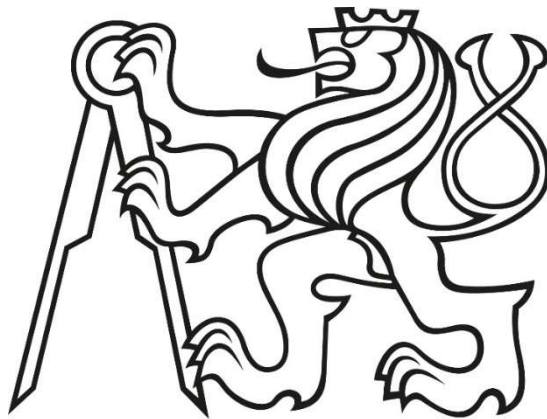


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO
OBJEKTU

FIRE SAFETY DESIGN OF OFFICE AND TECHNOLOGICAL
BUILDING

Autor práce: Václav Kloida

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Klolda Jméno: Václav Osobní číslo: 438150

Zadávací katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární řešení administrativně-technologického objektu

Název bakalářské práce anglicky: Fire Safety Design of Office and Technological Building

Pokyny pro vypracování:

- revize stavební části
- požárně bezpečnostní řešení
- návrh a posouzení vybrané části konstrukce za běžné teploty
- posouzení požární odolnosti vybrané části konstrukce

Seznam doporučené literatury:


- ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-1-2: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty


Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 21. 2. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27. 5. 2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

27. 2. 2018

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....

Podpis autora

Václav Kloida

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Radku Štefanovi, Ph.D., za ochotu při konzultacích, připomínky a odborné vedení. Děle panu Ing. Martinu Benýškovi za konzultace při tvorbě požárně bezpečnostního řešení stavby.

Anotace:

Předmětem bakalářské práce je požární řešení administrativně technologického objektu zázemí pro budoucí výrobní halu, na základě zadané projektové dokumentace. Bakalářská práce zahrnuje revizi architektonického řešení, statický návrh konstrukcí za běžné teploty, jejich posouzení na účinky požáru a požárně bezpečnostní řešení ve stupni dokumentace pro územní řízení. Statický návrh obsahuje předběžný návrh jednotlivých nosných prvků a podrobný návrh vybraných konstrukcí. Posouzení na požární odolnost bylo provedeno formou zjednodušených výpočetních metod. Při řešení bylo postupováno podle současných platných norem a předpisů.

Přínosem této bakalářské práce je ukázka výpočetních metod a postupů při řešení nosné konstrukce budovy a požární zhodnocení pro potřeby odboru prevence Hasičského záchranného sboru ČR.

Klíčová slova:

Požární řešení, administrativně technologický objekt, nosná konstrukce, železobeton, prefabrikovaný skelet, statický výpočet, požární odolnost, požárně bezpečnostní řešení

Annotation:

The aim of this bachelor thesis is the fire safety solution to the office and technological part for planned industrial hall-based on the assigned building documentation. The bachelor thesis consist of project documentation revision, static design at normal temperature and during the fire situation and fire safety solution elaborated for a land use approval. Draft of the statics includes the preliminary design of individual elements and the detailed draft of selected parts of structures. Assesment of structures during fire situation is done by using simplifield calculation methods. The solution was prepared according to the current standards and regulations.

The contribution of this thesis is a demonstration of computational methods and procedures to solution of the support construction of building and fire prevent evaluation for the fire department of the Czech republic.

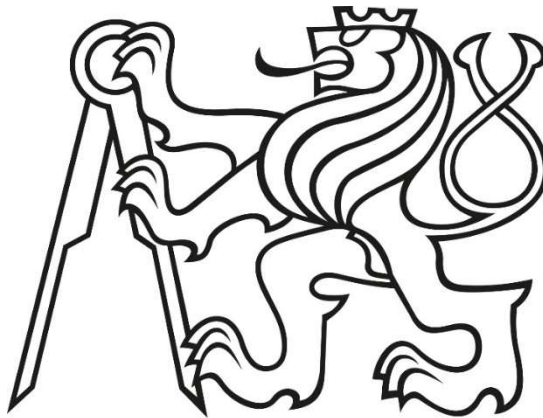
Key words:

Fire safety design, office and technology building structural system, reinforced concrete, precast concrete skeleton, static design, fire resistance, fire safety solutions

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

ČÁST A – REVIZE ARCHITEKTONICKÉHO ŘEŠENÍ

Autor práce: Václav Kloida

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Obsah

Úvod.....	2
1. Revize architektonického řešení	3

Úvod

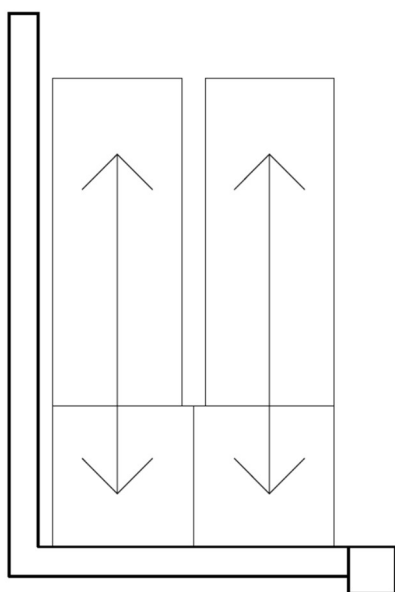
Předmětem části A – revize architektonického řešení, je posouzení stávajícího řešení a optimalizace navržených konstrukcí tak, aby vyhověly všem požadavkům.

1. Revize architektonického řešení

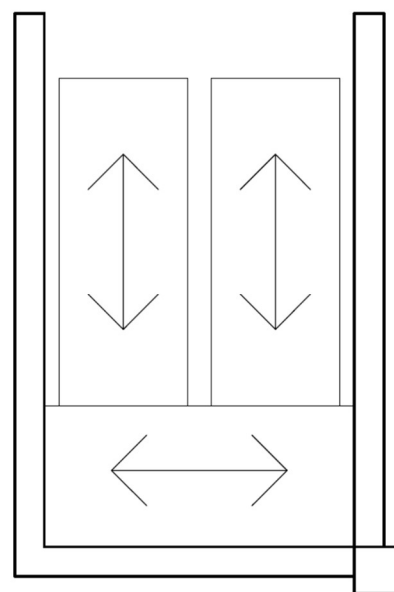
Jako podklad pro zpracování bakalářské práce byla zadána architektonicko-stavební část projektové dokumentace ke stavebnímu povolení. Obsahem zadání byly půdorysy 1. NP, 2. NP, 3. NP, 2 pohledy (vstupní a boční fasáda), 3 řezy a technická zpráva.

V rámci revize bylo provedeno několik změn, a to z důvodu optimalizování nosných prvků na konkrétní zatížení.

Změna tloušťky stropních panelů z 250 mm na 200 mm. Změna průřezu průvlaku z 300/500 mm na 350/700. Dále byl zredukován průřez sloupů – původní návrh počítal s průřezem 400/400 mm, byl navržen a posouzen průřez 350/350. Dále byl odstraněn střední pruh průvlaků (řada B), pro ztužení budovy byly zachovány průvlaky pouze po obvodě. Změněn byl taktéž střešní vazník, který byl z rozměrů 300/500 mm upraven na 500/1200 mm. Také byla přidána schodišťová stěna na severovýchodním schodišti – bude tak možné osadit do objektu pouze jeden typ prefabrikovaného schodiště a bude tak sjednocena technologie provádění.



Obr. 1 – Původní návrh schodiště (pnutí desek)

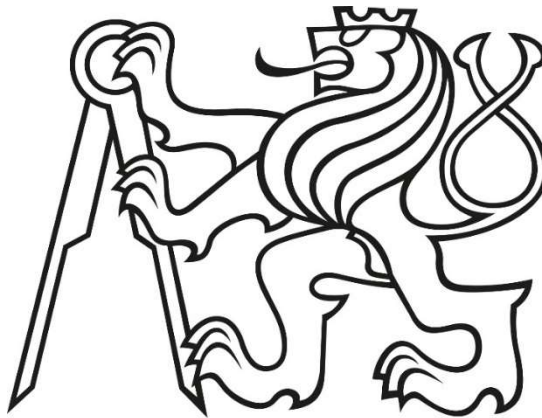


Obr. 2. – Nový návrh schodiště (pnutí desek)

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

ČÁST B – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Autor práce: Václav Kloida

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Obsah

Úvod.....	3
Zdroje:.....	4
1. Stručný popis stavby	7
1.1 Urbanistické a dispoziční řešení.....	7
1.2 Konstrukční řešení	8
1.3 Použité materiály.....	10
1.4 Zatížení.....	10
1.4.1 Stálá zatížení	10
1.4.2 Zatížení příčkami	11
1.4.3 Užité zatížení.....	11
1.4.4 Zatížení sněhem	11
1.4.5 Zatížení větrem.....	11
1.4.6 Montážní zatížení	11
1.4.7 Další zatížení.....	11
1.6 Založení stavby	12
1.7 Nosný systém	12
1.7.1 Vodorovné nosné konstrukce.....	12
1.7.2 Svislé nosné konstrukce	13
1.7.3 Svislé komunikační prvky.....	13
1.7.4 Zajištění vodorovného ztužení	13
2. Návrh a posouzení nosných prvků za běžné teploty	14
2.1 Stropní deska	14
4.1.1 Zatížení na stropní desku	14
4.1.2 Návrh a posouzení stropní desky	15
2.2 Průvlak	16
4.2.1 Zatížení na průvlak.....	16
4.2.2 Návrh a posouzení průvlaku.....	17
2.3 Sloup	24
2.3.1 Zatížení na sloup	24
2.3.2 Návrh a posouzení sloupu	25
2.4 Vazník	31
2.4.1 Zatížení na vazník	31
2.4.2 Návrh a posouzení vazníku	33

2	Posouzení nosných prvků na účinky požáru	48
2.4	Analýza požárního úseku	49
2.5	Stropní deska.....	50
2.6	Průvlak	50
2.7	Sloup	53
2.8	Vazník	57
2.9	Stěna.....	60
3	Závěr	60

Úvod

Předmětem části B – stavebně konstrukční řešení, je návrh a posouzení vybrané části konstrukce objektu administrativně-technologického zázemí pro plánovanou výrobní halu. Statický výpočet obsahuje předběžný návrh rozměrů jednotlivých konstrukcí a podrobné posouzení vybrané části konstrukce za běžné teploty a za požáru.

Zdroje:

Použité normy a literatura:

- [1] ČSN EN 1990 ed.2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [6] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1992-1-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru
- [8] ČSN EN 13369 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty
- [9] PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové stropní a schodišťové konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06323-1.
- [10] Podklad pro navrhování 15. vydání, Wienerberger cihlářský průmysl, a. s.
- [11] *Katedra betonových a zděných konstrukcí* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://concrete.fsv.cvut.cz/stare/pomucky/pomucky_sort.php?id=zat
- [12] *Využití pokročilého modelování konstrukcí v magisterském studiu* [online]. 2014 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/stefarad/RPMT/Modelovani.html>
- [13] NEDOMOVÁ, Karolina. *Numerická analýza průběhu průhybů železobetonových nosníků* [online]. 2017 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/69248>. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze
- [14] NAVRHOVÁNÍ NEPŘÍMO ULOŽENÝCH A SLOŽENÝCH KONZOL S POUŽITÍM MODELŮ NÁHRADNÍ PŘÍHRADOVINY. BETON [online]. 2010(1), 46 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2010-1-46_0.pdf

- [15] KOHOUTKOVÁ, Alena, Jaroslav PROCHÁZKA a Jitka VAŠKOVÁ. Navrhování železobetonových konstrukcí: příklady a postupy. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05587-8.

Použitý software:

Microsoft Office – Word 2016

Microsoft Office – Excel 2016

PTC Mathcad Prime 3.1

Autodesk Autocad 2018

Allplan 2018

FIN EC 2018 – Zatížení

FIN EC 2018 – Betonový výsek

FIN EC 2018 – FIN 2D

FIN EC 2018 – FIN 3D

SCIA Engineer 17.01

FiDes 1.1 – Soubor výpočetních programů pro navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru podle Eurokódů; Radek Štefan, 2010

IDP – interakční diagram průřezu; Jakub Holan, Radek Štefan, 2017

RCCfi – Výpočetní program pro posouzení požární odolnosti železobetonových sloupů; Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka, 2012

Halfen TPA 3.13.0

Zkratky použité v textu:

ČSN = česká technická norma

TZB = technická zařízení budov

NP = nadzemní podlaží

PO = požární odolnost

SDK = sádrokarton

Seznam obrázků:

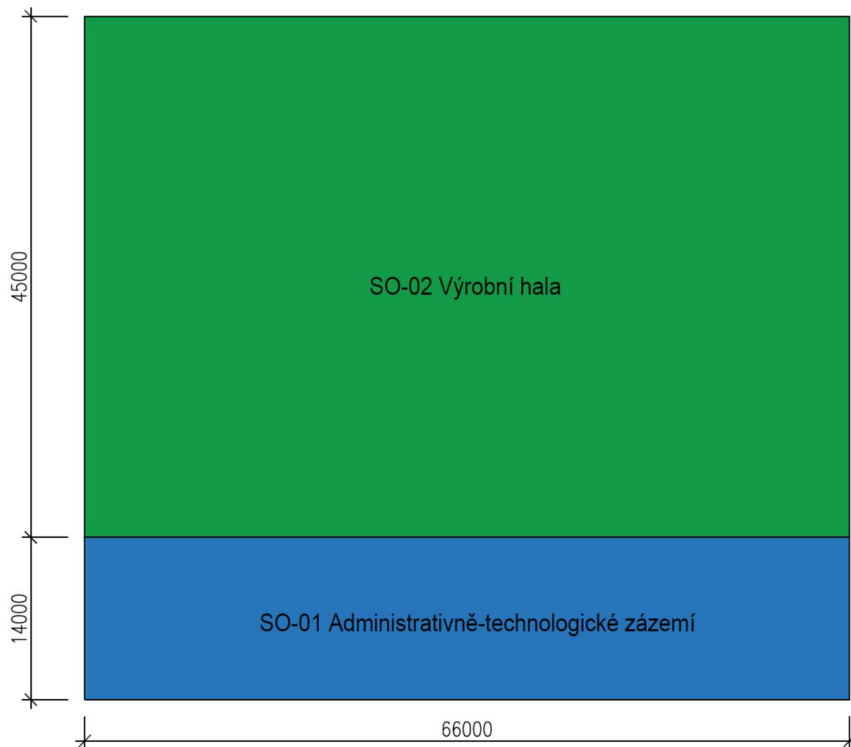
- Obr. 1 – Schéma budoucího stavu*
- Obr. 2 – Prostorové konstrukční schéma objektu*
- Obr. 3 – Konstrukční schéma s vyobrazením pnutí desek*
- Obr. 4 – Zatěžovací šířka průvlaku*
- Obr. 5 – schéma rozmístění třmíneků*
- Obr. 6 – Průvlak – průběh průhybu od smršťování, od kvazi stálého zatížení, celkový průhyb*
- Obr. 7 – Řez sloupem, zatěžovací plocha sloupu*
- Obr. 8 – účinná délka sloupu [6]*
- Obr. 9 – Interakční diagram průřezu – výstup z programu IDP*
- Obr. 10 - Obálka zatížení větrem (tlak) – FIN EC*
- Obr. 11. - Ozub s vodorovnými smyčkami [14]*
- Obr. 12. – Schéma rozměrů ozubu*
- Obr. 13 – Příhradový model 1 [12]*
- Obr. 14 – Příhradový model 2 [12]*
- Obr. 15 – Schéma navržené výztuže ozubu*
- Obr. 16 – Schéma rozmístění třmíneků*
- Obr. 17 – Vazník – průběh průhybu od smršťování, od kvazi stálého zatížení, celkový průhyb*
- Obr. 18 – Schéma rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – pohled boční*
- Obr. 19 – Schémata rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – půdorys*
- Obr. 20 – Schéma rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – pohled čelní*
- Obr. 21 – Halfen DEHA 6000-20,0-0500*
- Obr. 22 – U třmínek pro zachycení šikmých tahů*
- Obr. 23 – Schéma kotevních hlavic*
- Obr. 24 – 3D model výztuže vazníku*
- Obr. 25 – Normová teplotní křivka v čase 60 minut – FiDes 1.1*
- Obr. 26 – Výztuž průvlaku*
- Obr. 27 – Teplotní profil průvlaku, normový požár, $t = 60 \text{ min}$ – FiDes 1.1*
- Obr. 28 – Schéma vstupních údajů – RCC_{fi}*
- Obr. 29 – Teplotní profil sloupu, normový požár, $t = 60 \text{ min}$ – FiDes 1.1*
- Obr. 30 – Výstup z programu RCC_{fi}*

1. Stručný popis stavby

1.1 Urbanistické a dispoziční řešení

Objekt technologicko-administrativního zázemí a budoucí přístavba výrobní haly se nachází v průmyslové části Českých Budějovic. Řešený objekt je třípodlažní, obdélníkového tvaru. Střecha je projektována plochá nepochozí, ukončená atikou. V 1.NP se nachází vrátnice, recepce a pomocné prostory (nástrojárna, laboratoře, údržba) pro plánovanou výrobní halu. Součástí 1.NP je také plynová regulační stanice, trafostanice a rozvaděče NN. Ve 2.NP je umístěno sociální zázemí pro zaměstnance (šatny, umývárny, WC, kuchyňka, kancelář), dále pak strojovna vzduchotechniky, laboratoře, rozvaděč NN a archiv. Ve 3. NP je situováno kancelářské zázemí, jídelna pro 50 osob a rozvaděč NN. V objektu jsou navržena 3 dvouramenná schodiště, 2 osobní a 1 nákladní výtah. Vstup do objektu je umožněn přes recepci na jihovýchodní straně. Rovněž je zde plánován průjezd do budoucí výrobní haly. Průjezd musí splňovat minimální výšku pro vozidla typu N2, a proto je konstrukční výška 1. NP 5,845 m. Konstrukční výška 2. a 3. NP je 4,62 m. Modulové rozměry objektu jsou 66×14 m.

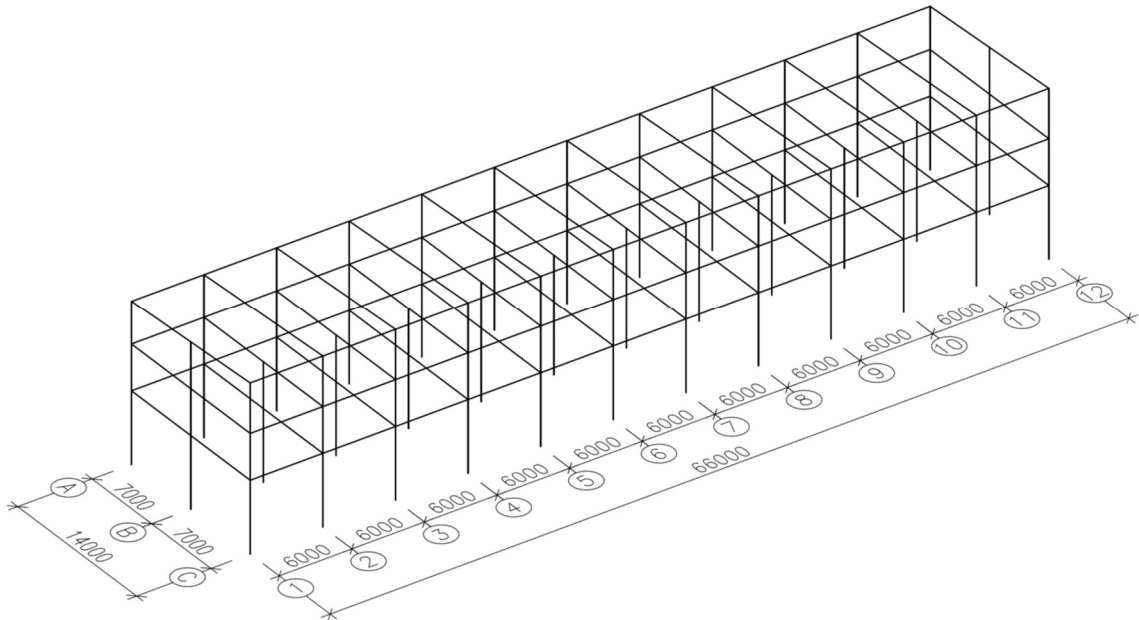
V další fázi výstavby je plánována přístavba výrobní haly, která bude navazovat na severozápadní stěnu administrativně-technologického zázemí. Modulové rozměry výrobní haly se předpokládají 66×45 m a je zde plánovaná výroba součástek do leteckých motorů.



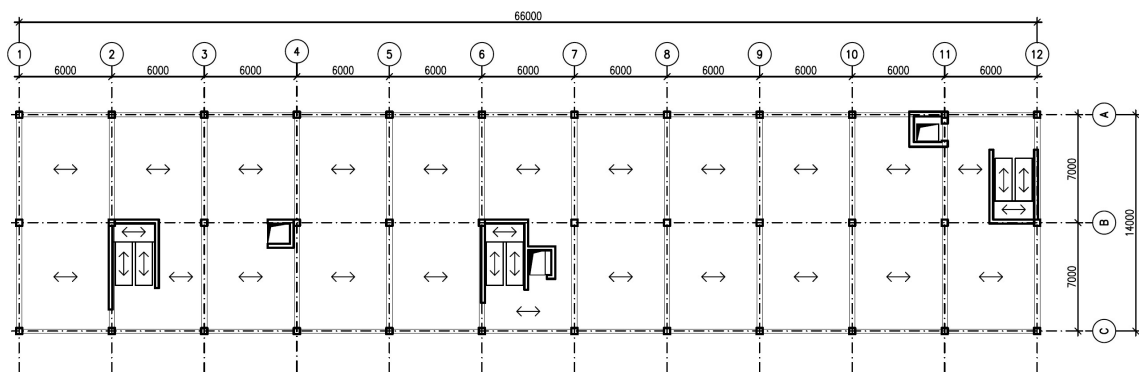
Obr. 1 – Schéma budoucího stavu

1.2 Konstrukční řešení

Nosný systém je řešen jako železobetonový prefabrikovaný skelet, který bude založen na základových patkách. Základová patka bude pod každým sloupem o rastru 6×7 m. Nosné konstrukce stropu budou tvořeny předpjatými železobetonovými panely Spiroll. Na čtvercových sloupech budou uloženy průvlaky obdélníkového průřezu. Nosnou konstrukci střechy tvoří obdélníkový vazník uložený na ozuby. Průvlaky jsou taktéž navrženy po obvodě budovy, kde zajišťují prostorové ztužení. V objektu se nachází 3 dvouramenná prefabrikovaná schodiště, která budou uloženy na ozub na průvlak a mezipodestu. Mezipodesty budou uloženy na schodišťové stěny, které budou vyžděny z broušených cihel tloušťky 250 mm. Toto zdivo bude také plnit funkci akustického a výplňového zdiva.



Obr. 2 – Prostorové konstrukční schéma objektu



Obr. 3 – Konstrukční schéma s vyobrazením pnutí desek

1.3 Použité materiály

Konstrukce je navržena ze železobetonu v kombinaci se stěnami z keramického zdiva.

Beton:	Základy:	C 30/37 XC2 (CZ) – Cl 0,2 – D _{max} 16 – S3
	Ostatní nosné konstrukce:	C 30/37 XC1 (CZ) – Cl 0,2 – D _{max} 16 – S3
	Zálivka panelů Spiroll:	C 20/25
Ocel:	Betonářská výztuž	B500 B
	Konstrukční ocel	S235
Zdivo:	Nosné zdivo:	Porotherm 24 Profi Dryfix
	Příčky:	Montované sádrokartonové

1.4 Zatížení

Jednotlivá zatížení na stavební konstrukce jsou patrná ze statického výpočtu. Pro získání návrhových hodnot byly charakteristické hodnoty zatížení násobeny dílčími součiniteli zatížení $\gamma_f = 1,35$ pro stálá zatížení, resp. $\gamma_f = 1,5$ pro proměnná zatížení.

1.4.1 Stálá zatížení

Vlastní tíha železobetonu je uvažována hodnotou $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$. Vlastní tíhy výrobků byly převzaty z katalogů od výrobců.

Vlastní tíha podlahy je podrobně rozepsána ve statické výpočtu v tabulce zatížení v kapitole 2. Návrh a posouzení nosných prvků. Hodnoty vlastní tíhy materiálů byly převzaty z [11].

1.4.2 Zatížení příčkami

V objektu jsou navrženy montované sádkartonové příčky, jejichž vlastní tíha činí 1,075 kN/m, proto lze podle [2] čl. 6.3.1.2 uvažovat tíhu příček jako náhradní plošné zatížení stropní desky $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$.

1.4.3 Užitná zatížení

Z důvodu smíšeného provozu bylo konzervativně podle [2] zvolena kategorie užitného zatížení C5: Plochy, kde může dojít k nahromadění lidí, např. budovy pro veřejné akce, jako jsou koncertní sály, sportovní haly, včetně tribun, teras a přístupných ploch, atd – $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$.

1.4.4 Zatížení sněhem

Objekt se nachází na západním okraji Českých Budějovic, tj. v I. sněhové oblasti, objekt má plochou střechu a nachází se v normální typu krajiny. Zatížení bylo stanoveno na hodnotu $0,56 \text{ kN/m}^2$. Zatížení se ve statickém výpočtu projeví pouze u výpočtu střešního vazníku, v kapitole 2.4. Výpočet zatížení je proveden podle [3].

1.4.5 Zatížení větrem

Objekt se nachází ve II. větrné oblasti. Výpočet zatížení byl proveden pomocí programu FIN EC 2018 – Zatížení, který vychází z metodiky [4]. Výsledný tlak na plochu střechy je $q_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$.

1.4.6 Montážní zatížení

Veškeré prefabrikované dílce budou mít v montážním stádiu již dostatečnou únosnost, a nebude tedy nutné zřizovat montážní podpěry.

1.4.7 Další zatížení

Navržené prvky byly posouzeny na požární odolnost 60 minut.

1.6 Založení stavby

Stavba je založena na kalichových základových patkách půdorysného rozměru $1,4 \times 1,4$ m a 1,6 m vysokých, do kterých budou vetknuty sloupy. Kalichové patky budou uloženy na hlubinné piloty, které budou sahat až do hloubky únosného skalního podlaží. V místě dojezdů výtahů bude vybetonována železobetonová deska tloušťky 250 mm, hloubka bude záviset na zvoleném typu výtahu. Pod jalovým schodišťovým stupněm bude vybetonován základový pas rozšířený alespoň o 100 mm na každou stranu stupně a jeho výška bude minimálně 500 mm.

Mezi základové patky a pasy bude na zhutněnou vrstvu šterkodrti (frakce 0/67 mm) tloušťky 100 mm vybetonován podkladní beton tloušťky 100 mm, který bude vyztužený kari sítí KH 20.

Před betonáží je nutné osadit ocelové chráničky pro vedení veškerých instalací TZB

1.7 Nosný systém

1.7.1 Vodorovné nosné konstrukce

Všechny stropní konstrukce jsou tvořeny predpjatými prefabrikovanými panely tloušťky 200 mm podepřené průvlaky. V místě schodišťových stěn jsou panely uloženy přímo na zdivo, minimálně 100 mm (nebo 1/100 rozpětí) za líc podpory do cementové malty třídy M 10 tloušťky 10 mm, na navlhčené prefabrikované průvlaky budou panely usazeny taktéž do 10 mm maltového lože. Spolupůsobení panelů bude zajištěno zálivkou z betonu alespoň C 20/25 a vložením zálivkové výztuže.

V případě nutnosti provedení otvoru nebo řezů bude postupováno podle technické příručky výrobce.

Montáž prefabrikovaného panelu bude provedena v souladu s předpisy výrobce, a to buď pomocí samosvorných kleští nebo podvlečením montážních lan.

Železobetonové prefabrikované průvlaky jsou navrženy o rozměrech 350×700 mm. Průvlaky budou prostě uloženy na hlavy sloupů. Ztužující průvlaky po obvodě budou uloženy na krátké konzoly. Montážní stádium nebylo posuzováno.

Prefabrikovaný železobetonový vazník má obdélníkový průřez o rozměrech 500 × 1200 mm. Vazník má rozpon 14 metrů a je prostě uložen na hlavy sloupů. Vazník je uložen na neoprenové ložisko na ozub s vyložením 400 mm a výškou 500 mm. Jako montážní úchyty byly navrženy 2 kotvy s kulovou hlavou.

1.7.2 Svislé nosné konstrukce

V rastru 6 × 7 m jsou navrženy čtvercové sloupy o rozměrech 350 × 350 mm. Na vyzdění schodišťových a výplňových stěny jsou použity keramické dutinové tvarovky Porotherm 24 Profi Dryfix zděné na pěnu. Poloha otvorů ve stěnách je patrná z výkresů architektonicko-stavební části.

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce nebylo u sloupu posouzeno montážní stádium.

1.7.3 Svislé komunikační prvky

V budově jsou navrženy 3 dvouramenná desková prefabrikovaná schodiště. Desky jsou jednosměrně pnuté. Schodišťová ramena jsou uložena na ozub na stropní panel, resp. mezipodestu. Mezipodesta je tvořena železobetonovým prefabrikovaným panelem, který je prostě uložen na schodišťové stěny do maltového lože tloušťky 10 mm.

1.7.4 Zajištění vodorovného ztužení

V každém podlaží jsou po obvodě navrženy železobetonové průvlaky. Celou výškou objektu prochází 3 zděná jádra. S ohledem na nízkou výšku objektu nebyla vodorovná tuhost ověřována výpočtem.

2. Návrh a posouzení nosných prvků za běžné teploty

2.1 Stropní deska

2.1.1 Zatížení na stropní desku

STROPNÍ DESKA NAD 1. NP

Zatížení	Charakteristické [kN/m ²]	γ _F [-]	Návrhové [kN/m ²]
Stálé			
<i>skladba podlahy:</i>			
- keramická dlažba	22 kN/m ³ · 0,01 m	0,22	
- lepidlo	15 kN/m ³ · 0,005 m	0,075	
- betonová mazanina	25 kN/m ³ · 0,07 m	1,75	
- PE fólie	5 kN/m ³ · 0,001 m	0,005	
- kročejová izolace	4,5 kN/m ³ · 0,02 m	0,09	
panel Spiroll PPD 200/207	Tabulky výrobce	2,60	
omítka	20 kN/m ³ · 0,015 m	0,3	
Celkem stálé	g _k = 5,04	1,35	6,81
Proměnné			
Kategorie C5	5,0		
SDK přemístitelné příčky ¹⁾	0,8		
Celkem proměnné	q _k = 5,8	1,5	8,7
Celkem	g_k + q_k = 10,84		g_d + q_d = 15,51²⁾

¹⁾ [2] podle článku 6.3.1.2, q_k = 0,25 kN/m² · 4,3 m = 1,075 kN/m -> q_k = 0,8 kN/m²

²⁾ [2] Kombinace zatížení podle rovnice 6.10. $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

2.1.2 Návrh a posouzení stropní desky

Stropní konstrukce je tvořena předpjatými dutinovými panely Spiroll. Panely jsou vyrobeny z betonu C45/55 a jsou vyztuženy předpínací výztuží Y1770S7. Výška panelu byla zvolena podle tabulek výrobce pro rozpětí 6000 mm

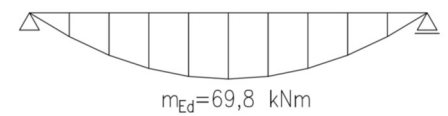
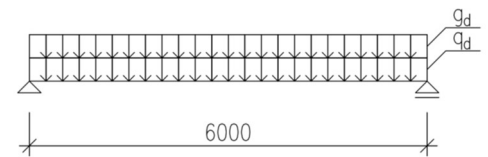
⇒ návrh: panel **PPD 200/219**; **$h_d = 200 \text{ mm}$** ($l_{\min} = 2000 \text{ mm}$, $l_{\max} = 7500 \text{ mm}$)

$$q_k = (\text{užitné} + \text{příčky}) = 5,0 + 0,8 = 5,8 \text{ kN/m}^2$$

Hodnota maximálního charakteristického zatížení je dle technického listu

$$q_k = 5,8 \text{ kN/m}^2 < q_k^{0,2} = 11,3 \text{ kN/m}^2 \dots \text{ **VYHOVUJE** }$$

Technický list Spiroll je uveden v příloze B5.



2.2 Průvlak

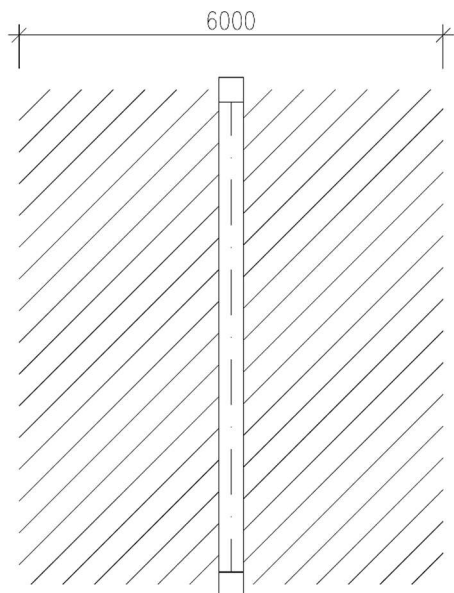
2.2.1 Zatížení na průvlak

PRŮVLAK NAD 1.NP

Zatížení	Char. [kN/m ²]	Zatěž. šířka [m]	Charakteristické [kN/m]	γ_F [-]	Návrhové [kN/m]
Stálé					
<i>skladba podlahy:</i>					
- keramická dlažba	0,22	6	1,32		
- lepidlo	0,075		0,45		
- betonová mazanina	1,75		10,5		
- PE fólie	0,005		0,03		
- kročejová izolace	0,09		0,54		
panel Spiroll PPD 200/207	2,60		15,6		
omítka	0,3	1,8			
AKU zdivo 11 kN/m ³ · 0,25 m · 3,8 m			10,45		
průvlak 25 kN/m ³ · 0,5 m · 0,3 m			6,125		
Celkem stálé			$g_k = 46,81$	1,35	$g_d = 63,19$
Proměnné					
Kategorie C5	5,0	6	30		
SDK přemístitelné příčky ¹⁾	0,8		4,8		
Celkem proměnné			$q_k = 34,8$	1,5	$q_d = 52,2$
Celkem			$g_k + q_k = 81,61$		$g_d + q_d = 115,39$ ²⁾

¹⁾ [2] podle článku 6.3.1.2, $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,3 \text{ m} = 1,075 \text{ kN/m} \rightarrow q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

²⁾ [2] Kombinace zatížení podle rovnice 6.10. $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$



Obr. 4 – Zatěžovací šířka průvlaku

2.2.2 Návrh a posouzení průvlaku

Pro uložení stropních panelů jsou navrženy prefabrikované průvlaky průřezu 350/700 mm o rozpětí 7 m. Průvlaky jsou navrženy z betonu C30/37 a vyztuženy betonářskou výztuží B500 B.

Návrh rozměrů:

$$\text{Empirický návrh: } h_T \geq \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot L = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot 7000 = 583 \div 700 \text{ mm}$$

$$\text{Podmínka ohybové štíhlosti: } \lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \Leftrightarrow d \geq \frac{L}{\lambda_d}$$

$\kappa_{c1} = 1,0$...obdélníkový průřez

$\kappa_{c2} = 1,0$...rozpětí $L = 7$ m

$\kappa_{c3} = 1,2$...odhad součinitele napětí v tahové výztuži

$\lambda_{d,tab} = 20,5$...prostý nosník, beton C30/37

Předpoklady: stupeň vyztužení: $\rho \leq 0,5\%$

profil výztuže: $\varnothing 32$ mm

krytí výztuže: $c_{nom} = 40$ mm

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 20,5 = 24,6$$

$$d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{7000}{24,6} = 284,55 \text{ mm}$$

$$h_T \geq d + \frac{\varnothing}{2} + c_{nom} = 284,55 + \frac{32}{2} + 40 = 340,55 \text{ mm}$$

Rozhoduje empirický návrh

návrh: **$h_T = 700$ mm**

$$b_T \geq \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot h_T = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot 700 = 233 \div 466,6 \text{ mm}$$

$b_T = 350$ mm

Výpočet krytí výztuže:

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

kde je

$$c_{\text{min}} = \max (c_{\text{min,b}}; c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dur,y}} - \Delta d_{\text{cur,st}} - \Delta c_{\text{dur,add}}; 10 \text{ mm})$$

$c_{\text{min,b}}$ je minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti, odpovídá profilu použitých prutů \emptyset ;

$$c_{\text{min,b}} = 32 \text{ mm}$$

$c_{\text{min,dur}}$ je minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí; $c_{\text{min,dur}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur,y}}$ je přídavná bezpečnostní složka; $\Delta c_{\text{dur,y}} = 0$

$\Delta d_{\text{cur,st}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli; $\Delta d_{\text{cur,st}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur,add}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany; $\Delta c_{\text{dur,add}} = 0$

$$c_{\text{min}} = \max (32; 10+0-0-0; 10 \text{ mm})$$

Δc_{dev} je přídavek na návrhovou odchylku; $\Delta c_{\text{dev}} = 5 \text{ mm}$ (prefabrikát)

$$c_{\text{nom}} = 32 + 5 = 37 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad c_{\text{nom}} = 40 \text{ mm}$$

Návrh a posouzení ohybové výztuže:

Navržení a posouzení ohybové a smykové výztuže bylo provedeno v matematickém programu PTC Mathcad 3.1 Prime.

Návrh ohybové výztuže průvlaku

Vstupní hodnoty:

materiálové charakteristiky:

BETON C30/37

VÝZTUŽ B500 B

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

geometrie:

$$h := 700 \text{ mm}$$

$$b := 350 \text{ mm}$$

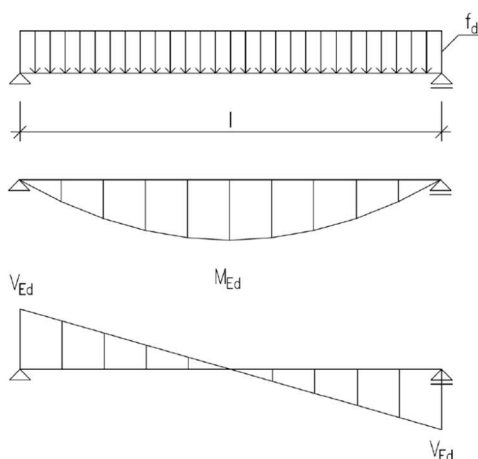
$$\phi := 32 \text{ mm}$$

$$\phi_{tr} := 8 \text{ mm}$$

$$c_{nom} := 40 \text{ mm}$$

$$D_{max} := 16 \text{ mm}$$

$$d := h - \phi_{tr} - \frac{\phi}{2} - c_{nom} = 636 \text{ mm}$$



$$f_d := 115.39 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad l := 7 \text{ m}$$

vnitřní síly:

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot l^2 = 706.76 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} := \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot l = 403.87 \text{ kN}$$

Pevnost materiálů:

Návrhová pevnost betonu:

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost oceli:

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$\mu := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.25 \quad \Rightarrow \quad \zeta := 0.854$$

$$z := \zeta \cdot d = 543.1 \text{ mm}$$

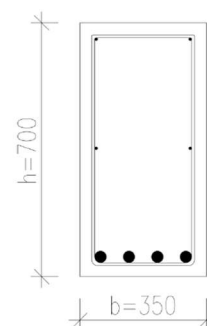
Návrh plochy výztuže:

$$A_{s,req} := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{z \cdot f_{yd}} = 2993 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 4Ø32 mm

$$A_{s,prov} := 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 3217 \text{ mm}^2$$

$$s_l := \frac{(b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tr} - 4 \cdot \phi)}{3} = 42 \text{ mm}$$



Konstrukční zásady:

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 336 \text{ mm}^2 \leq A_{s,prov} = 3217 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot b \cdot h = 9800 \text{ mm}^2 \geq A_{s,prov} = 3217 \text{ mm}^2$$

$$s_{l,min} := \max(20, 1.2 \cdot \phi, D_{max} + 5) = 38.4 \text{ mm} \leq s_l = 42 \text{ mm}$$

Výpočet tlačené části betonu:

$$x := \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 249.8 \text{ mm} \quad \xi := \frac{x}{d} = 0.393 \leq \xi_{max} := 0.45$$

Vyhovuje

Rameno vnitřních sil:

$$z := d - 0.4 \cdot x = 536.09 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$M_{Rd} := A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot 10^{-6} = 749.83 \text{ kNm} > M_{Ed} = 706.764 \text{ kNm}$$

if ($M_{Rd} \geq M_{Ed}$, "VYHOVUJE", "NEVYHOVUJE") = "VYHOVUJE"

$$využití := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = 94.3 \%$$

Návrh smykové výztuže průvlaku

Vstupní hodnoty:

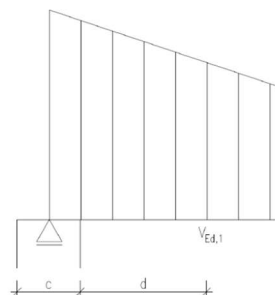
$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.528 \quad c := 350 \text{ mm}$$

$$\cot\theta := \frac{1}{\tan(34^\circ)} = 1.5 \quad z = 536.09 \text{ mm}$$

Únosnost tlakové diagonály:

$$V_{Rd,max} := \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1 + \cot\theta^2} \cdot 10^{-3} = 919 \text{ kN} > V_{Ed} = 403.865 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,1} := V_{Ed} - f_d \cdot \left(d + \frac{c}{2}\right) \cdot 10^{-3} = 310.3 \text{ kN}$$



Návrhové třmínky:

$$A_{sw} := \frac{2 \cdot \pi \cdot \phi_{tr}^2}{4} = 101 \text{ mm}^2$$

$$s_{1,max} := \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1} \cdot 10^3} \cdot z \cdot \cot\theta = 112 \text{ mm}$$

NÁVRH: TŘMÍNEK DVOUSTRŽIŽNÝ 8 mm à 100 mm

$$s_1 := 100 \text{ mm} \leq s_{max} := 0.75 \cdot d = 477 \text{ mm}$$

$$\leq 400 \text{ mm}$$

$$s_t := b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tr} = 254 \text{ mm} \leq s_{max} := 0.75 \cdot d = 477 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,1} := \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s_1} \cdot z \cdot \cot\theta \cdot 10^{-3} = 347.4 \text{ kN} > V_{Ed,1} = 310.3 \text{ kN}$$

if ($V_{Rd,1} > V_{Ed,1}$, "VYHOVUJE", "NEVYHOVUJE") = "VYHOVUJE"

$$využití := \frac{V_{Ed,1}}{V_{Rd,1}} \cdot 100 = 89.3 \%$$

Kontrola stupně vyztužení:

$$\rho_{sw} := \frac{A_{sw}}{b \cdot s_1} = 0.003 \leq \rho_{sw,max} := \frac{0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0.012$$

$$\geq \rho_{sw,min} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.001$$

Konstrukční třmínky:

NÁVRH: TŘMÍNEK DVOUSTRŽNÝ 8 mm à 250 mm

$$s_{max} := 250 \text{ mm} \leq s := 0.75 \cdot d = 477 \text{ mm}$$

$$\leq 400 \text{ mm}$$

Kontrola stupně vyztužení:

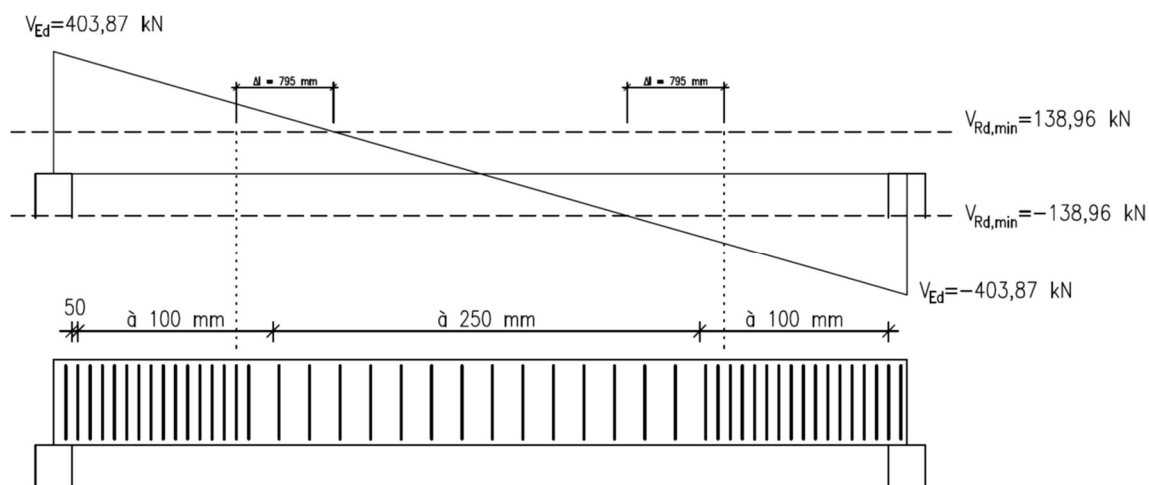
$$\rho_{sw} := \frac{A_{sw}}{b \cdot s_{max}} = 0.001 \leq \rho_{sw,max} := \frac{0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0.012$$

$$\geq \rho_{sw,min} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.001$$

$$V_{Rd,min} := \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s_{max}} \cdot z \cdot \cot\theta \cdot 10^{-3} = 138.96 \text{ kN}$$

Dosah účinnosti třmínků:

$$\Delta l := z \cdot \cot\theta = 795 \text{ mm}$$



Obr. 5 – schéma rozmístění třmínků

Mezní stav použitelnosti:

Posouzení průhybu bylo posouzeno výpočetní pomůckou [13], která vychází z metodiky výpočtu pro prostě podepřený nosník obdélníkového průřezu podle ČSN EN 1992-1-1.

Vstupní údaje pro výpočet:

Počátek vysychání: $t_s = 7$ dní

Konec vysychání: $t = 29200$ dní

Počátek zatěžování: $t_0 = 28$ dní

Konec zatěžování: $t = 29200$ dní

Třída cementu: N

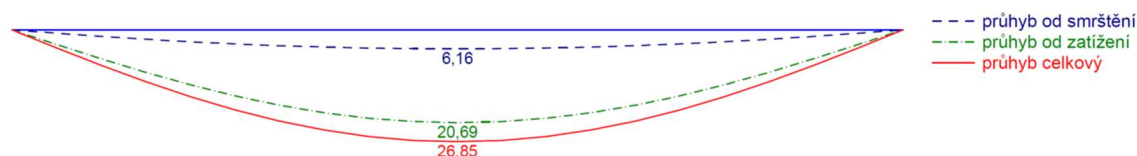
Teplota prostředí: 20 °C

Relativní vlhkost okolního prostředí RH: 50 %

Maximální deformace v polovině nosníku od kvazi stálé kombinace zatížení a od smršťování je

$$w_{celk} = w_{zatíž} + w_{smršť} = 20,69 + 6,16 = 26,85 \text{ mm}$$

$$w_{celk} = 26,85 \text{ mm} < w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{7000}{250} = 28 \text{ mm} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



Obr. 6 – Průvlak – průběh průhybu od smršťování, od kvazi stálého zatížení, celkový průhyb

Protokol s podrobným výpočtem je uveden v příloze B1.

2.3 Sloup

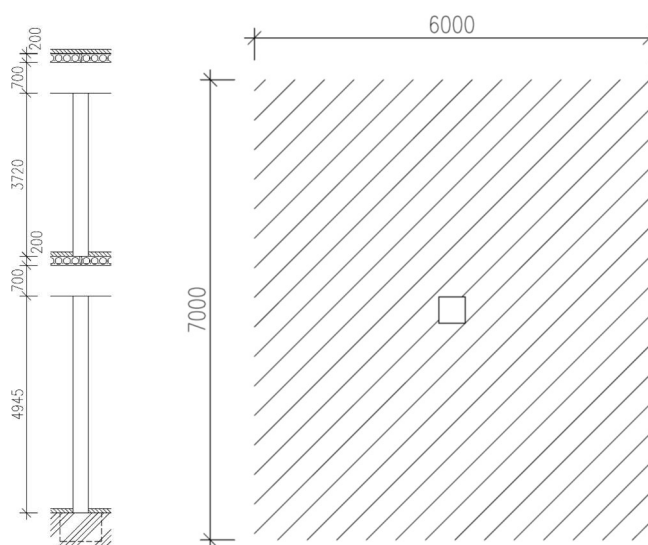
2.3.1 Zatížení na sloup

Střední sloup v 1.NP

Zatížení	Char. [kN/m ²]	Zatěž. plocha [m ²]	Charakteristické [kN]	γ_F [-]	Návrhové [kN]
Stálé					
<i>skladba podlahy:</i>					
- keramická dlažba	0,22	42	9,24		
- lepidlo	0,075		3,15		
- betonová mazanina	1,75		73,5		
- PE fólie	0,005		0,21		
- kročejová izolace	0,09		3,78		
panel Spiroll PPD 200/207	2,6		109,2		
omítka	0,3		12,6		
AKU zdivo 10,45 kN/m · 7 m			73,15		
průvlak 6,125 kN/m · 7 m			42,875		
sloup 25 kN/m ³ · 0,35 · 0,35 · 4,33 m ¹⁾			13,26		
Celkem stálé			$G_k = 340,9$	1,35	460,215
Proměnné					
Kategorie C5	5,0	42	210		
SDK přemístitelné příčky	0,8		33,6		
Celkem proměnné			$Q_k = 243,6$	1,5	365,4
Celkem	Počet podlaží $n = 2$		$N_{Ek} = 1169^2)$		$N_{Ed} = 1651,23^2)$

¹⁾výška sloupu $h = \frac{4,945+3,72}{2} = 4,33 \text{ m}$

²⁾ $\Sigma(G + Q) \cdot n$



Obr. 7 – Řez sloupem,
zatěžovací plocha sloupu

2.3.2 Návrh a posouzení sloupu

Dimenzován bude nejzatíženější sloup, tzn. střední sloup v 1.NP.

Návrh rozměrů:

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_C \cdot f_{cd} + A_S \cdot \sigma_S \geq N_{Ed}$$

$$A_C \geq \frac{N_{Ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \sigma_S \cdot A_S} \quad \dots A_S = \rho_S \cdot A_C$$

úpravou dostaneme

$$A_C \geq \frac{N_{Ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \rho_S \cdot \sigma_S}$$

$$A_C \geq \frac{1651,23 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 20 + 0,02 \cdot 400} = 68801,25 \text{ mm}^2$$

$$b \geq \sqrt{A_C} = \sqrt{68801,25} = 262,29 \text{ mm}$$

návrh: **b = 350/350 mm**

Výpočet krytí výztuže:

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

kde je

$$c_{\text{min}} = \max (c_{\text{min,b}}; c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dur,y}} - \Delta d_{\text{cur,st}} - \Delta c_{\text{dur,add}}; 10 \text{ mm})$$

$c_{\text{min,b}}$ je minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti, odpovídá profilu použitých prutů \emptyset ; $c_{\text{min,b}} = 12 \text{ mm}$

$c_{\text{min,dur}}$ je minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí; $c_{\text{min,dur}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur,y}}$ je přídavná bezpečnostní složka; $\Delta c_{\text{dur,y}} = 0$

$\Delta d_{\text{cur,st}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli; $\Delta d_{\text{cur,st}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur,add}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany; $\Delta c_{\text{dur,add}} = 0$

$$c_{\text{min}} = \max (12; 10+0-0-0; 10 \text{ mm})$$

Δc_{dev} je přídavek na návrhovou odchylku; $\Delta c_{\text{dev}} = 5 \text{ mm}$ (prefabrikát)

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} = 12 + 5 = 17 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad c_{\text{nom}} = \mathbf{20 \text{ mm}}$$

Ověření štíhlosti sloupu:

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} > \lambda = \frac{l_0}{i}$$

kde je

A vliv dotvarování betonu; bezpečně lze uvažovat hodnotu $A = 0,7$

B vliv mechanického stupně vyztužení; bezpečně lze uvažovat $B = 1,1$

C vliv poměru koncových ohybových momentů; $C = 1,7 - r_m = 1,7 - 1 = 0,7$

$$r_m = \frac{M_0}{M_{02}} = 1$$

n poměrná normálová síla; $n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1651,23 \cdot 10^3}{350^2 \cdot 20} = 0,678$

l_0 účinná délka sloupu; $l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 4,495 = 3,146 \text{ m}$

i poloměr setrvačnosti; $i = \sqrt{\frac{I}{A_c}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b^4}{A_c}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 350^4}{350^2}} = 101,03 \text{ mm}$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{3146}{101,03} = 31,14$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7}{\sqrt{0,678}} = 13,09$$

$\lambda_{lim} = 13,09 < \lambda = 31,14 \dots$ **SLOUP JE ŠTÍHLÝ**



Obr. 8 – Účinná délka sloupu [6]

Výpočet momentu druhého řádu:

Ruční výpočet bude proveden zjednodušenou metodou založenou na jmenovité křivosti. Vlastní posouzení kombinace normálové síly N_{Ed} a celkového ohybového momentu je provedeno pomocí interakčního diagramu.

$$M_{Ed} = M_{0E} + M_2 = N_{Ed} \cdot (e_f + e_i + e_2)$$

Součinitel K_r (vliv velikosti normálové síly):

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{452 \cdot 435}{350^2 \cdot 20} = 0,08$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,08 = 1,08$$

$$n = \frac{N_{Ed} \cdot 10^3}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1662,3 \cdot 10^3}{350^2 \cdot 20} = 0,678$$

$$n_{bal} \approx 0,4$$

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,08 - 0,678}{1,08 - 0,4} = 0,591 < 1,0$$

Součinitel K_φ (vliv dotvarování):

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 350^2}{4 \cdot 350} = 175 \text{ mm}$$

z nomogramu dotvarování pro RH 50 % stanoveno $\varphi_{(\infty, t_0)} = 2,4$

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(\infty, t_0)} \cdot k = 2,4 \cdot 0,6 = 1,44$$

$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{30}{200} - \frac{31,14}{150} = 0,2924$$

$$K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1 + 0,2924 \cdot 2,4 = 1,7 > 1,0$$

Odhad křivosti:

$$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d} = \frac{\varepsilon_{yd}/E_s}{0,45 \cdot d} = \frac{f_{yd}/E_s}{0,45 \cdot d} = \frac{435/200000}{0,45 \cdot 322} = 0,015 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{r} = K_r \cdot K_\varphi \cdot \frac{1}{r_0} = 0,591 \cdot 1,7 \cdot 0,015 = 0,015$$

Výstřednost druhého řádu:

$$e_2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{c} = 0,015 \cdot \frac{3,146^2}{10} = 0,0148 \text{ m}$$

Excentricita:

Excentricita od zatížení

$$e_f = 0 \text{ mm}$$

Minimální excentricita

$$e_i = \max\left(\frac{h}{30}; \frac{l_0}{400}; 20\right) = \left(\frac{350}{30}; \frac{3146}{400}; 20\right) = (11,6; 7,865; 20) = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Excentricita druhého řádu:

$$e_2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{c} = 0,015 \cdot \frac{3,146^2}{10} = 0,0148 \text{ m}$$

Návrhový moment:

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot (e_f + e_i + e_2) = 1651,23 \cdot (0 + 0,02 + 0,0148) = 57,46 \text{ kNm}$$

Návrh podélné výztuže sloupu:

$$\text{Poměrné hodnoty} \quad \nu = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{1651,23 \cdot 10^3}{350 \cdot 350 \cdot 20} = 0,67$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{57,46 \cdot 10^6}{350 \cdot 350^2 \cdot 20} = 0,067$$

Vzdálenost těžiště výztuže od okraje průřezu

$$d_1 = d_2 = c_{nom} + \emptyset_{tř} + \frac{\emptyset}{2} = 20 + 6 + \frac{12}{2} = 32 \text{ mm}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{d_2}{h} = \frac{32}{350} = 0,091 \approx 0,1 \quad \text{z nomogramu 12.2 [15]} \quad \Rightarrow \omega < 0$$

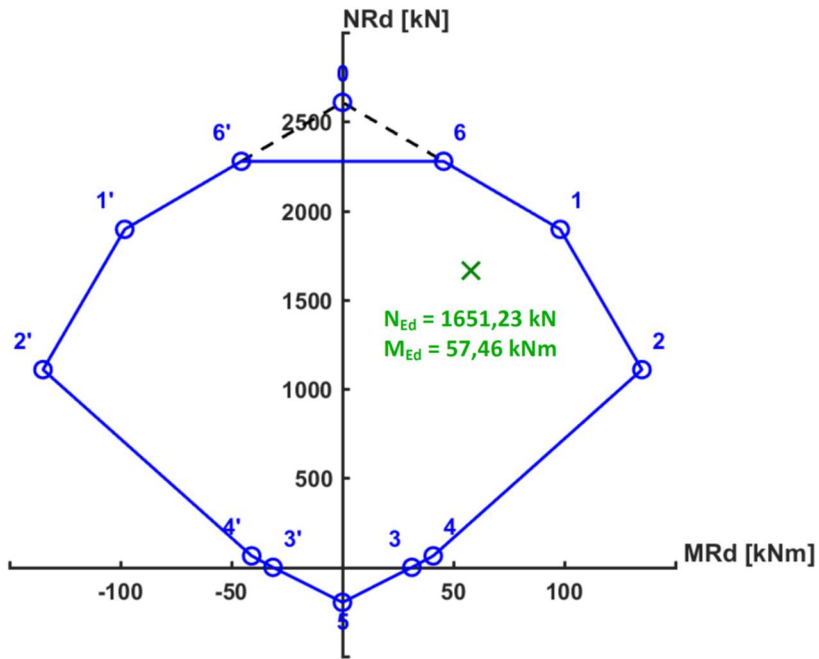
Minimální plocha výztuže

$$A_{s,req,1} = \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} < 0$$

$$A_{s,req,2} = \frac{N_{Ed} - 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{\sigma_s} = \frac{1651,23 \cdot 10^3 - 0,8 \cdot 350 \cdot 350 \cdot 20}{400} = -771,93 \text{ mm}^2 < 0$$

⇒ Konstrukční výztuž 4Ø 12 mm ...**VYHOVUJE**

Posouzení pomocí interakčního diagramu:



Obr. 9 – Interakční diagram průřezu – výstup z programu IDP

Návrh smykové výztuže:

Ve střední oblasti:

$$s_1 \leq \min(15\phi; \min(b; h); 300 \text{ mm}) = \min(15 \cdot 12; (350; 350); 300) = (180; 350; 300)$$

$$= 180 \text{ mm}$$

$$s_1 = 180 \text{ mm}$$

$$s_2 = 0,6 \cdot s_1 = 0,6 \cdot 180 = 108 \text{ mm}$$

2.4 Vazník

2.4.1 Zatížení na vazník

Zatížení sněhem:

Řešený objekt má plochou střechu se sklonem 2 % (1°). Zatížení střešního pláště bylo provedeno dle [4]. Zatížení je stanoveno následujícím způsobem: pro trvalé/dočasné návrhové situace

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

kde je

μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
C_e	součinitel expozice
C_t	tepelný součinitel
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Pro sklon střechy $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ je $\mu_1 = 0,8$

Pro normální typ krajiny je $C_e = 1,0$

Střešní plášť je izolován tepelnou izolací, proto $C_t = 1,0$

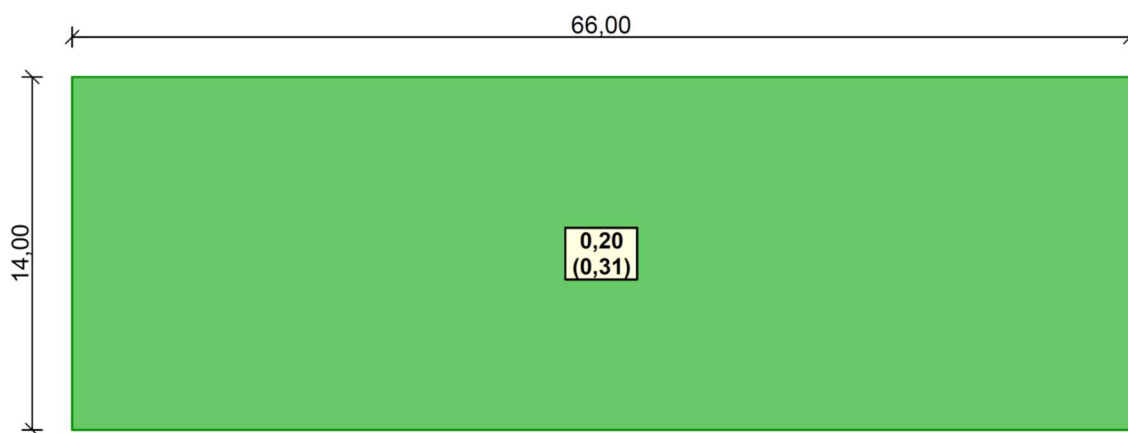
Pro I. Sněhovou oblast je $s_k = 0,7 \text{ kPa}$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení větrem:

Výpočet zatížení větrem byl proveden programem FIN EC 2018 – Zatížení.
Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:			II	
Rychlost větru	$v_{b,0}$	=	25,00	m/s
Kategorie terénu:			II	
Referenční výška budovy	z_e	=	15,00	m
Součinitel směru větru	c_{dir}	=	1,00	
Součinitel ročního období	c_{season}	=	1,00	
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	=	1,250	kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	=	1,00	
Maximální dynamický tlak	q_p	=	1,02	kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	=	1,50	
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	=	10,00	m ²



Obr. 10 - Obálka zatížení větrem (tlak) – FIN EC

STŘEŠNÍ VAZNÍK

Zatížení	Char. [kN/m ²]	Zatěž. šířka [m]	Charakteristické [kN/m]	γ _F [-]	Návrhové [kN/m]
Stálé					
<i>skladba střechy:</i>					
hydroizolační fólie	0,0185	6	0,111		
tepel. izolace Isover S 1,5·0,08	0,12		0,72		
tepel. izolace MW 1,5·0,14	0,21		1,26		
parozábrana	0,003		0,018		
trapézový plech 85/280/0,75	0,08		0,48		
vazník 25·1,2·0,5			15		
Celkem stálé			g _k = 17,59	1,35	23,75
Proměnné					
Sníh	0,56	6	3,36		
Vítr	0,2		1,2		
Údržba	0,75		4,5		
Celkem proměnné			q _k = 9,06	1,5	13,59
Celkem			g_k + q_k = 26,65		g_d + q_d = 37,34¹⁾

¹⁾ [2] Kombinace zatížení podle rovnice 6.10. $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

2.4.2 Návrh a posouzení vazníku

Ve 3. NP jsou navrženy střešní vazníky o průřezu 500/1200 mm, které mají rozpětí 14 m. Vazníky budou vyrobeny z betonu C 30/37 a jsou vyztuženy betonářskou výztuží B500 B. Vazníky budou uloženy na hlavy sloupů pomocí ozubů, kde byla navržena výztuž metodou modelů náhradní příhradoviny. Je rovněž posouzeno montážní stádium, včetně návrhu montážních úchytů.

Návrh rozměrů:

Prostý nosník o rozpětí 14000 mm.

$$\text{Empirický návrh: } h_T \geq \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot L = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot 14000 = 1166,6 \div 1400 \text{ mm}$$

$$\text{Podmínka ohybové štíhlosti: } \lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad \Leftrightarrow \quad d \geq \frac{L}{\lambda_d}$$

$\kappa_{c1} = 1,0$...obdélníkový průřez

$$\kappa_{c2} = \frac{l}{7} = \frac{14}{7} = 2,0 \text{ ...rozpětí } L \geq 7 \text{ m}$$

$\kappa_{c3} = 1,2$...odhad součinitele napětí v tahové výztuži

$\lambda_{d,tab} = 20,5$...prostý nosník, beton C30/37

Předpoklady: stupeň vyztužení: $\rho \leq 0,5\%$

profil výztuže: $\varnothing 18 \text{ mm}$

krytí výztuže: $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 20,5 = 24,6$$

$$d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{14000}{24,6} = 569,1 \text{ mm}$$

$$h_T \geq d + \frac{\varnothing}{2} + c_{nom} = 569,1 + \frac{18}{2} + 25 = 603,1 \text{ mm}$$

Rozhoduje empirický návrh

návrh:

$$h_v = 1200 \text{ mm}$$

$$b_T \geq \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot h_T = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot 1200 = 400 \div 800 \text{ mm}$$

$$b_v = 500 \text{ mm}$$

Výpočet krytí:

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

kde je

$$c_{\text{min}} = \max (c_{\text{min},b}; c_{\text{min},\text{dur}} + \Delta c_{\text{dur},y} - \Delta d_{\text{cur},\text{st}} - \Delta c_{\text{dur},\text{add}}; 10 \text{ mm})$$

$c_{\text{min},b}$ je minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti, odpovídá profilu použitých prutů \varnothing ; $c_{\text{min},b} = 18 \text{ mm}$

$c_{\text{min},\text{dur}}$ je minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí; $c_{\text{min},\text{dur}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur},y}$ je přídavná bezpečnostní složka; $\Delta c_{\text{dur},y} = 0$

$\Delta d_{\text{cur},\text{st}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli; $\Delta d_{\text{cur},\text{st}} = 0$

$\Delta c_{\text{dur},\text{add}}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany; $\Delta c_{\text{dur},\text{add}} = 0$

$$c_{\text{min}} = \max (18; 10+0-0-0; 10 \text{ mm})$$

Δc_{dev} je přídavek na návrhovou odchylku; $\Delta c_{\text{dev}} = 5 \text{ mm}$ (prefabrikát)

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} = 18 + 5 = 23 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad c_{\text{nom}} = 25 \text{ mm}$$

Návrh ozubu:

Minimální délka uložení je podle [9]

$$a_{návrh} \geq a_1 + d_2 + d_3 + \Delta d$$

kde je

$$a_1 \quad \text{základní délka ložiska; } a_1 = \frac{F_{Ed}}{b_1 \cdot f_{Rd}} = \frac{261,38 \cdot 10^3}{350 \cdot 17} = 43,9 \text{ mm} < a_{1,min} = 140 \text{ mm}$$

$$\rightarrow a_1 = 140 \text{ mm}$$

$$f_{Rd} = f_{bed} \leq 0,85 \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 20 = 17 \text{ MPa}$$

d_2 vzdálenost ložiska ke kraji podporujícího prvku pro redukci odštěpení prvku, roznášení betonové krycí vrstvě je uvažováno pod úhlem 45° ; změřeno z geometrie prvku
 $d_2 = 40 \text{ mm}$

d_3 vzdálenost ložiska ke kraji podporovaného prvku pro redukci odštěpení prvku;
 $d_3 > a_3 = c_{nom} = 25 \text{ mm}$ podle [9] je v Tab. 4.7

Δd celková mezní odchylka uložení;

$$\Delta d = \sqrt{\Delta a_2^2 + \Delta a_3^2} = \sqrt{11,6^2 + 5,76^2} = 12,95 \text{ mm} \rightarrow 15 \text{ mm}$$

Δa_2 mezní odchylka pro světlé vzdálenosti mezi podporujícími prvky;

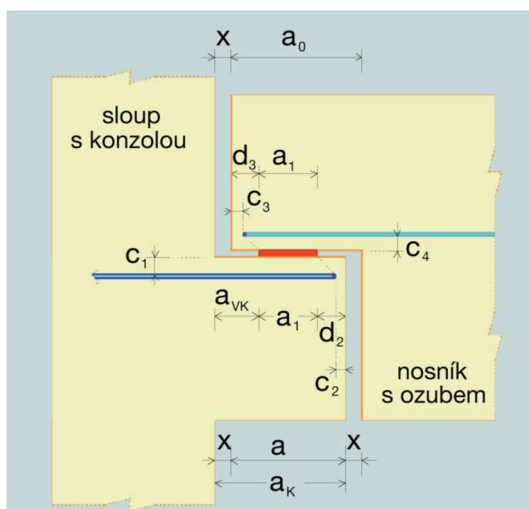
$$\Delta a_2 = \frac{L}{1200} = \frac{14000}{1200} = 11,6 \text{ mm} \text{ podle [9] je v Tab. 4.8}$$

Δa_3 mezní odchylka délky podporovaného prvku;

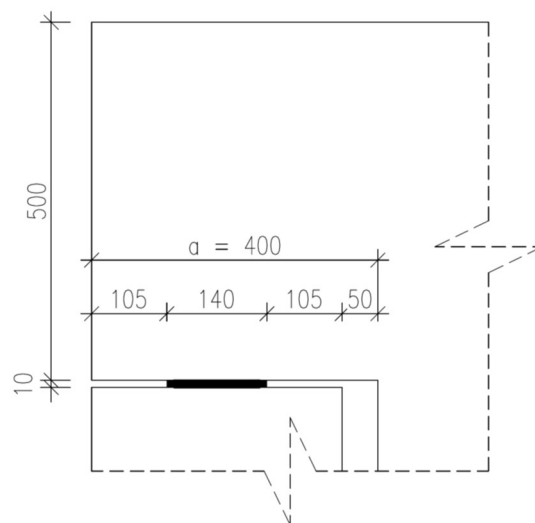
$$\Delta a_3 = \frac{l_n}{2500} = \frac{14400}{2500} = 5,76 \text{ mm}$$

$$a \geq a_1 + d_2 + d_3 + \Delta d = 140 + 40 + 25 + 15 = 220 \text{ mm}$$

$$a_{návrh} = 400 \text{ mm} > a = 220 \text{ mm} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



Obr 11. - Ozub s vodorovnými smyčkami [14]



Obr 12. – Schéma rozměrů ozubu

Výrobní délková tolerance

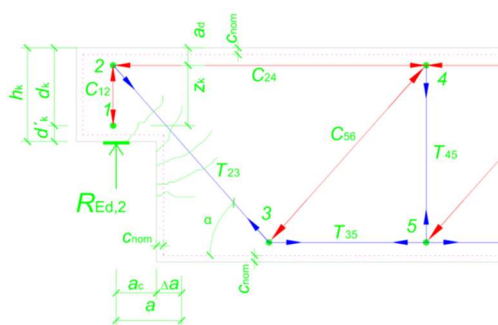
$$\Delta L = \pm \left(10 + \frac{L}{1000} \right) \leq 40 \text{ mm}$$

$$\Delta L = \pm \left(10 + \frac{14000}{1000} \right) = 24 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm}$$

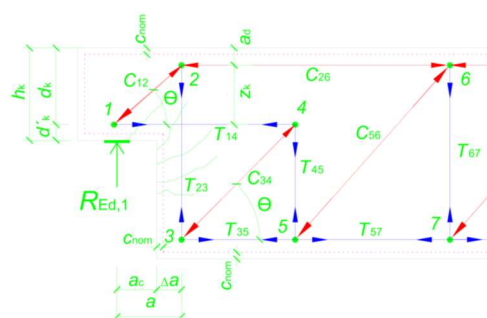
Návrh výztuže ozubu:

Vazníky jsou uloženy na sloupy pomocí ozubu. Pro návrh ozubu je použita kombinace dvou příhradových modelů doporučených [6] podle článku 10.9.4.6.

Reakce od vazníku je $R_{Ed} = 261,38 \text{ kN}$. Podrobný návrh a posouzení výztuže je uvedeno v příloze B3.



Obr. 13 – Příhradový model 1 [12]



Obr. 14 – Příhradový model 2 [12]

Navržená výztuž:

Svislé třmínky $\varnothing_{sv,1} = 4\varnothing 10 \text{ mm}$, 2 střižné, à 50 mm

$$A_{s2,prov} = 628 \text{ mm}^2 > A_{s23,req} = 361 \text{ mm}^2$$

Vodorovné smyčky $\varnothing_{v,1} = 3\varnothing 10 \text{ mm}$, 2 střižné, à 20 mm

$$A_{s1,prov} = 942 \text{ mm}^2 > A_{s14,req} = 434 \text{ mm}^2$$

Šikmé smyčky $\varnothing_{vt,1} = 2\varnothing 10 \text{ mm}$, 2 střižné, à 20 mm

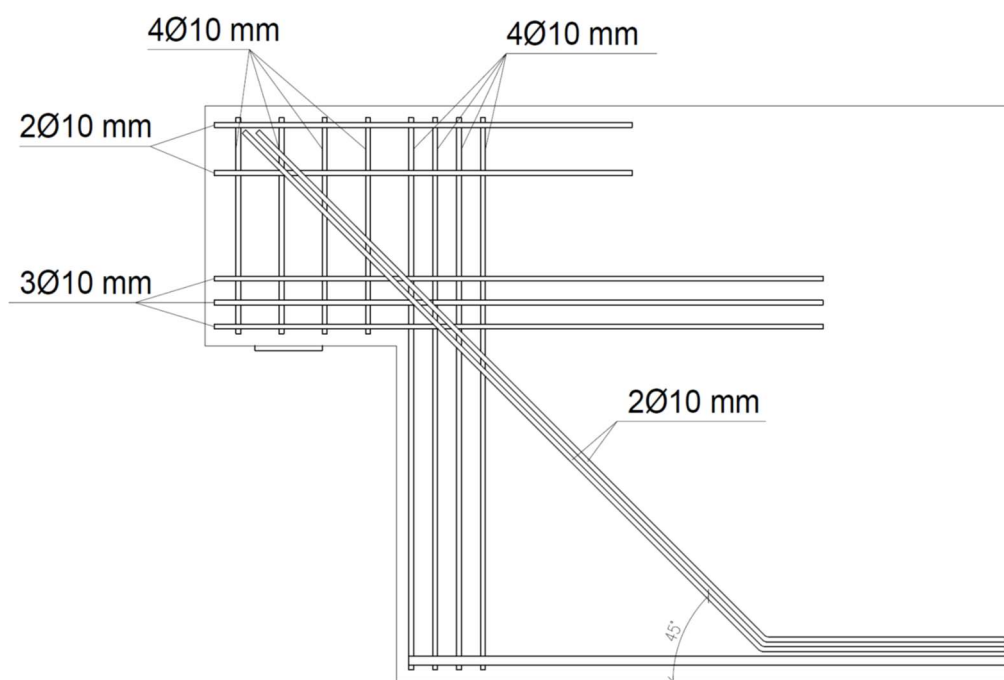
$$A_{s1,prov} = 628 \text{ mm}^2 > A_{s1,req} = 510 \text{ mm}^2$$

Svislé třmínky $\varnothing_{sv,o,1} = 4\varnothing 10 \text{ mm}$, 2 střižné, à 90 mm

$$A_{st,y,prov} = 628 \text{ mm}^2 > A_{st,y,req} = 204 \text{ mm}^2$$

Svislé třmínky $\varnothing_{v,o,1} = 2\varnothing 10 \text{ mm}$, 2 střižné, à 100 mm

$$A_{st,x,prov} = 314 \text{ mm}^2 > A_{st,x,req} = 204 \text{ mm}^2$$



Obr. 15 – Schéma navržené výztuže ozubu

Návrh a posouzení ohybové výztuže:

Návrh ohybové výztuže vazníku

Vstupní hodnoty:

materiálové charakteristiky:

BETON C30/37
VÝZTUŽ B500 B

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

geometrie:

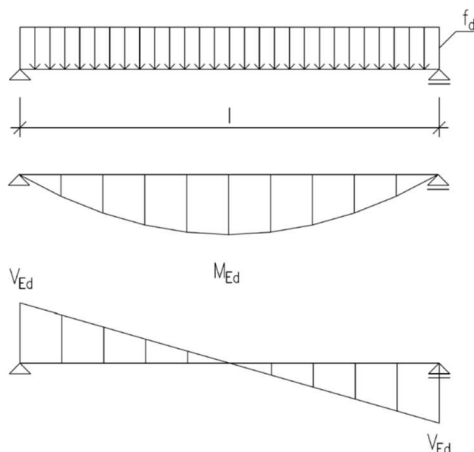
$$h := 1200 \text{ mm} \quad \phi := 18 \text{ mm}$$

$$b := 500 \text{ mm} \quad \phi_{tr} := 8 \text{ mm}$$

$$c_{nom} := 25 \text{ mm}$$

$$D_{max} := 16 \text{ mm}$$

$$d := h - \phi_{tr} - \frac{\phi}{2} - c_{nom} = 1158 \text{ mm}$$



$$f_d := 37.34 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad l := 14 \text{ m}$$

vnitřní síly:

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot l^2 = 914.83 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} := \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot l = 261.38 \text{ kN}$$

Pevnost materiálů:

Návrhová pevnost betonu:

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost oceli:

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$\mu := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.07 \quad \Rightarrow \quad \zeta := 0.964$$

$$z := \zeta \cdot d = 1116.3 \text{ mm}$$

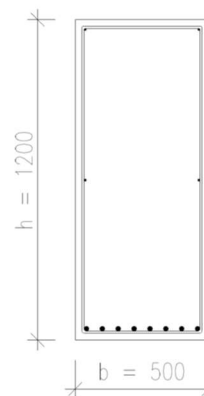
Návrh plochy výztuže:

$$A_{s,req} := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{z \cdot f_{yd}} = 1885 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 8Ø18 mm

$$A_{s,prov} := 8 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 2036 \text{ mm}^2$$

$$s_l := \frac{(b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tr} - 8 \cdot \phi)}{7} = 41 \text{ mm}$$



Konstrukční zásady:

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 873 \text{ mm}^2 \leq A_{s,prov} = 2035.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot b \cdot h = 24000 \text{ mm}^2 \geq A_{s,prov} = 2035.8 \text{ mm}^2$$

$$s_{l,min} := \max(20, 1.2 \cdot \phi, D_{max} + 5) = 21.6 \text{ mm} \leq s_l = 41 \text{ mm}$$

Výpočet tlačené části betonu:

$$x := \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 110.6 \text{ mm} \qquad \xi := \frac{x}{d} = 0.096 \leq \xi_{max} := 0.45$$

Vyhovuje

Rameno vnitřních sil:

$$z := d - 0.4 \cdot x = 1113.74 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$M_{Rd} := A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot 10^{-6} = 985.79 \text{ kNm} > M_{Ed} = 914.83 \text{ kNm}$$

if ($M_{Rd} \geq M_{Ed}$, "VYHOVUJE", "NEVYHOVUJE") = "VYHOVUJE"

$$využití := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = 92.8 \%$$

Návrh smykové výztuže vazníku

Vstupní hodnoty:

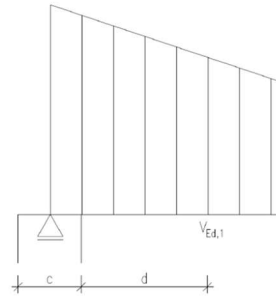
$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.528 \quad c := 350 \text{ mm}$$

$$\cot\theta := \frac{1}{\tan(34^\circ)} = 1.5$$

Únosnost tlakové diagonály:

$$V_{Rd,max} := \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1 + \cot^2\theta} \cdot 10^{-3} = 2721 \text{ kN} > V_{Ed} = 261.38 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,1} := V_{Ed} - f_d \cdot \left(d + \frac{c}{2}\right) \cdot 10^{-3} = 211.7 \text{ kN}$$



Návrhové třmínky:

$$A_{sw} := \frac{2 \cdot \pi \cdot \phi_{tr}^2}{4} = 157.1 \text{ mm}^2$$

$$s_{1,max} := \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1} \cdot 10^3} \cdot z \cdot \cot\theta = 532 \text{ mm}$$

NÁVRH: TŘMÍNEK DVOUSTŘIŽNÝ 10 mm à 400 mm

$$s_1 := 400 \text{ mm} \leq s_{max} := 0.75 \cdot d = 867 \text{ mm}$$

$$\leq 400 \text{ mm}$$

$$s_t := b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tr} = 430 \text{ mm} \leq s_{max} := 0.75 \cdot d = 867 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,1} := \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s_1} \cdot z \cdot \cot\theta \cdot 10^{-3} = 281.4 \text{ kN} > V_{Ed,1} = 211.7 \text{ kN}$$

if ($V_{Rd,1} > V_{Ed,1}$, “VYHOVUJE”, “NEVYHOVUJE”) = “VYHOVUJE”

$$využití := \frac{V_{Ed,1}}{V_{Rd,1}} \cdot 100 = 75.2 \%$$

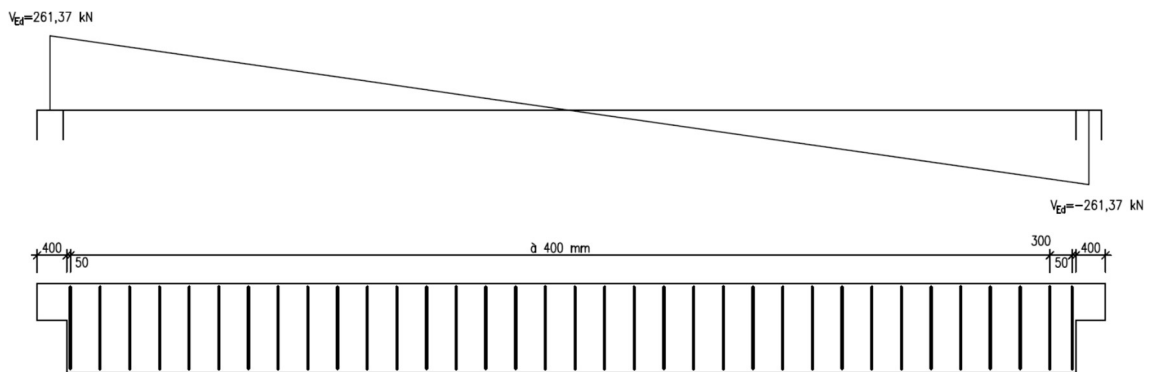
Kontrola stupně vyztužení:

$$\rho_{sw} := \frac{A_{sw}}{b \cdot s_1} = 0.001 \leq \rho_{sw.max} := \frac{0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0.012$$

$$\geq \rho_{sw.min} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.001$$

Dosah účinnosti třmínků:

$$\Delta l := z \cdot \cot \theta = 1648 \text{ mm}$$



Obr. 16 – Schéma rozmístění třmínků

Mezní stav použitelnosti:

Mezní stav použitelnosti byl posouzen výpočetní pomůckou [13], která vychází z metodiky výpočtu pro prostě podepřený nosník obdélníkového průřezu podle ČSN EN 1992-1-1.

Vstupní údaje pro výpočet:

Počátek vysychání: $t_s = 7$ dní

Konec vysychání: $t = 29200$ dní

Počátek zatěžování: $t_0 = 28$ dní

Konec zatěžování: $t = 29200$ dní

Třída cementu: N

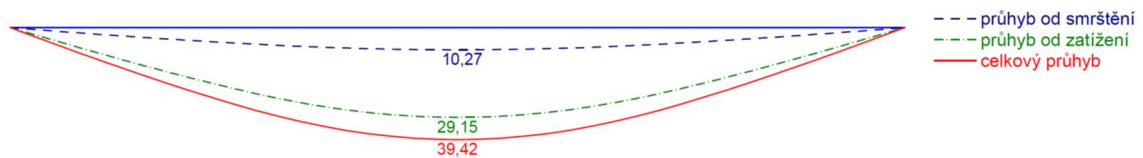
Teplota prostředí: 20 °C

Relativní vlhkost okolního prostředí RH: 50 %

Maximální deformace v polovině nosníku od kvazi stálé kombinace zatížení a od smršťování je

$$w_{celk} = w_{zatíž} + w_{smršť} = 29,15 + 10,27 = 39,42 \text{ mm}$$

$$w_{celk} = 39,42 \text{ mm} < w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{14000}{250} = 56 \text{ mm} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



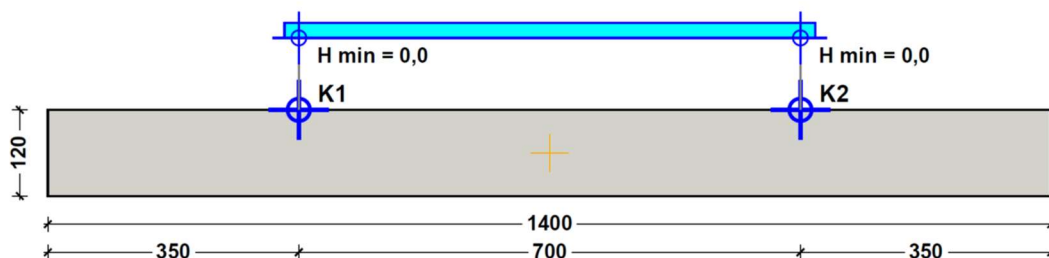
Obr. 17 – Vznik – průběh průhybu od smršťování, od kvazi stálého zatížení, celkový průhyb

Protokol s podrobným výpočtem je uveden v příloze B2.

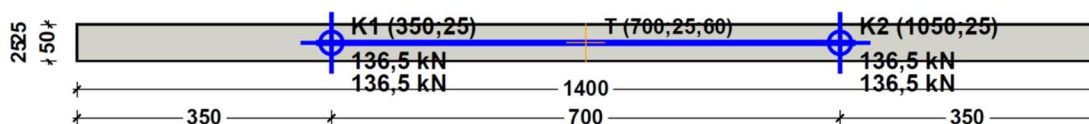
Návrh montážních úchytů:

Jsou navrženy manipulační úchyty s kulovou hlavou DEHA od společnosti Halfen. Návrh byl proveden softwarem TPA 3.13.0, který rovněž poskytuje společnost Halfen. Podrobný návrh a posouzení je uveden v příloze B4.

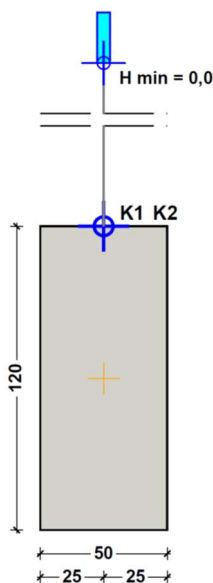
Návrh: 2× kotva DEHA 6000, ve vzdálenostech 7000 mm.



Obr. 18 – Schéma rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – pohled boční



Obr. 19 – Schéma rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – půdorys



Obr. 20 – Schéma rozmístění manipulačních kotev (kótováno v cm) – pohled čelní

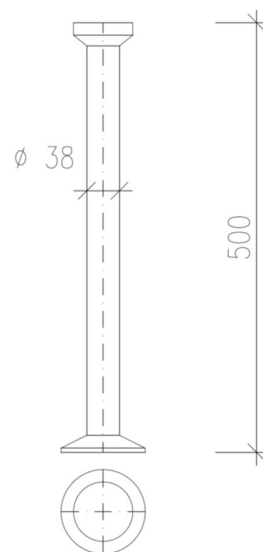
Technické údaje o kotvách:

Typ kotvy: Halfen DEHA s kulovou hlavou 6000-20,0-0500

Délka kotvy: 500 mm

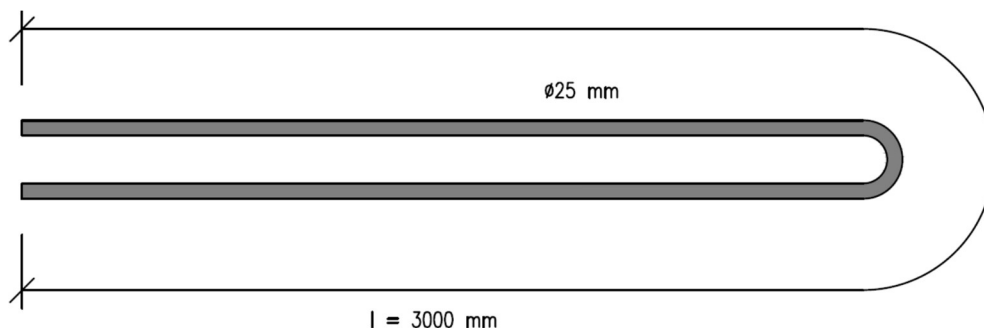
Minimální výška nosníku: 990 mm < 1200 mm

Minimální osová vzdálenost kotev: 1490 mm < 7000 mm

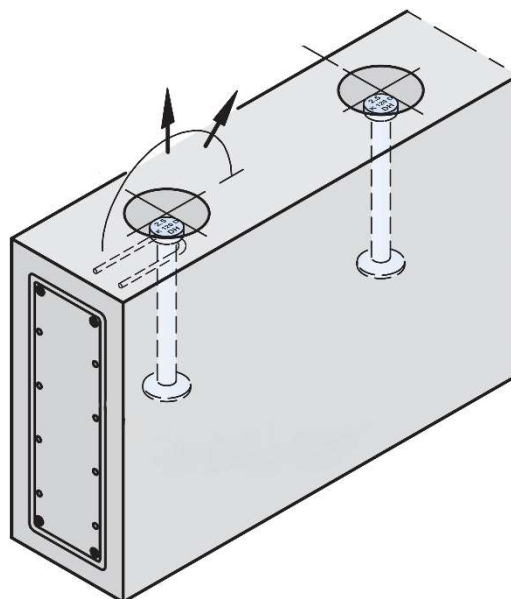


Obr. 21 – Halfen DEHA 6000-20,0-0500

Kotva bude do konstrukce vložena před betonáží. Pro zachycení šikmých tahů, které mohou vzniknout v případě nepřesné manipulace při montáži budou vloženy přídavné třmínky ve tvaru U 2 × Ø25 mm s délkou větve 3000 mm. Návrh výztuže je proveden podle technického listu Halfen Deha – úchyty s kulovou hlavou.

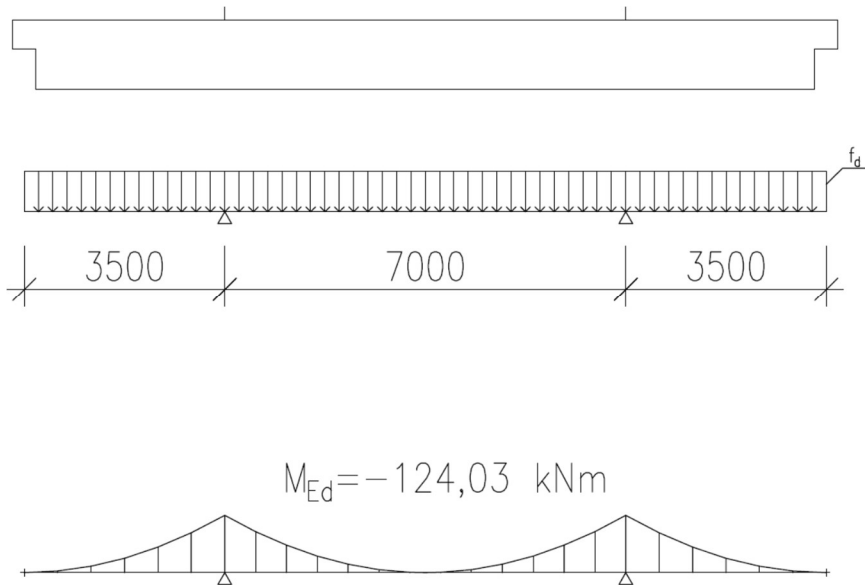


Obr. 22 – U třmínek pro zachycení šikmých tahů



Obr. 23 – Schéma kotevních hlavic

Zavěšením prefabrikátu za montážní úchyty dojde ke změně statického schématu následovně.



Proto bude výztuž u horního okraje nosníku navržena a posouzena tak, aby vyhověla návrhovému ohybovému momentu (od zatížení pouze vlastní tíhou vazníku) $M_{Ed} = -124,03 \text{ kN}$. Při odbednění se předpokládá nižší pevnost betonu – bude proto uvažována o dvě třídy nižší třída betonu C 20/25.

Ověření únosnosti tlakové diagonály:

$$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1 + \cot\theta^2} = 0,552 \cdot 13,3 \cdot 500 \cdot 1132,77 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 1933 \text{ kN}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Rd,max} = 1933 \text{ kN} > V_{Ed} = 70,88 \text{ kN} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Návrh ohybové výztuže vazníku - montážní stádium

Vstupní hodnoty:

materiálové charakteristiky:

BETON C 20/25

VÝZTUŽ B500 B

$$f_{ck} := 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.2 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

geometrie:

$$h := 1200 \text{ mm} \quad \phi := 16 \text{ mm}$$

$$b := 500 \text{ mm} \quad \phi_{tř} := 8 \text{ mm}$$

$$c_{nom} := 25 \text{ mm}$$

$$D_{max} := 16 \text{ mm}$$

vnitřní síly:

$$M_{Ed} := 124.03 \text{ kNm}$$

$$d := h - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} - c_{nom} = 1159 \text{ mm}$$

Pevnost materiálů:

Návrhová pevnost betonu:

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 13.333 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost výztuže:

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$\mu := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.01 \quad \Rightarrow \quad \zeta := 0.995$$

$$z := \zeta \cdot d = 1153.2 \text{ mm}$$

Návrh plochy výztuže:

$$A_{s,req} := \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{z \cdot f_{yd}} = 247 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 4Ø16 mm

$$A_{s,prov} := 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 804 \text{ mm}^2$$

$$s_l := \frac{(b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tř} - 4 \cdot \phi)}{3} = 123 \text{ mm}$$

Konstrukční zásady:

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 753 \text{ mm}^2 \leq A_{s,prov} = 804.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot b \cdot h = 24000 \text{ mm}^2 \geq A_{s,prov} = 804.2 \text{ mm}^2$$

$$s_{l,min} := \max(20, 1.2 \cdot \phi, D_{max} + 5) = 21 \text{ mm} \leq s_l = 123 \text{ mm}$$

Výpočet tláčené části betonu:

$$x := \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = 65.6 \text{ mm} \qquad \xi := \frac{x}{d} = 0.057 \leq \xi_{max} := 0.45$$

Vyhovuje

Rameno vnitřních sil:

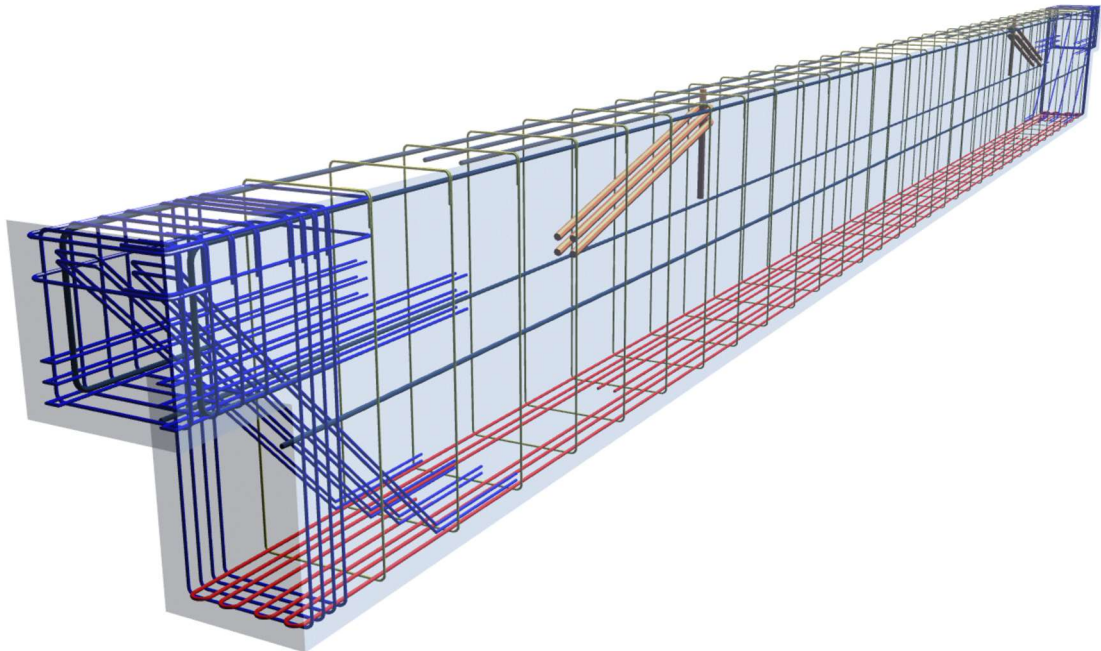
$$z := d - 0.4 \cdot x = 1132.77 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$M_{Rd} := A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot 10^{-6} = 396.1 \text{ kNm} > M_{Ed} = 124.03 \text{ kNm}$$

if ($M_{Rd} \geq M_{Ed}$, "VYHOVUJE", "NEVYHOVUJE") = "VYHOVUJE"

$$využití := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = 31.3 \%$$



Obr. 24 – 3D model výztuže vazniku

2 Posouzení nosných prvků na účinky požáru

Cílem je posoudit, zda konstrukce navržené v objektu splňují požární odolnost 60 minut. Pro srovnání budou všechny prvky posouzeny jak pomocí tabulkových metod, tak pomocí zjednodušených výpočetních metod.

Zatížení při požární situaci:

η_{fi} redukční součinitel návrhového zatížení při požární situaci

Podle [7], čl. 2.4.2 je použita doporučená hodnota 0,7

2.4 Analýza požárního úseku

Průběh teploty plynu v požárním úseku je uvažován podle teplotní křivky, která popisuje fázi plně rozvinutého požáru.

Normová teplotní křivka ISO 834 – funkce teploty plynu v závislosti na čase.

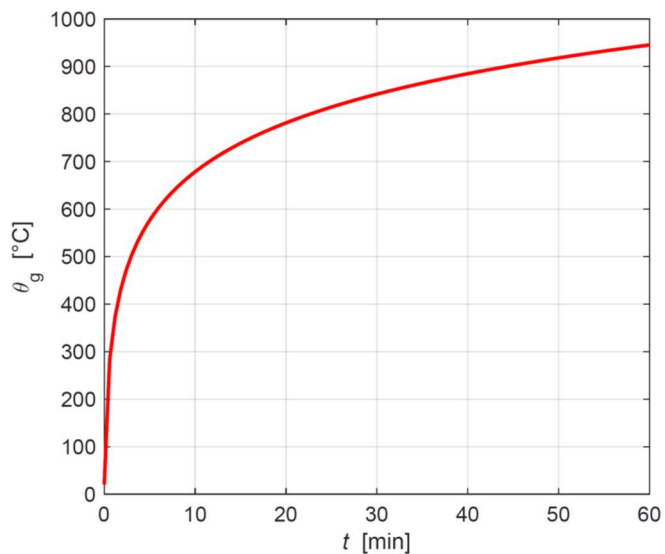
Podle [7], vztah 3.4 je normová teplotní křivka je popsána rovnicí

$$\theta_g = 20 + 345 \log(8t + 1)$$

kde je

θ_g [°C] teplota plynu v požárním úseku

t [min] čas



Obr. 25 – Normová teplotní křivka v čase 60 minut – FiDes 1.1

2.5 Stropní deska

Panel PPD 200/219; PO konstrukce je podle technického listu Spiroll REI 45. Navržený stropní panel nesplňuje PO, a proto bude navržen zavěšený podhled s PO alespoň 60 minut.

NEVYHOVUJE PO R60

2.6 Průvlak

Tabulkové posouzení:

Nosník může být vystaven požáru ze čtyř stran, proto je třeba zhodnotit následující podmínky:

Výška nosníku $h = 700 \text{ mm} > b_{min} = 300 \text{ mm}$ ✓

Průřezová plocha nosníku

$A_c = 700 \cdot 350 = 245\,000 \text{ mm}^2 > 2 \cdot b_{min}^2 = 2 \cdot 300^2 = 180\,000 \text{ mm}^2$ ✓

Ověření podmínek: $b \geq b_{min}$

$a \geq a_{min}$

Hodnoty b_{min} a a_{min} pro posouzení PO se určí podle [7], tab. 5.5 (prostě podepřené nosníky) – hodnoty pro R 60 jsou následující:

Normová požární odolnost	Nejmenší rozměry [mm]			
	b_{min}/a_{min}			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R 60	120/40	160/35	200/30	300/25

$b = 350 \text{ mm} > b_{min} = 300 \text{ mm}$

$a = c_{nom} + \varnothing_{tr} + \frac{\varnothing}{2} = 40 + 8 + \frac{32}{2} = 64 \text{ mm} > a_{min} = 25 \text{ mm}$

Na základě tabulkového posouzení nosník splňuje požadavek normové požární odolnosti R 60.

VYHOVUJE PO R60

Posouzení metodou izotermy 500 °C:

Podmínka, zda prvek splňuje minimální šířku průřezu uvedenou v tabulce B.1 podle [7], příloha B.

$$b = 350 \text{ mm} \geq b_{min,500,R60} = 90 \text{ mm} \quad \checkmark$$

metodu izotermy 500 °C lze použít

Stanovení zatížení při požární situaci

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 0,7 \cdot 706,76 = 494,732 \text{ kNm}$$

Stanovení redukovaného průřezu

$$d_{fi} = d = h - \varnothing_{tř} + \frac{\varnothing}{2} - c_{nom} = 700 - 8 - \frac{32}{2} - 40 = 636 \text{ mm}$$

$$b_{fi} = b - 2 \cdot a_{500} = 350 - 2 \cdot 23 = 304 \text{ mm}$$

Návrhová hodnota pevnosti betonu v redukovaném průřezu

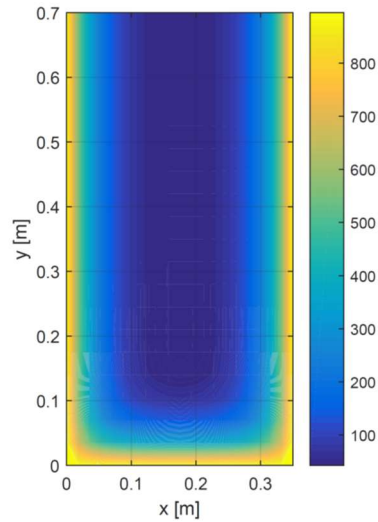
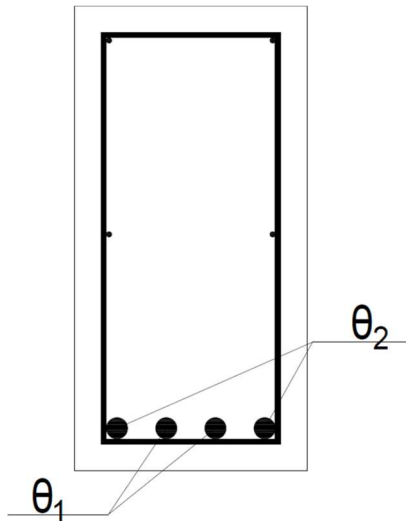
$$f_{cd,fi} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{c,fi}} = \frac{30}{1,0} = 30 \text{ MPa}$$

Teplota v ose výztuže

$$\Theta_1 = 172 \text{ °C} \quad \rightarrow \quad k_{s,\Theta_1} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{\Theta_1 - 400}{300} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{172 - 400}{300} = 0,928$$

$$\Theta_2 = 50 \text{ °C} \quad \rightarrow \quad k_{s,\Theta_2} = 1,0$$

$$k_{s,v} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{s,\Theta_i}}{n} = \frac{2 \cdot 1,0 + 2 \cdot 0,928}{4} = 0,964$$



Obr. 26 – Výztuž průvlaku

Obr. 27 – Teplotní profil průvlaku, normový požár, $t = 60 \text{ min}$ – FiDes 1.1

Návrhová hodnota pevnosti oceli v redukovaném průřezu

$$f_{syd,fi} = k_{s,v} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} = 0,964 \cdot \frac{500}{1,0} = 482 \text{ MPa}$$

Výška tlačené oblasti v redukovaném průřezu

$$x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{syd,fi}}{\lambda \cdot b_{fi} \cdot f_{cd,fi}} = \frac{3217 \cdot 482}{0,8 \cdot 304 \cdot 30} = 212,52 \text{ mm}$$

Návrhový moment únosnosti v redukovaném průřezu

$$M_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{syd,fi} \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) = 3217 \cdot 482 \cdot (636 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 212,52)$$

$$= 854,36 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,fi} = 854,36 \text{ kNm} > M_{Ed,fi} = 494,73 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE PO R60

2.7 Sloup

Tabulkové posouzení:

Ověření použitelnosti metody A:

- 1) $l_{0,fi} = 3146 \text{ mm} > 3000 \text{ mm}$ ✗
- 2) $e_{0,fi} = 20 \text{ mm} < e_{max} = 0,15 \cdot b = 0,15 \cdot 350 = 52,2 \text{ mm}$ ✓
- 3) $A_s = 452 \text{ mm}^2 < 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 350 \cdot 350 = 4900 \text{ mm}^2$ ✓

Metodu A nelze použít

Ověření použitelnosti metody B:

- 1) $\frac{e_{0,fi}}{b} = \frac{20}{350} = 0,06 < 0,25$ ✓
- 2) $e_{0,fi} = 20 \text{ mm} < e_{max} = 100 \text{ mm}$ ✓
- 3) $\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi}}{i} = \frac{3146}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{350^4}{350^2}}} = 31,137 > 30$ ✗

Metodu B nelze použít

Ověření použitelnosti metody pro štíhlé sloupy:

- 1) $b = 350 \text{ mm} < b_{max} = 600 \text{ mm}$ ✓
- 2) $\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi}}{i} = \frac{3146}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{350^4}{350^2}}} = 31,137 < 80$ ✓

Metodu pro štíhlé sloupy lze použít

Tabulkové posouzení:

Metoda pro štíhlé sloupy

Ověření podmínek: $b \geq b_{min}$

$$a \geq a_{min}$$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{452 \cdot 435}{350 \cdot 350 \cdot 20} = 0,08 \approx 0,1$$

$$e = 20 \text{ mm}$$

⇒ Malý moment prvního řádu – tabulka C.1

$$n = \frac{N_{0,Ed,fi}}{0,7 \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})} = \frac{1155,861 \cdot 10^3}{0,7 \cdot (350 \cdot 350 \cdot 20 + 452 \cdot 435)} = 0,62 \approx 0,7$$

Hodnoty b_{min} a a_{min} pro posouzení PO se určí podle [7] přílohy C, tab. C.1 – hodnoty pro R 60 jsou následující:

Normová požární odolnost	λ	Nejmenší rozměry [mm] b_{min}/a_{min}			
		n = 0,15	n = 0,3	n = 0,5	n = 0,7
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
R 60	30	150/25	150/25	200/25	200/30

$$b = 350 \text{ mm} > b_{min} = 200 \text{ mm}$$

$$a = c_{nom} + \varnothing_{tř} + \frac{\varnothing}{2} = 20 + 6 + \frac{12}{2} = 32 \text{ mm} > a_{min} = 30 \text{ mm}$$

Na základě tabulkového posouzení sloup splňuje požadavek normové požární odolnosti R 60.

VYHOVUJE PO R60

Posouzení softwarem:

Pro posouzení štíhlého sloupu byl použit program RCC_{fi}.

Vstupní údaje pro výpočet:

Geometrie:

$$b = 350 \text{ mm}$$

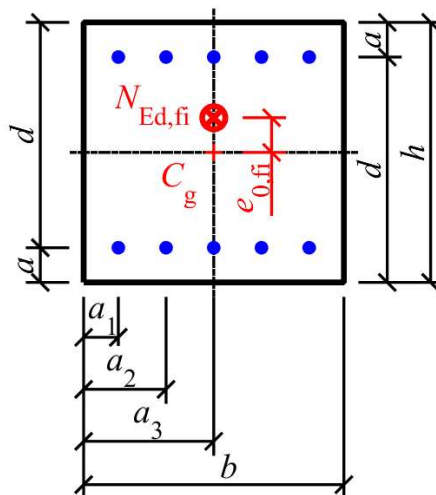
$$h = 350 \text{ mm}$$

$$l_{0,fi} = 3146 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

$$a = 32 \text{ mm}$$

$$a_1 = 32 \text{ mm}$$



Obr. 28 – Schéma vstupních údajů – RCC_{fi}

Stanovení zatížení při požární situaci:

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot n_{Ed} = 0,7 \cdot 1651,23 =$$

$$= 1155,861 \text{ kN}$$

$$e_{0,fi} = 20 \text{ mm}$$

$$c = 10$$

Požární scénář:

Normová teplotní křivka ISO 864

$$t = 60 \text{ min}$$

Materiál:

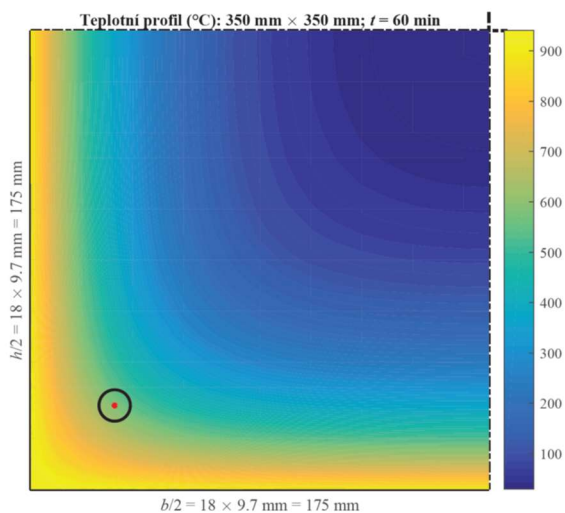
Beton C 30/37

$$\rho_c = 2300 \text{ kg/m}^3$$

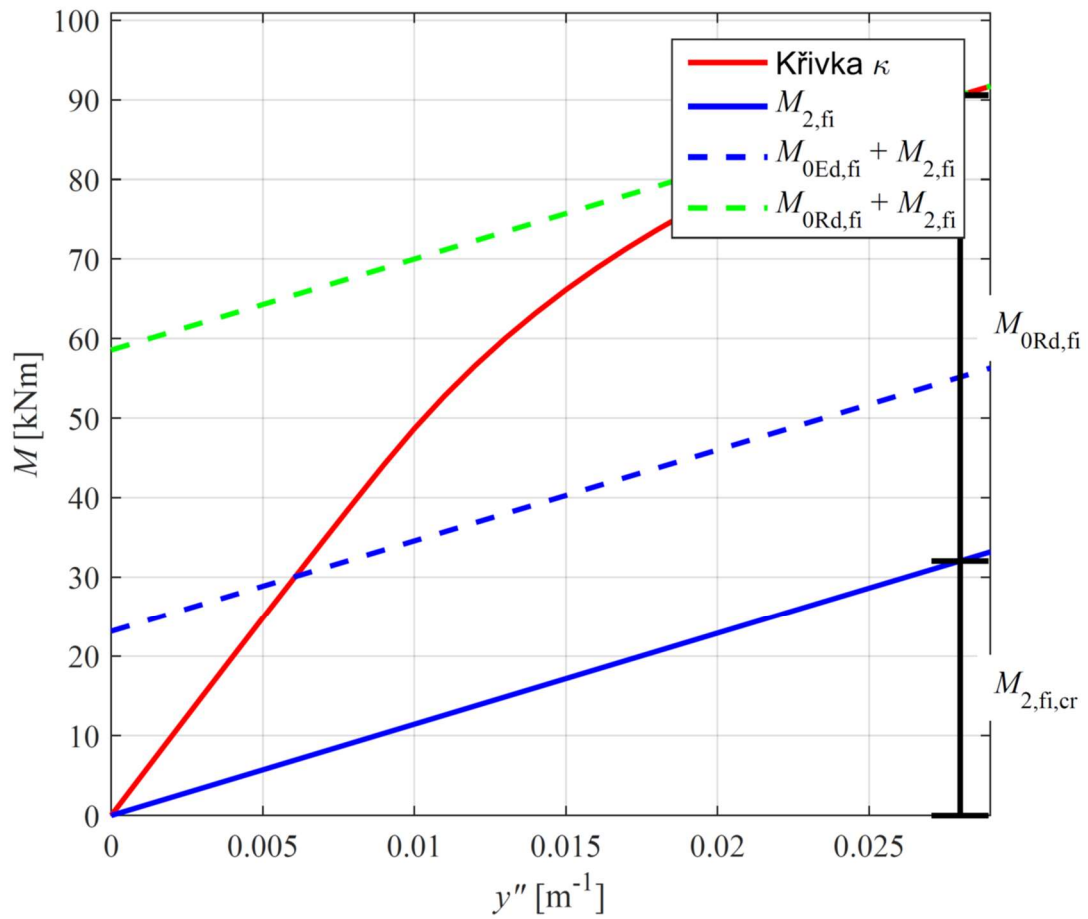
$$u = 1,5 \%$$

λ dle [7], čl. 3.3.3. – dolní mez

Výztuž B500 B



Obr. 29 – Teplotní profil sloupu, normový požár, $t = 60 \text{ min}$ – FiDes 1.1



Obr. 30 – Výstup z programu RCC_{fi}

$$M_{OR,fi} = 58,6 \text{ kNm} > M_{0Ed,fi} = 23,1 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE PO R60

2.8 Vazník

Tabulkové posouzení:

Vazník může být vystaven požáru ze čtyř stran, proto je třeba zhodnotit následující podmínky:

Výška nosníku $h = 1200 \text{ mm} > b_{min} = 300 \text{ mm}$ ✓

Průřezová plocha nosníku

$A_c = 1200 \cdot 500 = 600\,000 \text{ mm}^2 > 2 \cdot b_{min}^2 = 2 \cdot 300^2 = 180\,000 \text{ mm}^2$ ✓

Ověření podmínek: $b \geq b_{min}$

$a \geq a_{min}$

Hodnoty b_{min} a a_{min} pro posouzení PO se určí podle [7], tab. 5.5 – hodnoty pro R 60 jsou následující:

Normová požární odolnost	Nejmenší rozměry [mm]			
	b_{min}/a_{min}			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R 60	120/40	160/35	200/30	300/25

$b = 500 \text{ mm} > b_{min} = 300 \text{ mm}$

$a = c_{nom} + \varnothing_{tř} + \frac{\varnothing}{2} = 25 + 10 + \frac{18}{2} = 44 \text{ mm} > a_{min} = 25 \text{ mm}$

Na základě tabulkového posouzení nosník splňuje požadavek normové požární odolnosti R 60.

VYHOVUJE PO R60

Zónová metoda:

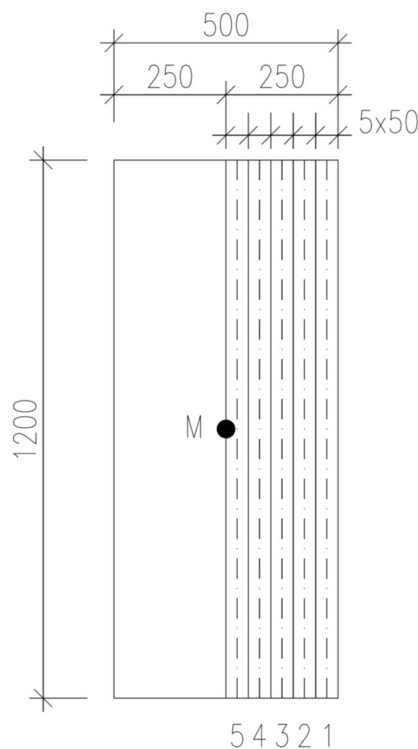
Stanovení požárního zatížení

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 0,7 \cdot 914,83 = 640,38 \text{ kNm}$$

Tloušťka $w = 250 \text{ mm}$

Poloha bodu M se uvažuje ve svislé ose vazníku

číslo zóny	tloušťka Zóny	vzdálenost osy od líce	teplota	redukční součinitel
i	t_i [mm]	x_i [mm]	Θ_i [°C]	$k_{c,\theta,i}$ [-]
1	50	25	460	0,67
2	50	75	127	0,98
3	50	125	54	1,00
4	50	175	41	1,00
5	50	225	40	1,00
-	-	x_M [mm]	Θ_M [°C]	$k_{c,\theta,M}$ [-]
M	-	250	40	1,00



Obr. 31 – Rozdělení na zóny

Střední součinitel redukce

$$k_{c,m} = \frac{1 - \frac{0,2}{n}}{n} \cdot \sum_{i=1}^n k_{c,\theta,i} = \frac{1 - \frac{0,2}{5}}{5} \cdot (0,675 + 0,980 + 1,0 + 1,0 + 1,0) = 0,894$$

Tloušťka vyloučené vrstvy betonu

$$a_z = w \cdot \left(1 - \frac{k_{c,m}}{k_{c,\theta,M}}\right) = 250 \cdot \left(1 - \frac{0,894}{1,0}\right) = 26,5 \text{ mm}$$

Rozměry redukovaného průřezu

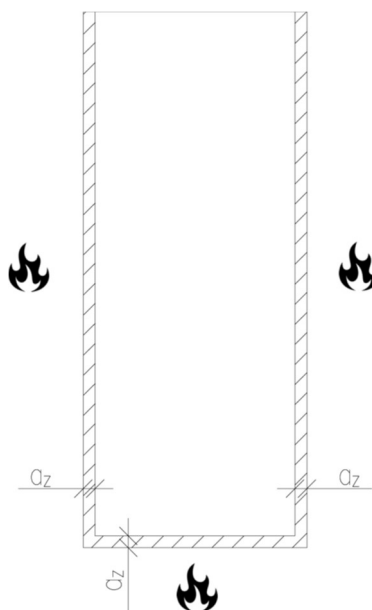
$$h_{fi} = h - a_z = 1200 - 26,5 = 1173,5 \text{ mm}$$

$$b_{fi} = b - 2 \cdot a_z = 500 - 2 \cdot 26,5 = 447 \text{ mm}$$

$$d_{fi} = d = 1156 \text{ mm}$$

Návrhová hodnota pevnosti betonu v redukovaném průřezu

$$f_{cd,fi} = k_{c,\theta,M} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_{c,fi}} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,0} = 30 \text{ MPa}$$



Obr. 32 – Vyloučení betonové vrstvy

Redukce pevnosti výztuže v závislosti na teplotě

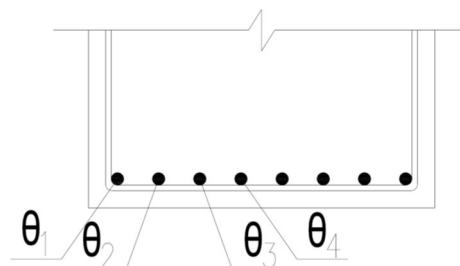
$$\left. \begin{array}{l} \theta_1 = 546 \text{ }^\circ\text{C} \\ \theta_2 = 407 \text{ }^\circ\text{C} \\ \theta_3 = 387 \text{ }^\circ\text{C} \\ \theta_4 = 385 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} k_{s,\theta_1} = 0,1 - 0,47 \cdot \frac{\theta_1 - 70}{200} = 0,1 - 0,47 \cdot \frac{546 - 70}{200} = 0,462 \\ k_{s,\theta_2} = 0,57 - 0,13 \cdot \frac{\theta_2 - 500}{100} = 0,57 - 0,13 \cdot \frac{407 - 500}{100} = 0,849 \\ k_{s,\theta_3} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{\theta_3 - 40}{300} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{387 - 40}{300} = 0,713 \\ k_{s,\theta_4} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{\theta_4 - 400}{300} = 0,7 - 0,3 \cdot \frac{385 - 400}{300} = 0,715 \end{array}$$

$$k_{s,\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{s,\theta_i}}{n} = \frac{2 \cdot 0,462 + 2 \cdot 0,849 + 2 \cdot 0,713 + 2 \cdot 0,715}{8} = 0,685$$

$$f_{syd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} = 0,685 \cdot \frac{500}{1,0} = 342,5 \text{ MPa}$$

Výška tlačené oblasti v redukovaném průřezu

$$x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{syd,fi}}{\lambda \cdot b_{fi} \cdot f_{cd,fi}} = \frac{2036 \cdot 342,5}{0,8 \cdot 447 \cdot 30} = 65 \text{ mm}$$



Obr. 33 – Výztuž vazníku

Návrhový moment únosnosti v redukovaném průřezu

$$M_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{syd,fi} \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) = 2036 \cdot 342,5 \cdot (1156 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 65) = \\ = 787,98 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,fi} = 787,98 \text{ kNm} > M_{Ed,fi} = 640,38 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE PO R60

2.9 Stěna

Jako dělicí konstrukce jsou navrženy stěny Porotherm 24 Profi Dryfix, které mají jako nosná i požárně dělicí konstrukce s oboustrannou omítkou požární odolnost podle [10] REI 180.

VYHOVUJE PO REI 60

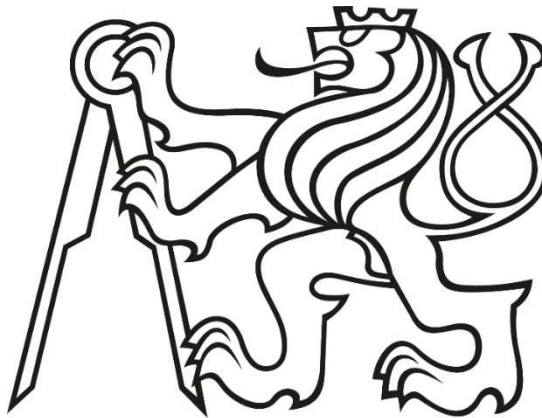
3 Závěr

Navržené nosné konstrukce vyhovují meznímu stavu únosnosti a meznímu stavu použitelnosti a přenesou veškerá zatížení do podloží. Prokazují požadovanou požární odolnost při mimořádném zatížení požárem.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

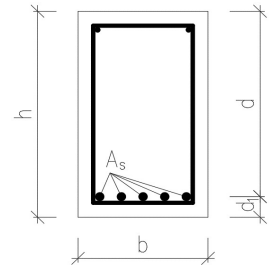
KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

**PŘÍLOHA B1 – VÝPOČET PŘETVOŘENÍ A
DOTVAROVÁNÍ PRŮVLAKU**

Výpočet přetvoření od dotvarování a smršťování**1. Vstupní hodnoty:**

Třída betonu:		C30/37
Modul pružnosti betonu:	$E_c =$	32 GPa
Třída výztuže:		B 500B
Modul pružnosti výztuže:	$E_s =$	200 GPa
Třída cementu:		N
Délka nosníku:	$l =$	7 m
Výška průřezu:	$h =$	0,70 m
Šířka průřezu:	$b =$	0,35 m
Stálé charakteristické spojité zatížení:	$g_k =$	46,81 kN/m
Užitné charakteristické spojité zatížení:	$q_k =$	34,8 kN/m
Průměr hlavní ohybové výztuže:	$\emptyset =$	32 mm
Počet prutů ohybové výztuže:	počet =	4 ks
Průměr třmínků:	$\emptyset_{tr} =$	8 mm
Krytí:	$c =$	40 mm
Teplota okolního prostředí:	$T =$	20 °C
Relativní vlhkost okolního prostředí:	$RH =$	50 %
Čas vnesení zatížení:	$t_0 =$	28 dní
Po vybetonování se beton ošetřuje po dobu ($0, t_{sh}$):	$t_{sh} =$	7 dní
Kategorie konstrukce dle zatížení:		Kategorie C: schromažďovací plochy
Hodnoty součinitelů ψ :	$\psi_1 =$	0,7 -
	$\psi_2 =$	0,6 -

2. Výstupní hodnoty:**2.1. Materiálové a geometrické vlastnosti:**

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} =$	30 MPa
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku:	$f_{cm} =$	38 MPa
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu:	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
Plocha betonového průřezu:	$A_c =$	0,245 m ²
Mez kluzu výztuže:	$f_{yk} =$	500 MPa
Plocha hlavní ohybové výztuže:	$A_s =$	3216,99 mm ²
Vzdálenost spodní výztuže od dolních vláken:	$d_1 =$	64 mm
Vzdálenost spodní výztuže od horních vláken:	$d =$	0,636 m

2.2. Zatížení:

Kvazistálá kombinace zatížení:	$f_{qp} =$	67,69 kN/m
Ohybový moment od kvazistálé kombinace:	$M_{E,qp} =$	414,6 kN.m
Častá kombinace zatížení:	$f_{fr} =$	71,17 kN/m
Ohybový moment od časté kombinace:	$M_{E,fr} =$	435,92 kN.m
Charakteristická kombinace zatížení:	$f_k =$	81,61 kN/m
Ohybový moment od charakteristické kombinace:	$M_{E,k} =$	499,86 kN.m

3. Výpočet přetvoření:**3.1. Kritéria průhybu:**

Limitní hodnota průhybu pro dlouhodobý účinek:	$w_{lim,lt,qp} =$	28,00 mm
--	-------------------	----------

3.2. Výpočet průhybu:

Zatížení začíná působit v čase:	$t_0 =$	28 dní
Po vybetonování se beton ošetřuje po dobu (0, t_{sh}):	$t_{sh} =$	7 dní
Náhradní tloušťka:	$h_0 =$	0,2333 m

3.2.1. Průhyb od kvazistálého zatížení:

Součinitel dotvarování pro čas vnesení zatížení:	$\varphi_c =$	2,31 -
Efektivní modul pružnosti pro dlouhodobě působící zatížení:	$E_{c,ef} =$	9,66 GPa
Pracovní součinitel (poměr $E_s/E_{c,ef}$)	$\alpha_{e,ef} =$	20,71 -

3.2.1.A. Geometrické charakteristiky průřezu bez trhliny:

Plocha ideálního průřezu:	$A_{l,ef} =$	0,31162 m ²
Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje:	$a_{l,ef} =$	0,41114 m
Moment setrvačnosti ideálního průřezu k jeho těžišti:	$I_{l,ef} =$	0,014289 m ⁴
Ohybová tuhost:	$E_{c,ef} \cdot I_{l,ef} =$	137,992 MN.m ²
Ohybová poddajnost:	$C_{l,ef} =$	0,00725 MN ⁻¹ .m ⁻²
Ohybový moment při vzniku trhlin:	$M_{cr} =$	143,45 kN.m
Ohybový moment od kvazistálé kombinace:	$M_{E,qp} =$	414,6 kN.m

Posouzení vzniku trhlin od zatížení:

Trhliny vzniknou při kvazistálé kombinaci zatížení.	414,600	>	143,45
Trhliny vzniknou při časté kombinaci zatížení.	435,920	>	143,45
Trhliny vzniknou při charakteristické kombinaci zatížení.	499,860	>	143,45

3.2.1.B. Geometrické charakteristiky průřezu s trhlinou:

Vzdálenost neutrální osy od tlačeneho okraje:	$x_{cr,ef} =$	0,337 m
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou k jeho těžišti:	$I_{II,ef} =$	0,010421 m ⁴
Ohybová tuhost:	$E_{c,ef} \cdot I_{II,ef} =$	100,643 MN.m ²
Ohybová poddajnost:	$C_{II,ef} =$	0,00994 MN ⁻¹ .m ⁻²
Hodnota udávající míru spolupůsobení betonu mezi trhlinami:	$\zeta_{qp,ef} =$	0,94 -
Výsledná křivost od kvazistálého zatížení:	$(1/r)_{g,lt} =$	0,004053 m ⁻¹
Průhyb od kvazistálého zatížení:	$w_{g,lt} =$	20,69 mm

3.2.2. Průhyb od smršťování:

Součinitel dotvarování pro smršťování:	$\varphi_{c,sh} =$	3,01 -
Autogenní smršťování:	$\epsilon_{ca} =$	0,00005 -
Poměrné dotvarování vysycháním:	$\epsilon_{cd} =$	0,000482 -
Celkové poměrné smršťování	$\epsilon_{cs} =$	0,000532 -
Efektivní modul pružnosti pro dlouhodobě působící zatížení:	$E_{c,ef,sh} =$	7,99 GPa
Pracovní součinitel (poměr $E_s/E_{c,ef,sh}$)	$\alpha_{e,ef,sh} =$	25,04 -

3.2.2.A. Geometrické charakteristiky průřezu bez trhliny:

Plocha ideálního průřezu:	$A_{I,ef,sh} =$	0,32554 m ²
Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje:	$a_{I,ef,sh} =$	0,420758 m
Moment setrvačnosti ideálního průřezu k jeho těžišti:	$I_{I,ef,sh} =$	0,014962 m ⁴
Statický moment průřezové plochy k těžišti výztuže:	$S_{I,ef,sh} =$	0,000692 m ³

3.2.2.B. Geometrické charakteristiky průřezu s trhlinou:

Vzdálenost neutrální osy od tlačeneho okraje:	$x_{cr,ef,sh} =$	0,3578 m
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou k jeho těžišti:	$I_{II,ef,sh} =$	0,011577 m ⁴
Statický moment průřezové plochy k těžišti výztuže:	$S_{II,ef,sh} =$	0,000895 m ³
Výsledná křivost od smršťování:	$(1/r)_{cs} =$	0,001005 m ⁻¹
Průhyb od smršťování:	$w_{cs} =$	6,16 mm

4. Výsledky:

Průhyb od kvazistálého zatížení:	$w_{g,lt} =$	20,69 mm
Průhyb od smršťování:	$w_{cs} =$	6,16 mm
Celkový průhyb ($w_{lt} = w_{g,lt} + w_{cs}$):	$w_{lt} =$	26,8 mm
Limitní hodnota průhybu pro dlouhodobý účinek:	$w_{lim,lt,qp} =$	28,0 mm

5. Posouzení:

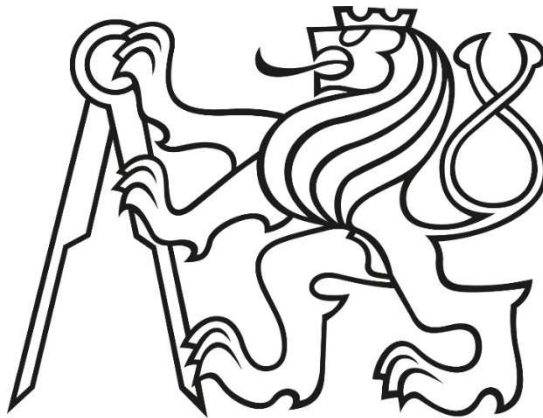
w_{lt} [mm]	<	$w_{lim,lt}$ [mm]
26,8	<	28,0

PRŮHYB VYHOVUJE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

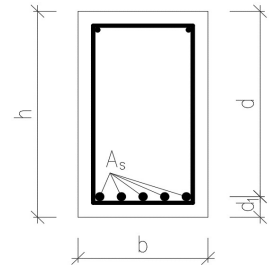
KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

**PŘÍLOHA B2 – VÝPOČET PŘETVOŘENÍ A
DOTVAROVÁNÍ VAZNÍKU**

Výpočet přetvoření od dotvarování a smršťování**1. Vstupní hodnoty:**

Třída betonu:		C30/37
Modul pružnosti betonu:	$E_c =$	32 GPa
Třída výztuže:		B 500B
Modul pružnosti výztuže:	$E_s =$	200 GPa
Třída cementu:		N
Délka nosníku:	$l =$	14 m
Výška průřezu:	$h =$	1,2 m
Šířka průřezu:	$b =$	0,5 m
Stálé charakteristické spojité zatížení:	$g_k =$	17,59 kN/m
Užitné charakteristické spojité zatížení:	$q_k =$	9,06 kN/m
Průměr hlavní ohybové výztuže:	$\emptyset =$	18 mm
Počet prutů ohybové výztuže:	počet =	8 ks
Průměr třmínků:	$\emptyset_{tr} =$	10 mm
Krytí:	$c =$	40 mm
Teplota okolního prostředí:	$T =$	20 °C
Relativní vlhkost okolního prostředí:	$RH =$	50 %
Čas vnesení zatížení:	$t_0 =$	28 dní
Po vybetonování se beton ošetřuje po dobu ($0, t_{sh}$):	$t_{sh} =$	7 dní
Kategorie konstrukce dle zatížení:		Kategorie C: schromažďovací plochy
Hodnoty součinitelů ψ :	$\psi_1 =$	0,7 -
	$\psi_2 =$	0,6 -

2. Výstupní hodnoty:**2.1. Materiálové a geometrické vlastnosti:**

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} =$	30 MPa
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku:	$f_{cm} =$	38 MPa
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu:	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
Plocha betonového průřezu:	$A_c =$	0,6 m ²
Mez kluzu výztuže:	$f_{yk} =$	500 MPa
Plocha hlavní ohybové výztuže:	$A_s =$	2035,75 mm ²
Vzdálenost spodní výztuže od dolních vláken:	$d_1 =$	59 mm
Vzdálenost spodní výztuže od horních vláken:	$d =$	1,141 m

2.2. Zatížení:

Kvazistálá kombinace zatížení:	$f_{qp} =$	23,03 kN/m
Ohybový moment od kvazistálé kombinace:	$M_{E,qp} =$	564,14 kN.m
Častá kombinace zatížení:	$f_{fr} =$	23,932 kN/m
Ohybový moment od časté kombinace:	$M_{E,fr} =$	586,33 kN.m
Charakteristická kombinace zatížení:	$f_k =$	26,65 kN/m
Ohybový moment od charakteristické kombinace:	$M_{E,k} =$	652,93 kN.m

3. Výpočet přetvoření:**3.1. Kritéria průhybu:**

Limitní hodnota průhybu pro dlouhodobý účinek:	$w_{lim,lt,qp} =$	56,00 mm
--	-------------------	----------

3.2. Výpočet průhybu:

Zatížení začíná působit v čase:	$t_0 =$	28 dní
Po vybetonování se beton ošetřuje po dobu (0, t_{sh}):	$t_{sh} =$	7 dní
Náhradní tloušťka:	$h_0 =$	0,3529 m

3.2.1. Průhyb od kvazistálého zatížení:

Součinitel dotvarování pro čas vnesení zatížení:	$\varphi_c =$	2,18 -
Efektivní modul pružnosti pro dlouhodobě působící zatížení:	$E_{c,ef} =$	10,05 GPa
Pracovní součinitel (poměr $E_s/E_{c,ef}$)	$\alpha_{e,ef} =$	19,90 -

3.2.1.A. Geometrické charakteristiky průřezu bez trhliny:

Plocha ideálního průřezu:	$A_{l,ef} =$	0,64051 m ²
Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje:	$a_{l,ef} =$	0,63422 m
Moment setrvačnosti ideálního průřezu k jeho těžišti:	$I_{l,ef} =$	0,083107 m ⁴
Ohybová tuhost:	$E_{c,ef} \cdot I_{l,ef} =$	835,222 MN.m ²
Ohybová poddajnost:	$C_{l,ef} =$	0,0012 MN ⁻¹ .m ⁻²
Ohybový moment při vzniku trhlin:	$M_{cr} =$	425,98 kN.m
Ohybový moment od kvazistálé kombinace:	$M_{E,qp} =$	564,14 kN.m

Posouzení vzniku trhlin od zatížení:

	M [kN.m]:		M_{cr} [kN.m]:
Trhliny vzniknou při kvazistálé kombinaci zatížení.	564,140	>	425,98
Trhliny vzniknou při časté kombinaci zatížení.	586,330	>	425,98
Trhliny vzniknou při charakteristické kombinaci zatížení.	652,930	>	425,98

3.2.1.B. Geometrické charakteristiky průřezu s trhlinou:

Vzdálenost neutrální osy od tlačného okraje:	$x_{cr,ef} =$	0,357 m
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou k jeho těžišti:	$I_{II,ef} =$	0,032485 m ⁴
Ohybová tuhost:	$E_{c,ef} \cdot I_{II,ef} =$	326,468 MN.m ²
Ohybová poddajnost:	$C_{II,ef} =$	0,00306 MN ⁻¹ .m ⁻²
Hodnota udávající míru spolupůsobení betonu mezi trhlinami:	$\zeta_{qp,ef} =$	0,71 -
Výsledná křivost od kvazistálého zatížení:	$(1/r)_{g,lt} =$	0,001428 m ⁻¹
Průhyb od kvazistálého zatížení:	$w_{g,lt} =$	29,15 mm

3.2.2. Průhyb od smršťování:

Součinitel dotvarování pro smršťování:	$\varphi_{c,sh} =$	2,84 -
Autogenní smršťování:	$\epsilon_{ca} =$	0,00005 -
Poměrné dotvarování vysycháním:	$\epsilon_{cd} =$	0,000482 -
Celkové poměrné smršťování	$\epsilon_{cs} =$	0,000532 -
Efektivní modul pružnosti pro dlouhodobě působící zatížení:	$E_{c,ef,sh} =$	8,34 GPa
Pracovní součinitel (poměr $E_s/E_{c,ef,sh}$)	$\alpha_{e,ef,sh} =$	23,99 -

3.2.2.A. Geometrické charakteristiky průřezu bez trhliny:

Plocha ideálního průřezu:	$A_{I,ef,sh} =$	0,648828 m ²
Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje:	$a_{I,ef,sh} =$	0,640714 m
Moment setrvačnosti ideálního průřezu k jeho těžišti:	$I_{I,ef,sh} =$	0,085216 m ⁴
Statický moment průřezové plochy k těžišti výztuže:	$S_{I,ef,sh} =$	0,001018 m ³

3.2.2.B. Geometrické charakteristiky průřezu s trhlinou:

Vzdálenost neutrální osy od tlačného okraje:	$x_{cr,ef,sh} =$	0,3844 m
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou k jeho těžišti:	$I_{II,ef,sh} =$	0,037418 m ⁴
Statický moment průřezové plochy k těžišti výztuže:	$S_{II,ef,sh} =$	0,00154 m ³
Výsledná křivost od smršťování:	$(1/r)_{cs} =$	0,000419 m ⁻¹
Průhyb od smršťování:	$w_{cs} =$	10,27 mm

4. Výsledky:

Průhyb od kvazistálého zatížení:	$w_{g,lt} =$	29,15 mm
Průhyb od smršťování:	$w_{cs} =$	10,27 mm
Celkový průhyb ($w_{lt} = w_{g,lt} + w_{cs}$):	$w_{lt} =$	39,4 mm
Limitní hodnota průhybu pro dlouhodobý účinek:	$w_{lim,lt,qp} =$	56,0 mm

5. Posouzení:

$$\begin{array}{rcl} w_{lt} \text{ [mm]} & < & w_{lim,t} \text{ [mm]} \\ 39,4 & < & 56,0 \end{array}$$

PRŮHYB VYHOVUJE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

**PŘÍLOHA B3 – NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE
OZUBU**

Návrh a posouzení výztuže ozubu - výpočet

Výpočet proveden metodou příhradové analogie na základě kombinace mezi dvěma modely uvedených ve ČSN EN 1992-1-1, čl. 10.9.4.6.

Legenda buněk

XXX	Zadávané parametry
XXX	Vypočítané parametry
XXX	Vypočítané parametry, které je ale možné ručně poupravit přepsat

VNITŘNÍ SÍLY

Reakce (svislá) R_{Ed}	261 kN
Reakce (vodorovná) H_{Ed}	52 kN ($\geq R_{Ed} \cdot 0,2$)

(Působíště sil se uvažuje ve středu ložiska, tolerance uložení nejsou uvažovány)

ROZDĚLENÍ REAKCÍ DO MODELŮ

Vodorovná výztuž (model1)	100% (vždy 100%)
Svislá výztuž (model1)	60%
Šikmá výztuž (model2)	60%

Reakce (svislá) MODEL 1 $R_{Ed,1}$	157 kN
Reakce (svislá) MODEL 2 $R_{Ed,2}$	157 kN

GEOMETRIE KONSTRUKCE

ROZMĚRY PRŮVLAKU

Výška průvlaku h_p	1,20 m
Šířka průvlaku b_p	0,50 m

ROZMĚRY OZUBU

Vyložení ozubu l_k	0,40 m
Výška ozubu h_k	0,50 m
Šířka ozubu b_k	0,50 m

LOŽISKO

Šířka b_l	0,35 m
Délka l_l	0,14 m
Výška ložiska Δh	0,01 m
Umístění (střed) a_c	0,23 m

MATERIÁLY

BETON

C30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{cd} = 20,0$ MPa	$f_{ck;0,05} = 2,0$ MPa
	$f_{ctm} = 2,9$ MPa	$\epsilon_{cu3} = 3,5$ ‰	$f_{ctd} = 1,33$ MPa
	$\nu = 1 - f_{ck} / 250 = 0,88$		

Návrhové pevnosti styčnicků:

stýčník C-C-C $\sigma_{Rd,max} = 1,0 \cdot \nu \cdot f_{cd} =$	17,6 MPa
stýčník C-C-T $\sigma_{Rd,max} = 0,85 \cdot \nu \cdot f_{cd} =$	15,0 MPa
stýčník C-T-T $\sigma_{Rd,max} = 0,75 \cdot \nu \cdot f_{cd} =$	13,2 MPa
vzpěra (příč. tah) $\sigma_{Rd,max} = 0,6 \cdot \nu \cdot f_{cd} =$	10,6 MPa

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

B500B	$f_{yk} = 500$ MPa	$f_{yd} = 434,8$ MPa
--------------	--------------------	----------------------

VÝZTUŽENÍ (OHYBOVÁ+SMYKOVÁ VÝZTUŽ)

Bet. krycí vrstva	c	25 mm		
Třmínková výztuž (svislá) $\Phi_{st,1}$	10	rozteč	250 mm	(v zóně blízko podpory)
Ohybová výztuž, spodní Φ_s	18	počet	8	
Ohybová výztuž, horní Φ_h	0	počet	0	

POSOUZENÍ TLAKU POD STYČNOU DESKOU (STYČNÍK C-C-T)

$$\sigma_{\max} = \frac{(R_{Ed}^2 + H_{Ed}^2)^2}{b_1 I_1} = 5,4 \text{ MPa} < 15,0 \text{ MPa}$$

NÁVRH A POSOUZENÍ OZUBU -SVISLÁ VÝZTUŽ (MODEL1)

Síla v táhlech $T_{32} = T_{45} = T_{67} = R_{Ed,1}$

$$A_{s23,req} = T_{32} / f_{yd} = 361 \text{ mm}^2$$

Šířka táhla $l_{32} = 150 \text{ mm}$ [(počet-1)xrozteč]

$$R_{Ed,1} = (157 \text{ kN})$$

Návrh výztuže (třmínky)

$\Phi_{sv,1}$ třmínků 10

střížnost 2

počet n_{sv} 4

v os. rozteči s_{sv} 50 mm

$$A_{s23,prov} = 628 \text{ mm}^2$$

Pozice styčnicku "1"

Účinná výška od líce ozubu

$$d_k^1 = c + \phi_{st,1} + [n_{sv} \cdot \phi_{sv,1} + (n_{sv} - 1) \cdot s_{sv}] / 2 = 100 \text{ mm}$$

kde n značí počet smyček vodorovně výztuže nad sebou

$$d_k = h_k - d_k^1 = 400 \text{ mm}$$

Geometrie styčnicku "2" (C-C-T)

Vodorovná vzdálenost těžiště navržených třmínků od líce ozubu

$$\Delta a = c + \phi_{sv,o,1} + \phi_{sv,1} / 2 + [(n_{sv} - 1) \cdot s_{sv}] / 2 = 115 \text{ mm}$$

Rameno reakce

$$a = a_c + \Delta a_c + H_{Ed} / R_{Ed,1} \cdot (d' + \Delta h) = 340 \text{ mm}$$

Šířka styčnicku

$$x_2 = R_{Ed,1} / (\sigma_{Rd,max} \cdot b_p) = 21 \text{ mm}$$

Odhad výšky tlačené oblasti

$$a_d = c_{nom} + \phi_{st,1} + 0,5 \cdot R_{Ed,1} / (b_o \cdot \sigma_{Rd,max}) = 52 \text{ mm}$$

Odhad rameno vn. sil

$$z_k = h_k - d'_k - a_d = 348 \text{ mm}$$

Odhad sklonu tlač. diagonály

$$\theta = \text{acrtg}(z_k / a) = 45,63^\circ$$

Odhad výšky styčnicku

$$y_2 = \frac{R_{Ed,2} + \frac{R_{Ed,1} \cdot \cos \theta}{\sin \theta}}{\sigma_{Rd,max} \cdot b_p} = 41 \text{ mm}$$

Výška tlačené oblasti

$$a_d = c_{nom} + \phi_{st} + 0,5 \cdot y_2 = 56 \text{ mm}$$

Rameno vn. sil

$$z_k = h_k - d'_k - a_d = 344 \text{ mm}$$

Sklon tlač. diagonály

$$\theta = \text{acrtg}(z_k / a) = 45,36^\circ$$

Výška styčnicku

$$y_2 = \frac{R_{Ed,2} + \frac{R_{Ed,1} \cdot \cos \theta}{\sin \theta}}{\sigma_{Rd,max} \cdot b_p} = 42 \text{ mm}$$

NÁVRH A POSOUZENÍ OZUBU - VODĚROVNÁ VÝZTUŽ (MODEL1)

Síla v táhlech $T_{14} = R_{Ed,1} \cdot a / z + H_{Ed} = 207 \text{ kN}$
 $A_{s14,req} = T_{14} / f_{yd} = 476 \text{ mm}^2$

Napětí: $\sigma_{sd} = \frac{A_{s14,req}}{A_{s14,prov}} \cdot f_{yd} = 220 \text{ MPa}$

Síla v 1 prutu: $F_{bt} = \sigma_{sd} \cdot A_{s,1} = 17 \text{ kN}$

Zakotvení smyček v ozubu:

$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0 \text{ MPa}$

$l_{bd,req} = \frac{\phi_{v,1} \cdot \sigma_s}{4 \cdot f_{pd}} = 183 \text{ mm}$

$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 128 \text{ mm}$ (s uvážením vlivu kolmého tlaku $\alpha_5=0,7$)

$H_{Ed} = (52 \text{ kN})$

Návrh výztuže (vodorovné smyčky)

$\Phi_{v,1}$ smyček	10
počet nad sebou n_v	3
počet vedle sebe	2
v rozteči s_v	50 mm
$A_{s14,prov}$	942 mm ²

$\eta_1 = 1,0$
 $\eta_2 = 1,0$

Výpočet maximálního průměru smyčky s ohledem na drcení betonu:

$\phi_{v,1,min} = F_{bt} \cdot \frac{1/a_b + 1/2 \cdot \phi_{v,1}}{f_{ctd}} = 65 \text{ mm}$ zvoleno → 100 mm
 $a_b = c + \phi_{sv,o,1} + \phi_{v,1} / 2 = 40 \text{ mm}$

Celková kotevní délka smyčky:

$l_b = \pi \cdot \phi_{v,1,min} / 4 + l_h = 180 \text{ mm}$ >

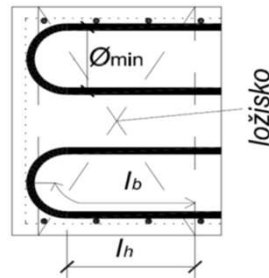
$l_{bd} = 128 \text{ mm}$

kde l_h je vzdálenost od středu smyčky k líci ložiska

Zakotvení smyček (rovných prutů) směrem do nosníku:

$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 183 \text{ mm}$

(požadovaná kotevní délka za styčником 4)



Posouzení tlaku v betonové vzpěře

$C_{12} = R_{Ed,1} / \sin \theta = 220 \text{ kN}$

šířka diagonály $a_{12} = l_1 / \sin(\theta) = 0,20 \text{ m}$ (styčnik 1)

Napětí: $\sigma_{12} = \frac{C_{12}}{a_{12} \cdot b_k} = 2,2 \text{ MPa}$ < 10,6 MPa

délka vzpěry $h_{12} = \frac{z_k}{\sin(\theta)} = 0,49 \text{ m}$ (geometrie modelu)

NÁVRH A POSOUZENÍ OZUBU - ŠIKMÁ VÝZTUŽ (MODEL2)

Sklon výztuže $\alpha = 45^\circ$
 Síla v táhlech $T_{23} = R_{Ed,2} / \sin \alpha = 222 \text{ kN}$
 $A_{s13,req} = T_{23} / f_{yd} = 510 \text{ mm}^2$

Napětí: $\sigma_{sd} = \frac{A_{s13,req}}{A_{s13,prov}} \cdot f_{yd} = 353 \text{ MPa}$

Síla v 1 prutu: $F_{bt} = \sigma_{sd} \cdot A_{s,1} = 28 \text{ kN}$

Návrh výztuže (šikmé smyčky)

$\Phi_{vt,1}$ smyček	10
počet nad sebou n_{vt}	2
počet vedle sebe	2
v rozteči s_{vt}	20 mm
$A_{s13,prov}$	628 mm ²

Zakotvení smyček v ozubu:

$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0 \text{ MPa}$

$l_{bd,req} = \frac{\phi_{v,1} \cdot \sigma_s}{4 \cdot f_{pd}} = 294 \text{ mm}$

$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 206 \text{ mm}$ (s uvážením vlivu kolmého tlaku $\alpha_5=0,7$)

$\eta_1 = 1,0$
 $\eta_2 = 1,0$

Výpočet maximálního průměru smyčky s ohledem na drcení betonu:

$$\phi_{v,1,\min} = F_{bt} \cdot \frac{1/a_b + 1/2 \cdot \phi_{v,1}}{f_{cd}} = 109 \text{ mm} \quad \text{zvoleno} \rightarrow 150 \text{ mm}$$

$$a_b = c + \phi_{sv,0,1} + \phi_h = 95 \text{ mm}$$

Celková kotevní délka smyčky:

$$l_b = \pi \cdot \phi_{v,1,\min} / 4 + l_h = 210 \text{ mm} > l_{bd} = 206 \text{ mm}$$

kde l_h je vzdálenost od středu smyčky k líci ložiska (průmět)

Zakotvení smyček (rovných prutů) směrem do nosníku:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,reqd} = 206 \text{ mm} \quad (\text{požadovaná kotevní délka za styčником 4})$$

Posouzení tlaku v betonové vyzpěře

$$C_{12} = R_{Ed,2} = 157 \text{ kN} \quad \text{šířka vyzpěry (styčnik 1)} \quad a_{12} = l_t = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Napětí: } \sigma_{12} = \frac{C_{12}}{a_{12} \cdot b_k} = 2,2 \text{ MPa} < 10,6 \text{ MPa} \quad \text{délka vyzpěry (geometrie modelu)} \quad h_{12} = z_k = 0,34 \text{ m}$$

NÁVRH VÝZTUŽE SAMOTNÉHO OZUBU

Příčné tahové síly Modelu 1 + posouvající síla (smyk)

Stanovení souč. β (rozdělení smykové síly od reakce)

$$\beta = (a_c + \Delta a - 0,5 \cdot l_1) / (2 \cdot z_k + a_d) = 0,34$$

Stanovení vodorovné tahové síly od reakce

$$T_{ts,12,y} = R_{Ed,1} \cdot \beta = 53 \text{ kN}$$

Stanovení příčného tahu ze síly F_{12} :

$$T_{t,12} = F_{12} (1 - 0,7 \cdot a_{12} / h_{12}) / 4 = 55 \text{ kN}$$

Rozložení účinků šikmé síly F_{12} (přídavek návrhu výztuže 20%):

$$\text{vodorovná} \quad T_{t,12,x} = 1,2 \cdot T_{t,12} \cdot \sin(\theta) = 47 \text{ kN}$$

$$\text{svislá} \quad T_{t,12,y} = 1,2 \cdot T_{t,12} \cdot \cos(\theta) = 46 \text{ kN}$$

Příčné tahové síly Modelu 2

Stanovení příčného tahu ze síly F_{12} :

$$T_{t,12,x} = F_{12} (1 - 0,7 \cdot a_{12} / h_{12}) / 4 = 39 \text{ kN}$$

VÝZTUŽ OZUBU -SVISLÁ VÝZTUŽ

Celková svislá tahová síla v ozubu:

$$\sum T_{12,y} = 99 \text{ kN}$$

$$A_{st,req,y} = \sum T_{12,y} / f_{yd} = 229 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže (třmínky)	
$\phi_{sv,0,1}$ třmínků	10
střížnost	2
počet vedle sebe	4
v rozteči s_v	90 mm
$A_{st,y,prov}$	628 mm ²

VÝZTUŽ OZUBU NA PŘÍČNÝ TAH-VODOROVNÁ VÝZTUŽ

Celková vodorovná tahová síla v ozubu:

$$\sum T_{12,x} = 86 \text{ kN}$$
$$A_{st,req,x} = \sum T_{12,x} / f_{yd} = 198 \text{ mm}^2$$

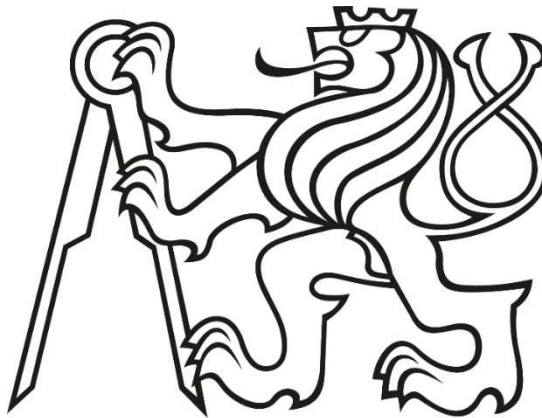
Návrh výztuže (třmínky) po délce ozubu:

$\Phi_{v,o,1}$ třmínků	10
střižnost	2
počet nad sebou	2
v rozteči s_v	100 mm
$A_{st,x,prov}$	314 mm ²

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

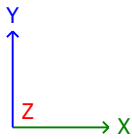
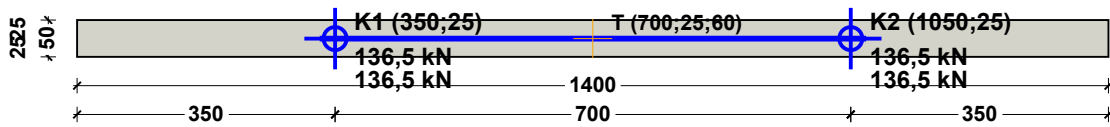
**PŘÍLOHA B4 – NÁVRH MONTÁŽNÍCH ÚCHYTŮ
VAZNÍKU**

TPA - Systém transportných kotiev TPA

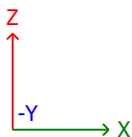
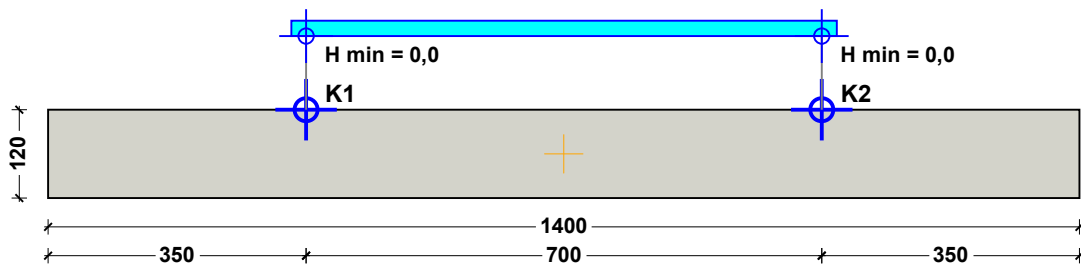
Preprava | Nosník | Pravouhlý nosník

GRAPHICS

Pohľad zhora



Pohľad spredu



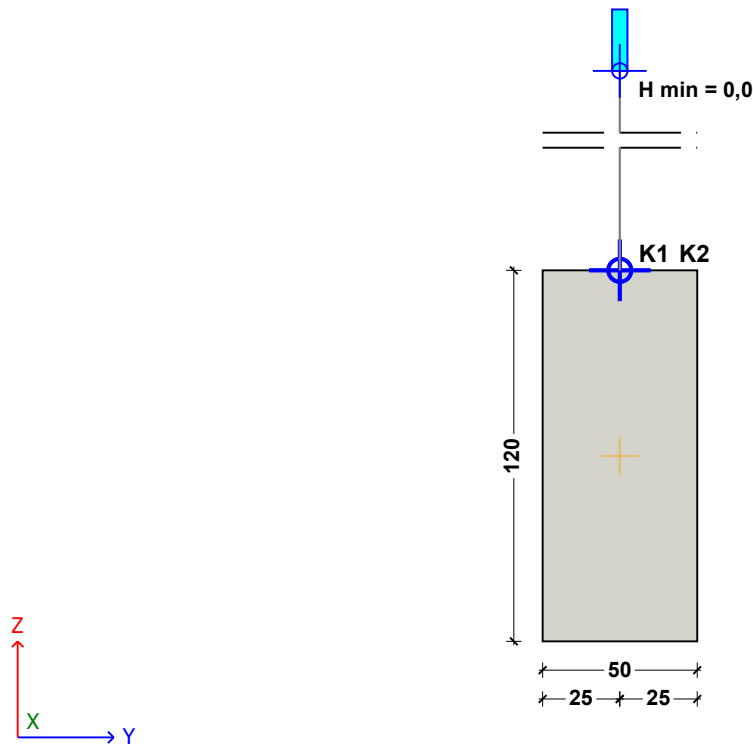
HALFEN - DEHA, s.r.o., K Vypichu 986, 252 19 Rudná, Česká republika, tel.: +420 311 672 612, fax: +420 311 671 417 © HALFEN GmbH, Langenfeld, Germany

TPA - Systém transportných kotiev TPA

Preprava | Nosník | Pravouhlý nosník

GRAPHICS

Pohľad sprava



VÝPOČTY

Vychodisková hodnota:

Hmotnosť:	210,0 kN
Objem:	8,4 m ³
Ťažisko:	
Sx:	700,0 cm
Sy:	25,0 cm
Sz:	60,0 cm
Plocha debnenia:	16,8 m ²
Príľnavosť na debnenie:	16,8 kN
Vrchol. uhol záves. zar.:	0,0°
Súčiniteľ vrchol. uhla záves. zar.:	1,00
Dynamický súčiniteľ - paneláreň:	1,30
Dynamický súčiniteľ - stavenisko:	1,30
Pevnosť betónu v panelárni:	15 N/mm ²
Pevnosť betónu na stavenisku:	15 N/mm ²
Počet nosných kotiev:	2

Zaťaženie:

Celkové zaťaženie:	
Paneláreň - zdvíhanie:	226,8 kN
Paneláreň - transport:	273,0 kN
Stavenisko - preprava / montáž:	273,0 kN
Zaťaženia (paneláreň / stavenisko):	
Kotva 1:	136,5 kN / 136,5 kN
Kotva 2:	136,5 kN / 136,5 kN

Všeobecné:

Minimálna výška háku:	0,0 cm
-----------------------	--------

TPA - Systém transportných kotiev TPA

Preprava | Nosník | Pravouhlý nosník

DETAILY KOTVY

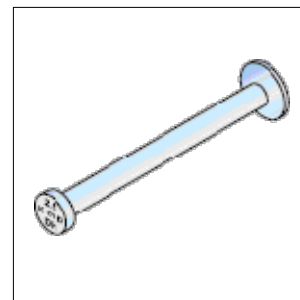
Typ kotvy: DEHA Kotva s guľovou hlavou 6000
Vybraná kotva: 6000-20,0-0500

Výstuž / Povolené zaťaženie:

Dĺžka kotvy l: 500 mm
Minimálna výška nosníka B1: 990 mm
Hrúbka steny 2 × er: 500 mm
Povolené zaťaženie pre osový ťah do 30°; βw = 15 N/mm²: 159,4 kN
Osová vzdialenosť kotiev ez: 1490 mm
Základná výstuž prekrížená: 2 × 378 mm²/m

Detaily kotvy:

Popis položiek (paneláreň): 6000-20,0-0500
Obj. č.: 735.010-00075
Zaťažovacia skupina: 20 t
Rozmery
l: 500 mm
d: 38 mm
d1: 69 mm
d2: 98 mm
k: 15 mm
Da: 160 mm



VSTUPNÉ ÚDAJE

Výpočtová norma:	Germany	Pevnosť betónu [N/mm ²]:	15
		Dynamický súčiniteľ:	1,3
Použitie kotvy:	Preprava	Typ umiestnenia:	Štandardný
Druhy prefabrikátov:	Nosník	Počet kotiev:	2
Typ prefabrikátu:	Pravouhlý nosník	Spôsob umiestnenia:	automaticky
		Typ súmernosti:	Plná symetria
Dĺžka L [cm]:	1400	Kotva 1:	
Šírka B [cm]:	50	X [cm]:	350
Hrúbka D [cm]:	120	Y [cm]:	25
Špecifická hmotnosť [kN/m ³]:	25	Kotva 2:	
		X [cm]:	1050
Skupina zaťažovacích prípadov: paneláreň:	Ano	Y [cm]:	25
Zaťažovací prípad: odformovať:		Typ závesu:	Váhadlo
Pevnosť betónu pri odformovaní [N/mm ²]:	15	Smer váhadla:	X
Priľnavosť k debneniu / Koeficient trenia:	1 kN/m ²	Vrchol. uhol záves. zar. [°]:	0
Zaťažovací prípad: Preprava:		Systém transportných kotiev:	Úchyt DEHA s guľovou hlavou
Pevnosť betónu pri odformovaní [N/mm ²]:	15	Typ kotvy:	DEHA Kotva s guľovou hlavou 6000
Dynamický súčiniteľ:	1,3	Koniec:	Bez povrchovej úpravy
Skupina zaťažovacích prípadov: Stavenisko:	Ano		
Zaťažovací prípad: Preprava / Montáž:			

TPA - Systém transportných kotiev TPA

Preprava | Nosník | Pravouhlý nosník

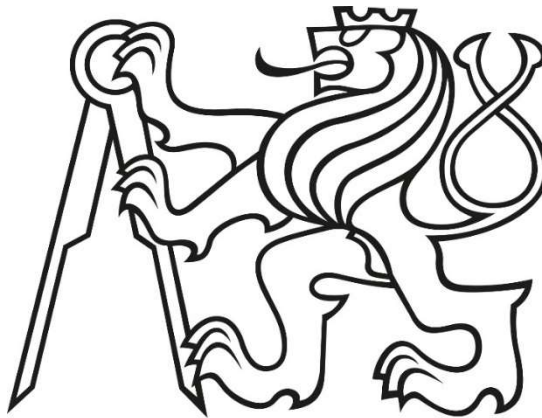
POZNÁMKY

The design - including the static values - does only apply to the designated HALFEN product. The load bearing capacity of third party products, appearing to be identical in construction, might differ. For this reason, the software provider does not extend warranty if external products are used.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

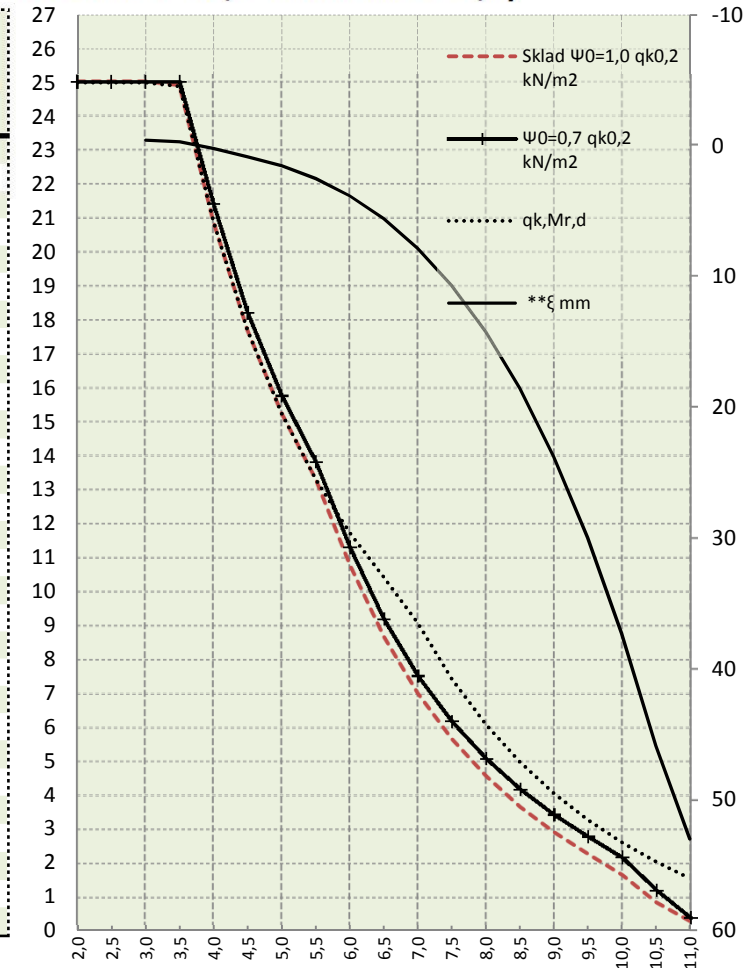
POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

PŘÍLOHA B5 – TECHNICKÝ LIST

SPIROLL PPD 200/219

Statický výpočet PPD 219 (Lana: Dole: 7*12,5 + Nahoře: 2*9,3)

L m	Sklád		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00						
2,5	25,00	25,00						
3,0	25,00	25,00	60,4	62,0	80,0	91,2	-0,41	70,6
3,5	24,89	25,00	59,8	71,6	93,7	106,3	-0,30	70,6
4,0	20,88	21,40	59,5	81,2	107,2	121,0	0,22	70,6
4,5	17,68	18,20	59,6	82,9	108,8	132,3	0,86	70,6
5,0	15,23	15,75	59,8	83,1	109,1	132,3	1,54	70,6
5,5	13,30	13,82	60,0	83,4	109,4	132,3	2,51	70,6
6,0	10,78	11,30	60,3	83,6	109,7	132,3	3,84	70,6
6,5	8,67	9,19	60,5	83,8	110,1	132,3	5,59	70,7
7,0	7,00	7,51	60,8	84,1	110,4	132,3	7,84	70,7
7,5	5,65	6,17	61,1	84,4	110,8	132,3	10,70	70,7
8,0	4,56	5,08	61,4	84,7	111,3	132,3	14,23	70,8
8,5	3,66	4,18	61,7	85,1	111,8	132,3	18,56	70,8
9,0	2,90	3,42	62,0	85,4	112,3	132,3	23,77	70,8
9,5	2,27	2,79	62,3	85,8	112,8	132,3	29,98	70,9
10,0	1,65	2,17	62,7	86,1	113,3	132,3	37,31	70,9
10,5	0,84	1,20	63,1	86,5	113,9	132,3	45,89	70,8
11,0	0,28	0,40	63,5	86,9	114,4	132,3	53,02	70,8
11,5								
12,0								
12,5								
13,0								
13,5								
14,0								
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



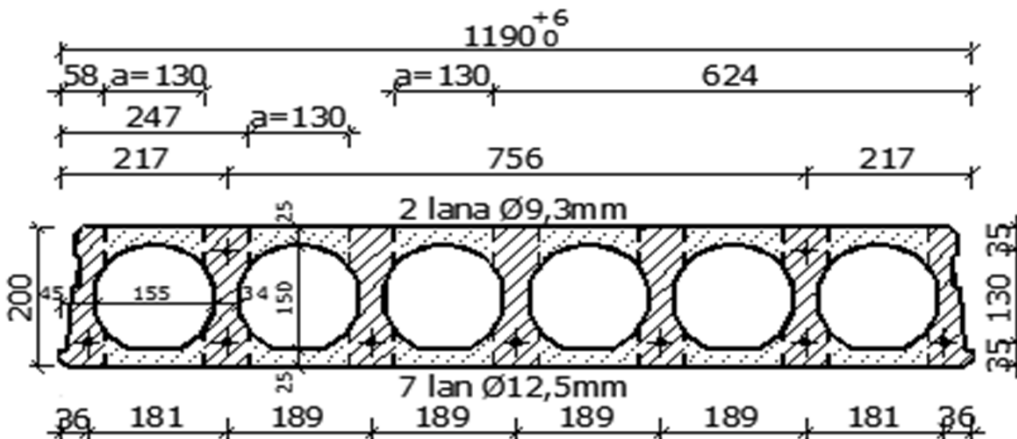
$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$. . . návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$. . . redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$. . vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$. . . návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$. . g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$. . charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$. . . sklady
 $\psi_0 (0,7)$. . . ostatní

EC0 ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $Mr_{dek} (kNm/1,2m)$. . moment na mezi dekomprese XC2/XC3
 $Mr_{cr} (kNm/1,2m)$. . moment na mezi vzniku trhlin
 $Mr_{0,2} (kNm/1,2m)$. . moment na mezi šířky trhlin
 $Mr_d (kNm/1,2m)$. . moment na mezi únosnosti
 $**\xi (mm)$ průhyb
 $*Vrdct1 (kNm/1,2m)$. smyková únosnost pro oblast bez trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebně/uložení
 200/1190/1200/150 mm

Krytí lan
 dolní řada/střední/horní
 29/-/30 mm

Hmotnosti
 manipulační/se zálivkou/zálivka
 296/312/16 kg/mb



Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,19 m2K/W
REI Požární odolnost
 45 minut

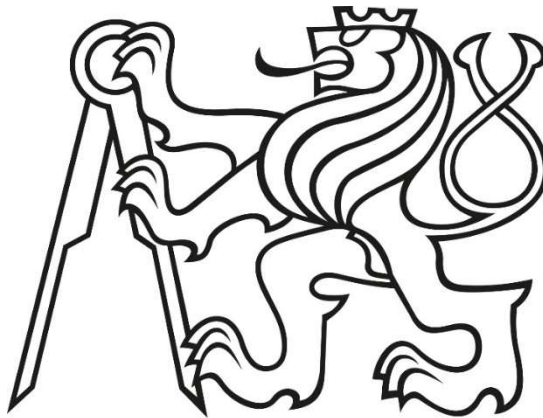
Vzduchová neprůzvučnost
 50 db
Vážená, normalizovaná hladina kročejového zvuku
 85 db

* Pro oblast s trhlínami se doporučuje redukovat smyk. únosnost na 80%
 ** Skutečné hodnoty se mohou lišit od zde odhadnutých hodnot, skutečný průhyb závisí od historie zatížení apod. (EC2 čl. 7.4.1)
 Obvykle s průhybem spirallů nebývají žádné problémy.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

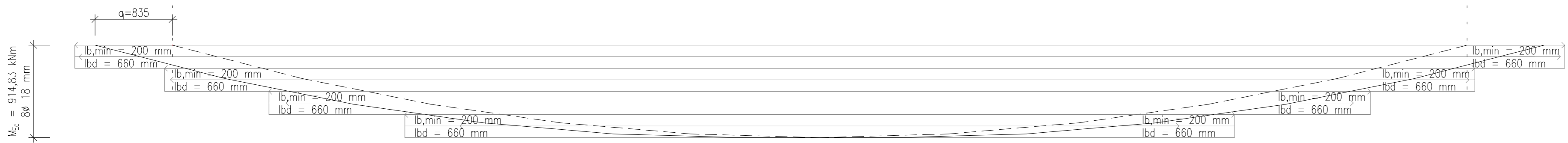
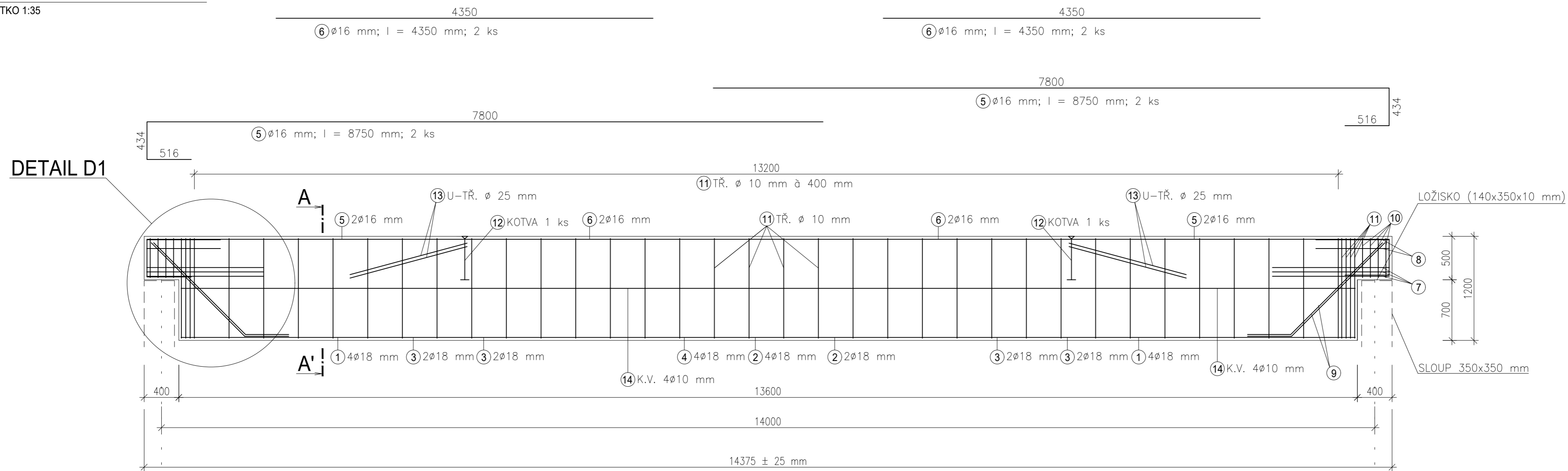
ČÁST B – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

ČÁST B – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

<i>Výkresová část:</i>	<i>1. Výztuž montážního dílce</i>	<i>A2</i>	<i>M 1:35 (M 1:20)</i>
	<i>2. Detail D1 – výztuž ozubu</i>	<i>A3</i>	<i>M 1:20</i>
	<i>3. Výkres sestavy dílců 1. NP</i>	<i>A2</i>	<i>M 1:125</i>

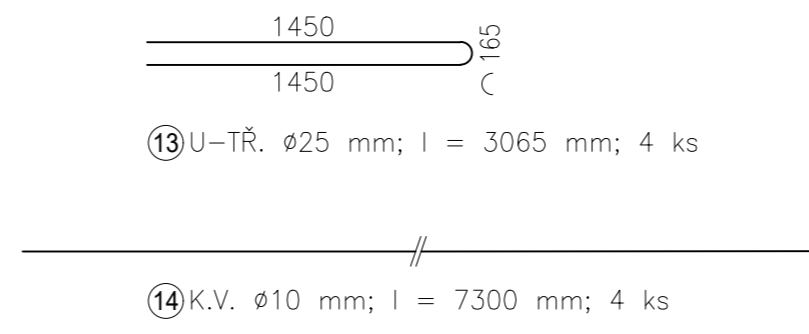
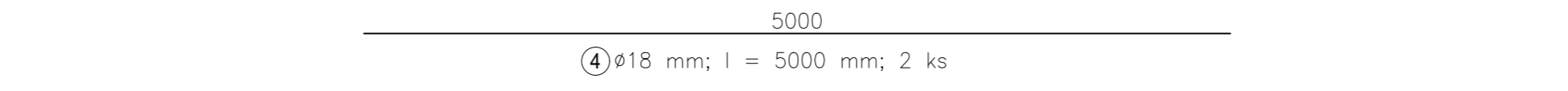
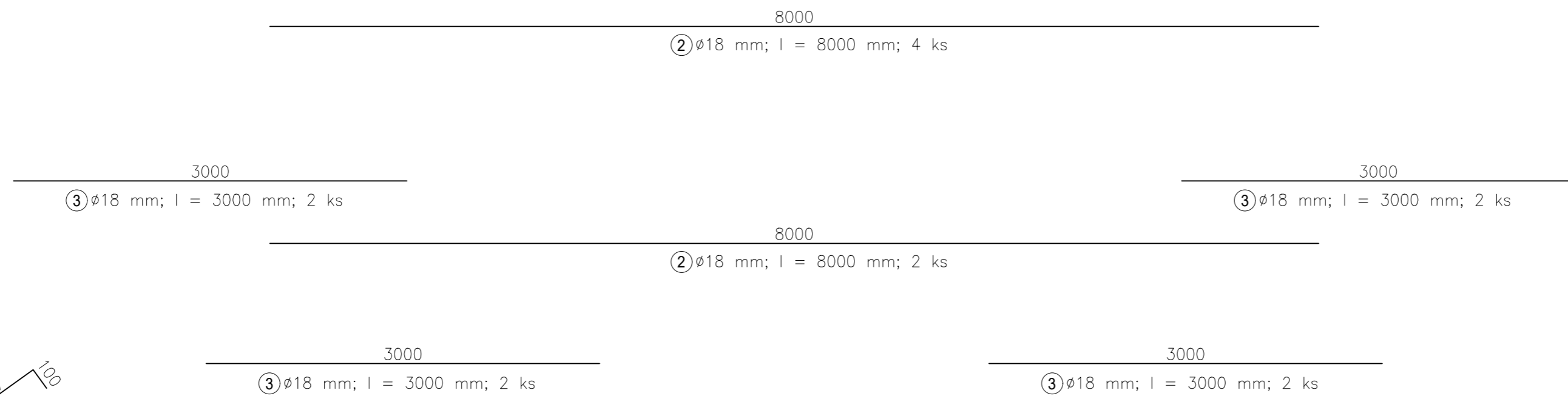
VÝZTUŽ MONTÁŽNÍHO DÍLCE

MĚŘÍTKO 1:35



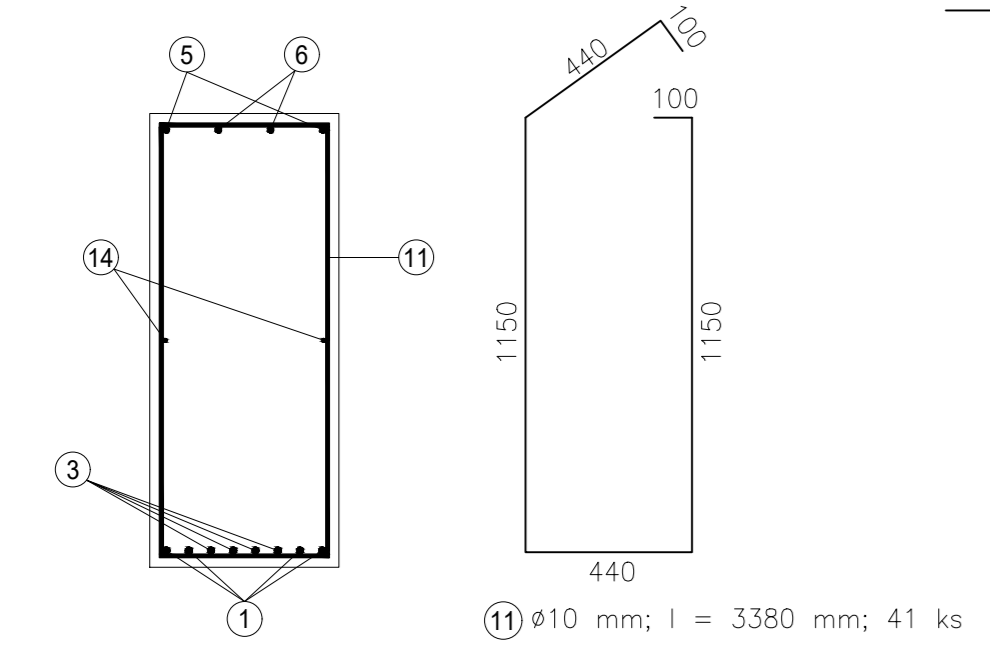
DÉLKY PŘESAHU		
PROFIL [mm]	l _{b, min} [mm]	l _{bd} [mm]
18	300	990
16	600	1260

KOTEVNÍ DÉLKY				
PROFIL [mm]	DOBŘÍ PODMÍNKY		OSTATNÍ PODMÍNKY	
	l _{b, min} [mm]	l _{bd} [mm]	l _{b, min} [mm]	l _{bd} [mm]
18	200	660	-	-
16	-	-	260	840



PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU [mm]
 BETON: C 30/37 XC1 (CZ) – Cl 0,2 – Dmax16 – S3
 VÝZTUŽ: B500 B
 KRYTÍ: 25 mm
 ROZMĚROVÁ TOLERANCE DÍLCE MAX ± 25 mm
 STYKOVÁNÍ PRUTŮ PŘESAHEM ≥ 10d

ŘEZ A-A'



(12) KOTVA DEHA 6000-20,0-0500
 DÉLKA 500 mm, 2 ks

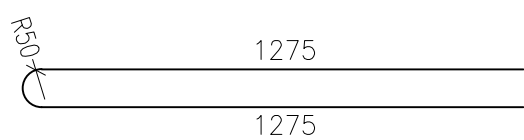
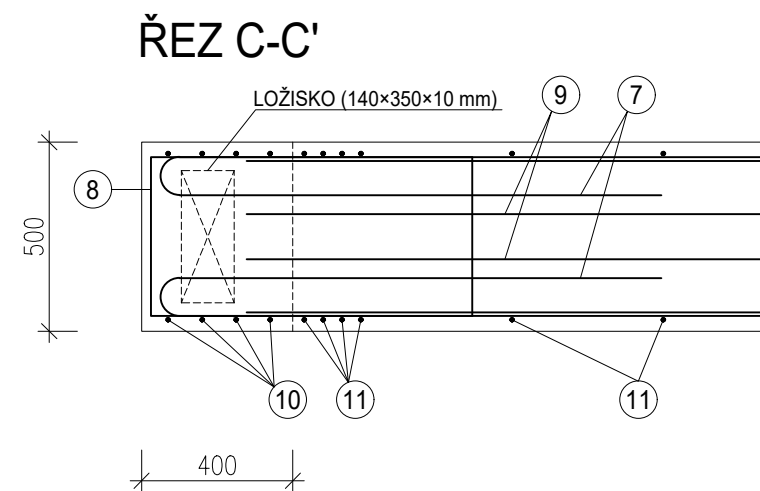
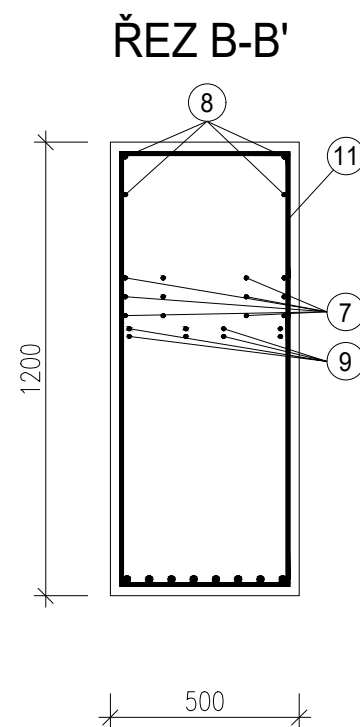
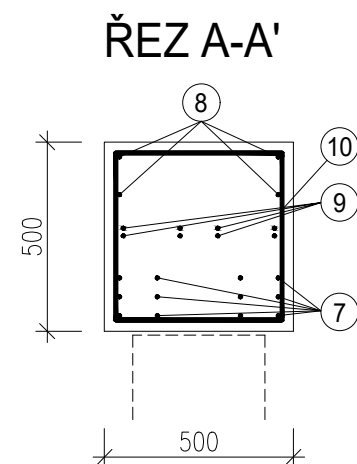
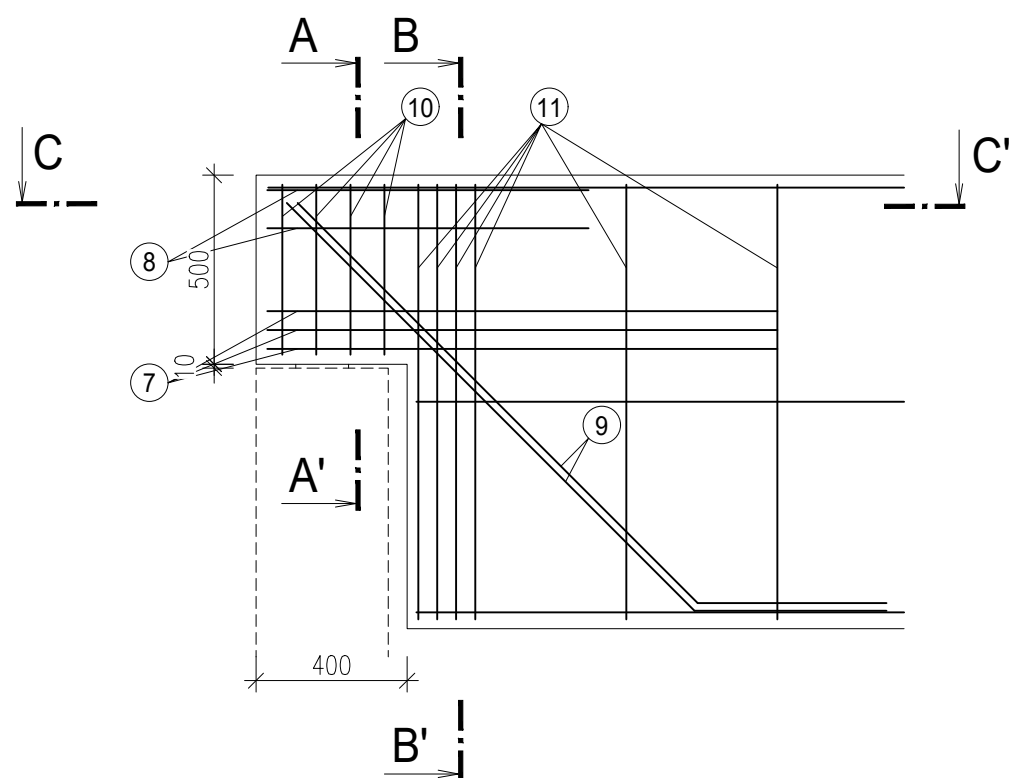
VÝPIS BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

ČÍSLO	PROFIL	POČET [ks]	DÉLKA [mm]	CELK. DÉLKA [m]				
				Ø10	Ø16	Ø18	Ø25	
1	Ø18	8	5100			40,8		
2	Ø18	6	8000			48		
3	Ø18	8	3000			24		
4	Ø18	2	5000			10		
5	Ø16	4	8750		35			
6	Ø16	4	4350		17,4			
7	Ø10	12	2710	32,52				
8	Ø10	4	2740	10,96				
9	Ø10	8	4235	33,88				
10	Ø10	8	1960	15,68				
11	Ø10	41	3380	138,58				
13	Ø25	4	3065				12,26	
14	Ø10	4	7300	29,2				
				[m]	260,82	52,4	122,8	12,26
				[kg/m]	0,617	1,578	1,998	3,853
				[kg]	160,81	82,70	245,30	47,24
CELKEM:				[kg]	536			

VYPRACOVAL: Václav Kloida	KONTROLOVAL: Ing. Radek Štefan, Ph.D.	ROČNÍK: 4.	OBOR: Q	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ
PŘEDMĚT: 133BA PQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		ČÁST: B_STK		
TÉMA: POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU				FORMÁT: 6×A4
NÁZEV: VÝZTUŽ MONTÁŽNÍHO DÍLCE				MĚŘÍTKO: 1:35 (1:20)
				DATUM: 05/18
				ČÍSLO: 1

DETAIL D1 - VÝZTUŽ OZUBU

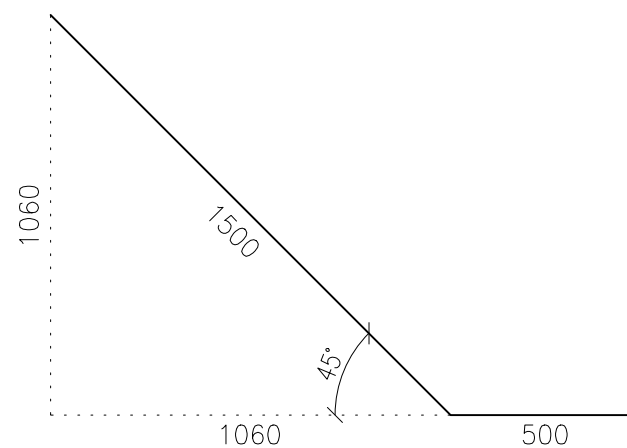
MĚŘÍTKO 1:20



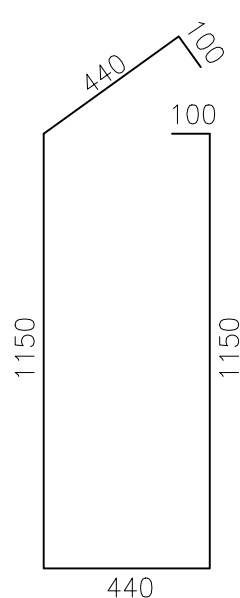
⑦ $\varnothing 10$ mm; $l = 2710$ mm; 6 ks



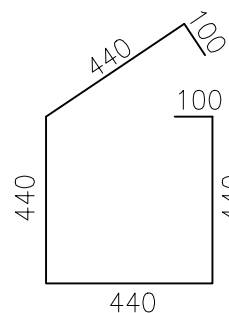
⑧ $\varnothing 10$ mm; $l = 2740$ mm; 2 ks



⑨ $\varnothing 10$ mm; $l = 4235$ mm; 4 ks




⑪ $\varnothing 10$ mm; $l = 3380$ mm; 4 ks



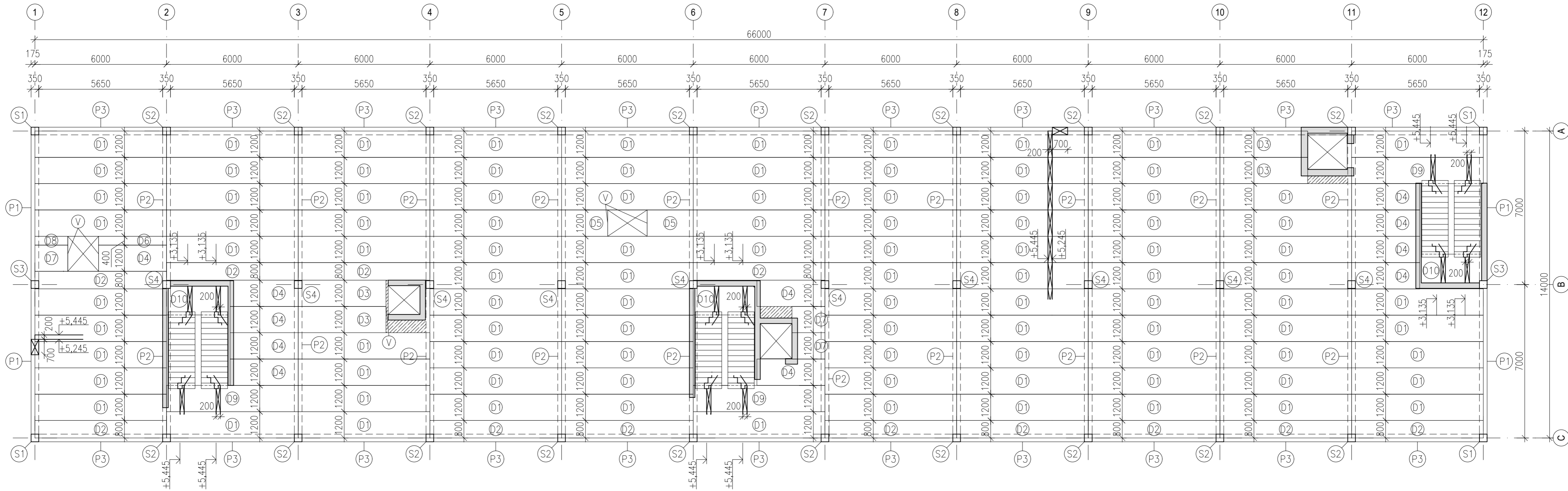
⑩ $\varnothing 10$ mm; $l = 1960$ mm; 4 ks

PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU [mm]
 BETON: C 30/37 XC1 (CZ) – Cl 0,2 – Dmax16 – S3
 VÝZTUŽ: B500 B
 KRYTÍ: 25 mm
 ROZMĚROVÁ TOLERANCE DÍLCE MAX ± 25 mm
 STYKOVÁNÍ PRUTŮ PŘESAHEM $\geq 10d$

VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ROČNÍK:	OBOR:	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ	
Václav Kloida	Ing. Radek Štefan, Ph.D.	4.	Q		
	KATEDRA: K 133				
PŘEDMĚT:	133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	ČÁST:	B_STK		
TÉMA:	POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU	FORMÁT:	2×A4		
		MĚŘÍTKO:	1:20		
NÁZEV:	DETAIL D1 - VÝZTUŽ OZUBU			DATUM:	05/18
				ČÍSLO:	2

VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ 1. NP

MĚŘITKO 1:125



VÝPIS PREFABRIKOVANÝCH PRVKŮ						
OZNAČENÍ	POPIS	ROZMĚRY š × v × d [mm]	POČET [ks]	OBJEM PREFABRIKÁTU [m ³]	HMOTNOST PREFABRIKÁTU [kg]	POZNÁMKA
D1	SPIROLL PPD 200/219	1200 × 200 × 6000	99	1,440	1776,000	
D2	SPIROLL PPD 200/219	800 × 200 × 6000	11	0,960	1183,300	
D3	SPIROLL PPD 200/219	1200 × 200 × 4000	4	0,960	1183,300	
D4	SPIROLL PPD 200/219	1200 × 200 × 3100	11	0,744	917,600	
D5	SPIROLL PPD 200/219	1200 × 200 × 2100	2	0,504	621,600	
D6	SPIROLL PPD 200/219	400 × 200 × 3100	1	0,248	305,866	
D7	SPIROLL PPD 200/219	1200 × 200 × 1500	3	0,360	444,000	
D8	SPIROLL PPD 200/219	400 × 200 × 1500	1	0,120	147,999	
D9	PREFABRIKOVANÝ PANEL - PODESTA	1200 × 200 × 6000	3	1,440	3600,000	OZUB - SCHODIŠTOVÉ RAMENO
D10	PREFABRIKOVANÝ PANEL - MEZIPODESTA	1300 × 200 × 3000	3	0,780	1950,000	OZUB - SCHODIŠTOVÉ RAMENO
P1	PREFABRIKOVANÝ PRŮVLAK	350 × 700 × 7000	4	1,715	4287,500	
P2	PREFABRIKOVANÝ PRŮVLAK	350 × 700 × 7000	20	1,715	4287,500	
P3	PREFABRIKOVANÝ PRŮVLAK	350 × 700 × 5650	22	1,384	3460,625	
S1	PREFABRIKOVANÝ SLOUP	350 × 350 × 4945	4	0,606	1514,406	
S2	PREFABRIKOVANÝ SLOUP	350 × 350 × 4945	20	0,606	1514,406	
S3	PREFABRIKOVANÝ SLOUP	350 × 350 × 4945	2	0,606	1514,406	
S4	PREFABRIKOVANÝ SLOUP	350 × 350 × 4945	10	0,606	1514,406	

POZNÁMKA:

- MINIMÁLNÍ ULOŽENÍ STROPNÍCH PANELŮ JE 100 mm DO MALTOVÉHO LOŽE TL. 10 mm
- PŘED ZATÍŽENÍM MUSÍ BYT PROVEDENA ZÁLIVKA SPÁR
- PŘI PROVÁDĚNÍ VÝMĚN, PROSTUPŮ A DOBETONÁVEK JE NUTNÉ DODRŽET VŠECHNY PŘEDPISY A DOPORUČENÍ VÝROBCE

BETON: C 30/37 XC1 (CZ) – CI 0,2 – D_{max}16 – S3
 VÝTUŽ: B500 B

Ⓟ OCELOVÁ VÝMĚNA (VIZ DOPORUČENÍ VÝROBCE)

LEGENDA MATERIÁLŮ:

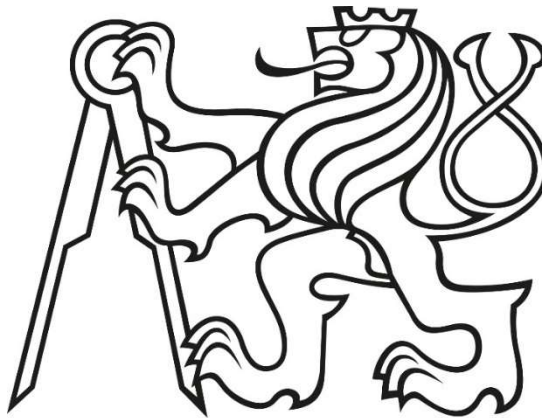
- POROTHERM 24 Profi Dryfix
- DOBETONÁVKA C 30/37

VYPRACOVAL: Václav Kloida	KONTROLOVAL: Ing. Radek Štefan, Ph.D. KATEDRA: K 133	ROČNÍK: 4.	OBOR: Q	<p>ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ</p>
PŘEDMĚT: 133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	ČÁST: B_STK			
TÉMA: POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU			FORMÁT: 6×A4	
NÁZEV: VÝKRES SESTAVY DÍLCŮ 1. NP			MĚŘITKO: 1:125 DATUM: 05/18 ČÍSLO: 3	

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

ČÁST C – POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Autor práce: Václav Kloida

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Obsah

Úvod.....	2
Zdroje:.....	3
1. Stručný popis stavby	5
1.1 Urbanistické a dispoziční řešení objektu.....	5
4.2 Konstrukční systém.....	6
2. Koncepce řešení požární bezpečnosti.....	7
2.1 Shromažďovací prostor	8
3. Požární úseky	9
3.1 Stanovení SPB PÚ N03.33 – Kanceláře.....	10
3.2 Požadavky na PO stavebních konstrukcí	12
4. Odstupové vzdálenosti	12
5. Příjezdové komunikace a nástupní plochy	13
6. Vnější zásahové cesty.....	13
7. Vnitřní zásahové cesty	13
8. Požární voda.....	13
8.1 Vnější odběrná místa.....	13
8.2 Vnitřní odběrná místa.....	14
9. Požárně bezpečnostní zařízení	14
10. Požární zásah.....	14
11. Závěr	14

Úvod

Účelem části C – Požárně bezpečnostní řešení je posoudit stavbu z hlediska požární bezpečnosti podle požadavků vyhlášky 246/2001 Sb. § 41, odst. 1. Zpráva požárně bezpečnostního řešení je zpracována v podrobnosti dokumentace pro vydání územního rozhodnutí.

Zdroje:

Použité normy a literatura:

- [1] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009), změna Z1 (2013), změna Z2 (2015)
- [2] Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů
- [3] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- [4] ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- [5] ČSN EN 61936-1 Elektrické instalace nad AC 1 kV – Část 1: Všeobecná pravidla
- [6] ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami
- [7] ČSN 73 0831 Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory
- [8] ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb – Kabelové rozvody
- [9] ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení
- [10] ČSN 73 0875 Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení
- [11] ČSN 07 0703 Kotelny se zařízeními na plynná paliva
- [12] ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla
- [13] TPG 60 02 Regulační stanice, regulační zařízení
- [14] Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů

Použitý software:

Microsoft Office – Word 2016

Microsoft Office – Excel 2016

Autodesk Autocad 2018

Zkratky použité v textu:

ČSN = Česká technická norma

PÚ = Požární úsek

SPB = Stupeň požární bezpečnosti

PO = Požární odolnost

PNP = požárně nebezpečný prostor

VP = výškové pásmo

NP = Nadzemní podlaží

CHÚC = Chráněná úniková cesta

PO = Požární odolnost

POP = požárně otevřená plocha

PD = projektová dokumentace

Seznam obrázků:

Obr. 1 – Schéma budoucího stavu

Obr. 2 – Pohled na výsek fasády řešeného požárního úseku

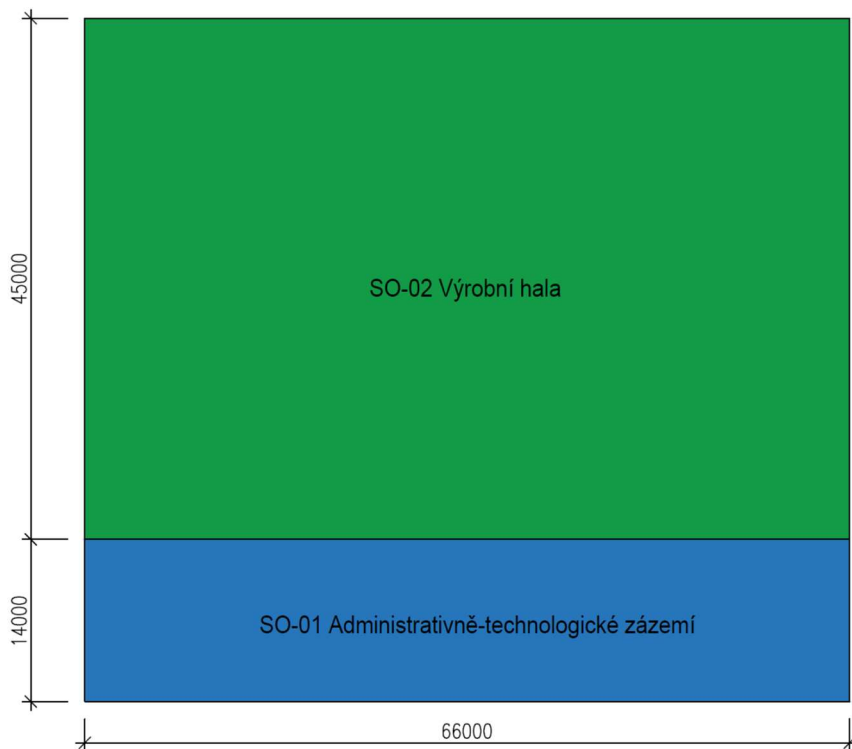
Obr. 3 – Pohled na jihovýchodní fasádu

1. Stručný popis stavby

1.1 Urbanistické a dispoziční řešení objektu

SO-01 technologicko-administrativní přístavba výrobní haly se nachází v průmyslové části Českých Budějovic. Objekt je třípodlažní. Střecha je projektována plochá nepochozí, ukončená atikou. V 1.NP se nachází vrátnice, recepce a pomocné prostory (nástrojárna, laboratoře, údržba) pro plánovanou výrobní halu. Součástí 1.NP je také plynová regulační stanice, trafostanice a rozvaděče NN. Ve 2.NP je umístěno sociální zázemí pro zaměstnance (šatny, umývárny, WC, kuchyňka, kancelář), dále pak strojovna vzduchotechniky, laboratoře, rozvaděč NN a archiv. Ve 3. NP je situováno kancelářské zázemí, jídelna pro 50 osob a rozvaděč NN. V objektu jsou navržena 3 dvouramenná schodiště, 2 osobní a 1 nákladní výtah. Vstup do objektu je umožněn přes recepci na jihovýchodní straně. Rovněž je zde plánován průjezd do budoucí výrobní haly. Průjezd musí splňovat minimální výšku pro vozidla typu N2, a proto je konstrukční výška 1. NP 5,845 m. Konstrukční výška 2. a 3. NP je 4,62 m. Modulové rozměry objektu jsou 66 × 14 m.

V další fázi výstavby je plánována přístavba výrobní haly, která bude navazovat na severozápadní stěnu administrativně-technologického zázemí. Modulové rozměry výrobní haly se předpokládají 66 × 45 m a je zde plánovaná výroba součástek do leteckých motorů.



Obr. 1 – Schéma budoucího stavu

1.2 Konstrukční systém

Konstrukční systém objektu je řešen jako železobetonový prefabrikovaný skelet. Nosnou konstrukcí stropu budou předpjaté panely Spiroll tloušťky 200 mm. Panely jsou uloženy na prefabrikovaných průvlacích obdélníkového průřezu 350/700 mm. Sloupy jsou navrženy čtvercové o rozměrech 350/350 mm v rastru 6×7 m. Po obvodu budovy jsou navrženy železobetonové průvlaky, které zajišťují prostorovou tuhost objektu. Obvodový plášť je projektován ze sendvičových panelů. Stavba je založena na základových patkách.

2. Koncepce řešení požární bezpečnosti

Třípodlažní objekt je řešen podle ČSN 73 0802 a souvisejících norem a předpisů. Požární výška objektu je 10,065 m. Samostatné požární úseky musí tvořit chráněné únikové cesty, trafostanice, rozvaděče elektrického vedení, rozvaděč požární ochrany, plynová regulační stanice, nákladní výtah (pro zásobování laboratoře), dále pak všechny průběžné šachty a strojovny vzduchotechniky. Výtahy jsou uvažovány jako součástí CHÚC, nemusí proto tvořit samostatný požární úsek. Pouze jeden osobní výtah se nachází mimo CHÚC a bude proto samostatným PÚ.

Pro evakuaci osob jsou v objektu navrženy tři chráněné únikové cesty typu A. Předpokládá se přirozené větrání každé CHÚC. Všechny použité konstrukce jsou druhu DP1, proto lze uvažovat konstrukční systém jako nehořlavý. Vodorovné požární pásy nejsou požadovány, předpokládají se pouze svislé požární pásy mezi objekty SO-01 a SO-02.

Objekt bude vybaven elektrickou požární signalizací s trvalou obsluhou. Jiné PBZ nejsou předpokládány a ani požadovány.

2.1 Shromažďovací prostor

Bude posouzeno, zda se nachází v objektu shromažďovací prostor.

Shromažďovací prostory mohou vzniknout v PÚ N03.26 – Šatny nebo N03.27 – Stravování + zázemí.

Podle [6] jsou tyto požární úseky obsazeny osobami následovně:

N03.26 – Šatny

podle položky 16.1 je součinitel, jímž se násobí počet osob podle projektu 1,35

$$\Rightarrow \text{počet osob} = \frac{\text{počet osob podle projektu} \cdot \text{součinitel}}{\text{počet směn}} = \frac{175 \cdot 1,35}{3} = 78,75 = 79 \text{ osob}$$

N03.27 – Stravování + zázemí

podle položky 7.1.3 je plocha na 1 osobu v m² 1,4

$$\Rightarrow \text{počet osob} = \frac{\text{plocha}}{\text{plocha na 1 osobu v m}^2} = \frac{15 \cdot 7}{1,4} = 75 \text{ osob}$$

PÚ jsou ve výškové úrovni $h_p = 10,065 \text{ m}$ proto se jedná podle [7] článek 4.3 o VP 2.

Podle [7] přílohy A, položka 8.1 je limitní počet osob 135

$$\text{počet osob} = 79 < \text{limitní počet osob} = 135$$

V objektu se nenachází shromažďovací prostor

3. Požární úseky

Rozdělení do požárních úseků je řešeno v souladu s ČSN 73 0802.

<i>Označení PÚ</i>	<i>Název</i>	<i>Označení PÚ</i>	<i>Název</i>
N01.01/N03	CHÚC-A 1	N02.17	Vstupní prostor
N01.02/N03	CHÚC-A 2	N02.18	Archiv
N01.03/N03	CHÚC-A 3	N02.19	Laboratoř
N01.04	RPO ¹⁾	N02.20	Chodba
N01.05	Trafostanice ¹⁾	N02.21	Laboratoř
N01.06	Trafostanice ¹⁾	N02.22/N03	Šachta TZB
N01.07/N03	Trafostanice ¹⁾	N02.23	Strojovna VZT
N01.08	Rozvaděč VN ¹⁾	N03.24	Oděvy
N01.09	Laboratoř + sklad	N03.25	Soc. zázemí pro zaměstnance + zasedací místnost
N01.10/N02	Výtah nákladní	N03.26	Šatny
N01.11	Plyn. regulační stanice	N03.27	Stravování + zázemí
N01.12	Údržba, náhradní díly	N03.28	Strojovna VZT
N01.13	Svařovna	N03.29	Kancelář
N01.14	Nástrojárna + průjezd	N03.30	Soc. zázemí + zasedací místnost
N01.15	Zázemí pro návštěvníky	N03.31	Server
N01.16	Osobní výtah	N03.32	Chodba + soc. zařízení
		N03.33	Kanceláře

¹⁾ Podle [5], článek 8.7.1 se instalují požárně dělicí konstrukce minimálně EI 60

Schémata dělení jednotlivých podlaží do PÚ jsou uvedeny v příloze C1.

3.1 Stanovení SPB PÚ N03.33 – Kanceláře

Pro účely posouzení nosných konstrukcí na účinky požáru a určení odstupových vzdáleností bude předmětem řešení požární úsek s nejvyšším předpokládaným požárním rizikem. N03.33 – Kanceláře.

- *Stálé požární zatížení*

$$p_s = p_{s,okna} + p_{s,dveře} + p_{s,podlahy} = 3 + 2 + 5 = 10 \text{ kg/m}^2$$

- *Nahodilé požární zatížení*

$$p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{S} = \frac{40^{1)} \cdot 210}{210} = 40 \text{ kg/m}^2$$

¹⁾Podle [1], příloha A, Tabulka A.1 položka 1.1

- Stanovení součinitele odhořívání „a“

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = \frac{40 \cdot 1,0 + 10 \cdot 0,9}{40 + 10} = 0,98$$

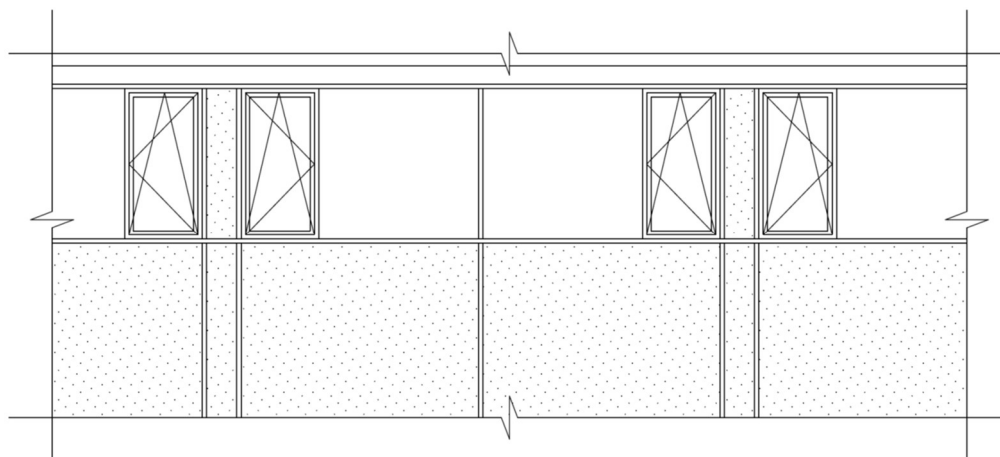
- Stanovení součinitele vlivu otvorů „b“

V požárním úseku se nachází 12 okenních otvorů o rozměrech 800 × 1650 mm.

$$b = \frac{S \cdot k}{\sum S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = \frac{210 \cdot 0,133}{0,8 \cdot 1,65 \cdot \sqrt{1,65}} = 1,37$$

součinitele „n“ a „k“ podle [1] přílohy D a E

$$\left. \begin{array}{l} \frac{S_0}{S} = \frac{12 \cdot 0,8 \cdot 1,65}{210} = 0,075 \\ \frac{h_0}{h} = \frac{1,65}{3,62} = 0,456 \end{array} \right\} \begin{array}{l} n = 0,05 \\ k = 0,133 \end{array}$$



Obr. 2 – Pohled na výsek fasády řešeného požárního úseku

- Stanovení součinitele vyjadřující vliv požárně bezpečnostních zařízení a opatření

$$c = \min(c_1; c_2; c_3; c_4) = \min(0,7; 1,0; 1,0; 1,0) = 1,0$$

kde je

- c_1 vliv EPS; pro $h_p < 22,5$ m, $z = 1$, $S < 250$ m²; $c_1 = 0,7$
- c_2 možnost zásahu jednotek požární ochrany; pro časové pásmo H₃; $c_2 = 1,0$
- c_3 vliv samočinného stabilního hasicího zařízení; v objektu není instalováno SHZ; $c_3 = 1,0$
- c_4 vliv samočinného odvětracího zařízení; v objektu není instalováno SOZ; $c_4 = 1,0$

- Výpočet požárního zatížení

$$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c = (40 + 10) \cdot 0,98 \cdot 1,37 \cdot 1,0 = 67,34 \text{ kg/m}^2$$



IV. SPB

(Konstrukční systém nehořlavý, maximální $p_v = 90$ kg/m², $h < 12$ m)

Je uvažováno, že mezní rozměry a podlažnost vyhovují. Nutné ověřit v další fázi PD, případně rozdělit na více PÚ.

3.2 Požadavky na PO stavebních konstrukcí

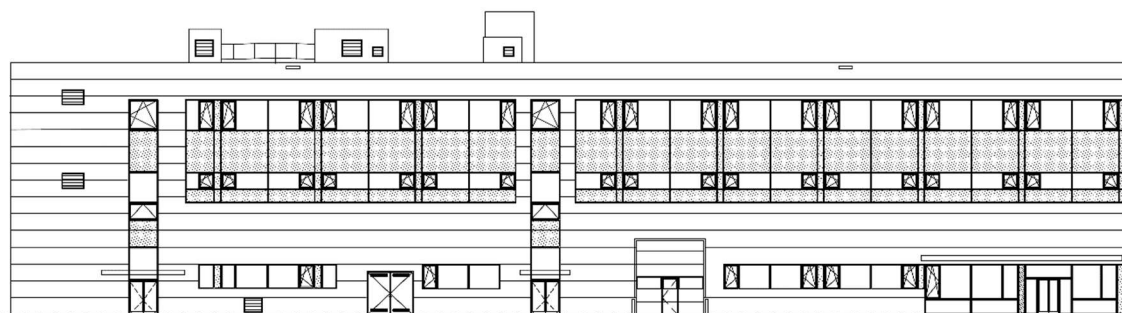
Požadované požární odolnosti jsou určeny podle [1], tabulka 12. Posouzení konstrukcí je provedeno ve statickém výpočtu. Požadované požární odolnosti navrhovaných železobetonových konstrukcí jsou následující:

Podle položky	Požadovaná PO	Popis konstrukce
1 b	REI 60	Prefabrikovaný stropní panel, tl. 200 mm
1 b	R 60	Prefabrikovaný železobetonový průvlak, 350 × 700 mm
5 b	R 60	Prefabrikovaný železobetonový sloup, 350 × 350 mm
5 b	R 60	Prefabrikovaný střešní vazník, 500 × 1200 mm
1 b	REI 60	Požárně dělicí stěna mezi halou a zázemím
1 b	EI 60	Požárně dělicí stěna z SDK

4. Odstupové vzdálenosti

Jelikož se na objektu nachází celoprosklené stěny, PNP bude vymezen pro 100 % POP. Obvodový plášť je tvořen sendvičovými panely, které se skládají ze dvou ocelových plechů a tepelně izolační výplně z minerálních vláken. Otvory v obvodovém plášti jsou řešeny pomocí vložených doplňkových ocelových konstrukcí, zasklené izolačním dvojsklem.

Pro výpočet odstupových vzdáleností se bude konzervativně uvažovat pro celý objekt požární zatížení stejné jako v 1.6.1, stejně tak hodnota odstupové vzdálenosti.



Obr. 3 – Pohled na jihovýchodní fasádu

$p_o = 100 \%$ podle [1], příloha F, tabulka F.1

pro $p_v = 67,34 \text{ kg/m}^2$, $h_u = 3,0 \text{ m}$, $l = 29,6 \text{ m}$ \Rightarrow $d = 9,71 \text{ m}$

5. Příjezdové komunikace a nástupní plochy

Areál výrobního objektu se nachází v průmyslové části města a je napojen na místní komunikaci pomocí vjezdu opatřeného bránou. Průjezdový průřez má šířku 10 m a výškově není omezen, vyhovuje tudíž podle [1] článek 12.3 minimálnímu průjezdnému profilu. Do areálu vede až bezprostředně k objektu obousměrná příjezdová komunikace o šířce 10 m. Prostor před jihovýchodní stěnou je využíván jako parkovací plocha, vedle které se nachází obratiště pro nákladní automobily.

Nástupní plocha není podle [1], čl. 12.4.2 požadována, nebude tudíž projektována.

6. Vnější zásahové cesty

Výlez na střechu je umožněn přes střešní světlík v posledním podlaží každé CHÚC.

7. Vnitřní zásahové cesty

Podle [1], článku 12.5.1 nemusí být vnitřní zásahové cesty zřízeny.

8. Požární voda

8.1 Vnější odběrná místa

Nadzemní hydrant se nachází 32 metrů od objektu a vyhovuje níže uvedeným požadavkům, umístění je patrné z výkresu situace. Požadavky na hydrant jsou stanoveny s ohledem na budoucí stav.

Dle [4], tabulka č. 1 a č. 2 je:

Položka č. 4: Nevýrobní objekty o ploše $S > 2000 \text{ m}^2$; Výrobní objekty, sklady a technologická zařízení o ploše $S > 1500 \text{ m}^2$ při odběru 14 l/s a potrubí DN 150 mm ve vzdálenosti 100 m od objektu.

8.2 Vnitřní odběrná místa

$$(p_n + p_s) \cdot S_{PÚ} = (40 + 10) \cdot 210 = 10500 > 9000$$

Jsou požadována vnitřní odběrná místa, budou proto navrženy hadicové hydranty. Podrobné rozmístění a přesný počet bude upřesněn v další fázi PD.

9. Požárně bezpečnostní zařízení

V objektu se předpokládá elektrická požární signalizace, která bude umístěna v prostorách vrátnice a bude mít vlastní UPS. Systém EPS bude mít trvalou obsluhu, kdy při ohlášení poplachu je spuštěn všeobecný poplach akustickou signalizací.

RPO je samostatným PÚ a je umístěn v 1.NP se vstupem přímo z CHÚC.

Ve vstupních prostorách chráněných únikových cest bude umístěno tlačítko „TOTAL STOP“, vzhledem k tomu, že se v objektu nevyskytují žádná další PBZ, tlačítko „CENTRAL STOP“ není požadováno.

CHÚC budou vybaveny nouzovým osvětlením.

Jiná PBZ nejsou v objektu navržena a ani požadována.

10. Požární zásah

Objekt je situován v dojezdové vzdálenosti 15 minut od stanice HZS.

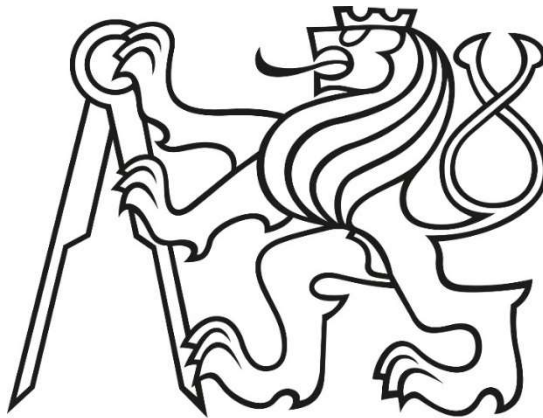
11. Závěr

Požárně bezpečnostním řešením stavby bylo prokázáno, že budova splňuje veškeré požadavky právních předpisů a norem požární bezpečnosti staveb.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

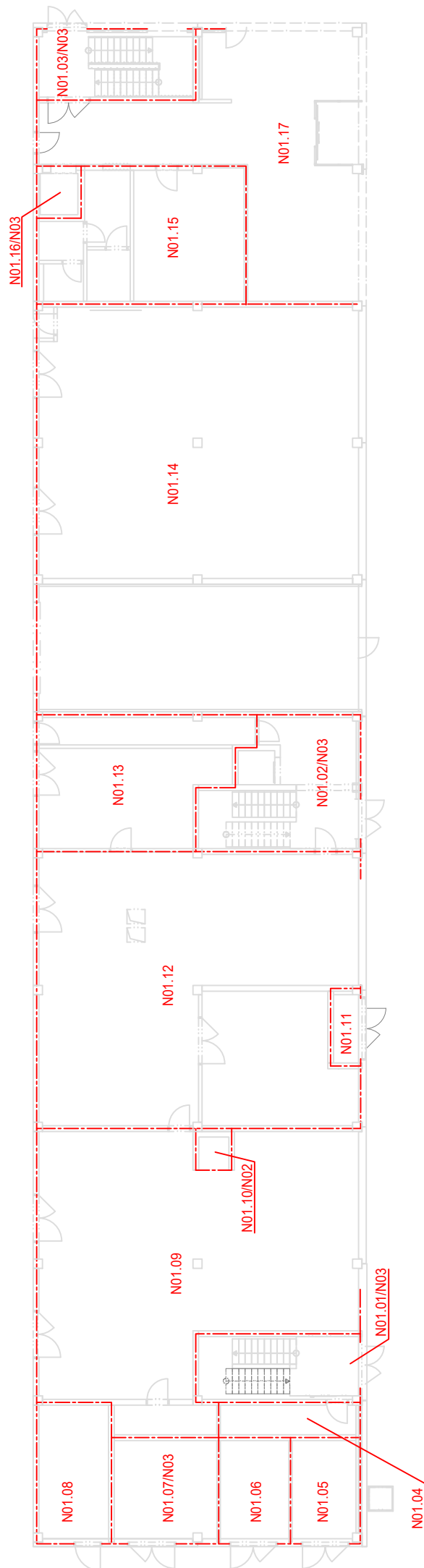
KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



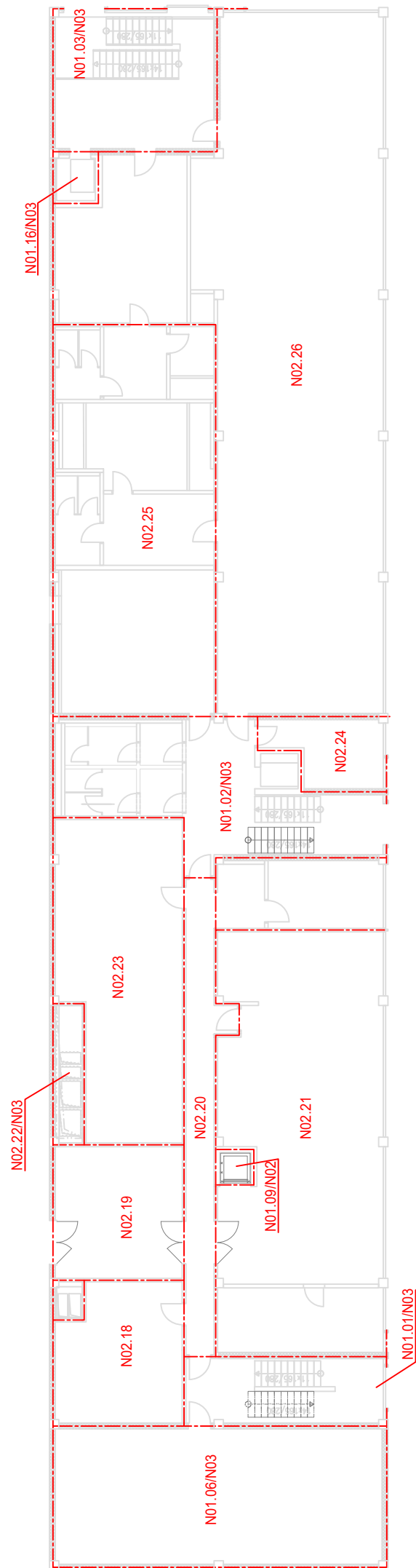
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

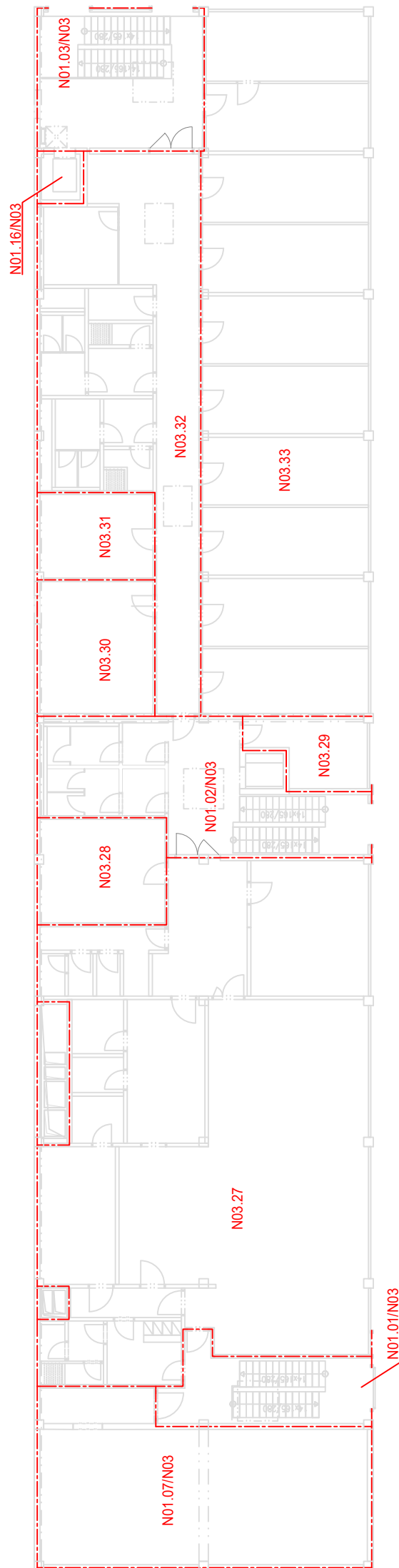
**PŘÍLOHA C1 – SCHÉMATA ROZDĚLENÍ DO
POŽÁRNÍCH ÚSEKŮ**



Obr. 1– Schéma rozdělení do PÚ - 1. NP



Obr. 2 – Schéma rozdělení do PÚ - 2. NP

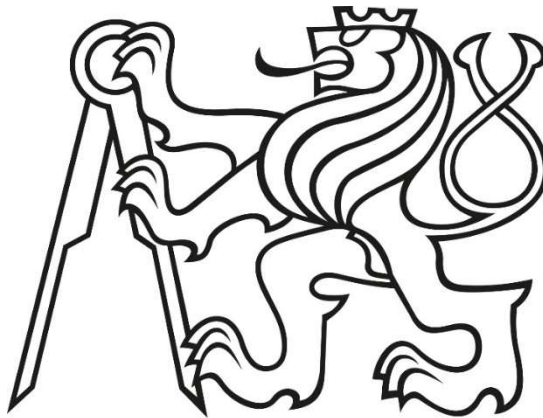


Obr. 3 – Schéma rozdělení do PÚ - 3. NP

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU

ČÁST C – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

ČÁST C – POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Výkresová část:

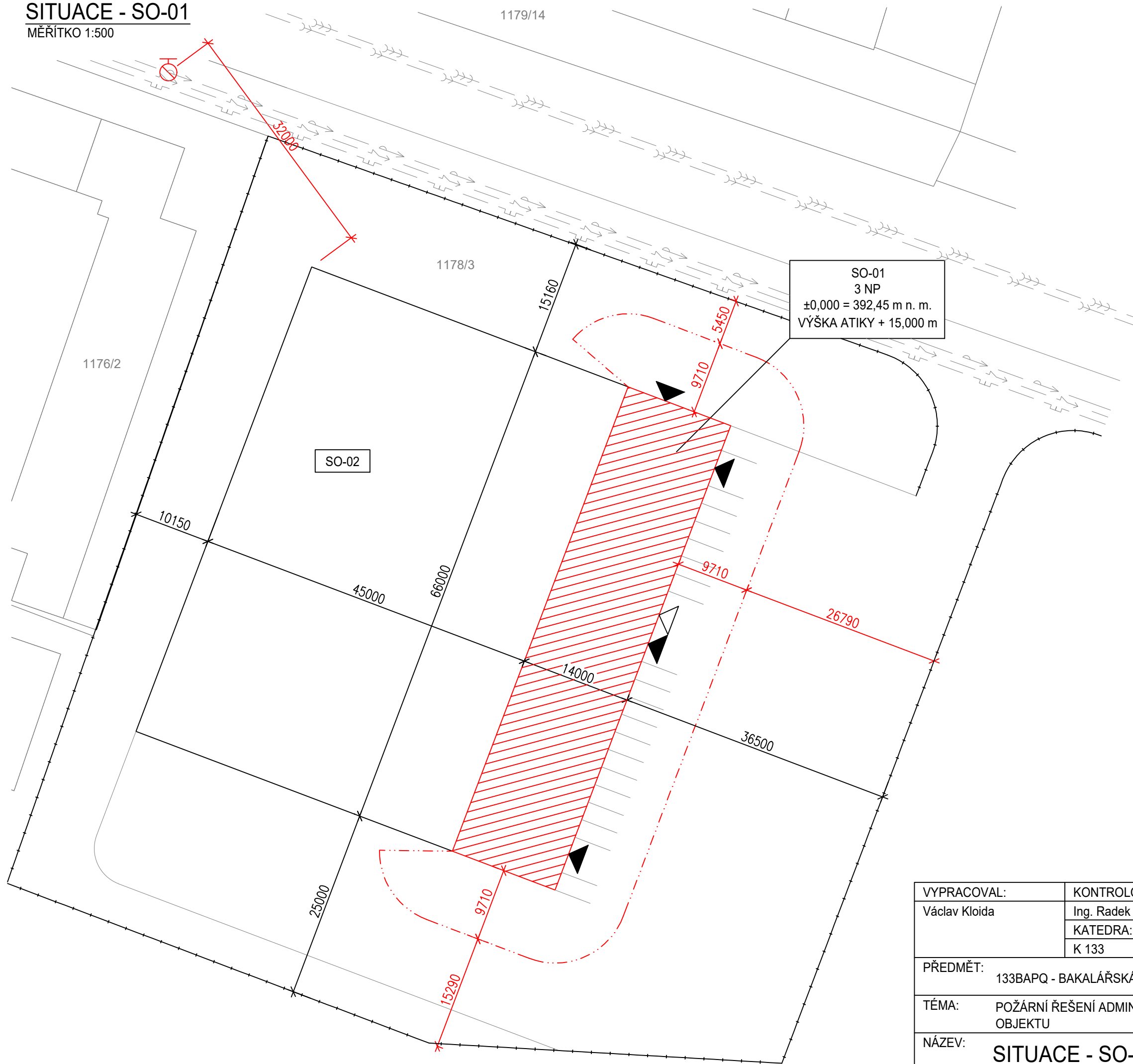
1. Situace

A3

M 1:500

SITUACE - SO-01








MĚŘÍTKO 1:500



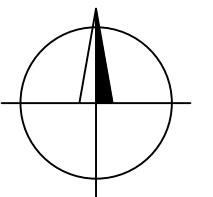
SO-01
3 NP
±0,000 = 392,45 m n. m.
VÝŠKA ATIKY + 15,000 m


SO-02

LEGENDA:

-  VSTUP DO OBJEKTU
-  VJEZD DO OBJEKTU
-  HRANICE POZEMKU
-  HRANICE ŘEŠENÉHO OBJEKTU
-  HRANICE BUDOUCÍHO OBJEKTU
-  POŽÁRNĚ NEBEZPEČNÝ PROSTOR
-  PODZEMNÍ HYDRANT

SEVER



VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ROČNÍK:	OBOR:	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ	
Václav Kloida	Ing. Radek Štefan, Ph.D.	4.	Q		
	KATEDRA:				
	K 133				
PŘEDMĚT:	133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		ČÁST:	C_PBŘ	
TÉMA:	POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNĚ-TECHNOLOGICKÉHO OBJEKTU			FORMÁT:	2×A4
				MĚŘÍTKO:	1:500
NÁZEV:	SITUACE - SO-01			DATUM:	05/18
				ČÍSLO:	1

ČÁST A – REVIZE ARCHITEKTONICKÉHO ŘEŠENÍ

Textová část: Revize architektonického řešení

ČÁST B – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Textová část: Stavebně konstrukční řešení

Příloha B1 – Výpočet přetvoření a dotvarování průvlaku

Příloha B2 – Výpočet přetvoření a dotvarování vazníku

Příloha B3 – Návrh a posouzení výztuže ozubu

Příloha B4 – Návrh montážních úchytů vazníku

Příloha B5 – Technický list Spiroll PPD 200/219

Výkresová část: 1. Výztuž montážního dílce *A2* *M 1:35 (M 1:20)*
2. Detail D1 – výztuž ozubu *A3* *M 1:20*
3. Výkres sestavy dílců I. NP *A2* *M 1:125*

ČÁST C – POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Textová část: Požárně bezpečnostní řešení

Příloha C1 – Schémata rozdělení do požárních úseků

Výkresová část: 1. Situace *A3* *M 1:500*