



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

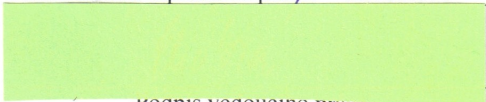
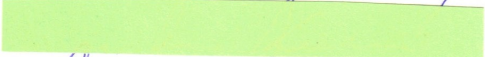


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: MORAVEC	Jméno: Michal	Osobní číslo: 396630
Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Víceúčelová sportovní hala	
Název diplomové práce anglicky: Multi-purpose sports hall	
Pokyny pro vypracování: Návrh a posouzení dřevěné konstrukce objektu víceúčelové sportovní haly včetně zázemí. Statický výpočet všech nosných prvků DK, nosných betonových konstrukcí, prvků zajišťujících prostorovou tuhost objektu, návrh významných detailů, kotvení. Výkresová dokumentace - dispoziční výkresy 1:100 a 1:200, řešené detaily 1:10, technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: Doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
Datum zadání diplomové práce: 12.10.2016	Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.


Podpis studenta(ky)
12.10.2016
Datum převzetí zadání

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Michal MORAVEC

Název diplomové práce: Víceúčelová sportovní hala

Základní část: Ocelové a dřevěné konstrukce podíl: 90 %

Formulace úkolů: Návrh a posouzení DK portálové haly - variace, návrh včetně skruží a stěly výhledových detailů + možnost laci přístavků: sklopnice, pult, slopes včetně detailů, kobeky, výhledová dokumentace - dispozice výhledy + výhledy detailů

Podpis vedoucího DP:

Datum: 20.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: BK podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): PETR BILÝ, K133

Formulace úkolů: IDEOVÝ NÁVRH VÝSTUŽE SLOUPU. OVĚŘENÍ ZTVĚDEL

Podpis konzultanta:

Datum: 3.1.2017

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že se odevzdaná elektronická verze shoduje s verzí tištěnou.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

V Praze dne

.....
Michal Moravec

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za vedení mé bakalářské práce a za podnětné návrhy, které ji obohatili. Dále děkuji za konzultace, které mi poskytli Ing. Petr Bílý, Ph.D. a doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.

Michal Moravec

Název práce: Víceúčelová sportovní hala

Autor: Michal Moravec

Obor: Konstrukce pozemních staveb
Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.
K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí,
Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

Konzultant: Ing. Petr Bílý, Ph.D.
K133- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí,
Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

Abstrakt: Tato práce se zabývá statickým návrhem víceúčelové sportovní haly. Cílem práce je navrhnout proveditelnou a funkční stavbu, jejíž hlavní konstrukce je řešena atypickou kombinací dřevěných a betonových prvků. Práce je rozdělena do části ocelových a dřevěných konstrukcí a betonových konstrukcí. V práci jsou navrženy všechny podstatné konstrukční prvky. Dále byly navrženy všechny podstatné spoje těchto prvků. Výsledkem práce je návrh a posouzení všech důležitých částí konstrukce a zjištění reálnosti provedení.

Klíčová slova: dřevěný obloukový vazník, dřevo-betonová konstrukce, ocelové konstrukční prvky, statický posudek konstrukce, systém ztužení objektu

Title: Multi-purpose sports hall

Author: Michal Moravec

Abstract: This work deals with static assessment of multi-purpose sports hall. The aim of this work is to design feasible and functional structure, which main structure is solved with combination wooden and concrete elements. Thesis is split into steel and wooden elements part and concrete elements part. Every fundamental element is designed in this thesis. Such as each connecting detail is designed. The result of the thesis is design and assessment of every important parts of structure and verification viability of structure.

Key words: wooden arched truss, wood-concrete structure, steel structural elements, static assessment of structure, building bracing system

OBSAH PRÁCE

ÚVOD.....	7
SEZNAM POUŽITÝCH NOREM.....	8
SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ.....	9
SEZNAM OSTATNÍCH ZDROJŮ.....	10
ZÁVĚR.....	11
DÍLČÍ ČÁST OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE	
Technická zpráva	
Statický výpočet – návrh a posouzení konstrukčních prvků	
Statický výpočet – návrh a posouzení přípojů konstrukčních prvků	
Výkresová dokumentace	
DÍLČÍ ČÁST - BETONOVÉ KONSTRUKCE	
Technická zpráva	
Statický výpočet – návrh a posouzení konstrukčních prvků	
INFORMAČNÍ PŘÍLOHA	

ÚVOD

Práce se zabývá návrhem a posouzením konstrukce víceúčelové sportovní haly Dašická, nacházejících se v Pardubicích. Hala již byla navržena a postavena, což dává příležitost porovnat výpočet a návrh s reálnou konstrukcí. Z úvodního zadání jsou známy síly na rámový spoj dřevěného vazníku a betonového sloupu. Práce se po výpočtu všech prvků pokusila přiblížit se k těmto reálným hodnotám. Účelem je však návrh a posouzení všech konstrukčních prvků bez ohledu na reálnou konstrukci. V práci jsou navrženy všechny podstatné prvky konstrukce, od laťování, přes sloupy až po hlavní vazník.

Hlavním cílem této práce je úspěšný návrh konstrukčních prvků tak, aby vyhověli všem požadavkům kladeným z hlediska mezních stavů (únosnosti a použitelnosti) a vyřešení detailů návaznosti jednotlivých konstrukčních prvků. Výsledné řešení lze vyčíst z příložené výkresové dokumentace.

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí, květen 2015
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, březen 2004
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, červen 2005
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, leden 2008
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, listopad 2006
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, červenec 2014
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, prosinec 2006
ČSN EN 1993-1-10	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou, leden 2014
ČSN EN ISO 12944-2	Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí
ČSN EN ISO 2553	Svařování a příbuzné procesy - Zobrazování na výkresech - Svarové spoje
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti, říjen 2016
ČSN EN 14080	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo – Požadavky, listopad 2013
ČSN EN 12369-1	Desky na bázi dřeva - Charakteristické hodnoty pro navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1: OSB, třískové a vláknité desky, září 2001

Poznámka: Všechny uvedené normy byly využity v aktuálním znění včetně všech změn, oprav a národních dodatků

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

- [1] SCIA ENGINEER [Počítačový program]. Ver. 15.3, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro výpočet metodou konečných prvků.
- [2] AutoCad 2014 CZ [Počítačový program]. Ver. 2014, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro kreslení výkresové dokumentace.
- [3] TPA 3.13 [Počítačový program]. Ver. 3.13, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro návrh manipulačních úchytů firmy HALFEN.
- [4] TEPLO [Počítačový program]. Ver. 2014 EDU, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro tepelné posouzení skladeb konstrukcí.

SEZNAM OSTATNÍCH ZDROJŮ

- [5] ČÍŽEK, Pavel, Zdeněk BURKOŇ a Michal SADÍLEK. PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE PRO DVĚ SPORTOVNÍ STAVBY: VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA V PARDUBICÍCH. Beton. 2012, 2012(5), 4-7. s., dostupné také z <http://www.betontks.cz/archiv/52012>
- [6] VISS TVS Highly thermally insulated vertical facades. JANSEN, 2014. 44 s. Katalog produktové nabídky ocelových fasád firmy JANSEN, dostupné z <http://www.jansencz.cz/71-ke-stazeni.html>
- [7] Injection system Hilti HIT-HY 200-A, ETA-11/0493, květen 2015, certifikát o vlastnostech a použití lepicí hmoty Hilti HIT-HY 200-A, dostupné z <https://www.hilti.cz/kotevni%3%ad-technika/vytla%4%8dovac%3%ad-lep%3%ad-hmoty/r4803>
- [8] DETAN Systémy táhel, HALFEN, 2016. 28 s. Katalog systému táhel firmy HALFEN, dostupné z <http://www.halfen.com/cz/2156/produkty/system-tahel/system-tahel-detan/informace-o-produktech/?category=20>

ZÁVĚR

V práci byla prokázána reálnost provedení všech zvolených prvků. Veškeré prvky navržené ve statických výpočtech vyhověli v mezních stavech únosnosti a použitelnosti. Konstrukce jako celek vykazuje očekávané fungování a působení, jak asi bylo zamýšleno v originálním návrhu haly. Porovnání vnitřních sil na rámový roh vazníku získaných z modelu ($M_{y,Ed} = 1178,7$ kNm, návrhová tahová síla $N_{Ed} = 1000$ kN) se příliš neliší od sil, na které byla konstrukce skutečně navržena ($M_{y,Ed} = 1470$ kNm, návrhová tahová síla $N_{Ed} = 1010$ kN) [5], z čehož lze vyvodit závěr, že model konstrukce je vhodně zvolen a odpovídá skutečnému chování.

Hlavním cílem této práce byl úspěšný návrh konstrukčních prvků tak, aby vyhověli všem požadavkům kladeným z hlediska mezních stavů a vyřešení detailů návaznosti jednotlivých konstrukčních prvků. Výsledek výpočtů odpovídá předpokladu práce a naplnění cíle je završeno v příložené výkresové dokumentaci.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

**DÍLČÍ ČÁST – OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ
KONSTRUKCE**

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH DOKUMENTACE

- TECHNICKÁ ZPRÁVA
- STATICKÝ VÝPOČET - Návrh a posouzení konstrukčních prvků
- STATICKÝ VÝPOČET - Návrh a posouzení přípojů konstrukčních prvků
- VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

1. Úvod

Hala je lokalizována v okrajové části města Pardubice. Svoji polohou se řadí mezi městskou zástavbu, čemuž byla věnována pozornost při stanovení zatížení větrem a sněhem. Hala má volnou vnitřní dispozici, ve které je umístěna prefabrikovaná betonová tribuna (tato tribuna není předmětem řešení). Hlavní nosnou konstrukci haly tvoří dřevěný vazník z lepeného lamelového dřeva uložený přes rámový roh na prefabrikované sloupy. Doplnkovou konstrukcí je pak podpůrná konstrukce fasády a konstrukce přístavků (přístaveb). Předmětem této části návrhu jsou dřevěné a ocelové konstrukce haly. Ve statickém výpočtu jsou řešeny všechny podstatné prvky konstrukce. ze skupiny stejných prvků (stropnice, průvlaky atd.) byl vždy vybrán nejvíce namáhaný prvek a ten byl navržen tak, aby vyhověl kritériím mezních stavů únosnosti a použitelnosti

2. Podklady

Podkladem pro vypracování statického výpočtu bylo obdržené zadání v podobě článku časopisu Beton (viz informační příloha a zdroje). Toto zadání obsahovalo základní popis dispozice a konstrukce, ze kterého bylo vycházeno.

3. Normy a literatura.

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí, květen 2015
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, březen 2004
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, červen 2005
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, leden 2008
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnic, prosinec 2006
ČSN EN 1993-1-10	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou, leden 2014
ČSN EN ISO 12944-2	Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti, říjen 2016
ČSN EN 14080	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo – Požadavky, listopad 2013

ČSN EN 12369-1 Desky na bázi dřeva - Charakteristické hodnoty pro navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1: OSB, třískové a vláknité desky, září 2001

4. Popis konstrukce

Konstrukce přístavků je řešena jako dvoustupňová. Základním prvkem jsou ocelové stropnice IPE 140 v rozpětí cca od 1,5 m do 5 m. Tyto stropnice jsou podporovány ocelovými průvlaky IPE 270, kloubově připojenými ke sloupům. Tyto sloupy jsou profilu obdélníkové trubky RHS 150/100/8 a jsou kloubově připojeny k základovému pasu. Vnitřní sloupy jsou zatíženy převážně normálovými silami (tlakem od skladby pláště střechy a tahem od zatížení větrem) a vnější sloupy přenášejí i ohybové momenty vyvolané zatížením od větru. Kvůli dispozičnímu uspořádání jsou v konstrukci přístavku umístěna stěnová ztužidla z profilu L50/30/5 tak, aby nedocházelo k nadměrnému přenosu zatížení větrem do štítových sloupů. Bez těchto ztužidel se skrze průvlaky vnášelo zatížení právě do štítových sloupů a byly by potřeba velké dimenze těchto sloupů.

Konstrukce boční fasády a štítu je tvořena z vodorovných příčlích a svislých sloupů. výškové rozvržení vodorovných příčlích souvisí především z předpokládanou polohou prosklených částí fasády. vodorovné příčle přenášejí svislé zatížení od fasádního pláště a zároveň vodorovné zatížení vyvolané větrem. Profil těchto příčlích je obdélníková uzavřená trubka a výsledná dimenze těchto prvků je 200/100/10. Příčle jsou kloubově připojeny na svislé sloupy z uzavřeného obdélníkového profilu RHS 200/120/10. Do těchto sloupů je stejně jako do příčlích vnášeno svislé od fasády a vodorovné zatížení od větru. Sloupy jsou na vazník připojeny posuvným kloubem ve svislém směru, což je důležité aby neovlivňovali statické schéma hlavního vazníku. Při pevném spojení by se do sloupů vnášela nadměrná tlaková síla a ve vnějších betonových sloupech pak vycházela síla tahová, což popírá podstatu využití betonových prvků.

Střešní konstrukce je tvořena OSB deskou tl. 25 mm (která nebyla navržena, ale byla převzata tloušťka z návrhu OSB desky u přístavku – viz statický výpočet) uloženou na laťování 60/60 v osové vzdálenosti 627 mm (aby byla vytvořena dilatační mezera mezi deskami). Latě jsou dále podporovány dřevěnými vaznicemi rozměru 140/240 v osových vzdálenostech 1,2 m při rozpětí vaznice 5,4 m (osová vzdálenost vazníků, světlé rozpětí je 5,16 m). Tato konstrukce přenáší do vazníku síly od skladby střešní konstrukce, sněhu a větru. Vazníky jsou dřevěné obloukové proměnného průřezu z lepeného lamelového dřeva. Osová vzdálenost vazníků je 5,4 m. Konstrukce je řešena jako trojkloubý rám příčli rámu tvoří právě dřevěný vazník na rozpětí cca 18,5 m (od podpory ke středovému kloubu) a sloup rámu prefabrikovaný železobetonový sloup (viz část Betonové konstrukce).

V úrovni pod horní hranou vazníku se dále nalézají vaznice průřezu 140/180, které podporují latě nesoucí podhledová prkna. Tyto vaznice jsou namáhány stálým zatížením od dřevěného podhledu a dále normálovými silami vyvolanými zatížením od větru. K vaznicím jsou připojeny vzpěry TR 25/2,6, jejichž primární účel je zajišťovat stabilitu vazníku. Jako vedlejší efekt je pak snížení rozpětí vaznic

podhledu. V návrhu je uvažováno, že do těchto vzpěr se také vnáší zatížení způsobené normálovou silou od zatížení větrem.

O celkové ztužení budovy od různých zatížení se stará systém střešních ztužidel v úrovni vaznic podhledu a podélné betonové ztužidlo z prefabrikovaných železobetonových panelů (viz část Betonové konstrukce) s monolitickým rámovým rohem se sloupem, který zajišťuje přenášení ohybových momentů vyvolaných zatížením podélným větrem.

5. Návrh a posouzení konstrukcí

Nosné konstrukce byly navrženy postupy podle norem ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků, ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Jako doplněk byly využity i další normy, uvedené v seznamu norem (zejména pro materiálové vlastnosti).

Při návrhu byl využit program SCIA ENGINEER verze 15.3, ve kterém byl proveden model konstrukce a ze kterého byly využívány výstupy vnitřních sil.

Zatížení bylo stanoveno za pomoci norem ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem a ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Konstrukce nebyla navrhována na účinky požáru, ani na seismická zatížení (podle mapy seismicity, nejsou Pardubice seismickou oblastí).

Na konstrukci jsou modelována stálá zatížení (skladby stech, vlastní tíhy) a proměnná zatížení (sníh, vítr, užitné – kategorie H: nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby a oprav) Zatěžovací stavy viz Informační příloha.

6. Materiály

Ocelové prvky

- střešní ztužidlo S235JR
- ostatní konstrukční prvky S275JR
- úhelník pro kotvení vaznice S280GD+Z275
- kotevní plechy S235JR/S355J2 (viz detaily a výpočty)

Dřevěné prvky

- OSB desky OSB/3 – pro nosné účely ve zvýšených vlhkostních podmínkách
- hlavní vazník lepené lamelové dřevo GL24c
- ostatní dřevěné prvky konstrukční dřevo KVH, třída C24

Použité šrouby

jakosti 5.8 (kotevní šrouby), 5.6 a 8.8 (viz detaily a výpočty)

Betonové konstrukce

sloupy a panely jsou navrženy z konstrukčního betonu C35/45. Nosná výztuž je B500B

7. Provádění a montáž konstrukce

Všechny prvky jsou řešeny v jednom kuse bez členění montážními styky. Rozměr vazníku umožňuje jeho výrobu v kuse a vzhledem k architektonickému působení nelze vazník rozdělit a montovat pomocí spojů na stavbě. Jeho přeprava by musel být řešena jako nadměrný náklad, nicméně proveditelná by byla. Základem pro montáž vazníku je přesné osazení betonových sloupů a jejich dočasné zajištění před zajištěním stability vazníku (propojením minimálně dvou vazníků vaznicemi se vzpěrami). Vazníky se na jedné straně opřou o kotevní plech přenášející smykovou sílu (viz detail B.8), následně se zajistí čepový spoj ve vrcholu a provede kotvení svorníky a spojení se sloupem. Po montáži hlavní konstrukce a dostatečné vyzrálosti rámového rohu mohou započít práce na střešním plášti a přilehlých přístavbách. Po vztyčení sloupů na ně budou připojeny všechny přiléhající prvky. Stropnice, průvlaky a fasádní píce jsou na sloupy připojeny šroubovanými přípoji.

8. Protikoroziční ochrana ocelové konstrukce

Budova sportovní haly lze zařadit dle ČSN EN ISO 12944-2 do staveb s nízkým stupněm koroziční agresivity C2. Na tento stupeň agresivity by byl použit protikoroziční nátěr, např. SikaCor Steel Protect VHS Rapid ve 2-3 vrstvách.

9. Ochrana ocelové konstrukce proti požáru

Jako ochranu ocelových konstrukcí by bylo možné použít ochranný protipožární nátěr (např. Promapaint). Nátěr by mohl zároveň plnit funkci protikorozičního nátěru. Alternativou pro řešení této haly by bylo využití protipožárních obkladových desek schovaných pod interiérový dřevěný obklad. PBŘ není blíže řešeno.

V Praze dne: 5.1.2017

.....
Michal Moravec



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

STATICKÝ VÝPOČET – NÁVRH A POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM	1
SCHÉMA KONSTRUKCE	2
STÁLÉ ZATÍŽENÍ OD SKLADEB OBVODOVÝCH PLÁŠŤŮ	4
PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ UŽITNÁ	8
ZATÍŽENÍ SNĚHEM.....	9
ZATÍŽENÍ VĚTREM.....	11
NÁVRH A POSOUZENÍ LAŽOVÁNÍ POD OSB DESKOU	26
NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNIC STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ	33
NÁVRH A POSOUZENÍ STŘEŠNÍ OSB DESKY	47
NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉ STROPNICE PŘÍSTAVKU	59
NÁVRH A POSOUZENÍ PRŮVLAKUI PŘÍSTAVKU	68
NÁVRH SLOUPŮ PŘÍSTAVKŮ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH NORMÁLOVOU SÍLOU A OHYBOVÝM MOMENTEM	77
NÁVRH A POSOUZENÍ VODOROVNÉHO FASÁDNÍHO NOSNÍKU	90
NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU FASÁDY	98
NÁVRH A POSOUZENÍ ŠTÍTOVÉHO SLOUPU	104
NÁVRH A POSOUZENÍ LAŽOVÁNÍ NESOUCÍ PODHLED	112
NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNIC NESOUCÍCH LATĚ PODHLEDU	116
NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍHO VAZNÍKU	131
NÁVRH A POSOUZENÍ STĚNOVÉHO ZTUŽIDLA NEJVÍCE NAMÁHANÉHO	148
NÁVRH A POSOUZENÍ BĚŽNÝCH STĚNOVÝCH ZTUŽIDEL.....	150
NÁVRH A POSOUZENÍ STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA	151
POSOUZENÍ KONSTRUKCE V MSP	152

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí, květen 2015
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, březen 2004
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, červen 2005
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, leden 2008
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 1993-1-10	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou, leden 2014
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti, říjen 2016
ČSN EN 14080	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo – Požadavky, listopad 2013
ČSN EN 12369-1	Desky na bázi dřeva - Charakteristické hodnoty pro navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1: OSB, třískové a vláknité desky, září 2001

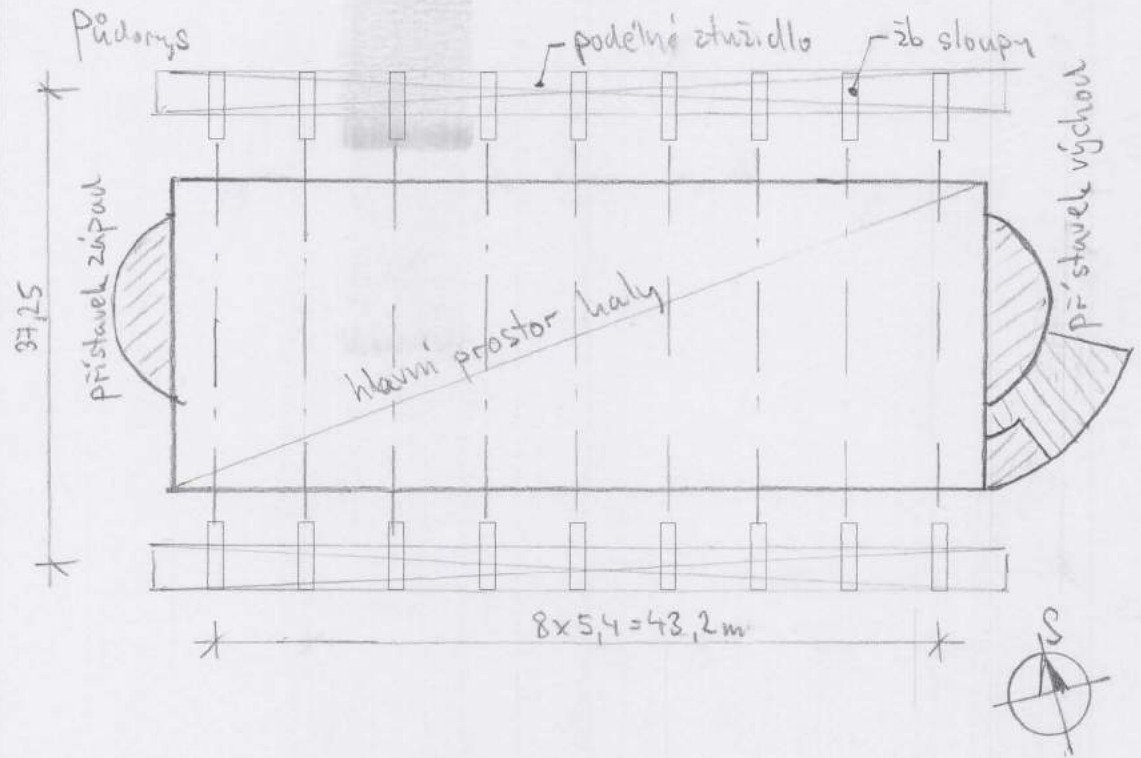
Poznámka: Všechny uvedené normy byly využity v aktuálním znění včetně všech změn, oprav a národních dodatků

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

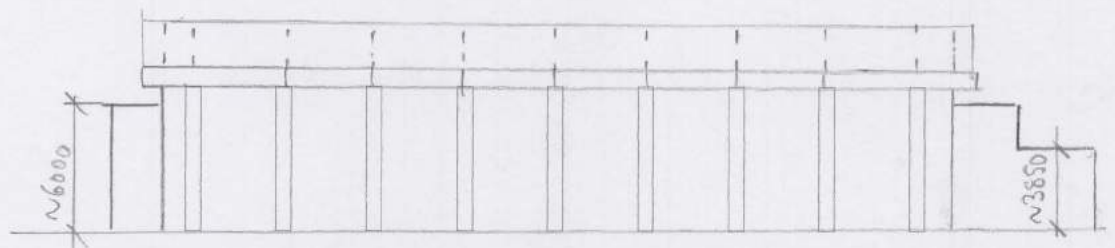
ČVUT

FSv

2) SCHÉMA KONSTRUKCE



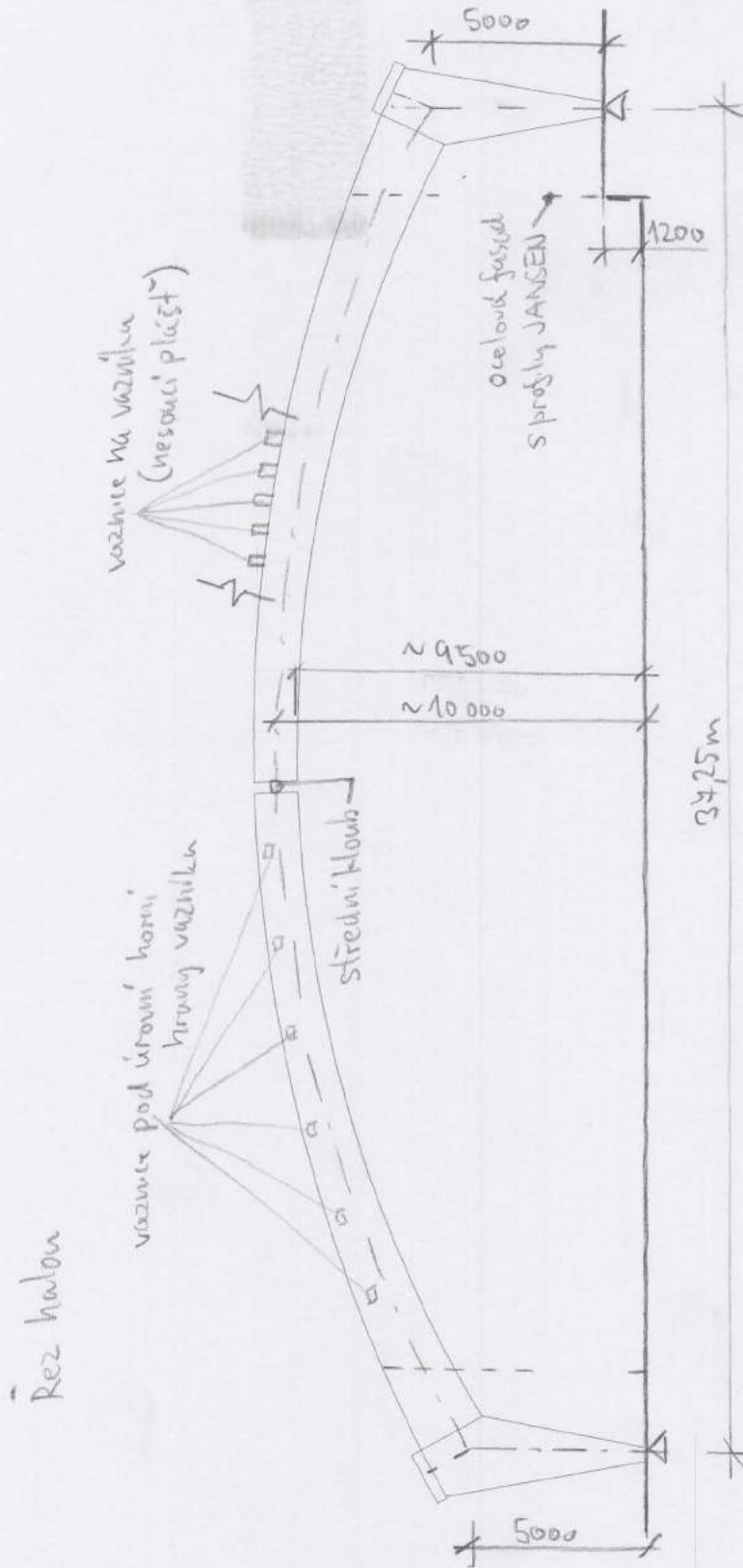
Pohled



NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

3) STÁLÉ ZATÍŽENÍ OD SKLADEB OBVODOVÝCH PLAŠTŮ

Výpis skladeb + známá zatížení (hmotnosti)

- Plocha střecha přístavků

- hydroizolační fólie mPVC 1,8mm
mechanicky kotvená, ref. DEKPLAN 46 $m = 2,2 \text{ kg/m}^2$
- separační netkaná textilie ze
skleněných vláken, ref. FILTEK V $m = 0,12 \text{ kg/m}^2$
- spádová vrstva provedena z
EPS 200 S, tl. cca 160-285 mm $\rho_v = 30 \text{ kg/m}^3$
 $m = 4,8 - 8,6 \text{ kg/m}^2$
- parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstva
a provizorní a pojistná hydroizolace
z SBS modif. asfaltového samolepícího
 pásu, ref. GLASTEK 30 STICKER PLUS $m = 3,5 \text{ kg/m}^2$
- plošné bednění z třískových desek
OSB/3, tl. bude upřesněna návrhem $\rho_v = 640 \text{ kg/m}^3$
- nosná stropní konstrukce z ocelových
válcovaných profilů IPE, průřezy
budou upřesněny návrhem
- SDK podhled na dvojitým křížovém
zavěšeném roštu, opláštění pomocí
desky 1x12,5mm RF $m = 12 \text{ kg/m}^2$
- alternativa - vložení minerální izolace
v úrovni roštu SDK konstrukce, tl. 50mm $m = 1,2 \text{ kg/m}^2$

STRANA:

4

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

• Oblouková střecha (hlavní)

- střešní titan-zinková krytina tl. 0,8 mm
falcovaná s dvojitou stojatou
dražkou, ref. RHEIZINK $m = 6 \text{ kg/m}^2$
- separační vrstva - strukturovaná
rohová ref. DELTA-TRELA $m = 0,4 \text{ kg/m}^2$
- jednovrstvý modifikovaný
asfaltový pás, ref. ELASTODEK
40 SPECIAL MINERAL $m = 4,54 \text{ kg/m}^2$
- tepelní izolace z desek z pěnového
skla ref. FOAMGLAS® READY
BLOCK lepeny ve 2 vrstvách,
celková tl. 260 mm $\rho_v = 115 \text{ kg/m}^3$
 $m = 30 \text{ kg/m}^2$
- asfaltový penetrační nátěr
tl. cca 2 mm $m = 2,5 \text{ kg/m}^2$
- bednění z třískových desek
OSB/3 tl. bude upřesněno návrhem
(předpoklad tl. 25 mm) $\rho_v = 640 \text{ kg/m}^3$
 $m = 16 \text{ kg/m}^2$
- latě pod OSB - odhad 60/80 $\rho_v = 470 \text{ kg/m}^3$
- vaznice na vazníku - odhad 140/220 $\rho_v = 470 \text{ kg/m}^3$
- latě nosící podhledovou prkna - viz latě pod OSB
- vaznice pod latěmi (pod horní hranou
vazníku) - odhad 140/220 $\rho_v = 470 \text{ kg/m}^3$
- podhledová prkna tl. 15 mm $m = 6 \text{ kg/m}^2$

STRANA:

5

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

• Obvodová stěna

- zasklení oken - izolační trojsklo 6-16-6-16-6

objemová hmotnost $\rho_v = 2500 \text{ kg/m}^3$

plošná hmotnost $m = 2500 \cdot (3 \cdot 0,006) = 45 \text{ kg/m}^2$

součinitel průstupu tepla $U_g = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

- tepelně izolační panel

plech tl. 2mm $\rho_v = 7850 \text{ kg/m}^3$

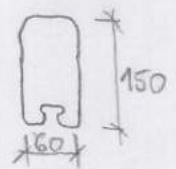
výplň EPS tl. 200mm $\rho_v = 35 \text{ kg/m}^3$

plech tl. 2mm

plošná hmotnost $m = 2 \cdot 0,002 \cdot 7850 + 0,2 \cdot 35 = 38,4 \text{ kg/m}^2$

- rám fasády (JANSEN)

předběžně profil 76.667

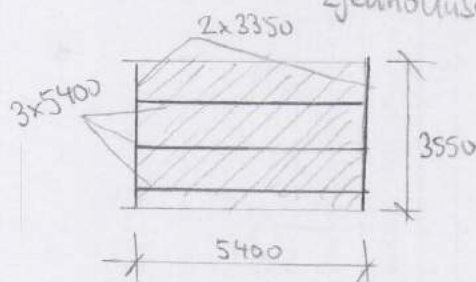


jednotková hmotnost $m' = 9,53 \text{ kg/m}$

zjednodušená plošná hmotnost (odhad)

$$M = (2,3,55 + 3,5,4) \cdot 9,53 = 225 \text{ kg}$$

$$m = \frac{M}{A} = \frac{225}{5,4 \cdot 3,55} = 12 \text{ kg/m}^2$$



kycí listy 407.802 $m' = 0,6 \text{ kg/m}$

407.865 $m' = 0,3 \text{ kg/m}$

$$M = (2,3,55 + 3,5,4) \cdot (0,6 + 0,3) = 21 \text{ kg}$$

$$m = \frac{21}{5,4 \cdot 3,55} = 1,1 \text{ kg/m}^2$$

STRANA:

6

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

- dřevěný obklad (vnitřní)

parozábrana DELTA-DAWI GP $m = 1,8 \text{ kg/m}^2$

konstrukce roštu (odhad) $m = 2 \text{ kg/m}^2$

obkladová prkna tl. 18mm $m = 6 \text{ kg/m}^2$

- výsledná hmotnost

neprůhledná část

$$m = 38,4 + 12 + 1,1 + 1,8 + 2 + 6 = 61,3 \text{ kg/m}^2$$

průhledná část

$$m = 45 + 12 + 1,1 = 58,1 \text{ kg/m}^2$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚCELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

4) PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ UŽITNÁ

Kategorie zatěžované plochy: H - střechy nepřístupné
s výjimkou běžné údržby a oprav

Doporučené hodnoty zatížení dle ČSN EN 1991-1-1

plošné zatížení $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

bodové zatížení $Q_k = 1,0 \text{ kN}$

Pozn: - rovnoměrné plošné zatížení q_k působí
na ploše $A = 10 \text{ m}^2$

- na střechě kategorie H se nemá uvažovat
současné působení užitečného zatížení
a zatížení sněhem nebo větrem

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

5) ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Místo stavby: Pardubice

Sněhová oblast: I, $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Kombinační hodnoty pro staveniště $H < 1000 \text{ m.n.m.}$:

$$\psi_0 = 0,5; \psi_1 = 0,2; \psi_2 = 0,0$$

Zatížení sněhem pro hlavní střechu

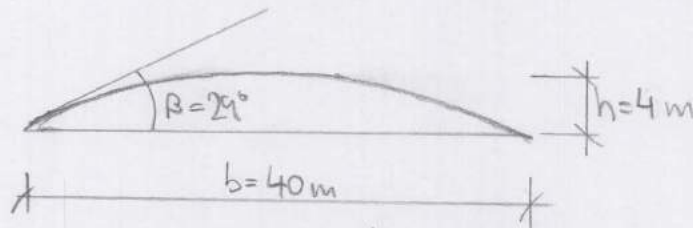
$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

μ_i - tvarový součinitel

C_e - součinitel expozice, uvažována normální krajina $\rightarrow C_e = 1,0$

C_t - tepelný součinitel, pro zatčplenu střechu $C_t = 1,0$

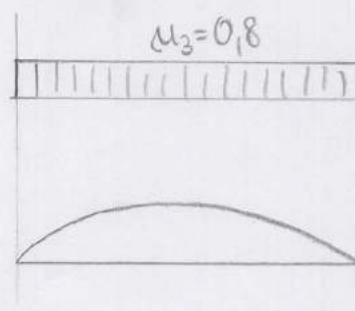
s_k - charakteristická hodnota zatížení sněhem, Pardubice $\rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$



$$\frac{h}{b} = \frac{4}{40} = 0,1$$

$$\text{pro } \beta \leq 60^\circ \rightarrow \mu_3 = 0,2 + 10 \cdot \frac{h}{b} = 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 1,2$$

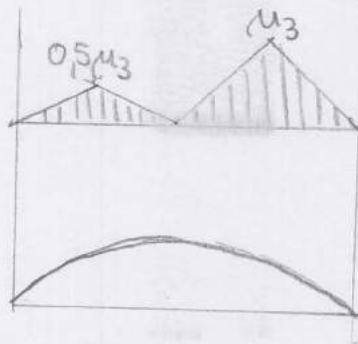
a) nenavátý sníh



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

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

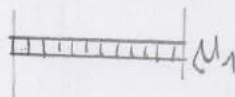
b) navátý sníh



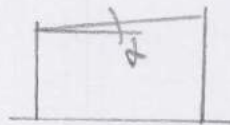
$$S_1 = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem pro ploché střední přístavky⁶



- pro $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$



$$\mu_1 = 0,8$$

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

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

6) ZATÍŽENÍ VĚTREM

Místo stavby: Pardubice

Větrná oblast: II ; $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu: III - oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami, jejichž vztláčenost je maximálně 20 násobek výšky překážek

Výška objektu nad terénem: $h = 11 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$z_{0,II} = 0,05$$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$

z_0 - parametr drsnosti terénu, pro

kategorii terénu III $\rightarrow z_0 = 0,3$

(dle ČSN EN 1991-1-4, Tab 4.1)

$$k_r = 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti ve výšce z

pro terén kat III

$$z_{\min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{\max} = 200 \text{ m}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{pro } z \leq z_{\min}$$

$$\text{pro } z_{\min} = 5 \text{ m} < z = h = 11 \text{ m} < z_{\max} = 200 \text{ m}$$

$$c_r(11) = 0,215 \ln\left(\frac{11}{0,3}\right) = 0,776$$

$$\text{pro } z < z_{\min} = 5 \text{ m}$$

$$c_r(5) = 0,215 \ln\left(\frac{5}{0,3}\right) = 0,606$$

\rightarrow dále zjednodušeně uvažován $c_r(11) = 0,776$

Součinitel orografie: $c_o(z) = 1,0$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Základní rychlost větru

Součinitel směru větru: $C_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období: $C_{season} = 1,0$

Výchozí základní rychlost větru: $V_{b,p} = 25 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,p}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Střední rychlost větru

$$V_m(z) = C_r(z) C_o(z) \cdot V_b$$

$$V_m(11) = 0,746 \cdot 1,0 \cdot 25 = 19,4 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

Součinitele turbulence: $k_I = 1,0$ (doporučená hodnota)

Směrodatná odchylka turbulentní složky rychlosti větru:

$$\sigma_v = k_T \cdot V_b \cdot k_I$$

$$\sigma_v = 0,215 \cdot 25 \cdot 1,0 = 5,385 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)}$$

$$I_v(11) = \frac{5,385}{19,4} = 0,278$$

$$C_r(11) = 0,746$$

$$C_o(11) = 1,0$$

$$k_T = 0,215$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Maximální dynamický tlak

Měrná hmotnost vzduchu. $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Základní dynamický tlak:

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

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625 \text{ N/m}^2$$

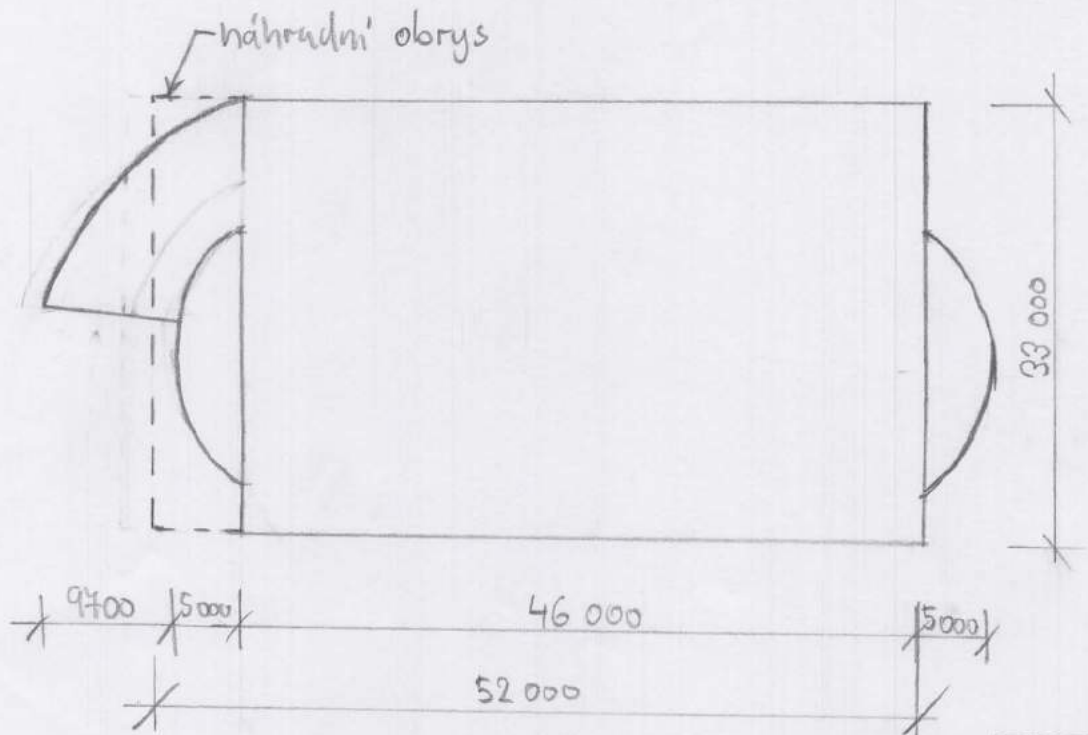
Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + \gamma \cdot I_w(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = C_e(z) \cdot q_b$$

$$q_p(M) = (1 + \gamma \cdot 0,278) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 19,4^2 = 692 \text{ N/m}^2$$

Výpočet tlaků na stěny

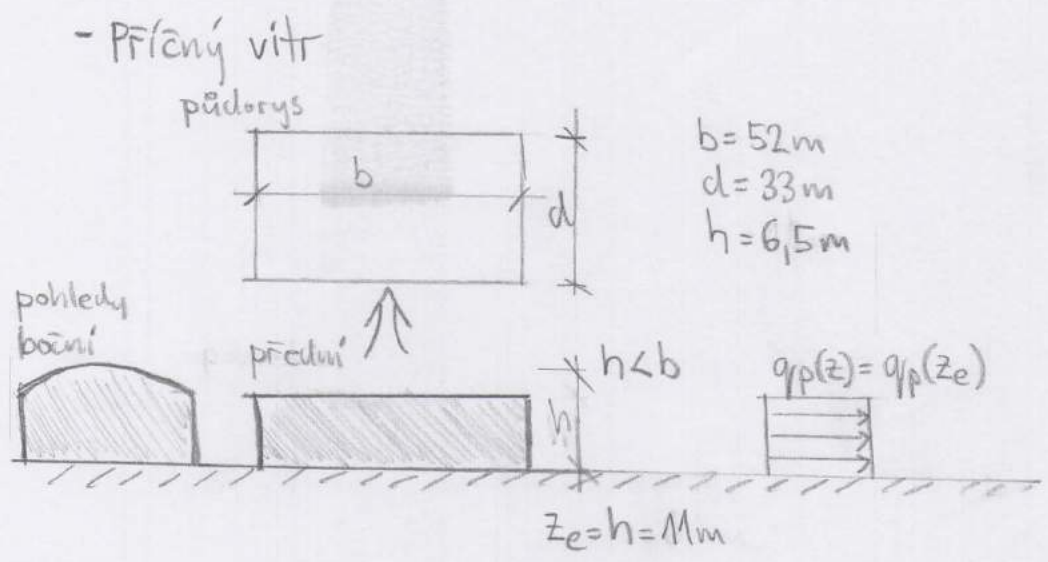
Přelomové schéma s vyznačením náhradního tvaru



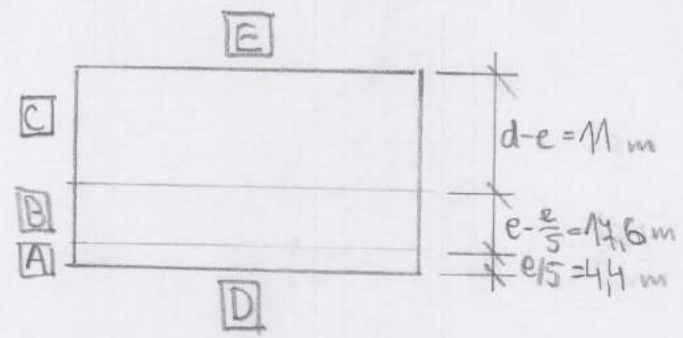
STRANA:

13

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		



$$e = \min(b; 2h) = \min(52; 2 \cdot 11) = 22 \text{ m} < d = 33 \text{ m}$$



Součinitele vnějších tlaků: (dle ČSN EN 1991-1-4, Tab. 4.1)

$$\frac{h}{d} = \frac{11}{33} = 0,33$$

- $c_{pe,10}^A = -1,2$
- $c_{pe,10}^B = -0,8$
- $c_{pe,10}^C = -0,5$
- $c_{pe,10}^D = 0,7$
- $c_{pe,10}^E = -0,3$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Zatížení na stěny

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

$$w_e^A = 692 \cdot (-1,2) = -830,4 \text{ N/m}^2 = -0,83 \text{ kN/m}^2$$

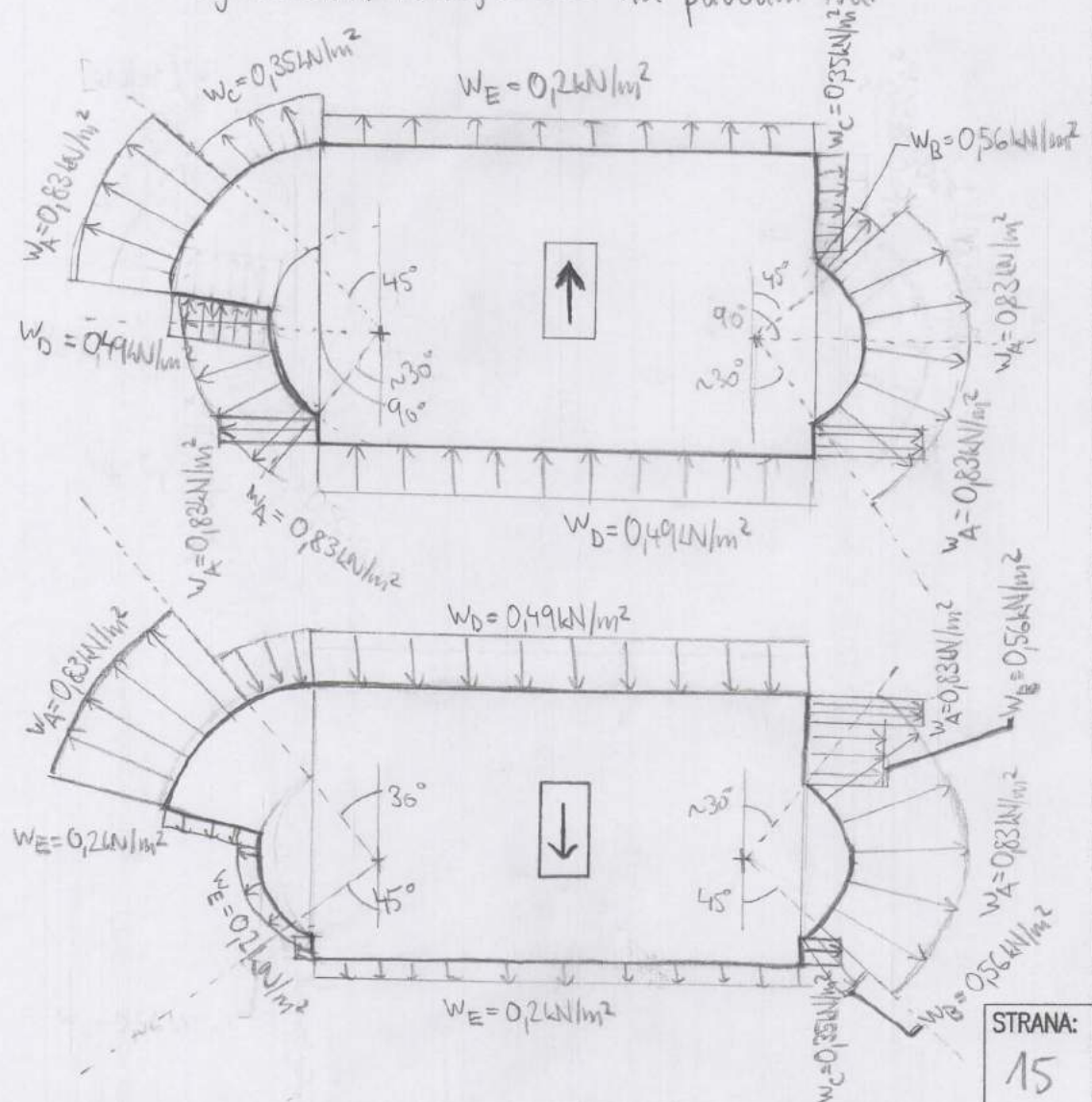
$$w_e^B = 692 \cdot (-0,8) = -553,6 \text{ N/m}^2 = -0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = 692 \cdot (-0,5) = -346 \text{ N/m}^2 = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = 692 \cdot 0,7 = 484,4 \text{ N/m}^2 = 0,49 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = 692 \cdot (-0,3) = -207,6 \text{ N/m}^2 = -0,2 \text{ kN/m}^2$$

Vykreslení + transformace na původní tvar

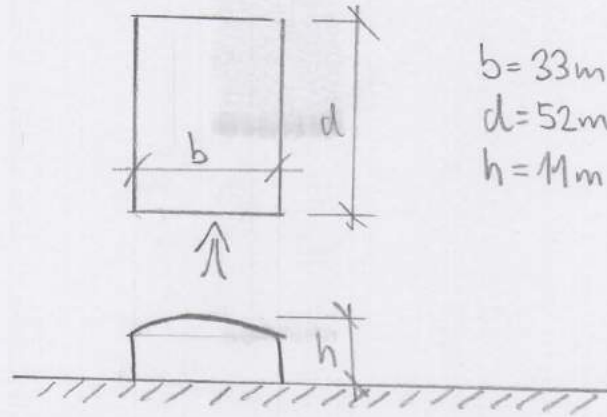


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- Podélný vítr

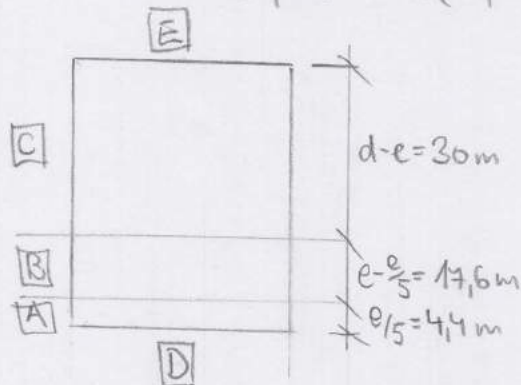


$$b = 33 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ m}$$

$$h = 11 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(33, 2 \cdot 11) = 22 \text{ m} < d = 52 \text{ m}$$



Součinitele vnějších tlaků.

$$\frac{h}{d} = \frac{11}{52} = 0,212$$

$$c_{pe,10}^A = -1,2$$

$$c_{pe,10}^B = -0,8$$

$$c_{pe,10}^C = -0,5$$

$$c_{pe,10}^D = 0,4$$

$$c_{pe,10}^E = -0,3$$

STRANA:

16

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Zatížení na stěny (shodné c_{pe} , výpočet viz str)

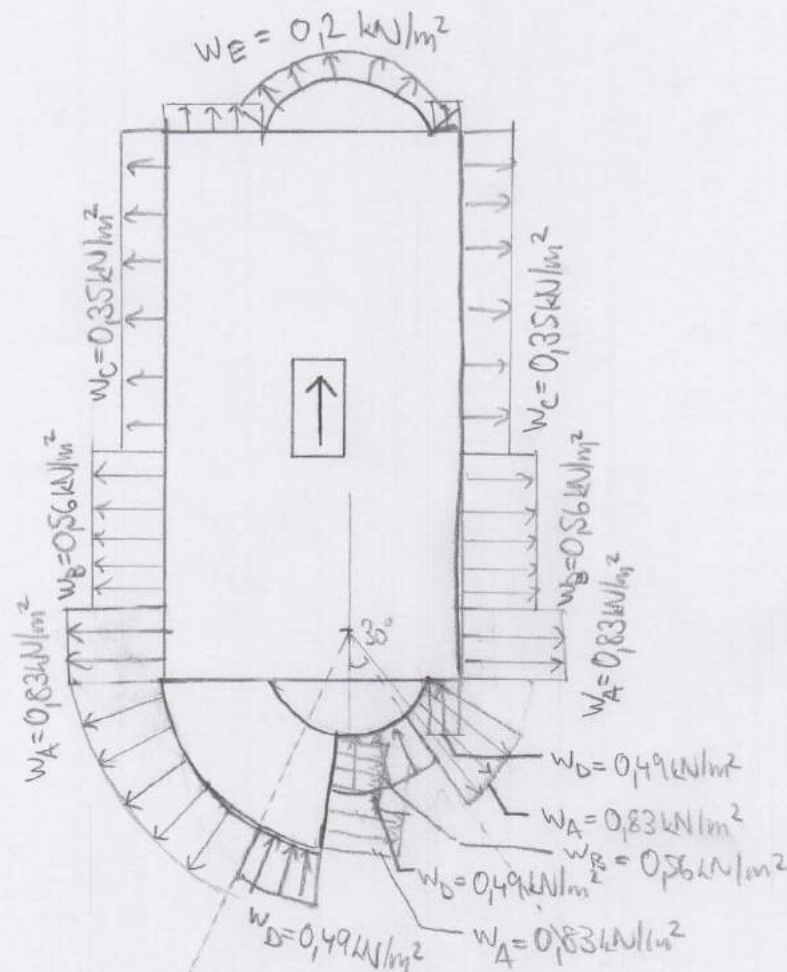
$$w_e^A = -0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^B = -0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = 0,49 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = -0,2 \text{ kN/m}^2$$



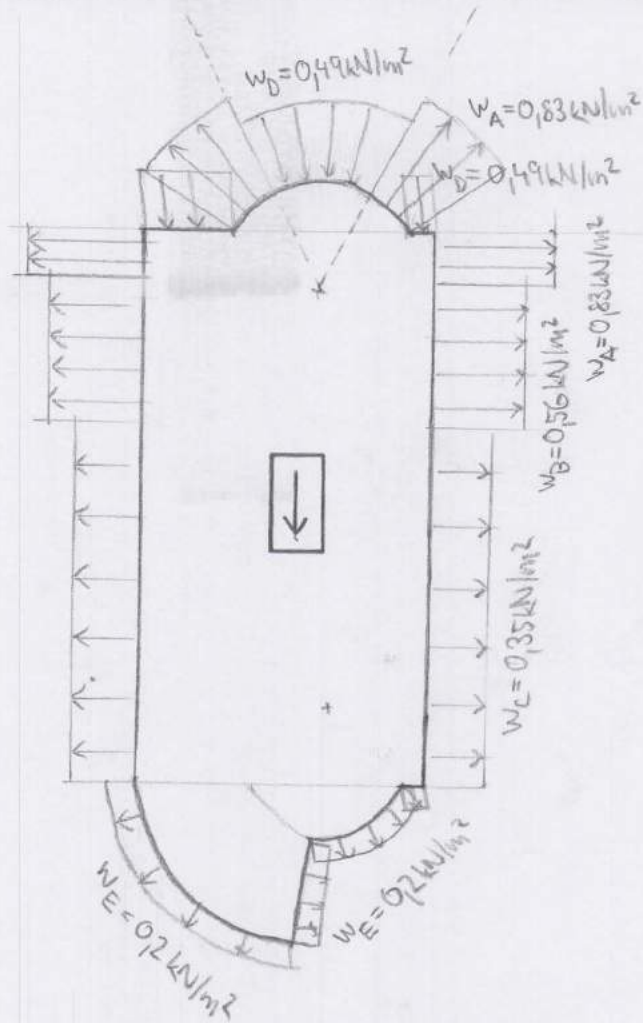
STRANA:

17

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEŮČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

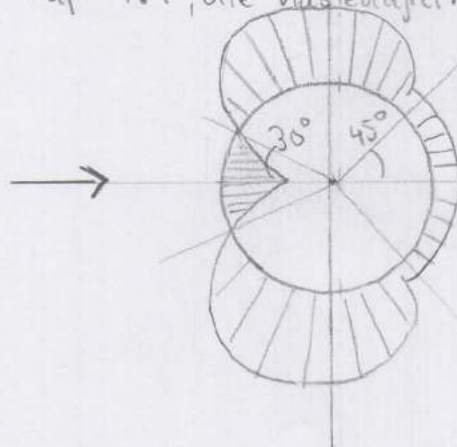
ČVUT

FSV



Pozn.:

- tlaky od větru na zaoblené části vychází z tlaků na válcový objekt dle ČSN EN 1991-1-4, kap 4.9, dle následujícího rozložení tlaků

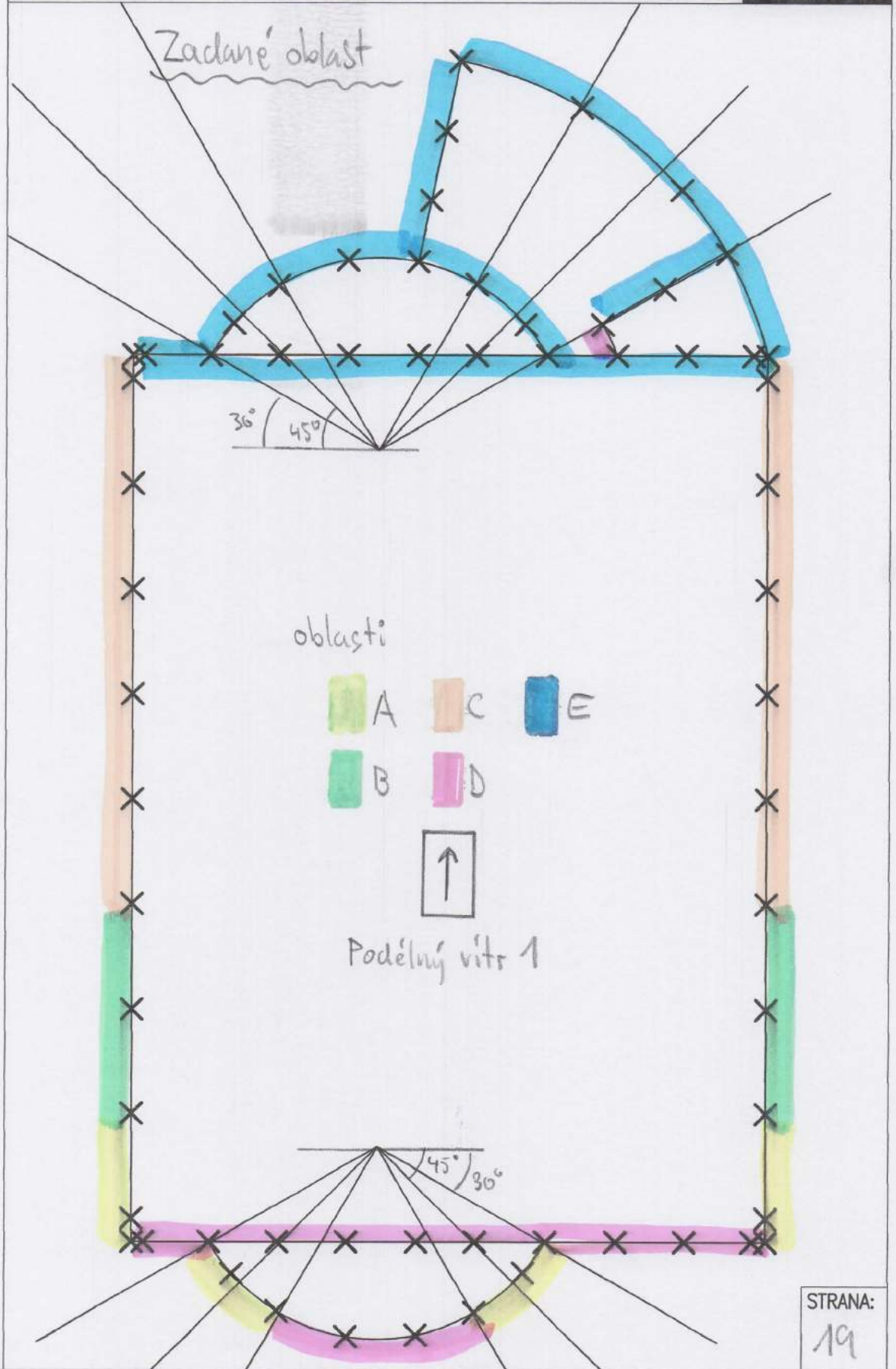


přechod tlak \rightarrow sání 30°
maximum 90°
rovnoměrna hodnota
minimálního sání 135°

STRANA:

18

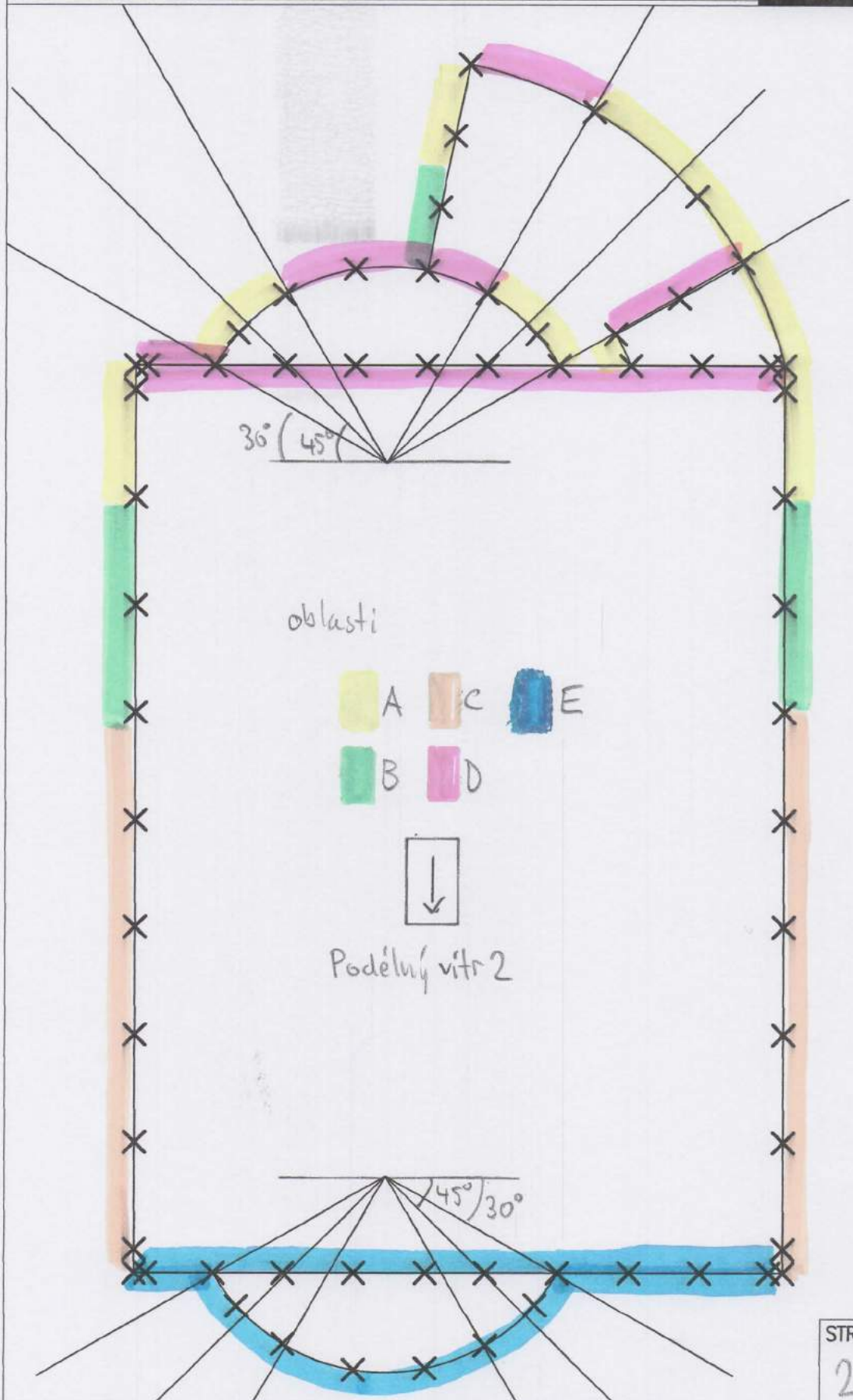
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			



NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

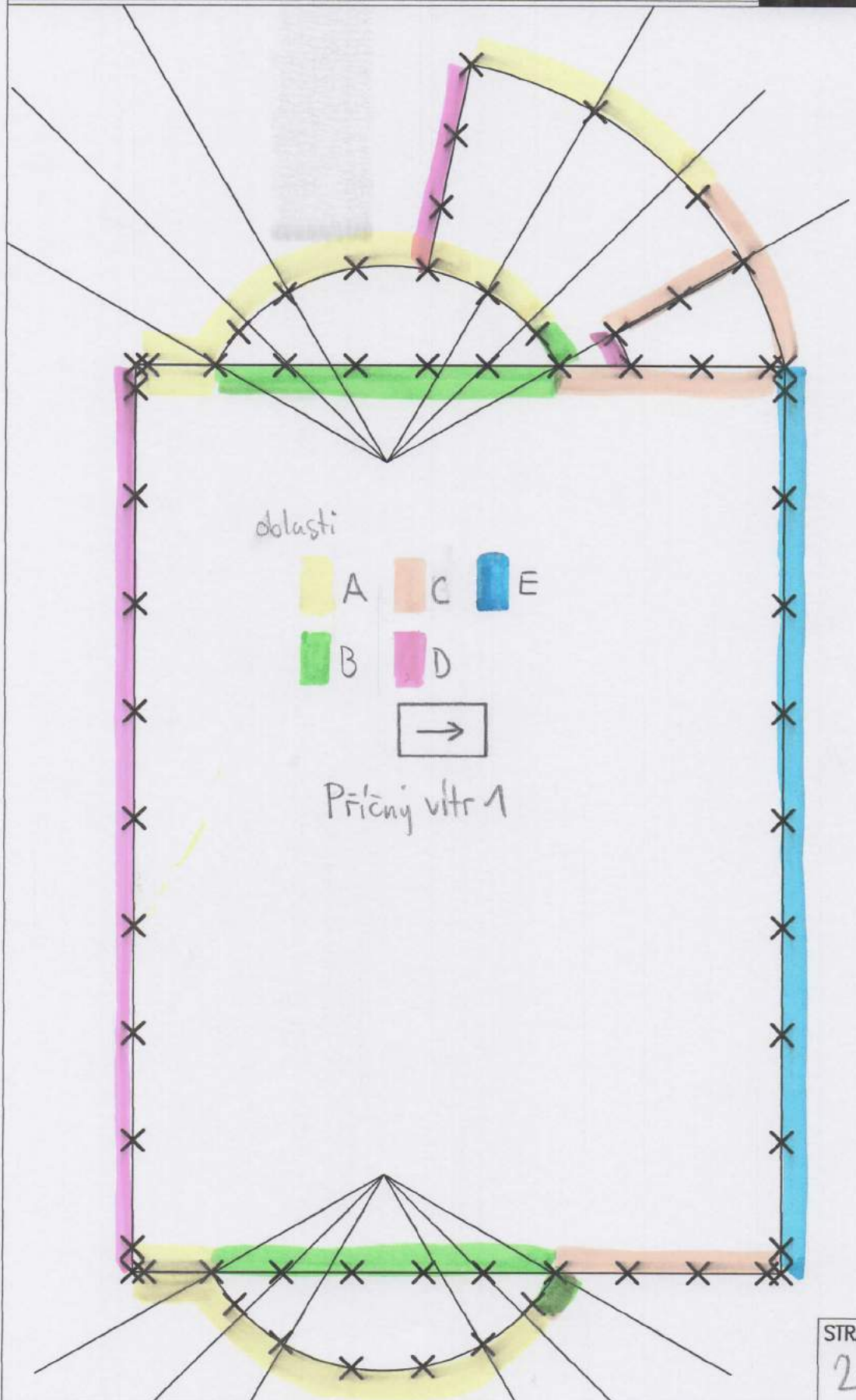
FSv



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

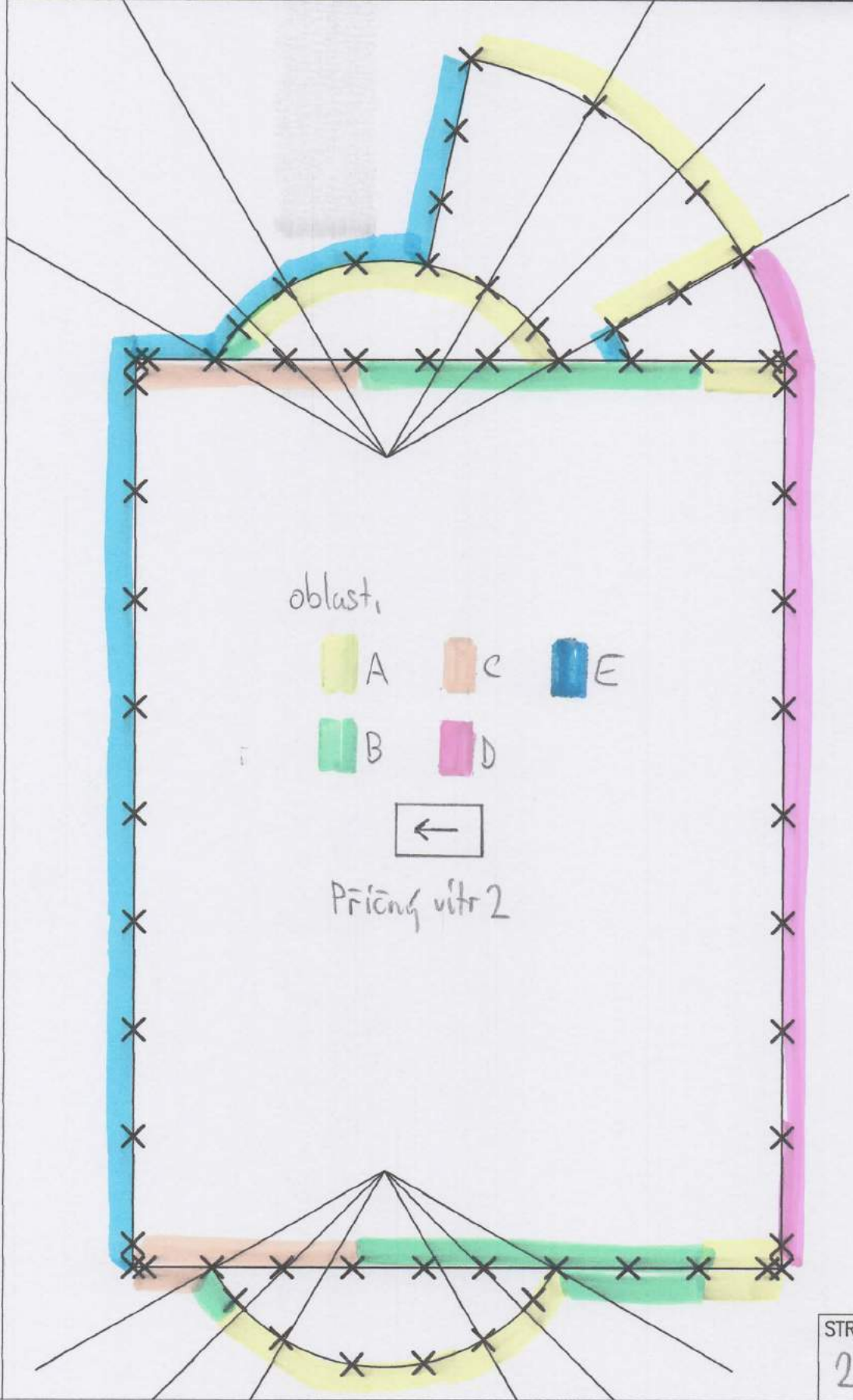
ČVUT

FSv



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT
FSv



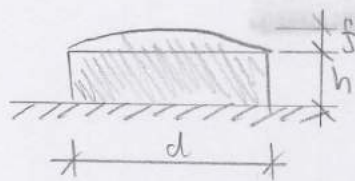
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVĚBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Výpočet tlaků na střechnu

- Příčný vítr



$$d = 33 \text{ m}$$

$$f = 3 \text{ m}$$

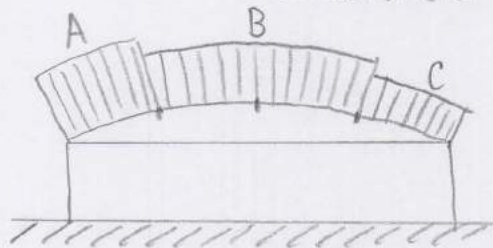
$$h = 8 \text{ m}$$

Údaje potřebné pro odvození c_{pe} (dle ČSN EN 1991-1-4 kap 4.2.8):

$$\frac{f}{d} = \frac{3}{33} = 0,09 \approx 0,1$$

$$\frac{h}{d} = \frac{8}{33} = 0,2424 \approx 0,25$$

Součinitele vnějších tlaků (viz příloha)



$$c_{pe,10}^A = -0,5$$

$$c_{pe,10}^B = -0,8$$

$$c_{pe,10}^C = -0,4$$

$$q_p(z) = 692 \text{ N/m}^2$$

Zatížení (tlak) na střechnu

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

$$w_e^A = 692 \cdot (-0,5) = -346 \text{ N/m}^2 = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

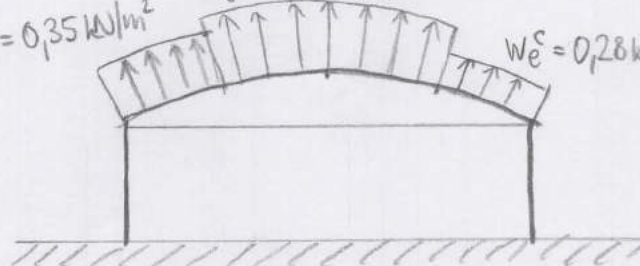
$$w_e^B = 692 \cdot (-0,8) = -553,6 \text{ N/m}^2 = -0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = 692 \cdot (-0,4) = -276,8 \text{ N/m}^2 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^B = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^A = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = 0,28 \text{ kN/m}^2$$



STRANA:

23

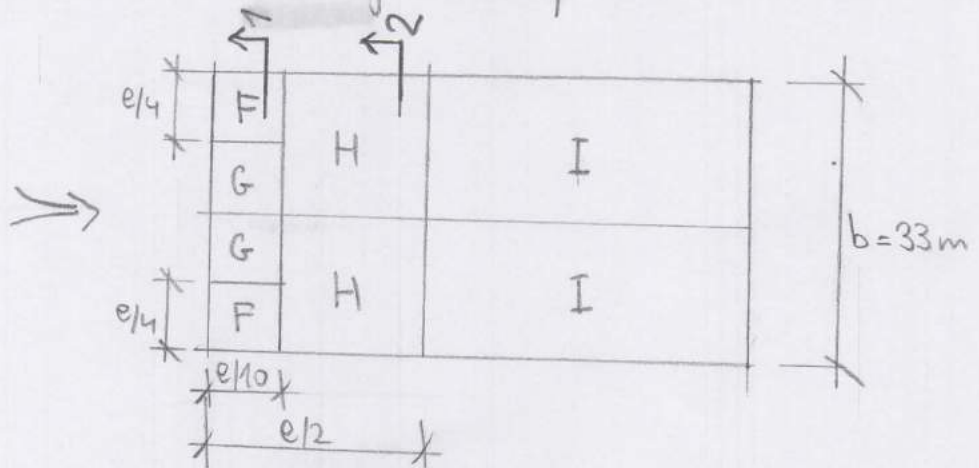
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- Podélný vítr

Pozn.: pro podélný vítr obloukové střechy použita analogie střechy sedlové



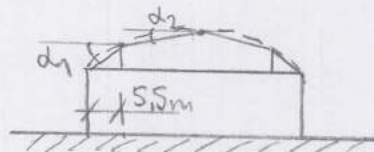
$$e = \min(b, 2h) = \min(33, 2 \cdot 11) = 22 \text{ m}$$

$$\frac{e}{2} = 11 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 5,5 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 2,2 \text{ m}$$

řez 1



řez 2



náhradní úhly $\alpha_1 = 21^\circ$ (oblast F)

$\alpha_2 = 9^\circ$ (oblast G)

$\alpha_3 = 16^\circ$ (oblast H a I)

Součinitele vnějších tlaků (ČSN EN 1991-1-4, Tab. 4.4b):

$$c_{pe,10}^F = -1,2$$

$$c_{pe,10}^G = -1,3$$

$$c_{pe,10}^H = -0,6$$

$$c_{pe,10}^I = -0,5$$

STRANA:

24

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Zatížení (tlak) na střechu

$$q_p(z) = 692 \text{ N/m}^2$$

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

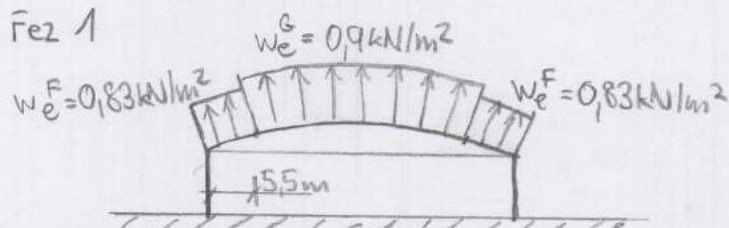
$$w_e^F = 692 \cdot (-1,2) = -830,4 \text{ N/m}^2 = -0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^G = 692 \cdot (-1,3) = -899,6 \text{ N/m}^2 = -0,9 \text{ kN/m}^2$$

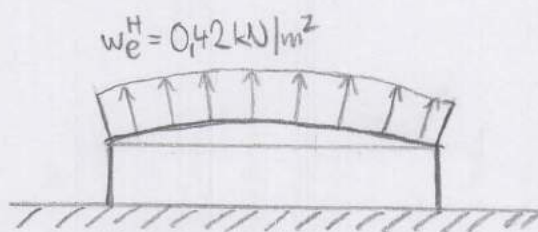
$$w_e^H = 692 \cdot (-0,6) = -415,2 \text{ N/m}^2 = -0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^I = 692 \cdot (-0,5) = -346 \text{ N/m}^2 = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

řez 1



řez 2



Pozn. k zatížení větrem:

- pro přilehlé přístavky bude zjednodušeně uvažována největší hodnota tlaku od větru na hlavní střechě
tzn $w_e = -0,9 \text{ kN/m}^2$
- norma ČSN EN 1991-1-4 uváděla pro válcové střechy hodnoty c_{pe} jen pro příčný vítr, proto byla pro podélný vítr použita analogie se sedlovou střechou

STRANA:

25

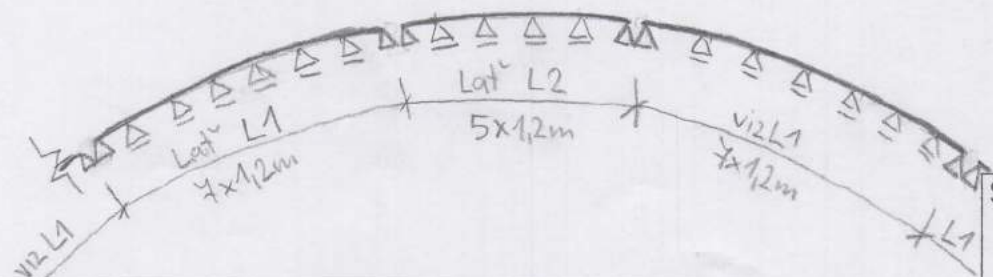
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

7) NÁVRH A POSOUZENÍ LAŤOVÁNÍ POD OSB DESKOU

Material: konstrukční dřevo KVH třída C24
Zatížení na laťování

STĚLA PLOŠNÁ	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Ti-Zn krytina	0,06		0,081
separační rchož	0,004		0,006
asfaltový pás	0,05	1,35	0,068
FOAMGLAS tl 260mm	0,30		0,41
asfaltový nátěr	0,03		0,041
OSB deska tl 25mm	0,16		0,216
CELKEM	0,61		0,83
STĚLA LINIOVÁ	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
vl tíha latí (odhad 60/80) $4,7 \times 0,06 \times 0,08$	0,023	1,35	0,031
PROMĚNNÁ PLOŠNÁ	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
zatížení sněhem - nenavátým	0,56		0,84
zatížení sněhem - navátým a)	0,84		1,26
zatížení sněhem navátým b)	0,42	1,5	0,63
zatížení sněhem - navátým c)	0,21		0,32
užitné - údržba a opravy	0,75		1,13
zatížení větrem	-0,9		-1,35
PROMĚNNÁ OSAMĚLÁ BŘEMENA	q_k [kN]	γ_Q	q_d [kN]
užitné - údržba a opravy	1,0	1,5	1,5

Statické schéma konstrukce
- osová vzdálenost vaznic 1,2m



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Zatížení na latování začínající do modelu

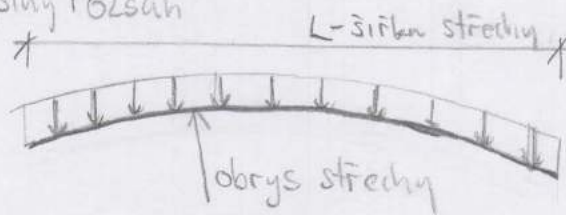
$E_d \times z.š.$

$z.š. = 0,627 \text{ m}$

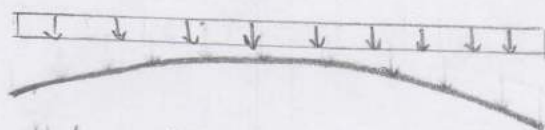
zatížení		limové zatížení [kN/m]
stále plošné	$0,83 \times z.š.$	0,52
nemavý sníh	$0,84 \times z.š.$	0,527
navýšený sníh	a) $1,26 \times z.š.$	0,79
	b) $0,63 \times z.š.$	0,395
	c) $0,32 \times z.š.$	0,2
užitné	$1,13 \times z.š.$	0,71

Zadávání zatížení

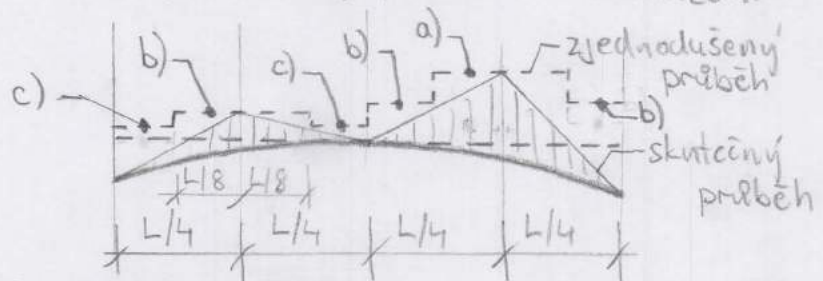
- stále - plný rozsah



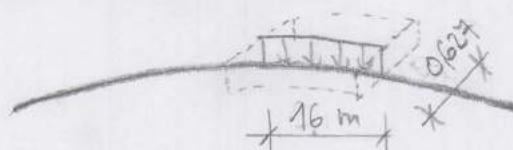
- sníh - nemavý - plný rozsah



- sníh navýšený - skutečný průběh a nahrazení



- užitné



- působení na ploše cca 10 m^2

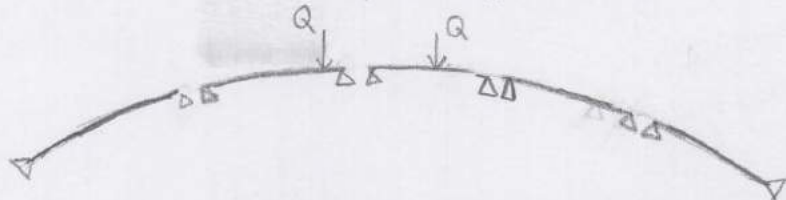
STRANA:

24

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

- užitné osamělé břemeno

- zadáno do krajních polí spojitých nosníků
(nejnepříznivější účinek)

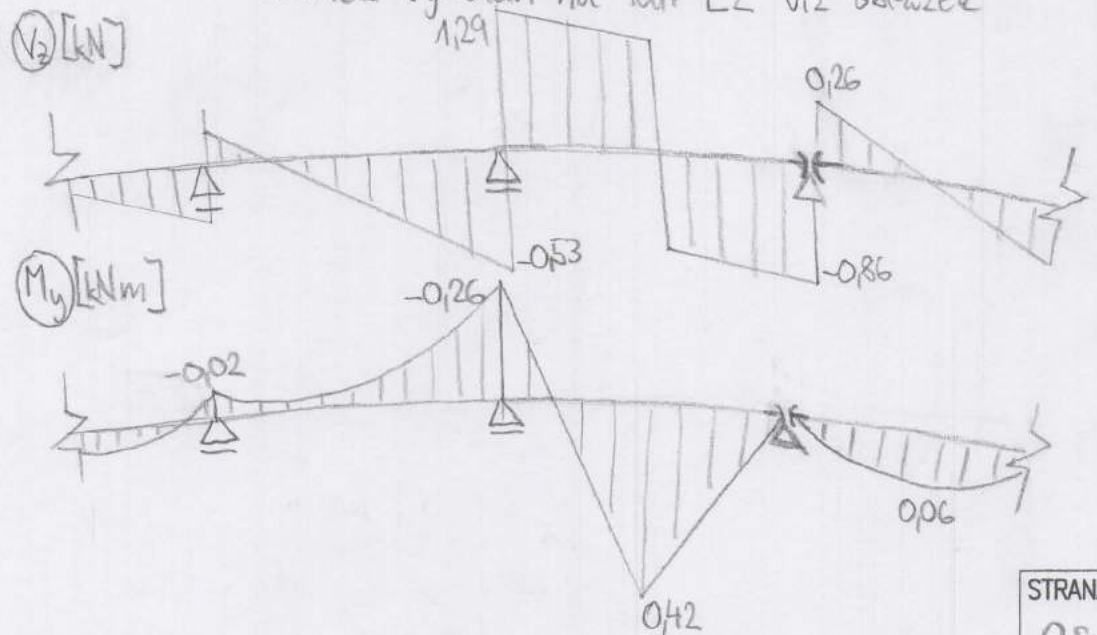


Uvažované kombinace zatížení

Pozn.: zatížení větrem není uvažováno. Nepatrně by působilo sání větru, k latí je však šroubováno střešní OSB desku → klopení zanedbáváno

- C01- stálé zatížení + zatížení nenavátým sněhem
- C02- stálé zatížení + zatížení navátým sněhem
- C03- stálé zatížení + užitné plošné zatížení
- C04- stálé zatížení + zatížení osamělým břemenem

→ latě bude navržena a posouzena v MSÚ pro nejnepříznivější kombinaci C04. Největší účinek vyvolán na latě L2 viz obrázek



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Materiálové vlastnosti (převzaty z ČSN EN 338:2010)

třída pevnosti - C24

pevnost v ohybu - $f_{m,p,k} = 24 \text{ MPa}$

tah \parallel s vlákny - $f_{t,p,k} = 14 \text{ MPa}$

tah \perp k vláknům - $f_{t90,k} = 9,4 \text{ MPa}$

tlak \parallel s vlákny - $f_{c0,k} = 21 \text{ MPa}$

tlak \perp k vláknům - $f_{c90,k} = 2,5 \text{ MPa}$

smyk - $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$

moduly pružnosti - $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$

- $E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa}$

- $E_{0,mean} = 0,37 \text{ GPa}$

- $E_{0,05} = 0,69 \text{ GPa}$

Provozní podmínky

- vlhkostní třída 2

- nejkratší zatížení - krátkodobé

$\rightarrow k_{mod} = 0,9$; $k_{def} = 0,8$

Potřebné návrhové materiálové vlastnosti

- $\gamma_M = 1,3$ pro rostlé dřevo (dle ČSN 73 1401)

$$f_{R,d} = k_{mod} \frac{f_{R,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{m,d} = 0,9 \frac{24}{1,3} = 16,6 \text{ MPa}$$

$$f_{t,d} = 0,9 \frac{14}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c0,d} = 0,9 \frac{21}{1,3} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{c90,d} = 0,9 \frac{2,5}{1,3} = 1,73 \text{ MPa}$$

STRANA:

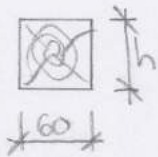
29

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Předpokládaný průřez



Návrh průřezu

$$\frac{M_y}{W_y} \leq f_{m,d}$$

$$W_y \geq \frac{M_y}{f_{m,d}}$$

$$\frac{b \cdot h^2}{6} \geq \frac{M_y}{f_{m,d}}$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6 M_y}{b \cdot f_{m,d}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,42 \cdot 10^6}{60 \cdot 16,6}} = 50,3 \text{ mm}$$

NAVRH LAŤ 60/60

Posouzení lať v MSÚ

-ohyb

průřezový modul

$$W_y = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} 60 \cdot 60^2 = 36000 \text{ mm}^3$$

maximální napětí v průřezu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{0,42 \cdot 10^6}{36 \cdot 10^3} = 11,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = 11,67 \text{ MPa} < f_{m,d} = 16,6 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

-smyk

maximální smykové napětí

$$\tau_{vz} = \frac{3 \cdot V_z}{2 \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 1,29 \cdot 10^3}{2 \cdot 60 \cdot 60} = 0,54 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = 0,54 \text{ MPa} < f_{vd} = 2,47 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

STRANA:

30

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

Posouzení latě v MSP

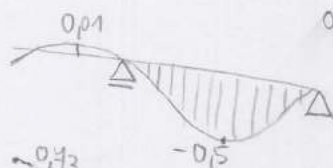
- posouzení bude vycházet z latě o 5 polích, pro výpočet průhybu bylo využito programu SCIA ENGINEER
- zadávaná zatížení (posouzená je kombinace CO4) stále zatížení

$$g_k' = g_k \cdot z_s + v_l \cdot t_{ha} = 0,61 \cdot 0,627 + 0,06^2 \cdot 4,7 = 0,4 \text{ kN/m}$$

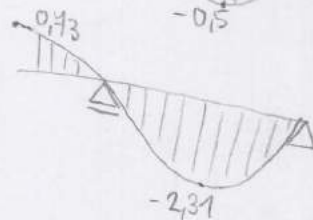
osamělé břemeno

$$Q_k = 1,0 \text{ kN}$$

okamžité průhyby (získané ze softwaru)



$$w_{inst}^g = 0,5 \text{ mm}$$



$$w_{inst}^Q = 2,31 \text{ mm}$$

posouzení okamžitého průhybu

$$w_{inst} \leq w_{max} = \frac{L}{300} = \frac{1200}{300} = 4 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_{inst}^g + w_{inst}^Q = 0,5 + 2,31 = 2,81 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 2,81 \text{ mm} < w_{max} = 4 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

konečné průhyby

- kombináční součinitel $\psi_2 = 0$ pro užitné zatížení kategorie H (plovárny, pro zatížení sněhem a větrem); $k_{def} = 0,8$

$$w_{fin}^g = w_{inst}^g (1 + k_{def}) = 0,5 (1 + 0,8) = 0,9 \text{ mm}$$

$$w_{fin}^Q = w_{inst}^Q (1 + \psi_2 k_{def}) = 2,81 (1 + 0,0 \cdot 0,8) = 2,81 \text{ mm}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

posouzení konečného průhybu

$$w_{fin} \leq w_{max} = \frac{L}{200} = \frac{1200}{200} = 6 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{fin}^g + w_{fin}^q = 0,9 + 2,81 = 3,71 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 3,71 \text{ mm} < w_{max} = 6 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NAVRŽENÁ LAŤ 60/60 mm VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

8) NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNIC STŘEŠNÍHO PLAŠTĚ

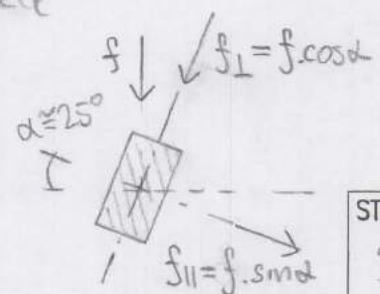
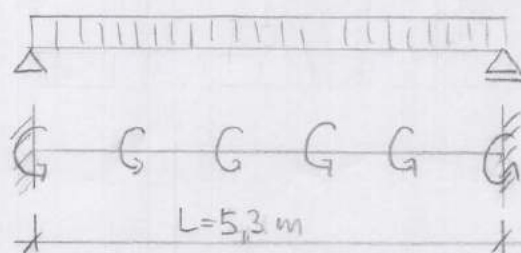
Material: rostlé dřevo C24, KVH profil, viz latě
Zatížení na vaznice:

STĚLA' PLOŠNÁ'	q_k [kN/m ²]	γ_G	q_d [kN/m ²]
skladba střechy (viz str	0,61	1,35	0,83
STĚLA' LINIOVÁ'	q_k [kN/m]	γ_G	q_d [kN/m]
latování 60/60 0,06 × 0,06 × 4,7	0,023	1,35	0,031
vl. tlouč. (odhad 140/220) 0,14 × 0,22 × 4,7	0,15		0,21
PROMĚNNÁ' PLOŠNÁ'	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
zatížení sněhem - navátým	0,84	1,5	1,26
užitné' - údržba a opravy	0,75		1,13
zatížení větrem	-0,83		-1,25
PROMĚNNÁ' OSAMĚLÁ' BŘEMENA	Q_k [kN]	γ_Q	Q_d [kN]
užitné' - údržba a opravy	1,0	1,5	1,5

Pozn

- zatížení sněhem je zjednodušeno na zatížení navátým sněhem, výpočet bude na straně bezpečnosti
- zatížení užitné plošné bude zanedbáno vzhledem k nižší hodnotě než zatížení sněhem
- plošná zatížení budou zjednodušena zadaná jako spojitá, když ve skutečnosti jsou vnášeny přes latování (v osové vzdálenosti 627mm)

Statické schéma konstrukce



zaděžovací
šířku $z_3 = 1,2 \text{ m}$
 $\cos 25^\circ = 0,906$
 $\sin 25^\circ = 0,423$

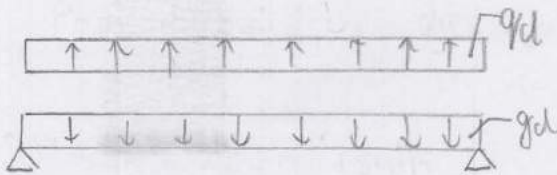
STRANA:

33

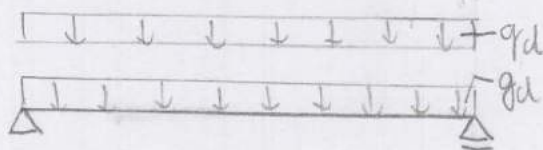
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

Uvažované kombinace

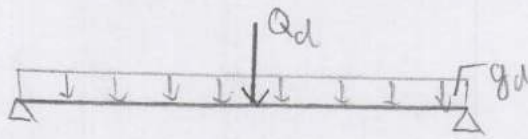
C01 - stálé zatížení + vítr



C02 - stálé zatížení + sníh



C03 - stálé zatížení + osamělé břemeno



Výpočtová zatížení

převod zatížení od latí na liniové (os. vzd. 627mm)

$$g_{kl} = (g_k \cdot z_s) / o_v = (0,023 \cdot 1,2) / 0,627 = 0,044 \text{ kN/m}$$

$$g_{dl} = g_{kl} \cdot \gamma_g = 0,044 \cdot 1,35 = 0,06 \text{ kN/m}$$

převod plošných zatížení na liniová

$$f_l = f \cdot z_s$$

Zatížení	$f_k [\text{kN/m}^2]$	$f_d [\text{kN/m}^2]$	$z_s [\text{m}]$	$f_l' [\text{kN/m}]$	$f_l'' [\text{kN/m}]$
střešní plášť	0,61	0,83	1,2	0,73	1,0
sníh	0,84	1,26	1,2	1,0	1,52
vítr	-0,83	-1,25		-0,99	-1,5

rozklad zatížení do směrů hlavních os

$$f_I = f \cos 25^\circ, f_{II} = f \sin 25^\circ$$

druh zatížení	f_k / F_k	f_d / F_d	CHARAKTERISTICKÉ		NÁVRHOVÉ		
			I	II	I	II	
skladba střechy	0,73	1,0	0,662	0,31	0,91	0,423	kN/m
latě	0,044	0,06	0,04	0,02	0,055	0,03	kN/m
vl.tíha	0,15	0,21	0,136	0,064	0,19	0,09	kN/m
sníh	1,0	1,52	0,91	0,423	1,38	0,65	kN/m
osamělé břemeno	1,0	1,5	0,91	0,423	1,38	0,64	kN

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

výsledná zatížení

stále $g_{kL} = 0,662 + 0,04 + 0,136 = 0,84 \text{ kN/m}$
 $g_{kII} = 0,31 + 0,02 + 0,064 = 0,4 \text{ kN/m}$
 $g_{dL} = 0,91 + 0,055 + 0,19 = 1,155 \text{ kN/m}$
 $g_{dII} = 0,423 + 0,03 + 0,09 = 0,543 \text{ kN/m}$

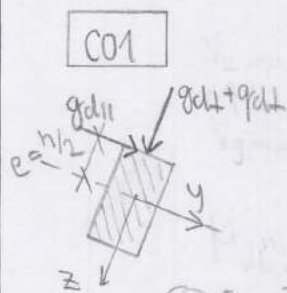
užítne $q_{kL} = 0,91 \text{ kN/m}$
 $q_{kII} = 0,423 \text{ kN/m}$
 $q_{dL} = 1,38 \text{ kN/m}$
 $q_{dII} = 0,65 \text{ kN/m}$

$Q_{kL} = 0,91 \text{ kN}$
 $Q_{kII} = 0,423 \text{ kN}$
 $Q_{dL} = 1,38 \text{ kN}$
 $Q_{dII} = 0,64 \text{ kN}$

v'vr $q_{kL} = -0,99 \text{ kN/m}$
 $q_{dL} = -1,5 \text{ kN/m}$

Vnitřní síly na konstrukci

posouvající síly

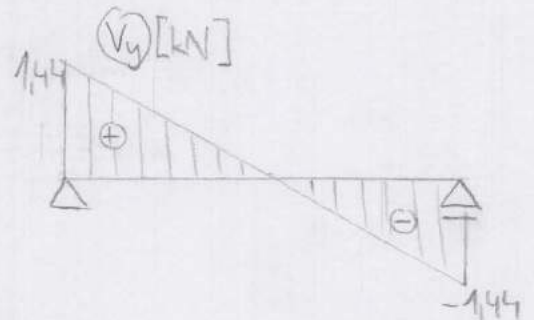
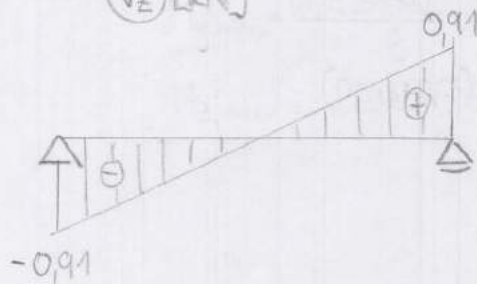


$$V_{z \max} = \left| \frac{(g_{dL} + q_{dL}) \cdot L}{2} \right| = \left| \frac{(1,155 - 1,5) \cdot 5,3}{2} \right| = 0,91 \text{ kN}$$

$$V_{y \max} = \frac{g_{dII} \cdot L}{2} = \frac{0,543 \cdot 5,3}{2} = 1,44 \text{ kN}$$

V_z [kN]

V_y [kN]



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

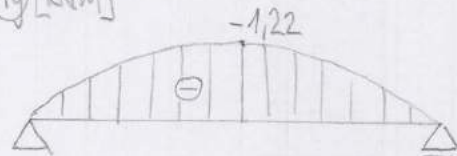
FSV

Ohybové momenty

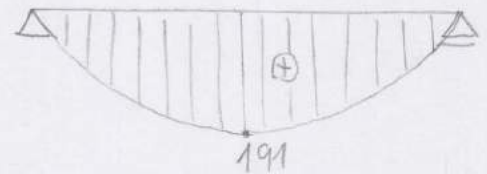
$$M_{y\max} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) L^2}{8} = \frac{(1,55 - 1,5) 5,3^2}{8} = -1,22 \text{ kNm}$$

$$M_{z\max} = \frac{g_{dl} L^2}{8} = \frac{0,543 \cdot 5,3^2}{8} = 1,91 \text{ kNm}$$

M_y [kNm]



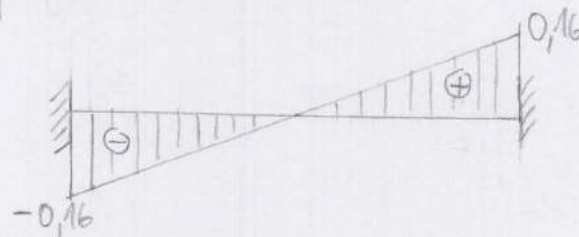
M_z [kNm]



Krouticí momenty

$$M_{x\max} = \frac{g_{dl} \cdot L \cdot e}{2} = \frac{0,543 \cdot 5,3 \cdot \frac{0,22}{2}}{2} = 0,16 \text{ kNm}$$

M_x [kNm]



NÁZEV PRÁCE:

VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA

AK. ROK:

2016/2017

DRUH PRÁCE:

DIPLOMOVÁ

INSTITUTE:

České vysoké učení technické v Praze

KATEDRA:

K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VEDOUCÍ PRÁCE:

doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

AUTOR PRÁCE:

Bc. Michal Moravec

ČVUT

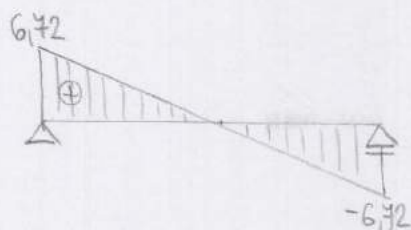
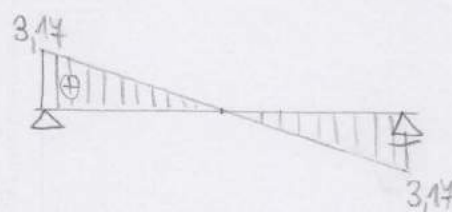
FSv

C02

posouvající síly

$$V_{zmax} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) \cdot L}{2} = \frac{(1,155 + 1,38) \cdot 5,3}{2} = 6,72 \text{ kN}$$

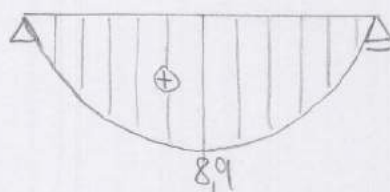
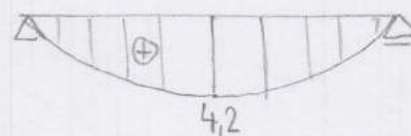
$$V_{ymax} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) \cdot L}{2} = \frac{(0,543 + 0,65) \cdot 5,3}{2} = 3,14 \text{ kN}$$

 V_z [kN] V_y [kN]

ohybové momenty

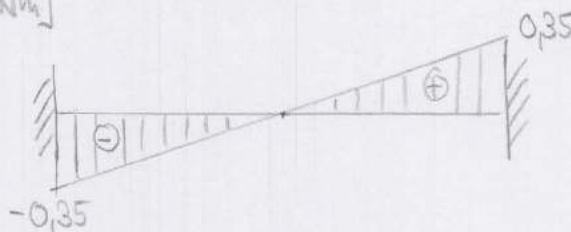
$$M_{ymax} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) \cdot L^2}{8} = \frac{(1,155 + 1,38) \cdot 5,3^2}{8} = 8,9 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) \cdot L^2}{8} = \frac{(0,543 + 0,65) \cdot 5,3^2}{8} = 4,2 \text{ kNm}$$

 M_y [kNm] M_z [kNm]

kroučící momenty

$$M_{xmax} = \frac{(g_{dl} + q_{dl}) \cdot L \cdot e}{2} = \frac{(0,543 + 0,65) \cdot 5,3 \cdot 0,11}{2} = 0,35 \text{ kNm}$$

 M_x [kNm]

STRANA:

34

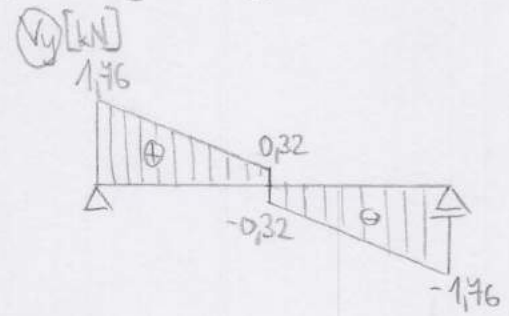
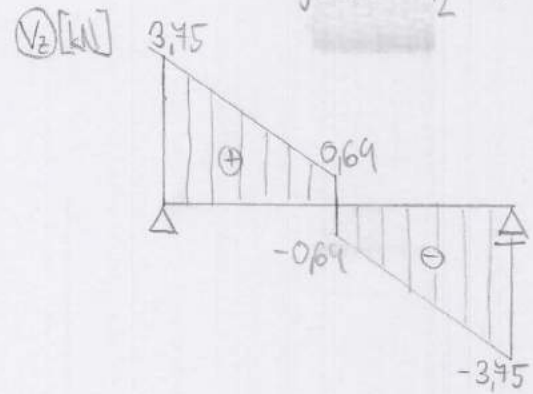
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

C03

posouvající síly

$$V_{zmax} = \frac{g_{dL} \cdot L}{2} + \frac{Q_{dL}}{2} = \frac{1,155 \cdot 5,3}{2} + \frac{1,38}{2} = 3,75 \text{ kN}$$

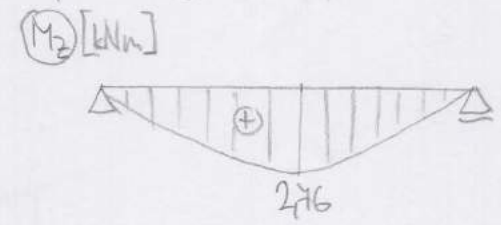
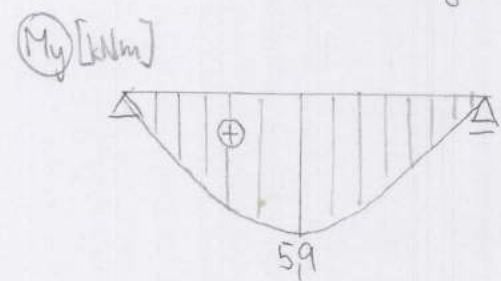
$$V_{ymax} = \frac{g_{dII} \cdot L}{2} + \frac{Q_{dII}}{2} = \frac{0,543 \cdot 5,3}{2} + \frac{0,64}{2} = 1,76 \text{ kN}$$



ohybové momenty

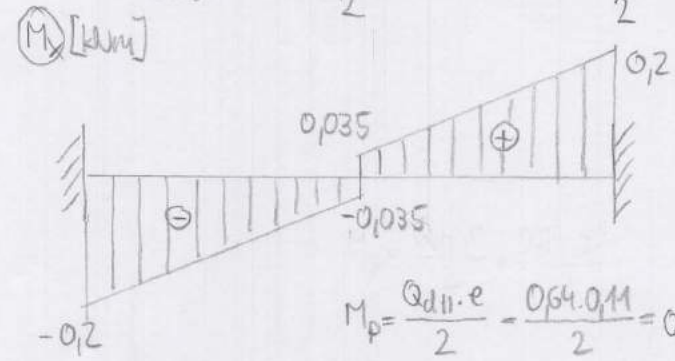
$$M_{ymax} = \frac{g_{dL} \cdot L^2}{8} + \frac{Q_{dL} \cdot L}{4} = \frac{1,155 \cdot 5,3^2}{8} + \frac{1,38 \cdot 5,3}{4} = 5,9 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = \frac{g_{dII} \cdot L^2}{8} + \frac{Q_{dII} \cdot L}{4} = \frac{0,543 \cdot 5,3^2}{8} + \frac{0,64 \cdot 5,3}{4} = 2,76 \text{ kNm}$$



kratčící momenty

$$M_{xmax} = \frac{(g_{dII} \cdot L + Q_{dII}) \cdot e}{2} = \frac{(0,543 \cdot 5,3 + 0,64) \cdot 0,11}{2} = 0,2 \text{ kNm}$$



$$M_p = \frac{Q_{dII} \cdot e}{2} = \frac{0,64 \cdot 0,11}{2} = 0,035 \text{ kNm}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

→ NEJNEPŘÍZNIVĚJŠÍ JE KOMBINACE CO2, ZAŘOVEN
S NÍ BUDE PROVEDEN STABILITNÍ POSUDEK
S UVAŽENÍM KLOPENÍ PRO KOMBINACI CO1
(OVĚŘENÍ MOMENTOVÉ ÚNOSNOSTI)

Předběžný návrh profilu vaznice (kombinace CO2)

- ohyb - návrh vychází konzervativně
z řešení následující rovnice
(bude zvolena šířka $b = 140 \text{ mm}$)

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

$$\frac{M_{y,Ed}}{W_y f_{m,y,d}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_z f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{6 \cdot M_{y,Ed}}{b h^2 f_{m,y,d}} + \frac{6 \cdot M_{z,Ed}}{b^2 h f_{m,z,d}} \leq 1$$

řešeno pomocí řešitele v MS excel

pro $b = 140 \text{ mm}$ vychází $h \geq 195,2 \text{ mm}$

- smyk - obdobně jak ohyb, jen z následující rovnice

$$\sqrt{V_z^2 + V_y^2} \leq f_{v,d}$$

$$\sqrt{\left(\frac{3V_z}{2bh}\right)^2 + \left(\frac{3V_y}{2bh}\right)^2} \leq f_{v,d}$$

$$\frac{3}{2bh} \cdot \sqrt{V_z^2 + V_y^2} \leq f_{v,d}$$

$$h \geq \frac{3 \cdot \sqrt{V_z^2 + V_y^2}}{2 \cdot b \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot \sqrt{6720^2 + 3170^2}}{2 \cdot 140 \cdot 277} = 28,8 \text{ mm}$$

$$M_{y,Ed} = 8,9 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 4,2 \text{ kNm}$$

$$f_{m,d} = 16,6 \text{ MPa}$$

$$V_z = 6,72 \text{ kN}$$

$$V_y = 3,17 \text{ kN}$$

$$f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

-MSP - předběžný návrh proveden na kritérium pro okamžitý průhyb od celového zatížení $w_{max} = \frac{L}{300} = \frac{5300}{300} = 17,66 \text{ mm}$

$$\sqrt{w_x^2 + w_y^2} \leq w_{max}$$

$$f_{kI} = g_{kI} + q_{kI} = 0,84 + 0,91 = 1,75 \text{ kN/m}$$

$$f_{kII} = g_{kII} + q_{kII} = 0,4 + 0,423 = 0,823 \text{ kN/m}$$

$$\sqrt{\left(\frac{5 f_{kI} L^4}{384 \cdot E_{o,mean} \cdot I_y}\right)^2 + \left(\frac{5 f_{kII} L^4}{384 \cdot E_{o,mean} \cdot I_z}\right)^2} \leq w_{max}$$

$$\sqrt{\left(\frac{12,5 f_{kI} L^4}{384 \cdot E_{o,mean} \cdot b \cdot h^3}\right)^2 + \left(\frac{12,5 f_{kII} L^4}{384 \cdot E_{o,mean} \cdot b^3 \cdot h}\right)^2} \leq w_{max}$$

pro $L = 5300 \text{ mm}$

$$f_{kI} = 1,75 \text{ kN/m}$$

$$f_{kII} = 0,823 \text{ kN/m}$$

$$E_{o,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$w_{max} = 17,66 \text{ mm}$$

vychází pomocí řešitele v MS excel $h \geq 236,97 \text{ mm}$

NÁVRH PROFILU VAZNICE 140/240 mm

- Pozn - reálnost rozměru ověřena (např. dodávka od společnosti BIOS s.r.o.)

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Posouzení vaznice v MSÚ

- dvojosý ohyb - kombinace CO2
průřezové charakteristiky

$$W_y = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} 140 \cdot 240^2 = 1,344 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_z = \frac{1}{6} b^2 h = \frac{1}{6} 140^2 \cdot 240 = 0,784 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

ohybová napětí

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{89 \cdot 10^6}{1,344 \cdot 10^6} = 6,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{4,2 \cdot 10^6}{0,784 \cdot 10^6} = 5,36 \text{ MPa}$$

podmínky spolehlivosti

$$1) \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{red} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{6,63}{16,6} + 0,7 \frac{5,36}{16,6} = 0,625 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVUJE}}}$$

$$2) k_{red} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,7 \frac{6,63}{16,6} + \frac{5,36}{16,6} = 0,602 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVUJE}}}$$

$k_{red} = 0,7$
pro obdélníkový
průřez dle
ČSN EN 1995-1-1

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- dvojosý ohyb s vlivem klopení - kombinace C01
účinná délka nosníku → ČSN EN 1995-1-1, tab. 6.1

→ pro prostý nosník se spojitým zatížením
při tažené straně.

$$l_{ef} = 0,9 \cdot l - 0,5h = 0,9 \cdot 5300 - 0,5 \cdot 240 = 4650 \text{ mm}$$

kritické napětí v ohybu - pro celistvý obdélníkový
průřez z jehličnatých
dřevin (ČSN EN 1995-1-1,
kap 6.3.3, vztah (6.32))

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 140^2}{240 \cdot 4650} \cdot 7400 = 101,37 \text{ MPa}$$

poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{S_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{101,37}} = 0,484$$

součinitel klopení

$$k_{crit} = \begin{cases} 1,0 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

⇒ $k_{crit} = 1,0$ ⇒ nosník není potřeba
posuzovat s ohledem na ztrátu
příčné a torzní stability,
nebude dále posuzován
(dvojosý ohyb posouzen
pro kombinaci C02)

STRANA:

42

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- dvojosý smyk

maximální smykové napětí pro obdélníkový průřez

$$\tau_{z,d} = \frac{3 V_{z,Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 6720}{2 \cdot 140 \cdot 240} = 0,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = \frac{3 V_{y,Ed}}{2 \cdot b h} = \frac{3 \cdot 3170}{2 \cdot 140 \cdot 240} = 0,142 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\tau = \sqrt{\tau_{zd}^2 + \tau_{yd}^2} \leq f_{v,d}$$

$$\tau = \sqrt{0,3^2 + 0,142^2} = 0,332 < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- kroucení

smykové napětí pro obdélníkový průřez

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor,d}}{k_{tor} \cdot h b^2}$$

k_{tor} závisí na poměru h/b

$$\frac{h}{b} = \frac{240}{140} = 1,714 \Rightarrow k_{tor} \approx 0,235$$

$$\tau_{tor,d} = \frac{0,35 \cdot 10^6}{0,235 \cdot 240 \cdot 140^2} = 0,32 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

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

$$k_{shape} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,05 \frac{h}{b} = 1 + 0,05 \frac{240}{140} = 1,08 \\ 1,3 \end{array} \right.$$

$$\tau_{tor,d} = 0,32 \text{ MPa} < 1,08 \cdot 2,77 = 2,99 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

STRANA:

43

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- posouzení interakce smyku a kroucení

$$\frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1$$

$$\frac{0,32}{1,08 \cdot 2,77} + \left(\frac{0,142}{2,77} \right)^2 + \left(\frac{0,3}{2,77} \right)^2 = 0,122 < 1 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Posouzení vaznice v MSP-kombinace CO2
 úprava zatížení vl. tíhou (nárust h o 20 mm)

$$g_k^+ = 0,02 \cdot 0,14 \cdot 4,7 = 0,014 \text{ kN/m}$$

rozklad do složek

$$g_{kI}^+ = g_k^+ \cos 25^\circ = 0,014 \cos 25^\circ = 0,013 \text{ kN/m}$$

$$g_{kII}^+ = g_k^+ \sin 25^\circ = 0,014 \sin 25^\circ = 0,006 \text{ kN/m}$$

nová výpočtová zatížení:

$$\bar{g}_{kI} = g_{kI} + g_{kI}^+ = 0,84 + 0,013 = 0,853 \text{ kN/m}$$

$$\bar{g}_{kII} = g_{kII} + g_{kII}^+ = 0,4 + 0,006 = 0,406 \text{ kN/m}$$

$$q_{kI} = 0,91 \text{ kN/m}$$

$$q_{kII} = 0,423 \text{ kN/m}$$

průřezové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} 140 \cdot 240^3 = 161,28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} b^3 h = \frac{1}{12} 140^3 \cdot 240 = 54,88 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

výpočet okamžitých průhybů

$$E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$$

stálé zatížení

$$\left\{ \begin{aligned} w_{z,inst}^{\bar{g}} &= \frac{5 \cdot \bar{g}_{kI} \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 0,853 \cdot 5300^4}{384 \cdot 11000 \cdot 161,28 \cdot 10^6} = 4,94 \text{ mm} \\ w_{y,inst}^{\bar{g}} &= \frac{5 \cdot \bar{g}_{kII} \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_z} = \frac{5 \cdot 0,406 \cdot 5300^4}{384 \cdot 11000 \cdot 54,88 \cdot 10^6} = 6,91 \text{ mm} \end{aligned} \right.$$

proměnné zatížení

$$\left\{ \begin{aligned} w_{z,inst}^q &= \frac{5 \cdot q_{kI} \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 0,91 \cdot 5300^4}{384 \cdot 11000 \cdot 161,28 \cdot 10^6} = 5,27 \text{ mm} \\ w_{y,inst}^q &= \frac{5 \cdot q_{kII} \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_z} = \frac{5 \cdot 0,423 \cdot 5300^4}{384 \cdot 11000 \cdot 54,88 \cdot 10^6} = 7,199 \text{ mm} \end{aligned} \right.$$

$$w_{z,inst} = w_{z,inst}^{\bar{g}} + w_{z,inst}^q = 4,94 + 5,27 = 10,21 \text{ mm}$$

$$w_{y,inst} = w_{y,inst}^{\bar{g}} + w_{y,inst}^q = 6,91 + 7,199 = 14,109 \text{ mm}$$

STRANA:

45

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

posouzení okamžitého průhybu

$$w_{inst} \leq w_{max} = \frac{L}{200} = \frac{5300}{200} = 26,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = \sqrt{w_{z,inst}^2 + w_{y,inst}^2} = \sqrt{10,21^2 + 14,10^2} = 17,42 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 17,42 \text{ mm} < w_{max} = 26,5 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

výpočet konečných průhybů

- kombinací součinitel ψ_2 pro zatížení sněhem - $\psi_2 = 0$ ($\psi_2 = 0$ platí i pro užitné zatížení v kategorii H a také pro zatížení větrem)

- součinitel $k_{def} = 0,8$

stálé zatížení

$$\begin{cases} w_{z,fin}^{\bar{q}} = w_{z,inst}^{\bar{q}} \cdot (1 + k_{def}) = 4,94 \cdot (1 + 0,8) = 8,892 \text{ mm} \\ w_{y,fin}^{\bar{q}} = w_{y,inst}^{\bar{q}} \cdot (1 + k_{def}) = 6,91 \cdot (1 + 0,8) = 12,438 \text{ mm} \end{cases}$$

proměnné zatížení

$$\begin{cases} w_{z,fin}^q = w_{z,inst}^q \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 5,24 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 5,24 \text{ mm} \\ w_{y,fin}^q = w_{y,inst}^q \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 4,199 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 4,199 \text{ mm} \end{cases}$$

$$w_{z,fin} = w_{z,fin}^{\bar{q}} + w_{z,fin}^q = 8,892 + 5,24 = 14,132 \text{ mm}$$

$$w_{y,fin} = w_{y,fin}^{\bar{q}} + w_{y,fin}^q = 12,438 + 4,199 = 16,637 \text{ mm}$$

posouzení konečného průhybu

$$w_{fin} \leq w_{max} = \frac{L}{200} = \frac{5300}{200} = 26,5 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = \sqrt{w_{z,fin}^2 + w_{y,fin}^2} = \sqrt{14,132^2 + 16,637^2} = 21,81 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 21,81 \text{ mm} < w_{max} = 26,5 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

NAVRŽENA VAZNICE 140/240 mm VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

9) NÁVRH A POSOUZENÍ STŘEŠNÍ OSB DESKY (přístavky)

Material: desky OSB/3

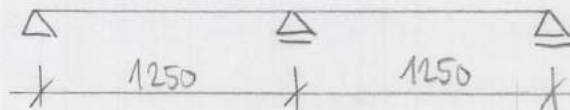
Zatížení na střešní desku:

ČSN 73 14 02

STÁLÁ PLOŠNÁ	q_k [kN/m ²]	γ_G	q_d [kN/m ²]
fólie mPVC	0,022		0,03
FILTEK V	0,0012		0,0016
EPS 200S (H 285 mm)	0,086	1,35	0,12
2x asfaltový pás	0,04		0,1
deska OSB/3 (odhad 25 mm)	0,16		0,216
CELKEM	0,34		0,44
PROMĚNNÁ PLOŠNÁ	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
zatížení sněhem	0,56		0,84
zatížení větrem	-0,9	1,5	-1,35
užitné zatížení - údržba, opravy	0,75		1,13
PROMĚNNÁ OSAMELÁ BŘEMENA	Q_k [kN]	γ_Q	Q_d [kN]
užitné zatížení - údržba, opravy	1,0	1,5	1,5

Statické schéma konstrukce:

- uvažováno maximální rozpětí



STRANA:

44

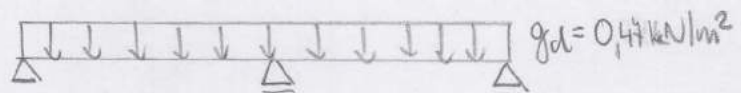
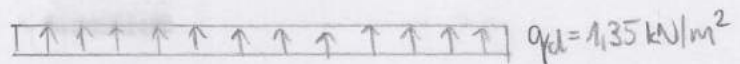
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DREVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

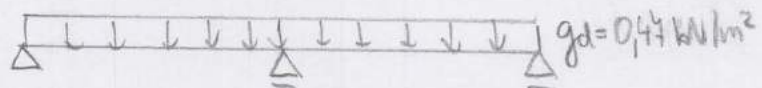
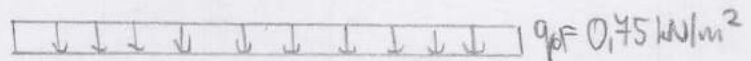
FSV

Uvažování kombinace zatížení:

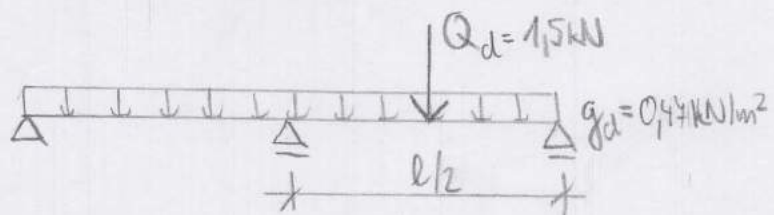
C01 - stálé zatížení + vítr



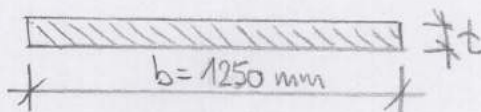
C02 - stálé zatížení + užité plošné



C03 - stálé zatížení + užité osamělé břemeno



Uvažovaný průřez



⇒ zatěžovací šířka uvažována na plochu šířku desky kvůli osamělému břemenu

Zadávané zatížení - z.š. = 1,25 m

	plošné zatížení $[\text{kN/m}^2]$	převod na lineové zatížení $q'_d [\text{kN/m}]$
vítr	1,35	$1,35 \times 1,25 = 1,69$
užité	0,75	$0,75 \times 1,25 = 0,94$
stále	0,47	$0,47 \times 1,25 = 0,59$

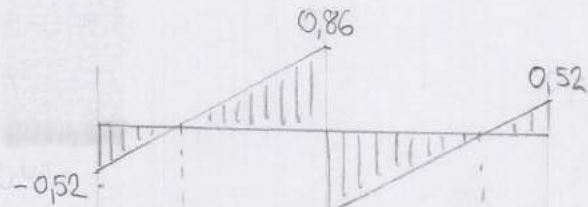
STRANA:

48

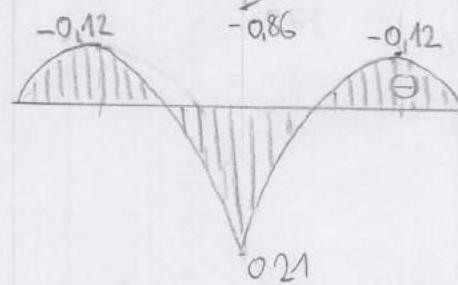
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

Výsledky vnitřních sil pro jednotlivé kombinace:

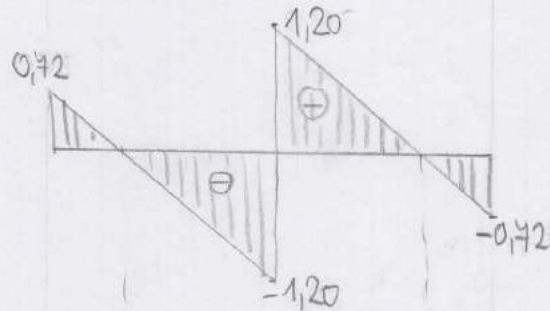
C01- V_z [kN]



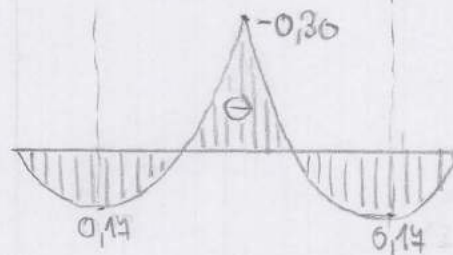
C01- M_y [kNm]



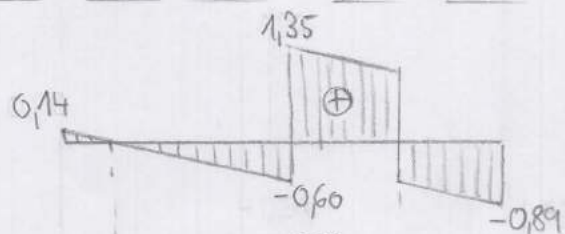
C02- V_z [kN]



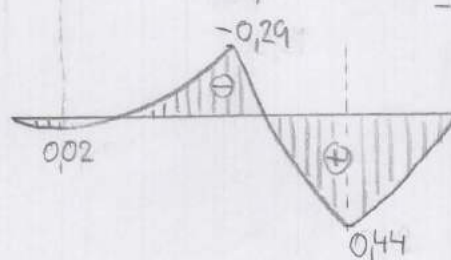
C02- M_y [kNm]



C03- V_z [kN]



C03- M_y [kNm]



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DREVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

→ OSB deska bude navržena a posouzena na kombinaci C03

Materialové vlastnosti (převzaty z EN 12369-1)

pevnost	tl 8-10mm	tl 10-18mm	tl 18-25mm	jednotka
ohyb $f_{m,p,k}$	18	16,4	14,8	N/mm ²
tah $f_{t,p,k}$	9,9	9,4	9,0	N/mm ²
tlak $f_{c,p,k}$	15,9	15,4	14,8	N/mm ²
smyk kolmo k desce f_v	6,8	6,8	6,8	N/mm ²

Provozní podmínky:

- vlhkostní třída 2
- nejkratší zatížení - krátkodobé

→ k_{mod} a k_{def} dle ČSN EN 1995-1-1 pro třídu provozu 2 a krátkodobé zatížení

$$k_{mod} = 0,4 ; k_{def} = 2,25$$

Návrhové materialové vlastnosti:

- $\gamma_{M1} = 1,2$ pro OSB desky (dle ČSN 73 1702)

obecně

$$R_d = k_{mod} \frac{R_k}{\gamma_{M1}}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,p,k}}{\gamma_{M1}}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,p,k}}{\gamma_{M1}}$$

pevnost	tl 8-10mm	tl 10-18mm	tl 18-25mm	jedn
$f_{m,d}$	10,5	9,56	8,63	MPa
$f_{v,d}$	3,96	3,96	3,96	MPa

STRANA:

50

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DREVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

$$W = \frac{bt^2}{6}$$

Minimální potřebná tloušťka:

$$\frac{M_{ed}}{W} \leq f_{m,d}$$

$$W \geq \frac{M_{ed}}{f_{m,d}}$$

$$\frac{bt^2}{6} \geq \frac{M_{ed}}{f_{m,d}}$$

$$t \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{ed}}{b \cdot f_{m,d}}}$$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{ed}}{b \cdot f_{m,d}}}$$

- pro tl. 8-10 mm, $f_{m,d} = 10,5 \text{ MPa}$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,44 \cdot 10^6}{1250 \cdot 10,5}} = 14,2 \text{ mm}$$

$8 \text{ mm} < 10 \text{ mm} < t_{min} = 14,2 \text{ mm}$ NELZE

POUŽÍT $f_{m,d} = 10,5 \text{ MPa}$

- pro tl. 10-18 mm, $f_{m,d} = 9,56 \text{ MPa}$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,44 \cdot 10^6}{1250 \cdot 9,56}} = 14,87 \text{ mm}$$

$10 \text{ mm} < t_{min} = 14,87 \text{ mm} < 18 \text{ mm}$ STAČILA BY

OSB 15 mm, NAVRŽENA BUDE

ALE TL. 18 mm, PRO TU Ů NEPLATÍ

$f_{m,d} = 9,56 \text{ MPa}$

- pro tl. 18-25 mm, $f_{m,d} = 8,63 \text{ MPa}$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,44 \cdot 10^6}{1250 \cdot 8,63}} = 15,65 \text{ mm}$$

NÁVRH OSB/3 tl. 18 mm

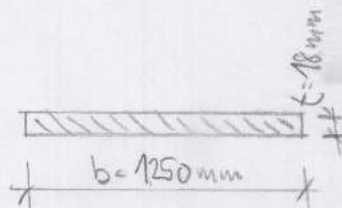
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení navržené desky v MSÚ

- ohyb



$$M_{Ed} = 0,44 \text{ kNm}$$

průřezový modul

$$W = \frac{1}{6} b \cdot t^2 = \frac{1}{6} 1250 \cdot 18^2 = 64500 \text{ mm}^3$$

maximální napětí v průřezu

$$\sigma_{m,p,d} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{0,44 \cdot 10^6}{64500} = 6,52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,p,d} = 6,52 \text{ MPa} < f_{m,p,d} = 8,63 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

- smyk

statický moment průřezu (maximální)

$$S_y = b \cdot \frac{t}{2} \cdot \frac{t}{4} = \frac{b \cdot t^2}{8}$$

moment setrvačnosti průřezu

$$I_y = \frac{1}{12} b \cdot t^3$$

smykové napětí

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{V_z \cdot S_y}{I_y \cdot b} = \frac{V_z \cdot \frac{b \cdot t^2}{8}}{\frac{b \cdot t^3}{12} \cdot b} = \frac{3 \cdot V_z}{2 \cdot b \cdot t}$$

$$V_z = 1,35 \text{ kN}$$

$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot V_z}{2 \cdot b \cdot t} = \frac{3 \cdot 1,35 \cdot 10^3}{2 \cdot 1250 \cdot 18} = 0,09 \text{ MPa}$$

$$\tau_{max} = 0,09 \text{ MPa} < f_{v,d} = 3,96 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

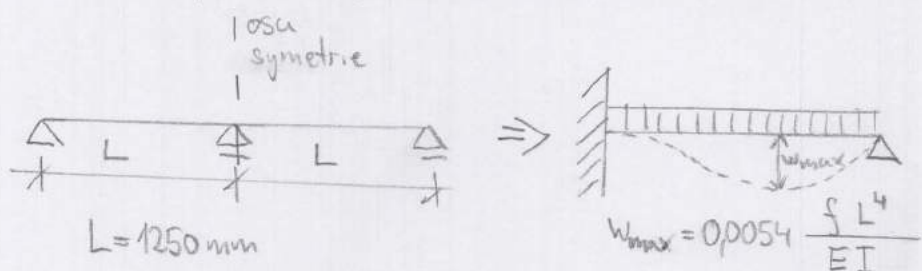
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení navržené desky v MSP

- okamžité průhyby budou spočteny pro jednotlivé zatěžovací stavy na principu superpozice. Průhyb spjatého nosníku o dvou polích s rovnoměrným zatížením bude spočten zjednodušeně následovně:



- průhyb budou spočteny z charakteristických hodnot zatížení

zatížení	charakteristická hodnota	z.š.:	výpočtová hodnota
stálé	$g_k = 0,34 \text{ kN/m}^2$	1,25m	0,425 kN/m
vítr	$q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$	1,25m	1,125 kN/m
užitné	$q_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$	1,25m	0,94 kN/m
	$Q_k = 1,0 \text{ kN}$	-	1,0 kN

- průřezové a materiálové charakteristiky

$$I_y = \frac{1}{12} b t^3 = \frac{1}{12} 1250 \cdot 18^3 = 607500 \text{ mm}^4$$

$$E_{0, \text{mean}} = 4930 \text{ MPa}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- průhyb od zatížení stálého

$$w_{inst}^g = 0,0054 \frac{0,425 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 604500} = 1,87 \text{ mm}$$



- průhyb od zatížení větrem

$$w_{inst}^v = 0,0054 \frac{1,125 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 604500} = 4,95 \text{ mm}$$



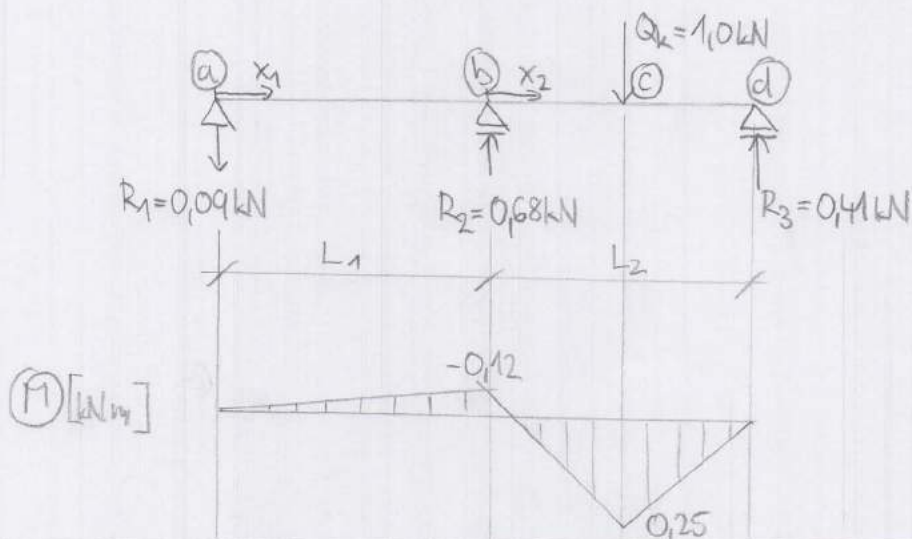
- průhyb od zatížení užitečného - plošného

$$w_{inst}^u = 0,0054 \frac{0,914 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 604500} = 4,14 \text{ mm}$$



- průhyb od zatížení užitečného - osamělé břemeno

⇒ nesymetrické zatížení ⇒ pro výpočet průhybu budou využity hodnoty reakcí dle SCIA ENGINEER a průhyb spočítan integrací funkce pro průběh ohybového momentu



STRANA:

54

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV



$$MEI = w''EI = -R_1 x_1$$

$$\varphi EI = w'EI = -R_1 \frac{x_1^2}{2} + C_1$$

$$wEI = -R_1 \frac{x_1^3}{6} + C_1 x_1 + C_2$$

-okrajové podmínky

$$wEI(0) = 0 \Rightarrow C_2 = 0$$

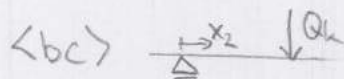
$$wEI(L_1) = 0 \Rightarrow 0 = -\frac{R_1 L_1^3}{6} + C_1 L_1$$

$$C_1 = \frac{R_1 \cdot L_1^2}{6}$$

-výsledné rovnice

$$\varphi EI(x_1) = -R_1 \frac{x_1^2}{2} + R_1 \frac{L_1^2}{6}$$

$$wEI(x_1) = -R_1 \frac{x_1^3}{6} + R_1 \frac{x_1 \cdot L_1^2}{6}$$



$$MEI = w''EI = -R_1(x_2 + L_1) + R_2 \cdot x_2 = x_2(R_2 - R_1) - R_1 L_1$$

$$\varphi EI = w'EI = \frac{x_2^2}{2}(R_2 - R_1) - R_1 L_1 \cdot x_2 + C_1$$

$$wEI = \frac{x_2^3}{6}(R_2 - R_1) - \frac{x_2^2}{2} R_1 L_1 + C_1 x_2 + C_2$$

-okrajové podmínky

$$wEI(0) = 0 \Rightarrow C_2 = 0$$

$$\varphi EI^{<bc>}(0) = \varphi EI^{<ab>}(L_1)$$

$$\Rightarrow 0 - 0 + C_1 = -R_1 \frac{L_1^2}{2} + R_1 \frac{L_1^2}{6}$$

$$C_1 = \frac{-3R_1 L_1^2 + R_1 L_1^2}{6} = -\frac{R_1 \cdot L_1^2}{3}$$

-výsledné rovnice

$$\varphi EI(x_2) = \frac{x_2^2}{2}(R_2 - R_1) - R_1 L_1 x_2 - \frac{R_1 L_1^2}{3}$$

$$wEI(x_2) = \frac{x_2^3}{6}(R_2 - R_1) - \frac{x_2^2}{2} R_1 L_1 - \frac{R_1 x_2 L_1^2}{3}$$

STRANA:

55

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- maximální průhyb na nosníku uvažován pod osamělým břemenem ($x_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{L_1}{2} = \frac{L}{2}$)

$$wEI\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)^3}{6}(R_2 - R_1) - \frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2} R_1 \cdot L - \frac{R_1 \cdot \frac{L}{2} \cdot L^2}{3} =$$

$$= \frac{L^3}{48}(R_2 - R_1) - \frac{L^2}{8} \cdot R_1 L - \frac{R_1 \cdot L \cdot L^2}{6} =$$

$$= \frac{L^3}{48}(R_2 - R_1) - \frac{14 \cdot R_1 L^3}{48} = \frac{L^3}{48}(R_2 - 15R_1)$$

$$w\left(\frac{L}{2}\right) = w_{\max} = \frac{L^3}{48EI}(R_2 - 15R_1)$$

→ dosažení průřezových charakteristik

$$I = \frac{1}{12} b \cdot t^3$$

$$w_{\text{inst}}^{\text{OB}} = \frac{L^3}{48E \cdot \frac{b t^3}{12}}(R_2 - 15R_1) = \frac{L^3}{4E \cdot b t^3}(R_2 - 15R_1) =$$

$$= \frac{1250^3}{4 \cdot 4930 \cdot 1250 \cdot 18^3}(680 - 15 \cdot 90) = -9,1 \text{ mm}$$

$$E = 4930 \text{ MPa}$$

$$b = 1250 \text{ mm}$$

$$t = 18 \text{ mm}$$

$$R_1 = 90 \text{ N}$$

$$R_2 = 680 \text{ N}$$

$$L = 1250 \text{ mm}$$

- posouzení okamžitých průhybů

CO1 - stále + vítr

$$\delta_{\text{inst}} = |w_{\text{inst}}^{\text{q}} - w_{\text{inst}}^{\text{v}}| = |1,87 - 4,95| = 3,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{300} = \frac{1250}{300} = 4,16 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{inst}} = 3,1 \text{ mm} < \delta_{\text{lim}} = 4,16 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

CO2 - stále + užitečné plošné

$$\delta_{\text{inst}} = w_{\text{inst}}^{\text{q}} + w_{\text{inst}}^{\text{u}} = 1,87 + 4,14 = 6,01 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{inst}} = 6,01 \text{ mm} > \delta_{\text{lim}} = 4,16 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{NEVYHOVUJE}}}$$

CO3 - stále + užitečné osamělé břemeno

$$\delta_{\text{inst}} = w_{\text{inst}}^{\text{q}} + w_{\text{inst}}^{\text{OB}} = 1,87 + 9,1 = 10,97 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{inst}} = 10,97 \text{ mm} > \delta_{\text{lim}} = 4,16 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{NEVYHOVUJE}}}$$

STRANA:

56

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

OPRAVNÝ NÁVRH OSB tl. 25mm

→ bude posouzeno již jen v MSP

- opravený moment setrvačnosti

$$I_y = \frac{1}{12} b t^3 = \frac{1}{12} 1250 \cdot 25^3 = 1627604 \text{ mm}^4$$

- průhyby od stálého zatížení

okamžitý

$$w_{inst}^g = 0,0054 \frac{0,425 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 1627604} = 0,698 \text{ mm}$$

konečný

$$w_{fin}^g = w_{inst}^g (1 + k_{def}) = 0,698 \cdot (1 + 2,25) = 2,27 \text{ mm}$$

- průhyby od zatížení větrem ($\psi_2 = 0$)

okamžitý

$$w_{inst}^v = 0,0054 \frac{1,125 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 1627604} = 1,85 \text{ mm}$$

konečný

$$w_{fin}^v = w_{inst}^v (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 1,85 \cdot (1 + 0 \cdot 2,25) = 1,85 \text{ mm}$$

- průhyby od zatížení užitného-plošného ($\psi_2 = 0$)

okamžitý

$$w_{inst}^u = 0,0054 \frac{0,94 \cdot 1250^4}{4930 \cdot 1627604} = 1,55 \text{ mm}$$

konečný

$$w_{fin}^u = w_{inst}^u \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 1,55 \cdot (1 + 0 \cdot 2,25) = 1,55 \text{ mm}$$

STRANA:

57

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- průhyby od zatížení užitečného - osamělé břemeno ($\psi_2 = 0$)
okamžitý

$$w_{inst}^{OB} = \left| \frac{L^3}{4 E b t^3} (R_2 - 1,5 R_1) \right| = \frac{1250^3}{4 \cdot 4930 \cdot 1250 \cdot 25^3 (680 - 1590)} =$$

$$= 3,397 \text{ mm}$$

konečný

$$w_{fin}^{OB} = w_{inst}^{OB} (1 + \psi_2 k_{def}) = 3,397 (1 + 0,225) = 3,397 \text{ mm}$$

- posouzení okamžitých průhybů (nejnepříznivější je kombinace zatížení C03)

$$\delta_{inst} = w_{inst}^g + w_{inst}^{OB} = 0,698 + 3,397 = 4,095 \text{ mm}$$

$$\delta_{inst} = 4,095 \text{ mm} < \delta_{lim} = 4,16 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

- posouzení konečných průhybů (opět jen C03)

$$\delta_{fin} = w_{fin}^g + w_{fin}^{OB} = 2,27 + 3,397 = 5,667 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{1250}{200} = 6,25 \text{ mm}$$

$$\delta_{fin} = 5,667 \text{ mm} < \delta_{lim} = 6,25 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

STŘEŠNÍ DESKA OSB tl 25 mm VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

10) NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉ STROPNICE PŘÍSTAVKY

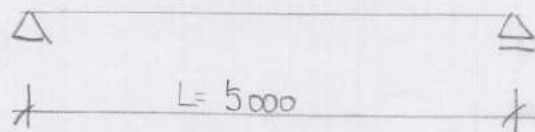
Material: ocel S275

Zatížení na stropnici

STALÁ PLOŠNÁ	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
skladba střechy (viz návrh OSB)	0,34	1,35	0,47
SDK podhled + miner izolace	0,14		0,19
CELKEM	0,48		0,66
STALÁ LINIOVÁ	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
vl.tíha (odhad) / vl.tíha pro zatížení větrem	0,8 / 0,1	1,35	1,08 / 0,13
PROMĚNNÁ PLOŠNÁ	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
zatížení sněhem	0,56		0,84
zatížení větrem	-0,9	1,5	-1,35
užitné zatížení - údržba, opravy	0,45		1,13
PROMĚNNÁ OSAMĚLÁ BŘEMENA	Q_k [kN]	γ_Q	Q_d [kN]
užitné zatížení - údržba, opravy	1,0	1,5	1,5

Statické schéma konstrukce

- osová vzdálenost stropnic 1,25m (maximální)



- zvolena stropnice s maximálním rozpětím

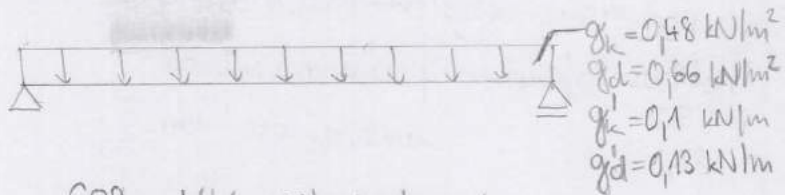
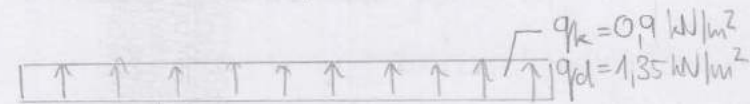
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

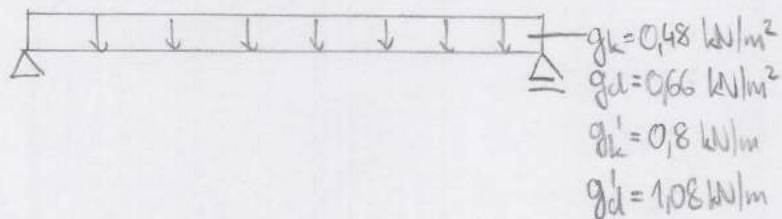
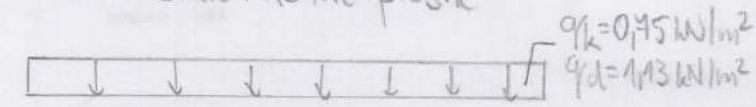
FSv

Uvažování kombinace zatížení

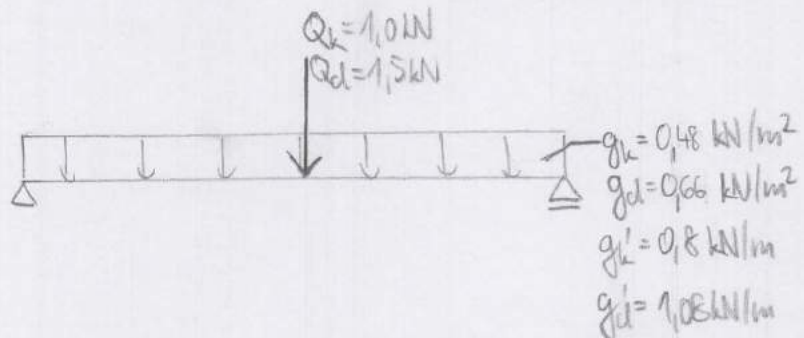
C01 - stálé + vítr



C02 - stálé + užité plošné



C03 - stálé + užité osamělé břemeno



Převod plošného zatížení na lineové

$$f' = f \times z.š.$$

Zatížení	f_k [kN/m ²]	f_d [kN/m ²]	z.š. [m]	f'_k [kN/m]	f'_d [kN/m]
stálé	0,48	0,66		0,60	0,825
užité	0,75	1,13	1,25	0,94	1,42
vítr	0,90	1,35		1,13	1,69

STRANA:

60

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

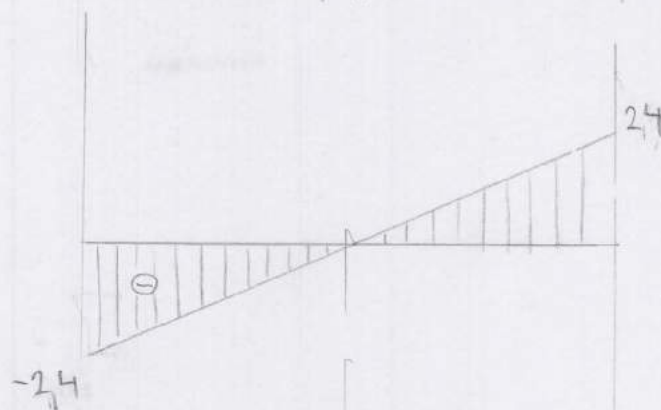
ČVUT

FSv

Vnitřní síly na stropnici

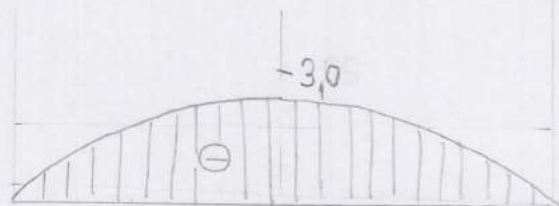
CO1 - V_z [kN]

$$V_{\max} = \left| \frac{(\sum g'_d + q'_d) \cdot L}{2} \right| = \left| \frac{0,60 + 0,13 - 1,69}{2} \cdot 5 \right| = |-2,4| = 2,4 \text{ kN}$$



CO1 - M_y [kNm]

$$M_{\max} = \frac{1}{8} (\sum g'_d + q'_d) L^2 = \frac{1}{8} (0,60 + 0,13 - 1,69) \cdot 5^2 = -3,0 \text{ kNm}$$



→ STROPNICE JE NADZVEDÁNA A SPODNÍ PÁSNICE TLACENA, KLOPENÍ NENÍ BRÁNĚNO, NOSNÍK BUDE POSOUZEN NA OHYB S VLIVEM KLOPENÍ

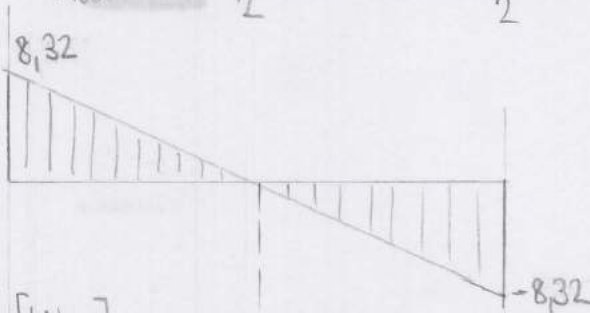
STRANA:

61

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

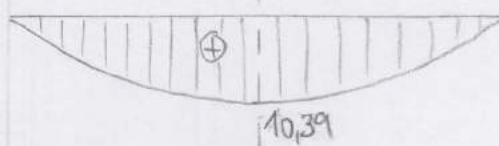
C02 - V_z [kN]

$$V_{max} = \frac{(\sum q'_d + q'_d) L}{2} = \frac{(0,825 + 1,08 + 1,42) 5}{2} = 8,32 \text{ kN}$$



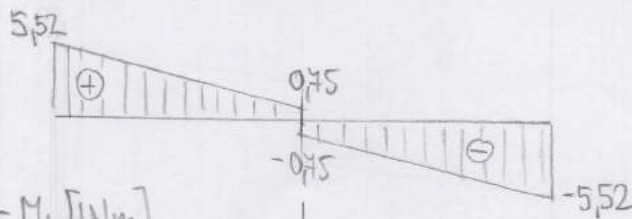
C02 - M_y [kNm]

$$M_{max} = \frac{1}{8} (\sum q'_d + q'_d) L^2 = \frac{1}{8} (0,825 + 1,08 + 1,42) \cdot 5^2 = 10,39 \text{ kNm}$$



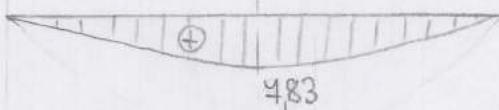
C03 - V_z [kN]

$$V_{max} = \frac{(\sum q'_d) L}{2} + \frac{Q_d}{2} = \frac{(0,825 + 1,08) \cdot 5}{2} + \frac{1,5}{2} = 5,52 \text{ kN}$$



C03 - M_y [kNm]

$$M_{max} = \frac{1}{8} (\sum q'_d) \cdot L^2 + \frac{Q_d \cdot L}{4} = \frac{1}{8} (0,825 + 1,08) \cdot 5^2 + \frac{1,5 \cdot 5}{4} = 7,83 \text{ kNm}$$



→ KONSTRUKCE BUDE POSOUZENA NA KOMBINACE C01 a C02

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Předběžný návrh průřezu (kombinace C02)
dle 1.MS-MSÚ

ohyb - návrh na maximální moment
(bez vlivu klopení)

$$\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \geq \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ply}}$$

$$\Rightarrow W_{ply} \geq \frac{\gamma_{M0} M_{Ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 10,39 \cdot 10^6}{245} =$$

$$= 39482 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{IPE 100 } W_{ply} = 39,41 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

smyk

$$\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \geq \frac{V_{Ed} \cdot \sqrt{3}}{A_v}$$

$$\Rightarrow A_v \geq \frac{\gamma_{M0} \cdot V_{Ed} \cdot \sqrt{3}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 8,32 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{245} =$$

$$= 524 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \text{IPE 80 } A_v = 358 \text{ mm}^2 \text{ (nejmenší možný)}$$

dle 2.MS-MSP

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{5000}{250} = 20 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{5 f_k L^4}{384 E \cdot I_y}$$

$$I_y \geq \frac{5 f_k L^4}{384 E \cdot \delta_{lim}} = \frac{5(0,6+0,8+0,94) 5000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 20} =$$

$$= 4,534 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\rightarrow \text{IPE 140 } I_y = 5,41 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

NÁVRH PROFILU IPE 140

STRANA:

63

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení stropnice v MSÚ

- ohyb s vlivem klopení - C01

$$|M_{Ed}| = 3,0 \text{ kNm}$$

průřezové charakteristiky - IPE 140

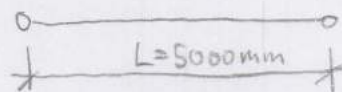
$$I_y = 5412 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad I_z = 44,92 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 2444 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_w = 1,981 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$W_{ply} = 88,34 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad h = 140 \text{ mm}, b = 73 \text{ mm}$$

$$W_{el,y} = 77,32 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad A_{wz} = 764 \text{ mm}^2 \cdot m = 13 \text{ kg/m}$$

vzdálenost mezi zajištěnými body



součinitele vzpěrné délky

$$\left. \begin{array}{l} k_w = 1,0 \\ k_z = 1,0 \end{array} \right\} \text{ pro prut kloub-kloub}$$

bezrozměrný parametr kroucení

$$\lambda_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{E I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 5000} \sqrt{\frac{210000 \cdot 1,981 \cdot 10^9}{80700 \cdot 2444 \cdot 10^4}} =$$

$$= 0,288$$

bezrozměrný kritický moment

$$C_{CR} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \lambda_{wt}^2 + \underbrace{(C_2 \cdot \gamma_g - C_3 \cdot \gamma_d)}_0} - \underbrace{(C_2 \cdot \gamma_g - C_3 \cdot \gamma_d)}_0 \right] =$$

$$= \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + \lambda_{wt}^2}$$

$$\text{kde } C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \lambda_{wt}$$

pro ocel
 $E = 210000 \text{ MPa}$
 $G = 80700 \text{ MPa}$

NÁZEV PRÁCE:

VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA

AK. ROK:

2016/2017

DRUH PRÁCE:

DIPLOMOVÁ

INSTITUCE:

České vysoké učení technické v Praze

KATEDRA:

K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VEDOUCÍ PRÁCE:

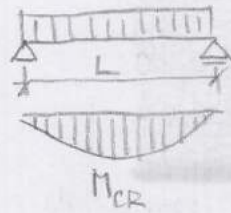
doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

AUTOR PRÁCE:

Bc. Michal Moravec

ČVUT

FSv



$$C_{10} = 1,13$$

$$C_{11} = 1,13$$

$$\left. \begin{array}{l} C_{10} = 1,13 \\ C_{11} = 1,13 \end{array} \right\} \bar{C}_{SN} \text{ EN 1993-1-1, tab. NB.3.2}$$

$$C_1 = 1,13 + (1,13 - 1,13) \cdot 0,288 = 1,13$$

$$\mu_{CR} = \frac{1,13}{1,0} \sqrt{1 + 0,288^2} = 1,598$$

kritický moment pro pohyb k ose y-y

$$M_{CR} = \mu_{CR} \frac{\pi \sqrt{E I_z G I_t}}{L} =$$

$$= 1,598 \frac{\pi \sqrt{210000 \cdot 449210^4 \cdot 80700 \cdot 2447 \cdot 10^4}}{5000} =$$

$$= 137 \text{ kNm}$$

stanovení součinitele klopění

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{88,34 \cdot 10^3 \cdot 245}{137 \cdot 10^6}} = 1,33$$

$$\frac{h}{b} = \frac{140}{43} = 1,92 < 2 \rightarrow \text{křivka klopění a}$$

$$\Rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 [1 + 0,21 (1,33 - 0,2) + 1,33^2] = 1,505$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,505 + \sqrt{1,505^2 - 1,33^2}} =$$

$$= 0,453$$

STRANA:

65

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

moment únosnosti na klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{ply} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,453 \cdot 88340 \cdot \frac{275}{1,0} = 11 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} = 11 \text{ kNm} > M_{Ed} = 3,0 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- ohyb bez vlivu klopení - CO2

$$M_{Ed} = 10,39 \text{ kNm}$$

moment únosnosti

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{88340 \cdot 275}{1,0} = 24,2 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 24,2 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10,39 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- smyk

$$V_{Ed} = 8,32 \text{ kN}$$

smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{764 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 121,3 \text{ kN (malý smyk)}$$

$$V_{pl,Rd} = 121,3 \text{ kN} > V_{Ed} = 8,32 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Posouzení stropnice v MSP - na kombinaci CO2

$$f_k = \sum g_k + q_k = 0,6 + 0,13 + 0,94 = 1,67 \text{ kN/m}$$

průhyb nosníku

$$\delta = \frac{5 f_k L^4}{384 E I} = \frac{5 \cdot 1,67 \cdot 5000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 5,412 \cdot 10^6} = 11,96 \text{ mm}$$

limitní průhyb

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{5000}{250} = 20 \text{ mm}$$

$$\delta = 11,96 \text{ mm} < \delta_{lim} = 20 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

IPE 140

$$m = 0,13 \text{ kN/m}$$

STRANA:

66

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

NAVRŽENÁ STROPNICE IPE 140 VYHOVUJE
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

STRANA:

64

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

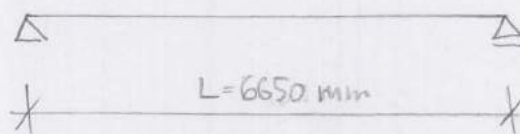
M) NAVRH A POSOUZENÍ PRŮVLAKU PŘÍSTAVKU (nejzátíženější)

Material: ocel S275

Zatížení na konstrukci:

STALA' PLOŠNA'	g_k [kN/m ²]	γ_g	g_{ed} [kN/m ²]
skladba střechy + podhled	0,48	1,35	0,66
STA'LA' LAMNOVA'	g_k' [kN/m]		g_{ed}' [kN/m]
stropnice IPE 140	0,13		0,18
vl tíha průvlaku (odhad)	1,0	1,35	1,35
PROMĚNNA' PLOŠNA'	q_k [kN/m ²]	γ_q	q_{ed} [kN/m ²]
zátížení sněhem - nenavátým	0,56		0,84
zátížení sněhem - navátým (viz Příloha..)	0,84	1,5	1,26
zátížení větrem - různé směry (viz Příloha)			
užitné zatížení - údržba, opravy	0,75		1,13

Statické schéma konstrukce



Pozn: navržený bude obvodový průvlak (P1),
viz Informační příloha

STRANA:

68

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Uvažované kombinace zatížení

C01 - stálé zatížení + zatížení sněhem nenavátým

C02 - stálé zatížení + zatížení sněhem navátým

C03 - stálé zatížení + vítr jižní

C04 - stálé zatížení + vítr severní

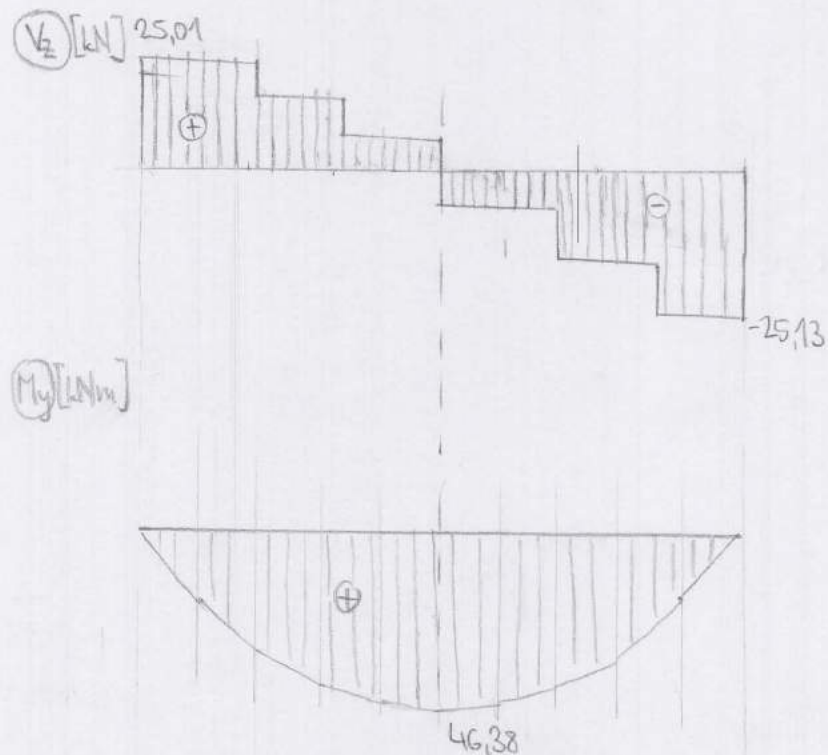
C05 - stálé zatížení + vítr západní

C06 - stálé zatížení + vítr východní

C07 - stálé zatížení + užitečné zatížení

→ nejnepříznivější kombinace → C01

Vnitřní síly z nejnepříznivější kombinace



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

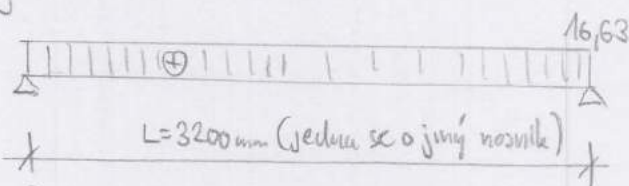
ČVUT

FSv

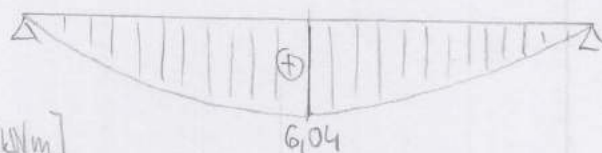
- dále bude po návrhu a posouzení nejnepříznivější kombinace ověřena únosnost v dvojosém ohybu
- ohybové momenty jsou vyvolány účinkem větru na obvodové průvlaky. Momenty nejsou větší než návrhový maximální moment, na který bude profil navržán nebudou tedy v předběžném návrhu uvažovány. Vnitřní síly na průvlaku nejvíce namáhaného průvlaku jsou následující:

CO3

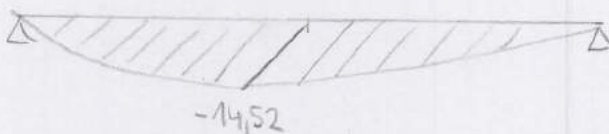
$N [kN]$



$M_y [kNm]$



$M_z [kNm]$



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Předběžný návrh průřezu (kombinace C01)
dle 1.MS-MSÚ

ohyb

$$\frac{f_y}{\sigma_{f10}} \geq \frac{M_{ed}}{W_{ply}}$$

$$\Rightarrow W_{ply} > \frac{\sigma_{f10} \cdot M_{ed}}{f_y} = \frac{10,46,38 \cdot 10^6}{275} = 168,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{IPE 200} \quad W_{ply} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

smyk

$$\frac{f_y}{\sigma_{f10}} \geq \frac{V_{ed} \cdot \sqrt{3}}{A_v}$$

$$\Rightarrow A_v \geq \frac{\sigma_{f10} \cdot V_{ed} \cdot \sqrt{3}}{f_y} = \frac{10,252 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{275} = 158,8 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \text{IPE 80} \quad A_{v2} = 358 \text{ mm}^2 \text{ (nejmenší možný prof.)}$$

dle 2.MS-MSP

- reakce ze stropnic zjednodušeně zanedbány a veškeré zatížení převedeno na linové
- $z_s = 3,62 \text{ m}$
- linové zatížení

$$f'_k = \sum q_k + \sum q_k + \sum R_{strop} \frac{1}{os}$$

- $\sum R_{strop}$ - součet reakcí ze stropnic

- os - os -a' vzdálenost stropnic = $1,08 \text{ m}$

$$f'_k = 0,12 + 0,47 + 0,14 + (0,23 + 1,7 + 1,96) \frac{1}{1,08} = 4,7 \text{ kN/m}$$

$$\delta_{1m} = \frac{L}{400} = \frac{6650}{400} = 16,625 \text{ mm}$$

$$I_y \geq \frac{5 \cdot f'_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{1m}} = \frac{5 \cdot 4,7 \cdot 6650^4}{384 \cdot 210\,000 \cdot 16,625} = 34,28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\rightarrow \text{IPE 240} \quad I_y = 38,92 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

STRANA:

71

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

NAVRH PRŮVLAKU IPE 270

- rezerva kvůli zjednodušení návrhu na MSP
(převedení reakcí ze stropnic na spojitě zatížení)

→ po přepočtu získány nové vnitřní síly

$$CO1 - M_{y,Ed} = 47,1 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 25,57 \text{ kN}$$

$$CO3 - M_{y,Ed} = 6,21 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 14,62 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed}^{\oplus} = 16,39 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu v MSÚ

průřezové charakteristiky

$$I_y = 57,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad I_z = 419,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{\perp} = 15,94 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_w = 40,58 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

$$W_{ply} = 484 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad h = 270 \text{ mm}$$

$$W_y = 428,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad b = 135 \text{ mm}$$

$$m = 36,1 \text{ kg/m} \quad A_{v2} = 2214 \text{ mm}^2$$

- smyk

$$V_{z,Ed} = 25,57 \text{ kN}$$

smyková únosnost

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{2214 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 351,5 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{25,57}{351,5} = 0,08 < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$< 0,5 \Rightarrow$ MALÝ SMYK, NEMÁ VLIV
NA OHYBOVOU ÚNOSNOST

STRANA:

72

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- ohyb - kombinace CO1

→ horní pásmice držena stropnicemi, bude posouzen ohyb bez vlivu klopení

$$M_{y,Ed} = 47,1 \text{ kNm}$$

ohybová unosnost

$$M_{y,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pro průřez třídy 1}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{484 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,0} = 133,1 \text{ kNm}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{M_{Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{47,1}{133,1} = 0,36 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- ohyb - kombinace CO3

→ pásmice nedrženy, bude posouzena interakce osové síly a ohybových momentů s vlivem klopení

délka nosníku a délka na klopení

$$L = 3200 \text{ mm}$$

$$L_{kf} = 3200 \text{ mm}$$

součinitele délek

$$k_w = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

bezrozměrný parametr kroucení

$$\lambda_{kwt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} =$$

$$= \frac{\pi}{1 \cdot 3200} \sqrt{\frac{210000 \cdot 70,58 \cdot 10^9}{80400 \cdot 15,94 \cdot 10^4}} = 1,06$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



$$k_y=1 \quad k_z=1 \quad k_w=1$$

Součinitele C_1, C_2, C_3

C_2 a C_3 nepoužito

$$C_{1,0} = 1,13 \quad C_{1,1} = 1,13 \quad (\text{dle ČSN 1993-1-1, tab NB.3.2})$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \alpha_{wt} = 1,13 + (1,13 - 1,13) \cdot 1,06 = 1,13$$

bezrozměrný kritický moment

$$\mu_{CR} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \alpha_{wt}^2 + (C_2 \cdot k_y - C_3 \cdot k_j)^2} - (C_2 \cdot k_y - C_3 \cdot k_j) \right] =$$

$$= \frac{1,13}{1,0} \sqrt{1 + 1,06^2} = 1,64$$

průměrný kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} \frac{\pi \sqrt{E I_z \cdot G I_t}}{L}$$

$$= 1,64 \frac{\sqrt{210000 \cdot 419,9 \cdot 10^4 \cdot 80700 \cdot 15,94 \cdot 10^4}}{3200} =$$

$$= 171,64 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{484 \cdot 10^3 \cdot 275}{171,64}} = 0,88$$

součinitel klopení (křivka a; $\alpha_{LT} = 0,21$)

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,21 (0,88 - 0,2) + 0,88^2 \right] =$$

$$= 0,96$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,88^2}} = 0,74$$

STRANA:

74

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- pro dvojose symetrické I a H průřezy není nutné uvažovat vliv osové síly při splnění následujících podmínek

$$a) N_{Ed} \leq 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 4595 \cdot \frac{275}{1,0} = 3159 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 16,39 \text{ kN} < 0,25 N_{pl,Rd} = 3159 \text{ kN} \quad \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$b) N_{Ed} \leq \frac{0,5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \cdot 219,6 \cdot 6,6 \cdot 275}{1,0} = 199,2 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 16,39 \text{ kN} < \frac{0,5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 199,2 \text{ kN} \quad \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

⇒ OSOVÁ SÍLA BUDE ZANEDBAVNA

posouzení interakce dvojosého ohybu

$$\eta = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{\gamma_{M0} \cdot N_{Ed}}{A \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 16,39 \cdot 10^3}{4595 \cdot 275} = 0,013$$

pro I a H průřezy

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 5\eta \geq 1$$

$$\beta = 5 \cdot 0,013 = 0,065 < 1 \Rightarrow \beta = 1$$

podmínka spolehlivosti

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^\beta \leq 1$$

$$M_{N,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot M_{pl,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,74484 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,0} =$$

$$= 98,4 \text{ kNm}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 96,95 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,0} = 266 \text{ kNm}$$

$$\left(\frac{6,21}{98,4} \right)^2 + \left(\frac{14,62}{266} \right) = 0,56 < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

STRANA:

75

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení průřezu v MSP

$$d_{lim} = 16,625 \text{ mm}$$

$$d = 12,9 \text{ mm (dle SCIA ENGINEER)}$$

$$d = 12,9 \text{ mm} < d_{lim} = 16,625 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VÝHODNĚ}}$$

NAVRŽENÝ PRŮVLAK IPE 270 VÝHODNĚ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

12) NÁVRH SLOUPŮ PŘÍSTAVKŮ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH
NORMÁLOVOU SILOU A OHYBOVÝM MOMENTEM

Materiál: ocel S275

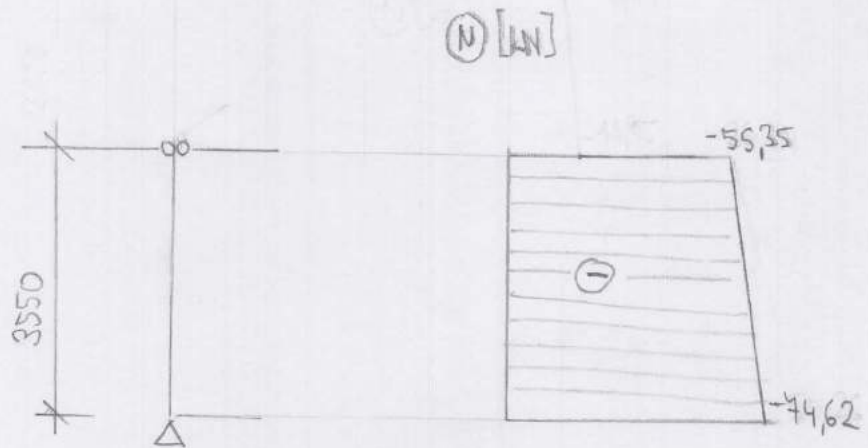
Zatížení na sloup - reakce z průvlaků, zatížení viz návrh průvlaku

Uvažované kombinace: viz návrh průvlaku

→ největší normálová síla z kombinace CO1 (stálé zatížení + sníh nenavátý) - (S1) - viz Informační příloha

$N_{Ed} = -74,62 \text{ kN}$, ostatní síly zanedbány (hodnoty $< 0,1$)

Statické schéma + průběh normálové síly



Předběžný návrh profilu - vzpěrný sloup

$$\frac{N_{Ed}}{A} \leq \frac{\chi f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{odhad } \chi = 0,4)$$

$$A > \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 74,62 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 275} = 678,4 \text{ mm}^2$$

→ HE 100 B $A = 2604 \text{ mm}^2$
SHS 50x50x4 $A = 719 \text{ mm}^2$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

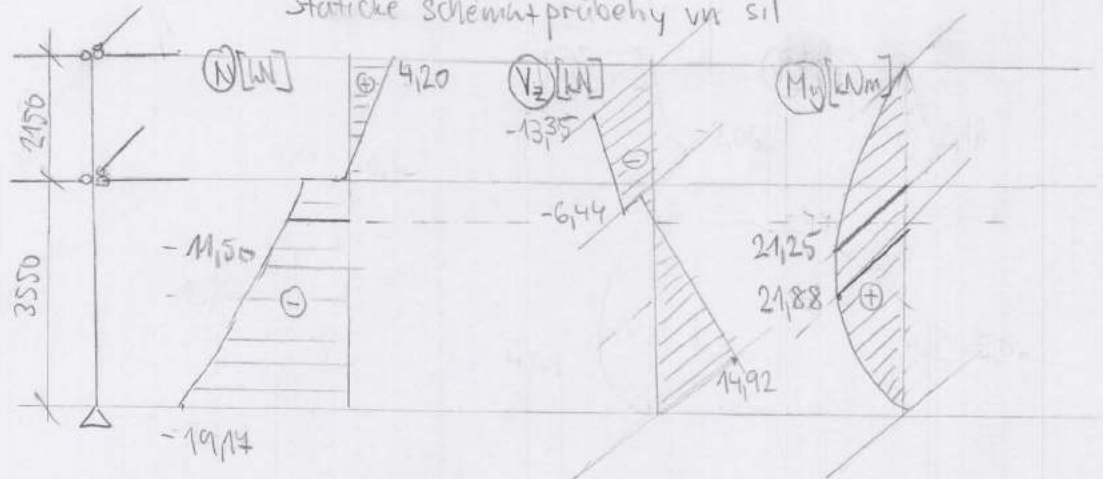
→ největší ohybový moment z kombinace CO3
(stálé zatížení + vítr příčný) - sloup S2

$$M_{y,Ed} = 21,88 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} \approx 0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,max} = -19,14 \text{ kN}$$

Statické schéma + průběhy vn síl



Předběžný návrh profilu - ohyb s klopením

$$\frac{M_{Ed}}{W_y} < \frac{\chi_{LT} f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{odhad } \chi_{LT} = 0,3)$$

$$W_y \geq \frac{\gamma_{M1} M_{Ed}}{\chi_{LT} f_y} = \frac{1,0 \cdot 21,25 \cdot 10^6}{0,3 \cdot 275} = 259,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{HE 100 B } W_{ply} = 104,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

- ohyb bez vlivu klopení
(kosa menší tuhosti)

$$\frac{M_{Ed}}{W_y} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$W_y \geq \frac{\gamma_{M0} M_{Ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 21,25 \cdot 10^6}{275} = 77,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{HE 120 B } W_y = W_{plz} = 80,94 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{SHS } 90 \times 90 \times 8 \quad W_{pl} = 77,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

STRANA:

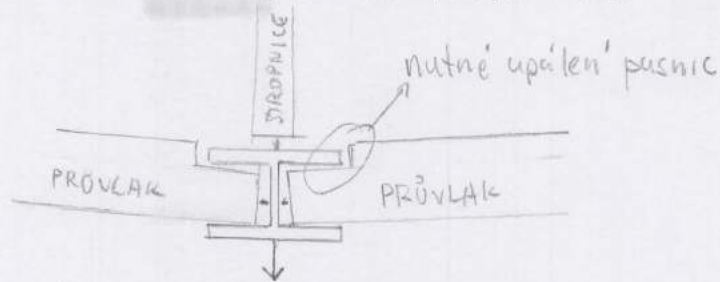
78

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

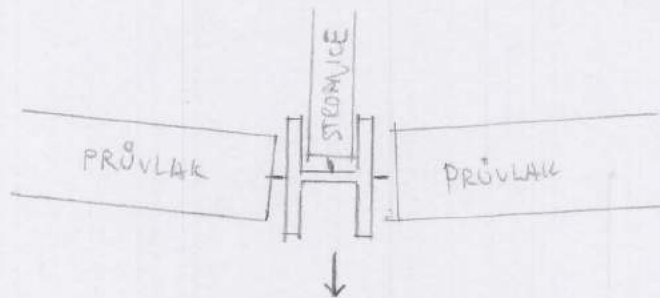
RHS 140x80x4 $W_{ply} = 47,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

→ posouzeny budou 3 varianty návrhu

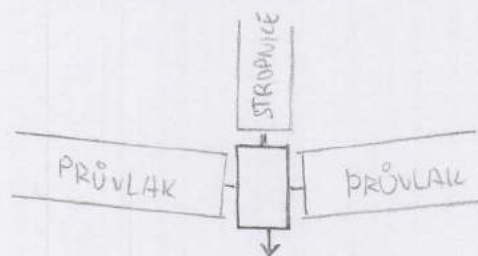
a) HE 140 B, osu větší tuhosti kolmo k zatížení větrem



b) HE 140 B, zatížení kolmo na osu menší tuhosti



c) RHS 150x100x8



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení sloupů v MSÚ

varianta a) průřezové charakteristiky - HE 140 B

$$I_y = 15,09 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad I_z = 5,497 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 20,06 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_w = 2248 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

$$W_{ply} = 24,54 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad h = 140 \text{ mm} \quad b = 140 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 21,56 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad A_{vz} = 1308 \text{ mm}^2$$

$$m = 33,7 \text{ kg/m} \quad A = 4296 \text{ mm}^2$$

- vzpěrný tlak - C01

$$L_y = L_z = 3550 \text{ mm}$$

vzpěrná délka

$$L_{ef} = \beta \cdot L = 1,0 \cdot 3550 = 3550 \text{ mm}$$

poloměry setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{15,09 \cdot 10^6}{4296}} = 59,27 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,497 \cdot 10^6}{4296}} = 35,77 \text{ mm}$$

štíhlosti při vybočení

$$\lambda_y = \frac{L_{ef}}{i_y} = \frac{3550}{59,27} = 59,9$$

$$\lambda_z = \frac{L_{ef}}{i_z} = \frac{3550}{35,77} = 99,24$$

poměrné štíhlosti

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \cdot \pi = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{59,9}{86,8} = 0,69$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{99,24}{86,8} = 1,14$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Součinitele imperfekce

→ směr kolmo k y → křivka b ⇒ $\alpha = 0,34$

→ směr kolmo k z → křivka c ⇒ $\alpha = 0,49$

vzpěrnostní součinitele

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,34(0,69 - 0,2) + 0,69^2] = 0,82$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,49(1,14 - 0,2) + 1,14^2] = 1,38$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,82 + \sqrt{0,82^2 - 0,69^2}} = 0,79$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,38 + \sqrt{1,38^2 - 1,14^2}} = 0,46$$

vzpěrná únosnost

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} A_s f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,46 \cdot 4296 \cdot 275}{1,0} = 543,44 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{74,62}{543,44} = 0,14 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- ohyb s vlivem klopení - CO3

vzdálenost mezi zajištěnými body

$$L = 5700 \text{ mm}$$

Součinitele vzpěrné délky

$$\left. \begin{array}{l} k_w = 1,0 \\ k_z = 1,0 \end{array} \right\} \text{uvazován prut kloub-kloub}$$

bezrozměrný parametr kroucení

$$\alpha_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E I_w}{G I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 5700} \sqrt{\frac{2110^5 \cdot 2248 \cdot 10^4}{80700 \cdot 20,06 \cdot 10^4}} = 0,298$$

bezrozměrný kritický moment

$$C_1 = 1,13$$

$$M_{CR} = \frac{C_1}{k_z} \sqrt{1 + \alpha_{wt}^2} = \frac{1,13}{1,0} \sqrt{1 + 0,298^2} = 1,18$$

pružný kritický moment

$$M_{CR} = \frac{M_{CR} \pi \sqrt{E I_z \cdot G I_t}}{L} = \frac{1,18 \cdot \pi \sqrt{210000 \cdot 5494 \cdot 10^6 \cdot 80700 \cdot 20,06 \cdot 10^4}}{5700} = 88,82 \text{ kNm}$$

poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{24,54 \cdot 10^4 \cdot 275}{88,82 \cdot 10^6}} = 0,87$$

součinitel klopení

$$\rightarrow \text{křivka a} \Rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

$$\phi_{LT} = [0,5 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = [0,5 + 0,21(0,87 - 0,2) + 0,87^2] = 0,95$$

STRANA:

82

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \chi_{LT}^2}} = \frac{1}{0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,87^2}} = 0,75$$

návrhový moment únosnosti

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{ply} \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,75 \cdot 24,54 \cdot 10^4 \frac{275}{1,0} = 50,7 \text{ kNm}$$

podmínka spolehlivosti,

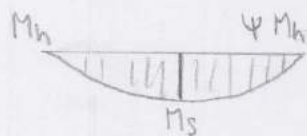
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{21,88}{50,7} = 0,44 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

interakce ohybu a osové síly - C03

$$M_{y,Ed} = 21,88 \text{ kNm} \quad M_{y,Rk} = W_{ply} \cdot f_y = 24,54 \cdot 10^3 \cdot 275 = 6748 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 19,17 \text{ kN} \quad N_{Rk} = A \cdot f_y = 4296 \cdot 275 = 1181 \text{ kN}$$



stanovení interakčních součinitelů

$$\alpha_n = \frac{M_h}{N_s} = 0$$

$$\psi = 0$$

$$C_{my} = C_{mz} = C_{mLT} = 0,95 + 0,05 \cdot \alpha_n = 0,95 + 0,05 \cdot 0 = 0,95$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} \left[1 - (\chi_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \\ C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,95 \left[1 - (0,69 - 0,2) \frac{19,17}{0,79 \cdot 1181 / 1,0} \right] \\ 0,95 \left(1 + 0,8 \frac{19,17}{0,79 \cdot 1181 / 1,0} \right) \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,959 \\ 0,966 \end{array} \right\} =$$

$$= 0,959$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

pro $\bar{\lambda}_z > 0,4$ platí

$$k_{zy} = \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{MLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}, 1 - \frac{0,1}{(C_{MLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right\} =$$

$$= \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot 1,14}{(0,95 - 0,25)} \cdot \frac{19,17}{0,46 \cdot 1181 / 1,0}, 1 - \frac{0,1}{(0,95 - 0,25)} \cdot \frac{19,17}{0,46 \cdot 1181 / 1,0} \right\} =$$

$$= \max \left\{ 0,9942, 0,9949 \right\} = 0,995$$

podmínky spolehlivosti:

$$a) \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \cancel{M_{y,Ed}}}{\chi_y M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{\cancel{M_{z,Ed} + \cancel{M_{z,Ed}}}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{19,17}{0,49 \cdot 1181} + 0,995 \cdot \frac{21,88}{0,75 \cdot 6748} = 0,02 + 0,41 = 0,43 < 1,0$$

VYHOVUJE

$$b) \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \cancel{M_{y,Ed}}}{\chi_y M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{\cancel{M_{z,Ed} + \cancel{M_{z,Ed}}}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{19,17}{0,46 \cdot 1181} + 0,995 \cdot \frac{21,88}{0,75 \cdot 6748} = 0,035 + 0,429 = 0,464 < 1,0$$

VYHOVUJE

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

-smyk

$$V_{Ed} = 15,35 \text{ kN}$$

smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1308 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 207,6 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{15,35}{207,6} = 0,074 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,074 < 0,5 \Rightarrow \text{malý smyk, účinek na ohybovou únosnost je zanedbán}$$

NAVRŽENÝ SLOUP HE 140 B
VYHOVÍ KRITÉRIÍM MSÚ

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

varianta b)

- vzpěrný tlak viz varianta a)
- ohyb - bez vlivu klopení (zatížení kolmo k ose menší tuhosti)



$$\Rightarrow M_{y,Ed} \Rightarrow M_{z,Ed} = 21,88 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 119,8 \cdot 10^3 \cdot 275 = 32,945 \text{ kNm}$$

interakční součinitele

→ potřebné k_{yz} a k_{zz}

$$k_{zz} = \min \left\{ \begin{aligned} & C_{mz} \cdot \left[1 + (2\alpha_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\alpha_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \\ & C_{2m} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\alpha_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{aligned} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{aligned} & 0,95 \left[1 + (2 \cdot 1,14 - 0,6) \frac{19,17}{0,46 \cdot 1181 / 1,0} \right] \\ & 0,95 \left(1 + 1,4 \frac{19,17}{0,46 \cdot 1181 / 1,0} \right) \end{aligned} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{aligned} & 1,006 \\ & 0,997 \end{aligned} \right\} = 0,997$$

$$k_{yz} = 0,6 \quad k_{zz} = 0,6 \cdot 0,997 = 0,598$$

podmínky spolehlivosti

$$a) \quad \frac{N_{Ed}}{\alpha_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{19,17}{0,49 \cdot 1181 / 1,0} + 0,598 \frac{21,88}{32,945 / 1,0} = 0,02 + 0,4 = 0,42 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHODUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

$$b) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,ed} + \Delta M_{z,ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{19,14}{0,46 \cdot 1181} + 0,9997 \frac{21,88}{32,445} = 0,035 + 0,663 = 0,698 < 1$$

VYHOVUJE

varianta c) RHS 150x100x8

průřezové charakteristiky

$$I_y = 10,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad I_z = 5,69 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 54,4 \text{ mm} \quad i_z = 39,4 \text{ mm}$$

$$W_{ply} = 18 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad I_t = 12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{plz} = 13,5 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad t = 8 \text{ mm}$$

$$A = 3680 \text{ mm}^2 \quad m = 28,9 \text{ kg/m}$$

- vzpěrný tlak

vzpěrné délky

$$L_y = L_z = 3550 \text{ mm}$$

stíhlosti

$$\lambda_i = \frac{L_i}{i_i}$$

$$\lambda_y = \frac{3550}{54,4} = 65,23$$

$$\lambda_z = \frac{3550}{39,4} = 90,28$$

poměrné stíhlosti

$$\lambda_1 = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{65,23}{86,8} = 0,75$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{90,28}{86,8} = 1,04$$

STRANA:

84

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

součinitel imperfekce

$\alpha = 0,21$ pro duté průřezy válcované za tepla

vzpěrnostní součinitele

$$\phi_i = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0,2) + \bar{\lambda}_i^2]$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,21(0,45 - 0,2) + 0,45^2] = 0,84$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,21(1,04 - 0,2) + 1,04^2] = 1,13$$

$$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}}$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,84 + \sqrt{0,84^2 - 0,45^2}} = 0,82$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,13 + \sqrt{1,13^2 - 1,04^2}} = 0,64$$

vzpěrná únosnost

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3680 \cdot 275 = 1012 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,64 \cdot 1012}{1,0} = 645 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{74,62}{645} = 0,12 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- interakce ohybu a vzpěrného tlaku

→ uzavřené průřezy neklouží, průřez bude konzervativně posouzen následující podmínkou:

$$\frac{N_{ed}}{N_{t,rd}} + \frac{M_{y,ed}}{M_{y,rd}} \leq 1$$

$$\text{kde } M_{y,rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{18 \cdot 10^4 \cdot 275}{1,0} = 49,5 \text{ kNm}$$

$$\frac{19,17}{645} + \frac{21,88}{49,5} = 0,03 + 0,442 = 0,472 < 1,0$$

VYHOVUJE

Pozn.: interakční součinitele by jen redukovaly účinek momentu, takže je na straně bezpečné uvažován v plné míře

-smyk

$$V_{ed} = 15,35 \text{ kN}$$

Smyková únosnost

$$A_v = t \cdot (2 \cdot h - 4 \cdot t) = 8 \cdot (2 \cdot 150 - 4 \cdot 8) = 2144 \text{ mm}^2$$

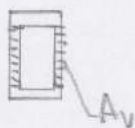
$$V_{t,rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2144 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 340,4 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{ed}}{V_{t,rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{15,35}{340,4} = 0,05 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

< 0,5 → MALÝ SMYK



NAVRŽENÝ SLOUP RHS 150x100x8

VYHOVÍ KRITÉRIÍM MSÚ

→ Výsledná varianta je c)

STRANA:

89

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

12) NÁVRH A POSOUZENÍ VODROVNÉHO FASÁDNÍHO NOSNÍKU

Materiál: ocel S275

Zatížení a kombinace viz sloup (S1)

Přehled extrémních hodnot (výběr z různých prvků)

kombinace	$N [kN]$	$N \oplus [kN]$	$V_y [kN]$	$V_z [kN]$	$M_y [kNm]$	$M_z [kNm]$
C01-st+sn	-9,03	1,76	0,62	16,54	14,14	0,45
C02-st+sn	-8,55	1,54	0,55	14,16	14,06	0,4
C03-st+vitr	7,72	20,73	13,95	7,71	10,41	15,71
C04-st+vitr	-27,08	10,44	11,82	7,71	10,41	9,86
C05-st+vitr	-14,58	17,59	13,95	7,71	10,41	18,83
C06-st+vitr	-17,71	23,21	15,09	7,71	10,41	18,83
C07-st+uz.tne	-5,75	1,69	0,39	10,41	14,06	0,28

→ průběhy viz informační příloha

Vnitřní síly na nejnamáhanejších prvcích

- maximální tahová síla

$$N_{Ed} = -27,1 \text{ kN} \quad M_{y,Ed} = 0,44 \text{ kNm} \quad M_z = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 0,5 \text{ kN} \quad V_y = 0 \text{ kN}$$

- maximální tahová síla

$$N_{Ed} = 23,21 \text{ kN} \quad M_{y,Ed} = 3,6 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed} = 2,63 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 3,6 \text{ kN} \quad V_{y,Ed} = 2,87 \text{ kN}$$

- maximální moment M_y

$$N_{Ed} = 1,00 \text{ kN} \quad M_{y,Ed} = 14,2 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 13,15 \text{ kN} \quad V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

- maximální moment M_z

$$N_{Ed} = 2,72 \text{ kN} \quad M_{y,Ed} = 10,41 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed} = 18,83 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 7,71 \text{ kN} \quad V_{y,Ed} = 14 \text{ kN}$$

STRANA:

90

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Předběžný návrh profilu

- tlaková síla

$$\frac{N_{ed}}{A} \leq \frac{\chi \cdot f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{odhad } \chi = 0,3)$$

$$A \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot N_{ed}}{\chi \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 27,1 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 275} = 328,5 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \text{IPE 80 } A = 764 \text{ mm}^2$$

$$\text{UPE 80 } A = 1007 \text{ mm}^2$$

$$\text{SHS } 40 \times 40 \times 2,9 \quad A = 421 \text{ mm}^2$$

$$\text{RHS } 50 \times 30 \times 2,9 \quad A = 421 \text{ mm}^2$$

- tahová síla

$$\frac{N_{ed}}{A} \leq \frac{f_y}{\gamma_{m2}}$$

$$A \geq \frac{\gamma_{m2} \cdot N_{ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 23,21 \cdot 10^3}{275} = 84,4 \text{ mm}^2$$

→ profily viz tlak

- ohybový moment M_y

$$\frac{M_{ed}}{W_{pl}} \leq \frac{\chi_{LT} \cdot f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{odhad } \chi_{LT} = 0,3)$$

$$W_{ply} \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 14,2 \cdot 10^6}{0,3 \cdot 275} = 172,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{I IPE 200 } W_{ply} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{I UPE 180 } W_{ply} = 173 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot M_{y,ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 14,2 \cdot 10^6}{275} = 51,64 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{I IPE 220 } W_{plz} = 58,11 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{I HE 120 B } W_{plz} = 80,94 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{UPE 180 } W_{plz} = 52,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ SHS } 90 \times 90 \times 5 \quad W_{pl} = 53 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ RHS } 120 \times 60 \times 5 \quad W_{ply} = 63,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ RHS } 120 \times 60 \times 8 \quad W_{plz} = 55,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

STRANA:

91

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- maximální moment M_z

$$W_{plz} \geq \frac{\gamma_m \cdot M_{z,Ed}}{\chi_{pl} \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 18,83 \cdot 10^6}{0,3 \cdot 275} = 228,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{IPE 220 } W_{ply} = 285,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{H HE 140 B } W_{ply} = 245,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{plz} \geq \frac{\gamma_m \cdot M_{z,Ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 18,83 \cdot 10^6}{275} = 68,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{IPE 240 } W_{plz} = 43,92 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{UPE 220 } W_{plz} = 48,25 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ SHS } 90 \times 90 \times 8 \quad W_{pl} = 77,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ RHS } 140 \times 70 \times 7,1 \quad W_{plz} = 71,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\square \text{ RHS } 120 \times 60 \times 6,3 \quad W_{ply} = 46,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

- návrh na MSP - průhyb od větru

$$\delta_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{5400}{300} = 18 \text{ mm}$$

$$f_k \approx 3,06 \text{ kN/m}$$

$$I \geq \frac{5 \cdot f_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{lim}} = \frac{5 \cdot 3,06 \cdot 5400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 18} = 897 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\rightarrow \text{IPE 180 } I_y = 1347 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{H HE 140 B } I_y = 1509 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{I IPE 360 } I_z = 1043 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{I HE 180 B } I_z = 1363 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\square \text{ RHS } 150 \times 100 \times 6,3 \quad I_y = 898 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\square \text{ RHS } 180 \times 100 \times 7,5 \quad I_z = 908 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

- průhyb od stálého zatížení

$$f_k \approx 2,56 \text{ kN/m}$$

$$I \geq \frac{5 \cdot 2,57 \cdot 5400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 18} = 754 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\rightarrow \text{IPE 330 } I_z = 488,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{H HE 160 B } I_z = 889,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{I IPE 160 } I_y = 869,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{I HE 120 B } I_y = 864,4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\square \text{ RHS } 150 \times 100 \times 7,5 \quad I_z = 463 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\square \text{ RHS } 140 \times 80 \times 8 \quad I_y = 776 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

STRANA:

92

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

~ Z předběžného návrhu pro MSP vyšla vhodná varianta profilu RHS 150x100x12,5 umístěného naležato. Byl by vhodný i z hlediska napojení kompletačních konstrukcí (fasáda; vnitřní dřevěný obklad). Do návrhu je vložena mírná rezerva zvětšením profilu, která bude mít vliv na rozložení vnitřních sil. V příloze jsou uvedeny výsledky s novými silami.

NAVRH PROFILU 200x100x10

průřezové charakteristiky

- poloha naležato, charakteristiky uvedeny prohozené

$$\begin{array}{ll}
 I_y = 869 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & I_z = 266 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 i_y = 39,8 \text{ mm} & i_z = 69,6 \text{ mm} \\
 W_{ply} = 20,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & I_t = 216 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 W_y = 174 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & h = 100 \text{ mm} \\
 W_{plz} = 34,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & b = 200 \text{ mm} \\
 W_z = 266 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & m = 43,1 \text{ kg/m} \\
 A = 5490 \text{ mm}^2 &
 \end{array}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

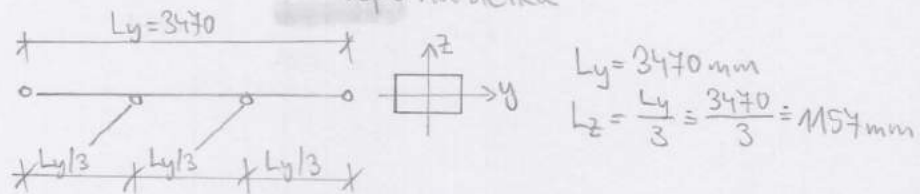
FSV

Posouzení navrženého profilu v MSÚ

a) nejvíce tláčený prvek

- vzpěrný tlak

vzpěrná délka



stíhlost při vybočení

$$\lambda_y = \frac{L_{ey}}{i_y} = \frac{3470}{39,8} = 87,22$$

$$\lambda_z = \frac{L_{ez}}{i_z} = \frac{1157}{69,6} = 16,62$$

→ prut vybočí kolmo k ose y

poměrná stíhlost

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{87,22}{86,8} = 1,0$$

součinitel imperfekce

- uzavřený profil válcovaný z tepla

$$\rightarrow \alpha = 0,21$$

vzpěrnostní součinitel

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,21(1,0 - 0,2) + 1,0^2] = 1,09$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,09 + \sqrt{1,09^2 - 1,0^2}} = 0,66$$

únosnost ve vzpěrném tlaku

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_m} = \frac{0,66 \cdot 5490 \cdot 275}{1,0} = 999,8 \text{ kN}$$

STRANA:

94

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,rd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,rd}} = \frac{27,1}{999,8} = 0,03 < 1 \quad \underline{\underline{VÝHOUVĚ}}$$

b) nejvíce zatěžný prvek

- dvojosý ohyb s vlivem osové síly,
návrhové plastické momenty únosnosti

$$n = \frac{N_{ed}}{N_{p,rd}} = \frac{N_{ed}}{A \cdot f_y} = \frac{23,21 \cdot 10^3}{5490 \cdot 275} = 0,015$$

$$a_w = \frac{A - 2 \cdot b \cdot t}{A} = \frac{3680 - 2 \cdot 150 \cdot 8}{3680} = 0,348$$

$$a_g = \frac{A - 2 \cdot h \cdot t}{A} = \frac{3680 - 2 \cdot 100 \cdot 8}{3680} = 0,565$$

$$M_{p1,y,rd} = W_{p1,y} \cdot f_y = 20,8 \cdot 10^4 \cdot 275 = 57,20 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,z,rd} = W_{p1,z} \cdot f_y = 34,1 \cdot 10^4 \cdot 275 = 93,7 \text{ kNm}$$

$$M_{N,y,rd} = M_{p1,y,rd} \frac{1-n}{1-0,5 \cdot a_w} = 57,20 \frac{1-0,015}{1-0,5 \cdot 0,348} = 68,21 \text{ kNm} > M_{p1,y,rd} = 57,2 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow M_{N,y,rd} = M_{p1,y,rd} = 57,2 \text{ kNm}$$

$$M_{N,z,rd} = M_{p1,z,rd} \frac{1-n}{1-0,5 \cdot a_g} = 93,7 \frac{1-0,015}{1-0,5 \cdot 0,565} = 128,6 \text{ kNm} > M_{p1,z,rd} = 93,7 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow M_{N,z,rd} = M_{p1,z,rd} = 93,7 \text{ kNm}$$

podmínka spolehlivosti

$$\left(\frac{M_{y,ed}}{M_{N,y,rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,ed}}{M_{N,z,rd}} \right)^\beta \leq 1$$

pro pravoúhlé duté průřezy

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot 0,015^2} = \frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot 0,000225} = 1,66$$

STRANA:

95

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

$$\left(\frac{3,60}{57,2}\right)^{1,66} + \left(\frac{2,63}{93,7}\right)^{1,66} = 0,013 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

c) prvek s maximálním momentem M_y

$N_{Ed} = 1,0 \text{ kN} \rightarrow$ bude vzhledem k velikosti zanedbána

- jednoosý ohyb

$$M_{y,Ed} = 14,2 \text{ kNm}$$

momentová únosnost

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{208 \cdot 10^4 \cdot 235}{1,0} = 57,2 \text{ kNm}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{14,2}{57,2} = 0,25 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

d) prvek s maximálním momentem M_z

$N_{Ed} = 2,42 \text{ kN} \rightarrow$ bude vzhledem k velikosti zanedbána

- dvojosý ohyb bez vlivu normálové síly

$$M_{y,Rd} = (W_{ply} \cdot f_y) / \gamma_{m0} = 57,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = (W_{plz} \cdot f_y) / \gamma_{m0} = 93,7 \text{ kNm}$$

podmínka spolehlivosti (konzervativně)

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{10,41}{57,2} + \frac{18,83}{93,7} = 0,39 < 1$$

VYHOVUJE

STRANA:

96

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

e) posouzení maximální smykové síly

- směr z

$$V_{z,Ed} = 10,41 \text{ kN}$$

$$A_v = t \cdot (2 \cdot h - 4t) = 10 \cdot (2 \cdot 100 - 4 \cdot 10) = 1600 \text{ mm}^2$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_t}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{1600 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 254 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{10,41}{254} = 0,04 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$\frac{10,41}{254} = 0,04 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

< 0,5 → MALÝ SMYK

Posouzení průřezu v MSP

limitní průhyb (vodorovný, svislý)

$$\delta_{lim} = 18 \text{ mm}$$

průhyb od stálého zatížení

$$\delta_g = \frac{5 \cdot s_{kg} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 2,51 \cdot 5400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 8,69 \cdot 10^6} = 15,6 \text{ mm}$$

$$\delta_g = 15,6 \text{ mm} < \delta_{lim} = 18 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

průhyb od větru

$$\delta_q = \frac{5 \cdot s_{kq} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_z} = \frac{5 \cdot 3,06 \cdot 5400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 266 \cdot 10^6} = 6,1 \text{ mm}$$

$$\delta_q = 6,1 \text{ mm} < \delta_{lim} = 18 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NAVRŽENÝ PROFIL 200x100x10 VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

STRANA:

97

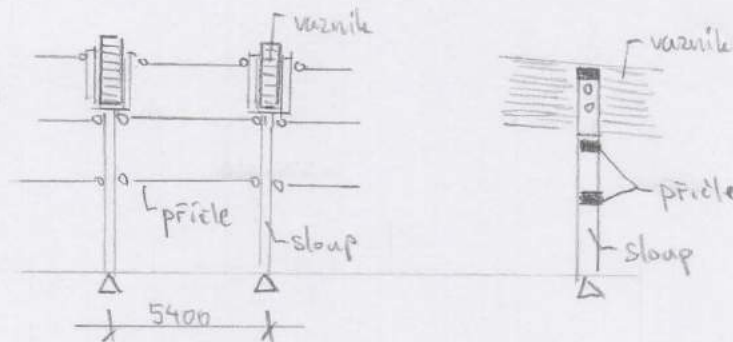
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

14) NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU FASÁDY

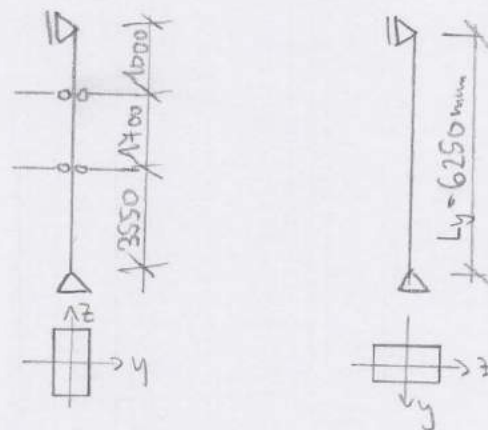
Material: ocel S275

Zatížení a uvažování kombinace - viz (S1)

Schéma konstrukce



Statické schéma



Výsledky vnitřních sil - schéma sloupů viz Informační příloha

- maximální normálová síla (CO2 - stále + snih)

(S3) $N_{Ed} = -67,17 \text{ kN}$; $M_y = 0$; $M_z = 0$
 $N_z = 0$, $V_y = 0$

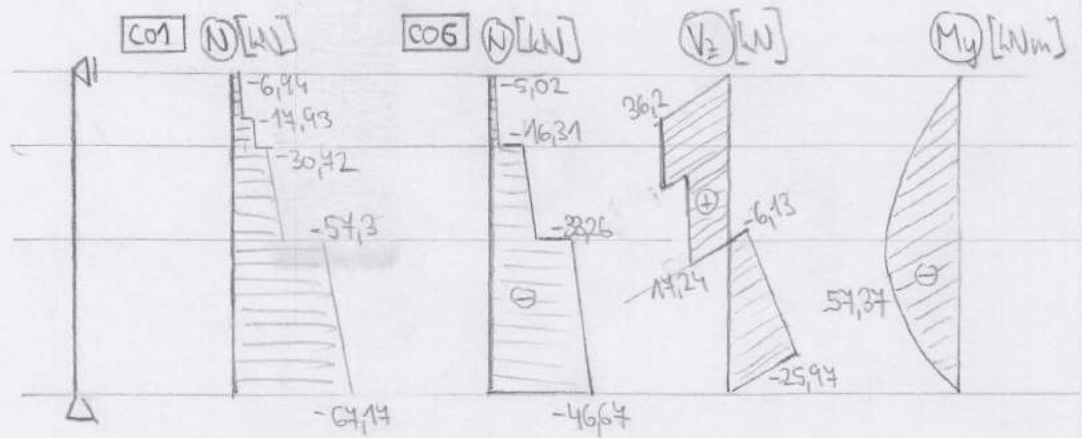
- maximální ohybový moment (CO6 - stále + vítr podélný)

(S4) $N_{Ed} = -46,64 \text{ kN}$; $M_y = 54,34 \text{ kNm}$; $M_z = 0 \text{ kNm}$
 $V_z = 36,2 \text{ kN}$; $V_y = 0 \text{ kN}$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



- předběžný návrh a posouzení bude provedeno s uvažováním vzpěrného tlaku a ohybu bez vlivu klopení, neboť sloup bude navržen z uzavřeného profilu typu RHS

Předběžný návrh profilu

- vzpěrný tlak

$$\frac{N_{ed}}{A} \leq \frac{\chi \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{odhad } \chi = 0,3)$$

$$A \geq \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{ed}}{\chi \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 64,14 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 275} = 814,2 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \text{RHS } 80 \times 30 \times 4 \quad A = 849 \text{ mm}^2$$

- ohyb (uzavřený profil bez vlivu klopení)

$$\frac{M_{ed}}{W_{pl}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$W_{ply} \geq \frac{\gamma_{M1} \cdot M_{y,ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 57,37 \cdot 10^4}{275} = 208,12 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{RHS } 200 \times 100 \times 6,3 \quad W_{ply} = 226 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

STRANA:

99

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- návrh na MSP

- zatěžovací síla 5,4m
- zatížení větrem $q_k = 0,83 \text{ kN/m}^2$

$$\Rightarrow f_k^1 = 25 \cdot q_k = 5,4 \cdot 0,83 = 4,5 \text{ kN/m}$$

maximální průhyb

$$d_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{6250}{300} = 20,83 \text{ mm}$$

potřebný průřez

$$I \geq \frac{5 \cdot f_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot d_{lim}} = \frac{5 \cdot 4,5 \cdot 6250^4}{384 \cdot 210000 \cdot 20,83} = 2044 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\rightarrow \text{RHS } 200 \times 120 \times 8 \quad I_y = 2530 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

NAVRH PROFILU RHS 200x120x10

průřezové charakteristiky

$I_y = 30,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	$I_z = 13,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
$i_y = 41,7 \text{ mm}$	$i_z = 44,7 \text{ mm}$
$W_{ply} = 379 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$I_t = 30 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
$W_y = 303 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$h = 200 \text{ mm}$
$W_{plz} = 263 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$b = 100 \text{ mm}$
$W_z = 223 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$m = 46,2 \text{ kg/m}$
$A = 5890$	

Posouzení průřezu v MSÚ

- vzpěrný tlak

$$N_{ed} = 67,17 \text{ kN}$$

vzpěrné délky

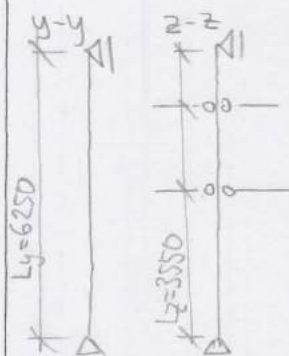
$$L_y = 6250 \text{ mm} \quad L_z = 3550 \text{ mm}$$

stíhlosti

$$\lambda_1 = \frac{L_i}{i_i}$$

$$\lambda_y = \frac{6250}{41,7} = 87,17$$

$$\lambda_z = \frac{3550}{44,7} = 44,43$$



STRANA:

100

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

poměrné štíhlosti

$$\lambda_1 = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{87,17}{86,8} = 1,004$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{71,48}{86,8} = 0,86$$

součinitel imperfekce

- uzavřený profil válcovaný za studena

$$\rightarrow \alpha = 0,21$$

vzpěrnostní součinitele

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,21 (1,004 - 0,2) + 1,004^2] = 1,09$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,21 (0,86 - 0,2) + 0,86^2] = 0,94$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,09 + \sqrt{1,09^2 - 1,004^2}} = 0,65$$

$$\chi_z = \frac{1}{0,94 + \sqrt{0,94^2 - 0,86^2}} = 0,76$$

únosnost ve vzpěrném tlaku

$$N_{b,red} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_m} = \frac{0,66 \cdot 5890 \cdot 275}{1,0} = 10437 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,red}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,red}} = \frac{67,13}{10437} = 0,06 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

STRANA:

101

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

-smyk

$$V_{ed} = 36,2 \text{ kN}$$

$$A_v = t \cdot (2h - 4t) = 10(2 \cdot 200 - 4 \cdot 10) = 3600 \text{ mm}^2$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3600 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 571,5 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{36,2}{571,5} = 0,07 < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

< 0,5 → MALÝ SMYK, NEBUDE
REDUKOVÁNA OHYBOVÁ
ÚNOSNOST

- interakce ohybu a vzpěrného tlaku

Z průběhu momentů

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = 0$$

$$\psi = 0$$

$$\Rightarrow c_{my} = 0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h = 0,95 + 0,05 \cdot 0 = 0,95$$

interakční součinitele

$$k_{yy} = \min \left\{ c_{my} \left[1 + (\alpha_y - 0,2) \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{k1}/\gamma_{M1}} \right], c_{my} (1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{k1}/\gamma_{M1}}) \right\} =$$

$$= \min \left\{ 0,95 \left[1 + (1,004 - 0,2) \cdot \frac{67,13 \cdot 10^3}{0,66 \cdot 5890 \cdot 275 / 1,0} \right], 0,95 (1 + 0,8 \frac{67,13 \cdot 10^3}{0,66 \cdot 5890 \cdot 275 / 1,0}) \right\} =$$

$$= \min \left\{ 0,9949, 0,9977 \right\} = 0,9947$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,9947 = 0,599$$



STRANA:

102

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

podmínky spolehlivosti (vypsány jen využitelné členy)

$$1) \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk}} \leq 1,0$$

$$\rightarrow N_{Rk} = A \cdot f_y = 5890 \cdot 275 = 1619 \text{ kN}$$

$$M_{Rk} = W_{ply} \cdot f_y = 379 \cdot 10^3 \cdot 275 = 104,2 \text{ kNm}$$

$$\chi_{LT} = 1,0$$

$$\frac{46,67}{0,66 \cdot \frac{1619}{10}} + 0,9977 \frac{57,37}{1,0 \cdot \frac{104,2}{10}} = 0,6 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

$$2) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{46,67}{0,76 \cdot \frac{1619}{10}} + 0,599 \frac{57,37}{1,0 \cdot \frac{104,2}{10}} = 0,37 < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení průřezu v MSP

limitní průhyb

$$\delta_{lim} = 20,83 \text{ mm}$$

průhyb od větru

$$\delta = \frac{5 \cdot f_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 4,5 \cdot 6250^4}{384 \cdot 210000 \cdot 30,3 \cdot 10^6} = 14,1 \text{ mm}$$

$$\delta = 14,1 \text{ mm} < \delta_{lim} = 20,83 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

NAVRZENÝ PROFIL RHS 200x120x10
VYHOVÍ KRITÉRIÍM MSÚ I MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

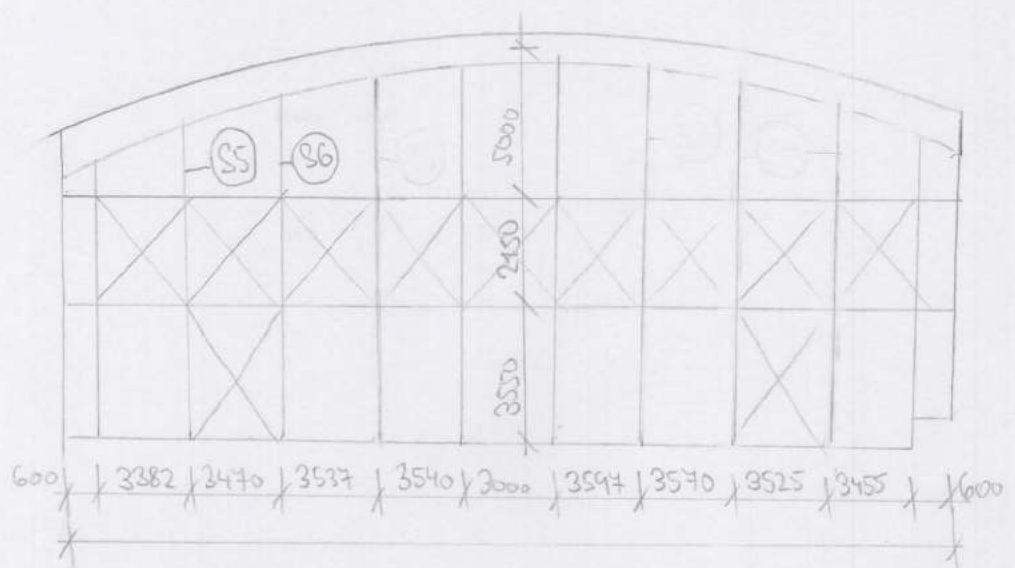
FSv

15) NÁVRH A POSOUZENÍ ŠTĚTOVÉHO SLOUPU

Material: ocel S245

Zatížení a uvažované kombinace: viz 81

Schéma konstrukce



Výsledky vnitřních sil

- maximální normálová síla (CO4 - stálé + vítr příčný) - S5

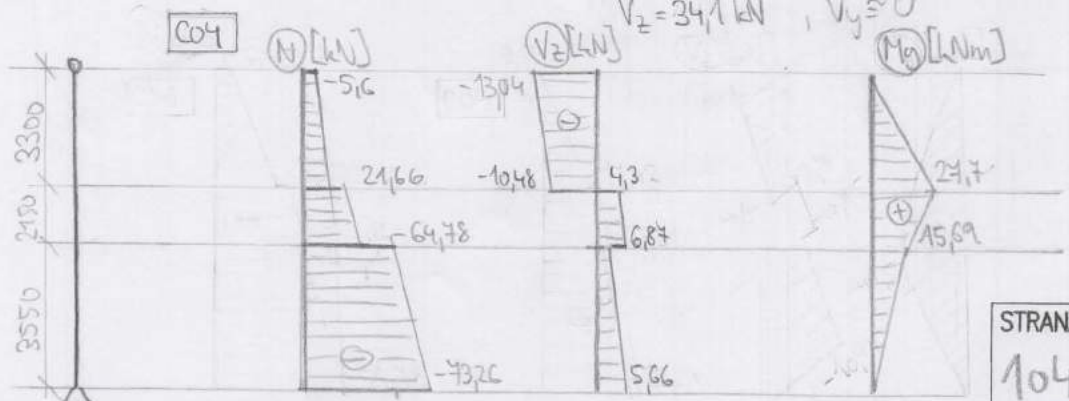
$$N_{Ed} = -73,26 \text{ kN}, \quad M_y = 27,40 \text{ kNm}, \quad M_z \approx 0 \text{ kNm}$$

$$V_z = 13,04 \text{ kN}, \quad V_y \approx 0 \text{ kN}$$

- maximální ohybový moment (CO3 - stálé + vítr příčný) - S6

$$N_{Ed} \approx -1,5 \text{ kN}, \quad M_y = 88,1 \text{ kNm}, \quad M_z \approx 0$$

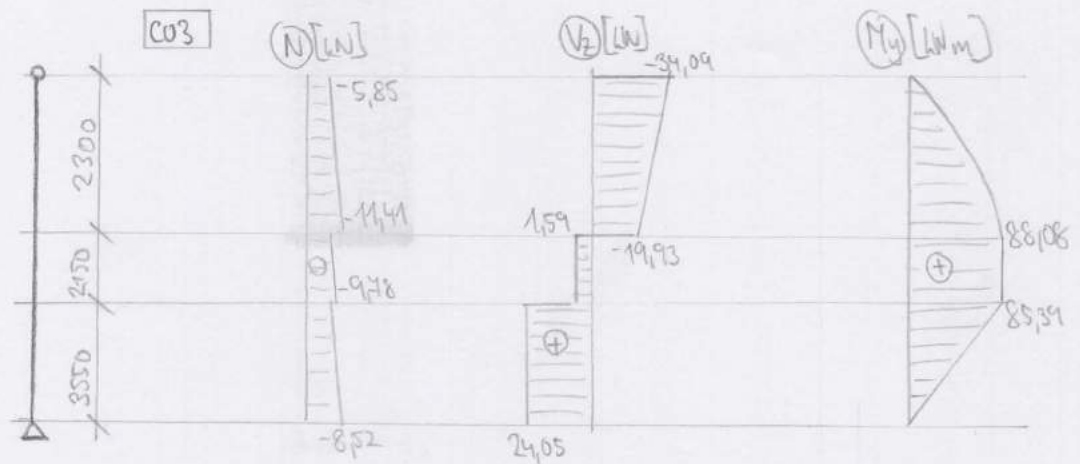
$$V_z = 34,1 \text{ kN}, \quad V_y \approx 0$$



STRANA:

104

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			



Předběžný návrh profilu
- vzpěrný tlak

$$\frac{N_{ed}}{A} \leq \frac{\chi \cdot f_y}{\gamma_{m1}} \quad (\text{odhad } \chi = 0,3)$$

$$A \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot N_{ed}}{\chi \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 73,26 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 275} = 888 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \text{IPE 100 } A = 1032 \text{ mm}^2$$

$$\text{HE 100 B } A = 2604 \text{ mm}^2$$

$$\text{SHS } 80 \times 80 \times 3,6 \text{ } A = 1090 \text{ mm}^2$$

$$\text{RHS } 100 \times 50 \times 3,6 \text{ } A = 1010 \text{ mm}^2$$

- ohyb s vlivem kloubů (odhad $\chi_{LT} = 0,3$)

$$W_{ply} \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 88,08 \cdot 10^6}{0,3 \cdot 275} = 1068 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{IPE 400 } W_{ply} = 1307 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{HE 260 B } W_{ply} = 1283 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

- ohyb bez vlivu kloubů

$$W_{ply} \geq \frac{\gamma_{m1} \cdot M_{y,ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 88,08 \cdot 10^6}{275} = 320,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \text{SHS } 180 \times 180 \times 8 \text{ } W_{ply} = 349 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{RHS } 200 \times 100 \times 10 \text{ } W_{ply} = 341 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$220 \times 120 \times 8 \text{ } W_{ply} = 362 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

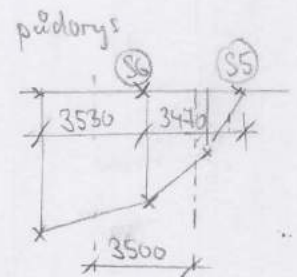
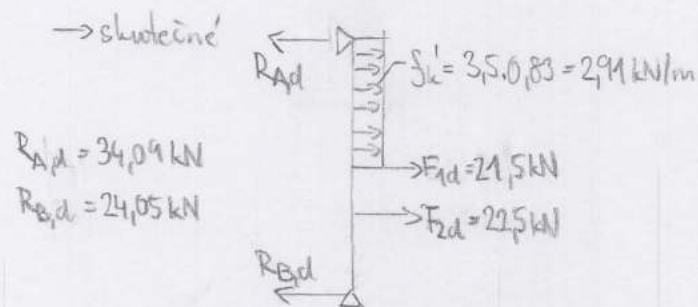
FSV

- mezní stav použitelnosti

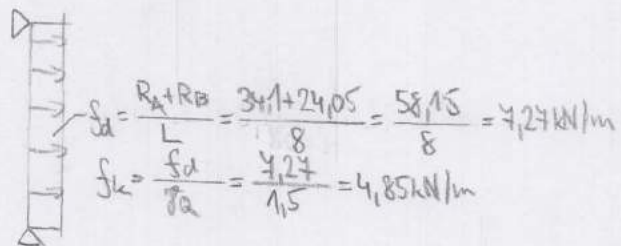
limitní průhyb

$$\delta_{lim} = \frac{h}{250} = \frac{8000}{250} = 32 \text{ mm}$$

zatížení na sloup



→ zjednodušené



potřebná průřezová charakteristika

$$I \geq \frac{5 \cdot S_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{lim}} = \frac{5 \cdot 4,85 \cdot 8000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 32} = 3850 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

→ SHS 180 × 180 × 4,2 $I = 4150 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

200 × 200 × 10 $I = 4440 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

RHS 250 × 150 × 6,3 $I_y = 4140 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

→ návrh bude zvolen s rezervou s ohledem na MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

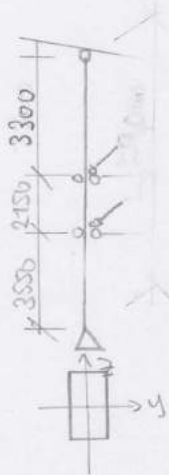
ČVUT

FSv

NAVŘH PROFILU RHS 300x100x6,3

$$\begin{aligned}
 I_y &= 51,11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & I_z &= 8,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 i_y &= 103 \text{ mm} & i_z &= 43 \text{ mm} \\
 W_{ply} &= 43 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & I_L &= 25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 W_{py} &= 34,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & h &= 300 \text{ mm} \\
 W_{plz} &= 19,7 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & b &= 100 \text{ mm} \\
 W_z &= 14,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 & m &= 59,7 \text{ kg/m} \\
 A &= 4840 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Posouzení navrženého profilu v MSÚ



a) nejvíce tláčový sloup (SS)

vzpěrné délky

$$L_y = 3550 \text{ mm}$$

$$L_z = 3550 \text{ mm}$$

štíhlosti při vybočení

$$\lambda = \frac{L}{i}$$

$$\lambda_y = \frac{3550}{103} = 34,55$$

$$\lambda_z = \frac{3550}{43} = 82,8$$

poměrní štíhlost

$$\lambda_1 = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1}$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{34,55}{86,8} = 0,4$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{82,8}{86,8} = 0,95$$

součinitel imperfekce

- uzavřený profil válcovaný za tepla

$$\rightarrow d = 0,21$$

STRANA:

107

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

vzpěrnostní součinitel

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,21(0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,6$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,21(0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,6$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,21(0,95 - 0,2) + 0,95^2] = 1,03$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$\Rightarrow \chi_y = 0,95 \quad \chi_z = 0,4$$

$$N_{b,rd} = \frac{\chi_{min} A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,4 \cdot 4840 \cdot 275}{1,0} = 928,6 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,rd}} \leq 1$$

$$N_{b,rd}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,rd}} = \frac{73,26}{928,6} = 0,08 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

b) nejvíce ohybaný sloup - (S6)

- ohyb s vlivem osové síly

vzpěrná délka

$$L_y = L_z = 3550 \text{ mm}$$

štíhlosti

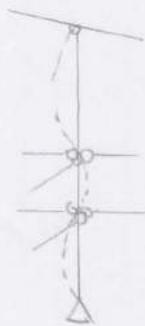
$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{3550}{103} = 34,54$$

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{3550}{43} = 82,8$$

poměrné štíhlosti

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{34,54}{86,8} = 0,4$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{82,8}{86,8} = 0,96$$



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

vzpěrnostní součinitele

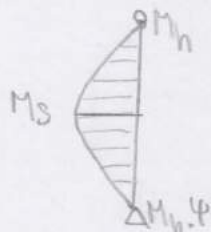
$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,21(0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,6$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,21(0,96 - 0,2) + 0,96^2] = 1,03$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,6 + \sqrt{0,6^2 - 0,4^2}} = 0,95$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,03 + \sqrt{1,03^2 - 0,96^2}} = 0,4$$

vliv osové síly - průběh momentu



$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = 0$$

$$\psi = 0$$

$$\Rightarrow C_{my} = 0,95 + 0,05\alpha_h = 0,95 + 0,05 \cdot 0 = 0,95$$

interakční součinitele

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} \left[1 + (\chi_y - 0,2) \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \\ C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,95 \left[1 + (0,4 - 0,2) \frac{11,41 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 4840 \cdot 275 \cdot 1,0} \right] \\ 0,95 \left(1 + 0,8 \frac{11,41 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 4840 \cdot 275 \cdot 1,0} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,951 \\ 0,957 \end{array} \right\} = 0,951$$

$$k_{zy} = 0,6 \quad k_{yy} = 0,6 \cdot 0,951 = 0,571$$

STRANA:

109

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

podmínky spolehlivosti

Pozn.: $\chi_{LT} = 1,0$

$$1) \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{y1} \frac{M_{y,ed} + \Delta M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{y2} \frac{M_{z,ed} + \Delta M_{z,ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{11,41 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 4840 \cdot 245} + 0,951 \frac{88,1 \cdot 10^6}{1,0 \cdot 43,10^4 \cdot 245} = 0,01 + 0,71 = 0,72 < 1,0$$

VYHOVUJE

$$2) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{z1} \frac{M_{y,ed} + \Delta M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{z2} \frac{M_{z,ed} + \Delta M_{z,ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{11,41 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 4840 \cdot 245} + 0,571 \frac{88,1 \cdot 10^6}{1,0 \cdot 43,10^4 \cdot 245} = 0,012 + 0,426 = 0,438 < 1,0$$

VYHOVUJE

- smyk

$$V_{max,ed} = 34,1 \text{ kN}$$

smyková únosnost (uvážováno jen stojiny)

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{wz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = \frac{2(h-2t) \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = \frac{2(300-2 \cdot 63) \cdot 6,3 \cdot 245}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 574,9 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,rd}} \leq 1$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,rd}}$$

$$\frac{34,1}{574,9} = 0,06 < 1 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,rd}} = 0,06 < 0,5 \Rightarrow \text{malý smyk}$$

STRANA:

110

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Posouzení navrženého profilu v MSP

limitní průhyb

$$\delta_{lim} = 32 \text{ mm}$$

průhyb sloupu od větru

$$\delta = 44,6 \text{ mm}$$

$$\delta = 44,6 \text{ mm} > \delta_{lim} = 32 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{NEVYHOVUJE}}}$$

OPRAVNÝ NÁVRH RHS 300x150x10

nově zjištěný průhyb

$$\delta = 24,5 \text{ mm}$$

$$\delta = 24,5 \text{ mm} < \delta_{lim} = 32 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

→ MSÚ již není posuzován, navržený profil je únosnější než prvotní návrh → profil vyhoví

NAVRŽENÝ PROFIL RHS 300x150x10
VYHOVÍ KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

16) NÁVRH A POSOUZENÍ LAŤOVÁNÍ NESOUČÍ PODHLED

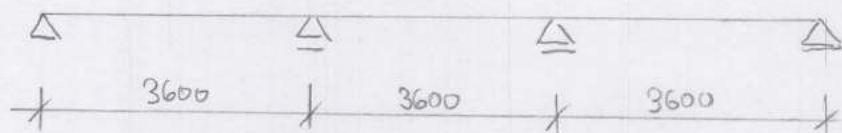
Materiál: konstrukční dřevo KVH, třída C24 - viz Latě pod OSB

Zatížení na laťování

- pouze stálé → podhledová prkna + vl. tíha

STAĽA' PLOŠNÁ'	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_{d1} [kN/m ²]
podhledová prkna tl. 15mm	0,06	1,35	0,081
STAĽA' LINOVA'	g_k' [kN/m]	γ_G	g_{d1}' [kN/m]
vl. tíha (odhad 60/80)	0,03	1,35	0,04

Statické schéma konstrukce



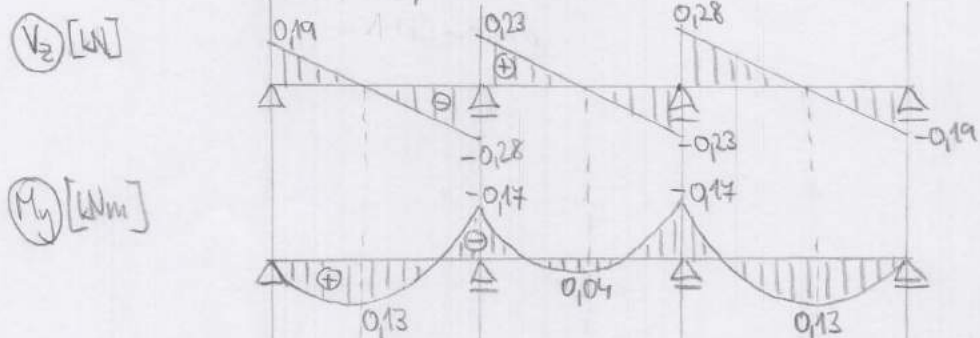
- osová vzdálenost latí 1,1m

Výpočtové zatížení

$$f_k = g_k \cdot z_s + g_k' = 0,06 \cdot 1,1 + 0,03 = 0,096 \text{ kN/m}$$

$$f_{d1} = g_{d1} \cdot z_s + g_{d1}' = 0,081 \cdot 1,1 + 0,04 = 0,13 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly na nosníku



STRANA:

112

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Předběžný návrh profilu

- 1. MS - ohyb ($b=60\text{mm}$)

$$W_y \geq \frac{M_{ed}}{f_{m,d}}$$

$$\frac{bh^2}{6} \geq \frac{M_{ed}}{f_{m,d}}$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{ed}}{b \cdot f_{m,d}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,17 \cdot 10^6}{60 \cdot 16,6}} = 32\text{mm}$$

- 2. MS - průhyb

- pomocí softwaru SCIA ENGINEER

Stanoven potřebný průřez 60/60 pro

splnění limitního průhybu $L/300 = 12\text{mm}$

NAVRH LATĚ 60/60

Posouzení latě v MSÚ

- ohyb s ověřením stability

kritické napětí pro obdélníkový průřez

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78b^2}{h l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

→ pro prostě podepřený nosník se spoj. tým zatížením na taženém okraji je

$$l_{ef} = 0,9l - 0,5h = 0,9 \cdot 3600 - 0,5 \cdot 60 = 3210\text{mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 60^2 \cdot 7400}{60 \cdot 3210} = 107,88\text{MPa}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{mk}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{107,88}} = 0,48$$

součinitel klopení

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$\Rightarrow k_{crit} = 1 \rightarrow$ nosník bude posouzen na prostý ohyb bez vlivu klopení

modul průřezu

$$W_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{60 \cdot 60^2}{6} = 36\,000 \text{ mm}^3$$

posouzení napětí

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{0,14 \cdot 10^6}{36\,000} = 4,72 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = 4,72 \text{ MPa} < f_{m,d} = 16,6 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- smyk

maximální smykové napětí

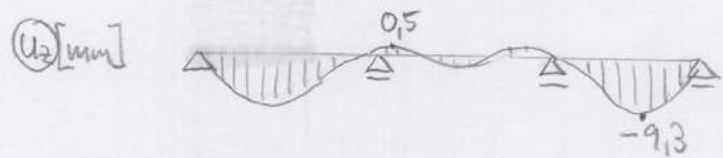
$$\tau_{v2} = \frac{3V_k}{2bh} = \frac{3 \cdot 0,28 \cdot 10^3}{2 \cdot 60 \cdot 60} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v2} = 0,12 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,47 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

Posouzení latě v MSP

okamžitý průhyb - stanoven pomocí SCIA ENGINEER



posouzení okamžitého průhybu

$$w_{max} = \frac{L}{300} = \frac{3600}{300} = 12 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 9,3 \text{ mm} < w_{max} = 12 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

konečný průhyb

$$w_{fin} = w_{inst} \cdot (1 + k_{def}) = 9,3 \cdot (1 + 0,8) = 16,74 \text{ mm}$$

posouzení konečného průhybu

$$w_{max} = \frac{L}{200} = \frac{3600}{200} = 18 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 16,74 \text{ mm} < w_{max} = 18 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

NAVRŽENÁ LATĚ 60/60 mm VYHOVÍ
KRITÉRIJÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

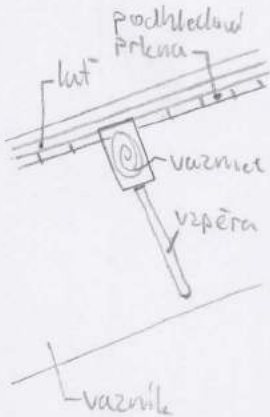
ČVUT

FSv

17) NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNIC NESOUČÍCH LATĚ PODHLÉDU

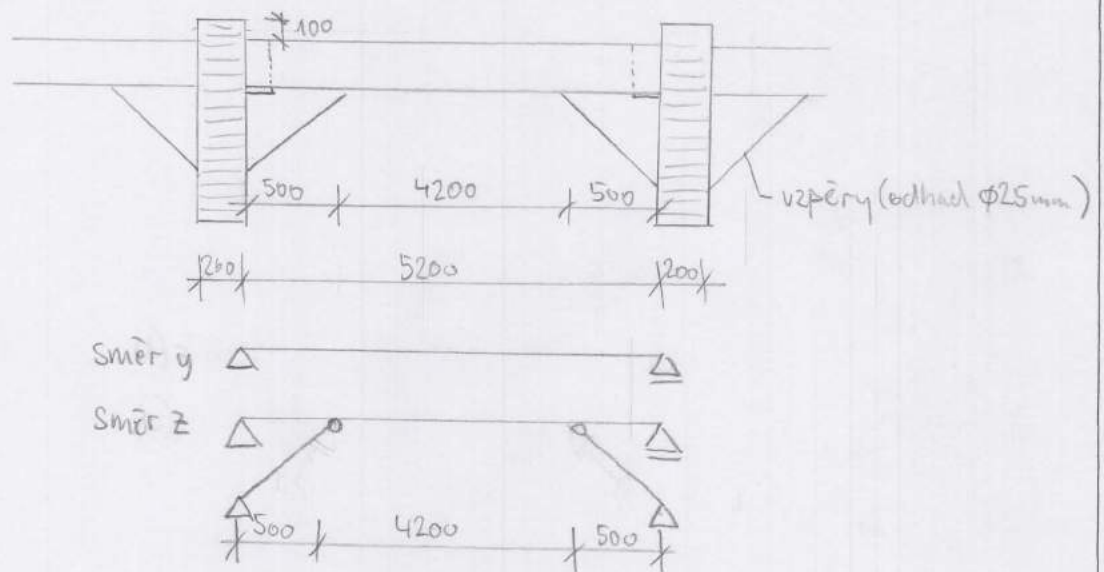
Material: rostlé dřevo C24 - viz Latě pod OSB

Zatížení na vaznici -



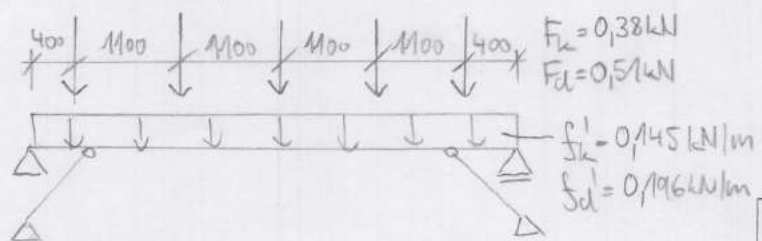
STĀLA' PLOŠNĀ'	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_{ed} [kN/m ²]
podhledoví prkna tl 15mm	0,06	1,35	0,081
STĀLA' L NIOVĀ'	g_k [kN/m]	γ_G	g_{ed} [kN/m]
latování (60/60) $0,06^2 \times 4,4$	0,014	1,35	0,023
v tíhu vaznice (odhad 140/220) $0,14 \times 0,22 \times 4,4$	0,145		0,196

Statické schéma konstrukce



Výpočtové zatížení

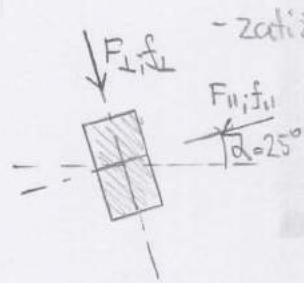
- zatížení posledem a latěmi je uvažováno jako reakce, převzata z návrhu latování



STRANA:

116

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		



- zatížení bude dále rozděleno do směrů

$$F_{\perp} = F_z = F \cdot \cos \alpha$$

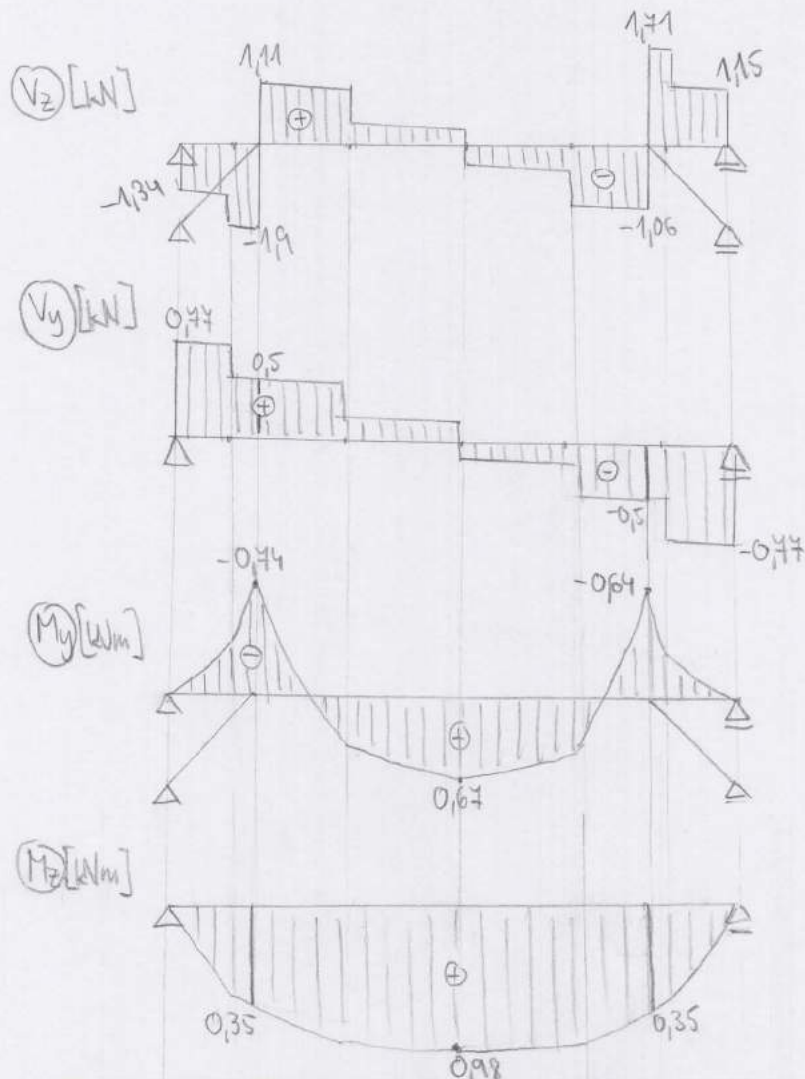
$$F_{\parallel} = F_y = F \cdot \sin \alpha$$

$$f_{\perp} = f_z = f \cdot \cos \alpha$$

$$f_{\parallel} = f_y = f \cdot \sin \alpha$$

druh zatížení	$f_{\parallel}/F_{\parallel}$	f_{\perp}/F_{\perp}	CHARAKTERISTICKÉ		NÁVRHOVÉ		
			f_{zk}/F_{zk}	f_{yk}/F_{yk}	f_{sd}/F_{sd}	f_{yd}/F_{yd}	
vl. tíha	0,145	0,196	0,132	0,07	0,18	0,083	kN/m
reakce z latě	0,38	0,51	0,35	0,16	0,47	0,22	kN

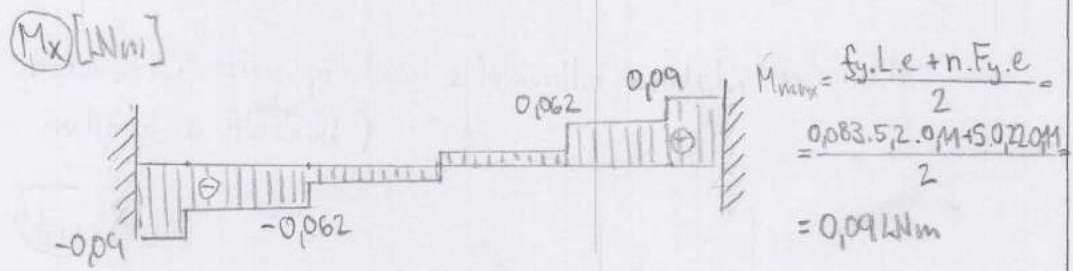
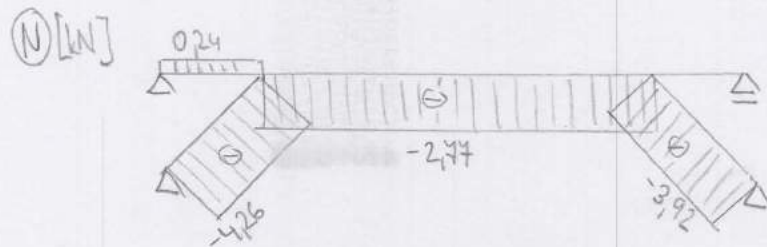
Vnitřní síly na konstrukci



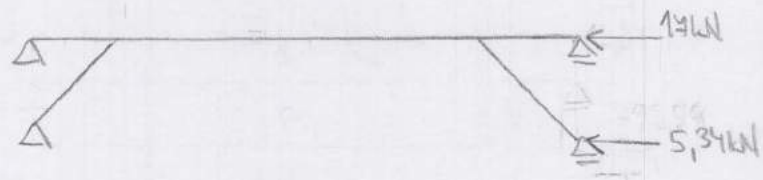
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

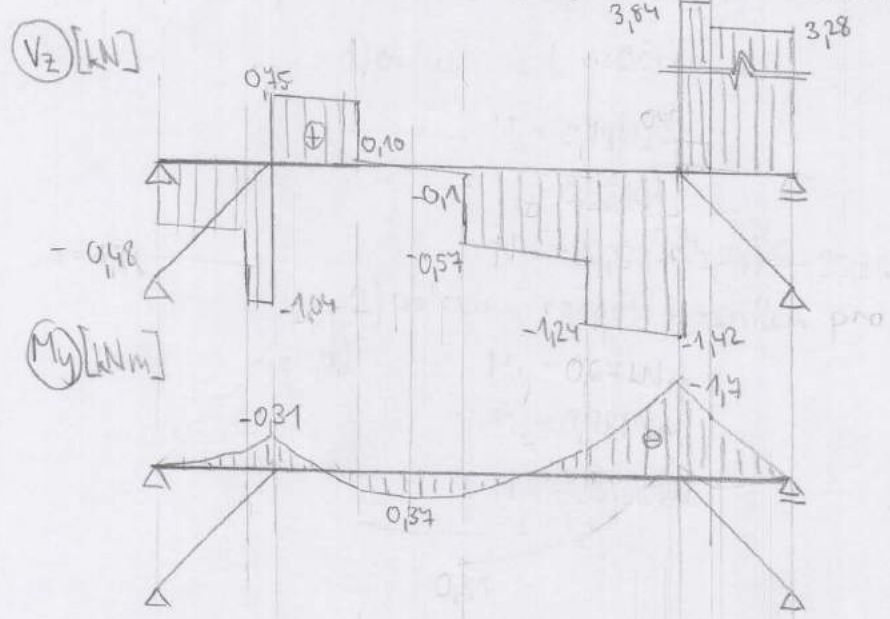
FSV



Vnější síla přidane z hlavního modelu (maximální tlaková)



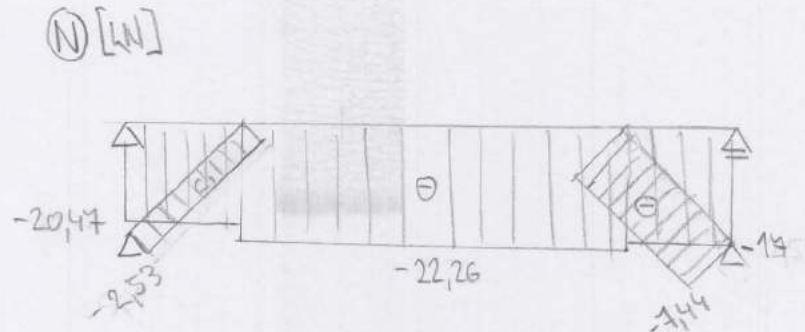
po vnesení tlakové normálové síly došlo ke změně průběhu složek Vz, My a N a to následovně:



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



předběžný návrh profilu bude proveden pro dvě místa na nosníku -

1) oblast nad vzpěrou pro

$$M_y = -1,7 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,35 \text{ kNm}$$

$$N = -22,26 \text{ kN}$$

2) polovina rozpětí nosníku pro

$$M_y = 0,34 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,98 \text{ kNm}$$

$$N = -22,26 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Předběžný návrh profilu

- profil bude předběžně navržen tak, aby splňoval zjednodušenou podmínku

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{c0,d}}{f_{c0,d}} \leq 1$$

$$\text{kde } \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{G \cdot M_{y,Ed}}{b \cdot h^2}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{G \cdot M_{z,Ed}}{b^2 \cdot h}$$

$$\sigma_{c0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h}$$

- byla zvolena šířka $b = 60 \text{ mm}$ a pomocí řešitele v MS EXCEL nalezeno řešení rovnice výše (dopočteno h). Pro posuzování případy vyšly následující hodnoty

$$1) h \geq 135,9 \text{ mm (nad vzpěrou)}$$

$$2) h \geq 139,8 \text{ mm (uprostřed pole)}$$

- profil je navržen s většími rozměry kvůli rezervě pro posudek stability ve vzpěru a dýbku a kvůli rezervě pro MSP

NÁVRH PROFILU 140/180

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení vaznice v MSÚ

posouzení bude provedeno vždy ve směru obou os (dvojosý ohyb a smyk) Posouzeny budou následující 3 případy:

a) uprostřed rozpětí

- vzpěrný tlak
- dvojosý ohyb (bez vlivu klopení)
- interakce obou namáhání

b) oblast nad vzpěrou

- dvojosý ohyb (s vlivem klopení)
- interakce dvojosého ohybu a vzpěrného tlaku
- dvojosý smyk
- interakce dvojosého smyku s kroucením

c) oblast podpory

- dvojosý smyk
- kroucení
- interakce dvojosého smyku s kroucením

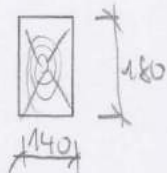
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

a) Posouzení MSÚ uprostřed rozpětí

- vzpěrný tlak (važován ve směru „slabší“ osy)



$$I_z = \frac{1}{12} b^3 h = \frac{1}{12} 140^3 \cdot 180 = 41,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = b \cdot h = 140 \cdot 180 = 25200 \text{ mm}^2$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{41,16 \cdot 10^6}{25200}} = 40,4 \text{ mm}$$

stíhlostní poměry

$$\lambda_z = \frac{L_{ef,z}}{i_z} = \frac{5200}{40,4} = 128,71$$

kritické napětí

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 7400}{128,71^2} = 4,4 \text{ MPa}$$

poměrní stíhlost

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{21}{4,4}} = 2,18$$

součinitel vzpěrnosti

$$k_z = 0,5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,2 \cdot (2,18 - 0,3) + 2,18^2 \right] = 3,06$$

$$k_{cz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{3,06 + \sqrt{3,06^2 - 2,18^2}} = 0,192$$

podmínka spolehlivosti

$$\sigma_{c0,d} = \frac{N_{ed}}{A} \leq k_{cz} \cdot f_{c0,d}$$

$$\sigma_{c0,d,z} = \frac{22,26 \cdot 10^3}{140 \cdot 180} = 0,89 \text{ MPa}$$

$$k_{cz} \cdot f_{c0,d} = 0,192 \cdot 14,54 = 2,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0,d,z} = 0,89 \text{ MPa} < k_{cz} \cdot f_{c0,d} = 2,8 \text{ MPa}$$

VÝHODNĚ

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

STRANA:

122

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- vzpěrný tlak (ve směru silnější osy)

$$I_y = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} 140 \cdot 180^3 = 68,04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 25200 \text{ mm}^2$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{68,04 \cdot 10^6}{25200}} = 51,96 \text{ mm}$$

stíhlostní poměry

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{4200}{51,96} = 80,83$$

kritické napětí

$$\sigma_{crity} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 4400}{80,83^2} = 11,18 \text{ MPa}$$

poměrná stíhlost

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0,k}}{\sigma_{crity}}} = \sqrt{\frac{21}{11,18}} = 1,37$$

součinitel vzpěrnosti

$$k_y = 0,5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,2 \cdot (1,37 - 0,3) + 1,37^2 \right] = 1,55$$

$$k_{cy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,55 + \sqrt{1,55^2 - 1,37^2}} =$$

$$= 0,44$$

podmínka spolehlivosti

$$\sigma_{c0,d} = 0,89 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} \sigma_{c0,d} = 0,44 \cdot 14,54 = 6,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0,d} = 0,89 \text{ MPa} < k_{cy} \sigma_{c0,d} = 6,4 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- dvojosý ohyb - bez vlivu klopení (v poli je tláčena část drážena)

moduly průřezu

$$W_y = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} 140 \cdot 180^2 = 7,56 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_z = \frac{1}{6} b^2 h = \frac{1}{6} 140^2 \cdot 180 = 5,88 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

kombinační součinitel

$$k_m = 0,7 \text{ pro obdélníkový průřez}$$

napětí ve směrech os

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{0,37 \cdot 10^6}{7,56 \cdot 10^5} = 0,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{0,98 \cdot 10^6}{5,88 \cdot 10^5} = 1,67 \text{ MPa}$$

podmínky spolehlivosti

$$1) \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,5}{16,6} + 0,7 \cdot \frac{1,67}{16,6} = 0,99 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$2) k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{0,5}{16,6} + \frac{1,67}{16,6} = 0,121 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

interakce dvojosého ohybu a vzpěrného tlaku
podmínky spolehlivosti

$$1) \frac{\sigma_{c0,d}}{k_{ty} \cdot f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,89}{0,44 \cdot 14,54} + 0,099 = 0,238 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVNĚ}}}$$

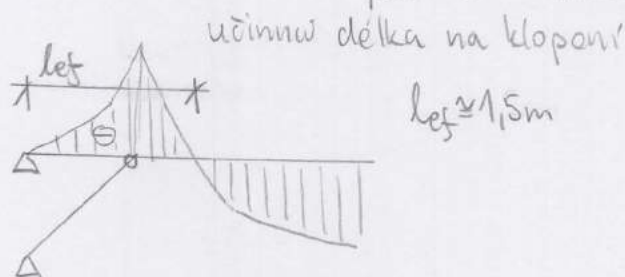
$$2) \frac{\sigma_{c0,d}}{k_{tz} \cdot f_{c0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,89}{0,192 \cdot 14,54} + 0,121 = 0,44 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVNĚ}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

b) Posouzení MSÚ v oblasti nad vzpěrou

- dvojosý ohyb - s vlivem klopění (tlačení je spodní hrana vaznice a ta není držena proti ztrátě příčné a točivé stability)



kritické napětí

$$\sigma_{m,crit,y} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{eff}} \cdot E_{op5} = \frac{0,78 \cdot 140^2}{180 \cdot 1500} \cdot 7400 = 419,04 \text{ MPa}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{5m_k}{\sigma_{m,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{419,04}} = 0,24$$

součinitel klopění

$$k_{crit} = 1,0 \rightarrow \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

→ nedojde ke ztrátě příčné a točivé stability ⇒ posouzení na dvojosý ohyb bez vlivu klopění

moduly průřezu

$$1) W_y = 7,56 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 5,88 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

napětí ve směrech os

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,ed}}{W_y} = \frac{1,7 \cdot 10^6}{7,56 \cdot 10^5} = 2,25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,ed}}{W_z} = \frac{0,35 \cdot 10^6}{5,88 \cdot 10^5} = 0,6 \text{ MPa}$$

podmínky spolehlivosti

$$1) \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,25}{16,6} + 0,7 \frac{0,6}{16,6} = 0,16 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

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

$$0,7 \frac{2,25}{16,6} + \frac{0,6}{16,6} = 0,13 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

- interakce dvojosého ohybu a vzpěrného tlaku

$$\frac{\sigma_{c,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,d}} + 0,16 = \frac{0,89}{0,44 \cdot 14,54} + 0,16 = 0,299 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\frac{\sigma_{c,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,d}} + 0,13 = \frac{0,89}{0,192 \cdot 14,54} + 0,13 = 0,45 < 1 \text{ VYHOVUJE}$$

- dvojosý smyk

maximální napětí pro obdélníkový průřez

$$\tau_{z,d} = \frac{3 V_{z,ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 384 \cdot 10^3}{2 \cdot 140 \cdot 180} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = \frac{3 V_{y,ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 140 \cdot 180} = 0,03 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\tau = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} \leq f_{v,d}$$

$$\tau = \sqrt{0,23^2 + 0,03^2} = 0,24 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,47 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$V_{z,ed} = 384 \text{ kN}$$

$$V_{y,ed} = 0,5 \text{ kN}$$

STRANA:

127

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

interakce dvojosého smykn s kroucením
napětí od kroucení

$$M_{tor,d} = 0,062 \text{ kNm}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{180}{140} = 1,286 \Rightarrow k_{tor} \approx 0,22$$

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor,d}}{k_{tor} \cdot h \cdot b^2} = \frac{0,062 \cdot 10^6}{0,22 \cdot 180 \cdot 140^2} = 0,08 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1$$

$$k_{shape} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,05 \frac{h}{b} = 1 + 0,05 \frac{180}{140} = 1,06 \\ 1,3 \end{array} \right.$$

$$\frac{0,08}{1,06 \cdot 2,77} + \left(\frac{0,03}{2,77} \right)^2 + \left(\frac{0,23}{2,77} \right)^2 = 0,034 < 1$$

VYHODNĚ

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

c) Posouzení MSÚ v oblasti podpory

- dvojosý smyk

maximální napětí pro obdélníkový průřez

$$\tau_{z,d} = \frac{3 V_{z,Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 3,28 \cdot 10^3}{2 \cdot 140 \cdot 180} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = \frac{3 V_{y,Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 0,77 \cdot 10^3}{2 \cdot 140 \cdot 180} = 0,046 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\tau = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} \leq f_{v,d}$$

$$\tau = \sqrt{0,2^2 + 0,046^2} = 0,21 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- kroucení

Smykové napětí pro obdélníkový průřez

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor,d}}{k_{tor} \cdot h \cdot b^2} = \frac{0,09 \cdot 10^6}{0,22 \cdot 180 \cdot 140^2} = 0,116 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} f_{v,d} = 1,06 \cdot 2,77 = 2,93 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = 0,116 \text{ MPa} < k_{shape} f_{v,d} = 2,93 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- posouzení interakce smyku a kroucení

$$\frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1$$

$$\frac{0,116}{1,06 \cdot 2,77} + \left(\frac{0,046}{2,77} \right)^2 + \left(\frac{0,2}{2,77} \right)^2 = 0,045 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$V_{z,Ed} = 3,28 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 0,77 \text{ kN}$$

$$M_{tor,d} = 0,09 \text{ kNm}$$

$$k_{tor} = 0,22$$

$$k_{shape} = 1,06$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

Posouzení vaznice u MSP

okamžité průhyby získané ze SCIA ENGINEER

$$w_z = 1,23 \text{ mm}$$

$$w_y = 1,56 \text{ mm}$$

posouzení okamžitého průhybu

$$w_{inst} \leq w_{max} = \frac{L}{300} = \frac{5200}{300} = 17,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = \sqrt{w_{z,inst}^2 + w_{y,inst}^2} = \sqrt{1,23^2 + 1,56^2} = 1,99 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 2 \text{ mm} < w_{max} = 17,3 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

konečné průhyby

$$w_{z,fin} = w_z(1+k_{def}) = 1,23(1+0,8) = 2,22 \text{ mm}$$

$$w_{y,fin} = w_y(1+k_{def}) = 1,56(1+0,8) = 2,81 \text{ mm}$$

posouzení konečného průhybu

$$w_{fin} \leq w_{max} = \frac{L}{200} = 26 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = \sqrt{w_{z,fin}^2 + w_{y,fin}^2} = \sqrt{2,22^2 + 2,81^2} = 3,6 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 3,6 \text{ mm} < w_{max} = 26 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

$$k_{def} = 0,8$$

NAVRŽENÁ VAZNICE 140/180 mm VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

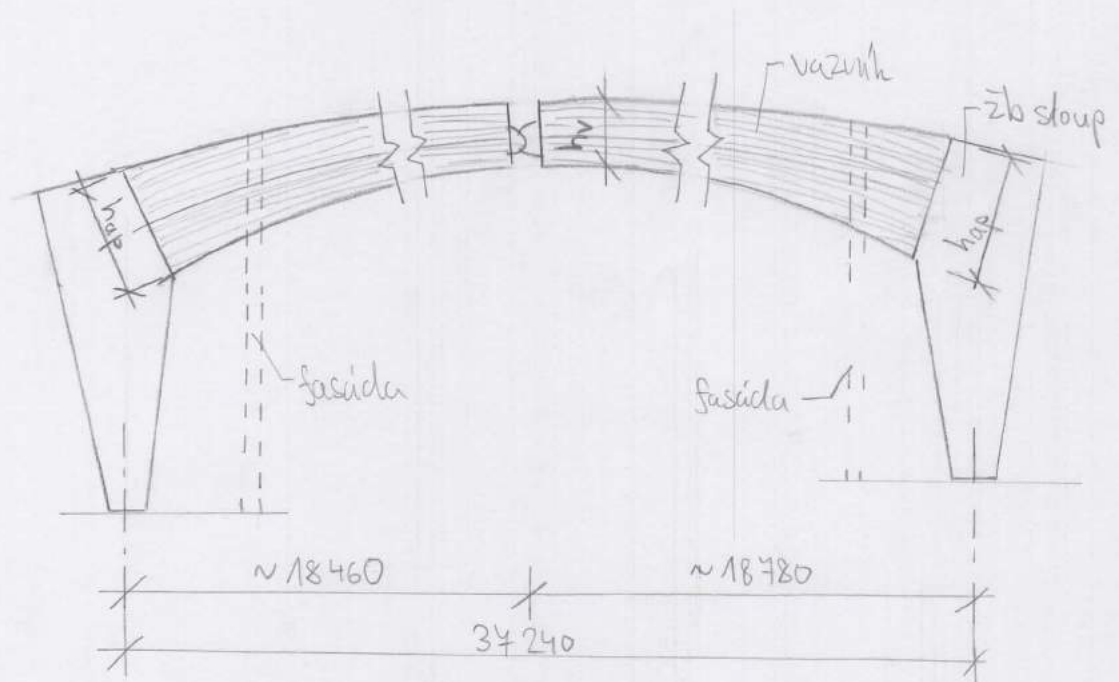
18) NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍHO VAZNÍKU

Material: lepené lamelové dřevo GL24c

Zatížení na vazník:

- zatížení na vazník zahrnuje veškeré zatížení, které bylo zadáno do modelu (viz Příloha)
- Jedná se o všechna stálá zatížení, včetně vlastní tíhy prvků a vazníku, dále pak zatížení větrem uvažované ze všech směrů, zatížení navátým i nenavátým sněhem a vnitřní zatížení vyvolané potřebou údržby a oprav

Schéma konstrukce

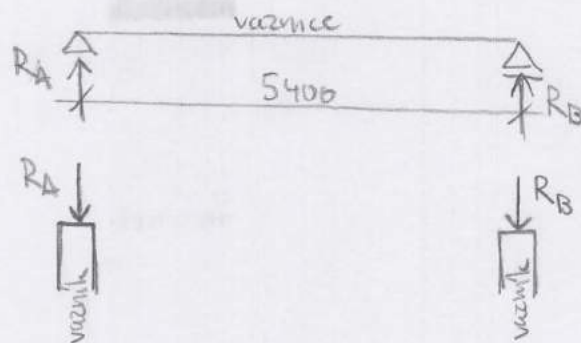


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- síly na vazník zadávané do modelu - ruční výpočet reakcí střešních vaznic (zatezovací šířka 1,2m)



skladba střešního pláště - $g_k = 0,61 \text{ kN/m}^2$

$$R_A = \frac{g_k \cdot z \cdot L}{2} = \frac{0,61 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = 1,98 \text{ kN}$$

vl. tíha vaznic (140/240)

$$\rho_v = 470 \text{ kg/m}^3$$

$$m' = b \cdot h \cdot \rho_v = 0,14 \cdot 0,24 \cdot 470 = 16 \text{ kg/m}$$

$$g_k' = 0,16 \text{ kN/m}$$

$$R_A = \frac{g_k' \cdot L}{2} = \frac{0,16 \cdot 5,4}{2} = 0,44 \text{ kN}$$

latování (60/60), osová vzdálenost 627mm

$$m' = 0,06^2 \cdot 470 = 1,7 \text{ kg/m}$$

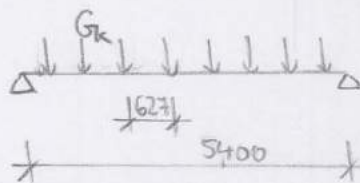
$$g_k' = 0,02 \text{ kg/m}$$

$$G_k = g_k' \cdot z \cdot s = 0,02 \cdot 1,2 = 0,024 \text{ kN}$$

$$\text{počet latí na vaznici } n = \frac{L}{s \cdot v} = \frac{5400}{627} = 8,6 \approx 9$$

$$R_A = \frac{n \cdot G_k}{2} = \frac{9 \cdot 0,024}{2} = 0,11 \text{ kN}$$

$$\Sigma R_A = 2,53 \text{ kN}$$



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVĚBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

zatížení sněhem - nenavíťým

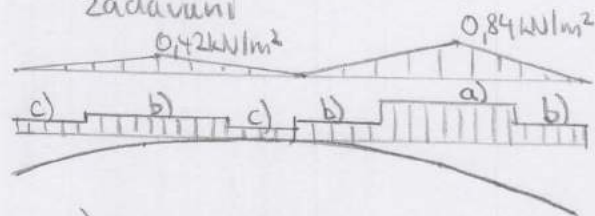
$$s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k' = s_k \cdot z_s = 0,56 \cdot 1,2 = 0,672 \text{ kN/m}^2$$

$$R_A = \frac{s_k' \cdot L}{2} = \frac{0,672 \cdot 5,2}{2} = 1,7424 \text{ kN}$$

zatížení sněhem - navíťým

- rozděleno na 3 hodnoty pro zjednodušení
zadání



$$a) s_k = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k' = 0,84 \cdot 1,2 = 1,008 \text{ kN/m}^2$$

$$R_A = \frac{1,008 \cdot 5,4}{2} = 2,7216 \text{ kN}$$

$$b) s_k = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k' = 0,42 \cdot 1,2 = 0,504 \text{ kN/m}^2$$

$$R_A = \frac{0,504 \cdot 5,4}{2} = 1,3608 \text{ kN}$$

$$c) s_k = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k' = 0,21 \cdot 1,2 = 0,252 \text{ kN/m}^2$$

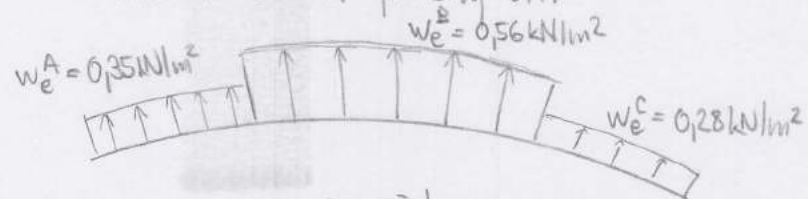
$$R_A = \frac{0,252 \cdot 5,4}{2} = 0,6804 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Zatížení větrem - příčný vítr



$$R_A = \frac{w_e \cdot z \cdot L}{2}$$

$$R_A^A = \frac{-0,35 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -1,14 \text{ kN}$$

$$R_A^B = \frac{-0,56 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -1,82 \text{ kN}$$

$$R_A^C = \frac{-0,28 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -0,91 \text{ kN}$$

Zatížení větrem - podélný vítr

F		I
G	H	I
G		I
F	H	I

$$w_e^F = -0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^G = -0,9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^H = -0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^I = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$R_A^F = \frac{-0,83 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -2,7 \text{ kN}$$

$$R_A^G = \frac{-0,9 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -2,92 \text{ kN}$$

$$R_A^H = \frac{-0,42 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -1,36 \text{ kN}$$

$$R_A^I = \frac{-0,35 \cdot 1,2 \cdot 5,4}{2} = -1,14 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

užitné zatížení - opravy a údržba

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$R_A = \frac{q_k \cdot z \cdot L}{2} = \frac{0,75 \cdot 1,25 \cdot 4}{2} = 2,43 \text{ kN}$$

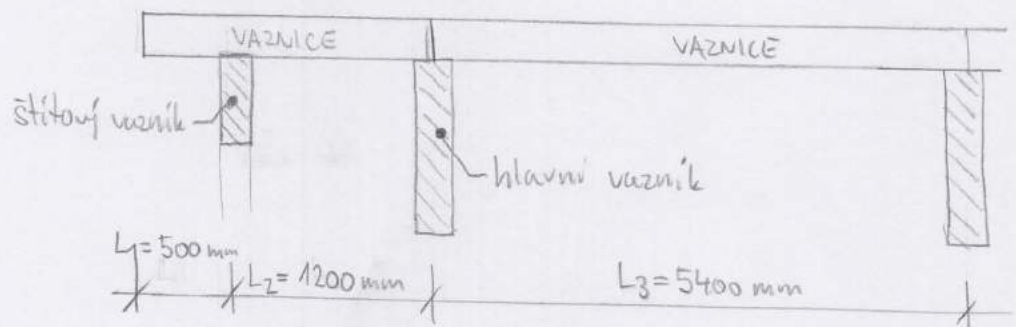
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- síly na štítový vazník

- viz síly na hlavní vazník, jen přenásobeno
poměrem rozpětí vaznic (součinitelem β)



$$\beta = \frac{L_1 + 0,5L_2}{L_3} = \frac{500 + 0,5 \cdot 1200}{5400} = 0,21$$

stále zatížení

$$F_p = R_A \beta = 2,53 \cdot 0,21 = 0,54 \text{ kN}$$

zatížení sněhem - nenavátým

$$F_p = 1,82 \cdot 0,21 = 0,39 \text{ kN}$$

zatížení sněhem - navátým

$$F_p^a) = 2,73 \cdot 0,21 = 0,58 \text{ kN}$$

$$F_p^b) = 1,36 \cdot 0,21 = 0,29 \text{ kN}$$

$$F_p^c) = 0,68 \cdot 0,21 = 0,15 \text{ kN}$$

zatížení větrem - příčný vítr

$$F_p^A = -1,14 \cdot 0,21 = -0,24 \text{ kN}$$

$$F_p^B = -1,82 \cdot 0,21 = -0,39 \text{ kN}$$

$$F_p^C = -0,91 \cdot 0,21 = -0,19 \text{ kN}$$

STRANA:

136

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- zatížení větrem - podélný vítr

$$F_p^F = -27 \cdot 0,21 = -0,57 \text{ kN}$$

$$F_p^G = -292 \cdot 0,21 = -0,62 \text{ kN}$$

$$F_p^I = -1,14 \cdot 0,21 = -0,24 \text{ kN}$$

- užitečné zatížení - opravy a údržba

$$F_p = 243 \cdot 0,21 = 0,51 \text{ kN}$$

- zatížení na vazník a ostatní konstrukce
viz Informační příloha

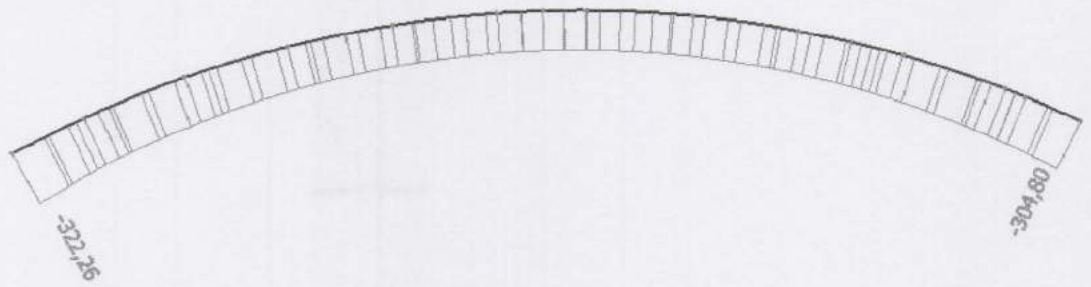
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

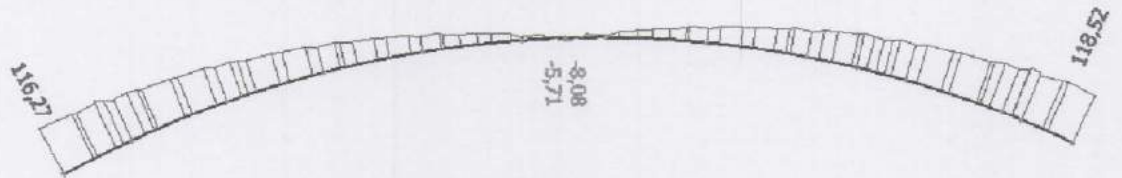
FSV

Vnitřní síly z extrémní kombinace

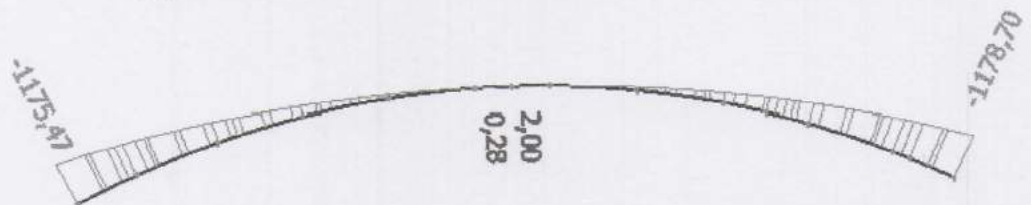
N [kN]



V_z [kN]



M_y [kNm]



STRANA:

138

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Matériálové vlastnosti (dle ČSN EN 14086)

třída dřeva - GL24c

pevnost v ohybu - $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

tah II s vlákny - $f_{t,0,k} = 17 \text{ MPa}$

tah I k vláknům - $f_{t,90,k} = 0,5 \text{ MPa}$

tlak II s vlákny - $f_{c,0,k} = 21,5 \text{ MPa}$

tlak I k vláknům - $f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$

smyk - $f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$

moduly pružnosti - $E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$

- $E_{0,05} = 9100 \text{ MPa}$

- $E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$

- $E_{90,05} = 250 \text{ MPa}$

Provozní podmínky

- vlhkostní třída 2

- nejkratší zatížení - krátkodobé

→ $k_{mod} = 0,9$; $k_{def} = 0,8$

Potřebné návrhové materiálové vlastnosti

- $\gamma_M = 1,25$ pro LLD

$$f_{R,d} = k_{mod} \frac{f_{R,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{m,d} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = 0,9 \frac{0,5}{1,25} = 0,36 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = 0,9 \frac{21,5}{1,25} = 15,48 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0,9 \frac{3,5}{1,25} = 2,52 \text{ MPa}$$

STRANA:

139

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Předběžný návrh profilu vazníků

- vzhledem ke složitosti konstrukce byl předběžný návrh vynechán. Pomocí MS excel bylo provedeno posouzení výchozích rozměrů, které byly převzaty ze skutečného provedení a jsou

následující: $h_{ap} = 1800 \text{ mm}$

$h_v = 918 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$

- předběžné posouzení ukázalo nevyhovující rozměry (viz Informační příloha)

- podrobení a přepočtení modelu vyšly jako vyhovující rozměry tyto:

$h_{ap} = 1920 \text{ mm}$

$h_v = 1200 \text{ mm}$

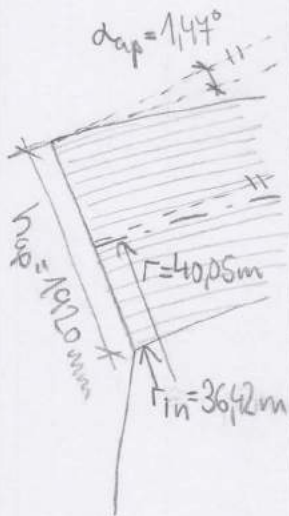
$b = 240 \text{ mm}$

podrobné posouzení vyhovujících rozměrů viz následující strany

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



tloušťka
lamel $t=40\text{mm}$

Posouzení vazníku v MSÚ

- ohyb ve vrcholu

Koeficienty pro výpočet napětí ve vrcholu

$$k_1 = 1 + 1,4 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} + 5,4 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} = 1 + 1,4 \cdot \text{tg} 1,47 + 5,4 \cdot \text{tg}^2 1,47 = 1,0395$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} = 0,35 - 8 \cdot \text{tg} 1,47 = 0,1447$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} - 7,8 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} = 0,6 + 8,3 \cdot \text{tg} 1,47 - 7,8 \cdot \text{tg}^2 1,47 = 0,80486$$

$$k_4 = 6 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} = 6 \cdot \text{tg}^2 1,47 = 0,00395$$

$$k_l = k_1 + k_2 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) + k_3 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^3 = 1,0395 + 0,1447 \left(\frac{1920}{40\,050} \right) + 0,80486 \left(\frac{1920}{40\,050} \right)^2 + 0,00395 \left(\frac{1920}{40\,050} \right)^3 = 1,0483$$

napětí v ohybu ve vrcholu

$$\sigma_{m,d} = k_l \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} = 1,0483 \frac{6 \cdot 1178,7 \cdot 10^6}{240 \cdot 1920^2} = 8,38 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\sigma_{m,d} \leq k_r \cdot f_{m,d}$$

$$k_r = \begin{cases} 1 & \text{pro } \frac{r_{in}}{t} \geq 240 \\ 0,76 + 0,001 \frac{r_{in}}{t} & \text{pro } \frac{r_{in}}{t} < 240 \end{cases}$$

$$\frac{r_{in}}{t} = \frac{36420}{40} = 910,5 > 240 \Rightarrow k_r = 1$$

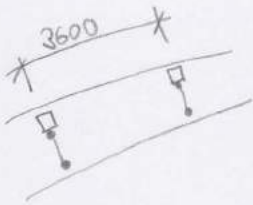
$$\sigma_{m,d} = 8,38 \text{ MPa} < k_r \cdot f_{m,d} = 1 \cdot 1728 = 1728 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv



- ohyb ve vrcholu s posouzením vlivu klopení
vzdálenost mezi příčnými podporami

$$l_{ef} = 3600 \text{ mm}$$

kritické napětí

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 E_{0,05}}{h_{ap} l_{ef}} = \frac{0,78 \cdot 240^2 \cdot 9100}{1920 \cdot 3600} = 59,15 \text{ MPa}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{s_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{59,15}} = 0,637 < 0,75$$

$\Rightarrow k_{crit} = 1,0 \Rightarrow$ nosník neklopí klopení
nebude dále posuzováno

- posouzení únosnosti ve vzpěrném tlaku

vzpěrné délky

\rightarrow vybočení ve směru osy z

$$l_{ef,y} = 2 \cdot L = 2 \cdot 18732,5 = 37465 \text{ mm}$$

(uvažováno zjednodušeně jako konzola)

\rightarrow vybočení ve směru osy y

$$l_{ef,z} = 3600 \text{ mm}$$

průřezové charakteristiky

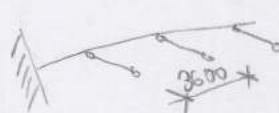
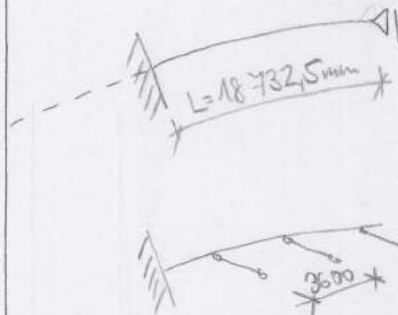
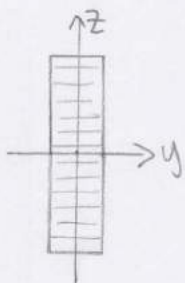
\rightarrow pro výpočet vzpěrných součinitelů je
uvažován nejmenší průřez (na straně
bezpečnosti) $\cdot h = 1200 \text{ mm}$ $b = 240 \text{ mm}$

$$I_y = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} 240 \cdot 1200^3 = 3,456 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} b^3 h = \frac{1}{12} 240^3 \cdot 1200 = 1,3824 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,456 \cdot 10^{10}}{240 \cdot 1200}} = 346,41 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{1,3824 \cdot 10^9}{240 \cdot 1200}} = 69,282 \text{ mm}$$



STRANA:

142

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

štíhlosti

$$\lambda_y = \frac{L_{ef,y}}{i_y} = \frac{37465}{346,41} = 108,152$$

$$\lambda_z = \frac{L_{ef,z}}{i_z} = \frac{3600}{69,282} = 51,96$$

relativní štíhlosti

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{108,152}{\pi} \sqrt{\frac{21,5}{9100}} = 1,673$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{51,96}{\pi} \sqrt{\frac{21,5}{9100}} = 0,804$$

vzpěrnostní součinitele

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) =$$

$$= 0,5(1 + 0,1(1,673 - 0,3) + 1,673^2) = 1,947$$

$$k_{ey} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,947 + \sqrt{1,947^2 - 1,673^2}} = 0,332$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) =$$

$$= 0,5(1 + 0,1(0,804 - 0,3) + 0,804^2) = 0,848$$

$$k_{ez} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,848 + \sqrt{0,848^2 - 0,804^2}} = 0,893$$

podmínka spolehlivosti

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_{ci} \cdot f_{c,0,d}$$

→ napětí u podpory

$$\sigma_{c,0,d}^1 = \frac{N_{Ed}^1}{A} = \frac{304,8 \cdot 10^3}{240 \cdot 120} = 0,66 \text{ MPa}$$

→ napětí u vrcholového kloubu

$$\sigma_{c,0,d}^2 = \frac{N_{Ed}^2}{A} = \frac{229,11 \cdot 10^3}{240 \cdot 120} = 0,81 \text{ MPa}$$

→ nejmenší únosnost (směr osy z)

$$k_{ey} \cdot f_{c,0,d} = 0,332 \cdot 15,48 = 5,14 \text{ MPa}$$

normální síla

u podpory

$N_{Ed}^1 = 304,8 \text{ kN}$

u vrcholového kloubu

$N_{Ed}^2 = 229,11 \text{ kN}$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

$$\sigma_{c,0,d}^1 = 0,66 \text{ MPa} < k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} = 5,14 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$\sigma_{c,0,d}^2 = 0,81 \text{ MPa} < k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} = 5,14 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

- interakce ohybového momentu k ose větší tuhosti a tlakové síly

$$\left(\frac{\sigma_{m,ed}}{k_r \cdot k_{crit} \cdot f_{m,ed}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{8,38}{1,0 \cdot 1,0 \cdot 17,28} \right)^2 + \frac{0,66}{0,893 \cdot 15,48} = 0,283 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

- napětí v tahu kolmo k vláknům ve vrcholu
koeficienty pro výpočet napětí

$$k_5 = 0,2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,2 \cdot \operatorname{tg} 1,44^\circ = 51,33 \cdot 10^{-4}$$

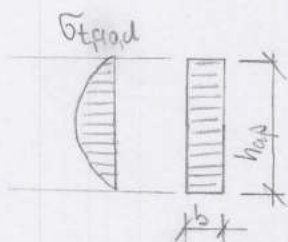
$$k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ap} + 26 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} =$$

$$= 0,25 - 1,5 \cdot \operatorname{tg} 1,44^\circ + 26 \cdot \operatorname{tg}^2 1,44^\circ = 0,20822$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ap} - 4 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} = 2,1 \cdot \operatorname{tg} 1,44^\circ - 4 \cdot \operatorname{tg}^2 1,44^\circ = 0,05126$$

$$k_p = k_5 + k_6 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) + k_7 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 = 51,33 \cdot 10^{-4} + 0,20822 \left(\frac{1920}{40050} \right) +$$

$$+ 0,05126 \left(\frac{1920}{40050} \right)^2 = 0,015233$$



největší napětí v tahu

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} = 0,015233 \cdot \frac{6 \cdot 11787,10^6}{240 \cdot 1920^2} = 0,122 \text{ MPa}$$

redukce pevnosti v tahu kolmo k vláknům

$$k_{vol} = \begin{cases} 1,0 & \text{pro rostlé dřevo} \\ \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} & \text{pro LLD a LVL} \end{cases}$$

→ referenční objem

$$V_0 = 0,01 \text{ m}^3$$

→ objem vazníku

$$V_b = A \cdot b = 27 \cdot 0,24 = 6,48 \text{ m}^3$$

→ namáhaný objem vazníku ($\max \frac{2}{3} V_b$)

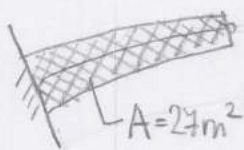
$$V = \frac{2}{3} V_b = \frac{2}{3} \cdot 6,48 = 4,32 \text{ m}^3$$

$$k_{dis} = \begin{cases} 1,4 & \text{pro sedlové a zakřivené nosníky} \\ 1,7 & \text{pro vyklenuté nosníky} \end{cases}$$

$$\Rightarrow k_{vol} = \left(\frac{0,01}{4,32} \right)^{0,2} = 0,2971$$

$$k_{dis} = 1,4$$

$$k_{vol} \cdot k_{dis} \cdot \sigma_{t,90,d} = 0,2971 \cdot 1,4 \cdot 0,36 = 0,1494 \text{ MPa}$$



STRANA:

145

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

podmínka spolehlivosti

$$\sigma_{\perp 90,d} \leq k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t90,d}$$

$$\sigma_{\perp 90,d} = 0,122 \text{ MPa} < k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t90,d} = 0,1497 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

- napětí ve smyku

maximální napětí v průřezu

$$\tau_d = \frac{3 \cdot V_{ed}}{2 \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 118,52 \cdot 10^3}{2 \cdot 240 \cdot 1920} = 0,386 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

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

$$\tau_d = 0,386 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,52 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

- interakce tahu kolmo k vláknům a smyku ve vrcholu

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{\perp 90,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t90,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,386}{2,52} + \frac{0,122}{0,1497} = 0,97 < 1 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

Posouzení vazníku v MSP

limitní průhyby pro konzolový nosník

$$w_{max,inst} = \frac{L}{250} = \frac{18460}{250} = 73,84 \text{ mm}$$

$$w_{max,fin} = \frac{L}{175} = \frac{18460}{175} = 105,5 \text{ mm}$$

okamžité průhyby vazníku

$$w_{inst}^g = 32,4 \text{ mm} \text{ (stále zatížení)}$$

$$w_{inst}^s = 15,1 \text{ mm} \text{ (zatížení sněhem)}$$

$$w_{inst} = w_{inst}^g + w_{inst}^s = 32,4 + 15,1 = 47,5 \text{ mm}$$

posouzení okamžitého průhybu

$$w_{inst} = 47,5 \text{ mm} < w_{max,inst} = 73,84 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

STRANA:

146

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

konečné průhyby

- stálé zatížení

$$w_{fin}^g = w_{inst}^g (1 + k_{def}) = 324 \cdot (1 + 0,8) = 58,32 \text{ mm}$$

- proměnné zatížení (sníh - $\psi_2 = 0$)

$$w_{fin}^q = w_{inst}^q (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 151 \cdot (1 + 0,8) = 15,1 \text{ mm}$$

- celkový

$$w_{fin} = w_{fin}^g + w_{fin}^q = 58,32 + 15,1 = 73,42 \text{ mm}$$

posouzení konečného průhybu

$$w_{fin} = 73,42 \text{ mm} < w_{max,fin} = 105,5 \text{ mm}$$

NAVRŽENÝ VAZNIK VYHOVÍ
KRITÉRIÍM MSÚ A MSP

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

19) NAVRH A POSOUZENÍ STĚNOVÉHO ZTOUŽIDLA NEJVÍCE NAMAĀANÉHO

Material: tyč-ocel S235, prof. l-ocel S245

Vnitřní síly

- maximální tahová síla

$$N_{Ed} = 42,31 \text{ kN}$$

Návrh průřezu

a) tyčová ocel

$$\frac{N_{Ed}}{A} \geq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A \geq \frac{\gamma_{M0} \cdot N_{Ed}}{f_y} = \frac{1,0 \cdot 42,31 \cdot 10^3}{235} = 180 \text{ mm}^2$$

$$\pi r^2 = A$$

$$r \geq \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{180}{\pi}} = 7,6 \text{ mm}$$

b) ocelový úhelník (uvažována oslabení plocha)

$$A \geq 1,3 \frac{\gamma_{M0} N_{Ed}}{f_y} = 1,3 \frac{1,0 \cdot 42,31 \cdot 10^3}{245} = 200 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow L 30 \times 4 \quad A = 227 \text{ mm}^2$$

$$\boxed{\text{NAVRH } L 50 \times 30 \times 5 \quad A = 379 \text{ mm}^2}$$

Posouzení navrženého profilu v MSÚ

plastická únosnost neoslabeného průřezu

$$N_{pl,rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{379 \cdot 245}{1,0} = 104,2 \text{ kN}$$

STRANA:

148

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

únosnost oslabeného průřezu

→ šroub M12 ⇒ $d_b = 13 \text{ mm}$

$$A_{\text{net}} = A - d_b \cdot t = 349 - 13 \cdot 5 = 314 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,rd} = \frac{0,9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 314 \cdot 430}{1,25} = 97,2 \text{ kN}$$

únosnost v tahu

$$N_{t,rd} = \min(N_{pl,rd}; N_{u,rd}) = \min(104,2; 97,2) = 97,2 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,rd}} = \frac{42,31}{97,2} = 0,44 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

20) NÁVRH A POSOUZENÍ BĚŽNÝCH STĚNOVÝCH ŽTUŽIDEL

Material: ocel S275

Vnitřní síly

- maximální tahová síla

$$N_{Ed} = 6,47 \text{ kN}$$

Návrh průřezu

$$A \geq 1,3 \frac{\gamma_{Mo} N_{Ed}}{f_y} = 1,3 \frac{1,0 \cdot 6,47 \cdot 10^3}{275} = 30,6 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow L 20 \times 3 \quad A = 112 \text{ mm}^2$$

$$\boxed{\text{NÁVRH } L 35 \times 4} \quad A = 267 \text{ mm}^2$$

Posouzení profilu v MSÚ

plastická únosnost neoslabeného průřezu

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{267 \cdot 275}{1,0} = 73,4 \text{ kN}$$

plastická únosnost oslabeného průřezu

→ šrouby M10, $d_o = 11 \text{ mm}$

$$A_{net} = A - d_o \cdot t = 267 - 11 \cdot 4 = 223 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 223 \cdot 430}{1,25} = 69 \text{ kN}$$

únosnost v tahu

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(73,4; 69) = 69 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{6,47}{69} = 0,1 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

21) NÁVRH A POSOUZENÍ STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA

Materiál: ocel S235 (tyčová ocel)

Vnitřní síly

a) bez vyloučeního tahu

$$N_{Ed}^{\ominus} = -14,89 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}^{\oplus} = 14,28 \text{ kN}$$

b) s výpočtem s vyloučením tahu

$$N_{Ed}^{\oplus} = 26,48 \text{ kN}$$

vnesené předpětí (kvůli provedování táhel)

$$F_p = 20 \text{ kN}$$

Návrh průměru táhla

$$\frac{N_{Ed}}{A} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A \geq \frac{\gamma_{M0} \cdot N_{Ed}}{f_y} = \frac{1,0(26,48 + 20) \cdot 10^3}{235} = 199,1 \text{ mm}^2$$

$$r \geq \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{199,1}{\pi}} = 7,96 \text{ mm}$$

$$d \geq 2r = 2 \cdot 7,96 = 15,92 \text{ mm}$$

NÁVRH TÁHLA $\phi 25 \text{ mm}$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

22) POSOUZENÍ KONSTRUKCE V MSP

- maximální posun vrcholu sloupů od zatížení větrem

$$\delta_{lim} = \frac{h}{300} = \frac{10200}{300} = 34 \text{ mm}$$

- maximální posun ve směru podélného větru

$$\delta = 10,7 \text{ mm}$$

$$\delta = 10,7 \text{ mm} < \delta_{lim} = 34 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

POSOUZENÍ BUDOVY JAKO CELKU PROKÁŽALO JEJÍ FUNKČNOST A POUŽITELNOST, KONSTRUKČNÍ CELEK VYHOVÍ



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

STATICKÝ VÝPOČET – NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJŮ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM.....	1
NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE STROPNICE NA PRŮVLAK	2
NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE PRŮVLAKU NA SLOUP	6
NÁVRH PŘÍPOJE ZTUŽIDLA S NEJVĚTŠÍ SILOU.....	10
NÁVRH PŘÍPOJE BĚŽNÉHO ZTUŽIDLA	12
NÁVRH A POSOUZENÍ KOTVENÍ SLOUPŮ PŘÍSTAVKŮ	13
NÁVRH PATNÍHO PLECHU ŠTÍTOVÉHO SLOUPU	19
NÁVRH PATNÍHO PLECHU FASÁDNÍHO SLOUPU	21
NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE FASÁDNÍ PŘÍČLE NA SLOUP.....	22
PŘIPOJENÍ FASÁDNÍHO SLOUPU NA VAZNÍK.....	25
NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE ŠTÍTOVÉHO SLOUPU NA VAZNICI A POMOCNÝ VAZNÍK.....	30
NÁVRH PŘIPOJENÍ VRCHNÍ VAZNICE NA VAZNÍK	34
NÁVRH A POSOUZENÍ ČEPU STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA.....	41
NÁVRH PŘÍPOJE VAZNICE PODHLEDU NA VAZNÍK	43
NÁVRH A POSOUZENÍ VZPĚRY VNITŘNÍ VAZNICE A JEJÍHO PŘIPOJENÍ	47
NÁVRH A POSOUZENÍ PŘIPOJENÍ VAZNÍKU NA SLOUP.....	54
NÁVRH A POSOUZENÍ VRCHOLOVÉHO ČEPU VAZNÍKU.....	66

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

- ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, prosinec 2006
- ČSN EN 1993-1-10 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou, leden 2014
- ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, prosinec 2006

Poznámka: Všechny uvedené normy byly využity v aktuálním znění včetně všech změn, oprav a národních dodatků

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

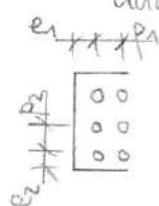
ČVUT

FSv

2) NAVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE STROPNICE NA PRŮVLAK

Vstupní údaje :

- reakce ze stropnice $F_{Ed} = 8,32 \text{ kN}$
- tloušťka stajiny $t_w = 4,4 \text{ mm}$ (IPE 140)
- plocha profilu $A = 1643 \text{ mm}^2$
- předpokládaný šroub: pro IPE 140 M12 $A = 113 \text{ mm}^2$
- materiál šroubu: 8.8 $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$
- předpokládaná tloušťka spojovacího plechu: $t_p = 8 \text{ mm}$
- údaje pro montáž šroubu:



- $d_b = 13 \text{ mm}$
- $e_1 = 25 \text{ mm}$
- $p_1 = 45 \text{ mm}$
- $e_2 = 20 \text{ mm}$
- $p_2 = 40 \text{ mm}$
- $v_3 = 45 \text{ mm}$
- $v_4 = 50 \text{ mm}$
- $v_5 = 25 \text{ mm}$

únosnost šroubu ve střihu (smyková rovina v dřívku)

$$F_{v,red} = \frac{0,6 \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 113 \cdot 800}{1,25} = 43,4 \text{ kN}$$

únosnost v otláčení

$$F_{b,red} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$t = \min(t_w; t_p) = \min(4,4; 8) = 4,4 \text{ mm}$$

$$a_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_b}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{25}{3 \cdot 13}; \frac{800}{430}; 1\right) =$$

$$= \min(0,641; 1,86; 1) = 0,641$$

STRANA:

2

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

$$k_1 = \min\left(\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(\frac{2,8 \cdot 25}{13} - 1,7; 2,5\right) =$$

$$= \min(3,68; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,641 \cdot 12 \cdot 47 \cdot 430}{1,25} = 31 \text{ kN}$$

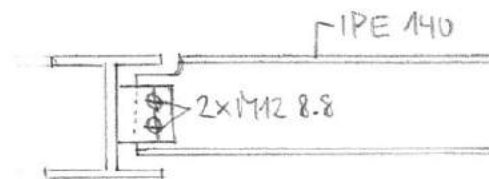
výsledná únosnost

$$F_{rd} = \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd}) = \min(43,4; 31) = 31 \text{ kN}$$

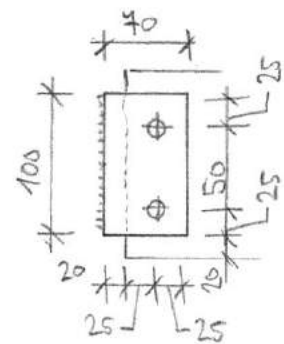
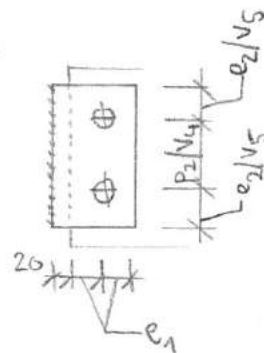
návrh počtu spojovacích prostředků

$$n = \frac{F_{ed}}{F_{rd}} = \frac{8,32}{31} = 0,27$$

NAVRH SPOJE 2x M12 8.8



plech



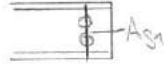
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

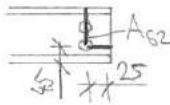
FSv

posouzení smykové únosnosti profilu

- oslabená plocha profilu



$$A_V = 104 \cdot h \cdot t_w = 104 \cdot 140 \cdot 4,7 = 684,32 \text{ mm}^2$$



$$A_{S1} = A_V - 2 \cdot d_o \cdot t_w = 684,32 - 2 \cdot 13 \cdot 4,7 = 562,12 \text{ mm}^2$$

$$A_{S2} = 102 \cdot (h - 45 + 25) \cdot t_w - 2 \cdot d_o \cdot t_w = 102 \cdot (140 - 45 + 25) \cdot 4,7 - 2 \cdot 13 \cdot 4,7 = 453,08 \text{ mm}^2$$

- smyková únosnost profilu

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{min} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{453,08 \cdot 275}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 71,94 \text{ kN}$$

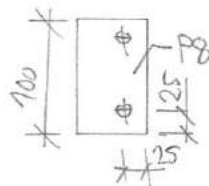
podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{8,32}{71,94} = 0,116 < 1 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

posouzení smykové únosnosti plechu

- oslabená plocha



$$A_V = h \cdot t_p = 100 \cdot 8 = 800 \text{ mm}^2$$

$$A_S = A_V - 2 \cdot d_o \cdot t_p = 800 - 2 \cdot 13 \cdot 8 = 592 \text{ mm}^2$$

- smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_S \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{592 \cdot 235}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 80,32 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{8,32}{80,32} = 0,104 < 1 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

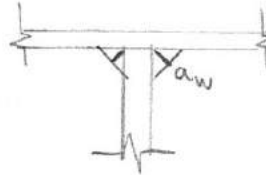
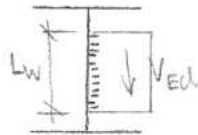
plech S235

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

návrh svarového připojení plechu



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\sigma_{\parallel}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{\parallel} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3} \frac{V_{ed}}{a_w \cdot L_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$a_w \geq \frac{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot V_{ed}}{2 \cdot L_w \cdot f_u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25 \cdot 8,32 \cdot 10^3}{2 \cdot 100 \cdot 360} = 0,2 \text{ mm}$$

S235

→ $\beta_w = 0,8$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

NAVRH SVARU $a_w = 4 \text{ mm}$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

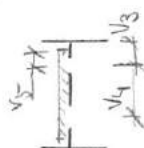
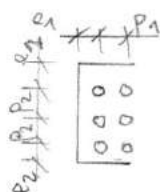
ČVUT

FSV

3) NAVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE PRŮVLAKU NA SLOUP

Vstupní údaje:

- reakce z průvlaku $F_{ed} = 25,13 \text{ kN}$
- tloušťka stojiny průvlaku $t_w = 66 \text{ mm}$ (IPE 270)
- plocha profilu $A = 3337 \text{ mm}^2$
- předpokládaný šroub pro IPE 270 M20 $A = 314 \text{ mm}^2$
- materiál šroub: 8.8 $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$
- materiál spojovacího plechu: S 235 $f_y = 235 \text{ MPa}$
 $f_u = 360 \text{ MPa}$
- předpokládaní tloušťka plechu: $t_p = 10 \text{ mm}$
- údaje pro montáž šroubu



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

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$v_3 = 80 \text{ mm}$$

$$v_4 = 110 \text{ mm}$$

$$v_5 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_2 = 60 \text{ mm}$$

únosnost šroubu ve střihu (smyková rovina v délku)

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 314 \cdot 800}{1,25} = 120,5 \text{ kN}$$

únosnost v otláčení

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$t = \min(t_w; t_p) = \min(66; 10) = 66 \text{ mm}$$

$$a_b = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_b}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{40}{3 \cdot 22}; \frac{800}{430}; 1\right) =$$

$$= \min(0,6; 1,86; 1) = 0,6$$

STRANA:

6

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

$$k_1 = \min\left(\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(\frac{2,8 \cdot 110}{22} - 1,7; 2,5\right) = \min(12,3; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,rd} = \frac{2,5 \cdot 0,6 \cdot 20 \cdot 6,6 \cdot 430}{1,25} = 68,1 \text{ kN}$$

-ověření otláčení plechu

$$F_{b,rd} = \frac{2,5 \cdot 0,6 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 360}{1,25} = 86,4 \text{ kN} > \text{únosnost profilu}$$

výsledná únosnost

$$F_{rd} = \min(F_{v,rd}; F_{b,rd}) = \min(120,5; 68,1) = 68,1 \text{ kN}$$

návrh počtu spojovacích prostředků

$$n = \frac{F_{ed}}{F_{rd}} = \frac{17,4}{68,1} = 0,26$$

→ neefektivní → opravný návrh šroubů M2 8.8

únosnost ve střihu

$$F_{v,rd} = 43,4 \text{ kN (viz stropnice)}$$

únosnost v otláčení

$$a_b = \min\left(\frac{40}{3 \cdot 12}; \frac{800}{436}; 1\right) = \min(1,11; 1,86; 1) = 1,0$$

$$k_1 = \min\left(\frac{2,8 \cdot 110}{12} - 1,7; 2,5\right) = \min(23,9; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,rd} = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 6,6 \cdot 430}{1,25} = 68 \text{ kN}$$

výsledná únosnost

$$F_{rd} = \min(F_{v,rd}; F_{b,rd}) = \min(43,4; 68) = 43,4 \text{ kN}$$

návrh počtu spojovacích prostředků

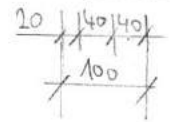
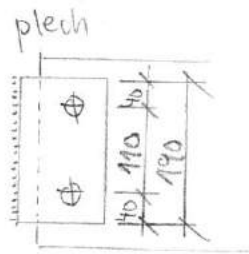
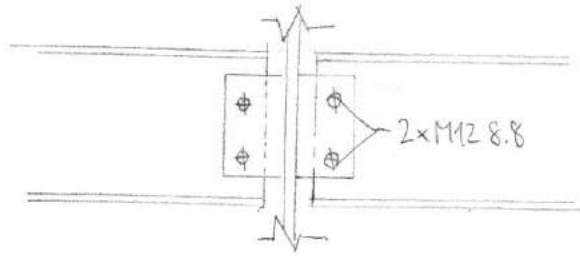
$$n = \frac{F_{ed}}{F_{rd}} = \frac{17,4}{43,4} = 0,4$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

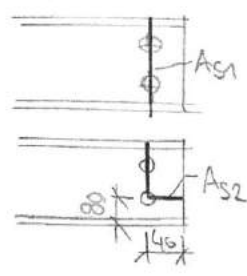
ČVUT

FSv

NAVRH SPOJE 2xM12 8.8



posouzení smykové únosnosti profilu



- oslabená plocha

$$A_v = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 240 \cdot 66 = 1853,28 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = A_v - 2 \cdot d_b \cdot t_w = 1853,28 - 2 \cdot 13 \cdot 66 = 1681,68 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 1,02 \cdot (h - 80 + 40) \cdot t_w - 2 \cdot d_b \cdot t_w =$$

$$= 1,02 \cdot (240 - 80 + 40) \cdot 66 - 2 \cdot 13 \cdot 66 = 1376 \text{ mm}^2$$

- smyková únosnost profilu

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{min} \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{1376 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 218,5 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

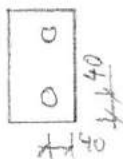
$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{25,13}{218,5} = 0,12 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

posouzení smykové únosnosti plechu



- oslabení plochu

$$A_V = h \cdot t_p = 190 \cdot 10 = 1900 \text{ mm}^2$$

$$A_S = A_V - 2 \cdot d_o \cdot t_p = 1900 - 2 \cdot 13 \cdot 10 = 1640 \text{ mm}^2$$

- smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_S \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{1640 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 222,5 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{25,13}{222,5} = 0,11 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVUJE}}}$$

návrh svarového připojení plechu

$$a_w \geq \frac{\sqrt{3} \cdot R_w \cdot \gamma_{M2} \cdot V_{ed}}{2 \cdot L_w \cdot f_u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 125 \cdot 25,13 \cdot 10^3}{2 \cdot 190 \cdot 360} = 0,32 \text{ mm}$$

NÁVRH SVARU $a_w = 4 \text{ mm}$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

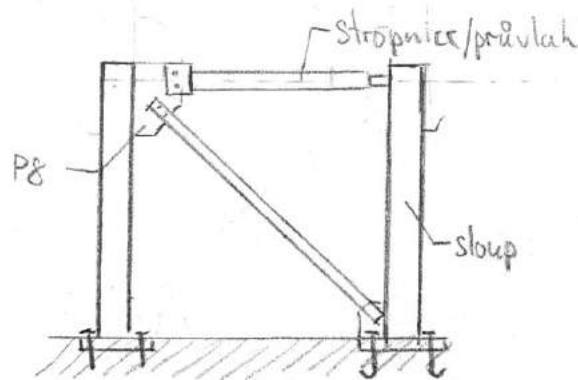
ČVUT

FSV

4) NÁVRH PŘÍPOJE ZTOŽIDLA S NEJVĚTŠÍ SILOU

schéma

ztužidlo - profil 50x30x5



- připojení přičle pomocí 2x M12 5.6, nebude díle posuzováno
- navrženo bude připojení všech úhelníků 50x30x5
- osová síla v táhle

$$N_{ed} = 4231 \text{ kN}$$

maximální šrouby pro L50x30x5

$$\rightarrow M12 5.6 \quad A_s = 84,3 \text{ mm}^2$$

únosnost 1 šroubu (ve střihu (smyk závítěn))

$$F_{v,rd}^1 = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 84,3 \cdot 500}{1,25} = 20,2 \text{ kN}$$

únosnost 1 šroubu v otláčení

$$a_b = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0} \cdot \frac{f_{ub}}{f_u} \cdot 1,0\right) = \min\left(\frac{25}{3 \cdot 13} \cdot \frac{500}{430} \cdot 1\right) = 0,64$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \cdot \frac{20}{13} - 1,7; 2,5\right) = \min(2,6; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,rd}^1 = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 12,5 \cdot 4,30}{1,25} = 33 \text{ kN}$$



$$e_2 = 20 \text{ mm}$$

$$e_1 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 40 \text{ mm}$$

únosnost

$$F_{rd}^1 = \min(F_{v,rd}^1; F_{b,rd}^1) = \min(20,2; 33) = 20,2 \text{ kN}$$

STRANA:

10

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

návrh počtu šroubů

$$n = \frac{N_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{42,31}{20,2} = 2,1$$

NAVRH 3x M2 5.6

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

NÁVRH PŘÍPOJE BEŽNÉHO ZTUŽIDLA

- osová síla v táhle

$$N_{Ed} = 6,47 \text{ kN}$$

maximální srouby pro L35x4

$$\rightarrow M10 5.6 \quad A_s = 58 \text{ mm}^2; \quad d_o = 11 \text{ mm}$$

únosnost sroubu ve střihu (závitem)

$$F_{V,Rd}^1 = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 58 \cdot 500}{1,25} = 13,92 \text{ kN}$$

únosnost sroubu v otláčení

$$a_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_o}; \frac{f_{ub}}{f_w}; 1,0\right) = \min\left(\frac{20}{3 \cdot 11}; \frac{500}{430}; 1\right) = 0,6$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{16}{11} - 1,7; 2,5\right) = \min(2,37; 2,5) = 2,37$$

$$F_{b,Rd}^1 = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,37 \cdot 0,6 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 430}{1,25} = 14,5 \text{ kN}$$

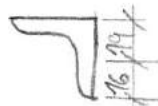
únosnost

$$F_{Rd}^1 = \min(F_{V,Rd}^1; F_{b,Rd}^1) = \min(13,92; 14,5) = 13,92 \text{ kN}$$

návrh počtu sroubů

$$n = \frac{N_{Ed}}{F_{Rd}^1} = \frac{6,47}{13,92} = 0,5$$

NÁVRH 2x M10 5.6



$e_2 = 16 \text{ mm}$
 $e_1 = 20 \text{ mm}$
 $p_1 = 40 \text{ mm}$

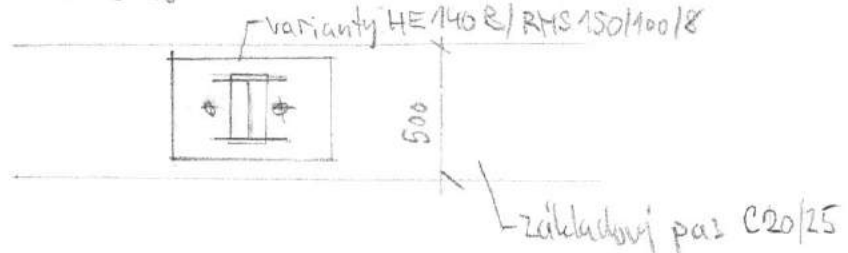
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

6) NÁVRH A POSOUZENÍ KOTVENÍ SLOUPŮ PŘÍSTAVKŮ

Schéma



Zatížení na kotvení sloupů (viz Informační příloha)

- maximální tlaková síla (stále + sůň CO1)

$$N_{Ed} = 74,62 \text{ kN}$$

- maximální smyková síla (při větru CO4)

$$V_{Edx} = 23,48 \text{ kN}$$

$$V_{Edy} = 20,34 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edx}^2 + V_{Edy}^2} = 31,1 \text{ kN}$$

- maximální tahová síla (při větru CO4)

$$N_{Ed} = 46,97 \text{ kN}$$

Návrh kotevních šroubů na smyk

- předpoklad M20 5.8 $A = 314 \text{ mm}^2$ $A_s = 245 \text{ mm}^2$

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yb} = 400 \text{ MPa}$$

- únosnost ve tření závitky a podní desky (tah)

$$F_{s,rd} = C_{s,d} \cdot N_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

- únosnost kotevního šroubu ve smyku (závit)

$$F_{1,vb,rb} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{1,25} = \frac{0,6 \cdot 245 \cdot 500}{1,25} = 58,8 \text{ kN}$$

$$F_{2,vb,rd} = \frac{\alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{rb}}$$

$$\alpha_b = 0,44 - 0,0003 \cdot f_{yb} = 0,44 - 0,0003 \cdot 400 = 0,32$$

STRANA:

13

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

$$F_{z,ub,rd} = \frac{0,32 \cdot 500 \cdot 245}{1,25} = 31,36 \text{ kN}$$

- návrhová únosnost ve smyku kotvení sloupů potří deskou

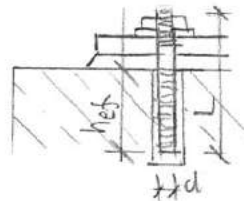
$$F_{vb,rd} = \min(F_{z,ub,rd}; F_{z,ub,rd}) = \min(58,8; 31,36) = 31,36 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = F_{s,rd} + n \cdot F_{vb,rd} = 0 + 2 \cdot 31,36 = 62,72 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 62,72 \text{ kN} > V_{Ed} = 31,09 \text{ kN} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

Návrh kotveních šroubů na tah

→ šrouby instalovány pomocí hybridní lepicí hmoty HILTI HIT-HY 200-A



→ předpoklad M20 S.8 $A_s = 245 \text{ mm}^2$
 $L = 380 \text{ mm}$ $h_{ef} = 280 \text{ mm}$

- únosnost šroubů v tahu

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{m2}} = \frac{0,9 \cdot 245 \cdot 500}{1,25} = 110,25 \text{ kN}$$

$$n \cdot F_{t,rd} = 2 \cdot 110,2 = 220,4 \text{ kN} > N_{Ed} = 46,97 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

- kombinace střihu a tahu

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,rd}} = \frac{31,09}{62,72} + \frac{46,97}{1,4 \cdot 220,4} = 0,65 < 1,0$$

VYHOVUJE

- únosnost na vytáhnutí

$$F_{rd}^1 = A_p \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_{mc}} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_{mc}} = \pi \cdot 20 \cdot 280 \cdot \frac{18}{1,5} \approx 253 \text{ kN}$$

$$F_{rd} = n \cdot F_{rd}^1 = 2 \cdot 253 = 506 \text{ kN} > N_{Ed} = 46,97 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

- pro HIT-HY 200A se šrouby HIT-V $f_{ctk} = 18 \text{ MPa}$
- γ_{mc} - bezpečnostní součinitel pro beton

STRANA:

14

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

C20/25

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

$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

Návrh patního plechu

- předběžný rozměr

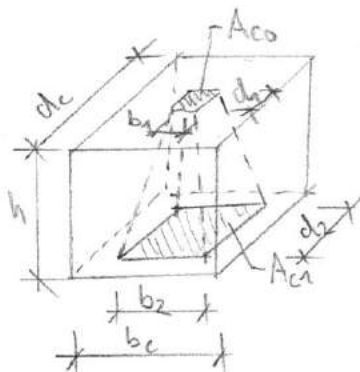
$$A \geq \frac{N_{Ed}}{f_{cd}} = \frac{74,62 \cdot 10^3}{13,33} = 5598 \text{ mm}^2$$

- volba rozměru

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

$$b > \frac{A}{a} = \frac{5598}{180} = 31,1 \text{ mm}$$

$$\boxed{\text{návrh } a = 180 \text{ mm } b = 180 \text{ mm}}$$



$h = 1000 \text{ mm}$

$b_c = 500 \text{ mm}$

$d_c = 1000 \text{ mm}$

- zatížená plocha základu

$$A_{co} = a \cdot b = 180 \cdot 180 = 32400 \text{ mm}^2$$

- největší návrhová roznašecí plocha

$$b_1 = b = 180 \text{ mm}$$

$$d_1 = a = 180 \text{ mm}$$

$$b_2 = \min(3b_1; b_1 + h; b_c) = \min(3 \cdot 180; 180 + 1000; 500) = \min(540; 1180; 500) = 500 \text{ mm}$$

$$d_2 = \min(3d_1; d_1 + h; d_c) = \min(3 \cdot 180; 180 + 1000; 1000) = \min(540; 1180; 1000) = 540 \text{ mm}$$

$$A_{ci} = b_2 \cdot d_2 = 500 \cdot 540 = 27 \cdot 10^5 \text{ mm}^2$$

- návrhová pevnost betonu v uložení

$$f_{rdn} = f_{cd} \sqrt{\frac{A_{ci}}{A_{co}}} = 13,33 \sqrt{\frac{27 \cdot 10^5}{32400}} = 38,48 \text{ MPa}$$

$$f_{rdn} = 38,48 \text{ MPa} \leq 3 \cdot f_{cd} = 39,99 \text{ MPa} \quad \text{SPLNĚNO}$$

- návrhová pevnost betonu pod patkou

• tloušťka podlití $t = 20 \text{ mm}$

• použitá malta M10 $\rightarrow f_{ctm} = 10 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 10 \text{ MPa}$

STRANA:

15

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

• podmínky pro užití $f_{jd} = \beta_j \cdot f_{rdm} = \frac{2}{3} f_{rdm}$

a) $t \leq 0,2 b_c$

$t = 20 \text{ mm} < 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ mm}$ SPLNĚNO

b) $f_{ckm} \geq 0,2 f_{ck}$

$f_{ckm} = 10 \text{ MPa} > 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ MPa}$ SPLNĚNO

$f_{jd} = \frac{2}{3} f_{rdm} = \frac{2}{3} \cdot 38,48 = 25,6 \text{ MPa}$

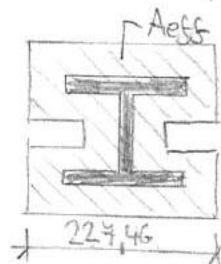
- odsazení účinné plochy

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}}$$

volba plechu: $t_p = 25 \text{ mm}$
ocel S235

$$c = 25 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 25,6}} = 43,43 \text{ mm}$$

- účinná plocha



$A_{eff} = 47942 \text{ mm}^2$

→ větší než plocha zvoleného plechu ⇒ zvětšení plechu na rozměr 240 x 240 mm

- oprava veličin

$$b_2 = \min(3 \cdot 240; 240 + 1000; 500) = \min(720; 1240; 500) = 500 \text{ mm}$$

$$d_2 = \min(3 \cdot 240; 1240; 1000) = 720 \text{ mm}$$

$$A_{co} = A_{eff} = 54091$$

$$A_{c1} = 500 \cdot 720 = 3,6 \cdot 10^5$$

$$f_{rdm} = 13,33 \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^5}{47942}} = 36,5 \text{ MPa}$$

$$f_{rdm} = 36,5 \text{ MPa} < 3 f_{cd} = 39,99 \text{ MPa}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 36,5 = 24,33 \text{ MPa}$$

$$c = 25 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 24,33}} = 44,85 \text{ mm}$$

- nová účinná plocha

$$A_{eff} = 49\,264 \text{ mm}^2$$

- podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}} \leq f_{jd}$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{7462 \cdot 10^3}{49\,264} = 1,52 \text{ MPa} < f_{jd} = 24,33 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NAVRH KOTVENÍ

a) VNITŘNÍ SLOUPY

plech P25 240/240

šrouby 2x M20 5.8

b) OBVODOVÉ SLOUPY - dtt

plech P25 240/240

šrouby 2x M20 5.8

Pozn: Navržené prvky mají dostatečnou únosnost i pro přenesení sil z ostatních štitových a fasádních sloupů. Šrouby tam nebudou dále navrhovány, pouze patní plechy

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

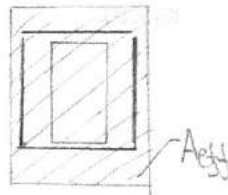
ČVUT

FSv

Návrh plechu ve variantě sloupu RHS 150x100x8

- výchozí rozměr plechu 180x180

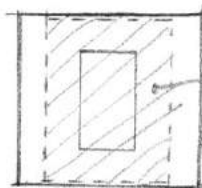
$$\Rightarrow c = 43,73 \text{ mm}$$



$$A_{eff} = 44514 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{zasahuje méně plech}$$

- nový rozměr plechu 240x240

$$\Rightarrow c = 43,73 \text{ mm}$$



$$A_{eff} = 45471 \text{ mm}^2$$

- podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{A_{eff}} \leq f_{jd}$$

$$\frac{N_{ed}}{A_{eff}} = \frac{74,62 \cdot 10^3}{45471} = 1,65 \text{ MPa} < f_{jd} = 18,33 \text{ MPa}$$

VYHODUJE

→ NÁVRH KOTVENÍ STEJNÝ JAKO PRO VARIANTU HE 140 B

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

7) NAVRHY PATNÍHO PLECHU ŠTÍTOVÉHO SLOUPU

Sloup: RHS 300x150x10mm

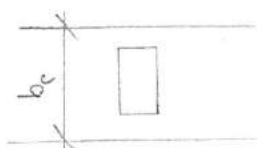
Volba rozměru plechu

$$a = 400 \text{ mm}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

Zatížená plocha základu

$$A_{co} = a \cdot b = 400 \cdot 400 = 16 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$



největší návrhová roznašecí plocha

$$b_1 = a = 400 \text{ mm}$$

$$d_1 = b = 400 \text{ mm}$$

$$b_2 = \min(3b_1; b_1 + h; b_c) = \min(3 \cdot 400; 400 + 1000; 500) = 500 \text{ mm}$$

$$d_2 = \min(3d_1; d_1 + h; d_c) = \min(3 \cdot 400; 400 + 1000; 1000) =$$

$$= \min(1200; 1400; 1000) = 1000 \text{ mm}$$

$$A_{c1} = b_2 \cdot d_2 = 500 \cdot 1000 = 5 \cdot 10^5 \text{ mm}^2$$

návrhová pevnost betonu v uložení

$$f_{rd,u} = f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{co}}} = 13,33 \sqrt{\frac{5 \cdot 10^5}{16 \cdot 10^4}} = 27,2 \text{ MPa}$$

$$f_{rd,u} = 27,2 \text{ MPa} < 3f_{cd} = 39,99 \text{ MPa} \text{ SPLNĚNO}$$

návrhová pevnost betonu pod patkou

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot f_{rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 27,2 = 18,13 \text{ MPa}$$

odsazení účinné plochy

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{jd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 25 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 18,13}} = 51,9 \text{ mm}$$



$$A_{eff} = 82294 \text{ mm}^2$$

→ na jednom okraji lehce přesahuje,
dále uvažována $A_{eff} = 81520 \text{ mm}^2$

$$N_{Ed} = 73,26 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{A_{eff}} \leq f_{jd}$$

$$\frac{N_{ed}}{A_{eff}} = \frac{43,26 \cdot 10^3}{81520} = 0,9 \text{ MPa} < f_{jd} = 13,76 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJĚ}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

8) NÁVRH PATNÍHO PLECHU FASÁDNÍHO SLOUPU

$$N_{ed} = 67,17 \text{ kN}$$

Sloup: RHS 200x120x10

Volba rozměru plechu:

$$a = 360 \text{ mm}$$

$$b = 320 \text{ mm}$$

zatížení plocha

$$A_{co} = a \cdot b = 360 \cdot 320 = 115,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

největší návrhová roztažecí plocha

$$b_1 = a = 360 \text{ mm}$$

$$d_1 = b = 320 \text{ mm}$$

$$b_2 = \min(3 \cdot 360; 360 + 1000; 500) = 500 \text{ mm}$$

$$d_2 = \min(3 \cdot 320; 320 + 1000; 1000) = 960 \text{ mm}$$

$$A_{c1} = b_2 \cdot d_2 = 500 \cdot 960 = 4,8 \cdot 10^5 \text{ mm}^2$$

návrhová pevnost betonu v uložení

$$f_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{co}}} = 13,33 \sqrt{\frac{4,8 \cdot 10^5}{115,2 \cdot 10^3}} = 24,2 \text{ MPa}$$

$$f_{Rdu} = 24,2 \text{ MPa} < 3 \cdot f_{cd} = 39,99 \text{ MPa} \quad \text{SPLNĚNO}$$

návrhová pevnost betonu pod patkou

$$f_{jd} = \frac{2}{3} f_{Rdu} = \frac{2}{3} \cdot 24,2 = 18,1 \text{ MPa}$$

odsazení účinné plochy

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 25 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 18,1}} = 52 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = 68096 \text{ mm}^2$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{A_{eff}} \leq f_{jd}$$

$$\frac{67,17 \cdot 10^3}{68096} = 0,99 \text{ MPa} < f_{jd} = 18,1 \text{ MPa}$$

VYHODNĚ

STRANA:

21

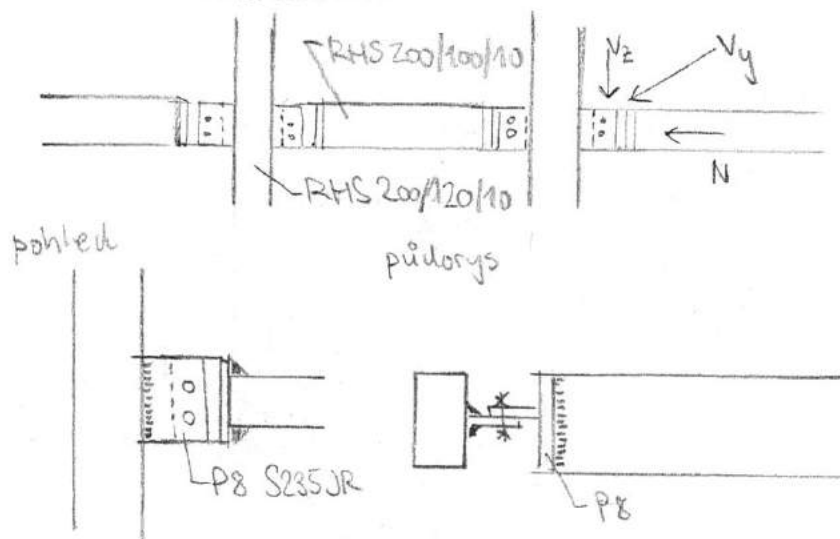
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

9) NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE FASÁDNÍ PŘÍČLE NA SLOUP

Schéma



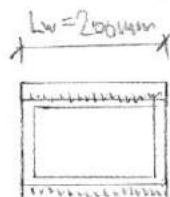
Maximální síly na spoj (viz návrh příslátek)

$$N_{Ed} = 27,08 \text{ kN} \quad (C04)$$

$$V_{z,Ed} = 16,54 \text{ kN} \quad (C01)$$

$$V_{y,Ed} = 15,09 \text{ kN} \quad (C06)$$

a) Posouzení svaru čelní desky a profilu



- předpoklad minimálního svaru $a_w = 3 \text{ mm}$
- posouzení kombinace sil odvětrou a vlastní tíhou

$$F_{t,Ed} = 15,09 \text{ kN} \quad F_{v,Ed} = 10,41 \text{ kN}$$

- napětí ve svaru

$$\sigma_{II} = \frac{F_{t,Ed}}{a_w \cdot L_w \cdot n} = \frac{15,09 \cdot 10^3}{3 \cdot 200} = 126 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = \tau_I = \frac{F_{v,Ed}}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w \cdot n} = \frac{10,41 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 3 \cdot 200 \cdot 2} = 6,2 \text{ MPa}$$

STRANA:

22

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

- posouzení

$$1) \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{11}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{6,2^2 + 3(12,6^2 + 6,2^2)} = 25,1 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$$2) \sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 360}{1,25} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 6,2 \text{ MPa} < 259,2 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

b) návrh a posouzení šroubů na maximální $N_{Ed} = 24,1 \text{ kN}$

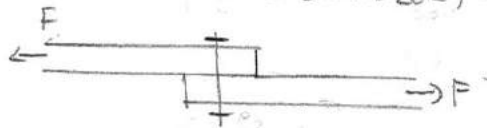
→ předběžně dle tabulek vybrán šroub 2x M25.6

- únosnost šroubu ve střihu (závitem)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 843 \cdot 500}{1,25} = 20,2 \text{ kN}$$

- únosnost v otlacích

→ únosnost jednostranného spoje s 1 řadou šroubů (viz obrázek) s podložkou a maticí



se dle ČSN EN 1993-1-8, kap. 3.6.1

bod (16) omezuje na stanovenou

hodnotu dle následujícího výrazu:

$$F_{b,Rd} = \frac{15 \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{15 \cdot 28 \cdot 360}{1,25} = 44,3 \text{ kN}$$

- výsledná únosnost

$$F_{Rd} = n \cdot \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 2 \cdot \min(20,2; 44,3) = 2 \cdot 20,2 = 40,4 \text{ kN} > N_{Ed} = 24,08 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

STRANA:

23

$$e_1 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 45 \text{ mm}$$

$$e_2 = 20 \text{ mm}$$

$$p_2 = 40 \text{ mm}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

c) posouzení svaru připojovacího předmu na sloup

- předpokládaná délka svaru $L_w = 100 \text{ mm}$ a $a_w = 3 \text{ mm}$
- únosnost dle tabulek

1) rovnoběžné zatížení osou svaru

$$V_{z,red} = 16,54 \text{ kN}$$

$$F_{w,red}^1 = 62,4 \text{ kN}$$

$$F_{w,red} = n \cdot F_{w,red}^1 = 2 \cdot 62,4 = 124,8 \text{ kN}$$

$$F_{w,red} = 124,8 \text{ kN} > V_{z,red} = 16,54 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

2) zatížení kolmé na osu svaru

$$V_{y,red} = 15,09 \text{ kN}$$

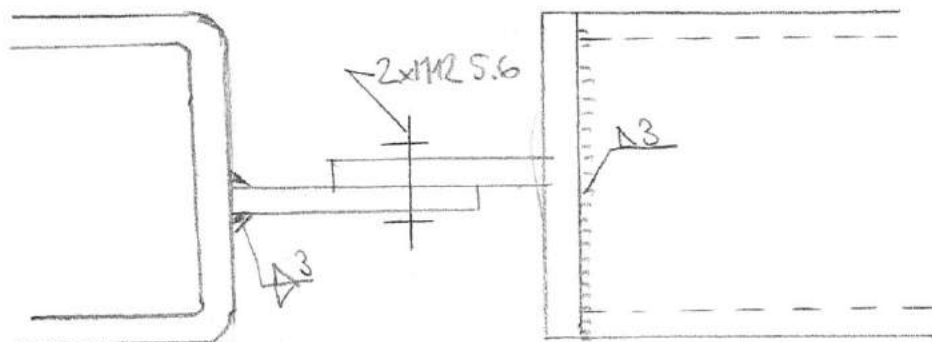
$$F_{w,red}^1 = 76,4 \text{ kN}$$

$$F_{w,red} = 2 \cdot 76,4 = 152,8 \text{ kN}$$

$$F_{w,red} = 152,8 \text{ kN} > V_{y,red} = 15,09 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

půdorys spoje



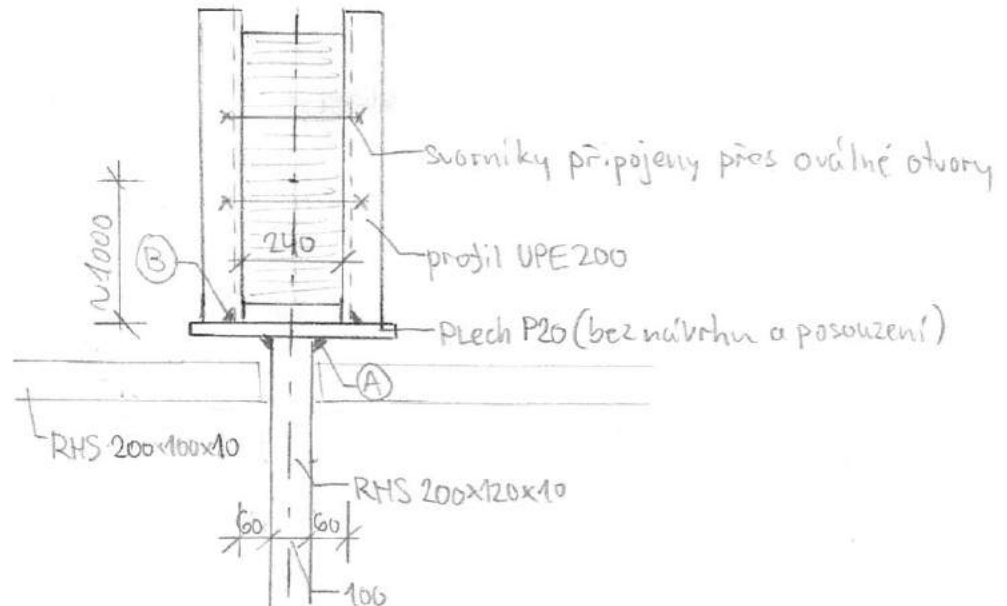
NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

10) PŘIPOJENÍ FASÁDNÍHO SLOUPU NA VAZNIK

Schéma



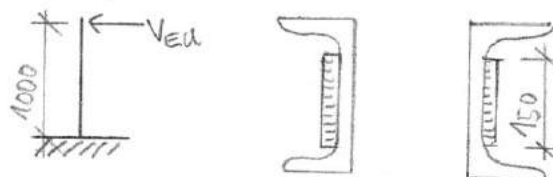
posouvající síla přenášená stykem

$$V_{ed} = 36,2 \text{ kN} \text{ (viz návrh sloupu fasády)}$$

návrh svaru (A) slynechtán, svar bude proveden dle návrhu svaru (B)

návrh svaru (B)

statické schéma



moment průřezu svaru ($a_w = 6 \text{ mm}$)

$$W_y = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} a_w \cdot L_w^2 = \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 150^2 \cdot 2 = 45000 \text{ mm}^3$$

STRANA:

25

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

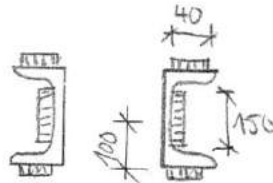
momentový účinek na svar

$$M = V_{ed} \cdot r = 36,2 \cdot 1 = 36,2 \text{ kNm}$$

napětí od momentu

$$\sigma_M = \frac{M}{W_y} = \frac{36,2 \cdot 10^6}{45000} = 804,4 \text{ MPa}$$

→ příliš velké, nevyhovělo by, úprava svaru
předpoklad tloušťky svaru 8mm



moment setivačnosti svarového obrazce

$$I_{y1} = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} 40 \cdot 8^3 = 1706,6 \text{ mm}^4$$

$$I_{y2} = \frac{1}{12} 8 \cdot 150^3 = 2,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_1 = a_w \cdot L_w = 8 \cdot 40 = 320 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 8 \cdot 150 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$I_c = 4 \cdot I_{y1} + 2 \cdot I_{y2} + 4 \cdot A_1 \cdot d^2 = 4 \cdot 1706,6 + 2 \cdot 2,25 \cdot 10^6 + 4 \cdot 320 \cdot 100^2 = 17,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

napětí ve svarech

stojina

$$\sigma_p = \frac{M}{I_c} \cdot z_p = \frac{36,2 \cdot 10^6}{17,3 \cdot 10^6} \cdot 75 = 154 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{\sigma_p}{\sqrt{2}} = \frac{154}{\sqrt{2}} = 111 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = \frac{V_{ed}}{2 \cdot a_w \cdot L_w} = \frac{36,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 8 \cdot 150} = 15,1 \text{ MPa}$$

pásnice

$$\sigma_s = \frac{M}{I_c} \cdot z_s = \frac{36,2 \cdot 10^6}{17,3 \cdot 10^6} \cdot 102 = 213 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{\sigma_s}{\sqrt{2}} = \frac{213}{\sqrt{2}} = 151 \text{ MPa}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

posouzení napětí ve svařech

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{430}{0,85 \cdot 1,25} = 404,7 \text{ MPa}$$

$$\frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 430}{1,25} = 309,6 \text{ MPa}$$

stojina

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot (\tau_1^2 + \tau_4^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 404,7 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{111^2 + 3 \cdot (111^2 + 151^2)} = 223,5 \text{ MPa} < 404,7 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sigma_1 \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 309,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = 111 \text{ MPa} < 309,6 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

pásnice

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 404,7 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{151^2 + 3 \cdot 151^2} = 302 \text{ MPa} < 404,7 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sigma_1 \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 309,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = 151 \text{ MPa} < 309,6 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

→ potřeba aby spojovací plech měl nezbytný přesah alespoň 15 mm ⇒ rozměr 230 × 420 mm

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Návrh a posouzení svorníků

→ předpoklad: M20 (maximum pro UPE 200)

charakteristický plastický moment únosnosti

$$M_{y,plk} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 660 \cdot 20^{2,6} = 0,43 \text{ kNm}$$

charakteristická pevnost v otláčení II s vláknem

$$f_{h,plk} = 0,082(1 - 0,01d) \cdot f_{tk} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 480 = 31,4 \text{ MPa}$$

únosnost pro 1 střih ($F_{ax,plk}$ zanedbáno) s tenkými deskami

$$F_{V,plk}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,plk} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot M_{y,plk} \cdot f_{h,plk} \cdot d} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 31,4 \cdot 240 \cdot 20 \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot 0,43 \cdot 10^6 \cdot 31,4 \cdot 20} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 75360 \\ 26425 \end{array} \right\} = 26,7 \text{ kN}$$

návrhová únosnost

$$F_{V,Rd}^1 = k_{mod} \frac{F_{V,plk}^1}{\gamma_m} = 0,9 \frac{26,7}{1,3} = 18,4 \text{ kN}$$

potřebný počet svorníků

$$n = \frac{V_{ed}}{F_{V,Rd}^1} = \frac{36,2}{18,4} = 1,94$$

NÁVRH SVORNÍKŮ 3 x ϕ 20

posouzení únosnosti

$$F_{V,Rd} = n \cdot F_{V,Rd}^1 = 3 \cdot 18,4 = 55,2 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$F_{V,Rd} \geq V_{ed}$$

$$F_{V,Rd} = 55,2 \text{ kN} > V_{ed} = 36,2 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

STRANA:

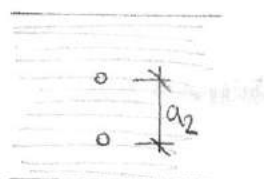
28

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

stanovení potřebných roztečí svorníků



$$a_2 = 4d = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}$$

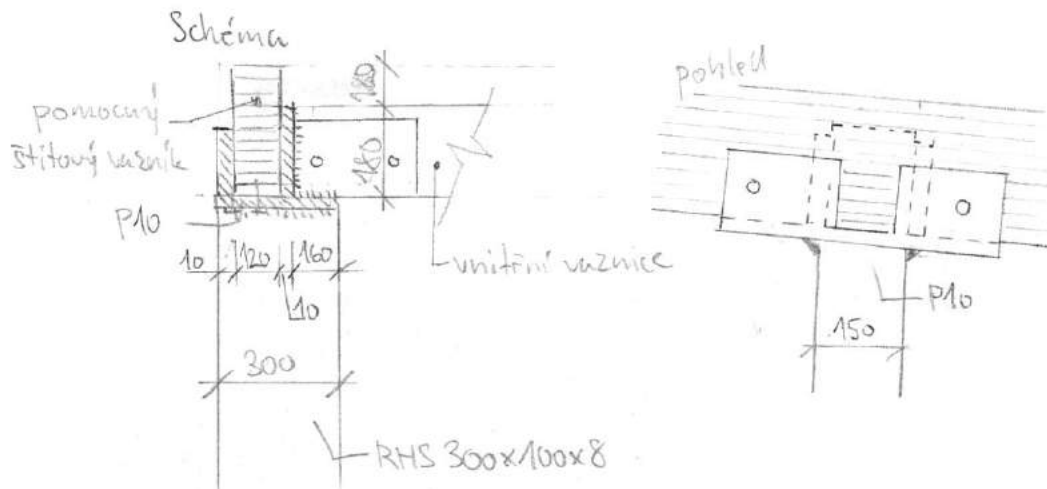
→ podrobná geometrie viz výkresová část

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

11) NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE ŠTÍTOVÉHO SLOUPU NA VAZNICI A POMOČNÝ VAZNIČEK



Sily na spoj (od zatížení větrem)

- svislá tahová $N_{ed} \approx 4,1 \text{ kN}$

- vodorovná smyková $V_{ed} = 34,16 \text{ kN}$

ověření únosnosti svaru

$$a_w = 4 \text{ mm} \quad L_w = 300 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{N_{ed}}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w} = \frac{0,5 \cdot 4,1 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 300} = 1,21 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{ed}}{a_w \cdot L_w} = \frac{0,5 \cdot 34,16 \cdot 10^3}{4 \cdot 300} = 14,23 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{1,21^2 + 3 \cdot (14,23^2)} = 24,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{430}{0,85 \cdot 1,25} = 404,4 \text{ MPa} > 24,8 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\frac{0,9 \cdot f_u}{\beta_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 430}{1,25} = 309,6 \text{ MPa} > \sigma_{\perp} = 1,21 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSv
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

Návrh a posouzení svorníků na svislou tahovou sílu od větru
- předpoklad $\phi 16$ mm

plastický moment únosnosti

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 16^{2,6} = 243 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

pevnost v otláčení

$$k_{90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 16 = 1,59$$

$$f_{h,0,k} = 0,082(1 - 0,01d) f_{tk} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 16) \cdot 380 = 26,14 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,90,k} = \frac{26,14}{1,59 \cdot \sin^2 90 + \cos^2 90} = 16,45 \text{ MPa}$$

únosnost ve střihu s tlustou ocelovou deskou

$$F_{VRk}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,z,k} \cdot t_z \cdot d \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,z,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 16,45 \cdot 120 \cdot 16 \\ 2,3 \cdot \sqrt{243 \cdot 10^5 \cdot 16,45 \cdot 16} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15492 \\ 18393 \end{array} \right\} =$$

$$= 15492 \text{ N}$$

návrhová únosnost

$$F_{VRd}^1 = k_{mod} \frac{F_{VRk}^1}{\gamma_m} = 0,9 \frac{15492}{1,3} = 10912 \text{ N}$$

potřebný počet svorníků

$$n = \frac{0,5 N_{ed}}{F_{VRd}^1} = \frac{0,5 \cdot 411}{10912} = 0,2$$

NÁVRH SVORNÍKŮ 2 $\phi 16$

celková únosnost

$$F_{VRd} = n \cdot F_{VRd}^1 = 2 \cdot 10912 = 21824 \text{ N}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{F_{VRd}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,5 \cdot 411}{21,8} = 0,1 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Návrh a posouzení svorníků na vodorovnou tahovou sílu
- předpoklad $\varnothing 24$ mm

plastický moment únosnosti

$$M_{y,pl} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 24^{2,6} = 0,697 \text{ kNm}$$

pevnost v otláčení

$$f_{h,plk} = 0,082(1 - 0,01d) \cdot R_k = 0,082(1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 350 = 21,8 \text{ MPa}$$

únosnost ve střihu s tenkou ocelovou deskou

$$F_{v,plk}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,plk} \cdot t_2 \cdot d \\ \frac{1,15 \sqrt{2 \cdot M_{y,plk} \cdot f_{h,plk} \cdot d^3} + \frac{F_{h,plk} \cdot R_k}{4}}{1} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 21,8 \cdot 140 \cdot 24 \\ \frac{1,15 \sqrt{2 \cdot 0,697 \cdot 10^6 \cdot 21,8 \cdot 24^3}}{1} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 36624 \\ 31057 \end{array} \right\} =$$

$$= 31 \text{ kN}$$

návrhová únosnost

$$F_{v,rd}^1 = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,plk}^1}{\gamma_{R1}} = 0,9 \cdot \frac{31}{1,3} = 21,4 \text{ kN}$$

návrh počtu svorníků

$$n_{ef} = \frac{V_{Ed}}{F_{v,rd}^1} = \frac{34,16}{21,4} = 1,6$$

$$n = 0,9 \sqrt{\frac{n_{ef}}{4 \cdot \frac{a_1}{13 \cdot d}}} ; a_1 = (4 + \cos \alpha) \cdot d = (4 + \cos 0) \cdot 24 =$$

$$= 120 \text{ mm} \Rightarrow \text{volba } a_1 = 140 \text{ mm}$$

$$n = 0,9 \sqrt{\frac{1,6}{4 \cdot \frac{140}{13 \cdot 24}}} = 2,11$$

NÁVRH SVORNÍKŮ 3 \varnothing 24

účinný počet svorníků

$$n_{ef} = n \cdot 0,9 \cdot 4 \sqrt{\frac{a_1}{13 \cdot d}} = 3 \cdot 0,9 \cdot 4 \sqrt{\frac{140}{13 \cdot 24}} = 2,2$$

STRANA:

32

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

celková návrhová únosnost

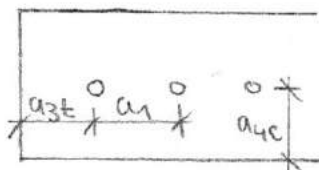
$$F_{VRd} = n_{ef} \cdot F_{VRd}^1 = 2,2 \cdot 31 = 68,2 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{V_{Ed}}{F_{VRd}} \leq 1,0$$

$$\frac{34,16}{68,2} = 0,5 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VÝHODNĚ}}}$$

potřebné rozteče

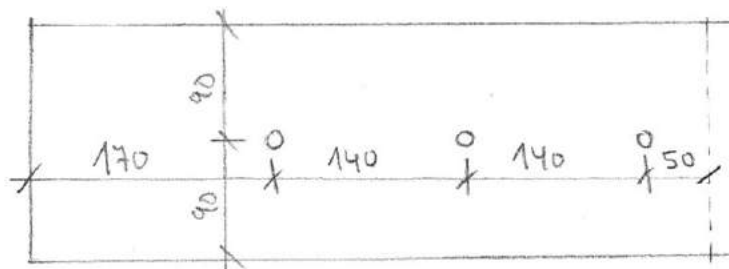


$$a_1 = 140 \text{ mm}$$

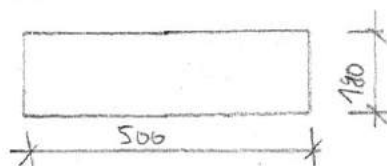
$$a_{3t} = \max(7d; 80) = \max(7 \cdot 24; 80) =$$

$$= \max(168; 80) = 168 \text{ mm}$$

$$a_{4c} = 3d = 3 \cdot 24 = 72 \text{ mm}$$



plech



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

12) NÁVRH PŘIPOJENÍ VRCHNÍ VAZNICE NA VAZNÍK

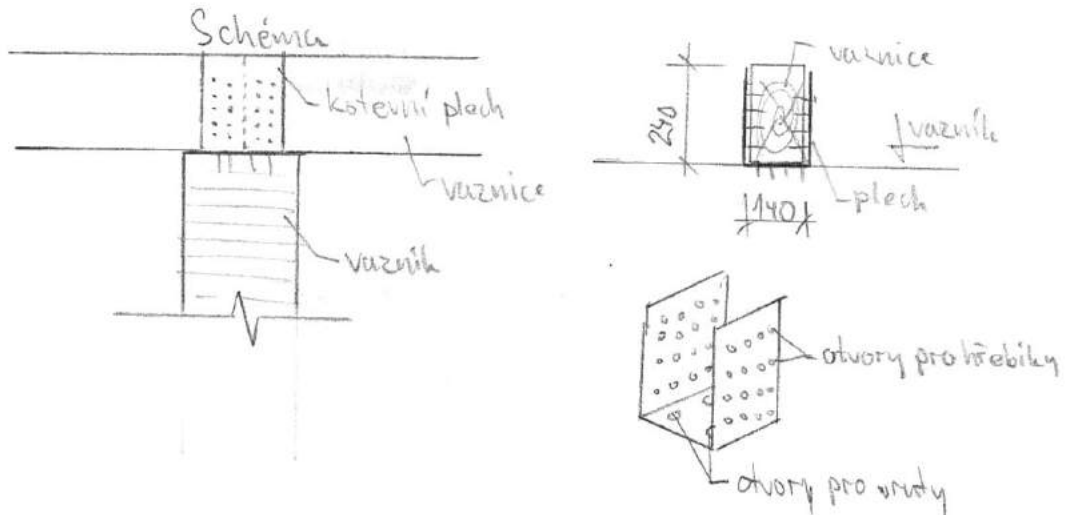
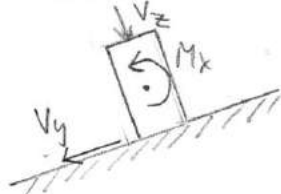


schéma sil (z jedné vaznice)

stálé zatížení + sníh

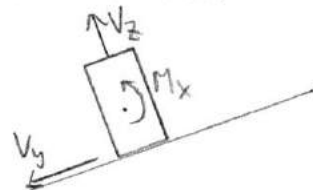


$$V_z = 6,42 \text{ kN (zanedbaná)}$$

$$V_y = 3,14 \text{ kN (střih)}$$

$$M_x = 0,35 \text{ kNm}$$

stálé zatížení + vítr

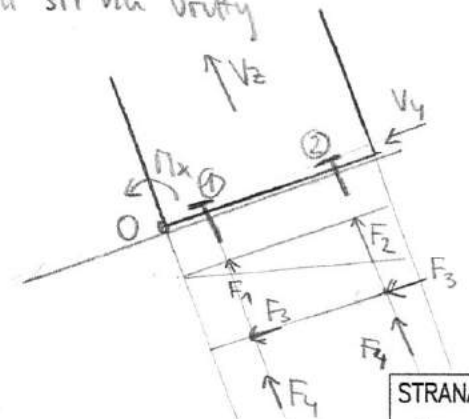
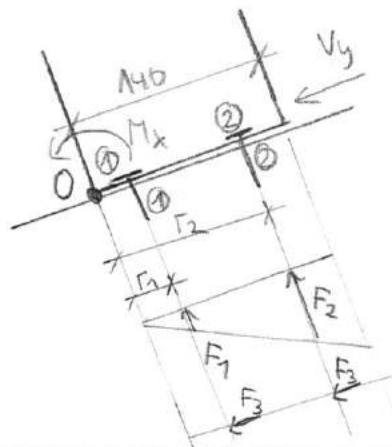


$$V_z = 0,91 \text{ kN}$$

$$V_y = 1,44 \text{ kN}$$

$$M_x = 0,16 \text{ kNm}$$

předpokládané rozložení sil na vruty



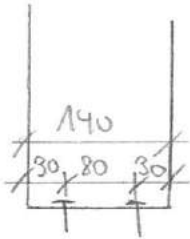
STRANA:

34

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

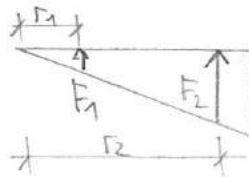
ČVUT

FSv



Výpočet sil na vruty (z jedné vaznice)

a) stálé zatížení + směr



$$r_1 = 30 \text{ mm}$$

$$r_2 = 30 + 80 = 110 \text{ mm}$$

- momentová podmínka

$$F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 = M_x$$

- podobnost trojúhelníků

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2}$$

$$F_2 = \frac{r_2 \cdot F_1}{r_1}$$

po dosazení do momentové podmínky

$$F_1 \cdot r_1 + \frac{r_2^2 \cdot F_1}{r_1} = M_x$$

$$F_1 = \frac{M_x}{\left(r_1 + \frac{r_2^2}{r_1}\right)} = \frac{M_x}{\frac{r_1^2 + r_2^2}{r_1}} = \frac{r_1 \cdot M_x}{r_1^2 + r_2^2}$$

$$F_1 = \frac{30 \cdot 0,35 \cdot 10^6}{30^2 + 110^2} = 807,7 \text{ N} = 0,81 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{110 \cdot 0,81}{30} = 2,97 \text{ kN}$$

ověření splnění momentové podmínky

$$0,81 \cdot 0,03 + 2,97 \cdot 0,11 = 0,351 \text{ kNm} \approx M_x = 0,35 \text{ kNm}$$

smyková síla

$$F_3 = \frac{V_y}{n}$$

n... počet řad

$$F_3 = \frac{3,17}{2} = 1,6 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

b) stálé zatížení + vítr

síly od M_x

$$F_1 = \frac{r_1 \cdot M_x}{r_1^2 + r_2^2} = \frac{30 \cdot 0,16 \cdot 10^6}{30^2 + 110^2} = 369,3 \text{ N} \approx 0,37 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{r_2 \cdot F_1}{r_1} = \frac{110 \cdot 0,37}{30} = 1,36 \text{ kN}$$

smyková síla

$$F_3 = \frac{V_y}{n} = \frac{1,44}{2} = 0,72 \text{ kN}$$

tahová síla od sání větru

$$F_4 = \frac{V_z}{n} = \frac{0,91}{2} = 0,46 \text{ kN}$$

celkové tahové síly

$$F_{t,Ed}^{\text{①}} = 0,37 + 0,46 = 0,83 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed}^{\text{②}} = 1,36 + 0,46 = 1,82 \text{ kN}$$

→ vruty budou navrženy na případ a)

$$F_{t,Ed}^1 = 2,94 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed}^1 = 1,6 \text{ kN}$$

celkové síly (ze 2 vaznic)

$$F_{t,Ed} = 2 \cdot F_{t,Ed}^1 = 5,94 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 2 \cdot F_{v,Ed}^1 = 3,2 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

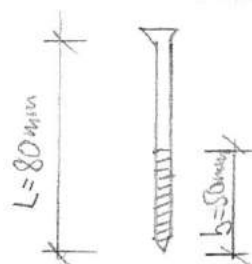
ČVUT

FSV

Návrh vrtu

předběžný odhad

vrtu $\phi 6 \text{ mm}$



jádro $\phi 3,95 \text{ mm}$

$$l_{ef} = b - \phi = 50 - 6 = 44 \text{ mm}$$

$$t_1 = L = 80 \text{ mm (hloubka vrtu)}$$

plastický moment únosnosti

$$M_{y,plk} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6^{2,6} = 18987 \text{ Nmm}$$

charakteristická pevnost v otláčení - bez předvrtaných otvorů

$$f_{hk} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 380 \cdot 6^{-0,3} = 18,2 \text{ MPa}$$

charakteristická pevnost na vytažení kolmo k vláknům

$$f_{ax,k} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 380^{1,5} = 26,6 \text{ MPa}$$

charakteristická únosnost na vytažení 1 vrtu

$$F_{ax,plk} = (\pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,k} = (\pi \cdot 6 \cdot 44)^{0,8} \cdot 26,6 = 5,75 \text{ kN}$$

únosnost vrtu pro střih s tenkou ocelovou deskou

$$F_{v,plk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot f_{hk} \cdot t_1 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot M_{y,plk} \cdot f_{hk} \cdot d} + \frac{F_{ax,plk}}{4} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot 18,2 \cdot 80 \cdot 6 \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot 18987 \cdot 18,2 \cdot 6} + \frac{5750}{4} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 3494 \\ 3479 \end{array} \right\} = 3479 \text{ kN}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

STRANA:

34

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

návrhové únosnosti vrutů

$$F_{Rd} = k_{mod} \frac{F_{Rk}}{\gamma_m}$$

$$F_{ax,Rd} = 0,9 \frac{5,75}{1,3} = 3,98 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 0,9 \frac{3,49}{1,3} = 2,41 \text{ kN}$$

návrh počtu vrutů

$$n_1 = \frac{F_{Ed}}{F_{ax,Rd}} = \frac{5,94}{3,98} = 1,5$$

$$n_2 = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{3,2}{2,41} = 1,33$$

NÁVRH VRUTY 4xØ6/80

Posouzení navržených vrutů

účinný počet vrutů

$$n_{ef} = n^{0,9} = 4^{0,9} = 3,48$$

charakteristická únosnost na vytažení

$$F_{ax,Rk} = n_{ef} (\pi d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,k} = 3,48 (\pi \cdot 6,44)^{0,8} \cdot 26,6 = 20 \text{ kN}$$

únosnost pro stříh s tenkou ocelovou deskou

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ n \cdot 0,4 \cdot f_{hk} \cdot t \cdot d \right. \\ \left. n \cdot 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{hk} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right\} =$$

$$= \min \left\{ 4 \cdot 0,4 \cdot 18,2 \cdot 20 \cdot 6 \right. \\ \left. 4 \cdot 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 18987 \cdot 18,2 \cdot 6} + \frac{20 \cdot 10^3}{4} \right\} =$$

$$= \min \left\{ 13944 \right. \\ \left. 14364 \right\} = 13944 \text{ kN}$$

STRANA:

38

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

návrhové únosnosti

$$F_{ax,rd} = 0,9 \frac{20}{1,3} = 13,8 \text{ kN}$$

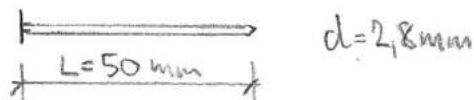
$$F_{v,rd} = 0,9 \frac{13,94}{1,3} = 9,64 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\left(\frac{F_{t,ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{5,94}{13,8} \right)^2 + \left(\frac{3,2}{9,67} \right)^2 = 0,3 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

návrh hřebíků zajišťujících vaznici při sání větru



plastický moment únosnosti

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 2,8^{2,6} = 2617 \text{ Nmm}$$

pevnost v otláčení dřeva

$$f_{hk} = 0,082 \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \cdot 2,8^{-0,3} = 21 \text{ MPa}$$

únosnost hřebíku na střih

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot f_{hk} \cdot t_1 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{hk} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot 21 \cdot 50 \cdot 2,8 \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot 2617 \cdot 21 \cdot 2,8} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3360 \\ 637 \end{array} \right\} =$$

$$= 637 \text{ N}$$

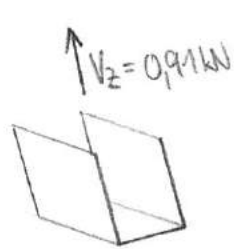
návrhové únosnost

$$F_{v,rd} = 0,9 \frac{637}{1,3} = 441 \text{ N}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

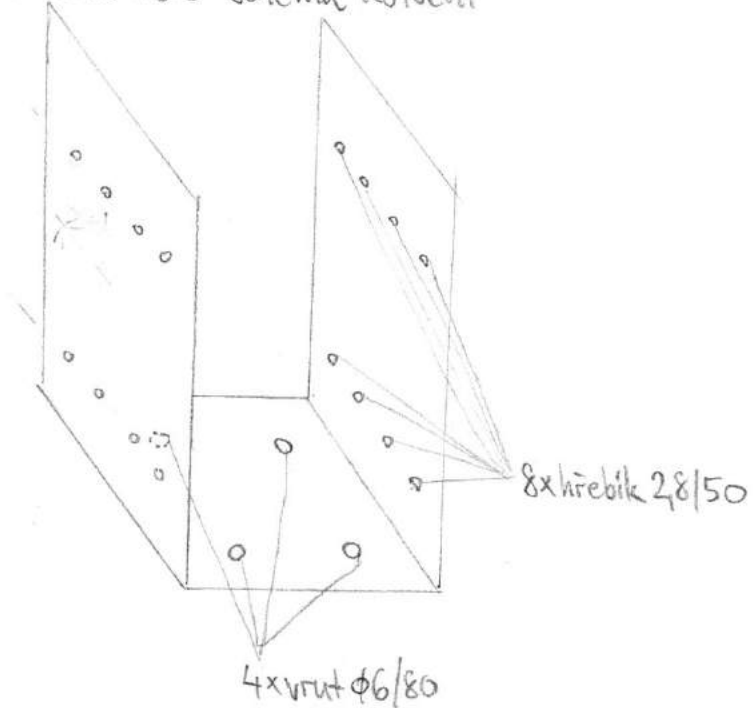


potřebný počet hřebíků (pro 1 vaznici)

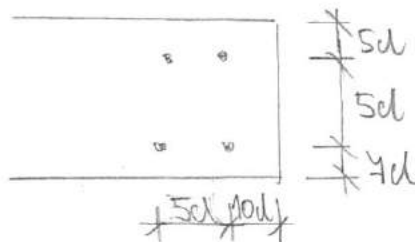
$$n = \frac{V_{z,Ed}}{F_{y,Rd}} = \frac{910}{441} = 2,1$$

NÁVRH HŘEBÍKY 8xφ28/50

axonometrické schéma kotvení



Pozn. minimální rozteč vrutů $a \geq 4d = 4 \cdot 6 = 24 \text{ mm}$
 minimální rozteč hřebíků viz schéma

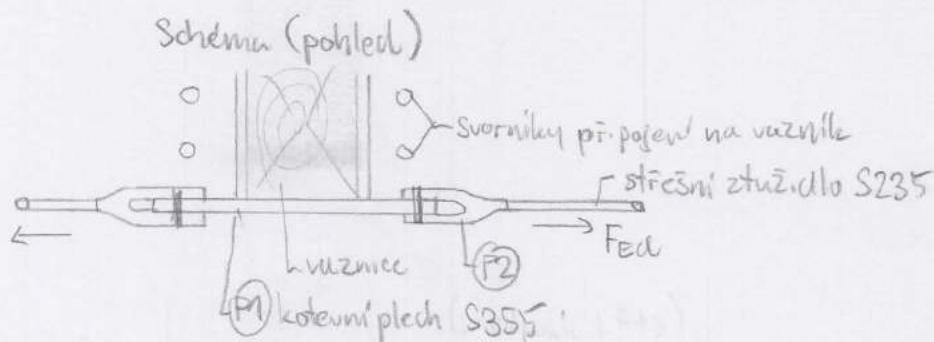


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

13) NÁVRH A POSOUZENÍ ČEPU STŘEŠNÍHO ZTUŽIDLA



$$N_{Ed} = 46,78 \text{ kN}$$

Návrh tloušťky plechů

$$t_p \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M2}}{f_y}}$$

$$t_{p1} \geq 0,7 \sqrt{\frac{46,78 \cdot 1,0}{355}} = 8,1 \text{ mm}$$

$$t_{p2} \geq 0,7 \sqrt{\frac{0,5 \cdot 46,78 \cdot 1,0}{235}} = 6,99 \text{ mm}$$

Návrh $t_{p1} = 10 \text{ mm}$

$t_{p2} = 8 \text{ mm}$

posouzení čepu ve střihu pro 2 smykové roviny (závitem)
- předpoklad M20 8.8 $A_s = 245 \text{ mm}^2$

$$F_{V,Rd} = 2,06 \cdot A_s \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 2,06 \cdot 245 \frac{800}{1,25} = 241,2 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = 241,2 \text{ kN} > N_{Ed} = 46,78 \text{ kN}$$

posouzení únosnosti v ohybu (\varnothing jádra $d_j = 1766 \text{ mm}$)

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{8} (b + 4c + 2a) = \frac{46,78}{8} (10 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 8) = 0,266 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,5 W_{el} \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \frac{\pi \cdot 1766^3 \cdot 640}{32 \cdot 1,0} = 0,51 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 0,51 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0,266 \text{ kNm}$$

STRANA:

41

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

posouzení kombinace ohybu a smyku

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{N_{Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{0,26}{0,51}\right)^2 + \left(\frac{46,78}{241,2}\right)^2 = 0,3 < 1,0 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

posouzení otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{15 \cdot d \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

→ P1

$$F_{b,Rd} = \frac{15 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 355}{1,0} = 106,5 \text{ kN} > N_{Ed} = 46,78 \text{ kN}$$

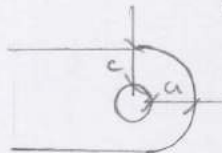
VYHOVUJE

→ P2

$$F_{b,Rd} = \frac{15 \cdot 20 \cdot 8 \cdot 235}{1,0} = 56,4 \text{ kN} > 0,5 N_{Ed} = 23,4 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

stanovení rozměrů plechu



$$\textcircled{P1} \quad a \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_o}{3} = \frac{46,78 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 10 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 22}{3} = 21,3 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_o}{3} = \frac{46,78 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 10 \cdot 355} + \frac{22}{3} = 13,92 \text{ mm}$$

$$\textcircled{P2} \quad a \geq \frac{23,4 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 8 \cdot 235} + \frac{2 \cdot 22}{3} = 20,89 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{23,4 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 8 \cdot 235} + \frac{22}{3} = 13,56 \text{ mm}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

14) NÁVRH PŘÍPOJE VAZNICE PODHLEDU NA VAZNIK

Schéma

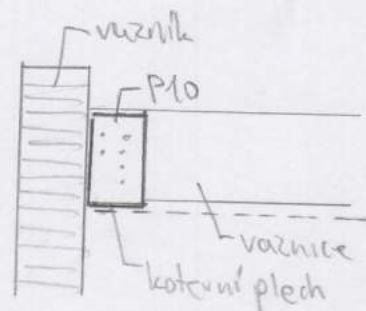
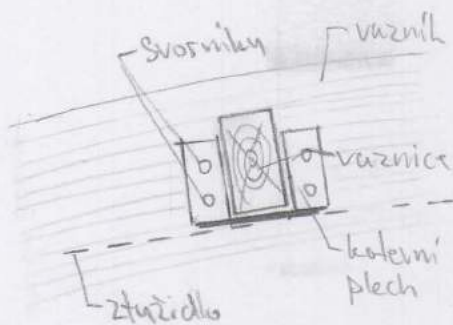
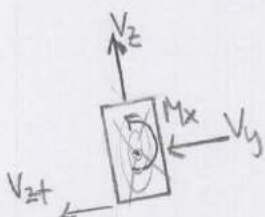


Schéma síl na přípoj

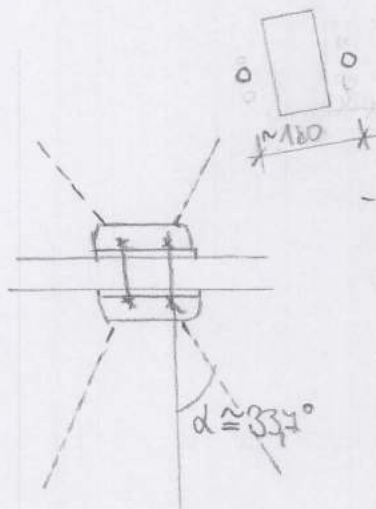


$$\left. \begin{aligned} V_z &= 3,28 \text{ kN} \\ V_y &= 0,77 \text{ kN} \\ M_x &= 0,09 \text{ kNm} \end{aligned} \right\} \text{ od vaznice}$$

$$\left. \begin{aligned} V_{zt} &= 35,64 \text{ kN} \end{aligned} \right\} \text{ ze ztužidla}$$

síly na spojovací prostředky

- zjednodušeně uvažovaný 2 prvky na rameni 80 mm → přírůstek od krouťícího momentu převeden na smykovou sílu



$$V_{mx} = \frac{M_x}{r} = \frac{0,09}{0,18} = 1,13 \text{ kN}$$

- složky síly ze ztužidla

$$N_{Ed} = 26,78 + 20 = 46,78 \text{ kN}$$

tahová síla

$$F_{t,Ed,zt} = N_{Ed} \cdot \cos \alpha = 46,78 \cdot \cos 33,7 = 38,92 \text{ kN}$$

smyková síla

$$F_{v,Ed,zt} = N_{Ed} \cdot \sin \alpha = 46,78 \cdot \sin 33,7 = 26 \text{ kN}$$

- tahová síla z vaznice (kombinace C03)

$$F_{t,Ed,v} = 27,1 \text{ kN}$$

STRANA:

43

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí			
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

Stanovení únosnosti 1 svorníku (předpoklad M24)

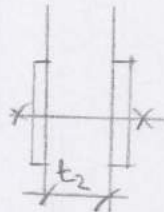
charakteristický plastický moment únosnosti

$$M_{y,plk} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 24^{2,6} = 0,69 \text{ Wm}$$

charakteristická pevnost v otláčení

$$k_{q0} = 1,3 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 24 = 1,71$$

$$f_{hp,k} = 0,082(1 - 0,01d) \cdot f_{tk} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 480 = 29,9 \text{ MPa}$$



únosnost pro jeden střih (stenkou oc. desky)

$$F_{v,plk} = \min \left\{ 0,5 \cdot f_{hz,k} \cdot t_2 \cdot d, \frac{1,15 \sqrt{2 M_{y,plk} \cdot f_{hz,k} \cdot d}}{1} + \frac{F_{ax,plk}}{1} \right\} =$$

$$= \min \left\{ 0,5 \cdot 29,9 \cdot 240 \cdot 24, \frac{1,15 \sqrt{2 \cdot 0,69 \cdot 10^6 \cdot 29,9 \cdot 24}}{1} \right\} = \min \left\{ 86112, 36189 \right\} =$$

$$= 36,18 \text{ kN}$$

návrhová únosnost svorníku

$$F_{v,rd} = k_{red} \frac{F_{v,plk}}{\gamma_n} = 0,9 \frac{36,18}{1,3} = 25 \text{ kN}$$

výsledná smyková síla (zjednodušeně)

$$F_{v,ed} = \sqrt{V_z^2 + V_y^2 + V_{mx}^2 + F_{v,ed,zt}^2} =$$

$$= \sqrt{3,28^2 + 0,47^2 + 1,13^2 + 26^2} = 26,3 \text{ kN}$$

potřebný počet svorníků

$$n = \frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} = \frac{26,3}{25} = 1,052$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

únosnost svorníku v tahu

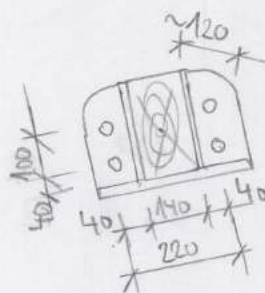
$$F_{t,rd} = \frac{A \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{\pi r^2 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{\pi \cdot 24^2 \cdot 600}{1,25} = 868,6 \text{ kN}$$

počet svorníků na tahovou sílu

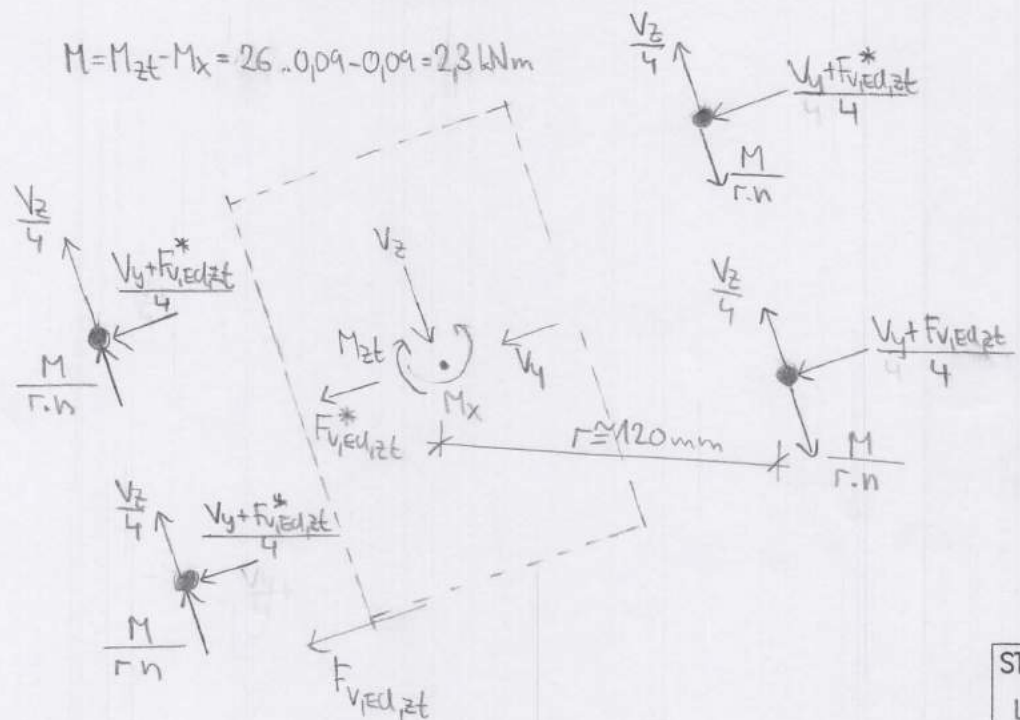
$$n = \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,rd}} = \frac{F_{t,Ed,zt} + F_{t,Ed,v}}{F_{t,rd}} = \frac{38,92 + 27,1}{868,6} = 0,08$$

NAVRH SVORNÍK 4x24

Schéma



rozdělení vnitřních sil



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA			ČVUT FSV
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze			
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.			
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec			

maximální příčné zatížení

- směr z

$$F_{z,Ed} = \frac{V_z}{n} + \frac{M}{r n} = \frac{3,28}{4} + \frac{2,3}{0,12 \cdot 4} = 5,62 \text{ kN}$$

- směr y

$$F_{y,Ed} = \frac{V_y + F_{V,Ed,zt}^*}{n} = \frac{0,77 + 26}{4} = 6,7 \text{ kN}$$

- výsledná síla na 1 svorník

$$F_{V,Ed} = \sqrt{F_{z,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2} = \sqrt{5,62^2 + 6,7^2} = 8,75 \text{ kN}$$

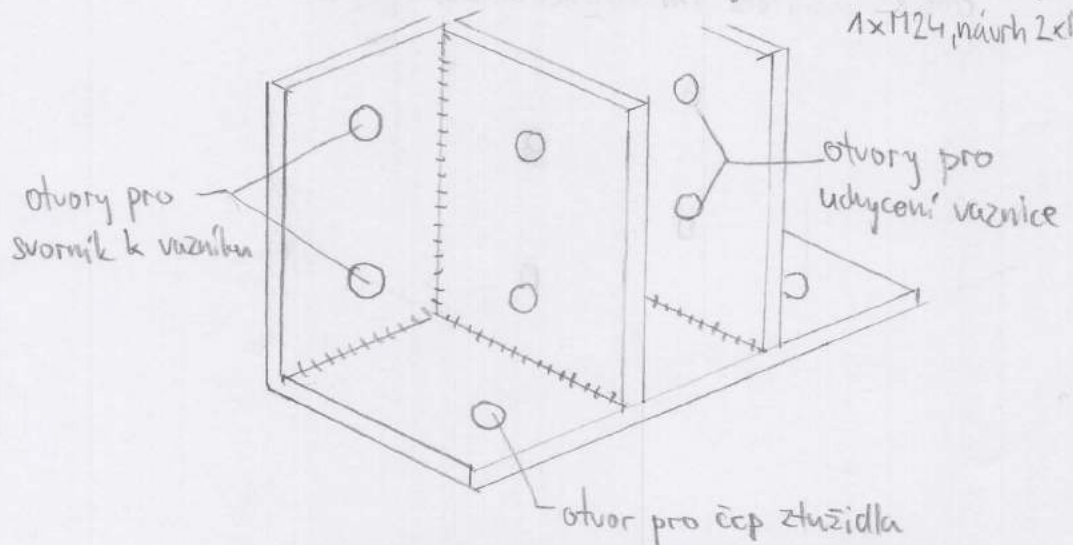
podmínka spolehlivosti

$$F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd}$$

$$F_{V,Ed} = 8,75 \text{ kN} < F_{V,Rd} = 35,4 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

připojení vaznice

→ pro zahycení tahové síly ve vaznici (27,1 kN) → vyhoví
1x1124, návrh 2x1124



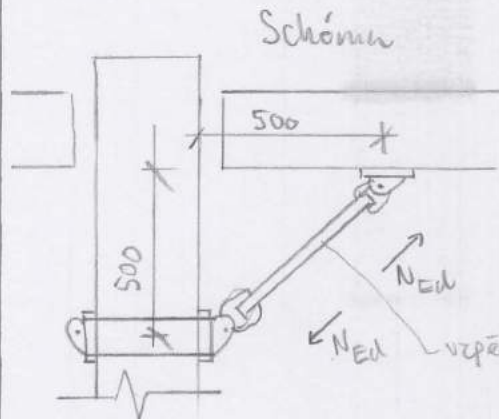
→ výsledný tvar viz Detaily podrobnosti

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

15) NÁVRH A POSOUZENÍ VZPĚRY VNITŘNÍ VAZNICE A JEJÍHO PŘIPOJENÍ



maximální síla ve vzpěře (Halová)
 $N_{Ed}^{vz} = 4,44 \text{ kN}$ (viz návrh vaznice)
 uvažovaná síla ve vzpěře
 vzpěra S245 $N_{Ed} = 10 \text{ kN}$

Návrh vzpěry na vzpěrný tlak

$$\frac{N_{Ed}}{A} \geq \frac{\chi \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{odhad } \chi = 0,3)$$

$$A \geq \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi \cdot f_y} = \frac{1,0 \cdot 10 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 245} = 121,2 \text{ mm}^2$$

NÁVRH TR 25x2,6

(tříčl. průřezu 1)

Průřezové veličiny

$$A = 183 \text{ mm}^2$$

$$I = 1,16 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i = 7,97 \text{ mm}$$

vzpěrná délka

$$L_{cr} = L = \sqrt{500^2 + 500^2} = 708 \text{ mm}$$

štíhlost

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{708}{7,97} = 88,93$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_1 = 86,8$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{88,93}{86,8} = 1,02$$

STRANA:

47

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

součinitel imperfekce

→ pro dutý průřez válcovaný zateplem

$$\alpha = 0,21$$

součinitel vzpěru

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,21(1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 1,11$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,11 + \sqrt{1,11^2 - 1,02^2}} = 0,65$$

únosnost ve vzpěrném tlaku

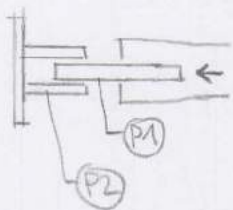
$$N_{b,rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,65 \cdot 183 \cdot 275}{1,0} = 32,6 \text{ kN}$$

$$N_{b,rd} = 32,6 \text{ kN} > N_{Ed} = 10 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NAVŘEENÁ TRUBKA TR 25x26 VYHOVÍ MSÚ

Návrh a posouzení čepového připoje

návrh tloušťky plechů



$$t_{p1} \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y}} = 0,7 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{235}} = 4,6 \text{ mm} \Rightarrow P6$$

$$t_{p2} \geq 0,7 \sqrt{\frac{5 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{235}} = 3,2 \text{ mm} \Rightarrow P4$$

posouzení čepu ve střihu pro 2 smykové roviny

- předpoklad M10 8.8 $A_s = 58 \text{ mm}^2$

$$F_{v,rd} = 2,0 \cdot A_s \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 2,0 \cdot 58 \cdot \frac{800}{1,25} = 44,5 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 44,5 \text{ kN} > F_{Ed} = 10 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

posouzení momentu únosnosti v ohybu (ϕ jádra 8,59 mm)

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{8} (b + 4c + 2a) = \frac{10}{8} (6 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 4) = 22,5 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,5 \cdot \frac{\pi \cdot 8,59^3 \cdot 640}{32 \cdot 1,0} = 59,74 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = 59,74 \text{ kNm} > M_{Ed} = 22,5 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

STRANA:

48

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

posouzení kombinace ohybu a smyku

$$\left(\frac{M_{ed}}{M_{rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{ed}}{F_{v,rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{22,5}{59,74}\right)^2 + \left(\frac{10}{44,5}\right)^2 = 0,192 < 1,0 \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

posouzení otláčení

$$F_{b,rd} = \frac{1,5d \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = \frac{1,5 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 235}{1,0} = 21,15 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} = 21,15 \text{ kN} > F_{ed} = 10 \text{ kN} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

stanovení rozměrů plechů

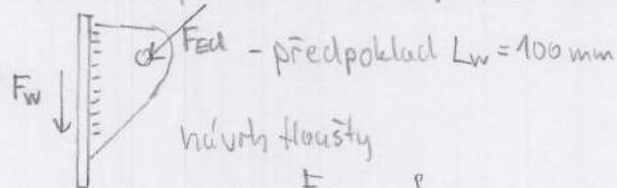
$$P1) \quad a \geq \frac{F_{ed} \cdot \gamma_{mo}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 6 \cdot 235} + \frac{2 \cdot 11}{3} = 10,88 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{ed} \cdot \gamma_{mo}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 6 \cdot 235} + \frac{11}{3} = 7,22 \text{ mm}$$

$$P2) \quad a \geq \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 4 \cdot 235} + \frac{2 \cdot 11}{3} = 9,99 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 4 \cdot 235} + \frac{11}{3} = 6,33 \text{ mm}$$

Návrh a posouzení svaru připojovací ch pruhů



návrh hloušty

$$\tau_{II} = \frac{F_w}{a_w \cdot L_w} \leq \frac{f_w}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}}$$

$$a_w \geq \frac{\beta_w \cdot \gamma_{m2} \cdot F_{ed}}{2 \cdot L_w \cdot f_w} = \frac{0,8 \cdot 1,25 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot \cos 45^\circ}{2 \cdot 100 \cdot 360} = 0,1 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,8 \text{ pro S235}$$

NÁVRH SVARU $a_w = 3 \text{ mm}$

STRANA:

49

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Návrh a posouzení svorníkového připoje
síla ze vzpěry

$$F_{v,Ed} = N_{Ed} \cdot \cos \alpha = 10 \cdot \cos 45^\circ = 7,1 \text{ kN}$$

plastický moment únosnosti (předpoklad M10)

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 10^{2,6} = 71659 \text{ Nm}$$

pevnost v otláčení

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 10 = 1,5$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \cdot f_{tk} = 0,082 (1 - 0,01 \cdot 10) \cdot 380 = 28,1 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,90,k} = \frac{28,1}{1,5 \sin^2 90 + \cos^2 90} = 18,7 \text{ MPa}$$

únosnost svorníku v 1 střihu (člen $F_{v,Rk}$ zanedbán)

$$F_{v,Rk}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 18,7 \cdot 240 \cdot 10 \\ 1,15 \sqrt{71659 \cdot 18,7 \cdot 10} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 22440 \\ 4209 \end{array} \right\} =$$

$$= 4,2 \text{ kN}$$

návrhová únosnost

$$F_{v,Rd}^1 = k_{mod} \frac{F_{v,Rk}^1}{\gamma_m} = 0,9 \frac{4,2}{1,3} = 2,9 \text{ kN}$$

návrh počtu svorníků

$$n = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}^1} = \frac{7,1}{2,9} = 2,5$$

NÁVRH SVORNÍKŮ 4xΦ10

STRANA:

50

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

celková únosnost svorníků

$$n_{ef} = n = 4$$

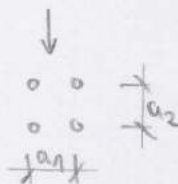
$$F_{V,rd} = n_{ef} \cdot F_{V,rd}^1 = 4 \cdot 29,1 = 116,4 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

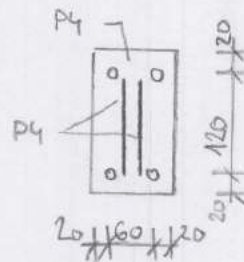
$$\frac{7,1}{11,6} = 0,62 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJĚ}}}$$

→ minimální rozteče

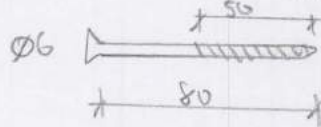


$$a_1 = (4 + |\cos \alpha|) \cdot d = (4 + |\cos 90^\circ|) \cdot 10 = 50 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 10 = 40 \text{ mm}$$



Návrh a posouzení vrtů



$$l_{ef} = 44 \text{ mm}$$

plastický moment únosnosti

$$M_{y,pl} = 18987 \text{ Nmm}$$

pevnost v otláčení

$$f_{hk} = 0,082 \cdot f_u \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \cdot 6^{-0,3} = 16,76 \text{ MPa}$$

pevnost na vytažení kolmo k vláknům

$$f_{ax,k} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot f_u^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 350^{1,5} = 23,57 \text{ MPa}$$

únosnost na vytažení

$$F_{ax,rd} = (\pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,k} = (\pi \cdot 6 \cdot 44)^{0,8} \cdot 23,57 = 5097 \text{ N}$$

STRANA:

51

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

únosnost pro střih s hustou ocelovou deskou (1 střih)

$$F_{V,PK}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{hk} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,PK}}{f_{hk} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,PK}}{4} \\ 2,3 \sqrt{M_{y,PK} \cdot f_{hk} \cdot d} + \frac{F_{ax,PK}}{4} \\ f_{hk} t_1 d \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 16,76 \cdot 180 \cdot 6 \left[\sqrt{2 + \frac{18987}{16,76 \cdot 6 \cdot 180^2}} - 1 \right] + \frac{5097}{4} \\ 2,3 \sqrt{18987 \cdot 16,76 \cdot 6} + \frac{5097}{4} \\ 16,76 \cdot 180 \cdot 6 \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 7535 + 1274 \\ 3178 + 1274 \\ 18100 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 8809 \\ 4452 \\ 18100 \end{array} \right\} = 4452 \text{ kN}$$

návrhová únosnost

$$F_{V,PK}^1 = k_{mod} \frac{F_{V,PK}^1}{\gamma_n} = 0,9 \frac{4452}{1,3} = 3080 \text{ kN}$$

návrh počtu vrtů

$$n = \frac{F_{V,ED}}{F_{V,PK}^1} = \frac{7,1}{3,08} = 2,31$$

NÁVRH VRTŮ 4Ø6/80

účinný počet vrtů

$$n_{ef} = n^{0,9} = 4^{0,9} = 3,48$$

únosnost na vytažení

$$F_{ax,PK} = n_{ef} \cdot F_{ax,PK}^1 = 3,48 \cdot 5097 = 17437 \text{ N}$$

celková únosnost (viz vztahy výše)

$$F_{V,PK} = n \cdot F_{V,PK}^1 + \frac{n_{ef} \cdot F_{ax,PK}}{4}$$

$$F_{V,PK} = \min \left\{ \begin{array}{l} 4 \cdot 3535 + \frac{17437}{4} \\ 4 \cdot 3178 + \frac{17437}{4} \\ 4 \cdot 18100 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 34574 \\ 17146 \\ 72400 \end{array} \right\} = 17146 \text{ kN}$$

STRANA:

52

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

návrhová únosnost

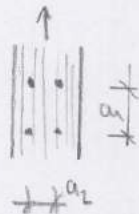
$$F_{V,Rd} = 0,9 \frac{17,14}{1,3} = 11,86 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{4,1}{11,86} = 0,6 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

rozděle minimální



$$a_1 \geq (5 + 4 \cdot |\cos \alpha|) \cdot d = (5 + 4 \cdot \cos 0) \cdot 6 = 42 \text{ mm}$$

$$a_2 \geq 5d = 5 \cdot 6 = 30 \text{ mm}$$

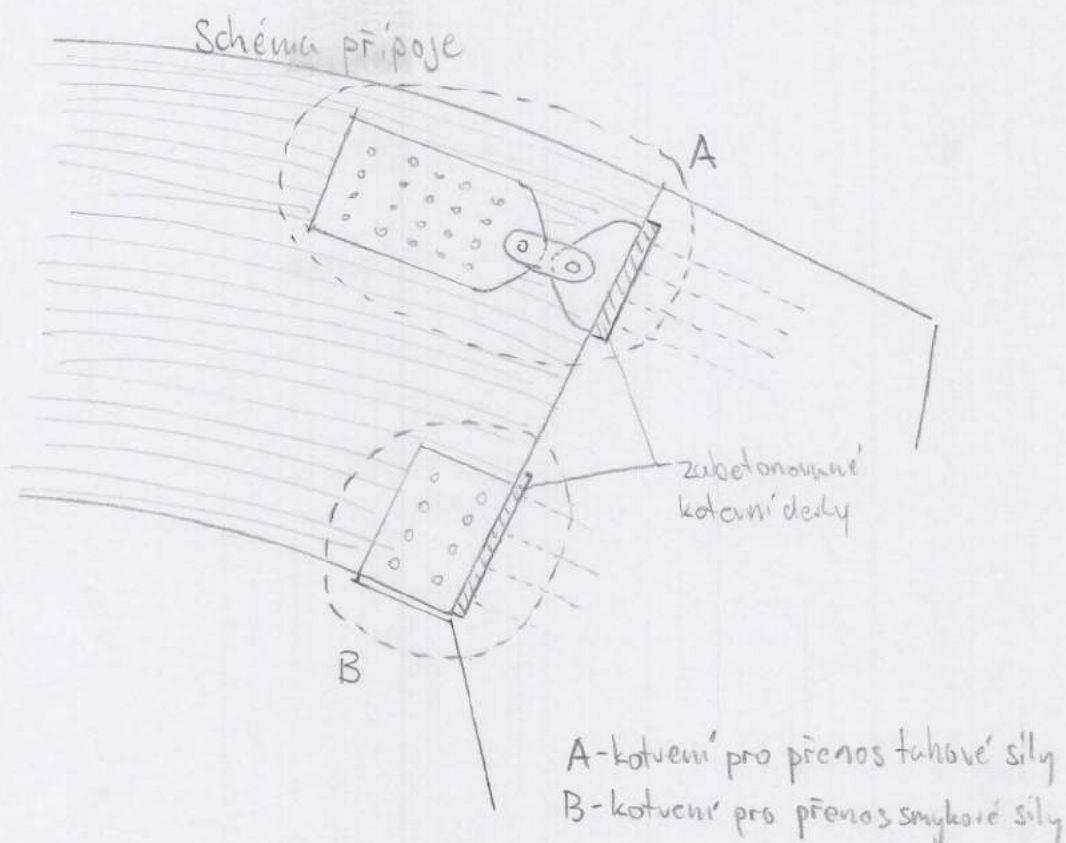
⇒ tvar plechu viz plech pro svorníky

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

16) NÁVRH A POSOUZENÍ PŘIPOJENÍ VAZNIKU NA SLOUP



Vnitřní síly z vazníku

$$M_{Ed} = 1178,7 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 304,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 118,52 \text{ kN}$$

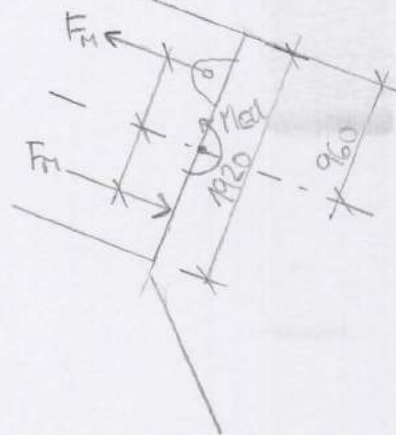
- Styčník A navržen pro přenos tahové síly od ohybového momentu, styčník B pro přenos posouvající síly. Ohybový moment bude rozložen na tlakovou a tahovou sílu. Tlaková síla se vnese do sloupu, tahová bude zachycena čepem

STRANA:

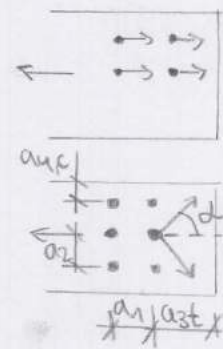
54

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

rozložení ohybového momentu



• předpoklad svorníku M30
→ minimální rozteče



⇒ zátížený konec

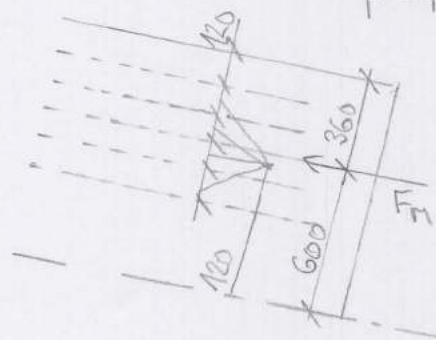
$$a_1 = (4 + \cos \alpha) d = (4 + \cos 0) 30 = 150 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 30 = 120 \text{ mm}$$

$$a_{3,t} = \max(7d; 80) = \max(7 \cdot 30; 80) = \max(210; 80) = 210 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3d = 3 \cdot 30 = 90 \text{ mm}$$

• předpoklad 5 řad



$$\Rightarrow F_M = \frac{M}{2r} = \frac{1978,4}{2 \cdot 0,6} = 9822,5 \text{ kN}$$

$$F_M = 1000 \text{ kN}$$

- návrh
- $a_{4,c} = 120 \text{ mm}$
 - $a_1 = 160 \text{ mm}$
 - $a_2 = 120 \text{ mm}$
 - $a_{3,t} = 300 \text{ mm}$

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Návrh svorníků na tahovou sílu
charakteristický plastický moment nosnosti svorníku

$$M_{y,plk} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,5} = 0,3 \cdot 600 \cdot 30^{2,5} = 1,24 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

charakteristická pevnost v otláčení

$$f_{ho,sk} = 0,082 (1 - 0,01d) f_k = 0,082 (1 - 0,01 \cdot 30) 380 = 21,81 \text{ MPa}$$

únosnost 1 svorníku v 1 řadě

$$F_{v,sk}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,sk} \cdot t_2 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{M_{y,plk} \cdot f_{h,sk} \cdot d} + \frac{F_{ax,sk}}{4} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 21,81 \cdot 240 \cdot 30 \\ 2,3 \sqrt{1,24 \cdot 10^6 \cdot 21,81 \cdot 30} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 78516 \\ 65512 \end{array} \right\} = 65,51 \text{ kN}$$

návrhová únosnost 1 svorníku v 1 řadě

$$F_{v,rd}^1 = k_{mod} \frac{F_{v,sk}^1}{\gamma_m} = 0,9 \frac{65,51}{1,3} = 45,35 \text{ kN}$$

návrh počtu svorníků

$$n = \frac{0,75 \cdot F_n}{F_{v,rd}^1} = \frac{0,75 \cdot 1000}{45,35} = 16,54$$

počet svorníků v 1 řadě

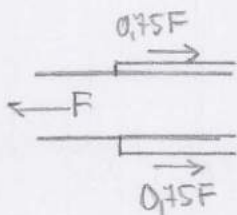
$$n_{ef} = \frac{n}{5} = \frac{16,54}{5} = 3,31$$

návrh počtu v 1 řadě se zahrnutím redukce

$$n_{ef} = n_1^{0,94} \sqrt{\frac{a_1}{13d}}$$

$$n_1 = \sqrt[0,94]{\frac{n_{ef}}{\sqrt{\frac{a_1}{13d}}}} = 0,94 \sqrt[0,94]{\frac{3,31}{\sqrt{\frac{160}{13 \cdot 30}}}} = 4,84$$

NAVRH SVORNÍKŮ 5x6 $\phi 30$



NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

Posouzení svorníků na tahovou sílu

účinný počet v 1 řadě

$$n_{ef1} = \min \left\{ n, n_{op1} \sqrt{\frac{a_1}{13d}} \right\} = \min \left\{ 6, 6 \sqrt{\frac{160}{13 \cdot 30}} \right\} = \min \left\{ 6, 4,01 \right\} =$$

$$= 4,01$$

celkový účinný počet (5 řad)

$$n_c = 5 \cdot n_{ef1} = 5 \cdot 4,01 = 20$$

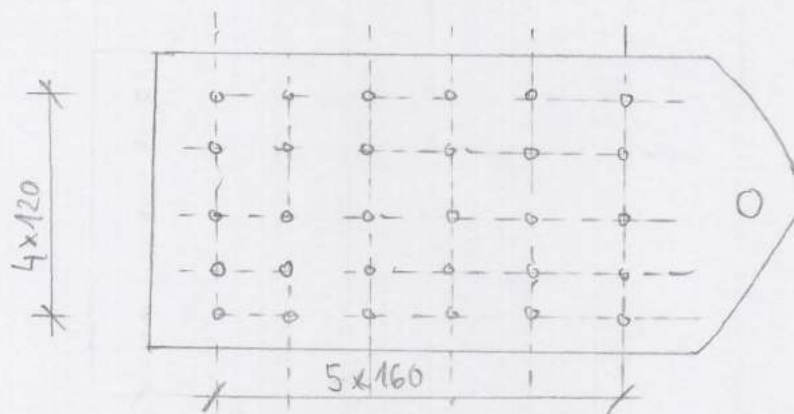
celková únosnost svorníků

$$F_{V,rd} = F_{V,rd}^1 n_c = 45,35 \cdot 20 = 907 \text{ kN}$$

podmínka spolehlivosti

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,rd}} \leq 1$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,rd}} = \frac{0,75 \cdot 1000}{907} = 0,83 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVNĚ}}}$$



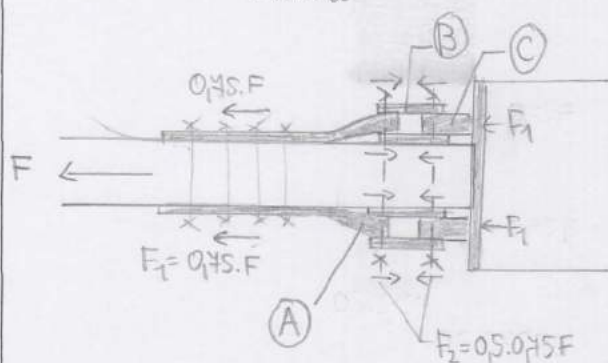
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Návrh a posouzení čepového spoje

schéma



- plechy S355
- čep 8.8 $f_{yp} = 640 \text{ MPa}$
 $f_{up} = 800 \text{ MPa}$

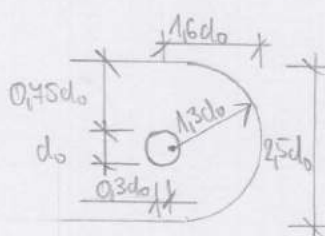
síly na část. čepového spoje

$$F_1 = 0,75F = 0,75 \cdot 1000 = 750 \text{ kN}$$

$$F_2 = 0,5F_1 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1000 = 375 \text{ kN}$$

návrh rozměrů a tloušťky plechů (předběžně)

(A)



d_0 - předpoklad $\phi 30 \text{ mm}$ 8.8

$$t_p \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \cdot d_0^3}{f_y}} = 0,7 \sqrt{\frac{750 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{355}} = 32,2 \text{ mm} \approx 36 \text{ mm}$$

$$d_0 \leq 2,5 t_p = 90 \text{ mm}$$

$$d_0 = 32 \text{ mm} \leq 2,5 t_p = 90 \text{ mm}$$

(B)

$$t_p \geq 0,7 \sqrt{\frac{375 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{355}} = 22,75 \approx 25 \text{ mm}$$

$$d_0 = 32 \text{ mm} < 2,5 t_p = 62,5 \text{ mm}$$

Posouzení čepu ve střihu pro 2 střihové roviny

$$F_{V,rd} = 2,06 A \cdot \frac{f_{up}}{\sqrt{3}} = 2,06 \cdot \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot \frac{800}{1,25} = 542,8 \text{ kN}$$

$$F_{V,rd} = 542,8 \text{ kN} < F_1 = 750 \text{ kN} \quad \underline{\text{NEVYHOVUJE}}$$

STRANA:

58

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

→ pomocí MS excel zjištěn vyhovující průměr 50mm

Posouzení čepu ve střihu

$$F_{V,rd} = 2,06 A \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M2}} = 2,06 \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \cdot \frac{800}{1,25} = 1507,9 \text{ kN}$$

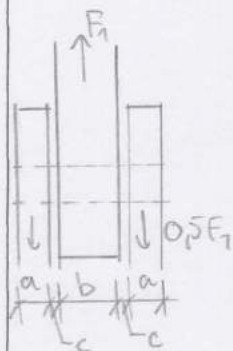
$$F_{V,rd} = 1507,9 \text{ kN} > F_1 = 750 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Posouzení únosnosti v ohybu

$$M_{Ed} = \frac{F_1}{8} (b + 4c + 2a) = \frac{750}{8} (36 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 25) = 8437,5 \text{ kNm} = 8,44 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,5 W_{el} \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \frac{\pi d^3 f_{yk}}{32 \gamma_{M0}} = 1,5 \frac{\pi 50^3 \cdot 640}{32 \cdot 1,0} = 11,78 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 11,78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 8,44 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



Posouzení kombinace ohybu a smyku

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_1}{F_{V,rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{8,44}{11,78} \right)^2 + \left(\frac{750}{1507,9} \right)^2 = 0,76 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Posouzení stažení desky a čepu

$$F_{b,rd} = \frac{1,5 \cdot d \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5 \cdot 50 \cdot 36 \cdot 355}{1,0} = 958,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} = 958,5 \text{ kN} > F_1 = 750 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

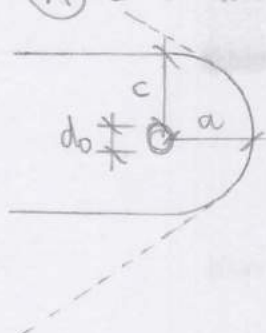
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Stanovení rozměrů plechů

Ⓐ $t = 36 \text{ mm}$; $d_0 = 54 \text{ mm}$; $F_{Ed} = F_1 = 450 \text{ kN}$

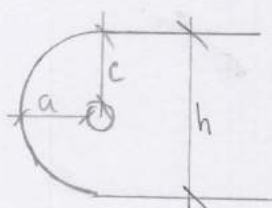


$$a \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2d_0}{3} = \frac{450 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 36 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 54}{3} = 65,34 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{450 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 36 \cdot 355} + \frac{54}{3} = 47,34 \text{ mm}$$

→ rozměry viz výkresy

Ⓑ $t = 25 \text{ mm}$; $d_0 = 54 \text{ mm}$; $F_{Ed} = F_2 = 375 \text{ kN}$



$$a > \frac{375 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 25 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 54}{3} = 57,13 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{375 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 25 \cdot 355} + \frac{54}{3} = 39,13 \text{ mm}$$

$$h = 2 \cdot c + d_0 = 2 \cdot 39,13 + 54 = 142,26 \text{ mm}$$

ověření únosnosti v tahu

$$A = h \cdot t = 142,26 \cdot 25 = 3556,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = A - t \cdot d_0 = 3556,5 - 25 \cdot 54 = 2116,5 \text{ mm}^2$$

a) únosnost neoslabeného průřezu

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3556,5 \cdot 355}{1,0} = 1262,5 \text{ kN}$$

b) únosnost oslabeného průřezu

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 2116,5 \cdot 490}{1,25} = 758,52 \text{ kN}$$

únosnost v tahu

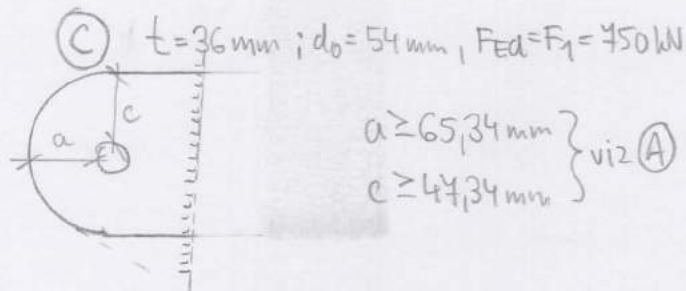
$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(1262,5; 758,52)$$

$$N_{t,Rd} = 758,52 \text{ kN} > N_{Ed} = F_2 = 375 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHODUJĚ}}}$$

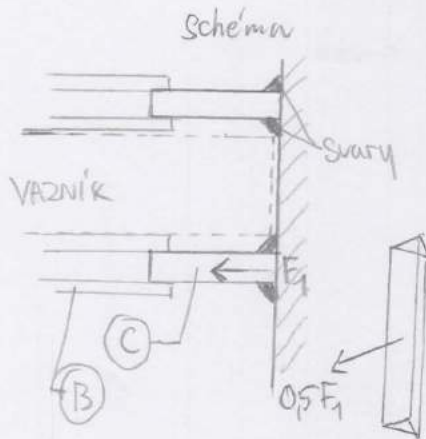
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV



návrh a posouzení svaru připojen' na sloup



- předpokládání délka svaru $L_w = 250 \text{ mm}$
- napětí ve svaru

$$\sigma_{\perp} = \frac{0,5 \cdot F_1}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w} \quad \tau_{\parallel} = \frac{0,5 \cdot F_1}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w}$$

- předěžný návrh tloušťky

$$a_w \geq \frac{0,5 \cdot F_1}{\sqrt{2} \cdot L_w \cdot f_y} = \frac{0,5 \cdot 750 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 250 \cdot 355} = 299 \text{ mm}$$

NÁVRH SVARU $a_w = 5 \text{ mm}$

napětí ve svaru

$$\sigma_{\perp} = \frac{0,5 \cdot 750 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 5 \cdot 250} = 212,132 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \sigma_{\perp} = 212,132 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \sigma_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,9 \cdot 1,25} = 435,5 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} = \sqrt{212,132^2 + 3 \cdot 212,132^2} = 424,3 \text{ MPa} < 435,5 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

→ pro větší rezervu (bezpečnost) je návrh upraven na $a_w = 6 \text{ mm}$

STRANA:

61

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

napětí ve svaru

$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{0,5 \cdot 750 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 250} = 177 \text{ MPa}$$

posouzení

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \tau_1^2} = \sqrt{177^2 + 3 \cdot 177^2} = 354 \text{ MPa} < 435,5 \text{ MPa}$$

VÝHODNĚ

→ podrobnější výkresy viz výkresové části

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134	Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Návrh svorníků na smykovou sílu

- uvažovaný M20

charakteristický plastický moment únosnosti

$$M_{y,pl,k} = 0,3 \cdot f_{yk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 20^{2,6} = 434460 \text{ Nmm}$$

charakteristická pevnost v otláčení

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

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

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,90,k} = \frac{24,93}{1,65 \cdot 1 + 0} = 15,1 \text{ MPa}$$

únosnost 1 svorníku v 1 střihu

$$F_{v,1k}^1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,pl,k} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,pl,k}}{L_t} \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 15,1 \cdot 240 \cdot 20 \\ 2,3 \cdot \sqrt{434460 \cdot 15,1 \cdot 20} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 36240 \\ 26345 \end{array} \right\} =$$

$$= 26,3 \text{ kN}$$

návrhová únosnost v 1 střihu

$$F_{v,rd}^1 = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,1k}^1}{\gamma_{02}} = 0,9 \cdot \frac{26,3}{1,3} = 18,2 \text{ kN}$$

návrh počtu svorníků

$$n = \frac{0,75 V_{Ed}}{F_{v,rd}^1} = \frac{0,75 \cdot 118,52}{18,2} = 4,89$$

NÁVRH SVORNÍKŮ 6xΦ20

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

účinný počet pro zatížení kolmo k vláknům

$$n_{ef} = n = 6$$

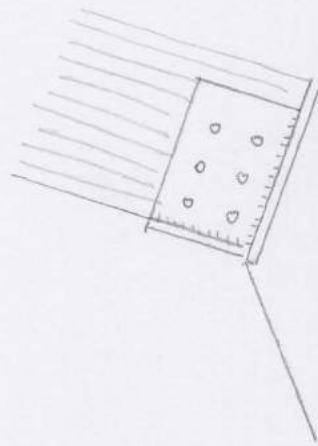
únosnost svorníků

$$F_{V,Rd} = n_{ef} F_{V,Rd}^1 = 6 \cdot 18,2 = 109,2 \text{ kN}$$

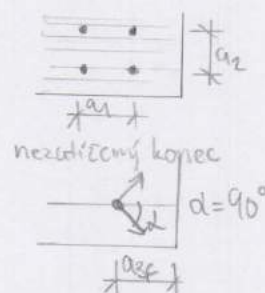
podmínka spolehlivosti:

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{0,75 \cdot 118,52}{109,2} = 0,82 < 1 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



→ minimální rozteče

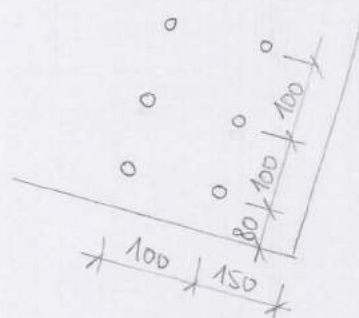
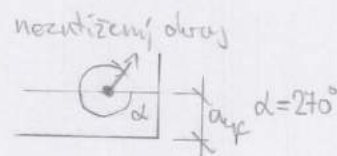


$$a_1 = (4 + \cos \alpha) \cdot d = (4 + \cos 90^\circ) \cdot 20 = 80 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3e} = (1 + 6 \cdot \sin \alpha) \cdot d = (1 + 6 \cdot \sin 90^\circ) \cdot 20 = 140 \text{ mm}$$

$$a_{3c} = 3d = 3 \cdot 20 = 60 \text{ mm}$$

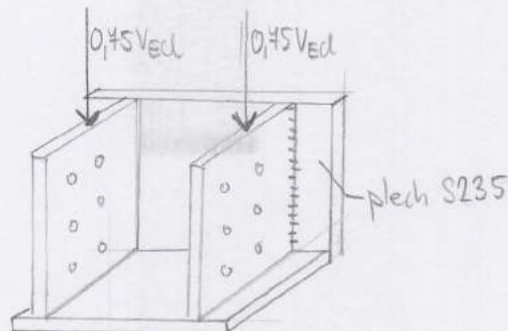


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSV

návrh a posouzení svarového přípoje spaje B



- síla působící na svar

$$F_{Ed} = 0,75 \cdot V_{Ed} = 0,75 \cdot 11852 = 8891 \text{ kN}$$

- předpokladání délky svaru

$$L_w = 360 \text{ mm}$$

- návrh tloušťky svaru

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{F_{Ed}}{a_w \cdot L_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$a_w \geq \frac{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot F_{Ed}}{L_w \cdot f_u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot 8891 \cdot 10^3}{360 \cdot 360} = 1,34 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,9$$

NAVRH SVARU $a_w = 4 \text{ mm}$

- napětí ve svaru

$$\tau_{II} = \frac{F_{Ed}}{a_w \cdot L_w} = \frac{8891 \cdot 10^3}{4 \cdot 360} = 61,7 \text{ MPa}$$

- posouzení

$$\tau_{II} \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 184,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = 61,7 \text{ MPa} < 184,7 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

STRANA:

65

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

17) NÁVRH A POSOUZENÍ VRCHOLOVÉHO ČEPU VAZNÍKU

Schéma



Síla na čepový spoj

$$F_{Ed} = 230 \text{ kN}$$

návrh tloušťky plechů (předběžně jako natahovou sílu)

$$t_{p1} \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{Mo}}{f_y}} = 0,7 \sqrt{\frac{230 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{355}} = 17,82 \text{ mm}$$

$$t_{p2} \geq 0,7 \sqrt{\frac{0,5 \cdot F_{Ed} \cdot \gamma_{Mo}}{f_y}} = 0,7 \sqrt{\frac{0,5 \cdot 230 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{355}} = 12,6 \text{ mm}$$

Návrh $t_{p1} = 20 \text{ mm}$

$t_{p2} = 16 \text{ mm}$

posouzení čepu ve střihu pro 2 střihové roviny

$$F_{V,Rd} = 2,06 \cdot A \cdot \frac{f_{up}}{\gamma_{M2}} = 2,06 \cdot \frac{\pi \cdot 30^2 \cdot 800}{4 \cdot 1,25} = 542,8 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = 542,8 \text{ kN} > F_{Ed} = 230 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

posouzení únosnosti, v ohybu

$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} (b + c + 2a) = \frac{230}{8} (20 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16) = 1,61 \text{ kNm}$$

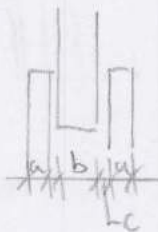
$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot \frac{f_{yo}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \cdot \frac{\pi \cdot 30^3 \cdot 640}{32 \cdot 1,0} = 2,54 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 2,54 \text{ kNm} > M_{Ed} = 1,61 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

posouzení kombinace ohybu a smyku

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{Ed}}{F_{V,Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{1,61}{2,54}\right)^2 + \left(\frac{230}{542,8}\right)^2 = 0,58 < 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$



STRANA:

66

NÁZEV PRÁCE:	VICEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

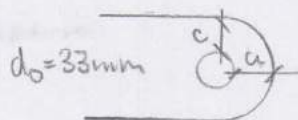
FSv

posouzení otažení desky a čepu

$$F_{b,rd} = \frac{15 \cdot d \cdot f_y}{\gamma_{rio}} = \frac{15 \cdot 30 \cdot 20 \cdot 355}{1,0} = 319,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} = 319,5 \text{ kN} > F_{ed} = 230 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

stanovení rozměrů plechů (načep sice působí tlaková síla, i tak budou aspoň stanoveny základní rozměry)



$$a \geq \frac{F_{ed} \cdot \gamma_{Mo}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3}$$

$$c \geq \frac{F_{ed} \cdot \gamma_{Mo}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3}$$

$$\textcircled{P1} \quad a \geq \frac{230 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 33}{3} = 38,2 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{230 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{33}{3} = 27,2 \text{ mm}$$

$$\textcircled{P2} \quad a \geq \frac{115 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 16 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 33}{3} = 32,12 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{115 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 16 \cdot 355} + \frac{33}{3} = 21,12 \text{ mm}$$



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

A - VÝKRESY KONSTRUKCE HALY

A.1 PŮDORYS KONSTRUKCE – STROPY 1. ÚROVNĚ

A.2 PŮDORYS KONSTRUKCE – STROPY 2. ÚROVNĚ

A.3 PŮDORYS KONSTRUKCE – STŘEŠNÍ NADHLED

A.4 ŘEZ A-A

A.5 ŘEZ B-B

A.6 ČELNÍ POHLEDY NA ŠTÍT

A.7 BOČNÍ POHLEDY NA FASÁDU

B - VÝKRESY PODROBNOSTI

B.1 NAPOJENÍ STROPNICE NA PRŮVLKA

B.2 NAPOJENÍ PRŮVLAKU NA SLOUP

B.3 PŘIHOJENÍ ZTUŽIDLA A SLOUPU NA ZÁKLAD

B.4 NAPOJENÍ FASÁDNÍ PŘÍČLE NA SLOUP

B.5 NAPOJENÍ FASÁDNÍHO SLOUPU NA VAZNÍK

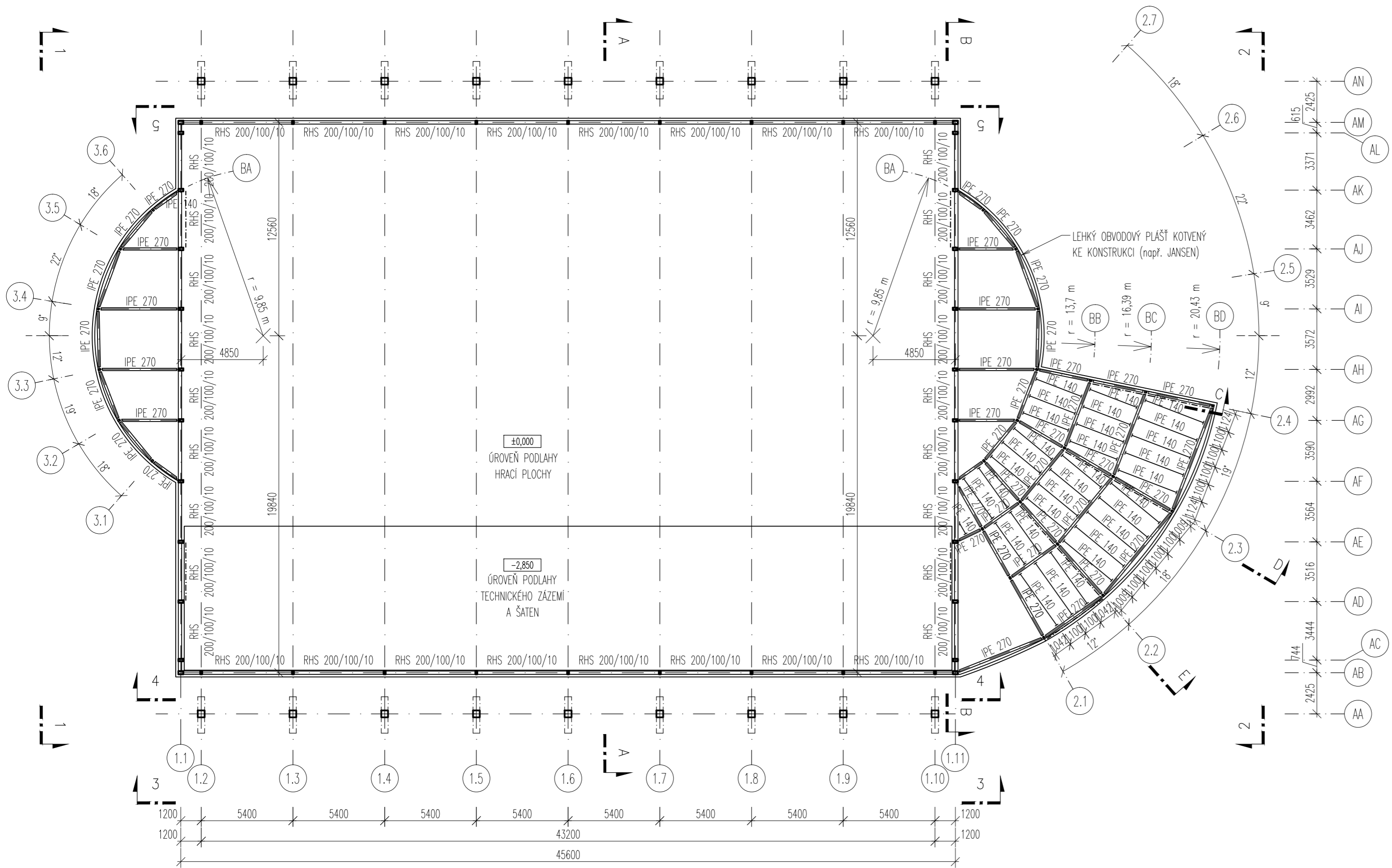
B.6 KOTVENÍ VRCHNÍCH VAZNIC

B.7.a KOTVENÍ ZTUŽIDLA A VAZNICE NA VAZNÍK

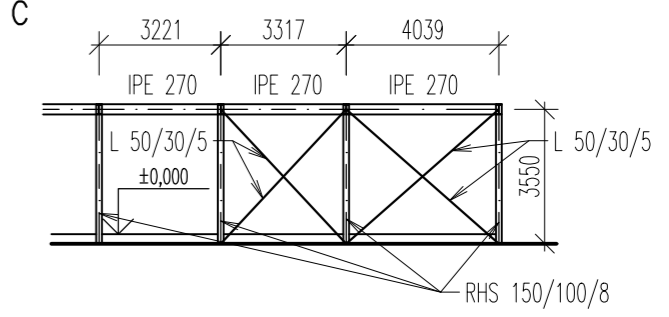
B.7.b KOTVENÍ ZTUŽIDLA A VAZNICE NA VAZNÍK

B.8 NAPOJENÍ VAZNÍKU NA SLOUPY

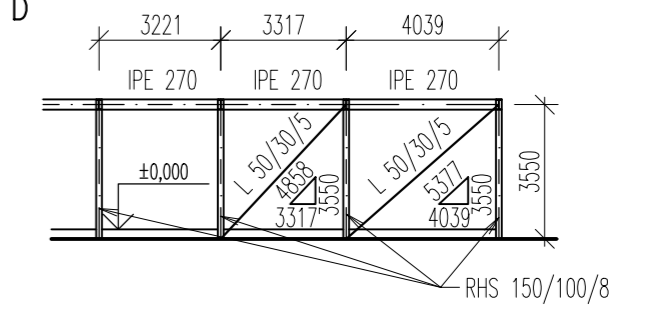
B.9 VRCHOLOVÝ ČEP



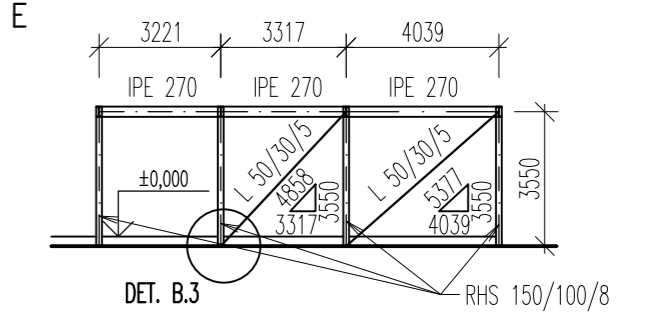
DÍLČÍ ŘEZ C



DÍLČÍ ŘEZ D



DÍLČÍ ŘEZ E



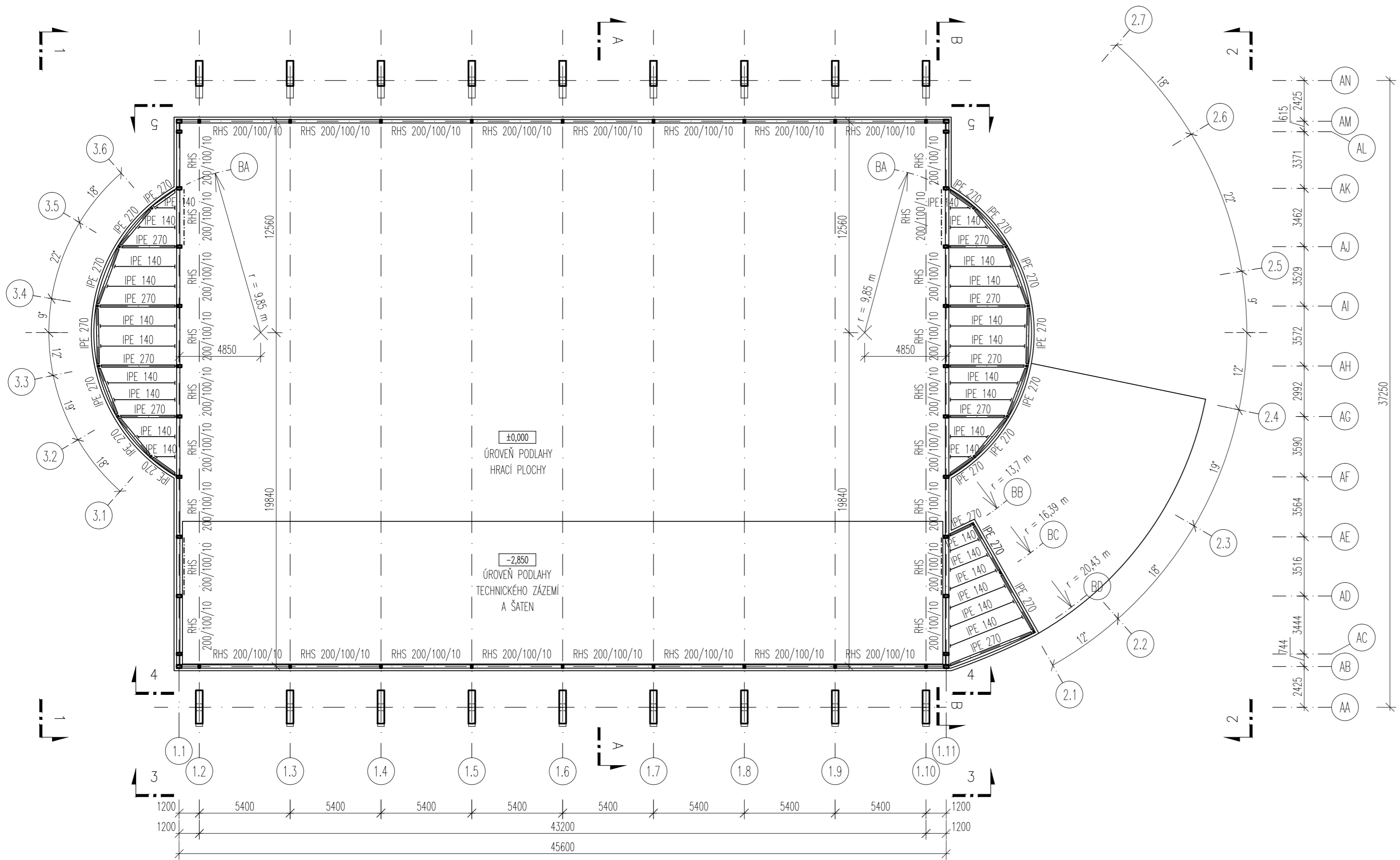
MATERIÁLY: OCELOVÉ NOSNÉ PRVKY – S275JR
 BETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC4-CIO,2-Dmax 16-S2
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	MĚŘÍTKO:	1:200
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	FORMÁT:	3xA4
VÝKRES:	A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY		
A.1 PŮDORYS KONSTRUKCE – STROPY 1. ÚROVNĚ			



ČVUT V PRAZE



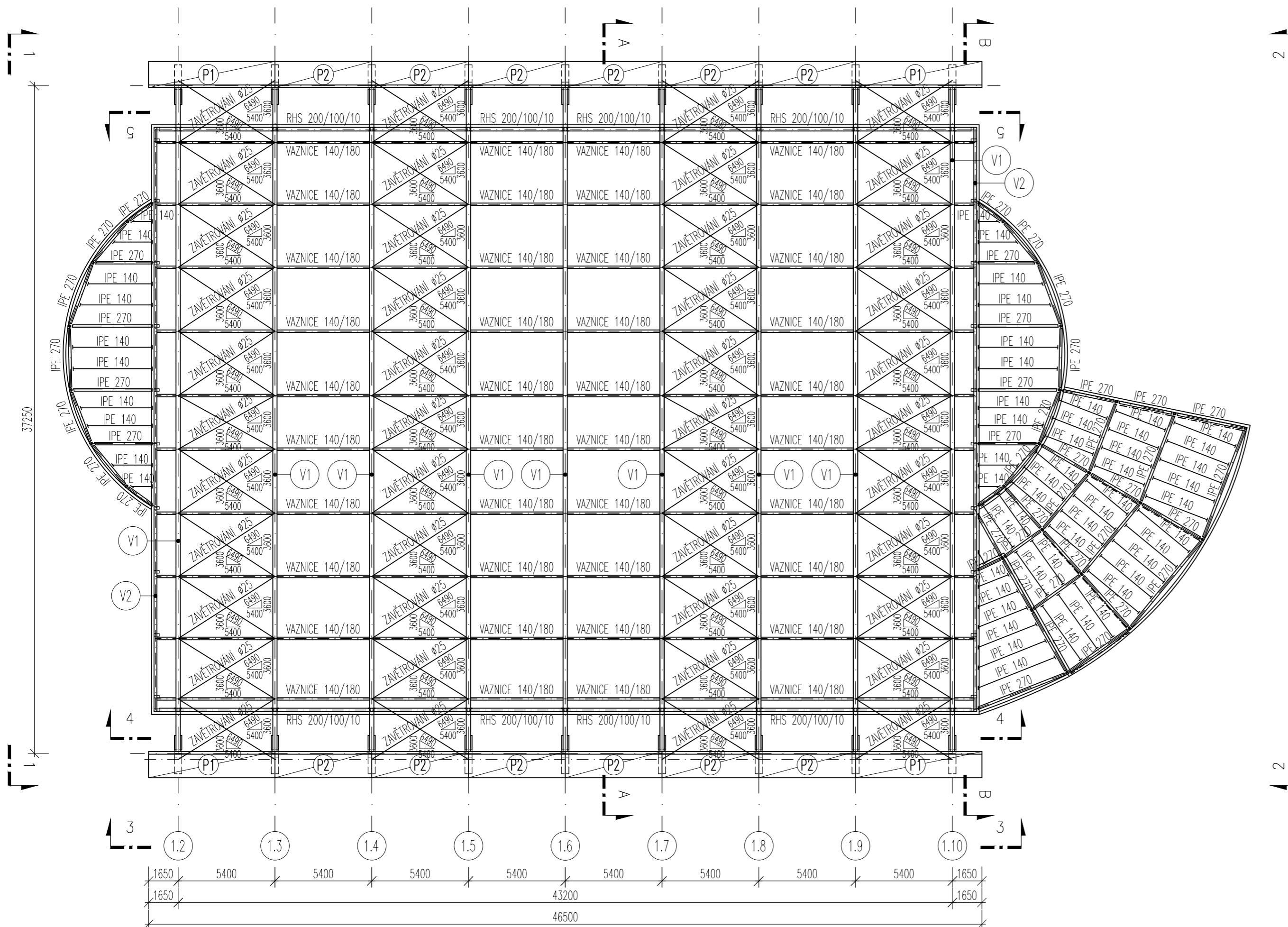


MATERIÁLY: OCELOVÉ NOSNÉ PRVKY – S275JR
 BETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC4-C10,2-Dmax 16-S2
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

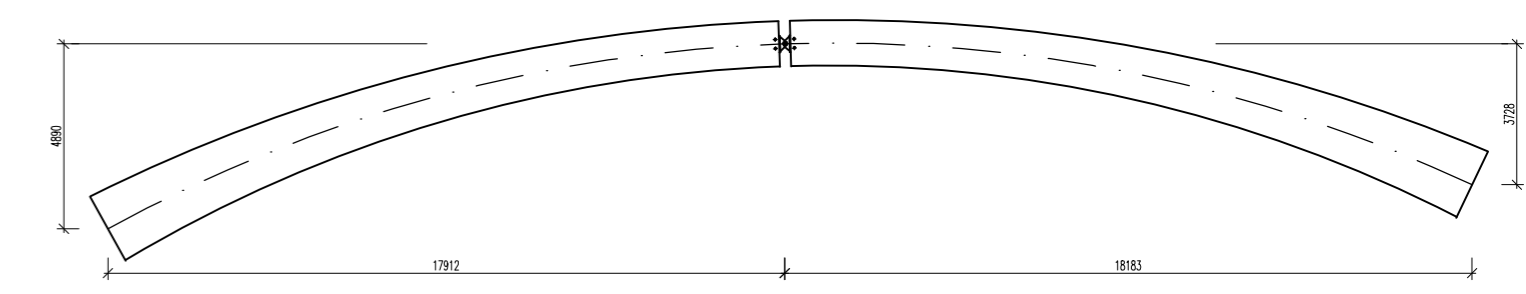
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC
		MĚŘÍTKO:	1:200
		FORMÁT:	3xA4
VÝKRES:			



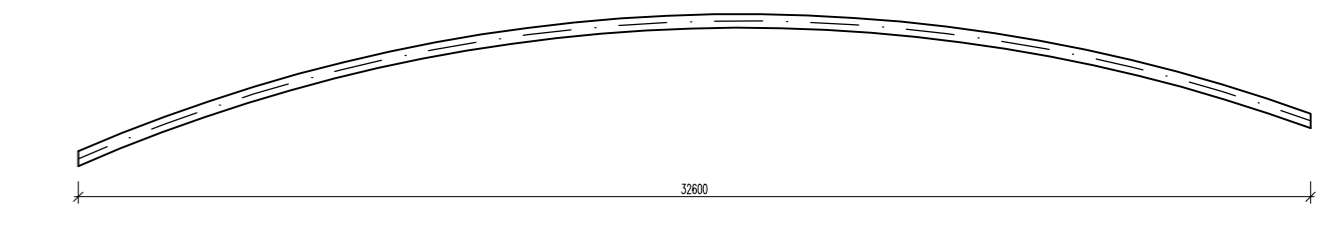
A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY
 A.2 PŮDORYS KONSTRUKCE – STROPY 2. ÚROVNĚ



V1 HLAVNÍ DŘEVĚNÝ VAZNIK, LLD GL24c, PRŮŘEZ 240/1200-1920

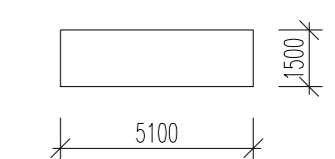
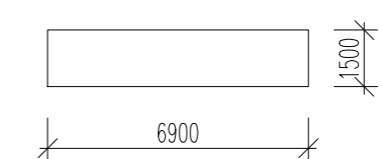


V2 ŠTÍTOVÝ VAZNÍK, LLD GL24c, PRŮŘEZ 120/360



P1 PREFABRIKOVANÝ ŽB PANEL C35/45 XC3-CI 0,2-Dmax 16-S2

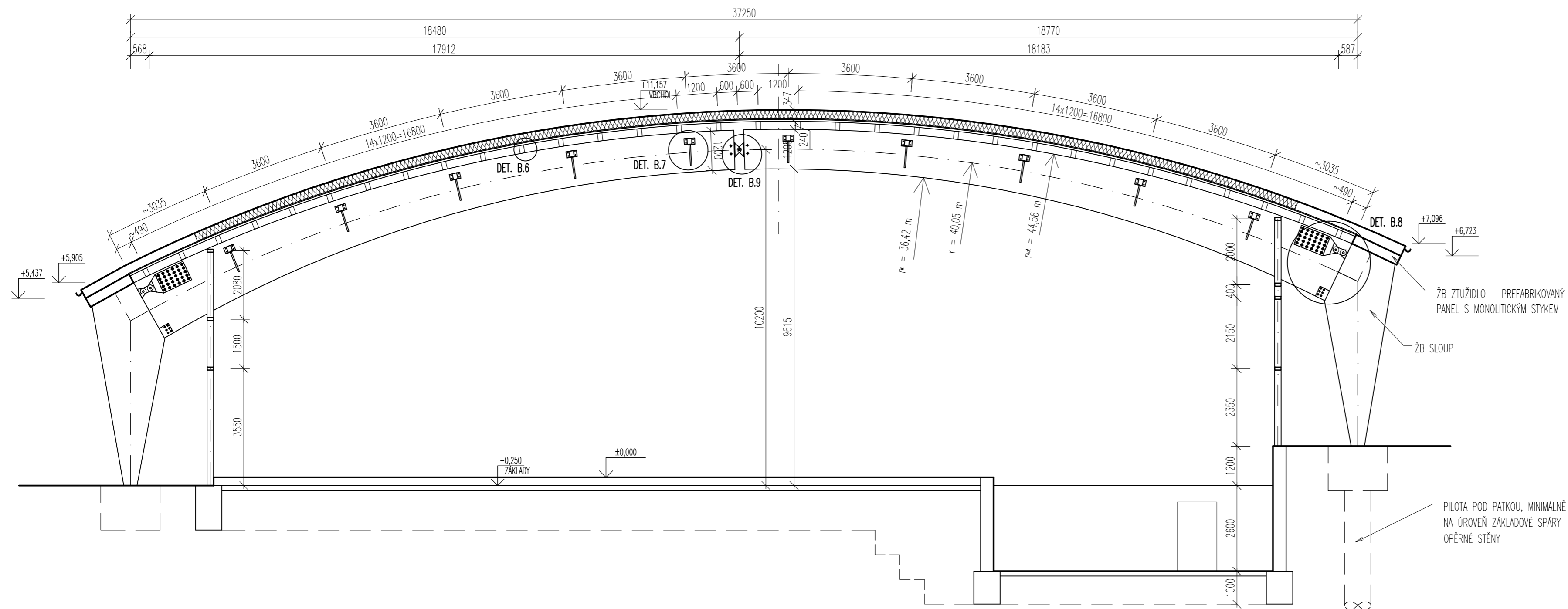
P2 PREFABRIKOVANÝ ŽB PANEL C35/45 XC3-CI 0,2-Dmax 16-S2



MATERIÁLY: VAZNÍK – GL24c
 VAZNICE – ROSTLÉ DŘEVO C24
 BETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC4-CI0,2-Dmax 16-S2
 PREFABRIKOVANÝ ZTUŽIDLOVÝ PANEL – C35/45 XC3-CI0,2-Dmax 16-S2
 FASÁDNÍ OCELOVÉ PROFILY – S275JR
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	1:200
		FORMÁT:	3xA4
VÝKRES:	A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY		
	A.3 PŮDORYS KONSTRUKCE – STŘEŠNÍ NADHLED		

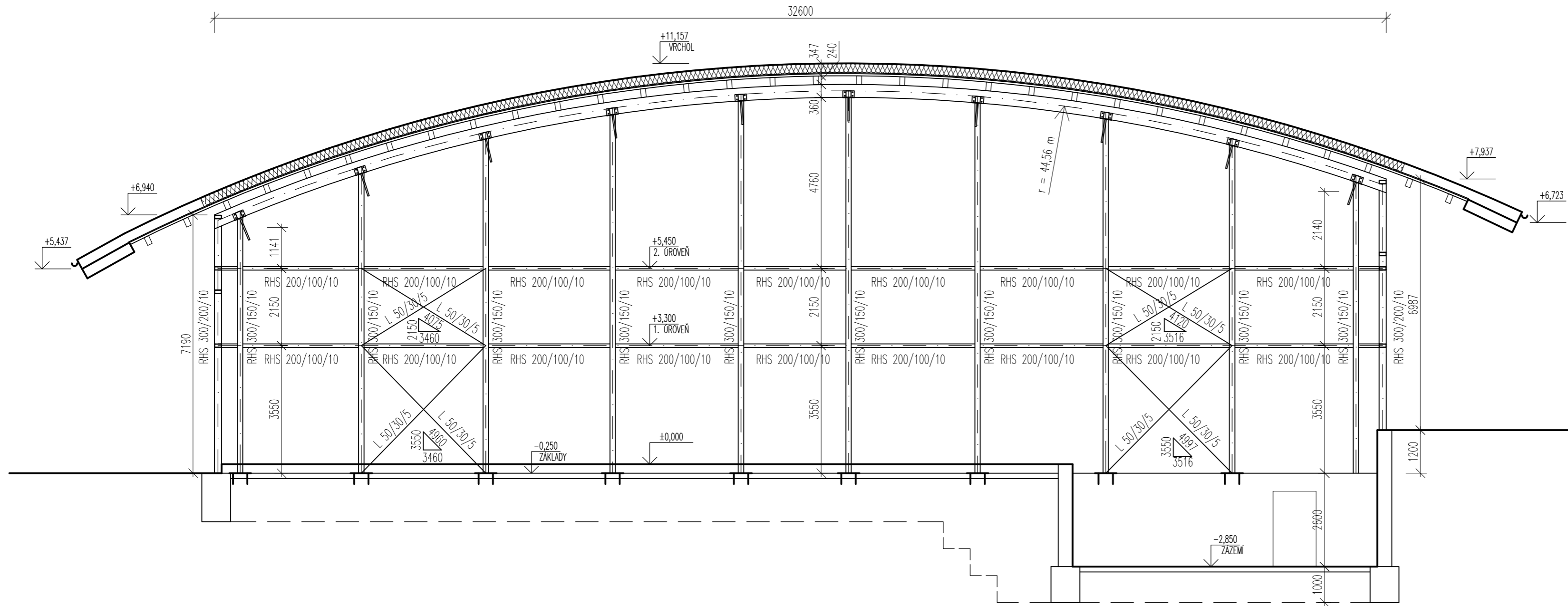




MATERIÁLY: VAZNÍK – GL24c
 VAZNICE – ROSTLÉ DŘEVO C24
 SLOUP – C35/45 XC4–C10,2–Dmax 16–S2
 PREFABRIKOVANÝ ZTUŽIDLOVÝ PANEL – C35/45 XC3–C10,2–Dmax 16–S2
 FASÁDNÍ OCELOVÉ PROFILY – S275JR
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	1:50
		FORMÁT:	3xA4
VÝKRES:	A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY A.4 ŘEZ A–A		





MATERIÁLY: VAZNÍK – GL24c
 SLOUP – C35/45 XC4–C10,2–Dmax 16–S2
 PREFABRIKOVANÝ ZTUŽIDLOVÝ PANEL – C35/45 XC3–C10,2–Dmax 16–S2
 FASÁDNÍ OCELOVÉ PROFILY – S275JR
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

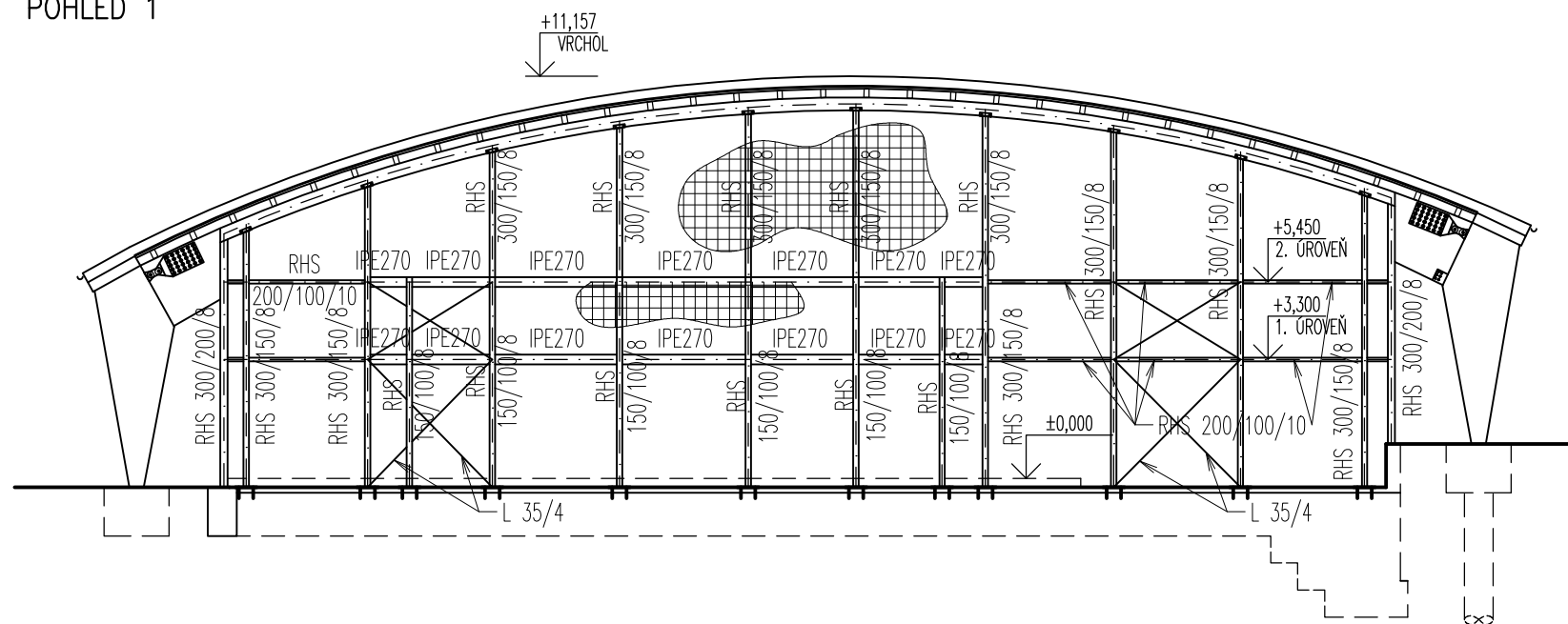
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	1:50
		FORMÁT:	3xA4
VÝKRES:	A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY A.5 ŘEZ B–B		



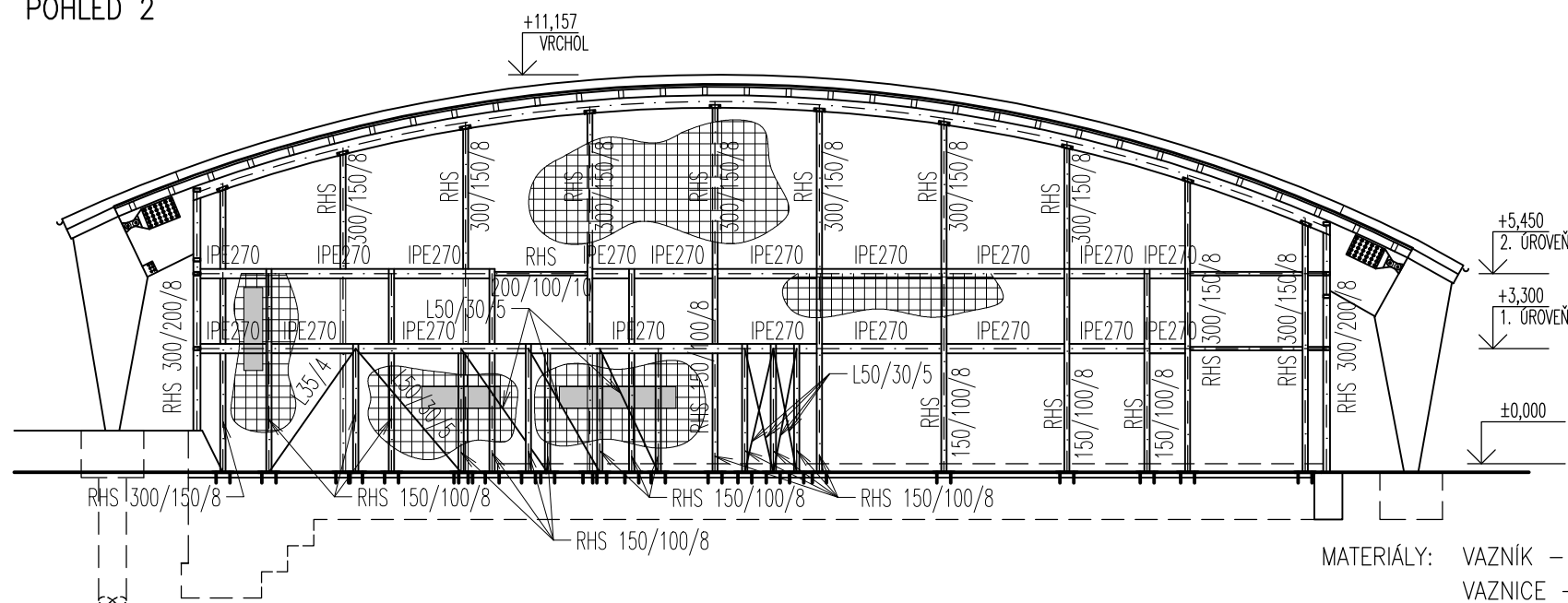
ČVUT V PRAZE



POHLED 1



POHLED 2



LEGENDA POVRCHŮ

-  NEPRŮHLEDNÝ PANEĽ LEHKÉHO OBVODOVÉHO PLÁŠŤE JANSEN
-  PROSKLENÝ PANEĽ LEHKÉHO OBVODOVÉHO PLÁŠŤE JANSEN

MATERIÁLY: VAZNIK – GL24c
 VAZNICE – ROSTLÉ DŘEVO C24
 BETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC4–CI0,2–Dmax 16–S2
 PREFABRIKOVANÝ ZTUŽIDLOVÝ PANEĽ – C35/45 XC3–CI0,2–Dmax 16–S2
 FASÁDNÍ OCELOVÉ PROFILY – S275JR
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘITKO:	1:200
VÝKRES:	FORMÁT:		2xA4

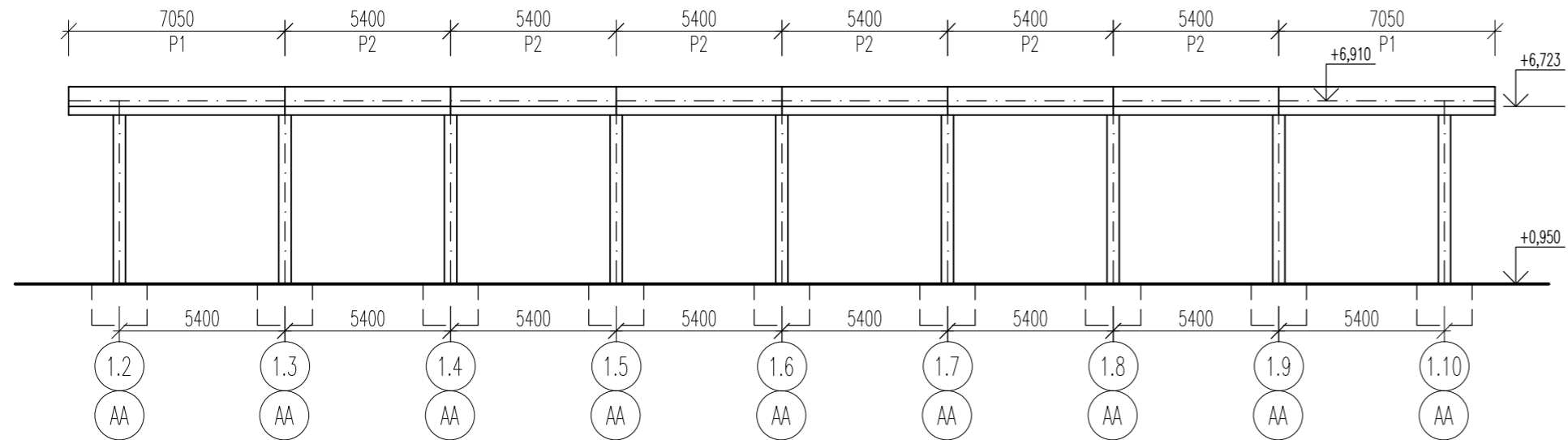
A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY
 A.6 ČELNÍ POHLEDY NA ŠTÍT



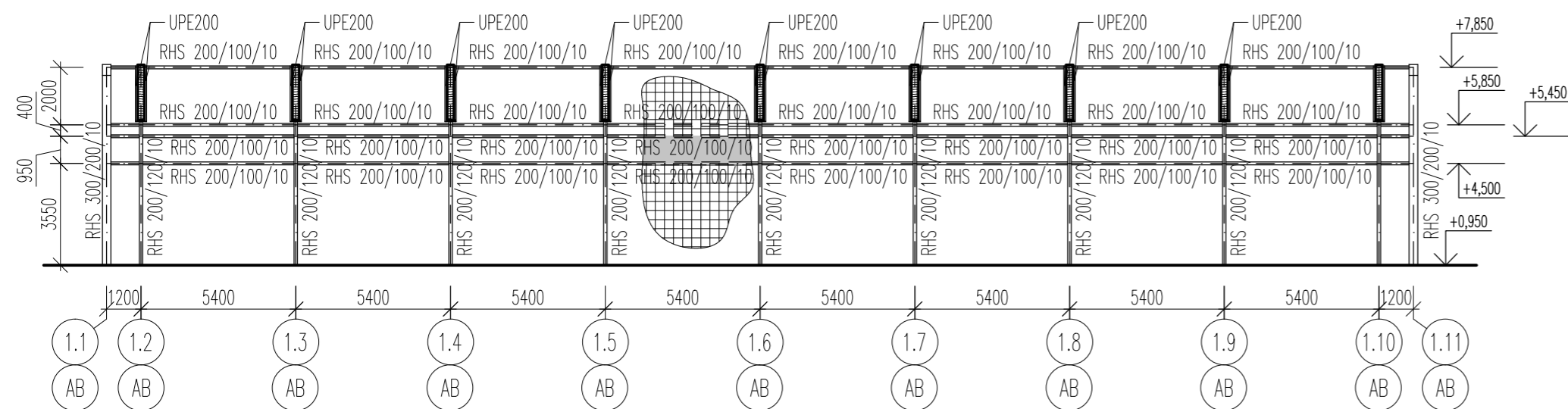
ČVUT V PRAZE



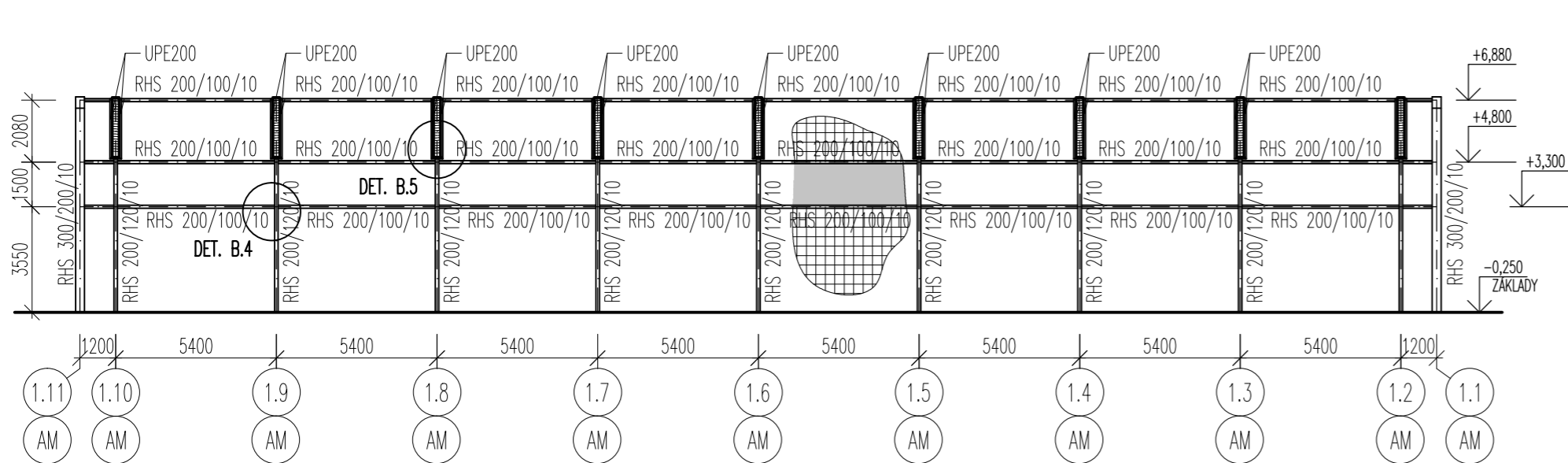
POHLED 3



POHLED 4



POHLED 4



LEGENDA POVRCHŮ

-  NEPRŮHLEDNÝ PANEĽ LEHKÉHO OBVODOVÉHO PLÁŠŤE JANSEN
-  PROSKLENÝ PANEĽ LEHKÉHO OBVODOVÉHO PLÁŠŤE JANSEN

MATERIÁLY: VAZNIK – GL24c
 VAZNICE – ROSTLÉ DŘEVO C24
 BETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC4-C10,2-Dmax 16-S2
 PREFABRIKOVANÝ ZTUŽIDLOVÝ PANEĽ – C35/45 XC3-C10,2-Dmax 16-S2
 FASÁDNÍ OCELOVÉ PROFILY – S275JR
 TŘÍDA PŘEVEDENÍ KONSTRUKCE: EXC3 (CC2, PC1, SC1)

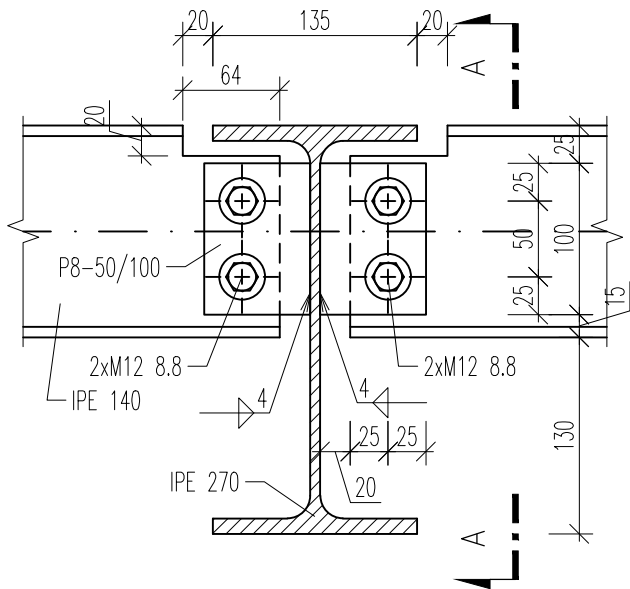
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	1:200
		FORMÁT:	2x A4
VÝKRES:	A – VÝKRESY KONSTRUKCE HALY A.7 BOČNÍ POHLEDY NA FASÁDU		



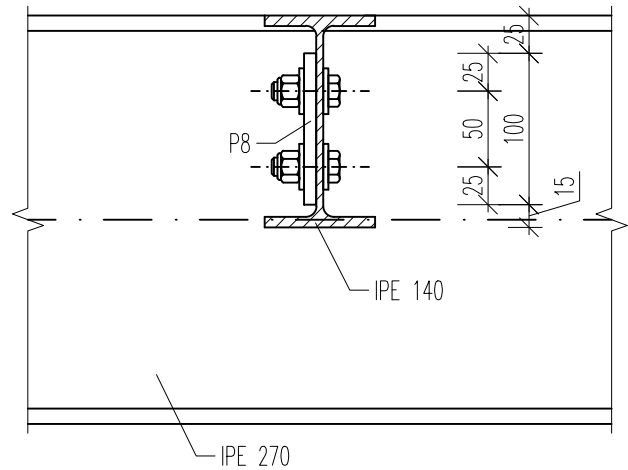
ČVUT V PRAZE



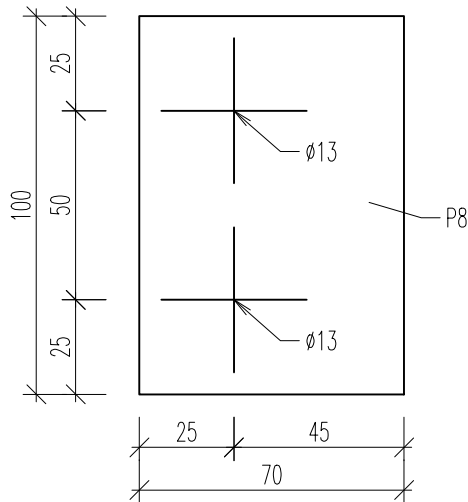
POHLED BOČNÍ





ŘEZ A-A



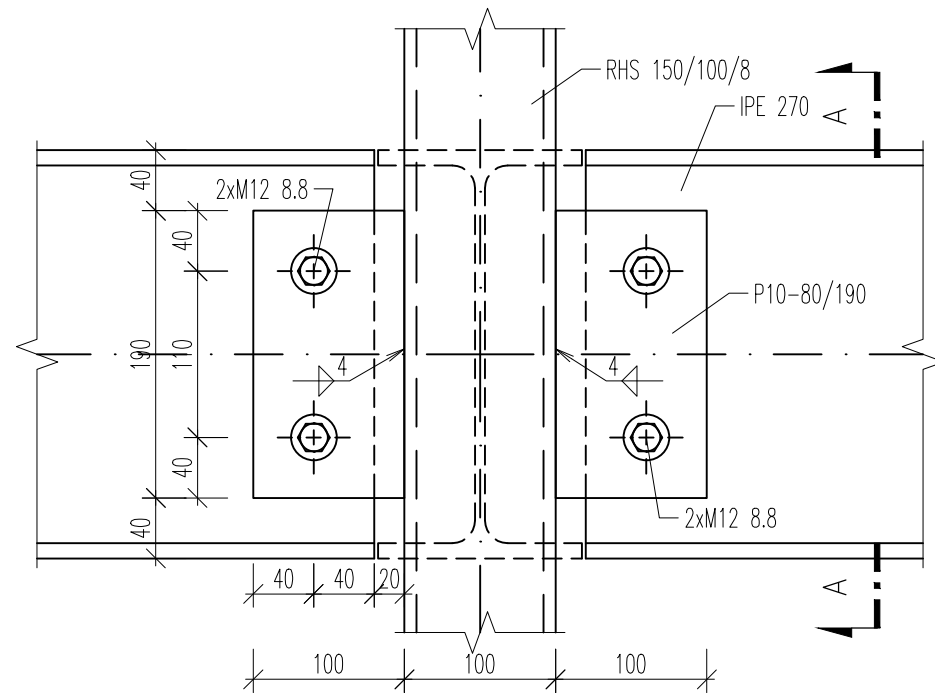
TVAR PŘIPOJOVACÍHO PLECHU – 1:2



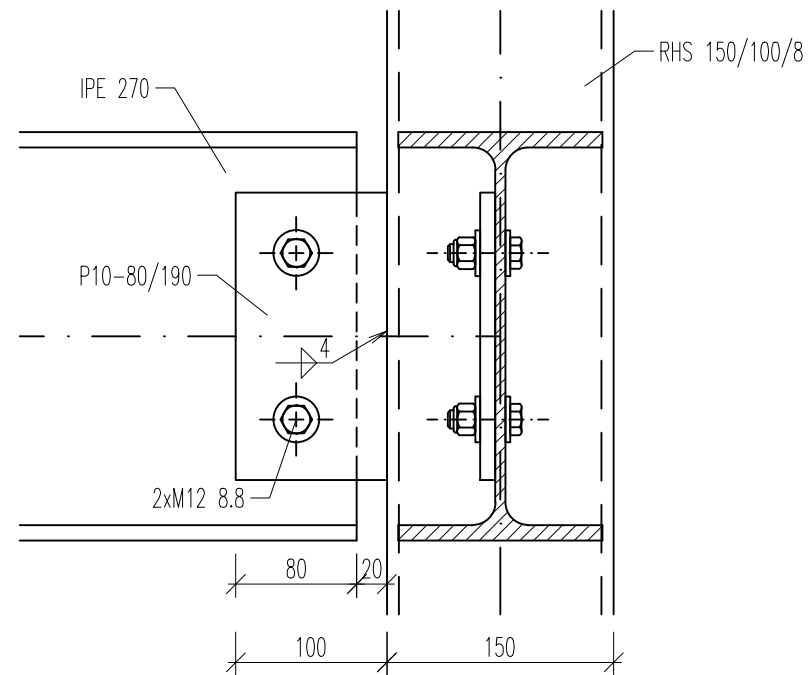
MATERIÁLY: STROPNICE – S275JR
 PRŮVLAK – S275JR
 PŘIPOJOVACÍ PLECH – S235JR

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ	
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ			
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017	
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	1:5	FORMÁT: 1xA4
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.1 NAPOJENÍ STROPNICE NA PRŮVLAK			
				 ČVUT V PRAZE
				

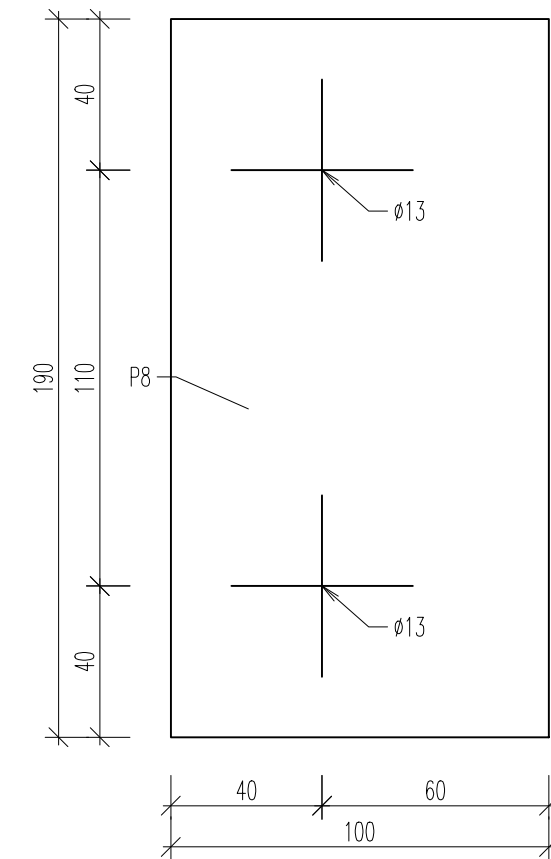
POHLED BOČNÍ



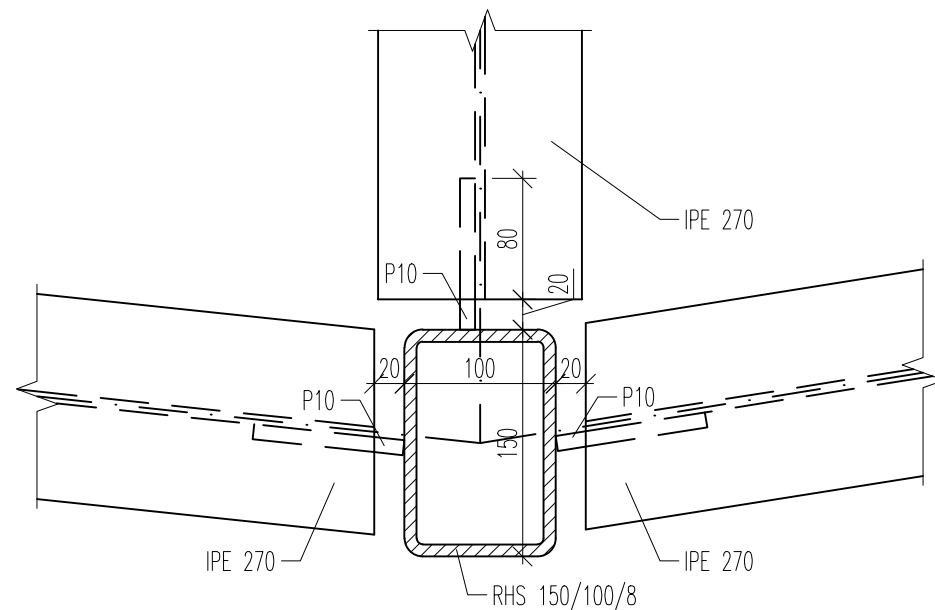
ŘEZ A-A



TVAR PŘIPOJOVACÍHO PLECHU - 1:2



PŮDORYS NAPOJENÍ NA OBVODOVÝ SLOUP



MATERIÁLY: PRŮVLAK - S275JR
 SLOUP - S275JR
 PŘIPOJOVACÍ PLECH - S235JR

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV - FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 - KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B - VÝKRESY PODROBNOSTI B.2 NAPOJENÍ PRŮVLAKU NA SLOUP		



ČVUT V PRAZE



PŮDORYS SPOJE

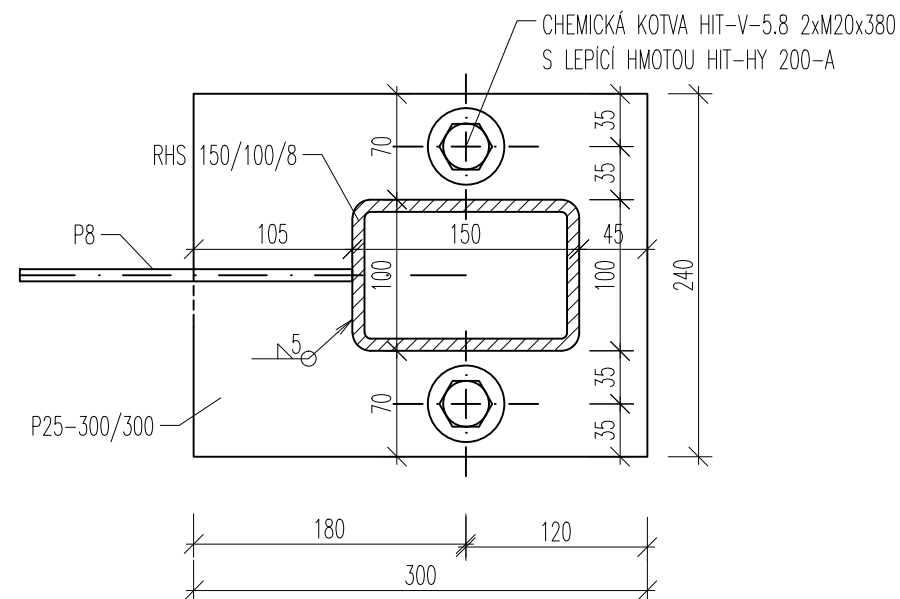
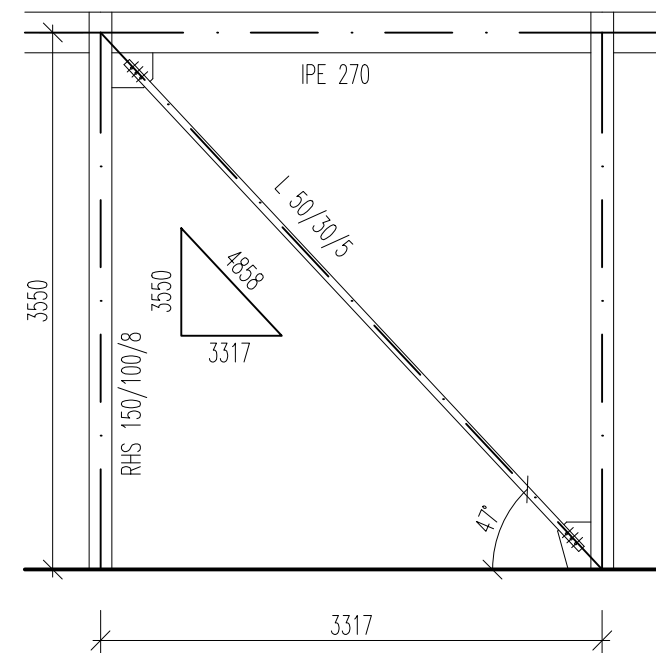
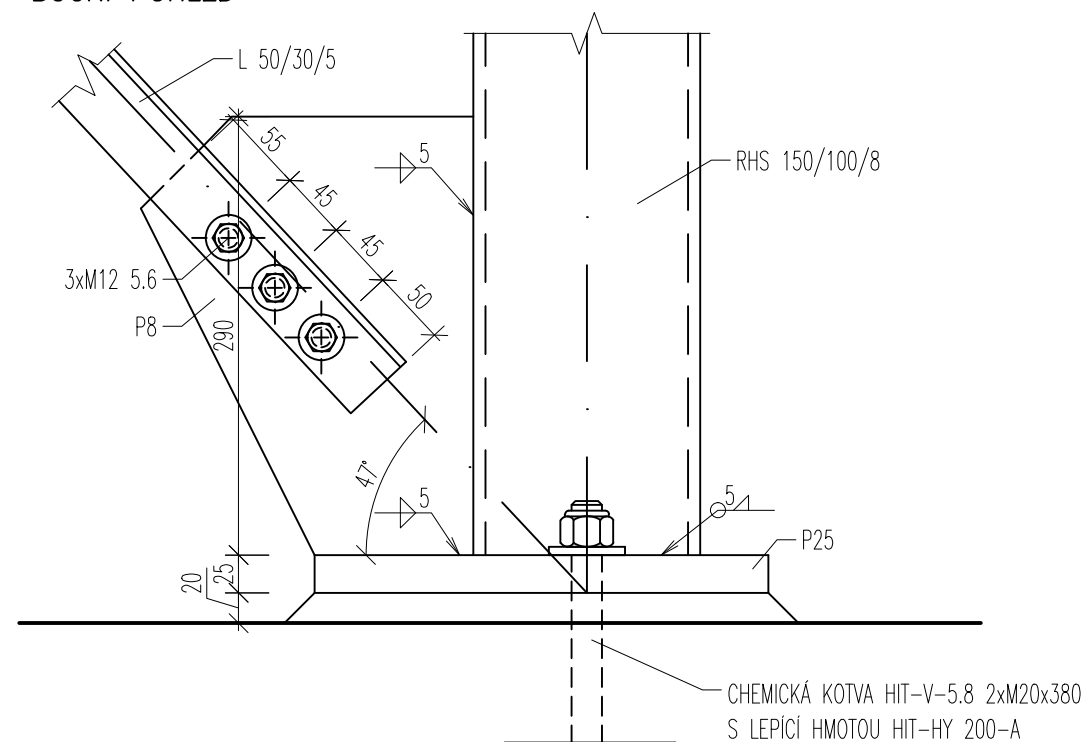


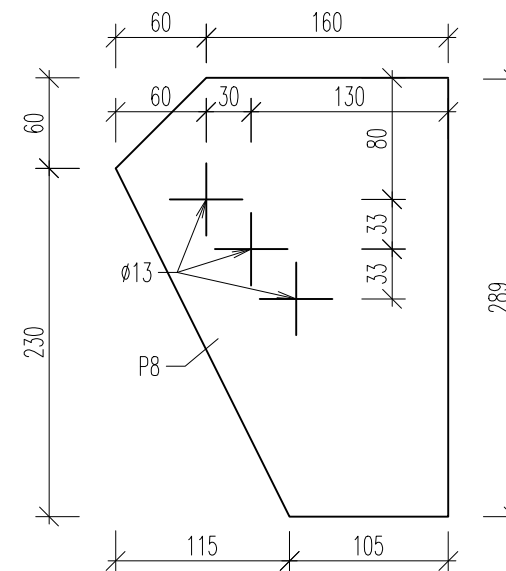
SCHÉMA GEOMETRIE – 1:50



BOČNÍ POHLED



TVAR PŘIPOJOVACÍHO PLECHU



MATERIÁLY: SLOUP – S275JR
 ZTUŽIDLO – S275JR
 PŘIPOJOVACÍ PLECH – S235JR

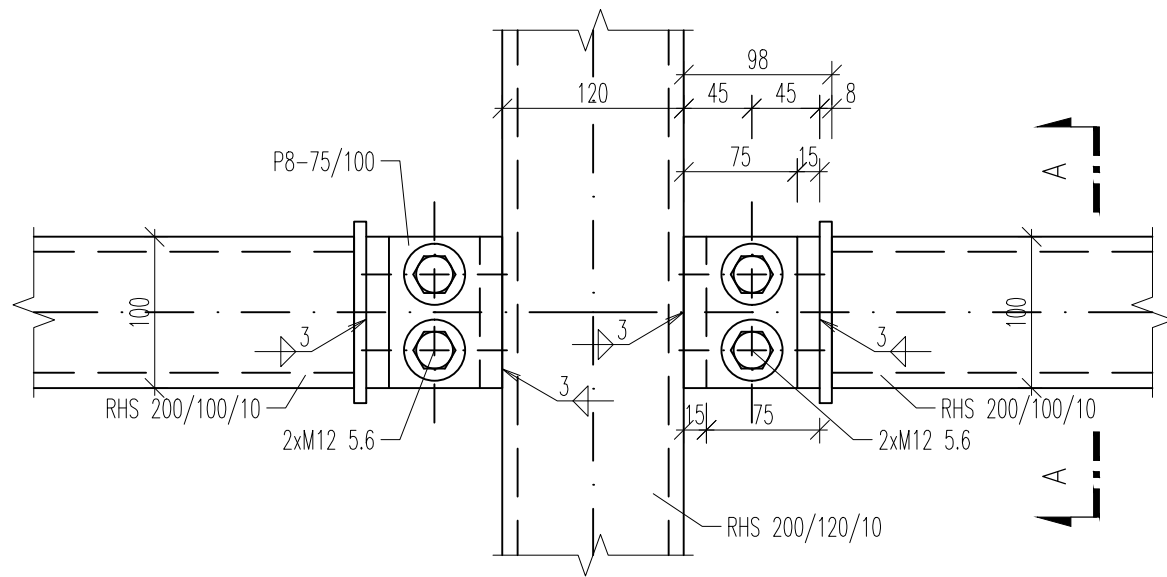
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.3 PŘIPOJENÍ ZTUŽIDLA A SLOUPU NA ZÁKLAD		



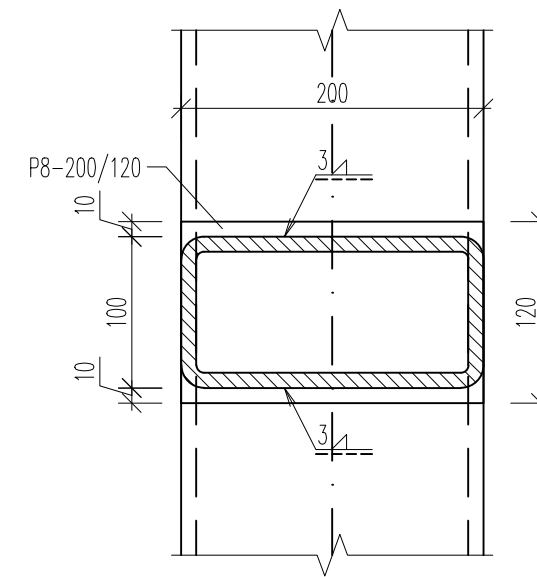
ČVUT V PRAZE



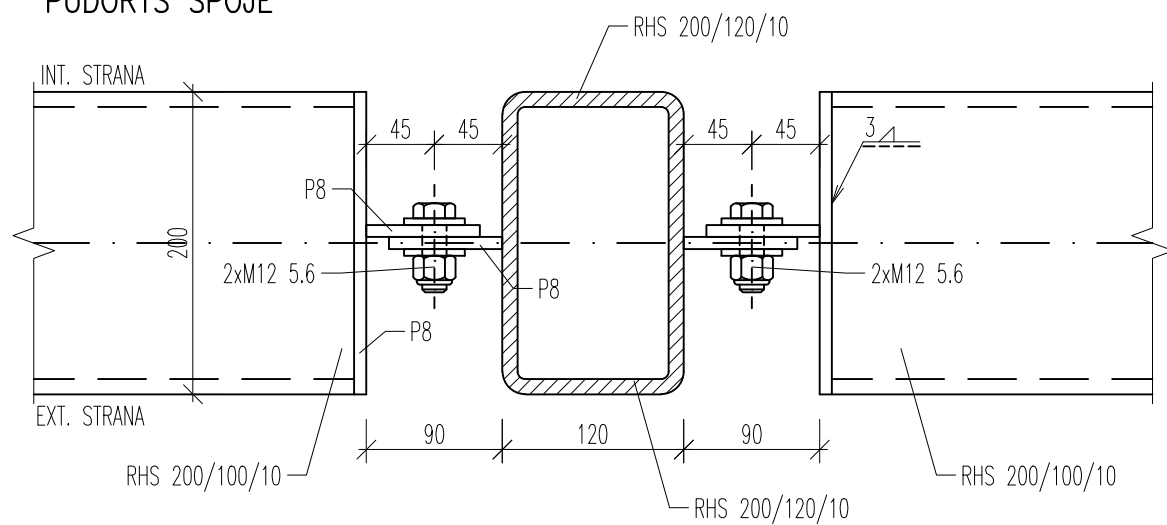
PŘEDNÍ POHLED



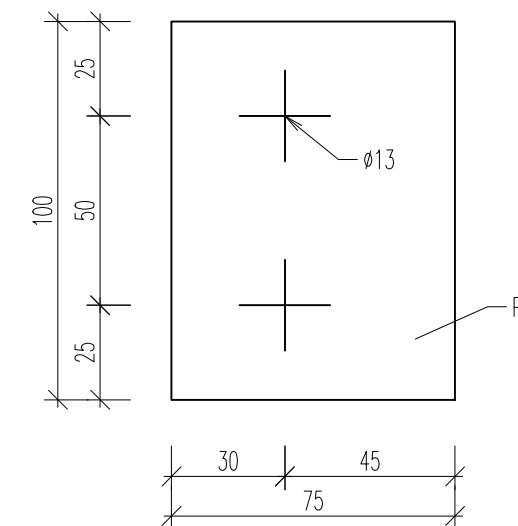
ŘEZ A-A



PŮDORYS SPOJE



TVAR PŘIPOJOVACÍHO PLECHU – 1:2



MATERIÁLY: SLOUP – S275JR
 PŘÍČLE – S275JR
 PŘIPOJOVACÍ PLECH – S235JR

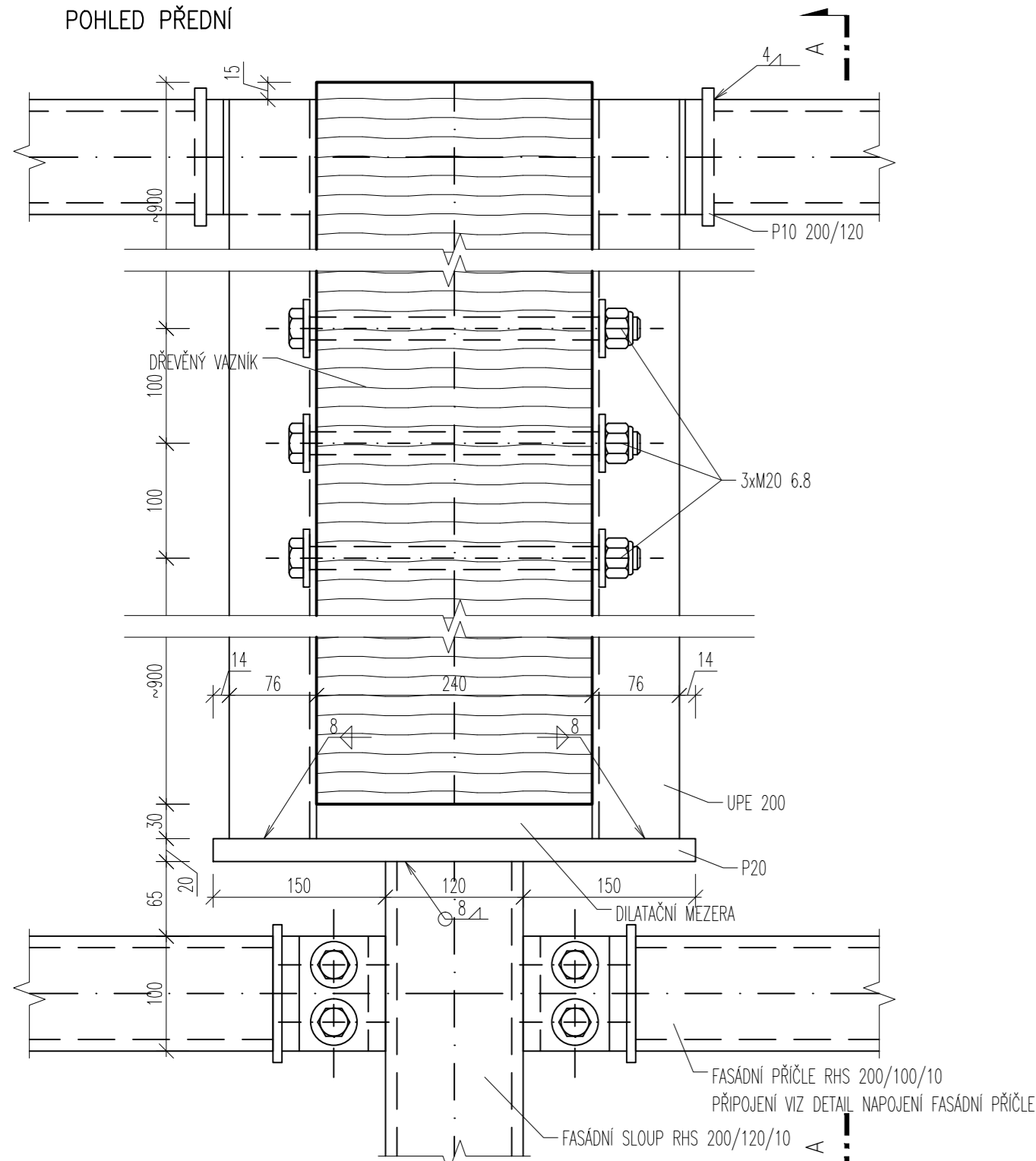
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.4 NAPOJENÍ FASÁDNÍ PŘÍČLE NA SLOUP		



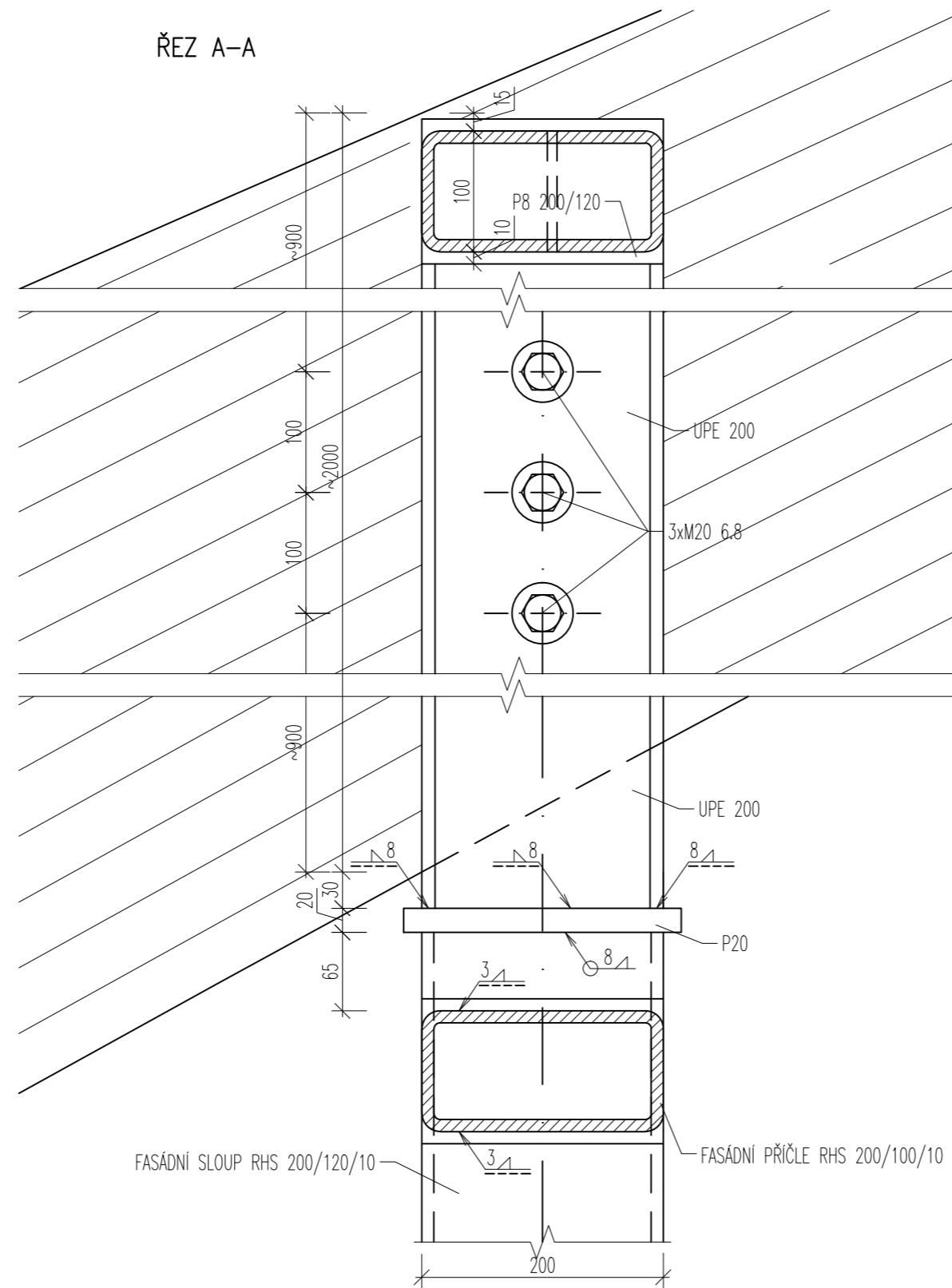
ČVUT V PRAZE



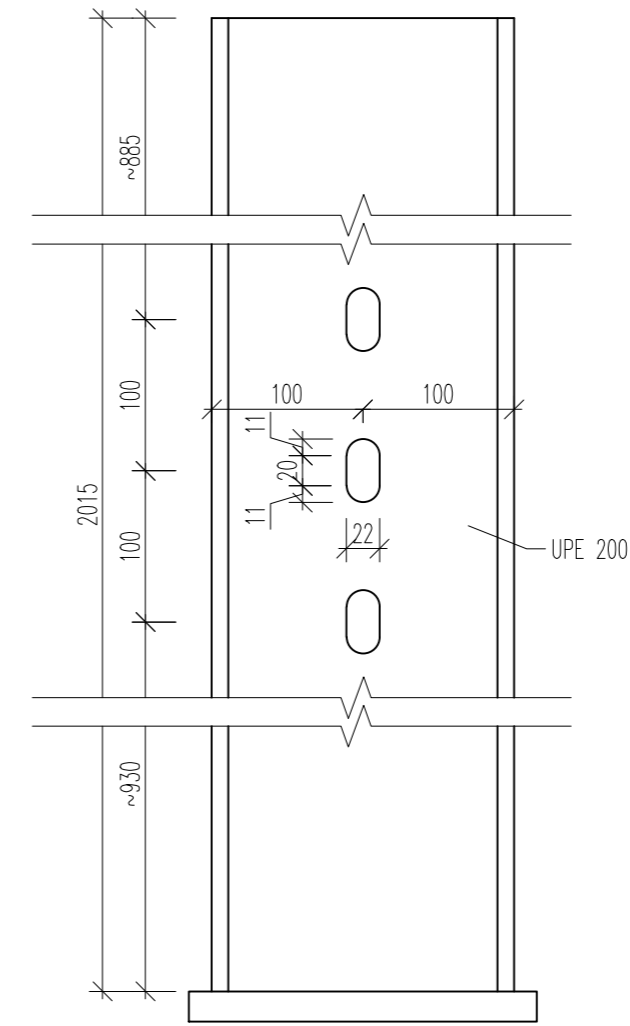
POHLED PŘEDNÍ



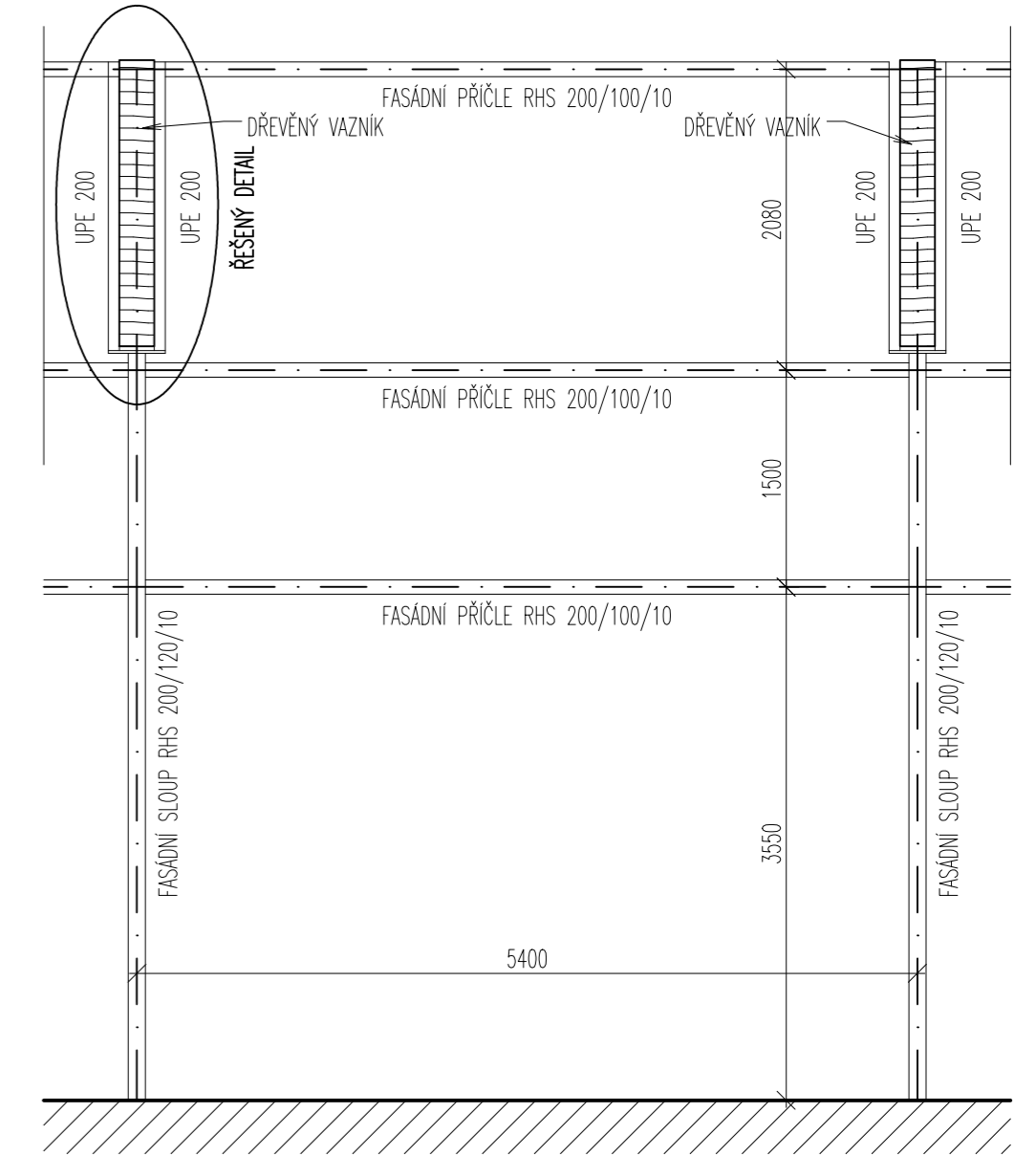
ŘEZ A-A



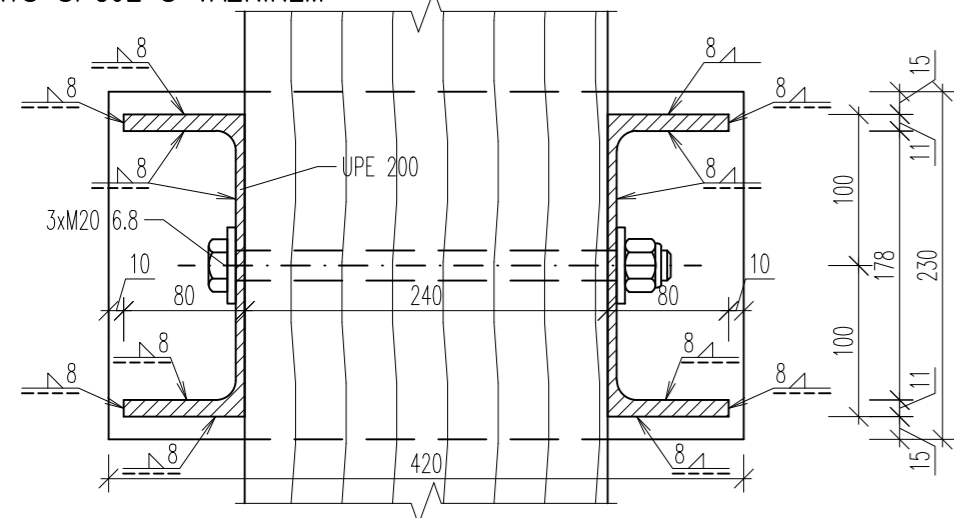
POHLED NA UPE 200



SCHÉMATICKÝ POHLED NA FASÁDU 1:50



PŮDORYS SPOJE S VAZNIKEM



MATERIÁLY: SLOUP (RHS I UPE) – S275JR
 PŘÍČLE – S275JR
 POMOČNÝ KOTEVNÍ PLECH – S235JR
 VAZNIK – GL24c

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	MĚŘÍTKO:	XX
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	FORMÁT:	Xxx
VÝKRES:			

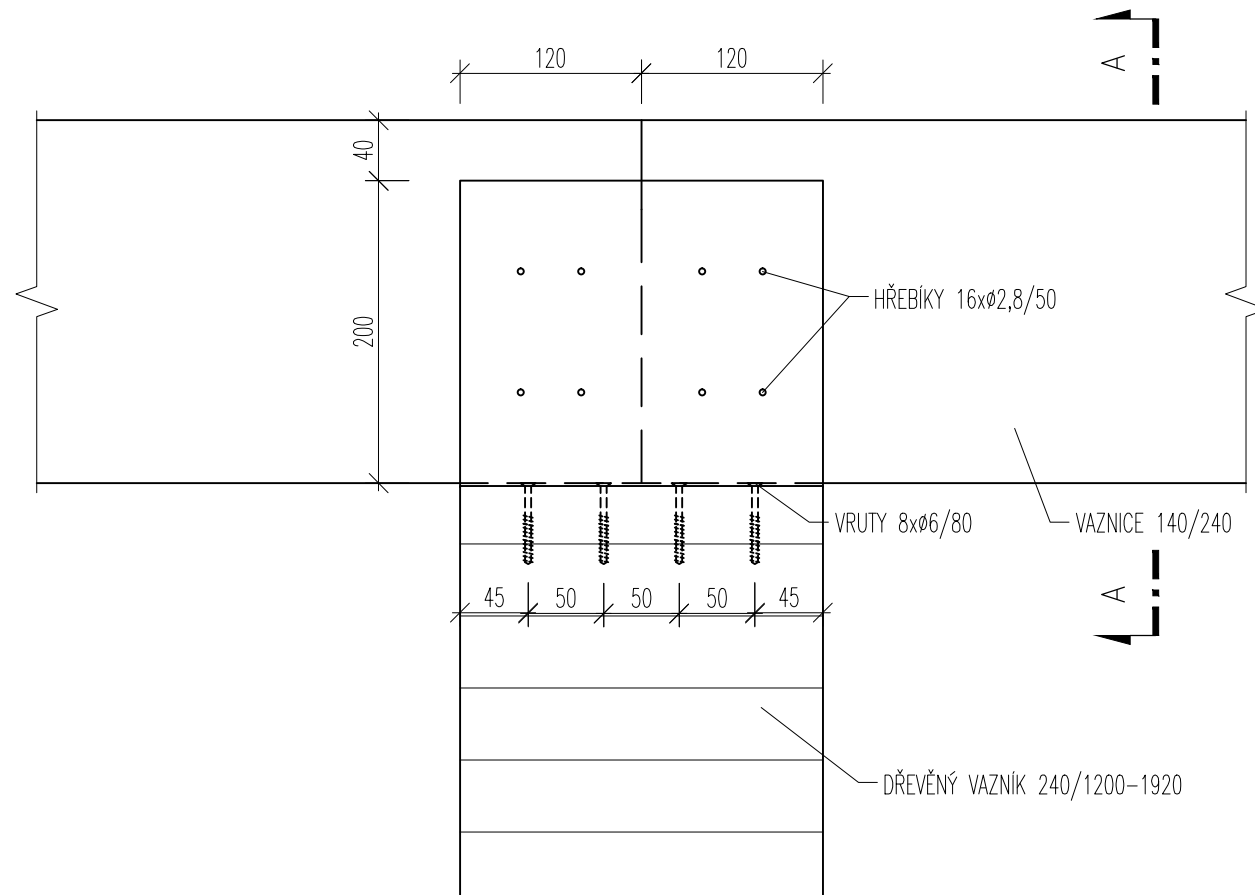
B – VÝKRESY PODROBNOSTI
 B.5 NAPOJENÍ FASÁDNÍHO SLOUPU NA VAZNIK



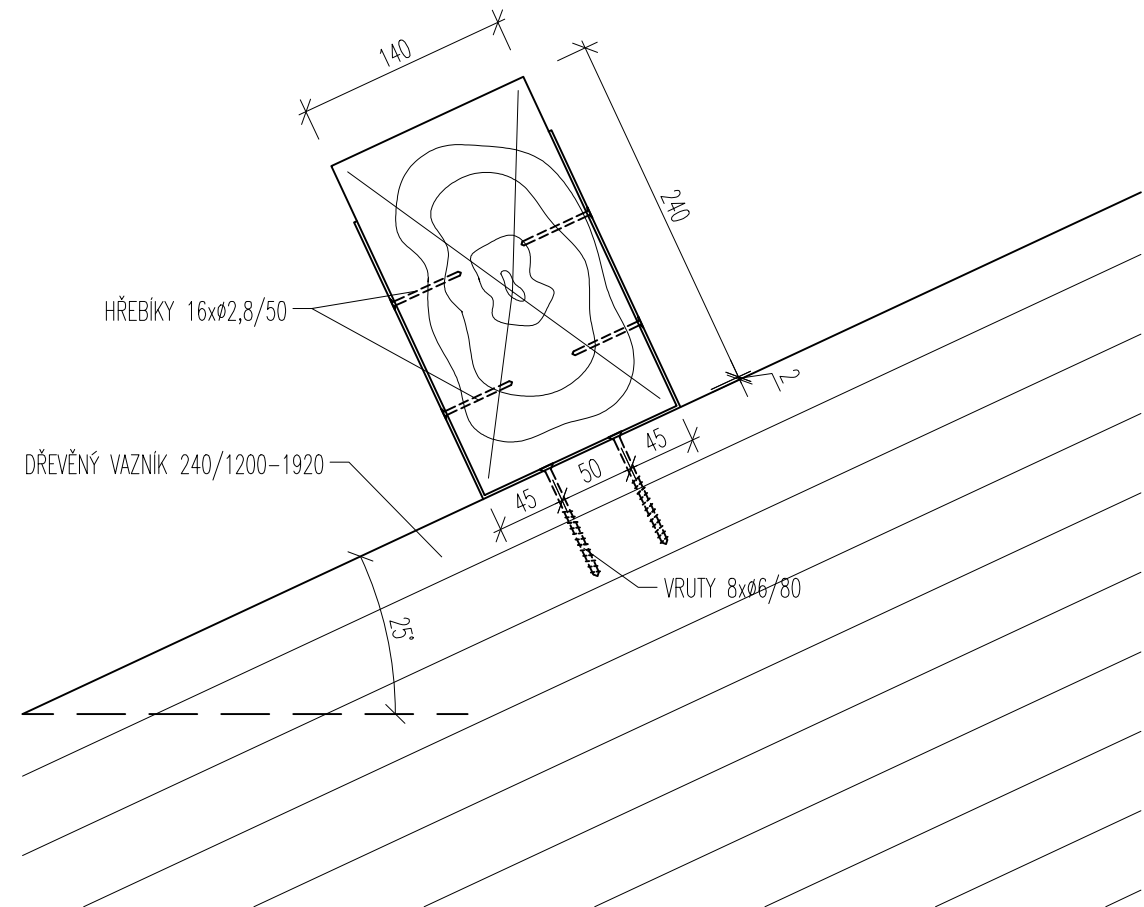
ČVUT V PRAZE



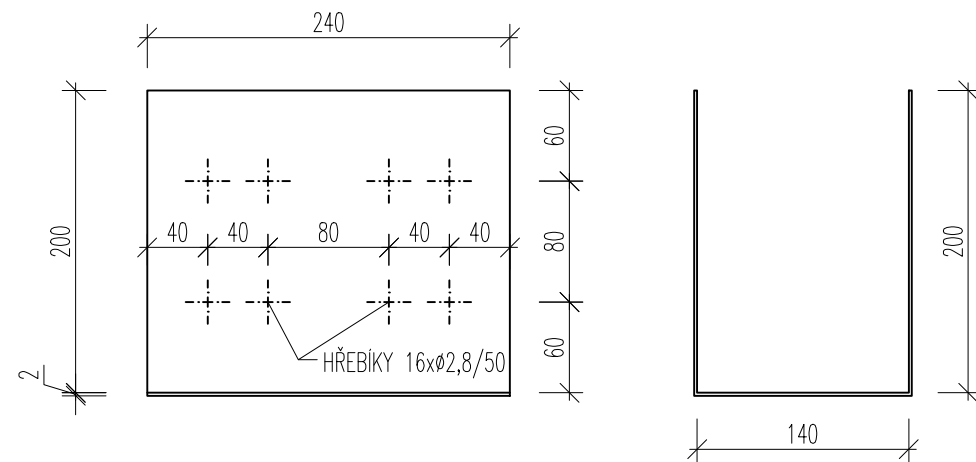
BOČNÍ POHLED NA VAZNICI



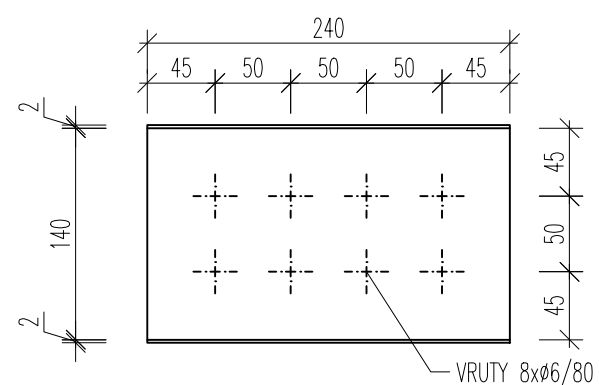
ŘEZ A-A



KOTEVNÍ PRVEK – POHLEDY



KOTEVNÍ PRVEK – PŮDORYS



MATERIÁLY: VAZNICE – C24
 VAZNIK – GL24c
 OCELOVÝ ÚHELNIK – S280GD+Z275

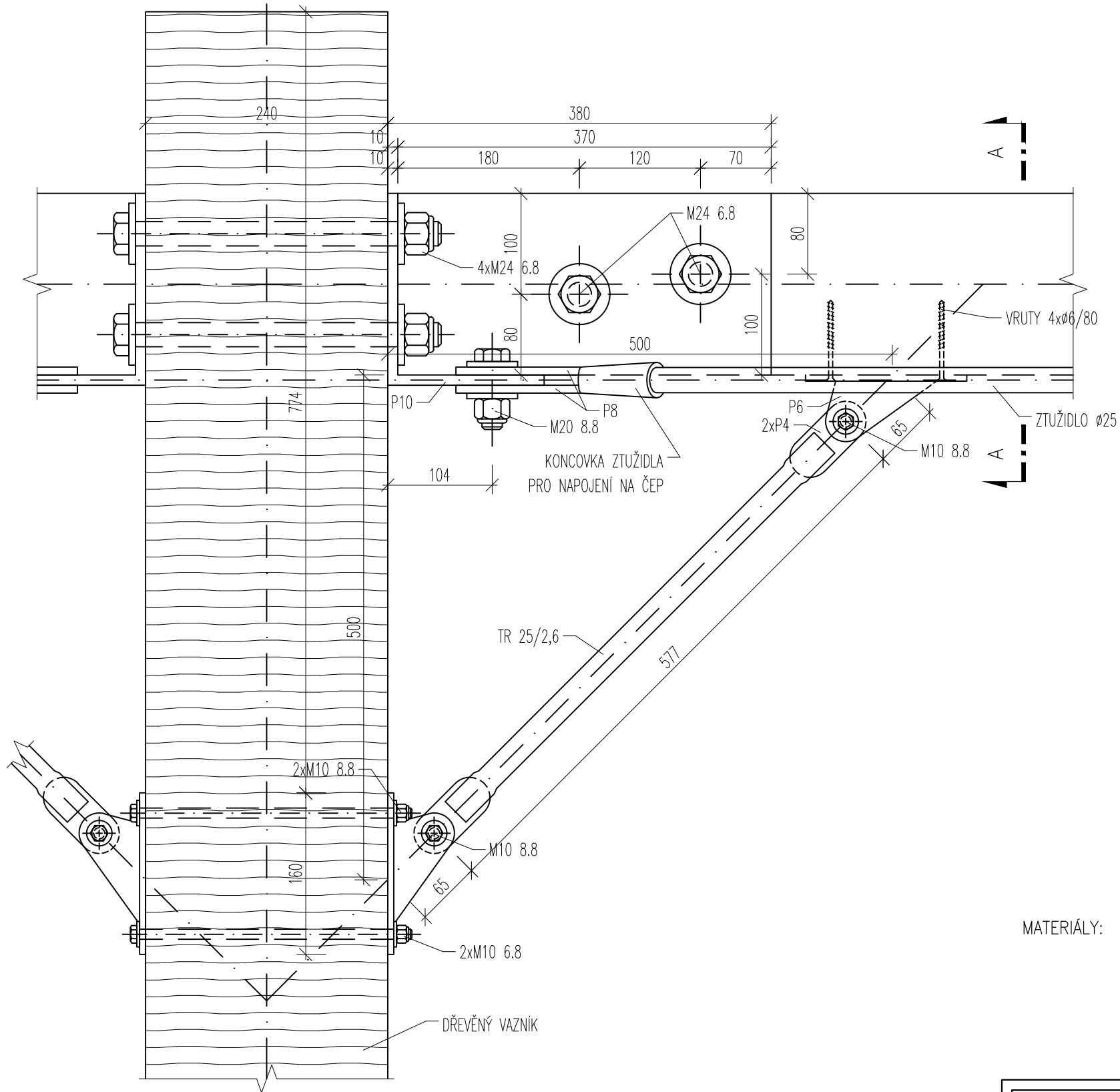
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.6 KOTVENÍ VRCHNÍCH VAZNIC		



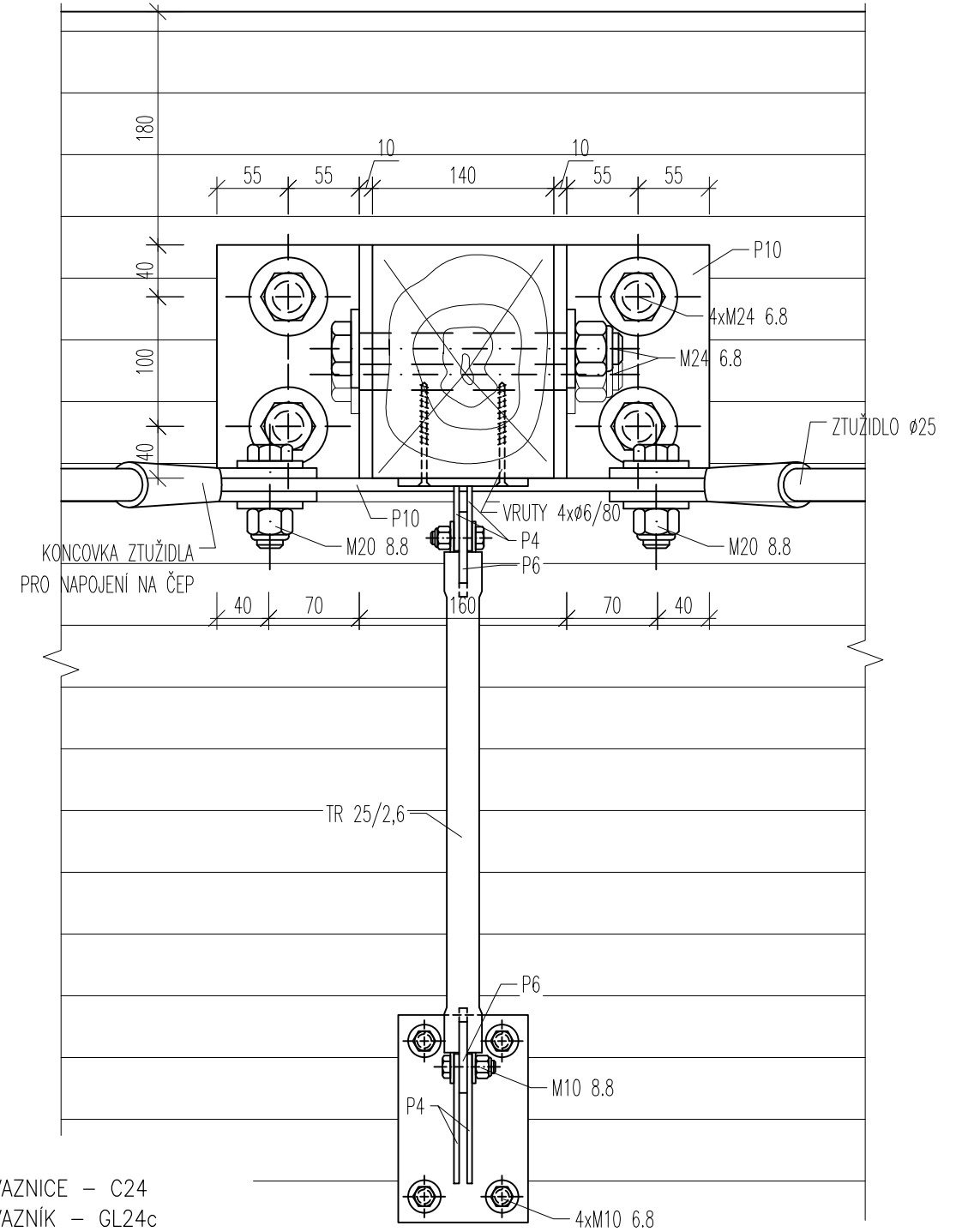
ČVUT V PRAZE



POHLED



ŘEZ A-A



- MATERIÁLY: VAZNICE – C24
 VAZNÍK – GL24c
 KOTEVNÍ OCELOVÉ PLECHY VZPĚRY A VAZNICE – S235JR
 KOTEVNÍ PLECH NA VAZNÍKU – S355JR
 VZPĚRA – S275JR
 ZTUŽIDLO – S235JR

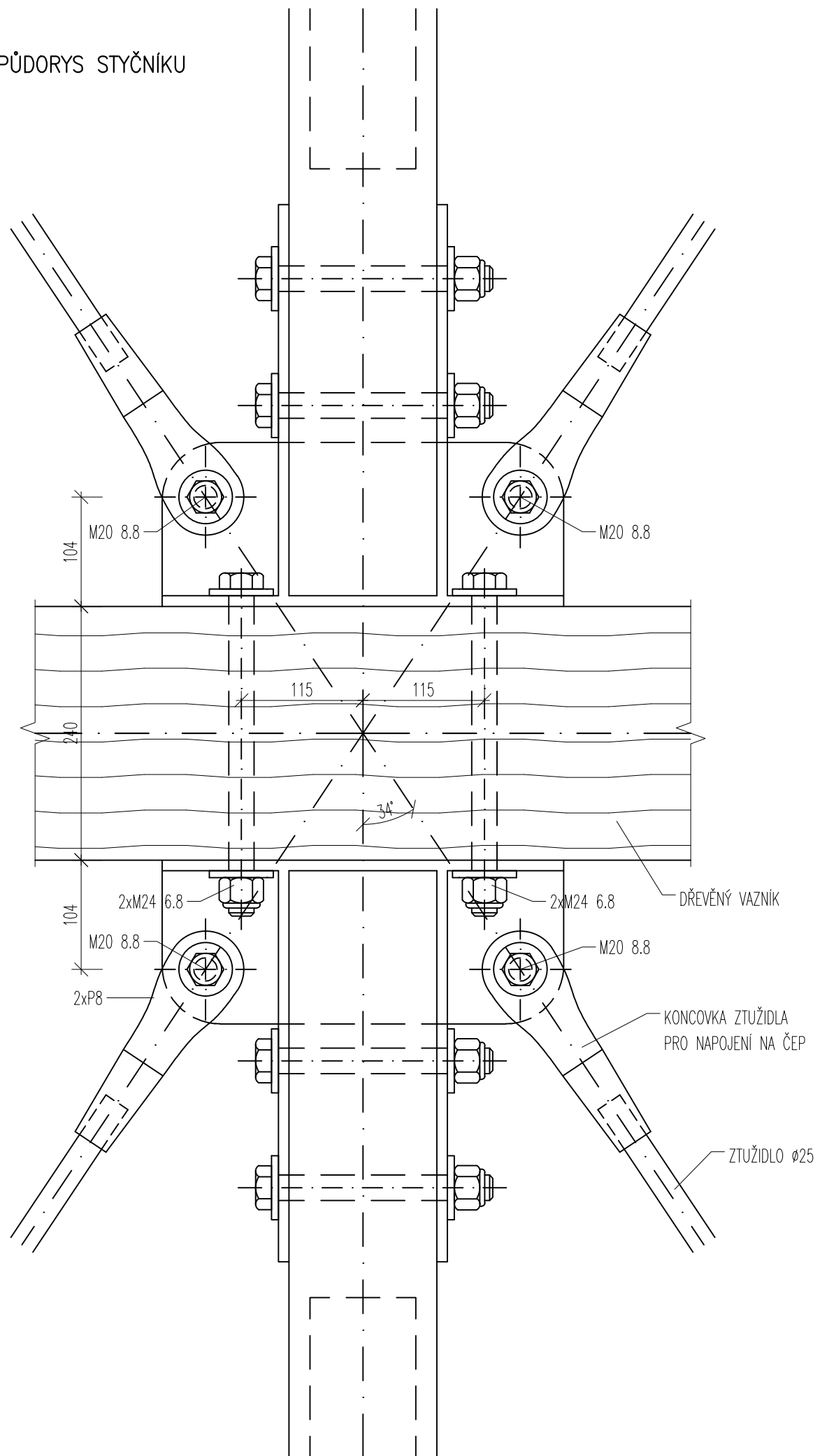
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	MĚŘÍTKO:	XX
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	FORMÁT:	Xxx
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.7.a KOTVENÍ ZTUŽIDLA A VAZNICE NA VAZNÍK		



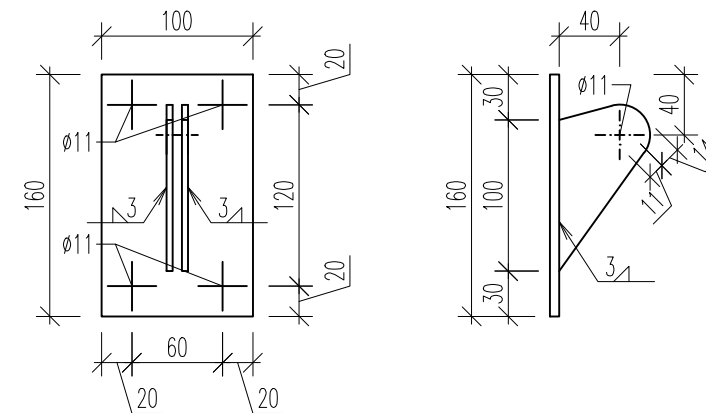
ČVUT V PRAZE



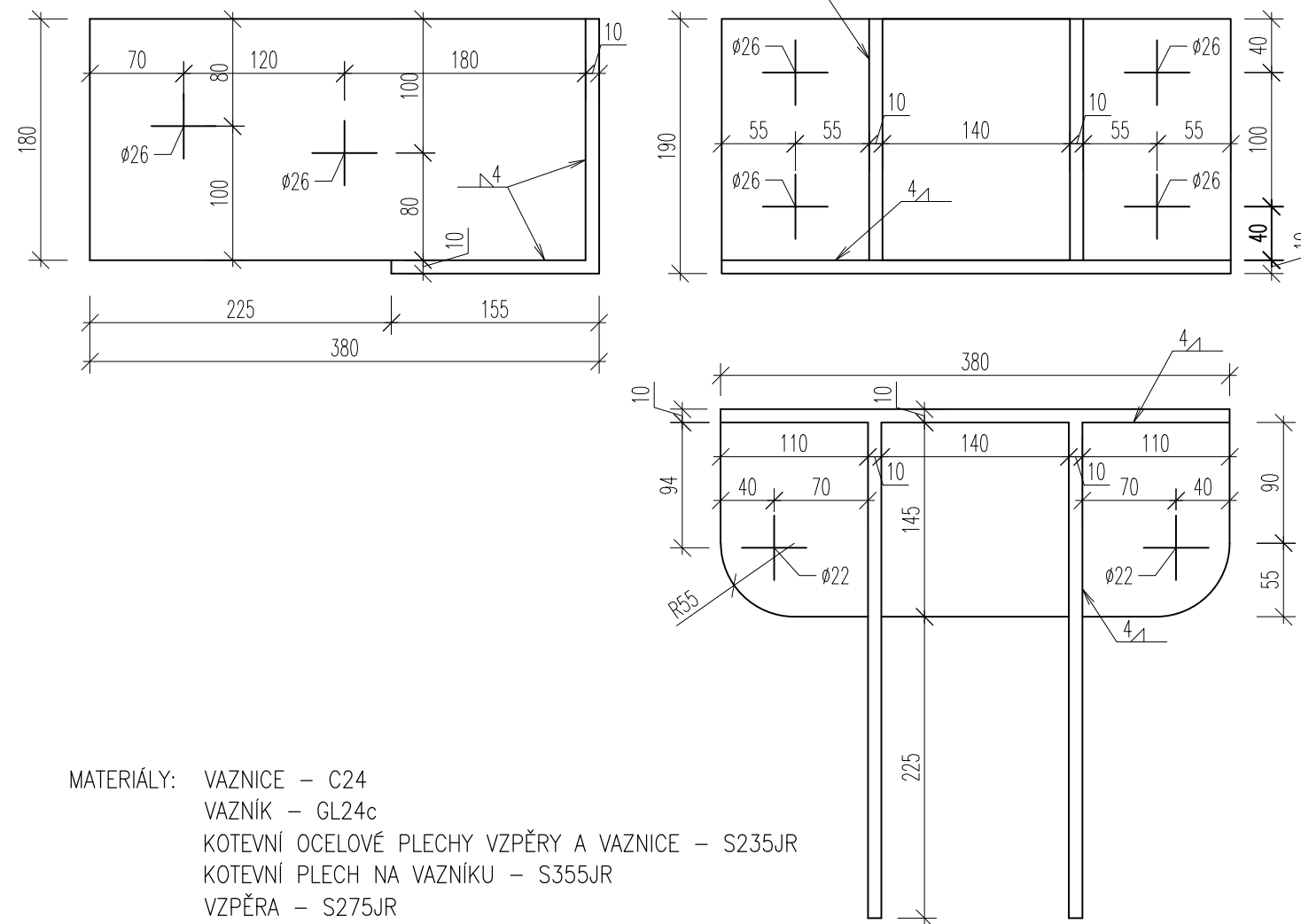
PŮDORYS STYČNÍKU



KOTEVNÍ PRVEK VZPĚRY



KOTEVNÍ PRVEK VAZNICE A ZTUŽIDLA



MATERIÁLY: VAZNICE – C24
 VAZNÍK – GL24c
 KOTEVNÍ OCELOVÉ PLECHY VZPĚRY A VAZNICE – S235JR
 KOTEVNÍ PLECH NA VAZNÍKU – S355JR
 VZPĚRA – S275JR
 ZTUŽIDLO – S235JR

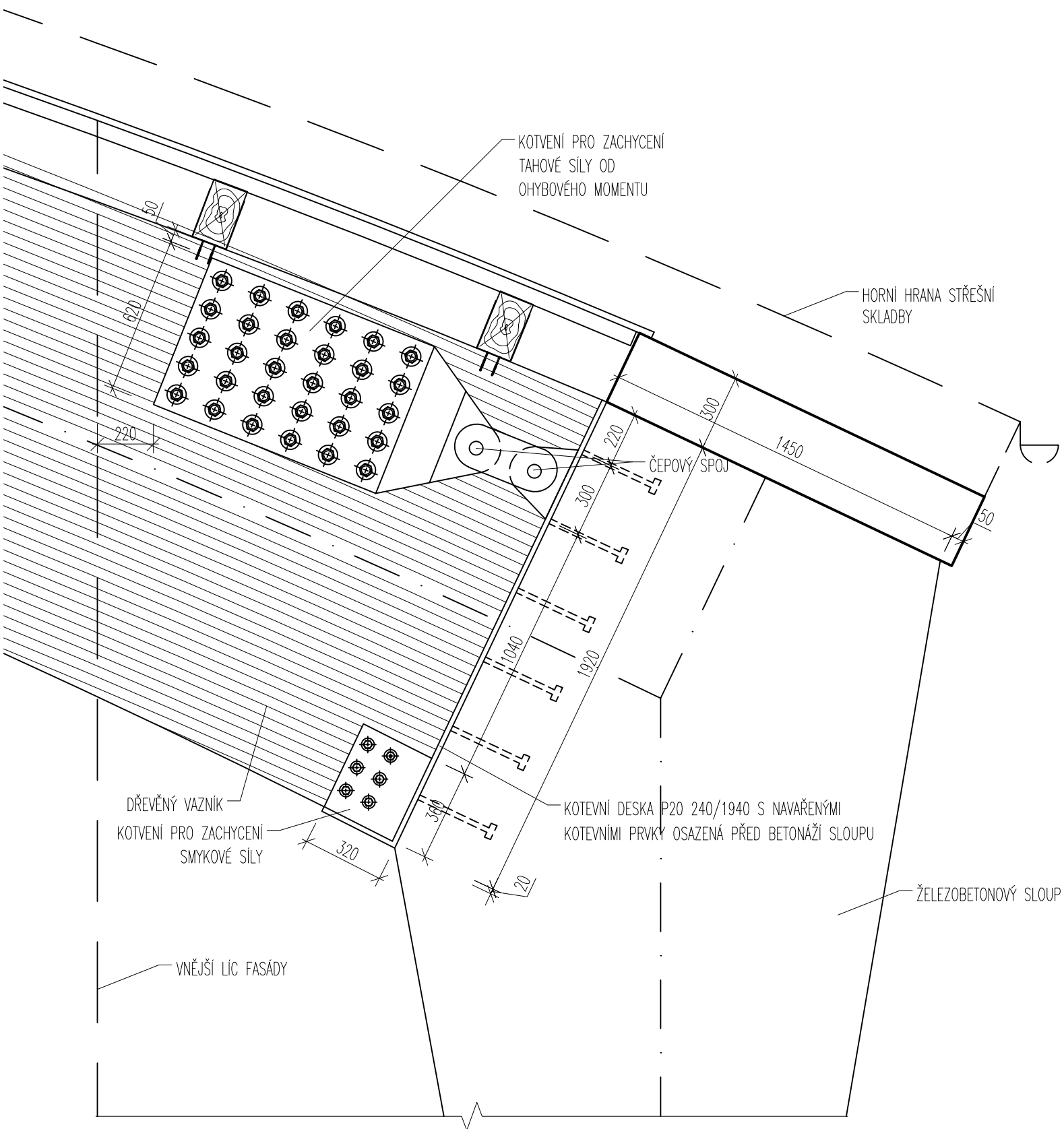
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.7.b KOTVENÍ ZTUŽIDLA A VAZNICE NA VAZNÍK		



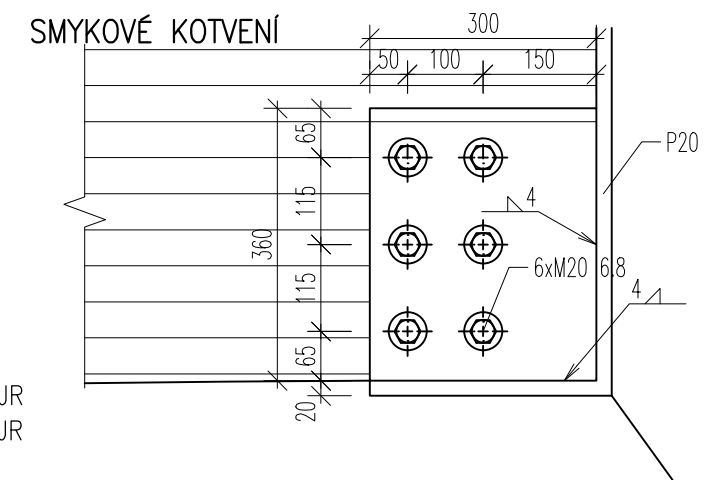
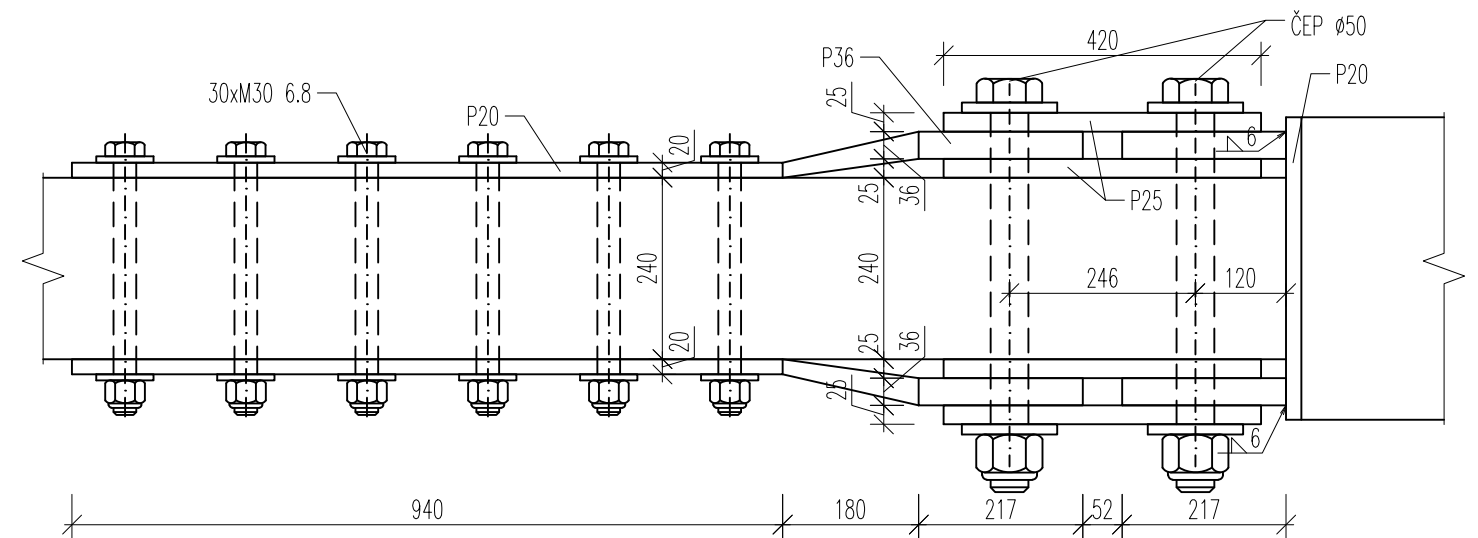
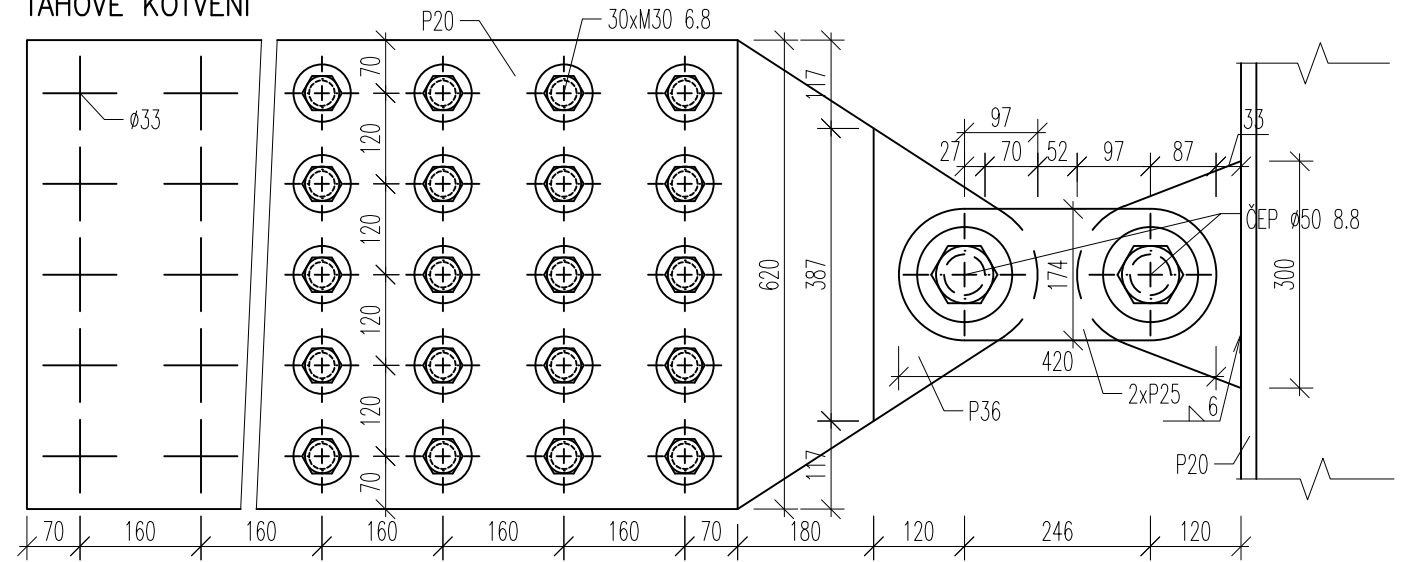
ČVUT V PRAZE



SCHÉMA STYKU VAZNÍKU A SLOUPU



TAHOVÉ KOTVENÍ



MATERIÁLY: SMYKOVÝ KOTEVNÍ PRVEK – S235JR
 OSTATNÍ KOTEVNÍ PLECHY – S355JR
 VAZNÍK – GL24c
 ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP – C35/45 XC3–CI 0,2–Dmax 16–S2

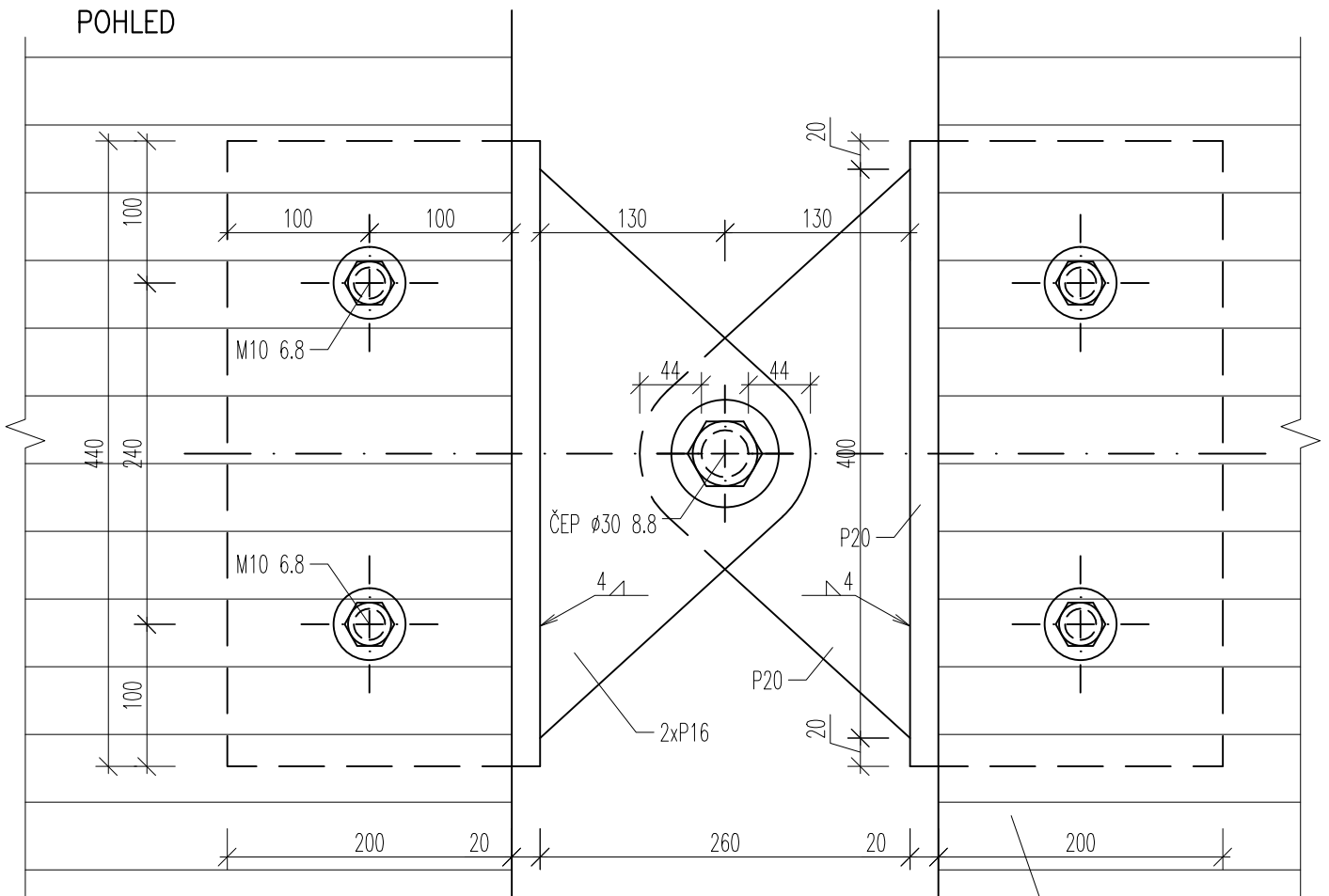
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ		
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX FORMÁT: XxX
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.8 NAPOJENÍ VAZNÍKU NA SLOUP		



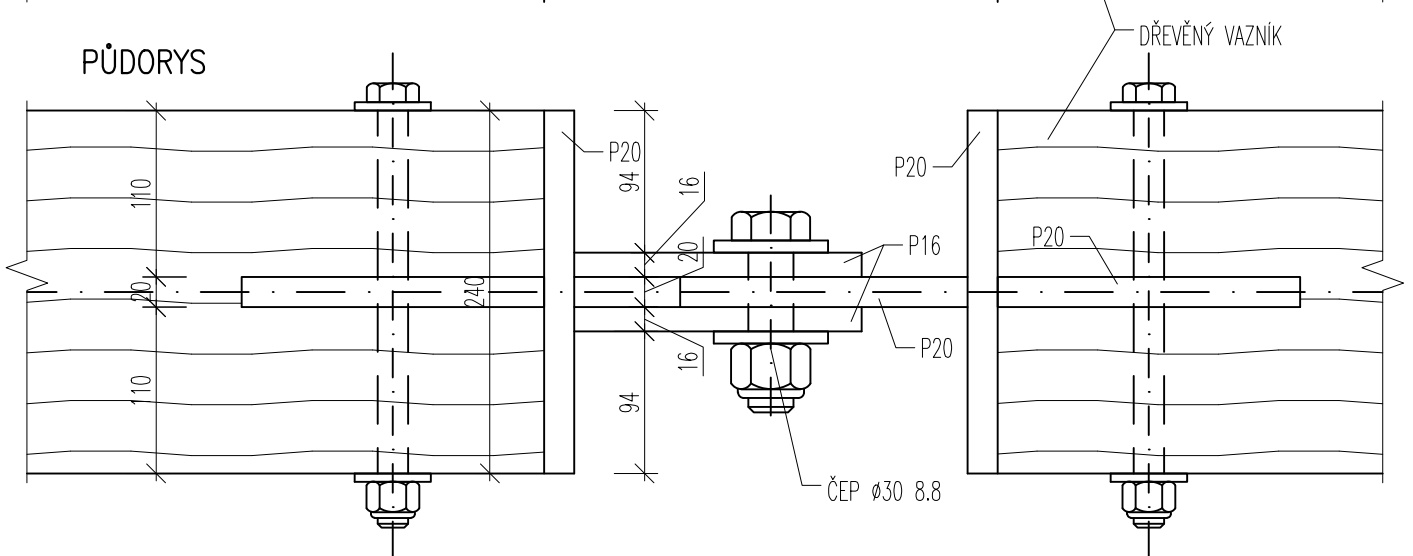
ČVUT V PRAZE



POHLED



PŮDORYS



MATERIÁLY: VAZNÍK – GL24c
PLECH S355JR

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ	
INSTITUCE:	ČVUT V PRAZE	FAKULTA:	FSV – FAKULTA STAVEBNÍ	
KATEDRA:	K134 – KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ			
VEDOUCÍ:	doc. Ing. MARTINA ELIÁŠOVÁ, CSc.	AKADEMICKÝ ROK:	2016/2017	
VYPRACOVAL:	Bc. MICHAL MORAVEC	MĚŘÍTKO:	XX	FORMÁT: Xxx
VÝKRES:	B – VÝKRESY PODROBNOSTI B.9 VRCHOLOVÝ ČEP			



ČVUT V PRAZE





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – BETONOVÉ KONSTRUKCE

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH DOKUMENTACE

- TECHNICKÁ ZPRÁVA
- STATICKÝ VÝPOČET - Návrh a posouzení konstrukčních prvků



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – BETONOVÉ KONSTRUKCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

1. Úvod

Hala je lokalizována v okrajové části města Pardubice. Svoji polohou se řadí mezi městskou zástavbu, čemuž byla věnována pozornost při stanovení zatížení větrem a sněhem. Hala má volnou vnitřní dispozici, ve které je umístěna prefabrikovaná betonová tribuna (tato tribuna není předmětem řešení). Hlavní nosnou konstrukci haly tvoří dřevěný vazník z lepeného lamelového dřeva uložený přes rámový roh na prefabrikované sloupy. Doplňkovou konstrukcí je pak podpůrná konstrukce fasády a konstrukce přístavků (přístaveb). Předmětem této části návrhu jsou betonové konstrukce haly. Ve statickém výpočtu jsou řešeny hlavní nosné betonové prvky, kterými jsou podélné betonové ztužidlo (prefabrikovaný panel) a sloup spojený rámovým rohem s dřevěným vazníkem

2. Podklady

Podkladem pro vypracování statického výpočtu bylo obdržené zadání v podobě článku časopisu Beton (viz informační příloha a zdroje). Toto zadání obsahovalo základní popis dispozice a konstrukce, ze kterého bylo vycházeno.

3. Normy a literatura.

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí, květen 2015
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, březen 2004
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, červen 2005
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, leden 2008
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, listopad 2006
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, červenec 2014

4. Popis konstrukce

Hlavní betonová konstrukce tvořící rámový celek se skládá z železobetonových prefabrikovaných sloupů a panelů vytvářejících podélné ztužidlo. Osová vzdálenost sloupů je 5,4 m.

Délka panelu je 5,1 m, délka krajního panelu 6,9 m. Průřez panelu je 0,3x1,5 m. Panely jsou vyrobeny s výztužemi vytvářejícími vystupující „oko“ na konci panelu pro spřažení s výztuží dalšího panelu a výztuží sloupu. Uložení panelu je 50 mm, což vytvoří prostor nad sloupem šířky 300 mm, ve kterém je možné provést spřažení výztuží. Stejná oka jsou vytvořena i na sloupu na hraně se stykem s panelem. Styk je nutné vyplnit kvalitním betonem/cementovou záplivkou.

Tvar sloupu je nerovnoramenný čtyřúhelník. Minimální průřez je v místě uložení sloupu na základovou patku, kde má rozměr 400x400 mm. Na sloupu se nachází

ocelová deska se spřahovacími prvky osazená před betonáží do bednění. Na tuto desku jsou pak na stavbě přivařeny kotevní prvky čepu a deska přenáší smykové síly z vazníku (viz detail B.8). Šířka sloupu je 400 mm kvůli šířce vazníku (240 mm) a potřebnému prostoru pro prvky čepových spojů. Sloup je na patku uložen kloubově. Byla odhadnuta základová půda a z ní proveden odhad rozměrů základové patky pod sloupy, která má rozměry 1,8x1,8x1,35 m. Bližší posuzování není řešeno.

Konstrukce přístavků a fasády je založena na pasu z prostého betonu šířky 0,5 m. Rozměr byl odhadnut stejně jako u patky. V některých místech jsou ocelové fasádní sloupy kotveny do železobetonové opěrné stěny (v místě částečného podsklepení – viz Řez A-A), které mají pouze odhadnutý rozměr 400 mm. K těmto stěnám by bylo možné kotvit svíslé nosné konstrukce betonové tribuny, která ovšem není předmětem řešení této práce.

5. Návrh a posouzení konstrukcí

Zatížení bylo stanoveno za pomoci norem ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem a ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Konstrukce nebyla navrhována na účinky požáru, ani na seismická zatížení (podle mapy seismicity, nejsou Pardubice seismickou oblastí).

Na konstrukci jsou modelována stálá zatížení (skladby stech, vlastní tíhy) a proměnná zatížení (sníh, vítr, užitné – kategorie H: nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby a oprav) Zatěžovací stavy viz Informační příloha.

Nosné konstrukce byly navrženy v souladu s normou ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Při návrhu byl využit program SCIA ENGINEER verze 15.3, ve kterém byl proveden model konstrukce a ze kterého byly využívány výstupy vnitřních sil a napětí. Síly na panel byly získány z globálního modelu konstrukce, včetně ostatních ocelových a dřevěných prvků. Železobetonový panel je vyztužen na nejextrémnější ohybové momenty, které byly získány z nejnepříznivější kombinace, kterou bylo zatížení podélným větrem. Vzhledem k výztuži navržené na extrémní momenty není panel navrhován a posouzen na jiné zatěžovací situace, jakými jsou třeba doprava a montáž, neboť tyto stavy nevyvolají tak extrémní momenty, na které by navržená výztuž nestačila.

Při návrhu sloupu bylo nejprve ve statickém výpočtu ověřeno, že minimální průřez v patě 400x400 mm vyhoví v tlakové únosnosti. Dále byl sloup navržen na napětí získaná přenesením sil z vazníku, který byl modelován jako prutový prvek, na sloup, který byl zvlášť vymodelován jako stěnový model, ze kterého byly získány hodnoty napětí. Na tyto hodnoty byl dále proveden ideový návrh výztuže, který ukázal reálnost provedení této konstrukce.

6. Materiály

- ztužidlový panel C35/45 XC3-CI 0,2-D_{max} 16-S2
- betonový sloup C35/45 XC4-CI 0,2-D_{max} 16-S2
- výztuž panelu B500B

7. Provádění a montáž konstrukce

Ze základových patek bude ponechán přesah výztuže pro uložení sloupu, ve kterém je vytvořený vnitřní kanálek pro přesahující výztuže zakončený injektážním otvorem. Výztuž z patky nepřenáší ohybové momenty, sloup musí být uložen kloubově. Po osazení sloupu se kanálek zainjektuje injektážní cementovou maltou a styk s patkou se zmonolitní. Po dobu montáže je třeba polohu sloupu stabilizovat ocelovými vzpěrami, neboť jsou kladeny vysoké nároky na přesnost osazení, kvůli následnému osazení dřevěných vazníků. Ještě před osazením vazníků je potřeba osadit na sloup panely a zmonolitnit styky, pro vytvoření tuhého rámu. Panel ani sloup svými rozměry nepřesahují rozměry typických betonových konstrukcí, nejsou tedy kladeny větší nároky na zvláštní přepravu. Panely mají navržené manipulační úchyty s kulovou hlavou dle softwaru výrobce HALFEN (jejich návrh viz Informační příloha)

V Praze dne:

.....
Michal Moravec



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

DÍLČÍ ČÁST – BETONOVÉ KONSTRUKCE

STATICKÝ VÝPOČET – NÁVRH A POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM.....	1
NÁVRH VÝZTUŽE PANELU – PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA.....	2
NÁVRH VÝZTUŽE ŽB SLOUPU.....	17

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí, květen 2015
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, březen 2004
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, červen 2005
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, leden 2008
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, listopad 2006
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, červenec 2014

Poznámka: Všechny uvedené normy byly využity v aktuálním znění včetně všech změn, oprav a národních dodatků

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

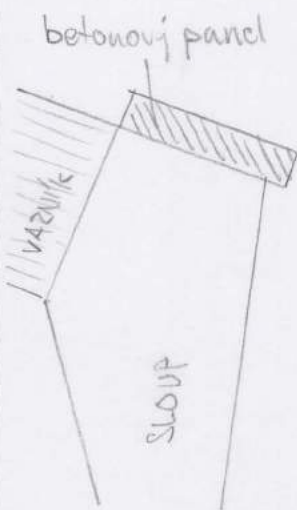
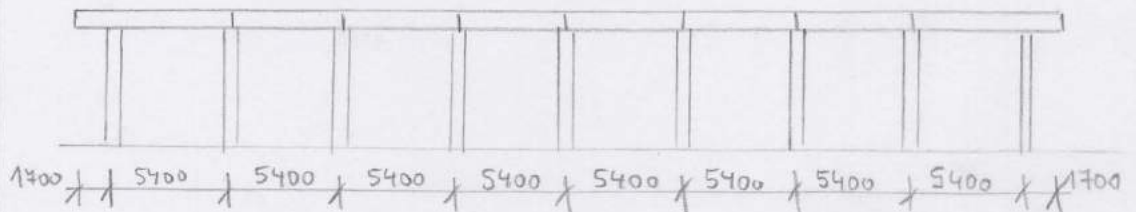
NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PANELU-PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA

Schéma konstrukce

přídorys



pohled



Materiálové charakteristiky

beton: C35/45 XC3-Cl 0,2-D_{max} 16-S2

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{35}{1,5} = 23,3 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk} = 2,2 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{2,2}{1,5} = 1,46 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

ocel: B500B

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{no}} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

STRANA:

2

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

ČSN EN 1992-1-1

Krytí výztuže panelu

- předpoklad výztužení: $\phi 12 \text{ mm}$
- minimální krycí tloušťka: $c_{\min} = \max(\phi, c_{\min, \text{dur}}, 10)$
 - minimální krycí dle prostředí
 - životnost 100 let
 - beton C35/45
 - desková konstrukce
 - \Rightarrow konstrukční třída S3
 - prostředí XC3
 - $\Rightarrow c_{\min, \text{dur}} = 20 \text{ mm}$
 - $c_{\min} = \max(12, 20, 10) = 20 \text{ mm}$
- přírůstek pro návrhovou odchylku
 - $\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$
- návrh krycí vrstvy
 - $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$

Empirický návrh tloušťky panelu

- deska jednosměrně prutá spojená dle empirie

$$h_d \geq \frac{L}{30 \div 25} = \frac{5400}{30 \div 25} = 180 \div 216 \text{ mm}$$

- dle ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l_d}{d} \leq \lambda_d = k_{c1} \cdot k_{c2} \cdot k_{c3} \cdot \lambda_{d, \text{tab}}$$

$k_{c1} = 1$ pro obdélníkový průřez

$k_{c2} = 1$ rozpětí $< 7 \text{ m}$

$k_{c3} = 1,3$ odhad součinitele napětí tahové výztuže

$\lambda_{d, \text{tab}} = 34,5$ vnitřní pole spojeného nosníku, $\rho \leq 0,5\%$, C35/45

STRANA:

3

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

$$\lambda_d = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 34,5 = 44,85$$

$$d \geq \frac{l_d}{\lambda_d} = \frac{5400}{44,85} = 120 \text{ mm}$$

tloušťka desky

$$h_d \geq d + 0,5\phi + c_{nom} = 120 + 0,5 \cdot 12 + 30 = 156 \text{ mm}$$

s ohledem na ohybové momenty působící okolo dvou os (y a z) je navržena tloušťka větší, než vychází z empirického návrhu

NAVRH $h_d = 300 \text{ mm}$

STRANA:

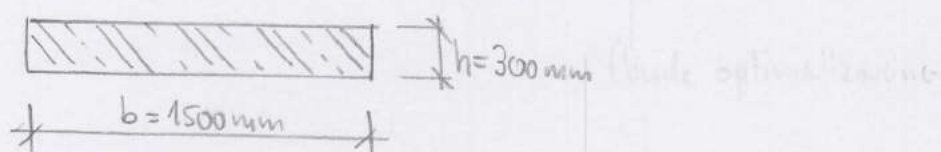
4

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Zatížení na panel zadávána do modelu konstrukce (pouze 1m dlouh)
 - panel zadán jako prutový prvek \Rightarrow zatěžovací síla je rovna šířce panelu



vl. tíha \rightarrow generována automaticky

zatížení shledbou střechy

$$g_k = 0,61 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k' = g_k \cdot \bar{s} = 0,61 \cdot 1,5 = 0,915 \text{ kN/m}$$

zatížení sněhem - nenavátým

$$s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k' = 0,56 \cdot 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}$$

zatížení sněhem - navátým

$$s_{k,1} = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{k,2} = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{k,1}' = 0,42 \cdot 1,5 = 0,63 \text{ kN/m}$$

$$s_{k,2}' = 0,21 \cdot 1,5 = 0,32 \text{ kN/m}$$

zatížení větrem - příčný vítr

$$w_e^A = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^{A'} = 0,35 \cdot 1,5 = 0,53 \text{ kN/m}$$

$$w_e^{C'} = 0,28 \cdot 1,5 = 0,42 \text{ kN/m}$$

STRANA:

5

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

zatížení větrem - podélný vítr

$$w_e^F = 0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^H = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^I = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^{F'} = 0,83 \cdot 1,5 = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^{H'} = 0,42 \cdot 1,5 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^{I'} = 0,35 \cdot 1,5 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

užitné zatížení - montáž a opravy

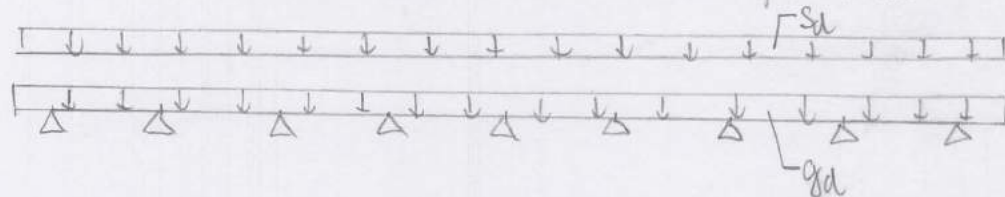
$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k' = 0,75 \cdot 1,5 = 1,13 \text{ kN/m}^2$$

ostatní zatížení jsou zadána přímo do modelu celé konstrukce, viz Informační příloha

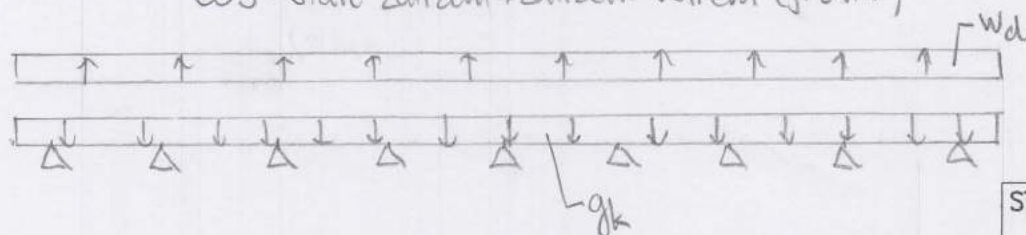
Kombinace uvažované v modelu konstrukce (schéma)

CO1 - stálé zatížení + zatížení nenavátým sněhem



CO2 - stálé zatížení + zatížení sněhem navátým (schéma viz CO1)

CO3 - stálé zatížení + zatížení větrem (jižním)



STRANA:

6

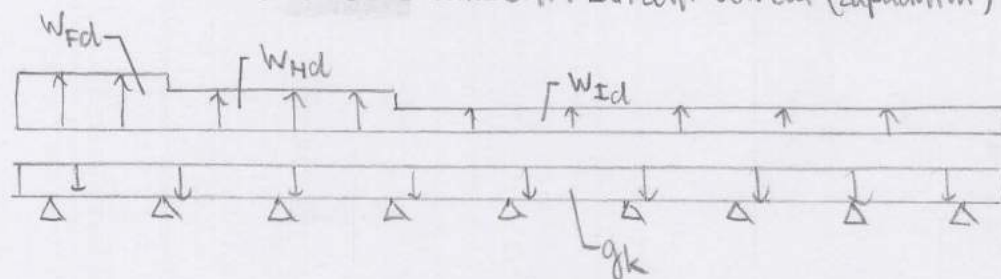
NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

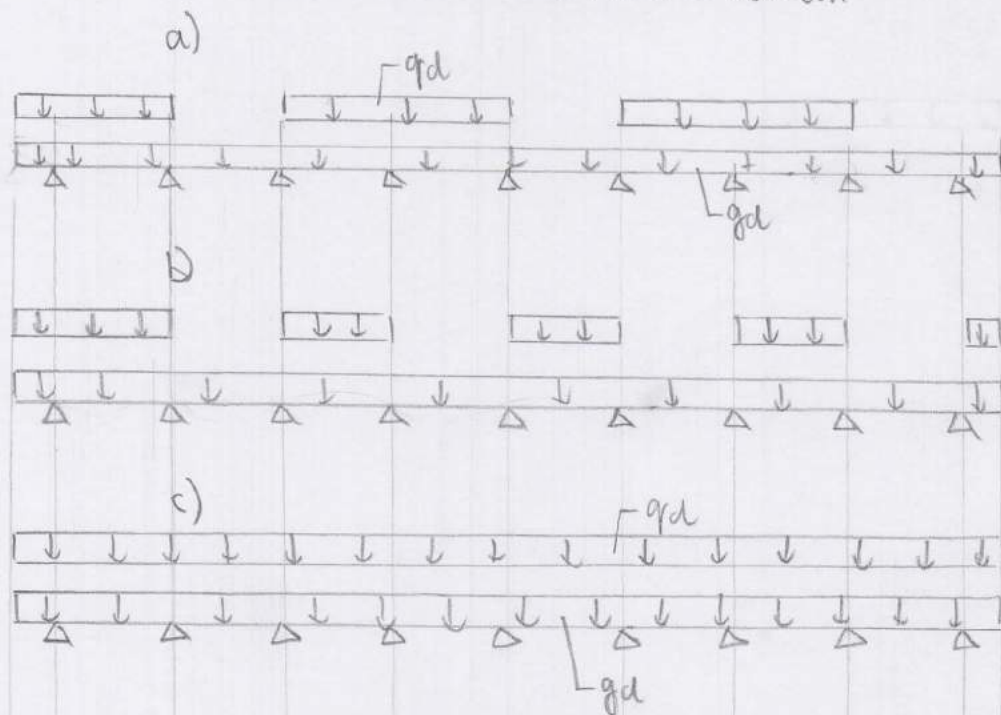
C04 - stálé zatížení + zatížení větrem (severním)
(schéma viz C03)

C05 - stálé zatížení + zatížení větrem (západním)



C06 - stálé zatížení + zatížení větrem (východním)
(schéma viz C05, jen zrcadlově)

C07 - stálé zatížení + užitné zatížení

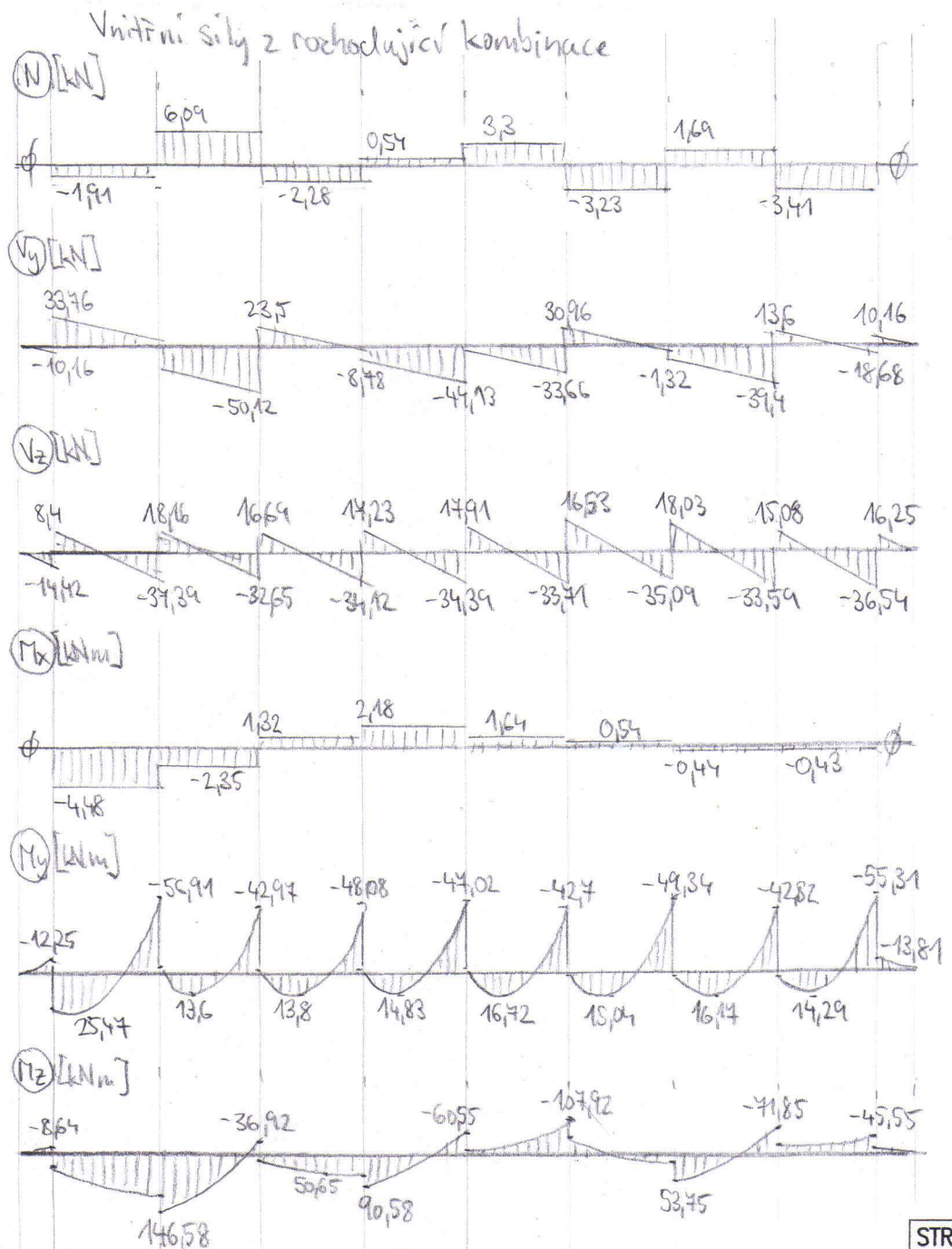


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

- nejnepříznivější je kombinace COG (podélný vítr),
při které se v konstrukci vyskytují největší ohybové
momenty.



STRANA:

8

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Panel bude posouzen jako sloup namáhaný dvojosým ohybem. K posouzení bude využito interakčních diagramů sestavených pro jednotlivé směry a na závěr složených v jeden diagram, pro konkrétní hodnotu normálové síly, kde na osách budou hodnoty momentů pro jednotlivé směry. tvar obrazce bude zhruba odpovídat elipse s následující rovnicí:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

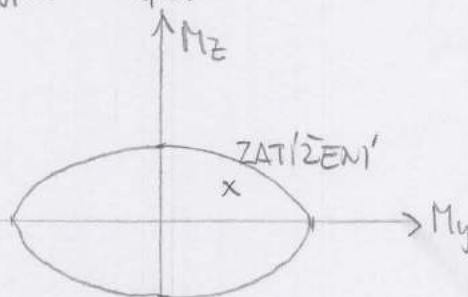
doplňní podmínek

$$x=0, y=M_{z,rd} \Rightarrow b=M_{z,rd}$$

$$x=M_{y,rd}; y=0 \Rightarrow a=M_{y,rd}$$

z toho vyplývá rovnice

$$\frac{x^2}{M_{y,rd}^2} + \frac{y^2}{M_{z,rd}^2} = 1$$



Panel vyhoví pokud se bod zatížení bude nacházet uvnitř elipsy. Takto přibližně bude panel posouzen. Návrhové síly jsou následující:

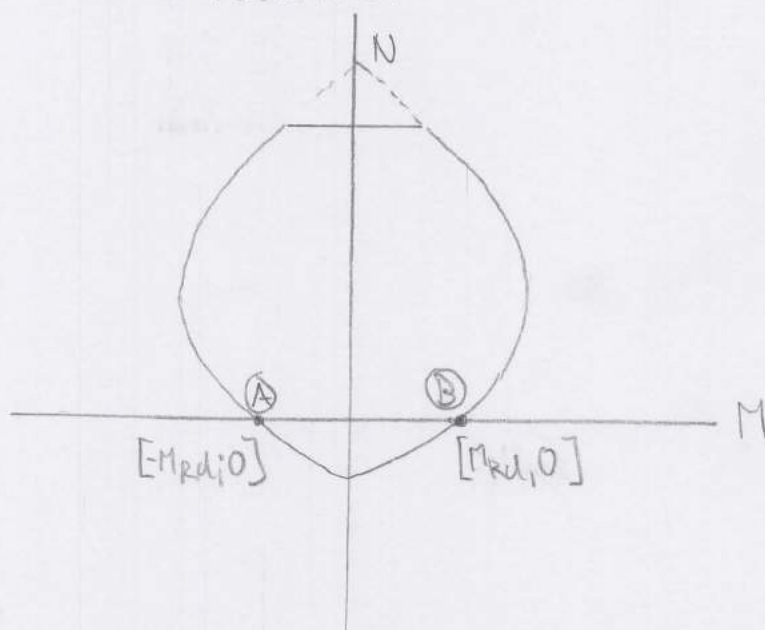
$$N = 609 \text{ kN} \quad M_y = 569,1 \text{ kNm} \quad M_z = 146,58 \text{ kNm}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

- normálová síla bude vzhledem ke své velikosti zanedbána a zjednodušeně budou uvažovány body z interakčního diagramu pro normálovou sílu rovnou 0.



→ v těchto bodech jednoduše spočítat hodnoty momentové únosnosti a z nich následně vytvořit elipsu dle předchozí strany

→ následující strany obsahují výpočet momentu únosnosti oboustranně vyztuženého průřezu a výsledně posouzení

STRANA:

10

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST NA MOMENT M_y

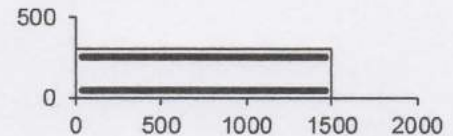
Vstupní údaje

$b = 1500$ mm
 $h = 300$ mm
 $d_1 = 42$ mm
 $d_2 = 42$ mm
 výztuže- ocel B 500 B
 $f_{y,d} = 434,8$ Mpa

a_{s1}
 profil 12 mm
 počet 7

 a_{s2}
 profil 12 mm
 počet 7

SCHÉMA



beton C 35/45
 $f_{ck} = 35$ Mpa
 $f_{cd} = 23,3$ MPa
 $f_{ctm} = 3,2$ MPa

Předpoklady pro výpočet

$\epsilon_{cu} = 0,0035$
 $\epsilon_{s2} > \epsilon_{yd}$
 $\epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$

Podmínka rovnováhy sil

$$F_c + F_{s1} = F_{s2}$$

$$\begin{aligned}
 F_c &= 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_c = 0,8 \cdot x \cdot 1500 \cdot 23,3 = 27960,00 \cdot x \\
 F_{s1} &= a_{s1} \cdot E \cdot \epsilon_{s1} = 791,68 \cdot 200000 \cdot \epsilon_{s1} = 1,58E+08 \cdot \epsilon_{s1} \\
 F_{s2} &= a_{s2} \cdot f_{y,d} = 791,68 \cdot 434,8 = 344209,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Podmínka dle podobnosti trojúhelníků poměrných přetvoření

$$\begin{aligned}
 \frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_{cu}} &= \frac{x-d_1}{x} \\
 \epsilon_{s1} &= \frac{\epsilon_{cu} \cdot (x-d_1)}{x} = \frac{0,0035 \cdot (x-42)}{x} = \frac{0,0035 \cdot x - 0,147}{x}
 \end{aligned}$$

dosazení

$$27960 \cdot x + 158336269,74 \cdot \epsilon_{s1} = 344209,28$$

$$27960,00 \cdot x + 158336269,74 \cdot \frac{0,0035 \cdot x - 0,147}{x} = 344209,28$$

$27960,00 \cdot x^2 + 554177 \cdot x - 344209,3 \cdot x$	$23275431,7 = 0$
$27960,00 \cdot x^2 + (209968) \cdot x - 23275432 = 0$	

$x_1 = -32,85$ mm
 $x_2 = 25,34$ mm
 $x = 25,34$ mm

STRANA:

11

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

$$\begin{aligned}\epsilon_{s1} &= -0,0023 \\ F_c &= 708,53 \text{ kN} \\ F_{s1} &= -364,32 \text{ kN} \\ F_{s2} &= 344,21 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kontrola podmínky rovnováhy

$$F_c + F_{s1} - F_{s2} = 0$$

$708,53 + -364,32 - 344,21 = 0,00$	SPLNĚNO
------------------------------------	---------

Ověření splnění předpokladů

1)

$$\epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$$

$\epsilon_{s1} = -0,0023$	<	$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,8}{200000} = 0,00217$
---------------------------	---	---

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

2)

$$\epsilon_{s2} > \epsilon_{yd}$$

$$\frac{\epsilon_{s2}}{\epsilon_{cu}} = \frac{h-x-d_2}{x}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu} \cdot (h-x-d_2)}{x} = \frac{0,0035 \cdot (300-25,34-42)}{25,34} = 0,03213$$

$\epsilon_{s2} = 0,0321$	>	$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,8}{200000} = 0,00217$
--------------------------	---	---

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

POSOUZENÍ NOSNÍKU

1) Ověření plochy tažené výztuže

$$A_{s,min1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,2}{500} \cdot 1500 \cdot (300-42) = 644 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1500 \cdot (300-42) = 504 \text{ mm}^2$$

$A_{s,prov} = 791,6813487 \text{ mm}^2$	>	$A_{s,min} = 644 \text{ mm}^2$
---	---	--------------------------------

VYHOVUJE

2) Ověření plochy veškeré výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b_t \cdot h = 0,04 \cdot 1500 \cdot 300 = 18000 \text{ mm}^2$$

$A_{s,prov} = 1584 \text{ mm}^2$	<	$A_{s,min} = 18000 \text{ mm}^2$
----------------------------------	---	----------------------------------

VYHOVUJE

3) Ověření výšky tlačené oblasti

$$\frac{x}{d} = \frac{25,34}{258} = 0,099$$

$x/d = 0,099$	<	$\xi_{max} = 0,45$
---------------	---	--------------------

VYHOVUJE

4) Výpočet momentu únosnosti

Vztaženo k těžišti výztuže a_{s2}

$M_{rd} = F_c \cdot (h-d_2-0,4 \cdot x) + F_{s1} \cdot (h-d_1-d_2)$	=	$708,53 \cdot (300-42-0,4 \cdot 25,34) + -364,32 \cdot (300-42-42) =$
$= 96925,53785 \text{ kNmm}$	=	$96,9 \text{ kNm}$

STRANA:

12

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST NA MOMENT M_z

Vstupní údaje

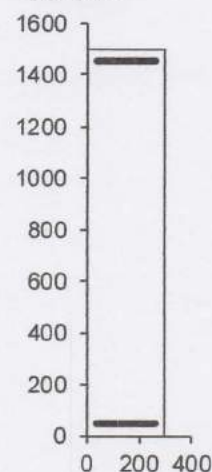
$b = 300$ mm
 $h = 1500$ mm
 $d_1 = 45$ mm
 $d_2 = 45$ mm
 výztuže- ocel B 500 B
 $f_{yd} = 434,8$ Mpa

a_{s1}
 profil 18 mm
 počet 3

a_{s2}
 profil 18 mm
 počet 3

beton C 35/45
 $f_{ck} = 35$ Mpa
 $f_{cd} = 23,3$ MPa
 $f_{ctm} = 3,2$ MPa

SCHÉMA



Předpoklady pro výpočet

$\epsilon_{cu} = 0,0035$
 $\epsilon_{s2} > \epsilon_{yd}$
 $\epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$

Podmínka rovnováhy sil

$$F_c + F_{s1} = F_{s2}$$

$$F_c = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_c = 0,8 \cdot x \cdot 300 \cdot 23,3 = 5592,00 \cdot x$$

$$F_{s1} = a_{s1} \cdot E \cdot \epsilon_{s1} = 763,41 \cdot 200000 \cdot \epsilon_{s1} = 1,53E+08 \cdot \epsilon_{s1}$$

$$F_{s2} = a_{s2} \cdot f_{yd} = 763,41 \cdot 434,8 = 331916,09 \text{ N}$$

Podmínka dle podobnosti trojúhelníků poměrných přetvoření

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_{cu}} = \frac{x - d_1}{x}$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{\epsilon_{cu} \cdot (x - d_1)}{x} = \frac{0,0035 \cdot (x - 45)}{x} = \frac{0,0035 \cdot x - 0,1575}{x}$$

dosazení

$$5592 \cdot x + 152681402,96 \cdot \epsilon_{s1} = 331916,09$$

$$5592,00 \cdot x + 152681402,96 \cdot \frac{0,0035 \cdot x - 0,1575}{x} = 331916,09$$

$$5592,00 \cdot x^2 + 534385 \cdot x - 331916,1 \cdot x - 24047321 = 0$$

$$5592,00 \cdot x^2 + (202469) \cdot x - 24047321 = 0$$

$$x_1 = -86,13 \text{ mm}$$

$$x_2 = 49,93 \text{ mm}$$

$$x = 49,93 \text{ mm}$$

STRANA:

13

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

$$\begin{aligned} \epsilon_{s1} &= 0,0003 \\ F_c &= 279,19 \text{ kN} \\ F_{s1} &= 52,73 \text{ kN} \\ F_{s2} &= 331,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrola podmínky rovnováhy

$$F_c + F_{s1} - F_{s2} = 0$$

$279,19 + 52,73 - 331,92 = 0,00$	SPLNĚNO
----------------------------------	---------

Ověření splnění předpokladů

1)

$$\epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$$

$\epsilon_{s1} = 0,0003$	<	$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,8}{200000} = 0,00217$
--------------------------	---	---

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

2)

$$\epsilon_{s2} > \epsilon_{yd}$$

$$\frac{\epsilon_{s2}}{\epsilon_{cu}} = \frac{h-x-d_2}{x}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu} \cdot (h-x-d_2)}{x} = \frac{0,0035 \cdot (1500-49,93-45)}{49,93} = 0,0985$$

$\epsilon_{s2} = 0,0985$	>	$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,8}{200000} = 0,00217$
--------------------------	---	---

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

POSOUZENÍ NOSNIKU

1) Ověření plochy tažené výztuže

$$A_{s,min1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,2}{500} \cdot 300 \cdot (1500-45) = 727 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 300 \cdot (1500-45) = 568 \text{ mm}^2$$

$A_{s,prov} = 763,4070148 \text{ mm}^2$	>	$A_{s,min} = 727 \text{ mm}^2$
---	---	--------------------------------

VYHOVUJE

2) Ověření plochy veškeré výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b_t \cdot h = 0,04 \cdot 300 \cdot 1500 = 18000 \text{ mm}^2$$

$A_{s,prov} = 1527 \text{ mm}^2$	<	$A_{s,min} = 18000 \text{ mm}^2$
----------------------------------	---	----------------------------------

VYHOVUJE

3) Ověření výšky tlačené oblasti

$$\frac{x}{d} = \frac{49,93}{1455} = 0,035$$

$x/d = 0,035$	<	$\xi_{max} = 0,45$
---------------	---	--------------------

VYHOVUJE

4) Výpočet momentu únosnosti

Vztaženo k těžišti výztuže a_{s2}

$M_{rd} = F_c \cdot (h-d_2-0,4 \cdot x) + F_{s1} \cdot (h-d_1-d_2)$	=	$279,19 \cdot (1500-45-0,4 \cdot 49,93) + 52,73 \cdot (1500-45-45) =$	
=	$474989,6183 \text{ kNm}$	=	$474,9 \text{ kNm}$

STRANA:

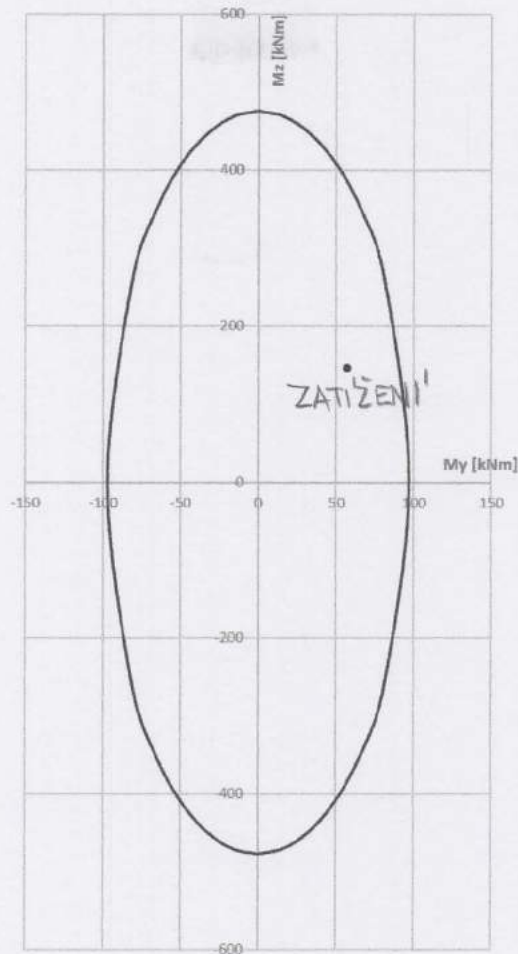
14

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Výsledná elipsa



$M_{y,Rd} = 96,9 \text{ kNm}$
 $M_{z,Rd} = 474,9 \text{ kNm}$
 $M_{y,Ed} = 56,91 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 146,58 \text{ kNm}$

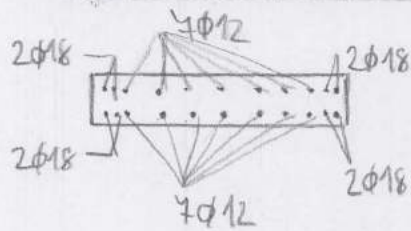
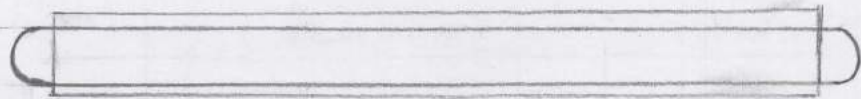
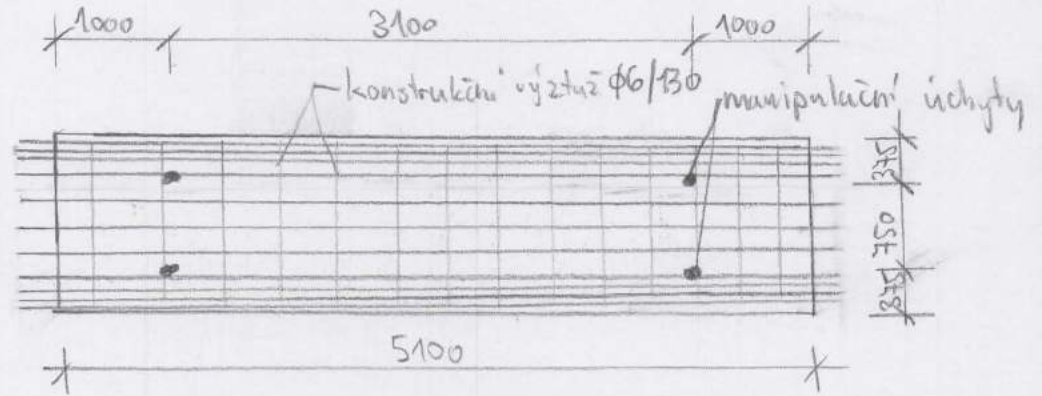
NAVRŽENÝ PANEL A VÝZTUŽ VYHOVÍ

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUTE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Schéma výztuže



pozn. oproti výpočtu jsou 3φ18 nahrazeny 4φ18, hlavně pro možnost vytvoření „oka“ pro zmonolitnění (je potřeba sudý počet)

-manipulační úchyty viz informáční

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.



3) NÁVRH VÝZTUŽE ŽB SLOUPU - nejvíce zatíženého

Schéma konstrukce

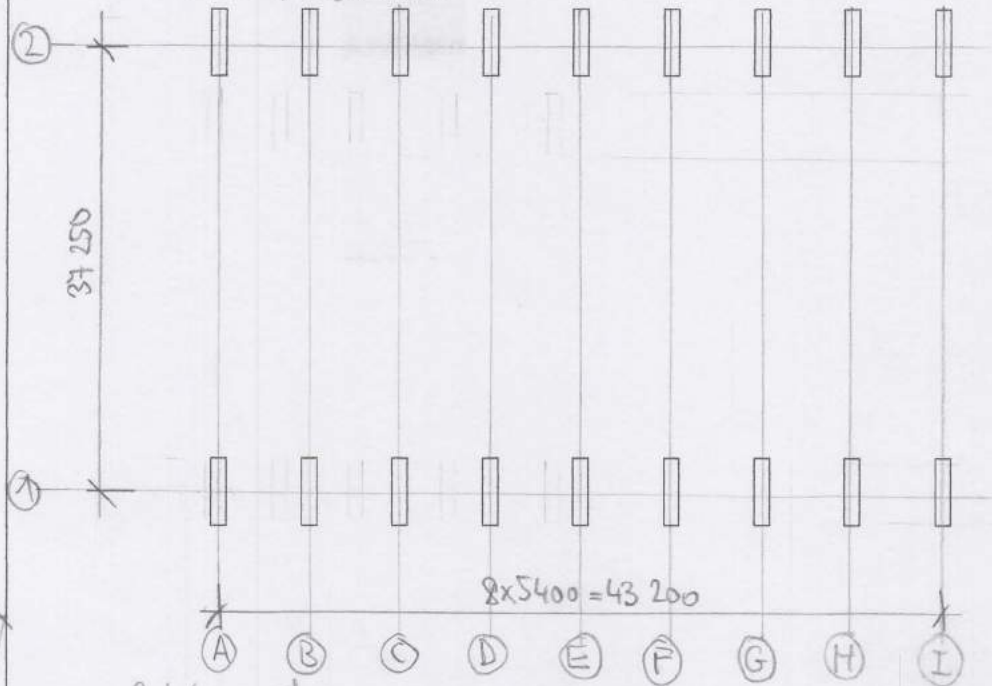
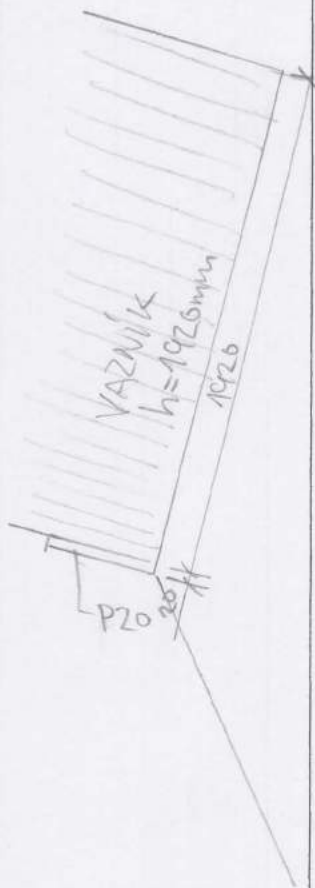
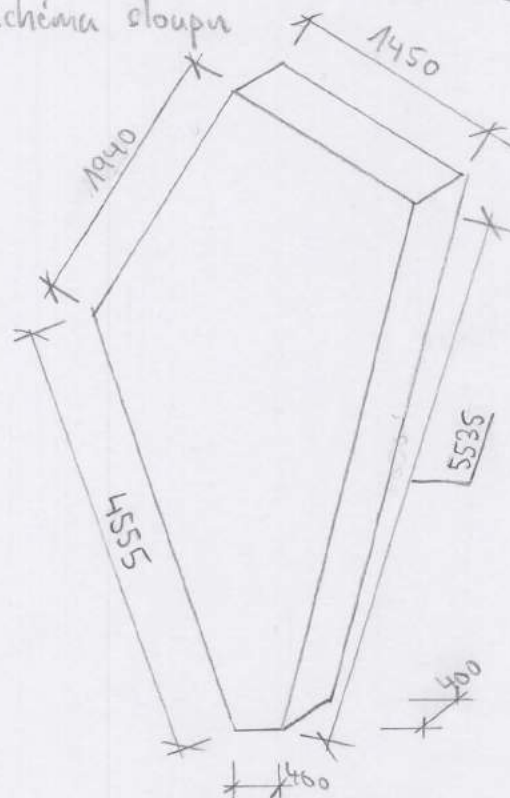


Schéma sloupu



NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

Materiálové charakteristiky

beton: C35/45 XC4-Cl 0,2-D_{max}16-S2

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = 23,3 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk} = 2,2 \text{ MPa} \quad f_{ctd} = 1,46 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

ocel: B500B

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

krytí výztuže sloupů

- předpoklad výztužení: $\phi 25 \text{ mm}$

- minimální krycí tloušťka

- minimální krytí dle prostředí

- životnost 100 let

- beton C35/45

- vzhledem k rozměru deskové konstrukce

⇒ konstrukční třída S4

- prostředí XC4

$$\Rightarrow c_{\text{mindur}} = 30 \text{ mm}$$

$$c_{\text{min}} = \max(\phi, c_{\text{mindur}}, 10) = \max(25, 30, 10) = 30 \text{ mm}$$

- přírůstek pro návrhovou odchylku

$$\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$$

- návrh krycí vrstvy

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$$

STRANA:

18

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Zatížení na sloup

- kombinace shodné s kombinací pro žb panel - podélné ztužidlo
- nejnepříznivější kombinace pro sloup je C01 Nejzatíženější sloup z této kombinace je pak sloup (E1)
- pro posouzení bude vytvořen stěnový model a ideově navrženy výztuže na účinky zatížení

Předběžné ověření rozměru paty sloupu

- plocha paty

$$a = 400 \text{ mm}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$A = a \cdot b = 400^2 = 16 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

- maximální normálová síla

$$N_{Ed} = -446,21 \text{ kN}$$

- maximální tlakové napětí v patě

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{-446,23 \cdot 10^3}{16 \cdot 10^4} = -2,8 \text{ MPa}$$

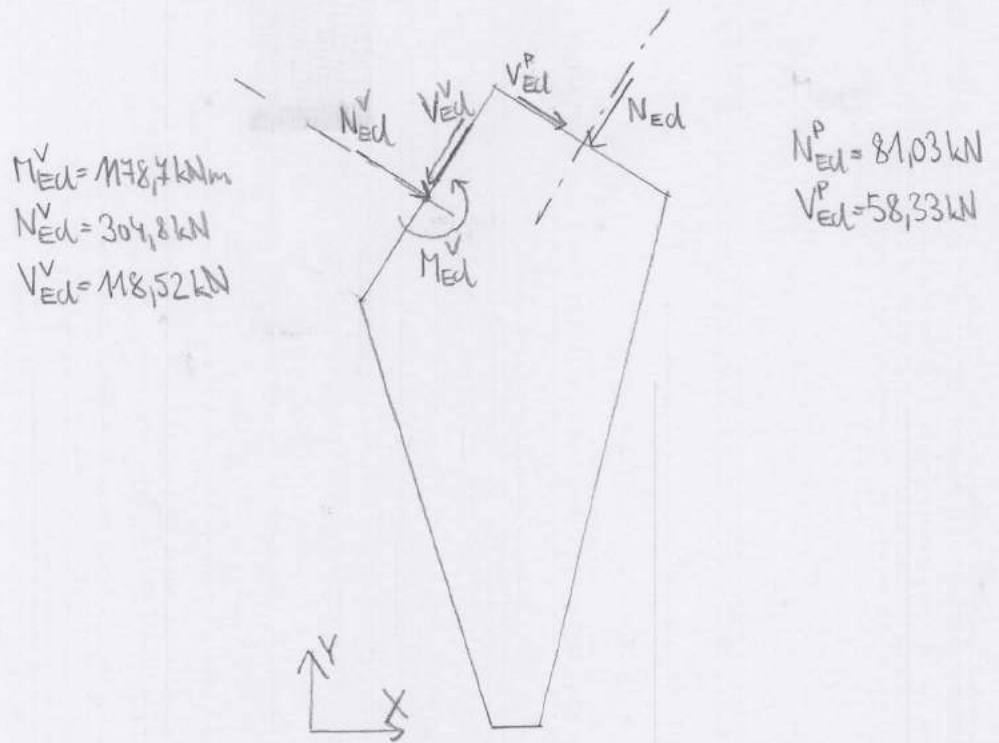
$$\sigma_{cd} = 2,8 \text{ MPa} < f_{cd} = 23,3 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

FSv

Zatížení z hlavního vazníku a ze ztužidlového panelu



$$M_{Ed}^V = 1178,7 \text{ kNm}$$

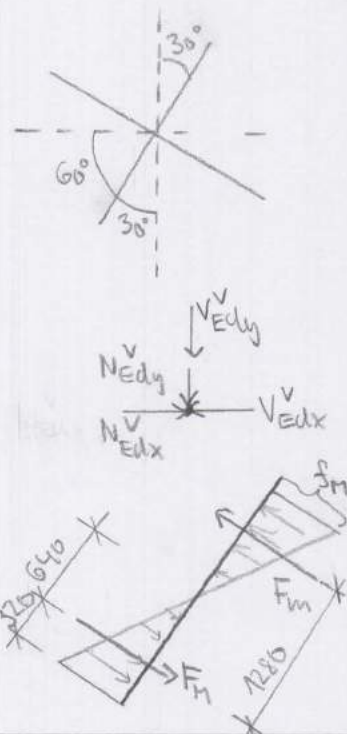
$$N_{Ed}^V = 304,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}^V = 118,52 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}^P = 81,03 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}^P = 58,33 \text{ kN}$$

Rozložení zatížení pro zadání do modelu (do globálních souřadnic X a Y)



- rozložení sil z vazníku

$$V_{Edx}^V = V_{Ed}^V \cdot \sin 30^\circ = 118,52 \cdot \sin 30^\circ = 59,26 \text{ kN}$$

$$V_{Edy}^V = V_{Ed}^V \cdot \cos 30^\circ = 118,52 \cdot \cos 30^\circ = 102,64 \text{ kN}$$

$$N_{Edx}^V = N_{Ed}^V \cdot \cos 30^\circ = 304,8 \cdot \cos 30^\circ = 264 \text{ kN}$$

$$N_{Edy}^V = N_{Ed}^V \cdot \sin 30^\circ = 304,8 \cdot \sin 30^\circ = 152,4 \text{ kN}$$

- rozložení momentu (nelze ho zadat do bodu)

$$F_M = \frac{M}{r} = \frac{1178,7}{1,28} = 921 \text{ kN}$$

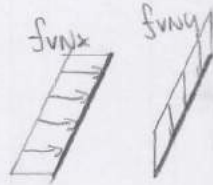
$$F_{Mx} = F_M \cdot \cos 30^\circ = 921 \cdot \cos 30^\circ = 797,6 \text{ kN}$$

$$F_{My} = F_M \cdot \sin 30^\circ = 921 \cdot \sin 30^\circ = 461 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

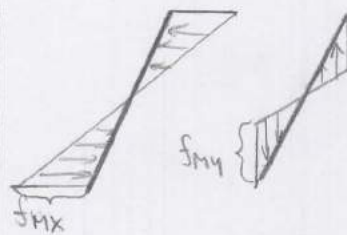
- převedení na spojitá zatížení

$$f_i = \frac{\sum F_i}{l_{p2}}$$



$$f_{vnx} = \frac{N_{edx}^v - V_{edx}^v}{1,92} = \frac{264 - 59,26}{1,92} = 106,7 \text{ kN/m}$$

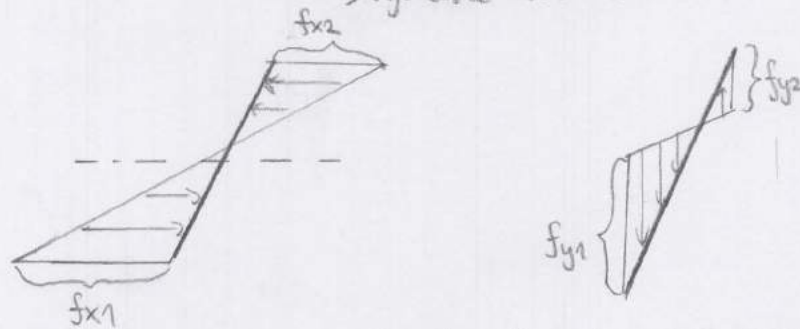
$$f_{vny} = \frac{N_{edy}^v + V_{edy}^v}{1,92} = \frac{152,4 + 102,64}{1,92} = 133 \text{ kN/m}$$



$$f_{mx} = \frac{F_{mx}}{\frac{h}{4}} = \frac{4 \cdot F_{mx}}{h} = \frac{4 \cdot 497,6}{1,92} = 1662 \text{ kN/m}$$

$$f_{my} = \frac{4 \cdot F_{my}}{h} = \frac{4 \cdot 461}{1,92} = 961 \text{ kN/m}$$

⇒ výsledné zatížení



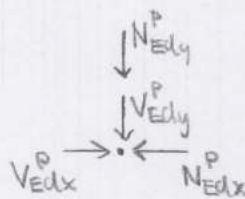
$$f_{x1} = f_{vnx} + f_{mx} = 106,7 + 1662 = 1768,7 \text{ kN/m}$$

$$f_{x2} = f_{vnx} - f_{mx} = 106,7 - 1662 = -1555,3 \text{ kN/m}$$

$$f_{y1} = f_{vny} + f_{my} = 133 + 961 = 1094 \text{ kN/m}$$

$$f_{y2} = f_{vny} - f_{my} = 133 - 961 = -828 \text{ kN/m}$$

- rozložení sil z paletu



$$V_{Edx}^p = V_{Ed}^p \cdot \cos 30^\circ = 58,33 \cdot \cos 30^\circ = 51 \text{ kN}$$

$$V_{Edy}^p = V_{Ed}^p \cdot \sin 30^\circ = 58,33 \cdot \sin 30^\circ = 29,2 \text{ kN}$$

$$N_{Edx}^p = N_{Ed}^p \cdot \sin 30^\circ = 81,03 \cdot \sin 30^\circ = 41 \text{ kN}$$

$$N_{Edy}^p = N_{Ed}^p \cdot \cos 30^\circ = 81,03 \cdot \cos 30^\circ = 70,2 \text{ kN}$$

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT

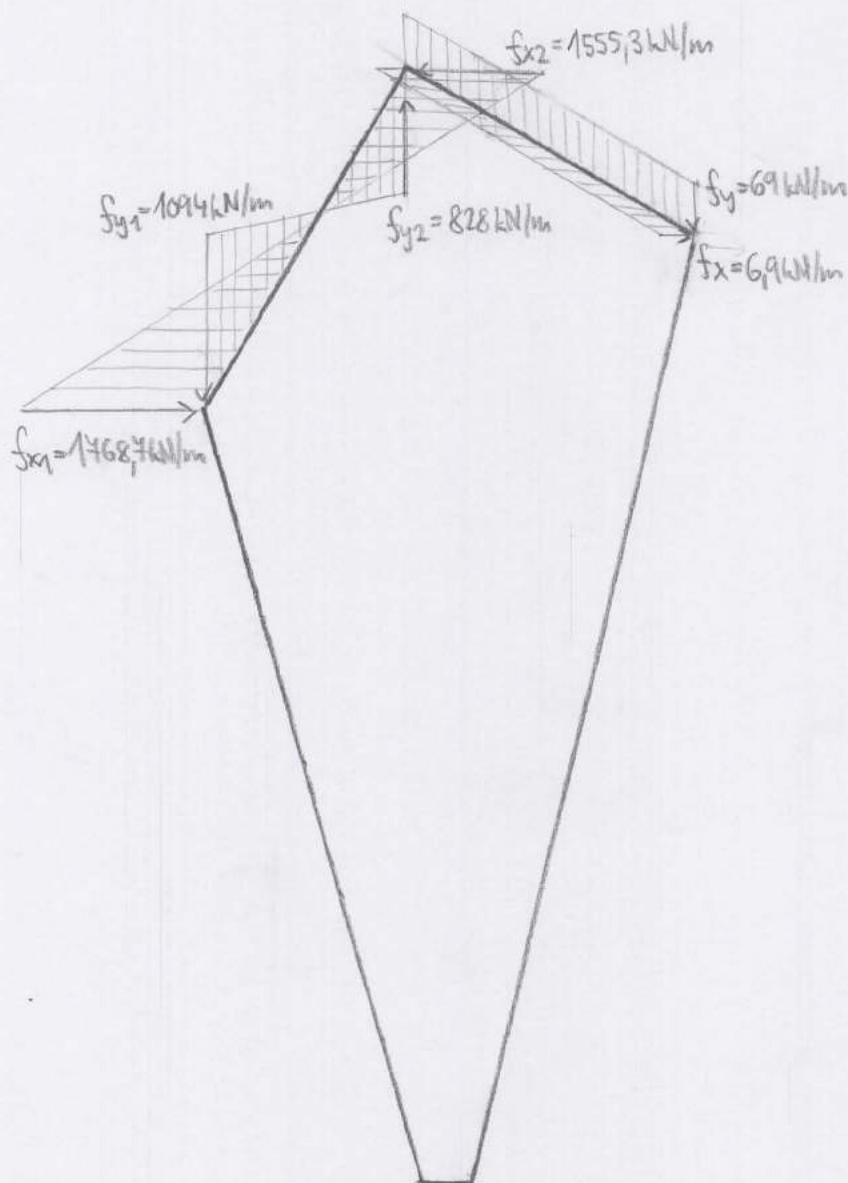
FSV

-převedení na spojitě zatížení

$$f_x = \frac{V_{Edx}^P - N_{Edx}^P}{1,45} = \frac{51 - 41}{1,45} = 6,9 \text{ kN/m}$$

$$f_y = \frac{V_{Edy}^P + N_{Edy}^P}{1,45} = \frac{29,2 + 70,2}{1,45} = 69 \text{ kN/m}$$

zadané zatížení



STRANA:

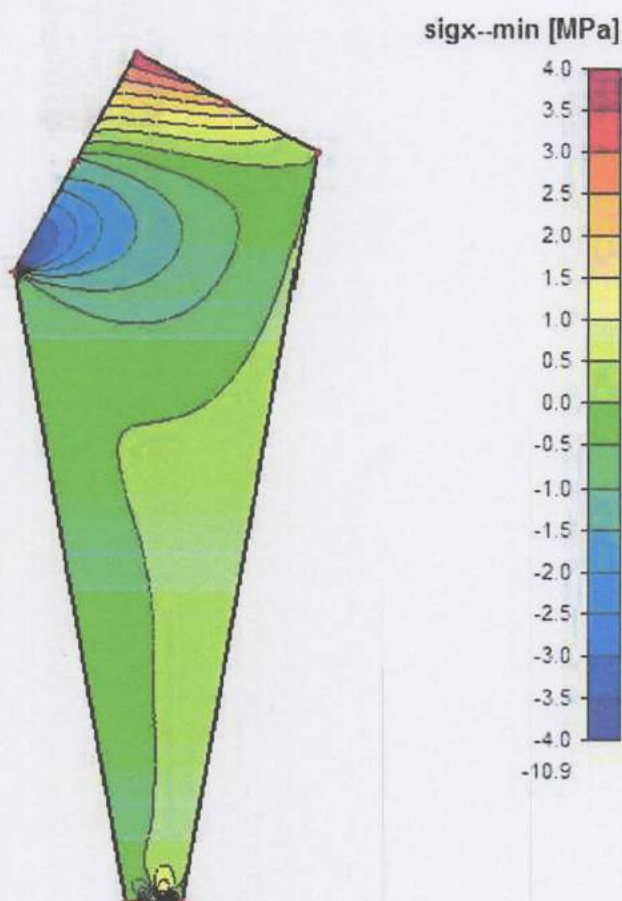
22

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

Napětí ve sloupu - σ_x



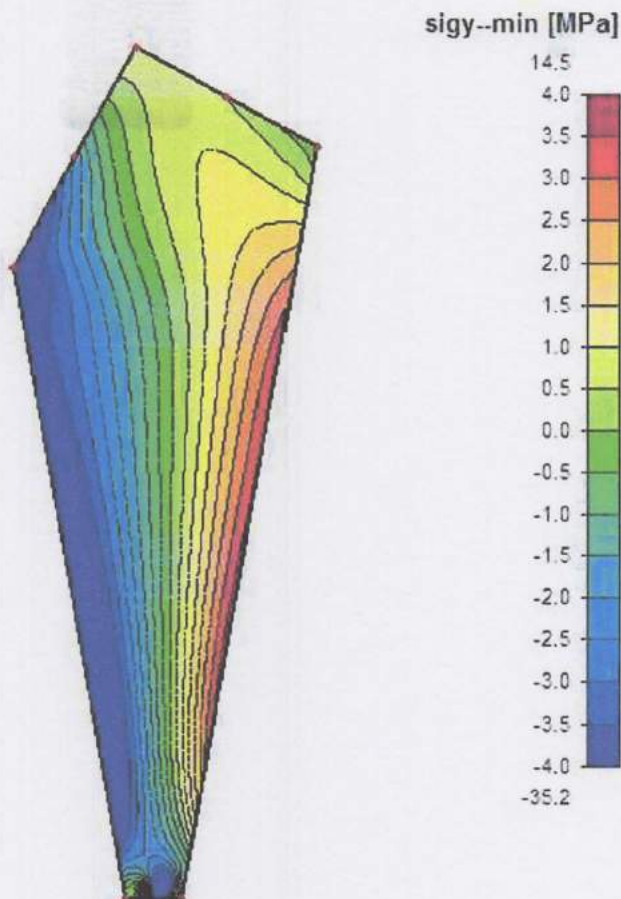
STRANA:

23

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.



Napětí ve sloupu - σ_y

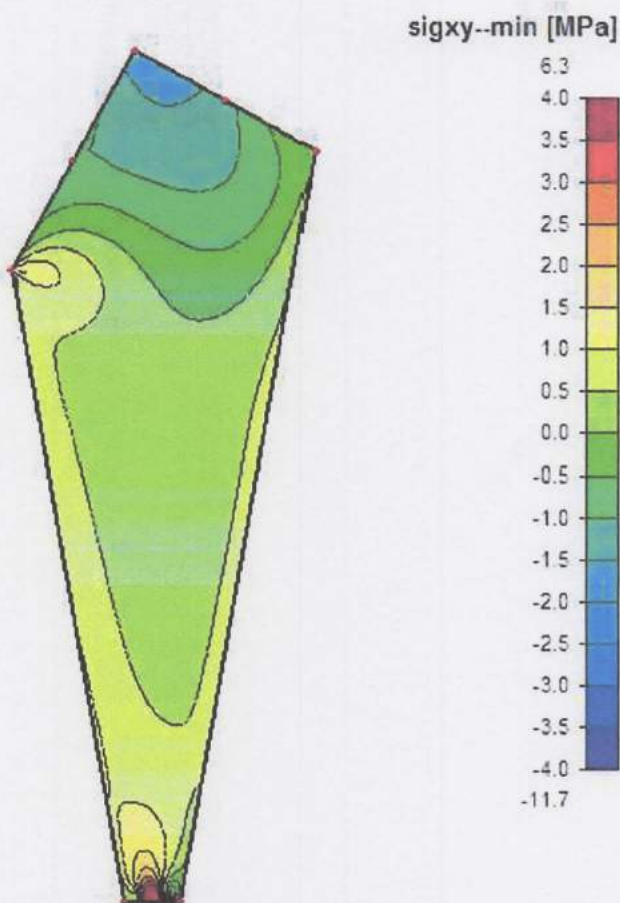


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

Napětí ve sloupu - T_{xy}

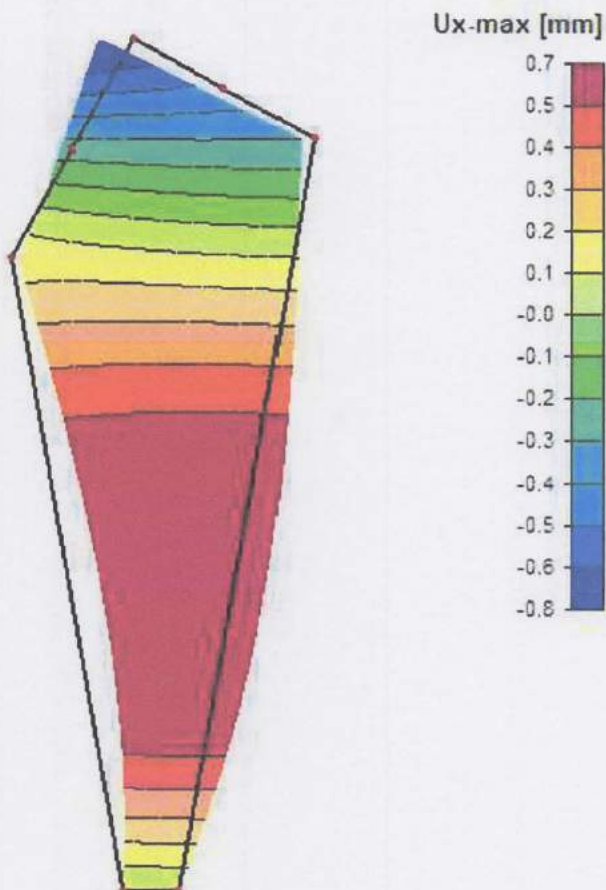


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

Deformace sloupu - u_x

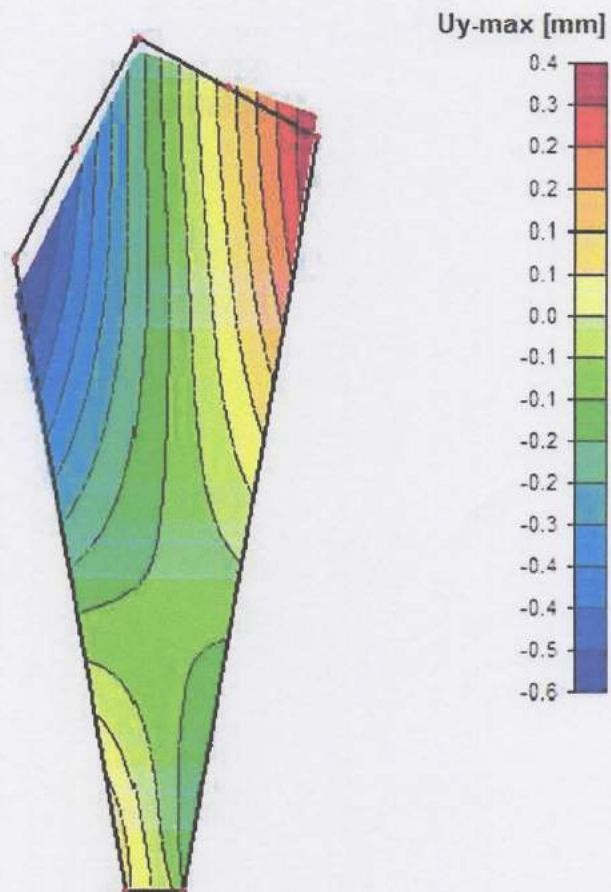


NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

Deformace sloupu - u_y



Deformovaná konstrukce



STRANA:

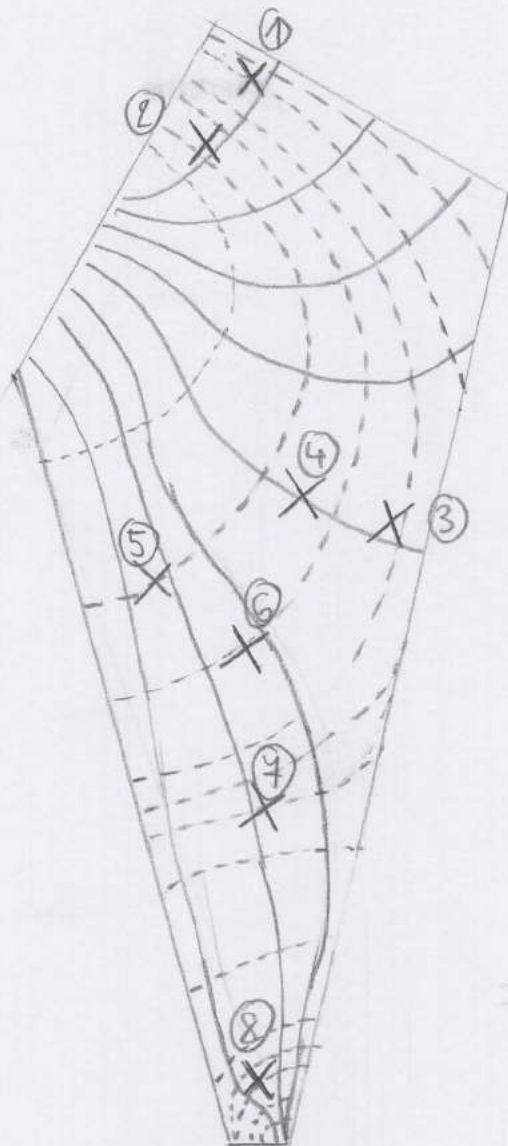
27

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSV

trajektorie hlavních napětí



- tlakové napětí
- - - tahové napětí
- X vytipované místo pro návrh výztuže

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUCÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

hodnoty napětí ve vybraných bodech

označení	σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	τ_{xy} [MPa]
1	2,5	0	-1,5
2	0,5	-0,5	-1,2
3	-0,2	3,0	0,4
4	-0,4	1,0	0,2
5	0	-4,0	0,4
6	0,1	-2,0	0,2
7	0,2	-2,0	0,6
8	1,5	-4,0	2,0

- alternativa pro výztuže ve směru hl. napětí

označení	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]
1	3	-0,5
2	1	-1
3	3	0

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUČÍ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

	σ_k	σ_y	τ_{xy}	směr	f_{td} MPa	b mm	t mm	$\rho_{s,eq}$	Návrh			a_s [mm ²]	$\rho_{s,skut}$	ρ_s	f_{rd} MPa	POSUDEK
									ϕ	plocha	počet					
1	0	0	0	x	0	1000	400	-	10	78	12	936	0,00234	0,00234	1,02	-
				y	0	1000	400	-	10	78	12	936	0,00234	0,00234	1,02	-
2	2,5	0	-1,5	x	4	500	400	0,00920	25	490	4	1960	0,00980	0,00980	4,26	VYHOVUJE
				y	1,5	500	400	0,00345	20	314	4	1256	0,00628	0,00628	2,73	VYHOVUJE
3	0,5	-0,5	-1,2	x	1,7	500	400	0,00391	18	254	4	1016	0,00508	0,00508	2,21	VYHOVUJE
				y	0,7	500	400	0,00161	10	78	6	468	0,00234	0,00234	1,02	VYHOVUJE
4	-0,2	3	0,4	x	0,2	1000	400	0,00046	10	78	12	936	0,00234	0,00234	1,02	VYHOVUJE
				y	3,4	400	400	0,00782	20	314	4	1256	0,00785	0,00785	3,41	VYHOVUJE
5	-0,4	1	0,2	x	0											-
				y	1,2	500	400	0,00276	20	314	2	628	0,00314	0,00314	1,37	VYHOVUJE
6	0	-4	0,4	x	0,4	1000	400	0,00092	10	78	12	936	0,00234	0,00234	1,02	VYHOVUJE
				y	0											-
7	0,1	-2	0,2	x	0,3	500	400	0,00069	10	78	6	468	0,00234	0,00234	1,02	VYHOVUJE
				y	0											-
8	0,2	-2	0,6	x	0,8	500	400	0,00184	10	78	6	468	0,00234	0,00234	1,02	VYHOVUJE
				y	0											-
9	1,5	-4	2	x	3,5	500	400	0,00805	25	490	4	1960	0,00980	0,00980	4,26	VYHOVUJE
				y	0											-
10	3	-0,5	0	x	3	500	400	0,00690	22	380	4	1520	0,00760	0,00760	3,30	VYHOVUJE
				y	0											-
11	1	-1	0	x	1	500	400	0,00230	18	254	2	508	0,00254	0,00254	1,10	VYHOVUJE
				y	0											-
12	3	0	0	x	3	400	400	0,00690	20	314	4	1256	0,00785	0,00785	3,41	VYHOVUJE
				y	0											-

STRANA:

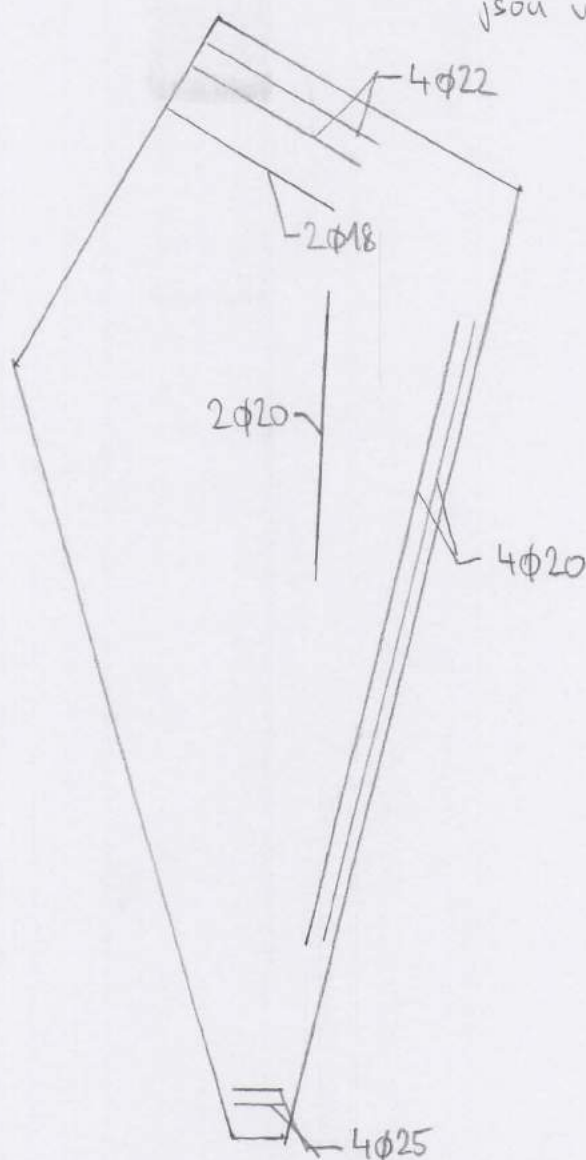
30

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		
DÍLČÍ ČÁST:	BZK	KONZULTANT/KA:	Ing. Petr Bílý, Ph.D.

ČVUT

FSv

Schéma navržených výztuží (hlavní výztuže konstrukcí jsou vynechány)



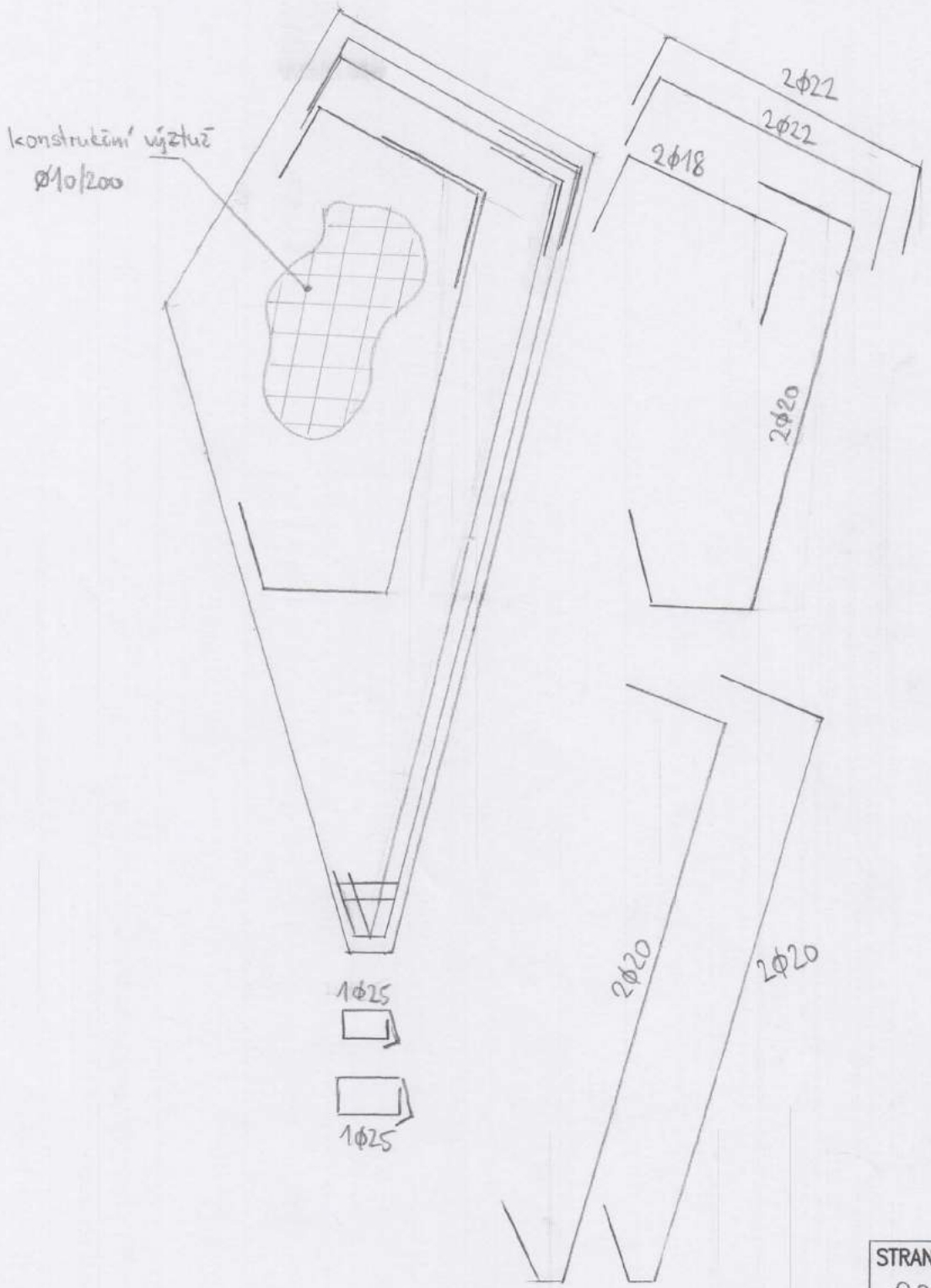
STRANA:

31

NÁZEV PRÁCE:	VÍCEÚČELOVÁ DŘEVOBETONOVÁ HALA		
AK. ROK:	2016/2017	DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ
INSTITUCE:	České vysoké učení technické v Praze		
KATEDRA:	K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
AUTOR PRÁCE:	Bc. Michal Moravec		

ČVUT
FSV

Nauržené tvary výztuže!





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134- Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

Multi-purpose sports hall

Diplomová práce

INFORMAČNÍ PŘÍLOHA

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Vypracoval: Bc. Michal Moravec

Praha 2017

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ.....	2
SEZNAM OSTATNÍCH ZDROJŮ	3
PŮVODNÍ ZADÁNÍ.....	4
ŘEŠENÉ VARIANTY STATICKÉHO SCHÉMATU	6
SKLADBY KONSTRUKCÍ + TEPELNÉ POSOUZENÍ.....	7
PŘEDPOKLÁDANÉ TYPOVÉ DETAILS NAPOJENÍ FASÁDY	10
SCHÉMATA MODELU KONSTRUKCE	13
ZATĚŽOVACÍ STAVY ZADÁVANÉ DO MODELU	16
VÝBĚR VÝSTUPŮ Z PROGRAMU PRO VYBRANÉ PRVKY	
Laťování.....	20
Průvlak přístavku.....	20
Sloupy přístavků.....	21
Vodorovná příčle fasády	21
Fasádní sloupy	22
Laťování pohledu	22
Vaznice.....	23
Stěnové ztužidlo nejvíce namáhané.....	23
Střešní ztužidlo	24
Konstrukce jako celek	24
Kotvení sloupů přístavku	25
POSOUZENÍ NEVYHOVUJÍCÍCH ROZMĚRŮ VAZNÍKU.....	26
HRUBÝ ODHAD ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ	27
NÁVRH MANIPULAČNÍCH ÚCHYTŮ ŽB PANELU	31
SEZNAM OBRÁZKŮ	35

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

- [1] SCIA ENGINEER [Počítačový program]. Ver. 15.3, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro výpočet metodou konečných prvků.
- [3] TPA 3.13 [Počítačový program]. Ver. 3.13, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro návrh manipulačních úchytů firmy HALFEN.
- [4] TEPLO [Počítačový program]. Ver. 2014 EDU, Praha, 2016/2017. Počítačový program pro tepelné posouzení skladeb konstrukcí.

SEZNAM OSTATNÍCH ZDROJŮ

- [5] ČÍŽEK, Pavel, Zdeněk BURKOŇ a Michal SADÍLEK. PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE PRO DVĚ SPORTOVNÍ STAVBY: VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA V PARDUBICÍCH. Beton. 2012, 2012(5), 4-7. s., dostupné také z <http://www.betontks.cz/archiv/52012>
- [6] VISS TVS Highly thermally insulated vertical facades. JANSEN, 2014. 44 s. Katalog produktové nabídky ocelových fasád firmy JANSEN, dostupné z <http://www.jansencz.cz/71-ke-stazeni.html>
- [7] Injection system Hilti HIT-HY 200-A, ETA-11/0493, květen 2015, certifikát o vlastnostech a použití lepicí hmoty Hilti HIT-HY 200-A, dostupné z <https://www.hilti.cz/kotevn%C3%AD-technika/vytla%C4%8Dovac%C3%AD-lep%C3%ADc%C3%AD-hmoty/r4803>
- [8] DETAN Systémy táhel, HALFEN, 2016. 28 s. Katalog systému táhel firmy HALFEN, dostupné z <http://www.halfen.com/cz/2156/produkty/system-tahel/system-tahel-detan/informace-o-produktech/?category=20>

PŮVODNÍ ZADÁNÍ [5]

VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA V PARDUBICÍCH

Víceúčelová sportovní hala s hledištěm pro tři sta diváků slouží v první řadě pro dvě gymnázia, z nichž jedno má sportovní zaměření. Je určena také pro potřeby veřejnosti, sportovních klubů eventuálně dalších subjektů. Je koncipována pro variabilní využití s hrací plochou určenou pro různé míčové hry, trénink a výuku, jakož i pro pořádání kulturních a jiných společenských akcí. V návaznosti na dispoziční uspořádání celé-

ho objektu s ústřední halou, návaznými členitými obslužnými prostory před štíty a suterénem pod tribunami byla navržena hybridní nosná konstrukce s účelným využitím tří základních materiálů: betonu v monolitickém a prefabrikovaném provedení, zdiva a lepeného lamelového dřeva v souladu se stavebními a statickými požadavky a ve shodě s architektonickým záměrem v co možná nejvyšším možném přiznání použitých konstrukčních materiálů jak v interiéru, tak v exteriéru budovy (obr. 15 až 18).



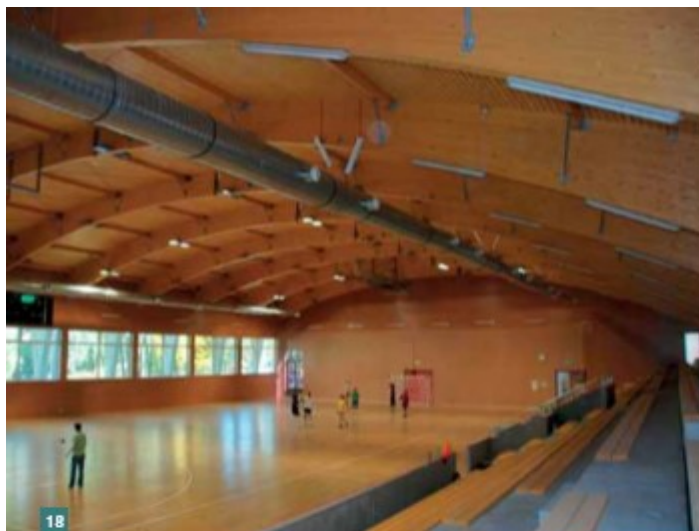
Obr. 15 Čelní pohled na halu ■ Fig. 15 Frontal view on the arena

Obr. 16 Boční pohled s přesazenými prefabrikovanými sloupy trojúhelníkových rámců ■
Fig. 16 Lateral view of foreset precast pylons of three-joint frames

Obr. 17 Detail přesazených sloupů s kloubovým ukořením na patky a vazbou na dřevěné lepené vazníky ■ Fig. 17 Detail of foreset pylons joint-laid onto the foot and bound to wooden stuck bars.

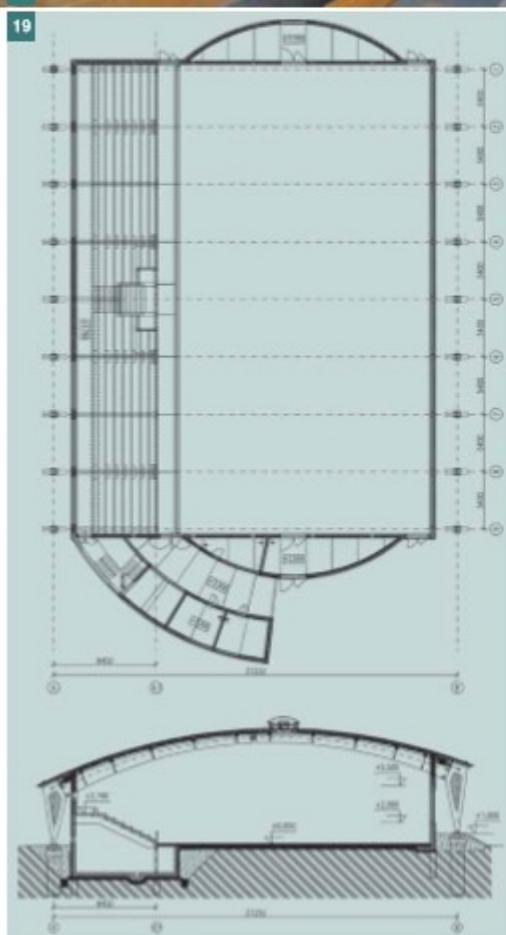


Obr. 1: Zadání haly, strana 1



Ústřední a dominantní částí celého objektu je asymetrická střešní konstrukce tvaru válcového výseku nad půdorysem 45,25 x 39,67 m se soustavou devíti trojkloubových rámu s roztečí 5,4 m (obr. 19). Oblouková část s vrcholovým kloubem má nosníky z lepeného lamelového dřeva tloušťky 0,2 m a proměnnou výšku 918 až 1 800 mm s přímým uložením na prefabrikované železobetonové podpory.

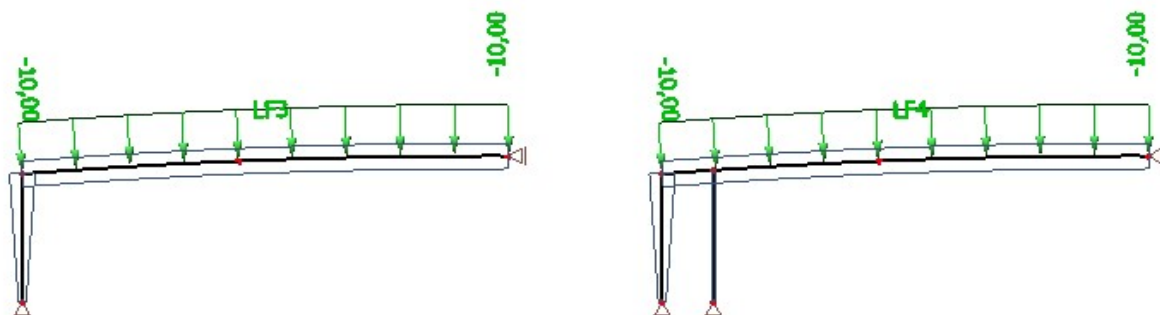
Podpory mají tloušťku 0,45 m a proměnnou výšku i šířku s minimem 0,3 m v patě – nepravidelný tvar značně převýšeného pětiúhelníku. Pohled na boční plochy železobetonových podpor je z estetických i ochranných důvodů opticky vylehčen čtyřúhelníkovým vlysem. Prefabrikované podpory jsou součástí trojkloubového rámu a jejich tvarování vyplynulo z logiky statického působení (obr. 20). Zhlaví má dvě úlož-



Obr. 2: Zadání haly strana 2

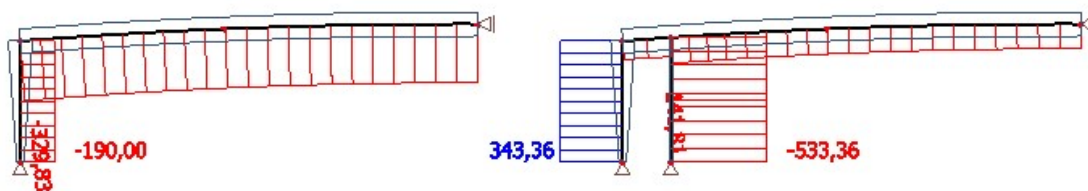
ŘEŠENÉ VARIANTY STATICKEHO SCHEMATU

V počáteční fázi přípravy statického modelu konstrukce bylo rozmýšleno, zda fasáda bude působit pevně s vazníkem, nebo zda musí být oddílatována. Zjednodušený model výseku konstrukce ukázal průběh vnitřních sil, na základě čehož bylo jasně rozhodnuto o tom, že konstrukce musí být oddílatována. Pokud by se tak nestalo, vnášely by se do fasádních sloupů normálové síly z vazníku a hlavní nosný betonový sloup by byl tažený, což popírá podstatu betonu samotného.

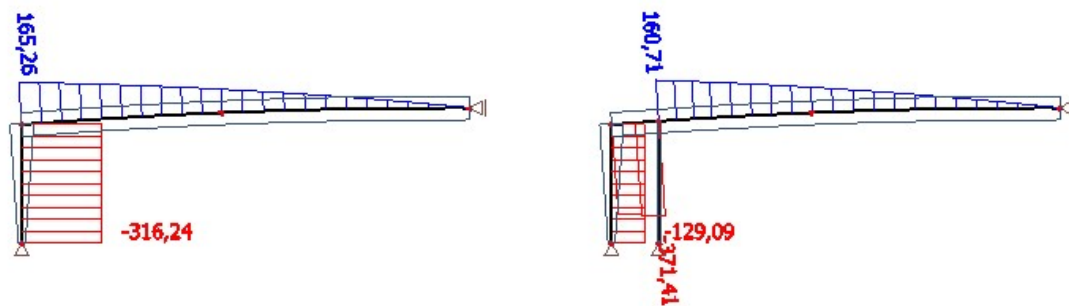


Obr. 3: Zkouška statického schématu, zadané zatížení

N [kN]



Vz [kN]



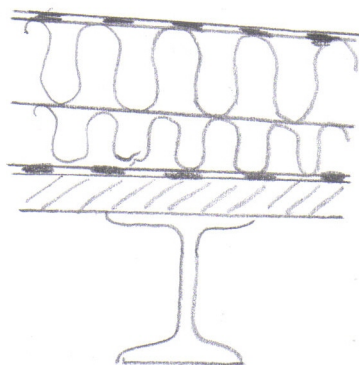
My [kNm]



Obr. 4: Vnitřní síly na zkušební konstrukci

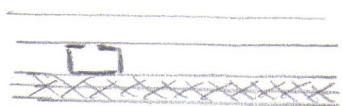
SKLADBY KONSTRUKCÍ + TEPELNÉ POSOUZENÍ

PŘEHLED SKLADEB STŘEŠNÍCH KONSTRUKCÍ

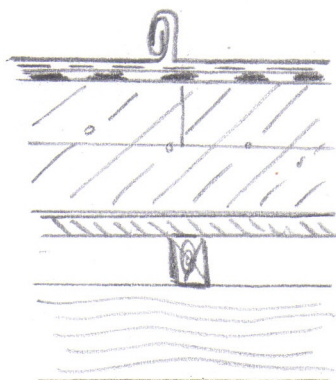


mPVC DEKLAN 4C
EPS 200S 160-285mm
2x ASF. MODIF. PA'S
OSB DESKA TL. 25mm

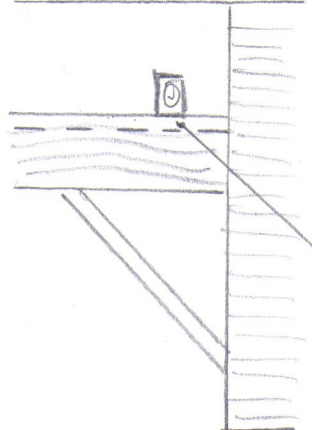
OCELOVÁ STŘEPNÍ KONSTRUKCE



KŘÍŽOVÝ ROŠT
SDK PODHLED



TIŽNÁ KRYTINA
SEPARAČNÍ VRSTVA
1x ASF. MODIF. PA'S
PĚNOVÉ SKLO FOAMGLAS
ASFALTOVÁ PENETRACE
OSB TL. 25mm
LATOVÁNÍ (ODHAD 60/80)
VAZNICE (ODHAD 140/220)



LATĚ PODHLEDU (ODHAD 60/80)
VAZNICE PODHLEDU (ODHAD 140/220)

PODLHLEDOVÁ PRKNA

Obr. 5: Skladby střešních pláštíů

[4]

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Plochá střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 14,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 18,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 15,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 40,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,025	0,130	50,0
2	GLASTEK 30 STICKER PLUS	0,008	0,210	29000,0
3	Rigips EPS 200 S Stabil (1)	0,220	0,034	40,0
4	Dekplan 76	0,002	0,160	15000,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,591$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,964$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnost plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{i,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,073 kg/m².rok (materiál: Dekplan 76).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,073 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V k_{ci} dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0002 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0740 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

[4]

VIHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Oblouková střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 15,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -13,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 16,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Asfaltový nátěr	0,001	0,210	1200,0
3	FOAMGLAS READY BLOCK	0,260	0,041	800000,0
4	Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,210	30000,0
5	Titan-Zinek	0,002	110,000	1000000,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,905$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,963$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnost plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{i,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1: 0,897 kg/m².rok (materiál: FOAMGLAS READY BLOCK).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti $M_{c,a} = 0,0000 \text{ kg/m}^2$

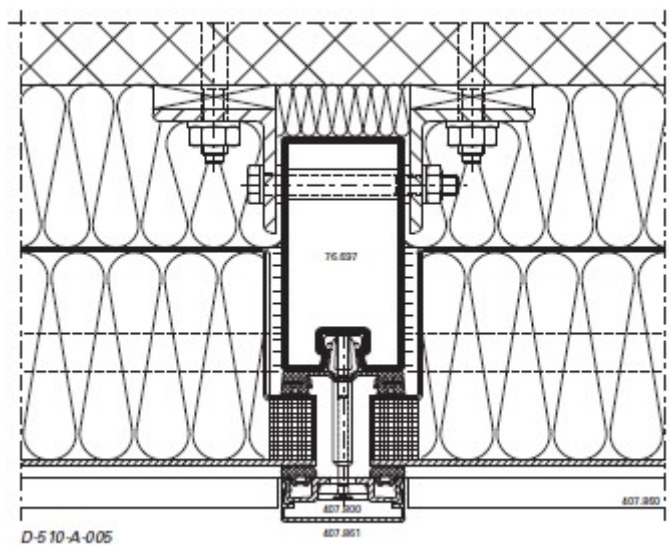
Na konci modelového roku je zóna suchá.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

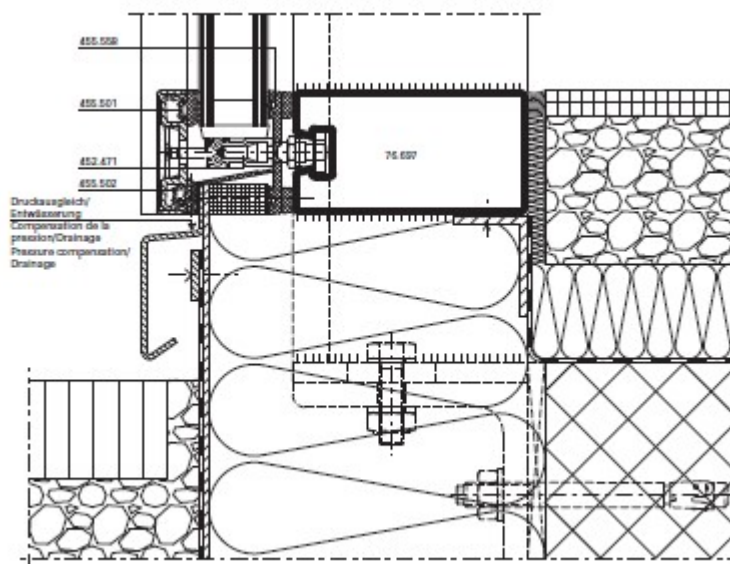
$M_a, \text{vysl} = 0 \text{ kg/m}^2$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

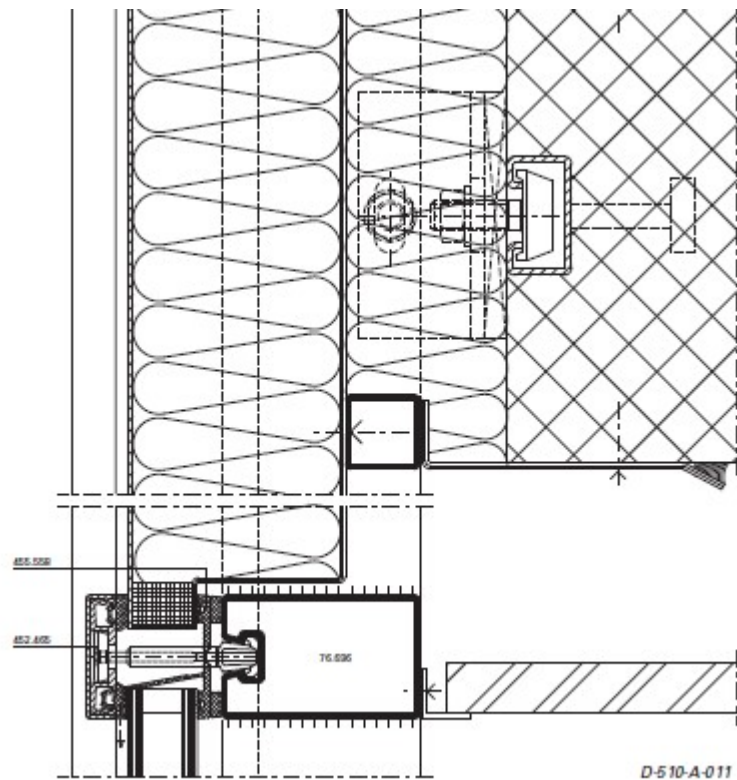
PŘEDPOKLÁDANÉ TYPOVÉ DETAILY NAPOJENÍ FASÁDY [6]



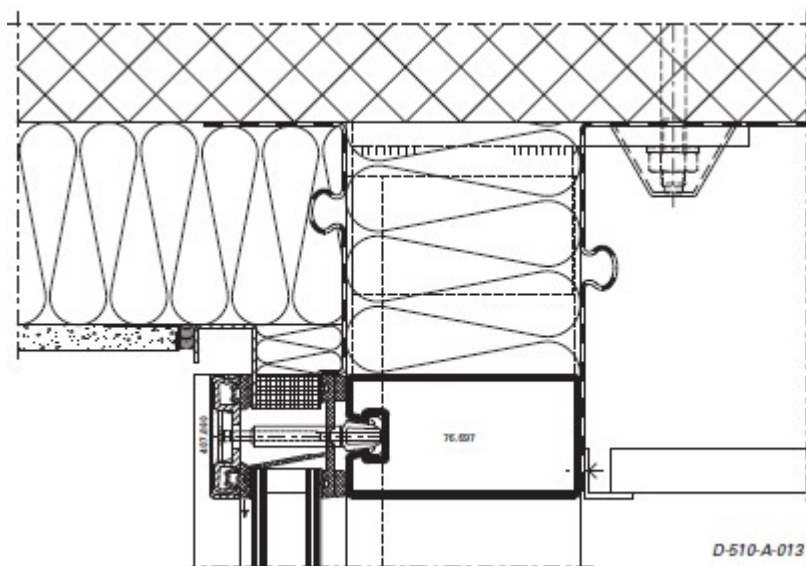
Obr. 6: Napojení neprůhledných fasádních panelů



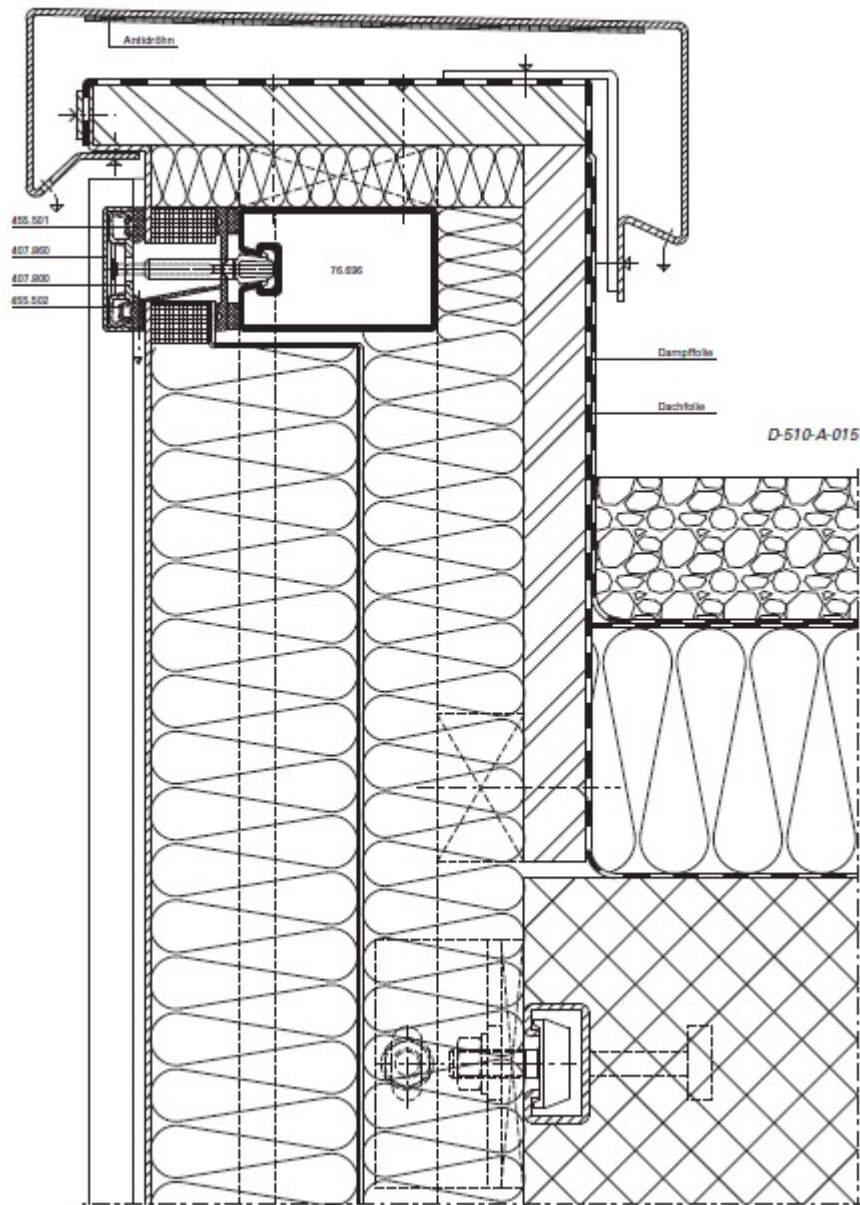
Obr. 7: Sokl fasády



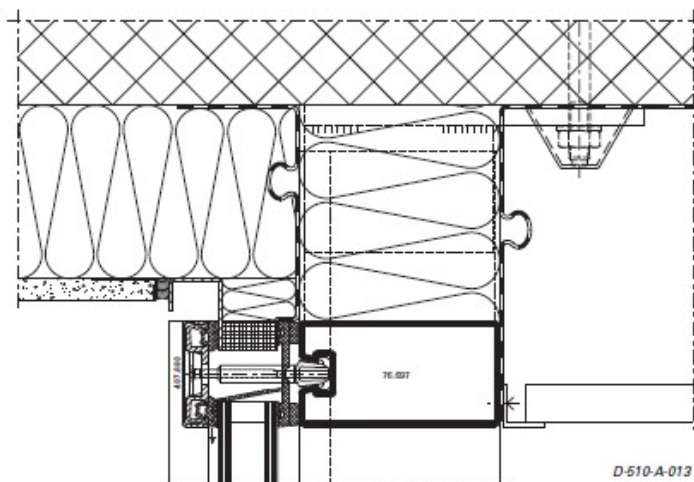
Obr. 8: Okenní nadpraží



Obr. 9: Dilatační napojení nadpraží

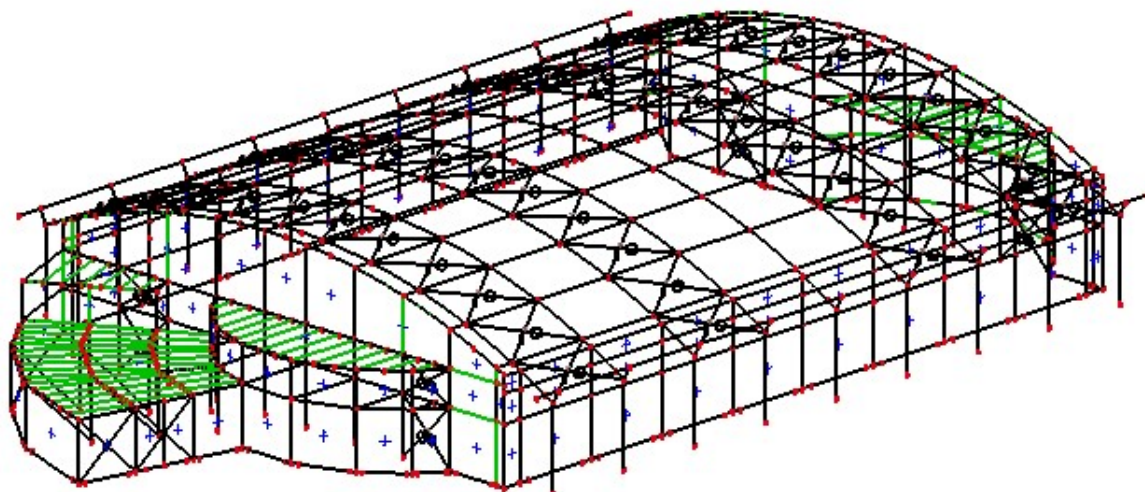


Obr. 10: Atika píšťavků

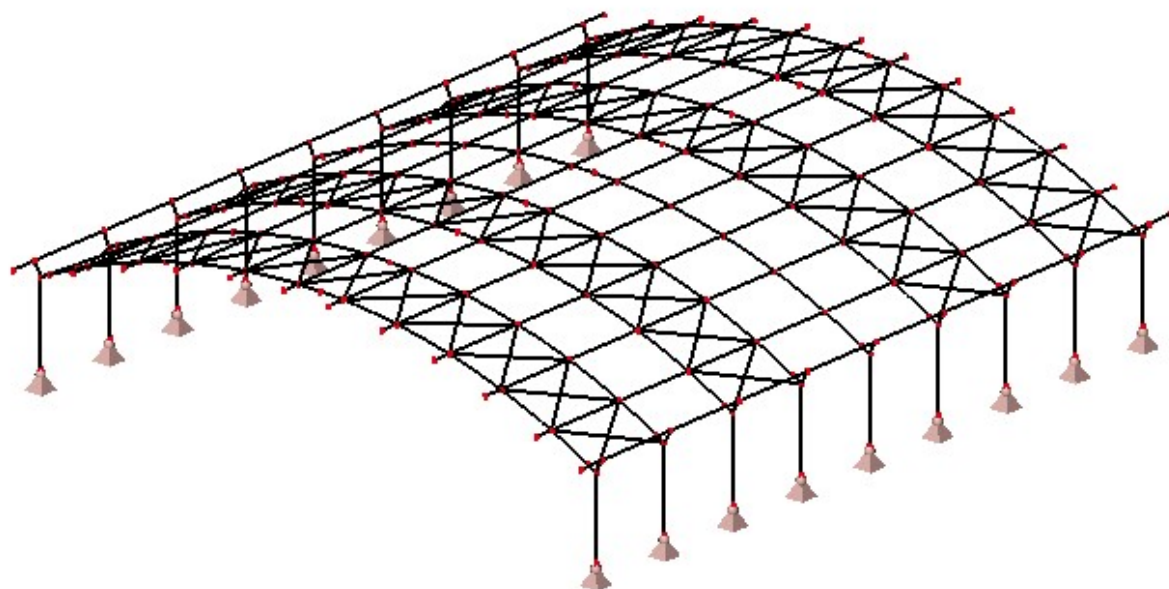


Obr. 11: Dilatační napojení na přilehlé konstrukce

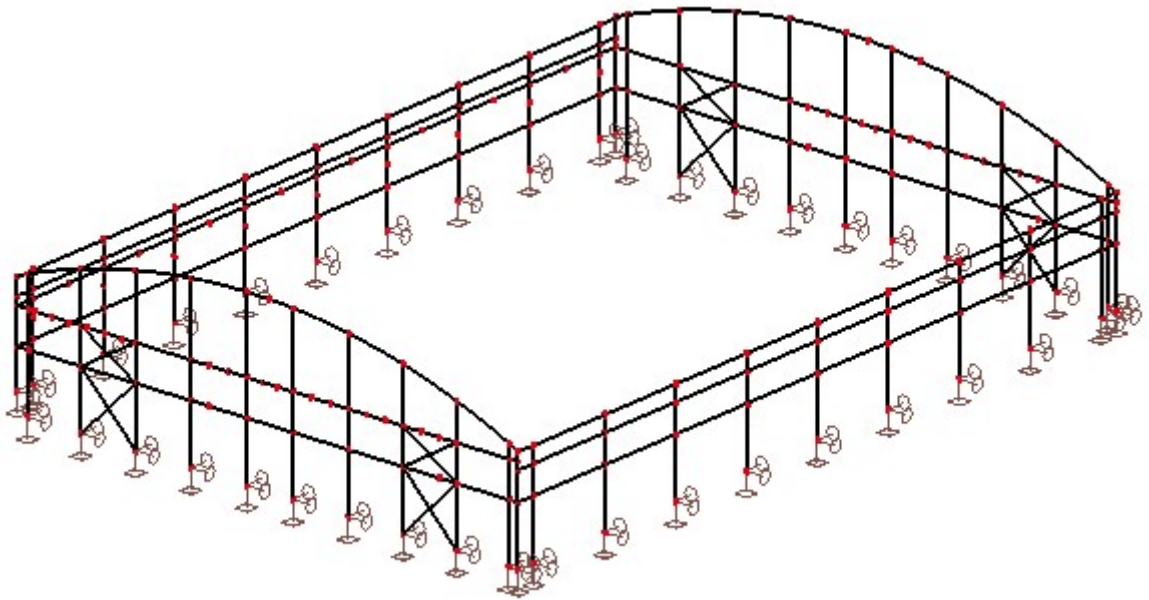
SCHÉMATA MODELU KONSTRUKCE



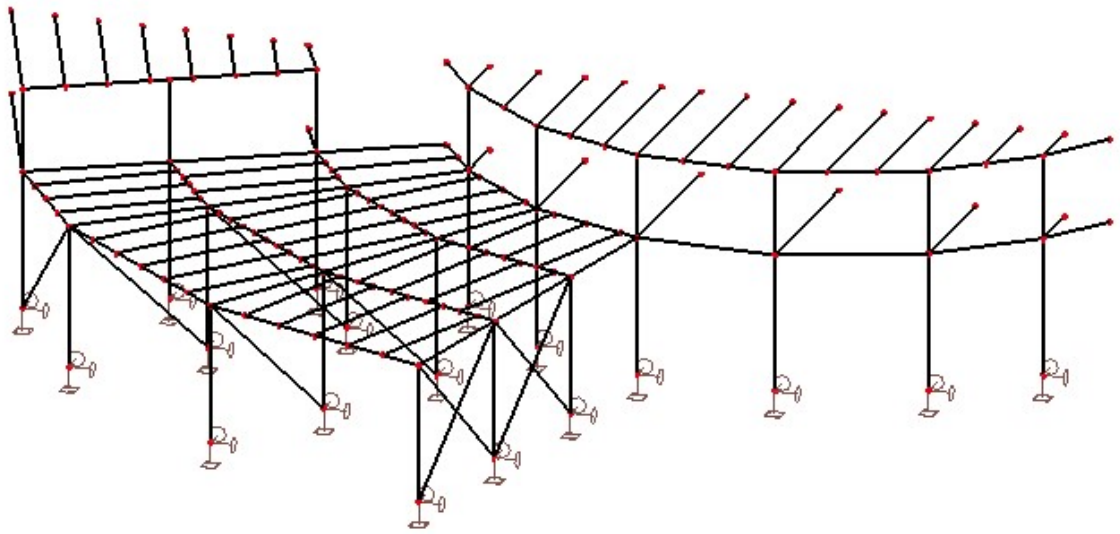
Obr. 12: Celkový model



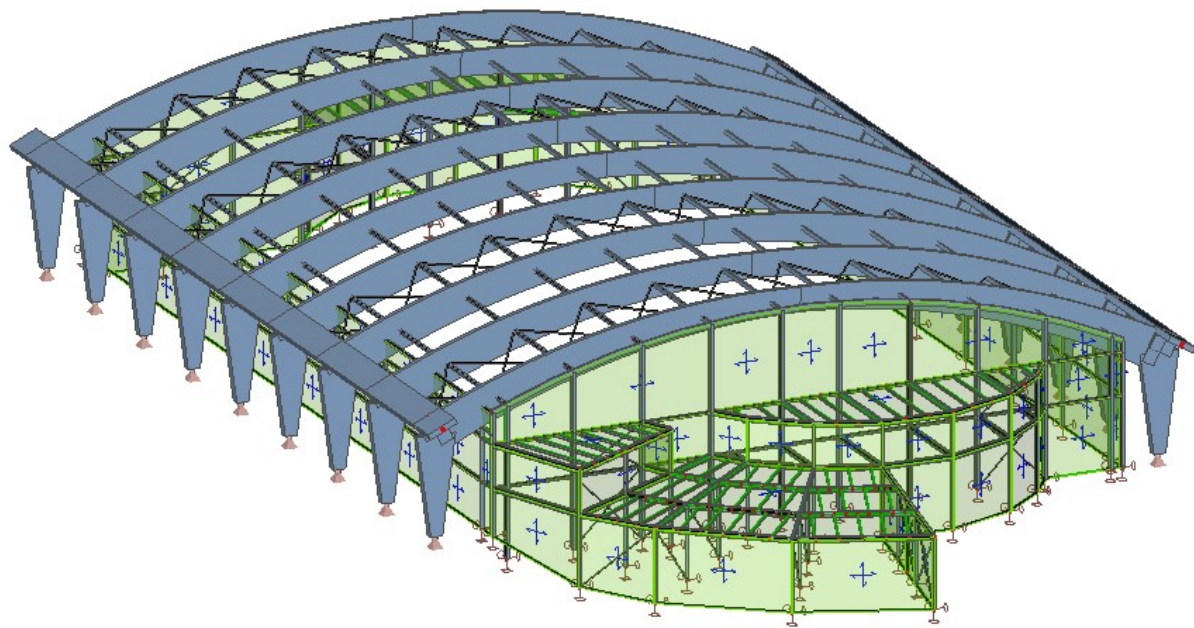
Obr. 13: Schéma hlavní konstrukce



Obr. 14: Schéma fasádní konstrukce

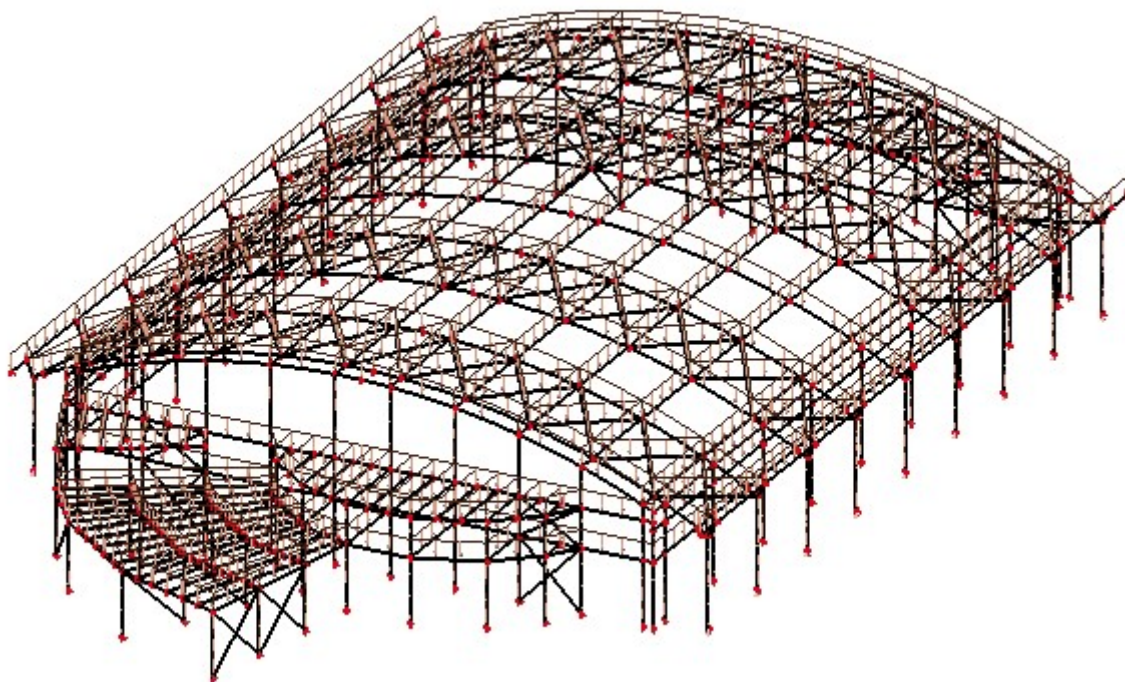


Obr. 15: Schéma východního přístavku

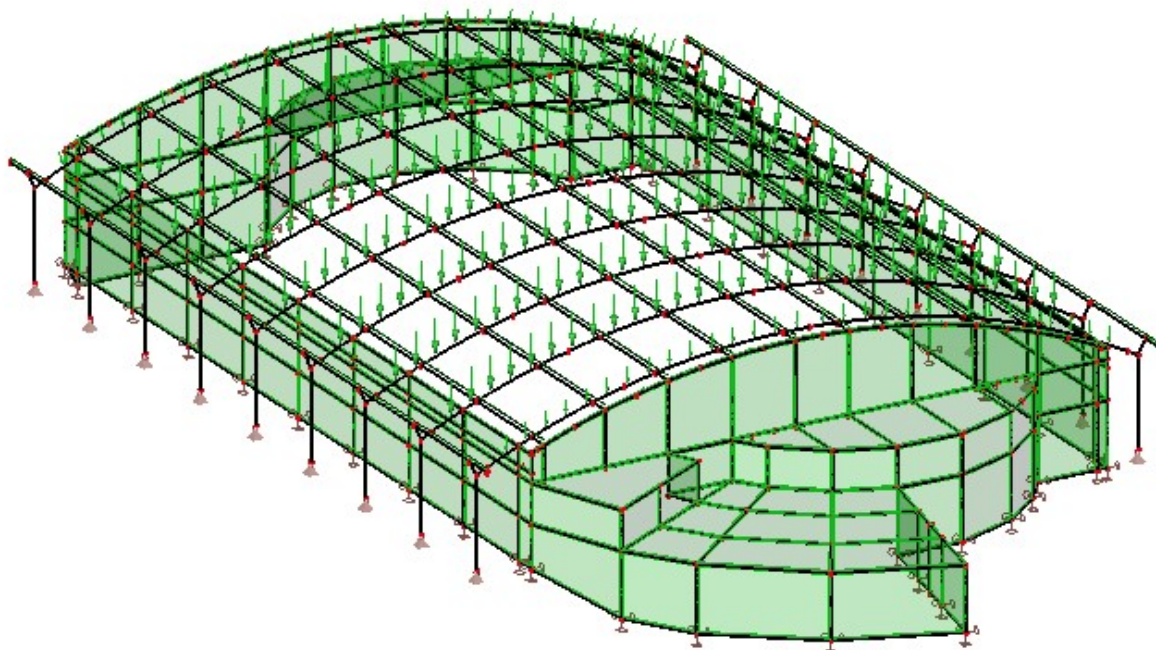


Obr. 16: Renderované schéma konstrukce

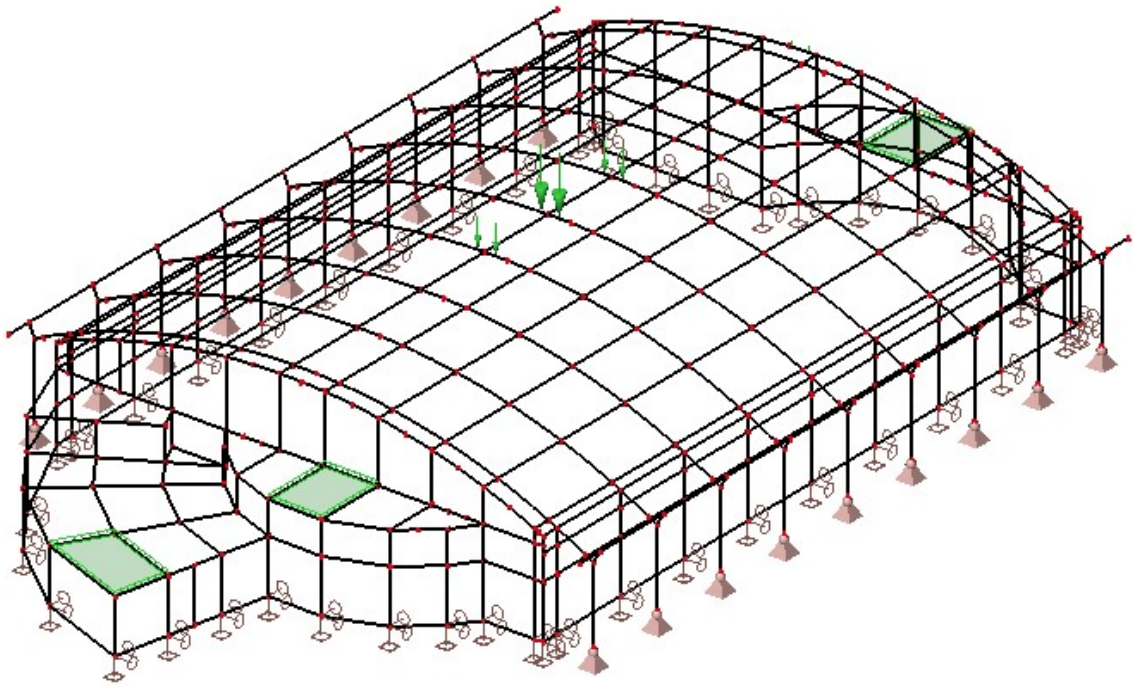
ZATĚŽOVACÍ STAVY ZADÁVANÉ DO MODELU



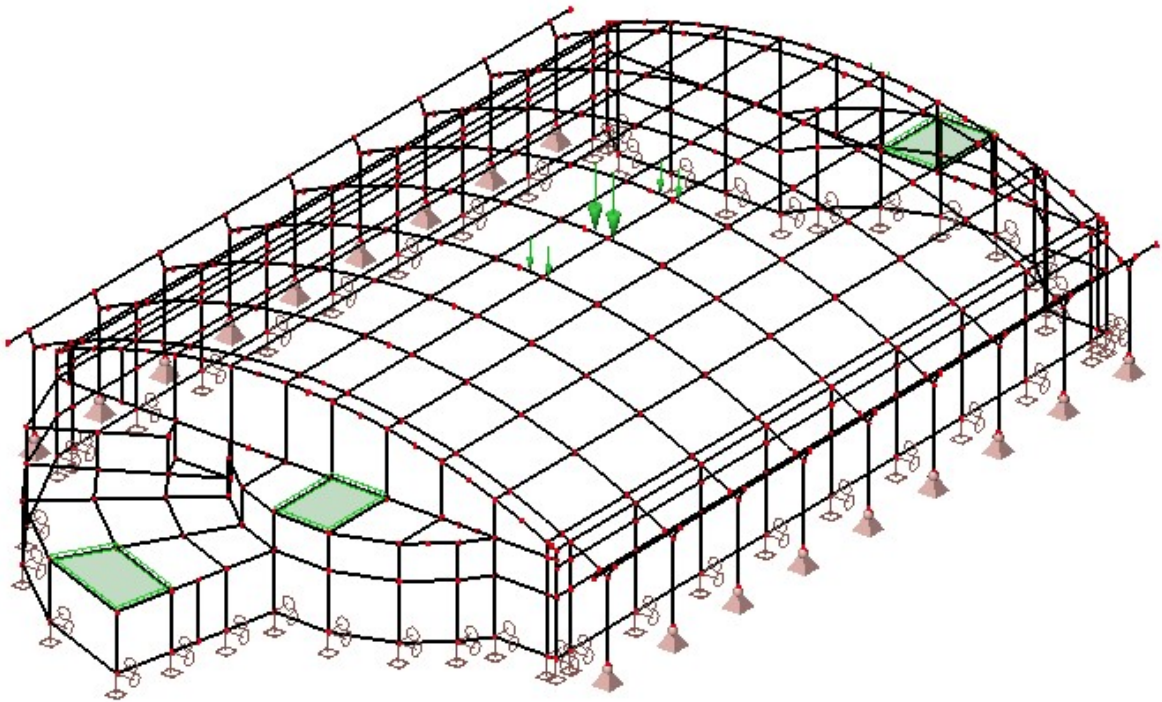
Obr. 17: Zatížení vlastní tíhou (automaticky generované)



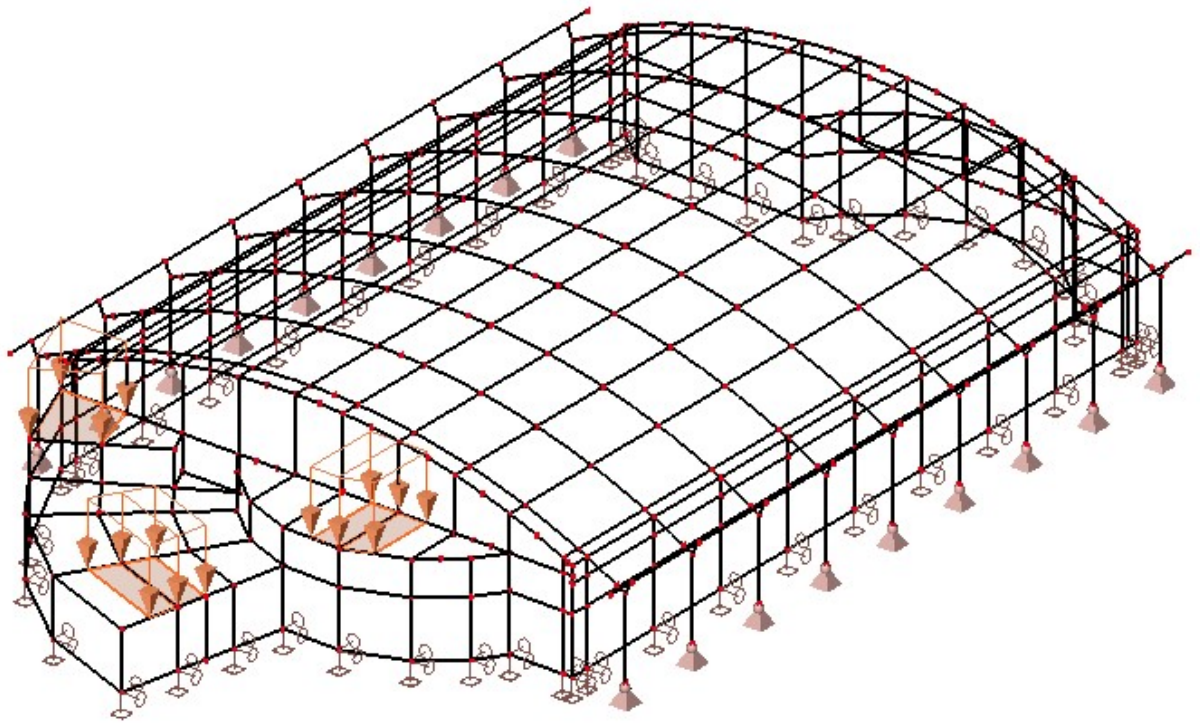
Obr. 18: Stálé zatížení skladbami



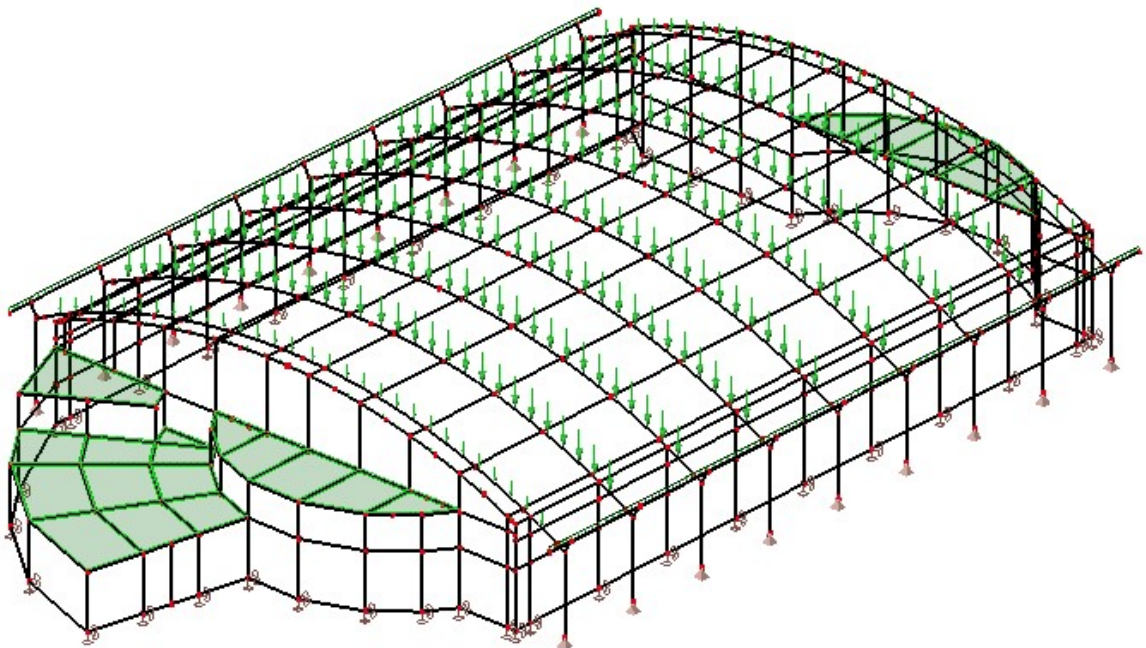
Obr. 19: Užité zátžení 1



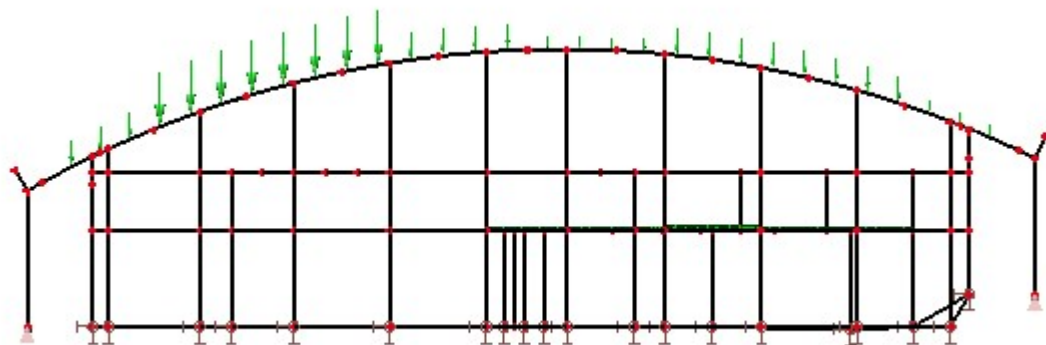
Obr. 20: Užité zátžení 2



Obr. 21: Užité zátžení 3

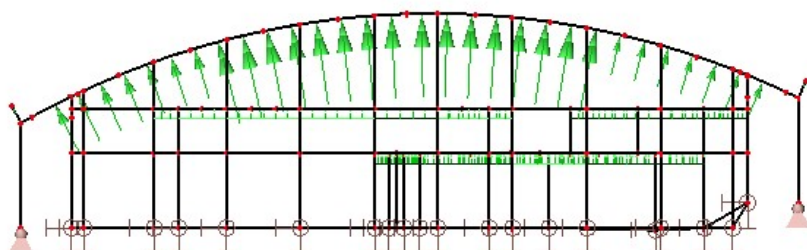


Obr. 22: Zátžení nenavátým sněhem

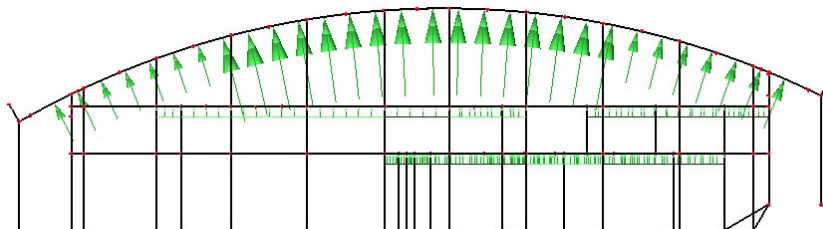


Obr. 23: Zatížení sněhem navátým

PŘÍČNÝ VÍTR 1



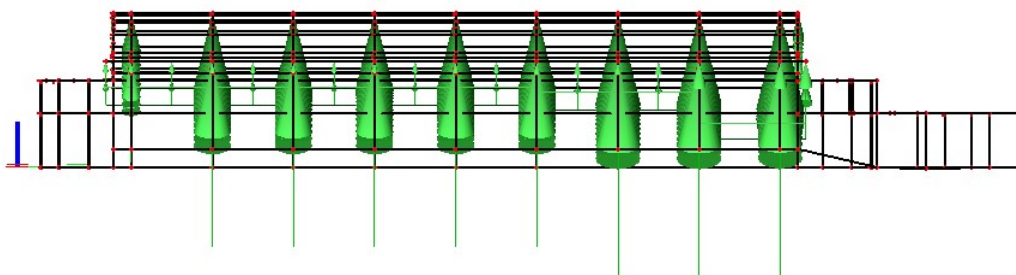
PŘÍČNÝ VÍTR 2



PODÉLNÝ VÍTR 1



PODÉLNÝ VÍTR 2



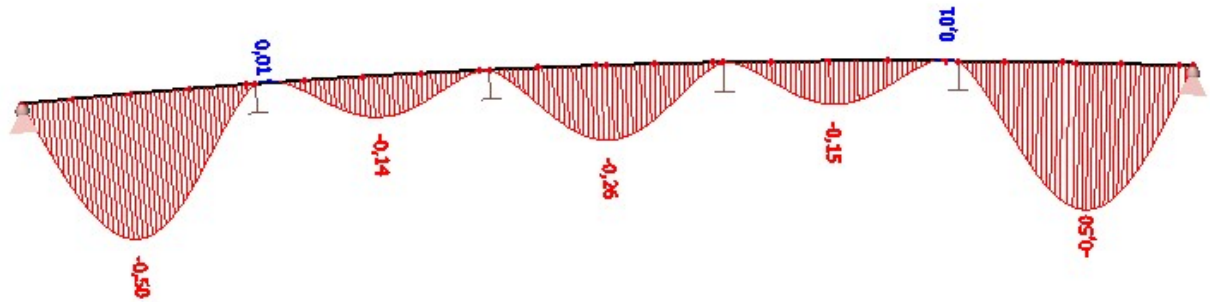
Obr. 24: Zatížení na střechy zadané do modelu

Pozn.: Zatížení na stěny nebylo dobře viditelné. zadáno je zatížení tak, jak je vykresleno ve statickém výpočtu

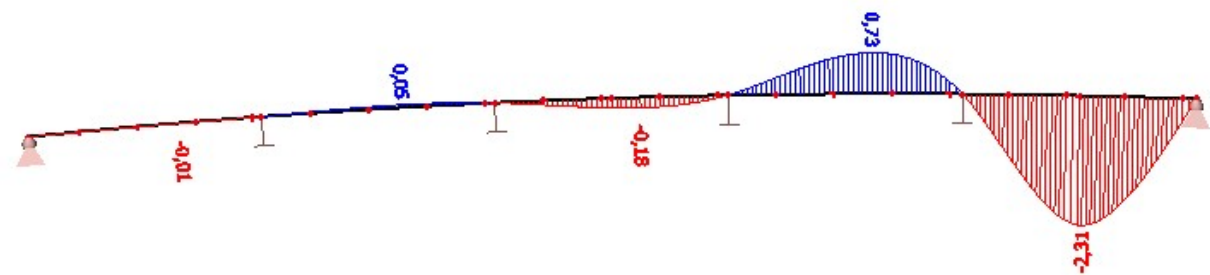
VÝBĚR VÝSTUPŮ Z PROGRAMU PRO VYBRANÉ PRVKY

LAŽOVÁNÍ

deformace od stálého zatížení



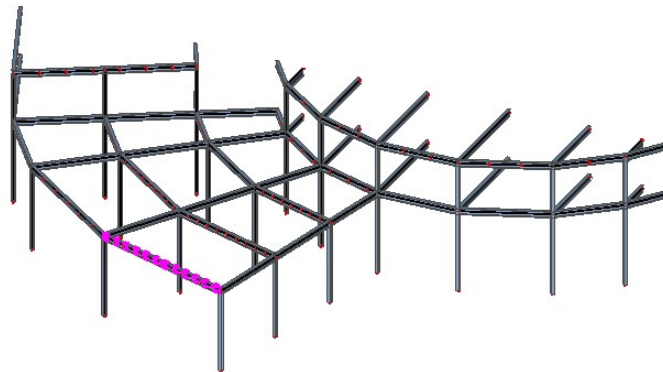
deformace od užitého zatížení



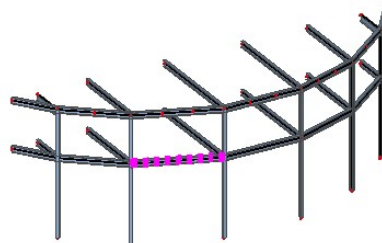
Obr. 25: Deformace lať

PRŮVLAK PŘÍSTAVKU

průvlak posuzovaný na kombinaci CO1



průvlak posuzovaný na kombinaci CO3



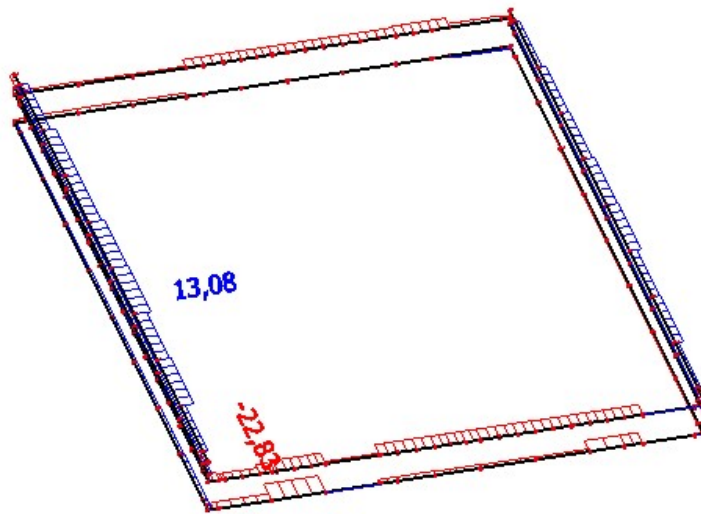
Obr. 26: Schéma posuzovaných průvlaků

SLOUPY PŘÍSTAVKŮ

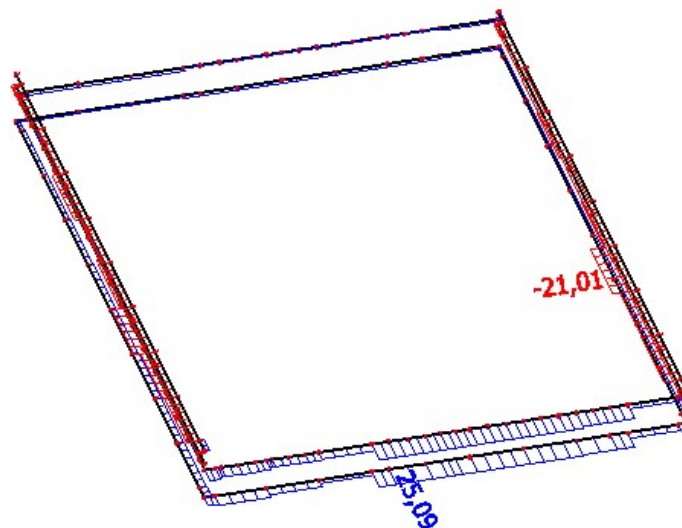


Obr. 27: Schéma navrhovaných sloupů

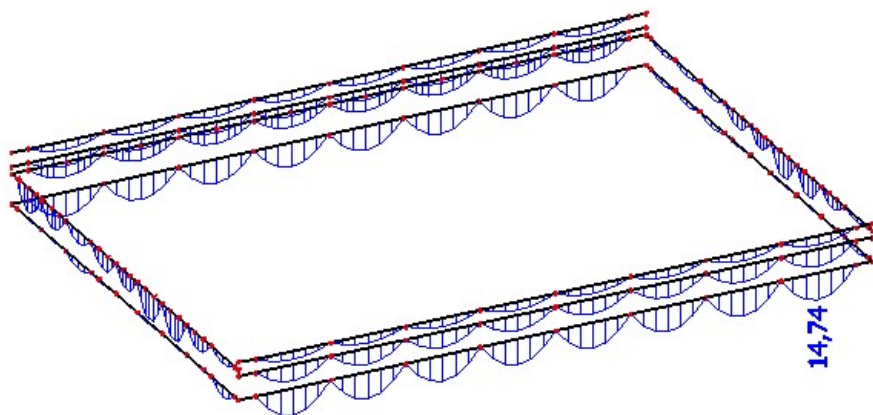
VODOROVNÁ PŘÍČLE FASÁDY



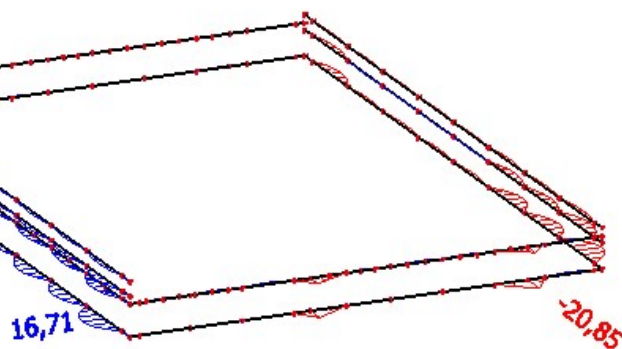
Obr. 28: Extrémní normálová síla



Obr. 29: Extrémní tahová síla



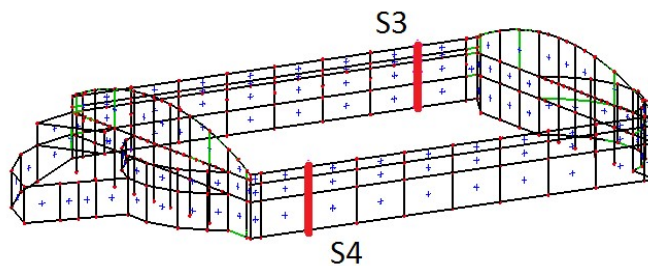
Obr. 30: Extrémní ohybový moment M_y



Obr. 31: Extrémní ohybový moment M_z

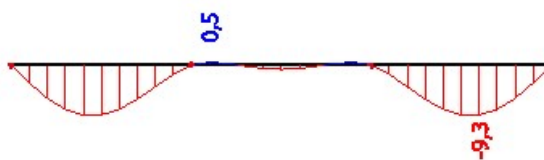
Poznámka: V důsledku úpravy profilů se mohou hodnoty sil nepatrně lišit oproti původnímu výpočtu, průběh se však nezměnil

FASÁDNÍ SLOUPY



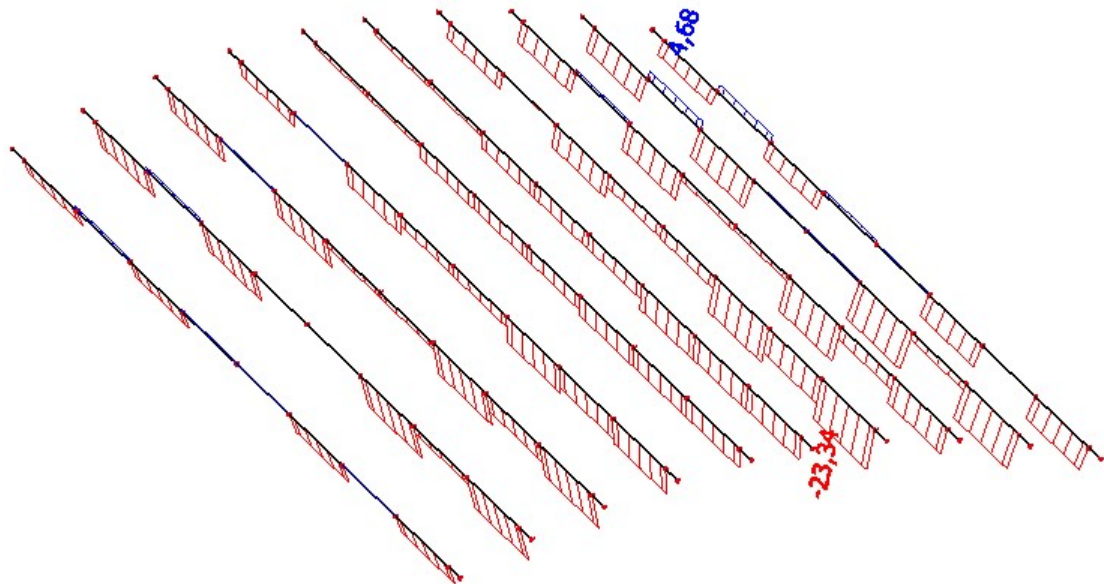
Obr. 32: Schéma označení navrhovaných sloupů

LAŽOVÁNÍ PODHLEDU



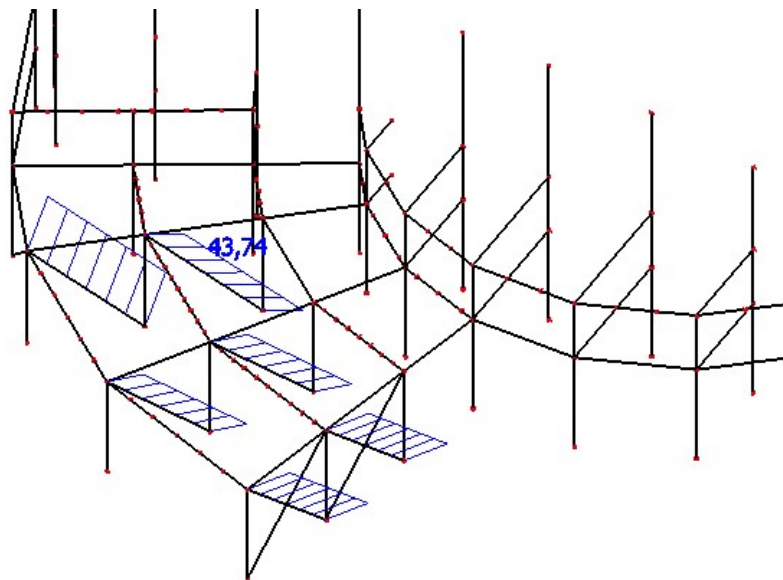
Obr. 33: Výsledná deformace od stálého zatížení

VAZNICE



Obr. 34: Průběh normálové síly při maximální tlakové síle ve vaznici od kombinace CO6

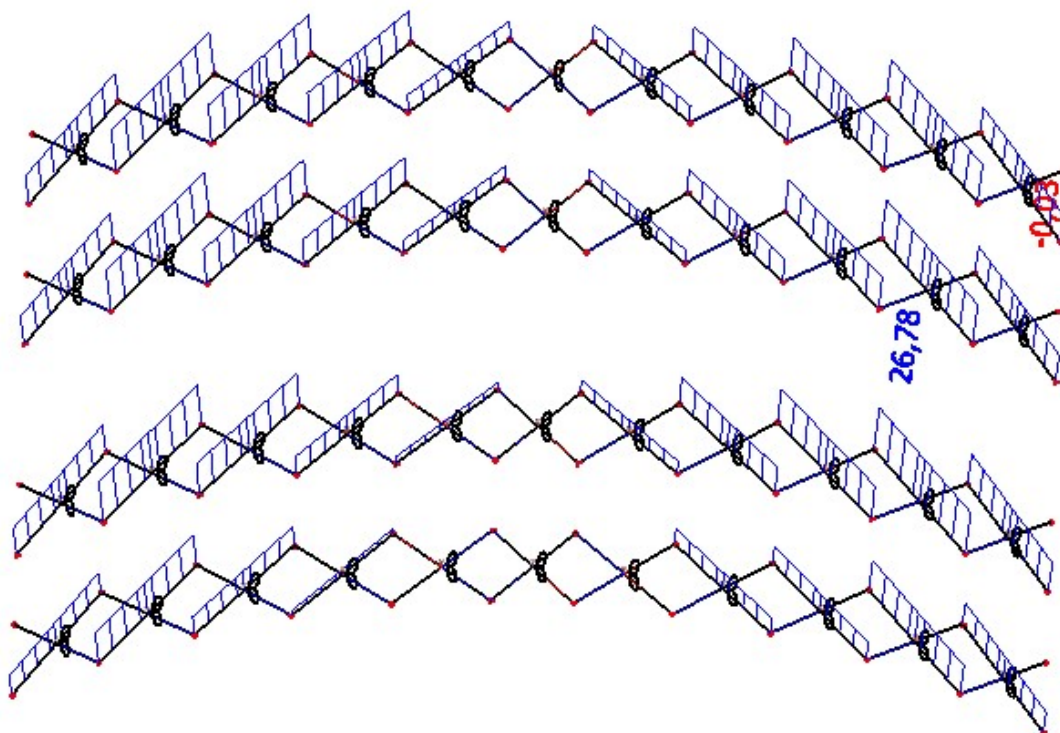
STĚNOVÉ ZTUŽIDLO NEJVÍCE NAMÁHANÉ



Obr. 35: Normálová síla v nejvíce namáhaném ztužidle

Poznámka: V důsledku úpravy profilů se mohou hodnoty sil nepatrně lišit oproti původnímu výpočtu, průběh se však nezměnil

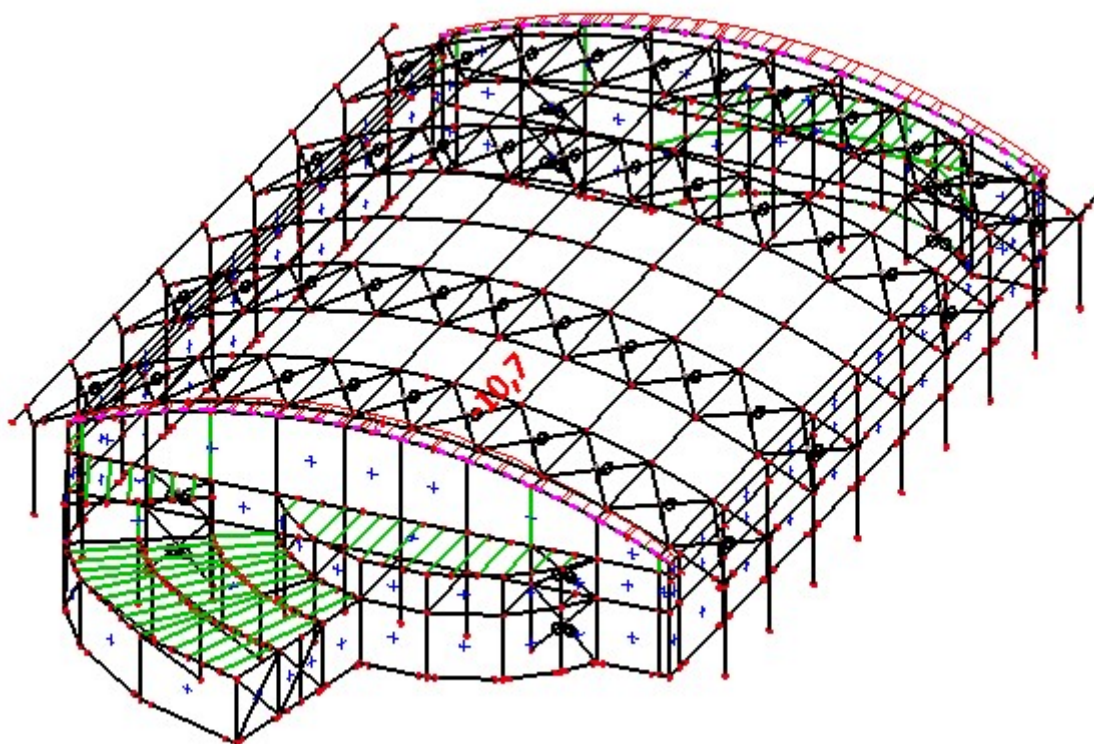
STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO



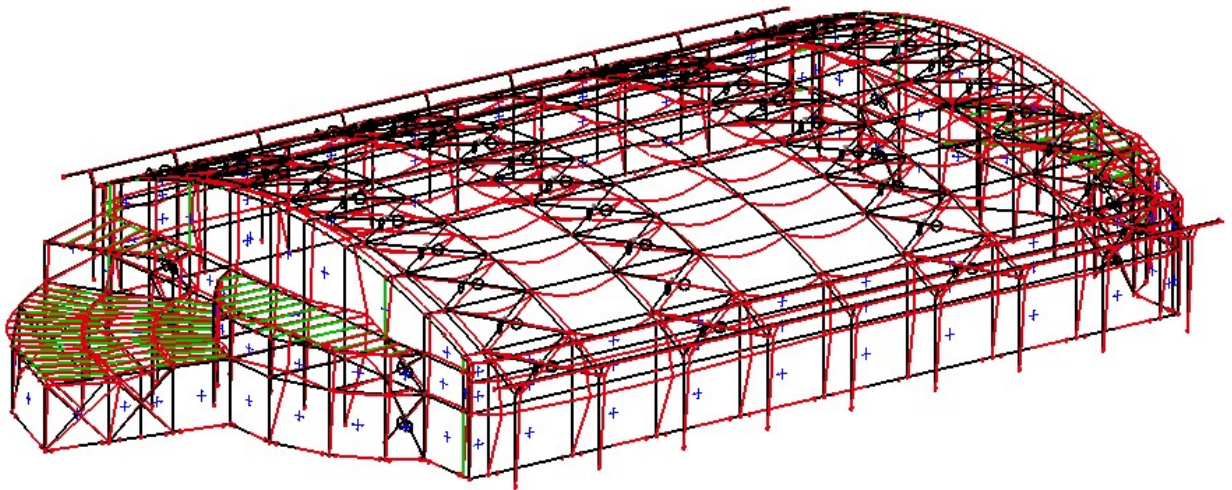
Obr. 36: Největší tahová síla ve střešním ztužidle

Poznámka: Ve výsledcích se sice objevuje tlaková síla, ta je však vyvolaná přenesením nepatrné deformace z taženého ztužidla. Ztužidla jsou nastavena jako pro přenos pouze osových tahových sil, toto je důsledek toho, že nebylo možné oddělit působení prutů. Po nastavení křížení vykazovala konstrukce při výpočtu nestabilitu a výpočet byl přerušen.

KONSTRUKCE JAKO CELEK

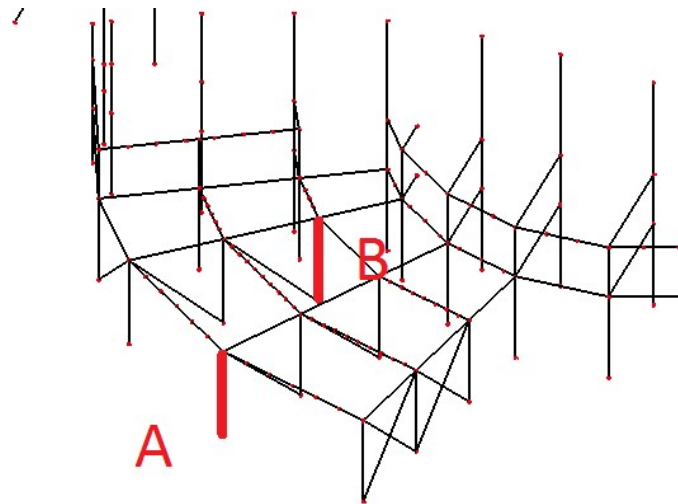


Obr. 37: Deformace konstrukce ve vrcholu od podélného větru



Obr. 38: Vykreslení deformace celé konstrukce od podélného větru

KOTVENÍ SLOUPŮ PŘÍSTAVKU



Obr. 39: Označená místa s maximálními silami (A- největší tlak, B - největší smyk a tah)

POSOUZENÍ NEVYHOVUJÍCÍCH ROZMĚRŮ VAZNÍKU

VSTUPNÍ PARAMETRY

Výška vrcholové části	hap=	1800	mm	
poloměr zakřivení střednice	r=	40050	mm	
vnitřní poloměr zakřivení	rin=	36420	mm	
úhel sklonu náběhu ve vrcholu	alfaap=	1,47	°	
tloušťka lamel	t=	40	mm	(standart)
délka oblouku	d=	18732,5	mm	
Výška na konci oblouku	hv=	1200	mm	
šířka vazníku	b=	200	mm	

pevnosti dřeva

	GL24c		
gammaM=	1,25		
kmod=	0,9		
fm,k=	24	MPa	fm,d= 17,28 MPa
ft,o,k=	17	MPa	ft,o,d= 12,24 MPa
ft,90,k=	0,5	MPa	ft,90,d= 0,36 MPa
fc,0,k=	21,5	MPa	fc,0,d= 15,48 MPa
fv,k=	3,5	MPa	fv,d= 2,52 MPa
E0,mean=	11000	MPa	
E0,05=	9100	MPa	

Vnitřní síly

Med=	1178,7	kNm
Ved=	118,52	kN
Ned=	304,8	kN

PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

plocha	A=	360000	mm ²	
modul průřezu	Wy=	108000000	mm ³	
plocha vazníku	A=	27007078	mm ²	
objem vazníku	Vb=	5401415600	mm ³	= 5,40142 m ³
namáhaný objem vazníku	V=	324000000	mm ³	= 0,324 m ³
	V=2/3Vb=	3600943733	mm ³	= 3,60094 m ³

VÝPOČET NAPĚTÍ V OHYBU

součinitele	k1=	1,039482858	
	k2=	0,144704233	
	k3=	0,807857772	
	k4=	0,003951221	
	hap/r=	0,04494382	
	kl=	1,047618607	
redukce pevnosti	kr=	1	
napětí v ohybu ve vrcholu	sigmam,d=	11,43359308	MPa
		<	fm,d= 17,28 MPa
			VYHOVUJE

VÝPOČET NAPĚTÍ V TAHU KOLMO K VLÁKNŮM

součinitele	k5=	0,005132394	
	k6=	0,208219239	
	k7=	0,051255992	
	kp=	0,014594097	
redukční součinitele pevnosti	kvol=	0,308117761	
	kdis=	1,4	
napětí v tahu kolmo k vláknům	sigmat,90,d=	0,159278349	MPa
		>	ft,90,d= 0,155291 MPa
			NEVYHOVUJE

HRUBÝ ODHAD ROZMĚRŮ ZÁKLADŮ

POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ PATKY DLE ČSN-EN 1997-1

Vstupní údaje

- Svislá síla V_d =	446,21 kN	V=	446,21 kN
- Vodorovná síla H_k =	238,78 kN	H=	238,78 kN
- Moment M_k =	0 kNm	M=	0 kNm
- hloubka založení d =	1 m (pro výpočet $d=H$)		
- HPV 18,8m-hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry ($\gamma=\gamma_1=\gamma_2$)			
- γ =	18 kN/m ³		
- γ_1 =	18 kN/m ³		
- γ_2 =	18 kN/m ³		
- φ_k =	25 °		
- c_{ef} =	25 kPa		
- sklon základové spáry α =	0 °		

Výpočtové údaje

- $q' = H \cdot \gamma_1$ =	24,3 kN/m ²	přítěžení zeminou
- součinitel materiálu γ_{M2} =	1,25	
- $c' =$	20 kPa	
- $\varphi' = \arctan(\tan\varphi_k/\gamma_{M2}) =$	20,4578 °	

Odhad rozměrů patky

- $H' =$	1,35 m
- $B' =$	1,8 m
- $L' =$	1,8 m
- $A' =$	3,24 m ²
- vlastní tíha patky $G =$	147,623 kN

Výpočet bezdimenzionálních součinitelů

součinitele únosnosti

- $N_q = e^{\pi \cdot \text{tg}\varphi'} \cdot \text{tg}^2(45^\circ + \varphi'/2) =$	6,698
- $N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotg}\varphi' =$	15,273
- $N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg}\varphi' =$	4,251

součinitele sklonu základové spáry

- $b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \text{tg}\varphi')^2 =$	1
- $b_q = b_\gamma =$	1
- $b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tg}\varphi') =$	1

součinitele tvaru základů

- $s_q = 1 + (B'/L') \cdot \sin\varphi' =$	1,349518
- $s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') =$	0,7
- $s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) =$	1,410863

součinitel šikmosti zatížení od účinku vodorovného zatížení

$$\begin{aligned} - m &= [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] = 1,5 \\ - i_q &= [1 - H / (V + G + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^m = 0,57178852 \\ - i_c &= [i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')]^m = 0,34998705 \\ - i_\gamma &= [i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')]^{m+1} = 0,17381475 \end{aligned}$$

Návrhová únosnost základové půdy

$$R_d = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 284,796936 \text{ kPa}$$

Kontaktní napětí v základové spáře

$$E_d = (G + V) / A' = 183,2816 \text{ kPa}$$

Posouzení únosnosti

$$\begin{aligned} E_d &< R_d \\ 183,2816358 &< 284,7969 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉHO PASU DLE ČSN-EN 1997-1

Vstupní údaje

- Svislá síla V_d =	75 kN		V=	75 kN
- Vodorovná síla H_k =	20 kN		H=	20 kN
- Moment M_k =	0 kNm		M=	0 kNm
- hloubka založení d =	1 m	(pro výpočet $d=H$)		
- HPV 18,8m-hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry ($\gamma=\gamma_1=\gamma_2$)				
- γ =	18 kN/m ³			
- γ_1 =	18 kN/m ³			
- γ_2 =	18 kN/m ³			
- φ_k =	25 °			
- c_{ef} =	25 kPa			
- sklon základové spáry α =		0 °		

Výpočtové údaje

- $q' = H \cdot \gamma_1$ =	18 kN/m ²	přítěžení zeminou
- součinitel materiálu γ_{M2} =	1,25	
- c' =	20 kPa	
- $\varphi' = \arctan(\tan \varphi_k / \gamma_{M2})$ =	20,4578 °	

Odhad rozměrů patky

- H' =	1 m	
- B' =	0,5 m	
- L' =	1 m	
- A' =	0,5 m ²	
- vlastní tíha patky G =	16,875	kN

Výpočet bezdimenzionálních součinitelů

součinitele únosnosti

- $N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi'} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi'/2) =$	6,698
- $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi' =$	15,273
- $N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi' =$	4,251

součinitele sklonu základové spáry

- $b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \tan \varphi')^2 =$	1
- $b_q = b_\gamma =$	1
- $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \varphi') =$	1

součinitele tvaru základů

- $s_q = 1 + (B'/L') \cdot \sin \varphi' =$	1,174759
- $s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') =$	0,85
- $s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) =$	1,205431

součinitel šikmosti zatížení od účinku vodorovného zatížení

- $m = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] =$	1,66666667
- $i_q = [1 - H / (V + G + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^m =$	0,73522623
- $i_c = [i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')]^m =$	0,53716536
- $i_\gamma = [i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')]^{m+1} =$	0,36997536

Návrhová únosnost základové půdy

$$R_d = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 307,934425 \text{ kPa}$$

Kontaktní napětí v základové spáře

$$E_d = (G + V) / A' = 183,75 \text{ kPa}$$

Posouzení únosnosti

$$E_d < R_d$$
$$183,75 < 307,9344$$

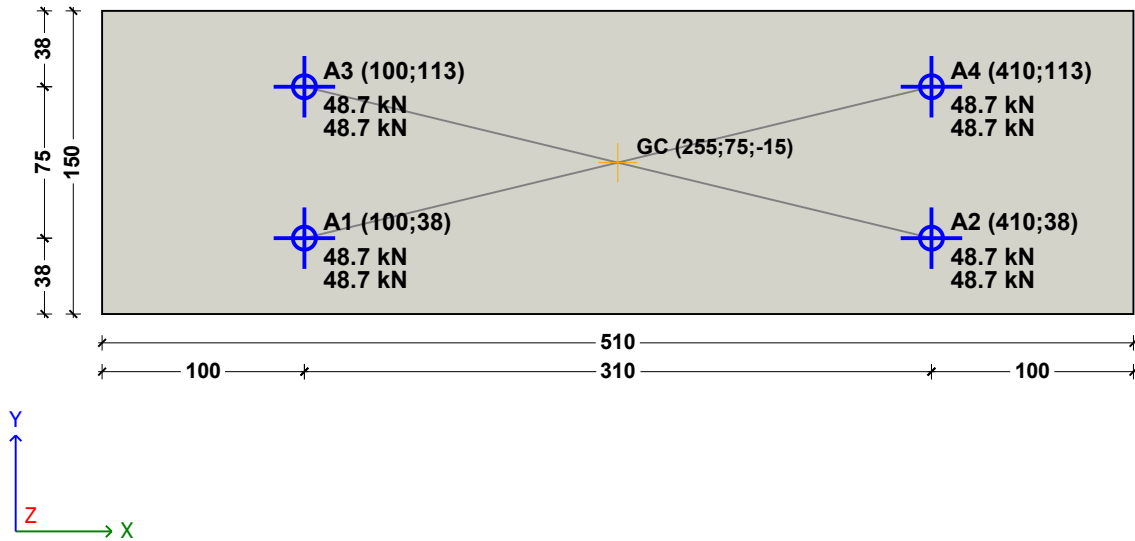
VYHOVUJE

TPA - Transport Anchor Systems

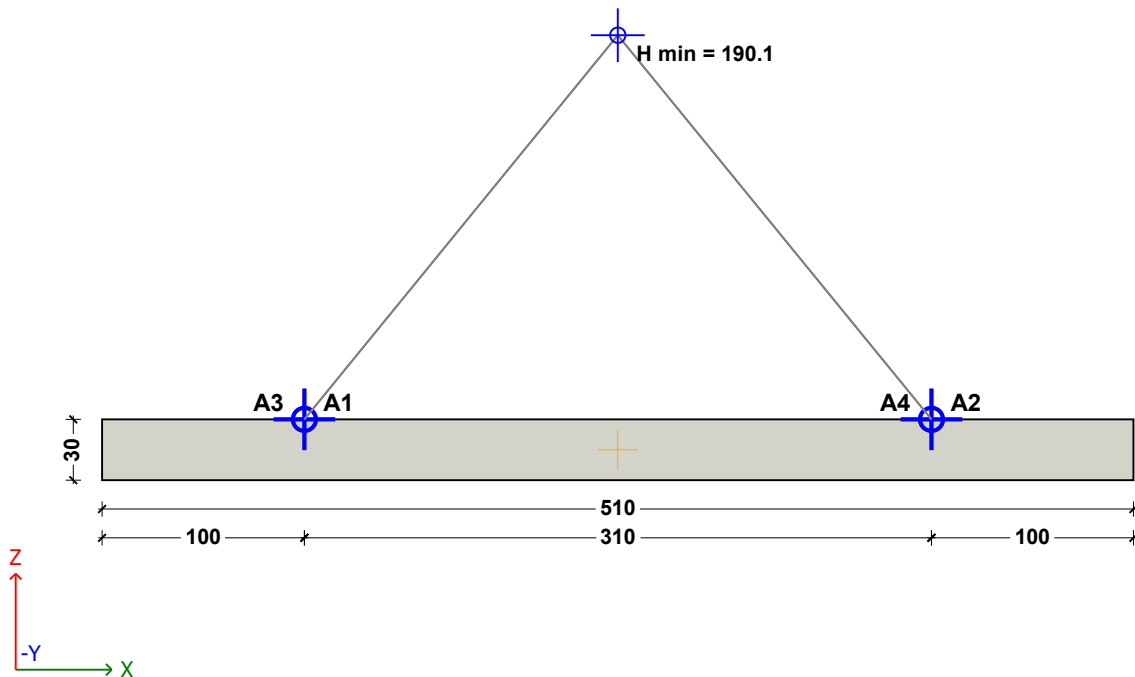
Transport | Slab | Standard slab

GRAPHICS

Top view



Front view

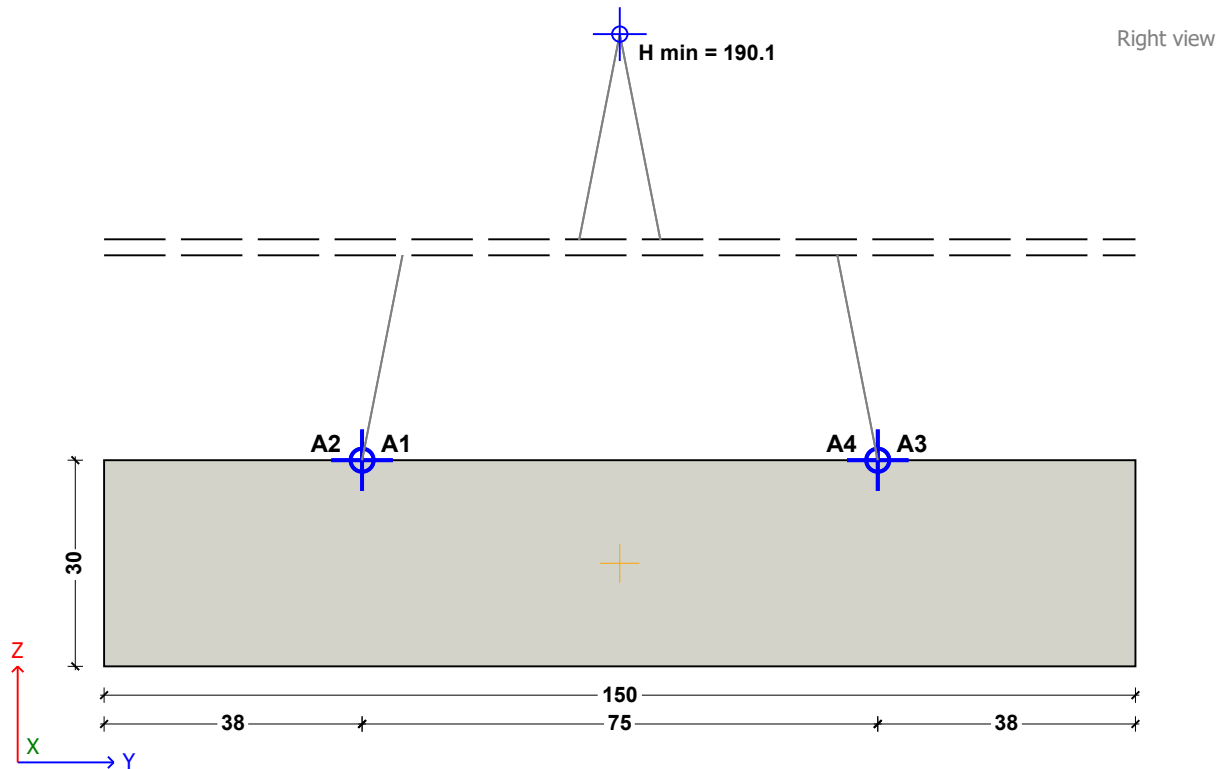


HALFEN Ltd., Unit 2, Humphrys Road, Woodside Estate, Dunstable LU5 4TP, Phone: +44 - 1582 - 470 341, Telefax: +44 - 1582 - 470 304 © HALFEN GmbH, Langenfeld, Germany

TPA - Transport Anchor Systems

Transport | Slab | Standard slab

GRAPHICS



CALCULATIONS

Calculation values:

Weight:	57.4 kN
Volume:	2.3 m ³
Center of gravity:	
Sx:	255.0 cm
Sy:	75.0 cm
Sz:	-15.0 cm
Adhesion area:	7.7 m ²
Adhesion to the mould:	7.7 kN
Cable inclin. angle:	40.0°
Spread angle factor:	1.31
Impact factor at the plant:	1.30
Impact factor on the site:	1.30
Concrete strength at the plant:	15 N/mm ²
Concrete strength on the site:	15 N/mm ²
Number of loadbearing anchors:	2

Loads:

Total weight:	
Plant - Lift out of the mould:	65.0 kN
Plant - Transport:	74.6 kN
Site - Transport / Installation:	74.6 kN
Forces at anchors (Plant / Site):	
Anchor 1:	48.7 kN / 48.7 kN
Anchor 2:	48.7 kN / 48.7 kN
Anchor 3:	48.7 kN / 48.7 kN
Anchor 4:	48.7 kN / 48.7 kN

General:

Minimum hook height:	190.1 cm
----------------------	----------

TPA - Transport Anchor Systems

Transport | Slab | Standard slab

ANCHOR DETAILS

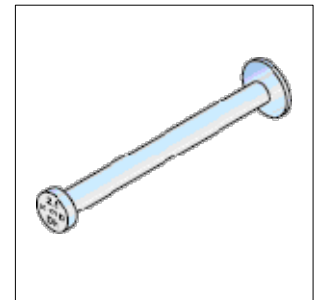
Anchor type: DEHA Spherical-Head Anchor 6000
Selected anchor: 6000-20,0-0200

Reinforcement / Permissible load:

Anchor length l: 200 mm
Thickness of plate B2: 240 mm
Permissible load - $\beta_w = 15\text{N/mm}^2$: 61.6 kN
Anchor axial spacing ez: 585 mm
Slot-in link BSt 500 S ds1: 2 × Ø25 mm
Slot-in link BSt 500 S dbr1: 80 mm
Slot-in link BSt 500 S ls1: 3000 mm

Anchor details:

Designation (Mill): 6000-20,0-0200
Order No.: 735.010-00070
Load group: 20 t
Dimensions
l: 200 mm
d: 38 mm
d1: 69 mm
d2: 98 mm
k: 15 mm
Da: 160 mm



INPUT DATA

Calc.-Norm:	Germany	Positioning type:	Standard
Anchor application:	Transport	Number of anchors:	4
Element to be lifted:	Slab	Positioning mode:	free
Element type:	Standard slab	Symmetry type:	Full symmetrical
Length L [cm]:	510	Anchor 1:	
Width B [cm]:	150	X [cm]:	100
Thickness D [cm]:	30	Y [cm]:	38
Specific weight [kN/m³]:	25	Anchor 2:	
		X [cm]:	410
		Y [cm]:	38
Load case group: Precast. plant:	Yes	Anchor 3:	
Load case: Lift out of the mould:		X [cm]:	100
Concrete strength when lifting out of ... [N/mm²]:	15	Y [cm]:	113
Adhesion force / factor:	1 kN/m²	Anchor 4:	
Load case: Transport:		X [cm]:	410
Concrete strength when lifting out of ... [N/mm²]:	15	Y [cm]:	113
Impact factor:	1.3		
Load case group: Constr. site:	Yes	Lifting slings:	Cable, Chain
Load case: Transport / Installation:		Balance compensator:	No
Concrete strength [N/mm²]:	15	Cable inclin. angle [°]:	40
Impact factor:	1.3		

Transport Anchor System DEHA Spherical-Head Anchors

TPA - Transport Anchor Systems

Transport | Slab | Standard slab

INPUT DATA

Anchor type: DEHA Spherical-Head Anchor 6000
Finish: Mill

ANNOTATIONS

Slab should be designed for load case!

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

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Zadání haly, strana 1*
- Obr. 2: Zadání haly strana 2*
- Obr. 3: Zkouška statického schématu, zadané zatížení*
- Obr. 4: Vnitřní síly na zkušební konstrukci*
- Obr. 5: Skladby střešních plášťů*
- Obr. 6: Napojení neprůhledných fasádních panelů*
- Obr. 7: Sokl fasády*
- Obr. 8: Okenní nadpraží*
- Obr. 9: Dilatační napojení nadpraží*
- Obr. 10: Atika pístavků*
- Obr. 11: Dilatační napojení na přilehlé konstrukce*
- Obr. 12: Celkový model*
- Obr. 13: Schéma hlavní konstrukce*
- Obr. 14: Schéma fasádní konstrukce*
- Obr. 15: Schéma východního přístavku*
- Obr. 16: Renderované schéma konstrukce*
- Obr. 17: Zatížení vlastní tíhou (automaticky generované)*
- Obr. 18: Stálé zatížení skladbami*
- Obr. 19: Užité zatížení 1*
- Obr. 20: Užité zatížení 2*
- Obr. 21: Užité zatížení 3*
- Obr. 22: Zatížení nenavátým sněhem*
- Obr. 23: Zatížení sněhem navátým*
- Obr. 24: Zatížení na střechy zadané do modelu*
- Obr. 25: Deformace latě*
- Obr. 26: Schéma posuzovaných průvlaků*
- Obr. 27: Schéma navrhovaných sloupů*
- Obr. 28: Extrémní normálová síla*
- Obr. 29: Extrémní tahová síla*
- Obr. 30: Extrémní ohybový moment M_y*
- Obr. 31: Extrémní ohybový moment M_z*
- Obr. 32: Schéma označení navrhovaných sloupů*
- Obr. 33: Výsledná deformace od stálého zatížení*
- Obr. 34: Průběh normálové síly při maximální tlakové síle ve vaznici od kombinace CO6*
- Obr. 35: Normálová síla v nejvíce namáhaném ztužidle*
- Obr. 36: Největší tahová síla ve střešním ztužidle*
- Obr. 37: Deformace konstrukce ve vrcholu od podélného větru*
- Obr. 38: Vykreslení deformace celé konstrukce od podélného větru*
- Obr. 39: Označená místa s maximálními silami (A- největší tlak, B - největší smyk a tah)*