



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

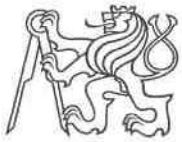
**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

Fire design for the reconstruction of the Káraný  
brewhouse

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: Jarmila Opatrná  
Studijní program – STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
Studijní obor – Požární bezpečnost staveb  
Vedoucí práce: prof. Ing. František Wald, CSc.

Praha 2022



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Opatrná Jméno: Jarmila Osobní číslo: 484652

Zadávající katedra: K134 Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb - Obor Q

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný

Název bakalářské práce anglicky: Fire design for the reconstruction of the Káraný brewhouse

Pokyny pro vypracování:

Výběr variant

Zkrácené požárně bezpečnostní řešení se zaměřením na nosnou konstrukci ocelobetonové části.

Statický návrh vybraného prvku.

Požární odolnost vybraného prvku.

Seznam doporučené literatury:

Wald, F.; Beneš, M.; Chladná, M.; Karpaš, J.; Holický, M.; Kuklík, P.; Kroupa, L.; Langer, J. et al. Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, Praha: CTU. Publishing House, 2005. ISBN 80-01-03157-8.


Wald, F.; Wang, Y.C.; Burgess, I.W.; Gillie, M. Performance-Based Fire Engineering of Structures, Boca Raton: CRC Press, 2012. ISBN 978-0-415-55733-7.


Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing. František Wald, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 14.2.2022

Termín odevzdání bakalářské práce: 15.5.2021

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“.*

14.2.2022  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem k tomu pouze zdroje uvedené na začátku práce, a to v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským.

V Praze dne: 15.05.2022

.....

Podpis autora  
Jarmila Opatrná

### **Poděkování**

Velmi ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Františkovi Waldovi, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, profesionální přístup, pomoc a cenné rady. Dále mé díky patří panu Ing. Jakobovi Šejnovi za odbornou konzultaci při řešení v části požární bezpečnosti staveb.

## **Anotace**

Předmětem této bakalářské práce je návrh rekonstrukce zastřešení varny pivovaru Káraný.

Práce je rozdělena do dvou souvisejících částí. První část je zaměřena na řešení stávajících objektů a studí vhodných konstrukčních variant zastřešení. Dále je v této části provedeno statické posouzení zvolené varianty za běžné i zvýšené teploty. K posouzení prvků za zvýšené teploty je užito normových teplotních křivek, lokálních a zónových modelů požáru. Nutná požární odolnost prvků je stanovena požadavkem z druhé části této práce, tj. požárně bezpečnostní řešení stavby. Tato část se zaměřuje na koncepční návrh požárně bezpečnostního řešení stavby, v rozsahu pro vydání územního rozhodnutí. Část je zaměřena napříč s pokyny pro vypracování na stanovení nutné požární odolnosti řešení dřevěné ocelové střešní konstrukce.

Cílem této práce je navrhnout a posoudit nosnou konstrukci zastřešení pro rekonstrukci varny pivovaru a prokázat správnost návrhu formou statického posouzení hlavních prvků za běžné i zvýšené teploty.

Přínosem této bakalářské práce je praktická ukázka výpočetních metod a postupů při řešení návrhu nosné konstrukce zastřešení za běžných a zvýšených teplot.

## **Klíčová slova**

Pivovar, požární odolnost, požárně bezpečnostní řešení, dřevo, ocel, prostorová konstrukce, normová teplotní křivka, lokální požár

### *Anotation*

The subject of this bachelor's thesis is a proposal for the reconstruction of the roof of the Káraný brewery.

The work is divided into two related parts. The first part is focused on research of existing buildings and studies of suitable construction variants of roofing. Furthermore, in this part, a static assessment of the selected variant at normal and elevated temperatures is performed. Standard temperature curves, local and zone fire models are used to assess elements at elevated temperatures. The necessary fire resistance of the elements is determined by the requirement from the second part of this work, ie the fire safety of the building solution. This part focuses on the conceptual design of the fire safety solution of the building, in the scope for issuing a zoning decision. The part is focused across with the guidelines for elaboration on the determination of the necessary fire resistance of the solved wood steel roof structure.

The aim of this work is to design and assess the supporting structure of the roof for the reconstruction of the brewery and to prove the accuracy of the design in the form of a static assessment of the main elements at normal and elevated temperatures.

The contribution of this bachelor's thesis is a practical demonstration of computational methods and procedures for solving the design of the supporting structure of the roof at normal and elevated temperatures.

### *Keywords*

Brewery, fire resistance, fire safety solutions, wood, steel, spatial construction, standard temperature curve, local fire

# Obsah práce

## ČÁST A – NÁVRH KONSTRUKČNÍCH VARIANT A STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Textová část: Rešerše konstrukčních systémů zastřešení a statický výpočet

Přílohy: Příloha A1 – Skici variant zastřešení pro navrhovanou  
rekonstrukci  
Příloha A2 – Technické listy užitých výrobků  
Příloha A3 – Výstup z Fin EC 2021  
Příloha A4 – Výstup z programu RFEM DLUBAL 6  
Příloha A5 – Model vrcholového styčnicku v Idea StatiCa

Výkresová část: Výkres č.1 – Půdorys a řez střešní konstrukcí M:100  
Výkres č.2 – Detail D1: Schéma vrcholového vazníku M:10

## ČÁST B – POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Textová část: Požárně bezpečnostního řešení

Přílohy: Příloha B1 – Výpočet pož. rizika pomocí programu WinFire  
Příloha B2 – Protokol z programu: Výpočet PNP  
Příloha B3 – Kategorizace objektu

Výkresová část: Výkres č.1 – Situace M 1:500  
Výkres č.2 – Půdorys 1.NP M 1:200  
Výkres č.3 – Půdorys 2.NP M 1:200  
Výkres č.4 – Půdorys 1.PP M 1:200  
Výkres č.5 – Pohledy M 1:200



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

Fire design for the reconstruction of the Káraný  
brewhouse

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Část A – NÁVRH KONSTRUKČNÍCH VARIANT  
A STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ**

Vypracoval: Jarmila Opatrná  
Studijní program – STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
Studijní obor – Požární bezpečnost staveb  
Vedoucí práce: prof. Ing. František Wald, CSc.

Praha 2022



# Obsah

Úvod.....	1
Cíl práce .....	1
1 Rešerše konstrukčních systémů .....	2
1.1 Ocelové konstrukce .....	2
1.2 Dřevěné konstrukce .....	4
2 Navržené varianty.....	8
2.1 Varianta – Ocelový příhradový vazník.....	8
2.1.1 Předběžný výpočet – horní pás .....	9
2.2 Varianta – Dřevěný příhradový vazník.....	10
2.2.1 Předběžný výpočet – horní pás .....	11
2.3 Varianta – Prostorová dřevěná konstrukce .....	11
2.3.1 Předběžný výpočet – hlavní nosník .....	12
2.4 Volba varianty .....	13
3. Popis navržené konstrukce .....	14
3.1. Výpočetní model.....	15
3.2. Základní geometrické údaje.....	15
3.3. Výpočet zatížení .....	16
3.3.1. Stálé zatížení .....	16
3.3.2. Užitné zatížení .....	16
3.3.3. Zatížení sněhem .....	17
3.3.4. Zatížení větrem .....	17
3.4. Kombinace zatížení .....	18
3.5. Střešní panel.....	22
4. Návrh a posouzení nosných prvků .....	23
4.1. Materiálové charakteristiky nosných konstrukcí .....	23
4.2. Postup posouzení při výpočtu.....	24
4.3. Posouzení dřevěných prvků.....	26
4.4.1 Vaznice .....	26

4.4.2. Hlavní nosník .....	33
4.5. Závěsy a táhla .....	37
4.5.1. Ocelová táhla Detan .....	37
4.5.2. Ocelová táhla Macalloy 460 .....	39
4.6 Návrh a posudek vrcholového styčníku.....	41
5. Posouzení prvku na účinky požáru.....	45
5.1. Zatížení při požární situaci .....	45
5.2. Posouzení dřevěného nosníku .....	46
5.3. Posouzení ocelových táhel.....	48
5.3.1. Požární scénáře .....	48
5.4.2 Posouzení .....	56
Shrnutí.....	57

# Seznam použitých podkladů

## Literatura

- [1] *Dřevěné konstrukce zastřešení sportovních hal* [online]. Dostupné z: [http://www.wood-cluster.cz/data/uploads/Stavebni\\_partner\\_16.pdf](http://www.wood-cluster.cz/data/uploads/Stavebni_partner_16.pdf) [cit. 2022-04-02].
- [2] *Foundry main space* [online]. Dostupné z: <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/534ee0fee4b0245ee2fd2a6f/1505937652979PLB840IQM9WOQNEY8FN5/1.jpg?format=1500w>[cit. 2022-04-02].
- [3] *Han tumertekin momonti brewery* [online]. Published in DIVISARE BOOKS issue #31. Dostupné z: <https://divisare.com/projects/296905-han-tumertekin-cemal-emden-bomonti-brewery> [cit. 2022-04-02].
- [4] *Tank18* [online]. Martinkovic Milford Architects. Dostupné z: <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/tank18> [cit. 2022-04-02].
- [5] *Casa da Torre Winery* [online]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/55174/casa-da-torre-winery-castanheira-bastai-arquitectos-associados> [cit. 2022-04-02].
- [6] *Scanavini Barn* [online]. Dostupné z: [https://www.archdaily.com/288710/scanavini-barn-juan-sepulveda-grazioli-cecilia-wolffcecchi?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/288710/scanavini-barn-juan-sepulveda-grazioli-cecilia-wolffcecchi?ad_medium=gallery) [cit. 2022-04-02].
- [7] *Yountville Community Centre by Siegel & Strain Architects* [online]. Dostupné z: <https://www.dezeen.com/2011/08/31/yountville-community-centre-by-siegel-strain-architects/>[cit. 2022-04-02].
- [8] *König Galerie* [online]. Dostupné z: <https://www.koeniggalerie.com/public-projects/>[cit. 2022-04-02].
- [9] *ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.*
- [10] *ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3.: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.*

- [11] ČHMÚ: *Mapa zatížení sněhem na zemi* [online]. Dostupné z: <https://climamaps.info/snehovamapa/>[cit. 2022-03-29].
- [12] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: zatížení konstrukcí - Část 1-4:: Obecná zatížení - Zatížení větrem.*
- [13] ČSN EN 1990 *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Český normalizační institut, 2007.*
- [14] ČSN EN 1995-1-1 *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.*
- [15] ČSN EN 1194: *Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo – Třídy pevnosti a stanovení charakteristických hodnot.*
- [16] ČSN EN 338.: *Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti.*
- [17] *Systém táhel DETAN* [online]. Dostupné z: <https://www.halfen.com/cz/2100/product-ranges/stavba/system-tahel/system-tahel-detan/uvod/>[cit. 2022-04-21].
- [18] ČSN EN 1993-1-8 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků.*
- [19] ČSN EN 1991-1-2 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru.*
- [20] ČSN EN 1995-1-2 *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru.*
- [21] *Návrh ocelových a ocelobetonových konstrukcí vystavených požáru DIFISEK+: Část 5.2 Lokalizovaný požár* [online]. P. Schaumann, T. Trautmann University of Hannover J. Žižka České vysoké učení technické v Praze. Dostupné z: [http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ\\_CZ/WP5a-02\\_CZ\\_CZ\\_TEXT.pdf](http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ_CZ/WP5a-02_CZ_CZ_TEXT.pdf)[cit. 2022-05-11].
- [23] *Fire Dynamics Tools (FDT): Quantitative Fire Hazard Analysis for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program (NUREG-1805).* [online]. [cit. 2022-05-11].
- [24] *Sardqvist, Stefan, Initial Fires: RHR, Smoke Production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests, Lund University: Lund, Sweden,,: Test nb. 59* [online]. In: . [cit. 2022-05-11].

[25] *Hietaniemi J., Mikkola E., VTT Technical Research Centre of Finland, ISBN 978-951-38-7479-7, part 6.2.1. 2010.*

## **Použitý software**

Microsoft Office – Word 2020

Microsoft Office – Excel 2020

Autodesk Autocad 2021

Rfem DLUBAL 6 – 6.02

OZone: Version 3.0.4

IDEA StatiCa 22.0

## **Zkratky používané v textu**

ČSN = česká technická norma

ŽB = železobeton, železobetonový

PO = požární odolnost

NP = nadzemní podlaží

MSÚ = mezní stav únosnosti

MSP = mezní stav použitelnosti

PBŘ = požárně bezpečnostní řešení

# Úvod

Historické objekty pivovarů patřily v historii mezi tradiční a dominantní architektonické části měst, mnohdy i obcí. S nárůstem rychlejší výstavby průmyslových hal, nových technologických možností, automatizací a dalších důvodů, došlo k zániku mnohých, na dnešní dobu zastaralých pivovarů. V posledních letech se začíná stávat obnova těchto původních prostor velkým trendem nejen v Čechách, ale i v celé Evropě. Historické stavby pivovarů navíc začínají sloužit nyní i jako reprezentativní prostory pro provádění zákazníků, či pořádání společenských akcí. Proto důraz na estetiku a architektonické řešení je při rekonstrukci prostor také zásadní.

Předložená bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí právě takového historického objektu pivovaru. Pivovar se nachází v obci Káraný u města Čelákovice. Krom jiných nutných úprav pro obnovu objektu je nutná kompletní rekonstrukce zastřešení části varny, kde úpravou dojde k otevření prostor až k samotnému světlíku v hřebeni střechy. Konstrukce zastřešení bude tedy kromě své nosné funkce plnit i funkci estetickou.

Při porovnávání kritérií a technologicky přijatelných řešení, je možné si všimnout, že pro takovéto stavební úpravy se využívá především materiálů oceli a dřeva. Kombinací dřevěných a ocelových konstrukcí lze docílit zmíněného reprezentativního prostoru a zároveň zachování historického ducha, dříve čistě funkčního prostoru. Mezi největší výhody těchto materiálů patří lehkost, snadná přeprava, subtilita, variabilita, vysoká únosnost a v neposlední řadě jejich ekologický dopad či obnovitelnost.

## Cíl práce

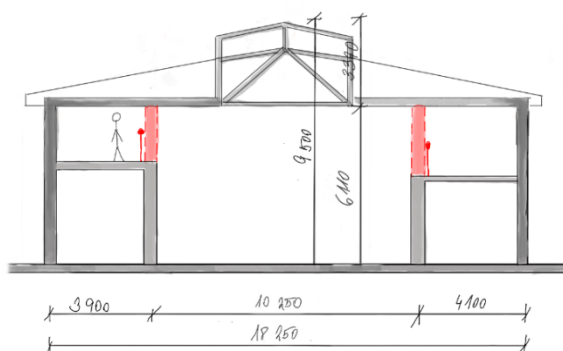
Cílem předložené práce je vytvoření představy o možnostech konstrukčních systémů dřevěných a ocelových typů zastřešení původních prostor. Záměrem je na základě rešerše zvolit návrh tří možností zastřešení rekonstrukce pivovaru, z nichž bude následně vybrána jedna, pro kterou bude zpracován statický posudek hlavních nosných prvků za běžné teploty a pro teploty za požáru. Pro výpočet konstrukce za požáru bude požadovaná požární odolnost stanovena z příloženého PBŘ. Pro výpočet vnitřních sil a deformací bude využit software Dlubal RFEM 6. Výkresy a detaily spojů budou vykresleny v programu AutoCad 2021. Pro stanovení teplot při požáru bude užito softwaru OZove V3.

# 1 Rešerše konstrukčních systémů

Pro realizace zastřešení se v dnešní době uplatňuje široká škála konstrukčních systémů. Volby vhodných variant se stávají s vysokou pravděpodobností kombinace architektonických návrhů a vhodných ekonomických řešení. Ze statického hlediska ovlivňuje výběr varianty maximálně možné rozpětí, podchozí výška, klimatická zatížení a obtížnost proveditelnosti.

Zastřešení na větší rozpory lze řešit rovinnými či prostorovými konstrukcemi. Prostorové konstrukce působí jako celek, zatížení působí v libovolném směru a na únosnosti se podílejí všechny prvky. Rovinné konstrukce přenášejí zatížení působící v jejich rovině a zatížení kolmá jsou převedeny ztužidly – zavětrování konstrukce. [1]

Pro účely této BP se práce dále zabývá pouze takovými typy konstrukce, které opisují tvar sedlové střechy, umožňují integraci světlíku a nenarušovaly by tak celkový ráz již stávající budovy pivovaru.



Obrázek 1: Skica řezu stávající konstrukce, červeně - odstraňované konstrukce

## 1.1 Ocelové konstrukce

### THE FOUNDRY

Rekonstrukce prostor bývalé slévárny oceli v New Yorku z 19. století, je ukázkou obnovení továrny s odrazem původního industriálního charakteru. Dnes se celý komplex hojně využívá pro společenské slavnosti, především ke svatebním obřadům a oslavám. Využití rovinné příhradové konstrukce z oceli, působí masivně a zároveň elegantně v nyní společensky využívaných prostorech. [2]

Ze statického hlediska se jedná o klasický příklad prutové soustavy, který se skládá z horního a dolního pásu a doplňkových diagonál a svislic. Příhradové vazníky jsou zkombinovány s lehkým střešním pláštěm a jsou doplněny ve střešní rovině diagonálním ztužením pomocí ocelových profilů. Rozpětí vazníku je cca 10 m a k celkové stabilitě přispívají také ocelové sloupy upevněné na ocelových průvlacích ze stropní konstrukce přilehlých ochozů.

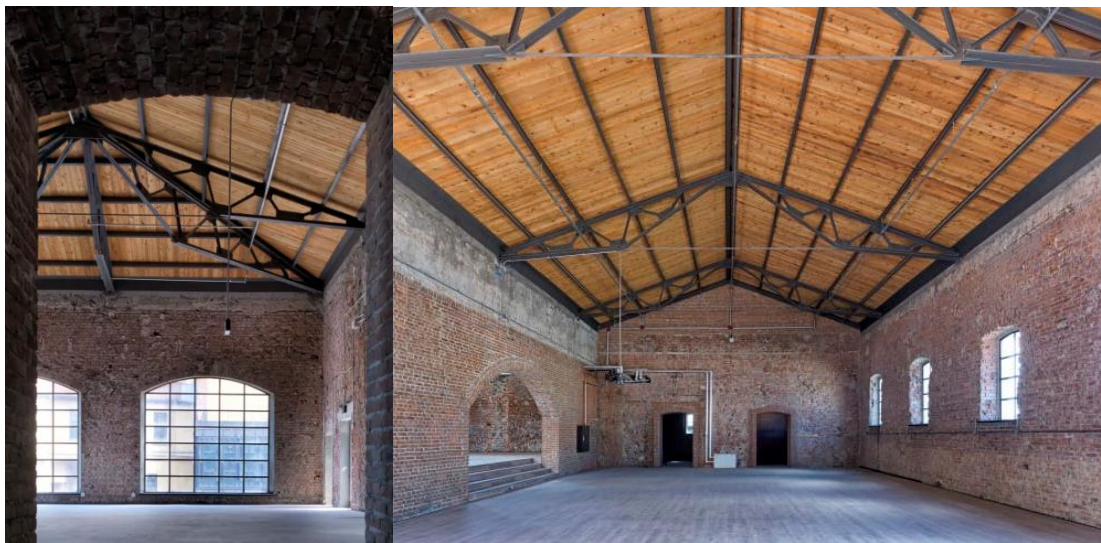


Obrázek 2: Bývalá slévárna oceli The foundry, Long Island, NY [2]

## BOMONTI BREWERY

Tento pivovar, založený v roce 1902 švýcarským bratrem Bomontimem, byl prvním moderním závodem na výrobu piva v Osmanské říši. Budova nacházející se na staré periférii Istanbulu, byla od roku 1991 zcela opuštěna, dokud v roce 2003 nezačal proces regenerace a pivovar se stal součástí kulturní čtvrti města [3].

Zde se jedná o konstrukci ze dvou příhradových vazníků, uložených jako trojkloubé nosníky, vzájemně propojené ocelovým táhlem. Rozpon této konstrukce je asi 12 m a zavětrování konstrukce je zajištěno pomocí třech vazníků uložených na okraji stavby a ve střešní rovině pod těžkým střešním pláštěm z betonových tašek.



Obrázek 3: Pivovar Bomonti v Istanbulu [3]



## 1.2 Dřevěné konstrukce

### TANK18

Bývalá oděvní továrna v sanfranciské čtvrti SoMa je přeměněna na strohý, ale přístupný prostor pivovaru inspirovaný průmyslem, který zahrnuje degustační místnost, stáčírnu a prostor pro pořádání akcí.

Statickým schématem je zde dřevěná příhradová konstrukce z masivních profilů, doplněna o ocelové svislice a střešní světlík, kluzně uložená na betonových sloupech. Rozpětí trámové příhradové konstrukce je asi 10 m. Styčnickové spoje jsou provedeny tradičně pomocí hřebíků a svorníků. [4]



Obrázek 4: Degustační místnost bývalé oděvní továrny v USA [4]

### CASA DE TORRE

Vinařství Casa da Torre existuje již mnoho let, ale vůle vyrábět víno v souladu s novými pravidly vedla k nutnosti nevyhnutelně vinařství rozšířit a zrekonstruovat. Rozpětí na 18 m bylo dříve řešeno řadou pilířů, které po rekonstrukci byly zredukovány do podoby 3 železobetonových sloupů a z nich navazující dřevěných vzpěr. Tato složitější konstrukce byla následně doplněna o průchozí lávku, kterou tak došlo k využití jinak prázdného místa nad sloupy. Ocelová lana jsou zde pro zachycování horizontálních tahů od hmotnosti konstrukce a střešní krytiny. [5]

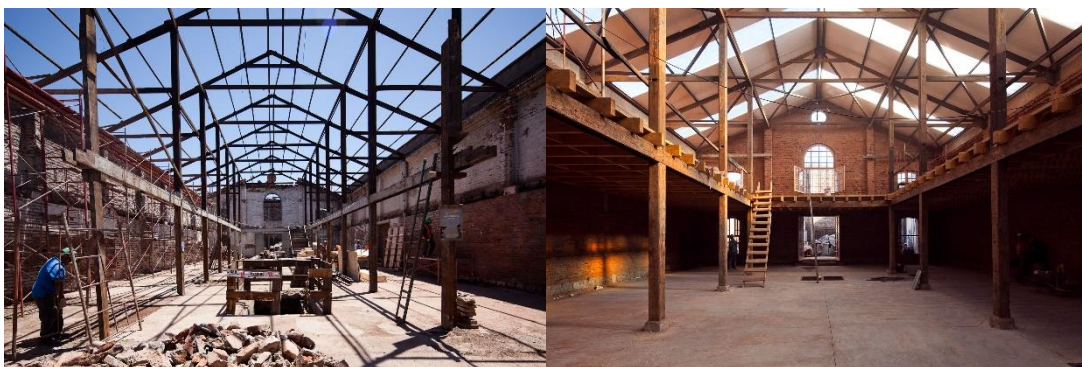


Obrázek 5: Vinařství Casa de Torre v Portugalsku [5]

## SCANAVINI BARN

Původní myšlenkou nového majitele stodoly Scananini v Chile, byla kompletní demolice. Nápad rekonstrukce přišel s objevením rozsáhlých sklepních prostor, které představovaly velkou památkovou hodnotu. Předpokladem nového návrhu tak bylo vše stávající maximálně zrestaurovat a zasáhnout pouze v případech, kdy restaurace materiálu nebyla možná.

Průmyslová budova a sklep jsou postaveny jednoduchým zděným systémem, bez betonových výztuží. Absence betonu je ukazatelem doby, kdy byl objekt postaven, protože tento systém byl zaveden v Chile kolem 20. let. Konstruktivní řešení zastřešení bylo navrženo z dřevěných vazníků podepřených železobetonovou korunou ukotvenou v nové ocelové pozednici. [6]



Obrázek 6: Rekonstrukce stodoly v Chile [6]

## KOMUNITNÍ CENTRUM YOUNTVILLE

Hala sloužící jako komunitní síň, v malém městečku Yountville, pro pořádání společenských akcí místních obyvatel od 20. let 20. stol., potřebovala rekonstrukci. Nové řešení zrekonstruované haly přineslo spousta přirozeného světla díky instalaci hřebenového světlíku a šikmých stěn, které změkčují světlo při vstupu do místnosti.

Jedinečná kombinace vazníků a ocelových táhel umožňuje, aby nosný systém střechy měl minimální přítomnost v místnosti a zabránil blokování denního světla shora. [7]

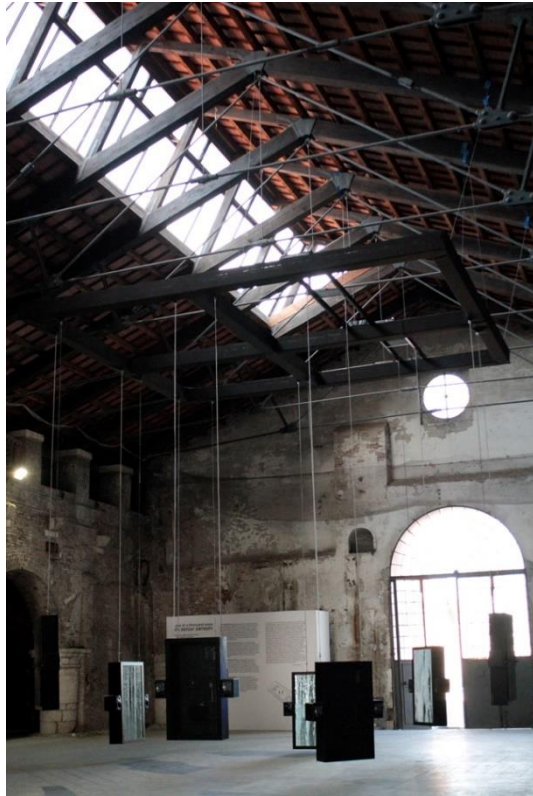


Obrázek 7: Komunitní centrum Yountville [7]

## KÖNIG GALERIE

Galerie v centru Berlína byla založena v roce 2002 Johannem Königem. V květnu 2015 se bývalého monumentálního kostela sv. Anežky postaveného v 60. letech 20. století v brutalistickém stylu, ujal soukromý podnikatel a vytvořil unikátní prostory galerie, kde se konají výstavy světových rozměrů. [8]

Nově zrekonstruované zastřešení bývalého kostela je provedeno pomocí dřevěných vazníků, ty jsou doplněny o ocelová táhla pro zachycení vodorovných sil od vlastní tíhy konstrukce a střešní krytiny. Zajímavým prvkem konstrukce se střešní světlík, který není umístěn uprostřed hřebene jako je zvykem, nýbrž je vykloněn na jednu stranu střechy.



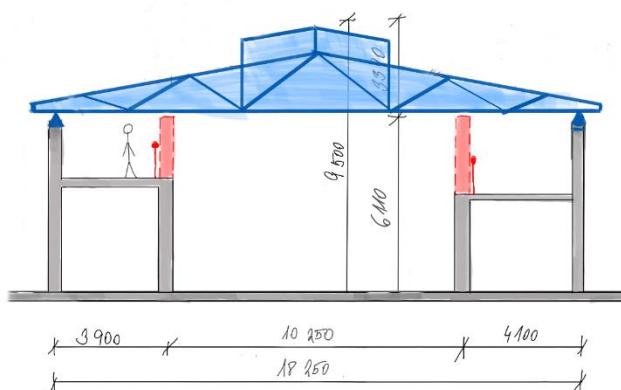
*Obrázek 8: König Galerie v Berlíně [8]*

## 2 Navržené varianty

Vybrané návrhy jsou zvoleny z předchozích rešerší, průzkumu vhodných materiálových variant a možností stávající konstrukce. Jednotlivé skici návrhů jsou součástí přílohy A1. V rámci bakalářské práce byly detailněji porovnány tři návrhy konstrukčních systémů, které se drží rozměrů daných vnitřní dispozicí pivovaru a splňovaly by požadavky stanovené v úvodu práce.

### 2.1 Varianta – Ocelový příhradový vazník

Prvním konstrukčním systémem zastřešení je příhradový ocelový nosník. Konstrukce se skládá z horních a dolních pásů. Zavětrování konstrukce probíhá ve střešní rovině pomocí ocelových táhel. Celý vazník je kloubově uložen na nosných obvodových zdech.



Obrázek 9: Návrh konstrukce v rekonstruovaných prostorách varny

#### Geometrické údaje

- Rozpětí: 18,61 m
- Délka: 30,80 m
- Vzepětí: 2,5 m
- Výška hřebene: 9,5m

#### Předběžný odhad profilů

- horní pás: IPE120 S235
- spodní pás: IPE120 S235
- diagonální vzpěry: 2xL 50·50·5 S235
- světlík: I100 S235

Konstrukce je zatížena spojitým zatížením, odhadnutým na základě užitné síly působící na nepochozí střechy  $q_{f,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$  [9] a zatížení sněhem působící v oblasti  $s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$  [10], podrobněji v kap. 3.3.3. Předpokládá se uložení nosníků po 6 metrech. Vlastní tíha byla započtena automaticky výpočetní programem Fin EC 2021. Vykreslené vnitřní síly a průhyby na prutech s přesnými hodnotami jsou v příloze A3 kap. A) této práce.

## 2.1.1 Předběžný výpočet – horní pás

Profil	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	A	$A_v$	$f_y$	$\gamma_{M0}$
IPE120 S235	$[mm^3]$	$[mm^3]$	$[mm^2]$	$[mm^3]$	$[MPa]$	$[-]$
	$60,73 \cdot 10^3$	$13,58 \cdot 10^3$	$1,32 \cdot 10^3$	$0,63 \cdot 10^3$	235	1,15

Tabulka 1: Průřezové hodnoty profilu

### Posouzení kombinace prostého tlaku a ohybu

$$M_{Rd} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

Tlak a ohyb	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Vypočítané únosnosti [kNm]		Využití	Celkem
	$N_{Ed,max}$	-215,30	$N_{Rd}$	-363,28	0,593	
	$M_{y,max}$	-3,94	$M_{Rd,y}$	16,70	0,236	0,831 < 1
	$M_{z,max}$	0,01	$M_{Rd,z}$	3,74	0,002	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 2: Posouzení horního pásu na kombinaci tlaku a ohybu

### Únosnost smyku od posouvající síly V

$$V_{pl,R} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \geq V_{Ed}$$

Smyk	Skuteční vnitřní síly [kNm]		Vypočítané únosnosti [kNm]		Využití	Celkem
	$V_{Ed,max}$	0,254	$V_{pl,R}$	100,11	0,003	0,0033 < 1
	$V_{Ed,max}$	0,004	$V_{pl,R}$	109,63	0,0003	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 3: Posouzení horního pásu na smyk

### Posudek smyku od kroucení

$$\tau = \frac{V \cdot S}{t_w \cdot I} \leq \tau_{pl,Rd}$$

Kroucení	Skutečné napětí [MPa]		Pevnost		Výpočet	Celkem
	$\tau_t$	0,187	$\tau_{t,pl,Rd}$	158,779	0,187	0,187 < 1
	$\tau_w$	0,00	$\tau_{w,pl,Rd}$	0,000	0,000	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 4: Posouzení horního pásu na kroucení

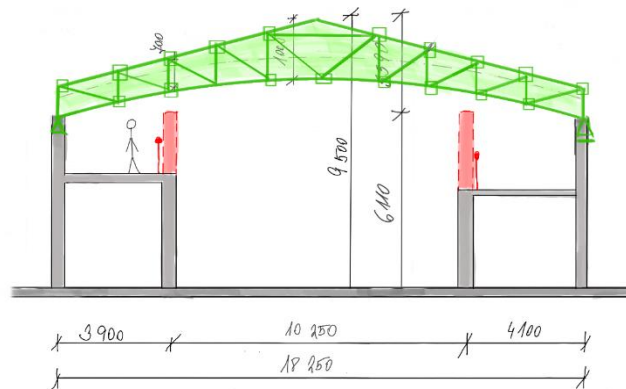
## Posudek MSP

$$\text{Průhyb} \quad u_{inst} = 35,6 \text{ mm} < \frac{L}{500} = \frac{18610}{500} = 37,22 \text{ mm}$$

Z posudku MSP vyplývá, že tuhost navržené konstrukce je dostačující.

## 2.2 Varianta – Dřevěný příhradový vazník

Druhým z návrhů je příhradová konstrukce, která je realizována z řeziva třídy C24 a kovových desek s prolisovanými trny. Složení vazníku je podobné jako v předchozí ocelové variantě a zatížení pro porovnání průhybů je uvažováno také stejně. Předpoklad ukládání vazníků je po 1,2 m.



Obrázek 10: Skica návrhu dřevěného příhradového nosníku v objektu

### Geometrické údaje

- Rozpětí: 18,61 m
- Délka: 30,80 m
- Vzepětí: 2,5 m
- Výška hřebene: 9,5m

### Předběžný odhad profilů

- horní pás: 80/200 mm, C24
- spodní pás: 80/200 mm, C24

Zatížené konstrukce je uvažováno stejné jako v předchozím případě. Předpokládá se uložení nosníků po 1,2 m. Vlastní tíha byla započtena automaticky výpočetní programem Fin EC 2021. Vykreslené vnitřní síly a průhyby na prutech s přesnými hodnotami jsou v příloze A3 kap. A) této práce.

## 2.2.1 Předběžný výpočet – horní pás

Profil	$W_y$	A	$f_{c,0,d}$	$f_{m,y,d}$
<b>80/200</b>	$[mm^3]$	$[mm^2]$	$[MPa]$	$[MPa]$
<b>CA24</b>	$553,3 \cdot 10^{-3}$	16 000	14,54	16,62

Tabulka 5: Průřezové hodnoty profilu

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$

kde  $\sigma_{c,0,d}$  - návrhové napětí v tlaku ve směru rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{A} \quad [MPa]$$

$\sigma_{m,y,d}$  - návrhové napětí v ohybu k ose y

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} \quad [MPa]$$

Tlak a ohyb	Skutečné vnitřní síly		Skutečné napětí [MPa]		Výpočet	Celkem
	$N_{c,max}$	-83,63	$\sigma_{c,0,d}$	2,91		
	$M_{y,d,max}$	2,24	$\sigma_{m,y,d}$	1,94	0,25	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 6: Posouzení horního pásu na kombinaci tlaku a ohybu

### Posudek MSP

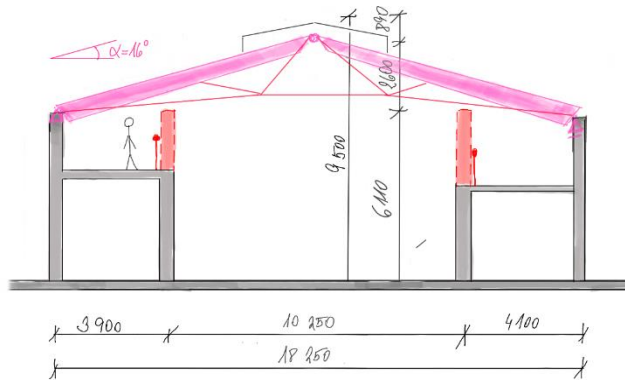
Průhyb:  $w_{inst} = 22,4 \text{ mm} < \frac{L}{500} = \frac{18610}{500} = 37,22 \text{ mm}$

Z posudku MSP vyplývá, že tuhost navržené konstrukce je dostačující.

## 2.3 Varianta – Prostorová dřevěná konstrukce

Třetí možná varianta je zvolena s jiným uspořádáním, než bylo doposud. Nejedná se o typickou rovinnou konstrukci, nýbrž o prostorově uložené nosníky ztužené ocelovými táhly. Stěžejními nosnými prvky této varianty je čtveřice nosníků z lepeného lamelového dřeva, z jedné strany kluzně uložených na nosných zdech. Propojení nosníků zajišťuje ocelový styčník. Zatížení je uvažováno stejně jako pro předchozí varianty. Předpoklad uložení nosníků po 5 m.





Obrázek 11: Skica prostorové dřevěné konstrukce

### Geometrické údaje

- Rozpětí: 18,61 m
- Délka: 30,80 m
- Vzepětí: 2,5 m
- Výška hřebene: 9,5m

### Předběžný odhad profilů

- horní nosník: 2x80/400 mm, GL32h
- diagonální vzpěry: R 32/H, S460JR

Konstrukce je zatížena stejným zatížením, jako v předchozích případech. Vlastní tíha je započtena automaticky výpočetním programem RFEM 6. Předpoklad uložení nosníků po 5,4 m. Vykreslené vnitřní momenty a průhyby na prutech s přesnými hodnotami jsou v příloze A3 kap. A) této práce.

## 2.3.1 Předběžný výpočet – hlavní nosník

Profil	$W_y$	$A$	$f_{c,0,d}$	$f_{m,y,d}$
<b>2x80/200</b>	$[mm^3]$	$[mm^2]$	$[MPa]$	$[MPa]$
<b>GL32h</b>	$1,1 \cdot 10^{-6}$	32 000	19,08	23,04

Tabulka 7: Průřezové hodnoty profilu

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$

kde  $\sigma_{c,0,d}$  - návrhové napětí v tlaku ve směru rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{A} \quad [MPa]$$

$\sigma_{m,y,d}$  - návrhové napětí v ohybu k ose y

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} \quad [MPa]$$

Tlak a ohyb	Skutečné vnitřní síly		Skutečné napětí [MPa]		Výpočet	Celkem
	$N_{max}$	12,97	$\sigma_{c,0,d}$	0,162	0,13	0,96 < 1
$M_{y,max}$	30,25	$\sigma_{m,y,d}$	4,537	0,84	<b>VYHOVÍ</b>	

Tabulka 8: Posouzení horního pásu na kombinaci tlaku a ohybu

### Posudek MSP

Průhyb:  $w_{inst} = 53,4 \text{ mm} < \frac{L}{300} = \frac{18610}{300} = 62,02 \text{ m}$

Posouzení konstrukce na MSP je vyhovující.

## 2.4 Volba varianty

V rámci hledání varianty mezi třemi konstrukcemi je spočtena přibližná spotřeba materiálu, odhadnuta přibližná cena a zhodnoceno celkové působení konstrukce v prostoru pivovaru viz tabulka 9. V porovnání nejsou zahrnuty náklady na spojovací prvky. Tabulka nijak striktně nevylučuje ani jednu z variant, protože volba varianty a jednotlivá kritéria mohou být subjektivní.

Varianta	průřezová charakteristika [mm]	počet ks	délka [m]	objem [m <sup>3</sup> ]	jednotková cena [kč/m <sup>3</sup> ]	cena kce. [Kč]
Ocelová konstrukce	IPE 120	6	38	0,30	100Kč/kg	212 628 Kč
Dřevěná konstrukce	80/200	26	65	27,04	12 000 Kč	324 480 Kč
Prostorová konstrukce	2 x 80/400	28	9,64	17,27	20 000 Kč	345 318 Kč

Tabulka 9: Tabulka pro srovnání objemu materiálu potřebného na hlavní nosnou konstrukci

Dalším předpokladem vhodného výběru konstrukce, je jejich požární odolnost. Ta je pro štíhlé prvky v ocelových konstrukcích bez ochranných nástříků či podhledů relativně nízká. Požární odolnost dřevěných konstrukcí je bez ochranných úprav obecně vyšší, ovšem zde záleží především na spojovacích prostředcích. Kovové desky s prolisovanými trny u dřevěných vazníků jsou tenké, rychle se prohřejí, a tak jejich požární odolnost je takřka nulová.

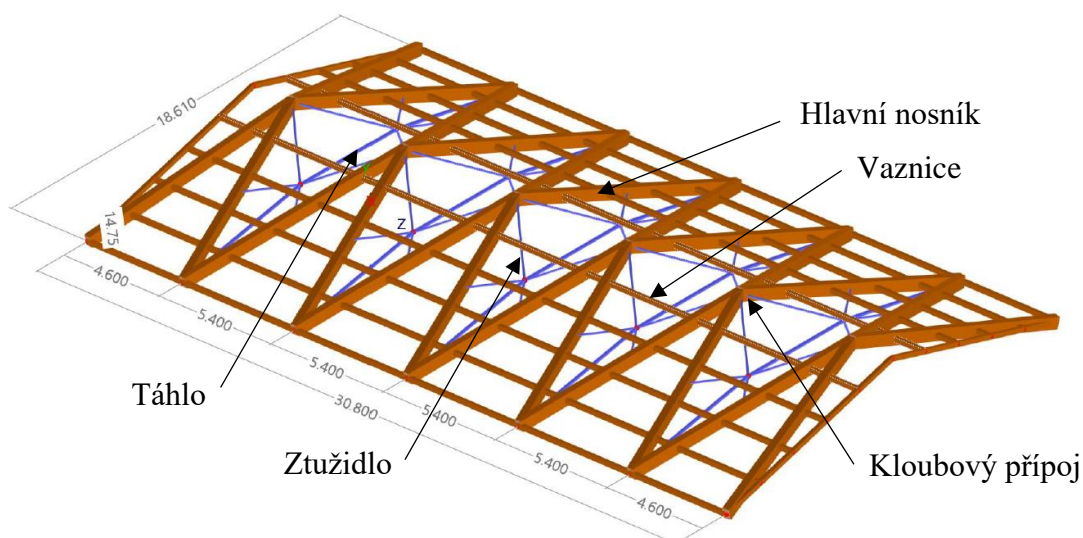
S ohledem na předchozí výpočty, vhodné technické řešení, netradiční řešení konstrukce, je zvolena a dále rozpracována prostorová dřevěná konstrukce 3. varianty.

### 3. Popis navržené konstrukce

Navrhovaná konstrukce je součástí rekonstrukce pivovaru v obci Káraný u Čelákovic. Detailnější popis okolních podmínek je součástí části B – požárně bezpečnostního řešení této BP.

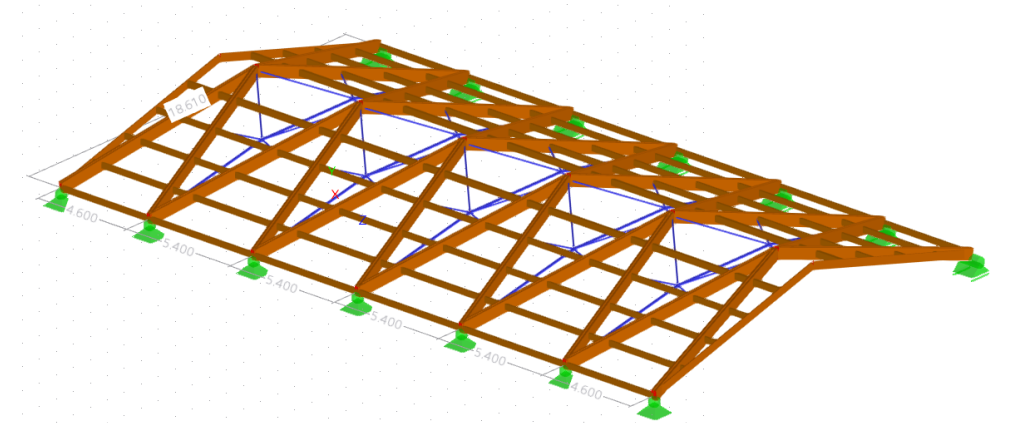
Stávající objekt dvoupodlažní pivovarní haly, je tvořen nosnými obvodovými stěnami tl. 450 mm z plných cihel pálených. Půdorysné rozměry jsou 30,78 m na 18,25 m a výškou hřebene 9,5m. Nový návrh haly otevře prostor druhého patra a umožní vznik a ochozu pro návštěvníky.

Posuzované prvky a spoje jsou jednotlivě popsány na dalším obrázku, více jsou řešeny v kapitole č.5. Následující podkapitoly obsahují popis jednotlivých zatížení působících na konstrukci a jejich kombinace a popis modelu zastřešení vytvořeného v programu Dlubal RFEM 6.



Obrázek 12: Pojmenování řešených prvků

### 3.1. Výpočetní model

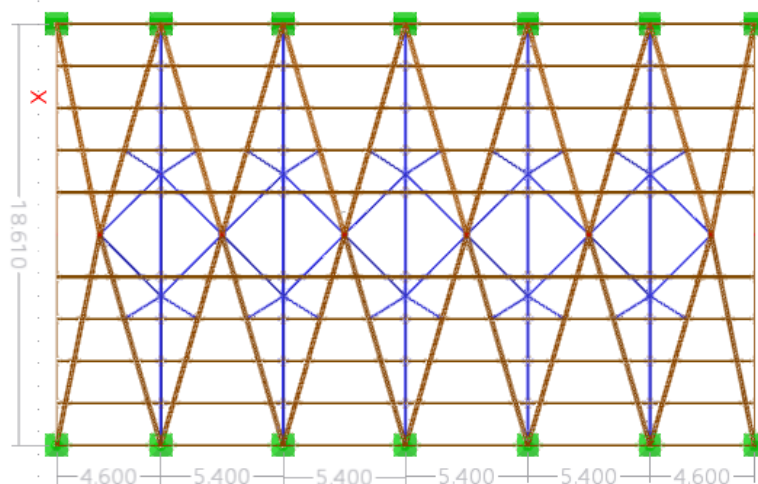


Obrázek 13: Výpočetní model

Pro výpočet vnitřních sil je vymodelován v programu Dlubal RFEM 6 prutový model nosných konstrukcí zastřešení. Model se skládá z prutů a uzlů, z něhož jsou v rámci nelinearity vyloučeny tlaky v táhlech s ohybovými momenty, tak aby byla zachována jejich vlastní tíha pro výpočet zatížení. Podpory konstrukce tvoří na jedné straně pevné kloubové podpěry a na straně druhé, kloubové podpěry posuvné ve směru x. Model byl použit pro generování kombinací zatížení pro výpočet vnitřních sil na posouzení MSÚ a MSP. Statická analýza byla provedena geometricky lineární.

### 3.2. Základní geometrické údaje

Půdorysný rozměr	30,8 m
Vzepětí	2,5 m
Osová vzdálenost nosníků	5,4 m
Osová vzdálenost vazníků	2 m
Výška hřebene nad terénem	9,5 m



Obrázek 14: Půdorys konstrukce

### 3.3. Výpočet zatížení

Na konstrukci je uvažováno působení stálé, užitné zatížení střechy, zatížení od působení sněhu a větru. Stálá a užitná zatížení jsou uvažována podle ČSN EN 1991-1-1 [9]. Stálým zatížením je uvažováno vlastní tíha konstrukce, tíha střešní krytiny a tíha montovaného světlíku. Užitné zatížení je uvažováno charakteristickými hodnotami jako nepřístupná střecha kategorie H. Objekt je situován v obci Káraný, kde platí klimatické podmínky pro I. oblast.

Konstrukce nebude posuzována na zatížení vzniklé při montáži, přírodní seismicitou, ani na ní nebude působit žádné zatížení vyvolané instalací nestandardní technologické zatížení, které by vyvozovalo dynamické účinky.

Navržené prvky jsou posouzeny při požární situaci na požární odolnost R 15 při uvažovaném zatížení při požáru. Požadavek R 15 byl vznesen z příloženého PBR v části B této práce.

#### 3.3.1. Stálé zatížení

Generováním nosných prvků softwarem Dlubal RFEM 6, je započítána i jejich vlastní tíha.

Vlastní tíha	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	rozměr [mm]	gk [kN/m]
Vaznice	420	120/200	0,101
Nosník	490	2x80/400	0,314
Ztužidlo <sup>(3)</sup>	7850	32	0,154
Táhlo <sup>(3)</sup>	7850	2x36	0,063

Tabulka 10: Vlastní tíha prvků

Střešní plášť	tloušťka [mm]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]	Zat. šířka [m]	gk [kN/m]
Střešní krytina – panel	80	0,2 <sup>(1)</sup>	1,93	0,385
Střešní světlík	-	0,049 <sup>(2)</sup>	3,71	0,182

Tabulka 11: Střešní plášť

<sup>(1)</sup> Střešní krytina – panel KINGSPAN, viz. techn. list výrobce příloha A2

<sup>(2)</sup> Střešní světlík - viz. techn. list výrobce příloha A2

<sup>(3)</sup> Ocelové prvky třídy S460JR, viz. techn. list výrobce příloha A2

#### 3.3.2. Užitné zatížení

Užitné zatížení jednotlivých prostor je uvažováno charakteristickými hodnotami takto: Nepochozí střecha  $q_{f,k} = 0,75$  kN/m<sup>2</sup> – kategorie H.

Užitné zatížení	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zat. šířka [m]	$g_k$ [kN/m]
spodní vaznice	0,75	0,96	0,723
vnitřní vaznice	0,75	1,93	1,445
vrchní vaznice	0,75	2,89	2,168

Tabulka 12: Zatížení vaznic užitným ztížením

Součinitel zatížení pro stálá zatížení je uvažován hodnotou  $\gamma_g=1,35$ , pro užitná zatížení  $\gamma_q=1,5$ .

### 3.3.3. Zatížení sněhem

Objekt se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 [10] v I. sněhové oblasti, pro kterou platí charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi  $s_k=0,7$  kN/m<sup>2</sup>. [11]

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je  $\gamma_q=1,5$ .

Návrhová situace dle vztahu:

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

kde  $\mu_i$  je tvarový součinitel zatížení sněhem, pro sedlové střechy  $\mu=0,8$

$s_k$  charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi,

$C_e$  součinitel expozice, typ krajiny: normální  $C_e = 1,0$

$C_t$  tepelný součinitel,  $C_t = 1,0$

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

### 3.3.4. Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4 [12]. Podle znění této normy se staveniště nachází v I. větrové oblasti [11], ve které se uvažuje výchozí základní rychlost větru  $v_b = 22,5$  m/s. Terén se pohybuje na rozhraní II. a III. kategorie – do výpočtu zatížení větrem uvažujeme s přísnější II. kategorií.

Součinitel zatížení pro zatížení větrem je  $\gamma_q=1,5$ .

Základní tlak větru dle vztahu:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

kde  $\rho$  je hustota dle národní přílohy, doporučená hodnota je  $1,25 \text{ kg/m}^3$

$v_b$  základní rychlost větru

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 0,32 \text{ kPa}$$

Tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

kde  $q_p(z_e)$  je maximální dynamický tlak,

$z_e$  referenční výška pro vnější tlak podle kap. 7 ČSN EN 1991-1-4 [12],

$z_e = 9,5$  m

$c_{pe}$  součinitel vnějšího tlaku dle kap. 7 ČSN EN 1991-1-4 [12].

maximální dynamický tlak:

II. kategorie terénu -  $c_e(z) = c_e(9,5) = 2,28$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad [kN/m^2]$$

$$q_p(9,5) = 2,28 \cdot 0,32 = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

Úhel sklonu střechy $\alpha$	Oblast pro směr větru	Součinitele výsledného tlaku $c_{pe, 10}$				
		Oblast F	Oblast G	Oblast H	Oblast I	Oblast J
		$\varphi = 0^\circ$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4
		0,2	0,2	0,2	-	-
	$\varphi = 90^\circ$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5	-

Tabulka 13: Hodnoty součinitelů  $c_{pe, 10}$  pro střechy

Oblast	$w_{e,k} [kN/m^2]$				
	Příčný			Podélný	
			Rozměry oblasti		Rozměry oblasti
Oblast F	-0,66	+0,15	4,75x1,9	-0,95	4,65x1,86
Oblast G	-0,59	+0,15	21,3x1,9	-0,95	9,3x1,86
Oblast H	-0,22	+0,15	7,405	-0,44	7,44
Oblast I	-0,29	-	7,405	-0,37	21,5
Oblast J	-0,73	-	1,9	-	-

Tabulka 14: Tlak příčného a podélného větru

### 3.4. Kombinace zatížení

Základní kombinace zatížení jsou uvažovány v souladu s ČSN EN 1990 [13] včetně zavedení redukčních součinitelů dle základní normy a Národního aplikačního dokumentu (NAD). Podle zmíněných norem je vytvořeno 6 zatěžovacích stavů. Pomocí programu Dlubal RFEM 6 je vygenerováno pro posouzení MSÚ 19 a pro MPS 18 nelineárních kombinací.

Základní kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinační vzorec pro MSP

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

### Součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

užitné zatížení – kategorie H  $\psi_0 = 0,0$

zatížení sněhem  $\psi_0 = 0,5$

zatížení větrem  $\psi_0 = 0,6$

### Dílčí součinitel bezpečnosti

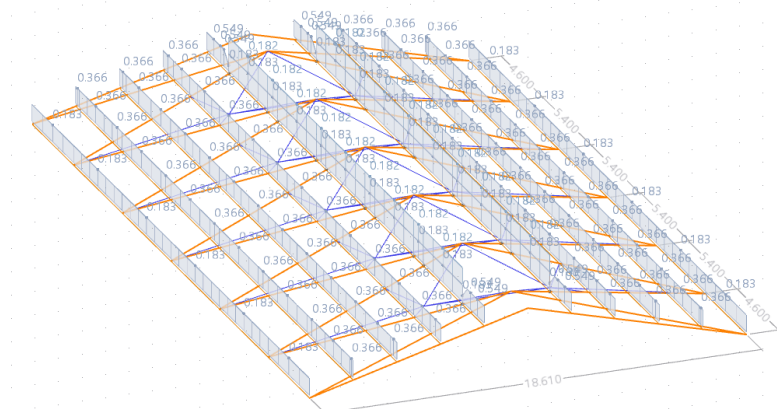
stálé zatížení – nepříznivé  $\gamma_G = 1,35$

stálé zatížení – příznivé  $\gamma_G = 1,00$

hlavní proměnné zatížení – nepříznivé  $\gamma_{Q,1} = 1,50$

### Zatěžovací stavy:

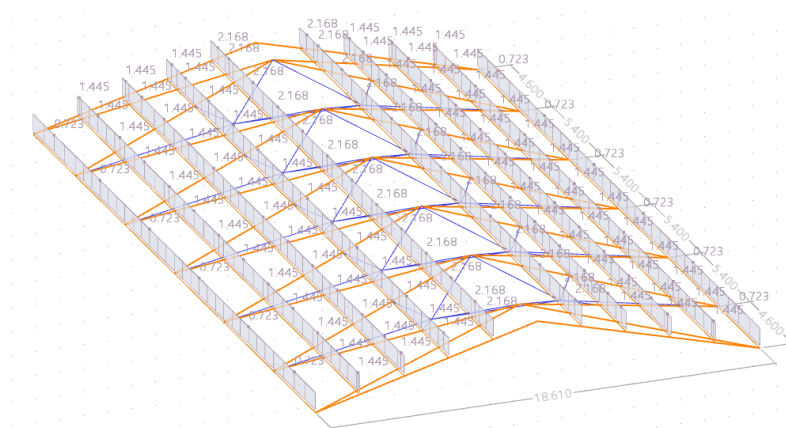
ZS1 – Stálé zatížení + vlastní tíha (vygenerována programem Dlubal RFEM 6)



Obrázek 15: ZS1 – Stálé zatížení

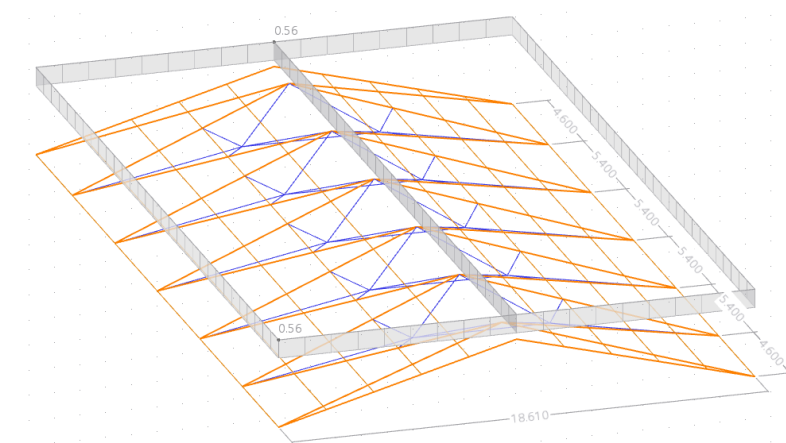


## ZS2 – Užitéčné zatížení



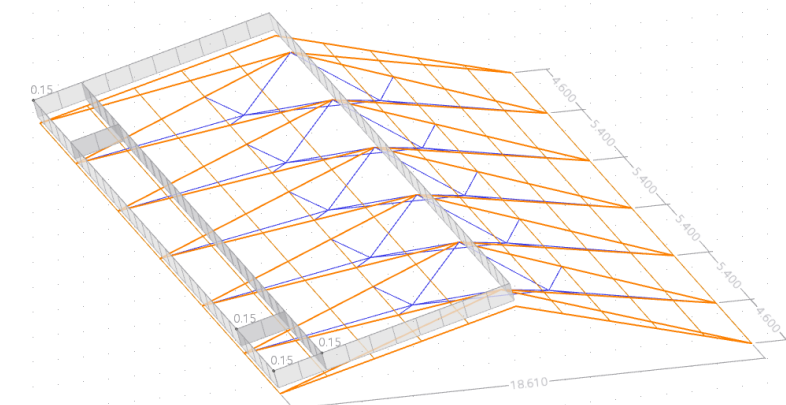
Obrázek 16: ZS2 - Užitéčné zatížení: nepochozí střecha

## ZS3 – Sníh



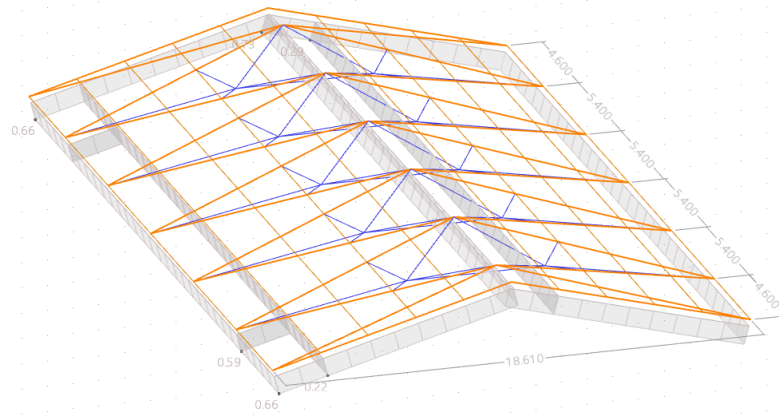
Obrázek 17: ZS3 – Zatížení sněhem

## ZS4 – Větr příčný w+



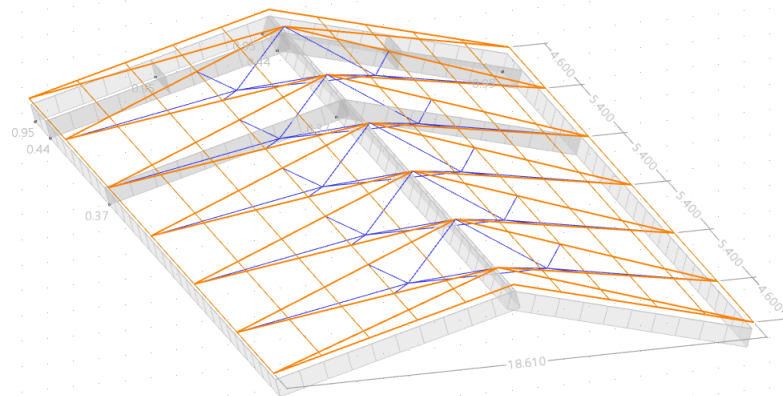
Obrázek 18: Zatížení příčným větrem tah

ZS5 – Vítr příčný w-



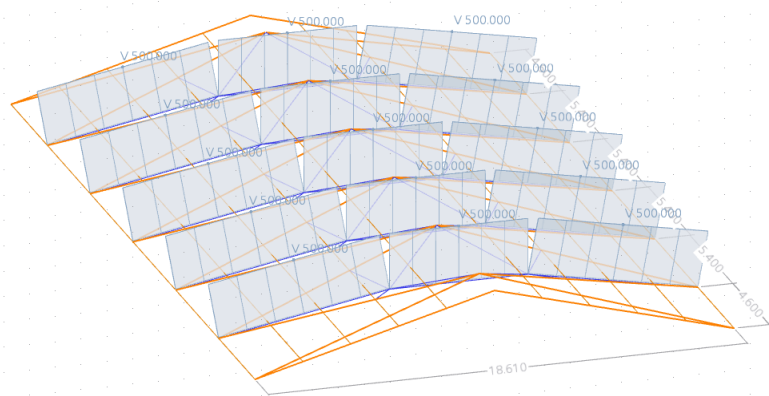
Obrázek 19: Zatížení příčným větrem tlak

ZS6 – Vítr podélný w-



Obrázek 20: Zatížení podélným větrem tlak

ZS7 – Předpětí



Obrázek 21: Zatížení předpětím

### 3.5. Střešní panel

Střešní panel KS1000 FF Kingspan je navržen jako střešní sendvičový panel s izolačním jádrem K-Roc – minerální vlna. Se způsobem upevnění ke konstrukci jako přiznané kotevní prvky (šrouby s těsnící podložkou a kalotou). Délka panelu je navržena 9,7 m (po celé délce sedlové střechy), šířka 1 m, tl. 80 mm. Požární odolnost ze spodní strany REI90 DP1 s klasifikací  $B_{\text{roof}(t3)}$ .

Dle tabulek únosnosti viz. příloha A2, lze navrhnout pro spojitý nosník o 3 a více polích pro zatížení sněhem  $0,56 \text{ kN/m}^2$  maximální rozpon 4,47 m. Vaznice navrženy ve vzdálenosti 1,93 m.

## 4. Návrh a posouzení nosných prvků

Při posuzování jednotlivých dřevěných prvků jsou dodrženy postupy dle normy ČSN EN 1995-1-1 [14]. Zavětrování konstrukce je částečně uvažováno pomocí tuhé střešní krytiny (panely Kingspan) a pomocí ocelových táhel, po délce konstrukce tvořící trojúhelníkové tvary. Dále není posuzováno a není součástí výpočtu.

Konstrukce uvnitř pivovaru jsou posuzovány pro třídu provozu 1 (prostor pivovarní haly bude dobře odvětrán) a na krátkodobé trvání zatížení pro střechy, z čehož vyplývá užití součinitelů  $k_{mod} = 0,9$ ,  $\gamma_M = 1,25$  (pro GL32h),  $\gamma_M = 1,3$  (pro C24)).

### 4.1. Materiálové charakteristiky nosných konstrukcí

Pro konstrukci zastřešení jsou navrženy dřevěné nosníky z lepeného lamelového dřeva třídy pevnosti GL32h. Dále jsou použity vaznice z rostlého smrkového dřeva třídy pevnosti C24. Ocelové spoje navrženy pro spojení dřevěných prvků z oceli S460.

<b>Pevnosti</b>		<b>C24 [Mpa]</b>	<b>GL32 h [Mpa]</b>
Ohyb	$f_{m,k}$	24,0	32,0
Tah rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	14,0	19,5
Tah kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5
Tlak rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	21,0	26,5
Tlak kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	2,5	3,0
Smyk	$f_{v,k}$	2,7	3,5
<b>Tuhosti</b>		<b>[Gpa]</b>	<b>[Gpa]</b>
Průměrná hodnota modulu pružnosti    s vlákny	$E_{0,mean}$	11	13,7
5% kvantil modulu pružnosti    s vlákny	$E_{0,05}$	7,4	11,1
Průměrná hodnota modulu pružnosti ⊥ k vláknům	$E_{0,mean}$	0,37	0,46
Průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku	$G_{mean}$	0,69	0,78
<b>Hustota</b>		<b>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>[kg/m<sup>3</sup>]</b>
Hustota	$\rho_k$	350	410
Průměrná hodnota hustoty	$\rho_{mean}$	420	480

Tabulka 15: Charakteristické hodnoty pevnosti a tuhosti použitého dřeva [15] [16]

Návrhové hodnoty vlastností materiálu se z charakteristických hodnot spočítají podle následujícího pravidla

$$x_d = k_{mod} \frac{x_k}{\gamma_m}$$

<b>Pevnosti</b>		<b>S460 [Mpa]</b>
Charakteristická mez kluzu	$f_y$	460
Charakteristická mez pevnosti	$f_u$	625
Návrhová mez kluzu	$f_{y,d}$	317
Návrhová mez pevnosti	$f_{u,d}$	431
<b>Tuhosti</b>		<b>[Gpa]</b>
Modul pružnosti v tahu i tlaku	$E$	210
Modul pružnosti ve smyku	$G$	81
<b>Hustota</b>		<b>[kg/m<sup>3</sup>]</b>
Objemová hmotnost	$\rho$	7850
Dílčí součinitel svl	$\gamma_{mod}$	1,0
Poissonův součinitel	$\nu$	0,3

Tabulka 16: Charakteristické hodnoty pevnosti a oceli

U oceli se návrhová hodnota pevnostní veličiny z charakteristické hodnoty určí ze vztahu  $f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$

## 4.2. Postup posouzení při výpočtu

Na dřevěných prvcích krovu se vyskytují následující namáhání:

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \text{ a}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

a pro ověření stability (vzpěr)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \text{ a}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

kde  $\sigma_{c,0,d}$  - návrhové napětí v tlaku ve směru rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{A} \quad [MPa]$$

$\sigma_{m,y,d}$  - návrhové napětí v ohybu k ose y

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} \quad [MPa]$$

$\sigma_{m,z,d}$  - návrhové napětí v ohybu k ose z

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} \quad [MPa]$$

### Kombinace tahu a ohybu

Musí být zároveň splněny podmínky

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad \text{a}$$
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

kde  $\sigma_{t,0,d}$  - návrhové napětí v tahu ve směru rovnoběžně s vlákny

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,d}}{A} \quad [MPa]$$

### Dvouosý ohyb

Musí být zároveň splněny podmínky

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad \text{a}$$
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

### Kroucení

$$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} \cdot f_{v,d}$$

kde  $\tau_{tor,d}$  - návrhové napětí ve smyku od kroucení

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_T}{W_T} \quad [MPa]$$

$k_{shape}$  - součinitel závislý na tvaru průřezu

$$k_{shape} = \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\}$$

### Smyk

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

kde  $\tau_{v,d}$  - návrhové napětí ve smyku od posouvající síly

$$\tau_{v,d} = \frac{1,5 \cdot V_{Ed}}{k_{cr} \cdot A} \quad [MPa]$$

## 4.3. Posouzení dřevěných prvků

### Výsledné kombinace

vypsané kombinace a jednotlivé vnitřní síly na prutech použité ve výpočtech jsou podrobně uvedeny v příloze A4 výstup z Dlubal RFEM.

$$\text{KZ3 } (1,35 \cdot \text{ZS1} + 1,5 \cdot \text{ZS2} + 0,75 \cdot \text{ZS3} + \text{ZS7})$$

$$\text{KZ4 } (1,35 \cdot \text{ZS1} + 1,5 \cdot \text{ZS2} + 0,75 \cdot \text{ZS3} + 0,9 \cdot \text{ZS4} + \text{ZS7})$$

$$\text{KZ16 } (1,35 \cdot \text{ZS1} + 1,5 \cdot \text{ZS6} + \text{ZS7})$$

$$\text{KZ23 } (\text{ZS1} + \text{ZS2} + 0,5 \cdot \text{ZS3} + 0,6 \cdot \text{ZS4} + \text{ZS7})$$

### 4.4.1 Vaznice

Vaznice jsou navrženy z dřevěného hraněného řeziva průřezu 80/220 a 120/240 mm třídy pevnosti C24. Přípoje vazníků k dřevěným příčným nosníkům jsou navrženy konstrukčně pomocí vrtů  $2 \times \phi = 6$  mm. Na vazníky jsou umístěny střešní panely. Konstrukční schéma pro vazníky je řada kloubově uložených nosníků. Posouzena je vrcholová vaznice, kde je předpoklad největšího zatížení od střešního světlíku a vaznice u které jsou napojeny ocelové prvky.

### VRCHOLOVÁ VAZNICE

#### Průřezové charakteristiky

Profil	L	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	$i_y$	$i_z$
120/240 C24	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]
	4320	28 800	$1\,152 \cdot 10^3$	$576 \cdot 10^3$	69,3	34,6

Tabulka 17: Průřezové charakteristiky profilu 120/420

#### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky:

$$\begin{aligned} 1. \quad & \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad \text{a} \\ 2. \quad & \frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \end{aligned}$$

Redistribuce napětí a vliv nehomogenit materiálu v průřezu

-obdélníkové průřezy  $k_m = 0,7$

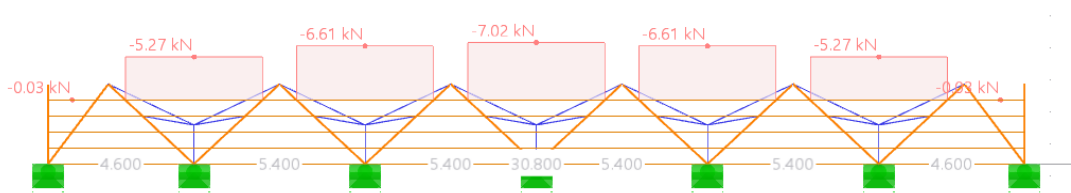
Vzpěrná délka  $L_{cr,y,z} = \beta \cdot L = 1,0 \cdot 4\,320 = 4\,320$  mm

Štíhlostní poměr (ohyb okolo y)  $\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{4320}{69,3} = 62,3$

Štíhlostní poměr (ohyb okolo z)	$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4320}{34,6} = 133,5$
Poměrný štíhlostní poměr (y)	$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{62,3}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7333}} = 1,06$
Poměrný štíhlostní poměr (z)	$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{133,5}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7333}} = 2,27$
Součinitel vzpěrnosti (y)	$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] =$ $= 0,5 \cdot [1 + 0,1 \cdot (1,06 - 0,3) + 1,06^2] = 1,10$
Součinitel vzpěrnosti (z)	$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] =$ $= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,27 - 0,3) + 2,27^2] = 2,85$ $\beta_c = 0,1$ pro lepené lamelové dřevo
Součinitel vzpěrnosti (y)	$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,72$
Součinitel vzpěrnosti (z)	$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,21$
Pevnost dřeva v tlaku	$f_{c,0,d} \dots \dots \dots 14,54 \text{ MPa}$
Pevnost dřeva v ohybu	$f_{m,d} \dots \dots \dots 16,62 \text{ MPa}$

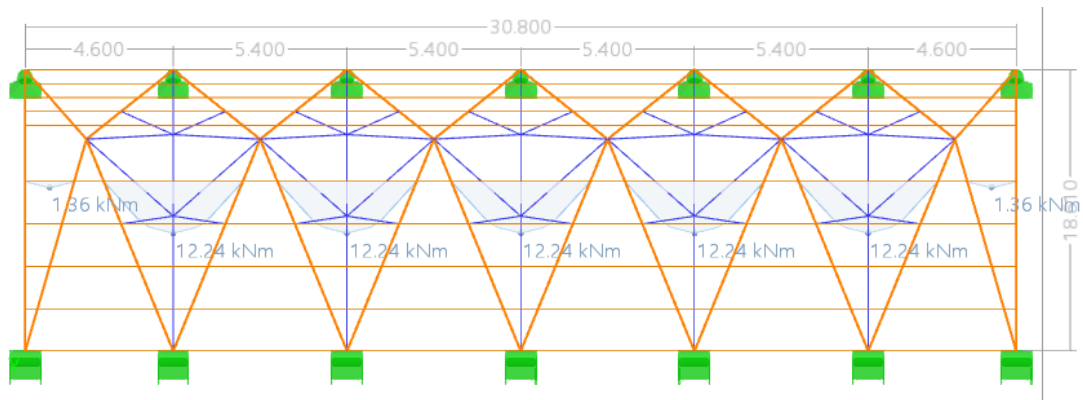
	Skutečné vnitřní síly [kNm]	Napětí [MPa]	Podmínka 1.	Podmínka 2.		
$N_{c,max}$ (KZ4)	$N_{c,max}$	-7,02	$\sigma_{c,0,d}$	0,244	-	-
	$M_{y,odp.}$	12,24	$\sigma_{m,y,d}$	10,625	0,677 < 1	0,548 < 1
	$M_{z,odp.}$	0,2	$\sigma_{m,z,d}$	0,347	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 18: Posouzení vrchní vaznice na kombinaci tlaku a ohybu

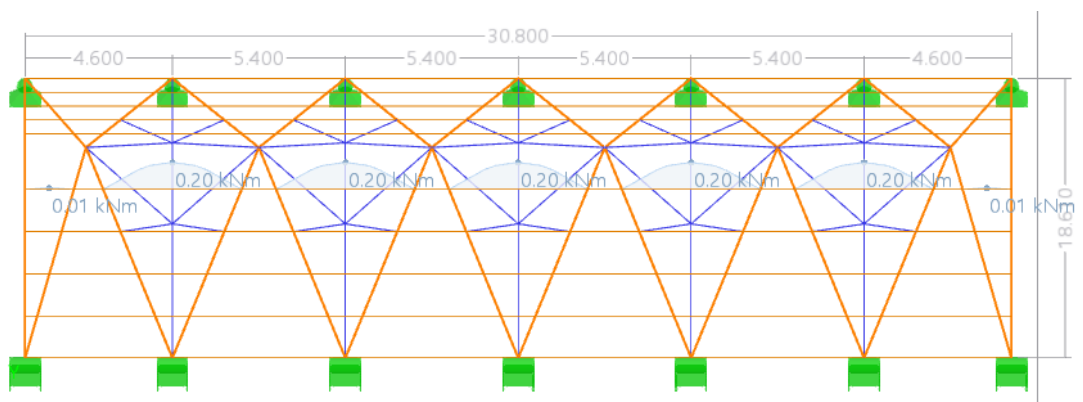


Obrázek 22: Průběh normálových sil na vrcholové vaznici N





Obrázek 23: Průběh ohybových momentů  $M_y$  na vrcholové vaznici



Obrázek 24: Průběh ohybových momentů  $M_z$  na vrcholové vaznici

## Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$1. \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad a$$

$$2. \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
$N_{c,max}$ (KZ4)	$N_{c,max}$	-7,02	$\sigma_{c,0,d}$	0,244	-	-
	$M_{y,odp.}$	12,24	$\sigma_{m,y,d}$	10,625	$0,654 < 1$	$0,469 < 1$
	$M_{z,odp.}$	0,2	$\sigma_{m,z,d}$	0,347	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 19: Posouzení vrcholové vaznice na kombinace tlaku a ohybu

## Smyk

Návrhové napětí ve smyku od posouvající síly

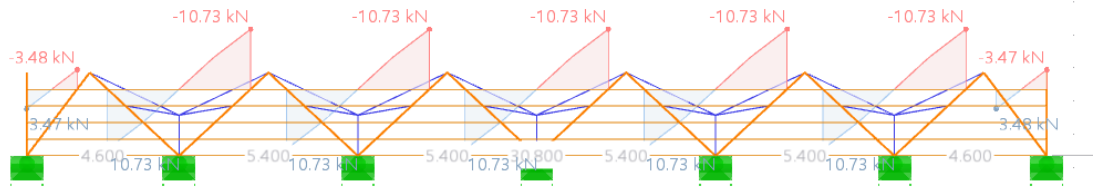
$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Smyk

$f_{v,d}$ .....1,94 MPa

$V_{z, \max}$ (KZ4)	Skutečné vnitřní síly [kNm]	Napětí [MPa]		Podmínka	VYHOVÍ
	10,73	$\tau_{v,d}$	0,834	0,446 < 1	

Tabulka 20: Posouzení vrcholové vaznice na smyk



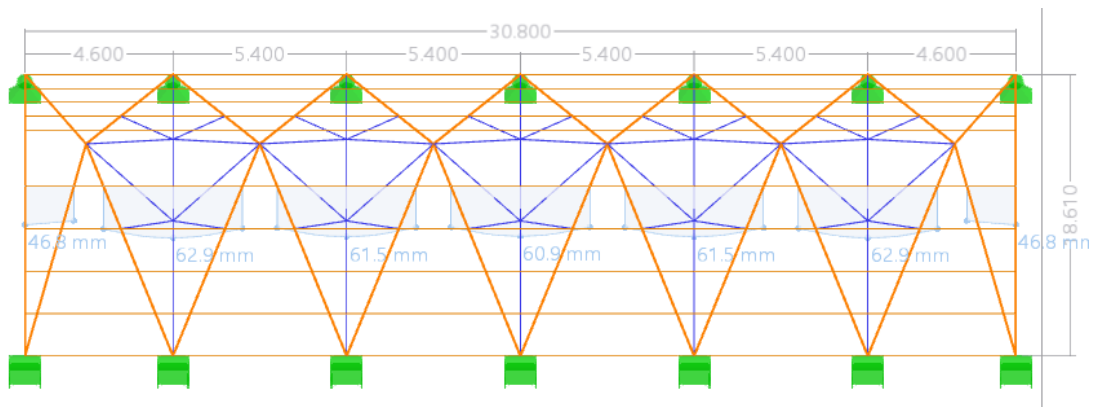
Obrázek 25: Průběh posouvajících sil na vrcholové vaznici  $V_z$

## Posudek MSP

Limitní průhyb  $w_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{4320}{300} = 14,4 \text{ mm}$

Průhyb  $w_{inst} = 51,9 - 62,9 = 11 \text{ mm}$

$w_{inst} = 11 \text{ mm} < w_{lim} = 14,4 \text{ mm}$  **VYHOVÍ**



Obrázek 26: Průhyb vrcholové vaznice  $u_z$  (KZ23)

## STŘEDOVÁ VAZNICE

### Průřezové charakteristiky

Profil	L	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	$i_y$	$i_z$
<b>80/220 C24</b>	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]
	3 420	17 600	$645,33 \cdot 10^3$	$234,67 \cdot 10^3$	63,5	23,1

Tabulka 21: Průřezové charakteristiky profilu 80/220

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad a$$

$$2. \frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

Redistribuce napětí a vliv nehomogenit materiálu v průřezu

-obdélníkové průřezy

$$k_m = 0,7$$

$L_{cr}$	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{rel,y}$	$\lambda_{rel,z}$	$k_y$	$k_z$	$k_{c,y}$	$k_{c,z}$
[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1620	28,08	70,13	0,48	1,19	0,63	1,30	0,95	0,55

Obrázek 27: Součinitel vzpěrnosti

Pevnost dřeva v tlaku

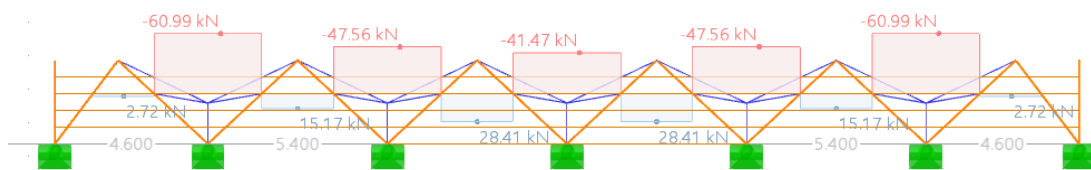
$f_{c,0,d}$ .....14,54 MPa

Pevnost dřeva v ohybu

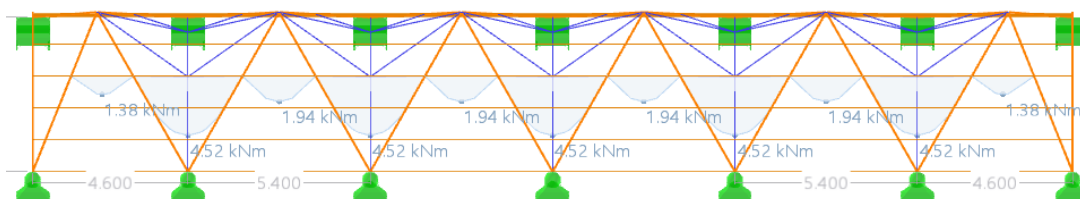
$f_{m,d}$ .....16,62 MPa

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
$N_c, M_y$ max (KZ4)	$N_{c,max}$	-60,99	$\sigma_{c,0,d}$	3,812	-	-
	$M_{y,odp.}$	4,52	$\sigma_{m,y,d}$	8,475	$0,784 < 1$	$0,835 < 1$
	$M_{z,odp.}$	0	$\sigma_{m,z,d}$	0,000	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
$M_{z,max}$ (KV16)	$N_{c,odp.}$	-0,53	$\sigma_{c,0,d}$	0,033	-	-
	$M_{y,odp.}$	-0,38	$\sigma_{m,y,d}$	0,713	$0,106 < 1$	$0,122 < 1$
	$M_{z,max}$	0,31	$\sigma_{m,z,d}$	1,453	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 22: Posouzení vaznice na kombinaci tlaku a ohybu



Obrázek 28: Průběh normálových sil na vaznici N



Obrázek 29: Průběh ohybových momentů  $M_y$  na vrcholové vaznici

## Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$1. \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad \text{a}$$

$$2. \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
$N_{c,max}$ (KZ4)	$N_{c,max}$	-60,99	$\sigma_{c,0,d}$	3,812	-	-
	$M_{y,odp.}$	4,52	$\sigma_{m,y,d}$	8,475	$0,579 < 1$	$0,426 < 1$
	$M_{z,odp.}$	0	$\sigma_{m,z,d}$	0,000	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
$M_{z,max}$ (KV16)	$N_{c,odp.}$	-0,53	$\sigma_{c,0,d}$	0,033	-	-
	$M_{y,odp.}$	-0,38	$\sigma_{m,y,d}$	0,713	$0,104 < 1$	$0,117 < 1$
	$M_{z,max}$	0,31	$\sigma_{m,z,d}$	1,453	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 23: Posouzení vaznice na kombinaci tlaku a ohybu

## Kombinace tahu a ohybu

Musí být zároveň splněny podmínky

$$1. \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad \text{a}$$

$$2. \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

Pevnost dřeva v ohybu

$f_{t,d}$ .....9,69 MPa

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
$N_{c,max}$ (KZ4)	$N_{c,max}$	28,41	$\sigma_{t,0,d}$	1,776	-	-
	$M_{y,odp.}$	1,94	$\sigma_{m,y,d}$	3,638	$0,402 < 1$	$0,336 < 1$
	$M_{z,odp.}$	0,00	$\sigma_{m,z,d}$	0,000	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
	$N_{c,odp.}$	26,89	$\sigma_{t,0,d}$	1,681	-	-

$M_{y,z}$ max (KZ3)	$M_{y,max}$	1,94	$\sigma_{m,y,d}$	3,638	$0,392 < 1$	$0,327 < 1$
	$M_{z,odp.}$	0	$\sigma_{m,z,d}$	0,000	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
$M_{z,max}$ (KZ4)	$N_{c,odp.}$	0,71	$\sigma_{t,0,d}$	0,044	-	-
	$M_{y,odp.}$	0,08	$\sigma_{m,y,d}$	0,150	$0,035 < 1$	$0,042 < 1$
	$M_{z,max}$	0,11	$\sigma_{m,z,d}$	0,516	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 24: Posouzení vaznice na kombinaci tahu a ohybu

## Smyk

návrhové napětí ve smyku od posouvající síly

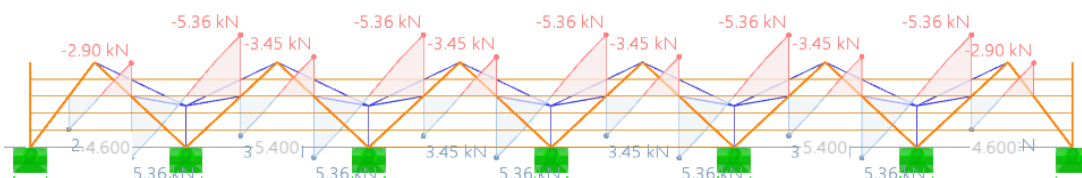
$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Smyk

$f_{v,d} \dots \dots \dots 1,94 \text{ MPa}$

$V_{z,max}$ (KZ4)	Vnitřní síly [kNm]	Napětí [MPa]		Podmínka 1	
	5,36	$\tau_{v,d}$	0,750	$0,401 < 1$	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 25: Posouzení vaznice na smyk



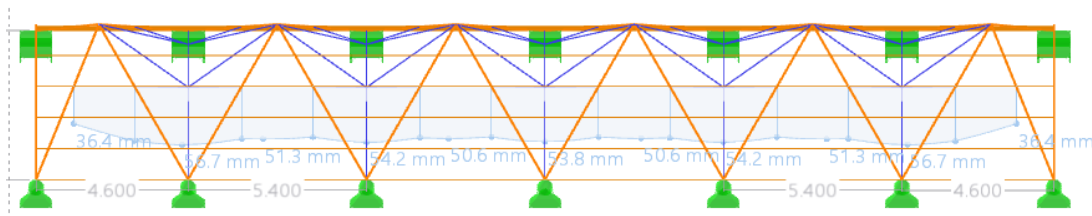
Obrázek 30: Průběh posouvajících sil na vaznici  $V_z$

## Posudek MSP

Limitní průhyb  $w_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{3240}{300} = 10,8 \text{ mm}$

Průhyb  $w_{inst} = 52,2 - 56,7 = 4,6 \text{ mm}$

$w_{inst} = 4,6 \text{ mm} < w_{lim} = 10,8 \text{ mm}$  **VYHOVÍ**



Obrázek 31: Průhyb vrcholové vaznice  $u_z$  (KZ23)

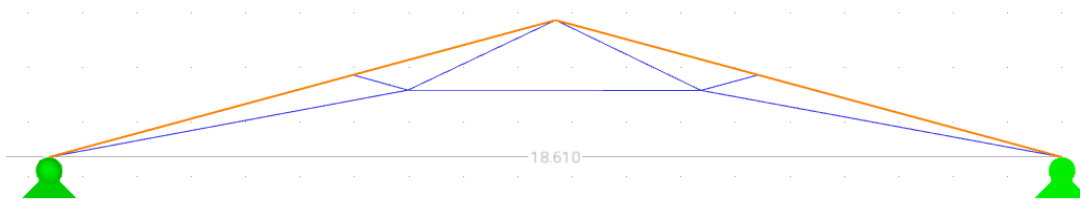
## 4.4.2. Hlavní nosník

Hlavní nosník je navržen z lepeného lamelového dřeva třídy pevnosti GL32h. Zastřešení je zhotoveno ze čtyřech takových ve vrcholu spojených nosníků, prostorově uložených křížem. Dále je posuzován pouze jeden z nich. Spojení se předpokládá ocelovým styčником, dimenze jednotlivých spojovacích prvků viz 5. kapitola. Délka jednoho nosníku je 10,006 m.

### Průřezové charakteristiky

Profil	L	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	$i_y$	$i_z$
<b>500/80/20 GL32h</b>	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]
	10 006	800 000	$6,66 \cdot 10^6$	$3,63 \cdot 10^6$	144,3	23,2

Tabulka 26: Průřezové charakteristiky profilu 80/220



Obrázek 32: Geometrie uložení nosníku

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0 \quad a$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

Redistribuce napětí a vliv nehomogenit materiálu v průřezu

-obdélníkové průřezy  $k_m = 0,7$

$L_{cr,y}$	$L_{cr,z}$	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{rel,y}$	$\lambda_{rel,z}$	$k_y$	$k_z$	$k_{c,y}$	$k_{c,z}$
[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
7 004	1	48,54	0,04	0,75	0,00067	0,808	0,485	0,913	1,031

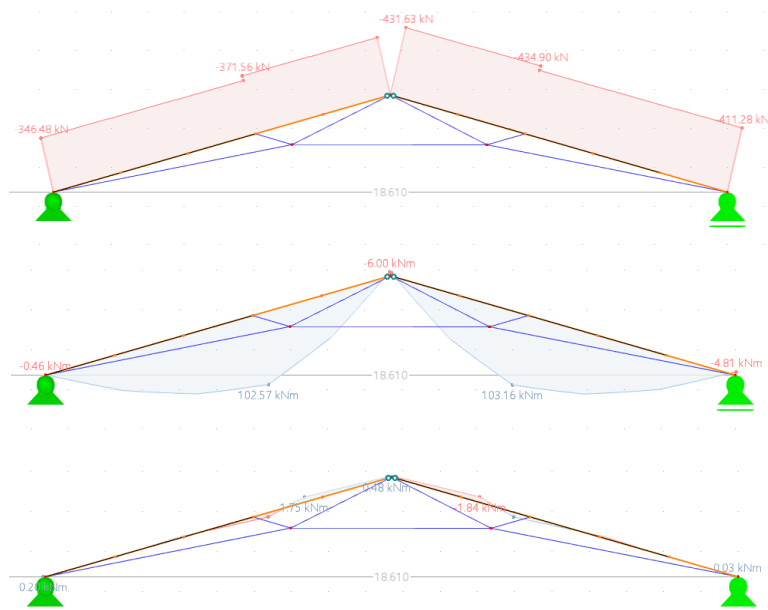
Tabulka 27: Výpočet součinitele vzpěrnosti

Pevnost dřeva v tlaku  $f_{c,0,d} \dots \dots \dots 19,08 \text{ MPa}$

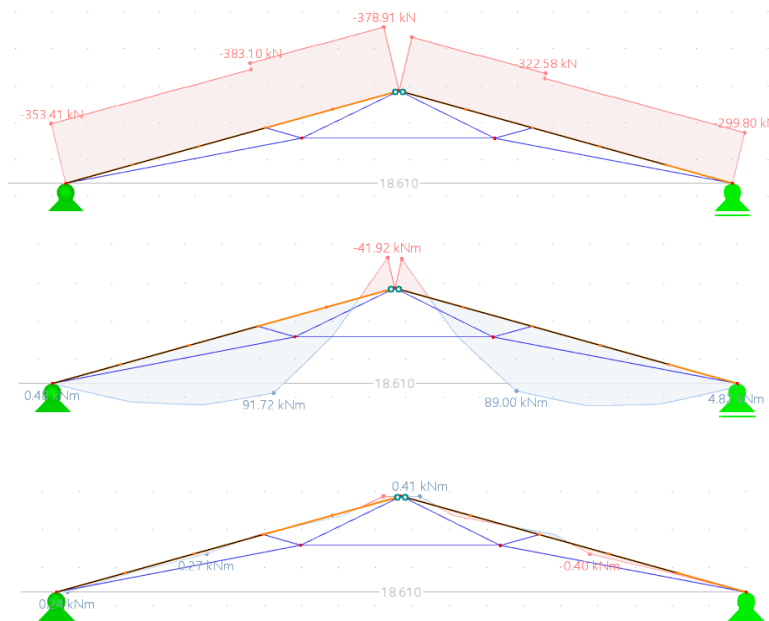
Pevnost dřeva v ohybu  $f_{m,d} \dots \dots \dots 23,04 \text{ MPa}$

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
$N_c, M_y, M_{z, \max}$ (KZ4- 1.nosník)	$N_{c, \max}$	-434,9	$\sigma_{c,0,d}$	5,436	-	-
	$M_{y, \text{odp.}}$	103,16	$\sigma_{m,y,d}$	15,474	$0,968 < 1$	$0,724 < 1$
	$M_{z, \text{odp.}}$	1,84	$\sigma_{m,z,d}$	-0,508	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
$N_c, M_y, M_{z, \max}$ (KZ4- středové nosníky)	$N_{c, \text{odp.}}$	-383,1	$\sigma_{c,0,d}$	4,789	-	-
	$M_{y, \max}$	91,72	$\sigma_{m,y,d}$	13,758	$0,868 < 1$	$0,657 < 1$
	$M_{z, \text{odp.}}$	0,41	$\sigma_{m,z,d}$	-0,113	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 28: Posouzení nosníku na kombinaci tlaku a ohybu (vzpěrný tlak)



Obrázek 33: Vnitřní síly  $N, M_y, M_z$  max (KZ4- 1.nosník)



Obrázek 34:  $N, M_y, M_z$  max (KZ4- středový nosník)

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

1.  $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$  a
2.  $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$

	Skutečné vnitřní síly [kNm]		Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.
KZ4- 1.šikmý nosník	$N_{c,max}$	-434,9	$\sigma_{c,0,d}$	5,436	-	-
	$M_{y,odp.}$	103,16	$\sigma_{m,y,d}$	15,474	0,737 < 1	0,529 < 1
	$M_{z,odp.}$	1,84	$\sigma_{m,z,d}$	-0,508	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>
KZ4- středové nosníky	$N_{c,odp.}$	-383,1	$\sigma_{c,0,d}$	4,789	-	-
	$M_{y,max}$	91,72	$\sigma_{m,y,d}$	13,758	0,657 < 1	0,476 < 1
	$M_{z,odp.}$	0,41	$\sigma_{m,z,d}$	-0,113	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Obrázek 35: Posouzení nosníku na kombinaci tlaku a ohybu

### Smyk

návrhové napětí ve smyku od posouvající síly

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

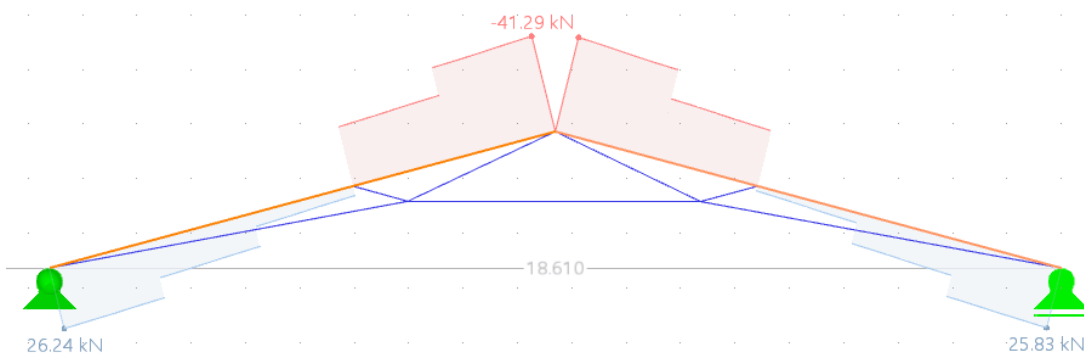
Smyk

$f_{v,d} \dots \dots \dots 2,52 \text{ MPa}$



$V_{z, \max}$ (KZ4)	Skutečné vnitřní síly [kNm]	Napětí [MPa]		Podmínka 1	VYHOVÍ
	-41,29	$\tau_{v,d}$	1,156	$0,459 < 1$	

Tabulka 29: Posouzení nosníku na smyk



Obrázek 36: Posouvající síla na nosníku  $V_{z, \max}$

## Kroucení

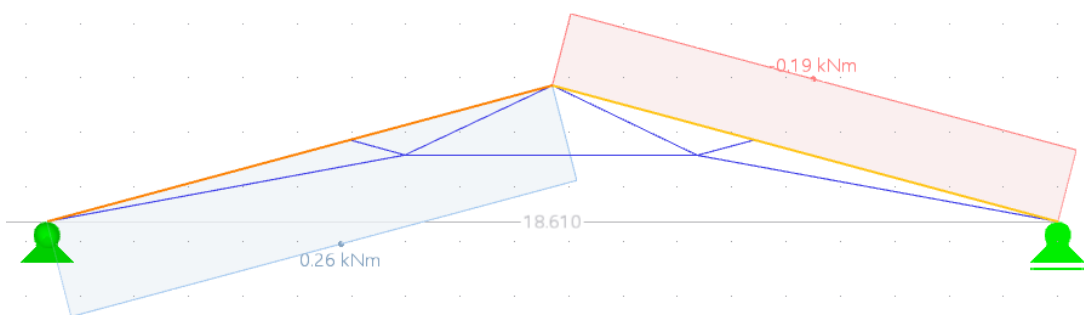
$$\tau_{\text{tor},d} \leq k_{\text{shape}} \cdot f_{v,d}$$

Smyk

$f_{v,d} \dots \dots \dots 2,52 \text{ MPa}$

$M_{T, \max}$ (KZ4)	$\tau_{\text{tor},d}$ [MPa]	$k_{\text{shpe}}$	Podmínka	VYHOVÍ
0,26	0,119	1,35	$0,035 < 1$	

Tabulka 30: Posouzení nosníku na kroucení



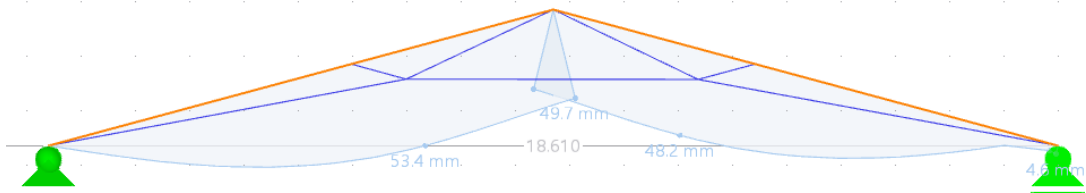
Obrázek 37: Momentová síla  $M_T$  na nosníku

## Posudek MSP

$$\text{Limitní průhyb} \quad w_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{18610}{300} = 62,02 \text{ mm}$$

$$\text{Průhyb} \quad w_{inst} = 21,3 - 17,6 = 53,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 53,4 \text{ mm} < w_{lim} = 62,02 \text{ mm} \quad \text{VYHOVÍ}$$

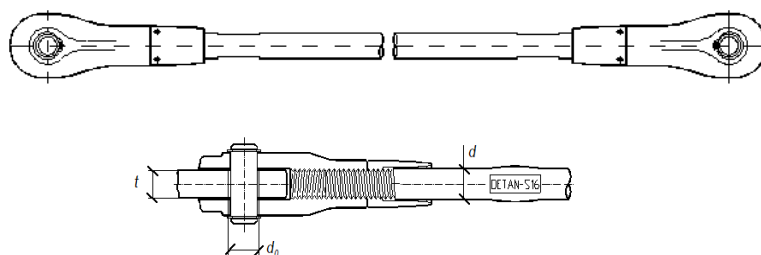


Obrázek 38: Průhyb nosníku vaznice  $u_z$  (KZ23)

## 4.5. Závěsy a táhla

Propojení ocelových táhel s dřevěnými nosníky doplňují závěsy. Kloubově připojených závěsů je navrženo v konstrukci 30. Pro dimenzi závěsů jsou využity prvky od firmy Macalloy s průměry M32 mm. Pro přenesení tahových sil v konstrukci slouží ocelová táhla Detan ve formě tyčí, délky 18,79 m o průměru 2x DT 36 mm, které jsou namáhány počátečním předpětím 500kN. Podrobný přehled únosnosti prvků viz technické listy výrobce, součástí přílohy A2.

### 4.5.1. Ocelová táhla Detan



Obrázek 39: Konstrukční táhla s řezanými závity [17]

## Namáhání tahem

Ověření únosnosti táhla dle vztahu

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y \cdot A}{\gamma_{M0}} < N_{Ed,max}$$

Návrhová únosnost v tahu	$F_{t,Rd}$ .....kN
Mez kluzu táhla	$f_y$ .....460 MPa
Součinitel spolehlivosti pro ocel	$\gamma_{M0}$ .....1,15

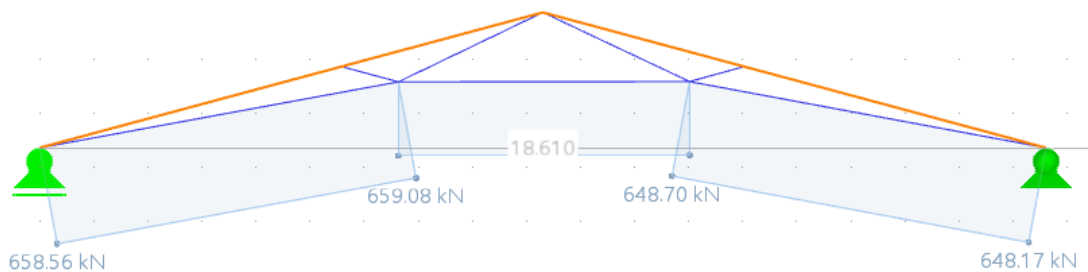
Typ DT	Ocel	$d$ [mm]	$A$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$F_{u,Rd}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	$t$ [mm]	$r$ [mm]	$d_o$ [mm]
1x36	S460	36	1017,9	817	269,4	407,2	30	51	30,5
2x 36		72	2035,8	1634	538,8	814,4	60	102	61

Tabulka 31: Únosnost konstrukčních táhél s řezanými závitý [17]

Návrhová síla v táhle:  $N_{Ed,max}$  (KZ4) = 659,08 kN

Únosnost 2x DT táhla:  $F_{t,Rd}$  = 814,4 kN

$N_{Ed,max} = 659,08 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 814,4 \text{ kN}$  **VYHOVÍ**



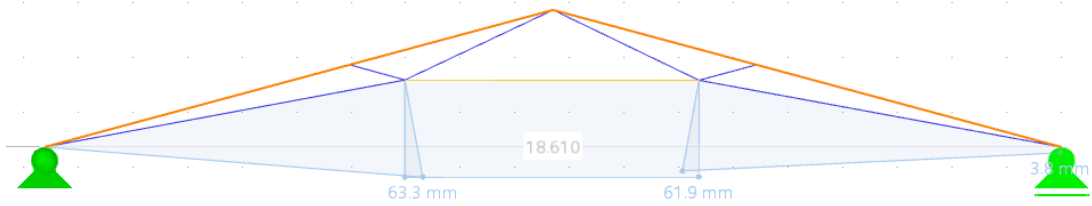
Obrázek 40: Normálová síla  $N$  v táhlech (KZ4)

## Posudek MSP

Limitní průhyb  $w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{18\,790}{250} = 75 \text{ mm}$

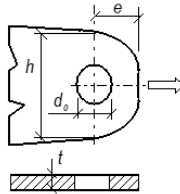
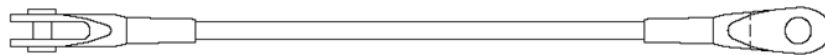
Průhyb  $w_{inst} = 63,3 \text{ mm}$

$w_{inst} = 63,3 \text{ mm} < w_{lim} = 75,17 \text{ mm}$  **VYHOVÍ**



Obrázek 41: Průhyb táhel  $u_z$  (KZ23)

## 4.5.2. Ocelová táhla Macalloy 460



Obrázek 42: Konstrukční závěsy s válcovanými závity

### Namáhání tahem

Ověření únosnosti táhla dle vztahu

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y \cdot A}{\gamma_{M0}} < N_{Ed,max}$$

Návrhová únosnost v tahu

$F_{t,Rd}$  .....kN

Mez kluzu táhla

$f_y$ .....460 MPa

$f_u$ .....625 MPa

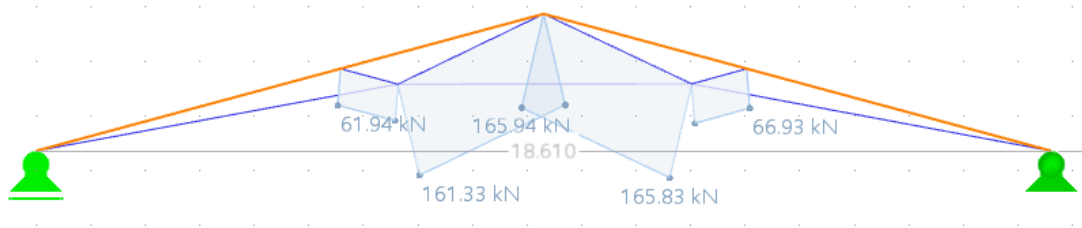
Součinitel spolehlivosti pro ocel

$\gamma_{M0}$  .....1,15

Závit	$d$ [mm]	$A$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$F_{u,exp,Rd}$ [kN]	$F_{u,Rd}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	$t$ [mm]	$e$ [mm]	$h$ [mm]	$d_0$ [mm]
M30	28	615,8	541	227,7	204,8	246,3	22	53	81	31,5

Tabulka 32: Únosnost konstrukčních táhel s válcovanými závity

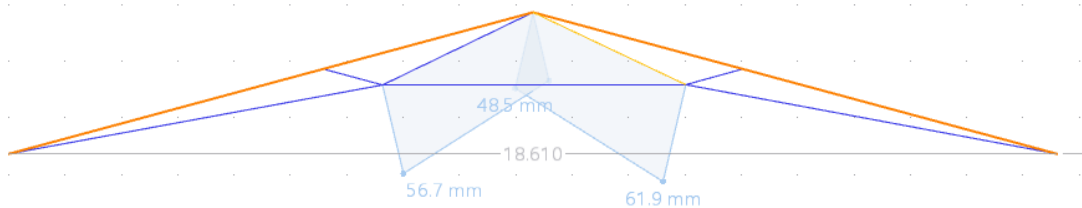
Návrhová síla v táhle	$N_{Ed,max} =$	165,94 kN	
Únosnost 2x DT táhla	$F_{t,Rd} =$	246,3 kN	
	$N_{Ed,max} = 165,94 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 246,3 \text{ kN}$		<b>VYHOVÍ</b>



Obrázek 43: Normálová síla  $N$  v závěsech

### Posudek MSP

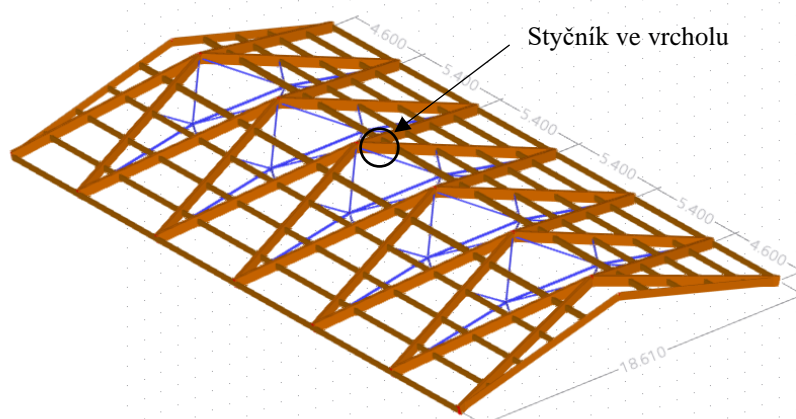
Limitní průhyb	$w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{4\,035}{250} =$	16,14 mm
Průhyb	$w_{inst} = 43,7 - 56,7 =$	13 mm
	$w_{inst} = 13 \text{ mm} < w_{lim} = 16,14 \text{ mm}$	<b>VYHOVÍ</b>



Obrázek 44: Průhyb delších závěsů  $u_z$

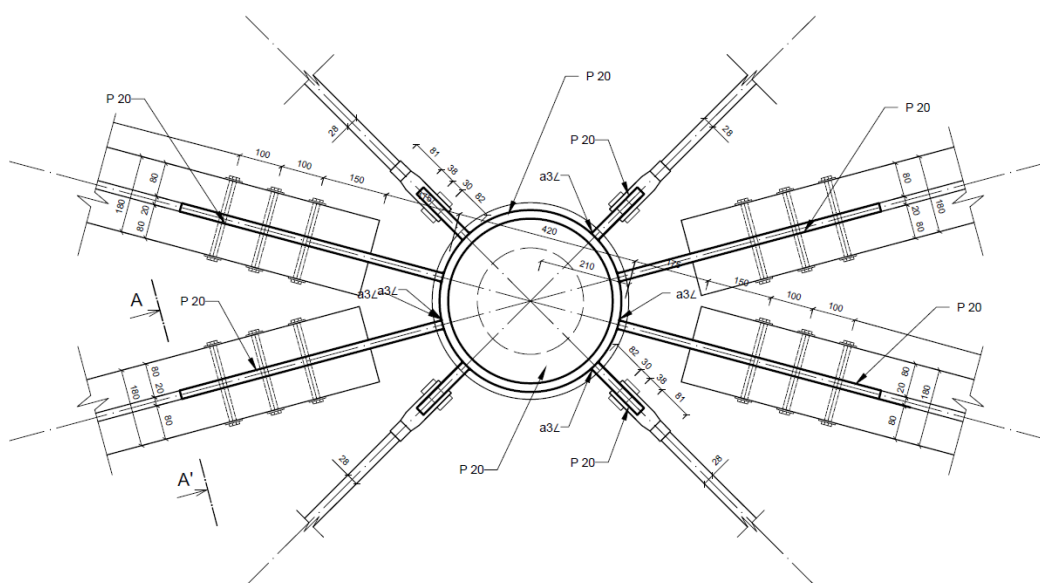
## 4.6 Návrh a posudek vrcholového styčnicku

V následující části je navržen a posouzen vrcholový styčnick pro uložení hlavních nosníků a táhel. Posouzení dle ČSN EN 1995-1-1 [14] a ČSN EN 1993-1-8 [18]. V příloze A5 je vymodelován 3D styčnick v programu Idea STATICA a ověřena správnost návrhu.



Obrázek 45: Označení posuzovaných prutů

Spojení ve vrcholu nosníků přes ocelový kruhový profil P20 s průměrem 420 mm, s ocelovými deskami vloženými mezi zdvojené nosníky a závěsy. Spoj byl navržen jako čtyřstřížný spoj ocel – dřevo pomocí styčnickového plechu P20, svorníků M20 8.8. Připojení hlavního nosníku bylo dimenzováno na maximální tlakové namáhání.



Obrázek 46: Schéma vrcholového styčnicku

Vnitřní síly působící ve spoji

$$N_{Ed} = -423,24 \text{ kNm} \quad \text{KZ4 } (1,35 \cdot \text{ZS1} + 1,5 \cdot \text{ZS2} + 0,75 \cdot \text{ZS3} + 0,9 \cdot \text{ZS4} + \text{ZS7})$$

$$V_{Ed} = -41,29 \text{ kNm} \quad \text{KZ4 } (1,35 \cdot \text{ZS1} + 1,5 \cdot \text{ZS2} + 0,75 \cdot \text{ZS3} + 0,9 \cdot \text{ZS4} + \text{ZS7})$$

### Návrh a posouzení svorníku

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

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_1 = 3 \text{ ks (počet svorníků v 1 řadě)}$$

$$n_{\text{řad}} = 4 \text{ (počet řad svorníků)}$$

$$n = 3 \cdot 4 = 12 \text{ ks (celkový počet svorníků)}$$

$$f_u = 800 \text{ MPa}$$

Osově vzdálenosti svorníků

$$\alpha = 0^\circ \text{ (úhel zatížení vzhledem k vláknům)}$$

$$\alpha_1 = (4 + \cos \alpha) \cdot d = 100 \text{ mm} \quad \text{- navrženo 100 mm}$$

$$\alpha_2 = 4 \cdot d = 80 \text{ mm} \quad \text{- navrženo 120 mm}$$

$$\alpha_{3,t} = \max[80, 7 \cdot d] = 140 \text{ mm} \quad \text{- navrženo 150 mm}$$

$$\alpha_{4,t} = \max[(2 + \sin \alpha) \cdot d, 3 \cdot d] = 60 \text{ mm} \quad \text{- navrženo 70 mm}$$

Charakteristická pevnost v otláčení ve dřevěném prvku – předvrtávané otvory

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 380 = 24,93 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} = 24,93 \text{ MPa}$$

Charakteristický plastický moment únosnosti svorníku

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 6800 \cdot 20^{2,6} = 579 \text{ 281 Nmm}$$

Charakteristická únosnost jednoho svorníku

$$t_1 = 80 \text{ mm je menší z tlouštěk krajních dřevěných prvků}$$

3 typy porušení

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,\alpha,k} \cdot t_1 \cdot d \\ \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,\alpha,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 39,89 \text{ kN} \\ 25,97 \text{ kN} \\ 39,09 \text{ kN} \end{array} \right\}$$
$$= 25,97 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho svorníku v 1 stříhu

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{1,3} = 0,7 \cdot \frac{25,97}{1,3} = 13,98 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho svorníku pro 2 stříhy

$$F_{v,Rd} = 4 \cdot 13,98 = 55,92 \text{ kN}$$

Účinný počet svorníků v 1 řadě rovnoběžně s vlákny

$$n_{ef} = \min \left\{ n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} \right\} = \left\{ 3,03 \right\} = 3,03$$

Síla působící na 1 řadu svorníků

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed,hl, nosník}}{n_{řad}} = \frac{423,24}{3} = 141,08 \text{ kN}$$

Posouzení únosnosti svorníků pro maximální smykové namáhání

$$F_{v,Ed} = 141,08 \text{ kN} < n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 3,03 \cdot 55,93 = 169,44 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

Při posouzení byla zanedbána smyková síla.

### Posouzení únosnosti styčnickového plechu v otláčení

Vložený plech – ocel S355

$$tl. = 20 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Rozeře pro ocelovou desku

$$d_0 = d + 2 = 20 + 2 = 18 \text{ mm}$$

$$e_1 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ mm} \rightarrow 150 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ mm} \rightarrow 100 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 20 = 44 \text{ mm} \rightarrow 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 20 = 48 \text{ mm} \rightarrow 150 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,00 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{800}{510} = 1,57 \\ \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = \frac{150}{3 \cdot 22} = 2,27 \\ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = \frac{150}{3 \cdot 22} - 0,25 = 2,02 \end{array} \right\} = 1,00$$

$$k_1 = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1,00 \cdot 510 \cdot 20 \cdot 20}{1,25} = 408,0 \text{ kN}$$



Síla působící na 1 svorník

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed,hl.nosník}}{n_{řad} \cdot n_{ef}} = \frac{423,24}{3 \cdot 3,03} = 46,56 \text{ kN}$$

Posouzení styčnickového plechu na otláčení

$$F_{v,Ed} = 46,56 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 408,0 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

Posouzení únosnosti oslabeného plechu v tahu

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

$$h = 490 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_{řad} = 3 \text{ (počet řad svorníků)}$$

Plocha oslabená otvory

$$A_{osl.} = t_p \cdot (h - n_{řad} \cdot d_0) = 20 \cdot (490 - 3 \cdot 22) = 8480 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{N_{Ed,hl.nosník}}{A_{osl.}} = \frac{423,24 \cdot 10^3}{8480} = 49,91 \text{ MPa}$$

Posudek tahového napětí

$$\sigma = 49,91 \text{ MPa} < 355,0 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení koutových svarů je součástí přílohy A5 – posouzení styčnicku za běžné teploty. Posouzení styčnicku za zvýšených teplot není provedeno. Díky objemu oceli ve styčnicku se předpokládá prohřátí oceli pomaleji než u ostatních namáhaných částí konstrukce, které jsou na kolaps ověřeny v následující kapitole.

## 5. Posouzení prvku na účinky požáru

Posouzení hlavního nosného vazníku 80/500/20 mm GL32h a ocelového táhla (S460) za mimořádné situace. V tomto případě požár v PÚ varny pivovaru. Z PBŘ části B této práce byl stanoven požadavek na odolnost nosných částí konstrukce 15 minut. (R 15)

Nechráněné prvky jsou posouzeny na dobu požární odolnosti, která je porovnávána s požadovanou dobou požární odolnosti. Případně navržena požární ochrana.

U dřevěných prvků je stanovena rychlost a hloubka zuhelnatění a následně je vypočítána jeho tloušťka a výška, která je posouzena z hlediska napětí v prvku nebo vyhovění na únosnost při redukovaném zatížení. U ocelových prvků je v závislosti na změně teploty prostředí upraven jejich charakteristická pevnost.

Součinitele dřevěných prvků za požáru jsou  $k_{mod,fi} = 1,0$ ;  $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{fi} = 1,25$ .

Návrhové hodnoty vlastností materiálu za požáru se z charakteristických hodnot spočítají podle následujících vzorců

$$x_{d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$f_{20} = k_{fi} \cdot x_k$$

### 5.1. Zatížení při požární situaci

Zatížení při požární situaci je uvažováno v čase  $t=0$  při použití kombinačních součinitelů  $\psi_{1,1}$  nebo  $\psi_{2,1}$  podle EN 1991-1-2 [19]. Pro zjednodušení lze uvažovat účinek z analýzy za běžných teplot násobené redukčním součinitelem návrhového zatížení. Redukční součinitel vychází z poměru stálého zatížení a dominantního proměnného zatížení. Hodnota dominantního proměnného zatížení je upravena součinitelem  $\eta_{fi}$ .

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d,$$

kde  $\eta_{fi}$  je redukční součinitel návrhového zatížení při požární situaci dřevěných konstrukcí, uvažován

$$\eta_{fi} = 0,7 \text{ dle čl. 2.4.2 pozn. 2 ČSN EN 1995-1-2 [20]}$$

## 5.2. Posouzení dřevěného nosníku

Nosník vyhovuje za normálních teplot, viz kapitoly výše. Povrch je uvažován jako nechráněný během doby vystavení účinkům požáru.

Nominální rychlost zuhelnatění pro zaoblení rohů

$$d_{\text{char},n} = \beta_n \cdot t_{\text{req}},$$

kde  $t_{\text{req}} = 15$  min, dle požadavku z PBR

$$\beta_n = 0,7, \text{ dle tabulky 3.1 ČSN EN 1995-1-2 [20] pro lepené lamelové dřevo}$$

$$d_{\text{char},n} = \beta_n \cdot t_{\text{req}} = 0,7 \cdot 15 = 10,5 \text{ mm}$$

Metoda redukovaného průřezu

$$d_{\text{ef}} = d_{\text{char}} + k_0 d_0$$

kde  $d_0 = 7$  mm, dle čl. 4.2.2 ČSN EN 1995-1-2

$$d_{\text{char},n} = 10,5$$

$$k_0 = 1,0 \text{ dle tab. 4.1 ČSN EN 1995-1-2 [20]}$$

$$d_{\text{ef}} = 10,5 + 1 \cdot 7 = 17,5 \text{ mm}$$

Plocha účinného průřezu

$$b_{\text{ef}} = b - 2 \cdot d_{\text{ef}} = 2 \cdot 80 - 2 \cdot 17,5 = 125 \text{ mm}$$

$b_{\text{původní}} = 2 \times 80$  mm (mezera mezi profily je zanedbatelná, proto je redukce průřezu uvažována jen ze dvou stran)

$$h_{\text{ef}} = h - d_{\text{ef}} = 500 - 17,5 = 482,5 \text{ mm}$$

### Vnitřní síly

$$N_{\text{fi,Ed}} = \eta_{\text{fi}} \cdot N_{\text{Ed}} = 0,7 \cdot -434,9 = -304,43 \text{ kN}$$

$$V_{\text{z,fi,Ed}} = \eta_{\text{fi}} \cdot V_{\text{z,Ed}} = 0,7 \cdot -41,29 = -28,90 \text{ kN}$$

$$M_{\text{y,fi,Ed}} = \eta_{\text{fi}} \cdot M_{\text{y,Ed}} = 0,7 \cdot 103,16 = 72,21 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{z,fi,Ed}} = \eta_{\text{fi}} \cdot M_{\text{z,Ed}} = 0,7 \cdot 1,84 = 1,29 \text{ kNm}$$

### Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$\begin{aligned} 1. \quad & \frac{\sigma_{\text{c},0,\text{d,fi}}}{k_{\text{c},y} f_{\text{c},0,\text{d,fi}}} + \frac{\sigma_{\text{m},\text{y},\text{d,fi}}}{f_{\text{m},\text{y},\text{d,fi}}} + k_m \frac{\sigma_{\text{m},\text{z},\text{d,fi}}}{f_{\text{m},\text{z},\text{d,fi}}} \leq 1,0 \text{ a} \\ 2. \quad & \frac{\sigma_{\text{c},0,\text{d,fi}}}{k_{\text{c},z} f_{\text{c},0,\text{d,fi}}} + k_m \frac{\sigma_{\text{m},\text{y},\text{d,fi}}}{f_{\text{m},\text{y},\text{d,fi}}} + \frac{\sigma_{\text{m},\text{z},\text{d,fi}}}{f_{\text{m},\text{z},\text{d,fi}}} \leq 1,0 \end{aligned}$$

## Kombinace tlaku a ohybu

Pro ohyb kolem obou os musí být zároveň splněny podmínky

$$3. \left( \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1,0 \quad a$$

$$4. \left( \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1,0$$

Redistribuce napětí a vliv nehomogenit materiálu v průřezu

Obdélníkové průřezy	$k_m$ .....	0,7
Součinitel vzpěrnosti	$k_{cy}$ .....	0,913
	$k_{cz}$ .....	1,031
Pevnost dřeva v tlaku za požáru	$f_{c,0,d,fi}$ .....	23,85 MPa
Pevnost dřeva v ohybu za požáru	$f_{m,d,fi}$ .....	40 MPa

	Redukované vnitřní síly [kNm]	Napětí [MPa]		Podmínka 1.	Podmínka 2.	Podmínka 3.	Podmínka 4.
		$\sigma_{c,0,d,fi}$					
$N_{c,red}$	-304,43	$\sigma_{c,0,d,fi}$	5,048				
$M_{y,red}$	72,212	$\sigma_{m,y,d,fi}$	14,89	0,622 < 1	0,491 < 1	0,40 < 1	0,28 < 1
$M_{z,red}$	1,288	$\sigma_{m,z,d,fi}$	1,025	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>	<b>VYHOVÍ</b>

Tabulka 33: Posouzení vrchní vaznice na kombinaci tlaku, tahu a ohybu za požáru

## Smyk

Návrhové napětí ve smyku od posouvající síly

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Smyk	$f_{v,d,fi}$ .....	2,52 MPa
------	--------------------	----------

$V_{z, red}$	-28,90	$\tau_{v,d}$ [MPa]	1,07	Podmínka 1	0,34 < 1	<b>VYHOVÍ</b>
--------------	--------	--------------------	------	------------	----------	---------------

Tabulka 34: Posouzení vrcholové vaznice na smyk za požáru

Dřevěný nosník na účinky požáru pro R15 vyhoví.

## 5.3. Posouzení ocelových táhel

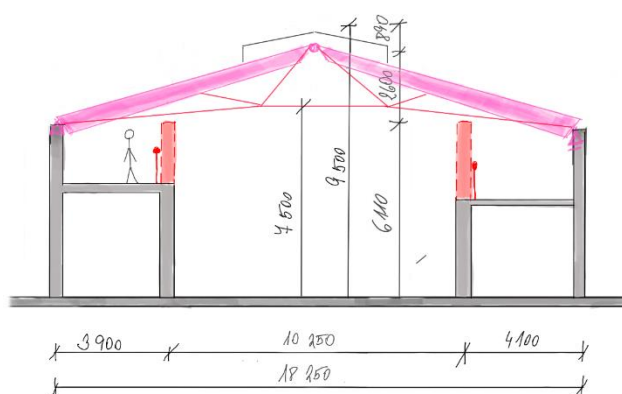
Ověření požární odolnosti ocelových táhel a výpočet teploty poblíž průřezu, je počítáno pomocí modelu lokálního požáru na základě zvolených požárních scénářů.

Po získání teplot z jednotlivých scénářů budou ocelová táhla posouzena na požadovanou požární odolnost R15. Požadavek, který byl stanoven z příloženého PBR k tomuto objektu a které je součástí této BP.

### 5.3.1. Požární scénáře

Jednotlivé požární scénáře budou pro lokální požár umístěný v 1.NP pod ocelovými táhly, v hlavní výrobní hale v PÚ varny pivovaru. Požáry vzniklé v daném PÚ v přílehlých místnostech jako např. v kanceláři sládků či technické místnosti, nejsou vhodným příkladem pro posouzení ocelových táhel, které budou umístěny nad podhledy. Z příloženého PBR také vyplývá, že na ochozu ve 2.NP je předpokládáno max. požární zatížení do  $5 \text{ kg/m}^2$ , tudíž se zde nebudou nacházet žádné předměty, které by mohly být příčinou ani jakkoli sloužit jako palivo pro vznik požáru.

Pro účely posouzení a stanovení teploty ocelových táhel, budou použity křivky rychlosti uvolňování tepla pro jednotlivé požární scénáře v daném PÚ podle materiálů projektu DIFIDEK [21], převzatých hodnot z experimentů nebo budou vypočteny pomocí zónového modelu v programu OZone V3. Návrhová hodnota hustoty požárního zatížení se určí podle přílohy E normy ČSN EN 1991-1-2 [19]. V PÚ je z aktivních protipožárních zařízení dle příloženého PBR uvažováno pouze s bezpečnými přístupovými cestami a technickými hasícími prostředky. Plocha PÚ v 1.NP je  $982 \text{ m}^2$ , výška hřebene je  $9,5 \text{ m}$ , táhla jsou umístěna ve výšce  $7,5 \text{ m}$ .



Obrázek 47: Řez pivovarní halou

## 1. POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ – prázdné palety na podlaze v 1.NP

Pro převoz a skladování objemnějších výrobků, sladu, chmelových granulí i lahví se mohou v hale varny pivovaru nacházet dřevěné palety. První požární scénář tedy uvažuje vznícení 18 palet (tři sloupce o šesti paletách) na ploše 3 m<sup>2</sup>.

Vstupní hodnoty pro rychlost uvolňování tepla jsou použity dle normy ČSN EN 1991-1-2 [19] Ve výpočtu je použita ekvivalentní kruhová plocha požáru o průměru 1,95 m. Křivka rychlosti uvolňování tepla (HRR) na obrázku 50 je spočtena pomocí programu OZone V3 podle přílohy E v EN 1991-1-2 [19], kde se předpokládá s hodnotami:

střední rychlost rozvoje požáru je  $t_{\alpha} = 300$  s,

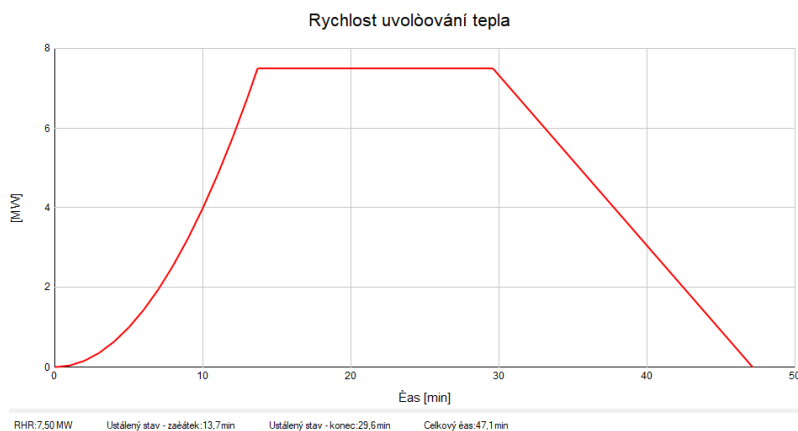
zdroj požáru je dřevo s výhřevností  $H_{c,net}$  17,5 MJ/kg a

rychlost uvolňování tepla na jednotku plochy je  $RHR_f$  2500 kW/m<sup>2</sup>.

navržené požární zatížení je 360 kg/m<sup>2</sup>

charakteristické požární zatížení je 2100 MJ/m<sup>2</sup>

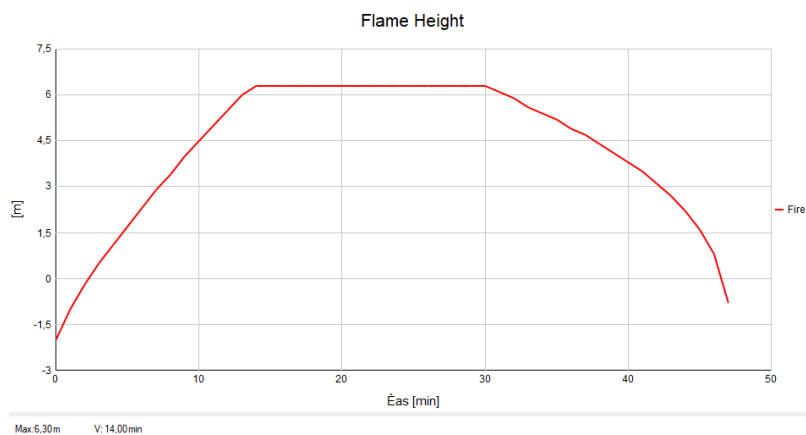
Obrázek 48: Vstupní data specifikující křivku u rychlosti uvolňování tepla v programu Ozone



Obrázek 49: Rychlost uvolňování tepla v čase v programu Ozone

Maximální rychlost uvolňování tepla je 7,5 MW. Oblast rozhořívání trvá 13,7 min, fáze ustáleného hoření trvá do 29,6 min a k nulové hodnotě klesá ve 47,1min.

Průběh délky plamene je znázorněn na obr. č.51, vygenerovaným pomocí programu OZone V3. Z grafu vyplývá, že maximální délka plamene je 6,3 m. Délka plamene tak nedosahuje stropu. Vstupní data pro výpočet tepelného toku a teploty táhel pomocí programu ozone jsou znázorněna na obr. 52. Z grafu na obr. 53 vyplývá, že tepelný tok v čase t=15 min dosahuje hodnoty 19,59 kW/m<sup>2</sup>.



Obrázek 50: Délka plamene v závislosti na čase v programu Ozone

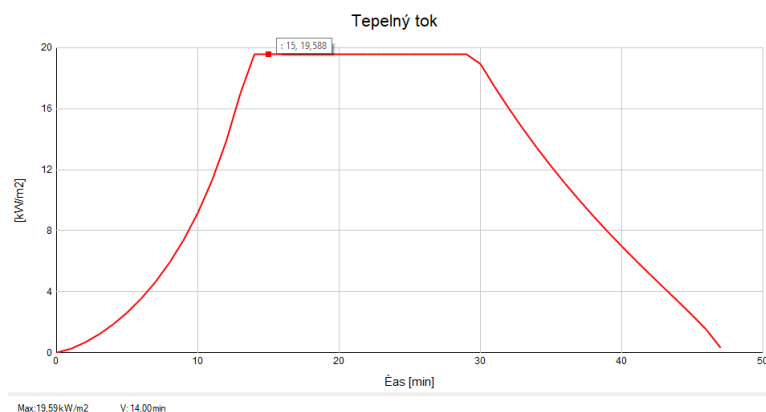
Geometrie

Výška střechy: 9.5 m  
 Vzdálenost (x): 0 m  
 Výška (z): 7.5 m

Remark 1: the Y coordinate of the profile is considered = 0m  
 Remark 2: the profile is considered to be oriented as depicted in the Figure, i.e. an I shape. Please pay attention to this when defining the position of the localised fire.

Bod	Čas [min]	hHR [MW]
Bod 1	0	0
Bod 2	1	0,04
Bod 3	2	0,16
Bod 4	3	0,36
Bod 5	4	0,64
Bod 6	5	1
Bod 7	6	1,44
Bod 8	7	1,96
Bod 9	8	2,56
Bod 10	9	3,24
Bod 11	10	4
Bod 12	11	4,84
Bod 13	12	5,76
Bod 14	13	6,76
Bod 15	13,69	7,5
Bod 16	29,55	7,5
Bod 17	47,13	0
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

Obrázek 51: Vstupní hodnoty pro výpočet zónového modelu v programu Ozone



Obrázek 52: Tepelný tok v závislosti na čas v programu Ozone

Za předpokladu rovnoměrného rozložení teploty po průřezu, je možné přírůstek teploty  $\Delta\theta_{a,t}$  v nechráněném ocelovém prvku během časového intervalu  $\Delta t$  stanovit pomocí následujícího vzorce:

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \cdot \frac{A_m/V}{c_a \cdot \rho_a} \cdot h_{net} \cdot \Delta t$$

kde je  $k_{sh}$  součinitel zastínění,  $k_{sh} = 1,0$

$A_m/V$  součinitel průřezu,  $A_m/V = 2036/0,0016 = 125,6$

$h_{net}$  čistý tepelný tok na plochu,  $h_{net} = 19,59 \text{ kW/m}^2$

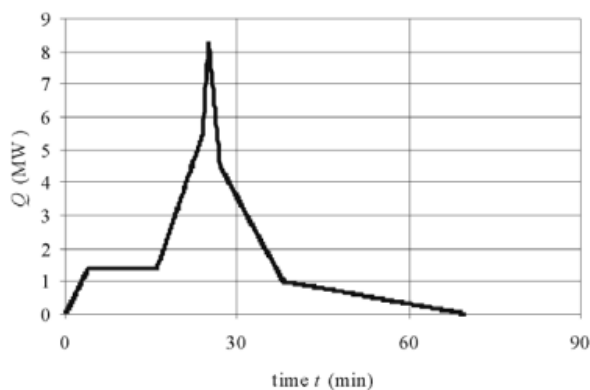
$c_a$  měrná tepelná kapacita oceli,  $c_{a(451^\circ\text{C})} = 646 \text{ J/kgK}$

$\Delta t = 15 \text{ min}$

Z přírůstkové metody je spočtena teplota táhel v 15 minutě požáru na  $452,03^\circ\text{C}$ .

## 2. POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ – požár vysokozdvizného vozíku

V hale se nachází jeden vysokozdvizný vozík pro přepravu zboží na paletách. Pro průběh teploty od lokálního požáru vysokozdvizného vozíku jsou převzaty hodnoty z projektu DIFISEK [21] a je použita křivka pro požár osobního automobilu. Průběh rychlosti uvolňování tepla z materiálů projektu DIFISEK je znázorněn na obr. 54.



Obrázek 53: Rychlost uvolňování tepla v čase dle DIFISEK [22]



Maximální rychlost uvolňování tepla je 8,3 MW, ke které dochází přibližně v 28 minutě požáru. V 15 minutě rychlost uvolňování tepla dosahuje hodnoty 1,4 MW.

Dle přílohy C normy ČSN EN 1991-1-2 modelu lokálního požáru, se stanoví délka plamene dle vztahu

$$L_f = -1,02 D + 0,0148 Q^{2/5} = 2,21 \text{ m}$$

kde  $D$  je průměr ohně [m],  $D = 2,0 \text{ m}$

$Q$  je rychlost uvolňování tepla při požáru [W]  $Q_{15} = 1,4 \text{ MW}$

Délka plamene nedosahuje v 15 minutě výšky stropu  $L_f < H$ , tj. lze stanovit, že teplota  $\theta_{(z)}$  oblaku hořících plynů po výšce plamene je

$$\theta_{(z)} = 20 + 0,25 Q_c^{2/5} (z-z_0)^{-5,3} \leq 900$$

$$\theta_{(z)} = 20,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

kde  $D$  je průměr ohně [m],  $D = 2,0 \text{ m}$

$Q$  je rychlost uvolňování tepla při požáru [W]  $Q = 1,4 \text{ MW}$

$Q_c$  je konvenční část rychlosti uvolňování tepla [W], kde  $Q_c = 0,8Q = 1,12 \text{ MW}$

$z$  je proměnná výška plamene podél osy plamene [m],  $z = 2,21 \text{ m}$

$z_0$  je virtuální počátek osy, dán vztahem

$$z_0 = -1,02 D + 0,00524 Q^{2/5}$$

$$z_0 = -0,534 \text{ m}$$

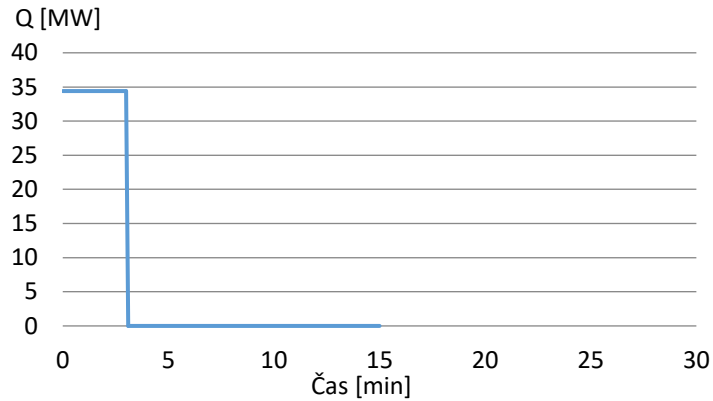
$H$  je vzdálenost mezi zdrojem požáru a stropem [m],  $H = 9,5 \text{ m}$ .

Z vypočtené hodnoty oblaku plynů nad ocelovým táhlem v 15 minutě požáru, je patrné, že teplota nestihne stoupnout z původní předpokládané teploty  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  na tolik, aby ohrozila stabilitu konstrukce.

### 3. POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ – požár rozlitého oleje

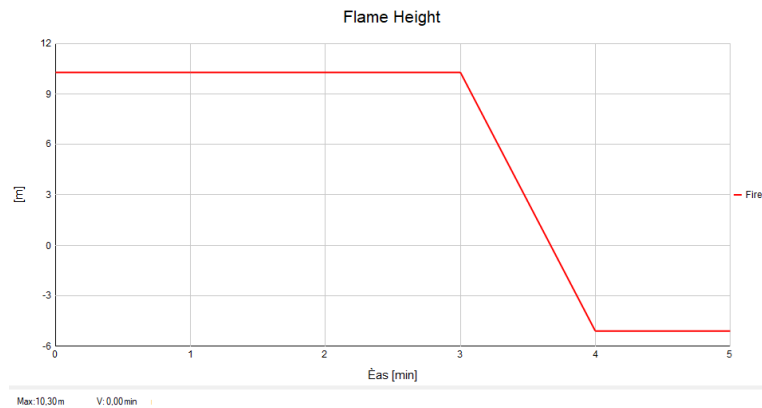
V tomto požárním scénáři se předpokládá požár vzniklý uvolněním olejové skvrny z instalovaných technologií. Požární scénář a parametry jsou převzaty z dokumentu Fire Dynamics Tools (FDT) [23]. Daný průměr olejové skvrny dle příslušných materiálů je stanoven na 5 m (plocha  $19,6 \text{ m}^2$ ) a celkové množství uvolněného oleje se předpokládá na 200 litrů ve vrstvě cca 1 cm.

Rychlost uvolňování tepla  $Q$  je stanovena dle dokumentu Fire Dynamics Tools [23] na 37 397 kW, viz obr. 55. Pro rychlost uvolňování tepla olejové skvrny se nepočítá s rostoucí fází, kvůli její velké rychlosti šíření požáru. Hodnota je proto konstantní až do vyhoření paliva. Vyhoření celého množství oleje bude trvat asi 3,3 min.

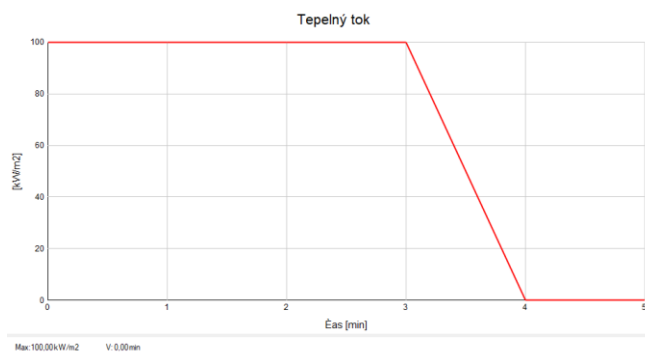


Obrázek 54: Rychlost uvolňování tepla, požár rozlitého oleje

Dle stanovených hodnot je spočtená výška plamene pomocí programu Ozone V3 do 3 minuty na 10,3 m viz obr. 56. Výška hřebene v PÚ varny měří 9,5 m, plameny dosahují stropu. Z grafu na obr. 59 vyplývá, že tepelný tok v čase  $t=0-3$  min dosahuje hodnoty  $100 \text{ kW/m}^2$ .



Obrázek 55: Délka plamene v závislosti na čase v programu Ozone



Obrázek 56: Tepelný tok v závislosti na čas v programu Ozone

Za předpokladu rovnoměrného rozložení teploty po průřezu, je možné přírůstek teploty  $\Delta\theta_{a,t}$  v nechráněném ocelovém prvku během časového intervalu  $\Delta t$  stanovit pomocí následujícího vzorce

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh} \cdot \frac{A_m/V}{c_a \cdot \rho_a} \cdot h_{net} \cdot \Delta t$$

kde je  $k_{sh}$  součinitel zastínění,  $k_{sh} = 1,0$

$A_m/V$  součinitel průřezu,  $A_m/V = 2036/0,0016 = 125,6$

$h_{net}$  čistý tepelný tok na plochu,  $h_{net} = 100 \text{ kW/m}^2$

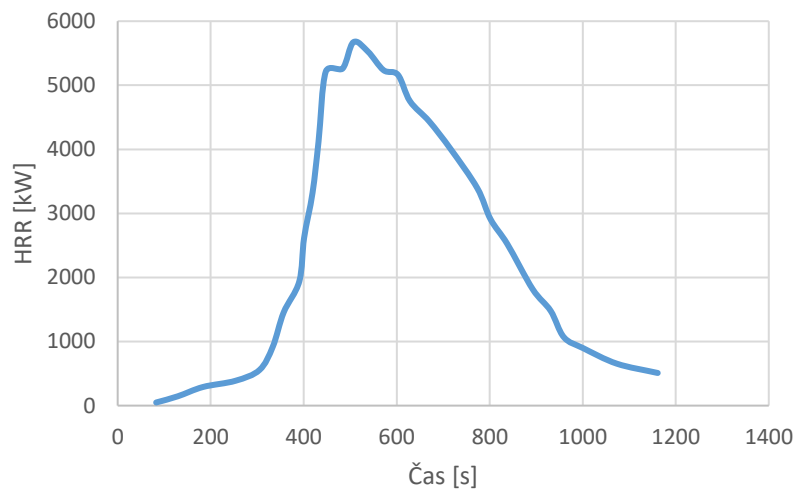
$c_a$  měrná tepelná kapacita oceli,  $c_a (451 \text{ °C}) = 643 \text{ J/kgK}$

$\Delta t = 3 \text{ min}$

Z přírůstkové metody je spočtena teplota táhel ve 3. minutě požáru na  $447 \text{ °C}$  a dále už bude jen chladnout.

#### 4. POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ – dřevěná palety s PET lahvemi v kartonových krabicích

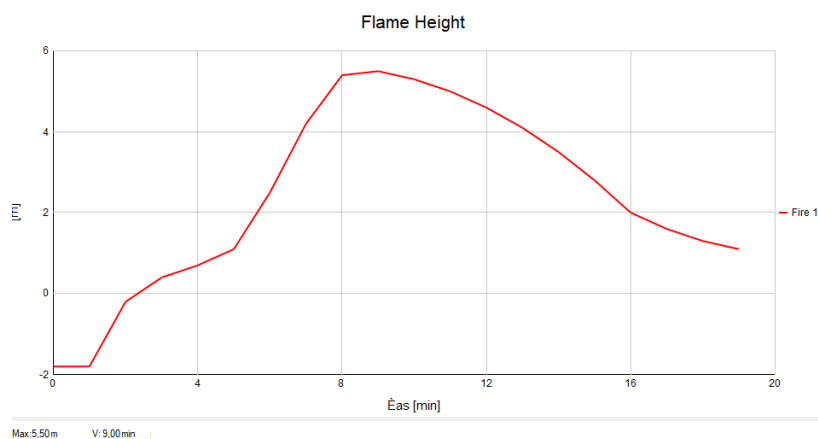
Poslední požární scénář uvažuje s požárem 37 kartonových přepravek, každá o 6ti PET lahvích na dřevěné paletě. Rozměry přepravky jsou  $0,27 \times 0,30 \times 0,40 \text{ m}$  a rozměr palety je  $0,81 \times 1,21 \times 1,34 \text{ m}$ . Postup pro stanovení teploty ocelového profilu je obdobný jako v 1. scénáři. Vstupní hodnoty pro rychlost uvolňování tepla jsou použity z experimentálně naměřených hodnot požární zkoušky Lundska University, Sweden viz [24]



Obrázek 57: Křivka průběhu HRR v čase z požární zkoušky [24]

Maximální rychlost uvolňování tepla je  $5,67 \text{ MW}$  v čase  $8,4 \text{ min}$  požáru. Pro posouzení ocelových táhel je tedy uvažováno s touto hodnotou, protože požadovaná požární odolnost je  $15 \text{ min}$ .

Průběh délky plamene je znázorněn na obr. č.59, vygenerovaným pomocí programu Ozone V3. Z grafu vyplývá, že maximální délky plamene je dosaženo v  $9 \text{ min}$  a to  $5,5 \text{ m}$ . Délka plamene tak nedosahuje stropu. Vstupní data pro výpočet tepelného toku a teploty táhel pomocí programu Ozone jsou znázorněna na obr. 60. Z grafu na obr. 61 vyplývá, že tepelný tok v čase  $t=9 \text{ min}$  dosahuje hodnoty  $13,79 \text{ kW/m}^2$ .



Obrázek 58: Délka plamene v závislosti na čase v programu Ozone

Příloha E (ČSN EN 1991-1-2)  Místní křivka  
 Lokální požár

Počet požárů: 1

Fire	Průměr [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	1.8	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

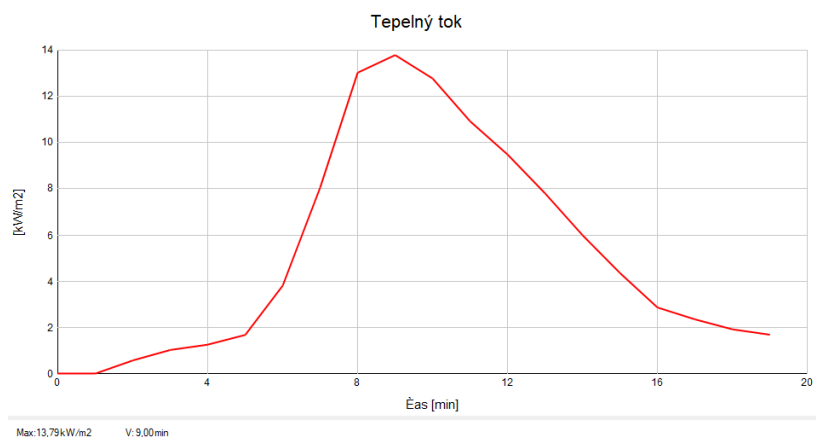
Výběr požáru: 1

Bod	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	1.379310333	0.04848485
Bod 2	2.1551725	0.14545454
Bod 3	3.050345	0.29090909
Bod 4	4.224137833	0.38787878
Bod 5	5.086207	0.55797574
Bod 6	5.560345	0.9212121
Bod 7	5.948275833	1.45454541
Bod 8	6.508620667	1.93939392
Bod 9	6.681034333	2.61818188
Bod 10	6.362768667	3.32121216
Bod 11	7.198275833	4.12121191
Bod 12	7.4568965	5.21212109
Bod 13	8.060345	5.26060596
Bod 14	8.448275833	5.67272705
Bod 15	8.965517167	5.52727295
Bod 16	9.325816667	5.23636377
Bod 17	10.043103	5.16363623
Bod 18	10.47413833	4.75151514
Bod 19	11.163793	4.43636377
Bod 20	11.9396555	4

Geometrie  
 Výška střechy: 9.5 m  
 Vzdálenost (x): 0 m  
 Výška (z): 7.5 m

Remark 1: the Y coordinate of the profile is considered = 0m  
 Remark 2: the profile is considered to be oriented as depicted in the Figure, i.e. an I shape. Please pay attention to this when defining the position of the localised fire.

Obrázek 59: Vstupní hodnoty pro výpočet zónového modelu v programu Ozone



Obrázek 60: Tepelný tok v závislosti na čase v programu Ozone

Hodnota tepelného toku v tomto případě je menší než v 1. požárním scénáři. Proto je zde předpoklad, že teplota v profilu by byla menší než v prvním případě a dále je uvažováno právě s ní.

## 5.4.2 Posouzení

Uvažované zatížení pro posouzení ocelových táhel vychází ze zatížení při běžné teplotě. Pomocí redukčního součinitele  $\eta_{fi}$  se sníží hodnota dle poměru součtu stálého a proměnného zatížení.

$$G_k = 386,01 \text{ kN}$$

$$Q_k = 160,4 \text{ kN}$$

Pro mimořádnou návrhovou hodnotu je dle ČSN EN 1991-1-2 zvolaná kvazistálá hodnota  $\psi_{1,1} = 0,2$  pro střechy halových objektů pro zatížení sněhem a stavby umístěné pod 1000 m n. m. Jako dílčí součinitel stálého zatížení pro mimořádnou návrhovou situaci je stanoveno  $\gamma_{GA} = 1,0$ ; pro součinitel stálého zatížení je dílčí  $\gamma_G = 1,1$  a  $\gamma_{Q,1} = 1,4$  dílčí součinitel nahodilého zatížení.

$$\eta_{fi} = \frac{\gamma_{GA} \cdot G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_k}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_k} = 0,64$$

### Namáhání tahem

Ověření únosnosti táhla za požáru dle vztahu

$$F_{t,Rd,fi} = f_y \cdot \frac{A \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{M,fi}} < N_{Ed,fi},$$

Mez kluzu táhla	$f_y$ .....460 MPa
Součinitel spolehlivosti pro ocel za požáru	$\gamma_{M,fi}$ .....1,0
Redukční součinitel při teplotě 425 °C	$k_{y,\theta}$ .....0,89

$$N_{Ed,fi} = N_{Ed} \cdot \eta_{fi} = 659,08 \cdot 0,64 = 421,82 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd,fi} = f_y \cdot \frac{A \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{M,fi}} = 460 \cdot \frac{1634 \cdot 0,89}{1,0} = 688 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,fi} = 421,82 \text{ kN} < F_{t,Rd,fi} = 688 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

Z tohoto zjištění vyplývá, že požární únosnost na požadavek R15, ocelových táhel bude zajištěna i bez protipožární ochrany.

## Shrnutí

Ve statickém výpočtu byl proveden předběžný návrh střešní konstrukce z dřevěných nosníků. Hlavní nosné prvky byly podrobněji navrženy a posouzeny na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Dřevěné prvky byly posouzeny na účinky normového požáru a ocelová táhla byla posouzena na účinky lokálního požáru. Z příloženého PBR byl vznešen požadavek na odolnost střešní konstrukce R15. Konstrukce dle statického výpočtu na tuto dobu trvání požáru vyhoví bez požární ochrany.

Navržené konstrukce vyhovují meznímu stavu odolnosti a meznímu stavu použitelnosti a zároveň prokazují požadovanou požární odolnost.



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

Fire design for the reconstruction of the Káraný brewhouse

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Část A – Návrh konstrukčních variant a stavebné  
konstrukční řešení**

**Výkresová část**

Vypracoval: Jarmila Opatrná  
Studijní program – STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
Studijní obor – Požární bezpečnost staveb  
Vedoucí práce: prof. Ing. František Wald, CSc.

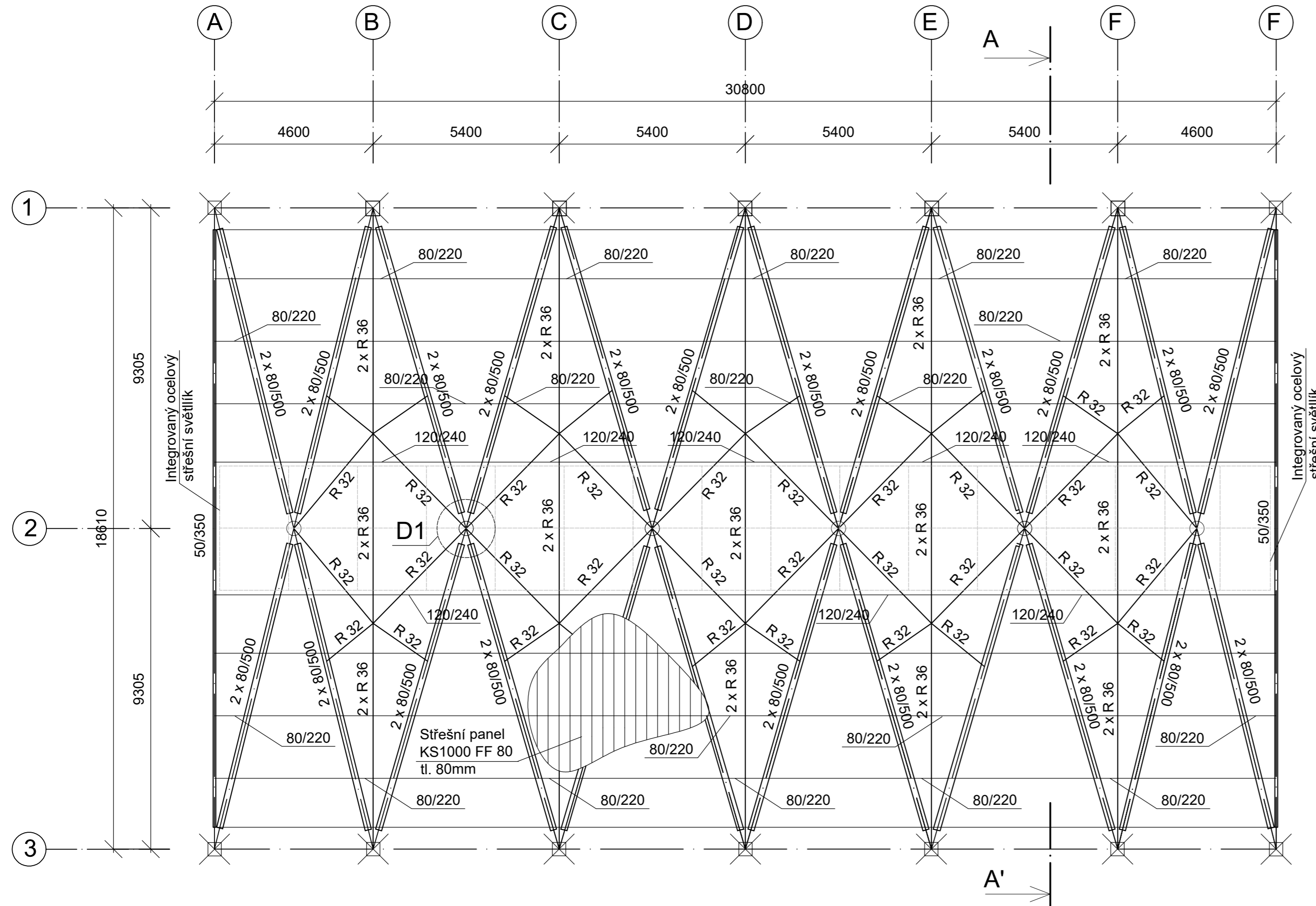
Praha 2022

# Obsah dokumentace

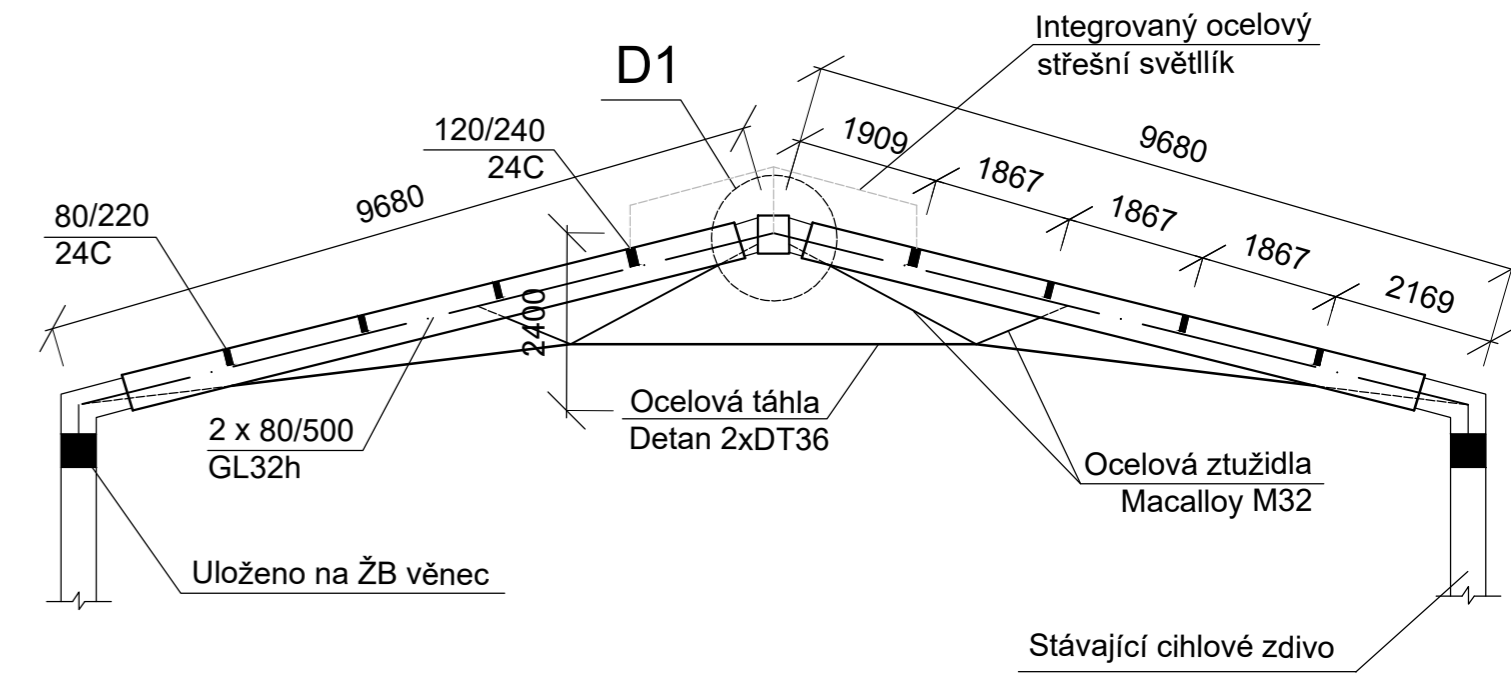
Výkres č.1 – Půdorys a řez střešní konstrukcí	M:100
Výkres č.2 – Detail D1: Schéma vrcholového vazníku	M:10



# PŮDORYS



# ŘEZ A-A'

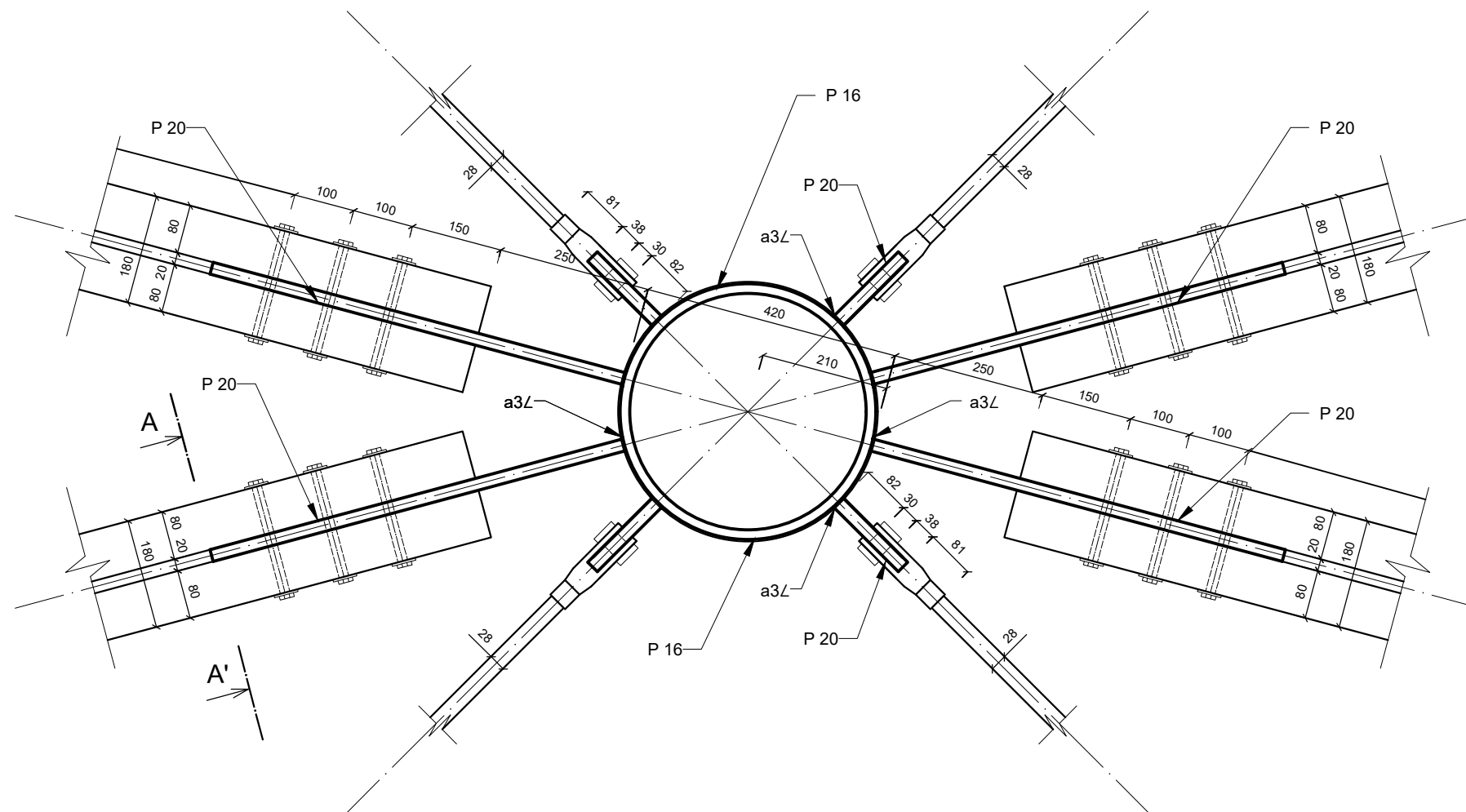


MATERIÁLY:  
 OCEL S460JR  
 DŘEVO GL32h, C24

Zpracoval: Jarmila Opatrná	Vedoucí práce: prof. Ing. Ftantišek Wald, CSc.	Školní rok: 2021/2022	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum: 05/2022
Katedra: Ocelových a dřevěných konstrukcí			Meřítko: 1:100
Název výkresu: Půdorys a řez střešní konstrukcí			Číslo výkresu: 01

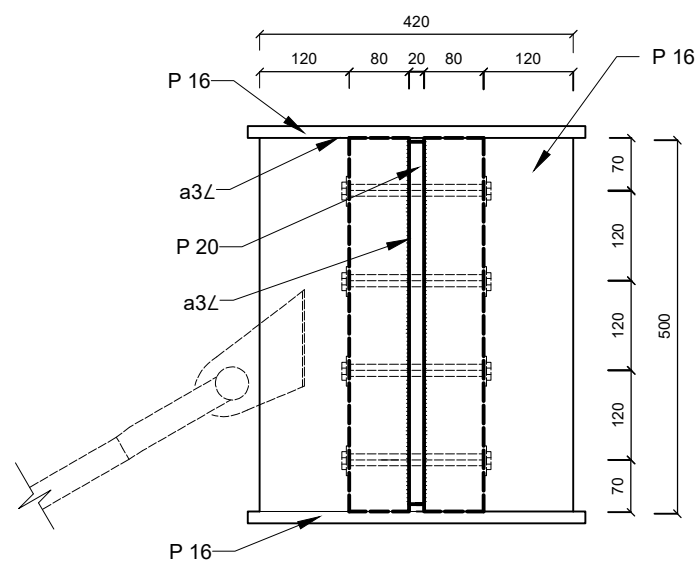
# DETAIL 1 - VRCHOLOVÝ STYČNÍK

## M1:10




# ŘEZ A-A'

## M1:10



OCEL S355JR, S460JR  
 DŘEVO GL32h  
 ŠROUBY TŘÍDY 8.8

Zpracoval: Jarmila Opatrná	Vedoucí práce: prof. Ing. Ftantišek Wald, CSc.	Školní rok: 2021/2022	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Katedra: Ocelových a dřevěných konstrukcí			Měřítko: 1:10
Název výkresu: Detail D1: Schéma vrcholového vazníku			Číslo výkresu: 02



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

Fire design for the reconstruction of the Káraný  
brewhouse

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Část B – POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ**

Vypracoval: Jarmila Opatrná  
Studijní program – STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
Studijní obor – Požární bezpečnost staveb  
Vedoucí práce: prof. Ing. František Wald, CSc.

Praha 2022

# Obsah dokumentace:

Textová část:	Požárně bezpečnostního řešení
Přílohy:	Příloha B1 – Výpočet požárního rizika pomocí programu WinFire <sup>1</sup> Příloha B2 – Protokol z prog.: Výpočet odstupové vzdálenosti z hlediska sálání tepla Příloha B3 – Kategorizace objektu
Výkresová část:	Výkres č.1 – Situace M 1:500 Výkres č.2 – Půdorys 1.NP M 1:200 Výkres č.3 – Půdorys 2.NP M 1:200 Výkres č.4 – Půdorys 1.PP M 1:200 Výkres č.5 – Pohledy M 1:500

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

Fire design for the reconstruction of the Káraný  
brewhouse

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Část B – Požárně bezpečnostní řešení

**POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ**

– **TEXTOVÁ ČÁST**

Vypracoval: Jarmila Opatrná

Praha 2022

# Obsah

Úvod.....	2
A. Seznam použitých podkladů pro zpracování, zkratk a nomenklatura .....	3
B. Stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě.....	4
C. Rozdělení stavby do požárních úseků .....	8
D. Stanovení požárního rizika, případně ekonomického rizika, stanovené stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků .....	9
E. Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti.....	11
F. Zhodnocení navržených stavebních výrobků a hmot (třída reakce na oheň, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.) .....	14
G. Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení.....	15
H. Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdálenostní a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům	18
I. určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku .....	20
J. vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení, opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku.....	22
K. stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky.....	22
L. zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti.....	23
N. posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními.....	23

O. rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek, včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení .....	24
Závěr PBŘ.....	24

# Úvod

Předmětem této dokumentace je vypracování koncepčního řešení Požárně bezpečnostního řešení (PBŘ) pivovaru Káraný s podrobným zaměřením na výrobní část B varny pivovaru a prostoru pro ležení piva. Cílem je posoudit stavbu z hlediska požární bezpečnosti podle požadavků vyhlášky 246/2001 Sb. § 41, odst. 1 a příslušných norem kodexu ČSN 7308xx. Dokumentace požárně bezpečnostního řešení je zpracována v podrobnosti dokumentace pro územní rozhodnutí s dodefinovanými požadavky na stavební konstrukce tak, aby bylo možné je navrhnout správně v rámci této Bakalářské práce.

S ohledem na rozsah a zadání bakalářské práce je podrobněji zpracováno požárně bezpečnostního řešení pouze pro část B objektu. Zbylé kapitoly jsou řešeny jen koncepčně a nejsou předmětem detailního řešení této bakalářské práce.

## Použitý software

- Microsoft Office – Word 2021
- Microsoft Office – Excel 2021
- Autodesk Autocad 2021
- WinFire Office 2021



## **A. Seznam použitých podkladů pro zpracování, zkratk a nomenklatura**

### **A.1 Podklady pro vypracování**

- [1] ČSN 730834 ČSN 73 0834 *Požární bezpečnost staveb: Změny staveb.*
- [2] ČSN 730802 ed.2:2020 *Požární bezpečnost staveb: Nevýrobní objekty.*
- [3] ČSN 730804 ed.2:2020 *Požární bezpečnost staveb: Výrobní objekty.*
- [4] ČSN 730810:2016+O1:2020 *Požární bezpečnost staveb: Společná ustanovení.*
- [5] ČSN 730818:1997+Z1:2002 *Požární bezpečnost staveb: Obsazení objektů osobami.*
- [6] ČSN ISO 3864-1- 018011: - Část 1: *Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení.*
- [7] *Vyhláška č.23/2008 Sb.,: o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.*
- [8] ČSN 73 0873 *Požární bezpečnost staveb: Zásobování požární vodou.*
- [9] ČSN 73 0833 *Požární bezpečnost staveb: Budovy pro bydlení a ubytování.*

Výchozím podkladem je původní projektová dokumentace stávajícího objektu.

### **A.2 Použité zkratky**

DP1, DP2, DP3	druh konstrukční části objektu
FUSM	funkčně ucelená skupina místností
HJ	hasicí jednotka
HZS	Hasičský záchranný sbor
NÚC	nechráněná úniková cesta
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení
PHP	přenosný hasicí přístroj
PNP	požárně nebezpečný prostor

PÚ	požární úsek
R, E, I, W, C, S	mezní stavy požární odolnosti nosných a požárně dělících konstrukcí
SPB	stupeň požární bezpečnosti
B <sub>ROOF(t<sub>3</sub>)</sub>	požární klasifikace souvrství střešního pláště pro požárně nebezpečný prostor
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
ŽB	železobeton
HUP	hlavní uzávěr plynu
HUV	hlavní uzávěr vody
PO	požární odolnost

## **B. Stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě**

### **B.1 Stručná charakteristika**

Jedná se o stavební úpravy stávajícího objektu pivovaru, postaveného v 60. letech 20. století. Z hlediska doby výstavby objektu a předmětu normy ČSN 73 0834 [1] je možné uvažovat úlevy klasifikované ve formě stanovené změny stavby dle této normy. V rámci stavebních úprav dochází k rekonstrukci zastřešení varny pivovaru.

Pivovar je situován v průmyslové zóně obce Káraný ve Středočeském kraji. Urbanistické řešení a využití tohoto území je dáno územním plánem a zůstane stávající, objekt není zapsán v seznamu nemovitých kulturních památek a není součástí památkové zóny. Do objektu jsou umožněny vstupy z ulice „U Vodárny“. Řešení PBŘ v rámci této BP je zaměřeno na prostory rekonstrukce zastřešení varny a k ní přilehlé části, zbylé části objektu jsou řešeny pouze koncepčně.

Původní dokumentace PBŘ ke stavbě nebyla zpracována (výstavba objektu před rokem 1977).

### **B.2 Dispoziční řešení**

Stávající objekt byl postaven jako pivovar v obci Káraný. Objekt má jedno podzemní podlaží (částečně podsklepen, vytvoření prostor s nižší teplotou a bez denního světla)

a dvě nadzemní podlaží. Objekt je rozdělen do dvou samostatných provozních celků A – administrativní část a B – výrobní část pivovaru. Jednotlivé celky jsou propojeny dveřmi ve 2.NP. Část A má dvě NP dle čl. 5.2.1 ČSN 73 0802 [2], vede z ní několik přímých cest z objektu na volné prostranství a nechráněná úniková cesta z 2.NP po schodišti ústící taktéž na volné prostranství. Část A je zastřešena plochou střechou, s nosnou konstrukcí ze železobetonových panelů. Dispoziční řešení části B je řešeno dle požadované technologie, je částečně podsklepeno a má 2 NP. Celková zastavěná plocha objektu je 2900 m<sup>2</sup>.

Část A slouží pro administrativní účely. V provozní části A je zahrnuta kotelna pro celý objekt a dílna pro drobné opravy a údržbu objektu.

Část B má v přízemní části hlavní výrobní prostory varny pivovaru, spilku, ležáckou místnost a lahvárnu. Prostor varny pivovaru je posuzován jako výrobní prostor s přidruženým prostorem ve 2.NP dle čl. 5.2.6 ČSN 73 0804 [3]. Součástí přízemí je technické zázemí pro část B, nachází se zde technické místnosti, strojovna VZT, rozvodna el., místnost s jednotkami pro ohřev TV a nově vzniklý prostor skladu skleněných lahví. Z místnosti s boilerem vede schodiště do 1.PP, kde je umístěna kotelna, ze které vede přímý východ z objektu na volné prostranství. Pod výrobní halou lahvárny se nachází podzemní podlaží, v současné době nevyužívané a je s ním uvažováno jako se zcela prázdným prostorem (neužitné podlaží, pozůstatek z doby výstavby). Poslední částí části B je výrobní hala s galerií ve 2NP. Galerií je umožněn vstup do kanceláře sládky, sociálního zařízení a šaten. Prostor galerie bude sloužit pro možné návštěvy pivovaru (max. 20 osob) za účelem degustace piva a propagace pivovaru. Z těchto prostor vede přímá úniková cesta po venkovním schodišti. Počet návštěvníků je podle PD omezen kapacitou tak, aby nedošlo k překročení hranice 50ti osob v PÚ.

### **B.3 Konstrukční řešení**

Nosné konstrukce stávajících prostor jsou původní, lze je hodnotit dle ČSN 73 0834 [1]. Nově navržené konstrukce v části varny pivovaru jsou nově posouzeny dle ČSN 73 0804 [3]

#### **Svislé nosné konstrukce**

Objekt je řešen jako stěnový příčný systém, vyzdívaný z cihel plných pálených. Obvodové nosné zdivo je tl. 450 mm až 500 mm, vnitřní zdivo je z plných cihel tl. 250 mm až 350 mm. V PP jsou stěny tvořeny částečně z kamenných bloků a z cihel plných pálených. Svislé nosné konstrukce v hale ležárny a pod ochozy jsou ze zděných pilířů a v administrativní části prosklené fasády jsou nosnou konstrukcí železobetonové sloupy.

## **Vodorovné nosné konstrukce**

Stropní konstrukce jsou tvořeny ocelovými překlady a betonovou stropní deskou, v některých částech vyplněny keramickými vložkami. Celková výška stropu je 340 mm.

Střešní nosná konstrukce je pro plochou střechu obdobná jako pro skladbu stropu, nosná střešní konstrukce v prostorách lahvárny a ležárny je z ocelových příhradových vazníků se světlíky. Střešní nosná konstrukce ve varně pivovaru je nově navržena z dřevěných nosníků, prostorově uložených na nosných zdech a kotvených do ŽB věnce.

Překlady okenních otvorů jsou tvořeny ocelovými profily.

## **Schodiště**

Nosná konstrukce dvouramenného schodiště v části A je tvořeno ŽB prefabrikovanými deskami uloženými na nosných zdech. Stejný typ schodiště se nachází také v prostoru kotelny v 1.PP vedoucí do 1.NP.

Schodiště vedoucí z galerie na volné prostranství a schodiště z galerie do varny v 1.NP jsou jednoramenná ocelová svařovaná schodiště.

## **Obvodový plášť**

Zateplení části A je provedeno certifikovaným ETICS z minerální izolace pro kontaktní zateplovací systémy. V ostříkových zónách a v místě založení nahrazena minerální rohož deskou XPS o stejné tloušťce.

Část B je uvažována bez zateplení a bez povrchových úprav.

## **Střešní plášť**

Část A s plochou střechou je nepochozí, spádovaná, odvodněná pomocí střešních vpustí s krycí vrstvou z PVC-P folií.

Sedlová část B je navržena z vaznic z dřevěných KVH profilů v osových vzdálenostech po 1,8 m. Střešní sendvičový izolační panel s trapézovou profilací a tepelnou izolací z minerálních vláken – systém KINGSPAN typ KS1000 FF

## **Výtah**

V prostorách lahvárny je umístěn výtah, který neslouží k evakuaci osob, ani k vedení protipožárního zásahu za požáru. Tento výtah vede z 1.PP do prostor 2.NP, kde je umístěna strojovna výtahu.

## **Komínové těleso**

Komíny jsou vyzděné z cihel s vyvločkováním dle dodavatele.

## **Technické zařízení budov**

Budova je napojena na veřejné síť ZTI ze sousední ulice „U Vodárny“. Přípojka elektrické energie je napojena stávajícím způsobem do místnosti rozvodny elektřiny

v části B. Přípojka vody a plynu je stávající a je ukončena HUV a HUP na vrátnici c části A objektu. Vnitřní rozvody ZTI jsou z části A do části B vedeny v úrovni základů. Svislé rozvody jsou zasekány do zdí stávajícím způsobem. V objektu je využíváno plynu pouze pro kotel určený k vytápění. Ohřev TV zajišťují akumulární zásobníky u plynového kotle.

Část objektu B bude vybavena vnitřními hydranty.

### **Vytápění**

Vytápění objektu je zajištěno pomocí otopných těles. K vytápění části A slouží plynový kotel umístěný v kotelně v 1.NP a pro vytápění části B slouží také plynový kotel umístěný v kotelně v prostorách 1.PP. Podrobnější popis zařízení není součástí této Bakalářské práce a byl by zpracován v další fázi dokumentace.

### **Větrání**

Ve výrobní části a pro kanceláře z části A je navrženo větrání pomoví VZT a větrání koupelen v administrativní části, sociálních zařízeních je provedeno pomocí lokálních ventilátorů. Vzduchotechnické potrubí bude vedeno pod stropem a na rozhraní PÚ bude doplněno požárními klapkami nad střešní konstrukci. Přívod vzduchu je zajištěn pomocí větracích štěrbin instalovaných v konstrukci oken.

### **Elektroinstalace**

Objekt je vybaven elektroinstalací a ochranou před bleskem. Rozvodna je umístěna v 1.NP v místnosti k tomu určené.

## **B.4 Údaje pro zpracování PBŘ**

Záměrem zpracování PBŘ jsou stavebně udržovací práce pro zajištění bezpečného provozu pivovaru, prostoru pro ležení piva a varny piva. Stávající zděné konstrukce nejeví známky statického narušení, budou zachovány. Ocelové sloupy v objektu budou obměněny a opatřeny protipožárním nátěrem. Střešní konstrukce varny pivovaru bude navržena nová z dřevěných nosníků s třídou reakce na oheň D, ověření požadované požární odolnosti je součástí části A statického výpočtu této BP. Střešní konstrukce bude v prostorách kanceláře sládka, šatny, TM a soc. zařízení opatřena podhledem. Zbylé střešní konstrukce jsou stávající.

Nedochází ke změnám zastavěných ploch, zvětšení stávajících otvorů obvodových stěn, objekt nebude zvyšován nástavbou. Světlíky ve střešních konstrukcích budou opatřeny zařízením odvodu tepla a kouře pro odvětrání prostoru varny a odvodu tepla pro chránění ocelových příhradových svařovaných vazníků v prostoru ležárny a lahvárny a nově navržené dřevěné konstrukce v prostoru varny pivovaru.

Administrativní prostory jsou hodnoceny dle ČSN 72 0802 [2], prostory výrobní hodnoceny dle ČSN 73 0804 [3]. Svislé nosné a požárně dělící konstrukce jsou duhu DP1, vodorovné nosné konstrukce jsou druhu DP1 a DP3. Jedná se o smíšený

konstrukční systém dle čl.3.2. ČSN 73 0810 [4]. Objekty A i B mají 2NP ( $n_{pn}=2$ ) a zároveň objekt B má 1PP ( $n_{pp}=1$ ). Požární výška objektu je  $h = 3,44$  m.

## C. Rozdělení stavby do požárních úseků

Rozdělení do požárních úseků je řešeno v souladu ČSN 73 0804 [3] pro část B a ČSN 73 0802 [2] pro část A. Přesné dělení do požárních úseků je uvedeno v Tabulce 1. Rozdělení PÚ je patrné z výkresové dokumentace tohoto PBR.

Výrobní prostory části B tvoří dva samostatné požární úseky. Součástí jednoho požárního úseku je varna, spilka a místnost pro ležení piva, ke kterým je přičleněna vestavba splňující limity dle čl. 5.2.3 bodu a) i b) ČSN 73 0804 [3]. Maximální počet přítomných osob nepřesáhne 50 a zaujímá ne více než 30 % půdorysné užitné plochy požárního úseku, tj. z celkové plochy PÚ, vestavba tvořena sociálním zařízením, kanceláří a šatnou s technickou místností zaujímá cca 20 % plochy.

Další požární úseky jsou stanoveny dle čl. 5.2.4, bodu a), c) a d) ČSN 73 0804 [3] jsou jimi výtahová šachta, strojovna VZT, místnost rozvodny elektrické energie a kotelny. Další PÚ tvoří technické zázemí pro výrobní provoz (část A), které je posuzováno dle ČSN 73 0802 [2] nevyrobní prostory. Posledním požárním úsekem je prostor výrobní haly v 1.PP, který je navržený jako nevyužívaný a momentálně bez provozu s uvažovaným nahodilým požárním zatížením  $p_v < 5 \text{ kg/m}^2$  podobně jako chodba.

Detailní přehled místností a PÚ s položkami z norem je součástí přílohy B1 výstupu z WinFire.

Tabulka 1: Seznam PÚ

Označení PÚ	Místnost	Označení PÚ	Místnost
P01.01/N01	1 KOTELNA	N01.08	127 STROJ. VZT
P01.02	2 NEVYUŽÍVANÉ PROSTORY		119 CHODBA
Š-P01.03/N01	3 VÝTAH		120 CHODBA
	135 VÝTAH		121 WCŽENY/MUŽI
N01.04	117 KOTELNA		123 BOILERY
N01.05	110 KANCELÁŘ		122 CHODBA
	111 KANCELÁŘ		TECHNICKÁ
	112 WC ŽENY/MUŽI		124 MÍSTNOST
	113 UMÝVÁRKA		126 VZT
	114 KOMORA		128 SKLAD LAHVÍ
	115 TECHNICKÁ MÍSTNOST		129 SKLAD LAHVÍ
N01.06	116 DÍLNA		130 CHODBA
	101 VSTUPNÍ HALA	N01.10	125 ROZVODNA EL.
	102 RECEPCE	N01.11	134 LAHVÁRNA
	103 ŠATNA	N02.12	STROJOVNA
104 UMÝVÁRNA + WC		218 VÝTAHU	
		N02.13	108 SCHODIŠTĚ
			201 ŠATNA

	105 KANCELÁŘ		202 UMÝVÁRNA
	106 EXPEDICE		203 WC
	107 WC ŽENY/MUŽI		204 SCHODIŠTĚ
	109 VRÁTNICE		205 CHODBA
N01.07	118 VSTUPNÍ HALA		206 KANCELÁŘ
	131 SPILKA		207 KANCELÁŘ
	132 VARNA PIVA		208 KANCELÁŘ
	133 LEŽÁRNA		209 CHODBA
	213 KANCELÁŘ SLÁDKA		210 KANCELÁŘ
	214 OCHOZ		211 KANCELÁŘ
	215 TECHNICKÁ MÍSTNOST		212 KANCELÁŘ
	216 ŠATNA		
	217 WC - MUŽI/ŽENY		

## D. Stanovení požárního rizika, případně ekonomického rizika, stanovené stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků

Detailní souhrn hodnot pro stanovení požárního rizika je pro účely této BP proveden pro PÚ varny pivovaru, kde se nachází nově navrhovaná střešní konstrukce. Zbylé požární úseky jsou spočteny pomocí programu WinFire a jsou přiloženy v příloze B1 tohoto PBŘ.

### Stanovení SPB PÚ N01.08/N02

#### Požární riziko:

Požární riziko je stanoveno pomocí ekvivalentní doby trvání požáru, která je stanovena dle čl. 6.2.2 ČSN 73 0804 [3].

Dle výpočtu byla určena ekvivalentní doba trvání požáru  $\tau_e = 18,25$  min, viz Příloha B1.

#### Ekonomické riziko:

Skupina výrobních provozů: 1 dle tabulka E.1 ČSN 73 0804 [3]

Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru

$$p_1 = 0,15 \text{ dle pol. 1.5 pro skupinu 1 - pivovary}$$

Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru

$$P_1 = 0,25 \text{ (viz příloha 1 tohoto PBŘ)} \geq \mathbf{0,11}$$

#### VYHOVUJE

Pravděpodobnost rozsahu škod způsobených požárem

$$P_2 = 140,86 \text{ (viz příloha 1 tohoto PBŘ)}$$

Mezní půdorysná plocha

$$S_{\max} = 33\,783 \text{ m}^2 > S = 982 \text{ m}^2$$

### VYHOVUJE

#### Stupeň požární bezpečnosti:

Dle čl. 8.2.1 tabulka 8 ČSN 73 0804 [3] je požární úsek zařazen do SPB.I.

#### SPB PÚ N01.08/N02 je v I. SPB

Ověření mezních rozměrů, podlažnosti zbylých PÚ a jejich požární zatížení se stupněm požární bezpečnosti je součástí přílohy B1 tohoto PBŘ výstupu z WinFire.

Zbylé úseky jsou řešeny pouze koncepčně a nejsou součástí zadání této BP. Dále je nutné prověřit zbylé parametry v další fázi projektové dokumentace, případně prostory následně rozdělit do menších PÚ a tomu přizpůsobit podmínky.

Tabulka 2: Stanovení SPB

POŽÁRNÍ ÚSEK			Plocha S [m <sup>2</sup> ]	Poznámka	SBP
1.PP	P01.01/N01	Kotelna	98	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	P01.02	Nevyužitý prostor	498	nestanovuje se	-
	Š-P01.03/N01	Výtahová šachta	26	nestanovuje se	-
1.NP	N01.04	Kotelna	34	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	N01.05	Administrativa 1	129,1	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>III</b>
	N01.06	Administrativa 2	121,3	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	N01.07/N02	Varna pivovaru	982	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>I</b>
	N01.08	Stroj. VZT	7,5	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	N01.09	Technické zázemí	198	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	N01.10	Rozvod el.	30	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>
	N01.11	Lahvárna	498	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>I</b>
	2.NP	N02.12	Stroj. výtahu	20	příloha 1, výstup z prog. Winfire
N02.13		Administrativa 3	201	příloha 1, výstup z prog. Winfire	<b>II</b>



## E. Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti

Požadavky PO konstrukcí, jsou stanoveny pro řešený PÚ varny pivovaru a PÚ výrobního charakteru, které jsou hodnoceny dle tabulky 10, ČSN 730804 [3], v návaznosti na stanovené SPB.

Požadovaná PO pro PÚ varny pivovaru je zakreslena v příložené výkresové dokumentaci. PO konstrukcí zbylých PÚ požárních úseků, je řešena pouze koncepčně a není zadáním této Bakalářské práce.

Tabulka 3: Požadavky PO konstrukcí

Konstrukce	Položka Tabulka 10 ČSN 730804	Podlaží	Stupeň požární bezpečnosti	Mezní stav	Požární odolnost
a) požární stěny a stropy	1b)	nadzemní	II.	(R)EI	30 <sup>+</sup>
	1c)	poslední nadzemní			15 <sup>+</sup>
b) požární uzávěry v požárních stěnách	2b)	nadzemní	II.	EW	15DP3
	2c)	poslední nadzemní			
c) obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu	3 a) 2)	nadzemní	I.	REW	15 <sup>+</sup>
	3 a) 3)	poslední nadzemní			15 <sup>+1)</sup>
d) nosné konstrukce střech	4	-	I.	R	15 <sup>+1)</sup>
e) nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, zajišťující stabilitu objektu	5 b)	nadzemní	I.	R	15
	5 c)	poslední nadzemní			15 <sup>1)</sup>
f) Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které nezajišťují stabilitu objektu	7)	-	II.	R	15
g) Konstrukce schodišť uvnitř požárního úseku, které nejsou součástí chráněných únikových cest	9)	nadzemní	I.	R	-
h) Střešní pláště	12)	-	I.	-	-
Výtahové a instalační šachty	11) b) 2)	nadzemní	I.	EW	30 D2

Hodnoty s označení dle ČSN 73 0804 [3]:

<sup>+</sup>Musí být druhu DP1, pokud jde o kce ohraničující CHUC, šachty nebo požární pásy či kce u kterých se podle příslušných norem požadují kce druhu DP1

<sup>1)</sup> Doporučené splnění, u pol. 3 a 4 pokud není splněno, hodnotí se kce jako POP

## E.1 Použité stavební konstrukce

Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí bude proveden pro dispoziční, konstrukční a materiálové řešení popsané v části b) tohoto PBR, v případě jakékoliv změny dispozice (rozměry místností, rozměry a rozmístění otvorů apod.), materiálu (nosné i nenosné konstrukce, tepelné izolace, výplně otvorů apod.) nebo skladeb konstrukcí (pořadí vrstev, tloušťky, orientace apod.) je nutné PBR přepočítat. Stavební konstrukce objektu budou konstrukce odolávající účinkům zatížení při běžné teplotě okolí podle Eurokódů pro pozemní stavby.

Stavební konstrukce v objektu (svislé i vodorovné) byly vybudovány v 60. letech 20. stol. a v současné době nejeví známky poruch ani nadměrných deformací. Při stavebních úpravách dojde k výměně nosné konstrukce střechy, nedojde ke zvětšení stávajících otvorů, objekt nebude zvětšován přístavbou nebo nástavbou.

Tabulka 4: Zhodnocení PO navržených konstrukcí

Konstrukce		Osvědčení	Požární odolnost			
			Požadovaná	Navržená		
a)	požární stěny a stropy	stávající vnitřní stěny zděné z pálených cihel (skupiny S), s obsahem dutin do 5 %, zděné na vápennou maltu, tloušťky min.300 mm, zatížené, s oboustrannou omítkou tloušťky 10 mm	Tabulka N.B.1.1 řádek 1 S.1.2 ČSN EN 1996-1-2	(R)EI 15/30	REI 180 DP1	vyhovuje
		stávající ocelové nosníkové stropy s nadbetonávkou a podhledem s omítkou není nutné posuzovat	čl.5.5.2 ČSN 730834		-	vyhovuje
b)	požární uzávěry v požárních stěnách	nové dveře v prostorách varny pivovaru, vnitřní, hořlavé, s požární odolností, omezující šíření tepla, se samozavíračem	doloží montážní firma uzávěru otvoru	EW 15 DP3	EW 30 DP3	vyhovuje
c)	obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu	stávající obvodové stěny není nutné posuzovat	čl.5.5.2 ČSN 730834	(R)EW 15	REW 180 DP1	vyhovuje
d)	nosné konstrukce střech	nově navržená dřevěná prostorová konstrukce z prostě uložených nosníků	spočteno ve statické části této BP	R 15	R15	vyhovuje
		stávající ocelové příhradové nosníky není nutné posuzovat	čl.5.5.2 ČSN 730834	R 15	-	vyhovuje

e)	nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, zajišťující stabilitu objektu	stávající vnitřní stěny zděné z pálených cihel (skupiny S), s obsahem dutin do 5 %, zděné na vápennou maltu, tloušťky min.300 mm, zatížené, s oboustrannou omítkou tloušťky 10 mm	Tabulka N.B.1.1 řádek 1 S.1.2 ČSN EN 1996-1-2	R15	REI 180 DP1	vyhovuje
		stávající ocelové nosíkové stropy s nadbetonávkou a podhledem s omítkou není nutné posuzovat	čl.5.5.2 ČSN 730834			-
f)	nosné konstrukce vně objektu, zajišťující stabilitu objektu	nosné konstrukce vně objektu nemusí vykazovat požární odolnost ( $n_{pn} = 2 \leq 2$ ; celková výška vnějších nosných konstrukcí < 9m)	čl.8.7.3 písm.b) ČSN 730802	-	-	vyhovuje
g)	požárně dělící konstrukce šachet	stávající komínový plášť zděný z plných pálených cihel (skupiny S), zděný na vápennou maltu, tloušťky min.140 mm, zatížený, s oboustrannou omítkou tloušťky 10 mm	Příloha D, čl.D.1 ČSN 730834	EI 15 DP2	EI 45 DP1	vyhovuje
h)	konstrukce schodišť uvnitř požárního úseku	stávající vnitřní schodiště z ŽB bloků s výztuží v jednom směru, tloušťky min.100 mm, s krytím tahové výztuže 20 mm	čl.5.5.7 a Příloha D čl.D.8 ČSN 73083	-	R 90 DP1	vyhovuje

## E.2 Požadavky na vybrané stavební konstrukce

Dle čl.5.5.2 ČSN 730834 [1] nemusí být stávající obvodové stěny nově posouzeny, jsou konstrukcemi druhu DP1 a dle čl.8.4.10 písm.c) ČSN 730802 [2] a čl. 9.6.6 ČSN 730804 [3] není nutné posuzovat požární pásy ( $h = 3,44 \text{ m} < 12 \text{ m}$ ).

Svislé instalační šachty se v PÚ nevyskytují stávající instalace jsou zasekány ve stěnách. Pokud svislé instalační šachty budou vytvořeny, budou řešeny jako samostatný průběžný PÚ z materiálů splňující požadavek EI 30 DP2. Uzávěry a revizní dvířka šachet musí vykazovat PO EW 30DP2.

Dveře budou zhotoveny druhu DP3, splňující mezní stavy dle projektu. Dveře mezi PÚ výrobních prostorů budou vybaveny samozavíračem. Dvoukřídlé dveře navržené pro únik budou vybavené koordinátorem zavírání pro bezpečnou evakuaci osob z objektu.

## **F. Zhodnocení navržených stavebních výrobků a hmot (třída reakce na oheň, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.)**

Pro účely zhodnocení navržených stavebních výrobků a hmot, bude detailně řešen požární úsek, kde je navrhovaná nosná konstrukce zastřešení, tj. varna pivovaru. Zbylé konstrukce jsou zhodnoceny pouze koncepčně. Ostatní části nejsou zadáním této Bakalářské práce.

### **F.1 Povrchové úpravy stěn a stropů**

Nejsou požadavky na povrchové úpravy obvodových stěn z vnější strany řešeného objektu z hlediska indexu šíření plamene, výška objektu  $h = 3,44 < 12,0$  m čl.9.13.6 c) ČSN 730804 [3]. Povrchové úpravy stěn a stropů budou provedeny z vápenocementové omítky se štukovou stěrkou, třída reakce na oheň A1 s indexem šíření plamene  $i_s = 0$  mm/min.

Styk obvodových stěn na rozhraní požárních úseků mezi částmi A a B je utěsněn a vykazuje stejnou požární odolnost jako obvodové stěny včetně třídy reakce na oheň použitých hmot čl.8.4.1 ČSN 730802 [2]. Spára je dle čl.6.3.4 ČSN 730810 [4] vyplněna o tloušťce min.25 mm materiálem třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (zdící maltou).

### **F.3 Obvodový plášť**

Část B objektu není zateplena a je z vnějšku zachována původní zděná konstrukce bez povrchových úprav. Zateplení části A bude zhotoveno z výrobků s třídou reakce na oheň A1, s výjimkou zón, kde bude teplený izolant proveden z XPS s třídou reakce na oheň E.

### **F.4 Střešní plášť**

V konstrukci střech, stropů a podhledů (včetně výplní jejich otvorů) nebudou použity hmoty, které při požáru odkapávají nebo odpadávají, popř. nejsou jinak zabezpečeny proti odpadávání či odkapávání a mohou ohrožovat osoby v prostoru.

### **F.5 Posouzení toxicity zplodin hoření**

Není předmětem této Bakalářské práce. V rámci PBR nehodnocena.

## **F.6 Povrchové úpravy instalačních rozvodů**

Kanalizační potrubí z nehořlavých materiálů (třída reakce na oheň A1 nebo A2) může být vedeno volně uvnitř budovy (uvnitř požárních úseků) bez dalších opatření Poznámka čl.11.1.1 ČSN 730802 [2], pokud je menšího průměru než 40 000 mm (Ø 225 mm).

Prostupy technických a technologických zařízení požárně dělícími konstrukcemi budou utěsněny dle čl.11.1 ČSN 730802 [2] a čl.6.2.1 ČSN 730810 [4], konstrukce budou dotaženy až k vnějšímu povrchu prostupujících zařízení ve stejné skladbě a se stejnou požární odolností jakou má požárně dělící konstrukce.

Dle čl.11.1.3 ČSN 730802 [2], musí být na rozhraní požárních úseků do vzduchotechnických potrubí o ploše jednoho prostupu nad 40 000 mm<sup>2</sup> osazeny požární klapky s požární odolností min. 30minut DP1 (nejvyšší stupeň požární bezpečnosti v objektu bude III). List klapky může být z nepadno hořlavých hmot (DP2), nelze ale užít organických pěnových hmot (i když jsou zařazeny do stupně hořlavosti B).

Pro zabránění šíření požáru hmotou potrubí a vnitřním prostorem potrubí, které nespĺňuje parametry dle ČSN 73 0810 čl. 6.2.1 [4], budou prostupy utěsněny pomocí manžet, tmelů nebo obdobných výrobků, jejichž požární odolnost je shodná s požadovanou odolností požárně dělící konstrukce.

## **G. Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení**

Řešeno koncepčně pro celý objekt, podrobněji je spočítán pouze PÚ varny pivovaru.

### **G.1 Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu**

Přístup do objektu je z ulice "U Vodárny" více viz bod J) tohoto PBŘ. Vnitřní zásahové cesty a NAP nejsou požadovány vzhledem k  $h < 12$  m dle čl.14.4.4 b) a 13.5.1 a) ČSN 730804 [3].

Příjezd požární techniky a provedení požárního zásahu bude mimo ochranné pásmo nadzemního vedení vysokého napětí, viz bod h) tohoto PBŘ. Zajištění objektu vnějším a vnitřním odběrným místem požární vody viz bod i) tohoto PBŘ. Požadavky na provedení požárního zásahu viz bod j) tohoto PBŘ.

## G.2 Obsazenost objektu osobami

Tabulka 5: Obsazenost objektu

požární úsek	podlaží	místnost	plocha podlahy S [m <sup>2</sup> ]	Počet osob dle PD	položka Tabulka 1 ČSN 73 0818 [5]	počet osob dle ČSN 73 0818	výpočtový počet osob
N01.07	1.NP/2.NP	118 Vstupní hala	24	-	-	-	-
		134 Varna piva	290	5	11.3.a a)	7	7
		133 Ležárna	365	-	-	Uvažováno v prostorách varny	-
		131 Spilka	55	-	-	Uvažováno v prostorách varny	-
		213 Kancelář sládky	26	-	-	Uvažováno v prostorách varny	-
		214 Ochoz	185	20	3.5.1.b b)	18	20
		215 TM	11	1	11.5.a a)	-	1
N01.11	1.NP	134 Lahvárna	498	2	11.3.a a)	3	3

## G.3 Počet a typ únikových cest

Únikové cesty z celého objektu jsou řešeny pouze jako nechráněné a vedou přímo na volné prostranství.

## G.4 Mezní délky nechráněných únikových cest

Místnosti, v části A hodnocené podle čl. 9.10.2 ČSN 730802 [2], (skupiny místností) jejichž podlahová plocha nepřesahuje 100 m<sup>2</sup>, zároveň jsou určeny nejvíce pro 40 osob a nejvzdálenější místo k východu z místnosti je max 15 m budou posuzovány jako FUSM. Předběžným odhadem by délky nechráněných únikových cest měli být vyhovující. Dále cesty pro část objektu A nejsou posuzovány, nejsou zadáním této bakalářské práce. Pokud mezní délky únikových cest nevyhoví, především z 2.NP na volné prostranství, bude navržena CHUC typu A v prostoru schodiště.

Nechráněné únikové cesty z požárního úseku varny pivovaru jsou navrženy tak, aby splňovaly podmínky ČSN 73 0804 [3]. Pro posouzení NÚC je zvolena nejkritičtější varianta, předpokládá se vyhovění kratších cest. Ověření mezní délky NÚC výpočtem dle čl. 10.12 ČSN 730804 [3].

Pro požární úsek lahvárny je splněna podmínka uvedená v tabulce 19 čl. 10.11.1 pol. 2 z ČSN 73 0804 [3] pro mezní délku nechráněné únikové cesty na volné prostranství.

**N01.07/N02** – varna pivovaru (měřeno od nejvzdálenějšího místa ochozu k venkovnímu schodišti ve 2.NP)

Skutečná délka NÚC 40 m viz výkresová část této PD

$$l_u \leq l_{u,\max}$$

$$40,00 \text{ m} \leq 91,11 \text{ m}$$

$l_u$  – Skuteční délka nechráněné únikové cesty

$l_{u,\max}$  – Maximální délka únikové cesty, viz příloha B1 tohoto PBŘ

## G.5 Šířky nechráněných únikových cest

Pro posouzení NÚC je zvolena nejkritičtější varianta, předpokládá se vyhovění užších cest. Ověření mezní šířky NÚC výpočtem dle č. 10.13 ČSN 730804 [3].

**N01.07/N02** – varna pivovaru (dveře na venkovní schodiště ve 2.NP)

$$u_{\min}=0,802 \text{ (1ÚP} = 0,55 \text{ m} = 550 \text{ mm)}, \text{ viz příloha B1 tohoto PBŘ}$$

$u_{\min}$  – minimální šířka únikové cesty

Dveře šířky 1450 mm vyhovují.

## G.6 Doba evakuace a zakouření

**N01.07/N02** – varna pivovaru

$$t_u \leq t_e$$

$$1,52 \leq 6,03, \text{ viz příloha B1 tohoto PBŘ}$$

$t_u$  – Doba evakuace

$t_e$  – Doba zakouření akumulární vrstvy

Doba evakuace PÚ vyhovuje.

## G.7 Technické vybavení únikových cest

Únikové cesty budou dle čl.10.18.1 ČSN 730804 [3] dostatečně osvětleny denním nebo umělým světlem alespoň během provozní doby v objektu, nebudou vybaveny nouzovým osvětlením.

Únikové cesty budou vybaveny požárně bezpečnostním značením (fotoluminiscenčními tabulkami) v souladu s ČSN ISO 3864–1 [6]. Tabulky osazeny všude tam, kde východ na VP není přímo viditelný, nebo tam kde se mění směr úniku nebo kde dochází ke křížení komunikací či změně výškové úrovně (schodiště). Umístění tabulek zakresleno v PÚ **N01.07/N02** ve výkresové části tohoto PBŘ.

Vchodové dveře z objektu na volné prostranství se mohou otvírat proti směru úniku čl.5.3.10 ČSN 730810 [4], mohou mít práh výšky max.150 mm.

## H. Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdálenostní a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům

Požárně nebezpečný prostor a odstupová vzdálenost se posuzují pouze od měněných částí objektu dle čl.5.9.1 ČSN 730834 [1]. Pro stávající prostory pivovaru jsou otvory v obvodových konstrukcích stávající a nedojde k navýšení požárního zatížení. Proto se PNP stávajících prostor považuje za vyhovující.

V rekonstruovaných prostorech varny pivovaru dochází ke změně konstrukčního systému z nehořlavého na smíšený, zde jsou PNP spočteny v následující tabulce, následně zakresleny ve výkresové části tohoto PBR. Protokol z programu pro výpočet je součástí přílohy B2.

Skladba obvodové stěny je druhu DP1, vyhovuje požadavku jako PUP a nemá vliv na PNP dle ČSN 73 0802 čl. 8.4.5. [2].

Tabulka 6: Výpočet PNP pro PÚ varny pivovaru

PNP výpočtem	p <sub>v</sub>	POP			p <sub>0</sub> *) [%]	d [m]	d' [m]
		rozměr okna[m]		S <sub>p0</sub> [m <sup>2</sup> ]			
JV   1.NP   N01.07/N02							
1.	15,2	0,55	0,55	0,30	100,00	0,50	0,40
2.		0,90	0,55	0,50	100,00	0,65	0,50
3.		0,60	0,60	0,36	100,00	0,55	0,40
SZ   1.NP   N01.07/N02							
4.	15,2	2,05	1,45	2,97	100,00	1,60	1,10
5.		2,10	2,50	5,25	100,00	2,15	1,65
6.		1,20	2,10	2,52	100,00	1,20	1,45
JV   2.NP   N01.07/N02							
4.	15,2	2,05	1,45	2,97	100,00	1,60	1,10
7.		3,55	1,45	3,55	100,00	2,00	1,15
8.		1,85	1,45	2,68	100,00	1,55	1,05
SZ   2.NP   N01.07/N02							
4.	15,2	2,05	1,45	2,97	100,00	1,60	1,10
9.		1,45	1,97	2,86	100,00	1,55	1,05
SV   2.NP   N01.07/N02							
10.	15,2	1,43	1,45	2,07	100,00	1,35	1,00



PNP pro sloučené otvory	p <sub>v</sub>	POP			p <sub>o</sub> *) [%]	d [m]	d' [m]
		rozměr stěny[m]		S <sub>p0</sub> [m <sup>2</sup> ]			
SZ   1.NP a 2.NP   N01.07/N02   pro sloučení POP 5., 6. a 4x4. S <sub>p</sub> = 19,66 m <sup>2</sup>	15,2	8,90	5,43	48,33	41,00	2,75	-
JV   2.NP   N01.07/N02   pro sloučení POP 2x7., 2x8., 3x4. S <sub>p</sub> = 24,58 m <sup>2</sup>	15,2	25,60	1,43	36,61	84,69	2,20	-
SV   2.NP   N01.07/N02   pro sloučení POP 4x10. S <sub>p</sub> = 8,29 m <sup>2</sup>	15,2	7,70	1,43	11,01	56,49	1,30	-

Požárně nebezpečný prostor nemá dle Poznámky čl.10.2.1 ČSN 730802 [2] zasahovat přes hranici stavebního pozemku, kromě veřejného prostranství (např. do ulice), přesah na p.p.č. 775 by byl řešen v rámci projektové dokumentace. Možnou variantou by byla výměna okenních výplní za výplně s požadovanou PO. Není dále řešeno v rámci této Bakalářské práce.

*Poznámky:*

Výpočet v excelu „DEMOVERZE – Program pro výpočet odstupové vzdálenosti z hlediska sálání tepla (VERZE 03 - 2017.07)“ od Ing. Marka Pokorného, Ph.D, viz příloha B2. [7]

## H.1 Požárně nebezpečný prostor pro střešní plášť

Požárně nebezpečný prostor a odstupová vzdálenost se posuzují pouze od měněných částí objektu dle čl.5.9.1 ČSN 730834 [1].

Střešní plášť vykazuje požadovanou PO pro I. SPB, zároveň splňuje klasifikaci Broof(t3) => nepovažuje se za POP, není vyžadováno stanovení odstupových vzdáleností.

## H.2 Odpadávání hořících částí

Na obvodovém plášti v části B nejsou instalovány konstrukce druhu DP3. Sedlová střešní konstrukce má menší sklon než 45°, římsy jsou menší než 1,0 m. Torzní stín se pro část B objektu neuvažuje. Zbylé části objektu nejsou předmětem této Bakalářské práce a nejsou tak dále řešeny.

## H.3 Požárně nebezpečný prostor od okolních objektů

Objekt je stávající a PNP až na PÚ varny jsou bezzměnné. Nejbližší stavba od pivovaru je vzdálená více než 10 m (přesněji 21 m). Měněná část PÚ varny a s nimi

spojené PNP nezasahují ani se nijak nepřibližují hranicím pozemků či stávajícím stavbám v okolí dle katastru nemovitostí, a proto se PNP od okolních objektů považuje za vyhovující.

## **H.4 Vyhodnocení požárně nebezpečného prostoru**

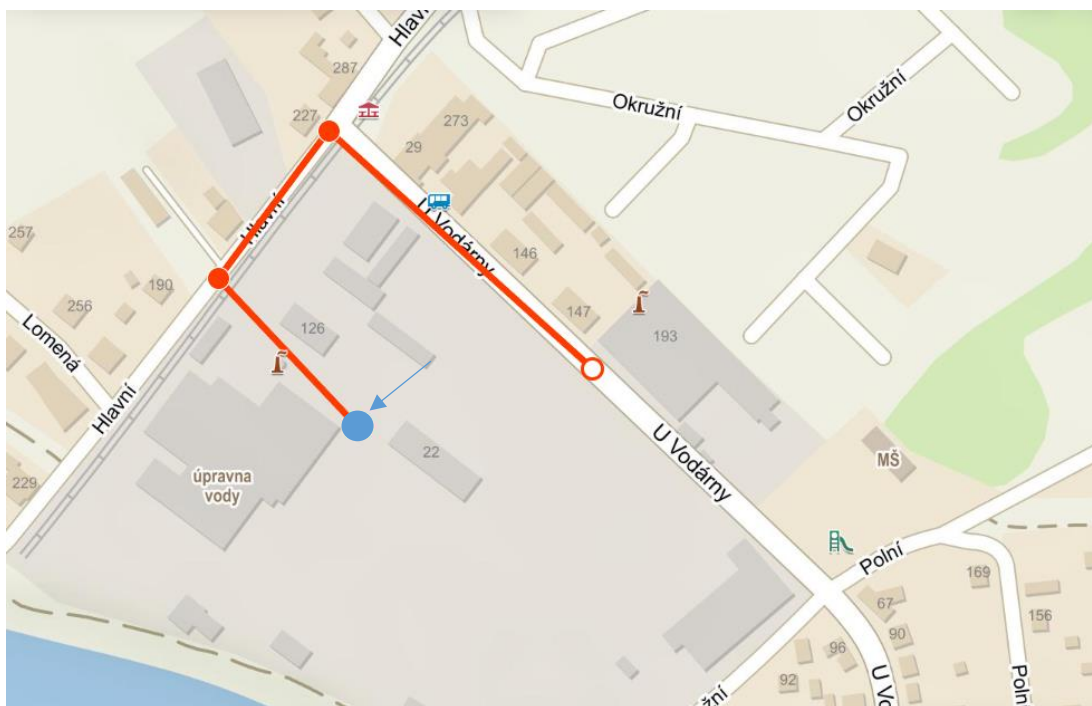
Odstupové a bezpečnostní vzdálenosti vyhovují požadavkům § 11 odst.1 a odst.3 vyhlášky č.23/2008 Sb. [7]

Stavba není umístěna v ochranném pásmu nadzemního vedení VN s vodiči bez izolace, umístění stavby vyhovuje požadavkům Přílohy č.3 bod 5. vyhlášky č.23/2008 Sb. [7]

## **I. Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku**

### **I.1 Vnější odběrné místo**

Dle sdělení ObÚ Káraný (OZV č. 5/2011 Požární řád obce Káraný) je požární voda v obci řešena vodovodní hydrantovou sítí, vodním tokem Labem a vodním zdrojem v objektu Vodárny Káraný. Ve vzdálenosti 350 m (<500 m) východně od posuzovaného objektu (po komunikaci) je vodní nádrž v rámci komplexu Vodárny Káraný. Odběrné místo splňuje požadavky dle čl.5.5 ČSN 730873 [8].



Obrázek 1: Vzdálenost odběrného místa od pivovaru Káraný [9]

Dle ČSN 730873 [8] bude odběrné místo požární vody označeno, bude kolem něj vytvořená manipulační plocha min. 3 m<sup>2</sup> a bude k vnějšímu odběrnému místu trvale zajištěn volný příjezd požární techniky.

## I.2 Vnitřní odběrné místo

Pro PÚ varny pivovaru a ležárny je dle čl.4.4 b) odst.1) ČSN 730873 [8] požadavek pro zřízení vnitřního odběrného místa. Ostatní prostory nejsou zadáním této Bakalářské práce.

Tabulka 7: Požadavek vnitřních odběrných míst

požární úsek	plocha S [m <sup>2</sup> ]	požární zatížení p [kg/m <sup>2</sup> ]	součin Sxp	limit	vnitřní odběrné místo
N 01.07/N2	982	15,22	14945	9000	ANO
N 01.11	498	15	7470	9000	NE

Vnitřní požární hydrant v PÚ varny pivovaru bude umístěn v 1.NP ve společných výrobních prostorách a ve 2.NP u sociálních zařízen. Hydrant s tvarově stálou hadicí DN19 délky 30 m, s požadovaným přetlakem min. 0.2MPa a průtokem vody z uzavíratelné proudnice alespoň 0,3 l/s. Zakreslení umístění hadicového systému viz výkresová část tohoto PBŘ.

Zbylé prostory objektu nejsou na vnitřní odběrná místa posuzovány a ověření požadavků by bylo řešeno v další fázi projektové dokumentace.

## **J. Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení, opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku**

Přístupová komunikace je zajištěna obousměrnou komunikací v ulici „U Vodárny“ na jihovýchodě objektu, šířka 5 m.

Požadavek nástupní plochy se dle ČSN 73 0804 [3] na tuto stavbu nevztahuje, požární výška objektu  $h < 12$  m.

Vnitřní zásahové cesty nejsou dle ČSN 73 0804 [3] požadovány a přístup k HUP a HUV je umístěn na vrátnici v části A objektu.

Přístup na plochou střechu části A je pomocí střešního výlezu 1000x1000 mm se skládacími schody v prostorách schodiště a přístup na sedlové střechy v části B je řešen pomocí požárních žebříků.

## **K. Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky**

Všechny PHP umístěné v objektu budou umístěny na viditelných místech s rukojetí ve výšce max. 1,5m nad podlahou a označeny bezpečnostní značkou. Dále PHP pro zbylé PÚ v objektu nejsou navrhovány, není to součástí Bakalářské práce, bylo by nutné dopočítat v další fázi dokumentace. PHP pro PÚ varny pivovaru jsou navrženy dle čl. 5.4 ČSN 73 0833[9] a jejich umístění je patrné ve výkresové části tohoto PBR.

**N01.07/N02** – varna pivovaru

Dle ČSN 73 0802

$$n_r = 0,15 (S \cdot a \cdot c_3)^{1/2} \geq 1,0,$$

kde S je celková půdorysná plocha požárního úseku v m<sup>2</sup>;

a je součinitel podle 6.4;

c<sub>3</sub> je součinitel podle 6.6.6 ( $c_3 \leq 1,0$ ).

$$n_r = 3,12 \rightarrow \text{počet PHP jsou 4}$$

Požadavek hasicích jednotek v PÚ varny pivovaru je 24 HJ

- Navrhují se 4x PHP 21A (6 HJ)

Podrobněji v příloze 1 tohoto PBŘ.

## **L. zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti**

Pro potřeby zpracování PBŘ v této BP nebyla k dispozici dokumentace o provedení technologických zařízení, vytápění ani vzduchotechniky. Pro vedení plynovodu se předpokládá vedení v potrubí světlého průřezu do 15 000 mm<sup>2</sup> (potrubí musí být provedeno z výrobků třídy reakce na oheň A1). Předpokládá se samostatné větrání výrobních prostor, sociálních zařízení a kancelářských prostor. V objektu je navržena strojovna VZT. Vytápění objektu se předpokládá otopnými tělesy z plynových kotlů umístěných v samostatných PÚ kotelen. Výtah umístěný v prostorách lahvárny má samostatně umístěnou strojovnu v horní části šachty, ke které je přístup po schodišti v 1.NP, ta tvoří samostatný PÚ. Objekt má vlastní rozvodnu elektrické energie a jsou přes ní napojeny veškeré elektrické rozvody zajišťující běžný chod objektu.

Jejich zhodnocení bude provedeno v další fázi projektové dokumentace k tomuto objektu.

## **N. posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními**

V PÚ varny piva je navržen integrovaný střešní světlík po délce hřebene. Součástí tohoto integrovaného světlíku jsou instalovány zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla, opatřeny pneumatickým systémem s funkcí otevřít (s individuální termickou aktivací – s integrovanou patronou)

Pro bezpečnější orientaci úniku návštěvníků a personálu v případě požáru, jsou v prostoru varny umístěny fotoluminiscenční tabulky se směry úniku. Musí být zřetelně označeny směry úniku podle ČSN ISO 3864 [6] všude, kde východ na volné prostranství není přímo viditelný z chodeb.

Zbylé prostory v rámci PBŘ nehodnoceny. Nejsou předmětem této Bakalářské práce.

## **O. rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek, včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení**

Značení provedeno v souladu s ČSN ISO 3864–1 [6], ČSN 01 8013 a ostatními platnými předpisy. Výtah bude označen vně i uvnitř „Výtah nepoužívej při požáru“. V objektu budou instalovány fotoluminiscenční tabulky s vyznačeným směrem úniku a každé podlaží bude označeno min. v prostorách schodiště. Bezpečnostní tabulky budou instalovány u PHP, hydrantů, HUP, HUV a hlavního rozvaděče elektrické energie a u el. zařízení budou umístěny tabulky „Pozor – elektrické zařízení“ a „Nehas vodou ani pěnovými přístroji“.

### **Závěr PBŘ**

Stavba vyhovuje předpisům.



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

**Požární návrh rekonstrukce varny pivovaru Káraný**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Část B – Požárně bezpečnostní řešení**

**Výkresová část**

Vypracoval: Jarmila Opatrná

Praha 2022

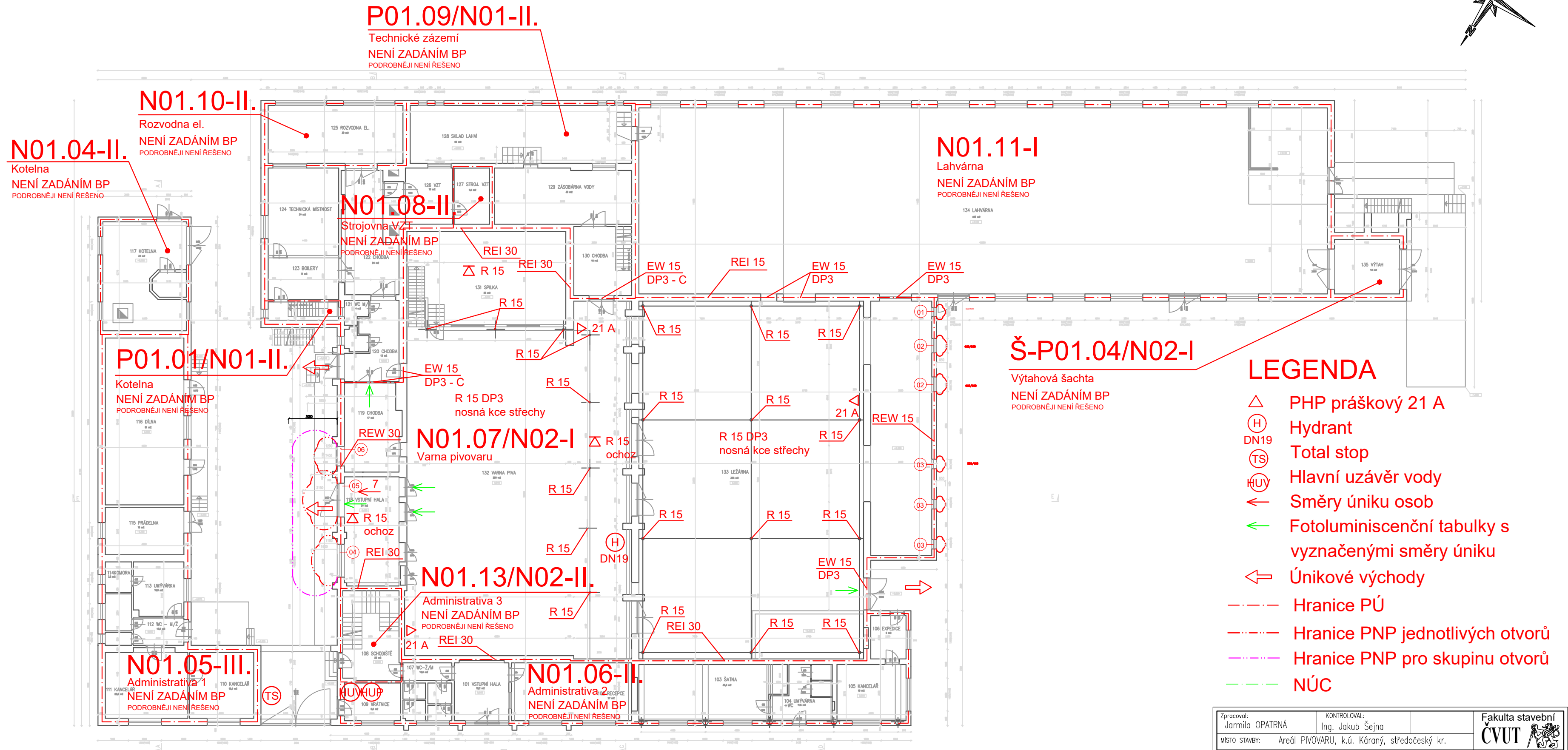
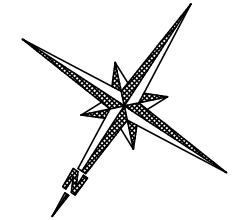


# Obsah:

Výkres č.1 – Situace	M 1:500
Výkres č.2 – Půdorys 1.NP	M 1:200
Výkres č.3 – Půdorys 2.NP	M 1:200
Výkres č.4 – Půdorys 1.PP	M 1:200
Výkres č.5 – Pohledy	M 1:500



# PŮDORYS 2.NP

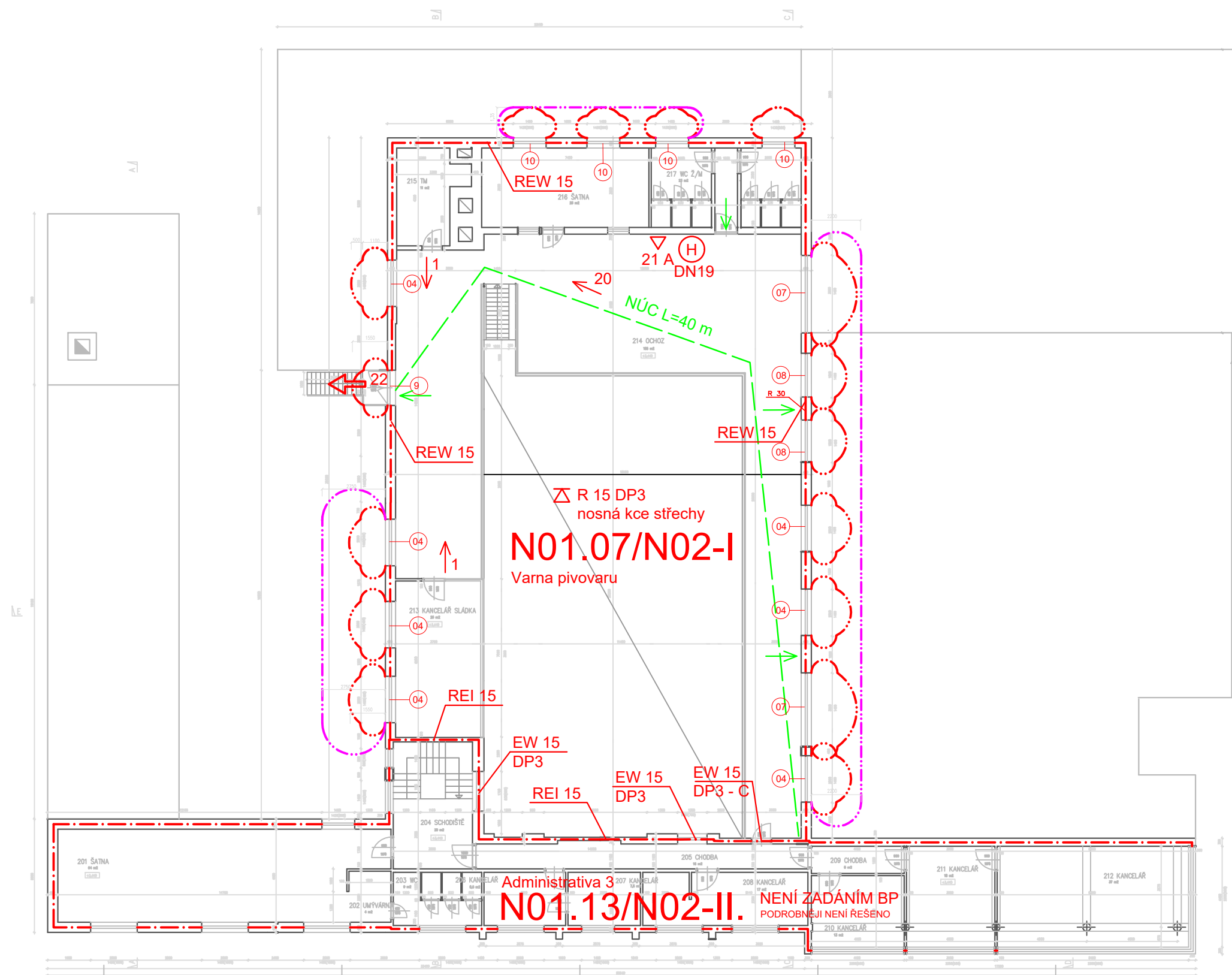
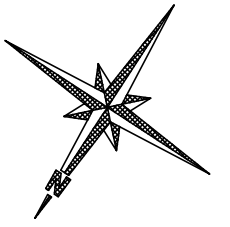


## LEGENDA

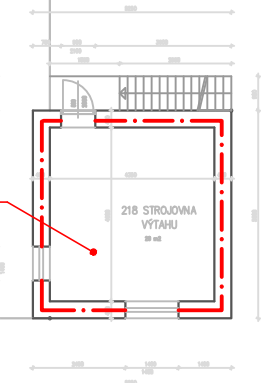
- △ PHP práškový 21 A
- ⊙ H Hydrant
- ⊙ DN19
- ⊙ TS Total stop
- ⊙ HUY Hlavní uzávěr vody
- ← Směry úniku osob
- ← Fotoluminiscenční tabulky s vyznačenými směry úniku
- ← Únikové východy
- - - - - Hranice PÚ
- - - - - Hranice PNP jednotlivých otvorů
- - - - - Hranice PNP pro skupinu otvorů
- - - - - NÚC

Zpracoval: Jarmila OPATRná	Kontroloval: Ing. Jakub Šejna	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Místo stavby: Areál PIVOVARU, k.ú. Káraný, středočeský kr.		
AKCE: <b>PROVOZNÍ OBJEKT</b>	Dotum: 05/2022	
OBSAH: PŮDRYS 1.NP	Měřítka: 1:200	
	Číslo výkresu: 01	

# PŮDORYS 2.NP



**N02.12-II.**  
 Strojovna výtahu  
 NENÍ ZADÁNÍM BP  
 PODROBNĚJI NENÍ ŘEŠENO

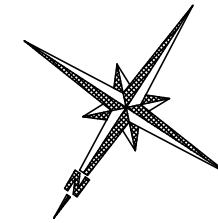


## LEGENDA

- △ PHP práškový 21 A
- ⊙ (H) Hydrant DN19
- ← Směry úniku osob
- ← Fotoluminiscenční tabulky s vyznačenými směry úniku
- ↔ Únikové východy
- - - - - Hranice PÚ
- · - · - · Hranice PNP jednotlivých otvorů
- · - · - · Hranice PNP pro skupinu otvorů
- - - - - NÚC

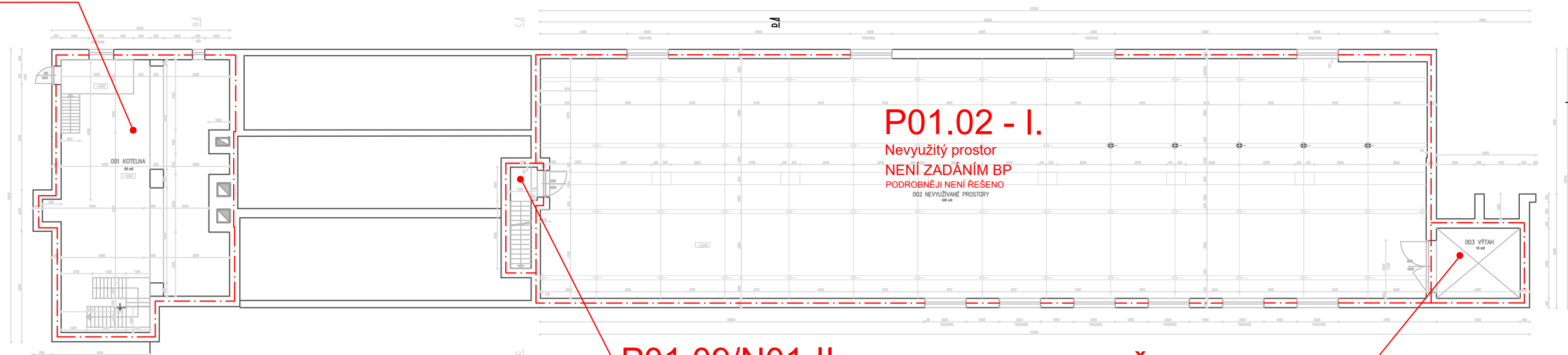
Zpracoval: Jarmila OPATRná	KONTROLOVAL: Ing. Jakub Šejna	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
MÍSTO STAVBY: Areál PIVOVARU, k.ú. Káraný, středočeský kr.		Datum: 05/2022
AKCE: PROVOZNÍ OBJEKT		Meřítko: 1:200
OBSAH: PŮDRYS 2.NP		Číslo výkresu: 03

# PŮDORYS 1.PP



## P01.01/N01-I.

Kotelna  
NENÍ ZADÁNÍM BP  
PODROBNĚJI NENÍ ŘEŠENO



## P01.02 - I.

Nevyužitý prostor  
NENÍ ZADÁNÍM BP  
PODROBNĚJI NENÍ ŘEŠENO  
002 NEVYUŽIVANÉ PROSTORY

## P01.09/N01-II.

Technické zázemí  
NENÍ ZADÁNÍM BP  
PODROBNĚJI NENÍ ŘEŠENO

## Š-P01.03./N01

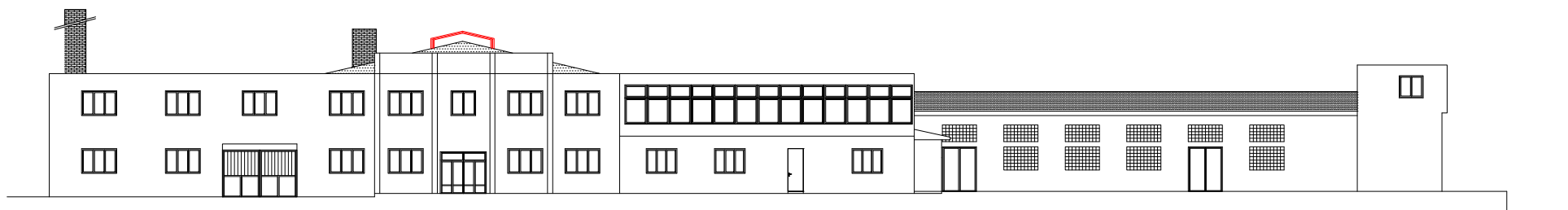
Výtahová šachta  
NENÍ ZADÁNÍM BP  
PODROBNĚJI NENÍ ŘEŠENO

## LEGENDA

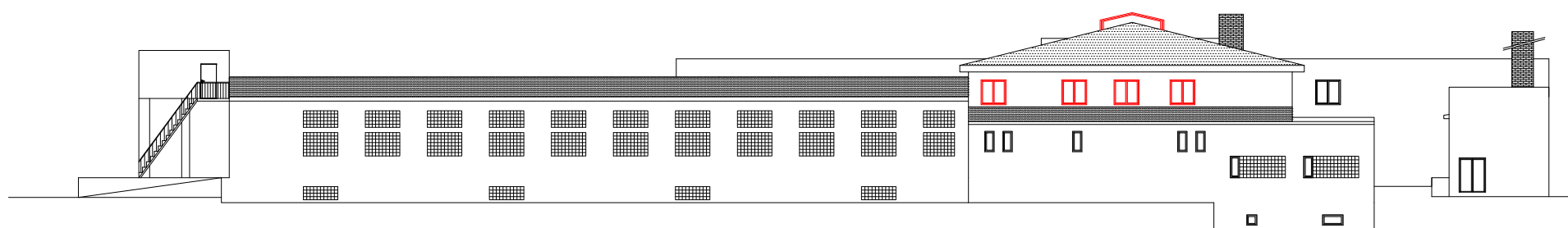
----- Hranice PŮ

Zpracoval: Jarmila OPATRná	KONTROLOVAL: Ing. Jakub Šejna	Fakulta stavební ČVUT
MÍSTO STAVBY: Areál PIVOVARU, k.ú. Káraný, středočeský kr.		Datum: 05/2022
AKCE: PROVOZNÍ OBJEKT		Meřítko: 1:200
OBSAH: PŮDRYS 1.PP		Číslo výkresu: 03

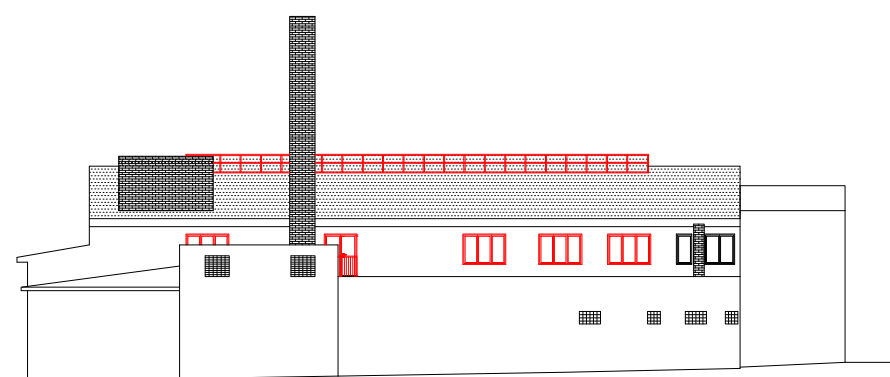
# POHLEDY



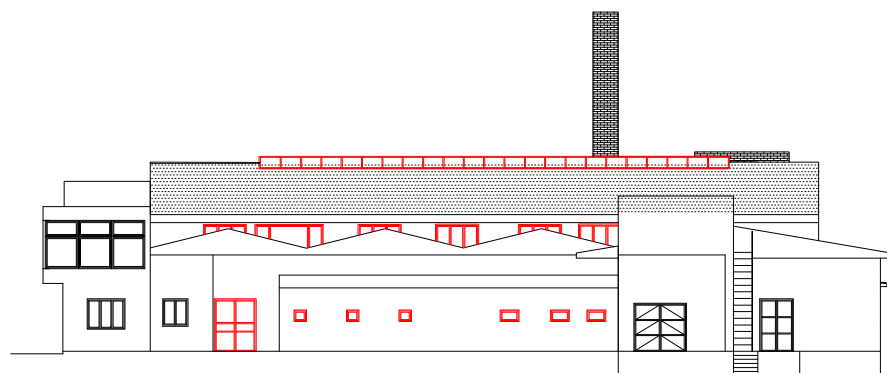
JIHOZÁPADNÍ POHLED



SEVEROVÝCHODNÍ POHLED




SEVEROZÁPADNÍ POHLED



JIHOVÝCHODNÍ POHLED

## LEGENDA

— Otvory v řešeném PÚ

Zpracoval: Jarmila OPATRná	KONTROLOVAL: Ing. Jakub Šejna	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
MÍSTO STAVBY: Areál PIVOVARU, k.ú. Káraný, středočeský kr.		
AKCE: PROVOZNÍ OBJEKKT		Datum: 05/2022
		Meřítko: 1:500
OBSAH: POHLEDY		Číslo výkresu: 05