



Vysoká škola

technická a ekonomická

v Českých Budějovicích

Návrh optimalizace krovu a stropní konstrukce na zadaném bytovém domě

Autor práce:

Daniel Hisem

Datum zpracování práce:

19.4.2023

Stupeň práce:

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Luboš Podolka

Oponent práce:

Ing. Jiří Teslík, Ph.D.

Obsah prezentace

- Cíl práce a výzkumné otázky
- Základní informace o objektu
- Stávající stav nosných konstrukcí
- Důvody a podmínky optimalizace
- Varianty optimalizace stropu
- Varianty optimalizace krovu
- Multikriteriální vyhodnocení
- Závěr
- Doplnující otázky

Cíl práce a výzkumné otázky

Cíl práce:

- Cílem práce je provedení rešerše možných řešení stropních konstrukcí použitelných pro projekt zadaného bytového domu. V rámci aplikační části dojde k multikriteriálnímu porovnání a vyhodnocení nevhodnější varianty stropní konstrukce použitelné pro zadaný bytový dům. V druhé části bakalářské práce student provede zhodnocení stavu konstrukce krovu zadaného bytového domu, vypracuje alternativní úpravy krovu pro úpravu podkroví pro obytný prostor bez úpravy tvaru střechy a s možnými úpravami tvaru střechy, navržené varianty mezi sebou multikriteriální porovná a vyhodnotí nejvhodnější úpravu podkroví pro zadaný bytový dům

Výzkumné otázky:

- 1) Variantní návrh optimalizace stropu v typickém podlaží včetně multikriteriálního vyhodnocení navržených variant
- 2) Posouzení stávající konstrukce krovu, návrh variant úprav včetně multikriteriálního vyhodnocení navržených variant

Základní informace o objektu

- Stávající bytový dům s bistroem v řadové zástavbě
- Budova i pozemek v památkové zóně
- 1.PP, 5.NP a neobytné podkroví
- Lokalita: Korunní 957/35, Vinohrady, 120 00 Praha 2
- Parcelní číslo: 1907
- Výměra pozemku: 604 m²



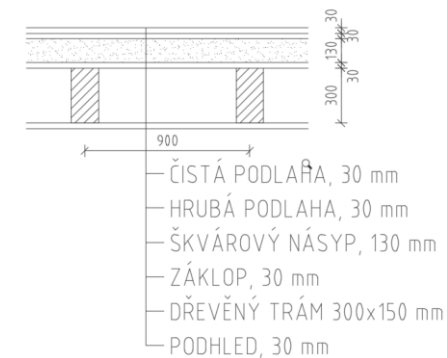
Obr. 1) Pohled na objekt
Zdroj: Vlastní (BP, str. 24)

Stávající stav nosných konstrukcí

- Založení plošné, základové pasy z pískovcového zdiva a podlahová deska tl. 150 mm
- Konstrukční systém objektu stěnový, podélný a příčná tuhost je zajištěna stěnami
- Tloušťka obvodového zdiva je proměnná, největší tl. 700 mm je v suterénu a 1.NP, tloušťka je pak snížena v každém vyšším patře
- Stropní konstrukce zhotovena dřevěnými trámovými stropy s podhledem, se záklopem, škvárovým násypem a pochozí vrstvu tvoří dřevěné parkety nebo keramická dlažba
- Trámy jsou kladeny v rozteči 900 mm, uloženy do kapes ve zdivu
- Nosnou konstrukci zastřešení tvoří tradiční dřevěný krov se stojatou stolicí, sklon střešní roviny je 35°
- Skladba střechy je tvořena pouze krokvemi, laťováním a pálenou střešní krytinou

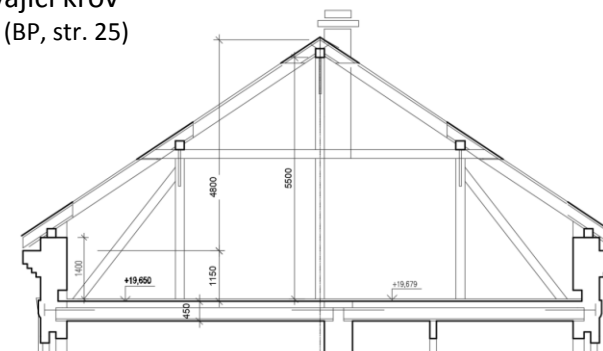
Obr. 2) Stávající skladba stropu

Zdroj: Vlastní (BP, str. 26)



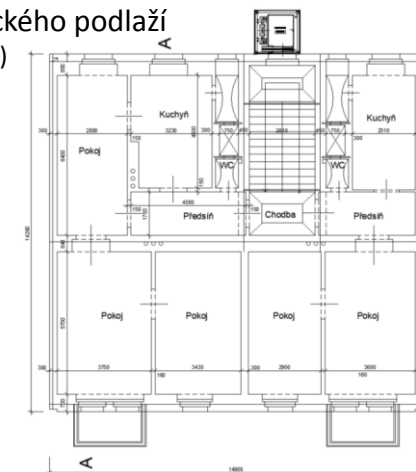
Obr. 3) Stávající krov

Zdroj: Vlastní (BP, str. 25)



Obr. 4) Půdorys typického podlaží

Zdroj: Vlastní (BP, str. 25)



Důvody a podmínky optimalizace

- Překročení mezních stavů dřevěných trámů, které tvoří nosnou konstrukci stropu, v bakalářské práci ověřeno výpočtem
- Optimalizace stropu zaměřena na jeho nejefektivnější využití a přenesení zatížení od těžkých cihelných stěn, těžkých skladeb podlah (variabilita návrhu interiéru)
- Snaha o zbytečné podkrovního prostoru, stávající skladba nevyhovuje požadavkům na obytné podkroví, stávající krov nepřenesse navrhovanou vyhovující skladbu
- Co nejefektivnější využití podkrovního prostoru, krov musí přenést zatížení od sněhu, větru a nové skladby, která vyhovuje požadavkům na obytné podkroví
- Optimalizace krovu zohledňuje památkovou lokalitu objektu, požadavkem je zachování střešní roviny směrem do hlavní ulice Korunní

Varianty optimalizace stropu

- Stanoveny zatěžovací stavy odpovídající charakteru užívání bytového domu (vlastní tíha, skladba navrhované podlahy, užité dle kategorie obytných prostor)
- Ze zatěžovacích stavů vyhotoveny kombinace zatížení pro MSP a MSÚ
- Navrhovaná skladba podlahy tvořena nášlapnou vrstvou, betonovou mazaninou a minerální kročejovou izolací

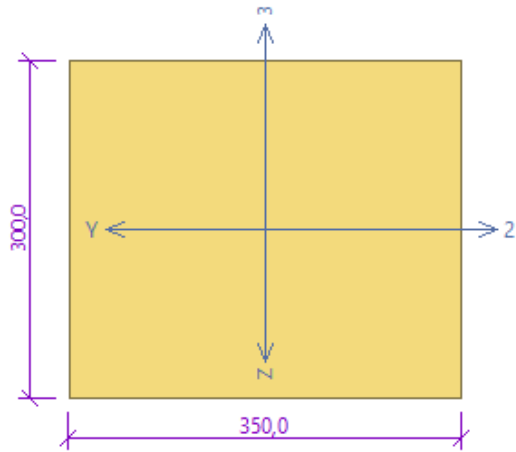
1. Zesílení stávajících trámů dřevěnými či ocelovými příložkami

Dřevěné příložky

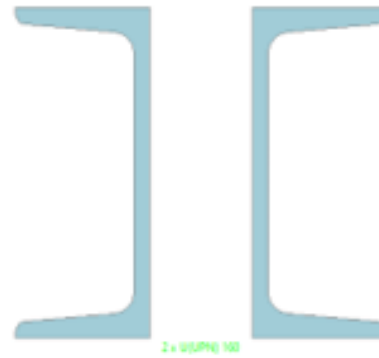
- Oboustranné zesílení dřevěnou fošnou 300x100 mm
- Spoj mezi trámem a zesílením zajištěn pomocí svorníků, návrh dle konstrukčních zásad ($\varnothing 16$ mm, rozteč 400-500 mm)
- Svorník navržen na symetrické zesílení → nehrozí porušení spoje smykem
- Posouzení stejné jako u stávajícího trámu, pouze na zvětšený průřez

Ocelové příložky

- Rozdílná tuhost oceli a dřeva → přístup k výpočtu takový, že veškeré zatížení přenáší ocelové zesílení
- Oboustranné zesílení pomocí profilů U 160
- Spoj zajištěn svorníky $\varnothing 16$ mm, v těžišti všech prvků



Obr. 5) Zesílení dřevěnými příložkami
Zdroj: Vlastní (BP, str. 30)



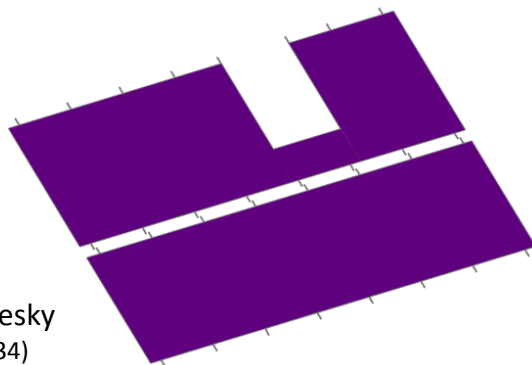
Obr. 6) Zesílení ocelovými profily
Zdroj: Vlastní (BP, str. 31)

2. Vyhotovení železobetonové desky

- Komplettní demontáž stávajícího stropu včetně vnitřních stěn, následné vyhotovení jednosměrně pruté monolitické desky
- Beton C 25/30, výztuž B500B, hlavní rastr výztuže $\varnothing 10/200$ ($A_s = 3,93 \text{ cm}^2$), dle isolinií doplněny příložky $\varnothing 10/100$ ($A_s = 7,85 \text{ cm}^2$)
- Návrh tl. desky 300 mm, při nižší tloušťce vycházely ve výpočtu příliš velké deformace
- Stěny jsou pro návrh uvažovány ve stejné poloze, jedná se o cihelné zdivo Porotherm
- Uložení stropní desky do drážek ve zdivu, drážky po 2 m, na šířku poloviny obvodového zdiva
- Návrh a posouzení vyhotoveno ve výpočetním softwaru Renex

Fyzikální vlastnosti: Tl. [m]

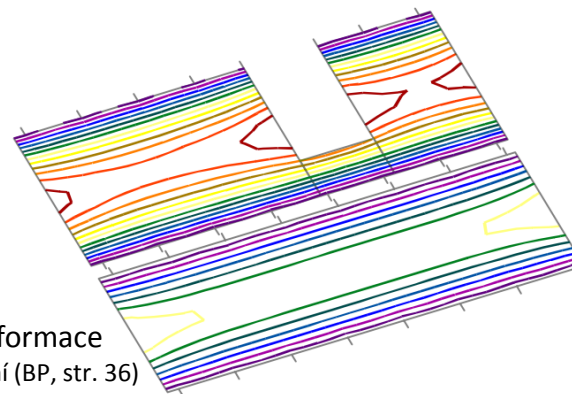
0.30



Obr. 7) Model ŽB desky
Zdroj: Vlastní (BP, str. 34)

Kombinace: "MSP" - MAX - UGlobG [mm]

0.66
1.06
1.45
1.85
2.24
2.64
3.04
3.43
3.83
4.22
4.62
5.02
5.41
5.81



Obr. 8) Deformace
Zdroj: Vlastní (BP, str. 36)

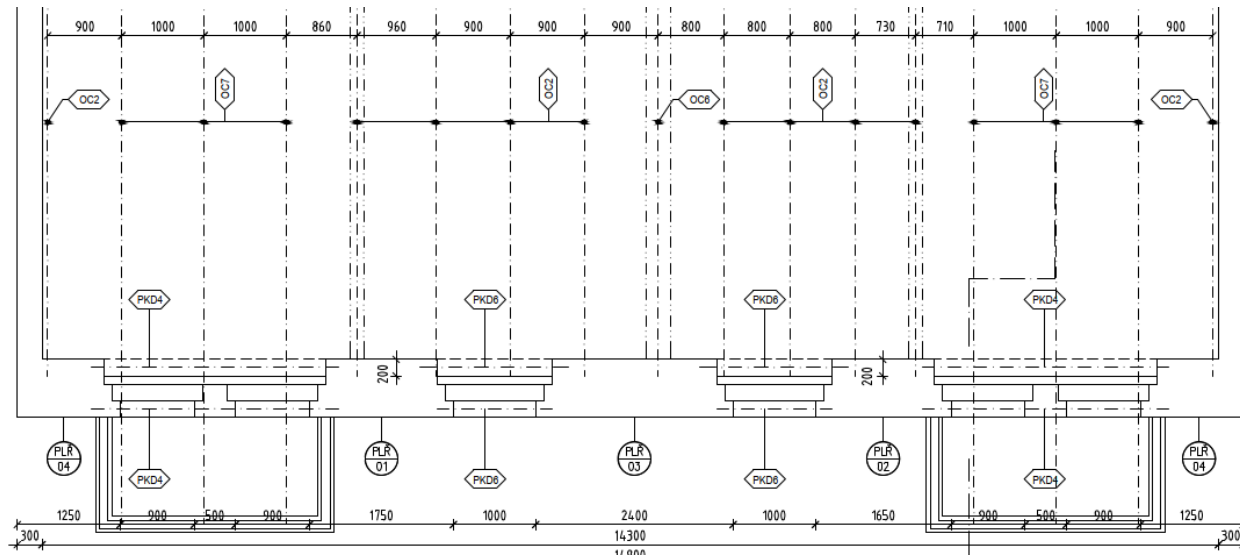
$$U_{fin} = 5,81 * 4 = 23,24 \text{ mm}$$

$$U = 6600 / 250 = 26,4 \text{ mm}$$

$$U_{fin} \leq U \dots \text{Vyhovuje}$$

3. Vyhotovení ocelobetonového stropu

- Varianta zpracována v rámci předmětu Projekt II v letním semestru 2022
- Nosné prvky stropu tvořeny ocelovými profily HEB 240, pod nosným vnitřním zdívem jsou ocelové stropnice zdvojeny (profil 2xHEB 240)
- Maximální vzdálenost mezi stropnicemi je 1000 mm
- Kompletní skladba zahrnuje ocelové „L“ profily navařené na profily HEB, trapézový plech a betonovou desku.



Obr. 9) Výřez půdorysu ocelobetonového stropu

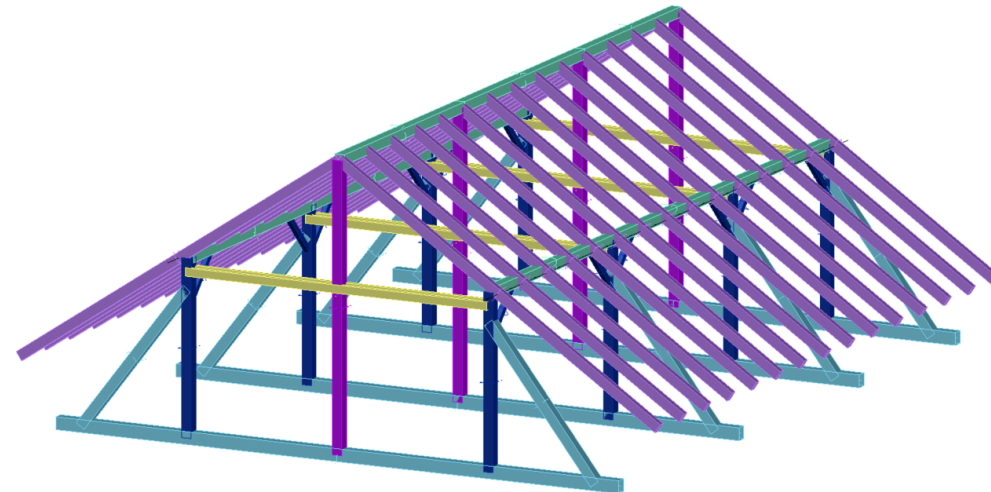
Zdroj: Vlastní (BP, str. 36)

Varianty optimalizace krovu

- Stanoveny zatěžovací stavy (vlastní tíha, skladba navrhovaného střešního pláště, zatížení sněhem, zatížení větrem)
- Vyhotoven model stávající konstrukce krovu, zatížen kombinací zatěžovacích stavů
- Překročení mezních stavů u některých prvků krovu (vazný trám, sloupky, středové vaznice)

ZATÍŽENÍ SCH02					
VRSTVA	t [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]
Plechová krytina na bednění	-	-	0,2	1,35	0,27
Latě+kontralatě (vzduch.mezera)	-	-	0,1	1,35	0,14
Hydroizolace	-	-	0,01	1,35	0,01
Mezikrokevní tepelná izolace	0,2	1	0,2	1,35	0,27
Asfaltová lepenka	-	-	0,03	1,35	0,04
Celoplošné dřevěné bednění	0,024	6,2	0,15	1,35	0,20
SDK podhled	-	-	0,05	1,35	0,07
STÁLÉ g_k			0,74	1,35	1,00

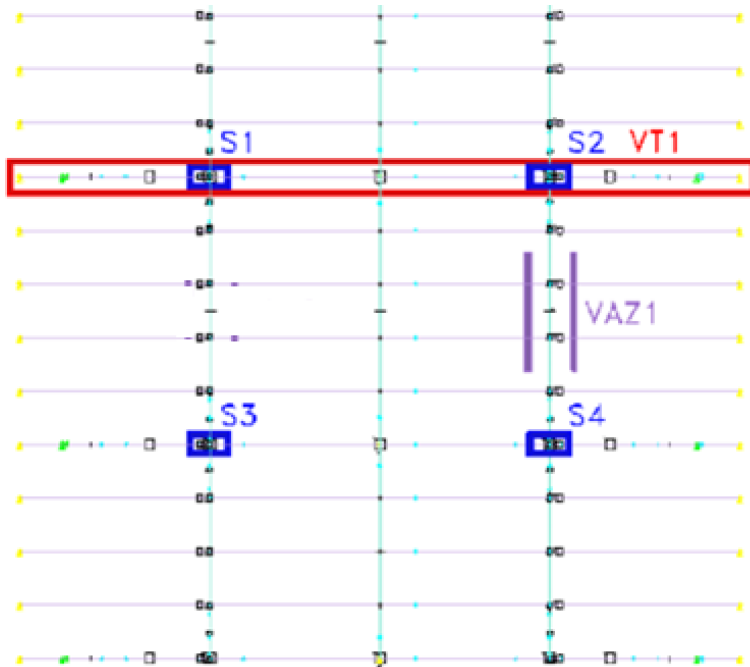
Tab. 1) Navrhovaná skladba střechy včetně zatížení
Zdroj: Vlastní (BP, str. 44)



Obr. 10) Model stávajícího krovu
Zdroj: Vlastní (BP, str. 49)

1. Zesílení krovu bez úpravy dispozice

- Varianta zahrnuje ponechání a zesílení stávající konstrukce krovu
- Zesílení navrženo na základě statického posudku
- Zesíleny nevyhovující prvky → vazný trám, sloupky a středové vaznice
- Zesílení navrženo oboustranně pomocí dřevěných příložek vždy na celou výšku průřezu, šířka zesílení dle potřeby, spoj pomocí svorníků
- Středové vaznice zesíleny jednostranně, pomocí ocelových profilů U 200 a U 240



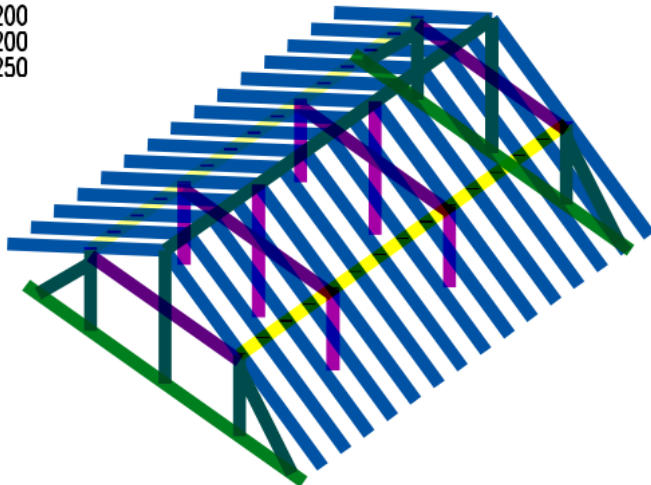
Obr. 11) Půdorys krovu s vyznačenými prvky pro zesílení
Zdroj: Vlastní (BP, str. 65)

2. Zesílení krovu s úpravou dispozice

- Varianta zahrnuje zesílení stávajícího krovu včetně úpravy dispozice
- Odebrání vybraných prvků krovu (pásky a šikmé vzpěry)
- Odebrání stávajících dřevěných sloupků, nahrazení za ocelové sloupy UPE
- Středové vaznice zesíleny pomocí ocelových prvků UPE
- Odebrání pásků a vzpěr zapříčinilo nutnost většího zesílení vaznic
- Vyhotoven upravený 3D model, dle kterého byly jednotlivé prvky dimenzovány

Fyzikální vlastnosti: PRŮŘEZ [-]

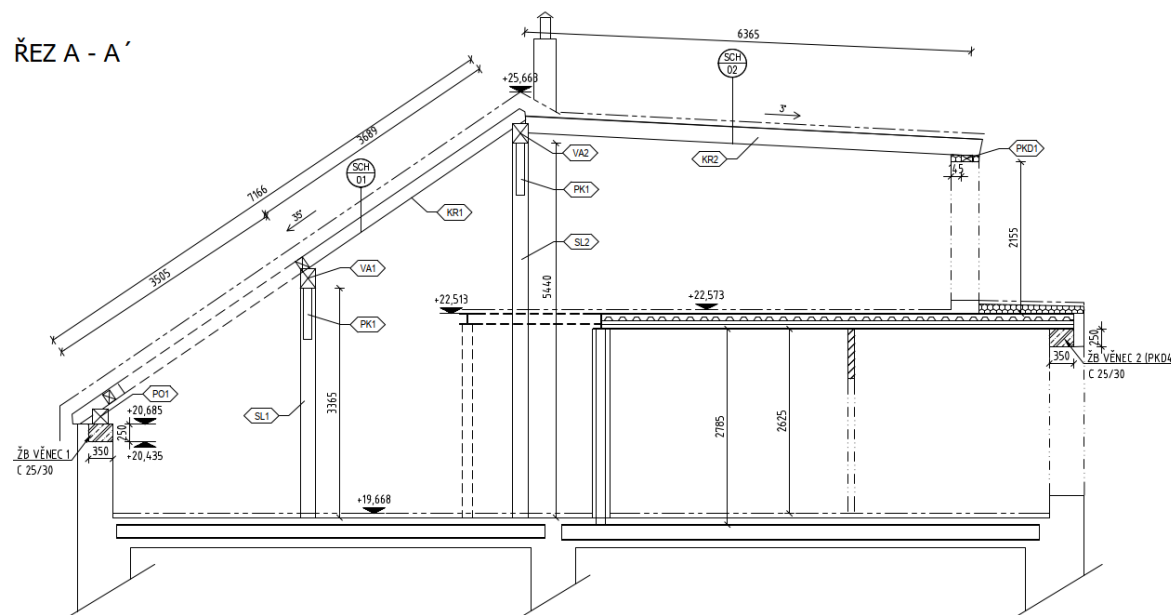
- 2xOBDELNIK 80/160
- 2xUPE180
- OBDELNIK 100/100
- OBDELNIK 120/200
- OBDELNIK 200/200
- OBDELNIK 200/250
- UPE240
- UPE270



Obr. 12) Model upraveného krovu
Zdroj: Vlastní (BP, str. 70)

3. Kompletní výměna krovu s úpravou tvaru střechy

- Varianta zpracována v rámci předmětu Projekt I v zimním semestru 2021
- Požadavek na rozmanitost a co nejefektivnější využití podkrovního prostoru
- Respektování památkové zóny → sklon střešní roviny upraven směrem do vnitrobloku, nikoliv do hlavní ulice Korunní
- Nová konstrukce zastřešení navržena jako novodobý vaznicový dřevěný krov
- Sklon střešní roviny do ulice Korunní zachován na 35°, do vnitrobloku sklon optimalizován na 3°
- U sklonu 3° navrženo ještě jedno patro plnicí funkci galerie



Obr. 13) Řez navrhovaného krovu
Zdroj: Vlastní (BP, str. 74)

Multikriteriální vyhodnocení

- Na základě parametrů využitelných v praxi
- Nejvhodnější varianta je taková, která umožní co nejeftivnější užívání s co největší variabilitou ostatních konstrukcí (skladba podlah, těžké stěny, apod.)
- Vyhodnocení vyhotoveno tabulkovou metodou, varianty obodovány, nejvíce obodovaná varianta je nejvhodnější (bodové rozhraní 1 až 5, kde 1 – nejhorší, 5 – nejlepší)

Varianty optimalizace stropu	Statická funkce a efektivita	Náročnost provedení	Variabilita využití	Životnost	Finanční náklady	Součet bodů
Zesílení trámů	3	5	2	2,5	5	17,50
Monolitická deska	4	2	4,5	5	2,5	18
Ocelobetonový strop	4,8	3	4,7	5	2,5	20,00

Tab. 2) Vyhodnocení variant optimalizace stropu
Zdroj: Vlastní (BP, str. 78)

Varianty optimalizace krovu	Statická funkce a efektivita	Náročnost provedení	Variabilita využití	Životnost	Finanční náklady	Součet bodů
Zesílení krovu bez úprav dispozice	2	4,5	2	2,5	4,5	15,50
Zesílení krovu s úpravou dispozice	3,5	4	3	3	4	17,5
Kompletní výměna krovu	5	2	5	5	2	19,00

Tab. 3) Vyhodnocení variant optimalizace krovu
Zdroj: Vlastní (BP, str. 78)

Závěr

- Vzhledem ke stanoveným parametrům byly jako nejvíce vhodné varianty vyhodnoceny kompletní výměny stávajících konstrukcí
- Důvodem je přístup optimalizace, který spočíval v návrhu co nejefektivnější a nejvariabilnější konstrukce
- Zesílení stávajících stropních trámů lze navrhnout za předpokladu, že budou přizpůsobeny ostatní konstrukce (např. lehké stěny a příčky, lehká skladba podlahy)
- Zesílení stávajícího krovu je možné za předpokladu minimálního uvolnění dispozice
- Bakalářská práce byla přínosem pro prohloubení znalostí z oblastí statiky a rekonstrukcí staveb
- Díky propojení bakalářské práce s projektovou činností během studia bylo možné navrhnout hned několik variant řešení a tím detailně proniknout do problematiky
- Cíl bakalářské práce byl naplněn

Doplňující otázky

➤ Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Luboš Podolka

1. Jaké parametry musí splňovat střešní konstrukce kromě statické únosnosti?
2. Které parametry z hlediska stavební fyziky a požárně bezpečnostního řešení by ovlivnily porovnání navržených varianty stropů?

➤ Oponent práce: Ing. Jiří Teslík, Ph.D.

Bez doplňujících otázek

DĚKUJI ZA POZORNOST
