



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÁVRH A KALKULACE CEN VYBRANÝCH STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

DESIGN AND CALCULATION OF PRICES OF SELECTED CEILING
STRUCTURES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Kateřina Chmelařová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALENA TICHÁ, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Kateřina Chmelařová
Název	Návrh a kalkulace cen vybraných stropních konstrukcí
Vedoucí práce	doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Tichá A., Marková L., Puchýř B.: Ceny ve stavebnictví I, URS s.r.o., Brno 1999
2. Tichá A. a kol.: Rozpočtování a kalkulace ve stavební výrobě, díl I, CERM, 2004
3. Marková a kol.: Rozpočtování ve stavební výrobě, díl II CERM 2004
4. Software pro kalkulace ve stavební výrobě
5. ÚRS Praha: Rozpočtování a oceňování stavebních prací, 2016
6. Software pro navrhování stavebního díla

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce bude navrhnout několik variant řešení stropní konstrukce pro vybraný stavební objekt, vykalkulování ceny pro každou variantu a vzájemné kritériální porovnání.

Rámcová osnova:

1. Úvod
2. Základní pojmy stavebně-technické
3. Základní pojmy stavebně-ekonomické
4. Charakteristika vybraného stavebního objektu
5. Variantní technické řešení stropní konstrukce
6. Kalkulace nákladů u vybraných variant stropní konstrukce
7. Vyhodnocení
8. Závěr
9. Použité publikační zdroje

Výstupem práce bude kritériální porovnání variantních návrhů stropních konstrukcí ze stavebního a cenového hlediska.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem, kalkulací a efektivní volbou stropní konstrukce. Cílem je optimalizovat návrh objektu tak, aby došlo k minimalizaci nákladů na výstavbu a provoz, při splnění požadovaného účelu a dodržení určitého standardu kvality. Snaha dosáhnout zmíněného cíle vychází z teorie, že rodinný dům nemusí být navržen v jednotném konstrukčním systému. V praktické části jsou na zvolený RD navrženy tři druhy stropní konstrukce. Výsledkem studie je stanovení nejvhodnější varianty na rodinný dům pomocí hodnotové analýzy a rozpočtové ceny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stropní konstrukce, vodorovná nosná konstrukce, druhy stropů, požadavky a vlastnosti stropní konstrukce, keramický strop, Porotherm, betonový strop, panelový strop, Spiroll, cena, souhrnný rozpočet, kalkulace, průzkum trhu, dotazník, statický výpočet

ABSTRACT

This final thesis discuss about design, calculation and efficient choice of ceiling construction. The goal is to optimize the design of the building in order to minimize construction and operation costs, to meet the required purpose and to meet a certain quality standard. The effort to achieve this goal is based on the theory that a family house may not be designed in a single design system. In the practical part, three types of ceiling construction are designed for the selected RD. The result of the study is to determine the most appropriate option for a family house using value analysis and budget price.

KEYWORDS

Ceiling structures, horizontal supporting structure, types of ceilings, requirements and properties of the ceiling structure, ceramic ceiling, Porotherm, concrete ceiling, panel ceiling, Spiroll, price, general budget, calculation, market survey, questionnaire, static calculation.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Kateřina Chmelařová *Návrh a kalkulace cen vybraných stropních konstrukcí*. Brno, 2018. 78s., 36s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Kateřina Chmelařová
autorka práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucí diplomové práce paní docentce Ing. Aleně Tiché, Ph.D., za metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování diplomové práce a zároveň panu Ing. Janu Perlovi za technické konzultace při návrhu.

OBSAH

ÚVOD	10
1 STROPNÍ KONSTRUKCE	11
1.1 ZÁKLADNÍ NÁZVOSLOVÍ	11
1.2 ZAKRESLOVÁNÍ STROPŮ DLE ČSN 01 3420.....	12
1.3 POŽADAVKY NA VLASTNOSTI STROPNÍ KONSTRUKCE	13
1.3.1 Architektonické	13
1.3.2 Statické.....	13
1.3.3 Konstrukční	14
1.3.4 Protipožární odolnost.....	15
1.3.5 Akustické požadavky	16
1.3.6 Tepelná izolace.....	16
2 ROZDĚLENÍ STROPNÍCH KONSTRUKCÍ	17
2.1 KERAMICKÉ STROPY	17
2.1.1 Montované keramické stropy	17
2.1.2 Polomontované keramické stropy	19
2.2 ŽELEZOBETONOVÉ STROPY	21
2.2.1 Montované ŽB stropy.....	21
2.2.2 Polomontované železobetonové stropy	23
2.2.3 Monolitické železobetonové stropy.....	24
2.3 PÓROBETONOVÉ STROPY	30
2.4 STROPY Z OCELOVÝCH PROFILŮ	31
2.4.1 Stropní konstrukce z válcovaných nosníků	31
2.4.2 Stropní konstrukce z příhradových nosníků	32
2.4.3 Stropní konstrukce deskové z profilovaných plechů.....	33
2.5 DŘEVĚNÉ STROPY.....	33
2.5.1 Povalové stropy.....	34
2.5.2 Trámové stropy	34
2.5.3 Fošnové stropy	35
2.6 KLENBY	36
2.7 NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE A PRVKY	37
2.7.1 Pozední věnce	37
2.7.2 Podlahy.....	38
2.7.3 Podhledy	38
2.8 OPTIMALIZACE STROPNÍCH KONSTRUKCÍ	39
3 KALKULACE CENY A NÁKLADŮ	40
3.1 CENY VE STAVEBNICTVÍ.....	40
3.2 DRUHY CEN	41
3.3 ROZPOČET STAVBY.....	42
3.3.1 Rozpočtové ukazatele	42
3.3.2 Souhrnný rozpočet	42
3.4 KALKULACE	43
3.4.1 Základní pojmy	44
3.4.2 Individuální kalkulace.....	45
3.4.3 Výrobní kalkulace	46

4	PRAKTICKÁ ČÁST	46
4.1	CHRAKTERISTIKA OBJEKTU	47
4.2	PRŮZKUM TRHU	48
4.2.1	Šetřený soubor	48
4.2.2	Dotazník	49
4.2.3	Vyhodnocení	50
4.3	NÁVRHY STROPNÍCH KONSTRUKCÍ	52
4.3.1	Vstupní hodnoty.....	52
4.3.2	Keramický strop POROTHERM	54
4.3.3	Betonový monolitický strop	56
4.3.4	Panelový strop SPIROLL.....	63
4.4	ROZPOČTY STROPNÍCH KONSTRUKCÍ	64
4.4.1	Keramický strop Porotherm	64
4.4.2	Betonový monolitický strop	65
4.4.3	Panelový strop SPIROLL.....	65
4.4.4	Rekapitulace	66
4.5	HODNOTOVÁ ANALÝZA	66
4.5.1	Tepelně – izolační parametry	67
4.5.2	Vyhodnocení	69
5	ZÁVĚR	72
	SEZNAM LITERATURY	74
	SEZNAM TABULEK	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	77
	SEZNAM PŘÍLOH	78

ÚVOD

Téma diplomové práce pod názvem „Návrh a kalkulace cen vybraných stropních konstrukcí“ se zabývá návrhem, kalkulací a efektivní volbou stropní konstrukce již při návrhu. Záměrem této diplomové práce je optimalizovat návrh objektu tak, aby došlo k minimalizaci nákladů na výstavbu a provoz při splnění požadovaného účelu a dodržení určitého standardu kvality. Snaha dosáhnout zmíněného cíle vychází z teorie, že rodinný dům nemusí být navržen v jednotném konstrukčním systému.

Cílem je tedy navrhnout na zvolený rodinný dům tři druhy stropní konstrukce na základě průzkumu trhu, vytvořit finanční rozpočet a závěrem zvolit nejvhodnější variantu. Prioritní nebude pouze celková cena, ale i vlastnosti jednotlivých konstrukcí.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části, oblast teorie a praktickou část. Teoretická část se dále člení na další dvě části. V technické oblasti je objasněna terminologie týkající se stropních konstrukcí, požadavky na vlastnosti stropních konstrukcí a požadavky týkající se zakreslování stropů do výkresu. Stropní systémy jsou v první rovině rozděleny podle materiálů a v další úrovni podle systému. To vytváří přehledný a stručný nástin stropních konstrukcí ve stavebnictví. V ekonomické části jsou specifikovány základní pojmy týkající se cen a jejich druhů, definice souhrnného rozpočtu a kalkulace cen ve stavebnictví.

Praktická část se skládá ze čtyř na sebe navazujících částí. První část se týká průzkumu trhu. Cílem je zjistit důležité aspekty při volbě stropní konstrukce a zároveň tři až čtyři nejobvyklejší druhy stropů.

V další části autorka diplomové práce navrhne stropní konstrukce na zvolený půdorys rodinného domu. Jedná se o multifunkční dvoupodlažní objekt pravidelného půdorysu, kde přízemí tvoří prodejna a nadzemní podlaží dvě bytové jednotky. Varianty budou zvoleny na základě výsledků z průzkumu trhu. Vstupní podmínky budou nastaveny tak, aby jednotlivé varianty byly srovnatelné. U každého druhu budou vyzdvihnuty výhody a nevýhody dané konstrukce, popis návrhu, včetně samotného návrhu a přílohou bude výkres.

V další, ekonomické části budou kalkulovány na tyto vodorovné konstrukce dílčí rozpočty. Do rozpočtu nebude zahrnuta doprava, jelikož rodinný dům není reálně postaven. Rozpočet bude vytvořen v programu KROS 4.

V poslední části této práce provede autorka hodnotovou analýzu neboli optimalizaci konstrukce a vybere nejvhodnější variantu na zvolený rodinný dům.

1 STROPNÍ KONSTRUKCE

Stropy patří mezi vodorovné nosné dělicí konstrukce. Rozdělují prostor budovy ve svislém směru na jednotlivá podlaží a určují celkový charakter nosné konstrukce stavby. Základním požadavkem je dostatečné vodorovné vyztužení objektu a snaha navrhnout co nejmenší konstrukční výšku, aby došlo k minimalizaci nákladů při výstavbě a později i v provozu. [1]

Únosnost, tuhost, maximální rozpětí a fyzikální vlastnosti celkově ovlivňují architektonické řešení stavby. Je třeba předem znát charakter budovy, jelikož stropní konstrukce přenáší zatížení do svislých konstrukcí a základů, což značně ovlivňuje jejich dimenzování. Špatné dimenzování a malá tuhost objektu může způsobit velké průhyby a následné poškození podlah a podhledů. V neposlední řadě je třeba při návrhu zajistit požární bezpečnost, ochranu proti hluku, zvukovou neprůzvučnost a kročejovou neprůzvučnost. [1]

Stropní konstrukce se řadí do kategorie vodorovných nosných konstrukcí. Tato kategorie zahrnuje také konstrukce vyložené (balkóny, římsy, arkýře, přístřešky) a konstrukce ustupující (lodžie, ustupující podlaží). Funkční část se od stropních konstrukcí liší, avšak jejich nosná část je obvykle součástí stropní konstrukce, nebo s ní přímo souvisí. [2]

1.1 ZÁKLADNÍ NÁZVOSLOVÍ

Stropní konstrukce – rozděluje stavbu na jednotlivá podlaží s funkcí bezpečného přenášení zatížení do podpor. Hlavní část je stropní konstrukce doplněná konstrukcí podlahy, eventuálně podhledu. [3, str. 1]

Podlaží – stavební objekt můžeme ve svislém směru rozdělit na jednopodlažní (např. nepodsklepený bungalov) a vícepodlažní např. RD který má suterén, přízemí, patro a podkroví. Části objektu dělené stropními konstrukcemi tedy nazýváme podlažími. [3, str. 1]

Konstrukční výška – svislá vzdálenost měřená mezi sousedními podlažími vždy od horní úrovně stropní konstrukce jednoho podlaží k horní úrovni stropní konstrukce podlaží sousedního. [3, str. 2]

Světlá výška – svislá vzdálenost měřená od úrovně čisté podlahy po spodní úroveň stropního podhledu nebo stropní konstrukce. [3, str. 2]

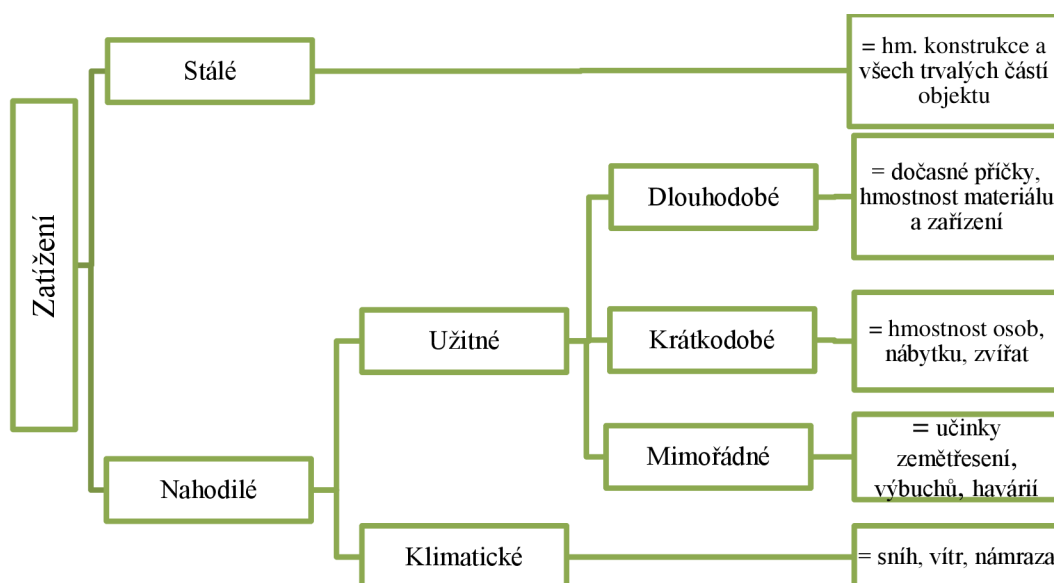
Podpora – stěna, sloup nebo průvlak. Do podpor se přenáší zatížení ze stropní konstrukce, proto musí být základním požadavkem kladeným na podporu její dostatečná únosnost a stabilita. [3, str. 2]

Světlé rozpětí – vodorovná vzdálenost mezi vnitřním lícem podpor stropu. [3, str. 2]

Úložná délka – vodorovná vzdálenost uloženého prvku stropní konstrukce po vnitřní líc podpory. [3, str. 2]

Zatížení – rozděluje se na stálé a nahodilé. Stálé zatížení představuje zatížení stavební konstrukce vlastní vahou a zabudovanými konstrukcemi. Nahodilé zatížení můžeme

ještě rozdělit na dlouhodobé a krátkodobé, přičemž dlouhodobé zatížení mohou představovat trvale osazená zařízení, přemístitelné přičky, skladový materiál apod. Za krátkodobé nahodilé zatížení považujeme zatížení stropní konstrukce lidmi, nábytkem a podobně. [3, str. 3]



Obrázek 1 - Graf klasifikace zatížení dle ČSN 73 0035 [3]

Podlaha – jednovrstvá nebo vícevrstvá konstrukce ukládána na nosnou stropní konstrukci nebo jiný vhodně upravený podklad. Podlahy bývají součástí povrchových úprav a obsahují často kromě vrstev nášlapných také vrstvy izolační. [3, str. 3]

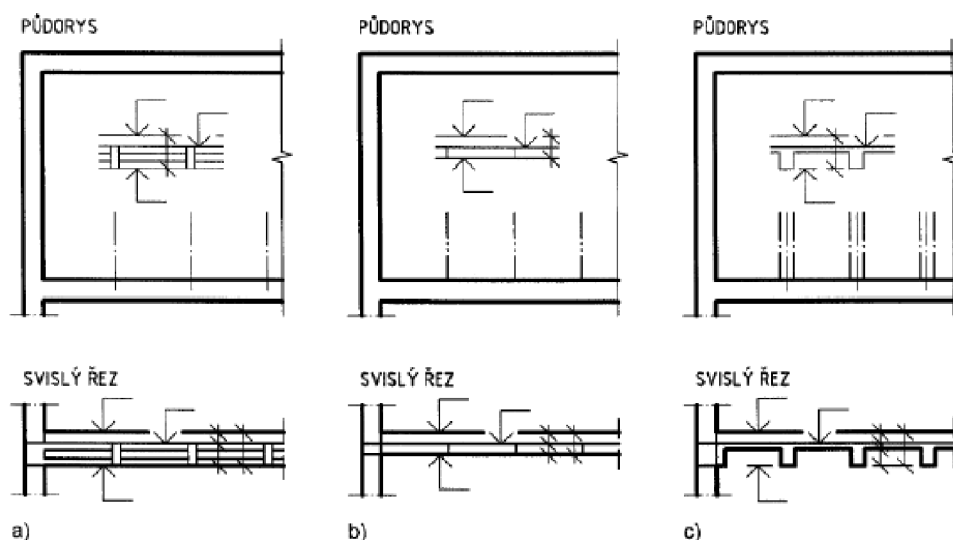
Podhled – povrchová úprava spodní strany stropní konstrukce s funkcí krycí, protipožární, tepelněizolační, akustickou aj. Konstrukčně mohou být provedeny přímo na spodní straně stropní k-ce nebo s odděleným prostorem jako zavěšené. [3, str. 4]

1.2 ZAKRESLOVÁNÍ STROPŮ DLE ČSN 01 3420

V půdorysu podlaží se konstrukce stropu kreslí obvykle jen na části půdorysu, a to:

- Osy nosníku, trámů, průvlaku apod. – tenkou čerchovanou čarou (Obr. 2a).
- Zdola neviditelné (zakryté) obrysy (styky) plošných vodorovných stropních prvků (panely apod.) – tlustou čerchovanou čarou se dvěma tečkami (Obr. 2b).
- Zdola viditelné obrysy konstrukcí stropu (např. trámů, průvlaků) při nerovném pohledu – tlustou čerchovanou čarou (Obr. 2c).
- Sklopené průřezy konstrukce stropu – podle zásad 6.1.4. (viz norma ČSN), hmoty se v řezu zpravidla neoznačují.

[4]



Obrázek 2 - Zakreslování stropu [4]

1.3 POŽADAVKY NA VLASTNOSTI STROPNÍ KONSTRUKCE

Základním požadavkem na stropní konstrukce je její dostatečná únosnost a stabilita. Mezi neméně důležitá kritéria patří tepelná a zvuková izolace, požární odolnost, odolnost proti vlivům prostředí, životnost, ekonomické požadavky a další. V následujících podkapitolách budou postupně některé základní vlastnosti rozebrány a definovány.

1.3.1 Architektonické

Stropní konstrukce může tvořit svým členěním, povrchem a strukturou výrazný interiérový prvek stavby – například dřevěná stropní konstrukce s viditelnými trámy nebo železobetonová žebírková konstrukce. Vhodným estetickým vzhledem lze také dosáhnout přimontováním podhledu. U historických staveb tvořily podhledy stropů zdobené malbami součástí výzdoby interiérů. Mezi další architektonické požadavky patří půdorysná variabilita a konstrukční tloušťka stropní konstrukce. [3]

Konstrukční výška podlaží je dána součtem světlé výšky místnosti a konstrukční tloušťky stropu. Pokud je tloušťka stropu příliš velká, zvětšuje se i celková výška objektu, což je významné především u mnohopodlažních objektů. V souvislosti s větší výškou je spojena větší spotřeba materiálu, větší namáhání objektu větrem, větší namáhání základové konstrukce od svislého zatížení a mnoho dalších nežádoucích účinků. [7]

1.3.2 Statické

Dostatečná únosnost a tuhost konstrukce v horizontálním směru patří mezi nejdůležitější statické požadavky na konstrukci.

Únosnost je schopnost bezpečně přenášet veškerá zatížení stropů do nosných konstrukcí. Zatížení je složeno ze dvou složek tj. zatížení stálé a nahodilé (Obrázek 1). Důležitá je vlastní tíha konstrukce, jež je obvykle vyšší než zatížení užitné. Pro výpočet dle ČSN 73 0035 se uvádí užitná rovnoměrná zatížení stropů podle druhu užívaného prostoru v rozmezí 1,5 – 5,0 kN.m² (Tabulka 1). Další možností, jak vyjádřit nahodilé

užitné zatížení je pomocí ČSN P ENV 1991–2–1. Pro zjištění statické bezpečnosti se obvykle uplatňuje statický výpočet, který se dimenzuje na nepříznivé kombinace zatížení. [2]

Tabulka 1 – Užitná zatížení vybraných místností a ploch [3]

Normové zatížení [kN.m ²]		
	ČSN 73 0035	ČSN P ENV
Byty	1,50	2,00
Chodby a schodiště	3,00	3,00
Balkóny	4,00	4,00
Obchodní plochy	4,00	5,00
Skladování	5,00	6,00

Průhyb stropu musí odpovídat maximálnímu průhybu podle mezního stavu použitelnosti. Nadměrná deformace stropu může způsobit poruchy podhledu nebo podlahové konstrukce. Důležitou roli hraje při návrhu příček. Především v případě příček z lehkých betonů nebo sádkartonových příček je třeba zajistit dilatační styk příčky se stropem tak, aby nemohlo dojít k přenášení zatížení do příčky v důsledku průhybu stropu. [7]

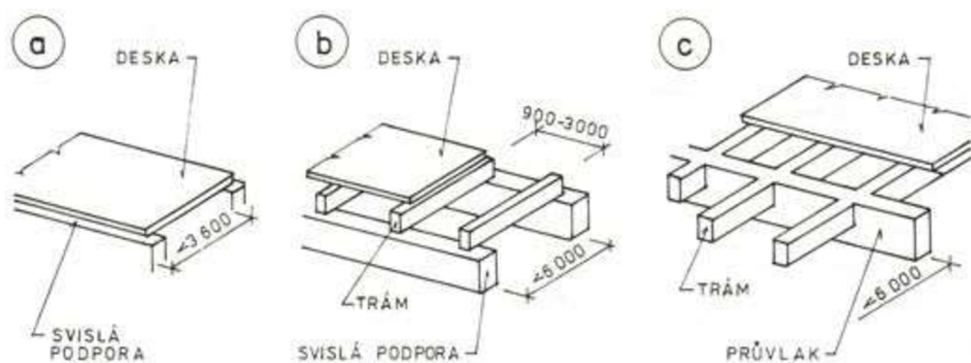
Tuhost stropu v horizontální rovině je schopnost zajistit přenesení vodorovného zatížení do svislých nosných konstrukcí, ztužujících stěn a jader. Tuhost stropů a jejich návaznost na svislé nosné konstrukce ovlivňují prostorovou tuhost a stabilitu celého objektu. [2 str. 91]

S tuhostí je úzce spjat i průhyb konstrukcí způsobený zatížením. Nadměrné průhyby mohou způsobit poškození podlahových a podhledových konstrukcí, ale i celistvosti příček. Mezní průhyby jsou stanoveny normami. Stropní konstrukce lze rozdělit dle tuhosti na konstrukce:

- Tuhé – ŽB monolitické stropy, ŽB prefabrikované stropy se závlčkovou výztuží a ŽB monolitické stropy filigránové
- Netuhé – stropy dřevěné, stropy s keramickými deskami Hurdis bez silnější betonové vrstvy apod. [3 str. 5]

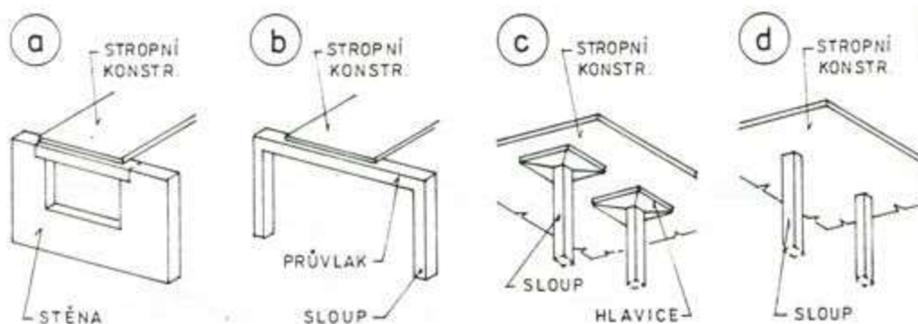
1.3.3 Konstrukční

Mezi základní prvky stropních konstrukcí patří deska, která je vhodná na malá rozpětí (Obr. 3a). Dále trám, jež je vhodný pro větší rozpětí. Deska by musela mít velkou tloušťku, proto se kombinuje s trámy. (Obr. 3b). Posledním základním prvkem je průvlak, který se využívá pro velká rozpětí v kombinaci s deskou a trámy. Zatížení se přenáší deskou do trámu a trámem na průvlak osazený na svislé podpoře (Obr. 3c). [5]



Obrázek 3 - Skladba stropních konstrukcí [2]

S konstrukcí stropů souvisí i jeho podepření. To může být provedeno více způsoby. Mezi základní podepření patří podepření stěnou (Obr. 4a), skeletovou rámovou konstrukcí (Obr. 4b), skeletem hlavicovým (Obr. 4c) nebo bodově – pouze sloupy (Obr. 4d). [2]



Obrázek 4 - Podepření stropní konstrukce [2]

1.3.4 Protipožární odolnost

Z požárního hlediska je strop jedna z nejdůležitějších konstrukcí, jelikož rozděljuje budovu na požární úseky. Odolnost proti požáru je limitována časem, uváděným v min., po který konstrukce odolává působení ohně, přičemž v té době:

- Konstrukce nesmí ztratit únosnost a stabilitu.
- Teplota konstrukce na povrchu, na straně odvrácené od ohně, nesmí být vyšší než 150 °C.
- V konstrukci nesmí dojít ke ztrátě celistvosti, ke vzniku trhlin, kterými by se požár mohl šířit.

[2 str. 92]

Tabulka 2 - Normové hodnoty bezpečnosti stropních konstrukcí podle materiálu [3]

ČSN 73 0821 - Požární odolnost konstrukcí	Počet minut
Dřevo	15 - 45
ŽB deskový a panelový	30 - 180
Podhledy konstrukcí	5 - 120

Stropní konstrukce uvnitř požárního úseku musí vykazovat požární odolnost nejméně 30 minut. Pokud je strop posledním pod střešní konstrukcí, pak nejméně 15 minut. Nejvyšší nároky na požární odolnost jsou kladeny na stropy únikových cest

a schodišťových prostor. Odolnost proti ohni lze zvýšit použitím nehořlavých materiálů či ochranou povrchu konstrukce vrstvami z nehořlavých materiálů. [2]

1.3.5 Akustické požadavky

Strop musí splňovat požadavky na vzduchovou a kročejovou izolaci podle požadavků, uvedeny v normě ČSN 73 0531 – Ochrana proti hluku, v různých objektech a prostorách. Požadavky týkající se vzduchové neprůzvučnosti jsou do určité míry v protikladu s požadavky čistě statickými, usilujícími o maximální vylehčení stropní konstrukce. Optimální návrh stropu tak představuje vyvážený systém z hlediska požadavků statických a akustických. [7]

Vzduchová neprůzvučnost zajišťuje odpor konstrukce proti průniku zvuku ze vzduchu jedné místnosti přes konstrukci do místnosti druhé. Důležitým hlediskem je plošná hmotnost konstrukce, jelikož s rostoucí plošnou hmotností úměrně roste i hodnota vzduchové neprůzvučnosti. Orientačně by hmotnost stropu měla být 250 – 350 kg/m², aby byla zajištěna požadovaná neprůzvučnost. V tomto ohledu stropní konstrukce plného průřezu tlumí hluk efektivněji než stropy lehčené. Hmotnostní princip je v protikladu se snahou o minimalizaci vlastní tíhy konstrukce z hlediska statického. [5]

Pokud skladba stropu neobsahuje nebo nemůže obsahovat jen jednu hmotnou vrstvu, lze navrhnout systém dvou vrstev oddělených vzduchovou mezerou. Za předpokladu správného návrhu zvyšuje vzduchová mezera vzduchovou neprůzvučnost a celková hmotnost obou oddělených vrstev tak může být menší. Za účelem zlepšení neprůzvučnosti se v případě lehkých konstrukcí do mezery vkládá vrstva rohože z minerálních nebo skelných vláken. [7]

Kročejova neprůzvučnost má za úkol omezit přenos zvuku, který se do konstrukce dostává prostřednictvím mechanických impulsů. Efektivní řešení je provedení izolační vrstvy ve skladbě podlahy oddělením nášlapné vrstvy od nosné části stropní konstrukce měkkou a pružnou podložkou, např. desky z minerálních vláken. Jednodušším, ale méně účinným řešením je použití nášlapné vrstvy, která tlumí účinky dopadajícího mechanického impulsu, např. koberec, korek. [5]

1.3.6 Tepelná izolace

U stropních konstrukcí, které oddělují prostory s různým teplotním režimem, musí být zajištěna dostatečná tepelná izolace splňující požadavky z tepelně technického hlediska. Stanovená norma uvádí požadavky na tepelný odpor, jehož hodnota je závislá na rozdílu teplot v místnostech, které jsou stropní konstrukcí odděleny. Větší požadavky jsou proto kladeny na stropy mezi vytápěnými a nevytápěnými prostory. Tepelný odpor stropů mezi vnitřními prostory je zajišťován zpravidla izolační vrstvou ve skladbě podlahové konstrukce. V případě střešní konstrukce je tepelná izolace umístěna ve skladbě střešního pláště. [2]

Tabulka 3- Tepelně technické požadavky dle ČSN 73 0540 [3]

Popis konstrukce	Typ konstrukce	Požadované hodnoty U_N [$W.m^2.K^{-1}$]	Doporučené hodnoty U_N [$W.m^2.K^{-1}$]
Střecha plochá, strop pod nevytápěnou půdou se střechou bez tepelné izolace, podlaha nad venkovním prostorem, podlaha s vytápěním	lehká	0,24	0,16
	těžká	0,30	0,20
Podlaha přilehlá k zemině, strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40
Strop z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru		0,75	0,50
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05	0,70
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C		2,20	1,45

Mezi další důležité požadavky se řadí omezení tepelných mostů, které nejčastěji vznikají na styku obvodové svíslé konstrukce a stropu. Zde je potřeba detailně vyřešit přerušení tepelného mostu izolací tak, aby i v případě extrémních rozdílů teplot nedocházelo ke kondenzaci vodní páry uvnitř budov. Kondenzace způsobuje zvlhnutí omítky, a tím vytváří vhodné prostředí pro vznik nežádoucích plísní. [7]

2 ROZDĚLENÍ STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

Stropní konstrukce lze rozřadit podle konstrukčního řešení, materiálu nebo způsobu technologického řešení. Konstrukční třídění se dále dělí na klenby, deskové stropy a nosíkové stropy. Podle materiálu se stropní konstrukce dají rozčlenit na dřevěné, kamenné, betonové, kovové a keramické. Poslední možné třídění je podle technologie provádění. Tak lze stropy rozdělit na zděné, monolitické, prefabrikované a prefamonolitické.

Pro účely této diplomové práce budou stropní konstrukce rozděleny do hlavních skupin podle použitého materiálu s následným dělením dle způsobu provádění, a pak podle konstrukčního uspořádání.

2.1 KERAMICKÉ STROPY

Keramika se používá pro stropní konstrukce hlavně ve formě prefabrikátů. Jednotlivé nosné konstrukční dílce jsou keramobetonové, vyrábějí se z keramických tenkostěnných tvarovek, z výztuže a z betonu. Výztuž přenáší v konstrukci tahová napětí. Naopak beton nebo keramická tvarovka přenáší napětí tlaková. [2]

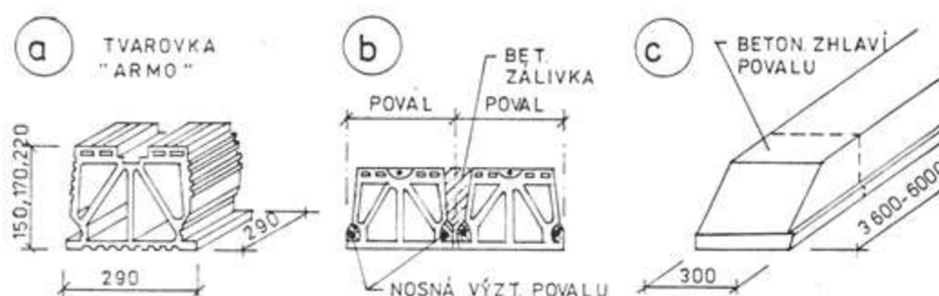
Keramické stropy jsou lehké, vytvářejí jednotný keramický pohled, mají velmi dobré tepelně izolační vlastnosti, dobrou požární odolnost a použitelnost ve vlhkém prostředí. Uplatňují se v bytové, občanské i zemědělské výstavbě. [2]

2.1.1 Montované keramické stropy

Keramické povaly

Keramické povaly jsou nosníky sestavené z jedné řady dutých keramických tvárnic, do jejichž podélných drážek se ukládá nosná výztuž, která se zabetonuje. Tím vzniká tuhý prostý nosník se zkoseným betonovým zhlavím. Povaly se kladou vedle sebe na sráz

a kotví se do železobetonového věnce. Zabetonováním styčných spár vzniknou podélná žebra, na horní povrch povalů se provádí cementový potěr v tl. 10 až 20 mm, čímž vzniká tuhá stropní konstrukce. Únosnost povalových stropů lze zvýšit nadbetonováním výztužné desky o tl. 30 až 40 mm. [2, str. 106]



Obrázek 5 - Příklady stropní konstrukce z povalů [2]

Keramické panely

Keramické stropní panely jsou plošné prefabrikáty, sestavené ze dvou nebo více řad dutých keramických tvarovek. Do jejich podélných drážek se vkládá nosná výztuž, která může být předpjatá i nepředpjatá - zde záleží na rozpětí a zatížení konstrukce. Zabetonováním tvarovek vzniká panel, který má podélná nosná žebra a horní betonovou vrstvu v tl. 30 až 40 mm. Na koncích jsou ukončeny plným betonovým zhlavím, do něhož je ukotvena nosná výztuž panelu. Keramické panely se vzájemně spojují cementovou zálivkou zajišťující jejich spolupůsobení při roznášení zatížení v příčném směru. [2, str. 107]



Obrázek 6 - Montovaný strop z keramických panelů Heluz [3]

Panely jsou plně únosné ihned po montáži. Betonem se zalévají pouze styčné zámky, tzn. styčná spára mezi panely osazenými na sráz. Na obvodových stěnách se panely spojí se ztužujícím věncem vyčnívající výztuží. I když jsou panely po uložení plně staticky únosné, není doporučeno zatěžovat strop zatížením, které by mohlo způsobit pohyby ve spáře před dostatečným zatvrdnutím zálivkového betonu. [3]

Montáž keramického montovaného stropu z jednotlivých prvků se provádí tak, že se nosníky rozmístí v osových vzdálenostech podle rozměru příslušné vložky. Výztuž nosníků se v místě jejich uložení spojí s výztuží věnců, čímž se dosáhne vytvoření tuhé konstrukce celého objektu ve spojení se stropní deskou jako zavětrování. Vlastní stropní desku vytvoří vložky, které se uloží na spodní přírubu nosníků, zmonolitněného zálivkovým betonem jak s nosníky, tak i s konstrukcí ztužujících věnců. [8]

2.1.2 Polomontované keramické stropy

Polomontované stropy z nosníků a vložek

Stavební systémy, které se skládají z keramobetonových nosníků se svařovanou prostorovou výztuží a z cihelných stropních vložek. Při použití tohoto stavebního systému na svislé obvodové zdivo, vzniká jednotný konstrukční celek s dobře řešenými detaily. Tento keramický strop lze použít až do rozpětí 8m, mezi další výhody patří možnost ekonomické volby z několika variant tloušťky stropu v závislosti na zatížení a rozpětí, velmi dobrá únosnost, dobrá tuhost díky zmonolitnění horní vrstvy, snadná montáž bez nutnosti použití náročnějších mechanizačních prostředků, poměrně vysoká požární odolnost a vytvoření jednotného rovného keramického podkladu pro omítku. [3]

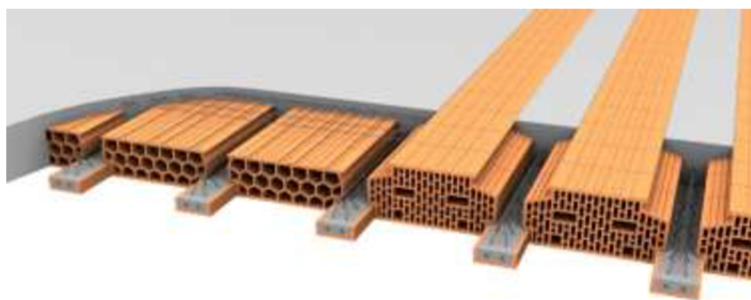


Obrázek 7 - polomontovaný strop THERM s nosníky a vložkami [3]

Zmíněný systém se skládá z nosníků POT a cihelných vložek MIAKO PTH, který je po osazení prostorové výztuže vyplněný betonem. Při montáži je třeba postavit provizorní podepření systémovými ocelovými stojkami a dřevěnými ližinami. Vzdálenost první podpěry od nosné stěny musí být nejvýše 1,8m a osová vzdálenost podpěr nesmí překročit 1,5m. Pokud provádíme stropy ve více podlažích, je třeba, aby sloupky provizorních podpor stály nad sebou až do nejnižšího podlaží. Stropní vložky se kladou na sucho postupně od jedné podpory ke druhé. [3]

U stropů o světlém rozpětí větším než 6 m se uprostřed doporučuje provést ztužující příčné železobetonové žebro v šířce 25 cm. U všech rozpětí stropní konstrukce se v místě jejího uložení vyztužuje tzv. podporovou příložkou ve tvaru L. Podporové příložky se upevňují ke konstrukční výztuži ukládané shora na stropní vložky ve směru kolmém na podélnou osu nosníků. Po uložení výztuže může začít betonáž. Ta probíhá zároveň s betonáží pozdního věnce nad nosnými stěnami. Nad stropními vložkami vznikne betonová vrstva o tloušťce 4 nebo 6 cm, která doplní stropní konstrukci na potřebnou výšku. Betonáž se provádí v pruzích po směru nosníků, přičemž pracovní spára může probíhat pouze v podélném směru v polovině vzdálenosti mezi nosníky. Celkové plošné montážní zatížení stropu před uložení betonem do konstrukce nesmí překročit $1,5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$. Ploché doplňkové stropní vložky se nesmí během montáže až do zalití betonem zatěžovat. Provizorní podpory mohou být odstraněny až poté, co beton nabude své normou předepsané pevnosti. [3]

Mezi významné dodavatele stropní konstrukce zmíněného typu „nosníky + vložky“ patří POROTHERM, HELUZ, SUPERTHERM a FLACHS MIAKO. Technologický postup je u všech obdobný. Při návrhu lze volit z více variant. Podle technických požadavků stavby může být vybrán strop s nebo bez nadbetonávky. (viz Obr. 8)



Obrázek 8 - Keramický strop Porotherm - s a bez nadbetonávky [6]

Tabulka, která se nachází pod tímto textem, uvádí technické parametry a rozdíly mezi keramickým stropem s nadbetonávkou a stropem bez nadbetonávky. Cena za m² za stropní konstrukci s nadbetonávkou je naceněna bez Kari sítě (cca 70 Kč/m²) a betonu (cca 60 Kč/m²). Při započítání těchto položek do jednotkové ceny, vychází cena za 1 m² stropu s nadbetonávkou 599 Kč/m².

Vlastnost/ konstrukce	Porotherm trámce + Mlako 190 mm + 60 mm nadbetonávka <small>Užitková světlá rozpětí 5 m</small>	Porotherm trámce + vločky bez nadbetonávky výšky 250 mm <small>Užitková světlá rozpětí 3 m</small>
Cena za m ² vložek (vč. DPH) <small>Nosník je pro oba případy stejný.</small>	469 Kč	635 Kč <small>Následně dojde k úspoře Kari (cca 70 Kč/m²) sítě a betonu (cca 60 Kč/m²).</small>
Vlastní tíha konstrukce	342 Kg/ m ²	340 Kg/ m ²
Dovolené užité zatížení	6,1 KN/ m ²	4,24 KN/ m ²
Spotřeba betonu na m ²	0,086 m ³	0,05 m ³
Maximální světlé rozpětí	7 m	6 m
Pozn.	-	Nutné ztužující žebro po 2,5 m

Obrázek 9 - Srovnání cen [6]

Při srovnání stropu s nebo bez nadbetonávky lze vyhodnotit, že téměř při stejné cenové hladině nabízí stropní konstrukce s nadbetonávkou lepší technické parametry než druhá nabízená varianta.

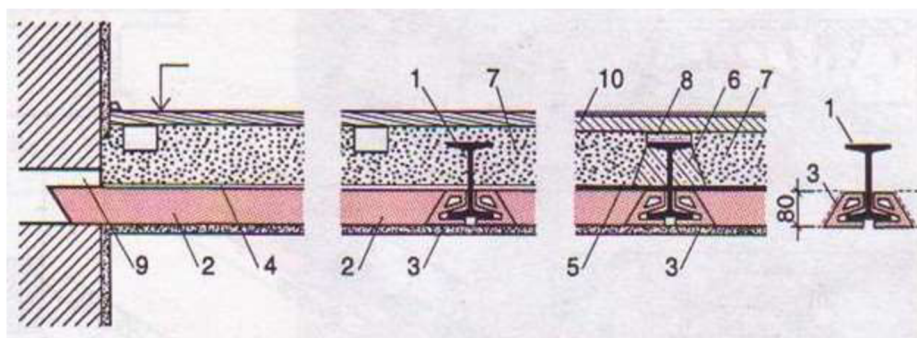
Polomontovaný strop z nosníků a desek

Provádění stropních konstrukcí z ocelových válcovaných nosníků a keramických desek Hurdis má ve stavebnictví dlouholetou tradici. Desky Hurdis jsou podélně děrované cihelné prefabrikáty, které se vyrábějí s kolmými nebo šikmými čely. Většina realizovaných hurdisových stropů je provedena s ocelovými válcovanými nosníky I a keramickými patkami nasazenými na spodní přírubě nosníků. Pro obytné místnosti a místnosti s požadavkem na jednotný a rovný cihelný povrch se převážně používá konstrukce složená z desek Hurdis se šikmými čely ukládanými na stropní keramobetonové stropní nosníky HF. [3]

Keramobetonové nosníky HF se zešikmenými bočními stranami slouží pro uložení stropních desek Hurdis se šikmými čely. Nosníky mají lichoběžníkový tvar a vyrábějí se zabetonováním prostorové ocelové výztuže do keramických tvarovek. Desky Hurdis

jsou podélnými dutinami vylehčené keramické desky se šikmými čely. Nosníky se ukládají na vyrovnaný horní povrch nosného zdiva. Povrch musí být vodorovný a bez větších výstupků. Nosníky se osadí do cementového lože tloušťky 1 cm pevnosti nejméně 5 MPa. Na navlhčená šikmá boční čela nosníků se nanese jemná vápenocementová malta. Na namaltované šikminy se uloží stropní desky se spodní hranou v rovině se spodním povrchem nosníků. Ukládání desek na nosníky bez malty není přípustné. Celkové plošné montážní zatížení nesmí překročit $1,5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$. Desky musí být odděleny separační vrstvou od dalších konstrukčních vrstev stropu. Separální vrstva může být z jemnozrnné vápenné malty, geotextilie nebo lepenky. Vrchní viditelné části ocelových nosníků se obetonují, tím se strop zpevní a omezí se jeho průhyb. Prostor do výšky horní příruby se vyplní lehkým betonem. Na horní přírubu nosníku se pokládá kročejová izolace. Povrch lehkého betonu a izolační vrstva se překryje tlustou betonovou mazaninou. [3]

V průběhu provádění stropní konstrukce je nutné chránit strop před nadměrným vysycháním malty a betonových částí. Po jeho provedení s musí dbát na ochranu stropu před zatékáním srážkových vod a před promrzáním. [3]



Obrázek 10 - 1 - ocelový nosník, 2 - deska HURDIS se šikmými čely, 3 - dosedací patka, 4 - cementový potěr, 5 - alfaltová lepenka, 6 - obetonování vrchní části nosníku, 7 - lehčený násyp, 8 - zvukově izolační pruh, 9 - železobetonový věnec, 10 - betonová mazanina [5]

2.2 ŽELEZOBETONOVÉ STROPY

Železobeton je nepoužívanějším materiálem pro nosné konstrukce stropů. Jejich výhody spočívají ve velké únosnosti, trvanlivosti, tuhosti a nehořlavosti. Nevýhodou je malý tepelný odpor, náročná demontáž, demolice a následná recyklace materiálu. Velká objemová hmotnost železobetonu je na jedné straně nevýhodou vzhledem ke značnému zatížení svislých konstrukcí, základů i vlastní konstrukce stropu, na druhé straně je výhodná z hlediska akustických vlastností (zvuková neprůzvučnost). Konstrukční řešení železobetonových stropů je ovlivněno hlavně užitným zatížením, rozpětím a uspořádáním svislých podpor. V dnešní době se jedná o nejpoužívanější typ stropů. Z původní monolitické železobetonové trémové konstrukce se ve snaze o zjednodušení a zefektivnění vyvinuly deskové typy stropů: stropy prefabrikované předepnuté a stropy spřažené prefa-monolitické [2]

2.2.1 Montované ŽB stropy

Hlavní nevýhody monolitických železobetonových stropů, tj. pracné a drahé bednění, složité vyztužování na stavbě a delší doba výstavby jsou efektivně odstraněny díky prefabrikované technologii. Mezi výhody montovaných stropů patří:

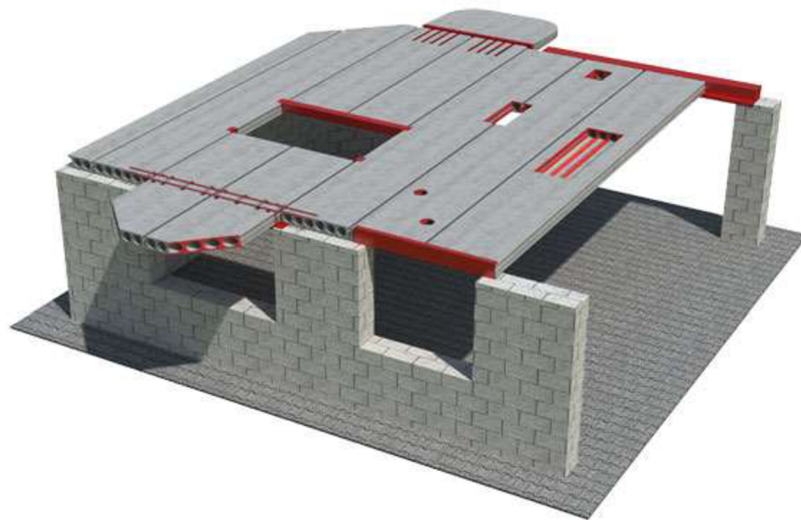
- Rychlá a snadná montáž, kratší doba výstavby, menší pracnost na stavbě
- Montáž na stavbě je méně ovlivněna počasím a zimním obdobím než v případě monolitu
- Předepínání prvku – z toho vyplývá možnost realizace stropů o větších rozponech a únosnostech
- Vylehčování panelů dutinami – menší plošná hmotnost stropu – z toho vyplývá úspora materiálu nejenom vlastního stropu ale celé konstrukce
- Stropní konstrukce je hned po montáži únosná – kratší doba výstavby

[7, str. 217]

Nevýhodou jsou značné dopravní náklady vzhledem k velké hmotnosti prvků, nákladná manipulace na stavbě vyžadující těžké zdvihací prostředky a omezení variability návrhu vzhledem ke zpravidla limitované druhovosti prefabrikátu.

Montované stropy z desek a panelů

Prefabrikované železobetonové stropní desky a panely se vyrábějí v široké škále rozměrů a dimenzí v plném průřezu nebo s vylehčením dutinami, s obyčejnou výztuží nebo s výztuží předepjatou pro snížení tloušťky panelu a jeho průhybu zvláště při větších rozpětích. Desky a panely tak tvoří univerzální stropní prvek únosný okamžitě po zabudování. Stropní desky jsou ploché stropní dílce, jejichž šířka zpravidla nepřesáhne 30 cm. Bývají plné nebo vylehčené podélnými válcovými dutinami a mívají lichoběžníkový průřez. Stropy z desek jsou nejjednodušší montovanou stropní konstrukcí. Montáž můžeme provádět lehkými zvedacími prostředky nebo ručně, což je výhodné při svépomocné výstavbě. Používají se pro menší rozpětí, běžně asi do 3 m. [3]

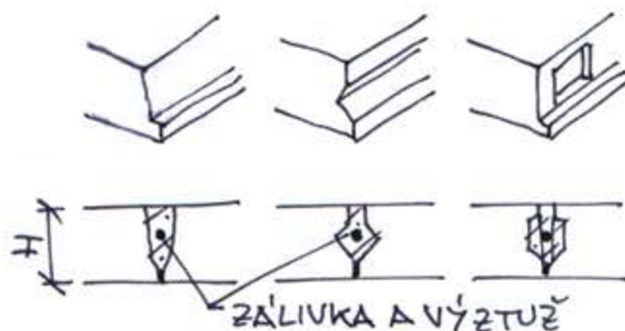


Obrázek 11 - Montovaný strop - Spiroll [9]

Stropní panely bývají také plné nebo dutinové. Vyrábějí se v šířkách po 60 až 120 cm a používají se pro rozpětí větší než 3 m, s předepjatou výztuží až pro rozpětí délky 12 m. Zvláštním druhem stropních desek jsou velkoplošné spřažené desky Filigrán. Panely jsou nejčastěji vyztužené v jednom směru a ukládají se na dvě protilehlé podpory. V případě menších modulových rozměrů lze vyrobit i čtvercové panely obousměrně pnuté ukládané po celém obvodu nebo podepírané lokálně v rozích. Za účelem snížení vlastní hmotnosti se pro větší rozpory panely vylehčují podélnými

dutinami kruhového nebo oválného tvaru. Vzniká tak komůrkový průřez, který má hmotu výhodně rozloženou při okrajích a uprostřed v blízkosti neutrální osy je průřez vylehčen. [7]

Po vyskládání stropní konstrukce z panelů je třeba zajistit spolupůsobení dílců při přenášení svislých a vodorovných zatížení. Za tím účelem jsou boky panelů tvarované tak, aby po zalití stykovou maltou bylo zajištěno jejich vzájemné spolupůsobení. Do spár mezi panely se vkládá záливková výztuž, která zajišťuje přenášení tahových a smykových namáhání ve stopní konstrukci a zajišťuje tak vytvoření tuhé stropní tabule. V případě žebrových panelů se horní desky vzájemně spojí svary prostřednictvím kotevních destiček při horním povrchu desky. [7]



Obrázek 12 - Příklady profilování bočnic stropních panelů [9]

2.2.2 Polomontované železobetonové stropy

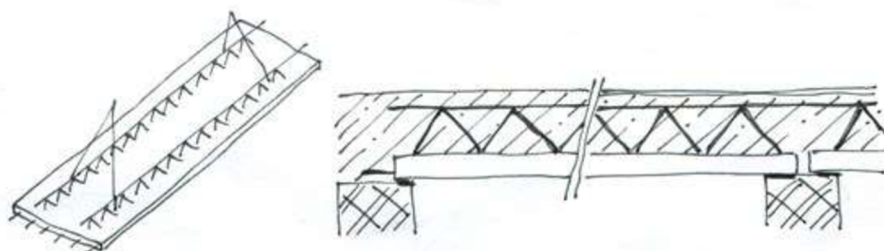
Obdobně jako u keramických stavebních materiálů se i železobetonový polomontovaný strop z nosníků a dutinových vložek po svém smontování zmonolitní konstrukční vrstvou betonu, čímž dosáhne požadované únosnosti. Z toho vyplývá, že i technologický postup výstavby je téměř totožný. Prefabrikovaná část zpravidla vytváří bednění pro část monolitickou. V konečném stavu prefabrikovaná část spolupůsobí s monolitickou částí ve výsledné „spřažené konstrukci“. V tomto případě se zde musí počítat s vyššími dopravními náklady nákladnou manipulací na stavbě a zpravidla s menší variabilitou. I přesto jsou však prefa-monolitické konstrukce v současné době značně rozšířenou technologickou variantou železobetonových konstrukcí. [7]

Polomontovaný strop z nosníků a vložek

Základním nosným prvkem jsou prefabrikované nosníky, které se po osazení keramických nebo jiných vložek dobetonují a tím vznikne polomontovaný žebrový strop schopný přenášet požadovaná zatížení. Nosníky se vyrábějí v různých variantách, jako například Filigrán, Hat-trick, nebo Honos-Pot. Nosníky Filigrán tvoří betonová patka, ve které je osazená příhradová prostorová výztuž. Nosníky Hat-trick jsou předpjaté železobetonové prvky, které mají v horní části průřezu příčné otvory pro umístění třmínků- nosníky se používají v kombinaci s pórobetonovými vložkami nebo s deskami Hurdis. Nosníky Honos-Pot se skládají z řady keramických tvarovek, v jejichž drážce je zabetonována výztuž z ocelového plechu, ke které jsou oboustranně přivařeny ztužující pruty betonářské výztuže. [2]

Polomontované stropy z desek Filigrán

Prefabrikovaný nosník je složen z betonové nebo keramickobetonové patky, do které je zabetonována hlavní nosná příhradová výztuž typu Filigrán. Nosník je dimenzován pouze na manipulační zatížení. Po osazení na podpory se nosník provizorně podepře a teprve po té se na nosníky osadí vložky a celá konstrukce se zabetonuje. Stejně jako v případě monolitických vložkových stropů se na tvarovky provede betonová krycí deska tloušťky 30 až 60 cm, nebo se použijí tzv. korunové tvarovky a žebra se zabetonují do úrovně horního líce tvarovek. Po dosažení potřebné pevnosti betonu se dočasné podepření nosníků odstraní. [7]



Obrázek 13 - Polomontované stropy deskové - prefa deska typ Filigran [9]

2.2.3 Monolitické železobetonové stropy

Tlak na prefabrikované technologie vedl k zefektivnění monolitické technologie, čím byly zredukovány původní nevýhody. Toho bylo dosaženo především používáním systémových bednění, transportem betonu z centrálních bednění, technologickými postupy umožňujícími betonáž i v zimním období a používáním přísad do betonu zlepšujících zpracovatelnost betonové směsi během betonáže. [7]

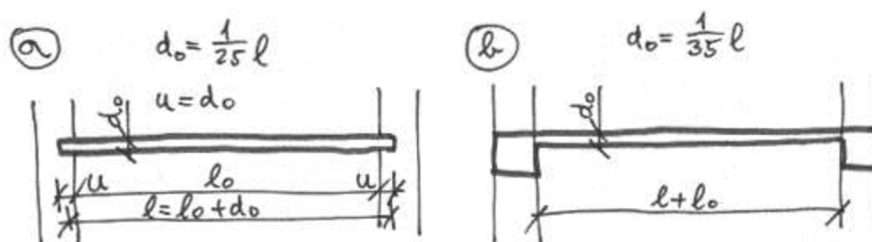
Používání vysokopevnostních a samozhutnitelných betonů vytváří nové možnosti pro konstruování monolitických konstrukcí. Samozhutnitelný beton nevyžaduje hutnění během betonáže a dokonale vyplňuje všechny dutiny v bednění, zároveň jsou dosahovány velmi vysoké pevnosti v tlaku. [7]

Klasické bednění z prken je velmi pracné a nákladné vzhledem ke značné spotřebě řeziva. Výhodou je, že umožňuje vytvoření v podstatě libovolného tvaru prvku. Proto se používá i v současnosti, především jako doplněk systémového bednění. Základní prvky moderního systémového bednění jsou plošné bednicí dílce z vodovzdorných překližek nebo ocelového plechu upevněných v kovovém rámu a systém podpěrných teleskopických stojek a nosníků. Vzhledem k tomu, že bednění desek je jednodušší a rychlejší, používají se v současnosti monolitické stropy s viditelnými trámy a průvlaků v podhledu pouze v odůvodněných případech, vyplývajících ze statických podmínek či architektonických požadavků. Naopak požadavek rovného podhledu při zachování statických výhod žebrových stropů lze splnit využitím tzv. ztraceného bednění. [7]

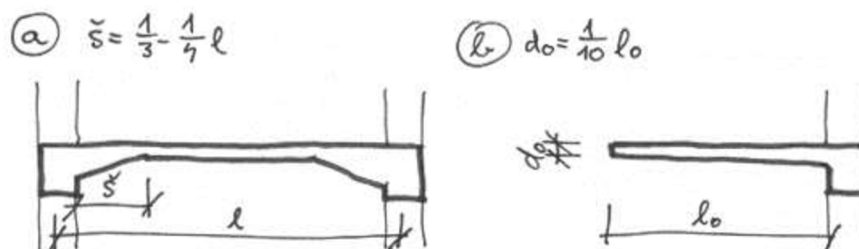
Vyztužování monolitických konstrukcí se provádí svařovanými výztužnými sítěmi, které výrazně urychlují práci na staveništi. Do trámů a průvlaků se vkládají předem vyrobené výztužné prostorové kostry a mřížoviny. [7]

Monolitické železobetonové stropy deskové

Deskové stropy jsou tvarově nejjednodušší. Jejich výhodou je jednoduché bednění i vyztužení a rovný podhled. Deska může být uložena na dvou protilehlých podporách, což je hlavní vyztužení jednosměrné, nebo po celém obvodě, kde je vyztužení obousměrné. Uložení desek na podporách může být kloubové nebo vetknuté. Desky souvisle probíhající před více podpor jsou desky spojitě. U desek vetknutých a spojitých je ze statického hlediska výhodné zvětšit jejich tloušťku u podpor náběhy. Desky konzolové jsou na jednom konci volné, na druhém upnuté do podpory. [2]

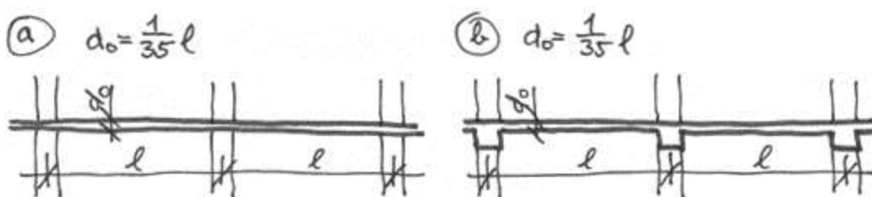


Obrázek 14 - Monolitické ŽB stropy deskové, a) deska prostě uložena, b) vetknutá [9]



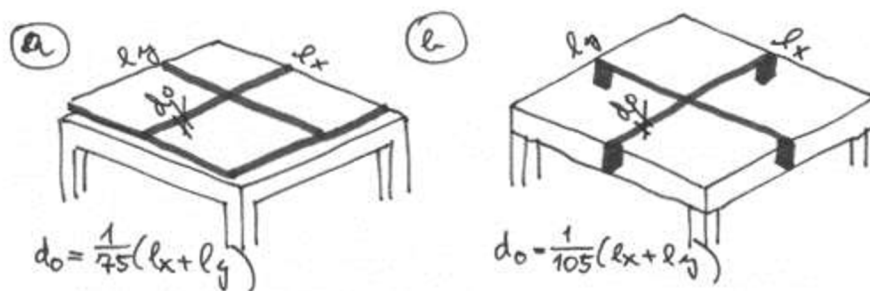
Obrázek 15 - monolitické ŽB stropy deskové, jednosměrně vyztužené, a) deska vetknutá s náběhy, b) deska převislá (konzola) [9]

Desky jednosměrně vyztužené, prostě (kloubově) uložené, se používají pro rozpětí do 3 m, desky vetknuté do 4,5 m, desky s náběhy do 6 m. Tloušťka desek prostě uložených $d_0 = 1/25$ až $1/20$ (l = výpočtové rozpětí), desek vetknutých nebo spojitých $d_0 = 1/35$ až $1/30$ l . Minimální tloušťka desek je 50 mm.



Obrázek 16 - monolitické ŽB stropy deskové, desky spojitě, jednosměrně vyztužené, a) deska prostě uložena, b) deska vetknutá [9]

Desky obousměrně vyztužené (tzv. křížem armované) přenášejí zatížení oběma směry. Používají se pro pole až 9x9 m, o poměru 1:1 až 1:2. Tloušťka desek prostě uložených $d_0 = (1/75)(l_x + l_y)$, vetknutých $d_0 = 1/105(l_x + l_y)$, kde l_x a l_y značí rozpětí v obou směrech. Pro snížení plošné hmotnosti desek se používá jejich vylehčování (např. keramickými vložkami nebo vložkami z lehkého betonu). [2]



Obrázek 17 - monolitické ŽB stropy deskové, desky vyztužené obousměrně, a) deska prostě uložena po celém obvodu, b) deska vetknutá po celém obvodu [9]

Desky lokálně podepřené jsou křížem vyztužené deskové konstrukce, lokálně podepřené sloupy s viditelnými nebo skrytými hlavicemi. Vzhledem k tomu, že jde o obousměrnou křížem vyztuženou konstrukci je nejvhodnější čtvercová osnova podpor (sloupu) nebo max. do poměru stran 1:1,3. Stropní konstrukce by měla být spojitá v obou směrech minimálně přes 3 pole. Tvar průřezu sloupu je výhodný kruhový, čtvercový nebo mnohoúhelníkový. [7]

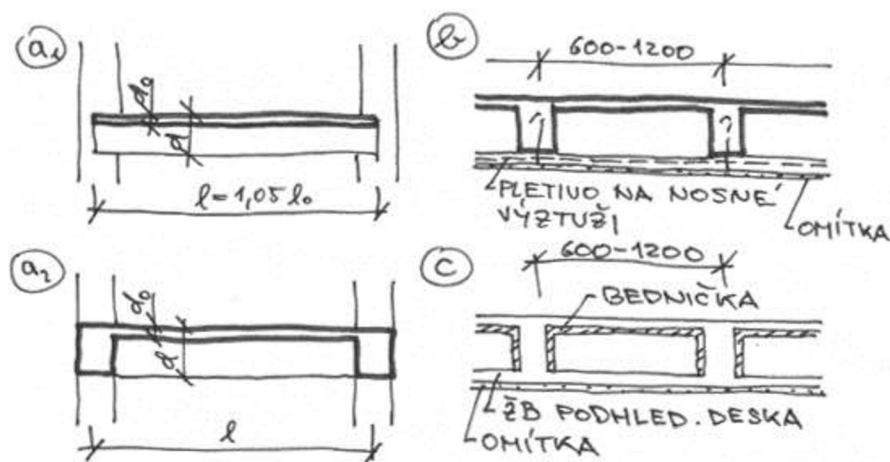
Monolitické železobetonové stropy trémové a žebrové

Princip nosné konstrukce spočívá v monolitickém spojení trámů (žeber) s deskou, čímž vzniká staticky výhodný „T“ průřez. Trámy mohou být orientovány v jednom směru nebo ve dvou (popř. i více) směrech a vytvářet tzv. kazetové stropy. Jednosměrné trémové a žebrové stropy jsou podepřeny průvlakem nebo stěnami na dvou protilehlých stranách. V závislosti na rozpětí a zatížení se navrhuje osová vzdálenost trámů, popř. žeber. Stropy trémové mají osovou vzdálenost trámů 1,2 až 3,0 m. Stropy žebrové mají osovou vzdálenost žeber 0,6 až 1,2 m. Při menší vzdálenosti žeber, do 0,6 m se strop označuje jako žebírkový. Trémové a žebrové stropy jsou velmi únosné, používají se pro velká rozpětí a velká zatížení. Jejich nevýhodou je pracnost bednění i vyztužení a nerovný podhled. Proto se trémové a žebrové stropy opatřují podhledem. [2]

Podle tvaru a konstrukčního řešení rozeznáváme trémové a žebrové:

- stropy s viditelnými trámy
- stropy s podhledem dodatečně provedeným
- stropy bedničkové
- stropy vložkové

Stropy s viditelnými trámy se používají v objektech, kde není nutný rovný podhled (sklady, výrobní objekty apod.). Osová vzdálenost trámů se volí 1,2 až 3,0 m pro rozpětí až 7,5 m. Jsou-li trámy podporovány průvlakem, navrhuje se jejich počet a rozmístění tak, aby průvlak nebyl zatížen uprostřed své délky (sudý počet trámů, lichý počet polí). Trámy mají zpravidla obdélníkový průřez o výšce min 1/20 rozpětí (u prostě uložených trámů) a min 1/25 rozpětí (u trámů vetknutých a spojitých). Při velkém zatížení a rozpětí lze na trámech povést náběhy. Desky spolupůsobí účinně s trámy tehdy, je-li jejich spolupůsobící tloušťka $d_0 = 1/10$ výšky průřezu trámu (avšak min. 50 mm). [2]



Obrázek 18 - monolitické stropy trémové, a) s viditelnými trémy, b) s rovným podhledem, c) strop žebrový (bedničkový) [9]

Stropy kazetové jsou zvláštním druhem trémových stropů, které mají trámy uspořádané ve dvou, obvykle na sebe kolmých směrech. Mezi trámy se vytvářejí kazety s tenkou deskou. Kazetové stropy se používají k zastropení velkých rozponů se čtvercovým nebo obdélníkovým půdorysem (poměr stran 1:1 až 1:15). V reprezentačních místnostech se viditelné trámy dekorativně upravují. [2]

Stropy s podhledem dodatečně provedeným. Rovný podhled trémových a žebrových stropů se provádí buď dodatečně, nebo současně s nosnou konstrukcí. Dodatečný podhled se provádí na stropech žebrových, může být vytvořen omítkou na podbití nebo na maltonosném pletivu (keramidovém, rabicovém), častěji se však provádí montážním systémem (např. ze sádkartonových desek). Podhled prováděný současně s nosnou konstrukcí má strop bedničkový nebo strop žebírkový s vložkami. Jejich předností je, kromě rovného podhledu, jednoduché bednění. [2]

Stropy bedničkové mají osovou vzdálenost žebírek 0,6 až 1,2 m. Jejich podhled tvoří železobetonová deska, která je součástí stropní konstrukce. Podhledová deska o tl. 30 až 35 mm se betonuje na rovné bednění, na ni se kladou bedničky, obvykle dřevěné, které vytvářejí bednění žebírek a horní desky. Po zabetonování bedničky zůstávají v konstrukci jako tzv. ztracené bednění. Bedničkové stropy mají značnou spotřebu dřeva, jsou pracné a nákladné. V současné době se používají ojediněle, setkáváme se s nimi hlavně při rekonstrukcích budov. [2]

Stropy vložkové mají rovný podhled vytvořený spodním lícem dutých vložek z keramiky nebo lehkých betonů. Jsou funkčně tvarovány tak, aby kromě rovného podhledu vytvářely současně i formu pro betonáž nosných žebírek (na spodním líci mají příruby). Vložky se kladou na rovné bednění „nasucho“, mezi nimi vzniká prostor pro vytvoření žebírek, který se po vložení výztuže zabetonuje včetně stropní desky. Osová vzdálenost žebírek je dána rozměry vložek (obvykle 0,30 až 0,75 m). Vzhledem k malé osové vzdálenosti vychází i malá šířka žebírek (odtud název „žebírka“).

V současné době existuje široký sortiment dutých stropních vložek, nejrozšířenější zůstávají klasické keramické vložky „Simplex“, „Simplex-Rekord“, „Armo“ aj., z nichž

je možno vytvářet různé výšky žebírek. Jejich výztuž a tloušťka vrchní betonové desky musí být podloženy výpočtem. Výhodou žebírkových vložkových stropů je rovný podhled, jednoduché bednění, možnost použití pro různá rozpětí, vysoká odolnost proti požáru, dobrá tepelně izolační schopnost a snadné řešení vertikálních prostupů. Nevýhodou je velká pracnost a možnost zatížení až po dosažení únosnosti betonu. [2]



Obrázek 19 - monolitické stropy žebírkové s keramickými vložkami Simplex [9]

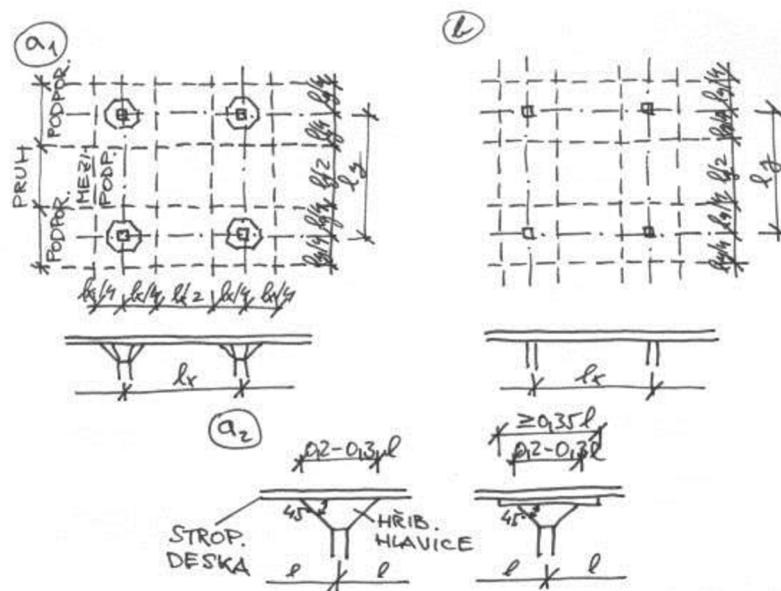
Monolitické železobetonové stropy hříbové

Hříbové stropy jsou v podstatě křížem vyztužené desky podepřené sloupy s viditelnými hříbovými hlavicemi. Jsou velmi únosné, používají se pro velká užitná zatížení (nad 10 kNm^{-2}) a pro velkou osovou vzdálenost sloupů (nad 7,5 m). Půdorysná osnova podpor je čtvercová až obdélníková (do poměru stran 1:1,25). Sloupy mají obvykle kruhový nebo mnohoúhelníkový průřez, jemuž tvarově odpovídá hlavice.

Hříbová hlavice vytváří náběhy a snižuje nebezpečí propíchnutí desky v okolí sloupu. Tvar hlavice se přizpůsobuje možnostem výrobní technologie. Staticky výhodný je tvar komolého kužele, který je však výrobně komplikovaný, proto se používají různé tvarové varianty komolých jehlanů.

Stropní deska je křížem armovaná, její výztuž je nad podporami zesílena v obou směrech v pružích o šířce min $\frac{1}{4}$ rozpětí na každou stranu od středu podpor a tvoří silně vyztužené podporové pruhy. Tyto ploché, tzv. skryté průvlaky přenášejí zatížení ze střední desky prostřednictvím hlavic do sloupů.

Hříbové stropy mají velkou únosnost, používají se hlavně ve výrobních a skladovacích objektech, avšak uplatnily se také – po architektonických úpravách tvaru hlavic a podhledu – na stavbách kulturních, ve výstavních pavilonech i v sakrálních stavbách jako výtvarný prvek. [2]



Obrázek 20 - ŽB monolitické stropy, a) hřibové, a1) schéma půdorysu, a2) příklady tvaru hlavic, b) stropy bezprůvlakové [9]

Monolitické stropy se skrytými průvlaky

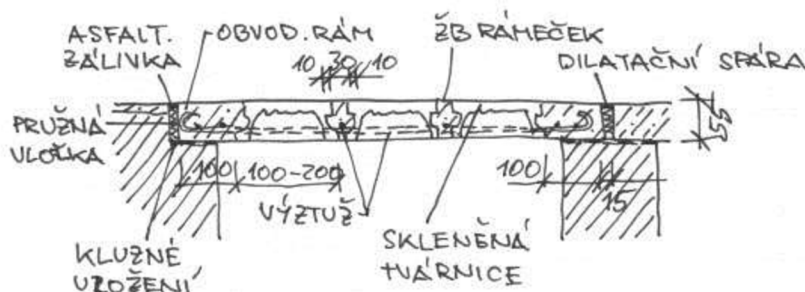
Monolitické železobetonové deskové stropy s rovným podhledem, bez viditelných průvlaků a hlavic jsou označovány jako bezprůvlakové). Křížem vyztužená stropní deska má nad podporami zesílenou výztuž, která se ukládá obousměrně v pruzích o šířce $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{2}$ rozpětí. Tyto podporové pruhy jsou ve skutečnosti skryté průvlaky. Nejmenší tloušťka desky je 160 mm. Výhodou monolitických stropů se skrytými průvlaky je jednoduché bednění, snadné vedení instalací a jednoduchá kompletace doplňkovými konstrukcemi (např. dílce montovaných příček mají stejnou výšku). Nevýhodou je velká hmotnost (tloušťka celé desky musí být dimenzována podle největšího namáhání v okolí sloupu), malá tuhost (kterou je nutno zajišťovat výztužnými stěnami nebo jádry) a malá únosnost (užitné zatížení do $5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$). [2]

Monolitické stropy sklobetonové

Sklobetonové stropy jsou železobetonové monolitické žebírkové konstrukce se skleněnými výplněmi. Železobeton a sklo je možno kombinovat, neboť rozdíl jejich teplotních součinitelů délkové roztažnosti je poměrně malý. [2]

Žebírka, orientovaná ve dvou na sebe kolmých směrech, tvoří kazetový strop. Osovou vzdálenost žebírek určují rozměry skleněných tvárnic (obvykle 150/150 až 250/250 mm). Výška žebírek je dána rozpětím a zatížením stropu (žebírka mohou mít výšku odpovídající výšce tvárnic nebo mohou být spuštěna pod jejich spodní líc a být vyšší). Žebírka jsou subtilní (šířka 40 až 50 mm). Výztuž žebírek se kotví do obvodového rámu. *Skleněné tvarovky* jsou buď plné anebo duté, které mají lepší tepelně technické vlastnosti. Kromě běžných pravouhlých tvarovek se vyrábějí i tvarovky kruhové. *Obvodový rám* musí být od nosné konstrukce oddělen dilatační spárou vyplněnou pružnou vložkou. Rozměry volně dilatujících sklobetonových polí jsou dány roztažností skla a betonu a velikostí zatížení (max. 5 m). [2]

Sklobetonové stropy se navrhují do rozpětí 3,0 m, pochůzná sklobetonová konstrukce mají rozpětí max. 1,5 m. Druhý půdorysný rozměr není omezen, avšak strop musí být rozdělen dilatačními spárami. Sklobetonové stropy umožňují prosvětlení nebo přisvětlení prostoru pod stropem (střechou). Používají se nad halami, pasážemi a chodníkovými osvětlovacími šachtami. [2]



Obrázek 21 - sklobetonové stropy [9]

2.3 PÓROBETONOVÉ STROPY

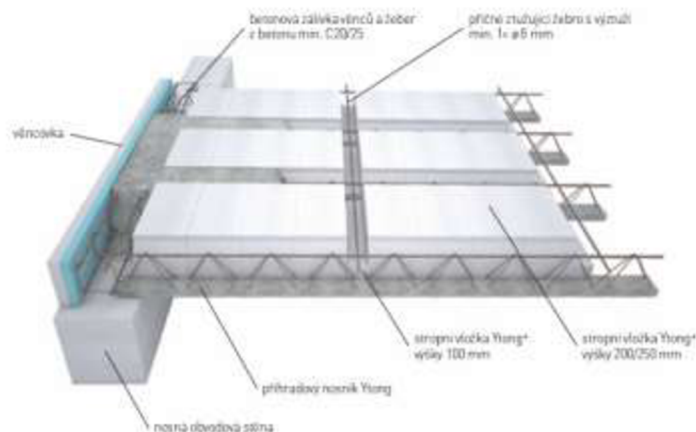
Tak jako u stavebních systému využívajících keramických stavebních prvků, mají i pórobetonové systémy ve své nabídce montované i polomontované stropní konstrukce. Originál pórobeton Ytong je klasikou mezi stavebními materiály. Vyznačuje se vysokým standardem tepelné izolace, dobrou stabilitou a odolností, snadnou manipulací a zpracováním, je nehořlavý a zajišťuje příjemné vnitřní klima objektu. [10]

Montované pórobetonové stropy z desek

Výhodou pórobetonových stropních desek je okamžitá únosnost po jejich uložení a díky poměrně velkým rozměrům desek i rychlost montáže. Montované stropy z desek systému YTONG se vyrábějí s délkou 5 a 6 m. maximální světlé rozpětí je 5,85 m. stropní desky se ukládají na nosné stěny a konstrukce zálivkovými drážkami nahoru. Beton určený pro zálivku musí být pevnostní třídy nejméně C12/15. Před samotným prováděním je třeba podklad poctivě očistit a navlhčit. Rovněž po zalití drážek je potřeba až do úplného vytvrdnutí zálivkové malty udržovat zalité spáry vlhké. I když jsou po svém osazení desky únosné, nemělo by se před provedením zálivky překročit bodové zatížení $1\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$. [10]

Polomontované pórobetonové stropy z nosníků a vložek

Obdobně jako keramické konstrukce se systémy skládají z prefabrikovaných nosníků s prostorovou výztuží a plných stropních vložek. Požadované únosnosti se dosáhne nadbetonováním konstrukční vrstvy. Nosníky se vyrábějí pro světlé rozpětí 1,9 m až 6,7 m. Osazují se v úložné délce nejméně 15 cm a při uložení se musí provizorně podepřít. Konstrukční vrstva betonu se spojí s monolitickým pozedním věncem, jehož výztuž se sváže s výztuží stropních nosníků. [10]



Obrázek 22 - Pórobetonový strop YTONG, polomontovaný z nosníků a vložek [10]

2.4 STROPY Z OCELOVÝCH PROFILŮ

Ocel je tradičním materiálem používaným pro stropní konstrukce nosníkového typu. Mnohem dříve než byl vynalezen železobeton, se používalo železných a litinových prvků pro konstrukce stropů. Výhodou je jejich velká únosnost a malá hmotnost vlastní ocelové konstrukce, snadná a rychlá montáž a možnost snadné recyklace materiálu. Používají se na velká rozpětí i zatížení. Nevýhodou je především vyšší cena základního materiálu, malá protipožární odolnost a nutnost antikorozií úprav. Vzhledem k nižší hmotnosti ocelových prvků má vlastní nosná konstrukce horší akustické vlastnosti. [7]

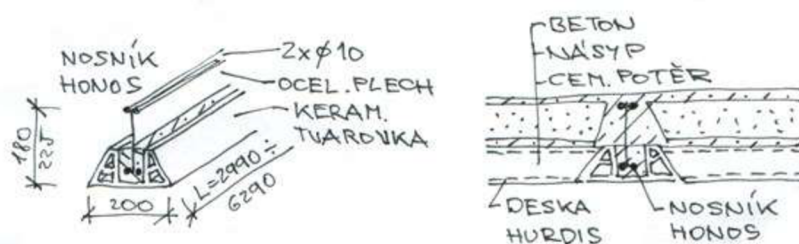
Ocelové prvky se na stavbu dovážejí již v definitivních rozměrech a na místě se pouze montážně stykují svary, šrouby, nýty. Realizace na stavbě je tak rychlá a není omezena klimatickými podmínkami. Životnost konstrukcí je ovlivněna korozií. I když stropní konstrukce nejsou bezprostředně vystaveny povětrnostním vlivům, mohou korodovat působením atmosférické vlhkosti nebo v důsledku kondenzace vodní páry. I když je ocel jako materiál nehořlavý, má z hlediska chování při požáru velmi negativní vlastnosti a ocelové konstrukce bez dostatečné protipožární ochrany jsou při požáru nebezpečné. Konstrukce při prohřátí cca 500 °C ztrácí svoji pevnost a kolabuje. Za velmi nebezpečné se považuje i vysoká roztažnost materiálu, která může při velkém teplotním namáhání od požáru způsobit v důsledku protažení nosníku a porušení svislých konstrukcí. Nosné ocelové konstrukce stropů je z těchto důvodů třeba chránit protipožárními nástřiky, omítnutím na pleťivo, obetonováním nebo zadržáním. [7]

2.4.1 Stropní konstrukce z válcovaných nosníků

Stropnice jsou tvořeny válcovanými nosníky průřezu I nebo průřezu U, na jejichž spodní nebo horní příruby se ukládají stropní desky. Vzdálenost stropnic závisí na konstrukci desky a pohybuje se od 0,9 m až po 3 m. Maximální rozpory stropů z ocelových válcovaných nosníků závisí na zatížení, osové vzdálenosti a dimenzi nosníků. Za určitých podmínek mohou být rozpory větší než 9 m. [7]

Ocelový strop s deskami typu Hurdis byl vyvinut z přímých kleneb ve snaze zjednodušit realizaci přímých cihelných stropů ukládaných do ocelových profilů. Hlavní nosné prvky tvoří ocelové válcované nosníky I, na jejichž spodní příruby se osazují keramické

patky a na ně maltové lože keramické dutinové desky Hurdis s šikmými čely. Ocelové nosníky se musí po osazení obetonovat (zpevnění v uložení, ochrana proti korozi) a na desky se provede vrstva násypu z lehkého betonu do výšky horních přírub nosníků. Nad nosníky se provede betonová vrstva tloušťky min. 40 mm. [7]



Obrázek 23 - ocelový strop, nosníky typu I + desky Hurdis [9]

Mezi nejpoužívanější typy ocelových stropů z válcovaných nosníků patří následující:

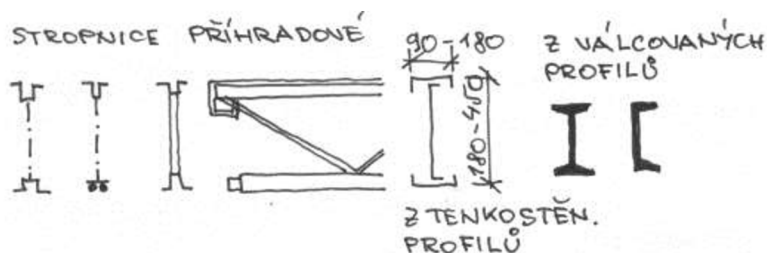
- *Ocelové stropy z válcovaných nosníků a kleneb* – klenby se opírají o spodní příruby I nosníků a zdily se v tloušťce do 150mm.
- *Ocelové stropy z válcovaných nosníků a cihelných desek* – tzv. Kleinův trop- mezi ocelové nosníky se na bednění vyzdila z plných cihel rovná deska vyztužená ve spodní části styčných spár pásovou ocelí.
- *Ocelové stropy z válcovaných nosníků a železobetonových desek* - na spodní stranu příruby ocelových nosníků se uloží prefabrikované železobetonová monolitická deska. Spodní příruby se překryjí drátěným pletivem tak, aby byly eliminovány poruchy na styku dvou rozdílných materiálů.
- *Ocelové stropy z válcovaných nosníků a profilovaných plechů* – se v současnosti používají pro svoji jednoduchost. [7]

2.4.2 Stropní konstrukce z příhradových nosníků

Únosnost ohýbaných nosníků je nejvíce ovlivněna hmotou soustředěnou v největší vzdálenosti od neutrální osy průřezu nosníku. Část průřezu spojující pásy má funkci zajištění jejich spolupůsobení, ale jinak má na únosnost menší vliv. Proto se průřezy svařovaných a příhradových nosníků navrhují nejčastěji ve tvaru I nebo uzavřeného skříňového průřezu. [7]

Ocelové stropy z příhradových nosníků

Horní i dolní pás stropních nosníků je vytvořen z úhelníků nebo z plechového profilu, diagonály jsou z ploché oceli. Výhodou je možnost vedení instalací stropem v obou směrech. Konstrukce je lehká i pro větší rozpony. Kvůli nízké hmotnosti je třeba zajistit zvukovou neprůzvučnost přidáním zvukové izolace doplňujícími vrstvami. [7]



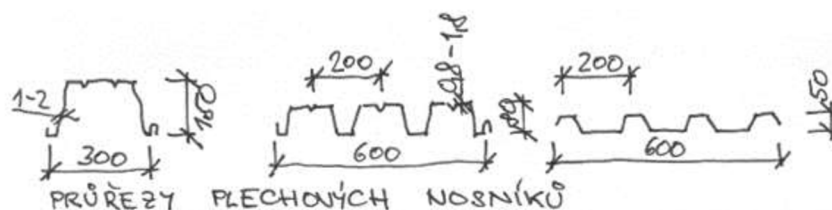
Obrázek 24 – stropnice příhradové [9]

2.4.3 Stropní konstrukce deskové z profilovaných plechů

V současné době nejpoužívanější deskovou konstrukcí na bázi oceli jsou ocelové stropní desky z profilovaných plechů. Základní konstrukční prvek je profilovaný plech tvarovaný za studena. Plechy mají malou hmotnost, snadno se dopravují a montují. Vlastní plech je velmi tenký a je zohýbán do desek s vlnami výšky 30 – 158 mm. Jednotlivé kusy na sebe snadno navazují v příčném i podélném směru překrytím. V závislosti na konstrukčním řešení, zatížení a dimenzích plechu lze realizovat stropní desky s profilovanými plechy až do rozponu 7 m. [7]

Stropní desky s profilovanými plechy se používají ve třech základních konstrukčních alternativách:

- *Ocelový deskový strop* – profilované plechy přenášejí veškerá zatížení na ně působící, ostatní vrstvy mají jiné funkce a představují pro plech zatížení.
- *Železobetonový strop vybetonovaný do profilovaných plechů* – profilované plechy slouží jako ztracené bednění železobetonového žebříkového stropu a jsou dimenzovány pouze na montážní zatížení (zatížení čerstvým betonem, výztuží a dalším nutným montážním zatížením během betonáže).
- *Ocelobetonové sprážené desky* – profilovaný plech je upraven tak, že je zajištěno spolupůsobení s nadbetonovanou deskou, plech se podílí na přenášení tahu, beton přenáší tlak. [7, str. 235]



Obrázek 25 - příklady průřezů tenkostěnných ocelových plechů [9]

2.5 DŘEVĚNÉ STROPY

V minulosti velmi rozšířené, dnes se se dřevěnými stropy lze setkat převážně u menších novostaveb – rodinné domy, rekreační objekty apod. výhodou dřevěných stropů je malá plošná hmotnost, možnost zajištění dobré tepelné izolace a nenáročná technologie výstavby, jako je snadná doprava stavebních dílců a snadná montáž. Nevýhodou dřevěných stropů je především malá protipožární bezpečnost a náchylnost k napadení dřevokaznými škůdci. Většina těchto škůdců se aktivuje ve vlhkém prostředí. Dřevěné stropy jsou netuhé v horizontální rovině a poddajné z hlediska svislého zatížení. Stropy o malé plošné hmotnosti mají špatné akustické vlastnosti a tím pádem nevyhovují z hlediska vzduchové neprůzvučnosti. Celkově je životnost dřevěných stropů podstatně menší než ostatní typy stropních konstrukcí. [7]

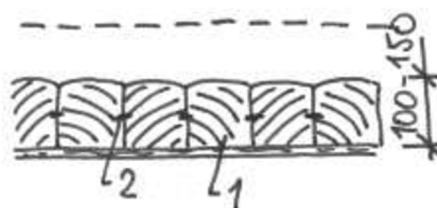
Pro zvýšení stability nosných zdí se některé dřevěné stropnice kotví ke zdi ocelovými kotvami připevněnými na zhlaví trámu a zakotvenými do zdi. V dřívějších dobách se pro tuto funkci používaly tzv. trámové kleště zakotvené prostřednictvím závlače do vnějšího líce obvodové zdi. Porušené zhlaví trámů se obvykle nachází právě v místech, kde jsou osazeny trámové kleště. Důvodem je skutečnost, že ocelové trámové kleště zakotvené do vnějšího líce obvodové zdi se v zimním období ochlazují

a v místech, kde jsou připevněny k trámu, kondenzuje na chladném povrchu oceli vodní pára a dochází tak ke korozi oceli. Zkondenzována vodní pára zároveň způsobuje zvýšení vlhkosti a tím urychluje hnilobu, výskyt dřevokazným hub nebo hmyzu. [7]

Protipožární odolnost se dříve zajišťovala provedením násypu na záklop. K těmto účelům se používala škvára, stavební rum, hrubozrnný písek nebo hliněná mazanina. Minimální tloušťka se dvěma dřevěnými konstrukcemi byla 80 mm. V současné době lze použít desek ze sádkokartonu, které při tloušťce 15 až 25 mm zajistí požadovanou protipožární ochranu. Dřevěné trámy se nesmí z důvodu požární bezpečnosti ukládat do zdiva komínu. V těchto místech se provádí trámová výměna, přenášející zatížení do trámů sousedních. [7]

2.5.1 Povalové stropy

Nosnou část stropu tvoří dřevěné trámy – povaly kladené těsně vedle sebe na sraz. Vzniká tak desková konstrukce, která tvoří rovný podhled. Povaly jsou ze tří stran hraněné trámy. Na horní líc může být provedena vrstva hliněné mazaniny, nebo násyp s podlahou na polštářích. Spodní líc je bez omítky nebo je opatřen rákosovou omítkou. Vzájemné spolupůsobení povalu je zajištěno střídavým propojením ve styčných spárách dřevěnými klínky, nebo železnými skobami. Tento typ stropů se používá do rozponu 4,5 m. [7]



Obrázek 26 - povalový strop - 1 - dřevěné povaly, 2 - ocelové skoby [9]

2.5.2 Trámové stropy

Charakteristika a konstrukce dřevěných trámových stropů:

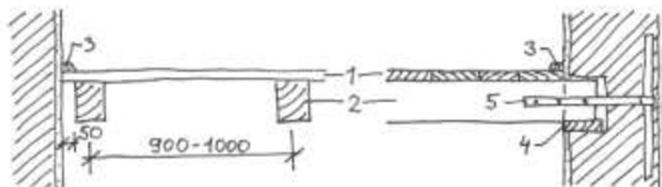
- Nosná konstrukce je tvořena dřevěnými trámy (stropnicemi), volně uloženými do kapes zdiva, eventuálně na jinou svislou konstrukci (dřevěný nebo ocelový průvlak).
- Vzdálenost trámů se obvykle pohybuje v rozmezí 0,8 až 1,2 m, u novějších konstrukcí jsou vzhledem k používání menších profilů často vzdálenosti menší.
- Líc trámů musí být minimálně 50 mm od líce omítnutého komínového zdiva.
- Za účelem zvýšení stability objektu se trámy zakotvují do obvodových zdí (každý 3 až 4 trám) kotvami přenášejícími taková namáhání, např. trámové kleště.
- Záklop je uložen buď na dřevěné trámy nebo mezi trámy (zapuštěný záklop), dřevěný záklop je při osové vzdálenosti trámu 0,9 až 1,05 m z prken tl. 25 mm, při vzdálenosti větší tloušťky 33 mm, zapuštěný záklop (z fošen, prken, keramických prvků) se ukládá na latě připevněné k bokům trámů.
- Na záklop se z akustických a protipožárních důvodů provede násyp, eventuálně jiná těžká nespalná vrstva (např. vrstva betonu → pozor při rekonstrukcích na nebezpečí aktivace dřevokazných hub).
- Konstrukce podhledu se připevňuje buď přímo na trámy nebo na tzn. rákosníky tj. samostatné dřevěné trámy nesoucí podhled nezávisle na nosné konstrukci stropu.

[7, str. 198]

Jednoduchý trémový strop. Na trámy je přibit záklop z prken nebo fošen na sraz nebo polodrážku. Záklop tvoří zároveň podlahu i podhled. V současnosti lze použít pouze v rámci jednoho prostoru, kde nejsou žádné požadavky z hlediska akustiky, tepelné techniky a protipožární ochrany. [7]

Novodobé konstrukce dřevěných trémových stropů s viditelnými trámy. Viditelné trámy v podhledu mohou být z estetických důvodů vyžadovány architekty. Konstrukčně lze řešit bud nepravými trámy nebo pravými trámy s nosnou konstrukcí zohledňující současné technologické, konstrukční a stavebně-fyzikální požadavky. Používají se pouze u nízkých staveb, kde není na závalu malá protipožární odolnost např. rodinné domy, jednopodlažní stavby. [7]

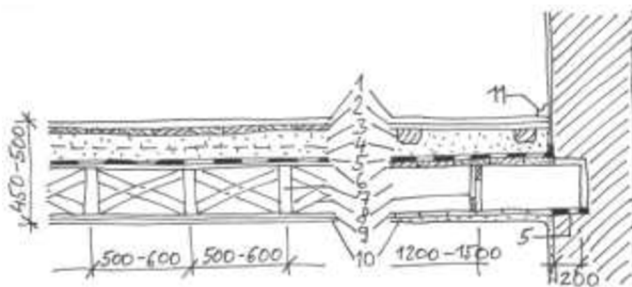
Novodobé konstrukce dřevěných trémových stropů s rovným podhledem. Konstrukce je doplněna o podhled, který kromě architektonické a estetické funkce plní funkci protipožární a akustickou. Je tak dovoleno používat jej pro vícepodlažní objekty. Podhled může být vyroben z dřevocementových desek opatřených rabicovým pletivem a omítkou nebo ze sádkartonových desek připevněných na kovový rošt. [7]



Obrázek 27 - jednoduchý trémový strop s viditelnými trámy - 1 - fošny, 2 - trém, 3 - podlahová liště, 4 - podkladní prkno, 5 - trémová klešť [9]

2.5.3 Fošnové stropy

Jsou dřevěné stropy, které ve srovnání s trémovými stropy vykazují podstatnou úsporu řeziva o 30 až 40 %. Místo tlustých stropních trámů se používají na stropnice fošny tloušťky 50 mm, které se kladou v osové vzdálenosti 500 až 600 mm. U fošnového stropu je důležité zabezpečení stropnic proti vybočení do stran. Provádí se křížovými vzpěrami z latí nebo prken v poli ve vzdálenosti 1200 až 2000 mm. Fošny je třeba pro zajištění stability rozepřít ve vzdálenostech 1,2 až 1,5 m šikmými rozpěrami z latí nebo prken. Vzhledem k malé plošné hmotnosti fošnových stropů vykazují špatné akustické vlastnosti. [7]



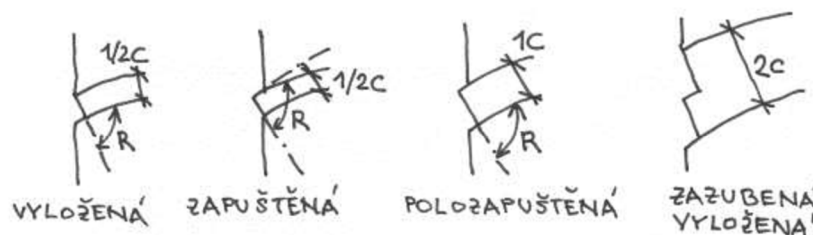
Obrázek 28 - Fošnový strop - 1 - podlaha, 2 - hrubá podlaha, 3 - polštáře, 4 - násyp, 5 - asfaltová lepenka, 6 - záklop, 7 - fošnová stropnice, 8 - příčné vyztužení, 9 - podbití, 10 - omítky, 11 - podlahová lišta [9]

2.6 KLENBY

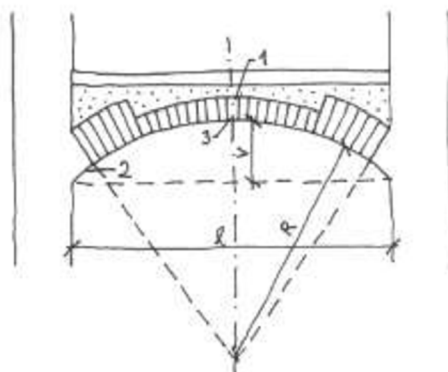
Mezi nosné stropní konstrukce se řadí i klenby, které patří k nejstarším stavitelským prvkům. U novostaveb se dnes používají pouze výjimečně. Klenbu lze charakterizovat jako nosník se zakřivenou střednicí. Nad vlastní klenbou bývá proveden násyp, kterým jsou roznášeny účinky zatížení (zejména osamělými břemeny) na větší plochu. Klenby působí na podpory šikmými tlaky a vyvozují tak vodorovné síly, které jsou zachycovány táhly, nebo přímo podporujícími konstrukcemi. Klenby mohou mít různý tvar a zakřivení. Podle tvaru dělíme klenby na valené, které jsou základem všech kleneb, a z nich odvozené klenby křížové a klášterní. Klasické klenby jsou konstruovány jako zdivo z kusových prvků kamenných nebo cihelných vyklenutých do systému ložných spár (které svírají s lícním obloukem úhel 90°) a spár styčných. Vrchol klenby je uzavřen vrcholovým klenákem. Spodní plocha je označována jako „líc“ klenby, horní plocha jako její „rub“. Tloušťka v příčném řezu může být konstantní nebo se směrem k podporám zvětšuje. Klenba se opírá o zděné stěny, pásy nebo ocelové nosníky. Patky klenby mohou být zapuštěné, polozapuštěné nebo vyložené. Klenuté konstrukce se používají nejenom pro stropy, ale i pro překlady otvorů ve stěnách např. nadokenních či nadedveřních. [2]

Podle tvaru lze klenby rozdělit:

- *Valená klenba* – spočívá na dvou podporách. Je základem všech kleneb a z nich jsou odvozené klenby křížové a klášterní.
- *Klášterní klenba* – tvar vzniká pronikem dvou valených kleneb. Tam, kde se obě klenby protínají, vznikají tupá žebra, která se ve vrcholu stýkají v jednom bodě.
- *Neckovitá klenba* – je kombinací klenby valené a klášterní.
- *Zrcadlová klenba* – tvar zrcadlové klenby vznikne z klášterní klenby, jejíž střední část se doplní zrcadlem, což je rovný strop. Nad zrcadlem vznikne prázdný uzavřený prostor.
- *Křížová klenba* – tvar vznikne pronikem dvou valených kleneb (jako u klášterní klenby). Je to však klenba otevřená. Zvláštním druhem křížových kleneb jsou klenby hvězdicové.
- *Lunetová klenba* – je část křížové klenby, která vznikne pronikem dvou valených kleneb o nestejně výšce.
- *Kopule (báň)* – tvar kopule je svérická plocha, která vznikne nad kruhovým, eliptickým nebo oválným půdorysem.
- *Česká klenba* – lícní plocha české klenby je částí kulové plochy a vzniká, když z bane odřízneme svislými rovinami zbývající části úhelníka vepsaného do půdorysu páteční čáry kopule.
- *Pruská klenba* - je tvořena translační plochou kruhovo-kruhovou, elipticko-eliptickou, elipticko-kruhovou nebo naopak. V ploše klenby nevznikají žádné průnikové plochy, a tím ani žádná žebra. [5]



Obrázek 29 - úpravy patek válených kleneb do zdiva [9]



Obrázek 30 - cihelná klenba valená - 1 - závěr klenby, 2 - patka klenby, 3 - vrcholový klenák, l - rozpětí klenby, v - zdvih klenby, R - poloměr zakřivení

2.7 NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE A PRVKY

Navazující stropní konstrukce a prvky hrají výraznou roli při navrhování stropních konstrukcí. Dokážou efektivně zlepšit vlastnosti stropů, ale i naopak zatížit konstrukci natolik, že je třeba navrhnout větší tloušťku, či zvolit větší rozměry prvků. To se samozřejmě odráží na celkové ceně stavby. Vhodnou kombinací lze vylepšit akustické, tepelně-izolační i požární vlastnosti konstrukce. Mezi prvky stropních konstrukcí patří pozední věnce, podlahy a podhledy.

Mezi vodorovné nosné konstrukce se kromě stropů do této kategorie řadí i konstrukce vyložené (římsy, balkóny, arkýře, přístřešky) a konstrukce ustupující (lodžie, podlaží ustupující za průčelí budovy). Tyto konstrukce se od stropů funkčně liší, jejich nosná část je však obvykle součástí stropní konstrukce popřípadě s ní přímo souvisí. Vzhledem k cíli této diplomové práce nebudou tyto konstrukce dále upřesňovány.

2.7.1 Pozední věnce

Pozední věnce jsou konstrukce, které nahradily dříve užívané ocelové zední kleštiny. Hlavní funkcí ztužujících pozedních věnců je zachycení tahových sil ve svislých nosných konstrukcích a zajištění tuhosti konstrukce objektu v horizontálním směru. Dále zabraňují nestejnomyšernému sedání zdiva, nebo například slouží k vytvoření rovné úložné plochy pro uložení dalších konstrukčních prvků. Pozední věnec je umístěn v každé úrovni stropní konstrukce, musí probíhat ve všech nosných stěnách a vytvářet uzavřený obrazec. Provádí se jako monolitický železobeton, kde minimální výška je 150 mm a šířka je závislá na použitém zdicím materiálu. Bednění může být tvořeno věncovkou či U-profilu. Při výstavbě je třeba věnovat zvýšenou pozornost na tepelnou izolaci pozedních věnců, jelikož dochází ke vzniku tepelných mostů. [11]



Obrázek 31 - Příprava pozedního věnce před zmonolitněním betonem [11]



Obrázek 32 - Obecná skladba podlahy [9]

2.7.2 Podlahy

Podlaha je doplňkovou konstrukcí stropní konstrukce a skládá se z několika vrstev, kde každá z nich má svoji specifickou funkci.

- *Nášlapná vrstva* tvoří konečný povrch konstrukce podlahy a závisí na účelu místnosti a estetických požadavků na interiér. Mezi nejčastější nášlapné vrstvy patří dlažba, dřevěná prkna, lamely, povlak z PVC, koberec, cementový potěr a další.
- *Vyrovnávací (roznášecí) vrstva* slouží k vytvoření rovného, únosného podkladu po nášlapnou vrstvu. Plní funkci vyrovnávací a nosnou. Vyrovnávací vrstva může být plovoucí nebo oddělená pružným páskem od svislých konstrukcí, spojovací vrstva je přímo spojená s podkladem.
- *Izolační vrstva* slouží k izolaci zvukové nebo tepelné, případě kombinaci obou. Izolační vrstvou může být také izolace vodotěsná, která bývá provedena z fólií či pásů, nebo jako stěrka.
- *Podkladní vrstva* je poslední vrstvou ve skladbě podlah. V tomto případě je to nosná stropní konstrukce. [3]

Z hlediska provádění mohou být podlahy rozděleny na konstrukce prováděné mokrým způsobem a podlahy prováděné suchým způsobem. Podlahy prováděné *mokrým způsobem* jsou takové, kde je vyrovnávací vrstva sloužící jako podklad pro vrstvu nášlapnou provedena jako monolitická (mazanina nebo potěr). Nevýhodou je nutnost technologické přestávky a omezení prací teplotou okolního vzduchu. Mazaniny tvoří v konstrukci podlahy celistvou desku, což přispívá k dobrým zvukoizolačním vlastnostem. Monolitickou mazaninu je nutné dilatovat. [3]

Suché podlahy lze jednoduše a rychle smontovat bez časového omezení technologickou přestávkou. Podlahy mají nižší zvukoizolační schopnost a celkově nižší plošnou tuhost. Podlahy se skládají z upravených sádkartonových nebo cementotřískových desek, které se pokládají na izolační desky nebo na násyp z lehkého materiálu. Desky mohou mít již zabudovanou izolační vrstvu z polystyrenu nebo z minerálních vláken na své rubové straně a pokládají se pak přímo na lepenkou vyrovnaný podklad. [3]

2.7.3 Podhledy

Stropní konstrukce může mít svoji spodní stranu povrchově upravenou omítkou, nátěrem, obkladem nebo samostatnou zavěšenou konstrukcí – podhledem. Podhled

přispívá ke zlepšení některých vlastností stropních konstrukcí, jako například tepelnotechnických nebo zvukoizolačních a samozřejmě také estetických. V konstrukci podhledu mohou být skryty technické rozvody, aniž by rušily esteticky interiér. [3]

Konstrukčně se podhledy provádí z nosných prvků, výplně a lící povrchové vrstvy. Nosnou konstrukci zpravidla tvoří nosné rošty zavěšené nebo přímo montované na stropní konstrukci. Nejčastějším materiálem bývají ocelové pozinkované profily nebo profily dřevěné. Podle účelu stropního podhledu se zvolí výplňová vrstva. Ta je v případě tepelné nebo zvukové izolace z minerálních rohoží nebo desek. Pokud není žádná z izolačních schopností požadována a má naopak prostor uvnitř konstrukce podhledu sloužit k rozvodům instalací, ponechává se tento volný. Obecně by však měla co nejméně zatěžovat stropní konstrukci. Lící povrchová vrstva se nejčastěji provádí ze sádkartonových desek, plechových lamel nebo dřevěných prvků. [3]

2.8 OPTIMALIZACE STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

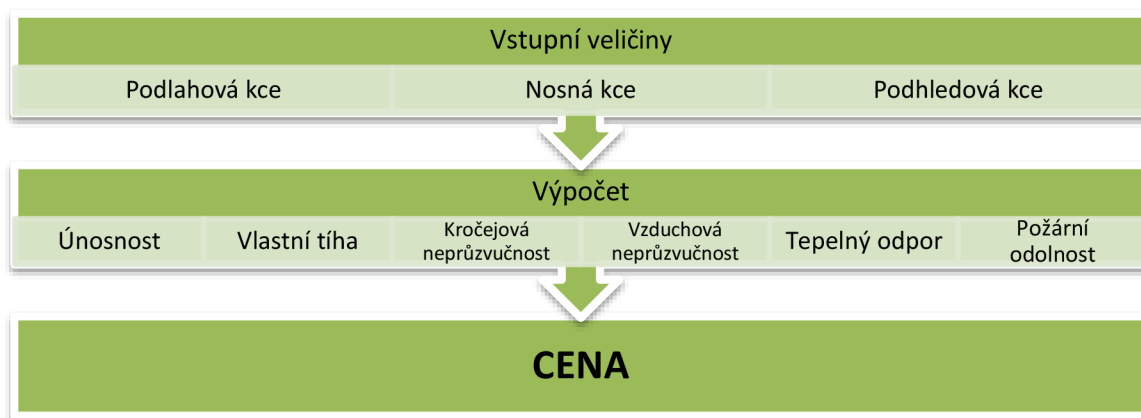
Smyslem optimalizace je návrh objektu tak, aby došlo k minimalizaci nákladu na výstavbu a provoz při splnění požadovaného účelu a dodržení určitého standardu kvality. Cílem je navrhovat konstrukce efektivně bez plýtvání materiálem, lidskými zdroji a s minimálními náklady na provoz. Projektant je při navrhování ovlivněn dvěma skupinami okrajových podmínek. Jedná se o *podmínky existenční* (legislativa, normy, požadavky investora), které musí být zohledněny a *podmínky optimalizační* (cena, únosnost, tepelněizolační vlastnosti), které mohou být zohledněny. [12]

Již v prvních krocích návrhu stavebního objektu musí projektant udělat důležitá rozhodnutí, které později výrazně ovlivňují efektivitu celé stavby. Jednotlivé kroky jsou vizuálně zobrazeny v následujícím obrázku.



Možnosti volby mezi jednotlivými prvky, materiály a parametry jsou obrovské. V prvotním návrhu jednotlivých konstrukčních prvků (sloup, stěna, trám, deska) jsou zvoleny rozměry průřezu prvku. U takto navrženého prvku je následně výpočtem posuzována únosnost a stabilita. V případě, že výpočet prokáže nevhodnost zvolených prvků, je projektant nucen zvolené prvky měnit tak dlouho, dokud výpočty nebudou vyhovovat. [12]

Vlastnosti celé konstrukce jsou ovlivňovány parametry prvku, ze kterých je konstrukce tvořena. Uvažování všech vzájemných vazeb mezi systémy slouží k nalezení optimální varianty stropní konstrukce. V dnešní době je nespočetně velké množství druhů a typu stropních konstrukcí z hlediska materiálu, rozměru, technologií realizace a dalších vlastností. Proto může být volba vhodné a cenově optimální konstrukce obtížná. [12]



Při návrhu stropní konstrukce záleží především na statickém výpočtu. Teprve až v okamžiku, kdy daná varianta vyhovuje výpočtům a normám, se zvolená stropní konstrukce může srovnat podle cenové relace.

3 KALKULACE CENY A NÁKLADŮ

Následující kapitola se zabývá cenami, rozpočtem a kalkulací ve stavebnictví. Základní myšlenkou kalkulace ve stavebnictví je sestavit výčet pokud možno všech nákladů na daný objekt, které vznikají v souvislosti se stavební činností, a tyto náklady zařadit do předem dohodnutých skupin tak, aby byly srozumitelné a přehledné pro všechny účastníky stavebního řízení.

3.1 CENY VE STAVEBNICTVÍ

Cena je hodnota zboží vyjádřená penězi. Mezi zboží se řadí výrobky, výkony, práce a služby, se kterými se na stavebním trhu obchoduje. Cenu zboží lze určit dvěma způsoby. Objektivní teorie hodnoty ceny vychází z nákladů. Subjektivní teorie je založena na střetu hodnocení kupujících a prodávajících, která je dána trhem. Ceny na stavebním trhu jsou smluvní (dané zákonem o cenách č.526/1990 Sb.), z nichž je většina neregulovaných. Jejich výše je sjednána mezi kupujícím a prodávajícím písemně ve smlouvě, kde je důležité uvést podmínky, za kterých cena platí. Regulované ceny na stavebním trhu se objevují u veřejných zakázek. Ta spočívá v povinnosti investora vypsát u veřejných zakázek soutěž podle zákona o zadávání veřejných zakázek. [13]

Pro tvorbu cen ve stavebnictví je základem kalkulace nákladů. Cena se skládá ze součtu nákladů a zisku, přičemž je nutné věnovat pozornost evidenci nákladů. Hlavní nedostatek této metody spočívá v nerespektování měnících se podmínek na trhu. Cena je odvozena z ocenění určitého předpokládaného rozsahu odbytu, ten ale závisí na ceně. [13]

$$\text{CENA} = \text{náklady} + \text{zisk}$$

Stavební trh je trh, na kterém se obchoduje se stavebním zbožím. Za zboží v investiční výstavbě lze považovat novostavby, rekonstrukce a modernizace v oblasti pozemního, průmyslového, vodního a inženýrského stavitelství. Na trhu s nemovitostmi se jedná o stávající, již hotové, stojící stavby, pozemky a byty. Dále se zde řadí stavební

materiály, hmoty, stavební konstrukce ale i stavební práce, služby a projektové práce. [13]

Náklady představují spotřebu výrobních zdrojů, které tvoří lidé, stroje, materiály, energie a informace vyjádřené v penězích. Cílem je nalézt optimální kombinaci, která umožňuje minimalizovat náklady s maximální produkcí. Nositel nákladů, k němuž se kalkulace vztahuje, je kalkulační jednice. Ta je představována určitým výrobkem, výkonem, nebo službou s vymezenou měrnou jednotkou, na kterou se stanovují náklady. [13]

Při určování cen se vychází z nákladů, konkurence a orientace na poptávku. Tvorba cen ve stavebnictví se zakládá na znalosti nákladů. V tomto případě se jedná o nákladově orientovanou tvorbu ceny.

I. Nákladově orientovaná metoda – při stanovení ceny se připočte k sumě všech nákladů přiměřená míra zisku. Rizikem této metody je ignorování tržního a konkurenčního prostředí, používání chybných nebo zkreslených nákladových informací. Naopak výhodou je jednoznačnost či lehce dostupné údaje o nákladech.

II. Poptávkově orientovaná metoda – vychází z hodnoty, kterou zákazník přiřazuje výrobku. Odhad poptávky není jednoduchá záležitost. Rozlišují se dva druhy poptávky:

- Pružná poptávka – při snížení ceny roste rychlým tempem prodej a naopak
- Nepružná poptávka – na cenové změny reaguje míra prodeje méně výrazně

III. Konkurenčně orientovaná metoda – uplatňuje se převážně v odvětvích oligopolního charakteru. Vychází z předpokladu, že firma může za srovnatelné výrobky s konkurenčními dosáhnout také srovnatelné ceny. [14]

3.2 DRUHY CEN

Cena pořízení – je cena, za kterou bylo zboží získáno v místě prodeje. Zpravidla jde o nabídkovou cenu výrobce nebo prodejce. [14]

Pořizovací cena – je cena, za kterou kupující (investor) nabývá zboží včetně pořizovacích nákladů (dopravné, nevratné obaly, zásobovací režie, popř. odbytové přírážky). Pořizovací cena materiálu je předpokládána pořizovací cena materiálu z pohledu dodavatele, zahrnující cenu materiálu a všech pořizovacích nákladů až na tzv. první skládku na staveništi. [14]

Vstupní ceny – jsou ceny potřeb (materiál, mzdy, stroje, popř. ostatní potřeby) vstupujících do kalkulace nákladů. [14]

Reprodukční cena – je cena dlouhodobého majetku (dříve HIM – budovy, stroje), který je již odepisován. [14]

Cena majetku – je stanovena pro určitý majetek k jistému datu za splnění určitých okolností a podmínek. Oceňování je v tomto případě rozhodnutím o budoucnosti, vycházejícím z informací a podkladů z minulosti. Tyto informace poskytuje zpravidla účetnictví. [14]

Nákladová cena – je cena vytvořená součtem plánovaných nákladů a plánovaného zisku, kdy náklady jsou v penězích vyjádřené spotřeby výrobních činitelů (potřeb, vstupů). [14]

Celková (globální) cena – je cena vyjadřující maximální finanční limit za stavbu při předem stanovených parametrech. Vlastní struktura ceny je pak záležitostí dodavatele, který zakázku přijal. [14]

3.3 ROZPOČET STAVBY

Rozpočet je jistá forma sestavení ceny v oblasti oceňování stavebních prací. Má skladebnou strukturu, vycházející z konstrukční nebo technologické struktury stavebního díla. Je to podle technické dokumentace sestavený výkaz výměr oceněný příslušnými cenami konstrukčních prvků (podrobný položkový rozpočet), cenami skupinových prvků nebo ukazateli na objektu či etapu (propočet). V rozpočtu jsou započteny přírážky (režie, zisk), které jsou nedílnou součástí ceny. [14]

Pro sestavení rozpočtu jsou třeba především následující podklady:

- Projektová dokumentace
- Katalogy s cenami stavebních objektů, prací, materiálu
- Technické normy
- Zákony o cenách, dani z přidané hodnoty, veřejných soutěžích atd.

3.3.1 Rozpočtové ukazatele

Rozpočtové ukazatele jsou součástí soustavy technicko-hospodářských ukazatelů (THU). Výchozím podkladem pro zpracování jsou informace o již realizovaných stavebních objektech, a to: *ekonomické* (náklady na výstavbu), *technické* (technologická řešení), časové (délka stavby). Rozpočtové ukazatelé slouží:

- Pro jednoduché a rychlé stanovení orientační ceny objektu
- Pro sestavení finančního plánu a ekonomického posouzení připravované investice
- Pro orientační propočet nákladů na projektové práce
- Jako významná pomůcka pro soudní znalce [14]

Využití THU spočívá v porovnání stavebních objektů již realizovaných s nově připravovanými. Proto musí být ukazatele vztaženy na vhodnou měrnou jednotku. Běžně jsou užívány měrné jednotky účelové (1 bytová jednotka, 1 žák, 1 lůžko) a technické (m³ obestavěného prostoru, m² zastavěné plochy). [14]

3.3.2 Souhrnný rozpočet

Cena stavby vyjadřuje hodnotu stavby v penězích, jež může být pro různé účely stanovena v různých obdobích jejího životního cyklu. Cena, za kterou byla stavba pořízena včetně souvisejících nákladů s jejím pořízením, se nazývá pořizovací cena stavby. Reprodukční cena stavby je cena, za kterou by byla stavba pořízena v době, kdy se cena teprve zjišťovala. Veškeré náklady stavby ze strany investora, se obecně nazývají souhrnným rozpočtem. [13]

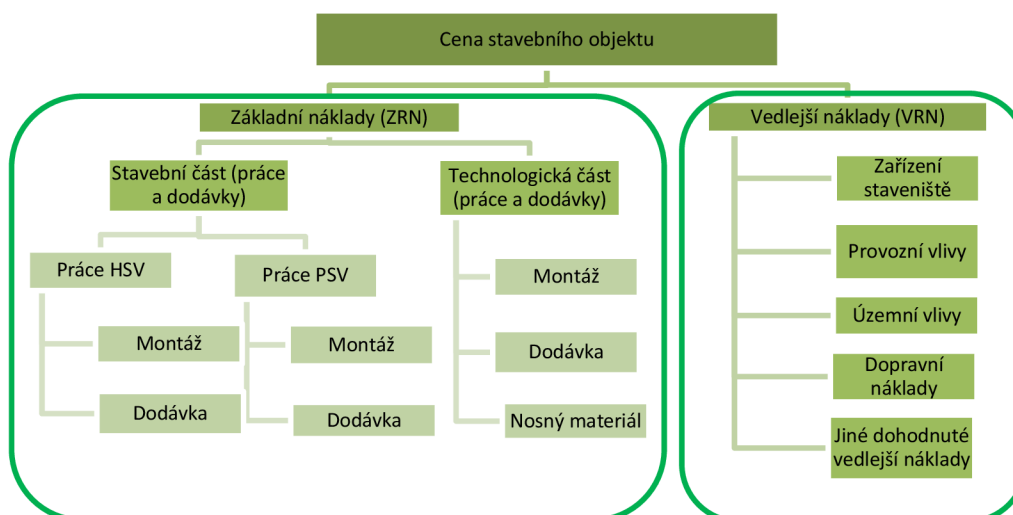
Struktura souhrnného rozpočtu není v ČR předepsána žádnou právní normou. Tudíž záleží na investorovi, jak bude při sestavování rozpočtu postupovat. Ke strukturování lze přistupovat jako ke kombinaci dvou hledisek a náklady posuzovat podle typu

nákladů a času vynaložení nákladů. Investoři využívají různé druhy struktur. Převážně se jedná o:

- Souhrnný rozpočet podle zrušené vyhlášky č. 5/1987 Sb., o dokumentaci staveb
- Souhrnný rozpočet podle zrušené vyhlášky č. 43/1990 Sb., o projektové přípravě staveb
- Souhrnný rozpočet respektující členění nákladů podle zrušených vyhlášek se zjednodušením
- Souhrnný rozpočet strukturovaný kombinovaně
- Souhrnný rozpočet strukturovaný podle fází při projektovém řízení stavby
- Souhrnný rozpočet strukturovaný podle metodiky UNIDO [13]

Obvyklá struktura souhrnného rozpočtu vychází ze zrušené vyhlášky o dokumentaci staveb. Využívá typové rozložení nákladu bez ohledu na to, kdy se časově objeví v průběhu stavby. Struktura se skládá z následujících 11 hlav:

- Hlava I – Projektové a průzkumné práce
- Hlava II – Provozní soubory
- Hlava III – Stavební objekty (**ZRN**)
- Hlava IV – Stroje a zařízení
- Hlava V – Umělecká díla
- Hlava VI – Vedlejší (rozpočtové) náklady (**VRN**)
- Hlava VII – Ostatní náklady
- Hlava VIII – Rezerva
- Hlava IX – Jiné investice
- Hlava X – Vyvolené náklady hrazené z investičních prostředků nezahrnované do základních prostředků
- Hlava XI – Náklady hrazené z investičních (provozních) prostředků [13]



3.4 KALKULACE

Základním podkladem pro stanovení jakékoliv ceny jsou předpokládané náklady. Jejich výše se zjistí pomocí kalkulační. Stavební práce jsou vždy prováděny podle individuálních požadavků odběratele. Stavební práce jsou také prováděny na konkrétním místě za podmínek daných jak tímto místem, tak i odběratelem. Náklady

prací jsou dále ovlivněny roční dobou a počasím. Nezanedbatelný vliv na výši nákladů má i skutečnost, že materiál je zajišťován z různě vzdálených zdrojů. I přes obecnou snahu odebírat materiál v místních zdrojích, působí na výši nákladu vliv vzdálenosti zdrojů materiálu od stavby. Pro stanovení výše nákladu se používá několika metod [14]:

- *Individuální kalkulace* – nejpřesnější, ale současně i nejsložitější a pracovně nejnáročnější.
- *Stanovení nákladů porovnáním* – nejméně náročnou ale zároveň nepřesnou.

Předmět kalkulace je vymezen jako finální odbytový výkon, resp. odpovídá určitému jednicovému výkonu, tj. výkonu určitého technologicky uzavřeného úseku výroby anebo určité technické etapě výroby, výkonu pomocné činnosti apod. [14]

Druhy kalkulací:

Časová souvislost	Funkce	Způsob rozhodování	Struktura	Metoda sestavování
<ul style="list-style-type: none"> • Předběžná • Výsledná 	<ul style="list-style-type: none"> • Propočtová • Operativní • Výsledná 	<ul style="list-style-type: none"> • Absorpční • Dynamická 	<ul style="list-style-type: none"> • Cenová • Nákladová 	<ul style="list-style-type: none"> • Dělením • Přírážková • Rozdílová

Výpočet nákladů stavebního objektu vyžaduje vždy dva zdroje – informace o fyzických rozměrech (výměrách) stavebního objektu a informace cenové. Náklady se stanoví jako součet součinů výměr v měrných jednotkách m^2 , m^3 a cen vztažených na příslušnou měrnou jednotku $Kč \cdot m^{-2}$, $Kč \cdot m^{-3}$. [13]

3.4.1 Základní pojmy

Kalkulace nákladů je způsob stanovení nákladů výpočtem. V konkrétních podmínkách se použijí různé kalkulační metody a techniky. Kalkulace nákladů sestavuje investor i dodavatel, oba předběžně i po dokončení stavebního díla. Kalkulace je také podklad pro stanovení nabídkové ceny. [14]

Kalkulační jednice je jednotka produkce, k níž se kalkulace vztahuje. Určitě kalkulační jednotky je nevyhnutelné ve všech případech, kde se zhotovují dva nebo více výrobků. Určení kalkulační jednotky je vymezeno například počtem, hmotností, délkou, plochou, objemem, obsahem a podobně. [14]

Výrobní kalkulace je operativní kalkulace ve stavebnictví. Kalkulační jednicí je konstrukční prvek. Sestavuje ji dodavatel na základě výkazu výměr. Slouží pro určení výše nákladů a potřeb na stavební dílo. [14]

Předběžná kalkulace je sestavena před zahájením realizace stavby. Počet druhů jednotlivých činností k zajištění přípravy a provedení stavby, k údržbě a provozu je proměnlivý a záleží na účelu, pro který je rozpočet sestaven. [14]

Operativní kalkulace sestavuje se krátce před realizací výkonu. Jejím předpokladem jsou ověřené vnitropodnikové normy, aktuální ceny a ostatní ukazatele. [14]

Výsledná kalkulace slouží pro kontrolu podle skutečných údajů o realizovaných výkonech a spotřebě. Struktura sestaveného rozpočtu je totožná se strukturou rozpočtu

sestaveného při předběžné kalkulaci. Zohledňuje změny, ke kterým došlo při provádění práce. [14]

3.4.2 Individuální kalkulace

Nejčastější formou kalkulace je individuální kalkulace jednotkové ceny stavební práce. Je vztažena na kalkulační jednici, která musí být vymezená popisem a měrnou jednotkou. Podklady mohou být vnitropodnikové, nebo převzaté například z oceňovacích podkladů nebo cenových soustav. Podklady by měly zahrnovat normy spotřeby materiálu a výkonové normy. Základním předpokladem je volba kalkulačního vzorce a jeho jednotlivých složek. Kalkulační vzorec je stanovená struktura kalkulací, kterou tvoří jednotlivé složky s jednoznačně určeným obsahem. Náklady lze rozlišovat na náklady přímé a náklady nepřímé. [14]

Cena stavební práce							
Přímé náklady				Nepřímé náklady		Zisk	
Materiál	Zpracovací náklady						
	Mzdy	Stroje	Ostatní přímé náklady		Režie		
			Doplňkové	Odvody	Výrobní		Správní
Přímé zpracovací náklady				Hrubé rozpětí			

Obrázek 33 - Kalkulační vzorec [14]

Materiál (přímý materiál) je veškerý materiál, nakupované polotovary a polotovary vlastní výroby, jejichž spotřebu lze stanovit přímo na kalkulační jednici. Do této položky se kalkulují také náklady na materiál, který se do stavebního díla nezabudovává, ale spotřebovává se postupně. Také náklady spojené s pořízením přímého materiálu se mohou započítat do těchto položek. [14]

Mzdy (Přímé mzdy) jsou náklady na mzdy přímo související s provedením výkonu. Zpravidla se jedná o mzdy výrobních dělníků za odpracovanou dobu nebo za určitou splněnou práci. Pro určení nákladu je třeba určit složení pracovní čety (počet, klasifikace a pracovní zatřídění). Oblast odměňování je upravena zákonnými předpisy o výši minimální mzdy a zákonné příplatky. [14]

Náklady spojené se *stroji* se vypočítají z potřeby času stroje na jednotku práce oceněné příslušnou sazbou strojohodiny. Sazba strojohodiny se vypočte na základě nákladů na pořízení stroje, nákladů na opravy, potřebu pohonných hmot, nákladů na převozy a přemístění. [14]

Ostatní přímé náklady jsou položky, které nelze zařadit do žádné z předchozích skupin a přesto je lze vztáhnout přímo na kalkulační jednici.

- *Odvody* – zde patří sociální a zdravotní pojištění. Vypočte se procentní sazkou. Výše sazby vyplývá z ustanovení zákona č. 589/1992 Sb. o pojistném na sociálním zabezpečení a příspěvku na státní politiku zaměstnanosti.
- *Doplňkové ostatní přímé náklady*, kam patří přepravné, které zahrnuje veškeré náklady na silniční, železniční, případně lodní dopravu spojenou s přemístěním a převozem zeminy a vybouraných hmot. [14]

Nepřímé náklady tvoří v kalkulaci ceny stavební díla podstatnou část nákladů. Nepřímé náklady vznikají díky řízení výroby a provozu (výrobní režie), a s řízením a správou

podniku (správní režie). *Výrobní režie* jsou náklady spojené s řízením, činností a obsluhou procesu při provádění výkonu, které nelze stanovit přímo na kalkulační jednici. *Správní režie* jsou náklady související s řízením a správou organizace nebo vnitřní organizační jednotky, s organizací a všeobecnou obsluhou činností, které nelze taktéž stanovit přímo na kalkulační jednici a které přitom nepatří do výrobní režie. [14]

Zisk může být podle ustanovení zákona č. 526/1990 Sb. o cenách kalkulován pouze v přiměřené výši. Sledovaný zisk nebo ztráta se vypočte jako rozdíl mezi cenou a úplnými vlastními náklady výkonu. Do jednotkových cen stavebních prací se započte zisk sazbou k základně tvořené zpracovací náklady, což je součet přímých mezd, ostatních přímých nákladů, režie správní a režie výrobní. [14]

3.4.3 Výrobní kalkulace

Výrobní kalkulace je ekonomické a kapacitní vyjádření technického, technologického, materiálového a organizačního řešení objektu stavby nebo jeho části, je vnitrofiremním dokladem z oblasti vnitrofiremního řízení, který udává plánované množství nákladů v členění podle kalkulačního vzorce a potřeb v technických měrných jednotkách na plánovaný objem produkce. Je typem předběžné individuální kalkulace. Zpracovává se před začátkem prací. Pro odůvodněnou a objektivní spotřebu nákladů na realizované stavební práce se doporučuje, aby stavební firma v rámci svých podnikatelských činností využívala normativní základnu. Pod tímto pojmem se rozumí souhrn norem a normativních úprav, především výkonové normy, operativní normy, sborníky cen materiálů, mzdové tarify, sborníky sazeb strojohodin, dopravní tarify, předpisy o bezpečnosti práce a ochraně zdraví pracovníků a další. Tyto podrobné kalkulační rozborů se taktéž jinak nazývají technologicko-organizační varianty (TOV). [14]

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem této diplomové práce je navrhnout optimální stropní konstrukci na zvolený rodinný dům. Jak je zmíněno již výše v teoretické části, při volbě vodorovné nosné konstrukce hraje roli více aspektů. Hlavním požadavkem je statická únosnost, tuhost, tepelná a zvuková izolace, architektonický vzhled a v neposlední řadě celková cena. Právě finanční částka bude hrát roli při výběru stropu ve zvoleném rodinném domě.

V prvním kroku je proveden průzkum trhu. Zvolení respondenti jsou především lidé, kteří se pohybují ve sférah stavebnictví, a tudíž dokáží objektivně zvolit nejlepší variantu stropní konstrukce dle svého uvážení. Závěrem první části jsou vybrány tři druhy stropní konstrukce, které jsou postupně navrženy a oceněny.

Další krok spočívá v návrhu samotného stropu. Na půdorys prvního nadzemního podlaží je navržena stropní konstrukce tak, aby vyhovovala normám a splňovala i další požadavky kladené na stropy. Součástí praktické části jsou výkresy jednotlivých variant a technické parametry daných materiálů, které tvoří přílohu diplomové práce.

V třetím, posledním kroku, budou stropní konstrukce oceněny. Po splnění technických požadavků, hraje totiž celková cena při volbě stropní konstrukce zásadní roli. Závěrem autorka zvolí vhodnou variantu pro vybraný rodinný dům.

4.1 CHRAKTERISTIKA OBJEKTU

Zvolený objekt pro praktickou část je tří podlažní, částečně podsklepený dům se sedlovou střechou. Dům se skládá z bytové části, která je řešena jako bezbariérová a nebytové části, což je v tomto případě obchod optiky. Fasádu domu tvoří kombinace béžové omítky a umělého kamene v hnědém odstínu. Výplně okenních i dveřních otvorů jsou plastové. Hlavní vstup do objektu je chráněný závětrím a vstup do nebytové části vchodovou stříškou.

Část 1NP je řešena jako nebytová provozovna s optikou, kde se nachází prodejna, WC, technická místnost, šatna a sklad obchodu. Druhá část 1NP patří uživatelům bytu. Vyskytuje se zde společné schodiště a garáž pro dva automobily. Ve 2NP a 3NP se nacházejí samostatné bytové jednotky vhodné pro 3 až 4 člennou rodinu.

Dům je řešený jako zděná stavba z cihlového systému Porotherm. Budova má podélný nosný systém tvořen obvodovými stěnami a vnitřní středovou nosnou stěnou. Stropy jsou taktéž z nosníkového systému Porotherm s keramickými vložkami Miako. Rodinný dům je založený na základových pásech a zastřešený sedlovou střechou se sklonem 35° s plechovou hliníkovou krytinou.

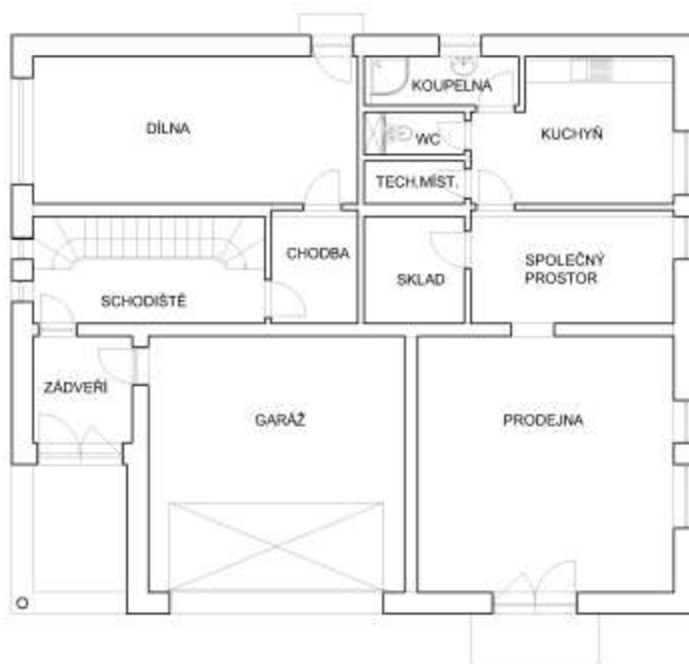


Obrázek 34 - stavební objekt pro praktickou část [autorka]

Studie

Patro, na které se budou navrhovat stropní konstrukce, je obdélníkového půdorysu o rozměrech přibližně 16m x 13m. Obvodové stěny mají tloušťku 450 mm. Celá stavba je navržena v systému Porotherm. Obvodové stěny jsou oslabeny několika otvory. Vzhledem k funkčnosti nadzemního podlaží jsou zde troje vstupní dveře, jedny dvojitě garážové vrata, a osm okenních výplň otvorů. Nosný systém budovy je stěnový. Uvnitř objektu se nachází jedna podélná nosná stěna tloušťky 300 mm a jeden podélný průvlak šířky 300 mm. Díky tomuto řešení je prostor rozdělen na 3 nosné části, za pomoci kterých je zajištěna dostatečná tuhost objektu a vodorovné zatížení je přenášeno

do svislých obvodových konstrukcí. Vzdálenosti mezi nosnými stěnami jsou zaokrouhleně 4m, 2m a 6 m. V prostoru o šířce 2m se dále nachází schodiště.



Obrázek 35- Studie 1.NP [autor]

4.2 PRŮZKUM TRHU

Průzkum trhu byl do diplomové práce zařazen, aby zvolené varianty nebyly pouhým odhadem autora, ale odpovídaly momentální situaci na trhu. Cílem je zjistit názor a priority lidí. Průzkum není zaměřen na širokou veřejnost ale pouze na část populace, která má přehled o momentálních možnostech stropních konstrukcí v českém stavebnictví. Hlavním záměrem autora je zjistit, zda si populace myslí, že stropní konstrukce by měla být řešena v jednotném konstrukčním systému v souladu s celou konstrukcí či ne. Právě tato myšlenka je hlavním cílem diplomové práce. Zjistit, zda stavitelé upřednostňují technické požadavky a cenu při prvotním návrhu objektu, nebo se striktně drží zvolené technologie a materiálu v souladu s ostatními částmi stavebního objektu.

4.2.1 Šetřený soubor

Šetření se zúčastnilo 37 respondentů. Dotazníkové šetření probíhalo ve stavební firmě IMOS Brno a.s. Věk dotazovaných byl v rozmezí 30 – 50 let. Sběr dat probíhal skrz všechny oddělení v této firmě. Ochetni odpovědět byli zaměstnanci z obchodního, projektového, výrobního i provozního oddělení, tudíž je výzkum vysoce širokospektrální. Nejvíce odpovědí se podařilo získat z projekčního oddělení, konkrétně se jednalo o 17 respondentů, což mělo pro výsledky výzkumu největší váhu. Právě tyto lidé ve většině případů volí druh stropní konstrukce, pokud jim investor nechá volnou ruku a není v zadávací dokumentaci tento požadavek konkrétně specifikován.

Dalších 11 vyplněných dotazníků se podařilo získat z výrobního oddělení. Tyto odpovědi taktéž mají svoji váhu, jelikož zde se jednalo o lidi z praxe. Respondenti byli stavbyvedoucí nebo technický dozor staveb, proto dokázali danou problematiku reálně

posoudit z praxe. Tito lidé dokážou upozornit na chyby, které mohou vzniknout v průběhu výstavby.

Respondenti jsou v tomto případě pouze zaměstnanci firmy, tudíž není výzkum různorodý. Další variantou jako získat věrohodné odpovědi by bylo oslovit stavebníky, kteří staví vlastní dům svépomocí.

4.2.2 Dotazník

Struktura dotazníku byla velice jednoduchá. Autorka se snažila sestavit dotazník stručně a výstižně, bez vysoké náročnosti na čas. Dotazník se skládal pouze ze tří otázek, z čehož u dvou měli dotazovaní seřadit nabízené možnosti dle svého uvážení a priorit. Otázka číslo jedna byla pro celý průzkum nejdůležitější.

O1: Myslíte si, že stropní konstrukce musí být řešena ve stejném konstrukčním systému jako ostatní části objektu?

- a. ANO, celý objekt by měl být řešen v jednotném systému
- b. NE, stropní konstrukce nemusí být ve stejném systému jako ostatní části RD

Zásadní otázka pro celý výzkum. Vzhledem k tomu, že cílem diplomové práce je navrhnout optimální stropní konstrukci, jedná se autorovi především o názor, zda by stavebníci upřednostnili jednotný konstrukční systém, nebo zvolili jiné řešení, pokud by za stejných technických parametrů byla výhodnější cena. Zvolený rodinný dům pro praktickou část je navržen v systému Porotherm. Cílem je dokázat, že by za stejných technických parametrů bylo možné postavit strop za nižší cenu. I přes výhodnější cenovou nabídku může být ale konstrukce náročnější na údržbu, výstavbu, čas a tak dál. Projektant, který navrhoval rodinný dům použitý v praktické části, se striktně držel systémového řešení, proto navrhl stropní konstrukci také v systému Porotherm.

Následující otázka je zaměřena na seřazení priorit respondentů dle vlastního uvážení. Každý stavitel může klást důraz na jiné požadované vlastnosti konstrukcí. Autorka se zaměřila na pořadí těchto požadavků.

O2: Seřadte následující požadavky kladené na stropy dle jejich důležitosti (1 – nejdůležitější, 4 – nejméně důležité)

- Statické požadavky
- Tepelně-izolační a zvukové požadavky
- Nízká cena
- Estetické a architektonické požadavky

Třetí a poslední otázka průzkumu nabízí respondentům na výběr z osmi variant stropních konstrukcí. Dotazovaný má za úkol zvolit jednu až tři varianty, které mu jsou nejbližší a z kterých by vybíral v případě, že si sám stavěl rodinný dům, nebo navrhoval stavební objekt.

O3: Kterou stropní konstrukce by jste si zvolili? (označte maximálně 3 možnosti)

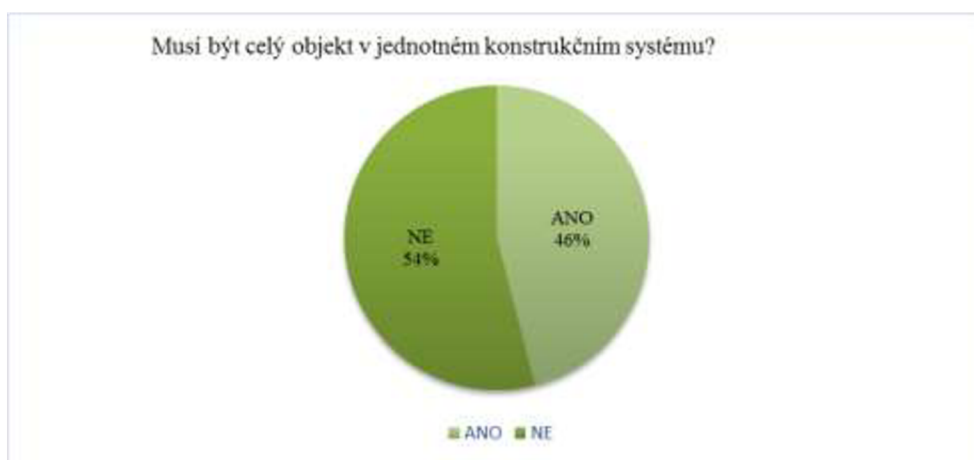
- Keramický strop (Miako, Heluz)
- Sklozelezbetonový strop
- Betonový monolitický strop

- Dřevěný strop
- Stropní panely (Spiroll)
- Strop z ocelových profilů
- Pórobeton (Ytong)
- Klenbový strop

Smyslem této otázky je zjistit 3 nejběžnější druhy stropních konstrukcí.

4.2.3 Vyhodnocení

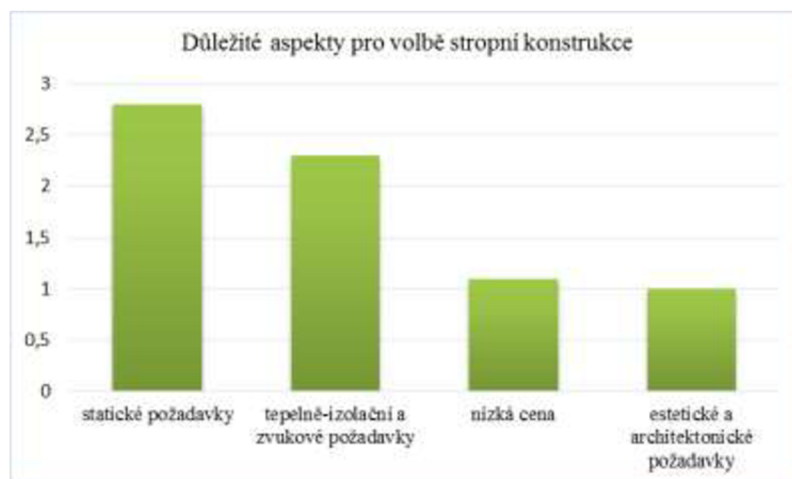
Cílem první otázky bylo zjistit, jestli si lidé myslí, že stavební objekt by měl být navržen v jednotném konstrukčním objektu či ne. Překvapivě je výsledek téměř půl na půl. Padesát čtyři procent dotázaných si myslí, že ne. Dalších čtyřicet šest procent si myslí, že ano. Tvrdí, že stavební objekt by měl být v jednotném systému.



Obrázek 36 - Graf: vyhodnocení otázky č.1

Vzhledem k tomu, že celkový čas potřebný k vyplnění dotazníku byl cca 5 minut, byl autor ve většině případu přítomen. Respondenti tak měli možnosti se zeptat na doplňující informace. Autorka zde objevila nepřesnost specifikace první otázky. Většina dotazovaných, především projektanti, se jako první zeptali, jakého stavebního objektu se to týká. Taktéž konstatovali, že ve velkých objektech nezáleží, jestli je celá stavba sjednocena. Tam hraje roli především nízká cena, za předpokladu splnění všech norem, únosnosti a požadavku investora. Pokud se ale jedná o rodinný dům, tak by nad tím nepřemýšleli a automaticky tam navrhli jednotný systém. Při výstavbě rodinného domu totiž hraje velkou roli jednoduchost a rychlost výstavby. Z tohoto důvodu je nepraktické (nikoliv nereálné) navrhovat stropní konstrukce v odlišném konstrukčním systému.

V další otázce respondenti seřazovali požadavky kladené na stropní konstrukce podle jejich důležitosti. Dotazovaní se shodli v názoru, že nejdůležitější je při výběru statika konstrukce, tepelně-izolační a zvukové vlastnosti stropu. Teprve až na třetím místě skončila nízká cena konstrukce a na posledním místě se umístily estetické a architektonické požadavky. Tento poznatek byl pro autorku překvapivým výsledkem, předpokládal, že pro populaci bude hrát cena větší roli.

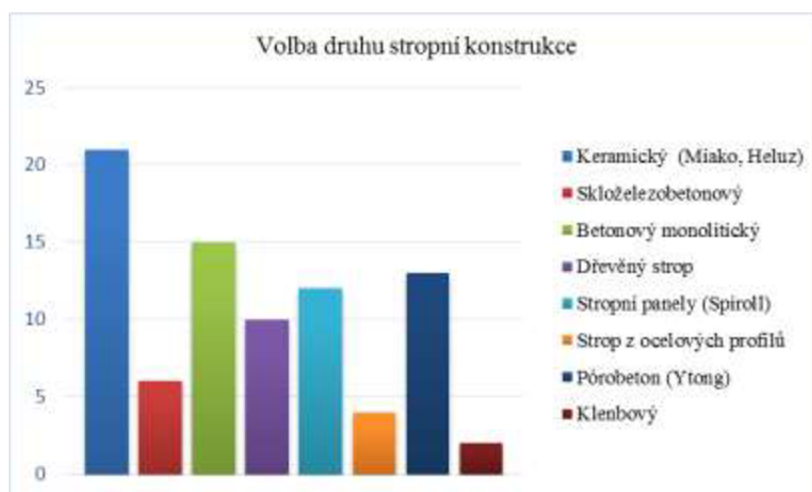


Obrázek 37 - Graf: vyhodnocení otázky č. 2

Výše zobrazené pořadí požadavků byly stěžejní při srovnání navrhovaných stropních konstrukcí. Varianty jsou navrženy tak, aby statická únosnost a tepelně-izolační, zvukové vlastnosti konstrukcí byly stejné a tím pádem srovnatelné. Za předpokladu stejných technických vlastností bude rozdílná pouze cena.

V poslední otázce respondenti volili tři druhy stropních konstrukcí podle svého uvážení. Autorku zajímalo, které druhy jsou aktuálně v trendu a mezi kterými by vážali v případě, že by si sami měli vybrat. Zde nastal stejný problém jako v otázce číslo jedna. Dotazovaní autoři odporovali, že to nelze tak jednoduše určit, ale pokud by měli zvolit druh stropní konstrukce pro zadaný rodinný dům, tak by volili následovně.

Na prvním místě se umístil keramický strop od výrobců Porotherm či Heluz s více než 20 hlasy. Na dalším místě, s počtem hlasů 15 skončil strop betonový. O třetí pozici s téměř stejným počtem hlasů se dělí stropní konstrukce z panelu typu Spiroll a pórobetonový strop Ytong. Další nabízené možnosti skončily s minimálním počtem bodů. Na posledním místě se umístil strop klenbový, což ale autor očekával, vzhledem k historickému vývoji stropních konstrukcí.



Obrázek 38 – Graf: vyhodnocení otázky č. 3

Tento dotazník sloužil především k výběru stropních konstrukcí, které bude diplomant v této práci navrhovat. Větší část dotazovaných odpověděla, že stropní konstrukce

nemusí být ve stejném konstrukčním systému jako zbytek objektu. Mezi nejdůležitější požadavky kladené na stropy patří statická únosnost, tepelně-izolační a zvukové vlastnosti a až potom celková cena. Když by si dotazovaní měli vybrat z dnešní nabídky na trhu, zvolili by strop keramický, betonový, pórobetonový nebo panelový.

4.3 NÁVRHY STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

V této části diplomové práce navrhuje studentka tři druhy stropních konstrukcí na zvolený rodinný dům. Po pečlivém uvážení bude navržen strop keramický ze systému Porotherm, betonová monolitická deska a panelový strop typu Spiroll.

Vstupní podmínky budou nastaveny tak, aby jednotlivé varianty byly srovnatelné. Vlastní tíhu konstrukce bohužel ovlivnit nelze, tato hodnota vychází z volby materiálu. Avšak proměnné zatížení bude u všech konstrukcí stejné. Během návrhu musí autorka neustále myslet na fakt, že se snažíme co nejvíce snížit náklady na výstavbu a posléze i provoz budovy. To znamená, že konstrukce nebude zbytečně předimenzovaná. Při návrhu stropu z keramických tvarovek Porotherm a betonových panelů Spiroll nebude autor provádět statický výpočet. Převezme hodnoty z technických listů. U betonového stropu bude proveden předběžný návrh celé konstrukce včetně návrhu výztuže, posouzení na únosnost a výkresy uložení.

U každé varianty budou vždy vyzdvihnuty výhody a nevýhody daného materiálu, samotný návrh a přílohou výkres.

4.3.1 Vstupní hodnoty

Aby bylo možné jednotlivé varianty efektivně porovnat, je nutné nastavit totožné vstupní hodnoty. Stropní konstrukce se vždy skládá z nosné konstrukční části, z podlahy a z podhledu či omítky. Skladba podlahy je ve variantách stejná.

Vzhledem k tomu, že se jedná o rodinný dům, nášlapná vrstva podlahy je volena lamelová. Podrobnější skladba podlahy je uvedena v následující tabulce. Jedná se o tzv. těžkou podlahu, což znamená, že roznášecí vrstvu tvoří betonová mazanina. Tepelná izolace je tloušťky pouze 80mm, jelikož se jedná o podlahu v druhém nadzemním podlaží, kde nedochází k významnému rozdílu teplot. Dále se zde nachází podkladní vrstva z materiálu Mirelon, díky kterému dochází vyrovnání drobných bodových nerovností v podlahové struktuře a zároveň slouží jako kročejová izolace. PE folie je nezbytná k separaci materiálu, v tomto případě tepelné izolace a betonové mazaniny.

Celková vlastní tíha podlahy je $g_0 = 0,87925 \text{ kN/m}^2$. Tato hodnota je pro další výpočty nezbytná, jelikož se jedná o stálé zatížení. V tabulce je záměrně vynechána tíha vlastní nosné konstrukce, jelikož se bude měnit podle zvoleného druhu stropní konstrukce. Skladba podlahy nebude v ekonomické části rozpočtována, jelikož je její skladba ve všech variantách stejná. Cílem práce je porovnat rozdíly, v případě kalkulace by byla cena navýšena ve všech variantách stejně.

Tabulka 4 - Skladba vodorovné konstrukce [autorka]

SKLADBA VODOROVNÉ KONSTRUKCE			tl. [mm]	P [kN/m ³]	g ₀ [kN/m ²]
skladba podlaha	NÁŠLAPNÁ	laminátové desky	8	7	0,056
	PODKLADNÍ	mirelon	3	0,25	0,00075
	ROZNÁŠECÍ	betonová mazanina	40	20	0,8
	SEPARAČNÍ	PE folie	1	5	0,005
	TEPELNÁ	ISOVER EPS 100	80	0,2	0,016
ostatní vrstvy	NOSNÁ				0
	OMÍTKA	vápennocementová	10	0,15	0,0015
	Celkem:				0,87925

Celkové zatížení stropu se skládá ze tří složek. Zatížení stálé g_0 (od podlahové konstrukce) je bližší specifikováno v tabulce uvedené výše. Zatížení stálé g_1 (od stropní konstrukce) je závislé na typu stropu. V technických listech Porotherm je uvedena hodnota $g_1 = 3,42 \text{ kN/m}^2$ a dostupných materiálech od panelů Spiroll je hodnota $g_1 = 2,9 \text{ kN/m}^2$. U betonové desky záleželo na tloušťce nosné konstrukce, která byla zvolena na základě výpočtu uvedeného v příloze. Celková vlastní tíha desky při tloušťce 180mm je $g_1 = 4,5 \text{ kN/m}^2$.

Tabulka 5 - Zatížení konstrukce [autor]

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	Porotherm	Betonová deska	Spiroll
g ₀ [kN/m ²]	0,87925	0,87925	0,87925
g ₁ [kN/m ²]	3,42	4,5	2,9
q [kN/m ²]	4,8	5,0	5,0

Stále zatížení je tedy definováno jako součet zatížení od podlahy a vlastní tíhy zvolené stropní konstrukce.

$$g = g_0 + g_1$$

Proměnné zatížení q pro Porotherm a Spiroll vychází taktéž z technických listů. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 5. Betonový strop se řídí podle norem. Pozemní stavby se dělí do čtyř kategorií – A, B, C a D. Rodinný dům se řadí do zátěžové kategorie A. Dle tabulek by stačilo zvolit proměnné zatížení 1,5 až 2,0 kN/m². Doporučená hodnota je spíše 2,0 kN/m² kvůli požadované rezervě.

V této diplomové práci autorka záměrně zvolila zatížení $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$. Vycházela z úvahy, že aby se konečná cena dala efektivně porovnat, je nutné použít stejné vstupní veličiny. Z tohoto důvodu je u betonové konstrukce záměrně zvoleno vyšší proměnné zatížení, než je nutné. Tato úvaha je ovšem v rozporu s požadavkem o nejnižší cenu. Když přihlídneme k vyhodnocení průzkumu trhu, pro většinu korespondentů byly důležitější statické požadavky a tepelná izolace stropní konstrukce před nejnižší cenou. Z tohoto důvodu autorka upřednostnila sjednocení vstupních veličin před ekonomickou variantou s nižším proměnným zatížením podle platných norem.

Dále při návrhu není uvažováno s dalším patrem. Je uvažováno, že příčky tvořené v 2NP jsou ze sádkartonu, proto není ve statickém výpočtu nutné, počítat s lokálním zatížením Q. Sádkartonové příčky jsou zvoleny z toho důvodu, aby během životnosti RD mohli uživatele měnit libovolně dispozice objektu bez ohledu na statické požadavky budovy.

4.3.2 Keramický strop POROTHERM

Keramické polomontované stropy se používají především při výstavbě rodinných domů. Konstrukce se skládá z nosníku a vložek. V případě použití konstrukčního systému POROTHERM se jedná o keramobetonové stropní nosníky vyztužené svařovanou prostorovou výztuží (POT). Prostor mezi nosníky je vyplněn cihelnými vložkami (MIAKO). V následující tabulce je uveden výčet výhod a nevýhod keramických stropů. Použit tento druh vodorovné nosné konstrukce je možné do světlého rozpětí konstrukce 8000mm, přičemž podle zatížení lze zvolit ze tří tloušťek stropů.

<ul style="list-style-type: none"> - Vysoká únosnost - Tuhá monolitická deska - Snadná manipulace a montáž - Nízké doplňkové vložky pro možnosti širšího statického využití stropu - Snadné navrhování a stavění v kompletním systému 	<ul style="list-style-type: none"> - Omezená délka stropních nosníků - Nutnost zohlednit dispozici domu - Potřeba "mokrého procesu" - Větší tloušťka stropu
--	---

Věncovka

Broušená věncovka Porotherm VT 8 Profi je cihelný prvek určený v kombinaci s tepelným izolantem k podstatnému omezení tepelných mostů obvodových stěnových konstrukcí. Po uložení stropních nosníků na těžký asfaltový pás do lože z cementové malty na vnitřní část obvodového zdiva se nadezdí k vnějšímu líci zdiva jedna vrstva věncovek. Výška věncovek se volí podle tloušťky použité stropní konstrukce. Do zbývajících prostoru mezi věncovkou a stropní konstrukcí se vloží výztuž ztužujícího věnce a ten se pak zalije betonem (viz Obr. 31). Věncovky se vyzdívají na obyčejnou vápenocementovou maltu. [6]

Technické údaje

V tabulce č. 7 jsou uvedeny technické údaje stropů Porotherm závislé na jejich tloušťce konstrukce. Mezi tyto základní požadavky patří tepelný odpor, zvuková izolace a pracnost provádění. (viz Tab. 4). Požární požadavky jsou závislé na skladbě konstrukce. Stropy bez omítky musí splňovat REI 120, konstrukce se stříkanou omítkou REI 180. [6]

Tabulka 6- Technické údaje stropu [6]

Tloušťka stropu	210 mm	250 mm	290 mm
Tepelný odpor	0,24 m ² .K/W	0,29 m ² .K/W	0,34 m ² .K/W
Vzduchová neprůzvučnost	49 dB	51 dB	53 dB
Kročejevá neprůzvučnost	76 dB	75 dB	73 dB
Vzduchová neprůzvučnost*	56 dB	58 dB	59 dB
Kročejevá neprůzvučnost*	55 dB	54 dB	53 dB
Pracnost provádění	1,22 Nhod/m ²	1,27 Nhod/m ²	1,31 Nhod/m ²

* vzduchová a kročejevá neprůzvučnost stropu stanovená měřením a přepočtem pro těžkou plovoucí podlahu na kročejevě izolaci Isover, s nejméně příznivou podlahovou krytinou – keramickou dlažbou

Pro splnění požadavků ČSN 73 0532: 2010 na zvukovou izolaci mezi dvěma byty platí:

- Pro vzduchovou neprůzvučnost: $R_w \geq 53$ dB
- Pro kročejevou neprůzvučnost: $L_{n,w} \leq 55$ dB

Volba konstrukce

Při návrhu stropní konstrukce z keramických tvarovek Porotherm vycházela autorka z technických listů zvoleného materiálu. Základem byla tloušťka stropu. V tomto

Tabulka 7 - Technické listy systému Porotherm

Tabulka č. 2 - Charakteristiky stropních konstrukcí po zmonolitnění na výšku $H = 250$ mm												
Osová vzdálenost nosníků		$OVN = 625$ mm					Spotřeba stropních vložek MIAKO 19/62.5 PTH $6,4$ kg/m ²					
Spotřeba betonu C 20/25		$V = 0,086$ m ³ /m ²					Vlastní tíha stropu po zmonolitnění $g_{k,1+2} = 3,42$ kN/m ²					
Označení nosníku	Výztuž nosníku	A_{st} [cm ²]	l [mm]	l_s [mm]	m [kg]	g_k [kN/m ²]	g_{rd} [kN/m ²]	M_{rd} [kNm]	Q_{rd} [kN]	$M_{cr,lt}$ [kNm]	I_{cr} [m ⁴ .10 ⁻⁶]	I_{fc} [m ⁴ .10 ⁻⁶]
POT 575/902	2ø12 + ø12	3.393	5750	5500	136	5.22	5.22	27.51	15.99	8.01	557.41	287.15
POT 600/902	2ø12 + ø14	3.801	6000	5750	144	4.83	5.15	30.60	16.59	8.31	573.37	304.46
POT 625/902	2ø12 + ø14	3.801	6250	6000	150	3.78	4.78	30.60	16.59	8.31	573.37	304.46
POT 650/902	2ø12 + ø14	3.801	6500	6250	159	2.88	4.43	30.60	16.59	8.31	573.37	304.46

případě byl kladen důraz na zachování modulové koordinace objektu, jelikož veškeré nosné prvky ve stavebním objektu jsou ze systému Porotherm. Z toho důvodu autorka zvolila tloušťku stropu 250 mm.

Osová vzdálenost nosníků byla zvolena 625mm. Vlastní tíha zmonolitněné stropní konstrukce je 3,42 kN/m². Maximální rozpětí nosných stěn v půdorysu rodinného domu je 6 000 mm. Při tomto rozpětí je možné zatížit konstrukci maximálním proměnným zatížením 4,78kN/m² tak, aby byla zachována spolehlivost konstrukce.

Vysvětlivky pro použité statické veličiny v tabulce č. 7:

$g_{k,1+2}$ – charakteristická hodnota vlastní tíhy zmonolitněné stropní konstrukce [kN/m²]

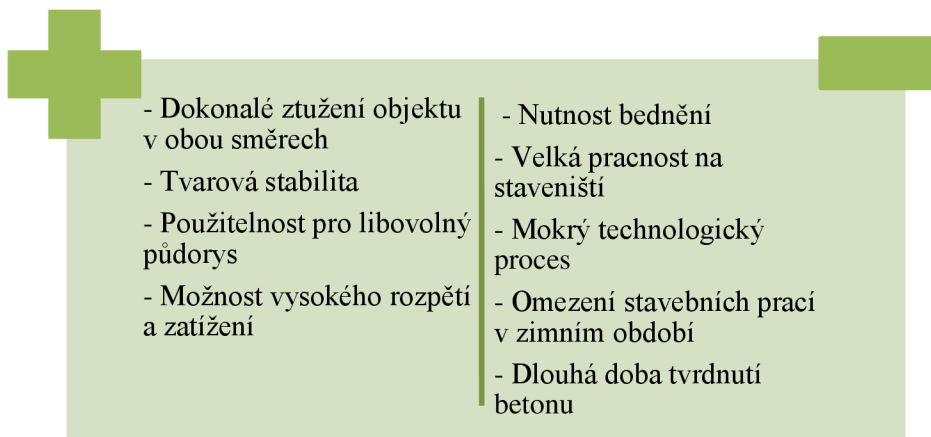
g_k – maximální hodnota charakteristického spojitého rovnoměrného zatížení (bez vlastní tíhy zmonolitněné stropní konstrukce), které je možno na zmonolitněný strop přiložit, aby byla zachována požadovaná spolehlivost konstrukce [kN/m²]

g_{rd} – maximální hodnota návrhového spojitého rovnoměrného zatížení (bez vlastní tíhy zmonolitněné konstrukce), kterou je možno na zmonolitněný strop přiložit, aby byla zachována požadovaná spolehlivost konstrukce [kN/m²] [6, str. 1]

Přílohu č. 1 této diplomové práce tvoří výkres keramického stropu Porotherm. Výkres dále slouží jako podklad pro vytvoření rozpočtu.

4.3.3 Betonový monolitický strop

Další z navrhovaných stropů v této diplomové práci je betonový monolitický strop. Tyto stropy se betonují přímo na místě do bednění, ve kterém je uložena výztuž. Betonové stropy patří mezi hojně používané, jelikož je lze použít pro libovolný půdorys. V následující tabulce je uveden stručný soupis výhod a nevýhod betonového stropu. Dimenzování betonových konstrukcí musí být vždy podloženo statickým výpočtem.



- Dokonalé ztužení objektu v obou směrech	- Nutnost bednění
- Tvarová stabilita	- Velká pracnost na staveništi
- Použitelnost pro libovolný půdorys	- Mokrý technologický proces
- Možnost vysokého rozpětí a zatížení	- Omezení stavebních prací v zimním období
	- Dlouhá doba tvrdnutí betonu

Bednění monolitických konstrukcí

Bednění je dočasná stavební konstrukce, která má umožnit vytvoření trvalých betonových konstrukcí projektovaného tvaru. Obedňování a odbedňování představuje náročné procesy na představitelství pracovníků, kteří bednění navrhnou, připravují jeho jednotlivé části, sestavují je do pevného celku a později je opět rozebírají. Tvar bednění určuje tvar konstrukčního systému, jeho rozměry, hmotnost jednotlivých součástí, způsoby spojování, podpírání a také vyztužování. [15]

Při navrhování bednění se musí počítat nejen s plnou hmotností všech částí, ale také s vodorovnými tlaky, kterými bude čerstvá betonová směs na bednění působit. Návrh každého náročnějšího bednění vyžaduje zpravidla řádný statický výpočet, i když se přitom přihlíží k tomu, že jde o dočasnou konstrukci pro krátkodobé využití. Pokud jsou podpěry umístěny v několika podlažích nad sebou, musí být jejich svislé osy průběžné, všechny stojky a jiné opěry musí být opatřeny patkami a hlavicemi pro náležité roznesení zatížení z doléhajících konstrukcí na podklad. [15]

Vyztužování

Výroba výztuže probíhá v mechanizovaných výrobních tzv. armovnách. Jejich prostory jsou obvykle rozděleny na dvě části. Jedna je určena pro výrobu tradiční výztuže vázané, druhá pro výrobu a zpracování výztuže svařované. Vyrobena výztuž musí přesně odpovídat výkresům výztuže. Nahrazovat předepsané pruty jinými lze pouze se souhlasem statika. Mezery mezi pruty výztuže musí být větší než jeden a půl násobek nejhrubší frakce kameniva. Stykování prutů nosné výztuže se předepisuje v projektu přesahem prutů nebo svarem. Délka přesahu je různá, podle druhu oceli a betonu činí 25 až 40 průměru prutů. [15]

Železářské práce lze členit podle několika hledisek:

- Druh výztuže – výroba a ukládání výztuže vázané a svařované.

- Druh použité oceli – práce s výztuží nepředpjatou a výztuží předpínanou.
- Stupeň kompletování výztuže – práce s výztuží sestavovanou z jednotlivých prutů v bednění a výztuž osazovanou do bednění jako komplet (armokoš, armoblok).

[15, str. 133]

Betonování

Betonářské práce jsou charakteristické zpracováním objemných materiálů značné hmotnosti, jejichž fyzikální i chemické vlastnosti se v průběhu zpracování výrazně mění. Betonování je zpravidla součástí řady procesů, které na sebe technologicky navazují. Jsou to zejména procesy bednění, vyztužování, betonáže a odbedňování. Přitom je betonování mokrým procesem, který musí být následován technologickou přestávkou, aby beton získal žádoucí pevnost. [15]

Podle ČSN se betonové směsi vyrábějí z pojiv, plniv, přísad a vody. Pro betonáž většiny objektu si vystačíme s několika druhy portlandských a směsných cementů. Jako plniva používáme kamenivo těžené, drcené nebo umělé. Jednotlivé součásti směsi i jejich vzájemné poměry pro míšení se mají stanovit podle výsledků zkoušek v autorizované laboratoři, a to v souladu s předepsanou pevností betonu a specifickými požadavky na jeho vlastnosti. Cement dávkujeme s přesností na 1%, kamenivo s přesností na 3% odděleně podle frakcí, a to obojí podle hmotnosti. Betonovou směs potom mícháme strojně. [15]

Betonová směs může být vyrobena přímo na staveništi v malé staveništní betonárně s produkcí betonu 18 až 25 m³h⁻¹, nebo může být dovezena betonová směs automíchačem z nejbližší betonárky. Automíchače převezmou ve výrobně suchou směs a zamíchají ji až po přidání záměsové vody před příjezdem na stavbu, zvětšuje se tím jejich dosah působnosti (až 50 km). Betonová směs dopravená na stavbu musí být neprodleně vyložena. Většinou se k tomu na stavbách limituje doba 10 až 20 minut. [15]

Pro kvalitu díla je rozhodující stanovení správné rychlosti betonáže. Musí být taková, aby se ukládaný beton mohl řádně zpracovat, to znamená v celém objemu ztuhnout a na horních plochách přesně urovnat. Pokud lze směs vypouštět z dopravního prostředku přímo do výkopu nebo bednění, je manipulace jednoduchá. Většinou se však musí směs ukládat do bednění mimo dosah dopravních prostředků. Podle množství zpracovávané směsi se pak do místa určení dopravuje v kontejnerech jeřábem, čerpacím potrubím nebo pásovým dopravníkem. K hlavním výhodám monolitických konstrukcí patří právě jejich monolitnost. Pracovních spár by tedy mělo být co nejméně a musí být předem stanoveny. Umísťují se zásadně kolmo na směr hlavního tlaku a pokud možno v místech minimálních ohybových momentů. Spára má být rovinná a beton v ní musí být řádně zpracován. [15]

Tuhnutí a tvrdnutí betonu je velice důležitou součástí betonovacího procesu. Vhodné procesy mohou proběhnout pouze tehdy, jsou-li k tomu vytvořeny vhodné podmínky. Vlhkost, teplota a klid, to znamená prostředí nenarušované zejména otřesy, deformacemi nebo proudící vodou. Nebezpečí vysoušení je velké v létě, naopak nebezpečí poklesu teplot je značné v zimě, rušení klidu hrozí vždy zejména

při pokračování dalších prací na stavbě. Vlhkost se zabezpečuje čerstvému betonu 7 dní při použití portlandských cementů, a to opatrným kropením nebo ochrannými povlaky. [15]

Před odbedněním konstrukcí je vždy třeba ověřit pevnost betonu. K tomu slouží zkoušky na kontrolních krychlicích, které zrály ve stejných podmínkách jako beton v konstrukci. Další možností je použití ke zkoušení nedestruktivní metody. [15]

Předběžný návrh rozměrů ŽB desky

Při návrhu betonového stropu autorka vycházela z vědomosti, které získala během studia bakalářských ročníků, kde absolvovala 2 kurzy týkající se návrhu betonových konstrukcí.

Prvním krokem při návrhu monolitické desky bylo zvolit tloušťku desky. Autorka použila empirické vzorce, kde se vycházelo z maximálních rozpětí jednotlivých polí. Ve zvoleném půdorysu je pět dimenzovaných polí. Následující vzorec sloužil k návrhu správné tloušťky.

$$hd_4 = \left(\frac{1}{35} \sim \frac{1}{30}\right) * l_4 = \left(\frac{1}{35} \sim \frac{1}{30}\right) * 6000 = (171,43 \sim 200)$$

$$hd = \max\{hd_1 \sim hd_5\} = \underline{180 \text{ mm}}$$

Tloušťka stropní konstrukce se musela pohybovat v rozmezí 170 – 200 mm. Autorka zvolila finální tloušťku 180 mm.

Výpočet zatížení

Zatížení se skládá ze tří částí. Vlastní tíha ŽB konstrukce při tloušťce 180 mm je 4,5kN/m². Bližší specifikace a vysvětlení naleznete v kapitole 4.3.1. *Vstupní hodnoty*. Zde je uvedena i skladba podlahy včetně její tíhy. Proměnné charakteristické zatížení je $q_k = 5,0 \text{ kN/m}$.

Jednou z důležitých otázek je stanovení základní kombinace zatížení a dílčích součinitelů zatížení pro trvalou návrhovou situaci. Podle EN 1990 se uvádějí tři alternativní postupy. V tomto případě byla zvolena rovnice 6.10.

$$f_d = \sum g_k * \gamma_G + \sum q_k * \gamma_Q$$

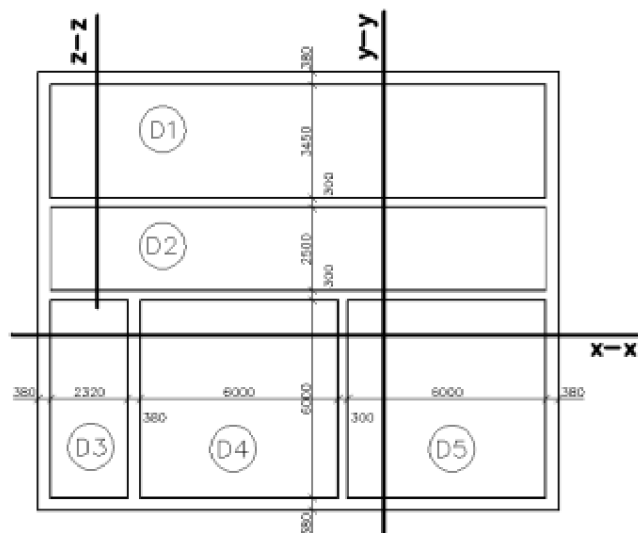
γ_G = součinitel spolehlivosti pro stálé zatížení

γ_Q = součinitel spolehlivosti pro proměnné zatížení

Po dosazení do vzorce je celkové zatížení působící na konstrukci 14,752kN/m².

$$f_d = 5,371 * 1,35 + 5 * 1,5 = \mathbf{14,752 \text{ kN/m}^2}$$

Jedná se o spojitou desku, o pěti polích, vyztuženou v obou směrech. Pole D4 a D5 jsou křížem vyztužené desky. Proto je nutné určit rozdělovací číslo, díky kterému se roznáší zatížení do obou směrů.



Obrázek 39 - Pole monolitické ŽB desky [autorka]

Rozdělení zatížení pro desky D4 a D5

Jelikož se jedná o spojitou desku, zatížení se přenáší do směru x i y . Při výpočtu byly použity následující vzorce. Jedná se o po obvodě podepřenou desku.

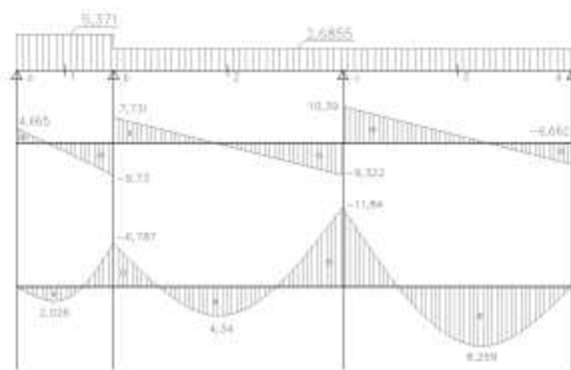
$$fd = fx + fy$$

$$fx = c * fd, \quad fy = (1 - c) * fd$$

$$c = \frac{l_y^4}{l_x^4 + l_y^4} = \frac{6,35^4}{6,35^4 + 6,35^4} = 0,5$$

Zatěžovací stavy v řezu x-x

V řezu $x-x$ se jedná o desku spojitou o třech polích. Nyní bylo nutné vypočítat maximální (extrémní) zatěžovací stavy. Výztuž se vždy navrhuje na nejméně příznivou variantu, aby konstrukce splnila meze spolehlivosti a bezpečnosti. Jelikož se jedná o staticky neurčitou konstrukci, a zatěžovacích stavů je opravdu nespočetně, výpočet vnitřních sil byl proveden za pomoci programu MaFoDem, který primárně slouží k výpočtu prutových konstrukcí deformační metodou.



Obrázek 40 - Zatěžovací stav ZS1 ve směru $x-x$

Při třech polích je zatěžovacích stavů celkem osm. První ZS (zatěžovací stav) je zatížení stále. V poli dva a tři je stále zatížení poloviční, jelikož je jedná o oboustranně vyztuženou desku a zatížení je rozneseno do obou směrů. Zatěžovací stavy dva až osm jsou zatížení proměnná v různých extrémních variantách. Jednotlivé varianty jsou upřesněny v příloze č. 2 – *Návrh betonového stropu*.

Na obrázku č. 39 je vykreslen první zatěžovací stav včetně průběhu vnitřních sil. Jsou zde vykresleny pouze posouvající síly a ohybové momenty. V tomto případě je nosník zatížen pouze svislým zatížením, takže normálové síly jsou rovny nule. Podle Schwedlerových vztahů bude posouvající síla 1. řádu (lineární průběh) a ohybové momenty 2. řádu (parabolický průběh). Princip výpočtu všech zatěžovacích stavů je stejný. Při návrhu nebylo uvažováno s působením bočního namáhání (působení větru), jelikož se jedná o stropní konstrukci v RD.

Kombinace v řezu x-x'

Kombinace slouží k určení extrémních stavů. Znázorňuje průběh vnitřních sil a momentů v případě, že na konstrukci bude působit nejméně příznivá varianta zatížení. Při návrhu výztuže je třeba znát maximální momenty v polích a nadpodporové momenty.

$$M_b \rightarrow ZS1+ZS3 \rightarrow \\ 6,787*1,35+8,747*1,5=\underline{22,283 \text{ kNm}}$$

$$R_a \rightarrow ZS1+ZS4 \rightarrow \\ 4,665*1,35+7,061*1,5=\underline{16,889 \text{ kN}}$$

$$M_c \rightarrow ZS1+ZS5 \rightarrow \\ 11,84*1,35+11,39*1,5=\underline{33,069 \text{ kNm}}$$

$$R_b \rightarrow ZS1+ZS3 \rightarrow \\ 17,461*1,35+18,631*1,5=\underline{51,519 \text{ kN}}$$

$$M_1 \rightarrow ZS1+ZS4 \rightarrow \\ 2,026*1,35+4,968*1,5=\underline{10,187 \text{ kNm}}$$

$$R_c \rightarrow ZS1+ZS5 \rightarrow \\ 19,712*1,35+18,697*1,5=\underline{54,657 \text{ kN}}$$

$$M_2 \rightarrow ZS1+ZS7 \rightarrow \\ 4,34*1,35+6,757*1,5=\underline{15,995 \text{ kNm}}$$

$$R_d \rightarrow ZS1+ZS4 \rightarrow \\ 6,662*1,35+6,907*1,5=\underline{19,354 \text{ kN}}$$

$$M_3 \rightarrow ZS1+ZS4 \rightarrow \\ 8,259*1,35+9,537*1,5=\underline{25,455 \text{ kNm}}$$

Maximální moment v poli *b* se rovná součtu zatěžovacího stavu číslo 1 (vždy stálé zatížení) a maximálního momentu v zatěžovacích stavech z variant 2 až 8 (proměnné zatížení). V případě maximálního momentu v poli *b* se jedná o ZS3. Obdobně se postupovalo při všech kombinacích. Vždy se jedná o součet stálého zatížení a zatížení proměnného.

Maximální posuvné vnitřní síly slouží k určení, zda je nutné do konstrukce navrhnout smykovou výztuž. Postup je obdobný jako u momentu, vždy se jedná o součet ZS1 a maximální hodnoty ze ZS2 až 8.

Kombinace v řezu y-y'

Postup určování maximálních vnitřních sil a momentu v řezu y-y' je totožný s postupem v řezu x-x'. Jediný rozdíl nastal v nadpodporovém momentu M_2 , kde moment vyšel

záporný. Proto je nutné, aby byl proveden ještě řez z-z'. Díky zápornému momentu je hlavní výztuž v řezu z-z' vyztuž horní a ne spodní jak je standardní.

$$M_2 \rightarrow ZS1+ZS4 \rightarrow -2,401*1,35-5,835*1,5= \underline{-11,994 \text{ kNm}}$$

Kombinace v řezu z-z'

Řez z-z' je proveden pouze deskou D1 a D2. Slouží jako pomocný, jelikož vyšel záporný moment v řezu y-y' (viz vysvětleno výše). V tomto řezu jsou pouze tři zatěžovací stavy proměnného zatížení a jeden zatěžovací stav stálého zatížení. Výztuž v tomto řezu bude navržena při horních vláknech.

Redukce ohybových momentů

Redukce momentů vyjadřuje příznivý vliv místních podmínek napjatosti v uložení. Míra „změkčení“ návrhových hodnot ohybových momentů M_{ED} spojitých desek nad podporami závisí na způsobu spojení těchto prvků s prvky podporujícími.

$$H = \frac{5}{6} * \frac{l_x^2 * l_y^2}{l_x^4 + l_y^4}$$

$$M_{Red,2} = M_2 * \left(1 - \frac{2}{3} * H\right)$$

Autorka provedla redukci momentů pomocí výše napsaných vzorců, kde l_x a l_y reprezentují rozpětí jednotlivých desek. Tento krok byl proveden u všech momentů v podporách ve všech řezech. Bližší specifikace a dosazení jednotlivých hodnot naleznete v příloze.

Materiálové vlastnosti

Beton C20/25 $f_{ck}=20 \text{ MPa}$
 $f_{cd}=20/1,5=13,333 \text{ MPa}$
 $f_{ctm}=2,2 \text{ MPa}$
 $\varepsilon_{cu,3}=0,0035=3,5 \text{ ‰}$

Ocel B500B $f_{yk}=500 \text{ MPa}$
 $f_{yd}=500/1,15=434,783 \text{ MPa}$
 $\varepsilon_{yd}=0,00217=2,17 \text{ ‰}$

Beton C20/25 byl zvolen, jelikož stejná pevnost je použita i u nadezdívky keramického stropu Porotherm. Jeho charakteristická válcová pevnost v tlaku musí být ponížena o součinitel spolehlivosti. Při návrhu se pak počítá s pevností $f_{cd}=20/1,5=13,333 \text{ MPa}$. Ocel byla zvolena B500B s charakteristickou pevností 500 MPa. Ve výpočtech je uváděna hodnota 434,78 MPa.

Návrh výztuže

Při návrhu výztuže byly použity empirické vzorce.

1. krok - bylo stanovení krytí výztuže.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Krytí výztuže bylo stanoveno na 20mm. U všech dílčích desek v betonovém stropě je krytí výztuže stejné.

2. krok – návrh plochy takové výztuže $A_{s,req}$ pro rozměry b a d ($b = 1$ m u desky).

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_1}{b * d^2 * f_{cd}}} \right)$$

3. krok – kontrola stupně vyztužení

$$A_{s,min} = \max \left\{ 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d; 0,0013 * b * d \right\} < A_s$$

$$A_{s,max} = 0,04 * b * h > A_s$$

4. krok – kontrola únosnosti

$$M_{Rd} > M_1$$

$$M_{Rd} = A_s * z * f_{yd}$$

$$z = d - 0,5 * \lambda * x$$

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{b * \lambda * f_{cd}}$$

Tento postup výpočtu se opakoval u každého pole v každém směru. Jednotlivé výpočty s dosazením hodnot naleznete v příloze.

Návrh betonového stropu včetně výkresu sloužil primárně jako podklad pro ocenění, jelikož cílem této diplomové práce je vybrat optimální druh stropní konstrukce na zvolený půdorys rodinného domu. K tomu bylo nezbytné zjistit množství výztuže v konstrukci. Toto množství je závislé od výpočtu maximálních momentů a návrhu samotné výztuže.

Množství výztuže, která by byla použita, kdyby došlo k výstavbě tohoto půdorysného tvaru a zatížení, je celkem 1 047,03 kg. Při návrhu byly použity průměry 8, 10 a 14. Výpis množství je uveden v následující tabulce.

Tabulka 8 - Množství výztuže [autorka]

výpočet kg výztuže	Ø8	Ø10	Ø14
<i>dolní výztuž</i>			
celková délka [m]	481,34	580,65	
<i>horní výztuž</i>			
celková délka [m]	353,2	151,88	219,72
jednotková hmotnost	0,395	0,617	1,208
celková hmotnost [kg]	329,64	451,97	265,42
HMOTNOST CELKEM	1047,03kg		

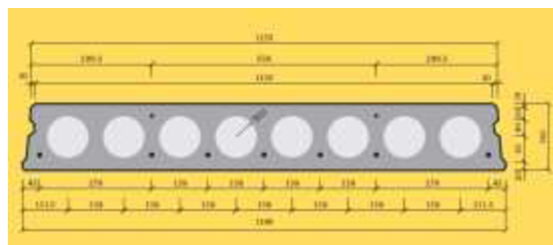
V oblasti oceňování bude k této hmotnosti výztuže přidáno 10% ztrátého.

4.3.4 Panelový strop SPIROLL

Další a zároveň poslední variantou při návrhu stropní konstrukce zvolila autorka panelový strop SPIROLL. Tento druh stropní konstrukce má řadu svých výhod a nevýhod, které jsou vypsány v následující tabulce.

<ul style="list-style-type: none">- Vysoká únosnost při relativně malé tloušťce průřezu- Minimalizace mokrých procesů na stavbě- Velmi rychlá montáž- Požární odolnost- Neměnné fyzikální mechanické vlastnosti	<ul style="list-style-type: none">- Velké dopravní náklady- Potřeba těžké mechanizace na stavbě- Velká objemová hmotnost- Nutnost vyřešení podhledů
---	--

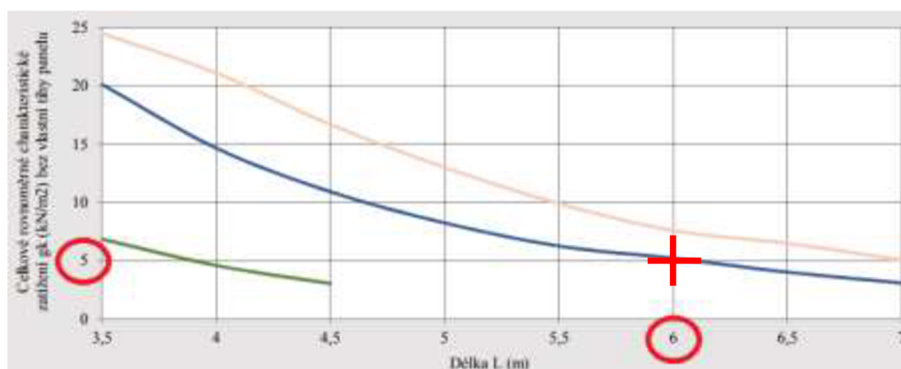
Pokud přihlídneme k výsledkům dotazníkového šetření, správně by měla být oceněna varianta pórobetonového stropu – YTONG. Po důkladném zvážení nakonec autorka zvolila panelový strop, který získal téměř stejný počet hlasů a skončil na místě čtvrtém. Pórobetonový vložkový strop YTONG je velice blízký keramickému stropu Porotherm, jak svými technickými vlastnosti tak i způsobem montáže. Jelikož cílem je porovnat co největší rozdíly, byl zvolen panelový strop SPIROLL.



Obrázek 41 - panel SPIROLL [16]

Pro návrh stropní konstrukce byl zvolen výrobce panelových stropů GOLDBECK. Stejně jako u první varianty keramického stropu, tak i tady autorka navrhla vhodnou stropní konstrukci pomocí technických listů výrobce. Zvolila panely tloušťky 165 mm a skladebné šířky 1200 mm (viz Obrázek 41), jelikož podle parametrů je zcela dostačující a přenesou veškerá zatížení objektu. Doplnkové panely jsou na výběr z šířky 390, 530, 670, 810, 950 a 1090 mm.

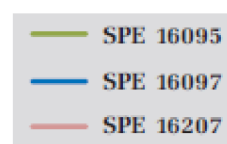
Předpjatý dutinový panel tloušťky 165 mm dále nabízí tři varianty vyztužení. Graf na Obrázku 41 znázorňuje na ose x maximální rozpětí a na ose y celkové rovnoměrné charakteristické zatížení g_k bez vlastní tíhy panelu pro třídu prostředí XC1. Únosnosti stropních dílců v grafu jsou omezeny hodnotou adekvátního průhybu $L/350$, uvádí výrobce.



Obrázek 42 - Orientační únosnost stropních dílců [16]

Ve zvoleném půdorysu RD je maximální rozpětí 6m. Charakteristické zatížení u předchozích dvou variant je $5,0\text{kN/m}^2$, proto také u varianty s panely bude zvoleno zatížení $5,0\text{kN/m}^2$.

Tomu odpovídá vyztužení SPE 16097, jak lze vidět na Obrázku 41. Hlavním rozdílem v jednotlivých typech výztuže je její množství a s tím spojená plocha výztuže. Moment na mezi únosnosti dílce $M_{R,d}$ je $60,16\text{ kNm}/1,20\text{m}$. Mezní únosnost dílce ve smyku v oblasti bez trhlin, pro uložení na poddajné podpory je $81,93\text{ kN}/1,20\text{m}$, doporučuje se ale využití do 70 %.



Výkres návrhu panelových dílců na půdorys RD naleznete v příloze č. 3.

4.4 ROZPOČTY STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

V následující kapitole autorka vytvoří tři rozpočty. Byla použita cenová hladina URS 2016 a rozpočtářský program KROS 4. Jako podklad pro vytvoření rozpočtů, sloužily výkresy stropních konstrukcí, které autorka zpracovala v předešlé části této diplomové práce. Vzhledem k tomu, že se jedná o rodinný dům, který reálně není nikde postaven, není do položek rozpočtu zahrnuta *doprava* ani další vedlejší rozpočtové náklady. Veškeré uvedené ceny jsou bez DPH.

Ve všech variantách je položka „přesun hmot“. Do této položky přesunu hmot jsou zahrnuty přepravy materiálu ze staveništní skládky materiálu na stavbu a zpět.

4.4.1 Keramický strop Porotherm

Keramický strop je složen z kombinace osových vzdáleností nosníků 500 a 625 mm. Položky „strop keramický“ jsou včetně zmonolitnění konstrukce z betonu C20/25 a svařované sítě. Stropní konstrukce je doplněna „dobetonávkami“. Pozední věnec není v systému Porotherm, ale z monolitického betonu. Celková cena stropu Porotherm je 358 663 Kč bez DPH.

Tabulka 9- Keramický strop Porotherm - ROZPOČET

Kód	Popis	MJ	Množství	JC	Cena celkem
411168143	Strop keramický tl 25 cm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků dl do 4 m OVN 50 cm	m2	8,750	1 820 Kč	15 925 Kč
411168146	Strop keramický tl 25 cm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků dl do 7 m OVN 50 cm	m2	21,000	1 990 Kč	41 790 Kč
411168242	Strop keramický tl 25 cm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků dl do 3 m OVN 62,5 cm	m2	23,438	1 670 Kč	39 141 Kč
411168243	Strop keramický tl 25 cm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků dl do 4 m OVN 62,5 cm	m2	43,750	1 680 Kč	73 500 Kč
411168246	Strop keramický tl 25 cm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků dl do 7 m OVN 62,5 cm	m2	67,500	1 820 Kč	122 850 Kč
411321515	Stropy deskové ze ŽB tř. C 20/25	m3	3,427	2 750 Kč	9 424 Kč
411351101	Zřízení bednění stropů deskových	m2	13,563	377 Kč	5 113 Kč
411351102	Odstranění bednění stropů deskových	m2	13,563	114 Kč	1 546 Kč
411361821	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	0,030	37 400 Kč	1 122 Kč
417321414	Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 20/25	m3	4,359	2 780 Kč	12 118 Kč
417351115	Zřízení bednění ztužujících věnců	m2	14,530	267 Kč	3 880 Kč
417351116	Odstranění bednění ztužujících věnců	m2	14,530	57 Kč	825 Kč
417361821	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	0,407	36 800 Kč	14 978 Kč
988011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6m	t	78,71	209 Kč	16 450 Kč
Celkem bez DPH					358 663 Kč

4.4.2 Betonový monolitický strop

Celková cena betonového stropu je 276 900Kč bez DPH a bez dopravy. V případě reálné výstavby by bylo nutné počítat dopravu betonu z nejbližší betonárky pomocí dopravních prostředků. Jelikož není určena lokalita, kde by RD byl postaven, nelze tuto položku zahrnout do rozpočtu. V položce „stropy deskové ze ŽB tř. C20/25“ je rezerva 10% tzn. „ztratné“.

Tabulka 10 - Betonový monolitický strop - ROZPOČET

Kód	Popis	MJ	Množství	JC	Cena celkem
411321515	Stropy deskové ze ŽB tř. C 20/25	m3	37,034	2 750 Kč	101 844 Kč
411351101	Zřízení bednění stropů deskových	m2	205,266	377 Kč	77 385 Kč
411351102	Odstranění bednění stropů deskových	m2	205,266	114 Kč	23 400 Kč
411361821	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	1,047	37 400 Kč	39 158 Kč
411362021	Výztuž stropů svařovanými sítěmi Kari	t	0,629	24 900 Kč	15 662 Kč
998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	93,069	209 Kč	19 451 Kč
Celkem bez DPH					276 900 Kč

4.4.3 Panelový strop SPIROLL

U panelového stropu typu SPIROLL je celková cena 239 483 Kč bez DPH.

Tabulka 11 - Panelový strop - ROZPOČET

Kód	Popis	MJ	Množství	JC	Cena celkem
411133902	předpjatého bez závěsných háků hmotnosti do 3 t budova v do 18 m	kus	21,000	922 Kč	19 362 Kč
593468600	panel stropní předpjatý SPIROLL 120x16,5	m	69,050	1 070 Kč	73 884 Kč
411133903	předpjatého bez závěsných háků hmotnosti do 5 t budova v do 18 m	kus	13,000	1 260 Kč	16 380 Kč
593468600	panel stropní předpjatý SPIROLL 120x16,5	m	81,000	1 070 Kč	86 670 Kč
417321414	Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 20/25	m3	2,878	2 780 Kč	8 001 Kč
417351115	Zřízení bednění ztužujících věnců	m2	11,628	267 Kč	3 105 Kč
417351116	Odstranění bednění ztužujících věnců	m2	11,628	57 Kč	660 Kč
417361821	Výztuž ztužujících pásů a věnců betonářskou ocelí 10 505	t	0,407	36 800 Kč	14 978 Kč
998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	78,677	209 Kč	16 443 Kč
Celkem bez DPH					239 483 Kč

4.4.4 Rekapitulace

V následující tabulce je stručná rekapitulace finálních cen stropních konstrukcí. Přesně podle předpokladů je nejnižší cena za strop panelový a nejdražší je stopní konstrukce z keramických vložek.

Tabulka 12 - Rekapitulace cen

Druh stropní konstrukce	Celková cena
Keramický strop	358 663 Kč
Betonový strop	276 900 Kč
Panelový strop	239 483 Kč

Ve všech variantách není záměrně rozpočtována skladba podlahy. Při návrhu byla uvažována skladba podlahy ve všech variantách stejná, aby zatížení bylo totožné, a daly se stropní konstrukce kvalitně porovnat. Při ocenění by se úměrně navýšila cena ve všech variantách stejně. Z tohoto důvodu není potřeba uvažovat při oceňování vrstvy podlahové konstrukce. Cílem této práce je především zhodnotit rozdíly.

4.5 HODNOTOVÁ ANALÝZA

V této části diplomové práce autorka vyhodnotí získané výsledky. Použije k tomu metodu hodnotové analýzy. „Hodnotová analýza je ověřování faktorů ovlivňujících náklady s cílem dosáhnout maximální hospodárnosti při dodržení požadovaných standardů kvality a spolehlivosti.“ [17, str. 18] Literatura uvádí následující vzorec:

$$E = \frac{U}{C}$$

U – užitečnost – zde budou zohledněny veškeré technické parametry, náročnost výstavby, počet normohodin, tloušťka stropní konstrukce a další

C – cena – celková cena stropní konstrukce rozpočtována v programu KROS 4

V následující tabulce č. 12 jsou sumarizovány statické hodnoty stropních konstrukcí. Použitý beton při návrhu betonového stropu je stejný jako beton použitý na zálivku keramické konstrukce. Tloušťka konstrukce je největší u Porothermu a naopak nejmenší

u Spirollu. Tyto dvě hodnoty nešly ovlivnit. Tloušťka konstrukce byla převzata z technických listů. Naopak rozměr betonového monolitického stropu byl zvolen na základě výpočtu, a vycházel z empirických vzorců.

Tabulka 13 - přehled statických veličin

Rekapitulace	Keramický strop POROTHERM	Betonový monolitický strop	Panelový strop SPIROLL
Tloušťka stropu	250mm	180mm	165mm
gk	3,42 kN/m ²	4,5 kN/m ²	2,9 kN/m ²
qk	4,78 kN/m ²	5,0 kN/m ²	5,0 kN/m ²
Mrd	30,60 kN/m	33,27 kN/m	60,16 kN/m
Vrd	16,59 kN	61,98 kN	81,93 kN
Beton	C20/25	C20/25	C45/55
ocelová výztuž	BS 500M	B500B	Fe 1860 Relax 2

Nejdůležitější hodnota v tabulce č. 12 je velikost charakteristického proměnného rovnoměrného zatížení q_k . Aby bylo umožněno varianty porovnat, zvolila autorka při návrhu toto zatížení jako jednu z klíčových hodnot celého výpočtu.

Při stejném proměnném zatížení se značně liší hodnoty maximálních momentů na mezi únosnosti M_{rd} a s tím související hodnota maximálních posouvajících sil V_{rd} . Lze vidět, že největší únosnosti má panelový strop. Únosnost betonového stropu je velice diskutabilní. Je možné navrhnout libovolné množství výztuže. Je ovšem neadekvátní desku zbytečně předimenzovat, proto je při návrhu použito přiměřené množství výztuže. Z toho vyplývá, že nejvyšší únosnost splňuje strop z panelů.

Vlastní tíhu konstrukce taktéž nelze ovlivnit, je ovšem pochopitelné, že čím je hodnota nižší, tím je to výhodnější. Vodorovné konstrukce přenáší zatížení do svislých konstrukcí, které pak jsou více namáhány. Zároveň jsou také s menší tíhou vlastní konstrukce snižovány náklady na dopravu a přesun materiálu po i mimo staveniště.

4.5.1 Tepelně – izolační parametry

V této části budou srovnány tepelně – izolační požadavky na konstrukci. Konkrétně se jedná o tepelný odpor, vzduchovou neprůzvučnost, kročejovou neprůzvučnost a požární odolnost. Všechny hodnoty výše zmíněných parametrů jsou uvedeny v technických listech výrobce. Tohle se týká pouze keramických tvarovek Porotherm a panelového stropu Spiroll. Technické údaje betonového stropu byly vyhledány v tabulkách o vlastnostech materiálu.

Tepelný odpor betonového stropu je vypočítán pomocí součinitele tepelné vodivosti, jelikož přímo hodnota tepelného odporu betonu není nikde uvedena. Slouží k tomu jednoduchý výpočet, kde se tloušťka konstrukce vydělí zmíněným součinitelem tepelné vodivosti.

$$R_w = \frac{\text{tloušťka konstrukce}}{\text{součinitel tepelné vodivosti}} = \frac{0,180}{1,740} = 0,103 \text{ m}^2 * \text{K/W}$$

Kročejova neprůzvučnost betonového stropu byla stanovena odhadem na 68 [dB]. Tato hodnota je stanovena normou při výstavbě bytových domů. Kročejovou neprůzvučnost značně ovlivňuje skladba podlahy. Skladba použita v této diplomové práci odpovídá běžné podlaze v rodinných domech. Proto je zde předpoklad, že splňuje minimální hodnoty požadované normou. Bližší výpočet nebyl proveden. Kročejova neprůzvučnost keramického a panelového stropu je převzata z technických listů.

Tabulka 14 - Tepelně-izolační a zvukové parametry

Tepelně-izolační a zvukové parametry	Keramický strop POROTHERM	Betonový monolitický strop	Panelový strop SPIROLL
Tepelný odpor [m ² *K/W]	0,290	0,103	0,145
Vzduchová neprůzvučnost [dB]	58	58	49
Kročejova neprůzvučnost [dB]	54	68	81
Požární odolnost	REI 180	REI 120	REI 60

Tabulka č. 13 uvádí stručný přehled tepelně-izolačních a zvukových parametrů jednotlivých konstrukcí a zároveň uvádí počet minut požární bezpečnosti konstrukce.

V tabulce č. 14 je již samotné vyhodnocení tepelně-izolačních a zvukových parametrů variant konstrukcí. Jelikož má každý parametr rozdílné jednotky, byly nejdříve hodnoty porovnány mezi sebou. U technických parametrů je zachováno pravidlo, že vyšší hodnota je výhodnější. Z tohoto důvodu byla vždy nejvyšší hodnotě u dané veličiny přiřazena hodnota 100%. Další hodnoty byly poměrově poníženy, jak je znázorněno následujícím zlomkem.

$$\text{parametr} = \frac{x_1 - \text{aktuální hodnota}}{x_0 - \text{nejlepší hodnota}} * 100\%$$

Tento poměrový systém je mnohem efektivnější, než určování pořadí 1,2,3. Dokáže zaznamenat menší velikostní rozdíly hodnot.

Dalším krokem bylo přiřazení váhy jednotlivým parametrům. Autorka jako nejzásadnější zvolila tepelný odpor, jelikož mnoho stavitelů klade důraz na snižování nákladů tím, že omezí únik tepla z budovy. Váha tohoto parametru je 50%. Druhým nejdůležitějším parametrem byla zvolena požární odolnost, která má celých 30%. Důležitost vzduchové a kročejové neprůzvučnosti v konstrukci je 20%.

Tabulka 15 - Vyhodnocení technických parametrů

Vyhodnocení tep. a zvukových parametrů	váha	Keramický strop POROTHERM	Betonový monolitický strop	Panelový strop SPIROLL
Tepelný odpor	50%	0,290	0,103	0,145
		100%	36%	50%
Vzduchová neprůzvučnost	20%	58	58	49
		100%	100%	84%
Kročejova neprůzvučnost	20%	54	68	81
		67%	84%	100%
Požární odolnost	30%	180	120	60
		100%	67%	33%
Vyhodnocení tep. a zv. požadavků na konstrukci		113%	75%	72%

Dalším a zároveň posledním krokem bylo zhodnotit váhu jednotlivých parametrů k hodnotám v jednotlivých variantách. Autorka použila následující vzorec.

$$\text{stropní varianta} = v_1 * H_1 + v_2 * H_2 + \dots + v_x * H_x$$

v ... váha

H ... procentuální hodnota parametru

Jako nejvýhodnější varianta při zaměření na tepelné a zvukové parametry jednotlivých konstrukcí je keramický strop Porotherm s hodnotou 113%. Procentuální vyhodnocení betonového stropu je 75% a jako nejméně optimální hodnota s nejhorsími vlastnostmi je varianta panelové stropní konstrukce Spiroll.

Zhodnocení pouze tepelně technických a zvukových parametru vyhodnotila autorka diplomové práce jako nedostatečné. Proto do celkového vyhodnocení zařadila i jiné aspekty. Více naleznete v následující kapitole 4.5.2 – Vyhodnocení.

4.5.2 Vyhodnocení

V této kapitole bude shrnuta efektivita stropních konstrukcí včetně ceny a na závěr vybrána nejvhodnější varianta pro zvolený rodinný dům. Na stropní konstrukci se zde pohlíží jako na celek, kde jsou zahrnuty nejenom technické požadavky na objekt, ale i tloušťka stropu, hmotnost, náročnost výstavby, anebo variabilita použití pro různé půdorysné tvary.

Veškeré hodnoty jsou obsaženy v tabulce č. 15. Hodnota tepelně – izolačních vlastností konstrukce je převzata z předešlé kapitoly, která se zabývala právě touto problematikou. Při celkovém vyhodnocení variant byla těmto vlastnostem přiřazena váha 40%.

Počet normohodin potřebný na výstavbu stropní konstrukce autorka zjistila pomocí rozpočtářského programu KROS 4, kde byly mimo jiné varianty i finančně ohodnoceny. Doba výstavby betonového a keramického stropu je výrazně delší a náročnější. To je způsobeno mokřím procesem, což je u každé konstrukce, kde je používán beton, nevyhnutelné. Doba tvrdnutí betonu je 28 dní, ovšem pochůzný je již po 7 dnech, kdy nabyde 90% své pevnosti. I přes tento fakt to výrazně prodlouží dobu výstavby. Panelový strop má svojí pevnost okamžitě po položení. Dochází k zalití pouze

pracovních spár. Z tohoto důvodu byl tento aspekt zařazen do vyhodnocení s váhou 30%.

Tabulka 16 - Vyhodnocení variant 1

Vyhodnocení variant	váha	Keramický strop POROTHERM	Betonový monolitický strop	Panelový strop SPIROLL
Tepelně - izolační vlastnosti	40%	113	75	72
		100%	66%	64%
Počet nomohodin potřebný na výstavbu stropní konstrukce	30%	346,81	331,64	138,98
		40%	42%	100%
Tloušťka stropu	10%	250	180	165
		66%	92%	100%
Variabilita půdorysu	10%	omezená	libovolná	omezená
		50%	100%	50%
Hmotnost konstrukce	10%	78,71	93,07	78,68
		100%	85%	100%
Vyhodnocení užitečnosti		74%	67%	80%

Další tři aspekty mají váhu 10%. Jedná se konkrétně o tloušťku stropu, variabilitu půdorysu a hmotnost konstrukce. Tloušťka stropu je přímo závislá na hmotnosti konstrukce. Z ekonomického hlediska je výhodnější lehčí konstrukce, jelikož při velké hmotnosti by se mohly výrazným způsobem navýšit náklady na dopravu. S cenou za dopravu není v této práci uvažováno, jelikož se nejedná o reálně stojící objekt. To byl důvod pro zařazení aspektu do finálního vyhodnocení.

Variabilita půdorysu je důležitá především v první fázi navrhování a proto by neměla zůstat opomíjena. Jednou z největších výhod betonového monolitického stropu je právě libovolná variabilita půdorysu, což je u jakéhokoliv prefabrikátu nemožné.

Postup vyhodnocení je totožný jako při vyhodnocování tepelných a zvukových parametrů. Nejprve byly jednotlivé hodnoty porovnány mezi sebou a převedeny na procenta. Následně tyto hodnoty byly násobeny váhou jednotlivých aspektů a sečteny. Vyhodnocení užitečnosti lze vidět v Tabulce č. 15. Nejvíce procent získal panelový strop Spiroll, který má celých 80%. Naopak nejméně efektivní varianta, a tím pádem nejméně procenty, byl ohodnocen betonový monolitický strop. Zajímavé je, že pokud bychom brali v úvahu pouze tepelné vlastnosti konstrukcí, byl by zvolen pro rodinný dům keramický strop Porotherm. Při hlubším zkoumání a zhodnocení více aspektů, je však výsledek zcela odlišný.

Posledním krokem při hodnotové analýze a výběru nejvhodnější konstrukce, je vložit do poměru celkovou užitečnost a celkovou cenu. Poměrový ukazatel je pak převeden na procentuální vyjádření. Výsledky naleznete v následující Tabulce č. 16.

Pokud bychom brali v úvahu pouze užitečnost konstrukce, nejehospodárnější řešení by byl panelový strop SPIROLL. Po vložení do zlomkového ukazatele, kde se brala v úvahu také cena, se nám tento výběr jenom potvrdil. Také celková cena panelového stropu je ze tří možných variant pro zvolený rodinný dům nejpříznivější. Poměrový ukazatel je 33,41%.

Tabulka 17 - Vyhodnocení variant 2

Vyhodnocení variant	Keramický strop POROTHERM	Betonový monolitický strop	Panelový strop SPIROLL
U (užitečnost)	74%	67%	80%
C (cena)	358 663 Kč	276 900 Kč	239 483 Kč
$E = \frac{U}{C}$	0,2063	0,2419	0,3341
%	20,63%	24,19%	33,41%

Užitečnost keramického a betonového stropu se liší pouze o 7%, což není nijak markantní. Keramický strop se jeví jako výhodnější. Rozdíl v celkové ceně za výstavbu se však liší o více než 80 000 Kč. Z tohoto důvodu po vložení do poměrového ukazatele se druhý v pořadí umístil betonový monolitický strop s hodnotou 24,19% a keramický strop ze systému Porotherm se díky své vysoké ceně umístil na třetím místě s hodnotou poměrového ukazatele 20,63%.

Celkové vyhodnocení variant dopadlo přesně podle předpokladů. Již při návrhu bylo uvažováno, že nejvíce hospodárnou variantou co se týče ceny i parametrů, by měl být strop panelový. Tato diplomová práce toto tvrzení pouze zpečetila.

5 ZÁVĚR

Záměrem této diplomové práce bylo optimalizovat návrh objektu tak, aby došlo k minimalizaci nákladů na výstavbu a provoz při splnění požadovaného účelu a dodržení určitého standardu kvality. Snaha dosáhnout zmíněného cíle spočívala v teorii, že rodinný dům nemusí být navržen v jednotném konstrukčním systému. Dům je navržen v systému keramických cihel Porotherm. Cílem bylo navrhnout na zvolený rodinný dům tři druhy stropní konstrukce, na jednotlivé varianty vytvořit finanční rozpočet a závěrem vyhodnotit a zvolit nejvhodnější variantu. Diplomová práce je rozdělena na dvě části, oblast teorie a praktickou část.

Teoretická část je rozdělena na další dvě části. V technické oblasti autorka důkladně objasňuje základní terminologii týkající se stropních konstrukcí, požadavky na vlastnosti stropních konstrukcí a požadavky týkající se zakreslování stropů do výkresu. Stropní systémy byly v první rovině rozděleny podle materiálů a v další úrovni podle systému. To vytvořilo velice přehledný a stručný nástin stropních konstrukcí ve stavebnictví. V ekonomické části jsou specifikovány základní pojmy týkající se cen a jejich druhů, definice souhrnného rozpočtu a kalkulace cen ve stavebnictví.

Praktická část se skládá ze čtyř na sebe navazujících částí. V první části byl proveden průzkum trhu. Respondenti byli lidé, kteří se orientují ve stavebnictví a mají všeobecný přehled o materiálech a možnostech výstavby. Cílem bylo zjistit důležité aspekty při volbě stropní konstrukce a zároveň tři až čtyři nejobvyklejší druhy stropů. Kladené požadavky na stropní konstrukce dotazovaní seřadili následovně: statické požadavky, tepelně-izolační a zvukové požadavky, nízká cena a na posledním místě se umístily estetické a architektonické požadavky. Je překvapivé, že nízká cena není při výběru stěžejní, ale respondenti upřednostnili tepelné a zvukové vlastnosti konstrukce. Při volbě druhu konstrukce byl nejčastěji vybrán keramický strop Porotherm, betonový monolitický strop, pórobeton z tvárníc Ytong a panelový strop Spiroll. Návrh z pórobetonového systému Ytong nebyl proveden, jelikož se montáží a vlastnostmi dosti podobá keramickému systému Porotherm.

V další části autorka diplomové práce provedla návrh stropních konstrukcí na zvolený půdorys rodinného domu. Podle průzkumu zvolila keramický strop, betonový monolitický strop a panelový strop. Vstupní podmínky byly nastaveny tak, aby jednotlivé varianty byly srovnatelné. Statické hodnoty pro keramický a panelový strop byly převzaty z technických listů výrobce. Jelikož dům je navržen v nosném systému Porotherm, z projektové dokumentace byl převzat výkres stropu. Tyto vstupní podmínky byly stěžejní. U betonového monolitického stropu byl proveden návrh konstrukce. Beton byl vybrán stejné pevnosti jako betonová zálivka u keramické varianty, a to pevnosti C20/25 s výztuží B500. Proměnné charakteristické zatížení je podle normy pro rodinné domy $2,0\text{kN/m}^2$. Aby byly zachovány stejné vstupní veličiny, zvolila autorka zatížení $5,0\text{kN/m}^2$, jelikož stejná hodnota je uvedena u panelového stropu a maximální zatížení na mezi únosnosti u keramického stropu je $4,8\text{kN/m}^2$. Podrobný statický výpočet včetně výkresu naleznete v příloze č. 2.

U každé varianty jsou vždy vyzdvihnuty výhody a nevýhody dané konstrukce, popis návrhu, včetně samotného návrhu a přílohou výkres.

V další části provedla autorka dílčí rozpočty vodorovných nosných konstrukcí na všechny varianty. Vycházela z cenové hladiny URS 2016 a rozpočty byly vytvořeny v programu KROS 4. Ceny jsou uvedeny bez DPH a bez dopravy. V rozpočtu není uvažováno s dopravou, jelikož rodinný dům není reálně postaven, tím pádem není možné stanovit nejbližší odběr betonové směsi či dovoz panelových a keramických dílců. Celková cena keramického stropu byla stanovena 358 663,- Kč. Pozední věnec této varianty je tvořen betonem. Cena betonového monolitického stropu je 276 900,- Kč, včetně tzv. ztratiného, které tvoří 10% z položky deskové stropy ŽB C20/25. Konečná cena varianty panelového stropu je 239 483,- Kč, a tudíž je to i varianta nejlevnější.

V poslední části diplomové práce provedla autorka hodnotovou analýzu, neboli optimalizaci konstrukce a vybrala nejvhodnější variantu. Stanovila celkovou užitečnost konstrukce, kde se v první části zabývala vyhodnocením tepelně – technických a zvukových parametrů. Pokud by výběr byl ovlivněn pouze těmito parametry, stal by se vítězným keramický strop Porotherm s procentuálním ohodnocením 113. Betonový strop získal 75% a v tomto posouzení dopadl nejhůř strop panelový s ohodnocením 72%.

V dalším vyhodnocení do výpočtu vstoupily aspekty jako tloušťka konstrukce, variabilita půdorysu, hmotnost konstrukce či počet normohodin potřebných na výstavbu objektu. Při tomto srovnání se výsledky značně změnily. Betonový strop byl ohodnocen 67%, strop z keramických tvárnic 74% a panelový strop 80%. Zde lze pozorovat největší propad keramického stropu, který má sice vynikající tepelné vlastnosti, ale v ostatních ohledech nevyniká. Rozdíl mezi betonovou a keramickou variantou je pouhých 7%, ale výrazně se liší v ceně.

Závěrem se tato procentuální zhodnocení užitečnosti vydělila celkovou cenou z rozpočtu jednotlivých variant a byla vybrána optimální stropní konstrukce. Poměr keramického stropu byl stanoven na 0,2063 (20,63%), betonového monolitického stropu na 0,2419 (24,19%) a panelového stropu na 0,3341 (33,41%). Z toho vyplývá, že optimální variantou pro zvolený rodinný dům je panelová stropní konstrukce. V oblasti rozpočtování vyšel panelový strop jako nejlevnější a hodnotovou analýzou se tento výběr potvrdil.

SEZNAM LITERATURY

- [1] VODIČKOVÁ, Erika. *Vše o hrubé stavbě*. Bratislava: Jaga, 2007. Home. ISSN: 1335-9177
- [2] MATOUŠKOVÁ, Dagmar a Jaroslav SOLAŘ. *Pozemní stavitelství I*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2005. ISBN 8024808307.
- [3] KUŽELA, Martin. *Stropy*. Brno: ERA group, 2003. Stavíme. ISBN 8086517705.
- [4] ČSN 01 3420. *Výkresy pozemních staveb – kreslení výkresu stavební části*
- [5] Stropní konstrukce. *E-learningové prvky pro podporu výuky odborných a technických předmětů*. [Online] [Citace: 13. 2. 2017] <http://www.elearn.vsb.cz>
- [6] Technické podklady pro navrhování POROTHERM. *Wienerberger*. [Online] [Citace: 28. 2. 2017] <http://wienerberger.cz/>
- [7] *Konstrukce pozemních staveb 10: nosné konstrukce 1*. Vyd. 2. přeprac. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 8001022439.
- [8] MOUDRÝ, Ivan. *Pozemní stavitelství I*. Brno: CERM, 1998. Učební texty vysokých škol. ISBN 8021409843.
- [9] Stropní konstrukce. *Studijní materiály. Pozemní stavitelství II. VŠB – TUO*. [Online] [Citace: 12. 8. 2017] <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps2/stropni-konstrukce.html#stropy1-6-1>
- [10] YTONG. *Informace o materiálu*. [Online] [Citace: 13. 8. 2017] <http://www.ytong.cz>
- [11] Ing. Lukáš Daněk, Ph.D., VUT FAST. *Ústav pozemního stavitelství. BH 52 Pozemní stavitelství I. Přednášky*. Dostupné zde: http://www.fce.vutbr.cz/PST/danek.l/BH52_prednasky/BH_52_04.pdf
- [12] BÍNA, Tomáš. *ČVUT v Praze. Fakulta stavební. DIPLOMOVÁ PRÁCE. Optimalizace stropní konstrukce. 2016*. Dostupné zde: <https://dspace.cvut.cz>
- [13] Ing. Alena Tichá, Ph.D., Ing. Jan Tichý, Ing. Radim Vysloužil. *Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě. Díl I část A. Příklady k řešení*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno. ISBN: 80-214-2639-X
- [14] *Příručka rozpočtáře: rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Praha: ÚRS, 2009-. Cenová soustava ÚRS. ISBN 978-80-7369-239-1.
- [15] KOČÍ, Bohumil. *Technologie pozemních staveb I: Technologie stavebních procesů*. 5. vyd. Brno: CERM, 1997. Učební texty vysokých škol. ISBN 8021403543
- [16] STROPSYSTEM GOLDBECK. *Předpjatý dutinový panel tloušťky 165 mm*. [Online] [Citace: 2. 12. 2017] <http://www.stropsystem.cz/>
- [17] BARTES, František. *Hodnotový management: studijní text pro kombinovanou formu studia*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4785-1.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Užiténá zatížení vybraných místností a ploch [3].....	14
Tabulka 2 - Normové hodnoty bezpečnosti stropních konstrukcí podle materiálu [3]...	15
Tabulka 3- Tepelně technické požadavky dle ČSN 73 0540 [3]	17
Tabulka 4 - Skladba vodorovné konstrukce [autorka]	53
Tabulka 5 - Zatížení konstrukce [autor].....	53
Tabulka 6- Technické údaje stropu [6]	55
Tabulka 7 - Technické listy systému Porotherm	55
Tabulka 8 - Množství výztuže [autorka]	62
Tabulka 9- Keramický strop Porotherm - ROZPOČET.....	65
Tabulka 10 - Betonový monolitický strop - ROZPOČET	65
Tabulka 11 - Panelový strop - ROZPOČET	66
Tabulka 12 - Rekapitulace cen	66
Tabulka 13 - přehled statických veličin	67
Tabulka 14 - Tepelně-izolační a zvukové parametry	68
Tabulka 15 - Vyhodnocení technických parametrů	69
Tabulka 16 - Vyhodnocení variant 1.....	70
Tabulka 17 - Vyhodnocení variant 2.....	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Graf klasifikace zatížení dle ČSN 73 0035 [3]	12
Obrázek 2 - Zakreslování stropu [4]	13
Obrázek 3 - Skladba stropních konstrukcí [2].....	15
Obrázek 4 - Podepření stropní konstrukce [2]	15
Obrázek 5 - Příklady stropní konstrukce z povalů [2]	18
Obrázek 6 - Montovaný strop z keramických panelů Heluz [3]	18
Obrázek 7 - polomontovaný strop THERM s nosíky a vložkami [3]	19
Obrázek 8 - Keramický strop Porotherm - s a bez nadbetonávky [6].....	20
Obrázek 9 - Srovnání cen [6]	20
Obrázek 10 - deska HURDIS se šikmými čely [5]	21
Obrázek 11 - Montovaný strop - Spiroll [9].....	22
Obrázek 12 - Příklady profilování bočnic stropních panelů [9].....	23
Obrázek 13 - Polomontované stropy deskové - prefa deska typ Filigran [9].....	24
Obrázek 14 - Monolitické ŽB stropy deskové [9]	25
Obrázek 15 - Monolitické ŽB stropy deskové, jednosměrné vyztužené[9].....	25
Obrázek 16 - Monolitické ŽB stropy deskové [9]	25
Obrázek 17 - Monolitické ŽB stropy deskové, desky vyztužené obousměrně [9]	26
Obrázek 18 - Monolitické stropy trámové [9].....	27
Obrázek 19 - Monolitické stropy žebírkové s keramickými vložkami Simplex [9]	28
Obrázek 20 - ŽB monolitické stropy [9]	29
Obrázek 21 - Sklobetonové stropy [9]	30
Obrázek 22 - Pórobetonový strop YTONG, polomontovaný z nosníků a vložek [10]...	31
Obrázek 23 - Ocelový strop, nosíky typu I + desky Hurdís [9].....	32
Obrázek 24 – Stropnice příhradové [9].....	32
Obrázek 25 - Příklady průřezů tenkostěnných ocelových plechů [9]	33
Obrázek 26 - Povalový strop [9]	34
Obrázek 27 - Jednoduchý trámový strop s viditelnými trámy [9]	35
Obrázek 28 - Fošnový strop [9]	35
Obrázek 29 - Úpravy patek válených kleneb do zdiva [9].....	37
Obrázek 30 - Cihelná klenba valená	37
Obrázek 31 - Příprava pozedního věnce, Obrázek 32 - Obecná skladba podlahy [9]	38
Obrázek 33 - Kalkulační vzorec [14].....	45
Obrázek 34 - stavební objekt pro praktickou část [autorka]	47
Obrázek 35- Studie 1.NP [autor].....	48
Obrázek 36 - Graf: vyhodnocení otázky č.1	50
Obrázek 37 - Graf: vyhodnocení otázky č. 2	51
Obrázek 38 – Graf: vyhodnocení otázky č. 3.....	51
Obrázek 39 - Pole monolitické ŽB desky [autorka].....	59
Obrázek 40 - Zatěžovací stav ZS1 ve směru x-x	59
Obrázek 41 - panel SPIROLL [16]	63
Obrázek 42 - Orientační únosnost stropních dílců [16]	64

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČSN	česká technická norma
PTH	Porotherm
POT	keramobetonové stropní nosníky
THU	technicko-hospodářský ukazatel
TOV	technické opravny vozidel
REI	požární odolnost nosných požárně dělících stěn, stropů (střechy)
ŽB	železobeton

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – výkres keramického stropu Porotherm

Příloha č. 2 – statický výpočet betonové desky vč. Výkresu

Příloha č. 3 – výkres panelového stropu Spiroll

Příloha č. 1

Příloha č. 2

Příloha č. 3