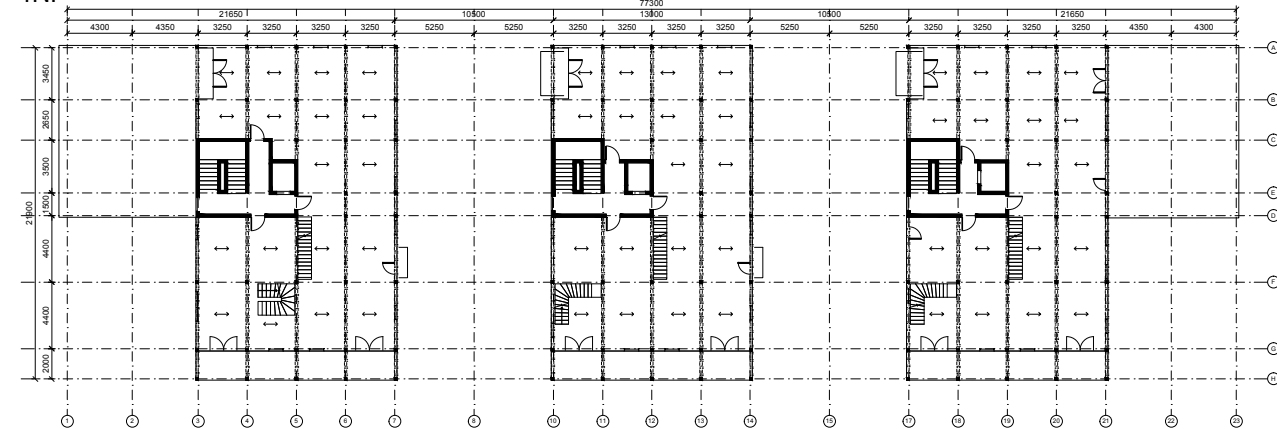
1NP



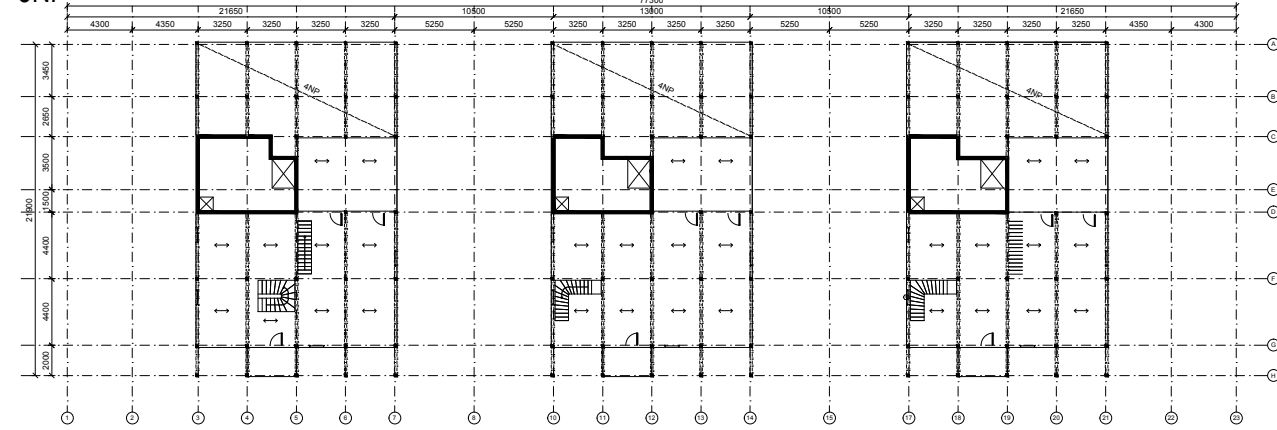
2NP, 3NP



4NP

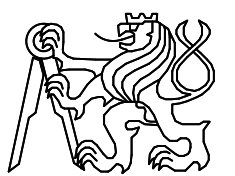


5NP



České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.

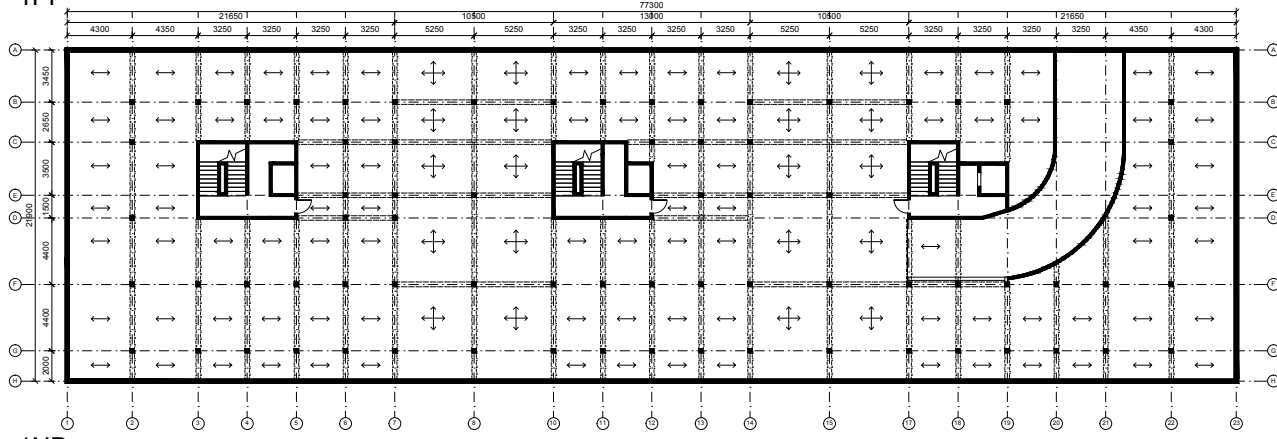


Projekt:
**MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE
 BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM**

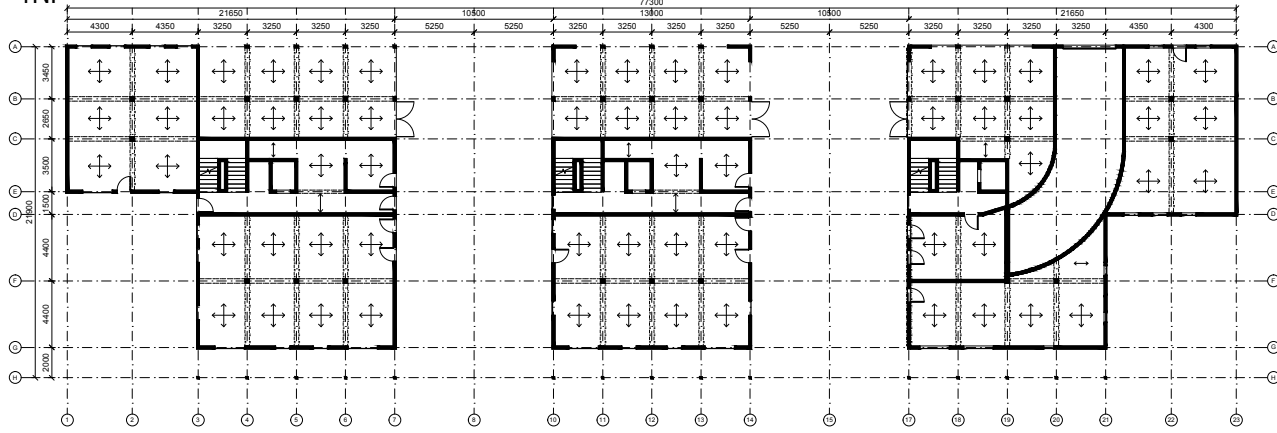
Příloha:
 Konstrukční schéma masivního skeletu

Datum:	01/2017
Formát:	2A4
Měřítko:	1:500
Zkr.před.:	Č.přílohy
DP	502

1PP



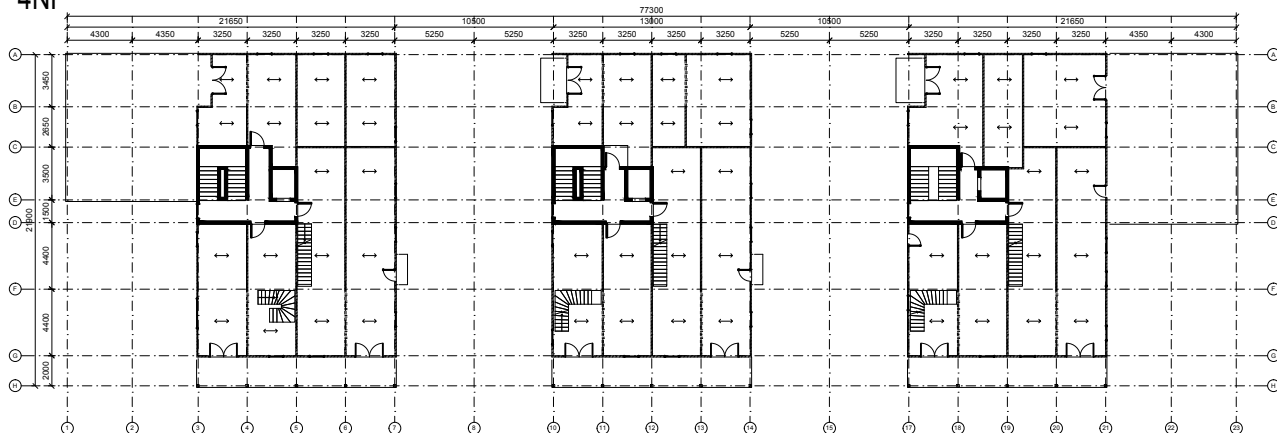
1NP



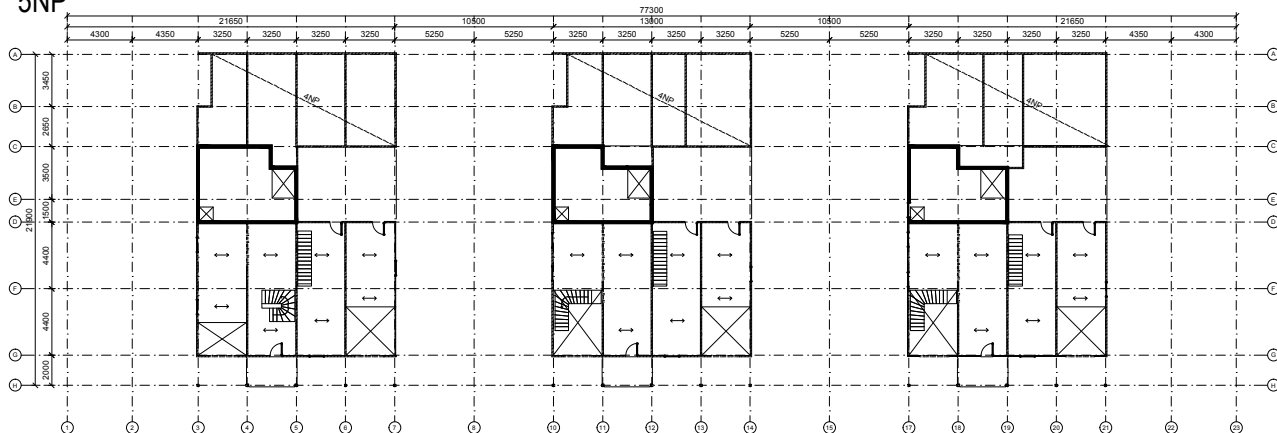
2NP, 3NP



4NP



5NP



České vysoké učení technické v Praze

Katedra:	Konstrukcí pozemních staveb
Předmět:	Diplomová práce
Vypracoval:	Bc. Martin Šubrt
Kontroloval:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.



Projekt:
**MATERIÁLOVÁ OPTIMALIZACE
 BYTOVÉHO DOMU POMOCÍ BIM**

Datum:	01/2017
Formát:	2A4
Měřítko:	1:500
Zkr.před.:	Č.přílohy
DP	503

Příloha:
 Konstrukční schéma lehkého skeletu