ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019 Aleš Presl

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb

VÍCEKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ STROPNÍCH SYSTÉMŮ

AUTOR: Aleš Presl

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Karel Polák, Ph.D.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Presl Jméno: Aleš Osobní číslo: 458687

Zadávající katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vícekriteriální hodnocení stropních systémů

Název bakalářské práce anglicky: Multi-criteria evaluation of ceiling systems

Pokyny pro vypracování:
Popis pěti typů stropních systémů a metody hodnocení vhodnosti použití těchto systémů pro daný objekt.
Pro konkrétní RD zpracovat empirický návrh stropního řešení, jeho výkaz výměr a rozpočet. Zvolení zkoumaných kritérií a vytvoření dotazníku pro laickou a odbornou veřejnost ke stanovení jejich vah.
Výběr nejvhodnějšího řešení pomocí dané metody a vyhodnocení výsledků dotazníku.

Seznam doporučené literatury:
FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Karel Polák, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: _____ Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

_____ _____
Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

_____ _____
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

„*Vícekriteriální hodnocení stropních systémů* “

vypracoval samostatně s využitím literatury a informací, na něž odkazuji.

V Praze dne …… ……

podpis studenta

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce,

panu Ing. Karlu Polákovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a odborné vedení při

vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vícekriteriálním hodnocením stropních systémů při použití na reálném rodinném domě. Konkrétně jde o pět vybraných kritérií, kterými je hodnoceno pět stropních systémů. Tato kritéria jsou zohledňována na základě preferencí zjištěných z dotazníku. Hlavními výstupy práce jsou statické návrhy konstrukcí, kompletní položkový rozpočet a celkové vyhodnocení s určením nejvhodnějšího řešení.

Klíčová slova

vícekriteriální hodnocení, stropní systém, váha kritéria, statický výpočet, položkový rozpočet

Abstract

This bachelor thesis deals with multi-criteria evaluation of ceiling systems using it on real family house. Specifically, there are five selected criteria for evaluating five ceiling systems. It is taken account of the questionnaire's results when evaluating these criteria. The main outputs of the thesis are static proposal of structures, complete itemized budget and overall evaluation with determination of the most suitable solution.

Key words

multi-criteria evaluation, ceiling system, count for criteria, static calculation, itemized budget

Obsah

SEZNAM GRAFŮ A TABULEK i

SEZNAM OBRÁZKŮ A POSTUPOVÝCH DIAGRAMŮ ii

ÚVOD 1

1. POPIS ZKOUMANÉHO OBJEKTU 3

2. POPIS ZKOUMANÝCH TYPŮ STROPNÍCH SYSTÉMŮ 5

2.1. Monolitický železobetonový strop deskový 6

2.2. Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů 8

2.3. Prefa-monolitický strop deskový 10

2.4. Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek 12

2.5. Strop z keramických panelů 14

3. POPIS METODY HODNOCENÍ A ZKOUMANÝCH KRITÉRIÍ 16

3.1. Metody vícekriteriálního hodnocení 16

3.1.1. Metoda bazické varianty 17

3.2. Metody stanovení vah kritérií 19

3.2.1. Metoda alokace 100 bodů 20

3.3. Popis kritérií hodnocení 21

4. STATICKÝ VÝPOČET 23

4.1. Monolitický železobetonový strop deskový 23

4.2. Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů 24

4.3. Prefa-monolitický strop deskový 24

4.4. Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek 24

4.5. Strop z keramických panelů 25

5. ROZPOČET 26

5.1. Postup tvorby rozpočtu 26

5.2. Rekapitulace 27
6. STROPNÍ SYSTÉMY A HODNOTY KRITÉRIÍ 28
6.1. Postup k určení ceny 28
6.2. Postup k určení časové náročnosti 28
6.3. Postup k určení tepelně technických vlastností 29
6.4. Postup k určení akustických vlastností 29
6.5. Postup k určení uhlíkové stopy 29
6.6. Souhrnná tabulka jednotlivých kritérií 30
7. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ 31
8. VYHODNOCENÍ 32
ZÁVĚR 35
ZDROJE 37
PŘÍLOHY I
Příloha č. 1 - Statický výpočet I
Příloha č. 2 - Rozpočet XVIII
Příloha č. 3 - Cena XXI
Příloha č. 4 - Časová náročnost XXIII
Příloha č. 5 - Tepelně technické vlastnosti XXVI
Příloha č. 6 - Akustické vlastnosti XXVII
Příloha č. 7 - Uhlíková stopa XXVIII
Příloha č. 8 - Dotazník XXX

SEZNAM GRAFŮ A TABULEK

Graf 1 - přiřazené váhy kritérií – laická veřejnost XXX
Graf 2 - přiřazené váhy kritérií – odborná veřejnost XXXI
Tabulka 1 - stanovení vah kritérií pomocí alokace 100 bodů 20
Tabulka 2 – rekapitulace 27
Tabulka 3 - souhrn hodnot kritérií 30
Tabulka 4 – váhy kritérií – laická veřejnost 31
Tabulka 5 – váhy kritérií – odborná veřejnost 31
Tabulka 6 - shrnutí všech hodnot kritérií včetně bazické varianty 32
Tabulka 7 - hodnoty kritérií po podílové operaci s bazickou variantou vč. výsledných vah kritérií 33
Tabulka 8 - celkový počet bodů včetně pořadí - laická veřejnost 33
Tabulka 9 - celkový počet bodů včetně pořadí - odborná veřejnost 33
Tabulka 10 - celkové pořadí stropních systémů 34

SEZNAM OBRÁZKŮ A POSTUPOVÝCH DIAGRAMŮ

Obrázek 1 - možnosti ztužení desky 6
Obrázek 2 – schéma průřezů panelů Spiroll 8
Obrázek 3 - detail uložení filigránu na obvodovou stěnu 10
Obrázek 4 - průřez kompletní stropní konstrukcí..... 12
Obrázek 5 - způsob kladení vložek 12
Obrázek 6 - přehled jednotlivých součástí panelu 14
Obrázek 7 - průřezy kompletními panely..... 14
Obrázek 8 - metody vícekriteriálního hodnocení variant k převodu na bezrozměrné vyjádření 17
Obrázek 9 - přehled metod pro stanovení vah kritérií..... 19
Obrázek 10 - výpočet GWP - monolitický železobetonový strop deskový tl. 160mm XXVIII
Obrázek 11 - výpočet GWP - monolitický železobetonový strop deskový tl. 200mm XXIX
Obrázek 12 - dotazník - část 1..... XXXII
Obrázek 13 - dotazník - část 2..... XXXIII
Postupový diagram 1 – realizace monolitického železobetonového stropu deskového..... 7
Postupový diagram 2 - realizace prefabrikovaného stropu z předpjatých dutinových panelů..... 9
Postupový diagram 3 - realizace prefa-monolitického stropu deskového..... 11
Postupový diagram 4 - realizace prefa-monolitického stropu z nosníků a vložek..... 13
Postupový diagram 5 - realizace stropu z keramických panelů CZP..... 15

ÚVOD

Hlavním cílem této bakalářské práce je výběr nejvhodnějšího řešení při volbě stropní konstrukce pro konkrétní rodinný dům. Toto řešení bude zvoleno dle preferencí 20 dotázaných respondentů a použité metodiky hodnocení.

Celkem je tato práce rozdělena do osmi kapitol, z čehož první tři tvoří teoretickou část a pět tvoří praktickou část. Ta první z nich bude věnována popisu zkoumaného rodinného domu, včetně potřebné výkresové dokumentace pro zorientování se v objektu.

Druhá kapitola bude zaměřena na představení pěti vybraných stropních systémů, které budou dále předmětem zkoumání. Tyto stropní systémy budou nejprve popsány a následně technologicky znázorněny pomocí postupových diagramů.

Poslední kapitola teoretické části, tedy třetí kapitola celkově, se bude týkat metodiky hodnocení. Nejprve bude představena metoda bazické varianty, která je jednou z metod vícekriteriálního hodnocení, a navíc bude pro svou jednoduchost použita v této práci. Následně bude rozebrána metoda stanovení vah kritérií, a to konkrétně metoda alokace 100 bodů, která bude v praktické části aplikována. Poslední částí této kapitoly bude popis jednotlivých vybraných kritérií hodnocení.

První praktická a celkově čtvrtá kapitola bude věnována statickému výpočtu, a to konkrétně výsledným návrhům daných pěti stropních konstrukcí. Celý výpočet bude k nahlédnutí v Příloze č. 1.

V páté kapitole bude představena tvorba rozpočtu celé realizace zakázky a výstupy z tohoto rozpočtu vzešlé. Tyto výstupy budou zobrazeny pomocí tabulky rekapitulace. Celkový položkový rozpočet bude k vidění v Příloze č. 2.

Další, šestá kapitola, bude zaměřena na popis postupů k určování hodnot jednotlivých kritérií. Tyto hodnoty budou na závěr přehledně uvedeny v souhrnné tabulce. Aplikaci postupů určování hodnot bude možno vidět v Přílohách č. 3 až 7.

Sedmá kapitola bude věnována vyhodnocení dotazníku a následnému stanovení vah kritérií. Dotazník bude vytvořen z důvodu vnesení objektivnosti při rozhodování a bude k vidění v Příloze č. 8. Výsledné hodnoty vah jednotlivých kritérií budou uvedeny v přehledných tabulkách.

V poslední, osmé kapitole, dojde k celkovému vyhodnocení vybraných stropních systémů. Krok po kroku bude použita metoda bazické varianty až do určení nejvhodnějšího řešení z pohledu dotázaných. Všechny tyto kroky budou znázorněny pomocí tabulek. Na závěr bude shrnuto výsledné pořadí s úvahou, jaké aspekty daný stropní systém posunuly žebříčkem výše nebo naopak odsunuly níže.

1. POPIS ZKOUMANÉHO OBJEKTU

V rámci této bakalářské práce bude posuzována vhodnost použití daných stropních systémů pro konkrétní objekt. Jako tento objekt jsem zvolil stávající rodinný dům v Nýrsku č.p.552, který je architektonicky i technicky a konstrukčně napojen na vedlejší objekt č.p.547. Majitel objektu se rozhodl k provedení stavebních úprav, přístavby a nástavby rodinného domu pro zlepšení komfortu bydlení a modernizace užívání domu.

Hlavním architektonickým záměrem investora je vybudování velkého pouze výškově členěného obytného prostoru v podkroví objektu. Provedením stavebních úprav, přístavby a nástavby objektu vznikne v podkroví obytný prostor o půdorysné ploše 88,4 m^2 s dominantním proskleným štítem a krytým balkonem. Výškově je tento obytný prostor rozdělen na tři výškové úrovně. Nejnižší výškovou úroveň – +2,50 – tvoří část nad původní přístavbou vstupu a sociálních zařízení objektu. Druhou výškovou úroveň – +2,85 – tvoří podkrovní prostor nad původní obytnou částí objektu. Třetí a nejvyšší výškovou úroveň – +5,55 – tvoří galerie pro odpočinek i spánek obyvatel objektu. Celé podkroví je zastřešeno systémem dvou sedlových střech s úžlabím, ze kterého je voda odváděna oplechovanou plochou o sklonu 7 %.

V přízemí objektu jsou ve stávající obytné části s rozšířením o přístavbu objektu řešeny dva rozlehlé dětské pokoje, dále stávající pokoj s možností ubytování pro hosty a chodba se schodištěm do podkroví. Celý severní štít původní obytné části je na styku se sousedním objektem zateplen a odhlučněn přizděním zdiva z příček YTONG tl. 150 mm.

Původní přístavba vstupu a sociálních zařízení bude po rozšíření o nově přistavenou část plnit stejnou funkci jako doposud. Je zde vstup do objektu se zádveřím, předsíň se vstupem do koupelny, WC, chodby obytné části a spíže, ze které je možný vstup do podsklepené části objektu.

K původní přístavbě vstupu a sociálních zařízení v přízemí byly v minulosti přistaveny dva oddělené prostory sloužící jako kolny. Zde se investor rozhodl k provedení jakési představby zdiva s obloukovými vstupy, pro zakrytí původního neestetického vzhledu této součásti objektu.

Architektonicky jsou stavební úpravy, přístavba a nástavba stávajícího objektu řešeny tak, aby pohledově navázaly na architektonické řešení sousedního objektu. Veškerou výkresovou dokumentaci potřebnou pro zorientování se v objektu naleznete v přiložené výkresové části.

2. POPIS ZKOUMANÝCH TYPŮ STROPNÍCH SYSTÉMŮ

V této kapitole bych se rád věnoval popisu jednotlivých stropních systémů, které budu dále posuzovat ve vhodnosti použití pro konkrétní rodinný dům, který byl popsán v předchozí kapitole. Budu tedy zkoumat následujících 5 typů stropů:

- monolitický železobetonový strop deskový
- prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů
- prefa-monolitický strop deskový
- prefa-monolitický strop z nosníků a vložek
- strop z keramických panelů

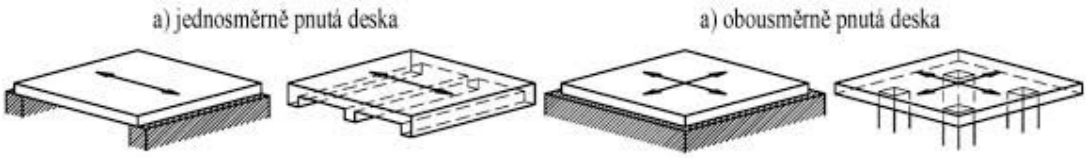
Každý systém bude jednotlivě popsán, včetně jeho předností nebo nevýhod. Na závěr popisu bude přiložen postupový diagram pro znázornění technologického postupu při realizaci daného typu stropní konstrukce.

Typy stropních systémů jsem si sám volil s přihlédnutím na současné trendy ve stavebnictví. Jak je si možné všimnout, tak 80 % zvolených stropů je tvořeno ze železobetonu, a to proto, že právě železobeton je v současnosti nejpoužívanějším materiálem pro nosné vodorovné konstrukce. Mezi jeho velké přednosti patří vysoká únosnost, požární odolnost, tuhost a trvanlivost. Na opačné straně však stojí náročná demontáž nebo demolice, horší tepelně technické vlastnosti a obtížná recyklace materiálu. Tento materiál má ještě jednu specifickou vlastnost a to, že má vysokou objemovou hmotnost, díky níž má stropní konstrukce dobré akustické vlastnosti. Nevýhodou však je vyšší zatížení na svislé konstrukce a základy.

2.1. Monolitický železobetonový strop deskový

Monolitický železobetonový strop deskový je jedním z typů monolitických železobetonových stropů, které jsou specifické tím, že se betonují přímo na místě finální polohy konstrukce v objektu. Betonáž probíhá do připraveného bednění, kde je již uložena výztuž. Beton se do bednění ukládá za pomoci zdvihacího zařízení a bádie nebo pomocí betonové pumpy. Výhodou těchto stropů je veliká variabilita, co se týče půdorysných tvarů a rozpětí. Dále tyto stropy umožňují výborné ztužení objektu v obou směrech a udržují tvarovou stabilitu. Nevýhodami však jsou například nutnost bednění a zavedení mokrého technologického procesu, s čím jsou spojeny technologické přestávky, a tedy i prodloužení doby výstavby. Monolitické stropy se z konstrukčního hlediska rozdělují na: deskové, trámové a žebrové, hřibové, se skrytými průvlaky a sklobetonové. Právě první jmenovaný typ jsem si vybral ke zkoumání.

Monolitický železobetonový strop deskový je z monolitických stropů pro stavbu tou nejjednodušší variantou, co se týče realizace. Výhodou je zde oproti ostatním typům jednoduchost bednění i vyztužení a rovný podhled. Deska může být jednosměrně vyztužená v případě uložení na protilehlé podpory nebo může být obousměrně vyztužená, pokud je uložena po celém svém obvodu.



Obrázek 1 - možnosti ztužení desky

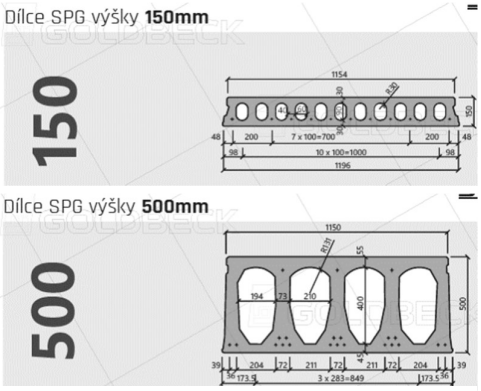
Celý proces realizace tohoto typu stropní konstrukce je znázorněn pomocí následujícího postupového diagramu, na kterém lze vidět návaznost jednotlivých úkonů. Provádění začíná převzetím pracoviště, přes zřízení bednění, armování, betonáž, odstranění bednění až po předání konstrukce. Během celého procesu je potřeba uskutečňovat kontroly kvality provádění, materiálů a bednicích dílů.

Postupový diagram 1 – realizace monolitického železobetonového stropu deskového
Zdroj: vlastní zpracování na základě Monolitických ŽB stropů – PERSTAV s.r.o.

2.2. Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

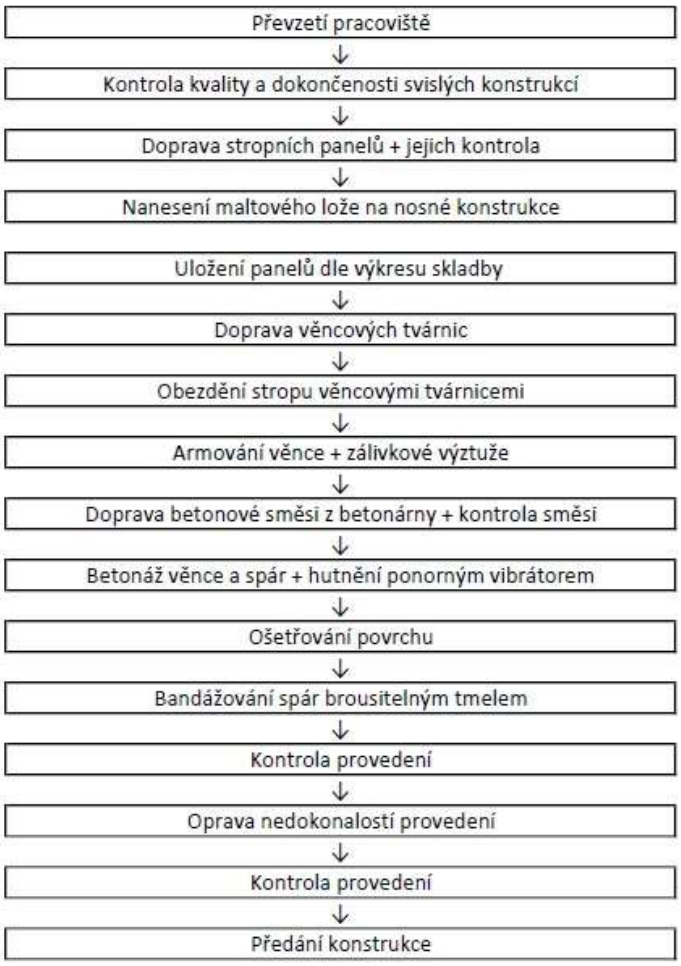
Předpjaté panely dutinové jsou jedním z druhů panelů určených pro skladbu prefabrikovaných stropů. Tyto stropy jsou typické tím, že se panely nejčastěji vyztužují pouze v jednom směru a ukládají se na protilehlé podpory. Stropní dílce se ukládají do maltového lože a po zabetonování ztužujícího věnce a styčných spár se zálivkovou výztuží se chovají jako souvislá stropní deska. Rozměry panelů se standardně pohybují do 2,4 metru šířky, 12 metrů délky a 300 milimetrů výšky. Velikost těchto dílů je ovlivněna rozpětím, zatížením a použitým materiálem. (Technická univerzita Ostrava, 2008) Výhodami prefabrikovaných stropů jsou velmi rychlá montáž s minimem pracovníků a bez podpůrné konstrukce, dále vysoká a okamžitá únosnost po montáži, přizpůsobení panelů půdorysu stavby nebo minimalizace mokrých procesů. (PREFA-PRAHA, 2019) Nevýhodami jsou například velké dopravní náklady nebo nutnost bandážování spár brousitelným tmelem. Na trhu lze najít více druhů panelů pro prefabrikované stropy, jako například panely plné, dutinové, předpjaté dutinové nebo předpjaté žebrové. (Technická univerzita Ostrava, 2008)

Pro porovnávání jsem vybral předpjaté dutinové panely Spiroll, které jsou u nás nejpoužívanějšími. Vyrábějí se v jednotné šířce 1,2 metru a výšce 150 až 500 milimetrů. Délka těchto stropních dílů se pohybuje od 6 do 12 metrů. Hlavní nosnou výztuž tvoří předpínací lana, která jsou uložena ve spodní části panelu a jsou předepnuta. Panely jsou vylehčeny kruhovými dutinami po celé jejich délce a jsou vyráběny bez prostupů. Drobné prostupy tzn. max. 150 x 250 mm lze realizovat přímo na stavbě proražením horní a dolní klenby dutin. Úložná délka panelů Spiroll je 100 milimetrů. (Betonové panely Spiroll, 2019)



Obrázek 2 – schéma průřezů panelů Spiroll
Zdroj: www.stropsystem.cz

Znázornění procesu provádění tohoto typu konstrukce lze vidět níže na postupovém diagramu, kde je zachycen sled dílčích činností. Realizace probíhá od dopravení a uložení stropních panelů, přes armování, betonáž věnce a mezipanelových spár, bandážování brousitelným tmelem až po předání hotové konstrukce. Celé zhotovování stropu podléhá určeným kontrolám, například kontrola kvality dodaných panelů a betonové směsi nebo kontrola celkového provedení.

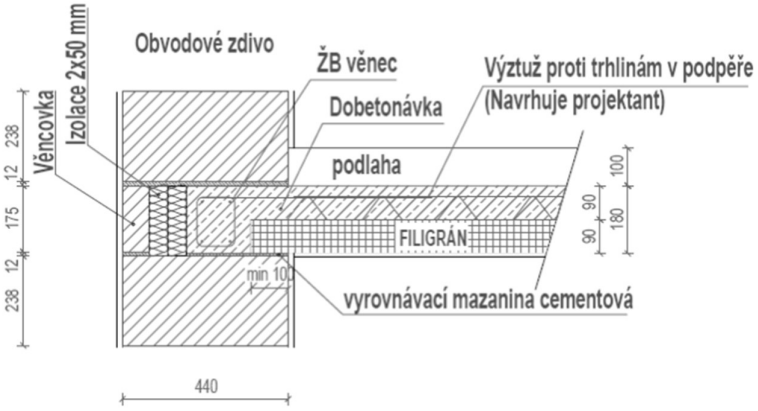


Postupový diagram 2 - realizace prefabrikovaného stropu z předpjatých dutinových panelů
Zdroj: vlastní zpracování na základě Všeobecného technického listu PSP – PREFA PRAHA

2.3. Prefa-monolitický strop deskový

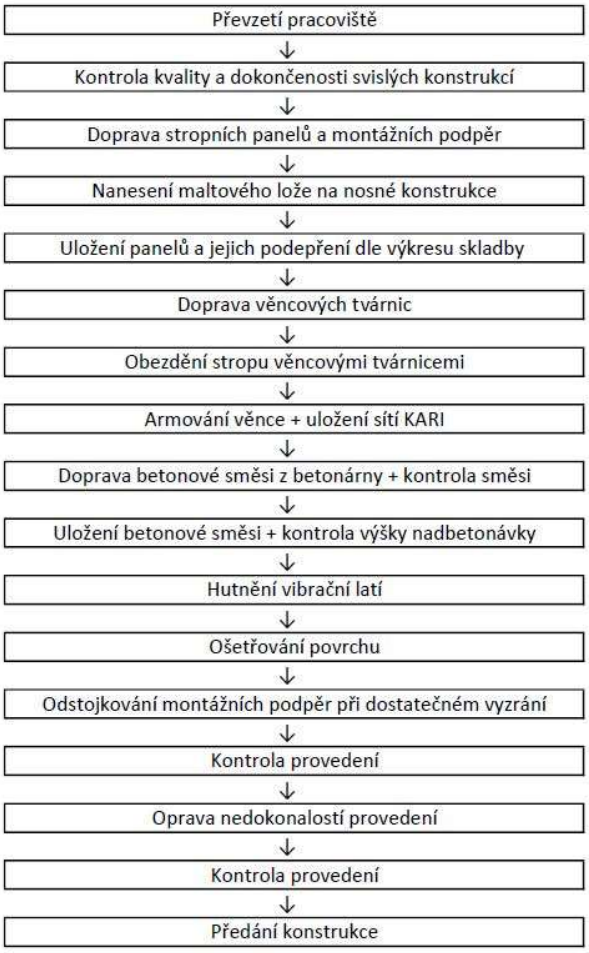
Prefa-monolitický strop deskový patří do skupiny prefa-monolitických železobetonových stropů, které se vyznačují tím, že jsou polomontovanými konstrukcemi. Zde se kombinují prefabrikované dílce s betonovou vrstvou tzv. nadbetonávkou, se kterou tvoří spřaženou konstrukci. Tyto konstrukce mají řadu výhod oproti monolitickým stropům a to, že například umožňují kratší dobu výstavby, menší pracnost, a hlavně nepotřebnost bednění. Oproti prefabrikovaným stropům mají zase výhodu v menší hmotnosti dílců, a tedy i v jednodušší manipulovatelnosti s nimi nebo v nákladnosti na dopravu. Tyto stropy mají také nevýhody, mezi které patří nutnost podepření dílců, menší variabilita půdorysných tvarů nebo zavedení mokrého procesu na stavbě, a tedy i technologické přestávky. Používají se nejčastěji dva typy těchto stropů a to: prefa-monolitický strop deskový a prefa-monolitický strop z nosníků a vložek. Pro mé zkoumání jsem si vybral oba tyto druhy a nejprve rozeberu první zmíněný strop.

Prefa-monolitický strop deskový je tvořen velkoplošnou prefabrikovanou deskou, která zastává funkci ztraceného bednění. Těmto konstrukcím se také říká stropy typu Filigrán, které jsou tvořeny z desky s vyčnívající prostorovou příhradovou výztuží, která spolupůsobí s nadbetonovanou monolitickou vrstvou a tvoří tak spřaženou nosnou konstrukci. Podhledová plocha desky je rovná, ale horní plocha je zdrsněná, kvůli lepší soudržnosti s betonovou vrstvou. Desky se ukládají do maltového lože a musejí být podepřeny do doby, než bude mít monolitická část dostatečnou pevnost. (Technická univerzita Ostrava, 2008) Filigránové desky se vyrábějí do maximální délky 7,5 metru. Šířka desky se pohybuje od 0,3 do 2,4 metru a její výška s nadbetonávkou je buď 180 nebo 250 milimetrů. (LiaStrop, 2019)



Obrázek 3 - detail uložení filigránu na obvodovou stěnu
Zdroj: Technická příručka – Stropní systémy Liastrop

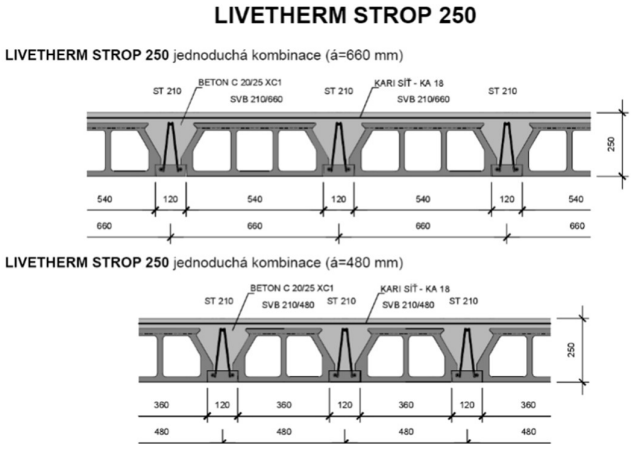
Proces realizace tohoto typu stropu lze vidět na následujícím postupovém digramu, ze kterého je patrná kontinuita jednotlivých úkonů. Postup probíhá od klasického převzetí pracoviště, přes připravení maltového lože, uložení panelů a jejich podepření, armování, betonáže a hutnění až po finální kontrolu provedení a předání konstrukce. Celé zhotovení stropu podléhá jako předchozí konstrukce stejným kontrolám a to, kontrole kvality materiálů, stropních desek nebo správnosti provedení armatury.



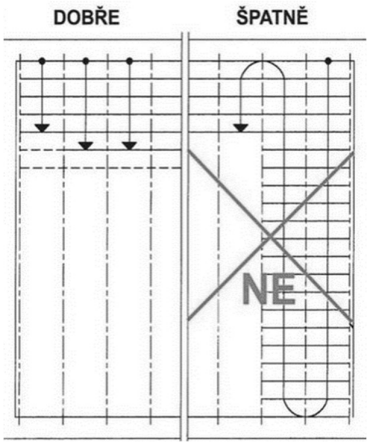
Postupový diagram 3 - realizace prefa-monolitického stropu deskového
Zdroj: vlastní zpracování na základě Technické příručky – Stropní systémy Liastrop

2.4. Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek, jak již bylo zmíněno, je jedním ze dvou nejčastěji používaných prefa-monolitických železobetonových stropů, které již byly obecně popsány výše. Ke zkoumání jsem vybral konkrétní stropní systém Livetherm, který se skládá z betonových stropních trámců o délce 1,6 až 8,2 metru, které se osově kladou 480 nebo 660 milimetrů od sebe. Trámec tvoří betonový nosník s vyčnívající příhradovou prostorovou výztuží, díky které dojde ke spřažení s betonovou vrstvou. Mezi tyto trámce se vkládají betonové stropní vložky o výškách 160, 210 a 260 milimetrů a šířce 250 milimetrů. Zde se také mohou vkládat stropní destičky o výšce 70 milimetrů a šířce 250 milimetrů. Tyto destičky se používají v blízkosti ztužujícího věnce, čímž mu poskytnou potřebný prostor pro uložení a krytí výztuže. Kladení vložek a destiček je možné provádět pouze rovnoměrně po celé ploše, jinak by mohlo dojít k vybočení stropních trámců. Do osazených stropních vložek v prvním poli, nejblíže ztužujícímu věnci, se vkládají polystyrenové ucpávky proti vniknutí betonu při následné betonáži.

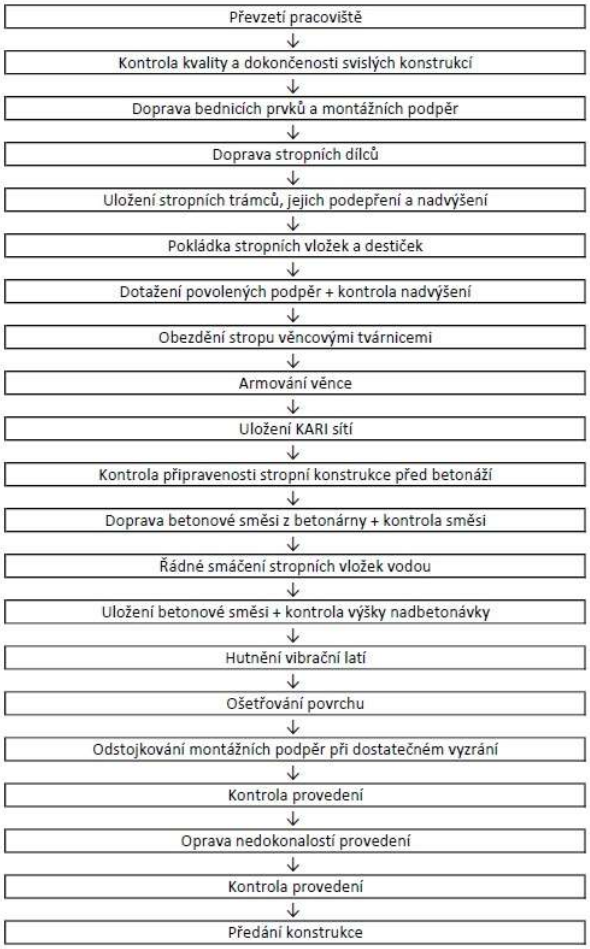


Obrázek 4 - průřez kompletní stropní konstrukcí
Zdroj: Katalogový list – Betonové stavby-Group s.r.o. Klatovy



Obrázek 5 - způsob kladení vložek
Zdroj: Montážní návod – Livetherm strop

Průběh montáže stropu Livetherm je znázorněn pomocí následujícího postupového diagramu, na kterém lze vidět přehled činností, které je potřeba provést v uvedeném pořadí. Při samotné montáži začínáme usazování stropních trámců pomocí zdvihací techniky. Zde je důležitá poloha usazení trámců podle výkresu skladby a jejich následné nadvýšení. To je stanoveno v polovině trámce jako jedna tří setina rozpětí neboli světlosti svislých nosných konstrukcí. Pouze poloviční nadvýšení je požadováno pro první trámce podél zdi vzdálené od 150 do 570 milimetrů. Trámce, které jsou uloženy blíže než 150 milimetrů nijak nenadvyšujeme. Následuje ruční pokládka stropních vložek a destiček podle pravidel kladení, dále armování věnce, obezdění stropu věncovkami a uložení KARI sítí. Před samotnou betonáží je potřeba řádně smočit stropní vložky, kvůli nežádoucí absorpci vody z betonové směsi. Po betonáži je nutné směs řádně zhutnit vibrační latí a ošetřovat kropením nebo přikrytím folií. Při celém procesu je opět nutné provádět kontroly kvality dodaných dílů, betonové směsi nebo kontroly výšky nadbetonávky. (Betonové stavby - Group s.r.o., 2016)

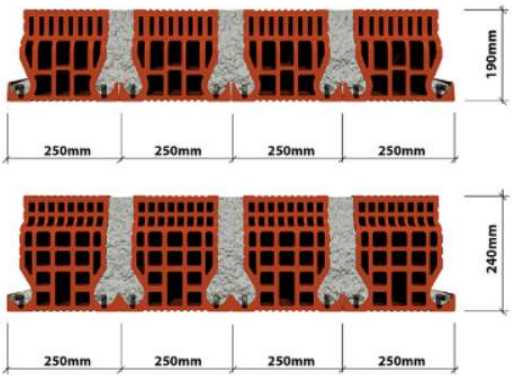


Postupový diagram 4 - realizace prefa-monolitického stropu z nosníků a vložek
Zdroj: vlastní zpracování na základě Montážního návodu – Livetherm strop

2.5. Strop z keramických panelů

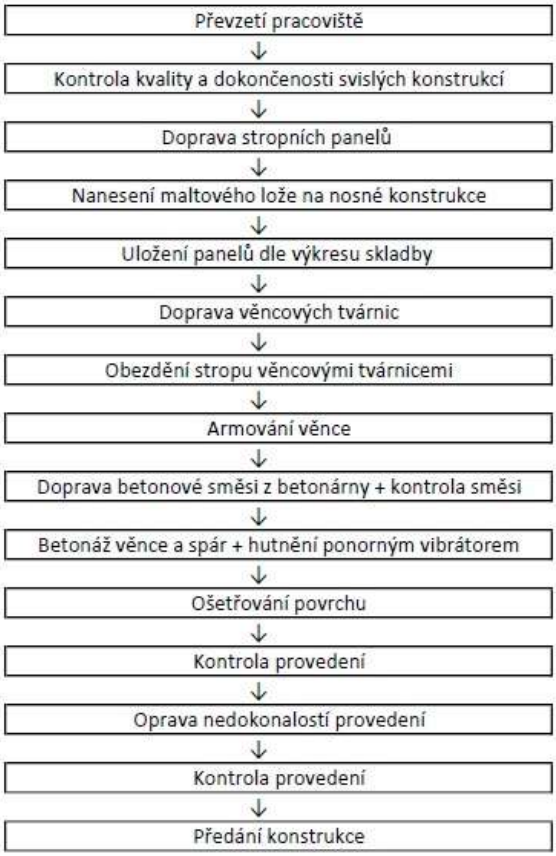
Strop z keramických panelů je, vedle stropu z keramických povalů a stropu z keramických nosníků a vložek, třetím typem keramických stropů. Ty se vyznačují svou lehkostí a dobrými tepelně izolačními vlastnostmi. Keramické stropní panely se skládají ze dvou či více řad dutých keramických tvarovek, kde se do jejich podélných spár vkládá nosná výztuž, která se zabetonuje na úroveň horního líce tvarovek. Po vytvrdnutí je vytvořen plošný prefabrikát, připravený pro montáž. Ke zkoumání jsem si vybral stropní systém společnosti CZP. Stropní panely se standardně vyrábějí v délkách od 0,3 do 8,1 metru, ve třech modulových šířkách a to 500, 750 a 1000 milimetrů a výšce 190 nebo 240 milimetrů. Výhodami tohoto typu stropu je výroba panelů na míru přesně podle tvaru konkrétní budovy, a tím i velmi rychlá pokládka stropu. Další předností je samonosnost panelu, který je ihned po uložení pochozí a má 75 % udávané tabulkové nosnosti. Ocel, kterou se panely vyztužují, v čelech vyčnívá o 100 milimetrů z důvodu možnosti navázání na armaturu ztužujícího věnce. Úložná délka panelu na maltu je minimálně 70 milimetrů. (CZP stropy, 2017)

Obrázek 6 – přehled jednotlivých součástí panelu
Zdroj: www.czp.cz



Obrázek 7 - průřezy kompletními panely
Zdroj: www.czp.cz

Z následujícího postupového diagramu lze vidět průběh realizace keramické stropní konstrukce z panelů. Po převzetí pracoviště a následných dvou činnostech je potřeba nanést maltu na nosné svislé konstrukce, kam se uloží panely přímo z nákladního automobilu, takže nejsou potřeba žádné skladovací prostory na staveništi. Dále se vyarmuje věnec a obezdí strop věncovými tvárnicemi, na což navazuje betonáž věnce a spár mezi jednotlivými panely, čímž se vytvoří kompaktní stropní konstrukce. Po vyzrání konstrukce dojde k jejímu předání. (CZP stropy, 2017)



Postupový diagram 5 - realizace stropu z keramických panelů CZP
Zdroj: vlastní zpracování na základě Montážních pokynů panelů CZ-JW

3. POPIS METODY HODNOCENÍ A ZKOUMANÝCH KRITÉRIÍ

Tato kapitola bude věnována popisu metody hodnocení, kterou se bude rozhodovat o vhodnosti použití daného stropního systému pro konkrétní objekt. Budou představeny možnosti stanovení vah kritérií a mnou vybraná možnost bude detailněji rozebrána. Dále budou definována konkrétní vybraná kritéria, která jsou pro tuto metodu nezbytně nutná.

3.1. Metody vícekriteriálního hodnocení

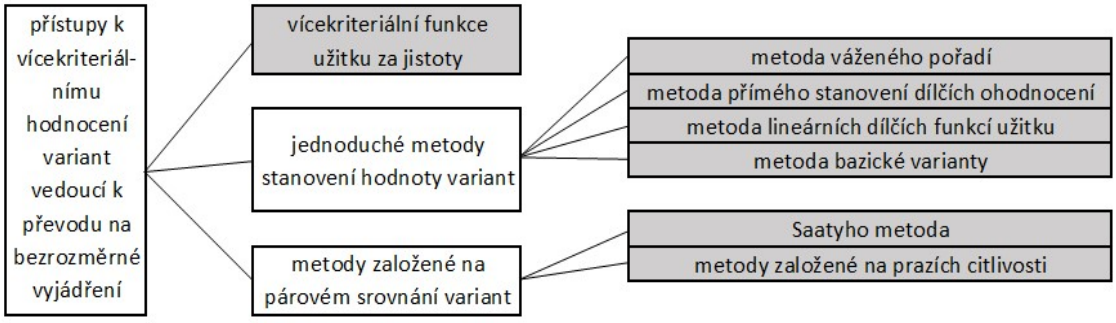
Metody vícekriteriálního hodnocení jsou jednou z možností, jak hodnotit varianty rozhodování. Hlavním hlediskem při vyhodnocování možných variant je počet zkoumaných kritérií. Obtížnost vyhodnocování roste s počtem kritérií. Nejjednodušší metodou je tedy monokriteriální rozhodování, které se v praxi spíše neaplikuje, kvůli své nepříliš rozsáhlé použitelnosti. Tento způsob hodnocení lze použít například u vyhodnocování investice, kde jediným kritériem je ziskovost vloženého kapitálu. V tomto případě stačí pouze seřadit varianty podle hodnot tohoto kritéria a varianta s nejvyšší hodnotou je zvolena jako nejvhodnější. Pokud však hodnotíme kritérium charakteru nákladů, je nejvhodnější variantou zvolena ta, která má nejnižší hodnotu tohoto kritéria.

V praxi je požadováno daleko častěji řešení vyhodnocení variant z více hledisek, tedy hodnocení vícekriteriální. Složitost tohoto hodnocení neplyne však pouze z počtu kritérií, ale také z toho, jak jsou jednotlivá kritéria vyjádřena. Jde o častý případ, kdy nějaká kritéria jsou vyjádřena kvantitativním, číselným způsobem a jiná naopak kvalitativním, slovním popisem. Problém však může nastat i v případě jednotného vyjádření, a dokonce i stejné jednotky. Pro přiblížení problému udám příklad vyhodnocení investice do výrobního stroje. Počet vyrobených kusů za hodinu a počet zmetků na 1000 vyrobených kusů jsou oboje kritéria vyjádřena v kusech, ale přesto je nelze spolu sečíst.

Na konci metody je sestaven žebříček s uspořádáním variant podle výhodnosti použití. Výsledkem procesu vyhodnocení je určení takové varianty, která nejlépe splňuje požadavky a je pro použití přípustná. Může se tedy stát, že nejlepší možností nebude zvolena právě ta první, nýbrž nějaká jiná z prvních míst žebříčku. Důvodem zvolení jiné varianty, než té první v pořadí může být například nesplnitelnost požadovaných cílů nebo překročení okrajových podmínek, nejčastěji nedostatek finančních zdrojů. Předností této metody je poskytnutí investorovi posouzení všech variant ze všech možných hledisek, a díky tomu usnadnění rozhodování. Dále nutí investora k zamyšlení nad důležitostí jednotlivých kritérií pro řešený problém. (Fotr J., 2010)

3.1.1. Metoda bazické varianty

Z níže uvedeného obrázku lze vidět, že metoda bazické varianty je jedním typem ze skupiny jednoduchých metod stanovení hodnoty variant, které jsou zjednodušenou verzí tzv. vícekriteriální funkce užitku za jistoty. Tuto metodu jsem vybral pro svou jednoduchost, přehlednost a srozumitelnost.



Obrázek 8 - metody vícekriteriálního hodnocení variant k převodu na bezrozměrné vyjádření
Zdroj: vlastní zpracování na základě: Manažerské rozhodování; Fotr, Švecová a kol. (2010)

Tato metoda vychází z porovnání hodnot varianty s hodnotami tzv. bazické varianty, která se obvykle stanovuje jako výběr nejlepších hodnot kritérií ze všech zkoumaných variant. Kritéria mohou být buď typu výnosového, nebo nákladového. V případě typu výnosového se dílčího ohodnocení varianty dosáhne poměrem hodnoty kritéria ku hodnotě kritéria bazické varianty, viz následující vzorec. Hodnota kritéria bazické varianty je tou nejvyšší ze všech. Lze uvést na příkladu tepelného odporu konstrukce. Čím je tepelný odpor větší, tím má konstrukce lepší tepelně technické vlastnosti.

$$dílčí\ ohodnocení = \frac{hodnota\ kritéria}{hodnota\ kritéria\ bazické\ varianty}$$

Pro typ nákladový se dílčího ohodnocení dosáhne obráceným poměrem, viz následující vzorec. Je to dáno tím, že dílčí ohodnocení nemůže být větší než 1,0. Oproti typu výnosovému je hodnota kritéria bazické varianty tou nejnižší ze všech. Příklad takového kritéria je doba výstavby, která je lepší, když je kratší než delší.

$$dílčí\ ohodnocení = \frac{hodnota\ kritéria\ bazické\ varianty}{hodnota\ kritéria}$$

Následně se toto vypočtené dílčí ohodnocení vynásobí stanovenou váhou daného kritéria. Výsledkem této operace vzniknou koeficienty pro danou variantu a konkrétní kritérium. Nyní pouze stačí sečíst všechny koeficienty u každé varianty zvlášť a seřadit varianty od největší sumy koeficientů k sumě nejmenší. Vzniklé pořadí variant je zároveň výsledným pořadím výhodnosti použití. (Fotr J., 2010)

3.2.Metody stanovení vah kritérií

Jak již bylo zmíněno výše, tak metody vícekriteriálního hodnocení jsou založeny na posuzování variant pomocí určitých kritérií. Ve většině případech si však všechna kritéria nejsou rovna, některá jsou více důležitá a některá méně. Právě k rozlišení významnosti kritérií slouží metody stanovení vah. Váhy kritérií jsou číselným vyjádřením důležitosti z pohledu, ze kterého to vidí investor. To hledisko, které rozhodovatel považuje za nejpodstatnější má váhu nejvyšší. Naopak hledisko, které je z pohledu investora nejméně významné má váhu nejnižší. Pro získání použitelného tvaru hodnot vah, je obvykle nutné váhy znormovat a to tak, že jejich součet bude roven 1. Metody stanovení vah se rozdělují na dvě kategorie, na metody přímého stanovení vah a na metody založené na párovém srovnávání. Přehled všech dostupných metod lze vidět na následujícím obrázku. (Fotr J., 2010)

Obrázek 9 - přehled metod pro stanovení vah kritérií
Zdroj: vlastní zpracování na základě: Manažerské rozhodování; Fotr, Švecová a kol. (2010)

3.2.1. Metoda alokace 100 bodů

Pro stanovení vah kritérií jsem vybral metodu alokace 100 bodů, protože mi přijde velmi jednoduchá a přehledná. Je jednou ze tří metod tzv. přímého stanovení vah a to znamená, že k posuzování důležitosti kritérií dochází přímo. Postup této metody není příliš složitý. Jde o to, že hodnotitel dostane k dispozici 100 bodů, které rozdělí mezi jednotlivá kritéria s přihlédnutím na významnost každého z nich. Důležité u této metody je, aby součet rozdělených bodů u všech kritérií byl přesně 100 bodů. Pro lepší orientaci, jak metoda vypadá a funguje, poslouží níže přiložená tabulka.

Kritérium	**Počet bodů (nenormovaná váha)**	**Normovaná váha**
Kritérium 1	18	0,18
Kritérium 2	24	0,24
Kritérium 3	10	0,10
Kritérium 4	32	0,32
Kritérium 5	16	0,16
Součet	**100**	**1,00**

Tabulka 1 - stanovení vah kritérií pomocí alokace 100 bodů
Zdroj: vlastní zpracování

Tato metoda je v praxi použitelná i pouze pro jediného hodnotitele, nejčastěji investora. Tato varianta však pro řešení v rámci mé práce není příliš adekvátní z důvodu vnesení subjektivního, nikoli objektivního pohledu. Proto jsem vytvořil dotazník, ve kterém oslovení respondenti alokují svých 100 bodů mezi daná kritéria. Díky tomuto dotazníku bude zamezeno subjektivnímu a zkreslenému vyhodnocení.

3.3. Popis kritérií hodnocení

Pro stanovení kritérií hodnocení je nejdůležitější určení cílů, kterých chce rozhodovatel dosáhnout. Tato kritéria jsou totiž pouhým nástrojem pro stanovení míry splnění těchto cílů danými variantami. Tedy každému cíli, který je pro rozhodovatele důležitý, musí být přiřazeno nějaké kritérium hodnocení. (Fotr J., 2010) Tato práce je zaměřena na hodnocení variant stropních systémů, a proto jsem zvolil těchto 5 kritérií hodnocení:

- cena
- časová náročnost
- tepelně technické vlastnosti
- akustické vlastnosti
- uhlíková stopa

Tato kritéria budou nyní popsána pro jejich přiblížení a následně budou sloužit jako vyhodnocovací nástroj při rozhodování o vhodnosti použití daného stropního systému pro již představený rodinný dům.

Jako první kritérium jsem vybral cenu, jelikož je to z mého pohledu velmi důležitý aspekt při rozhodování. Jde o peněžní částku, která je účtována za určitý výrobek, v našem případě půjde o částku za stropní konstrukci. V této částce mohou být zahrnuty například náklady na výrobu prefabrikátů, náklady na materiál nebo náklady na montáž. Cena bude udána v [Kč].

Druhým kritériem jsem zvolil časovou náročnost zhotovení stropní konstrukce. Konkrétně se jedná o její dobu realizace, včetně případné technologické přestávky. Je to čas, který uběhne od převzetí pracoviště do předání konstrukce pro navazující procesy výstavby objektu. Tento čas bude udáván v [h].

Za kritérium číslo tři jsem vybral tepelně technické vlastnosti, protože je to v mých očích velmi důležitý atribut konstrukce. Jedná se o schopnost konstrukce zadržet teplo uvnitř objektu a odizolovat ho od vnějších chladnějších prostor. Tyto vlastnosti se budou posuzovat pomocí hodnot tepelného odporu každé konstrukce. Tyto hodnoty budou udány v [m^2.K/W].

Kritériem čtvrtým jsou akustické vlastnosti. Konkrétně jde o vzduchovou neprůzvučnost. Vzduchová neprůzvučnost znamená, že konstrukce brání přenosu akustického výkonu ze sousedních místností. Čím je hodnota vzduchové neprůzvučnosti vyšší, tím má konstrukce lepší zvukově izolační schopnosti. Tato vlastnost je udávána v [dB]. (Nováček, Stavební neprůzvučnost, 2019)

Pátým a posledním kritériem byla mnou zvolena uhlíková stopa. Konkrétně jde o GWP (Global Warming Potential), tedy potenciál globálního oteplování. U konstrukcí se hodnotí množství svázaných ekvivalentních emisí CO_2 vyprodukovaných během celého životního cyklu daného výrobku. Ekvivalentní lze vysvětlit tak, že nejde pouze o emise CO_2, ale i jiných plynů, například metanu. Tyto plyny způsobují skleníkový efekt, a právě tento efekt ostatních plynů je přepočítáván na efekt způsobený CO_2. Proto se potenciál globálního oteplování, v případě vodorovných konstrukcí, nejčastěji udává pouze v [kg CO_2/m^2]. (Hodková, 2019)

4. STATICKÝ VÝPOČET

V této kapitole budou shrnuty jednotlivé návrhy stropních konstrukcí, které vzešly ze statického výpočtu, viz Příloha č. 1. Empirický návrh jsem pro tento objekt posoudil jako nevyhovující a nedostatečný z důvodu existence bodových zatížení. Tato zatížení, která jsou způsobena tíhou střechy, zatížení sněhem a větrem, jsou přenášena přes vaznice do sloupů, které jsou opřeny do navrhovaných stropních konstrukcí. Právě proto jsem usoudil, že empirický návrh by pro tento případ nebyl adekvátním řešením.

Ve statickém výpočtu byla řešena dvě nejnepříznivější místa, která vyplývala z dispozice. Ve variantě A byla lokální síla o velikosti 41,055 kN a světlý rozpon mezi podporami roven 3,8 metru. Zde bylo počítáno s navátým sněhem v úžlabí mezi dvěma sedlovými střechami. Ve variantě B byla velikost bodového zatížení menší, a to 33,302 kN. Naopak světlý rozpon byl o 1,15 metru větší, tedy 4,95 metru. V této variantě se zohledňovalo jak zatížení sněhem, tak zatížení větrem kvůli jeho přitěžujícím účinkům. V obou variantách byla určena stejná skladba podlahy, až na nášlapnou vrstvu. Zatímco ve variantě A byla navržena finální vrstva z PVC, tak ve variantě B byla zvolena keramická dlažba. Způsob navrhování konstrukcí byl konzultován na katedře K133, katedra betonových a zděných konstrukcí, s panem Ing. Petrem Bílým, Ph.D.

4.1. Monolitický železobetonový strop deskový

Ve variantě A byla navržena tloušťka stropní desky na hodnotu 160 mm. Vyztužení v metr širokém pásu pod sloupem bylo vypočteno na 11 ocelových lan průměru 12 mm. V oblasti mimo sloup bude dle výpočtu stačit 6 ocelových lan průměru 7 mm na metr šířky.

Pro variantu B byla tloušťka desky stanovena na hodnotu 200 mm. V metrovém pásu pod sloupem byla spočtena potřeba 12 ocelových lan průměru 10 mm. Mimo sloup stačí desku vyztužit 7 ocelovými lany průměru 7 mm na metr šířky.

Obě varianty budou doplněné o horní výztuž v podobě KARI sítí 5x150x150. Pro návrh obou variant byl uvažován beton C30/37 a ocel B500B.

4.2. Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

U návrhu tohoto stropu došlo ke shodě varianty A s variantou B. Pro oblast pod sloupem je vhodné zvolit 200 mm vysoký panel PPD 207, který má ve spodní části 7 předepnutých ocelových lan průměru 9,3 mm. Mimo sloup však postačí sice stejně vysoký, avšak méně vyztužený panel. Navrhl jsem panel PPD 205, který má 5 předepnutých ocelových lan průměru 9,3 mm. Oba typy panelů poskytuje společnost Prefa Brno a.s., která má i vhodné materiály pro navrhování těchto vodorovných konstrukcí.

4.3. Prefa-monolitický strop deskový

V tomto případě jsem využil Technické příručky – podklady pro navrhování společnosti Lias Vintířov, LSM, k.s. Ve variantě A byla navržena filigránová deska výšky 90 mm s následnou dobetonávkou z Liaporbetonu výšky 90 mm. Celková výška je tedy 180 mm. Stropní konstrukce je vyztužena KARI sítí Q188 a přídavnou výztuží průměru 6 mm po 250 mm.

Ve variantě B je taktéž navržena prefa-monolitická deska výšky 180 mm, avšak přídavná výztuž je průměru 10 mm a je rozmístěna po 125 mm.

4.4. Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Návrh tohoto stropního systému jsem prováděl ve volně dostupné aplikaci společnosti Betonové stavby Group s.r.o. Klatovy. Tato aplikace pro statický výpočet mi byla doporučena při telefonické konzultaci se statikem této společnosti. Navržené dimenze a prostředí aplikace lze vidět v Příloze č. 1, a to v příslušné podkapitole.

Navržená tloušťka stropu u varianty A je 250 mm. V oblasti pod sloupem jsou 4 nosníky, které jsou vyztuženy 2 ocelovými lany průměru 10 mm. Mimo sloup je dostačující systém 1+1+1+1+1 s osovou vzdáleností nosníků 660 mm, které jsou také vyztužené 2 ocelovými lany průměru 10 mm.

U varianty B je tloušťka stropu také 250 mm, ale pod sloupem je nutné pouze ztrojení nosníků, které jsou však vyztuženy 2 ocelovými lany průměru 14 mm. Tyto nosníky jsou použity i v oblasti mimo sloup, avšak v klasickém rastru 1+1+1+1+1 s osovou vzdáleností nosníků 660 mm.

4.5. Strop z keramických panelů

Při návrhu tohoto stropu jsem čerpal z e-mailových konzultací s paní Ing. Kateřinou Mairichovou ze společnosti CZP stropy s.r.o., která mi poskytla dostatek informací pro potřebu návrhu. Řešení u tohoto typu stropu spočívá v tom, že pod bodovým zatížením se navrhne železobetonový trám, který je součástí panelu.

Výpočet tedy obsahuje pouze posouzení navrženého železobetonového trámu, neboť společnost CZP stropy s.r.o. zaručuje únosnost čistého užitného zatížení hodnotou 4 kN/m^2. Posuzovaný trám má výšku 190 mm a šířku 500 mm. Ohybová výztuž byla spočítána na 6 ocelových lan průměru 14 mm a funkci smykové výztuže budou plnit třmínky dvoustřižné průměru 8 mm, které budou rozmístěné po 110 mm.

5. ROZPOČET

V této kapitole bude představena tvorba rozpočtu a jeho výstupy. Rozpočet byl vytvořen nejen pro představu, za jakou částku by bylo možné realizaci objektu provést, ale hlavně jakou poměrnou finanční část z této zakázky tvoří právě stropní konstrukce. Částky jsou uváděny v korunách českých bez DPH. Díky rozpočtu si je možné utvořit více komplexnější pohled na daný problém.

5.1. Postup tvorby rozpočtu

Z důvodu chybějícího rozpočtu v poskytnuté dokumentaci k projektu bylo nutné vytvořit celý rozpočet, a to včetně výkazu výměr. Tento výkaz výměr byl tvořen z dostupné, pouze papírové projektové dokumentace a hodnoty položek byly zaznamenávány do rozpočtářského systému. Pro potřeby této práce byl vybrán systém euroCALC 3 z důvodu existence předchozích zkušeností s tímto softwarem. Jedná se o ucelený systém pro přípravu, realizaci a monitoring stavebních zakázek, který pracuje s cenovou soustavou ÚRS. (Callida, 2019) Kalkulace byla provedena na veškeré práce a materiály, které byly pro realizaci nezbytné. Jednalo se například o bourací práce části původního objektu, zemní práce, hrubou stavbu, úpravy povrchů nebo provedení inženýrských sítí. Skladby všech konstrukcí a jejich dimenze byly převzaté z technické zprávy a papírové výkresové dokumentace.

5.2. Rekapitulace

Po vypočítání výkazu výměr a souběžném vytvoření rozpočtu bylo zjištěno, že cena zakázky této realizace činí 2 605 438 korun českých bez DPH. Cena stropní konstrukce je 204 507 korun českých bez DPH, tedy přibližně 7,85% celkové částky. Výstupem této části práce je položkový rozpočet, který lze vidět v Příloze č. 2 a rekapitulace, která je přiložena níže.

Stav	Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
165	SO_01: Stavební objekt 01	2 605 438	220,546	547 142	3 152 580
5	001: Zemní práce	17 410	-	3 656	21 066
9	002: Základy	108 544	40,988	22 794	131 338
11	003: Svislé konstrukce	405 347	45,284	85 123	490 470
14	004: Vodorovné konstrukce	266 371	43,679	55 938	322 309
18	006: Úpravy povrchu	305 950	63,891	64 250	370 200
11	009: Ostatní konstrukce a práce	113 263	0,009	23 785	137 048
5	099: Přesun hmot HSV	76 154	-	15 992	92 146
4	711: Izolace proti vodě a vlhkosti	29 507	0,590	6 196	35 703
9	713: Izolace tepelné	91 115	2,418	19 134	110 249
3	721: Vnitřní kanalizace	8 161	0,014	1 714	9 875
3	722: Vnitřní vodovod	15 229	0,036	3 198	18 427
1	723: Vnitřní plynovod	5 650	0,044	1 187	6 837
1	731: Ústřední vytápění - kotelny	30 493	0,124	6 404	36 897
6	733: Ústřední vytápění - rozvodné potrubí	58 407	0,142	12 265	70 672
2	735: Ústřední vytápění - otopná tělesa	81 708	0,645	17 159	98 867
7	762: Konstrukce tesařské	132 340	4,511	27 791	160 131
2	764: Konstrukce klempířské	14 311	0,107	3 005	17 316
12	765: Krytiny skládané	135 613	7,089	28 479	164 092
21	766: Konstrukce truhlářské	189 190	1,661	39 730	228 920
6	771: Podlahy z dlaždic	76 965	4,774	16 163	93 128
2	776: Podlahy povlakové	78 781	0,359	16 544	95 325
6	781: Obklady	42 773	2,220	8 982	51 755
1	784: Malby	8 123	0,065	1 706	9 829
3	795: Lokální vytápění	83 064	1,897	17 443	100 507
3	TZ1: Stavební instalace	230 000	-	48 300	278 300
165		2 605 438	220,546	547 142	3 152 580

Tabulka 2 – rekapitulace
Zdroj: vlastní zpracování pomocí softwaru euroCALC 3

6. STROPNÍ SYSTÉMY A HODNOTY KRITÉRIÍ

Tato kapitola bude věnována konkrétním vybraným stropním systémům a hodnotám jejich kritérií. Bude zde objasněn postup, jak bylo dosaženo konečných hodnot všech kritérií u každého stropu. Tyto konečné hodnoty zde budou přehledně uvedeny v souhrnné tabulce.

6.1. Postup k určení ceny

Cena byla určována pomocí softwaru euroCALC 3, ve kterém byl zpracován také kompletní rozpočet celé realizace, jak již bylo zmíněno. Pro jednotlivé stropní systémy byly počítány výkazy výměr, ze kterých byly následně vytvořeny jednotlivé rozpočty. Veškeré ceny jsou udávány bez DPH a jsou obsahem cenové soustavy ÚRS. Detailní rozpočet u každého typu stropu lze vidět v Příloze č. 3.

6.2. Postup k určení časové náročnosti

Časová náročnost byla zpracována také pomocí softwaru euroCALC 3, konkrétně pomocí ním udávaných normohodin (Nh) pro jednotlivé činnosti při realizaci stropní konstrukce. Z vypočtených dob dílčích činností byly vytvořeny jednotlivé časové plány pro dané realizace stropů. U těchto harmonogramů bylo počítáno s 8 hodinami pracovního výkonu za den. Ve výsledném čase je zahrnuta doba od zahájení prací týkajících se stropní konstrukce, až po umožnění nástupu následné činnosti, v našem případě zdění svislých konstrukcí. Výpočet dob trvání dílčích činností a jednotlivé harmonogramy lze vidět v Příloze č. 4.

6.3. Postup k určení tepelně technických vlastností

Tepelně technické vlastnosti konstrukcí budou posuzovány pomocí hodnot tepelného odporu každého systému. Tyto hodnoty budou vzaty z technických listů výrobců, kteří dané stropní konstrukce provádějí. Hodnoty tepelného odporu a názvy konkrétních výrobců daných stropů lze najít v Příloze č. 5.

6.4. Postup k určení akustických vlastností

Akustické vlastnosti budou určovány pomocí hodnot vzduchové neprůzvučnosti. Tato hodnota bude taktéž vypsána z technických listů daných výrobců. Jednotlivé hodnoty lze vidět v Příloze č. 6.

6.5. Postup k určení uhlíkové stopy

Uhlíková stopa bude určena podle katalogu stavebních materiálů a konstrukcí, který je k dispozici na webových stránkách www.envimat.cz. Do tohoto katalogu budou vkládány hodnoty podílů jednotlivých prvků konstrukce, které bylo předtím potřeba spočítat. U tohoto výpočtu bylo čerpáno ze známých objemových hmotností materiálů a taktéž z technických listů výrobců daných systémů. Výpočet a výsledné hodnoty lze vidět v Příloze č. 7.

6.6. Souhrnná tabulka jednotlivých kritérií

Níže uvedená tabulka shrnuje veškeré vypočtené a získané hodnoty kritérií jednotlivých stropních systémů. S touto tabulkou se bude nadále pracovat při vyhodnocování a výběru nejvhodnějšího systému pro daný rodinný dům.

	Kritérium				
	Cena [Kč]	Časová náročnost [h]	Tepelně tech. vl. [m^2.K/W]	Akustické vl. [dB]	Uhlíková stopa [kg CO_2]
Monolitický železobetonový strop deskový	176 641	112	0,1013	55	8644,3
Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů	174 986	72	0,19	49	3407,6
Prefa-monolitický strop deskový	173 270	120	0,2854	45	12611,5
Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek	223 931	136	0,21	54	4522,1
Strop z keramických panelů	221 310	56	0,4147	44	5998,5

Tabulka 3 - souhrn hodnot kritérií
Zdroj: vlastní zpracování

7. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ

Pro stanovení vah kritérií byla vybrána, jak již bylo zmíněno, metoda alokace 100 bodů. Pro zachování objektivnosti výstupů bylo osloveno 20 respondentů, a to konkrétně 10 lidí z laické veřejnosti a 10 lidí z veřejnosti odborné v oblasti stavebnictví. Všichni oslovení rozdělili svých 100 bodů mezi daných 5 kritérií s ohledem na subjektivně považovanou důležitost každého kritéria. Celý dotazník, včetně zadání a výstupů, lze vidět v Příloze č. 8. Tabulky se zpracovanými odpověďmi respondentů je možno vidět níže.

LAICKÁ VEŘEJNOST

Hodnotitel	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
Kritérium	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	**Celková normovaná váha**
Cena	28	0,28	35	0,35	30	0,30	30	0,30	30	0,30	20	0,20	40	0,40	40	0,40	30	0,30	20	0,20	**0,303**
Časová náročnost	12	0,12	25	0,25	10	0,10	10	0,10	10	0,10	10	0,10	20	0,20	10	0,10	10	0,10	10	0,10	**0,127**
Tepelně tech. vl.	26	0,26	15	0,15	40	0,40	25	0,25	30	0,30	30	0,30	20	0,20	20	0,20	30	0,30	20	0,20	**0,256**
Akustické vl.	26	0,26	15	0,15	15	0,15	25	0,25	20	0,20	30	0,30	20	0,20	20	0,20	30	0,30	20	0,20	**0,221**
Uhlíková stopa	8	0,08	10	0,10	5	0,05	10	0,10	10	0,10	10	0,10	0	0,00	10	0,10	0	0,00	30	0,30	**0,093**
Celkem	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	**1,000**

Tabulka 4 – váhy kritérií – laická veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování

ODBORNÁ VEŘEJNOST

Hodnotitel	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		
Kritérium	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Nenormovaná váha	Normovaná váha	**Celková normovaná váha**
Cena	25	0,25	25	0,25	50	0,50	30	0,30	30	0,30	20	0,20	50	0,50	10	0,10	30	0,30	30	0,30	**0,300**
Časová náročnost	15	0,15	15	0,15	25	0,25	15	0,15	20	0,20	10	0,10	30	0,30	10	0,10	0	0,00	20	0,20	**0,160**
Tepelně tech. vl.	25	0,25	30	0,30	5	0,05	25	0,25	20	0,20	30	0,30	10	0,10	30	0,30	35	0,35	30	0,30	**0,240**
Akustické vl.	30	0,30	20	0,20	20	0,20	20	0,20	20	0,20	30	0,30	10	0,10	45	0,45	30	0,30	20	0,20	**0,245**
Uhlíková stopa	5	0,05	10	0,10	0	0,00	10	0,10	10	0,10	10	0,10	0	0,00	5	0,05	5	0,05	0	0,00	**0,055**
Celkem	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	100	1,00	**1,000**

Tabulka 5 – váhy kritérií – odborná veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování

8. VYHODNOCENÍ

Všech 5 variant stropních systémů nyní bude hodnoceno pomocí metody bazické varianty, tedy varianty s nejlepšími hodnotami, viz Tabulka 6. V této tabulce budou taktéž uvedeny všechny varianty se svými hodnotami jednotlivých kritérií. V Tabulce 7 budou tyto hodnoty kritérií uvedeny jako výsledek podílové operace s bazickou variantou v závislosti na typu kritéria. Jak již bylo uvedeno v podkapitole 3.1.1., tak pokud je kritérium výnosového typu (tepelně technické vlastnosti, akustické vlastnosti) je hodnota kritéria dělená hodnotou bazické varianty. Naopak u typu nákladového (cena, časová náročnost, uhlíková stopa) je hodnota bazické varianty dělená hodnotou kritéria. Dále budou tyto vypočtené hodnoty ve dvou variantách přenásobeny hodnotou váhy daného kritéria viz Tabulka 8, resp. Tabulka 9, kde taktéž budou hodnoty sečteny a pomocí těchto součtů bude určeno pořadí variant. Nejvhodnějším stropním systémem bude vyhodnocen ten, který bude mít nejvyšší hodnotu tohoto součtu. Výsledné pořadí variant stropních systémů je znázorněno pomocí Tabulky 10. Výstupem tohoto vyhodnocení budou tedy dvě nejvhodnější řešení, jedno z pohledu laické veřejnosti a jedno z pohledu odborné veřejnosti.

	Kritérium				
	Cena [Kč]	Časová náročnost [h]	Tepelně tech. vl. [m^2.K/W]	Akustické vl. [dB]	Uhlíková stopa [kg CO_2]
Bazická varianta	173 270	56	0,4147	55	3407,6
Monolitický železobetonový strop deskový	176 641	112	0,1013	55	8644,3
Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů	174 986	72	0,19	49	3407,6
Prefa-monolitický strop deskový	173 270	120	0,2854	45	12611,5
Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek	223 931	136	0,21	54	4522,1
Strop z keramických panelů	221 310	56	0,4147	44	5998,5

Tabulka 6 - shrnutí všech hodnot kritérií včetně bazické varianty
Zdroj: vlastní zpracování

	Kritérium				
	Cena [Kč]	Časová náročnost [h]	Tepelně tech. vl. [m^2.K/W]	Akustické vl. [dB]	Uhlíková stopa [kg CO_2]
Váha kritéria - Laická veřejnost	0,303	0,127	0,256	0,221	0,093
Váha kritéria - Odborná veřejnost	0,300	0,160	0,240	0,245	0,055
Monolitický železobetonový strop deskový	0,981	0,500	0,244	1,000	0,394
Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů	0,990	0,778	0,458	0,891	1,000
Prefa-monolitický strop deskový	1,000	0,467	0,688	0,818	0,270
Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek	0,774	0,412	0,506	0,982	0,754
Strop z keramických panelů	0,783	1,000	1,000	0,800	0,568

Tabulka 7 - hodnoty kritérií po podílové operaci s bazickou variantou včetně výsledných vah kritérií
Zdroj: vlastní zpracování

Laická veřejnost

	Kritérium						
	Cena [Kč]	Časová náročnost [h]	Tepelně tech. vl. [m^2.K/W]	Akustické vl. [dB]	Uhlíková stopa [kg CO_2]	**Celkem**	**Pořadí**
Monolitický železobetonový strop deskový	0,297	0,064	0,063	0,221	0,037	**0,681**	**5.**
Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů	0,300	0,099	0,117	0,197	0,093	**0,806**	**2.**
Prefa-monolitický strop deskový	0,303	0,059	0,176	0,181	0,025	**0,744**	**3.**
Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek	0,234	0,052	0,130	0,217	0,070	**0,703**	**4.**
Strop z keramických panelů	0,237	0,127	0,256	0,177	0,053	**0,850**	**1.**

Tabulka 8 - celkový počet bodů včetně pořadí - laická veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování

Odborná veřejnost

	Kritérium						
	Cena [Kč]	Časová náročnost [h]	Tepelně tech. vl. [m^2.K/W]	Akustické vl. [dB]	Uhlíková stopa [kg CO_2]	**Celkem**	**Pořadí**
Monolitický železobetonový strop deskový	0,294	0,080	0,059	0,245	0,022	**0,700**	**5.**
Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů	0,297	0,124	0,110	0,218	0,055	**0,805**	**2.**
Prefa-monolitický strop deskový	0,300	0,075	0,165	0,200	0,015	**0,755**	**3.**
Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek	0,232	0,066	0,122	0,241	0,041	**0,702**	**4.**
Strop z keramických panelů	0,235	0,160	0,240	0,196	0,031	**0,862**	**1.**

Tabulka 9 - celkový počet bodů včetně pořadí - odborná veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování

Pořadí	Celkem bodů - Laická veřejnost	Celkem bodů - Odborná veřejnost	Stropní systém
1.	0,850	0,862	Strop z keramických panelů CZ-JW společnosti CZP stropy s.r.o.
2.	0,806	0,805	Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů Spiroll společnosti Prefa Brno a.s.
3.	0,744	0,755	Prefa-monolitický strop deskový z Liaporbetonu společnosti Lias Vintířov, LSM, k.s.
4.	0,703	0,702	Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek Livetherm společnosti Betonové stavby Group s.r.o. Klatovy
5.	0,681	0,700	Monolitický železobetonový strop deskový

Tabulka 10 - celkové pořadí stropních systémů
Zdroj: vlastní zpracování

Po zpracování dotazníku bylo zřejmé, že respondenti v obou dotazovaných skupinách považují cenu za nejdůležitější kritérium při volbě stropní konstrukce. Následovaly fyzikální vlastnosti, ať už tepelně technické vlastnosti v případě laické veřejnosti, nebo akustické vlastnosti v případě odborné veřejnosti. Dále zvolili kritérium časové náročnosti a jako nejméně důležité vybrali environmentální hledisko, tedy uhlíkovou stopu.

Z Tabulky 10 lze vyčíst, že nejvhodnější řešením, z pěti vybraných, je pro daný rodinný dům strop z keramických panelů CZ-JW společnosti CZP stropy s.r.o. Svou cenou sice patří mezi ta dražší řešení, nicméně časovou náročností a tepelně technickými vlastnostmi převyšuje nad ostatními, a hlavně díky tomu byl tento stropní systém zvolen tím nejvhodnějším.

Druhým nejvhodnějším řešením je stropní systém z předpjatých panelů Spiroll společnosti Prefa Brno a.s. Tento systém by podle environmentálního hlediska zvítězil, nicméně uhlíková stopa v očích respondentů není příliš důležitá. Zatímco tepelně technické vlastnosti potenciální zákazníky zajímají a myslím, že právě v této oblasti panel Spiroll nejvíce ztratil.

Na třetím místě se umístil prefa-monolitický strop deskový z Liaporbetonu a na čtvrtém místě prefa-monolitický strop z nosníků a vložek. Jako poslední se umístil monolitický železobetonový strop deskový, který sice zvítězil v oblasti akustiky, ale špatné výsledky v oblasti časové náročnosti a tepelně technických vlastností tento stropní systém zatlačily na nejnižší příčku tabulky. Věřím však, že pokud by byla jedním kritériem tvarová variabilita, tak monolitický strop by na této příčce nefiguroval.

ZÁVĚR

V této práci byl nejprve představen objekt zkoumání, a to rodinný dům stojící ve městě Nýrsko, č.p.552. Dále byly představeny vybrané stropní systémy, které byly popsány a technologicky znázorněny pomocí postupových diagramů. Následoval popis metod vícekriteriálního rozhodování, kterými se v praxi vyhodnocují možné varianty řešení pro daný problém. Detailněji byla popsána metoda bazické varianty, kterou se vhodnost použití daných stropních systémů v našem případě posuzovala. Dále byla detailněji popsána metoda alokace 100 bodů, což je jedna z metod stanovení vah kritérií. V následující podkapitole, která uzavírá teoretickou část práce, byla charakterizována jednotlivá posuzovaná kritéria.

Začátek praktické části byl věnovaný podrobnému statickému výpočtu, který nahradil původně plánovaný empirický návrh z důvodu zohlednění lokálních sil. V textové části práce byly vypsány vypočtené výsledné návrhy jednotlivých stropních systému. Celý statický výpočet lze vidět v Příloze č.1. Následná kapitola byla určena pro položkový rozpočet kompletní realizace včetně bouracích prací. Tento rozpočet byl tvořen pomocí softwaru euroCALC 3. Výsledná částka této zakázky činí 2 605 438 korun českých bez DPH. Kompletní položkový rozpočet včetně jednotlivých výměr lze najít v Příloze č. 2.

Následné kapitoly již byly věnovány přímo vyhodnocení stropních systémů, což bylo hlavním cílem této práce. Nejprve byly popsány postupy určování hodnot jednotlivých kritérií a v Přílohách č. 3 až 7 je lze vidět aplikované. Hodnoty kritérií byly určovány například pomocí softwaru euroCALC 3 nebo katalogu stavebních materiálů a konstrukcí na stránkách www.envimat.cz. Vypočítané nebo jinak získané hodnoty byly přehledně sepsány do souhrnné tabulky v podkapitole 6.6.

V sedmé kapitole byly uvedeny váhy kritérií, které byly výstupem vyhodnocení dotazníku. Tento dotazník byl vytvořen z důvodu vnesení objektivnosti při rozhodování o nejvhodnějším řešení. Dotázaní respondenti byli z laické a odborné veřejnosti, v obou skupinách bylo 10 lidí. Toto rovnoměrné rozdělení bylo vytvořeno záměrně z důvodu možnosti dalšího zkoumání, a to, zdali se výsledné řešení těchto odborně rozdílných skupin lidí budou lišit. Zadání a výstupy dotazníku lze vidět v Příloze č. 8 a váhy kritérií jsou přehledně uvedeny v Tabulkách 4 a 5.

Poslední částí práce byla kapitola, ve které došlo k celkovému vyhodnocení variant stropních systémů, které byly vybrány pro použití pro konkrétní rodinný dům, a určení pomyslného vítěze. Byla zde použita metoda bazické varianty a postupnými kroky bylo určeno nejvhodnější řešení z pohledu dotázaných. Tímto řešením byl vyhodnocen strop z keramických panelů CZ-JW společnosti CZP stropy s.r.o., který vyčníval díky svým tepelně technickým vlastnostem a velkou úsporou času. Na druhém místě se umístil prefabrikovaný strop z předpjatých panelů Spiroll společnosti Prefa Brno a.s. Na třetí příčce skončil prefa-monolitický strop deskový z Liaporbetonu společnosti Lias Vintířov, LSM, k.s. Na čtvrtém místě se umístil prefa-monolitický strop z nosníků a vložek společnosti Betonové stavby Group s.r.o. Klatovy a jako nejnevhodnější řešení bylo zvoleno použití monolitického železobetonového stropu deskového. Toto pořadí bylo shodné pro obě dotazované skupiny.

ZDROJE

Betonové panely Spiroll. (13. březen 2019). Načteno z Stropsystem: https://stropsystem.cz/stropni-panely-spiroll.html?gclid=CjwKCAjw1KLkBRBZEiwARzyE7zdlWgmFKqe_aI1cEOmOsFejD-sxxpSOv7raoWrLzd7t9X-ouByc0xoCXBsQAvD_BwE.

Betonové stavby - Group s.r.o. (2016). Načteno z Dokumenty - návody a doporučení: https://www.betonstavby.cz/cz/dokumenty/navody-a-doporuceni.

Callida, s. (2019). *Callida: Produkty - euroCALC*. Načteno z www.callida.cz: https://callida.cz/cs/produkty/eurocalc.

CZP stropy. (2017). Načteno z Výhody stropních panelů: https://czp.cz/stropy/vyhody-stropnich-panelu.html.

Fotr J., L. Š. (2010). *Manžerské rozhodování - postupy, metody a nástroje.* Praha: Nakladatelství Ekopress, s.r.o. ISBN 978-80-86929-59-0.

Hodková, J. (19. březen 2019). *Potenciál globálního oteplování*. Načteno z Envimat - stavební výrobky a životní prostředí: http://www.envimat.cz/metodika/pojmy/#potencial-globalniho-oteplovani.

LiaStrop. (14. březen 2019). Načteno z Technické informace - Stropy, betonové stropní panely: https://www.liastrop.cz/cz/stropy-betonove-stropni-panely.

Nováček, J. (19. březen 2019). *Stavební neprůzvučnost*. Načteno z TZB info: https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/186-stavebni-nepruzvucnost.

PREFA-PRAHA. (14. březen 2019). Načteno z PREFA-PRAHA: http://www.prefa-praha.cz.

Technická univerzita Ostrava. (26. červen 2008). Načteno z www.vsb.cz: http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps2/index.html.

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Statický výpočet

Zatížení sněhem

Výpočet zatížení sněhem bude proveden dle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast: III. → S_k[1] = 1,5 kN/m^2

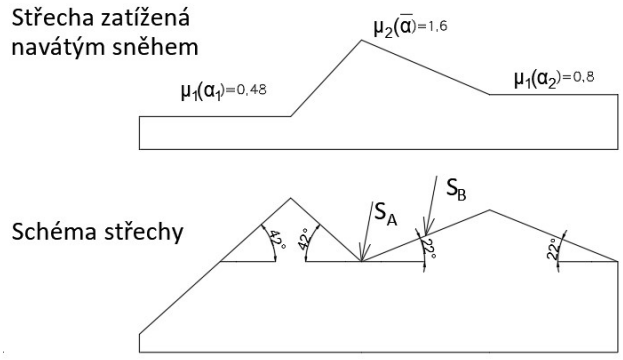
Typ krajiny: normální → C_e[2] = 1

C_t[3] =1 ; $\alpha_1 = 42°$; $\alpha_2 = 22°$; $\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = \frac{42+22}{2} = 32°$

$\mu_1(\alpha_1)$ [4]$= 0{,}8 * \frac{60 \quad \alpha}{30} = 0{,}8 * \frac{60-42}{30} = 0{,}48$

$\mu_2(\bar{\alpha}) = 1{,}6$

$\mu_1(\alpha_2) = 0{,}8$



$S_A = \mu_2(\bar{\alpha}) * C_e * C_t * S_k = 1{,}6 * 1 * 1 * 1{,}5 = \underline{\mathbf{2{,}4\ kN/m^2}}$

$S_B = \frac{\mu_2(\bar{\alpha})+\mu_1(\alpha_2)}{2} * C_e * C_t * S_k = \frac{1{,}6+0{,}8}{2} * 1 * 1 * 1{,}5 = \underline{\mathbf{1{,}8\ kN/m^2}}$

[1] charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi
[2] součinitel expozice – hodnota vzatá z tabulky: Typ krajiny
[3] tepelný součinitel – pro střechy s tep. prostupností menší než 1W/m^{2}K = 1
[4] tvarové součinitele střech – hodnoty vzaté z tabulky: Tvarové součinitele zatížení sněhem

Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem bude proveden dle ČSN EN 1991-1-4

Varianta A

Pro variantu A, v úžlabí, neuvažuji zatížení větrem z důvodu sání, které by konstrukci nadlehčovalo. Myšlenka uvažování bez zatížení větrem je na straně bezpečnosti.

Varianta B

Větrná oblast: II. → Základní rychlost větru: $v_{b,0}$ = 25 m/s

Základní dynamický tlak větru: $q_b = \frac{\varrho^1}{2} * v_{b,0}^2 = \frac{1,25}{2} * 25^2 = 390,625\ kN/m^2$

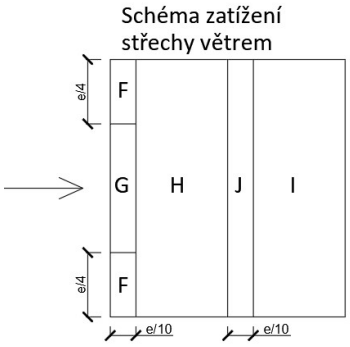
Součinitel terénu: $k_r = 0,19 * (\frac{z_0}{z_{0,II}}^2)^{0,07} = 0,19 * (\frac{0,3}{0,05})^{0,07} = 0,215$

Součinitel drsnosti: $c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z^3}{z_0}\right) = 0,215 * \ln\left(\frac{7,3}{0,3}\right) = 0,687$

Střední rychlost větru: $v_m(z) = c_r(z) * c_o(z)^4 * v_{b,0} = 0,687 * 1 * 25 = 17,187\ m/s$

Intenzita turbulence: $I_v(z) = \frac{k_I^5}{c_o(z) * ln\frac{z}{z_0}} = \frac{1}{1 * ln\frac{7,3}{0,3}} = 0,313$

Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \varrho * v_m^2(z) = [1 + 7 * 0,313] * \frac{1}{2} *$ $1,25 * 17,187^2 = 0,590\ kN/m^2$



$e = MIN(b; 2 * h) = MIN(8,2; 2 * 7,3) = 8,2\ m$

Posuzuji pole H:

Oblast	$C_{pe,10}$[6]	W_e [kN/m^2]
H	+0,3	$q_p(z) * C_{pe,10} = 0,59 * 0,3 = +0,177$

Tlak větru: W_e = **+ 0,177 kN/m^2**

[1] hustota vzduchu [kg/m^3]
[2] parametr drsnosti terénu [m] – hodnoty vzaté z tabulky: Kategorie terénu
[3] výška hřebene [m]
[4] součinitel ortografie – doporučená hodnota 1
[5] součinitel turbulence – doporučená hodnota 1
[6] součinitel tlaků a sil

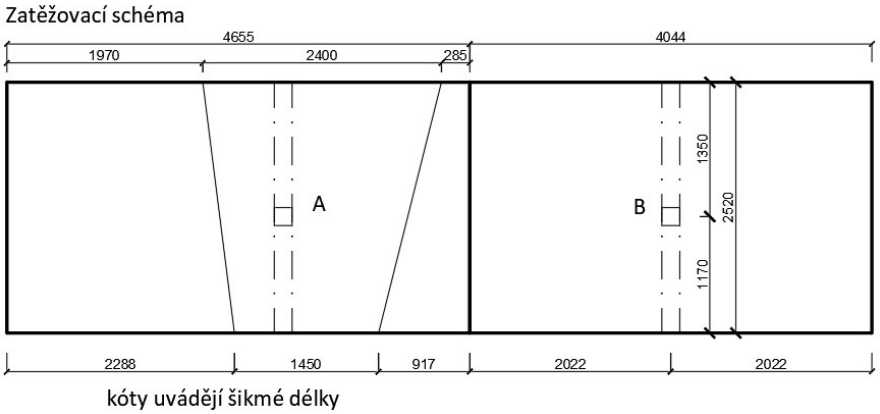
Stálé zatížení střechy

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	g_k [kN/m^2]	Yg	g_d [kN/m^2]
taška Natura Bramac	(43kg/m^2)/100	0,43	1,35	0,581
latě 50/30	(4,1kN/m^3)*0,05*0,03*1*4	0,025	1,35	0,034
kontralatě 50/30	(4,1kN/m^3)*0,05*0,03*1*4	0,025	1,35	0,034
membrána podstřešní Jutadach	(150g/m^2)/100000	0,0015	1,35	0,002
krokve 120/160	(4,6kN/m^3)*0,12*0,16*1*2	0,177	1,35	0,239
min.vlna Orsik 160	(6kg/m^2)/100	0,06	1,35	0,081
dřev. rošt 25/25	(4,1kN/m^3)*0,025*0,025*1*4	0,01	1,35	0,014
palubky tl. 12,5mm	(5,5kg/m^2)/100	0,055	1,35	0,074
			G_d=	**1,059**

Užitné zatížení

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	q_k [kN/m^2]	Yq	q_d [kN/m^2]
údržba		0,5	1,5	0,75
			Q_d=	**0,75**

Výpočet bodového zatížení od střešní konstrukce



Varianta A

- Zatížení plošné

$$f_{D,plošné} = \sum G_D{}^{1} + \sum \psi_0{}^{2} * Q_D{}^{3} + \sum \psi_0 * \gamma_Q{}^{4} * q_k{}^{5} = G_D + \psi_0 * Q_D + \psi_0 * \gamma_Q * S_A$$

$$= 1{,}059 + 0{,}7 * 0{,}75 + 0{,}5 * 1{,}5 * 2{,}4 = \mathbf{3{,}384\ kN/m^2}$$

- Zatížení liniové

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	f_k [kN/m´]	Yg	f_d [kN/m´]
vaznice 180/220	4,6*0,18*0,22	0,182	1,35	0,246
skladba střechy	3,384*4,655			15,753
			$f_{d,liniové}$=	**15,999**

- Zatížení bodové

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	f_k [kN]	Yg	f_d [kN]
sloup 180/180	4,6*0,18*0,18*2,28	0,34	1,35	0,459
trám 2x 50/120	4,6*0,1*0,12*3,75	0,207	1,35	0,279
liniové zatížení	15,999*2,52			40,317
			$f_{d,bodové}$=	**41,055**

[1] stálé zatížení
[2] návrhový koeficient
[3] proměnné zatížení
[4] bezpečnostní koeficient
[5] zatížení klimatické (vítr, sníh)

Varianta B

- Zatížení plošné

$$f_{D,plošné} = \sum G_D + \sum \text{ш}_0 * Q_D + \sum \text{ш}_0 * \text{Y}_Q * q_k = G_D + \text{ш}_0 * Q_D + \text{ш}_0 * \text{Y}_Q * S_B + \text{ш}_0 * \text{Y}_Q * W_e$$
$$= 1{,}059 + 0{,}7 * 0{,}75 + 0{,}5 * 1{,}5 * 1{,}8 + 0{,}6 * 1{,}5 * 0{,}177 = \mathbf{3{,}093\ kN/m^2}$$

- Zatížení liniové

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	f_k [kN/m´]	Yg	f_d [kN/m´]
vaznice 180/220	4,6*0,18*0,22	0,182	1,35	0,246
skladba střechy	3,093*4,044			12,508
			$f_{d,liniové}$=	**12,754**

- Zatížení bodové

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	f_k [kN]	Yg	f_d [kN]
sloup 180/180	4,6*0,18*0,18*4,39	0,654	1,35	0,883
trám 2x 50/120	4,6*0,1*0,12*3,75	0,207	1,35	0,279
liniové zatížení	12,754*2,52			32,14
			$f_{d,bodové}$=	**33,302**

Výpočet zatížení stropní konstrukce

- Zatížení užitné

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	q_k [kN/m^2]	Yq	q_d [kN/m^2]
užitné zatížení 1,5kN/m^2		1,5	1,5	2,25
			q_d=	**2,25**

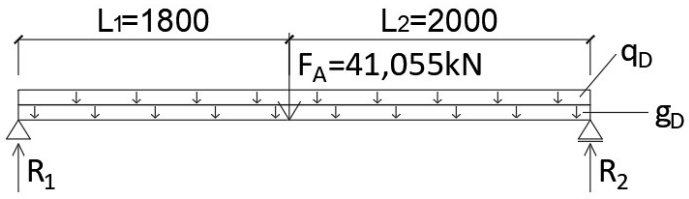
- Zatížení stálé od podlahy

Prvek	Výpočet	g_k [kN/m^2]	Yg	g_d [kN/m^2]
vápenná omítka štuková	(17,3kg/m^2)/100	0,173	1,35	0,234
izolace 20mm	(50kg/m^3)/100*0,02	0,01	1,35	0,014
betonová mazanina 60mm	(2300g/m^3)/100*0,06	1,38	1,35	1,863
A) PVC	(2,8kg/m^2)/100	0,028	1,35	0,038
B) keramická dlažba	(17,8kg/m^2)/100	0,178	1,35	0,240
		A)	**g_d=**	**2,149**
		B)	**g_d=**	**2,351**

Ke stálému zatížení od podlahy je nutno započítat zatížení od vlastní tíhy samotné stropní konstrukce. To bude provedeno zvlášť u jednotlivých stropních systémů. Uvažované g_D ve výpočtu je tedy součtem zatížení od podlahy a zatížení od vlastní tíhy stropní konstrukce.

Výpočet momentu

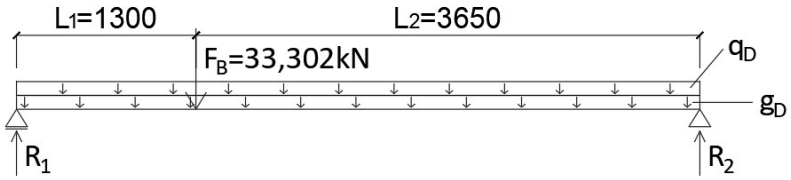
- Varianta A



Výpočet reakce: $R_2 = \frac{(q_D+g_D)*\frac{L^2}{2}+F_A*L_1}{L}$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = R_2 * L_2 - (q_D + g_D) * \frac{{L_2}^2}{2}$

- Varianta B



Výpočet reakce: $R_2 = \frac{(q_D+g_D)*\frac{L^2}{2}+F_B*L_1}{L}$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = R_2 * L_2 - (q_D + g_D) * \frac{{L_2}^2}{2}$

Návrh stropů

1. Monolitický železobetonový strop deskový

- varianta A – pod sloupem

Odhad tloušťky desky: $h = \frac{1}{25} * L = \frac{1}{25} * 3800 = 152mm \rightarrow návrh: 160mm$

Zatížení vlastní tíhou: $g_{Dbeton} = (25kN/m^3) * 0{,}16 * 1{,}35 = 5{,}4kN/m^2$

Výpočet reakce: $R_2 = \frac{(2{,}25+2{,}149+5{,}4)*\frac{3{,}8^2}{2}+41{,}055*1{,}8}{3{,}8} = 38{,}07kN$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = 38{,}07 * 2 - (2{,}25 + 2{,}149 + 5{,}4) * \frac{2^2}{2} = 56{,}53kNm$

Účinná výška průřezu: $d = h - c - \frac{\emptyset^1}{2} = 160 - 30 - \frac{10}{2} = 125mm$

Součinitel využití průřezu: $\mu = \frac{M_{MAX}}{b*d^2*{f_{cd}}^2} = \frac{56{,}53}{1*0{,}125^2*\frac{30000}{1{,}5}} = 0{,}181 \overset{tab.}{\rightarrow} \phi = 0{,}9$

Plocha výztuže: $a_{s,reg} = \frac{M_{MAX}}{\phi*d*{f_{yd}}^3} = \frac{56{,}53}{0{,}9*0{,}125*\frac{500000}{1{,}15}} = 1156mm^2/m´$

Návrh: 11 x ∅ 12 mm / bm ($a_{s,prov} = 1244mm^2/m´$)

[1] profil výztuže – odhadován na průměr 10 mm
[2] návrhová hodnota pevnosti v tlaku – pro beton C30/37 je to 30MPa/1,5 (bezpečnostní koeficient)
[3] návrhová hodnota meze kluzu – pro ocel B500B je to 500MPa/1,15 (bezpečnostní koeficient)

- varianta A – mimo sloup (bez bodového zatížení)

Výpočet momentu: $M_{MAX} = \frac{1}{8} * (q_D + g_D) * \frac{L^2}{2} = \frac{1}{8} * (2{,}25 + 2{,}149 + 5{,}4) * \frac{3{,}8^2}{2} = 10{,}06 kNm$

Součinitel využití průřezu: $\mu = \frac{M_{MAX}}{b*d^2*f_{cd}} = \frac{10{,}06}{1*0{,}125^2*\frac{30000}{1{,}5}} = 0{,}032 \overset{tab.}{\rightleftarrows} \phi = 0{,}984$

Plocha výztuže: $a_{s,reg} = \frac{M_{MAX}}{\phi*d*f_{yd}} = \frac{10{,}06}{0{,}984*0{,}125*\frac{500000}{1{,}15}} = 188 mm^2/m´$

Návrh: 6 x ∅ 7 mm / bm $(a_{s,prov} = 231 mm^2/m´)$

- varianta B – pod sloupem

Odhad tloušťky desky: $h = \frac{1}{25} * L = \frac{1}{25} * 4950 = 198 mm \rightarrow návrh: 200 mm$

Zatížení vlastní tíhou: $g_{Dbeton} = (25 kN/m^3) * 0{,}20 * 1{,}35 = 6{,}75 kN/m^2$

Výpočet reakce: $R_2 = \frac{(2{,}25+2{,}149+6{,}75)*\frac{4{,}95^2}{2}+33{,}302*1{,}3}{4{,}95} = 36{,}84 kN$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = 36{,}84 * 3{,}65 - (2{,}25 + 2{,}149 + 6{,}75) * \frac{3{,}65^2}{2} = 58{,}85 kNm$

Účinná výška průřezu: $d = h - c - \frac{\emptyset}{2} = 200 - 30 - \frac{10}{2} = 165 mm$

Součinitel využití průřezu: $\mu = \frac{M_{MAX}}{b*d^2*f_{cd}} = \frac{58{,}85}{1*0{,}165^2*\frac{30000}{1{,}5}} = 0{,}108 \overset{tab.}{\rightleftarrows} \phi = 0{,}944$

Plocha výztuže: $a_{s,reg} = \frac{M_{MAX}}{\phi*d*f_{yd}} = \frac{58{,}85}{0{,}944*0{,}165*\frac{500000}{1{,}15}} = 869 mm^2/m´$

Návrh: 12 x ∅ 10 mm / bm $(a_{s,prov} = 942 mm^2/m´)$

- varianta B – mimo sloup (bez bodového zatížení)

Výpočet momentu: $M_{MAX} = \frac{1}{8} * (q_D + g_D) * \frac{L^2}{2} = \frac{1}{8} * (2{,}25 + 2{,}149 + 6{,}75) * \frac{4{,}95^2}{2} = 17{,}38 kNm$

Součinitel využití průřezu: $\mu = \frac{M_{MAX}}{b*d^2*f_{cd}} = \frac{17{,}38}{1*0{,}165^2*\frac{30000}{1{,}5}} = 0{,}032 \overset{tab.}{\rightleftarrows} \phi = 0{,}984$

Plocha výztuže: $a_{s,reg} = \frac{M_{MAX}}{\phi * d * f_{yd}} = \frac{17.38}{0,984 * 0,165 * \frac{500000}{1,15}} = 246 mm^2/m´$

Návrh: 7 x Ø 7 mm / bm ($a_{s,prov} = 269 mm^2/m´$)

- posouzení na protlačení – smykové únosnosti

  Budu posuzovat pouze variantu A (větší lokální síla + menší výška desky)

1. kritické místo – na obvodu průřezu

Obvod sloupu: $u_0 = 2 * (c_x + c_y{}^1) = 2 * (0,18 + 0,18) = 0,72m$

Smykové napětí: $\sigma_{Ed} = \frac{\beta^2 * V_{Ed}}{u_0 * d} = \frac{1,4 * 41,055}{0,72 * 0,125} = 638,6\ kN$

Max. únos. bet. ve smyku: $\sigma_{Rd,MAX} = 0,4 * 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) * f_{cd} = 0,4 * 0,6 * \left(1 - \frac{30}{250}\right) * \frac{30000}{1,5} = 4224\ kN$

Posouzení: $\sigma_{Ed} = 638,6\ kN \leq \sigma_{Rd,MAX} = 4224\ kN$

Vyhovuje → netřeba zvyšovat výšku desky

2. kritické místo – obvod ve vzdálenosti 2d

Obvod sloupu: $u_1 = 2 * (c_x + c_y) + 2 * \pi * 2 * d = 0,72 + 2 * \pi * 2 * 0,125 = 2,291\ m$

Smykové napětí: $\sigma_{Ed} = \frac{\beta * V_{Ed}}{u_1 * d} = \frac{1,4 * 41,055}{2,291 * 0,125} = 200,7\ kN$

Max. únos. bet. ve smyku: $\sigma_{Rd,MAX} = C_{Rd,c}{}^3 * \left(1 + \sqrt[2]{\frac{200}{d}}\right) * \sqrt[3]{100 * \rho_1{}^4 * f_{ck}} * k_{MAX} = \frac{0,18}{1,5} * MIN\left(2; \left(1 + \sqrt[2]{\frac{200}{125}}\right)\right) * \sqrt[3]{100 * 0,005 * 30} * 1,45 = 858\ kN$

Posouzení: $\sigma_{Ed} = 200,7\ kN \leq \sigma_{Rd,MAX} = 858\ kN$

Vyhovuje → netřeba navrhovat smykovou výztuž

[1] rozměry sloupu
[2] součinitel polohy sloupu
[3] uvažujeme 0,18/γ_c
[4] stupeň vyztužení průřezu ohybovou výztuží, odhad = 0,005

2. Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

- varianta A – pod sloupem

Výpočet reakce: $R_2 = \frac{((1{,}2*(2{,}25+2{,}149)+3{,}12)*\frac{3{,}8^2}{2}+41{,}055*1{,}8}{3{,}8} = 35{,}40\ kN$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = 35{,}40 * 2 - ((1{,}2 * (2{,}25 + 2{,}149) + 3{,}12) * \frac{2^2}{2} =$

$54{,}01\ kNm/1{,}2m$

Z tabulky pro statický výpočet, kterou dává k dispozici PREFA BRNO lze vyčíst:

Pro rozpon 3,8 m → moment na mezi šířky trhlin $M_{r0,2}$ = 63,3 kNm/1,2m > 54,01 kNm/1,2m

Návrhová smyková únosnost = 80% smykové únosnosti pro oblast bez trhlin

V_{Rd} = 0,8*67,6 = 54,08 kN > V_{Ed} = 41,055 kN

Návrh: Panely PPD 207 (Lana: Dole: 7*9,3)

- varianta A – mimo sloup (bez bodového zatížení)

Výpočet momentu: $M_{MAX} = \frac{1}{8} f * L^2 = \frac{1}{8} * ((1{,}2 * (2{,}25 + 2{,}149) + 3{,}12) *\ 3{,}8^2 =$

$15{,}16\ kNm/1{,}2m$

Pro rozpon 3,8m → moment na mezi šířky trhlin $M_{r0,2}$ = 46,2 kNm/1,2m >15,16 kNm/1,2m

Návrh: Panely PPD 205 (Lana: Dole: 5*9,3)

- varianta B – pod sloupem

Výpočet reakce: $R_2 = \frac{((1{,}2*(2{,}25+2{,}351)+3{,}12)*\frac{4{,}95^2}{2}+33{,}302*1{,}3}{4{,}95} = 30{,}13\ kN$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = 30{,}13 * 3{,}65 - ((1{,}2 * (2{,}25 + 2{,}351) + 3{,}12) * \frac{3{,}65^2}{2} =$

$52{,}42\ kNm/1{,}2m$

Z tabulky pro statický výpočet, kterou dává k dispozici PREFA BRNO lze vyčíst:

Pro rozpon 4,95 m → moment na mezi šířky trhlin $M_{r0,2}$ = 63,7 kNm/1,2m > 52,42 kNm/1,2m

Návrhová smyková únosnost = 80% smykové únosnosti pro oblast bez trhlin

$$V_{Rd} = 0,8*67,6 = 54,08 \text{ kN} > V_{Ed} = 33,302 \text{ kN}$$

Návrh: Panely PPD 207 (Lana: Dole: 7*9,3)

- varianta B – mimo sloup (bez bodového zatížení)

Výpočet momentu: $M_{MAX} = \frac{1}{8} f * L^2 = \frac{1}{8} * ((1,2 * (2,25 + 2,351) + 3,12) * 4,95^2 = 26,47\ kNm/1,2m$

Pro rozpon 4,95m→moment na mezi šířky trhlin $M_{r0,2}$ = 46,4 kNm/1,2m >26,47 kNm/1,2m

Návrh: Panely PPD 205 (Lana: Dole: 5*9,3)

3. Prefa-monolitický strop deskový

Návrh stropu filigrán s dobetonávkou z Liaporbetonu LC 25/25 D1,6 je založen na velikosti součtu charakteristického užitného zatížení a charakteristického zatížení podlahou. Podle tohoto součtu se určí adekvátní tabulka pro navrhování.

- varianta A

$$f_k = q_k + g_k = 1,5 + 1,59 = 3,09kN/m^2 < 3,5kN/m^2 \rightarrow zvolíme\ tabulku\ pro\ návrh\ pro\ 3kN/m^2$$

Z tabulky v technické příručce, kterou dává k dispozici LiaStrop lze vyčíst:

Pro rozpon 3,8m, celkovou tloušťkou stropní konstrukce 180 mm, síť Q188 a přídavnou výztuž Ø 6 mm/250 mm →

$$f_d = q_d + g_d = 2,25 + 2,149 = 4,399kN/m^2 < 6,07kN/m^2 \rightarrow Vyhovuje$$

Z grafu únosnosti průřezu: pomůcka pro navrhování, kterou dává k dispozici LiaStrop lze vyčíst:

Únosnost ve smyku pro tuto stropní konstrukci V_{Rd} = 65,3 kN/m´ > 41,055 kN/m´ → Vyhovuje

- varianta B

$$f_k = q_k + g_k = 1{,}5 + 1{,}74 = 3{,}24 kN/m^2 \ < 3{,}5 kN/m^2 \rightarrow zvolíme\ tabulku\ pro\ návrh\ pro\ 3 kN/m^2$$

Z tabulky v technické příručce, kterou dává k dispozici LiaStrop lze vyčíst:

Pro rozpon 4,95m, celkovou tloušťkou stropní konstrukce 180 mm, síť Q188 a přídavnou výztuž Ø 10 mm/125 mm →

$$f_d = q_d + g_d = 2{,}25 + 2{,}351 = 4{,}601 kN/m^2 \ < 4{,}72 kN/m^2 \ \rightarrow Vyhovuje$$

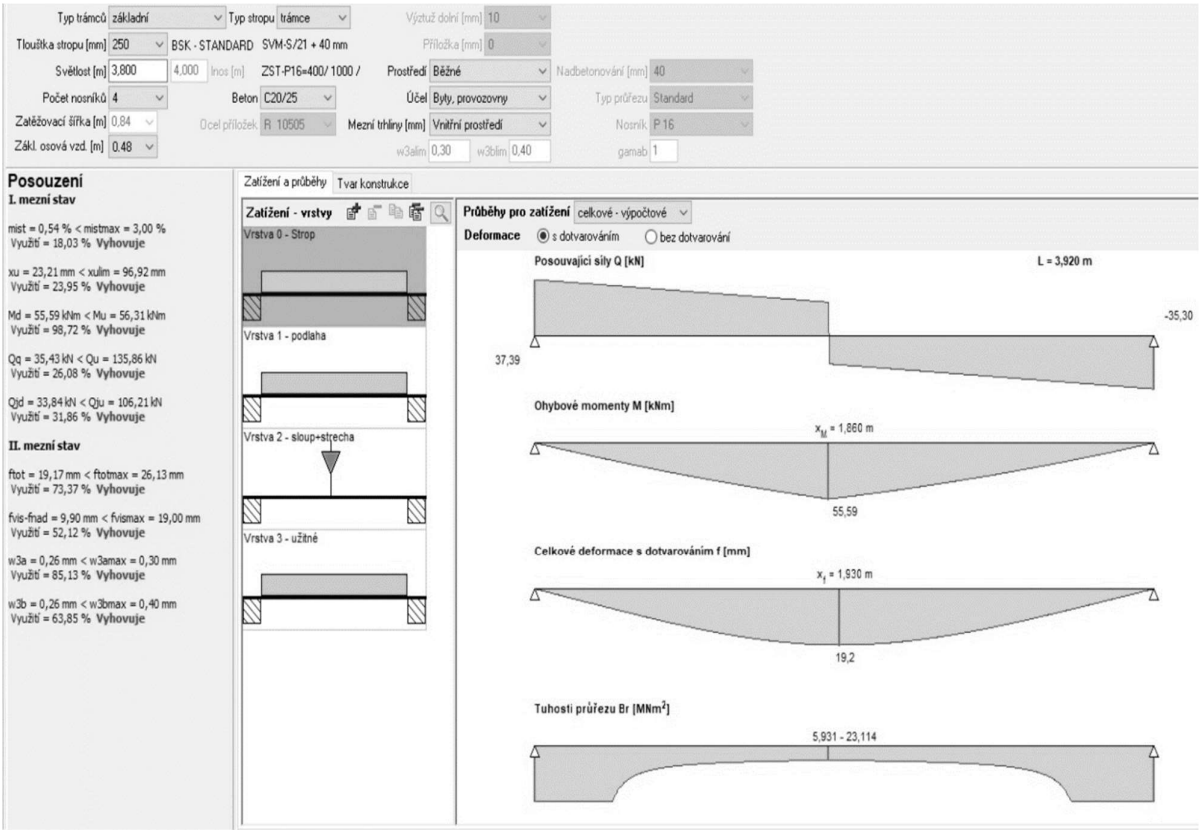
Z grafu únosnosti průřezu: pomůcka pro navrhování, kterou dává k dispozici LiaStrop lze vyčíst:

Únosnost ve smyku pro tuto stropní konstrukci V_{Rd} = 65,3 kN/m´ > 33,302 kN/m´ → Vyhovuje

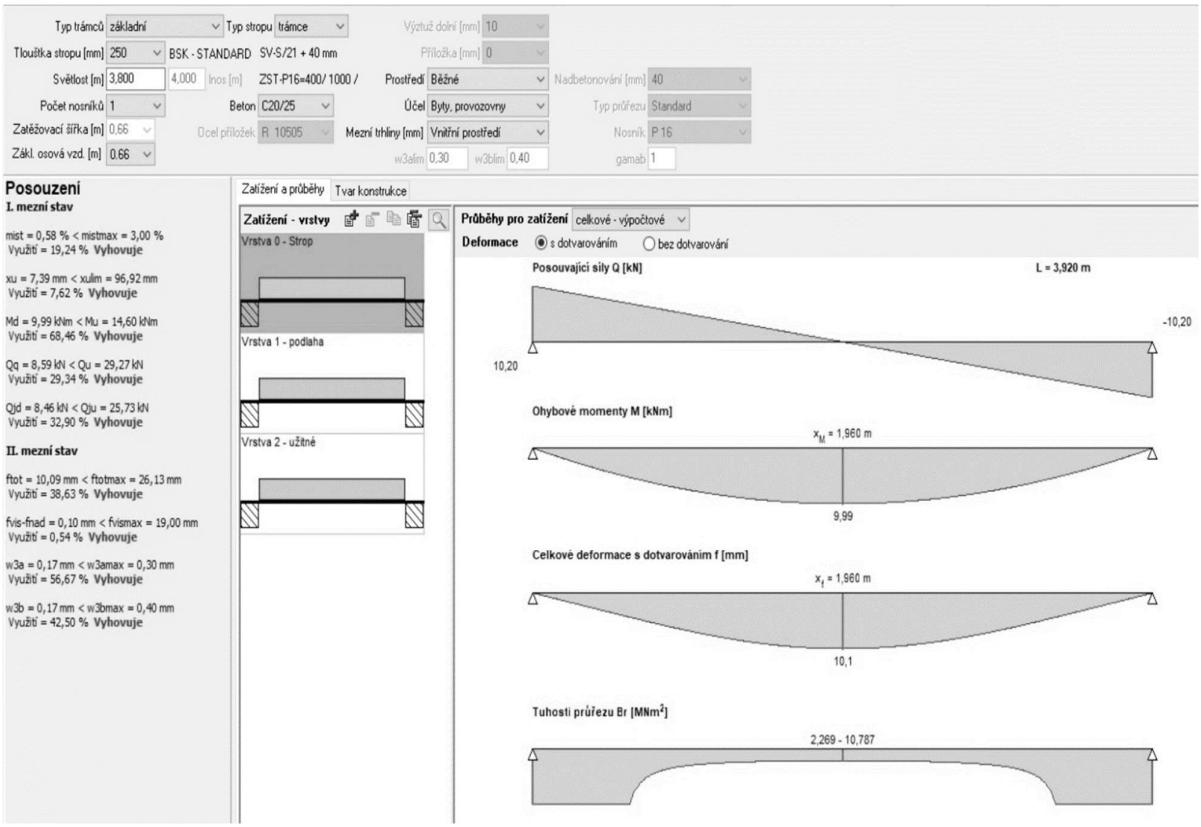
4. Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Při návrhu tohoto typu stropní konstrukce jsem využil volně přístupné aplikace pro statický výpočet. Tato aplikace je produktem společnosti Betonové stavby Group s.r.o. Klatovy a byla mi doporučena během konzultace s technikem této společnosti. Níže budou přiloženy snímky výpočtu v této aplikaci.

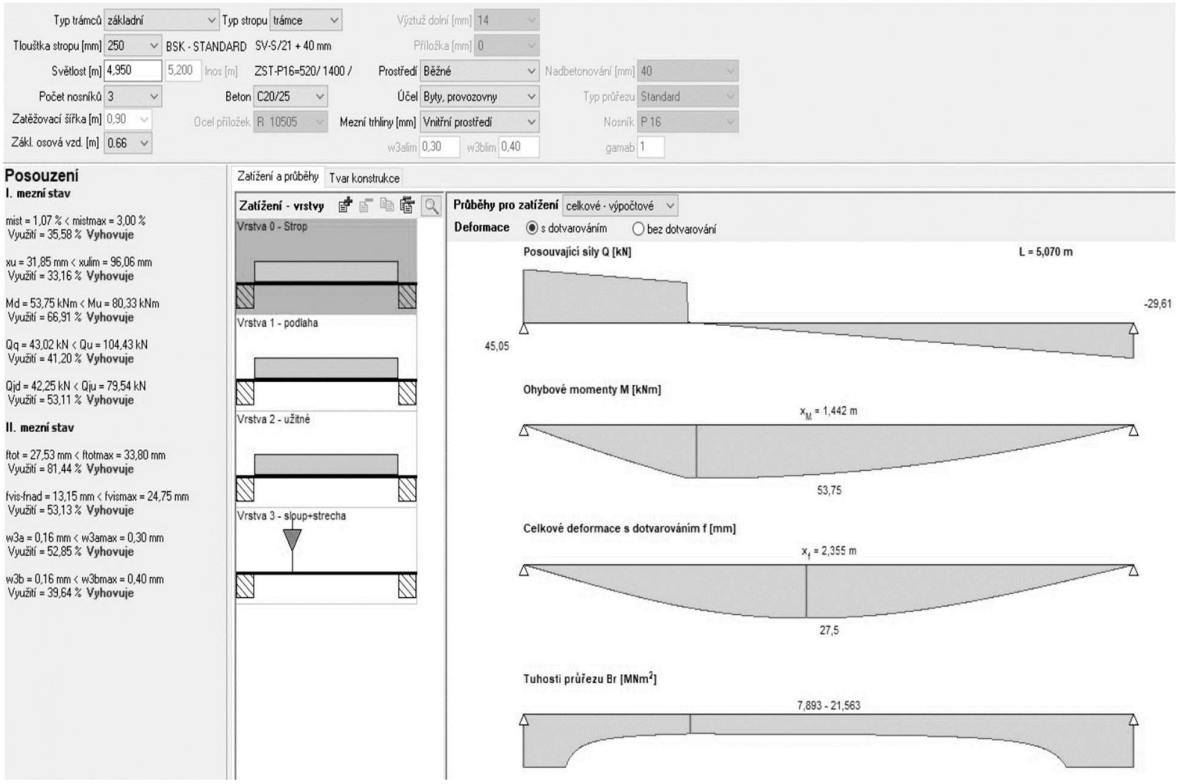
- varianta A – pod sloupem



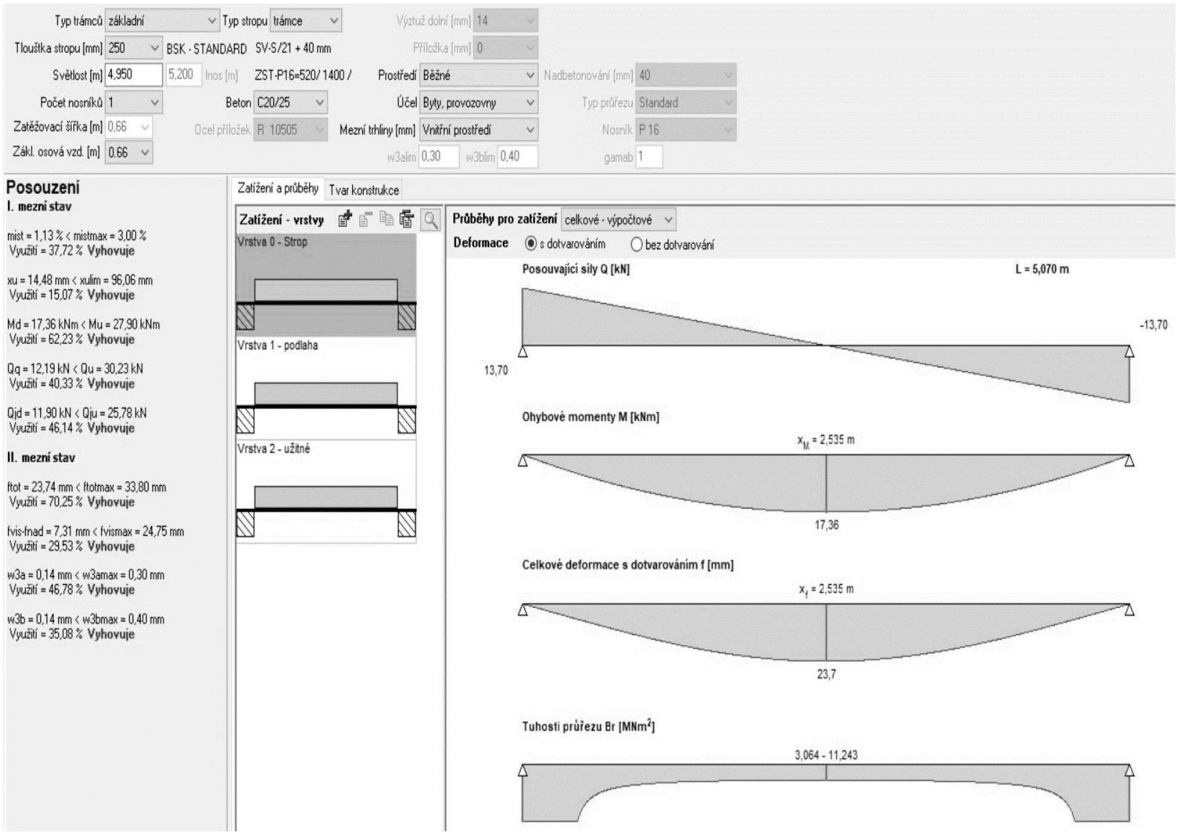
- varianta A – mimo sloup (bez bodového zatížení)



- varianta B – pod sloupem



- varianta B – mimo sloup (bez bodového zatížení)



5. Strop z keramických panelů

Stropy CZP zaručují únosnost čistého užitného zatížení, tedy bez vlastní tíhy stropu a zatížení podlahy, hodnotou 4 kN/m^2. Hodnota čistého užitného zatížení v našem případě je pouze 2,25 kN/m^2, proto tento strop budeme posuzovat jen v místě pod bodovým zatížením. Konzultace s technickou podporou ze společnosti CZP stropy s.r.o. mi dala informaci, že lokální zatížení je nejvhodnější řešit pomocí železobetonového žebra, které je součástí panelu. Tento prvek tedy budu posuzovat jako klasický železobetonový trám.

Rozměry železobetonového žebra: výška h_t = 190 mm

šířka b_t = 500 mm

- Zatížení liniové

	Zatížení			
Prvek	Výpočet	f_k [kN/m´]	Y	f_d [kN/m´]
ŽB průvlak	0,5*0,19*25	2,375	1,35	3,206
podlaha	0,5*1,59	0,795	1,35	1,073
užitné zatížení	0,5*1,5	0,75	1,5	1,125
			$f_{d,liniové}$=	**5,404**

- Návrh ohybové výztuže

Výpočet reakce: $R_2 = \frac{5{,}404*\frac{3{,}8^2}{2}+41{,}055*1{,}8}{3{,}8} = 29{,}71\ kN$

Výpočet momentu: $M_{MAX} = 29{,}71 * 2 - 5{,}404 * \frac{2^2}{2} = 48{,}62\ kNm$

Účinná výška průřezu: $d = h - c - \frac{\emptyset}{2} = 190 - 30 - \frac{10}{2} = 155mm$

Součinitel využití průřezu: $\mu = \frac{M_{MAX}}{b*d^2*f_{cd}} = \frac{48{,}62}{0{,}5*0{,}155^2*\frac{30000}{1{,}5}} = 0{,}202 \overset{tab.}{\rightleftarrows} \phi = 0{,}886$

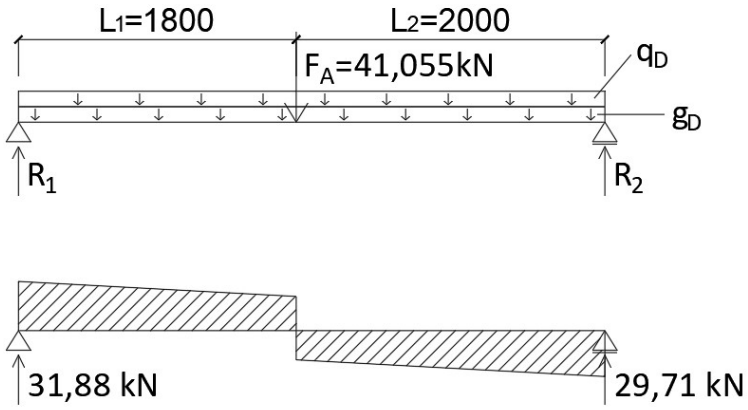
$$\xi = 0{,}285 = < 0{,}15; 0{,}40 > \rightarrow Vyhovuje$$

Plocha výztuže: $a_{s,reg} = \frac{M_{MAX}}{\phi*d*f_{yd}} = \frac{48{,}62}{0{,}886*0{,}155*\frac{500000}{1{,}15}} = 814mm^2/0{,}5m´$

Návrh: 6 x Ø 14 mm / 0,5 m ($a_{s,prov} = 923mm^2$)

Stupeň vyztužení průřezu: $\rho = \frac{a_{s,prov}}{A_c{}^{1}} = \frac{923}{190*500} = 0{,}0097 < 0{,}04 \rightarrow Vyhovuje$

Únosnost tlačené diagonály:



$$V_{Rd} = 0{,}6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) * f_{cd} * b * \phi * d * \frac{\cot\theta^{2}}{1+co\ ^{2}\theta} = 0{,}6 *$$

$$\left(1 - \frac{25}{250}\right) * \frac{25}{1{,}5} * 0{,}5 * 0{,}886 * 0{,}155 * \frac{1{,}3}{1+1{,}3^{2}} = 297{,}5\ kN > V_{Ed} = 31{,}88\ kN \rightarrow Vyhovuje$$

- Návrh smykové výztuže

Plocha jednoho třmínku: $A_{sw} = \frac{n*\pi*\emptyset_t^2}{4} = \frac{2*\pi*8^2}{4} = 100mm^2$

Osová vzdálenost třmínků: $s_1 \leq \frac{A_{sw}*f_{yd}}{V_{Ed}} * \phi * d * \cot\theta = \frac{100*500}{31{,}88} * 0{,}886 * 0{,}155 * 1{,}3 = 281mm$

Konstrukční zásady: $s_1 \leq MIN(0{,}75 * d = 116; 400)$

<u>Návrh: Třmínek dvoustřižný $\emptyset_t$ 8 mm / 110 mm</u>

Posouzení třmínků: $V_{Rd} \leq \frac{A_{sw}*f_{yd}}{s_1} * \phi * d * \cot\theta = \frac{100*500}{110} * 0{,}886 * 0{,}155 * 1{,}3 =$

$$= 81{,}15\ kN > 31{,}88\ kN \rightarrow Vyhovuje$$

[1] plocha průřezu

[2] úhel sklonu smykových trhlin, cot θ = <1,2;1,5>

Zdroje pro statický výpočet

Zatížení sněhem:	ČSN EN 1991-1-3 (EUROKÓD 1)
Zatížení větrem:	ČSN EN 1991-1-4 (EUROKÓD 1)
Stálé a užitné zatížení:	ČSN EN 1991-1-1 (EUROKÓD 1)
Reakce + moment:	Výpočet vnitřních sil přímého nosníku – Studijní materiál VŠB – Technická univerzita Ostrava
Návrh výztuže + posouzení:	Studijní materiály pro předmět 133NNKB – FSv ČVUT K133 – Ing. Radek Štefan, Ph.D.
Návrh strop. konstrukcí:	Technické listy poskytované jednotlivými výrobci stropů
Obrázky, tabulky, vzorce:	Veškeré obrázky, tabulky a vzorce – vlastní zpracování na základě výše zmiňovaných zdrojů

Příloha č. 2 - Rozpočet

Poř.	Ident.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra bez ztr.	Ztr. [%]	Výměra	Jedn. cena	Cena
			165	**SO_01: Stavební objekt 01**						**2 605 438**
			5	**001: Zemní práce**						**17 410**
1	SP	**121101101**	1	Sejmutí ornice s přemístěním na vzdálenost do 50 m	m3	6,951	-	**6,951**	29,52	205
2	SP	**131101101**	1	Hloubení jam nezapažených v hornině tř. 1 a 2 objemu do 100 m3	m3	14,953	-	**14,953**	133,30	1 993
3	SP	**132112101**	1	Hloubení rýh š do 600 mm ručním nebo pneum nářadím v soudržných horninách tř. 1 a 2	m3	14,070	-	**14,070**	325,79	4 584
4	SP	**162201101**	1	Vodorovné přemístění do 20 m výkopku/sypaniny z horniny tř. 1 až 4	m3	35,974	-	**35,974**	28,81	1 036
5	SP	**171203111**	1	Uložení a hrubé rozhrnutí výkopku bez zhutnění v rovině a ve svahu do 1:5	m3	35,974	-	**35,974**	266,63	9 592
			9	**002: Základy**						**108 544**
6	SP	**215901101**	1	Zhutnění podloží z hornin soudržných do 92% PS nebo nesoudržných sypkých I(d) do 0,8	m2	16,262	-	**16,262**	5,87	95
7	SP	**274313311**	1	Základové pásy z betonu tř. C 8/10	m3	14,070	-	**14,070**	2 305,33	32 436
8	SP	**274361821**	1	Výztuž základových pásů betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	1,407	-	**1,407**	36 805,25	51 785
9	SP	**279321311**	1	Základová zeď ze ŽB tř. C 16/20 bez výztuže	m3	1,627	-	**1,627**	2 600,54	4 232
10	SP	**279361821**	1	Výztuž základových zdí nosných betonářskou ocelí 10 505	t	0,195	-	**0,195**	35 755,98	6 981
11	SP	**279351121**	1	Zřízení oboustranného bednění základových zdí	m2	10,850	-	**10,850**	355,66	3 859
12	SP	**279351122**	1	Odstranění oboustranného bednění základových zdí	m2	10,850	-	**10,850**	99,50	1 080
13	SP	**273313311**	1	Základové desky z betonu tř. C 8/10	m3	1,626	-	**1,626**	2 305,33	3 749
14	SP	**273362021**	1	Výztuž základových desek svařovanými sítěmi Kari	t	0,163	-	**0,163**	26 612,12	4 327
			11	**003: Svislé konstrukce**						**405 347**
15	SP	**311213213**	1	Zdivo z pravidelných kamenů na maltu, objem jednoho kamene do 0,02m3, šířka spáry do 20 mm	m3	2,170	-	**2,170**	11 737,82	25 471
16	SP	**311213911**	1	Příplatek k cenám zdění zdiva z kamene na maltu za jednostranné lícování zdiva	m3	2,170	-	**2,170**	768,42	1 667
17	SP	**311213921**	1	Příplatek k cenám zdění zdiva z kamene na maltu za vytvoření hrany rohu	m	4,000	-	**4,000**	1 066,76	4 267
18	SP	**311231126**	1	Zdivo nosné z cihel dl 290 mm pevnosti P 20 až 25 na MC 10	m3	3,519	-	**3,519**	4 116,72	14 487
19	SP	**317944321**	1	Válcované nosníky do č.12 dodatečně osazované do připravených otvorů	t	0,460	-	**0,460**	33 298,40	15 302
20	SP	**317944323**	1	Válcované nosníky č.14 až 22 dodatečně osazované do připravených otvorů	t	0,120	-	**0,120**	34 495,07	4 144
21	SP	**317944325**	1	Válcované nosníky č.24 a vyšší dodatečně osazované do připravených otvorů	t	0,934	-	**0,934**	35 038,52	32 725
22	SP	**341272622**	1	Stěny nosné tl 250 mm z pórobetonových přesných hladkých tvárnic Ytong hmotnosti 500 kg/m3	m2	15,345	-	**15,345**	1 288,21	19 768
23	SP	**341272739**	1	Stěny nosné tl 375 mm z pórobetonových přesných tvárnic PDK Ytong hmotnosti 300 kg/m3	m2	113,226	-	**113,226**	1 775,59	201 044
24	SP	**342272323**	1	Příčky tl 100 mm z pórobetonových přesných hladkých příčkovek objemové hmotnosti 500 kg/m3	m2	51,791	-	**51,791**	633,17	32 793
25	SP	**346272115**	1	Přizdívky ochranné tl 150 mm z pórobetonových přesných příčkovek Ytong objemové hmotnosti 500 kg/m3	m2	56,484	-	**56,484**	950,36	53 680
			14	**004: Vodorovné konstrukce**						**266 371**
26	SP	**411112112**	1	Strop BSK PLUS tl 22 cm ze stropních trámců tl 16 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 3600 až 800 mm	m2	10,480	-	**10,480**	1 370,62	14 364
27	SP	**411112114**	1	Strop BSK PLUS tl 22 cm ze stropních trámců tl 16 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 4400 až 4800 mm	m2	61,532	-	**61,532**	1 353,10	83 260
28	SP	**411112123**	1	Strop BSK PLUS tl 22 cm ze stropních trámců tl 16 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 6600 mm	m2	30,690	-	**30,690**	1 539,95	47 261
29	SP	**411362021**	1	Výztuž stropů svařovanými sítěmi Kari	t	0,257	-	**0,257**	26 606,45	6 831
30	SP	**417321414**	1	Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 20/25	m3	4,477	-	**4,477**	2 926,43	13 102
31	SP	**435124111**	0	Montáž schodišťových ramen bez podest s nesvařovanými spoji hmotnosti do 1,5 t budova v do 12 m	kus	1,000	-	**1,000**	605,32	605
32	SP	**435124411**	0	Montáž schodišťových ramen s podestou se svařovanými spoji hmotnosti do 3 t budova v do 12 m	kus	1,000	-	**1,000**	2 058,97	2 059
33	H	**61232102**	0	Schodiště interérové celodřevěné typ JAP 1400 šířka 900 mm	kus	1,000	-	**1,000**	32 700,00	32 700
34	H	**61232113**	0	Schodiště interérové kombinované ocel - dřevo typ JAP MOVIE šířka 1000 mm	kus	1,000	-	**1,000**	26 500,00	26 500
35	SP	**411354313**	1	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	96,010	-	**96,010**	142,22	13 654
36	SP	**411354314**	1	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	96,010	-	**96,010**	42,20	4 052
37	SP	**417351115**	1	Zřízení bednění ztužujících věnců	m2	15,981	-	**15,981**	276,56	4 420
38	SP	**417351116**	1	Odstranění bednění ztužujících věnců	m2	15,981	-	**15,981**	60,69	970
39	SP	**417361821**	1	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	0,448	-	**0,448**	37 062,33	16 593
			18	**006: Úpravy povrchu**						**305 950**
40	SP	**622211011**	1	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 80 mm	m2	62,860	-	**62,860**	487,00	30 613
41	SP	**635111241**	1	Násyp pod podlahy z hrubého kameniva 8-16 se zhutněním	m3	3,632	-	**3,632**	1 423,49	5 170
42	SP	**635321211**	1	Násyp pod podlahy z cihelného recyklátu se zhutněním	m3	5,637	-	**5,637**	886,37	4 997
43	SP	**612311141**	1	Vápenná omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	367,999	-	**367,999**	226,70	83 426
44	SP	**622521031**	1	Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítka tl. 3,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	189,788	-	**189,788**	341,70	64 849
45	SP	**631311114**	1	Mazanina tl do 80 mm z betonu prostého bez zvýšených nároků na prostředí tř. C 16/20	m3	6,228	-	**6,228**	3 349,44	20 859
46	SP	**631311124**	1	Mazanina tl do 120 mm z betonu prostého bez zvýšených nároků na prostředí tř. C 16/20	m3	9,597	-	**9,597**	3 165,83	30 382
47	SP	**634111113**	1	Obvodová dilatace pružnou těsnicí páskou v 80 mm mezi stěnou a mazaninou	m	37,900	-	**37,900**	50,95	1 931
48	SP	**634111114**	1	Obvodová dilatace pružnou těsnicí páskou v 100 mm mezi stěnou a mazaninou	m	75,410	-	**75,410**	59,13	4 459
49	SP	**642942221**	0	Osazování zárubní nebo rámů dveřních kovových do 4 m2 na MC	kus	11,000	-	**11,000**	296,58	3 262
50	H	**55331346**	0	Zárubeň ocelová pro porobeton YH 100 600 L/P	kus	1,000	-	**1,000**	768,00	768
51	H	**55331350**	0	Zárubeň ocelová pro porobeton YH 100 800 L/P	kus	9,000	-	**9,000**	800,00	7 200
52	H	**55331373**	0	Zárubeň ocelová pro porobeton YH 125 900 L/P	kus	1,000	-	**1,000**	951,00	951
53	H	**28375933**	1	Deska fasádní polystyrénová EPS 70 F 1000 x 500 x 50 mm	m2	62,860	10,00	**69,146**	109,00	7 537
54	SP	**641941712**	0	Osazování kovových rámů oken do 4 m2 na montážní pěnu	kus	14,000	-	**14,000**	603,43	8 448
55	SP	**648921411**	1	Osazování parapetních desek ŽB š do 200 mm na MC	m	15,000	-	**15,000**	74,00	1 110
56	H	**61144400**	1	Parapet plastový vnitřní - Deceuninck komůrkový 18 x 2 x 100 cm	m	15,000	-	**15,000**	358,00	5 370
57	SP	**611311141**	1	Vápenná omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stropů rovných nanášená ručně	m2	95,170	-	**95,170**	258,67	24 618
			11	**009: Ostatní konstrukce a práce**						**113 263**
58	SP	**941111111**	1	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 0,9 m v do 10 m	m2	242,925	-	**242,925**	48,05	11 672
59	SP	**941111211**	1	Příplatek k lešení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 0,9 m v 10 m za první a ZKD den použití	m2	7 287,750	-	**7 287,750**	0,80	5 830
60	SP	**941111811**	0	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m2 š do 0,9 m v do 10 m	m2	242,925	-	**242,925**	28,84	7 006
61	SP	**952901111**	1	Vyčištění budov bytové a občanské výstavby při výšce podlaží do 4 m	m2	182,840	-	**182,840**	79,06	14 456
62	SP	**953611141**	0	Schodišťový nosný a zvukově-izolační prvek mezi prefabrikovaným ramenem a podestou	kus	1,000	-	**1,000**	1 407,41	1 407
63	SP	**953611211**	0	Schodišťový zvukově-izolační prvek dilatační spárová deska mezi schody a stěnou	kus	1,000	-	**1,000**	475,27	475
64	SP	**962032241**	0	Bourání zdiva z cihel pálených nebo vápenopískových na MC přes 1 m3	m3	12,000	-	**12,000**	653,10	7 837
65	SP	**963023712**	0	Vybourání schodišťových stupňů ze zdi cihelné oboustranně	m	3,800	-	**3,800**	459,21	1 745
66	SP	**963065512**	1	Bourání podlah z fošen nebo prken ze dřeva tvrdého nosných konstrukcí	m3	38,481	-	**38,481**	1 400,75	53 903
67	SP	**978013191**	1	Otlučení (osekání) vnitřní vápenné nebo vápenocementové omítky stěn v rozsahu do 100 %	m2	107,858	-	**107,858**	65,74	7 091
68	SP	**978015391**	1	Otlučení (osekání) vnější vápenné nebo vápenocementové omítky stupně členitosti 1 a 2 do 100%	m2	33,100	-	**33,100**	55,63	1 841

			5	**099: Přesun hmot HSV**						**77 122**
69	SP	997006512	18	Vodorovné doprava suti s naložením a složením na skládku do 1 km	t	65,472	-	**65,472**	131,84	8 632
70	SP	997006519	17	Příplatek k vodorovnému přemístění suti na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	1 309,440	-	**1 309,440**	11,10	14 541
71	SP	997013821	1	Poplatek za uložení stavebního odpadu s obsahem azbestu na skládce (skládkovné)	t	1,623	-	**1,623**	1 740,00	2 824
72	SP	997013803	1	Poplatek za uložení stavebního odpadu cihelného na skládce (skládkovné)	t	7,800	-	**7,800**	150,00	1 170
73	SP	998011002	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	197,680	-	**197,680**	252,70	49 954
			4	**711: Izolace proti vodě a vlhkosti**						**29 507**
74	SP	711141559	1	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovné NAIP	m2	112,220	-	**112,220**	81,95	9 197
75	H	62836110	0	Pás těžký asfaltovaný FOALBIT Al S 40	m2	112,200	10,00	**123,420**	140,00	17 279
76	SP	711111002	0	Provedení izolace proti zemní vlhkosti vodorovné za studena lakem asfaltovým	m2	112,200	-	**112,200**	9,97	1 119
77	H	11163151	1	Lak asfaltový ALP/9 (MJ kg) bal 9 kg	kg	39,270	-	**39,270**	48,70	1 912
			9	**713: Izolace tepelné**						**91 115**
78	SP	713191411	1	Montáž izolace tepelné střech šikmých provedení podkladového roštu pod krokve	m	142,904	-	**142,904**	60,48	8 643
79	H	6314810200	0	Deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 60 mm	m2	105,845	15,00	**121,722**	91,60	11 150
80	H	6314810400	0	Deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 100 mm	m2	105,845	15,00	**121,722**	153,00	18 623
81	H	60514106	1	Řezivo jehličnaté lať pevnostní třída S10 - 13 průřez 40 x 60 mm	m3	2,401	10,00	**2,641**	5 680,00	15 000
82	SP	713151111	1	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	105,845	-	**105,845**	29,66	3 140
83	SP	713121111	1	Montáž izolace tepelné podlah volně kladenými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m2	120,900	-	**120,900**	17,80	2 152
84	H	63150927	0	Deska akustická ISOVER AKUSTIK PLATTE 1200x600 tl.20 mm	m2	120,900	10,00	**132,990**	230,00	30 588
85	SP	713131111	1	Montáž izolace tepelné stěn a základů přibitím rohoží, pásů, dílců, desek	m2	10,850	-	**10,850**	47,84	519
86	H	28375933	1	Deska fasádní polystyrénová EPS 70 F 1000 x 500 x 50 mm	m2	10,850	10,00	**11,935**	109,00	1 301
			3	**721: Vnitřní kanalizace**						**8 161**
87	SP	721174004	1	Potrubí kanalizační z PP svodné systém HT DN 70	m	3,400	-	**3,400**	367,49	1 249
88	SP	721174024	1	Potrubí kanalizační z PP odpadní systém HT DN 70	m	12,100	-	**12,100**	403,50	4 882
89	SP	721174025	1	Potrubí kanalizační z PP odpadní systém HT DN 100	m	4,000	-	**4,000**	507,32	2 029
			3	**722: Vnitřní vodovod**						**15 229**
90	SP	722174001	1	Potrubí vodovodní plastové PPR svar polyfuze PN 16 D 16 x 2,2 mm	m	41,750	-	**41,750**	247,76	10 344
91	SP	713463211	1	Montáž izolace tepelné potrubí potrubními pouzdry s Al fólií staženými Al páskou 1x D do 50 mm	m	41,750	-	**41,750**	54,40	2 271
92	H	63154510	1	Pouzdro potrubní izolační ROCKWOOL PIPO ALS 22/25 mm	m	41,750	-	**41,750**	62,60	2 614
			1	**723: Vnitřní plynovod**						**5 650**
93	SP	723150303	1	Potrubí ocelové hladké černé bezešvé spojované svařováním tvářené za tepla D 28x2,6 mm	m	20,000	-	**20,000**	282,50	5 650
			1	**731: Ústřední vytápění - kotelny**						**30 493**
94	SP	731150102	0	Kotel litinový stacionární na plyn odtah spalin do komína 18-26 kW pro vytápění	soubor	1,000	-	**1,000**	30 493,44	30 493
			6	**733: Ústřední vytápění - rozvodné potrubí**						**58 407**
95	SP	733222102	0	Potrubí měděné polotvrdé spojované měkkým pájením D 15x1	m	66,000	-	**66,000**	268,10	17 695
96	SP	733222104	0	Potrubí měděné polotvrdé spojované měkkým pájením D 22x1	m	14,000	-	**14,000**	353,75	4 953
97	SP	733222105	0	Potrubí měděné polotvrdé spojované měkkým pájením D 28x1,5	m	7,000	-	**7,000**	481,15	3 368
98	SP	733222104	0	Potrubí měděné polotvrdé spojované měkkým pájením D 22x1	m	46,000	-	**46,000**	353,75	16 273
99	SP	713463211	1	Montáž izolace tepelné potrubí potrubními pouzdry s Al fólií staženými Al páskou 1x D do 50 mm	m	133,000	-	**133,000**	54,40	7 235
100	H	63154511	0	Pouzdro potrubní izolační ROCKWOOL PIPO ALS 28/25 mm	m	133,000	-	**133,000**	66,80	8 884
			2	**735: Ústřední vytápění - otopná tělesa**						**81 708**
101	SP	735152579	0	Otopné těleso panelové VK dvoudeskové 2 přídavné přestupní plochy výška/délka 600/1200mm výkon	kus	7,000	-	**7,000**	5 888,28	41 218
102	SP	735151496	0	Otopné těleso panelové dvoudeskové 1 přídavná přestupní plocha výška/délka 900/900 mm výkon 1579 W	kus	8,000	-	**8,000**	5 061,24	40 490
			7	**762: Konstrukce tesařské**						**132 340**
103	SP	762332132	1	Montáž vázaných kcí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	234,816	-	**234,816**	156,54	36 757
104	SP	762381111	0	Ukotvení komínu ke krovu do šikmé plochy	kus	1,000	-	**1,000**	2 735,39	2 735
105	H	60511166	1	Řezivo jehličnaté hranol délka 4 - 6 m jakost I.	m3	8,156	-	**8,156**	6 380,00	52 032
106	SP	762331812	1	Demontáž vázaných kcí krovů z hranolů průřezové plochy do 224 cm2	m	124,730	-	**124,730**	46,53	5 803
107	SP	762713140	1	Montáž prostorové vázané kce z hraněného řeziva průřezové plochy do 450 cm2	m	55,450	-	**55,450**	278,87	15 463
108	SP	762713130	1	Montáž prostorové vázané kce z hraněného řeziva průřezové plochy do 288 cm2	m	51,000	-	**51,000**	234,32	11 950
109	SP	762713120	1	Montáž prostorové vázané kce z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	48,000	-	**48,000**	158,32	7 599
			2	**764: Konstrukce klempířské**						**14 311**
110	SP	764214411	1	Oplechování horních ploch a nadezdívek (atik) bez rohů z Pz plechu mechanicky kotvené rš přes 800mm	m2	11,400	-	**11,400**	796,09	9 075
111	SP	764511414	1	Žlab podokapní hranatý z Pz plechu rš 330 mm	m	16,750	-	**16,750**	312,59	5 236
			12	**765: Krytiny skládané**						**135 613**
112	SP	765131851	1	Demontáž vlnité vláknocementové krytiny sklonu do 30° do suti	m2	106,220	-	**106,220**	26,96	2 864
113	SP	765131871	0	Demontáž hřebene nebo nároží vlnité vláknocementové krytiny sklonu do 30° do suti	m	8,500	-	**8,500**	22,97	195
114	SP	765131891	0	Příplatek za sklon přes 30° k cenám demontáže vlnité vláknocementové krytiny	m2	106,220	-	**106,220**	20,31	2 157
115	SP	765131893	0	Příplatek za sklon přes 30° k cenám demontáže hřebene nebo nároží vlnité vláknocementové krytiny	m	8,500	-	**8,500**	12,98	110
116	SP	765121403	0	Montáž krytiny betonové opracování střešních tašek v místě prostupu do 1 m2	kus	1,000	-	**1,000**	472,56	473
117	SP	765123713	0	Krytina betonová lemování prostupů těsnicím pásem plochy jednotlivě do 1 m2	kus	1,000	-	**1,000**	3 292,48	3 292
118	SP	765123912	1	Příplatek ke krytině betonové za sklon přes 40° do 50°	m2	74,630	-	**74,630**	89,68	6 693
119	SP	765191013	1	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m2	153,488	-	**153,488**	27,68	4 248
120	H	28329295	1	Membrána podstřešní JUTADACH 150 g/m2 s aplikovanou spojovací páskou	m2	153,488	10,00	**168,837**	37,70	6 365
121	SP	765123011	1	Krytina betonová drážková povrch s transparentním nástřikem sklonu do 30° na sucho	m2	153,488	-	**153,488**	446,67	68 559
122	SP	765123311	1	Krytina betonová drážková hřeben z hřebenáčů s transparentním nástřikem s větracím pásem	m	16,000	-	**16,000**	1 019,90	16 318
123	SP	765123411	1	Krytina betonová drážková úžlabí na plech s těsnicím pásem	m	22,857	-	**22,857**	1 064,78	24 338
			21	**766: Konstrukce truhlářské**						**189 190**
124	SP	766311111	1	Montáž dřevěného zábradlí vnitřního	m	6,100	-	**6,100**	486,45	2 967
125	SP	766427112	1	Montáž obložení podhledů podkladového roštu	m	142,904	-	**142,904**	77,86	11 126
126	H	60621191	1	Palubky obkladové 12,5x96x3 000 KP - Smrk, kvalita AB, dovoz z DE	m2	116,725	15,00	**134,234**	154,00	20 672
127	H	61140014	0	Okno plastové jednokřídlé otvíravé a vyklápěcí pravé 60 x 90 cm	kus	1,000	-	**1,000**	3 360,00	3 360
128	H	61140015	0	Okno plastové jednokřídlé otvíravé a vyklápěcí pravé 90 x 90 cm	kus	2,000	-	**2,000**	4 000,00	8 000
129	H	61140017	0	Okno plastové jednokřídlé otvíravé a vyklápěcí pravé 120 x 120 cm	kus	1,000	-	**1,000**	5 340,00	5 340
130	H	61140018	0	Okno plastové jednokřídlé otvíravé a vyklápěcí pravé 120 x 150 cm	kus	7,000	-	**7,000**	6 070,00	42 490
131	H	61143077	0	Okno plastové jednodílné VEKA FIX 150x90 cm	kus	2,000	-	**2,000**	3 190,00	6 380
132	H	61143291	0	Okno střešní plastové ROTO- výklopné/kyvné křídlo WDF R85 K W WD CU(TV)-11/14 114x140 cm	kus	1,000	-	**1,000**	22 000,00	22 000

133	H	61160050		0	Dveře dřevěné vnitřní hladké plné 1křídlové 60x197 bez povrchové úpravy	kus	1,000	-	1,000	839,00	839
134	H	61160052		0	Dveře dřevěné vnitřní hladké plné 1křídlové 80x197 bez povrchové úpravy	kus	9,000	-	9,000	885,00	7 965
135	H	61173113		0	Dveře dřevěné vchodové plné palubkové model A 90x197 cm	kus	1,000	-	1,000	4 400,00	4 400
136	H	61143257		0	Dveře plastové balkonové jednodílné VEKA OS 110x210	kus	1,000	-	1,000	7 480,00	7 480
137	SP	766691914		0	Vyvěšení nebo zavěšení dřevěných křídel dveří pl do 2 m2	kus	11,000	-	11,000	21,53	237
138	SP	766691925		0	Vyvěšení nebo zavěšení křídel plastových dveří plochy přes 2 m2	kus	1,000	-	1,000	35,89	36
139	SP	766622861		0	Vyvěšení křídel dřevěných nebo plastových okenních do 1,5 m2	kus	6,000	-	6,000	10,09	61
140	SP	766622862		0	Vyvěšení křídel dřevěných nebo plastových okenních přes 1,5 m2	kus	8,000	-	8,000	12,16	97
141	H	61143823		0	Okno plastové DIMEX CONTOUR pevné zasklené 60x150 cm	kus	2,000	-	2,000	2 780,00	5 560
142	H	61143833		0	Okno plastové DIMEX CONTOUR pevně zasklené 90x150 cm	kus	4,000	-	4,000	3 470,00	13 880
143	H	61143843		0	Okno plastové DIMEX CONTOUR pevně zasklené 120x150 cm	kus	4,000	-	4,000	4 160,00	16 640
144	H	61143853		0	Okno plastové DIMEX CONTOUR pevně zasklené 150x150 cm	kus	2,000	-	2,000	4 830,00	9 660
				6	**771: Podlahy z dlaždic**						**76 965**
145	SP	771571112		0	Montáž podlah z keramických dlaždic režných hladkých do malty do 9 ks/m2	m2	10,500	-	10,500	448,35	4 708
146	H	59761110		0	Dlaždice keramické RAKO - koupelny ALLEGRO (bílé i barevné) 33,3 x 33,3 x 0,8 cm I. j.	m2	10,500	15,00	12,075	539,00	6 508
147	H	59761261		1	Dlaždice keramické RAKO - kuchyně TETRIS (barevné) 30 x 30 x 0,8 cm I. j.	m2	29,348	15,00	33,750	490,00	16 537
148	H	59761290		1	Dlaždice keramické RAKO - podlahy BRICK (barevné) 30 x 30 x 0,8 cm I. j. (cen.skup. 74)	m2	24,000	15,00	27,600	403,00	11 123
149	SP	771571113		1	Montáž podlah z keramických dlaždic režných hladkých do malty do 12 ks/m2	m2	69,597	-	69,597	466,99	32 501
150	H	59761433		1	Dlaždice keramické slinuté neglazované mrazuvzdorné TAURUS Granit Tunis S 29,8 x 29,8 x 0,9 cm	m2	16,250	15,00	18,688	299,00	5 588
				2	**776: Podlahy povlakové**						**78 781**
151	SP	776221111		1	Lepení pásů z PVC standardním lepidlem	m2	117,618	-	117,618	114,31	13 445
152	H	28411024		1	PVC heterogenní akustické, nášlapná vrstva 0,67 mm, zátěž 34/42, otlak do 0,09 mm, útlum 17 dB	m2	117,618	10,00	129,379	505,00	65 337
				6	**781: Obklady**						**42 773**
153	SP	781471113		17	Montáž obkladů vnitřních keramických hladkých do 19 ks/m2 kladených do malty	m2	28,460	-	28,460	484,26	13 782
154	H	59761000		17	Obkládačky keramické RAKO - koupelny ALLEGRO (bílé i barevné) 25 x 33 x 0,7 cm I. j.	m2	28,460	15,00	32,729	434,00	14 204
155	H	59761039		1	Obkládačky keramické RAKO - koupelny NEO (bílé i barevné) 20 x 25 x 0,68 cm I. j.	m2	10,720	15,00	12,328	210,00	2 589
156	H	59761255		1	Obkladačky keramické RAKO - kuchyně CLASSIC (barevné) 15 x 15 x 0,6 cm I. j.	m2	7,170	15,00	8,245	289,00	2 383
157	SP	781471114		1	Montáž obkladů vnitřních keramických hladkých do 22 ks/m2 kladených do malty	m2	10,720	-	10,720	513,98	5 510
158	SP	781471117		1	Montáž obkladů vnitřních keramických hladkých do 45 ks/m2 kladených do malty	m2	7,170	-	7,170	600,48	4 305
				1	**784: Malby**						**8 123**
159	SP	784221003		1	Jednonásobné bílé malby ze směsí za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do 5,00 m	m2	463,168	-	463,168	17,54	8 123
				3	**795: Lokální vytápění**						**83 064**
160	SP	795432003		0	Usazení krbové vložky o hmotnosti do 200 kg	kus	1,000	-	1,000	630,31	630
161	H	59816200		0	Vložka krbová otevíravá, Spartherm Mini R1V - 4S, 51 x 44 cm, rovné prosklení	kus	1,000	-	1,000	41 000,00	41 000
162	SP	795451111		1	Obestavba teplovzdušné komory krbu z cihel akumulačních šamotových	m2	12,240	-	12,240	3 385,10	41 434
				3	**TZ1: Stavební instalace**						**230 000**
163	SUB	M1		1	Hrubé rozvody - silnoproud	kpl	1,000	-	1,000	85 000,00	85 000
164	SUB	M2		1	Kompletace a zařizovací předměty - silnoproud	kpl	1,000	-	1,000	110 000,00	110 000
165	SUB	M3		1	Dodávka a montáž vybavení - slaboproud	kpl	1,000	-	1,000	35 000,00	35 000
			165								2 605 438

Zdroj pro položkový rozpočet

Vlastní zpracování pomocí softwaru euroCALC 3.

Příloha č. 3 - Cena

- Monolitický železobetonový strop deskový

Poř.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
		12	**SO_01: Stavební objekt 01**				**176 641**
		10	**004: Vodorovné konstrukce**				**164 284**
1	**411321616**	1	Stropy deskové ze ŽB tř. C 30/37	m3	**21,222**	3 295,99	69 946
2	**411351011**	1	Zřízení bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kce	m2	**96,010**	317,27	30 461
3	**411351012**	1	Odstranění bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné	m2	**96,010**	91,21	8 757
4	**411354313**	1	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	**96,010**	142,22	13 654
5	**411354314**	1	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	**96,010**	42,20	4 052
6	**411361821**	1	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	**0,303**	38 307,79	11 626
7	**411362021**	1	Výztuž stropů svařovanými sítěmi Kari	t	**0,307**	26 606,45	8 163
8	**417351115**	1	Zřízení bednění ztužujících věnců	m2	**13,309**	276,56	3 681
9	**417351116**	1	Odstranění bednění ztužujících věnců	m2	**13,309**	60,69	808
10	**417361821**	1	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	**0,354**	37 062,33	13 135
		1	**009: Ostatní konstrukce a práce**				**385**
11	**953311121**	1	Vložky do svislých dilatačních spár z izolačních dřevocementových desek tl 25 mm	m2	**1,490**	258,40	385
		1	**099: Přesun hmot HSV**				**11 973**
12	998011001	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	53,766	222,68	11 973
		12					176 641

- Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

Poř.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
		10	**SO_01: Stavební objekt 01**				**174 986**
		8	**004: Vodorovné konstrukce**				**164 247**
1	**411133901**	1	Montáž stropních panelů z betonu předpjatého bez závěsných háků hmotnosti do 1,5 t budova v do 18 m	kus	**18,000**	735,61	13 241
2	**411133902**	1	Montáž stropních panelů z betonu předpjatého bez závěsných háků hmotnosti do 3 t budova v do 18 m	kus	**5,000**	927,12	4 636
3	**411361821**	1	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	**0,039**	38 307,79	1 477
4	**417272111**	1	Obezdívka věnce věncovkou Ytong tl 125 mm na tenkovrstvou maltu včetně tepelné izolace tl 50 mm	m	**39,000**	318,85	12 435
5	**417321414**	1	Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 20/25	m3	**4,726**	2 926,43	13 830
6	**417361821**	1	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	**0,407**	37 062,33	15 084
7	**59346867**	1	Panel stropní předpjatý ELEMATIC PPS.../200-5x + 0 100x119x20 cm	m	**71,000**	1 050,00	74 550
8	**59346868**	1	Panel stropní předpjatý ELEMATIC PPS.../200-7x + 0 100x119x20 cm	m	**26,600**	1 090,00	28 994
		1	**009: Ostatní konstrukce a práce**				**481**
9	**953311121**	1	Vložky do svislých dilatačních spár z izolačních dřevocementových desek tl 25 mm	m2	**1,863**	258,40	481
		1	**099: Přesun hmot HSV**				**10 258**
10	998011001	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	46,066	222,68	10 258
		10					174 986

- Prefa-monolitický strop deskový

Poř.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
		10	**SO_01: Stavební objekt 01**				**173 270**
		8	**004: Vodorovné konstrukce**				**162 996**
1	**423355314**	1	Montáž ztraceného bednění - spřažené desky z filigranového panelu	m2	**102,270**	157,29	16 086
2	**417272111**	1	Obezdívka věnce věncovkou Ytong tl 125 mm na tenkovrstvou maltu včetně	m	**39,000**	318,85	12 435
3	**417361821**	1	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	**0,366**	37 062,33	13 576
4	**411362021**	1	Výztuž stropů svařovanými sítěmi Kari	t	**0,307**	26 606,45	8 163
5	**411354313**	1	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	**96,010**	142,22	13 654
6	**411354314**	1	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	**96,010**	42,20	4 052
7	**59341735R**	1	Polostropní panel LiaStrop 90 šířky do 1200 mm	m2	**102,270**	600,00	61 362
8	**411321515R**	1	Stropy deskové ze Liaporbetonu (LC 25/28 D 2,0)	m3	**12,867**	2 616,49	33 667
		1	**009: Ostatní konstrukce a práce**				**433**
9	**953311121**	1	Vložky do svislých dilatačních spár z izolačních dřevocementových desek tl 25	m2	**1,677**	258,40	433
		1	**099: Přesun hmot HSV**				**9 842**
10	998011001	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	**44,196**	222,68	9 842
		10					173 270

- Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Poř.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
		9	**SO_01: Stavební objekt 01**				**223 931**
		7	**004: Vodorovné konstrukce**				**212 891**
1	**411113211**	1	Strop BSK STANDARD tl 25 cm ze stropních trámců tl 21 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 5200 až 5600 mm	m2	**102,267**	1 377,19	140 841
2	**411362021**	1	Výztuž stropů svařovanými sítěmi Kari	t	**0,307**	26 606,45	8 163
3	**417272111**	1	Obezdívka věnce věncovkou Ytong tl 125 mm na tenkovrstvou maltu včetně tepelné izolace tl 50 mm	m	**39,000**	318,85	12 435
4	**417321414**	1	Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 20/25	m3	**5,088**	2 926,43	14 888
5	**417361821**	1	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	**0,509**	37 062,33	18 857
6	**411354313**	1	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	**96,010**	142,22	13 654
7	**411354314**	1	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25	m2	**96,010**	42,20	4 052
		1	**009: Ostatní konstrukce a práce**				**602**
8	**953311121**	1	Vložky do svislých dilatačních spár z izolačních dřevocementových desek tl 25 mm	m2	**2,329**	258,40	602
		1	**099: Přesun hmot HSV**				**10 438**
9	998011001	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	**46,874**	222,68	10 438
		9					223 931

- Strop z keramických panelů

Poř.	Kód	Stav	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
		5	**SO_01: Stavební objekt 01**				**221 310**
		3	**004: Vodorovné konstrukce**				**210 154**
1	**417388111**	1	Ztužující věnec keramických stropů tl 19 cm pro vnější zdi š 36,5 cm	m	**54,330**	485,27	26 365
2	**411161524R**	1	Stropy z keramických panelů CZP šířky do 1000 mm délky do 4500 mm	m2	**69,410**	1 764,96	122 506
3	**411161524R2**	1	Stropy z keramických panelů CZP šířky do 1000 mm délky od 4500 do 6500 mm	m2	**32,860**	1 864,96	61 283
		1	**009: Ostatní konstrukce a práce**				**457**
4	**953311121**	1	Vložky do svislých dilatačních spár z izolačních dřevocementových desek tl 25	m2	**1,770**	258,40	457
		1	**099: Přesun hmot HSV**				**10 699**
5	998011001	2	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	**48,047**	222,68	10 699
		5					221 310

Zdroj tabulek Přílohy č. 3

Vlastní zpracování pomocí softwaru euroCALC 3.

Příloha č. 4 - Časová náročnost

- Monolitický železobetonový strop deskový

Činnost	Vykonavatel	Nh (Sh)	Výkon	Celkový výkon	Výměra	Doba trvání
Bednění	Dělník 1	0,134	7,463	12,008 m^2/h	96,01 m^2	8 hod
	Dělník 2	0,22	4,545			
Armování ohybové výztuže	Dělník	7,49		0,134 t/h	0,303 t	2,26 hod
Armování sítí KARI	Dělník	13,742		0,073 t/h	0,307 t	4,21 hod
Armování věnce	Dělník	26,771		0,037 t/h	0,354 t	9,57 hod
Bednění věnců	Dělník	0,654		1,529 m^2/h	13,309 m^2	8,7 hod
Betonáž	Dělník	0,294		3,401 m^3/h	21,222 m^3	6,24 hod
Technologická přestávka mezi betonážemi stropu B a A						24 hod
Technologická přestávka mezi betonáží a zděním						56 hod

Číslo dne	Činnost	Doba trvání [h]
1.	Bednění B	8
2.	Armování B	8
3.	Betonáž B + 24h TP	32
5.	Bednění A	
6.	Armování A	
7.	Betonáž A + 56h TP	64
15.	Zdění	
	Σ	**112**

- Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

Činnost	Vykonavatel	Nh (Sh)	Výkon	Celkový výkon	Výměra	Doba trvání
Uložení panelů do 1,5 t	Jeřáb	0,14		7,143 kus/h	18 kusů	2,52 hod
Uložení panelů do 3 t	Jeřáb	0,157		6,369 kus/h	5 kusů	0,79 hod
Obezdění věncovkami	Dělník	0,08		12,5 m/h	39 m	3,12 hod
Uložení zálivkové výztuže	Dělník	7,49		0,134 t/h	0,039 t	0,29 hod
Armování věnce	Dělník	26,771		0,037 t/h	0,407 t	11 hod
Betonáž	Dělník	1,058		0,945 m^3/h	4,726 m^3	5 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu B a uložení panelů stropu A						16 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu A a zděním						16 hod

Číslo dne	Činnost	Doba trvání [h]
1.	Uložení B + Obezdění B + Armování B	8
2.	Betonáž B + 16h TP	24
5.	Uložení A + Obezdění A	8
6	Armování A	8
7.	Betonáž A + 16h TP	24
10.	Zdění	
	Σ	**72**

- Prefa-monolitický strop deskový

Činnost	Vykonavatel	Nh (Sh)	Výkon	Celkový výkon	Výměra	Doba trvání
Uložení filigránových desek	Montážník	0,014		71,429 m^2/h	102,27 m^2	1,43 hod
Obezdění věncovkami	Dělník	0,08		12,5 m/h	39 m	3,12 hod
Armování sítí KARI	Dělník	13,742		0,073 t/h	0,307 t	4,21 hod
Armování věnce	Dělník	26,771		0,037 t/h	0,366 t	9,89 hod
Podepření desek	Dělník 1	0,067	14,925	23,258 m^2/h	96,01 m^2	4,13 hod
	Dělník 2	0,12	8,333			
Betonáž	Dělník	0,294		3,401 m^3/h	12,867 m^3	3,78 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu B a uložení panelů stropu A						24 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu A a zděním						56 hod

Číslo dne	Činnost	Doba trvání [h]
1.	Uložení B + Obezdění B + Podepření B	8
2.	Armování B + Betonáž B + 24h TP	32
6.	Uložení A + Obezdění A + Podepření A	8
7.	Armování A	8
8.	Armování A + Betonáž A + 56h TP	64
16.	Zdění	
	Σ	**120**

- Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Činnost	Vykonavatel	Nh (Sh)	Výkon	Celkový výkon	Výměra	Doba trvání
Montáž stropu	Dělník 1	0,449	2,227	7,642 m^2/h	102,27 m^2	13,38 hod
	Dělník 2	0,336	2,976			
	Dělník 3	0,41	2,439			
Obezdění věncovkami	Dělník	0,08		12,5 m/h	39 m	3,12 hod
Armování sítí KARI	Dělník	13,742		0,073 t/h	0,307 t	4,21 hod
Armování věnce	Dělník	26,771		0,037 t/h	0,509 t	13,76 hod
Podepření desek	Dělník 1	0,067	14,925	23,258 m^2/h	96,01 m^2	4,13 hod
	Dělník 2	0,12	8,333			
Technologická pauza mezi betonáží stropu B a montáží stropu A						24 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu A a zděním						56 hod

Číslo dne	Činnost	Doba trvání [h]
1.	Uložení B + Obezdění B + Podepření B	8
2.	Armování B	8
3.	Betonáž B + 24h TP	32
7.	Uložení A + Obezdění A + Podepření A	8
8.	Armování A	8
9.	Armování A	8
10.	Betonáž A + 56h TP	64
18.	Zdění	
	Σ	**136**

- Strop z keramických panelů

Činnost	Vykonavatel	Nh (Sh)	Výkon	Celkový výkon	Výměra	Doba trvání
Uložení panelů B vč. zálivky	Montážník	0,022		45,455 m^2/h	32,86 m^2	0,73 hod
Armování věnce vč. obezdění a betonáže	Dělník	0,267		3,745 m/h	54,33 m	14,51 hod
Uložení panelů A vč. zálivky	Montážník	0,022		45,455 m^2/h	69,41 m^2	1,53 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu B a montáží stropu A						16 hod
Technologická pauza mezi betonáží stropu A a zděním						16 hod

Číslo dne	Činnost	Doba trvání [h]
1.	Uložení B + Obezdění B + Armování B + Betonáž B + 16h TP	24
4.	Uložení A + Obezdění A + Armování A	8
5.	Armování A + Betonáž A + 16h TP	24
8.	Zdění	
	Σ	**56**

Zdroj tabulek Přílohy č. 4

Vlastní zpracování pomocí softwaru euroCALC 3.

Příloha č. 5 - Tepelně technické vlastnosti

- Monolitický železobetonový strop deskový

Tepelný odpor: $R_u = \frac{d^1}{\lambda^2} = \frac{0{,}16}{1{,}58} = 0{,}1013\ m^2.K/W$

- Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

Panel PPD 207 společnosti Prefa Brno: z technického listu vyčtená hodnota tepelného odporu = 0,19 m^2.K/W

- Prefa-monolitický strop deskový

Spřažená prefa-monolitická konstrukce společnosti LiaStrop: z technického listu vyčtená hodnota tepelného odporu = 0,2854 m^2.K/W

- Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Stropní systém Livetherm společnosti BS Klatovy: z technického listu vyčtená hodnota tepelného odporu = 0,21 m^2.K/W

- Strop z keramických panelů

Stropní systém Keramické stropy CZ-JW společnosti CZP stropy: současně pro tuto stropní konstrukci společnost nemá zpracované tepelně technické parametry. Z tohoto důvodu bude proveden výpočet s pomocí obdobné stropní konstrukce Heluz MIAKO společnosti Heluz. Strop složený ze 190mm vysoké keramické vložky a 40mm nadbetonávky má hodnotu tepelného odporu R_u = 0,44 m^2.K/W. Stropní panel CZ-JW však má pouze 190mm vysokou keramickou vložku bez nadbetonávky. Tato změna skladby bude zohledněna v následujícím výpočtu, kde je uvažován součinitel tepelné vodivosti nadbetonávky λ_2[2] = 1,58 W/m.K.

Tepelný odpor: $$R_u = R_{CZ-JW} + R_2 = R_{CZ-JW} + \frac{d_2}{\lambda_2} = R_{CZ-JW} + \frac{0{,}04}{1{,}58} =$$
$$= 0{,}44\ m^2.K/W \rightarrow\ R_{CZ-JW}\ = 0{,}4147\ m^2.K/W$$

[1] výška desky v metrech
[2] součinitel tepelné vodivosti, zdroj: https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/58-hodnoty-fyzikalnich-velicin-vybranych-stavebnich-materialu

Příloha č. 6 - Akustické vlastnosti

- Monolitický železobetonový strop deskový

Hodnota vzduchové neprůzvučnosti byla získána pomocí výpočtového programu na stránce[1]: $R_w = 55$ dB

- Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

Panel PPD 207 společnosti Prefa Brno: z technického listu vyčtená hodnota vzduchové neprůzvučnosti = 49 dB

- Prefa-monolitický strop deskový

Spřažená prefa-monolitická konstrukce společnosti LiaStrop: z technického listu vyčtená hodnota vzduchové neprůzvučnosti = 45 dB

- Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Stropní systém Livetherm společnosti BS Klatovy: z technického listu vyčtená hodnota vzduchové neprůzvučnosti = 54 dB

- Strop z keramických panelů

Stropní keramické panely společnosti CZP stropy: z poskytnutého certifikátu byla vyčtena hodnota vzduchové neprůzvučnosti = 44 dB

[1]https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/135-vypocet-laboratorni-nepruzvucnosti-jednoduchych-stavebnich-prvku-podle-csn-en-12354-1-prilohy-b

Příloha č. 7 - Uhlíková stopa

- Monolitický železobetonový strop deskový

U toho typu stropu bude ukázáno prostředí katalogu stavebních materiálů a konstrukcí, dostupného na stránkách www.envimat.cz. U dalších stropních systémů nebude tento postup podrobně znázorněn.

V katalogu se nejprve nastaví, z jakých prvků se konstrukce skládá a jaké poměrové zastoupení tyto složky buď objemově, nebo hmotnostně v konstrukci mají. Následně je z takto vytvořené konstrukce vypočtena hodnota svázaných emisí CO_2/m^2. Tato hodnota je získaná součtem přenásobení všech prvků danými svázanými emisemi CO_2/kg daného prvku. V souhrnné tabulce je pak uvedena hodnota celkových svázaných emisí CO_2 za celý strop, z důvodu různých tlouštěk stropu některých stropních systémů.

Parametry

Parametr	Hodnota	Jednotka
Svázaná energie (PEI):	**780,454**	**MJ/m²**
Svázané emise CO2 (GWP):	**78,2374**	**kg CO_2 ekv./m²**
Svázaná emise SO2 (AP):	**196,983**	**g SO_2 ekv./m²**
EP:	95,8674	g $(PO_4)^{3-}$ ekv./m²
ODP:	0,00289005	g R-11 ekv./m²
POCP:	22,917	g C_2H_4 ekv./m²
Tloušťka d:	160	mm
Objemová hmotnost ρ:	2489,4	kg/m³
Plošná hmotnost:	398,304	kg/m²

Skladba

Název	Podíl objemový	ρ	GWP	PEI	AP	EP	ODP	POCP
		kg/m³	kg CO_2 ekv./kg	MJ/kg	g SO_2 ekv./kg	g $(PO_4)^{3-}$ ekv./kg	g R-11 ekv./kg	g C_2H_4 ekv./kg
Ocel, výztuž do betonu	0.02	7850	1.482	22.5279	5.0948	3.133	0.0000600	0.81161
Beton prostý	0.98	2380	0.109891	0.574926	0.184899	0.046	0.00000370555	0.00677773

Obrázek 10 - výpočet GWP - monolitický železobetonový strop deskový tl. 160mm
Zdroj: vlastní zpracování pomocí www.envimat.cz

Parametry

Parametr	Hodnota	Jednotka
Svázaná energie (PEI):	**975,568**	**MJ/m²**
Svázané emise CO2 (GWP):	**97,7968**	**kg CO_2 ekv./m²**
Svázaná emise SO2 (AP):	**246,228**	**g SO_2 ekv./m²**
EP:	119,834	g $(PO_4)^{3-}$ ekv./m²
ODP:	0,00361256	g R-11 ekv./m²
POCP:	28,6462	g C_2H_4 ekv./m²
Tloušťka d:	200	mm
Objemová hmotnost ρ:	2489,4	kg/m³
Plošná hmotnost:	497,88	kg/m²

Skladba

Název	Podíl objemový	ρ	GWP	PEI	AP	EP	ODP	POCP
		kg/m³	kg CO_2 ekv./kg	MJ/kg	g SO_2 ekv./kg	g $(PO_4)^{3-}$ ekv./kg	g R-11 ekv./kg	g C_2H_4 ekv./kg
Ocel, výztuž do betonu	0.02	7850	1.482	22.5279	5.0948	3.133	0.0000600	0.81161
Beton prostý	0.98	2380	0.109891	0.574926	0.184899	0.046	0.00000370555	0.00677773

Obrázek 11 - výpočet GWP - monolitický železobetonový strop deskový tl. 200mm
Zdroj: vlastní zpracování pomocí www.envimat.cz

Celkové svázané emise CO_2: $E = A_1 * GWP_1 + A_2 * GWP_2 = 69{,}41 * 78{,}24 + 32{,}86 * 97{,}80 = 8644{,}3\ kg\ CO_2$

- Prefabrikovaný strop z předpjatých dutinových panelů

Plocha panelů PPD 207: $A_1 = 1{,}2 * (2 * 5{,}15 + 4 * 4) = 31{,}56\ m^2$

Plocha panelů PPD 205: $A_2 = 102{,}27 - 31{,}56 = 70{,}71\ m^2$

Celkové svázané emise CO_2: $E = A_1 * GWP_1 + A_2 * GWP_2 = 31{,}56 * 34{,}26 + 70{,}71 * 32{,}90 = 3407{,}6\ kg\ CO_2$

- Prefa-monolitický strop deskový

Celkové svázané emise CO_2: $E = A * GWP = 102{,}27 * 123{,}316 = 12611{,}5\ kg\ CO_2$

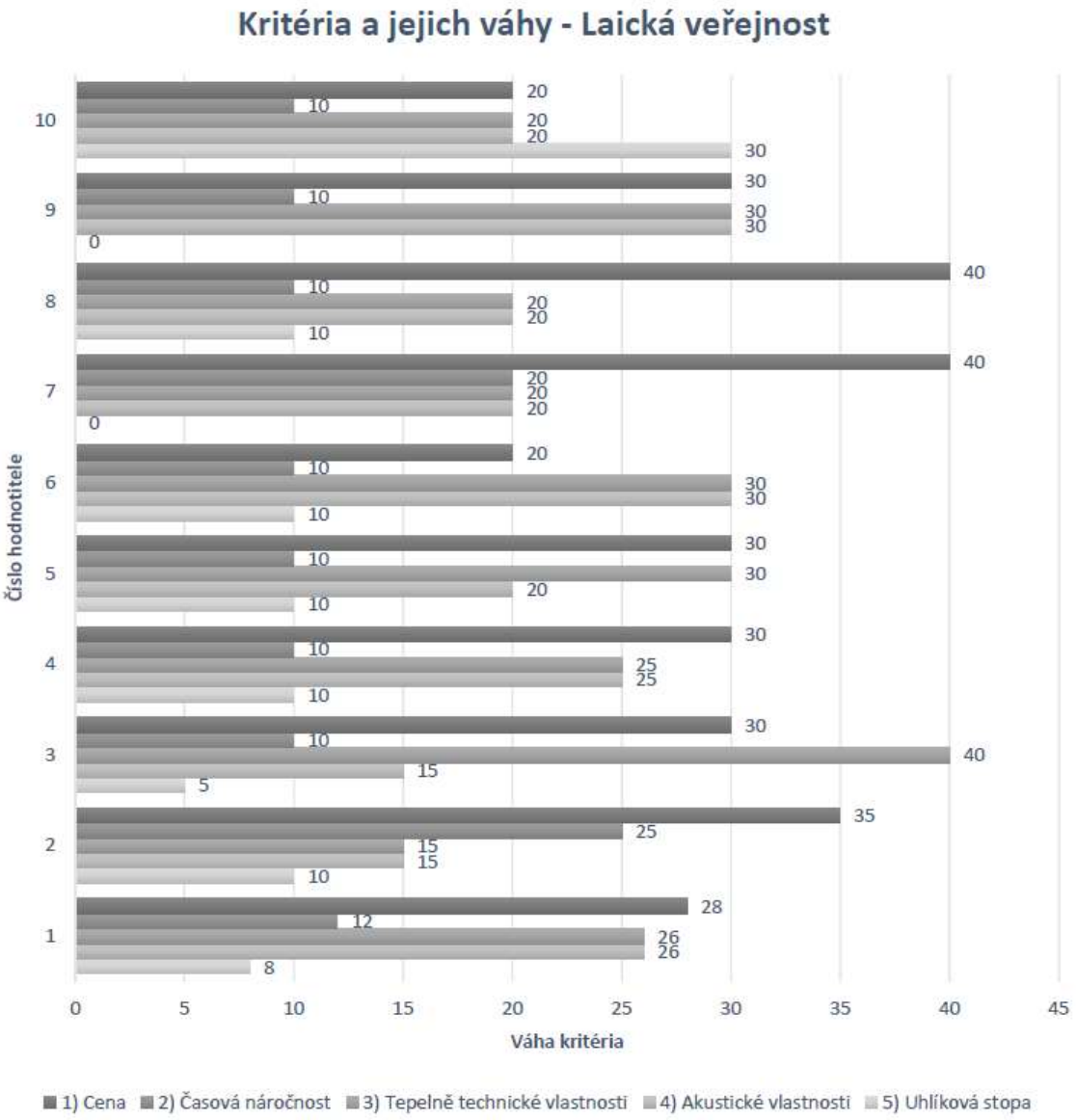
- Prefa-monolitický strop z nosníků a vložek

Celkové svázané emise CO_2: $E = A * GWP = 102{,}27 * 44{,}217 = 4522{,}1\ kg\ CO_2$

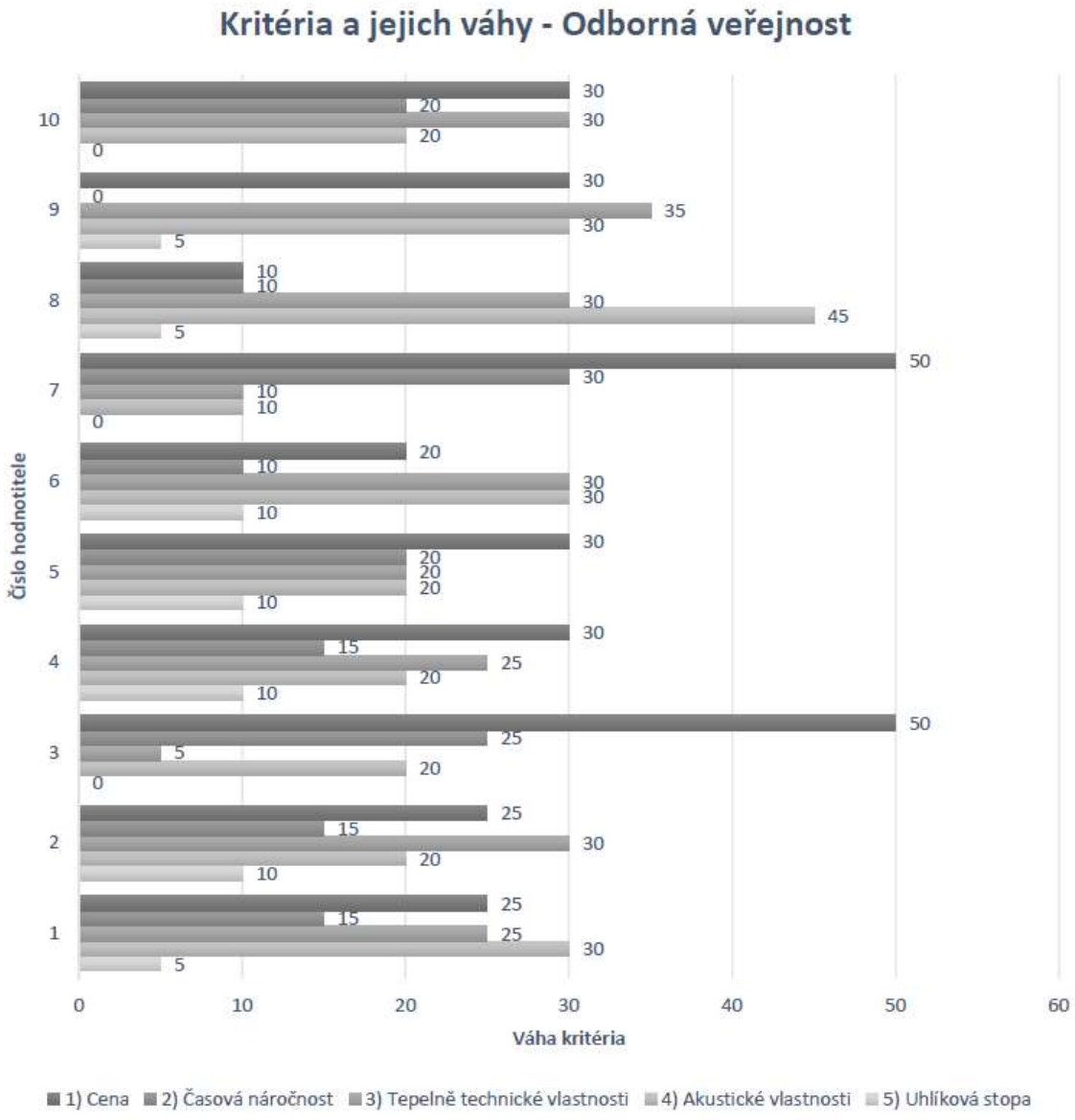
- Strop z keramických panelů

Celkové svázané emise CO_2: $E = A * GWP = 102{,}27 * 58{,}654 = 5998{,}5\ kg\ CO_2$

Příloha č. 8 - Dotazník

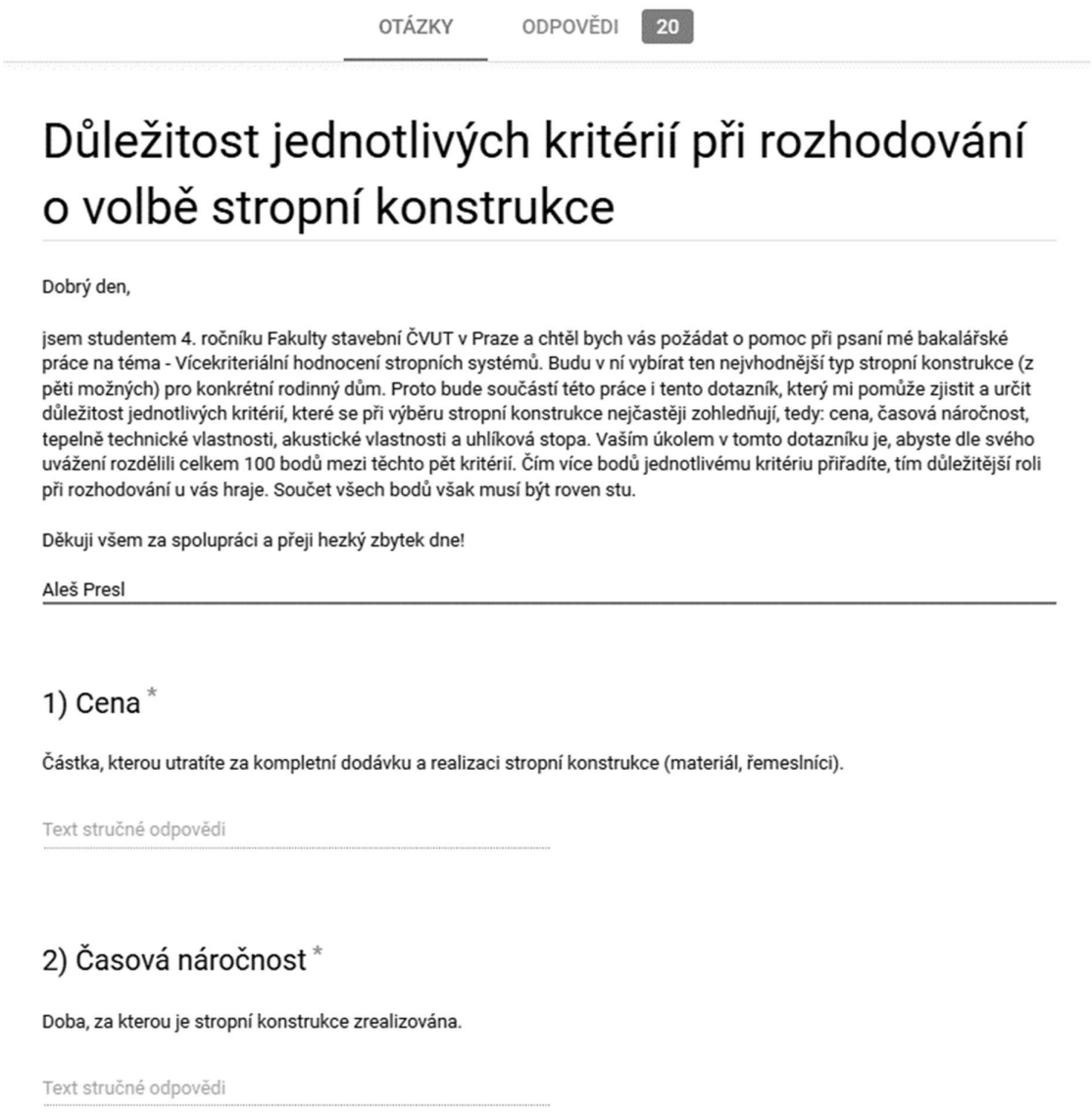


Graf 1 - přiřazené váhy kritérií – laická veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování vlastního dotazníku



Graf 2 - přiřazené váhy kritérií – odborná veřejnost
Zdroj: vlastní zpracování vlastního dotazníku

Dotazníkový formulář



OTÁZKY ODPOVĚDI 20

Důležitost jednotlivých kritérií při rozhodování o volbě stropní konstrukce

Dobrý den,

jsem studentem 4. ročníku Fakulty stavební ČVUT v Praze a chtěl bych vás požádat o pomoc při psaní mé bakalářské práce na téma - Vícekriteriální hodnocení stropních systémů. Budu v ní vybírat ten nejvhodnější typ stropní konstrukce (z pěti možných) pro konkrétní rodinný dům. Proto bude součástí této práce i tento dotazník, který mi pomůže zjistit a určit důležitost jednotlivých kritérií, které se při výběru stropní konstrukce nejčastěji zohledňují, tedy: cena, časová náročnost, tepelně technické vlastnosti, akustické vlastnosti a uhlíková stopa. Vaším úkolem v tomto dotazníku je, abyste dle svého uvážení rozdělili celkem 100 bodů mezi těchto pět kritérií. Čím více bodů jednotlivému kritériu přiřadíte, tím důležitější roli při rozhodování u vás hraje. Součet všech bodů však musí být roven stu.

Děkuji všem za spolupráci a přeji hezký zbytek dne!

Aleš Presl

1) Cena *

Částka, kterou utratíte za kompletní dodávku a realizaci stropní konstrukce (materiál, řemeslníci).

Text stručné odpovědi

2) Časová náročnost *

Doba, za kterou je stropní konstrukce zrealizována.

Text stručné odpovědi

Obrázek 12 - dotazník - část 1.
Zdroj: Google formulář

3) Tepelně technické vlastnosti *

Jedná se o schopnost stropní konstrukce zadržet teplo uvnitř objektu nebo naopak izolovat objekt od vnějších chladnější prostor (např. garáž pod bytem).

Text stručné odpovědi

4) Akustické vlastnosti *

Jde o vzduchovou neprůzvučnost, kterou si představte jako schopnost stropu váš byt odizolovat od sousedů nad i pod Vámi např. od hlasité hudby.

Text stručné odpovědi

5) Uhlíková stopa *

Obecně to znamená: množství vyprodukovaných skleníkových plynů danou činností. V našem konkrétním případě jde o množství skleníkových plynů, které vzniknou výrobou stropní konstrukce. Uhlík uvolňovaný do atmosféry narušuje rovnováhu obsahu plynů v ovzduší, a proto je potřeba produkci uhlíku redukovat. Přibývající množství skleníkových plynů v atmosféře způsobuje změny klimatu.

Text stručné odpovědi

Jste odborná nebo laická veřejnost v oblasti stavebnictví? *

- ○ odborná veřejnost (např. absolvent stavební fakulty, pracovník stavební firmy apod.)
- ○ laická veřejnost
- ○ stavební firma
- ○ Jiná...

Obrázek 13 - dotazník - část 2.
Zdroj: Google formulář