



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE OBJEKTU RODINNÉHO DOMU

SUPPORTING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF THE HOUSE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nela Janovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. František Girgler, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav betonových a zděných konstrukcí
Studentka: **Nela Janovská**
Vedoucí práce: **doc. Ing. František Girgle, Ph.D.**
Akademický rok: 2024/25
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Nosná železobetonová konstrukce objektu rodinného domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Studentka provede, na základě zadaných podkladů, návrh vybrané části železobetonové monolitické konstrukce objektu rodinného domu. Rozsah dle zadání vedoucího bakalářské práce. Řešení bude provedeno pomocí vhodného MKP programu, případně s kontrolou výsledků pomocí vhodné zjednodušené ruční metody. Případná zjednodušení lze provádět podle pokynů vedoucího bakalářské práce. Práce bude zpracována v rozsahu vědomostí, které odpovídají znalostem posluchačky bakalářského studijního programu.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je návrh vybrané části železobetonové monolitické konstrukce objektu rodinného domu a to v souladu s platnými normami, podklady a pokyny vedoucího práce. Práce bude obsahovat dimenzování vybrané části konstrukce a výkres tvaru. Nedílnou součástí jsou výkresy výztuže řešených prvků v podrobnosti realizační dokumentace. Ostatní činnosti a případná zjednodušení zadané konstrukce budou provedena v souladu s pokyny vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti dle platných směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresová dokumentace (v rozsahu určeném vedoucím práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Základní stavební výkresy řešeného objektu: půdorysy, řezy, situace, apod.

Platné technické předpisy a návrhové normy v aktuálním znění:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí;

ČSN EN 1991-1-1 až 4 Zatížení stavebních konstrukcí;

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.

Další literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 29. 11. 2024

L. S.

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
vedoucí ústavu

doc. Ing. František Girgler, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

SOUHLAS S POSKYTNUTÍM PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE
PRO STUDIJNÍ ÚČELY

Jméno a adresa organizace nebo oprávněné fyzické osoby, která zapůjčuje projektovou dokumentaci:

Za architektonické studio TVARY, www.tvary.net

Ing. Ondřej Slowik, Ph.D., Vyhonkovec 1471, 735 32 Rychvald

IČ: 88900690, tel.: +420 731 124 250, email: ondra@tvary.net

Udělujeme souhlas s využitím zapůjčené projektové dokumentace ke stavbě s názvem:

NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU, P. Č. 1049/111, 1049/112, K.Ú. KŘIVÉ [723959]

Studentovi,

Jméno a příjmení: Nela Janovská

Datum narození:

Bydliště:

kteřý je studentem studijního oboru Stavební inženýrství - pozemní stavby

na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě stavební, Ústavu betonových a zděných konstrukcí, Veveří 331/95, Brno 602 00.

Zapůjčená projektová dokumentace bude využita výlučně pro studijní účely, a to jako podklad pro vypracování vysokoškolské kvalifikační práce v akademickém roce 2024/2025.

V Brně, dne 15.05.2025

podpis oprávněné osoby

razítko



ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení železobetonové monolitické konstrukce rodinného domu. Jedná se o víceúrovňovou střešní desku s obrácenými žebry a architektonické prvky v podobě nosníku a přístřešku z pohledového betonu. Byl proveden výpočet zatížení, statická analýza konstrukce a návrh vyztužení. Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků pomocí výpočetního programu SCIA Engineer 24.0. Součástí práce jsou výkresy tvaru a vyztužení daných prvků.

KLÍČOVÁ SLOVA

střešní deska, nosník, zatížení teplotou, pohledový beton, metoda konečných prvků

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is the design and structural assessment of a monolithic reinforced concrete structure of a family house. The load-bearing system consists of a multi-level roof slab with downstand beams and architectural elements in the form of an exposed concrete beam and canopy. The work includes load calculation, structural analysis and reinforcement design. Internal forces were determined using the finite element method in the structural analysis software SCIA Engineer 24.0. The thesis also includes shape and reinforcement drawings of the designed structural elements.

KEYWORDS

roof slab, beam, thermal action, exposed concrete, finite element method

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JANOVSKÁ, Nela. *Nosná železobetonová konstrukce objektu rodinného domu*. Brno, 2025. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí doc. Ing. František Girgle, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Nosná železobetonová konstrukce objektu rodinného domu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 19. 5. 2025

Nela Janovská

autor

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, doc. Ing. Františku Girgemu, Ph.D., za jeho odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracovávání této práce.

Dále bych chtěla poděkovat mé rodině, přátelům a také svému čtyřnohému společníkovi za podporu během celého studia.

V neposlední řadě patří mé poděkování architektonickému studiu TVARY za ochotu a poskytnutí podkladů k tomuto výjimečnému projektu.

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. POPIS OBJEKTU.....	9
3. POPIS KONSTRUKCÍ.....	9
3.1 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	9
3.2 SVISLÉ KONSTRUKCE	10
3.3 VODOROVNÉ KONSTRUKCE	10
3.4 PRUTOVÉ KONSTRUKCE	10
4. ZATÍŽENÍ.....	10
4.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	10
4.2 PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	11
5. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY	11
6. VÝPOČETNÍ MODEL	11
7. DIMENZOVÁNÍ.....	13
8. ZÁVĚR.....	14
9. ZDROJE.....	14
9.1 NORMY	14
9.2 LITERATURA	15
9.3 WEBOVÉ STRÁNKY	15
9.4 PROGRAMY.....	15
10. SEZNAM PŘÍLOH.....	16

1. ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh a statické řešení železobetonové nosné konstrukce rodinného domu – konkrétně víceúrovňové stropní desky s obrácenými žebry (jednotlivé desky propojené ozuby mezi sebou), nosníku a konstrukce přístřešku. Pro stanovení vnitřních sil byl využit výpočetní program SCIA Engineer 24.0, ve kterém byl vytvořen prostorový 3D model daných konstrukčních prvků. Součástí bakalářské práce je statický výpočet a výkresová dokumentace navržených železobetonových prvků.

2. POPIS OBJEKTU

Jedná se o jednopodlažní, nepodsklepený rodinný dům s půdorysem ve tvaru písmene H s celkovými půdorysnými rozměry 19,5 x 11,25 m. Tento základní objem je doplněn přístřeškem o rozměrech 7,0 x 17,75 m, orientovaným kolmo na delší rozměr objektu, a nosníkem spojující žebra desek. Tyto doplňující architektonické prvky jsou navrženy z pohledového betonu, jehož provedení a nároky na povrchovou úpravu budou definovány ve smlouvě o dílo dle technických pravidel ČBS 03. Střešní deska je podepřena kombinací nosných stěn z keramických tvárníc a ocelových sloupů z uzavřených profilů. Přístřešek je nesen ocelovými sloupy z uzavřených profilů, které jsou částečně kotveny do železobetonové stropní desky objektu.



Vizualizace z podkladů architektonického studia TVARY.

3. POPIS KONSTRUKCÍ

3.1 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Nosné stěny objektu jsou založeny na základových pasech. Jednotlivé ocelové sloupy přístřešku, které nejsou kotveny do střešní desky, jsou založeny na patkách. Vnitřní ocelové sloupy objektu jsou také zakládány na patkách. Základové konstrukce jsou zhotoveny z betonu třídy C16/20.

4.2 PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

Užitné plošné zatížení střešní konstrukce odpovídá kategorii H – $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$ (dle ČSN EN 1990). Na střešní desku, nosník a přístřešek také působí klimatická zatížení – vítr a sníh. Přístřešek a nosník jsou navíc namáhány objemovými změnami způsobenými teplotou. Průměrné hodnoty teploty vzduchu u povrchu v letním období jsou upraveny pomocí výpočtu teploty povrchu konstrukce v programu Teplo 2017 LT.

5. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pro přístřešek a nosník, jakožto prvky exponované vnějšímu prostředí, se stupněm vlivu prostředí XC4 XF3 byl použit beton třídy C30/37. Stupeň vlivu prostředí pro desky a žebra je XC1. Pro tyto konstrukce byl zvolen beton třídy C25/30. Všechny prvky jsou vyztuženy betonářskou výztuží třídy B500B.

BETON C25/30

Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel betonu	$\gamma_c = 1,5$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 16,67 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu (průměrná)	$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu (dolní kvantil)	$f_{ctk;0,05} = 1,8 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$
Mezní přetvoření betonu	$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$

BETON C30/37

Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel betonu	$\gamma_c = 1,5$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20,0 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu (průměrná)	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu (dolní kvantil)	$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 32,8 \text{ GPa}$
Mezní přetvoření betonu	$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$

OCEL B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel betonářské oceli	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonářské oceli	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Mezní přetvoření betonářské oceli	$\varepsilon_s = 2,17 \text{ ‰}$

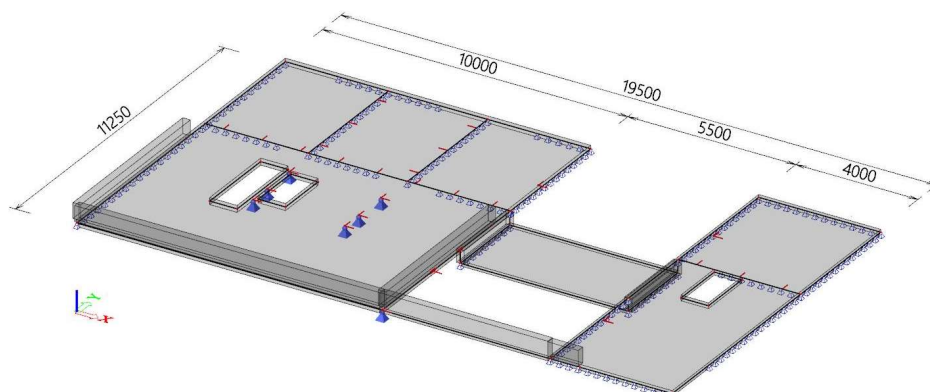
6. VÝPOČETNÍ MODEL

Model byl vytvořen ve výpočetním programu SCIA Engineer 24.0, pomocí kterého byly získány vnitřní síly pro dimenzování a posouzení. Desky jsou modelovány jako deskové prvky, nosník a žebra jako 1D prvky. Postupně byly vytvořeny 3 modely:

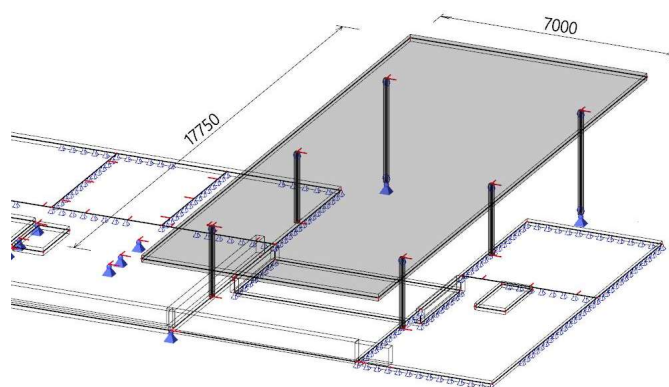
MODEL Č. 1 – VŠECHNY PODPORY TUHÉ

Všechny podpory (liniové i bodové) jsou tuhé.

SPODNÍ DESKY + ŽEBRA

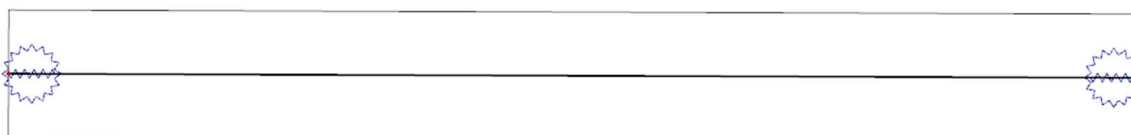


HORNÍ DESKA (PŘÍSTŘEŠEK)



MODEL Č. 2 – TUHÉ PODPORY + ÚPRAVA TUHOSTI NOSNÍKU A PŘÍSTŘEŠKU

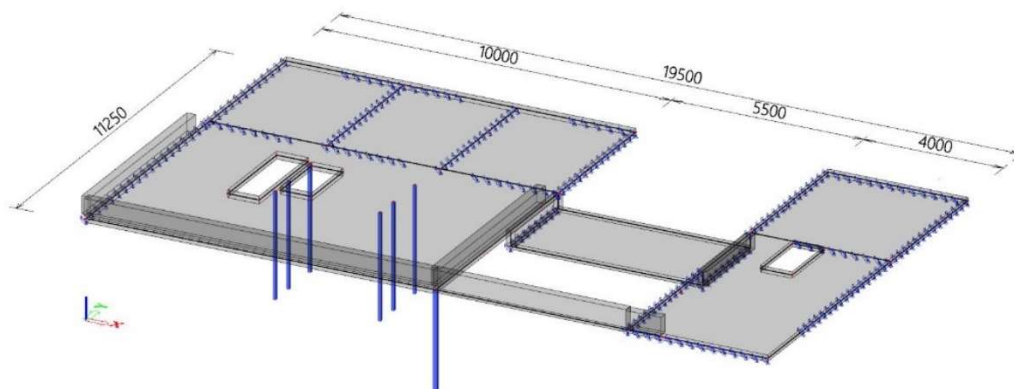
Vzhledově model vypadá skoro stejně jako model č. 1 – jediný rozdíl je v zobrazení připojení nosníku. Liniové a bodové podpory zůstávají tuhé a u přístřešku a nosníku je snížen modul pružnosti na 75 % původní hodnoty. Snížením modulu pružnosti je ve výpočtu zohledněno snížení ohybové tuhosti vznikem trhlin, protože jsou prvky vystaveny venkovnímu prostředí a výraznému namáhání objemovými změnami (zejména teplotou). Nosník je k žebřům připojen pomocí prvku pro přerušení tepelného mostu Schöck Isokorb XT typ BP. Tuhost připojení nosníku je upravena pomocí pružin ve směru x a je zadána ohybová tuhost okolo osy y – jejich hodnoty byly vypočteny na základě materiálových vlastností a údajů z technického listu výrobce.



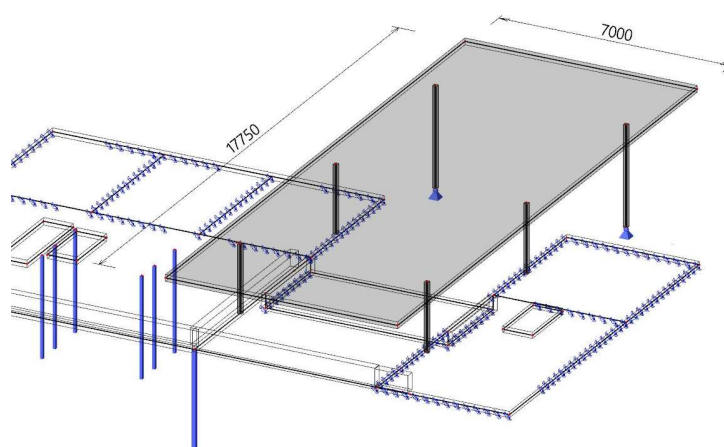
MODEL Č. 3 – S PRUŽNÝMI PODPORAMI

Desky jsou podepřeny kombinací pružných liniových podpor a podpor typu „sloup“. Bodové podpory přístřešku jsou modelovány přímo jako 1D prvky (sloupy) daného průřezu. Program SCIA Engineer 24.0 automaticky zohledňuje tuhosti obou variant modelování sloupů při výpočtu. Modul pružnosti nosníku a přístřešku je také snížen na 75 % své původní hodnoty. Tuhosti připojení nosníku na žebra musely být iterací upraveny tak, aby nebyla překročena maximální únosnost prvku Schöck Isokorb.

SPODNÍ DESKY + ŽEBRA



HORNÍ DESKA (PŘÍSTŘEŠEK)



7. DIMENZOVÁNÍ

Desky D1, D2 a D4 jsou navrženy jako křížem vyztužené desky se základním rastrem $\varnothing 10/250$ mm, který byl následně doplněn příložkami o průměru 8, 10 a 12 mm dle potřeby. V místě otvorů v deskách bylo navrženo lemování a šikmá výztuž. Deska D3 je dimenzována jako deska působící v jednom směru. Vzdálenost jednotlivých prutů $\varnothing 10$ mm je sjednocena se základním rastrem ostatních desek, aby bylo možné provést provázání v místě ozubů pomocí třmínek $\varnothing 10$ po 250 mm. Obrácená žebra desek jsou vyztužena v souladu s příslušnou deskou. Výztuž v nosníku navazuje na výztuž z Isokorbu, která je doplněna o spodní nosnou výztuž a třmínky $\varnothing 8$ mm.

8. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit nosné železobetonové konstrukce rodinného domu v souladu s aktuálně platnými normami. Součástí práce je statický výpočet a výkresová dokumentace navržených železobetonových prvků. Navržené prvky vyhovují na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti.

9. ZDROJE

9.1 NORMY

- [1] ČSN EN 1990 ed. 2. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2021.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2024.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020.
- [5] ČSN EN 1991-1-5. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [6] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [7] ČSN EN 1996-1-1. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2024.
- [8] ČSN EN 206+A2. Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2021.
- [9] ČSN ISO 1920-10. Zkoušení betonu – Část 10: Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [10] ČSN ISO 3766. Výkresy stavebních konstrukcí – Kreslení výztuže do betonu. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [11] ČSN 01 3481. Výkresy betonových konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 1987.

- [12] ČSN EN 12390-8. Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020.
- [13] ČSN EN 42 0139. Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel žebříková a hladká. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

9.2 LITERATURA

- [1] ŠTĚPÁNEK, Petr, Ivailo TERZIJSKI, Ivana LANÍKOVÁ a Petr ŠIMŮNEK. Prvky betonových konstrukcí BL001 Výukové texty, příklady a pomůcky. Brno 2019. Dostupné i online z: https://www.fce.vutbr.cz/BZK/pozar.m/BL001/BL001_vyukove_texty.pdf
- [2] BÍLÝ, Petr. Návrh stropní desky v programu SCIA Engineer. 2021. Dostupné online z: https://people.fsv.cvut.cz/~stefarad/vyuka/133YBKC/YBKC_Deska.pdf
- [3] ŠTEVULA, Michal. Pohledový beton — komunikace, normy, předpisy. 2008. Dostupné online z: https://www.ebeton.cz/clanky/2008_7_020_pohledovy-beton-komunikace-normy-predpisy/

9.3 WEBOVÉ STRÁNKY

- [1] WIENERBERGER. Porotherm 25 AKU SYM. Online. 2025. Dostupné z: https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/technical/technical-product-info-sheet/wall/CZ_POR_TEC_Pth_25_AKU_SYM.pdf
- [2] WIENERBERGER. Porotherm 50 T Profi Dryfix. Online. 2025. Dostupné z: https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/technical/technical-product-info-sheet/wall/CZ_POR_TEC_Pth_50_T_Profi_DF.pdf
- [3] SCHÖCK BAUTEILE GMBH. Schöck Isokorb® XT typ BP. Online. 2024. Dostupné z: https://www.schoeck.com/viewfile/6057/Technicke_informace_Schoeck_Isokorb_XT_typ_BP_6057_.pdf
- [4] DEK A.S. Stavební knihovna DEK Online. 2025. Dostupné z: <https://deksoft.eu/knihovna>

9.4 PROGRAMY

SCIA Engineer 24.0
Teplo 2017 LT
Peikko Designer
AutoCAD 2024

10. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

P2. Výkresová dokumentace

P2.1 Výkres tvaru

P2.2 Výkres výztuže střešní desky – spodní povrch

P2.3 Výkres výztuže střešní desky – horní povrch

P2.4 Výkres výztuže nosníku a žebra Ž4

P3. Statický výpočet

P3.1 Přílohy statického výpočtu