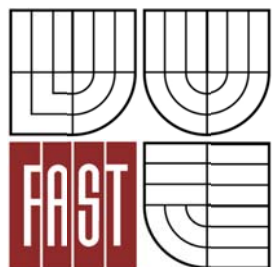




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant

Bc. VÁCLAV ŠPETA

Název

Ocelová konstrukce obytné budovy

Vedoucí diplomové práce

Ing. Michal Štrba, Ph.D.

**Datum zadání
diplomové práce**

31. 3. 2013

**Datum odevzdání
diplomové práce**

17. 1. 2014

V Brně dne 31. 3. 2013

doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.

Vedoucí ústavu

**KOVOVÝCH
A DŘEVĚNÝCH
KONSTRUKCÍ**

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

Platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových a spřažených ocelobetonových konstrukcí:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- [7] ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

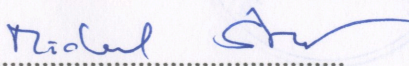
V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová konstrukce obytné budovy. Půdorysně bude mít tvar symetrického n-úhelníku s nejdelším příčným rozměrem cca 43,0 m. Výška objektu je stanovena na cca 30 m. Z hlediska klimatického zatížení spadá do lokality města Brna. Konkrétní řešení bude vybráno na základě optimalizace zvolených konstrukčních variant. Ve stropěch bude využito spřažení s betonovou deskou.

Práce bude obsahovat statický výpočet hlavních nosných částí včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího), technickou zprávu se zahrnutím postupu montáže a výkresovou dokumentaci v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem ocelové konstrukce obytné budovy. Objekt je uvažován jako sedmipatrový pavlačový dům. Pavlač je situována do atria uprostřed objektu, které je zastřešeno kopulí. Půdorys každého patra tvoří pravidelný šestiúhelník. Jednotlivá patra jsou vzájemně pootočena o 30°. Nejdelší příčný rozměr je 43 m (osově). Výška objektu je 30,4 m (včetně pláště kopule). Konkrétní řešená konstrukce byla vybrána na základě optimalizace konstrukčních variant. Z hlediska klimatického zatížení spadá do lokality města Brna.

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny ocelobetonovými sloupy kruhového průřezu. Stropní konstrukce je navržena z ocelových válcovaných profilů I a H, které nesou souvrství vodorovné konstrukce. U stropnic a některých průvlaků je využito spřažení ocelového profilu s betonovou deskou. Kopule nad atriem je tvořena žebry z lepeného lamelového dřeva. Výplňové pruty jsou z ocelových trubek. Vrcholový prstenec je navržen z profilu UPE.

Abstract

The master's thesis deals with a project of the steel structure of a residential building. The building is thought like sevenfloor balcony-access house. The access balcony is situated in atrium in the middle of the building, which is roofed with a shell dome. The regular hexagon creates a ground plan of each floor. Every floor is turned 30 degrees compared to the next floors. The longest cross dimension is 43 m (axial). The height of the building is 30,4 m (including copula envelope). The final structure is chosen on the basis of optimization of the structural variants. The climatic load angle structure falls into the locality of the town Brno.

The vertical supporting structure is made from steel-concrete accoupled circular section columns. The floor structure is designed from the steel rolled section I and H. These support assembly of a horizontal structure. Some joists and girder are designed like accoupled with a concrete floor slab. The copula above atrium is made from glue laminated timber ribs. Infill rods are from steel tube. The top ring of copula is designed from the rolled section UPE.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, spřažení, kopule, obytná budova, stropnice, průvlak, ocelobetonový sloup, lepené lamelové dřevo

Keywords

steel structure, accouplement, shell dome, residential building, joist, girder, steel-concrete accoupled column, glue laminated timber

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Václav Špeta *Ocelová konstrukce obytné budovy*. Brno, 2014. 194 s., 4 s. příl., 18 výkresů. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17. 1. 2014

.....*Václav Špeta*.....

podpis autora
Bc. Václav Špeta

Poděkování:

Děkuji touto cestou Ing. Michalu Štrbovi, Ph.D. za odborné vedení a užitečné informace, které mi pomohly prohloubit znalosti v oblasti konstrukcí a umožnily zdárné ukončení diplomové práce.

V Brně dne 17. 1. 2014

.....
Václav Špeta.....

podpis autora
Bc. Václav Špeta

Seznam použitých zdrojů:

Literatura:

- VRANÝ, Tomáš a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 53 s. ISBN 80-010-3140-3.
- STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové konstrukce I*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011, 146 s. ISBN 978-80-01-04800-9.
- ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. *Ocelové konstrukce: příklady*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008, 83 s. ISBN 978-80-01-03906-9.
- VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2: cvičení*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04368-4.
- STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 152 s. ISBN 978-80-01-04298-4.
- KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005, 188 s. ISBN 80-010-3310-4.
- KUKLÍK, Petr, Anna KUKLÍKOVÁ a Karel MIKEŠ. *Dřevěné konstrukce I: cvičení*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 95 s. ISBN 978-80-01-05227-3.
- ŠMÍŘÁK, Svatopluk. *Pružnost a plasticita: příklady*. Brno: CERM, 2000, 217 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1623-8.
- WANKE, Josef a Luděk SPAL. *Ocelové trubkové konstrukce*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975, 496 s.
- KOLBITSCH, Andreas. *Tragwerke - Baukonstruktionen*. Wien: E 206-4 Institut für Hochbau und Technologie, Forschungsbereich für Hochbaukonstruktionen und Bauwerkserhaltung, Technische Universität Wien, 2011, 373 s.

Normy:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN 73 1401: Navrhování ocelových konstrukcí

Webové stránky:

www.ocelar.cz

www.ferona.cz

www.halfen.cz

www.kovprof.cz

www.koster.cz

www.rockwool.cz

www.knauf.cz

www.schueco.com

www.wienerberger.cz

Seznam použitých zkratk a symbolů:

Velká písmena:

A	plocha průřezu
B	síla v protlačení šroubu
C	součinitel
C	vzdálenost těžišť
C _e	součinitel okolního prostředí
C _t	tepelný součinitel
D	průměr
E	modul pružnosti
F	síla (osamělé břemeno)
G	modul pružnosti ve smyku
G _k	stálé zatížení (osamělé břemeno)
I	moment setrvačnosti
I _t	torzní moment setrvačnosti
I _v	intenzita turbulence
I _ω	výsečový moment setrvačnosti
L	délka
M	ohybový moment
N	normálová síla
P	smyková síla (spřahovací trn)
Re	Reynoldsovo číslo
S _Δ	obsah trojúhelníku
V	posouvající síla
V	objem
W	průřezový modul

Malá písmena:

a	vzdálenost středu smyku od těžiště
a	rozměr při páčení, rozteč svorníků
b	šířka, rozměr při páčení
c ₀	součinitel orografie
c _{dir}	součinitel směru
c _p	součinitel tlaku větru
c _r	součinitel drsnosti
c _{season}	součinitel ročního období
d	hloubka konstrukce
d	průměr
e	vzdálenost od okraje
f	vzepětí
f	pevnost
f _u	mez pevnosti oceli

f_y	mez kluzu oceli
g	stálé zatížení (plošné/liniové)
h	výška
i	poloměr setrvačnosti
k	součinitel
k_{1-7}, k_l	
k_p	součinitel
k_c	součinitel vzpěrnosti (dřevo)
k_{crit}	součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu
k_{dis}	součinitel zohledňující rozložení napětí ve vrcholové části
k_l	součinitel turbulence
k_m	součinitel zohledňující redistribuci ohybových napětí v průřezu
k_{mod}	modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti
k_r	součinitel terénu
k_r	redukční součinitel
k_t	redukční součinitel únosnosti spřahovacího trnu
k_{vol}	součinitel objemu
k_{yy}	součinitel interakce
k_{yz}	součinitel interakce
k_{zy}	součinitel interakce
k_{zz}	součinitel interakce
l	délka
n	počet
p	rozteče šroubů
q	proměnné zatížení (plošné/liniové)
q_d	maximální hodnota dynamického tlaku (dynamický tlak při nárazu větru)
r	poloměr
s	zatížení sněhem na střeše
s	osová vzdálenost trnů
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi v příslušném místě
t	tloušťka
t_f	tloušťka pásnice
t_w	tloušťka stojiny
v	rychlost větru
v_b	základní rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_m	střední rychlost větru
w	tlak větru
w	průhyb
x	vzdálenost (neutrální osy)
z	výška nad zemí
z	vzdálenost ve směru osy z

z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{\max}$	maximální výška
$z_{\min}$	minimální výška

Písmena řecké abecedy:

$\emptyset$	imperfekce ve tvaru globálního počátečního naklonění
α	sklon měřený od vodorovné
α	součinitel imperfekce pro křivky vzpěrné pevnosti
α	součinitel
β	úhel mezi vodorovnou a tečnou ke křivce pro válcové střechy
β_c	součinitel přímosti
β_w	korelační součinitel
γ	dílčí součinitel spolehlivosti
ε	součinitel závisející na f_y
λ	efektivní štíhlost
λ	štíhlost
λ	hodnota štíhlosti pro výpočet poměrné štíhlosti
$\bar{\lambda}$	poměrná štíhlost pro vybočení
μ	tvarový součinitel zatížení sněhem
ν	kinematická viskozita vzduchu
ξ	redukční součinitel
ρ	měrná hustota vzduchu
ρ	hustota
σ	napětí
σ	normálové napětí
σ_v	směrodatná odchylka turbulence
τ	tangenciální napětí
ϕ	součinitel plnosti
χ	součinitel vzpěrnosti
χ_{LT}	součinitel klopení
ψ	součinitel pro kruhové trubky (spřažené sloupy)
ψ_0	součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
ψ_λ	redukční součinitel pro nosné prvky s koncovými efekty
$\psi_{\lambda\alpha}$	součinitel koncového efektu pro kruhový válec

Horní indexy:

+	tah, kladný moment
-	tlak, záporný moment

Dolní indexy:

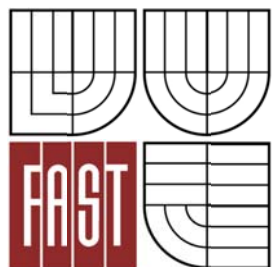
0	rovnoběžně s vlákny dřeva
0,05	hodnota 5 % kvantilu
90	kolmo na vlákna dřeva
↓	kolmo na osu svaru
	rovnoběžně s osou svaru
a	konstrukční ocel (spřažené konstrukce)
b	vzpěr, veličina vztažena ke šroubu
c	tlak
c	beton (spřažené konstrukce)
cr, crit	kritický
d	návrhový
e	vnější
Ed	návrhová veličina
ef, eff	efektivní
G	stálé zatížení
int	vnitřní
k	charakteristický
lim	limitní
m	ohyb, střední hodnota
M	materiálový
max	maximum
mean	průměrná hodnota
min	minimum
pl	plastický
Q	proměnné zatížení
R	výsledný
Rd	návrhová únosnost
t	tah
tor	torze
v	smyk
w	vítr, veličina vztažena ke svaru
x, y, z	osy

Seznam příloh:

- STUDIE
- STUDIE - VÝKRESOVÁ ČÁST
 - PŮDORYS 1.NP M 1:250
 - PŮDORYS 2.NP M 1:250
 - PŮDORYS 3.NP M 1:250
 - PŮDORYS 4.NP M 1:250
 - PŮDORYS 5.NP M 1:250
 - PŮDORYS 6.NP M 1:250
 - PŮDORYS 7.NP M 1:250
 - POHLED NA STŘECHU M 1:250
 - ŘEZ A-A, POHLEDY M 1:250
- TECHNICKÁ ZPRÁVA
- STATICKÝ VÝPOČET - ZATÍŽENÍ
- STATICKÝ VÝPOČET - DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ
- STATICKÝ VÝPOČET - SPOJE
- VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE
 - SKLADBA STROPU, SKLADBA STŘECHY M 1:200
 - SKLADBA KOPULE M 1:100
 - ŘEZ A-A, ŘEZ B-B M 1:10
 - DETAILS A, B, C M 1:10
 - DETAILS D, E M 1:10
 - DETAIL F M 1:10
 - DETAIL G M 1:10
 - DETAILS H, I M 1:10
 - KOTEVNÍ PLÁN M 1:10/200
 - VÝKAZ MATERIÁLU



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

- STUDIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH

PRŮVODNÍ ZPRÁVA	1
ÚVOD	1
POPIS KONSTRUKCE	1
VARIANTY ŘEŠENÍ PŘEDSAZENÉ ČÁSTI PATRA.....	3
(1.) PŘEDSAZENÁ ČÁST ZAVĚŠENA NA TÁHLU	5
(2.) PŘEDSAZENÁ ČÁST DOPLNĚNÁ SLOUPY, V PŘÍZEMÍ ŠIKMÝ SLOUP (+ SLOUP V KŘÍŽENÍ NAVÍC)	6
(3.) PŘEDSAZENÁ ČÁST DOPLNĚNÁ SLOUPY VEDOUCÍMI SVISLE AŽ K ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCI	7
VARIANTY ŘEŠENÍ PAVLAČE.....	8
(1.) PAVLAČ NA KONZOLÁCH, SLOUPY JEN VE DVOU PRSTENCÍCH.....	8
(2.) PAVLAČ NA STROPNICÍCH OPŘENÝCH DO PRŮVLAKŮ, SLOUPY VE TŘECH PRSTENCÍCH.....	9

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Úvod:

##Ve studii je zpracováno koncepční řešení vícepodlažního bytového domu. Myšlenka, jež je rozvedena v následující práci, odráží některé současné módní trendy v navrhování budov jako jsou např. inspirace přírodními tvary, velká užitná plocha bytu včetně balkónu, vzdušné atrium nebo využití moderních kompozitních konstrukcí. #

Nejsilnějším znakem inspirace přírodou popř. fyzikálními zákony je využití tvaru pravidelného šestiúhelníku, jež je asi nejčastěji spojován se včelami. Dalším přirozeným prvkem reprezentujícím spíše fyzikální zákony je využití kopule pro zastřešení atria. Jedná se o podobnost segmentu koule (na šestiúhelníkové základně). Koule je z energetického hlediska neodmyslitelnou součástí přírody.

Prostorné byty dávají větší možnosti architektům i investorům realizovat své nápady. Aby těmto procesům doslova nestálo nic v cestě, jsou byty navrženy tak, aby se uvnitř plochy nenacházel žádný sloup. Na celé ploše je počítáno s libovolným rozmístěním příček. Prostorné byty bez sloupů s sebou přináší velké rozpony stropních konstrukcí. Snaha dosáhnout co možná nejmenší tloušťky stropu vede k využití moderních kompozitních konstrukčních prvků. Protože je nosná konstrukce primárně uvažována jako ocelový skelet, nabízí se logicky využít spřažené ocelobetonové prvky. Naopak pro hlavní zakřivené nosníky kopule se nabízí díky technologickým možnostem využít lepené lamelové dřevo.

Některé části konstrukce si vyžádaly analýzu ve formě vypracování variant, ze kterých bylo následně vybráno finální řešení. Jednotlivé možnosti jsou uvedeny dále. Nedílnou součástí studie je také výkresová část.

Popis konstrukce:

Z konstrukčního hlediska se jedná o sedmipatrový objekt. Půdorysně má každé patro tvar pravidelného šestiúhelníku o délce strany 21,5 m. Jednotlivá patra jsou na úrovni fasády vzájemně o 30° pootočena. Uvnitř je menší šestiúhelník o délce strany 11,5 m, který tvoří hranici mezi obytným a komunikačním prostorem (atriem). Tento šestiúhelník je půdorysně ve všech patrech totožný. Je tedy využit pro umístění konstrukce ztužujícího jádra. Vodorovné ztužení je uvažováno pomocí betonových stropních desek. Nad atriem je kopule. Objekt je provozně koncipován jako pavlačový dům. Pavlač je situována do atria uprostřed objektu. Celková výška objektu je cca 30 m. Z hlediska klimatického zatížení spadá do lokality Brno.

Stropní konstrukce jsou navrženy jako stropnicové se spřaženými stropnicemi. Počítá se s využitím válcovaných profilů tvaru I příp. H a jejich spřažením pomocí klasických spřahovacích trnů s hlavou s žebrovou železobetonovou deskou. Jako ztracené bednění desky poslouží trapézový plech. Neuvažuje se spolupůsobení plechu a betonu jako plechobetonové desky.

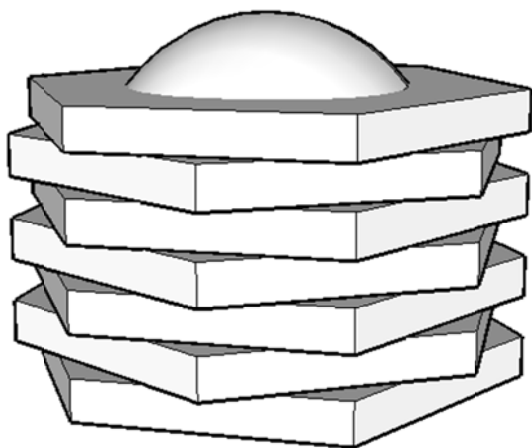
Svislé nosné prvky tvoří kruhové ocelobetonové sloupy. Sloupy tvoří pomyslně tři prstence. Obvodový, sloužící pro uložení průvlaků vynášejících strop v bytech. Střední je na již zmiňované hranici mezi byty a atriem s pavlačí. Slouží zároveň jako součást ztužujícího rámového jádra. Vnitřní prstenec podpírá pavlač. Jeho funkce je diskutována dále ve variantách řešení. Kotvení sloupů je idealizováno jako kloubové.

Zastřešení bytové části je provedeno plochou jednoplášťovou střechou. Hlavní nosná žebra kopule tvoří zakřivené vazníky z lepeného lamelového dřeva. Na výplňové pruty budou

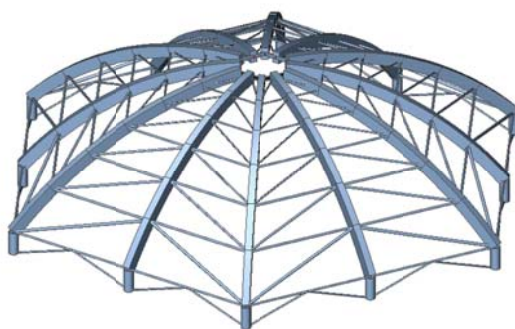
využity systémové tyčové prvky DETAN. Vrcholový prstenec se zhotoví z válcovaného profilu.

Schodiště a výtahové šachty jsou v rámci této práce uvažovány jako samostatné samonosné konstrukce. Nejsou součástí řešení. V rámci studie je pouze naznačeno jejich možné rozmístění v prostoru atria, které je k tomuto účelu určeno.

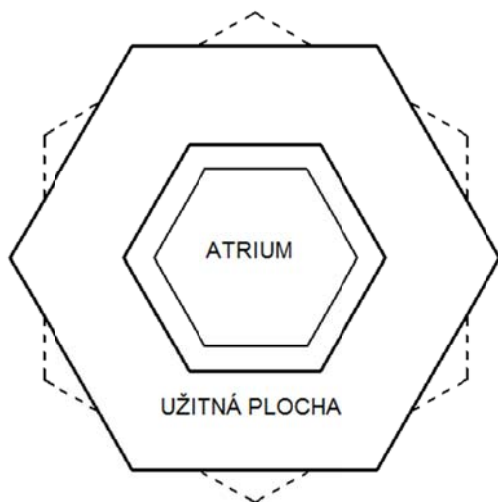
Jedná se tedy o atypickou konstrukci. Pro její lepší pochopení je psané slovo doplněno následujícími obrázky.



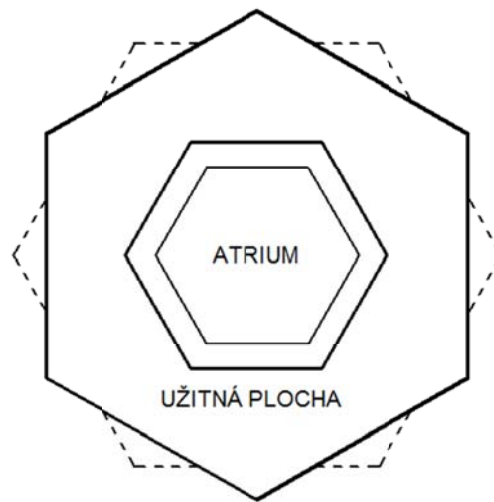
Hmotová studie objektu.



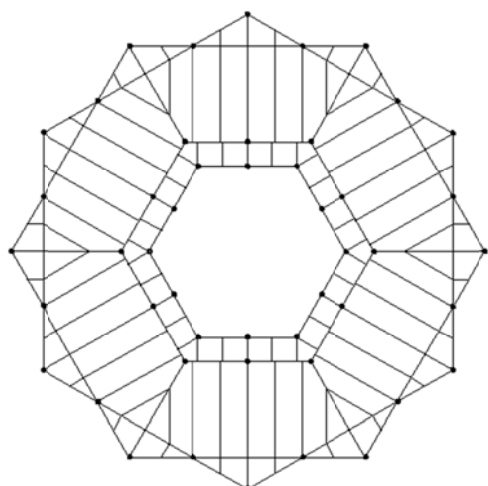
Kopule.



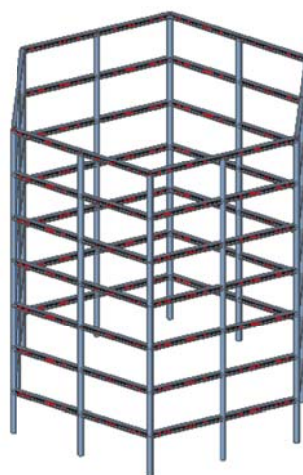
Půdorysné schéma 1., 3., 5. a 7. NP.



Půdorysné schéma 2., 4. a 6. NP.

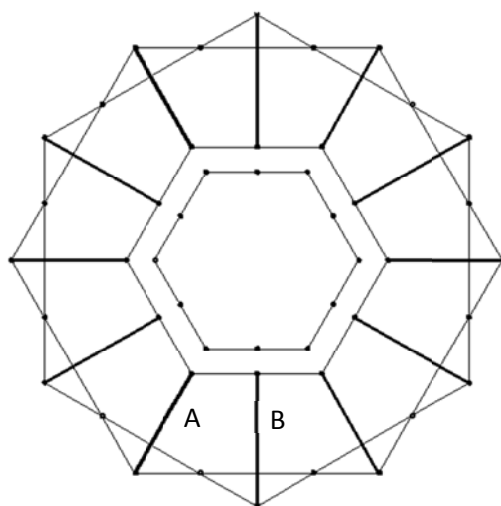


Konstrukční schéma typické konstrukce stropu.

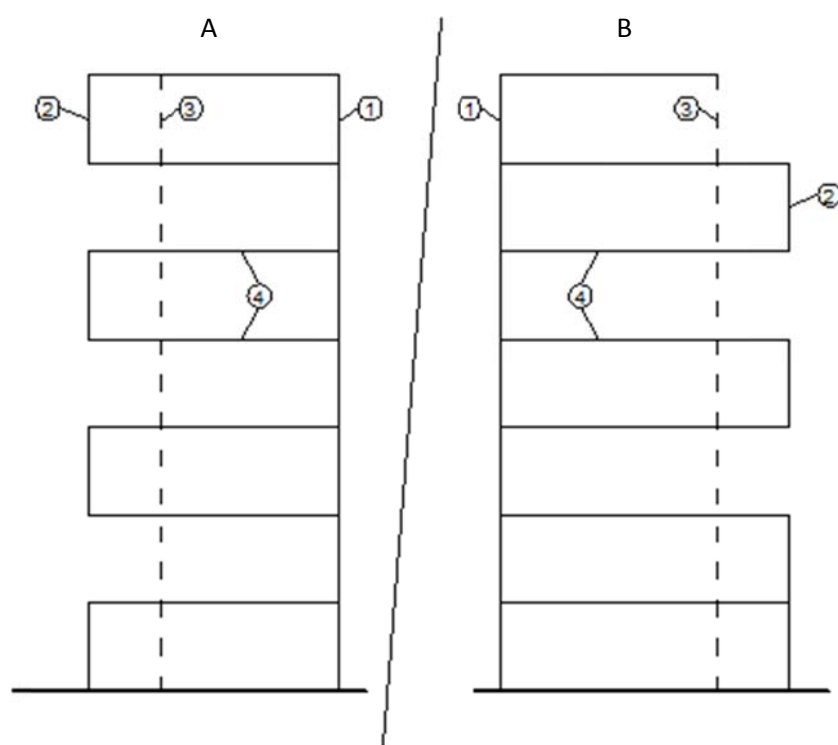


Ztužující jádro (rámové) - axonometrie.

VARIANTY ŘEŠENÍ PŘEDSAZENÉ ČÁSTI PATRA



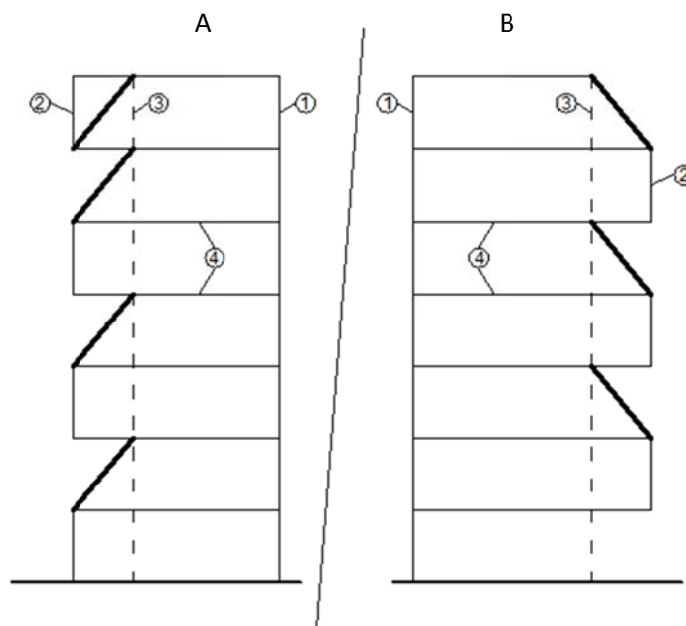
Zvýrazněné zájmové průvlaky vedoucí do předsazených částí.



- (1) SLOUP ZTUŽUJÍCÍHO JÁDRA
 (2) OBVODOVÝ SLOUP
 (3) OBVODOVÝ SLOUP V POHLEDU
 (4) PRŮVLAK

Schématický řez oběma druhy zájmových míst.

(1.) Předsazená část zavěšena na táhlu:



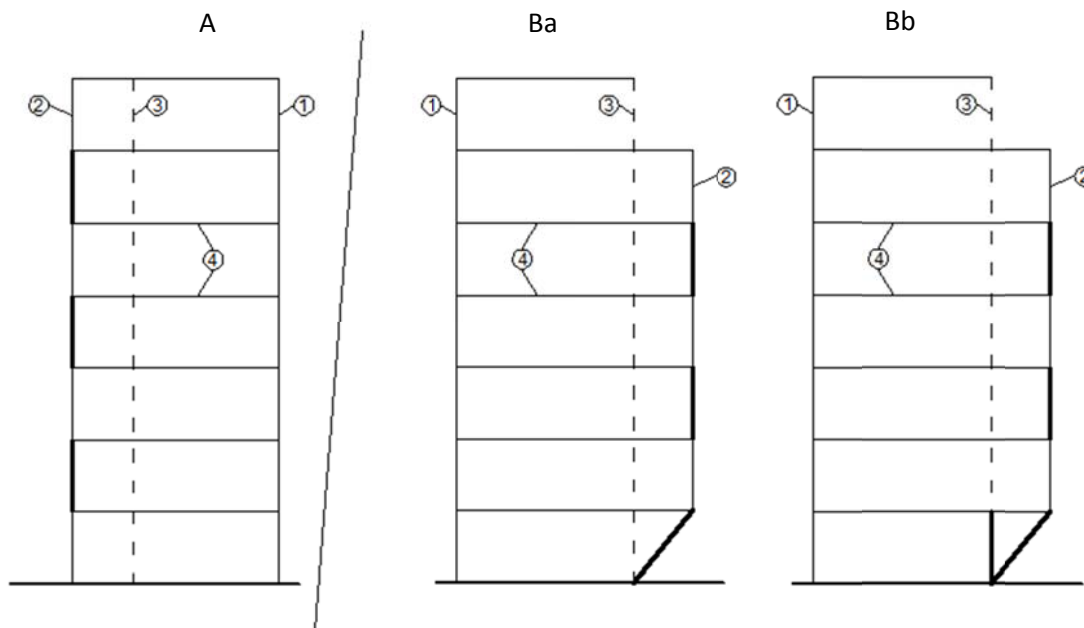
Grafické znázornění rozmístění táhel.

Komentář:

Táhla představují na první pohled zajímavé řešení pro vynášení předsazených částí jednotlivých pater objektu. Při bližším prozkoumání bylo zjištěno, že vzhledem k rozmístění sloupů by byla namáhána velkou silou. To by mělo vliv na jejich dimenzi, která by se mohla negativně odrazit na estetice táhel. Dalším problémem se souvisejícím velkým zatížením je návaznost táhel na další konstrukční prvky. Táhla by byla zavěšena do místa, kde se kříží dva už tak velmi namáhané průvlaky. To by vedlo k nárůstu vnitřních sil a deformací a velmi pravděpodobně i ke zvětšení průřezu. Posledním výsledovaným problémem je pozice táhla v posledním patře. Aby se vynesl strop nad 6. NP a nemusela se pro zavěšení táhla dělat speciální konstrukce na střeše, zavěsilo by se táhlo v rámci 7. NP do stropní konstrukce. Protože je však dispoziční rozmístění bytů v jednotlivých patrech netypické, došlo by k situaci, že táhlo nebude schováno v dělicí mezibytové stěně. To by sice pro některé architekty nemusel být problém. Neshoduje se to ale s prvotní myšlenkou vytvořit prostorné byty bez jakýchkoliv sloupů (táhla nevyjímaje). Navíc táhlo na rozdíl od svislého sloupu zabírá více prostoru a pomyslně ho svou polohou dělí.

Tato varianta nebyla přijata jako vítězná.

(2.) Předsazená část doplněná sloupy, v přízemí šikmý sloup (+ sloup v křížení navíc):



Grafické znázornění sloupů.

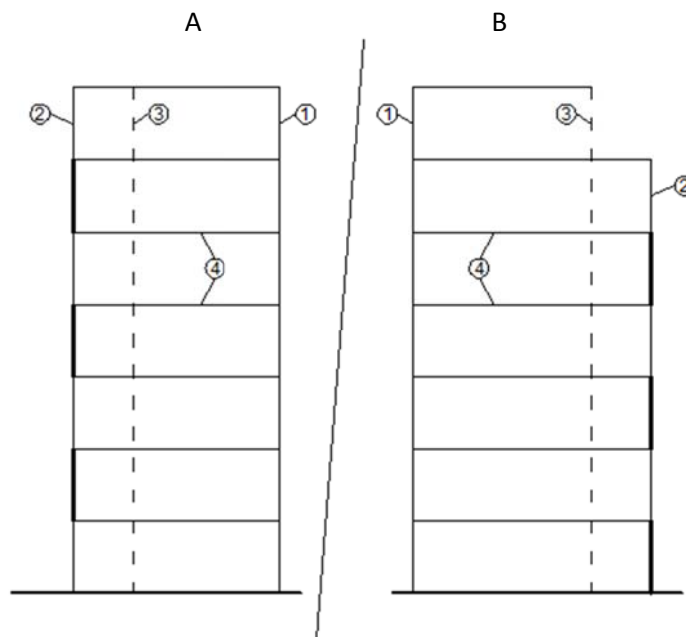
Komentář:

Sloupy jsou oproti první variantě méně zajímavé řešení. Na rozdíl od šikmých táhel se opírají přímo do obvodových sloupů o patro níž. Problém vzniká při pohledu do 1. NP. Šikmý sloup je ukloněn pod velkým úhlem. Vzhledem k velikosti svislých sil, které je potřeba přenést do základové spáry, vzniká velkým zešikmením spodního sloupu velmi významná vodorovná složka. Tuto složku by bylo poměrně náročné bezpečně přenést do základové konstrukce (předpoklad základových patek). Tato myšlenka je znázorněna na obrázku pod označením Ba.

Další možnost jak ukotvení šikmého sloupu zajistit je opřít jeho patu do přidaného svislého sloupu v 1. NP (obr. Bb). To by ovšem vyžadovalo instalaci šesti sloupů navíc. Při jejich dimenzování by musela být zahrnuta i velká posouvající síla od šikmého sloupu.

Tato varianta nebyla přijata jako vítězná.

(3.) Předsazená část doplněná sloupy vedoucími svisle až k základové konstrukci:



Grafické znázornění sloupů.

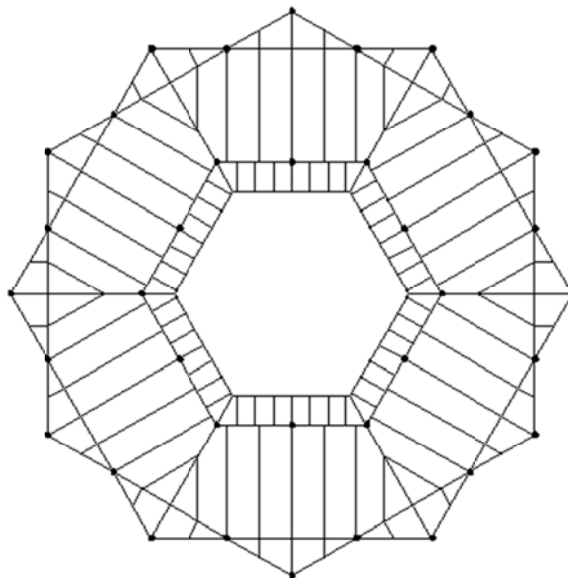
Komentář:

Tato varianta odstraňuje všechny předchozí zmíněné nedostatky. Nepřitěžuje prvky ve stropní konstrukci o patro výš, nezabírá místo v bytech posledního patra ani nevyžaduje speciální přístup při návrhu kotvení z důvodu velkých vodorovných sil. Z estetického hlediska není řešení nijak extravagantní. Působí umírněně a tak nebude vyvolávat ani v obyvatelích bytů pocit, že konstrukce je nestabilní a nebezpečná.

Tato varianta byla přijata jako vítězná.

VARIANTY ŘEŠENÍ PAVLAČE

(1.) Pavlač na konzolách, sloupy jen ve dvou prstencích:



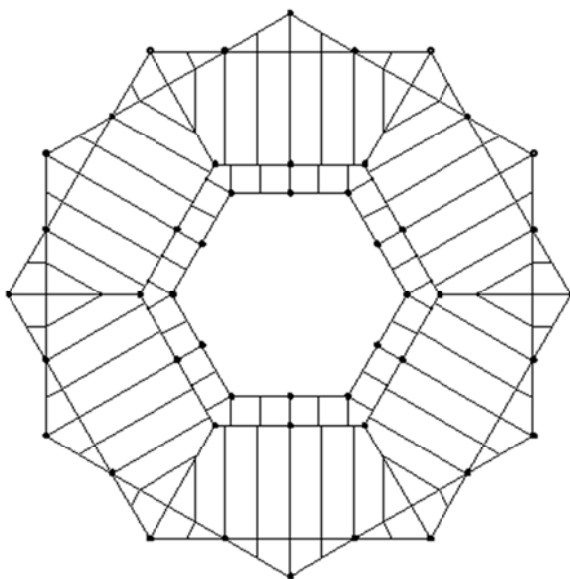
Sloupy ve dvou prstencích. Pavlač je tvořena hustě rozmístěnými konzolami.

Komentář:

Tato varianta obsahuje jen dva prstence sloupů (viz obrázek). Obvodový a sloupy ztužujícího jádra. Železobetonová deska pavlače je uložena na konzolách. Ty jsou z důvodu snížení dimenze rozmístěny po menších osových vzdálenostech než stropnice v bytové části. Konzoly jsou na konci olemovány profilem (uvažováno UPE). Toto řešení s sebou nese několik nevýhod. Upevněný konec konzoly musí být k průvlaku připojen tuze. To vyžaduje v případě šroubového spoje relativně hodně prostoru. Moment vzniklý ve vetknutém konci konzoly se pak přenáší do průvlaku ztužujícího jádra jako krouticí moment. Pro profil I příp. H, z něhož je průvlak uvažován je lépe kroucení nevystavovat. Další významnou nevýhodou je velká deformace konzol na volném konci. Velké deformace jsou nežádoucí i z hlediska návaznosti pochozí plochy pavlače na schodiště příp. výtah. V neposlední řadě zůstává otázkou, jaké by bylo vyjádření HZS z hlediska požární bezpečnosti stavby. Pavlač je totiž nepochybně součástí únikové cesty příp. vnitřní zásahové cesty HZS.

Tato varianta nebyla přijata jako vítězná.

(2.) Pavlač na stropnicích opřených do průvlaků, sloupy ve třech prstencích:



Sloupy ve třech prstencích. Pavlač je tvořena stropnicemi opřenými do průvlaků.

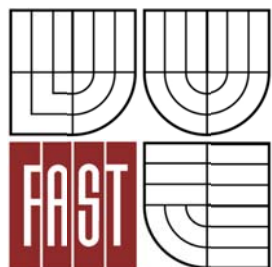
Komentář:

Tato varianta obsahuje tři prstence sloupů (viz obrázek). Železobetonová deska pavlače je uložena na stropnicích, které se opírají na svých koncích do průvlaků. Vnitřní prstenec sloupů nebude tolik zatížen. Dá se tedy předpokládat, že dimenze sloupů bude menší než u ostatních prstenců. Toto řešení nevyvolá díky kloubovému uložení na koncích stropnic kroucení průvlaků. Považuji popisované řešení za vhodnější z hlediska požární bezpečnosti. V neposlední řadě bude pro obyvatele objektu příjemnější pohyb po pavlači. Ti, kteří jsou nedůvěřiví ke konzolám, nebudou chodit blízko ztuzujícího jádra jen proto, aby si přivodili pocit, že konstrukce je bezpečná. Zmíněný pocit důvěry a volnosti pohybu je dle mého názoru v obytných budovách nezbytný.

Tato varianta byla přijata jako vítězná.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

- TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2014

OBECNÉ ÚDAJE

Práce se zabývá návrhem ocelové konstrukce atypické obytné budovy. Objekt je uvažován jako sedmipatrový pavlačový dům. Pavlač je situována do atria uprostřed objektu, které je zastřešeno kopulí. Půdorys každého patra tvoří pravidelný šestiúhelník. Jednotlivá patra jsou na úrovni fasády vzájemně pootočena o 30°. Nejdelší příčný rozměr je 43 m (osově). Výška objektu je uvažována 30,4 m (včetně pláště kopule). Z hlediska klimatického zatížení spadá do lokality města Brna.

Objekt nabízí v 1.NP prostory pro bezbariérové byty, zázemí pro byty a TZB. Ve 2. a 3.NP jsou uvažovány byty o velikosti 66,27 m². Od 4. do 7.NP jsou uvažovány velkoprostorové byty o velikosti bezmála 136 m². Konstrukce budovy je volena tak, aby žádným z bytů neprocházel nosný sloup. To zaručuje variabilitu architektonických řešení. Každý byt je vybaven balkónem. Přístup do všech bytů, prostor zázemí a technického vybavení je z pavlače (v 1.NP z atria). Světlá výška je navržena 2,6 m.

POSTUP VÝPOČTU

Na základě studie bylo zvoleno konkrétní konstrukční řešení objektu. Zdůvodnění výběru je uvedeno ve studii. Statický výpočet je rozdělen do tří částí: zatížení, dimenzování prvků a spoje.

V části zatížení je zpracován výpočet zatížení do jednotlivých zatěžovacích stavů dle ČSN EN 1991. Vyčíslena jsou všechna zatížení, která byla vyhodnocena jako potřebná pro dimenzování jednotlivých prvků. Získané hodnoty byly zadány do výpočtového konstrukčního modelu v programu Scia Engineer, který vytvořil lineární kombinace a jejich obálky. Pro kombinace pro I. MS byly zvoleny rovnice 6.10a a 6.10b dle ČSN EN 1990. Pro II. MS jde o lineární kombinace s kombinačními součiniteli 1,0.

Dimenzování prvků je provedeno pomocí programu MS Excel v souladu s normami ČSN EN 1993, ČSN EN 1994 a ČSN EN 1995. Z výpočtového modelu byly použity výsledky vnitřních sil. Vždy pro každý jednotlivý konstrukční prvek určitého průřezu byla vybrána extrémní situace namáhání, na niž byl daný prvek posouzen. Součinitele pro stanovení vzpěrných délek jsou voleny následovně. Pro vrcholový prstenec je zvolena vzpěrná délka jako vzdálenost mezi připojením jednotlivých dřevěných prvků. Výplňové pruty kopule jsou uvažovány jako oboustranně kloubově uložené pruty se vzpěrnou délkou rovnající se jejich délce. Dřevěná zakřivená žebra kopule mají vzpěrnou délku 0,7 násobek délky systémové. Horní pás patního prstence kopule má voleny vzpěrné délky v jednotlivých rovinách vzhledem k podepření, tedy jednou jako polovinu rozpětí a jednou jako celou délku. Problematika vzpěrných délek je řešena také u průvlaků rámového ztužujícího jádra. Zde jsou průvlakky uvažovány jako pruty oboustranně vetknuté. Na základě toho je volen součinitel $\beta = 0,5$. Vzpěrné délky sloupů jsou voleny na výšku jednoho patra.

Provedení spojů je počítáno v části spoje. Jsou zde provedeny posudky šroubových a svarových spojů, které jsou typové pro navrženou konstrukci. U spojů, které se opakují, byl zvolen vždy nejvíce namáhaný extrém a ten počítán.

Po provedení statického výpočtu byla vyhotovena výkresová dokumentace v rozsahu dle specifikace vedoucího práce. Součástí složky výkresové dokumentace je výkaz materiálu.

POPIS KONSTRUKČNÍHO A STATICKÉHO ŘEŠENÍ

Nosná konstrukce objektu je tvořena ocelovým skeletem, který využívá spřažení s betonem. Hlavními nosnými elementy kopule zastřešující atrium jsou dřevěné prvky.

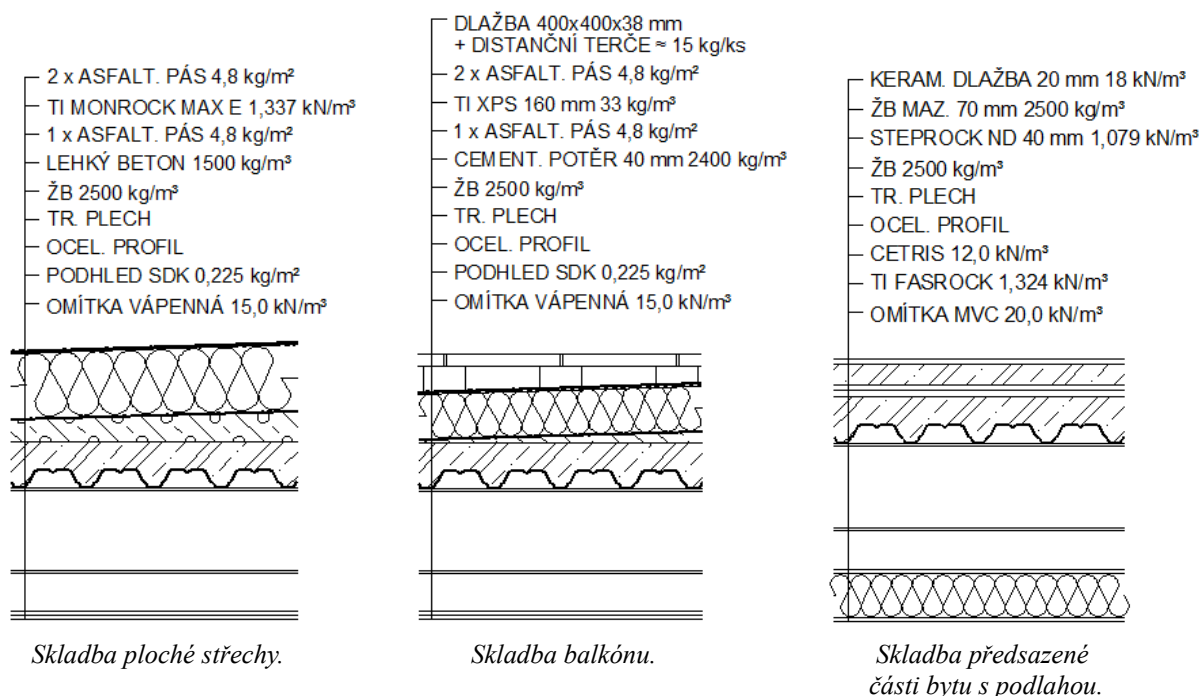
Zastřešení atria je navrženo pomocí kopule. Konstrukce vychází ze Schwedlerovy kopule. Hlavní nosná žebra jsou z lepeného lamelového dřeva, výplňové pruty jsou ocelové. Kromě vrcholového prstence a horního pásu patního prstence jsou pro výplňové pruty využity systémové prvky DETAN Druckstab. Celá kopule je uložena pomocí čepů na sloupy.

Zastřešení obytné části je navrženo plochou jednoplášťovou střechou se sklonem 3 %. Její nosná konstrukce je volena jako vaznicový systém. Tento systém je geometricky obdobný jako stropnicový systém u stropních konstrukcí v nižších patrech. Stropnice a vaznice v obytné části jsou spřaženy s betonovou stropní deskou vylitou do trapézového plechu. Stropnice nesoucí pavlač jsou nespřažené. Spřažení je v obytné části využito také pro radiálně jdoucí průvlaky a vazníky velkých rozpětí. Všechny ostatní průvlaky jsou navrženy jako nespřažené.

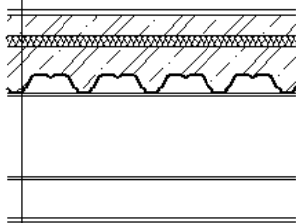
Svislé nosné prvky jsou tvořeny kruhovými ocelobetonovými sloupy. Sloupy tvoří pomyslně tři prstence. Obvodový slouží pro uložení průvlaků vynášejících strop v bytové části. Střední je na hranici mezi bytovou částí a atriem s pavlačí. Tyto sloupy jsou využity jako součást ztužujícího jádra. Vnitřní prstenec sloupů podpírá pavlač. Kotvení sloupů je idealizováno jako kloubové s využitím dodatečně vrtaných lepených kotevních šroubů.

Ztužení celého objektu je zajištěno ve vodorovném směru železobetonovými stropními deskami vylitými do trapézového plechu. V místě středního prstence sloupů prochází svisle celým objektem ztužující jádro. Jeho konstrukce je z dispozičních důvodů zvolena jako rámová.

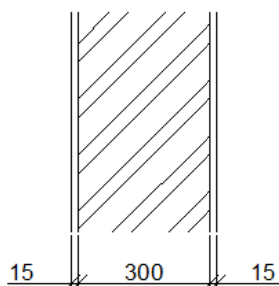
Z hlediska skladeb konstrukcí je na kopuli uvažován plášť z bezpečnostního skla, jehož tíha byla ve výpočtu odhadnuta. Plochá střecha je navržena jako nepochozí. Skladba ploché střechy a dalších konstrukcí je graficky znázorněna na následujících schématech.



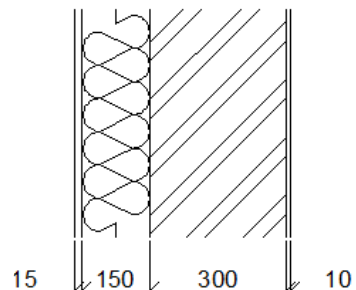
- KERAM. DLAŽBA 20 mm 18 kN/m³
- ŽB MAZ. 70 mm 2500 kg/m³
- STEPROCK ND 40 mm 1,079 kN/m³
- ŽB 2500 kg/m³
- TR. PLECH
- OCEL. PROFIL
- PODHLED SDK 0,225 kg/m²
- OMÍTKA VÁPENNÁ 15,0 kN/m³



*Skladba typické vodorovné
dělicí konstrukce.*

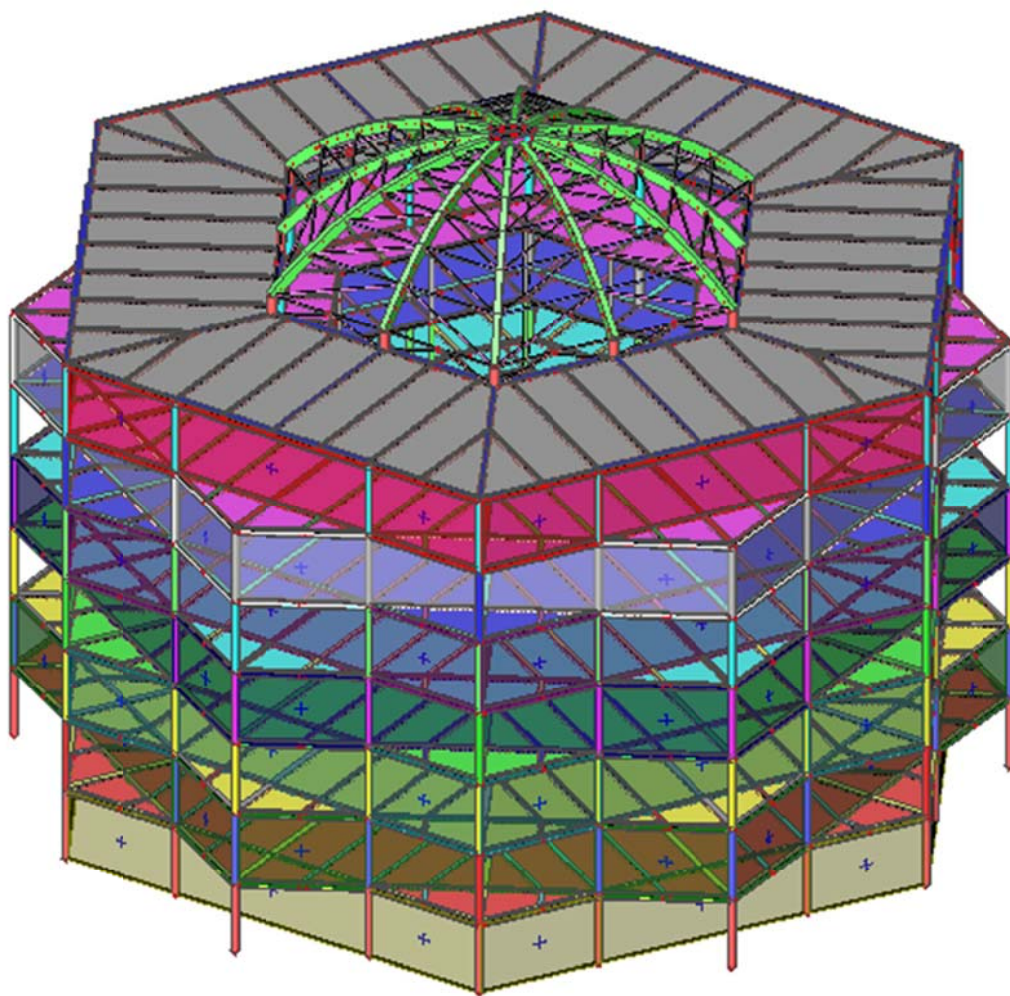


Vnitřní dělicí stěna.



Skladba obvodové stěny.

Schéma konstrukčního uspořádání:



POPIS MONTÁŽE KONSTRUKCE

Konstrukce bude přepravena na stavbu po jednotlivých prvcích. Žádný z prvků nepřesahuje délku 12,0 m.

Montáž bude probíhat po jednotlivých patrech. Sloupy se budou montovat v pořadí střední, vnitřní (pavlačový) a obvodový prstenec. Spřažené stropní prvky budou vždy během montáže podstojkovány do doby dosažení návrhové únosnosti betonu a tudíž dosažení spřažení minimálně ve dvou patrech nad sebou.

Na stavbě musí být zřízena zpevněná předmontážní plocha. Ta poslouží jak ke zkušební montáži jednotlivých komponentů konstrukce, tak ke smontování kopule.

Na připravené základy budou přikotveny sloupy ztužujícího jádra. Jejich poloha a výškové osazení se musí zkontrolovat pomocí geodetických měření. Jejich poloha se zajistí pomocí průvleků, se kterými tvoří rámovou konstrukci ztužujícího jádra. Následně se přikotví vnitřní sloupy podírající pavlač. Pomocí průvleků a stropnic se propojí s jádrem. Jako poslední se na základy postupně postaví obvodové sloupy. Nejprve ty, které jsou ve špičkách šestiúhelníků. Pomocí radiálních průvleků se spojí s jádrem. Průvlaky se podstojkují. Postaví a ukotví se zbývající obvodové sloupy (v křížení šestiúhelníků). Průvlaky se propojí s ostatními sloupy na obvodu. Takto připravená kostra se doplní o zbylé stropnice určené ke spřažení. Ty se podstojkují. Na vytvořenou vodorovnou konstrukci se uloží trapézový plech, který se bodovými svary k válcovaným profilům zajistí proti pohybu a vytvoří provizorní ztužení. Pomocí svařovací pistole se přivaří spřahovací trny. Vybíje se výztuž železobetonové desky a po provedení kontrol se zalije betonovou směsí. Obdobně se postupuje ve všech patrech. Podstojkování dalšího patra se smí provést až ve chvíli, kdy je spřažená stropní konstrukce dostatečně únosná. Výpočet montážních stavů a časový plán výstavby není součástí této práce.

Montáž patního prstence se začne osazením jeho horního pásu. V každém poli se po jeho osazení doplní dvojicí diagonál. Doporučený postup montáže a osazení kopule je následující. Kopule se smontuje na zemi na zpevněné ploše na staveništi. Vytvoří se provizorní podpůrná konstrukce vrcholového prstence. K ní se připojí postupně dřevěná žebra. Vždy dvojice proti sobě. Vynechá se pouze montáž dolní řady diagonál. Plechy, které slouží pro usazení žebířů na sloupy, se opatří ocelovými oky. Ta mohou být po montáži odstraněna. Poloha montážního oka na plechu se doporučuje na horní hraně plechu tak, aby jeho svislá osa odpovídala svislé ose otvoru pro čep. Je vhodné domluvit se se zhotovitelem styčnickových plechů a oko vytvořit již jako součást výpalku. Jednotlivá oka se pro zajištění stability kopule propojí montážními kurtami dostatečné pevnosti tak, aby tvořily náhradní patní prstenec a poslední řadu diagonál. Celá připravená kopule se za čtyři symetricky rozmístěná oka pomalu zvedne a uloží na sloupy. Zajistí se čepy se závlačkami a proběhne montáž poslední řady ocelových diagonál. Teprve po smontování a zajištění všech částí se postupně odstraní montážní kurty.

Po zkompletování nosného systému se dle doporučených technologických postupů provedou vyzdívky a souvrství vodorovných konstrukcí.

Všechny práce je potřeba provádět v souladu s platnými předpisy BOZP. Odborné práce musí být prováděny kvalifikovanými osobami vlastními oprávnění k výkonu dané činnosti dle odpovídajících právních ustanovení.

Na základě výpočtu hmotnosti jednotlivých dílců a montážních celků musí být staveniště vybaveno odpovídajícím zdvihacím zařízením. Projekt zařízení staveniště, technologické a časové plánování není součástí této práce.

ZPŮSOB OCHRANY PROTI KOROZI A POŽÁRU

Trapézový plech bude dodán jako pozinkovaný. Ostatní ocelové části konstrukce se musí doplnit ochrannými nátěry. Ochrana bude provedena v několika stupních. Nejprve se materiál očistí otrýskáním na stupeň SA 2,5 a následně bude opatřen nátěrovým systémem dle stupně korozní agresivity prostředí C2 (nízká). V případě, že by prvky nevyhověly při posouzení na odolnost proti účinkům požáru (není součástí práce), je možno doplnit nátěrový systém bobtnavým protipožárním nátěrem (nástřikem).

Dřevěné prvky se naimpregnují prostředkem odpovídajícím požadavkům I_p, F_B, P, B, 1, 2, S. Po řádném proschnutí se nanese dvě vrstvy lazury.

Vysvětlivky:

I_p ...preventivní účinnost proti hmyzu

F_B ...účinnost proti houbám třídy Basidiomycetes

P ...účinnost proti plísním

B ...účinnost proti houbám způsobujícím modráni

1, 2...třída ohrožení

S ...povrchová aplikace ochranného prostředku dřeva

TECHNICKO-EKONOMICKÉ UKAZATELE

Hmotnost kopule:	10,632 t
Hmotnost nejtěžšího prvku:	4,158 t
Nejdelší přímý rozměr prvku:	11,480 m
Největší přímá šíře prvku:	1,550 m
Cena konstrukce je závislá na době realizace a na výběru dodavatele.	

MATERIÁL

Sloupy: - ocel: S235JR, S355JR, S355J0
- beton: C 20/25

Prvky kopule: - ocel: S235JR, S355J2
- dřevo: GL24h

Prvky stropu a ploché střechy: - ocel: S235JR, S235J2G3 + C450, S320G, S355JR
- beton: C 35/45

Pozn.: Konkrétní přiřazení profilu a materiálu viz výkaz materiálu.

Poznámka:

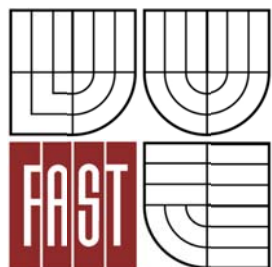
Dokumentace je vyhotovena jako realizační. Nenahrazuje tedy výrobní dokumentaci. Pro výrobu je potřeba zhotovit vyšší stupeň dokumentace (výrobní dokumentaci).

Od dodavatelů je třeba požadovat atesty oceli a spojovacích prostředků použitých na konstrukci dle platných standardů.

.....
Bc. Václav Špeta



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

- STATICKÝ VÝPOČET - ZATÍŽENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH

ZS1 - STÁLÉ - VLASTNÍ TÍHA	1
ZS2 - STÁLÉ - OSTATNÍ STÁLÉ.....	1
ZS3A - PROMĚNNÉ –STŘECHA NEPŘÍSTUPNÁ, S VÝJIMKOU BĚŽNÉ ÚDRŽBY A OPRAV	4
ZS3B - PROMĚNNÉ –PŘÍČKY:	4
ZS3C - PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – STROPY - PLOCHY PRO DOMÁCÍ A OBYTNÉ ČINNOSTI	4
ZS3D –PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – BALKÓN – PLOCHY PRO DOMÁCÍ A OBYTNÉ ČINNOSTI	4
ZS3E - PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – PAVLAČ - PLOCHY BEZ PŘEKÁŽEK PRO POHYB OSOB	4
ZS4 – ZATÍŽENÍ SNĚHEM.....	4
ZS4A – SNÍH - KOPULE – PLNÝ:	4
ZS4B – SNÍH - KOPULE – TROJÚHELNÍKY 1:	5
ZS4C – SNÍH - KOPULE – TROJÚHELNÍKY 2:	6
ZS4D – SNÍH - PLOCHÁ STŘECHA – PLNÝ:.....	7
ZS4E – SNÍH - PLOCHÁ STŘECHA – ½ PLNÝ + ½ POLOVIČNÍ:	7
ZS5 – ZATÍŽENÍ VĚTREM	8

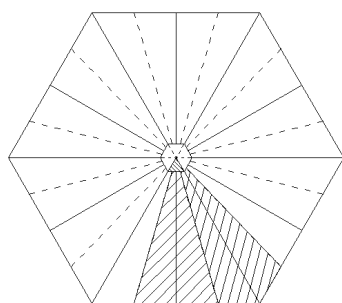
ZATÍŽENÍ**- ZS1 - STÁLÉ - VLASTNÍ TÍHA**

Vlastní tíha nosné konstrukce objektu je generována automaticky programem Scia Engineer.

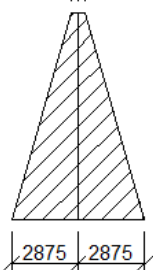
Pozn.: U spřažených ocelobetonových stropů se automaticky generuje pouze vlastní tíha ocelových válcovaných profilů. Tíha desky je zavedena v ZS2.

- ZS2 - STÁLÉ - OSTATNÍ STÁLÉ**KOPULE:**

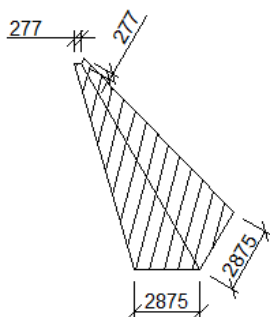
Popis	Výpočet	g_k [kN/m ²]
ZASKLENÍ KOPULE (ODHAD) - NA PLOCHU		0,900
CELKEM		0,900



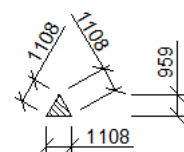
277 277



2875 2875



277 277



1108 1108 959

Zatížení z plochy kolem poledníků:

Horní konec:

$$Z\dot{S} \ 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,900 = \underline{0,499 \text{ kN/m}}$$

Dolní konec:

$$Z\dot{S} \ 2 = 2 \times 2875 = \underline{5750 \text{ mm}}$$

$$g_k = 5,750 \times 0,900 = \underline{5,175 \text{ kN/m}}$$

Zatížení z trojúhelníkové plochy ve vrcholu:

Obsah trojúhelníku:

$$S_{\Delta} = 0,5 \times 1108 \times 959$$

$$S_{\Delta} = 531\,286 \text{ mm}^2 = \underline{0,531 \text{ m}^2}$$

Zatížení plochy trojúhelníka:

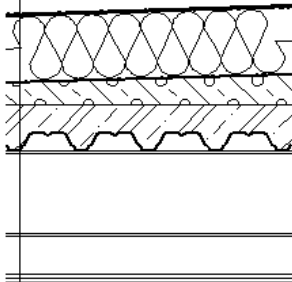
$$G_k = 0,531 \times 0,900 = \underline{0,478 \text{ kN}}$$

Do poledníků půdorysně kolmých na vrcholový prstenec se přenáší polovina výslednice G_k .

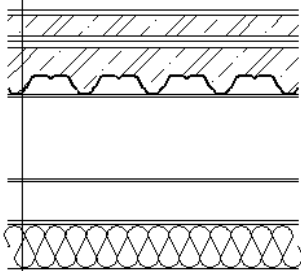
Do poledníků spojujících vrcholy patního a vrcholového prstence (půdorysně navazujících na vrcholy trojúhelníkového zatěžovacího pole) se přenáší čtvrtina výslednice G_k .

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,478 = \underline{0,239 \text{ kN}}$$

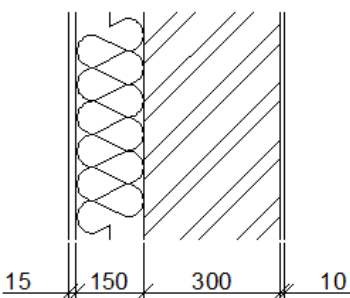
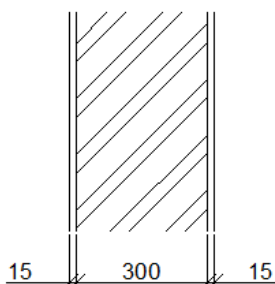
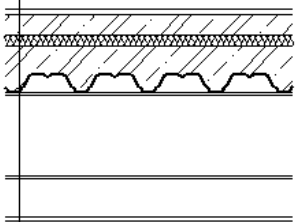
$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,478 = \underline{0,120 \text{ kN}}$$

PROJEKT:		DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.: 2																																																																		
ČÁST:		VYPRACOVAL:																																																																				
ZATÍŽENÍ		Bc. VÁCLAV ŠPETA																																																																				
2 x ASFALT. PÁS 4,8 kg/m² TI MONROCK MAX E 1,337 kN/m³ 1 x ASFALT. PÁS 4,8 kg/m² LEHKÝ BETON 1500 kg/m³ ŽB 2500 kg/m³ TR. PLECH OCEL. PROFIL PODHLED SDK 0,225 kg/m² OMÍTKA VÁPENNÁ 15,0 kN/m³ 		PLOCHÁ STŘECHA: Sklon střechy je zanedbatelný => všechny vrstvy kromě spádové z lehkého betonu jsou počítány na půdorysný průmět 1 m². <table><tr><th>Popis</th><th>Výpočet</th><th>g_k [kN/m²]</th></tr><tr><td>2 x ASFALT. PÁS</td><td>2 x 0,048 =</td><td>0,096</td></tr><tr><td>TI MONROCK MAX E 220 mm</td><td>0,220 x 1,337 =</td><td>0,294</td></tr><tr><td>1 x ASFALT. PÁS</td><td></td><td>0,048</td></tr><tr><td>ŽB DESKA PLNÁ 100 mm</td><td>0,100 x 25,0 =</td><td>2,500</td></tr><tr><td>ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)</td><td>[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =</td><td>0,428</td></tr><tr><td>TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25</td><td></td><td>0,126</td></tr><tr><td>PODHLED SDK 15,0 mm</td><td></td><td>0,225</td></tr><tr><td>OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm</td><td>15,0 x 0,005</td><td>0,075</td></tr><tr><td>CELKEM</td><td></td><td>3,792</td></tr></table> <u>Spádová vrstva:</u> - u okraje střechy tl. 50 mm g_k = 15,0 x 0,050 = <u>0,750 kN/m²</u> - u patního prstence kopule tl. 300 mm g_k = 15,0 x 0,300 = <u>4,500 kN/m²</u> BALKÓN: Sklon balkónu je zanedbatelný => všechny vrstvy jsou počítány na půdorysný průmět 1 m². Spádová vrstva (cementový potěr) je malé tloušťky a malého sklonu => počítána v plné výšce na celé ploše balkónu. <table><tr><th>Popis</th><th>Výpočet</th><th>g_k [kN/m²]</th></tr><tr><td>DLAŽBA 400x400x38 mm</td><td>0,15/(0,400 x 0,400) =</td><td>0,938</td></tr><tr><td>2 x ASFALT. PÁS</td><td>2 x 0,048 =</td><td>0,096</td></tr><tr><td>TI XPS 160 mm</td><td>0,33 x 0,160 =</td><td>0,053</td></tr><tr><td>1 x ASFALT. PÁS</td><td></td><td>0,048</td></tr><tr><td>CEMENTOVÝ POTĚR 40 mm</td><td>0,040 x 24 =</td><td>0,960</td></tr><tr><td>ŽB DESKA PLNÁ 100 mm</td><td>0,100 x 25,0 =</td><td>2,500</td></tr><tr><td>ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)</td><td>[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =</td><td>0,428</td></tr><tr><td>TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25</td><td></td><td>0,126</td></tr><tr><td>PODHLED SDK 15,0 mm</td><td></td><td>0,225</td></tr><tr><td>OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm</td><td>15,0 x 0,005</td><td>0,075</td></tr><tr><td>CELKEM</td><td></td><td>5,449</td></tr></table>			Popis	Výpočet	g _k [kN/m²]	2 x ASFALT. PÁS	2 x 0,048 =	0,096	TI MONROCK MAX E 220 mm	0,220 x 1,337 =	0,294	1 x ASFALT. PÁS		0,048	ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	0,100 x 25,0 =	2,500	ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =	0,428	TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25		0,126	PODHLED SDK 15,0 mm		0,225	OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm	15,0 x 0,005	0,075	CELKEM		3,792	Popis	Výpočet	g _k [kN/m²]	DLAŽBA 400x400x38 mm	0,15/(0,400 x 0,400) =	0,938	2 x ASFALT. PÁS	2 x 0,048 =	0,096	TI XPS 160 mm	0,33 x 0,160 =	0,053	1 x ASFALT. PÁS		0,048	CEMENTOVÝ POTĚR 40 mm	0,040 x 24 =	0,960	ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	0,100 x 25,0 =	2,500	ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =	0,428	TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25		0,126	PODHLED SDK 15,0 mm		0,225	OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm	15,0 x 0,005	0,075	CELKEM		5,449
Popis	Výpočet	g _k [kN/m²]																																																																				
2 x ASFALT. PÁS	2 x 0,048 =	0,096																																																																				
TI MONROCK MAX E 220 mm	0,220 x 1,337 =	0,294																																																																				
1 x ASFALT. PÁS		0,048																																																																				
ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	0,100 x 25,0 =	2,500																																																																				
ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =	0,428																																																																				
TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25		0,126																																																																				
PODHLED SDK 15,0 mm		0,225																																																																				
OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm	15,0 x 0,005	0,075																																																																				
CELKEM		3,792																																																																				
Popis	Výpočet	g _k [kN/m²]																																																																				
DLAŽBA 400x400x38 mm	0,15/(0,400 x 0,400) =	0,938																																																																				
2 x ASFALT. PÁS	2 x 0,048 =	0,096																																																																				
TI XPS 160 mm	0,33 x 0,160 =	0,053																																																																				
1 x ASFALT. PÁS		0,048																																																																				
CEMENTOVÝ POTĚR 40 mm	0,040 x 24 =	0,960																																																																				
ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	0,100 x 25,0 =	2,500																																																																				
ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	[4 x (0,054 + 0,117) x 0,050 x 0,5] x 25,0 =	0,428																																																																				
TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25		0,126																																																																				
PODHLED SDK 15,0 mm		0,225																																																																				
OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm	15,0 x 0,005	0,075																																																																				
CELKEM		5,449																																																																				

KERAM. DLAŽBA 20 mm 18 kN/m²
 ŽB MAZ. 70 mm 2500 kg/m³
 STEPLOCK ND 40 mm 1,079 kN/m²
 ŽB 2500 kg/m³
 TR. PLECH
 OCEL. PROFIL
 CETRIS 12,0 kN/m²
 TI FASROCK 1,324 kN/m²
 OMÍTKA MVC 20,0 kN/m²



KERAM. DLAŽBA 20 mm 18 kN/m²
 ŽB MAZ. 70 mm 2500 kg/m³
 STEPLOCK ND 40 mm 1,079 kN/m²
 ŽB 2500 kg/m³
 TR. PLECH
 OCEL. PROFIL
 PODHLED SDK 0,225 kg/m²
 OMÍTKA VÁPENNÁ 15,0 kN/m²

**PŘEDSAZENÁ ČÁST BYTU S PODLAHOU:**

Popis	Výpočet	g_k [kN/m ²]
KERAMICKÁ DLAŽBA	$0,020 \times 18,0 =$	0,360
ŽB MAZANINA 70 mm	$0,070 \times 25,0 =$	1,750
KROČEJOVÁ IZOLACE STEPLOCK ND 40 mm	$0,040 \times 1,079 =$	0,043
ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	$0,100 \times 25,0 =$	2,500
ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	$[4 \times (0,054 + 0,117) \times 0,050 \times 0,5] \times 25,0 =$	0,428
TRAPÉZ. PLECH 50/250-1,25		0,126
CETRIS 16,0 mm		0,242
TI FASROCK 150 mm	$1,324 \times 0,150$	0,199
OMÍTKA MVC 10 mm	$0,010 \times 3,480 \times 20,0 =$	0,696
CELKEM		6,344

STROP:

Popis	Výpočet	g_k [kN/m ²]
KERAMICKÁ DLAŽBA	$0,020 \times 18,0 =$	0,360
ŽB MAZANINA 70 mm	$0,070 \times 25,0 =$	1,750
KROČEJOVÁ IZOLACE STEPLOCK ND 40 mm	$0,040 \times 1,079 =$	0,043
ŽB DESKA PLNÁ 100 mm	$0,100 \times 25,0 =$	2,500
ŽB VLNY PLECHU (4 ks/m)	$[4 \times (0,054 + 0,117) \times 0,050 \times 0,5] \times 25,0 =$	0,428
TRAPÉZ. PLECH 60/235 1 mm		0,126
PODHLED SDK 15,0 mm		0,225
OMÍTKA VÁPENNÁ 5,0 mm	$15,0 \times 0,005$	0,075
CELKEM		5,507

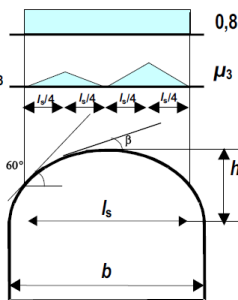
STĚNY – VNITŘNÍ A MEZIBYTOVÉ:

Popis	Výpočet	g_k [kN/m]
PTH 30 AKU SYM	$9,80 \times 0,300 \times 3,480 =$	10,231
2 x OMÍTKA MVC 15 mm	$2 \times (0,015 \times 3,480 \times 20,0) =$	2,088
CELKEM		12,319

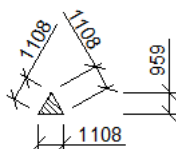
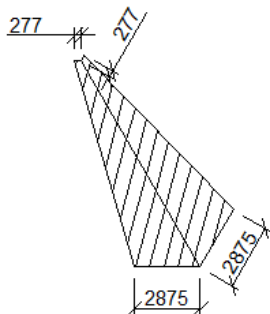
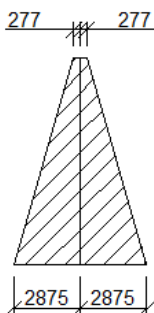
STĚNY – OBVODOVÉ:

Popis	Výpočet	g_k [kN/m]
OMÍTKA MVC 15 mm	$0,015 \times 3,480 \times 20,0 =$	1,044
PTH 30 AKU SYM	$9,80 \times 0,300 \times 3,480 =$	10,231
TI FASROCK 150 mm	$0,150 \times 3,480 \times 1,324 =$	0,691
OMÍTKA MVC 10 mm	$0,010 \times 3,480 \times 20,0 =$	0,696
CELKEM		12,662

Případ (i)

Případ (ii) $0,5\mu_3$ 

ČSN EN 1991-1-3



- **ZS3a - PROMĚNNÉ – STŘECHA NEPŘÍSTUPNÁ, S VÝJIMKOU BĚŽNÉ ÚDRŽBY A OPRAV**

$$q_k = 0,750 \text{ kN/m}^2$$

- **ZS3b - PROMĚNNÉ – PŘÍČKY:**

$$q_k = 1,200 \text{ kN/m}^2$$

- **ZS3c - PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – STROPY - PLOCHY PRO DOMÁCÍ A OBYTNÉ ČINNOSTI**

$$q_k = 2,000 \text{ kN/m}^2$$

- **ZS3d - PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – BALKÓN – PLOCHY PRO DOMÁCÍ A OBYTNÉ ČINNOSTI**

$$q_k = 2,500 \text{ kN/m}^2$$

- **ZS3e - PROMĚNNÉ – UŽITNÉ – PAVLAČ - PLOCHY BEZ PŘEKÁŽEK PRO POHYB OSOB**

$$q_k = 5,000 \text{ kN/m}^2$$

- **ZS4 – ZATÍŽENÍ SNĚHEM**

Sněhová oblast II ... $s_k = 1 \text{ kPa}$

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

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

- **ZS4a – SNÍH - KOPULE – PLNÝ:**

$$\mu_i = 0,8$$

Sklon kopule nedosahuje $60^\circ \Rightarrow$ sníh počítán na celé ploše.

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

Zatížení z plochy kolem poledníků:

Horní konec:

$$Z\check{S} 1 = 2 \times 277 = 554 \text{ mm}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,8 = 0,443 \text{ kN/m}$$

Dolní konec:

$$Z\check{S} 2 = 2 \times 2875 = 5750 \text{ mm}$$

$$g_k = 5,750 \times 0,8 = 4,600 \text{ kN/m}$$

Zatížení z trojúhelníkové plochy ve vrcholu:

Obsah trojúhelníku:

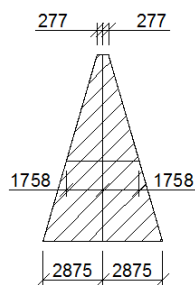
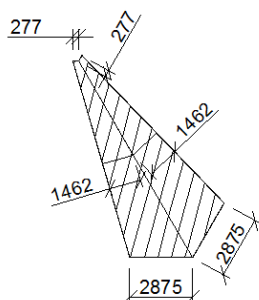
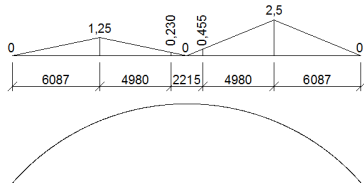
$$S_\Delta = 531\,286 \text{ mm}^2 = 0,531 \text{ m}^2 \text{ (výpočet viz str. 1)}$$

Zatížení plochy trojúhelníka:

$$G_k = 0,531 \times 0,8 = 0,425 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,425 = 0,213 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,425 = 0,106 \text{ kN}$$

**- ZS4b – SNÍH - KOPULE – TROJÚHELNÍKY 1:**

Sklon kopule nedosahuje $60^\circ \Rightarrow$ sníh počítán na celé ploše.

$$\beta < 60^\circ$$

$$h = 5,500 \text{ m}$$

$$b = 24,350 \text{ m}$$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b = 0,2 + 10 \cdot 5,500/24,350 = \underline{2,5} \text{ (v místě prstence 0,455)}$$

$$0,5\mu_3 = 0,5 \times 2,5 = \underline{1,25} \text{ (v místě prstence 0,230)}$$

Zatížení z plochy kolem poledníků pro poledníky spojující vrcholy patního a vrcholového prstence:

Horní konec – zatížení μ_3 :

$$Z\text{Š } 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,455 = \underline{0,252 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení μ_3 :

$$Z\text{Š } 2 = 2 \times 1462 = \underline{2924 \text{ mm}}$$

$$g_k = 2,924 \times 2,5 = \underline{7,310 \text{ kN/m}}$$

Horní konec – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\text{Š } 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,230 = \underline{0,127 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\text{Š } 2 = 2 \times 1462 = \underline{2924 \text{ mm}}$$

$$g_k = 2,924 \times 1,25 = \underline{3,655 \text{ kN/m}}$$

Zatížení z plochy kolem poledníků pro poledníky půdorysně kolmé na vrcholový prstenec:

Horní konec – zatížení μ_3 :

$$Z\text{Š } 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,455 = \underline{0,252 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení μ_3 :

$$Z\text{Š } 2 = 2 \times 1758 = \underline{3516 \text{ mm}}$$

$$g_k = 3,516 \times 2,5 = \underline{8,790 \text{ kN/m}}$$

Horní konec – zatížení $0,5\mu_3$:

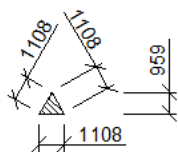
$$Z\text{Š } 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,230 = \underline{0,127 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\text{Š } 2 = 2 \times 1758 = \underline{3516 \text{ mm}}$$

$$g_k = 3,516 \times 1,25 = \underline{4,395 \text{ kN/m}}$$



Zatížení z trojúhelníkové plochy ve vrcholu:

Zatížení plochy trojúhelníka (přibližně) - zatížení μ_3 :

$$G'_k = 0,5 \times 0,455 \times 0,959 = \underline{0,218 \text{ kN/mb}}$$

$$G_k = 0,218 \times 1,108 = \underline{0,242 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,242 = \underline{0,121 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,242 = \underline{0,061 \text{ kN}}$$

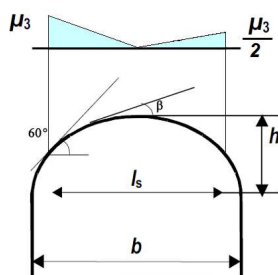
Zatížení plochy trojúhelníka (přibližně) - zatížení $0,5\mu_3$:

$$G'_k = 0,5 \times 0,230 \times 0,959 = \underline{0,110 \text{ kN/mb}}$$

$$G_k = 0,110 \times 1,108 = \underline{0,122 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,122 = \underline{0,061 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,122 = \underline{0,031 \text{ kN}}$$



Zdroj: ČSN EN 1991-1-3

- ZS4c – SNÍH - KOPULE – TROJÚHELNÍKY 2:

Sklon kopule nedosahuje $60^\circ \Rightarrow$ sníh počítán na celé ploše.

$$\beta < 60^\circ$$

$$h = 5,500 \text{ m}$$

$$b = 24,350 \text{ m}$$

$$h/b = 5,500/24,350 = \underline{110/487} \approx 0,226 > 1/5$$

$$\mu_3 = \underline{2,0} \text{ (v místě prstence } 0,182)$$

$$0,5\mu_3 = 0,5 \times 2,0 = \underline{1,0} \text{ (v místě prstence } 0,091)$$

Zatížení z plochy kolem poledníků pro poledníky spojující vrcholy patního a vrcholového prstence:

Horní konec – zatížení μ_3 :

$$Z\check{S} 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,182 = \underline{0,100 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení μ_3 :

$$Z\check{S} 2 = 2 \times 2875 = \underline{5750 \text{ mm}}$$

$$g_k = 5,750 \times 2,0 = \underline{11,500 \text{ kN/m}}$$

Horní konec – zatížení $0,5\mu_3$:

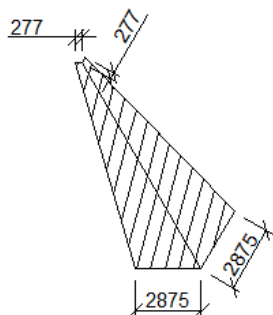
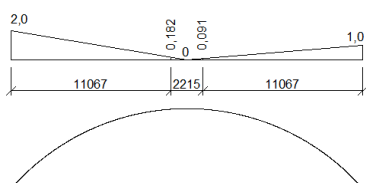
$$Z\check{S} 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

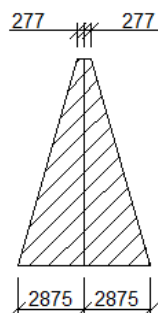
$$g_k = 0,554 \times 0,091 = \underline{0,050 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\check{S} 2 = 2 \times 2875 = \underline{5750 \text{ mm}}$$

$$g_k = 5,750 \times 1,0 = \underline{5,750 \text{ kN/m}}$$





Zatížení z plochy kolem poledníků pro poledníky půdorysně kolmé na vrcholový prstenec:

Horní konec – zatížení μ_3 :

$$Z\check{S} 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,182 = \underline{0,100 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení μ_3 :

$$Z\check{S} 2 = 2 \times 2875 = \underline{5750 \text{ mm}}$$

$$g_k = 5,750 \times 2,0 = \underline{11,500 \text{ kN/m}}$$

Horní konec – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\check{S} 1 = 2 \times 277 = \underline{554 \text{ mm}}$$

$$g_k = 0,554 \times 0,091 = \underline{0,050 \text{ kN/m}}$$

Ve vrcholu zatížení – zatížení $0,5\mu_3$:

$$Z\check{S} 2 = 2 \times 2875 = \underline{5750 \text{ mm}}$$

$$g_k = 5,750 \times 1,0 = \underline{5,750 \text{ kN/m}}$$

Zatížení z trojúhelníkové plochy ve vrcholu:

Zatížení plochy trojúhelníka (přibližně) - zatížení μ_3 :

$$G_k' = 0,5 \times 0,182 \times 0,959 = \underline{0,087 \text{ kN/mb}}$$

$$G_k = 0,087 \times 1,108 = \underline{0,096 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,096 = \underline{0,048 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,096 = \underline{0,024 \text{ kN}}$$

Zatížení plochy trojúhelníka (přibližně) - zatížení $0,5\mu_3$:

$$G_k' = 0,5 \times 0,091 \times 0,959 = \underline{0,044 \text{ kN/mb}}$$

$$G_k = 0,044 \times 1,108 = \underline{0,049 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{2} G_k = \frac{1}{2} \times 0,049 = \underline{0,025 \text{ kN}}$$

$$\frac{1}{4} G_k = \frac{1}{4} \times 0,049 = \underline{0,012 \text{ kN}}$$

- ZS4d – SNÍH - PLOCHÁ STŘECHA – PLNÝ:

$$\alpha < 5^\circ$$

$$\mu_1 = 0,8$$

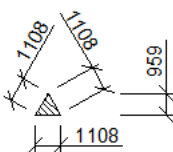
$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \underline{0,8 \text{ kN/m}^2}$$

- ZS4e – SNÍH - PLOCHÁ STŘECHA – $\frac{1}{2}$ PLNÝ + $\frac{1}{2}$ POLOVIČNÍ:

$$\alpha < 5^\circ$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$s_{1/2} = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \underline{0,4 \text{ kN/m}^2}$$



- ZS5 – ZATÍŽENÍ VĚTREMVětrná oblast II ... $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{season} = 1,0$$

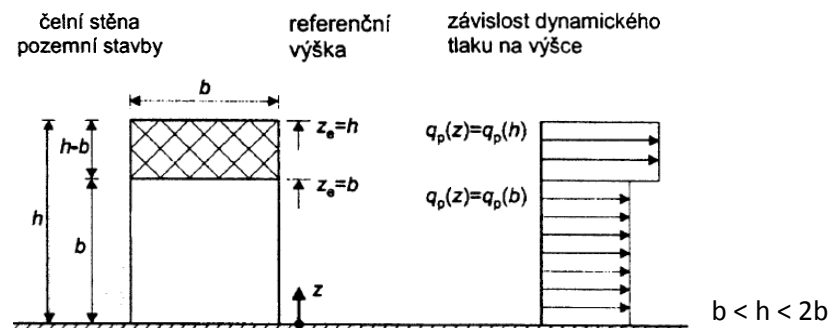
$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = \underline{25,0 \text{ m/s}}$$

OBYTNÁ PODLAŽÍ:

$$h = 24,895 \text{ m}$$

$$b = 21,845 \text{ m}$$

$$2b = 2 \times 21,845 = \underline{43,690 \text{ m}}$$



ČSN EN 1991-1-4

Kategorie terénu IV ... $z_0 = 1,0 \text{ m}$ $z_{min} = 10,0 \text{ m}$ $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$ $z_{max} = 200 \text{ m}$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (1 / 0,05)^{0,07} = \underline{0,234}$$

$$z_{min} < z < z_{max}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$z = b: 10,0 < 21,845 < 200,0$$

$$c_r(b) = 0,234 \cdot \ln(21,845/1,0) = \underline{0,722}$$

$$z = h: 10,0 < 24,895 < 200,0$$

$$c_r(h) = 0,234 \cdot \ln(24,895/1,0) = \underline{0,752}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

$$v_m(b) = 0,722 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = \underline{18,05 \text{ m/s}}$$

$$v_m(h) = 0,752 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = \underline{18,8 \text{ m/s}}$$

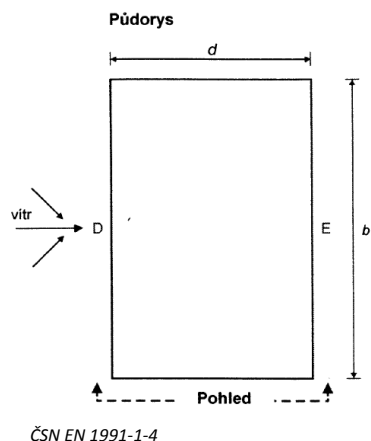
$$k_l = 1,0$$

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = 0,234 \cdot 25,0 \cdot 1,0 = \underline{5,85}$$

$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$$

$$I_v(b) = 5,85 / 18,05 = \underline{0,324}$$

$$I_v(h) = 5,85 / 18,8 = \underline{0,311}$$



$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_p(b) = [1 + 7 \cdot 0,324] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18,05^2 = \underline{665,452 \text{ Pa}}$$

$$q_p(h) = [1 + 7 \cdot 0,311] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18,8^2 = \underline{701,799 \text{ Pa}}$$

Plochy kolmé na směr větru:

$$h = 24,895 \text{ m}$$

$$d = 37,840 \text{ m}$$

$$h/d = 24,895/37,840 = \underline{0,66}$$

$$C_{pe,10,D} = + 0,75$$

$$C_{pe,10,E} = - 0,4$$

$$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe}$$

$$w_{e,D} = q_p(b) \cdot C_{pe,10,D} = 665,452 \cdot 0,75 = \underline{499,089 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,D} = q_p(h) \cdot C_{pe,10,D} = 701,799 \cdot 0,75 = \underline{526,349 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,E} = q_p(b) \cdot C_{pe,10,E} = 665,452 \cdot (-0,4) = \underline{-266,181 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,E} = q_p(h) \cdot C_{pe,10,E} = 701,799 \cdot (-0,4) = \underline{-280,720 \text{ Pa}}$$

Plochy rovnoběžné se směrem větru:

$$b = 21,845 \text{ m}$$

$$h = 24,895 \text{ m}$$

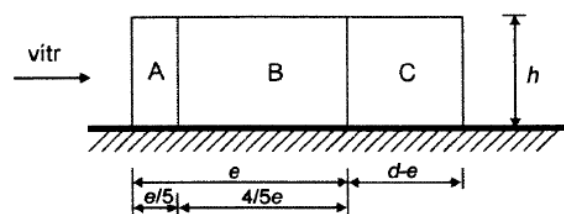
$$2h = 2 \times 24,895 = \underline{49,790 \text{ m}}$$

$$e = \min. \{b; 2h\} = \min. \{21,845; 49,790\} = \underline{21,845 \text{ m}}$$

$$d = 43,690 \text{ m}$$

$$h/d = 24,895/43,690 = \underline{0,57}$$

Pohled pro $e < d$



ČSN EN 1991-1-4

$$C_{pe,10,A} = - 1,2$$

$$C_{pe,10,B} = - 0,8$$

$$C_{pe,10,C} = - 0,5$$

$$w_{e,A} = q_p(b) \cdot C_{pe,10,A} = 665,452 \cdot (-1,2) = \underline{-798,542 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,B} = q_p(b) \cdot C_{pe,10,B} = 665,452 \cdot (-0,8) = \underline{-532,362 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,C} = q_p(b) \cdot C_{pe,10,C} = 665,452 \cdot (-0,5) = \underline{-332,726 \text{ Pa}}$$

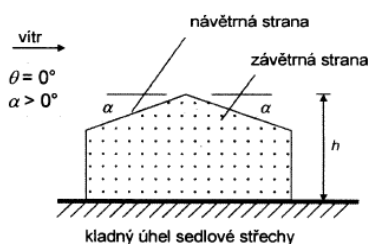
$$w_{e,A} = q_p(h) \cdot C_{pe,10,A} = 701,799 \cdot (-1,2) = \underline{-842,159 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,B} = q_p(h) \cdot C_{pe,10,B} = 701,799 \cdot (-0,8) = \underline{-561,439 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,C} = q_p(h) \cdot C_{pe,10,C} = 701,799 \cdot (-0,5) = \underline{-350,900 \text{ Pa}}$$

$$e/5 = 21,845 / 5 = \underline{4,369 \text{ m}}$$

$$4/5e = 4/5 \cdot 21,845 = \underline{17,476 \text{ m}}$$

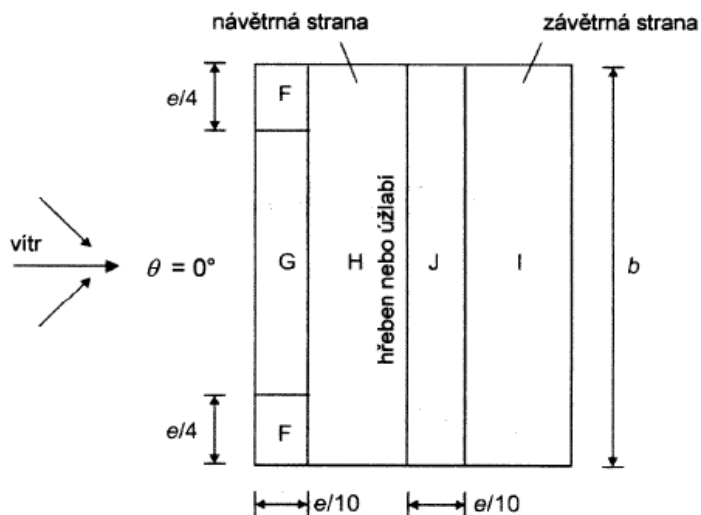


ČSN EN 1991-1-4

Plochy různoběžné se směrem větru:

- Patro s čelní stěnou kolmou na směr větru:

Zvolena tvarová analogie se sedlovou střechou.



ČSN EN 1991-1-4

$$\alpha = 60^\circ$$

$$b = 21,845 \text{ m}$$

$$h = 24,895 \text{ m}$$

$$2h = 2 \times 24,895 = 49,790 \text{ m}$$

$$e = \min. \{b; 2h\} = \min. \{21,845; 49,790\} = 21,845 \text{ m}$$

$$e/10 = 21,845/10 = 2,185 \text{ m}$$

$$e/4 = 21,845/4 = 5,461 \text{ m}$$

$$c_{pe,10,F} = +0,7$$

$$c_{pe,10,G} = +0,7$$

$$c_{pe,10,H} = +0,7$$

$$c_{pe,10,I} = -0,2$$

$$c_{pe,10,J} = -0,3$$

$$w_{e,F,G,H} = q_p(b) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 665,452 \cdot 0,7 = 465,816 \text{ Pa}$$

$$w_{e,I} = q_p(b) \cdot c_{pe,10,I} = 665,452 \cdot (-0,2) = -133,090 \text{ Pa}$$

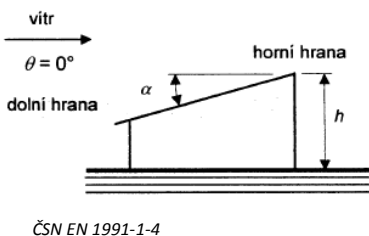
$$w_{e,J} = q_p(b) \cdot c_{pe,10,J} = 665,452 \cdot (-0,3) = -199,636 \text{ Pa}$$

$$w_{e,F,G,H} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 701,799 \cdot 0,7 = 491,259 \text{ Pa}$$

$$w_{e,I} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,I} = 701,799 \cdot (-0,2) = -140,360 \text{ Pa}$$

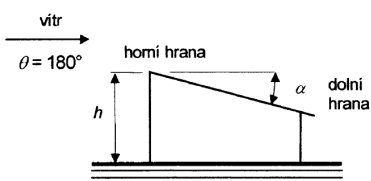
$$w_{e,J} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,J} = 701,799 \cdot (-0,3) = -210,540 \text{ Pa}$$

Návětrná strana:

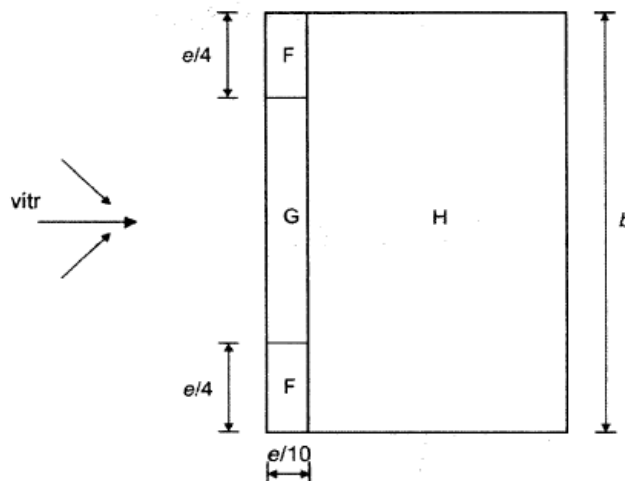


ČSN EN 1991-1-4

Závětrná strana:



- Patro s čelní hranou kolmou na směr větru:
Zvolena tvarová analogie s pultovou střechou.



ČSN EN 1991-1-4

 $\alpha = 60^\circ$ $b = 0,000 \text{ m}$ $h = 24,895 \text{ m}$ $2h = 2 \times 24,895 = 49,790 \text{ m}$ $e = \min. \{b; 2h\} = \min. \{0,000; 49,790\} = 49,790 \text{ m}$ $e/10 = 49,790/10 = 4,979 \text{ m}$ $e/4 = 49,790/4 = 12,448 \text{ m}$

Návětrná strana:

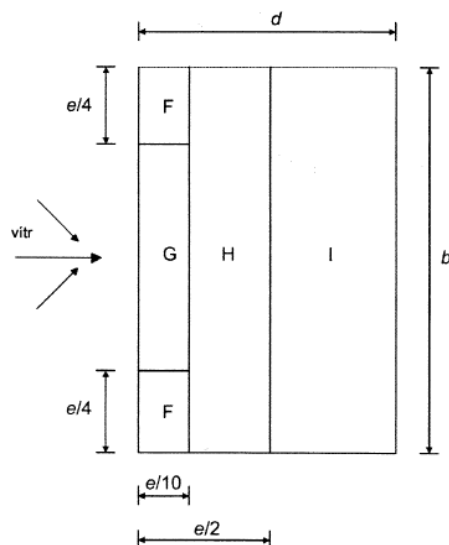
 $c_{pe,10,F} = +0,7$ $c_{pe,10,G} = +0,7$ $c_{pe,10,H} = +0,7$ $w_{e,F,G,H} = q_p(b) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 665,452 \cdot 0,7 = 465,816 \text{ Pa}$ $w_{e,F,G,H} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 701,799 \cdot 0,7 = 491,259 \text{ Pa}$

Závětrná strana:

 $c_{pe,10,F} = -0,5$ $c_{pe,10,G} = -0,5$ $c_{pe,10,H} = -0,5$ $w_{e,F,G,H} = q_p(b) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 665,452 \cdot (-0,5) = -332,726 \text{ Pa}$ $w_{e,F,G,H} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,F,G,H} = 701,799 \cdot (-0,5) = -350,900 \text{ Pa}$

Pozn.:

Pro přechínající části konstrukce je tlak na spodní straně přechínající části roven tlaku pro oblast na svislé stěně přímo připojené k přechínající části; tlak na horní ploše přechínající části je roven tlaku v oblasti definované pro plochou střechu (viz plochá střecha).

PLOCHÁ STŘECHA:

ČSN EN 1991-1-4

$$b = 21,845 \text{ m}$$

$$h = 24,895 \text{ m}$$

$$2h = 2 \times 24,895 = 49,790 \text{ m}$$

$$e = \min. \{b; 2h\} = \min. \{21,845; 49,790\} = \underline{21,845 \text{ m}}$$

$$e/10 = 21,845/10 = \underline{2,185 \text{ m}}$$

$$e/4 = 21,845/4 = \underline{5,461 \text{ m}}$$

$$e/2 = 21,845/2 = \underline{10,923 \text{ m}}$$

$$c_{pe,10,F} = -1,8$$

$$c_{pe,10,G} = -1,2$$

$$c_{pe,10,H} = -0,7$$

$$c_{pe,10,I} = -0,2; +0,2$$

$$w_{e,F} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,F} = 701,799 \cdot (-1,8) = \underline{-1263,238 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,G} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,G} = 701,799 \cdot (-1,2) = \underline{-842,159 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,H} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,H} = 701,799 \cdot (-0,7) = \underline{-491,259 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,I} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,I} = 701,799 \cdot (-0,2) = \underline{-140,360 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,I} = q_p(h) \cdot c_{pe,10,I} = 701,799 \cdot 0,2 = \underline{140,360 \text{ Pa}}$$

KOPULE:

Kategorie terénu IV ... $z_0 = 1,0 \text{ m}$ $z_{\min} = 10,0 \text{ m}$ $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$ $z_{\max} = 200 \text{ m}$

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (1 / 0,05)^{0,07} = \underline{0,234}$$

$$z = 30,610 \text{ m}$$

$$z_{\min} < z < z_{\max}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$z: 10,0 < 30,610 < 200,0$$

$$c_r(z) = 0,234 \cdot \ln(30,610/1,0) = \underline{0,801}$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,801 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = \underline{20,025 \text{ m/s}}$$

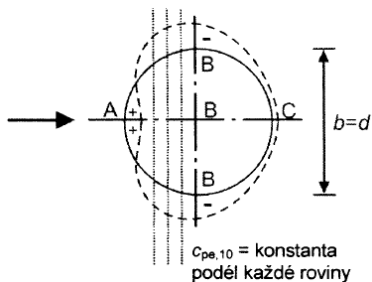
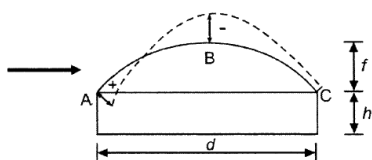
$$k_l = 1,0$$

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = 0,234 \cdot 25,0 \cdot 1,0 = \underline{5,85}$$

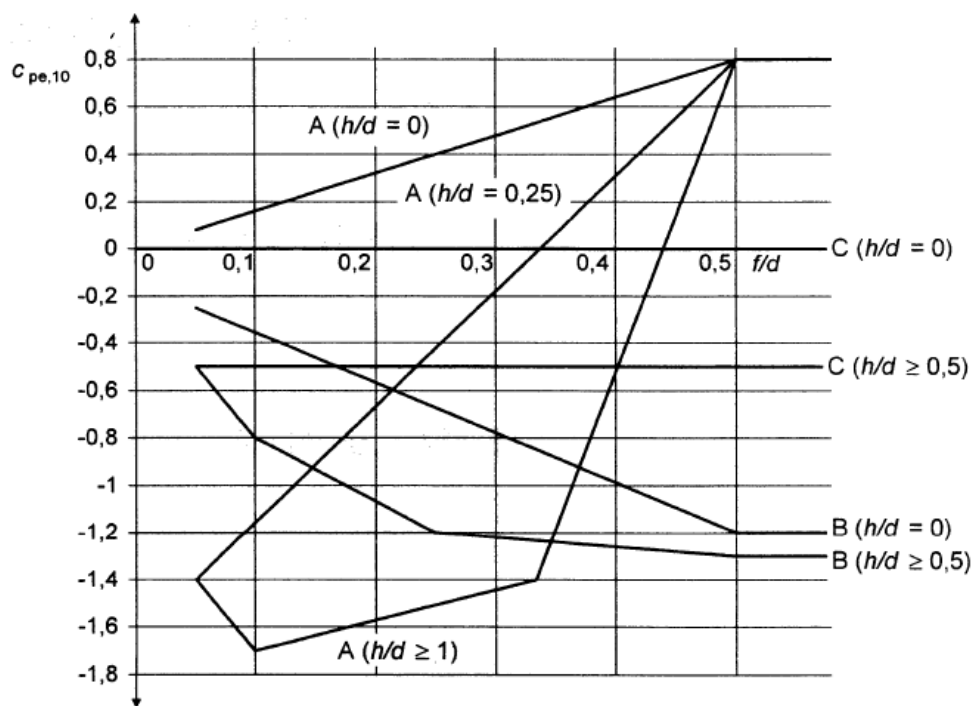
$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = 5,85 / 20,025 = \underline{0,292}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,292] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 20,025^2 = \underline{762,904 \text{ Pa}}$$



ČSN EN 1991-1-4



ČSN EN 1991-1-4

$$h = 24,895 \text{ m}$$

$$d = 21,715 \text{ m}$$

$$f = 5,865 \text{ m}$$

$$h/d = 24,895/21,715 = \underline{1,146}$$

$$f/d = 5,865/21,715 = \underline{0,270}$$

$$C_{pe,10,A} = -1,48$$

$$C_{pe,10,B} = -1,2$$

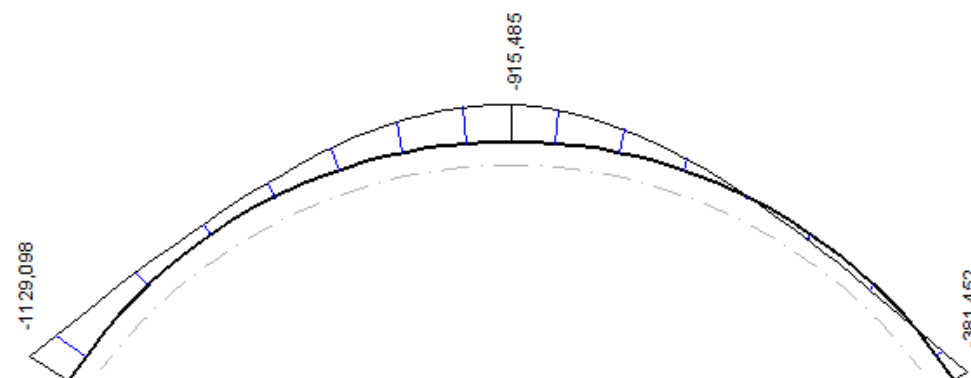
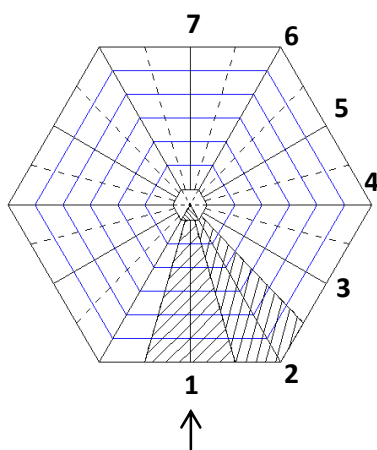
$$C_{pe,10,C} = -0,5$$

$$w_{e,A} = q_p(z) \cdot C_{pe,10,A} = 762,904 \cdot (-1,48) = \underline{-1129,098 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,B} = q_p(z) \cdot C_{pe,10,B} = 762,904 \cdot (-1,2) = \underline{-915,485 \text{ Pa}}$$

$$w_{e,C} = q_p(z) \cdot C_{pe,10,C} = 762,904 \cdot (-0,5) = \underline{-381,452 \text{ Pa}}$$

Průběh zatížení na ose kopule [Pa]:

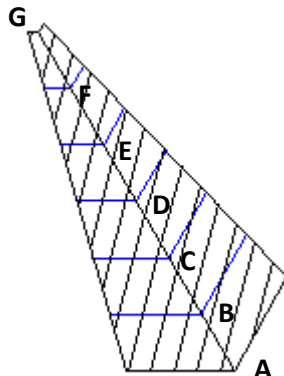
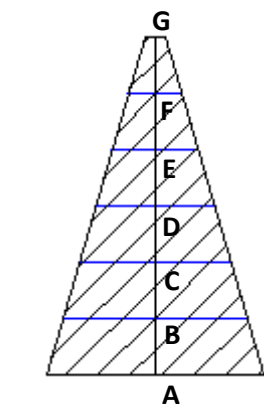


Vazník 1:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-864,280	10,937					-9,453
B	-479,294	10,530					-5,047
C	-350,779	7,642					-2,681
D	-416,427	5,522					-2,300
E	-580,676	3,799					-2,206
F	-765,508	2,281					-1,746
G	-886,873	0,925	-915,485	0,066			-0,881

Vazník 2:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-864,280	5,469	-479,294	5,469			-7,347
B	-479,294	5,265	-382,908	5,265			-4,539
C	-350,779	3,821	-383,513	3,821			-2,806
D	-416,427	2,761	-498,462	2,761			-2,526
E	-580,676	1,900	-626,884	1,900			-2,294
F	-765,508	1,141	-795,849	1,141			-1,781
G	-886,873	0,463	-886,873	0,463	-915,485	0,660	-1,425



ČÁST:

ZATÍŽENÍ

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

Vazník 3:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-383,513	5,469	-626,884	5,469			-5,525
B	-416,247	5,265	-673,092	5,265			-5,735
C	-457,354	3,821	-765,508	3,821			-4,673
D	-626,884	2,761	-795,859	2,761			-3,928
E	-765,508	1,900	-856,532	1,900			-3,081
F	-826,191	1,141	-886,873	1,141			-1,954
G	-896,410	0,463	-905,948	0,463	-915,485	0,660	-1,438

Vazník 4:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-882,873	5,469	-860,031	5,469			-9,531
B	-886,873	5,265	-805,427	5,265			-8,910
C	-886,873	3,821	-805,427	3,821			-6,466
D	-894,026	2,761	-832,942	2,761			-4,768
E	-901,179	1,900	-860,456	1,900			-3,346
F	-908,332	1,141	-887,971	1,141			-2,049
G	-908,332	0,463	-893,473	0,463	-915,485	0,660	-1,438

Vazník 5:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-302,609	5,469	-30,588	5,469			-1,822
B	-444,811	5,265	-78,866	5,265			-2,757
C	-587,012	3,821	-246,673	3,821			-3,186
D	-641,616	2,761	-444,811	2,761			-3,000
E	-750,823	1,900	-587,012	1,900			-2,541
F	-805,427	1,141	-696,220	1,141			-1,713
G	-860,456	0,463	-832,942	0,463	-915,485	0,660	-1,387

Vazník 6:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	89,013	5,469	-199,242	5,469			-0,603
B	107,939	5,265	89,013	5,265			1,037
C	17,691	3,821	114,248	3,821			0,504
D	-269,604	2,761	-78,866	2,761			-0,962
E	-444,811	1,900	-302,609	1,900			-1,420
F	-641,618	1,141	-587,012	1,141			-1,401
G	-805,427	0,463	-805,427	0,463	-915,485	0,660	-1,349

Vazník 7:

	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	w_e [Pa]	plocha [m ²]	výslednice [kN]
A	-199,242	10,937					-2,179
B	89,013	10,530					0,937
C	114,248	7,642					0,873
D	-78,866	5,522					-0,435
E	-302,609	3,799					-1,150
F	-587,012	2,281					-1,339
G	-805,427	0,925	-915,485	0,066			-0,805

SLOUP KRUHOVÉHO PRŮŘEZU:

$$b = 0,300 \text{ m}$$

$$v = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v(z) = \sqrt{2 \cdot q_p(z) / \rho}$$

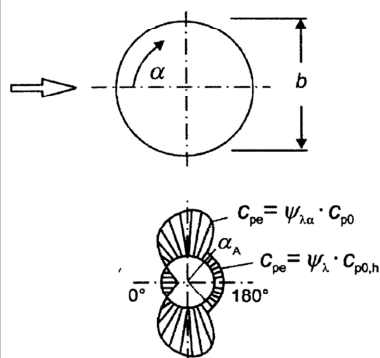
$$v(b) = (2 \cdot 665,452 / 1,25)^{0,5} = 32,630 \text{ m/s}$$

$$v(h) = (2 \cdot 701,799 / 1,25)^{0,5} = 33,509 \text{ m/s}$$

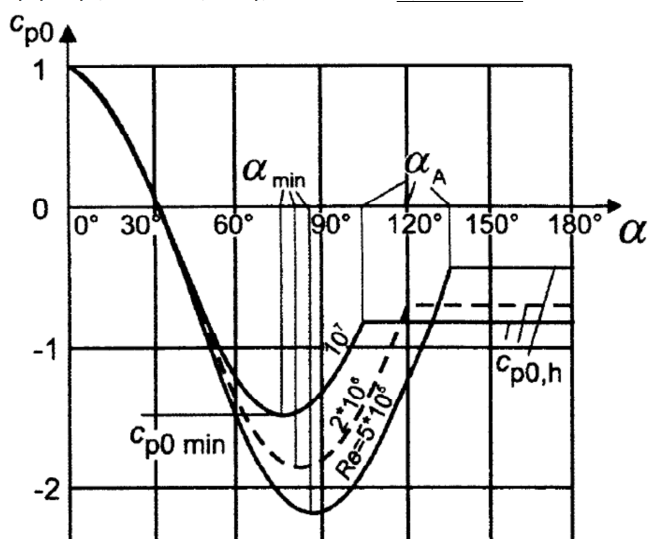
$$Re = \frac{b \cdot v(z)}{v}$$

$$Re(b) = (0,300 \cdot 32,630) / 15 \cdot 10^{-6} = 6,526 \cdot 10^5$$

$$Re(h) = (0,300 \cdot 33,509) / 15 \cdot 10^{-6} = 6,702 \cdot 10^5$$



ČSN EN 1991-1-4



ČSN EN 1991-1-4

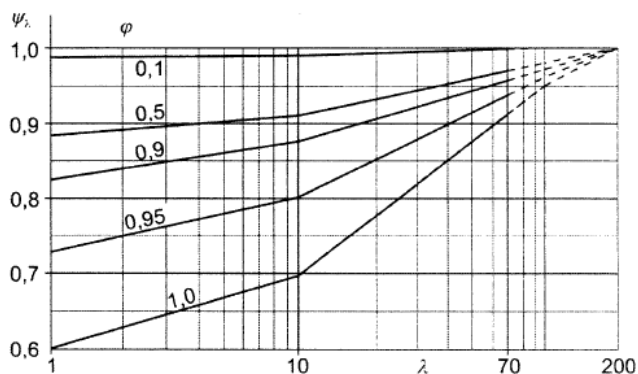
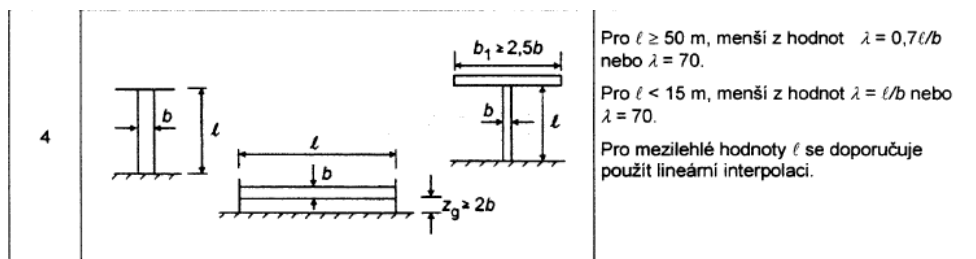
$$\psi_{\lambda\alpha} = 1 \quad \dots \text{ pro } 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{\min}$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \cdot \cos(\pi/2 \cdot ((\alpha - \alpha_{\min}) / (\alpha_A - \alpha_{\min}))) \quad \dots \text{ pro } \alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_A$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} \quad \dots \text{ pro } \alpha_A \leq \alpha \leq 180^\circ$$

$$\alpha_{\min} = 85^\circ$$

$$\alpha_A = 130^\circ$$



ČSN EN 1991-1-4

$$l = 3,480 \text{ m}$$

$$\lambda = \min\{l/b; 70\} = \min\{3,480/0,4; 70\} = \min\{8,7; 70\} = \underline{8,7}$$

$$\varphi = 1,0$$

$$\psi_\lambda = 0,69$$

$$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha}$$

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

Pozn.: Rozdíl v $Re(b)$ a $Re(h)$ je zanedbatelný $\Rightarrow$ pouze jedna hodnota $c_{p,0}$.

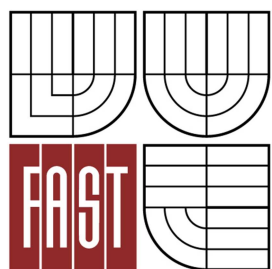
α [°]	$c_{p,0}$	$\psi_{\lambda\alpha}$	c_{pe}	$w_e(b)$ [Pa]	$w_e(h)$ [Pa]
0	1,00	1,00	1,0	665,452	701,799
30	0,00	1,00	0,0	0,000	0,000
60	-1,40	1,00	-1,4	-931,633	-982,519
90	-2,05	1,00	-2,0	-1357,752	-1431,912
120	-1,05	1,04	-1,1	-723,978	-763,522
150	-0,50	0,69	-0,3	-229,581	-242,121
180	-0,50	0,69	-0,3	-229,581	-242,121

$$\underline{F_{we}(b) = 0,124 \text{ kN/m}}$$

$$\underline{F_{we}(h) = 0,130 \text{ kN/m}}$$



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

- STATICKÝ VÝPOČET - DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

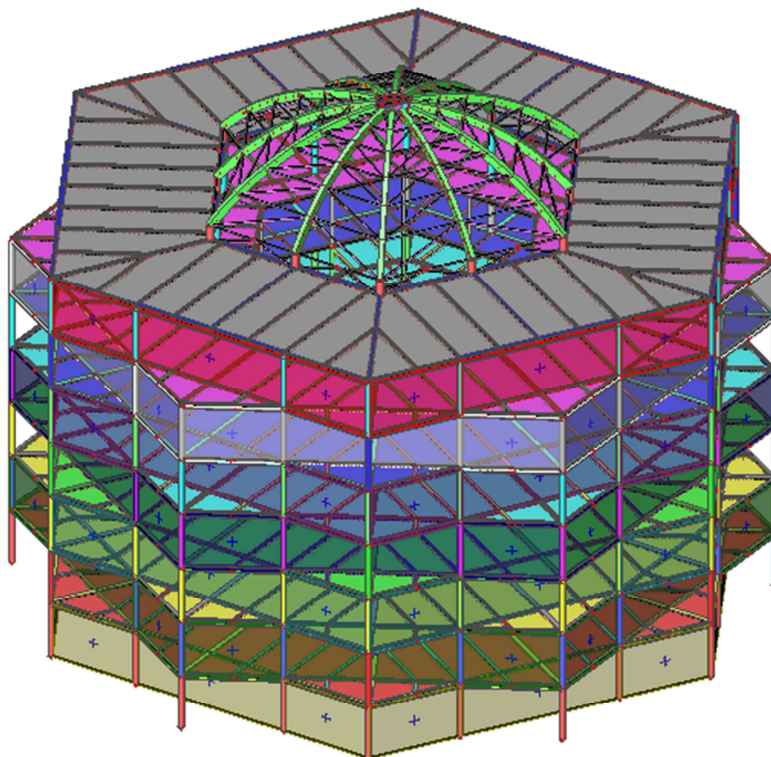
BRNO 2014

OBSAH

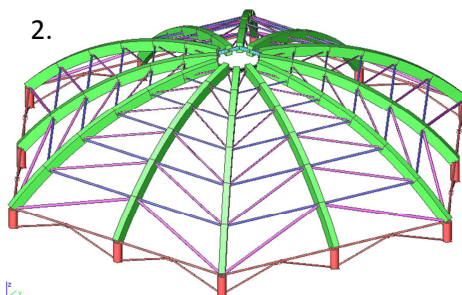
VÝPOČTOVÝ MODEL.....	1
ZATĚŽOVACÍ STAVY.....	2
KOMBINACE.....	3
VRCHOLOVÝ PRSTENEC KOPULE.....	4
PRSTENCE KOPULE	8
DIAGONÁLY KOPULE	8
ŽEBRO KOPULE - KRATŠÍ.....	9
ŽEBRO KOPULE - DELŠÍ	14
PRSTENEC POD KOPULÍ - HORNÍ PÁS.....	19
PRSTENEC POD KOPULÍ - DIAGONÁLA	21
TRAPÉZOVÝ PLECH STROPNÍ DESKY	22
STROPNICE/PRŮVLAK - 7.NP	24
PRŮVLAK - ŠIKMO - 7.NP.....	29
OBVODOVÝ PRŮVLAK (STŘED) - 7.NP.....	34
OBVODOVÝ PRŮVLAK (ŠPIČKY) - 7.NP.....	37
STROPNICE - TYPICKÝ STROP - 1.NP AŽ 6.NP	40
PRŮVLAK/STROPNICE - TYPICKÝ STROP - 1.NP AŽ 6.NP.....	45
PRŮVLAK - ŠIKMO - 1.NP AŽ 6.NP	50
OBVODOVÝ PRŮVLAK (STŘED) - 7.NP.....	55
OBVODOVÝ PRŮVLAK (ŠPIČKY) - 1.NP AŽ 6.NP.....	58
PAVLAČ - NOSNÍK - 1.NP AŽ 6.NP	61
PAVLAČ - PRŮVLAK - 1.NP AŽ 6.NP.....	64
ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - PRŮVLAK - 1.NP AŽ 7.NP	67
ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - SLOUP	71
SLOUP - OBVODOVÝ.....	76
SLOUP - VNITŘNÍ (PAVLAČ)	81
KLÍČ POUŽITÝCH KOMBINACÍ CO1/... ..	86

VÝPOČTOVÝ MODEL

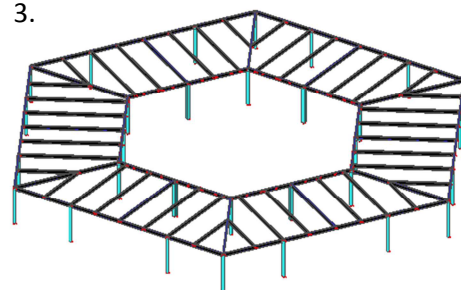
1.



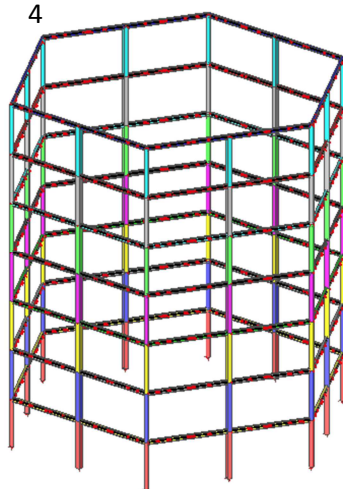
2.



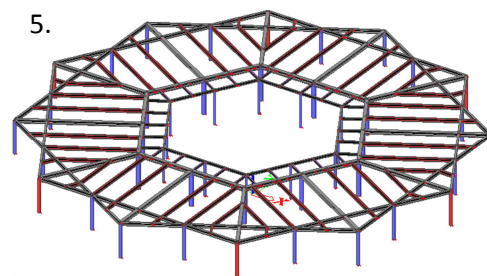
3.



4.



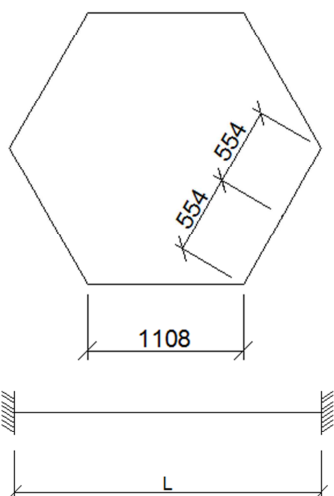
5.

**LEGENDA:**

1. celkový axonometrický pohled
2. axonometrický pohled na kopuli s prstencem
3. sloupy 7. patra a prutová konstrukce střechy
4. ztužující jádro (střední prstenec sloupů)
5. sloupy a prutová konstrukce stropu typického patra

AKCE:			DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY			STR.: 2		
ČÁST:			DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ			VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA		
			ZATĚŽOVACÍ STAVY					
			Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Působení
			ZS1	vl.tíha	Stálé	S	Vlastní tíha	
			ZS2a	ost.stálé-kopule	Stálé	S	Standard	
			ZS2b	ost.stálé-střecha	Stálé	S	Standard	
			ZSc	oststálé-balkón	Stálé	S	Standard	
			ZS2d	ost.stálé-konzoly	Stálé	S	Standard	
			ZS2e	ost.stálé-strop	Stálé	S	Standard	
			ZS2f	ost.stálé-stěny	Stálé	S	Standard	
			ZS3a	užitné-plné	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3b	užitné-šach1	Nahodilé	N-užitné	Statiké	Krátkodobé
			ZS3c	užitné-šach2	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3d	užitné-šach3	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3e	užitné-šach4	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3f	užitné-šach5	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3g	užiné-šach6	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3h	užitné-šach7	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3i	užitné-šach8	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3j	užitné-šach9	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3k	užitné-šach10	Nahodilé	N-užitné	Staické	Krátkodobé
			ZS3l	užitné-šach11	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS3m	užitné-šach12	Nahodilé	N-užitné	Statické	Krátkodobé
			ZS4a	sníh-kopule-plný	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4ba	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodoé
			ZSbb	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bc	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bd	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4be	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bf	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bg	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bh	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bi	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bj	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bk	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4bl	sníh-kopule-tr1	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4ca	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4cb	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4cc	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4cd	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
			ZS4ce	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé
ZS4cf	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé			
ZS4cg	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé			
ZS4ch	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé			

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY						STR.: 3																																																																																																																													
ČÁST:	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ			VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA																																																																																																																																
	<table><tr><td>ZS4c</td><td>sníh-opule-tr2</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhK</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4cj</td><td>sníh-kopule-tr2</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhK</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ck</td><td>sníh-kopule-tr2</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhK</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4cl</td><td>sníh-kopule-tr2</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhK</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4d</td><td>sníh-střecha-plný</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ea</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4eb</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ec</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ed</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ee</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ef</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4eg</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4eh</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ei</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ej</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4ek</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>N-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS4el</td><td>sníh-střecha-půlky</td><td>Nahodilé</td><td>-sníhS</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS5a</td><td>vítr Y+ var.1</td><td>Nahodilé</td><td>N-vítr</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS5b</td><td>vítr Y+ var.2</td><td>Nahodilé</td><td>N-vítr</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS5c</td><td>vítr X+ var.1</td><td>Nahodilé</td><td>N-vítr</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr><tr><td>ZS5d</td><td>vítr X+ var.2</td><td>Nahodilé</td><td>N-vítr</td><td>Statické</td><td>Krátkodobé</td></tr></table>						ZS4c	sníh-opule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé	ZS4cj	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé	ZS4ck	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé	ZS4cl	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé	ZS4d	sníh-střecha-plný	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ea	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4eb	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ec	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ed	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ee	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ef	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4eg	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4eh	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ei	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ej	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4ek	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS4el	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	-sníhS	Statické	Krátkodobé	ZS5a	vítr Y+ var.1	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé	ZS5b	vítr Y+ var.2	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé	ZS5c	vítr X+ var.1	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé	ZS5d	vítr X+ var.2	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé
ZS4c	sníh-opule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4cj	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ck	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4cl	sníh-kopule-tr2	Nahodilé	N-sníhK	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4d	sníh-střecha-plný	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ea	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4eb	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ec	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ed	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ee	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ef	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4eg	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4eh	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ei	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ej	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4ek	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	N-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS4el	sníh-střecha-půlky	Nahodilé	-sníhS	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS5a	vítr Y+ var.1	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS5b	vítr Y+ var.2	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS5c	vítr X+ var.1	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
ZS5d	vítr X+ var.2	Nahodilé	N-vítr	Statické	Krátkodobé																																																																																																																															
	KOMBINACE Pro výpočet byly sestaveny následující dvě kombinace: CO1 – MSÚ EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B CO2 – MSP Obálka – použitelnost Obě kombinace obsahují všechny zatěžovací stavy, které dle rozdělení do jednotlivých skupin zatížení program nakombinuje odpovídajícím způsobem. Pro první kombinaci CO1 se kombinace provádí dle ČSN EN 1990 rovnic 6.10a a 6.10b (včetně odpovídajících součinitelů). Tato kombinace poskytuje dimenzační vnitřní síly příp. napětí. $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10a)$ $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10b) \quad \text{ČSN EN 1990}$ Dílní součinitelé (STR/GEO soubor B): <table><tr><td>ξ - nepříznivá</td><td>γ_G - nepříznivá</td><td>γ_G - příznivá</td><td>γ_Q</td></tr><tr><td>0,85</td><td>1,35</td><td>1,00</td><td>1,50</td></tr></table> $\psi_{0,užitné} = 0,7; \psi_{0,sníh} = 0,5; \psi_{0,vítr} = 0,6$ Pro druhou kombinaci CO2 se kombinace provádí jako lineární se součiniteli 1,0. Tato kombinace poskytuje předpokládané hodnoty deformací. Pozn.: Kompletní výpis lineárních kombinací, který lze získat rozkladem obálek, není uveden pro příliš velké množství matematicky možných kombinací. Klíč kombinací, které jsou použity pro posudky jednotlivých prvků, je uveden na konci této části.						ξ - nepříznivá	γ_G - nepříznivá	γ_G - příznivá	γ_Q	0,85	1,35	1,00	1,50																																																																																																																						
ξ - nepříznivá	γ_G - nepříznivá	γ_G - příznivá	γ_Q																																																																																																																																	
0,85	1,35	1,00	1,50																																																																																																																																	

**VRCHOLOVÝ PRSTENEC KOPULE****Geometrie:**

$$L = 1,108 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,\omega} = 0,554 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 0,554 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/27

$$N_{Ed} = 124,756 \text{ kN}$$

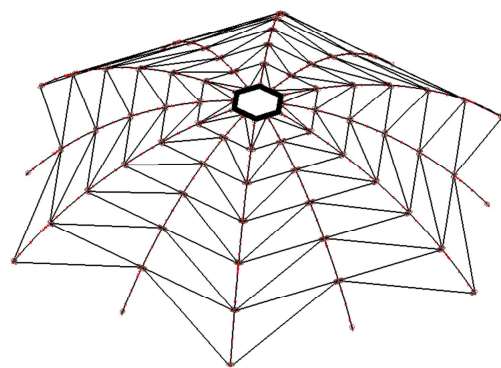
$$V_{y,Ed} = 19,744 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 0,869 \text{ kN}$$

$$M_{x,Ed} = 0,041 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 5,658 \text{ kNm}$$



$$< 0,5 V_{pl,Rd,y} \quad \text{OK!}$$

$$< 0,5 V_{pl,Rd,z} \quad \text{OK!}$$

Zanedbáno.

Zanedbáno.

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{\underline{235,000 \text{ MPa}}}$$

Ocelový průřez:

UPE 160

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$b = 70 \text{ mm}$$

$$A = 2,17E+03 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 9,110E+06 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 1,070E+06 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 5,20E+04 \text{ mm}^4$$

$$I_\omega = 3,96E+09 \text{ mm}^6$$

Průřez třídy 1.

$$t_f = 9,5 \text{ mm}$$

$$t_w = 5,5 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 1,320E+05 \text{ mm}^3$$

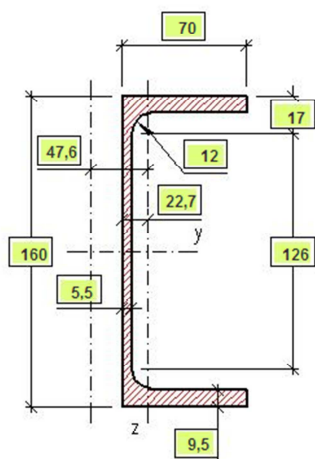
$$W_{pl,z} = 4,150E+04 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 64,800 \text{ mm}$$

$$i_z = 22,200 \text{ mm}$$

$$a = 47,6 \text{ mm}$$

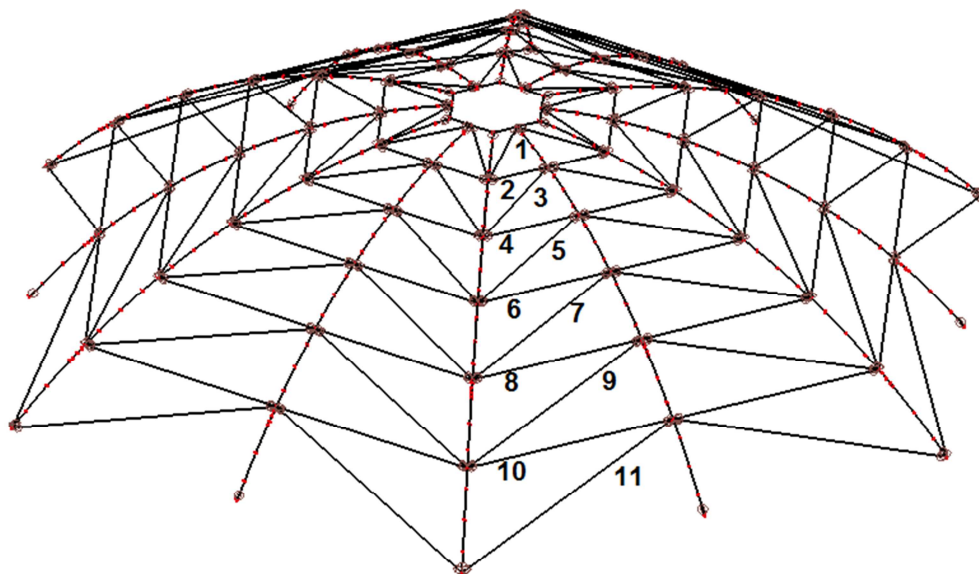
$$r = 12 \text{ mm}$$



AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 5
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Únosnost v prostém tlaku: $N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00217 \cdot 235000 / 1,0$ $N_{c,Rd} = \underline{509,95 \text{ kN}}$ Rovinný vzpěr: $\lambda_y = L_{cr,y} / i_y = 554 / 64,8 = \underline{8549}$ $\lambda_z = L_{cr,z} / i_z = 554 / 22,2 = \underline{24,955}$ $\varepsilon = (235 / f_y)^{0,5} = (235 / 235)^{0,5} = \underline{1,00}$ $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{93,900}$ $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1 = 8549 / 93,9 = \underline{0,091}$ $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1 = 24,955 / 93,9 = \underline{0,266}$ Křivka vzpěrné pevnosti: c $\Rightarrow \alpha = 0,49$ $\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$ $\phi_y = 0,5 [1 + 0,49 (0,091 - 0,2) + 0,091^2]$ $\phi_y = \underline{0,477}$ $\chi_y = \frac{1}{\phi_y + (\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)^{0,5}}$ $\chi_y = \frac{1}{0,477 + (0,477^2 - 0,091^2)^{0,5}}$ $\chi_y = \underline{1,058} \leq \underline{1}$ $\phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$ $\phi_z = 0,5 [1 + 0,49 (0,266 - 0,2) + 0,266^2]$ $\phi_z = \underline{0,552}$ $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + (\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)^{0,5}}$ $\chi_z = \frac{1}{0,552 + (0,552^2 - 0,266^2)^{0,5}}$ $\chi_z = \underline{0,966} \leq \underline{1}$ Únosnost ve smyku: $V_{pl,Rd,y} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0})$ $V_{pl,Rd,y} = (2170 - 2 \cdot 70 \cdot 9,5 + (5,5 + 12) \cdot 9,5) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$ $V_{pl,Rd,y} = \underline{136,525 \text{ kN}}$ $V_{pl,Rd,z} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0})$ $V_{pl,Rd,z} = (2 \cdot 70 \cdot 9,5) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000 = \underline{180,451 \text{ k}}$	

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 6
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	Ohybová únosnost bez klopení: $M_{c,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,000132 \cdot 235000 / 1 = \underline{\underline{31,020 \text{ kNm}}}$ $M_{c,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = ,0000415 \cdot 235000 / 1 = \underline{\underline{9,753 \text{ kNm}}}$ Klopení: Profil neklopí! $\chi_{LT} = \underline{\underline{1,0}}$ Moment $M_{Ed,y}$ je zanedbatelný. $C = 1,0$ $k_{yy} = C \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \right) \leq C \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \right)$ $k_{yy} = 1[1 + (0,091 - 0,2) \cdot 124,756 / (1 \cdot 509,95)]$ $\leq 1[1 + 0,8 \cdot 124,756 / (1 \cdot 509,5)]$ $k_{yy} = \underline{\underline{0,973 \leq 1,196}}$ $k_{zz} = C \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \right) \leq C \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \right)$ $k_{zz} = 1[1 + (0,266 - 0,2) \cdot 124,756 / (0,966 \cdot 509,95)]$ $\leq 1[1 + 0,8 \cdot 124,756 / (0,966 \cdot 509,95)]$ $k_{zz} = \underline{\underline{1,017 \leq 1,203}}$ $k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,017 = \underline{\underline{0,610}}$ $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(C - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$ $k_{zy} = 0,6 + 0,266 \leq 1 - 0,1 \cdot 0,266 / (1 - 0,25) \cdot 124,756 / (0,966 \cdot 509,95)$ $k_{zy} = \underline{\underline{0,866 \leq 0,991}}$	

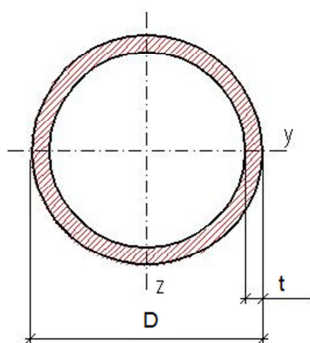
AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 7
ČÁST:	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA
	Posouzení (tlak a šikmý ohyb): $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd,y}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$ $\frac{124,756}{1.509,95} + \frac{0,973.0,006}{1.31,02} + \frac{0,61.5,658}{9,753} \leq 1$ $0,245 + 0 + 0,354 \leq 1$ $0,60 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$ $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd,y}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$ $\frac{124,756}{0,966.509,95} + \frac{0,866.0,006}{1.31,02} + \frac{1,017.5,68}{9,753} \leq 1$ $0,253 + 0 + 0,59 \leq 1$ $0,84 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$ Posouzení (smyk a kroucení): $V_{y,Ed} \leq V_{pl,Rd,y}$ $19,744 \leq 136,525 \quad \text{kN} \quad \text{OK!}$ $V_{z,Ed} \leq V_{pl,Rd,z}$ $0,869 \leq 180,451 \quad \text{kN} \quad \text{OK!}$ $M_{x,Ed} = 0,041 \text{ kNm}$ Vliv kroucení zanedbán! - malá hodnota kroutícího momentu, malá vzdálenost mezi podepřením <u>Smyk současně:</u> $(19,744/136,525)^2 + (0,869/180,451)^2 = 0,02 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$ Posouzení (současné působení): $N+M = 0,84$ $V = 0,02$ $0,843^2 + 3 \cdot 0,02^2 = 0,71 < 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: UPE160/S235	



PRSTENCE KOPULE

Návrh proveden dle katalogu firmy HALFEN pro systém DETAN.

Jsou použity pruty pro tlakové namáhání DETAN Druckstabsystem, DETAN-S355.



ozn.	L [m]	N_{Ed}^- [kN]	D [mm]	N_{Rd}^- [kN]	$\lambda (< 250)$
2	1,420	30,110	54	43,0	78,022
4	2,286	34,580	60	43,	112,611
6	3,152	37,819	76	43,0	121,699
8	4,018	58,126	89	61,0	137,133
10	4,884	34,835	89	43,0	166,689

DIAGONÁLY KOPULE

Návrh proveden dle katalogu firmy HALFEN pro systém DETAN.

Jsou použity pruty pro tlakové namáhání DETAN Druckstabsystem, DETAN-S355.

ozn.	L [m]	N_{Ed}^- [kN]	D [mm]	N_{Rd}^- [kN]	$\lambda (< 250)$	N_{Ed}^+ [kN]	A [m ²]	N_{Rd}^+ [kN]
1	2,077	11,774	54	26,0	49,008	47,988	0,000420	149,100
3	2,766	6,235	54	26,0	19,979	18,878	0,000420	149,100
5	3,549	10,980	60	26,0	13,090	11,681	0,000523	185,665
7	4,380	14,13	76	26,0	14,203	13,531	0,000667	236,785
9	5,247	30,021	89	43,0	25,041	24,435	0,000862	306,010
11	6,154	24,811	114	84,0	28,700	29,893	0,001250	443,750

Pozn.:

$$N_{Rd}^+ = A \cdot f_{yd}$$

$$\lambda = L/i$$

D [mm]	54	60	76	89	114
i [mm]	18,2	20,3	25,9	29,3	39,2

ŽEBRO KOPULE - KRATŠÍ**Geometrie:**

$$L = 10,565 \text{ m}$$

$$r = 12,250 \text{ m}$$

$$r_{\text{int}} = 12,000 \text{ m}$$

$$\alpha_{\text{ap}} = 0,000^\circ$$

$$L_{\text{cr, v roviny}} = 0,7 \cdot L = \underline{7,396 \text{ m}}$$

$$L_{\text{cr, z roviny}} = 2,175 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/80

$$N_{\text{Ed}} = 108,902 \text{ kN}$$

$$M_{y, \text{Ed}} = 31,798 \text{ kNm}$$

$$M_{z, \text{Ed}} = 0,004 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky:**Dřevo:** GL24h

$$\gamma_M = 1,25$$

$$k_{\text{mod}} = 0,90$$

$$X_d = k_{\text{mod}} \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Třída provozu 2.

$$f_{m, k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{m, d} = 17,280 \text{ MPa}$$

$$f_{t, 0, k} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{t, 0, d} = 11,880 \text{ MPa}$$

$$f_{t, 90, k} = 0,5 \text{ MPa}$$

$$f_{t, 90, d} = 0,360 \text{ MPa}$$

$$f_{c, 0, k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{c, 0, d} = 17,280 \text{ MPa}$$

$$f_{c, 90, k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c, 90, d} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{v, k} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$f_{v, d} = 2,520 \text{ MPa}$$

$$E_{0, \text{mean}} = 11,6 \text{ GPa}$$

$$E_{0, 05} = 8,8 \text{ GPa}$$

$$E_{90, \text{mean}} = 0,39 \text{ GPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 0,72 \text{ GPa}$$

$$G_{0, 05} = 0,55 \text{ GPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Průřez:

$$h = 0,500 \text{ m}$$

$$b = 0,300 \text{ m}$$

$$A = 0,150 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,00313 \text{ m}^4$$

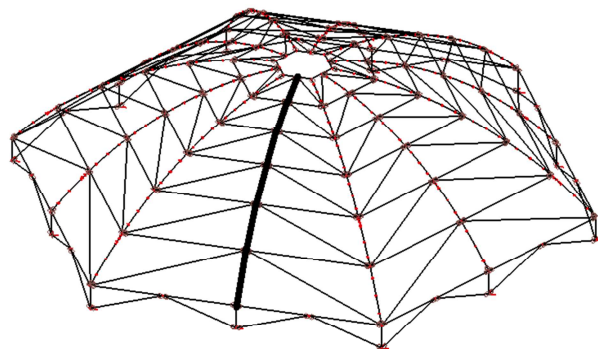
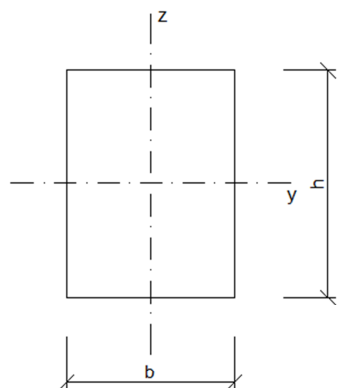
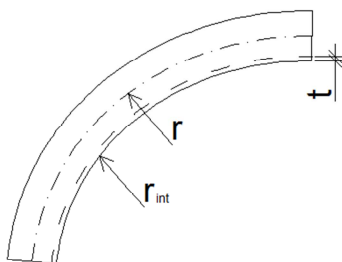
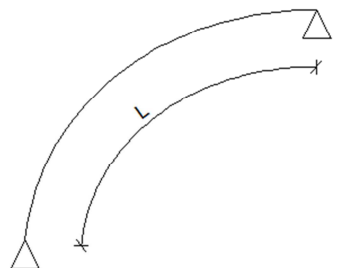
$$I_z = 0,00113 \text{ m}^4$$

$$W_y = 0,013 \text{ m}^3$$

$$W_z = 0,008 \text{ m}^3$$

$$i_y = 0,144 \text{ m}$$

$$i_z = 0,087 \text{ m}$$



AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 10
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Posouzení na M a N: <u>Příčná a torzní stabilita nosníku (ohyb + vzpěr):</u> $k_1 = 1 + 1,4 \operatorname{tg} \alpha_{ap} + 5,4 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_1 = 1 + 1,4 \cdot \operatorname{tg} 0 + 5,4 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{1,0}$ $k_2 = 0,35 - 8 \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,35 - 8 \cdot \operatorname{tg} 0 = \underline{0,35}$ $k_3 = 0,6 + 8,3 \operatorname{tg} \alpha_{ap} - 7,8 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \operatorname{tg} 0 - 7,8 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0,6}$ $k_4 = 6 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_4 = 6 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0}$ $k_l = k_1 + k_2(h/r) + k_3(h/r)^2 + k_4(h/r)^3$ $k_l = 1 + 0,35(0,5/12,25) + 0,6(0,5/12,25)^2 + 0(0,5/12,25)^3$ $k_l = \underline{1,015}$ $t = 25 \text{ mm}$ $r_{int}/t = 0,48$ $k_r = 0,760$ $\sigma_{m,y,d} = k_l \cdot M_{y,Ed}/W_y = 1,015 \cdot 31798/0,013 = 2482690 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,y,d} = \underline{2,483 \text{ MPa}}$ $h/b = 0,5/0,3 = \underline{1,7}$ $\alpha = 0,222$ $I_{tor} = \alpha \cdot b^3 \cdot h = 0,222 \cdot 0,3^3 \cdot 0,5 = \underline{0,003 \text{ m}^4}$ $I_{ef} = 0,9 \cdot L_{cr,z \text{ rov.}} = 0,9 \cdot 2,175 = \underline{1,958 \text{ m}}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \frac{M_{y,d,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{I_{ef} \cdot W_y}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \pi \cdot (88000000000 \cdot 0,001125 \cdot 5500000000 \cdot 0,003)^{0,5} / (1,958 \cdot 0,013)$ $\sigma_{m,y,d,crit} = 49883062 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \underline{498,831 \text{ MPa}}$ $\lambda_{rel,m,y} = (f_{m,k}/\sigma_{m,crit})^{0,5}$ $\lambda_{rel,m,y} = (24/498,831)^{0,5}$ $\lambda_{rel,m,y} = \underline{0,219} \leq \underline{0,75} \Rightarrow k_{crit} = \underline{1,0}$	

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 11
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed}/W_z = 4/0,008 = 500 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,z,d} = \underline{0,001} \text{ MPa}$		
$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A = 108902/0,15 = 726013 \text{ Pa}$ $\sigma_{c,0,d} = \underline{0,726} \text{ MPa}$		
$\lambda_z = L_{cr,z,rov.}/i_z = 2,175/0,087 = \underline{25,000}$		
$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$		
$\lambda_{rel,z} = 25/\pi \cdot (24/8800)^{0,5} = \underline{0,416}$		
$\beta_c = 0,1$		
$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$		
$k_z = 0,5 (1 + 0,1 (0,416 - 0,3) + 0,416^2)$		
$k_z = \underline{0,592}$		
$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$		
$k_{c,z} = 1/(0,592 + (0,592^2 + 0,416^2)^{0,5})$		
$k_{c,z} = \underline{0,987}$		
<u>Posouzení:</u>		
$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_r \cdot k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$		
$\left(\frac{2,483}{0,76 \cdot 1 \cdot 17,28} \right)^2 + \frac{0,001}{17,280} + \frac{0,726}{0,987 \cdot 17,28} \leq 1$		
$0,0357 + 5,8E-05 + 0,0426 \leq 1$		
		$\underline{0,08 < 1} \text{ VYHOVUJE!}$

Šikmý ohyb a vzpěr:

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,483 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,001 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,726 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y = L_{cr, v rov.} / i_y = 7,396 / 0,144 = 51,361$$

$$\lambda_z = 25,000$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_{rel,y} = 51,361 / \pi \cdot (24/8800)^{0,5} = 0,854$$

$$\beta_c = 0,1$$

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 (1 + 0,1 (0,854 - 0,3) + 0,854^2)$$

$$k_y = 0,892$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,y} = 1 / (0,892 + (0,892^2 + 0,854^2)^{0,5})$$

$$k_{c,y} = 0,87$$

Posouzení:

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

$$\frac{2,483}{0,76 \cdot 17,28} + \frac{0,7 \cdot 0,001}{17,280} + \frac{0,726}{0,87 \cdot 17,28} \leq 1$$

$$0,189 + 0 + 0,048 \leq$$

$$0,24 < 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

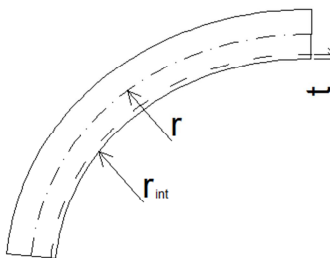
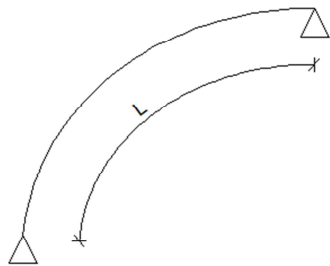
$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_r \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,001}{17,280} + \frac{0,7 \cdot 2,483}{0,76 \cdot 17,28} + \frac{0,726}{0,87 \cdot 17,28} \leq 1$$

$$0 + 0,132 + 0,048 \leq 1$$

$$0,18 < 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 13
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Posouzení na tah kolmo k vláknům: $k_5 = 0,2 \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,2 \cdot \operatorname{tg} 0 = \underline{0,00}$ $k_6 = 0,25 - 1,5 \operatorname{tg} \alpha_{ap} + 2,6 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \operatorname{tg} 0 + 2,6 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0,25}$ $k_7 = 2,1 \operatorname{tg} \alpha_{ap} - 4 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} = 2,1 \cdot \operatorname{tg} 0 - 4 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2$ $k_7 = \underline{0,000}$ $k_p = k_5 + k_6(h/r) + k_7(h/r)^2 = 0 + 0,25(0,5/12,25) + 0(0,5/12,25)^2$ $k_p = \underline{0,010}$ $\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot M_{y,Ed}/W_y = 0,01 \cdot 31798/0,013 = 24460 \text{ Pa}$ $\sigma_{t,90,d} = \underline{0,024 \text{ MPa}}$ $k_{dis} = 1,4$ $V_0 = 0,01 \text{ m}^3$ $V_b = L \cdot A = 10,565 \cdot 0,15$ $V_b = \underline{1,58475 \text{ m}^3}$ $V = 2/3 \cdot V_b = 2/3 \cdot 1,58475$ $V = \underline{1,057 \text{ m}^3}$ $k_{vol} = (V_0/V)^{0,2} = (0,01/1,057)^{0,2} = \underline{0,394}$ Posouzení: $\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}$ $0,024 \leq 1,4 \cdot 0,394 \cdot 0,36$ $\underline{0,024 < 0,199} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/350 = 10565/350 = \underline{30 \text{ mm}}$ $\underline{w = 30 \text{ mm} = w_{lim} = 30 \text{ mm}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: obd. 300x500/GL24h	

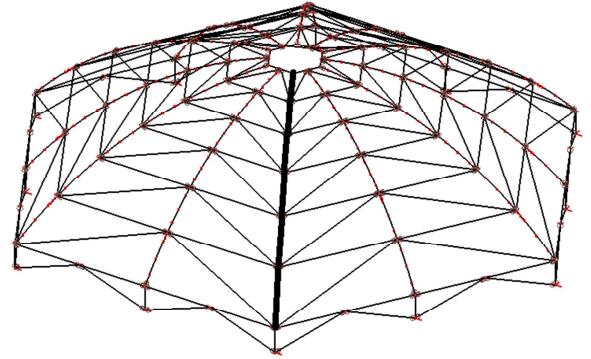
**ŽEBRO KOPULE - DELŠÍ****Geometrie:**

$$\begin{aligned} L &= 1,789 \text{ m} \\ r &= 15,675 \text{ m} \\ r_{\text{int}} &= 15,425 \text{ m} \\ \alpha_{\text{ap}} &= 0,000^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{cr, v rovině}} &= 0,7 \cdot L = \underline{8,252 \text{ m}} \\ L_{\text{cr, z roviny}} &= 2,359 \text{ m} \end{aligned}$$

Vnitřní síly: CO1/100

$$\begin{aligned} N_{\text{Ed}} &= 11,806 \text{ kN} \\ M_{y,\text{Ed}} &= 20,406 \text{ kNm} \\ M_{z,\text{Ed}} &= 0,001 \text{ kNm} \end{aligned}$$

**Materiálové charakteristiky:****Dřevo:** GL24h

$$\begin{aligned} \gamma_M &= 1,25 \\ k_{\text{mod}} &= 0,90 \end{aligned}$$

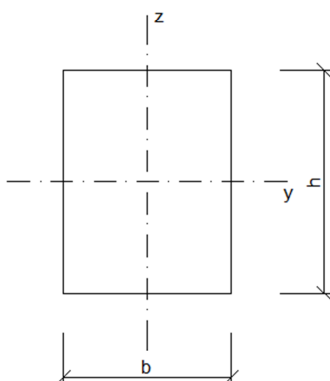
$$X_d = k_{\text{mod}} \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Třída provozu 2.

$f_{m,k}$	=	24 MPa	$f_{m,d}$	=	17,2 MPa
$f_{t,0,k}$	=	16,5 MPa	$f_{t,0,d}$	=	11,880 MPa
$f_{t,90,k}$	=	0,5 MPa	$f_{t,90,d}$	=	0,360 MPa
$f_{c,0,k}$	=	24 MPa	$f_{c,0,d}$	=	17,280 MPa
$f_{c,90,k}$	=	2,7 MPa	$f_{c,90,d}$	=	1,944 MPa
$f_{v,k}$	=	3,5 MPa	$f_{v,d}$	=	2,520 MPa
$E_{0,\text{mean}}$	=	11,6 GPa			
$E_{0,05}$	=	8,8 GPa			
$E_{90,\text{mean}}$	=	0,39 GPa			
G_{mean}	=	0,72 GPa			
$G_{0,05}$	=	0,55 GPa			
ρ_k	=	380 kg/m ³			

Průřez:

h	=	0,500 m	W_y	=	0,013 m ³
b	=	0,300 m	W_z	=	0,008 m ³
A	=	0,150 m ²	i_y	=	0,141 m
I_y	=	0,003 m ⁴	i_z	=	0,082 m
I_z	=	0,001 m ⁴			



AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 15
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Posouzení na M a N: <u>Příčná a torzní stabilita nosníku (ohyb + vzpěr):</u> $k_1 = 1 + 1,4 \operatorname{tg} \alpha_{ap} + 5,4 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_1 = 1 + 1,4 \cdot \operatorname{tg} 0 + 5,4 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{1,0}$ $k_2 = 0,35 - 8 \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,35 - 8 \cdot \operatorname{tg} 0 = \underline{0,35}$ $k_3 = 0,6 + 8,3 \operatorname{tg} \alpha_{ap} - 7,8 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \operatorname{tg} 0 - 7,8 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0,6}$ $k_4 = 6 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_4 = 6 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0}$ $k_l = k_1 + k_2(h/r) + k_3(h/r)^2 + k_4(h/r)^3$ $k_l = 1 + 0,35(0,5/15,675) + 0,6(0,5/15,675)^2 + 0(0,5/15,675)^3$ $k_l = \underline{1,012}$ $t = 25 \text{ mm}$ $r_{int}/t = 0,617$ $k_r = 0,761$ $\sigma_{m,y,d} = k_l \cdot M_{y,Ed}/W_y = 1,012 \cdot 20406/0,013 = 1588529 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,y,d} = \underline{1,589 \text{ MPa}}$ $h/b = 0,5/0,3 = \underline{1,7}$ $\alpha = 0,176$ $I_{tor} = \alpha \cdot b^3 \cdot h = 0,176 \cdot 0,5^3 \cdot 0,3 = \underline{0,0024 \text{ m}^4}$ $I_{ef} = 0,9 \cdot L_{cr,z \text{ rov.}} = 0,9 \cdot 2,359 = \underline{2,123 \text{ m}}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \frac{M_{y,d,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{I_{ef} \cdot W_y}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \pi \cdot (8800000000 \cdot 0,001 \cdot 550000000 \cdot 0,0024)^{0,5} / (2,123 \cdot 0,013)$ $\sigma_{m,y,d,crit} = 387958104 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,y,d,crit} = \underline{387,958 \text{ MPa}}$ $\lambda_{rel,m,y} = (f_{m,k}/\sigma_{m,crit})^{0,5}$ $\lambda_{rel,m,y} = (24/387,958)^{0,5}$ $\lambda_{rel,m,y} = \underline{0,249} \leq \underline{0,75} > \underline{k_{crit}} = \underline{1,0}$	

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 16
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed}/W_z = /0,008 = 125 \text{ Pa}$ $\sigma_{m,z,d} = \underline{0} \text{ MPa}$		
$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed}/A = 11806/0,15 = 78706,7 \text{ Pa}$ $\sigma_{c,0,d} = \underline{0,079} \text{ MPa}$		
$\lambda_z = L_{cr, z \text{ rov.}}/i_z = 2,359/0,082 = \underline{28,768}$		
$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$ $\lambda_{rel,z} = 28,768/\pi \cdot (24/800)^{0,5} = \underline{0,478}$		
$\beta_c = ,1$		
$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$ $k_z = 0,5 (1 + 0,1 (0,478 - 0,3) + 0,478^2)$ $k_z = \underline{0,623}$		
$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ $k_{c,z} = 1/(0,623 + (0,623^2 + 0,478^2)^{0,5})$ $k_{c,z} = \underline{0,78}$		
<u>Posouzení:</u> $\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_R \cdot k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}}$ $\left(\frac{1,589}{0,761 \cdot 1 \cdot 17,28} \right)^2 + \frac{0}{17,280} + \frac{0,079}{0,978 \cdot 17,28} \leq 1$ $0,0146 + 0 + 0,0047 \leq 1$ $\underline{\underline{0,02 < 1 \text{ VYHOVUJE!}}}$		

Šikmý ohyb a vzpěr:

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,589 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,079 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y = L_{cr, v rov.} / i_y = 8,252 / 0,141 = 58,525$$

$$\lambda_z = 28,768$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_{rel,y} = 58,525 / \pi \cdot (24/8800)^{0,5} = 0,973$$

$$\beta_c = 0,1$$

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 (1 + 0,1 (0,973 - 0,3) + 0,973^2)$$

$$k_y = 1,007$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,y} = 1 / (1,007 + (1,007^2 + 0,97^2)^{0,5})$$

$$k_{c,y} = 0,79$$

Posouzení:

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

$$\frac{1,589}{0,761 \cdot 17,28} + \frac{0,7 \cdot 0}{17,280} + \frac{0,079}{0,79 \cdot 17,28} \leq 1$$

$$0,121 + 0 + 0,006 \leq 1$$

$$0,13 < 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

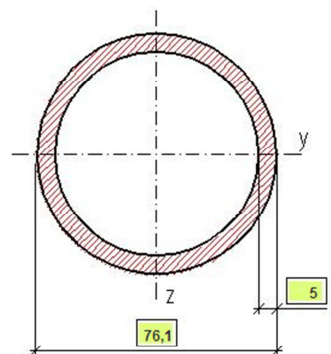
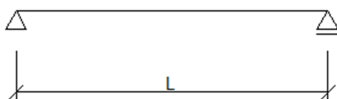
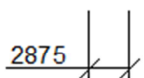
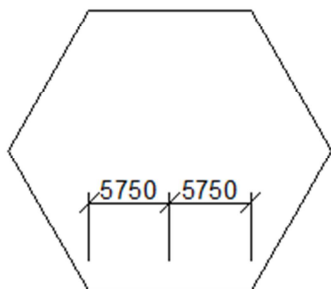
$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_R \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0}{17,280} + \frac{0,7 \cdot 1,589}{0,761 \cdot 17,28} + \frac{0,079}{0,79 \cdot 17,28} \leq 1$$

$$0 + 0,085 + 0,006 \leq 1$$

$$0,09 < 1 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 18
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Posouzení na tah kolmo k vláknům: $k_5 = 0,2 \operatorname{tg} \alpha_{ap} = 0,2 \cdot \operatorname{tg} 0 = \underline{0,00}$ $k_6 = 0,25 - 1,5 \operatorname{tg} \alpha_{ap} + 2,6 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap}$ $k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \operatorname{tg} 0 + 2,6 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2 = \underline{0,25}$ $k_7 = 2,1 \operatorname{tg} \alpha_{ap} - 4 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} = 2,1 \cdot \operatorname{tg} 0 - 4 \cdot (\operatorname{tg} 0)^2$ $k_7 = \underline{0,000}$ $k_p = k_5 + k_6(h/r) + k_7(h/r)^2 = 0 + 0,25(0,5/15,675) + 0(0,5/15,675)^2$ $k_p = \underline{0,008}$ $\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot M_{y,Ed}/W_y = 0,008 \cdot 20406/0,013 = 12557,54 \text{ Pa}$ $\sigma_{t,90,d} = \underline{0,013} \text{ MPa}$ $k_{dis} = 1,4$ $V_0 = 0,01 \text{ m}^3$ $V_b = L \cdot A = 11,789 \cdot 0,15$ $V_b = \underline{1,7835} \text{ m}^3$ $V = 2/3 \cdot V_b = 2/3 \cdot 1,76835$ $V = \underline{1,179} \text{ m}^3$ $k_{vol} = (V_0/V)^{0,2} = (0,01/1,179)^{0,2} = \underline{0,385}$ Posouzení: $\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}$ $0,013 \leq 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,36$ $\underline{0,013} \leq \underline{0,194} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ I. MS $w_{lim} = L/350 = 10565/350 = \underline{30} \text{ mm}$ $w = 30 \text{ mm} = w_{lim} = 30 \text{ mm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: obd. 300x500/GL24h	



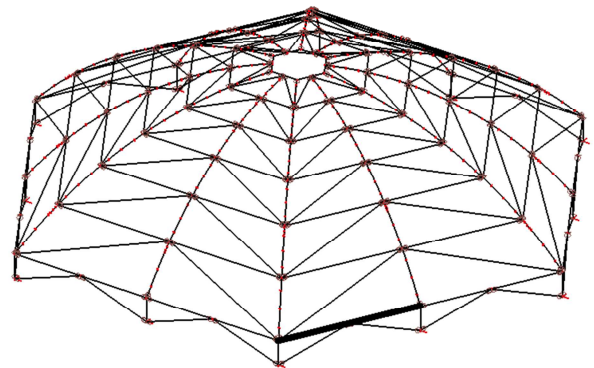
www.ocelar.cz

PRSTENEC POD KOPULÍ - HORNÍ PÁS**Geometrie:**

$$L = 5,750 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = 2,875 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 5,750 \text{ m}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Ed}^+ = 18,513 \text{ kN} \quad \text{CO1/104}$$

$$N_{Ed}^- = 11,042 \text{ kN} \quad \text{CO1/103}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Ocelový průřez:

TR 76,1x5

$$d = 76,1 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm} \quad I_t = 1,42E+06 \text{ mm}^4$$

$$A = 1,12E+03 \text{ mm}^2 \quad W_{pl} = 2,530E+04 \text{ mm}^3$$

$$I = 7,090E+05 \text{ mm}^4 \quad i = 25,200 \text{ mm}$$

Zatřídění průřezu:

$$\epsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{1,00}$$

$$d/t = 76,1/5 = \underline{15,220} \leq 50 \cdot \epsilon^2 = \underline{50,00} \quad 1. \text{ tř.}$$

$$\leq 70 \cdot \epsilon^2 = \underline{70,00} \quad 2. \text{ tř.}$$

$$\leq 90 \cdot \epsilon^2 = \underline{90,00} \quad 3. \text{ tř.}$$

Průřez třídy 1.

Únosnosť prostém tlaku/tahu:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y/\gamma_{M0} = 0,00112 \cdot 235000/1,0$$

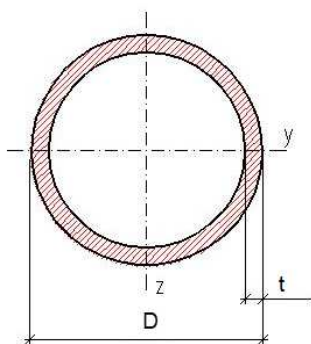
$$N_{c,Rd} = \underline{263,2 \text{ kN}}$$

Rovinný vzpěr:

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i = 2875/25,2 = \underline{114,087} \leq \underline{250}$$

$$\lambda_z = L_{cr,z}/i = 5750/25,2 = \underline{228,175} \leq \underline{250}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY			STR.: 20
ČÁST:	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ		VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	λ_1	=	$93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1$	= <u>93,900</u>
	$\bar{\lambda}$	=	$\lambda_{max}/\lambda_1 = 228,175/93,9$	= <u>2,43</u>
	Křivka vzpěrné pevnosti: a			
	$\Rightarrow \alpha$	=	0,21	
	ϕ	=	$0,5[1+\alpha(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2]$	
	ϕ	=	$0,5[1 + 0,21(2,43 - 0,2) + 2,43^2]$	
	ϕ	=	<u>3,687</u>	
	χ	=	$\frac{1}{\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0,5}}$	
	χ	=	$\frac{1}{3,687 + (3,687^2 - 2,43^2)^{0,5}}$	
	χ	=	<u>0,155</u> ≤ 1	
	Únosnost ve vzpěru:			
	$N_{b,Rd}$	=	$\chi \cdot N_{c,Rd} = 0,155 \cdot 263,2$	= <u>40,796</u> <u>N</u>
	Posouzení na vzpěr:			
	N_{Ed}^-	$\leq$	$N_{b,Rd}$	
	11,042	<	40,796 kN	VYHOVUJE!
	Posouzení na tah:			
	N_{Ed}^+	$\leq$	$N_{c,Rd}$	
	18,513	<	263,2 kN	VYHOVUJE!
	Rekapitulace:			
	TR 76,1x5/S235			

**PRSTENEC POD KOPULÍ - DIAGONÁLA****Geometrie:**

$$L = 3,044 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/111

$$N_{Ed}^+ = 4,791 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}^- = 6,294 \text{ kN}$$

Profil dle katalogu:

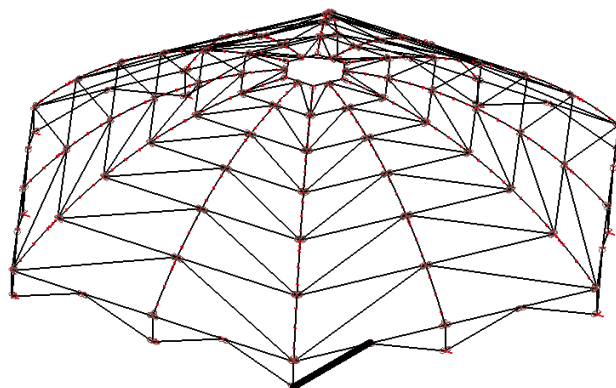
DETAN Druckstabsys.

DETAN-S355

$$D = 60 \text{ mm}$$

$$A = 0,000523 \text{ m}^2$$

$$i = 20,3 \text{ mm}$$

**Posouzení na vzpěr:**

$$N_{b,Rd}^- = 26,0 \text{ kN (dle katalogu DETAN)}$$

$$6,285 \text{ kN} < 26,0 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na tah:

$$N_{Rd}^+ = A \cdot f_{yd} = 0,000523 \cdot 355000 = 185,665 \text{ kN}$$

$$4,782 \text{ kN} < 185,665 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Mezní štíhlost:

$$\lambda = L/i = 3044/20,3 = 149,95 < 250 \quad \text{VYHOVUJE!}$$



www.kovprof.cz

TRAPÉZOVÝ PLECH STROPNÍ DESKY**Zatížení na 1 mb:**

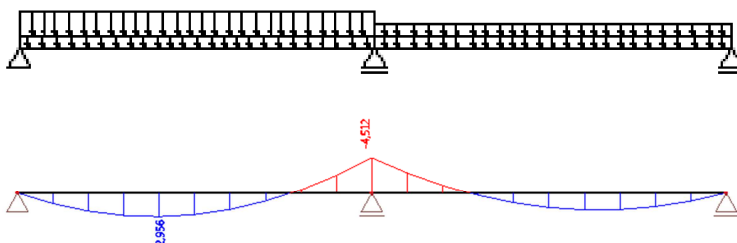
$$L_{\text{pole}} = 2,495 \text{ m}$$

Stálé:

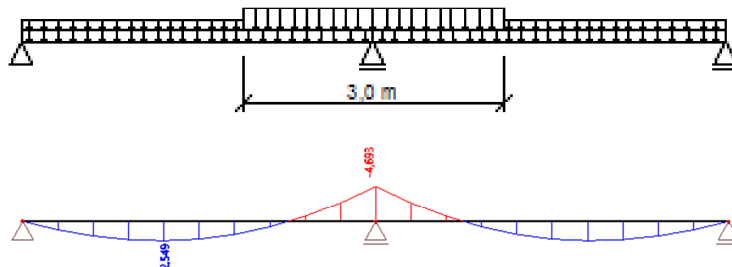
	kN/m
tr. plech 50/250-1,25	0,126
ŽB deska plná 100 mm	2,500
ŽB vlny plechu (4 ks/m)	0,428
celkem	3,054

Proměnné montážní zatížení:

střed montáže	1,500
ostatní plocha pole	0,750

Návrhový moment v poli:

$$M_{\text{Ed}}^+ = 2,956 \text{ kNm}$$

Návrhový moment nad podporou:

$$M_{\text{Ed}}^- = 4,693 \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb:

TR 50/250-1,25

$$W_{y,\text{eff}}^+ = 17,05 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,\text{eff}}^- = 17,47 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,\text{eff}}^+ = 0,424 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{y,\text{eff}}^- = 0,550 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_y = 320 \text{ MPa (S320G)}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

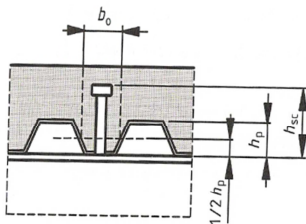
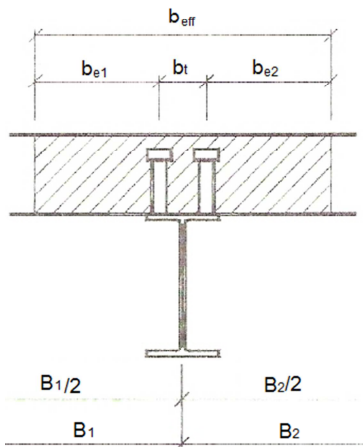
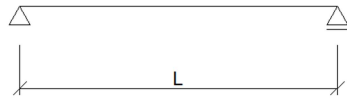
$$\gamma_M = 1,15$$

$$M_{\text{Rd}}^+ = W_{y,\text{eff}}^+ \cdot f_y / \gamma_M = 17,05 \cdot 10^3 \cdot 320 / 1,15 \cdot 10^{-6} = 4,744 \text{ kNm}$$

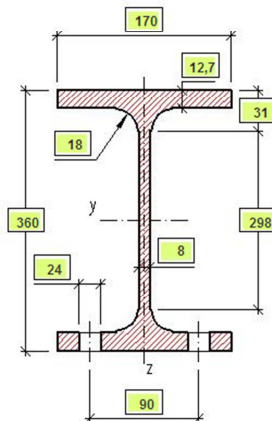
$$M_{\text{Ed}}^+ = 2,956 \text{ kNm} < M_{\text{Rd}}^+ = 4,744 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 23
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	$M_{Rd} = W_{y,eff} \cdot f_y / \gamma_M = 17,47 \cdot 10^3 \cdot 320 / 1,15 \cdot 10^{-6} = \underline{4,861 \text{ kNm}}$ $\underline{M_{Ed} = 4,693 \text{ kNm} < M_{Rd} = 4,861 \text{ kNm}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Očekávané deformace od stálého zatížení:</i>  $\underline{w = 7 \text{ mm}}$ $w_{lim} = L / 350 = 2495 / 350 = \underline{7 \text{ mm}}$ <i>Posouzení:</i> $\underline{w = 7 \text{ mm} = w_{lim} = 7 \text{ mm}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$	



Ocelobetonové spřažené konstrukce -
J. Studnička



www.ocelar.cz

STROPNICE/PRŮVLAK - 7.NP

Geometrie:

$$L = 8,660 \text{ m}$$

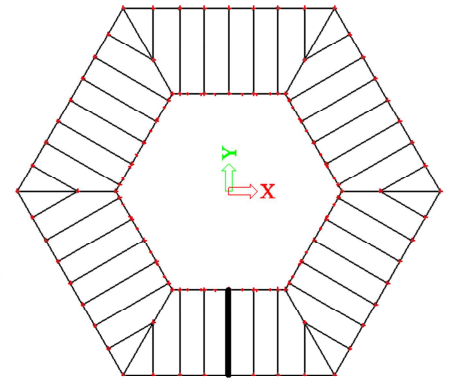
Vnitřní síly:

$$V_{Ed} = 182,343 \text{ kN}$$

CO1/122

$$M_{Ed} = 231,350 \text{ kNm}$$

CO1/126



Materiálové charakteristiky:

Beton: C 3/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 17 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = \underline{23,333 \text{ MPa}}$$

Ocel: S 25

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Účinná šířka desky:

$$l_0 = 8,660 \text{ m}$$

$$B_1 = 2,495 \text{ m}$$

$$b_1 = B_1/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$B_2 = 2,495 \text{ m}$$

$$b_2 = B_2/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$b_{e1} = l_0/8 = 8,66/8 = \underline{1,083 \text{ m}}$$

$$b_{e2} = l_0/8 = 8,66/8 = \underline{1,083 \text{ m}}$$

$$b_t = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_t = 1,083 + 1,083 = \underline{2,166 \text{ m}}$$

$$b_{eff} = \underline{2,166 \text{ m}}$$

$$h = 0,150 \text{ m}$$

$$h_c = 0,100 \text{ m}$$

$$h_p = 0,050 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,0845 \text{ m}$$

Ocelový průřez:

IPE 360

$$h_a = 360 \text{ mm}$$

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

$$b_a = 170 \text{ mm}$$

$$I_{a,y} = 1,627+08 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

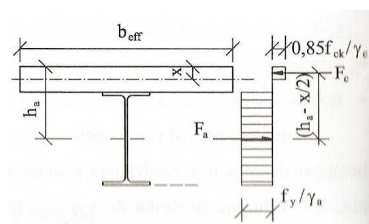
$$W_{a,y} = 9,040E+05 \text{ mm}^3$$

$$t_f = 12,7 \text{ mm}$$

$$W_{a,y,pl} = 1,019E+06 \text{ mm}^3$$

$$A_a = 7273 \text{ mm}^2$$

Průřez třídy 1.



Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Plastická N. O. prochází plnou částí betonové desky:

$$x_{pl} = \frac{f_{yd} \cdot A_a}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{235 \cdot 7273}{0,85 \cdot 23,333 \cdot 2166} = \underline{\underline{39,786 \text{ mm}}}$$

Plastická N. O. leží v plné části betonové desky!

Posouzení na ohyb:

$$z = h_c + h_a + h_p - x_{pl}/2 - h_a/2$$

$$z = 100 + 360 + 50 - 39,7862 - 360/2 = \underline{\underline{310,157 \text{ mm}}}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 7273 \cdot 235 \cdot 310,157 = 5,301E+08 \text{ Nmm}$$

$$= \underline{\underline{530,106 \text{ kNm}}}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$$

$$231,35 \text{ kNm} \leq 530,106 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!

Spřažení:

Na polovině rozpětí je potřeba přnést sílu:

$$V_l = N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 7273 \cdot 235 / 1000 = \underline{\underline{1709,155 \text{ kN}}}$$

Únosnost spřahovacího trnu:

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$f_u = 450 \text{ MP}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$h_{sc}/d = 4,789 = \alpha = 1,0$$

$$n_r = 1 \text{ ks}$$

$$P_{Rk,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2/4 = 0,8 \cdot 450 \cdot \pi \cdot 19^2/4$$

$$P_{Rk,1} = \underline{\underline{102070,35 \text{ N}}}$$

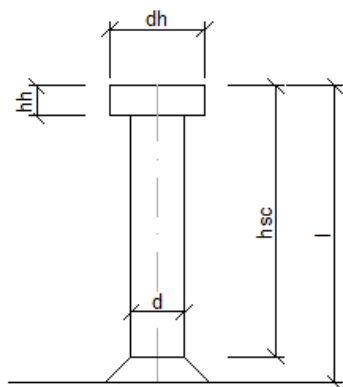
$$P_{Rk,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot (35 \cdot 34000)^{0,5}$$

$$P_{Rk,2} = \underline{\underline{114203,31 \text{ N}}}$$

$$P_{Rk} = \min. \{P_{Rk,1}; P_{Rk,2}\} = \min. \{102,07; 114,203\}$$

$$P_{Rk} = \underline{\underline{102,07 \text{ kN}}}$$

$$P_{Rd} = P_{Rk}/\gamma_v = 102,07/1,25 = \underline{\underline{81,656 \text{ kN}}}$$



Redukovaná únosnost trnu v žebrované desce, žebra kolmo k ose nosíku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7 \cdot 0,0845}{(1)^{0,5} \cdot 0,05} \cdot (0,091/0,05 - 1)$$

$$k_t = 0,970 < 1,0$$

$$P_{Rd,Red} = P_{Rd} \cdot k_t = 81,656 \cdot 0,97 = 79,206 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = V_i / P_{Rd,Red} = 109,155 / 79,206$$

$$n_f = 21,579 \text{ ks}$$

$$n_f = 22 \text{ ks}$$

Počet umístitelných trnů na 1/2 rozpětí:

Konstrukční zásady:

$$s_l \leq \min. \{6h_c; 800 \text{ mm}\} = \min. \{6 \cdot 0,1; 800 \text{ mm}\}$$

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

$$s_l \geq 5d = 5 \cdot 19 = 95 \text{ mm}$$

$$s_t \geq 2,5d = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 9 \cdot t_f \cdot (235/f_{yd})^{0,5} = 9 \cdot 12,7 \cdot (235/235)^{0,5} = 114,3 \text{ mm}$$

$$e_D \geq 20 \text{ mm}$$

$$h_{sc} - h_p \geq 2d = 2 \cdot 19 = 38 \text{ mm}$$

Krytí trnu betonem alespoň 20 mm!

Nejmenší šířka žebra plechu je 50 mm!

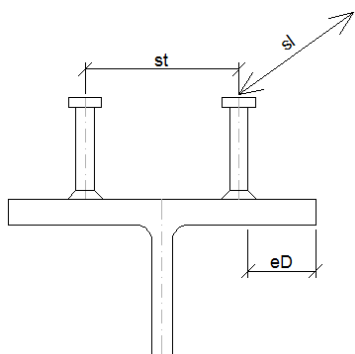
$$d_h \geq 1,5d = 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ mm}$$

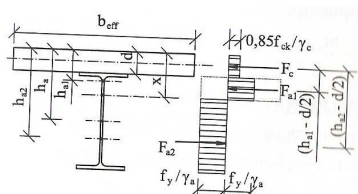
$$h_h \geq 0,4d = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ mm}$$

Počet trnů:

$$n = 12 \text{ ks}$$

$$12 < 22 \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Částečné spřažení:

$$L_e = L = 8,660 \text{ m} \leq 25 \text{ m}$$

Stupeň smykového spojení:

$$\eta = n/n_f = 12/2 = \underline{0,545} < 1,0 \quad \text{OK!}$$

$$\geq 0,4$$

$$19 \text{ mm} \leq 19 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm} \geq 76 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Trny jsou dostatečně tažné!

Poloha plastické N. O.:

$$N_c + N_{a1} = N_{a2}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$\eta \cdot N_{cf} + A_{a1} \cdot f_{yd} = A_{a2} \cdot f_{yd}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$A_{a2} = \frac{\eta \cdot N_{cf} + A_a \cdot f_{yd}}{2 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{a2} = \frac{0,545 \cdot 1709155 + 7273 \cdot 235}{2 \cdot 235} = \underline{5618,393} \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} = A_a - A_{a2} = 7273 - 5618,393 = \underline{1654,607} \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha horní pásnice: } A_f = 2159,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} \leq A_f$$

$$1654,61 \leq 25,000 \text{ mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Ohybová únosnost:

$$N_{a1} = A_{a1} \cdot f_{yd} = 1654,607 \cdot 235/1000 = \underline{388,833} \text{ kN}$$

$$A_{a1}/2 = b_a \cdot h'$$

$$h' = (A_{a1}/2)/b_a = (1654,607/2)/170 = \underline{4,866} \text{ mm}$$

$$C_{a1} = h' + h_c = 4,866 + 150 = \underline{154,866} \text{ mm}$$

$$N_{a2} = A_{a2} \cdot f_{yd} = 5618,393 \cdot 235/1000 = \underline{1320,32} \text{ kN}$$

$$A_{a2} \cdot z = 170 \cdot 2,968 \cdot 1,484 + 8 \cdot 334,6 \cdot 170,268 + 170 \cdot 12,7 \cdot 343,918$$

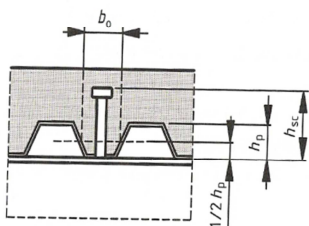
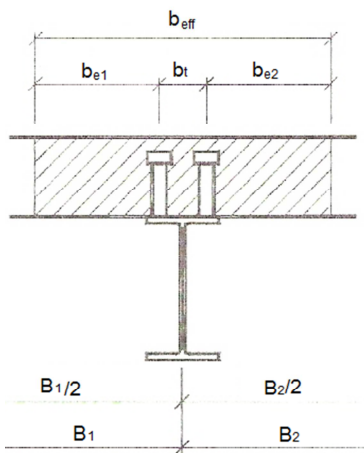
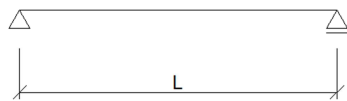
$$z = \underline{213,414} \text{ mm}$$

$$C_{a2} = z + h' + h_c = 213,414 + 4,866 + 150 = \underline{368,28} \text{ mm}$$

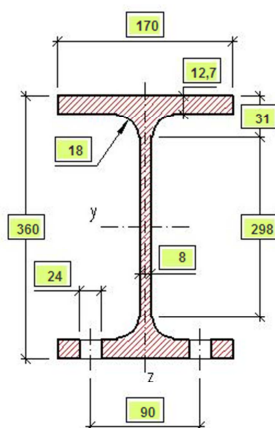
$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 0,545 \cdot 1709,155 = \underline{931,489} \text{ kN}$$

$$C_c = h_f/2 = 100/2 = \underline{50} \text{ mm}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 28
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	$M_{pl,Rd} = N_{a2} \cdot C_{a2} - N_{a1} \cdot C_{a1} - N_c \cdot C_c$ $M_{pl,Rd} = (1320,322 \cdot 368,28 - 388,833 \cdot 154,866 - 931,489 \cdot 50) \cdot 10^{-3}$ $M_{pl,Rd} = \underline{\underline{379,457 \text{ kNm}}}$ <i>Posouzení:</i> $M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$ $\underline{\underline{231,350 \leq 379,457 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Posouzení na smyk:</i> $A_v = A_a - 2b_a t_f + (t_w + 2r) t_f = 7273 - 2 \cdot 170 \cdot 12,7 + (8 + 2 \cdot 18) \cdot 12,7$ $A_v = \underline{\underline{3513,8 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 3513,8 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 476742,943 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{476,743 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{182,343 \text{ kN}}{476,743 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,38 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 8660/250 = \underline{\underline{34,6 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 34,6 \text{ mm} = w_{lim} = 34,6 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Rekapitulace:</i> IPE 360/S235 + žebrová deska 100 + 50 C 35/45, 24 trnů ø 19 mm	



Ocelobetonové spřažené konstrukce -
J. Studnička



www.ocelar.cz

PRŮVLAK - ŠIKMO - 7.NP

Geometrie:

$$L = 10,000 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/133

$$V_{Ed} = 32,106 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 340,202 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky

Beton: C 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 17 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = \underline{23,333 \text{ MPa}}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Účinná šířka desky:

$$l_0 = 10,000 \text{ m}$$

$$b_{e1} = 0,800 \text{ m}$$

$$b_{e2} = 0,800 \text{ m}$$

$$b_t = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_t = 0,8 + 0,8 + 0$$

$$b_{eff} = \underline{1,600 \text{ m}}$$

$$h = 0,150 \text{ m}$$

$$h_c = 0,100 \text{ m}$$

$$h_p = 0,050 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,0845 \text{ m}$$

Ocelový průřez:

IPE 360

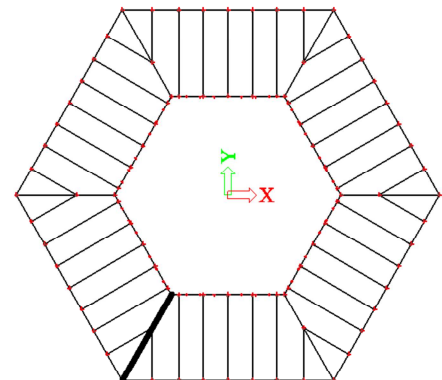
$$h_a = 360 \text{ mm}$$

$$b_a = 170 \text{ mm}$$

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

$$t_f = 12,7 \text{ mm}$$

$$A_a = 7273 \text{ mm}^2$$



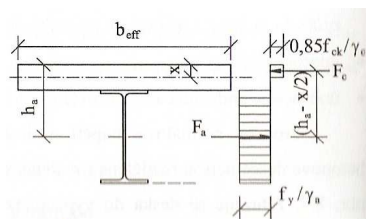
$$r = 18 \text{ mm}$$

$$I_{a,y} = 1,627E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_{a,y} = 9,040E+05 \text{ mm}^3$$

$$W_{a,y,pl} = 1,019E+06 \text{ mm}^3$$

Průřez třídy 1.



Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Poloha plastické neutrální osy:Plastická N. O. prochází plnou částí betonové desky:

$$x_{pl} = \frac{f_{yd} \cdot A_a}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{235 \cdot 7273}{0,85 \cdot 23,333 \cdot 1600} = \underline{\underline{53,861 \text{ mm}}}$$

Plastická N. O. leží v plné části betonové desky!

Posouzení na ohyb:

$$z = h_c + h_a + h_p - x_{pl}/2 - h_a/2$$

$$z = 100 + 360 + 50 - 53,861/2 - 360/2 = \underline{\underline{303,120 \text{ mm}}}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 7273 \cdot 235 \cdot 303,12 = 5,181E+08 \text{ Nmm}$$

$$= \underline{\underline{518,079 \text{ kNm}}}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$$

$$340,202 \text{ kNm} \leq 518,079 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Spřažení:Na polovině rozpětí je potřeba přenést sílu:

$$V_l = N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 7273 \cdot 235 / 1000 = \underline{\underline{1709,155 \text{ kN}}}$$

Únosnost spřahovacího trnu:

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$f_u = 450 \text{ MPa}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$h_{sc}/d = 4,789 \Rightarrow \alpha = 1,0$$

$$n_r = 1 \text{ ks}$$

$$P_{Rk,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2/4 = 0,8 \cdot 450 \cdot \pi \cdot 19^2/4$$

$$P_{Rk,1} = \underline{\underline{102070,35 \text{ N}}}$$

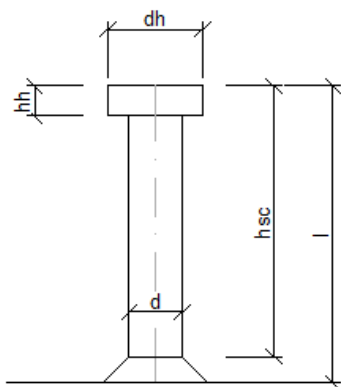
$$P_{Rk,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot (35 \cdot 34000)^{0,5}$$

$$P_{Rk,2} = \underline{\underline{114203,31 \text{ N}}}$$

$$P_{Rk} = \min. \{P_{Rk,1}; P_{Rk,2}\} = \min. \{102,07; 114,203\}$$

$$P_{Rk} = \underline{\underline{102,07 \text{ kN}}}$$

$$P_{Rd} = P_{Rk}/\gamma_v = 102,07/1,25 = \underline{\underline{81,656 \text{ kN}}}$$



Redukovaná únosnost trnu v žebrované desce, žebra kolmo k ose nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_b} \cdot \left(\frac{h}{h_b} - 1 \right) = \frac{0,7 \cdot 0,0845}{(1)^{0,5} \cdot 0,005} \cdot (0,091/0,05 - 1)$$

$$k_t = 0,970 < 1,0$$

$$P_{Rd,Red} = P_{Rd} \cdot k_t = 81,656 \cdot 0,97 = 79,206 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = V_i / P_{Rd,Red} = 1709,155 / 79,206$$

$$n_f = 21,579 \text{ ks}$$

$$n_f = 22 \text{ ks}$$

Počet umístitelných trnů na 1/2 rozpětí:

Konstrukční zásady:

$$s_l \leq \min. \{6h_c; 800 \text{ mm}\} = \min. \{6 \cdot 0,1; 800 \text{ mm}\}$$

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

$$s_l \geq 5d = 5 \cdot 19 = 95 \text{ mm}$$

$$s_t \geq 2,5d = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 9 \cdot t_f \cdot (235/f_{yd})^{0,5} = 9 \cdot 12,7 \cdot (235/235)^{0,5} = 114,3 \text{ mm}$$

$$e_D \geq 20 \text{ mm}$$

$$h_{sc} - h_p \geq 2d = 2 \cdot 19 = 38 \text{ mm}$$

Krytí trnu betonem alespoň 20 mm!

Nejmenší šířka žebra plechu je 50 mm!

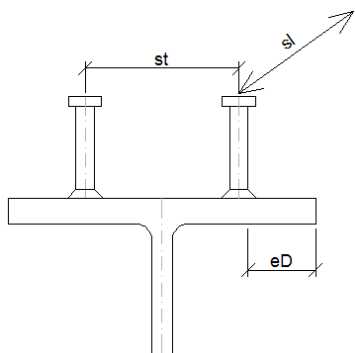
$$d_h \geq 1,5d = 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ mm}$$

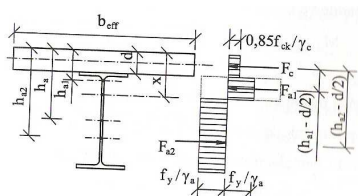
$$h_h \geq 0,4d = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ mm}$$

Počet
trnů:

$$n = 15 \text{ ks}$$

$$15 < 22 \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Částečné spřažení:

$$L_e = L = 10,00 \text{ m} \leq 25 \text{ m}$$

Stupeň smykového spojení:

$$\eta = n/n_f = 15/22 = \underline{0,682} < 1,0 \quad \text{OK!}$$

$$\geq 0,4$$

$$19 \text{ mm} \leq 19 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm} \geq 76 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Trny jsou dostatečně tažné!

Poloha plastické N. O.:

$$N_c + N_{a1} = N_{a2}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$\eta \cdot N_{cf} + A_{a1} \cdot f_{yd} = A_{a2} \cdot f_{yd}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$A_{a2} = \frac{\eta \cdot N_{cf} + A_a \cdot f_{yd}}{2 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{a2} = \frac{0,682 \cdot 1709155 + 7273 \cdot 235}{2 \cdot 235} = \underline{6116,593} \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} = A_a - A_{a2} = 7273 - 6116,593 = \underline{1156,407} \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha horní pásnice: } A_f = 2159,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} \leq A_f$$

$$1156,41 \leq 2159,000 \text{ mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Ohybová únosnost:

$$N_{a1} = A_{a1} \cdot f_{yd} = 1156,407 \cdot 235/1000 = \underline{271,756} \text{ kN}$$

$$A_{a1}/2 = b_a \cdot h'$$

$$h' = (A_{a1}/2)/b_a = (1156,407/2)/170 = \underline{3,401} \text{ mm}$$

$$C_{a1} = h' + h_c = 3,401 + 150 = \underline{153,401} \text{ mm}$$

$$N_{a2} = A_{a2} \cdot f_{yd} = 6116,593 \cdot 235/1000 = \underline{1437,4} \text{ kN}$$

$$A_{a2} \cdot z = 170 \cdot 5,898 \cdot 2,949 + 8 \cdot 334,6 \cdot 173,198 + 170 \cdot 12,7 \cdot 346,848$$

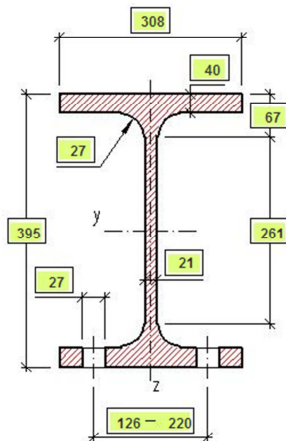
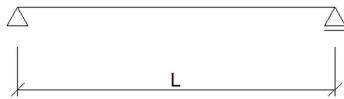
$$z = \underline{198,708} \text{ mm}$$

$$C_{a2} = z + h' + h_c = 198,708 + 3,401 + 150 = \underline{352,109} \text{ mm}$$

$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 0,682 \cdot 1709,155 = \underline{1165,64} \text{ N}$$

$$C_c = h_f/2 = 100/2 = \underline{50} \text{ mm}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 33
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ $M_{pl,Rd} = N_{a2} \cdot C_{a2} - N_{a1} \cdot C_{a1} - N_c \cdot C_c$ $M_{pl,Rd} = (1437,399 \cdot 352,109 - 271,756 \cdot 153,401 - 1165,644 \cdot 50) \cdot 10^{-3}$ $M_{pl,Rd} = \underline{\underline{406,151 \text{ kNm}}}$ <i>Posouzení:</i> $M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$ $340,202 \leq 406,151 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Posouzení na smyk:</i> $A_v = A_a - 2b_a t_f + (t_w + 2r) t_f = 7273 - 2 \cdot 170 \cdot 12,7 + (8 + 2 \cdot 18) \cdot 12,$ $A_v = \underline{\underline{3513,8 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 3513,8 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 476742,943 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{476,743 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{32,106 \text{ kN}}{476,743 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,07 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Posouzení v místě připojení stropnic:</i> $M = 0,84$ $V = 0,07$ $0,84^2 + 3 \cdot 0,07^2 = \underline{\underline{0,72 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 10000/250 = \underline{\underline{40 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 27,4 \text{ mm} < w_{lim} = 40 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Rekapitulace:</i> IPE 360/S235 + žebrová deska 100 + 50 C 35/45, 30 trnů ø 19 mm	



www.ocelar.cz

OBVODOVÝ PRŮVLAK (STŘED) - 7.NP**Geometrie:**

$$L = 9,978 \text{ m}$$

Vnitřní síly:

CO1/146

$$V_{Ed} = 62,803 \text{ kN}$$

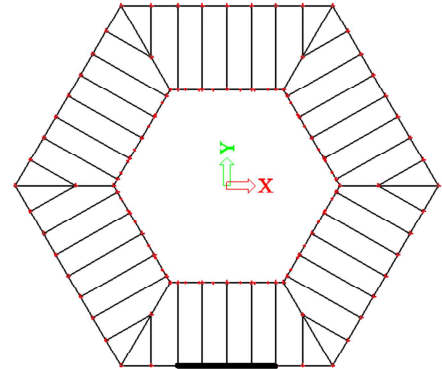
$$M_{Ed} = 544,086 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{\underline{235,000 \text{ MPa}}}$$

**Ocelový průřez:**

HEM 360

$$h = 395 \text{ mm}$$

$$b = 308 \text{ mm}$$

$$A = 3,19E+04 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 8,490E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 4,30E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 4,99E+06 \text{ mm}^3$$

$$t_f = 40 \text{ mm}$$

$$t_w = 21 \text{ mm}$$

$$r = 27,00 \text{ mm}$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00499 \cdot 235000 / 1,0$$

$$M_{c,Rd} = \underline{\underline{1172,65 \text{ kNm}}}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{544,086 \text{ kNm}}{1172,65 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,46 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 2,495 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = 15950 \text{ mm}^2$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 21^3 \cdot (395/2 - 40) + (1/12) \cdot 308^3 \cdot 40$$

$$I_{f,z} = 97515257,3 \text{ mm}^4$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (97515257,3/15950)^{0,5} = 78,191 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = 1,00$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,900$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{LT,0} + 0,1 = 0,4 + 0,1$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = 0,5$$

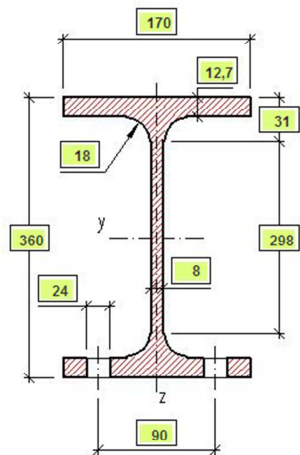
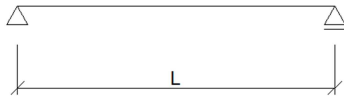
$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\frac{0,94 \cdot 2,495}{0,078191 \cdot 93,9} \leq \frac{0,5 \cdot 112,65}{544,086}$$

$$0,319 \leq 1,078$$

$$\text{Profil neklopí! } \chi_{LT} = 1,0$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 36
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 31900 - 2 \cdot 308 \cdot 40 + (21 + 2 \cdot 27) \cdot 40$ $A_v = \underline{\underline{10260 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 10260 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 1392049,234 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{1392,049 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{62,803 \text{ kN}}{1392,049 \text{ kN}} \leq 1,0$ $0,05 \leq 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,46^2 + 3 \cdot 0,05^2 = \underline{\underline{0,22 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 9978/250 = \underline{\underline{39,9 \text{ mm}}}$ $w = \underline{\underline{32,9 \text{ mm}}} < w_{lim} = \underline{\underline{39,9 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: HEM 360/S235	



www.ocelar.cz

OBVODOVÝ PRŮVLAK (ŠPIČKY) - 7.NP**Geometrie:**

$$L = 5,761 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/158

$$V_{Ed} = 39,644 \text{ kN}$$

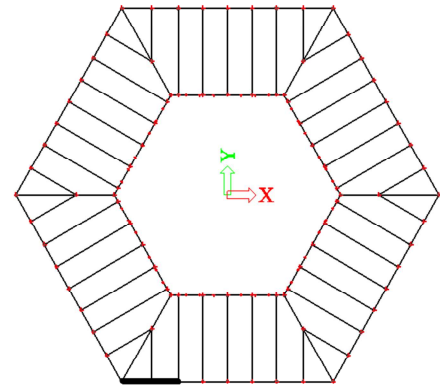
$$M_{Ed} = 94,72 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

**Ocelový průřez:**

IPE 360

$$h = 360 \text{ mm}$$

$$b = 170 \text{ mm}$$

$$A = 7,27E+03 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1,630E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 9,04E+05 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 1,02E+06 \text{ mm}^3$$

$$t_f = 12,7 \text{ mm}$$

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

$$r = 18,00 \text{ mm}$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00102 \cdot 235000 / 1,0$$

$$M_{c,Rd} = \underline{239,7 \text{ kNm}}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{94,722 \text{ kNm}}{239,7 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$\underline{0,40 \leq 1,0} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 2,495 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno aoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{\underline{3635 \text{ mm}^2}}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 8^3 \cdot (360/2 - 12,7) + (1/12) \cdot 170^3 \cdot 12,7$$

$$I_{f,z} = \underline{\underline{5206729,800 \text{ mm}^4}}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (5206729,8/)^{0,5} = \underline{\underline{37,847 \text{ m}}}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{\underline{1,00}}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{\underline{93,900}}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{LT,0} + 0,1 = 0,4 + 0,1$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{\underline{0,5}}$$

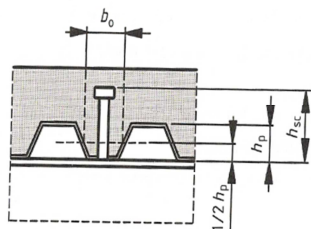
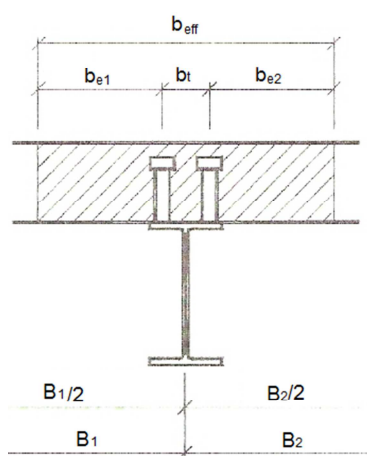
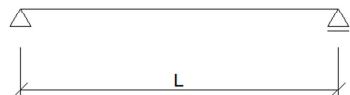
$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\frac{0,94 \cdot 2,495}{0,037847 \cdot 93,9} \leq \frac{0,5 \cdot 239,7}{94,722}$$

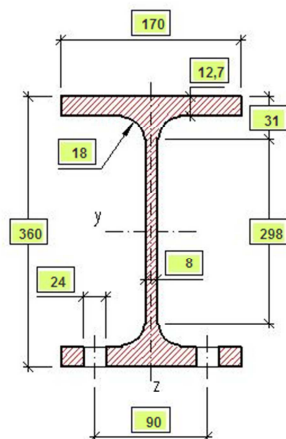
$$\underline{\underline{0,66 \leq 1,265}}$$

$$\text{Profil neklopí!} \quad \underline{\underline{\chi_{LT} = 1,0}}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 39
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 7270 - 2 \cdot 170 \cdot 12,7 + (8 + 2 \cdot 8) \cdot 12,7$ $A_v = \underline{\underline{3510,8 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 3510,8 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 476335,911 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{476,336 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{39,644 \text{ kN}}{476,336 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,08 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,4^2 + 3 \cdot 0,08^2 = \underline{\underline{0,18 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 5761/250 = \underline{\underline{23 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 13,8 \text{ mm} < w_{lim} = 23 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: IPE 360/S235	



Ocelobetonové spřažené konstrukce -
J. Strudnička



www.ocelar.cz

STROPNICE - TYPICKÝ STROP - 1.NP AŽ 6.NP

Geometrie:

$$L = 8,660 \text{ m}$$

Vnitřní síly:

$$V_{Ed} = 194,454 \text{ kN} \quad \text{CO1/20}$$

$$M_{Ed} = 254,700 \text{ kNm} \quad \text{CO1/24}$$

Materiálové charakteristiky:

Beton:

$$C \text{ 35/45}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 17 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = \underline{23,333 \text{ MPa}}$$

Ocel:

$$S \text{ 235}$$

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$235/1,0$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = \underline{23,00 \text{ MPa}}$$

Účinná šířka desky:

$$l_0 = 8,660 \text{ m}$$

$$B_1 = 2,495 \text{ m} \quad b_1 = B_1/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$B_2 = 2,495 \text{ m} \quad b_2 = B_2/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$b_{e1} = l_0/8 = 8,66/8 = \underline{1,083 \text{ m}}$$

$$b_{e2} = l_0/8 = 8,66/8 = \underline{1,083 \text{ m}}$$

$$b_t = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_t = 1,083 + 1,083 + 0$$

$$b_{eff} = \underline{2,166 \text{ m}}$$

$$h = 0,150 \text{ m}$$

$$h_c = 0,100 \text{ m}$$

$$h_p = 0,050 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,0845 \text{ m}$$

Ocelový průřez:

IPE 360

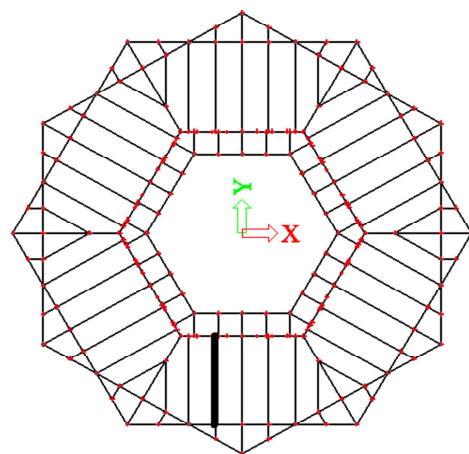
$$h_a = 360 \text{ mm} \quad r = 18 \text{ mm}$$

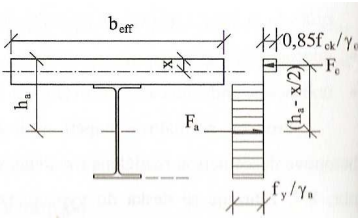
$$b_a = 170 \text{ mm} \quad I_{a,y} = 1,627\text{E}+08 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 8 \text{ mm} \quad W_{a,y} = 9,040\text{E}+05 \text{ mm}^3$$

$$t_f = 12,7 \text{ mm} \quad W_{a,y,pl} = 1,019\text{E}+06 \text{ mm}^3$$

$$A_a = 7273 \text{ mm}^2 \quad \text{Průřez třídy 1.}$$





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Poloha plastické neutrální osy:**Plastická N. O. prochází plnou částí betonové desky:**

$$x_{pl} = \frac{f_{yd} \cdot A_a}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{235 \cdot 7273}{0,85 \cdot 23,333 \cdot 2166} = \underline{\underline{39,786 \text{ mm}}}$$

Plastická N. O. leží v plné části betonové desky!

Posouzení naohb:

$$z = h_c + h_a + h_p - x_{pl}/2 - h_a/2$$

$$z = 100 + 360 + 50 - 39,786/2 - 360/2 = \underline{\underline{310,157 \text{ mm}}}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 7273 \cdot 235 \cdot 310,157 = 5,301E+08 \text{ Nmm}$$

$$= \underline{\underline{530,106 \text{ kNm}}}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$$

$$254,7 \text{ kN} \leq 530,10 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!**Spřažení:****Na polovině rozpětí je potřeba přenést sílu:**

$$V_l = N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 7273 \cdot 235 / 1000 = \underline{\underline{1709,155 \text{ kN}}}$$

Únosnost spřahovacího trnu:

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$f_u = 450 \text{ MPa}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ m}$$

$$h_{sc}/d = 4,789 \Rightarrow \alpha = 1,0$$

$$n_r = 1 \text{ ks}$$

$$P_{Rk,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2/4 = 0,8 \cdot 450 \cdot \pi \cdot 19^2/4$$

$$P_{Rk,1} = \underline{\underline{102070,35 \text{ N}}}$$

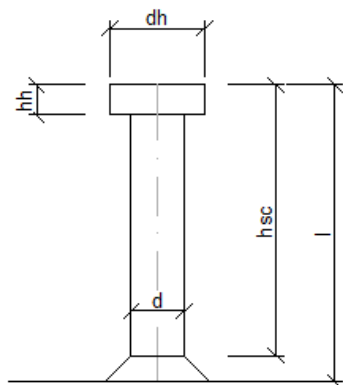
$$P_{Rk,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot (35 \cdot 34000)^{0,5}$$

$$P_{Rk,2} = \underline{\underline{11423,1 \text{ N}}}$$

$$P_{Rk} = \min. \{P_{Rk,1}; P_{Rk,2}\} = \min. \{102,07; 114,203\}$$

$$P_{Rk} = \underline{\underline{102,07 \text{ kN}}}$$

$$P_{Rd} = P_{Rk}/\gamma_v = 102,07/1,25 = \underline{\underline{81,656 \text{ kN}}}$$



Redukovaná únosnost trnu v žebrové desce, žebra kolmo k ose nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_d} \cdot \left(\frac{h}{h_d} - 1 \right) = \frac{0,7 \cdot 0,0845}{(1)^{0,5} \cdot 0,05} \cdot (0,091/0,05 - 1)$$

$$k_t = 0,970 < 1,0$$

$$P_{Rd,Red} = P_{Rd} \cdot k_t = 81,656 \cdot 0,97 = 79,20 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = V_f / P_{Rd,Red} = 1709,155 / 79,206$$

$$n_f = 21,579 \text{ ks}$$

$$n_f = 22 \text{ ks}$$

Počet umístitelných trnů na 1/2 rozpětí:

Konstrukční zásady:

$$s_l \leq \min. \{6h_c; 800 \text{ mm}\} = \min. \{6 \cdot 0,1; 80 \text{ mm}\}$$

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

$$s_l \geq 5d = 5 \cdot 19 = 95 \text{ mm}$$

$$s_t \geq 2,5d = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 9 \cdot t_f \cdot (235/f_{yd})^{0,5} = 9 \cdot 12,7 \cdot (235/235)^{0,5} = 114,3 \text{ mm}$$

$$e_D \geq 20 \text{ mm}$$

$$h_{sc} - h_p \geq 2d = 2 \cdot 19 = 38 \text{ mm}$$

Krytí trnu betonem alespoň 20 mm!

Nejmenší šířka žebra plechu je 50 mm!

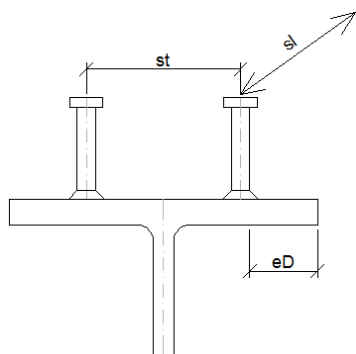
$$d_h \geq 1,5d = 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ mm}$$

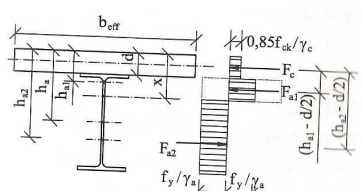
$$h_h \geq 0,4d = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ mm}$$

Počet trnů:

$$n = 12 \text{ ks}$$

$$12 < 22 \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Částečné spřažení:

$$L_e = L = 8,660 \text{ m} \leq 25 \text{ m}$$

Stupeň smykového spojení:

$$\eta = n/n_f = 12/22 = \underline{0,545} < 1,0 \quad \text{OK!}$$

$$\geq 0,4$$

$$19 \text{ mm} \leq 19 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm} \geq 76 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Trny jsou dostatečně tažné!

Poloha plastické N. O.:

$$N_c + N_{a1} = N_{a2}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$\eta \cdot N_{cf} + A_{a1} \cdot f_{yd} = A_{a2} \cdot f_{yd}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$A_{a2} = \frac{\eta \cdot N_{cf} + A_a \cdot f_{yd}}{2 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{a2} = \frac{0,45 \cdot 1709155 + 7273 \cdot 235}{2 \cdot 235} = \underline{5618,393} \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} = A_a - A_{a2} = 7273 - 5618,393 = \underline{1654,607} \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha horní pásnice: } A_f = 2159,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} \leq A_f$$

$$1654,61 \leq 2159,000 \text{ mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Ohybová únosnost:

$$N_{a1} = A_{a1} \cdot f_{yd} = 1654,607 \cdot 235/1000 = \underline{388,833} \text{ kN}$$

$$A_{a1}/2 = b_a \cdot h'$$

$$h' = (A_{a1}/2)/b_a = (1654,607/2)/170 = \underline{4,866} \text{ mm}$$

$$C_{a1} = h' + h_c = 4,866 + 150 = \underline{154,866} \text{ mm}$$

$$N_{a2} = A_{a2} \cdot f_{yd} = 5618,393 \cdot 235/1000 = \underline{1320,32} \text{ kN}$$

$$A_{a2} \cdot z = 170 \cdot 2,968 \cdot 1,484 + 8 \cdot 334,6 \cdot 170,268 + 170 \cdot 12,7 \cdot 343,918$$

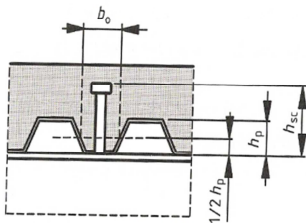
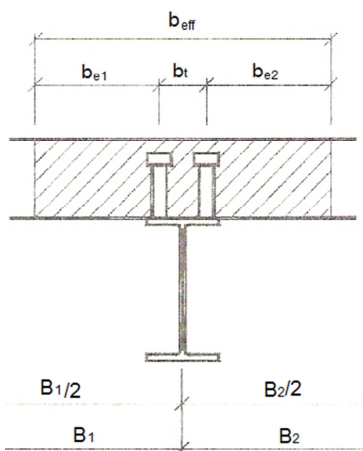
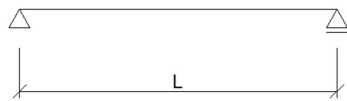
$$z = \underline{213,414} \text{ mm}$$

$$C_{a2} = z + h' + h_c = 213,414 + 4,866 + 150 = \underline{368,28} \text{ mm}$$

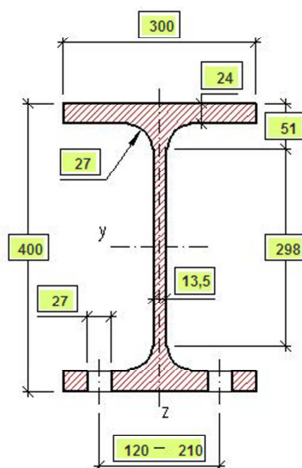
$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 0,545 \cdot 1709,155 = \underline{931,489} \text{ kN}$$

$$C_c = h_f/2 = 100/2 = \underline{50} \text{ mm}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 44
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ $M_{pl,Rd} = N_{a2} \cdot C_{a2} - N_{a1} \cdot C_{a1} - N_c \cdot C_c$ $M_{pl,Rd} = (1320,322 \cdot 368,28 - 388,833 \cdot 154,866 - 931,489 \cdot 50) \cdot 10^{-3}$ $M_{pl,Rd} = \underline{\underline{379,457 \text{ kNm}}}$ <i>Posouzení:</i> $M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$ $\underline{\underline{254,700 \leq 379,457 \text{ kNm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Posouzení na smyk:</i> $A_v = A_a - 2b_a t_f + (t_w + 2r) t_f = 7273 - 2 \cdot 170 \cdot 12,7 + (8 + 2 \cdot 18) \cdot 12,7$ $A_v = \underline{\underline{3513,8 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 3513,8 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 476742,943 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{476,743 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{194,454 \text{ kN}}{476,743 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,41 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 8660/250 = \underline{\underline{34,6 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 33 \text{ mm} < w_{lim} = 34,6 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Rekapitulace:</i> IPE 360/S235 + žebrová deska 100 + 50 C 35/45, 24 trnů ø 19 mm	



Ocelobetonové spřažené konstrukce -
J. Studnička



www.ocelar.cz

PRŮVLAK/STROPNICE - TYPICKÝ STROP - 1.NP AŽ 6.NP

Geometrie:

$$L = 11,540 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/8

$$V_{Ed} = 343,541 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 937,066 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky:

Beton: C 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 17 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = \underline{23,333 \text{ MPa}}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Účinná šířka desky:

$$l_0 = 11,540 \text{ m}$$

$$B_1 = 2,495 \text{ m}$$

$$b_1 = B_1/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$B_2 = 2,495 \text{ m}$$

$$b_2 = B_2/2 = 2,495/2 = \underline{1,248 \text{ m}}$$

$$b_{e1} = l_0/8 = 11,54/8 = \underline{1,443 \text{ m}}$$

$$b_{e2} = l_0/8 = 11,54/8 = \underline{1,443 \text{ m}}$$

$$b_t = 0,150 \text{ m}$$

$$b_{eff} = \underline{2,495 \text{ m}}$$

$$h = 0,150 \text{ m}$$

$$h_c = 0,100 \text{ m}$$

$$h_p = 0,050 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,0845 \text{ m}$$

Ocelový průřez:

HEB 400

$$h_a = 400 \text{ mm}$$

$$r = 27 \text{ mm}$$

$$b_a = 300 \text{ mm}$$

$$I_{a,y} = 5,770E+08 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 13,5 \text{ mm}$$

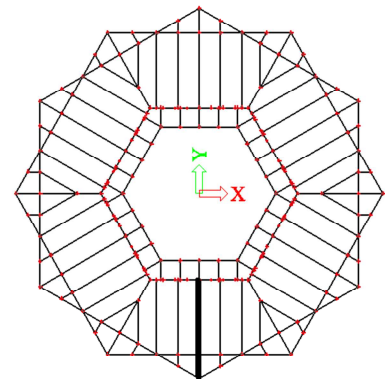
$$W_{a,y} = 2,880E+06 \text{ mm}^3$$

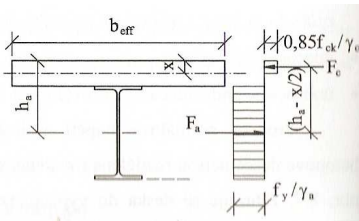
$$t_f = 24 \text{ mm}$$

$$W_{a,y,pl} = 3,230E+06 \text{ mm}^3$$

$$A_a = 1,98E+04 \text{ mm}^2$$

Průřez třídy 1.





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Poloha plastické neutrální osy:**Plastická N. O. prochází plnou částí betonové desky:**

$$x_{pl} = \frac{f_{yd} \cdot A_a}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{235 \cdot 19800}{0,85 \cdot 23,333 \cdot 2495} = \underline{\underline{94,031 \text{ mm}}}$$

Plastická N. O. leží v plné části betonové desky!

Posouzení na ohyb:

$$z = h_c + h_a + h_p - x_{pl}/2 - h_a/2$$

$$z = 100 + 400 + 50 - 94,031/2 - 400/2 = \underline{\underline{303,035 \text{ mm}}}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 19800 \cdot 235 \cdot 303,035 = 1,410E+09 \text{ Nmm} = \underline{\underline{1410,022 \text{ kNm}}}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$$

$$937,066 \text{ kNm} \leq 1410,022 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!**Spřažení:****Na polovině rozpětí je potřeba přenést sílu:**

$$V_l = N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 19800 \cdot 235 / 1000 = \underline{\underline{4653 \text{ kN}}}$$

Únosnost spřahovacího trnu:

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$f_u = 450 \text{ MPa}$$

$$h_{sc} = 88 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$h_{sc}/d = 3,520 \Rightarrow \alpha = 0,9$$

$$n_r = 2 \text{ ks}$$

$$P_{Rk,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2/4 = 0,8 \cdot 450 \cdot \pi \cdot 25^2/4$$

$$P_{Rk,1} = \underline{\underline{176714,59 \text{ N}}}$$

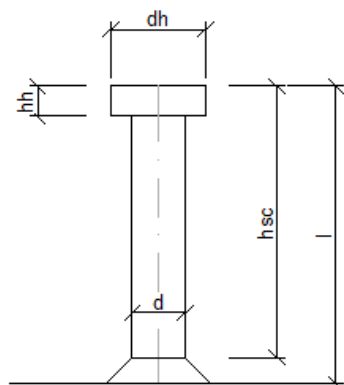
$$P_{Rk,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} = 0,29 \cdot 0,9 \cdot 25^2 \cdot (35 \cdot 34000)^{0,5}$$

$$P_{Rk,2} = \underline{\underline{177948,37 \text{ N}}}$$

$$P_{Rk} = \min. \{P_{Rk,1}; P_{Rk,2}\} = \min. \{176,715; 177,948\}$$

$$P_{Rk} = \underline{\underline{176,715 \text{ kN}}}$$

$$P_{Rd} = P_{Rk}/\gamma_v = 176,715/1,25 = \underline{\underline{141,372 \text{ kN}}}$$



Redukovaná únosnost trnu v žebrované desce, žebra kolmo k ose nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7 \cdot 0,0845}{(2)^{0,5} \cdot 0,05} \cdot (0,088/0,05 - 1)$$

$$k_t = 0,636 < 0,80$$

$$P_{Rd,Red} = P_{Rd} \cdot k_t = 141,372 \cdot 0,636 = 89,913 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = V_l / P_{Rd,Red} = 4653 / 89,913$$

$$n_f = 51,75 \text{ ks}$$

$$n_f = 52 \text{ ks}$$

Počet umístitelných trnů na 1/2 rozpětí:

Konstrukční zásady:

$$s_l \leq \min. \{6h_c; 800 \text{ mm}\} = \min. \{6 \cdot 0,1; 800 \text{ mm}\}$$

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

$$s_l \geq 5d = 5 \cdot 25 = 125 \text{ mm}$$

$$s_t \geq 2,5d = 2,5 \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 9 \cdot t_f \cdot (235/f_{yd})^{0,5} = 9 \cdot 24 \cdot (235/235)^{0,5} = 216 \text{ mm}$$

$$e_D \geq 20 \text{ mm}$$

$$h_{sc} - h_p \geq 2d = 2 \cdot 25 = 50 \text{ mm}$$

Krytí trnu betonem alespoň 20 mm!

Nejmenší šířka žebra plechu je 50 mm!

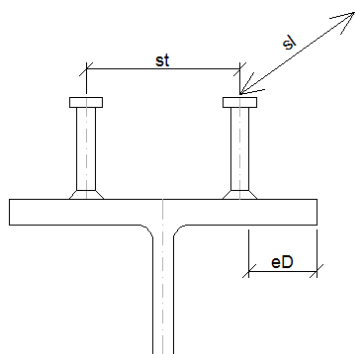
$$d_h \geq 1,5d = 1,5 \cdot 25 = 37,5 \text{ mm}$$

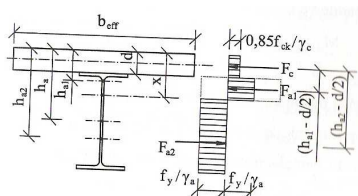
$$h_h \geq 0,4d = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ mm}$$

Počet trnů:

$$n = 46 \text{ ks}$$

$$46 < 52 \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$





Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Částečné spřažení:

$$L_e = L = 11,540 \text{ m} \leq 25 \text{ m}$$

Stupeň smykového spojení:

$$\eta = n/n_f = 46/52 = \underline{0,885} < 1,0 \quad \text{OK!}$$

$$\geq 0,4$$

$$19 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$h_{sc} = 88 \text{ mm} \geq 76 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Trny jsou dostatečně tažné!

Poloha plastické N. O.:

$$N_c + N_{a1} = N_{a2}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$\eta \cdot N_{cf} + A_{a1} \cdot f_{yd} = A_{a2} \cdot f_{yd}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$A_{a2} = \frac{\eta \cdot N_{cf} + A_a \cdot f_{yd}}{2 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{a2} = \frac{0,885 \cdot 4653000 + 19800 \cdot 235}{2 \cdot 235} = \underline{18661,5} \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} = A_a - A_{a2} = 19800 - 18661,5 = \underline{1138,5} \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha horní pásnice: } A_f = 7200,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} \leq A_f$$

$$1138,5 \leq 7200,000 \text{ mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Ohybová únosnost:

$$N_{a1} = A_{a1} \cdot f_{yd} = 1138,5 \cdot 235/1000 = \underline{267,548} \text{ kN}$$

$$A_{a1}/2 = b_a \cdot h'$$

$$h' = (A_{a1}/2)/b_a = (1138,5/2)/300 = \underline{1,898} \text{ mm}$$

$$C_{a1} = h' + h_c = 1,898 + 150 = \underline{151,898} \text{ mm}$$

$$N_{a2} = A_{a2} \cdot f_{yd} = 18661,5 \cdot 235/1000 = \underline{4385,45} \text{ kN}$$

$$A_{a2} \cdot z = 300 \cdot 20,204 \cdot 10,102 + 13,5 \cdot 352 \cdot 196,204 + 300 \cdot 24 \cdot 384,204$$

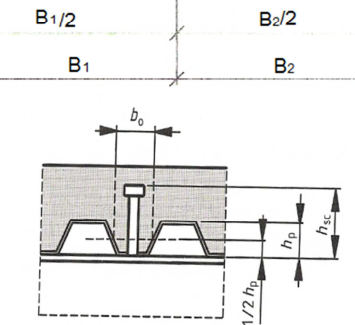
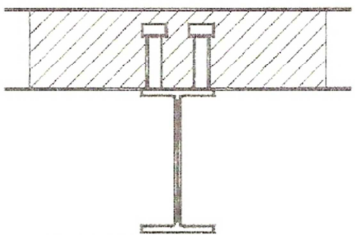
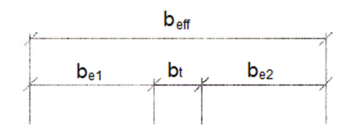
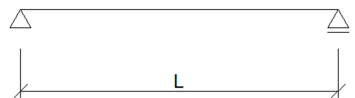
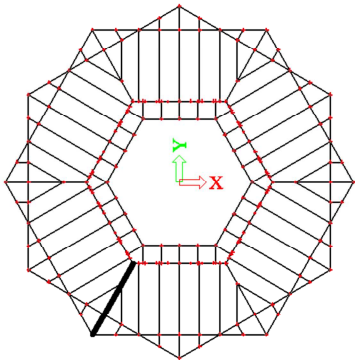
$$z = \underline{201,477} \text{ mm}$$

$$C_{a2} = z + h' + h_c = 201,477 + 1,898 + 150 = \underline{353,375} \text{ mm}$$

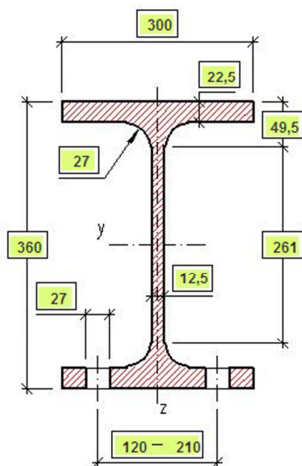
$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 0,885 \cdot 4653 = \underline{4117,91} \text{ kN}$$

$$C_c = h_f/2 = 100/2 = \underline{50} \text{ mm}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 49
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ $M_{pl,Rd} = N_{a2} \cdot C_{a2} - N_{a1} \cdot C_{a1} - N_c \cdot C_c$ $M_{pl,Rd} = (4385,453 \cdot 353,375 - 267,548 \cdot 151,898 - 4117,905 \cdot 50) \cdot 10^{-3}$ $M_{pl,Rd} = \underline{\underline{1303,174 \text{ kNm}}}$ <i>Posouzení:</i> $M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$ $937,066 \leq 1303,174 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Posouzení na smyk:</i> $A_v = A_a - 2b_a t_f + (t_w + 2r)t_f = 19800 - 2 \cdot 300 \cdot 24 + (13,5 + 2 \cdot 27) \cdot 24$ $A_v = \underline{\underline{7020 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 7020 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 952454,739 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{952,455 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{343,541 \text{ kN}}{952,455 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,36 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Posouzení na ohyb + smyk:</i> $M = 0,72$ $V = 0,36$ $0,72^2 + 3 \cdot 0,36^2 = \underline{\underline{0,91 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 11540/250 = \underline{\underline{46,2 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 41,5 \text{ mm} < w_{lim} = 46,2 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Rekapitulace:</i> HEB 400/S235 + žebrová deska 100 + 50 C 35/45, 92 trnů ø 25 mm	



Ocelobetonové spřažené konstrukce -
J. Studnička

**PRŮVLAK - ŠIKMO - 1.NP AŽ 6.NP****Geometrie:**

$$L = 10,000 \text{ m}$$

Vnitřní síly:

$$V_{Ed} = 301,193 \text{ kN} \quad CO1/166$$

$$M_{Ed} = 668,867 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 247,238 \text{ kN} \quad CO1/171$$

Materiálové charakteristiky:**Beton:** C 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 17 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = \underline{23,333 \text{ MPa}}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Účinná šířka desky:

$$l_0 = 10,000 \text{ m}$$

$$b_{e1} = 1,000 \text{ m} < 1,250 \text{ m}$$

$$b_{e2} = 1,000 \text{ m} < 1,250 \text{ m}$$

$$b_t = 0,150 \text{ m}$$

$$b_{eff} = \underline{2,150 \text{ m}}$$

$$h = 0,150 \text{ m}$$

$$h_c = 0,100 \text{ m}$$

$$h_p = 0,050 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,0845 \text{ m}$$

Ocelový průřez:**HEB 360**

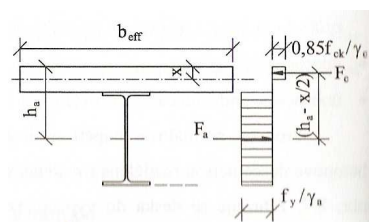
$$h_a = 360 \text{ mm} \quad r = 27 \text{ mm}$$

$$b_a = 300 \text{ mm} \quad I_{a,y} = 4,320E+08 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 12,5 \text{ mm} \quad W_{a,y} = 2,400E+06 \text{ mm}^3$$

$$t_f = 22,5 \text{ mm} \quad W_{a,y,pl} = 2,680E+06 \text{ mm}^3$$

$$A_a = 1,81E+04 \text{ mm}^2 \quad \text{Průřez třídy 1.}$$



Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Poloha plastické neutrální osy:Plastická N. O. prochází plnou částí betonové desky:

$$x_{pl} = \frac{f_{yd} \cdot A_a}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{235 \cdot 18100}{0,85 \cdot 23,333 \cdot 2150} = \underline{\underline{99,751 \text{ mm}}}$$

Plastická N. O. leží v plné části betonové desky!

Posouzení na ohyb:

$$z = h_c + h_a + h_p - x_{pl}/2 - h_a/2$$

$$z = 100 + 360 + 50 - 99,751/2 - 360/2 = \underline{\underline{280,175 \text{ mm}}}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 18100 \cdot 235 \cdot 280,175 = 1,192E+09 \text{ Nmm}$$

$$= \underline{\underline{1191,724 \text{ kNm}}}$$

Posouzení:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$$

$$668,867 \text{ kNm} \leq 1191,724 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Spřažení:Na polovině rozpětí je potřeba přenést sílu:

$$V_l = N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 18100 \cdot 235 / 1000 = \underline{\underline{4253,5 \text{ kN}}}$$

Únosnost spřahovacího trnu:

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$f_u = 450 \text{ MPa}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$h_{sc}/d = 4,789 \Rightarrow \alpha = 1,0$$

$$n_r = 2 \text{ ks}$$

$$P_{Rk,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2/4 = 0,8 \cdot 450 \cdot \pi \cdot 19^2/4$$

$$P_{Rk,1} = \underline{\underline{102070,35 \text{ N}}}$$

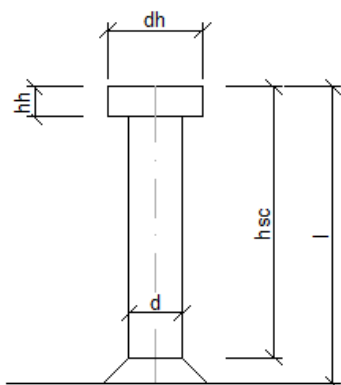
$$P_{Rk,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{0,5} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot (35 \cdot 34000)^{0,5}$$

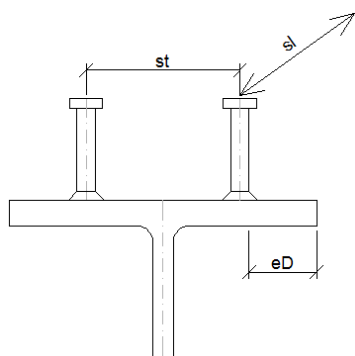
$$P_{Rk,2} = \underline{\underline{114203,31 \text{ N}}}$$

$$P_{Rk} = \min. \{P_{Rk,1}; P_{Rk,2}\} = \min. \{102,07; 114,203\}$$

$$P_{Rk} = \underline{\underline{102,07 \text{ kN}}}$$

$$P_{Rd} = P_{Rk}/\gamma_v = 102,07/1,25 = \underline{\underline{81,656 \text{ kN}}}$$





Redukovaná únosnost trnu v žebrové desce, žebra kolmo k ose nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7 \cdot 0,0845}{(2)^{0,5} \cdot 0,05} \cdot (0,091/0,05 - 1)$$

$$k_t = 0,686 < 0,80$$

$$P_{Rd,Red} = P_{Rd} \cdot k_t = 81,656 \cdot 0,686 = 56,016 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = V_I / P_{Rd,Red} = 4253,5 / 56,016$$

$$n_f = 75,934 \text{ ks}$$

$$n_f = 76 \text{ ks}$$

Počet umístitelných trnů na 1/2 rozpětí:

Konstrukční zásady:

$$s_l \leq \min. \{6h_c; 800 \text{ mm}\} = \min. \{6 \cdot 0,1; 800 \text{ mm}\}$$

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

$$s_l \geq 5d = 5 \cdot 19 = 95 \text{ mm}$$

$$s_t \geq 2,5d = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 9 \cdot t_f \cdot (235/f_{yd})^{0,5} = 9 \cdot 22,5 \cdot (235/235)^{0,5} = 202,5 \text{ mm}$$

$$e_D \geq 20 \text{ mm}$$

$$h_{sc} - h_p \geq 2d = 2 \cdot 19 = 38 \text{ mm}$$

Krytí trnu betonem alespoň 20 mm!

Nejmenší šířka žebra plechu je 50 mm!

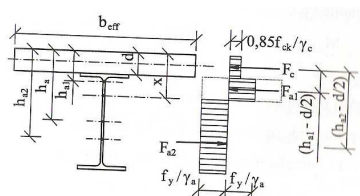
$$d_h \geq 1,5d = 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ mm}$$

$$h_h \geq 0,4d = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ mm}$$

Počet trnů:

$$n = 40 \text{ ks}$$

$$40 < 76 \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$



Ocelové konstrukce 1 - J. Studnička

Částečné spřažení:

$$L_e = L = 10,000 \text{ m} \leq 25 \text{ m}$$

Stupeň smykového spojení:

$$\eta = n/n_f = 40/76 = \underline{0,526} < 1,0 \quad \text{OK!}$$

$$\geq 0,4$$

$$19 \text{ mm} \leq 19 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$h_{sc} = 91 \text{ mm} \geq 76 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Trny jsou dostatečně tažné!

Poloha plastické N. O.:

$$N_c + N_{a1} = N_{a2}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$\eta \cdot N_{cf} + A_{a1} \cdot f_{yd} = A_{a2} \cdot f_{yd}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = A_a$$

$$A_{a2} = \frac{\eta \cdot N_{cf} + A_a \cdot f_{yd}}{2 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{a2} = \frac{0,526 \cdot 4253500 + 18100 \cdot 235}{2 \cdot 235} = \underline{13810,3} \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} = A_a - A_{a2} = 18100 - 13810,3 = \underline{4289,7} \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha horní pásnice: } A_f = 6750,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{a1} \leq A_f$$

$$4289,7 \leq 6750,000 \text{ mm}^2 \quad \text{OK!}$$

Ohybová únosnost:

$$N_{a1} = A_{a1} \cdot f_{yd} = 4289,7 \cdot 235/1000 = \underline{1008,080} \text{ kN}$$

$$A_{a1}/2 = b_a \cdot h'$$

$$h' = (A_{a1}/2)/b_a = (4289,7/2)/300 = \underline{7,15} \text{ mm}$$

$$C_{a1} = h' + h_c = 7,15 + 150 = \underline{157,150} \text{ mm}$$

$$N_{a2} = A_{a2} \cdot f_{yd} = 13810,3 \cdot 235/1000 = \underline{3245,42} \text{ kN}$$

$$A_{a2} \cdot z = 300 \cdot 8,2 \cdot 4,1 + 12,5 \cdot 315 \cdot 165,7 + 300 \cdot 22,5 \cdot 334,45$$

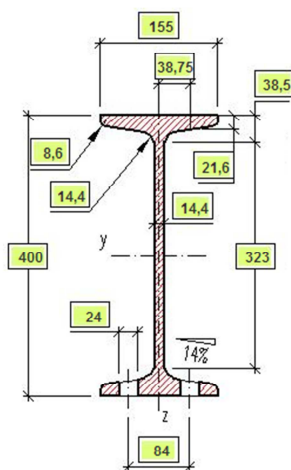
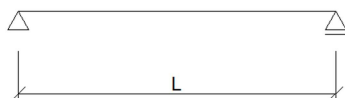
$$z = \underline{211,441} \text{ mm}$$

$$C_{a2} = z + h' + h_c = 211,441 + 7,15 + 150 = \underline{368,591} \text{ mm}$$

$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 0,526 \cdot 4253,5 = \underline{2237,34} \text{ kN}$$

$$C_c = h_f/2 = 100/2 = \underline{50} \text{ mm}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 54
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ $M_{pl,Rd} = N_{a2} \cdot C_{a2} - N_{a1} \cdot C_{a1} - N_c \cdot C_c$ $M_{pl,Rd} = (3245,421 \cdot 368,591 - 1008,08 \cdot 157,15 - 2237,341 \cdot 50) \cdot 10^{-3}$ $M_{pl,Rd} = \underline{\underline{925,946 \text{ kNm}}}$ <i>Posouzení:</i> $M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$ $668,867 \leq 925,946 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Posouzení na smyk:</i> $A_v = A_a - 2b_a t_f + (t_w + 2r)t_f = 18100 - 2 \cdot 300 \cdot 22,5 + (12,5 + 2 \cdot 27) \cdot 22,5$ $A_v = \underline{\underline{6096,3 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 6096,3 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 827129,605 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{827,13 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{301,193 \text{ kN}}{827,13 \text{ kN}} \leq 1,0$ $0,36 \leq 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE!}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{247,238 \text{ kN}}{827,13} \leq 1,0$ $0,3 \leq 1,0 \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Posouzení v místě připojení stropnic:</i> $M = 0,72$ $V = 0,3$ $0,72^2 + 3 \cdot 0,3^2 = \underline{\underline{0,79 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 10000/250 = \underline{\underline{40 \text{ mm}}}$ $w = 29,1 \text{ mm} < w_{lim} = 40 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE!}}}$ <i>Rekapitulace:</i> HEB 360/S235 + žebrová deska 100 + 50 C 35/45, 80 trnů ø 19 mm	



www.ocelar.cz

OBVODOVÝ PRŮVLAK (STŘED) - 7.NP**Geometrie:**

$$L = 9,978 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/186

$$V_{Ed} = 111,193 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 249,678 \text{ kNm}$$

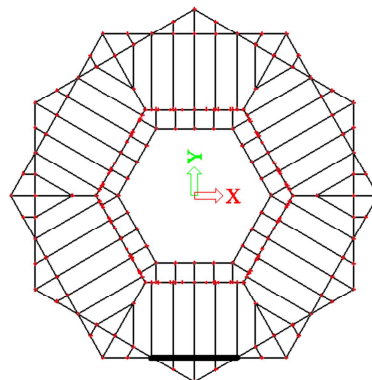
Ocel: S 355

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_a = 355 / 1,0$$

$$= 355,000 \text{ MPa}$$

**Ocelový průřez:**

I 400

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$t_f = 21,6 \text{ mm}$$

$$b = 155 \text{ mm}$$

$$t_w = 14,4 \text{ mm}$$

$$A = 1,18E+04 \text{ mm}^2$$

$$r = 14,40 \text{ mm}$$

$$I_y = 2,920E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1,46E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 1,71E+06 \text{ mm}^3$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00171 \cdot 355000 / 1,0$$

$$= 607,05 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{249,678 \text{ kNm}}{607,05 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,41 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 2,495 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{5900 \text{ mm}^2}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 14,4^3 \cdot (400/2 - 21,6) + (1/12) \cdot 155^3 \cdot 21,6$$

$$I_{f,z} = \underline{6747366,629 \text{ mm}^4}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (6747366,6288/)^{0,5} = \underline{33,817 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = 2495 / [(1/12) \cdot 155 \cdot 21,6^3 / (155 \cdot 21,6)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{400,136}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = 2495 / [(1/12) \cdot 155^3 \cdot 21,6 / (155 \cdot 21,6)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{55,761}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/355)^{0,5} = \underline{0,81}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = \underline{76,059}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{c,\max} / \lambda_1 = 400,136 / 76,059$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{5,261}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

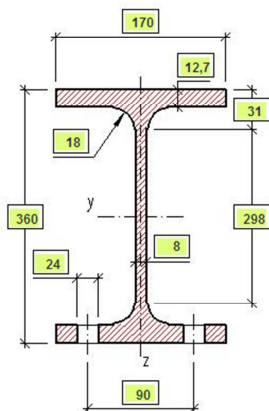
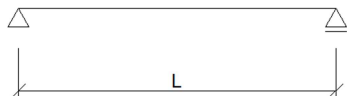
$$\frac{0,94 \cdot 2,495}{0,033817 \cdot 76,059} \leq \frac{5,261 \cdot 607,05}{249,678}$$

$$\underline{\underline{0,912 \leq 12,791}}$$

Profil neklopí!

$$\underline{\underline{\chi_{LT} = 1,0}}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 57
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 11800 - 2 \cdot 155 \cdot 21,6 + (14,4 + 2 \cdot 14,4) \cdot 21,6$ $A_v = \underline{\underline{6037,1 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 6037,1 \cdot (355 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 1237360,1 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{1237,36 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{111,193 \text{ kN}}{1237,36 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,09 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,41^2 + 3 \cdot 0,09^2 = \underline{\underline{0,19 < 1,0}}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 9978/250 = \underline{\underline{39,9 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 32,8 \text{ mm} < w_{lim} = 39,9 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: I 400/S355	



www.ocelar.cz

OBVODOVÝ PRŮVLAK (ŠPIČKY) - 1.NP AŽ 6.NP**Geometrie:**

$$L = 5,761 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/2036

$$V_{Ed} = 27,321 \text{ kN}$$

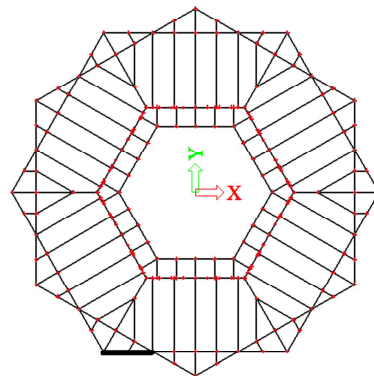
$$M_{Ed} = 109,060 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = 235,000 \text{ MPa}$$

**Ocelový průřez:**

IPE 360

$$h = 360 \text{ mm}$$

$$t_f = 12,7 \text{ mm}$$

$$b = 170 \text{ mm}$$

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

$$A = 7,27E+03 \text{ mm}^2$$

$$r = 14,40 \text{ mm}$$

$$I_y = 1,630E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 9,04E+05 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 1,02E+06 \text{ mm}^3$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00102 \cdot 235000 / 1,0$$

$$M_{c,Rd} = 239,7 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{109,060 \text{ kNm}}{239,7 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,45 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 5,761 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{3635 \text{ mm}^2}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 8^3 \cdot (360/2 - 12,7) + (1/12) \cdot 170^3 \cdot 12,7$$

$$I_{f,z} = \underline{5206729,800 \text{ mm}^4}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (5206729,8/)^{0,5} = \underline{37,847 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = 5761 / [(1/12) \cdot 170 \cdot 12,7^3 / (170 \cdot 12,7)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{1571,393}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = 5761 / [(1/12) \cdot 170^3 \cdot 12,7 / (170 \cdot 12,7)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{117,392}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{1,00}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{93,900}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{c,\max} / \lambda_1 = 1571,393 / 93,9$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{16,735}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

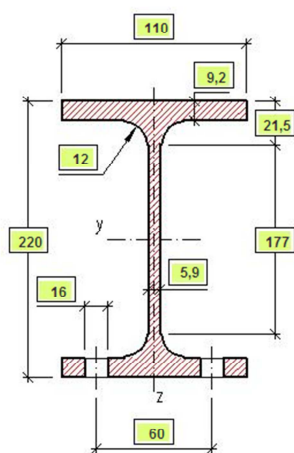
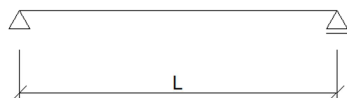
$$\frac{0,94 \cdot 5,761}{0,037847 \cdot 93,9} \leq \frac{16,735 \cdot 239,7}{109,060}$$

$$\underline{1,524} \leq \underline{36,781}$$

Profil neklopí!

$$\underline{\underline{\chi_{LT} = 1,0}}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 60
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 7270 - 2 \cdot 170 \cdot 12,7 + (8 + 2 \cdot 14,4) \cdot 12,7$ $A_v = \underline{\underline{3419,4 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 3419,4 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 463935,01 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{463,935 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{27,321 \text{ kN}}{463,935 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,06 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,45^2 + 3 \cdot 0,06^2 = \underline{\underline{0,21 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 5761/250 = \underline{\underline{23 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 14,9 \text{ mm} < w_{lim} = 23 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: IPE 360/S235	



www.ocelar.cz

PAVLAČ - NOSNÍK - 1.NP AŽ 6.NP**Geometrie:**

$$L = 2,540 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/2053

$$V_{Ed} = 13,741 \text{ kN}$$

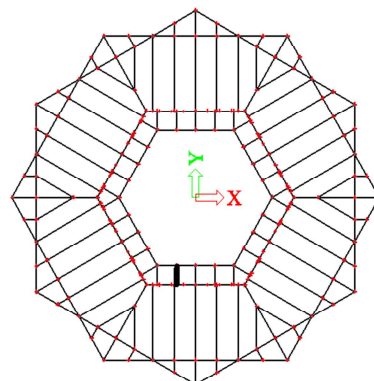
$$M_{Ed} = 12,240 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_a = 235 / 1,0 = 235,000 \text{ MPa}$$

**Ocelový průřez:****IPE 220**

$$h = 220 \text{ mm}$$

$$t_f = 9,2 \text{ mm}$$

$$b = 110 \text{ mm}$$

$$t_w = 5,9 \text{ mm}$$

$$A = 3,34E+03 \text{ mm}^2$$

$$r = 12,00 \text{ mm}$$

$$I_y = 2,770E+07 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 2,52E+05 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 2,85E+05 \text{ mm}^3$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,000285 \cdot 235000 / 1,0$$

$$M_{c,Rd} = 66,975 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{12,240 \text{ kNm}}{66,975 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$0,18 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 2,540 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{1670 \text{ mm}^2}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 5,9^3 \cdot (220/2 - 9,2) + (1/12) \cdot 110^3 \cdot 9,2$$

$$I_{f,z} = \underline{1022158,517 \text{ mm}^4}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (1022158,51693333/)^{0,5} = \underline{24,74 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = 2540 / [(1/12) \cdot 110 \cdot 9,2^3 / (110 \cdot 9,2)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{956,393}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = 2540 / [(1/12) \cdot 110^3 \cdot 9,2 / (110 \cdot 9,2)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{79,989}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{1,00}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{93,900}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{c,\max} / \lambda_1 = 956,393 / 93,9$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{10,185}$$

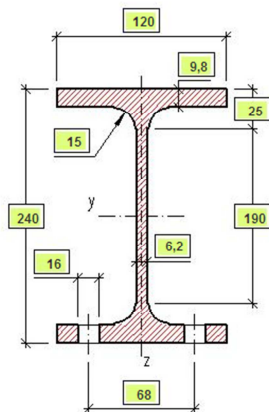
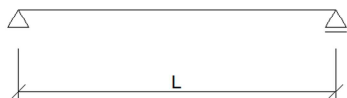
$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\frac{0,94 \cdot 2,54}{0,02474 \cdot 93,9} \leq \frac{10,185 \cdot 66,975}{12,240}$$

$$\underline{1,028} \leq \underline{55,73}$$

$$\text{Profil neklopí!} \quad \underline{\underline{\chi_{LT} = 1,0}}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 63
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 3340 - 2 \cdot 110 \cdot 9,2 + (5,9 + 2 \cdot 12) \cdot 9,2$ $A_v = \underline{\underline{1591,1 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 1591,1 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 215876,173 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{215,876 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{13,741 \text{ kN}}{215,876 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,06 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,18^2 + 3 \cdot 0,06^2 = \underline{\underline{0,04 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 2200/250 = \underline{\underline{9 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 9 \text{ mm} = w_{lim} = 9 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: IPE 220/S235	



www.ocelar.cz

PAVLAČ - PRŮVLAK - 1.NP AŽ 6.NP**Geometrie:**

$$L = 4,480 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/2038

$$V_{Ed} = 28,345 \text{ kN}$$

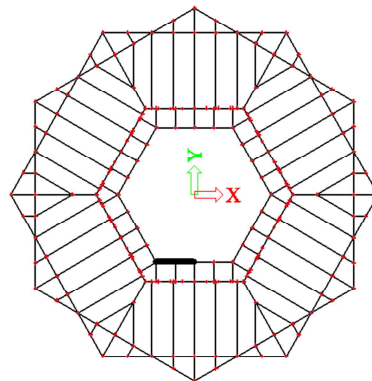
$$M_{Ed} = 37,701 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_a = 235 / 1,0 = 235,000 \text{ MPa}$$

**Ocelový průřez:****IPE 240**

$$h = 240 \text{ mm}$$

$$t_f = 9,8 \text{ mm}$$

$$b = 120 \text{ mm}$$

$$t_w = 6,2 \text{ mm}$$

$$A = 3,91E+03 \text{ mm}^2$$

$$r = 15,00 \text{ mm}$$

$$I_y = 3,890E+07 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 3,24E+05 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,pl} = 3,67E+05 \text{ mm}^3$$

Průřez třídy 1.

Posouzení na ohyb:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,000367 \cdot 235000 / 1,0$$

$$M_{c,Rd} = 86,245 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{37,701 \text{ kNm}}{86,245 \text{ kNm}} \leq 1,0$$

$$0,44 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$



ČSN EN 1993-1-1

Klopení:

$$k_c = 0,94$$

$$L_c = L_{cr,\omega} = 4,480 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{1955 \text{ mm}^2}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 6,2^3 \cdot (240/2 - 9,8) + (1/12) \cdot 120^3 \cdot 9,8$$

$$I_{f,z} = \underline{1413388,645 \text{ mm}^4}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (1413388,645/1955)^{0,5} = \underline{26,888 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = 4480 / [(1/12) \cdot 120 \cdot 9,8^3 / (120 \cdot 9,8)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{1583,589}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = 4480 / [(1/12) \cdot 120^3 \cdot 9,8 / (120 \cdot 9,8)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{129,326}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{1,00}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{93,900}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{c,\max} / \lambda_1 = 1583,589 / 93,9$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{16,865}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

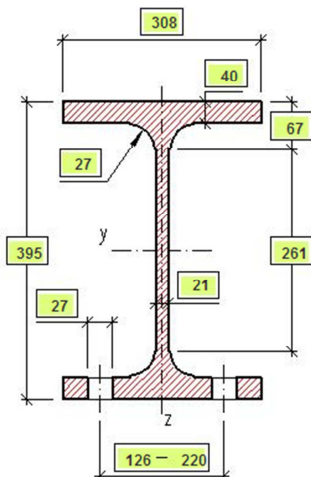
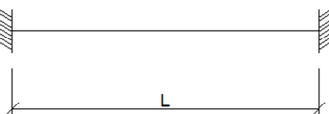
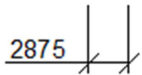
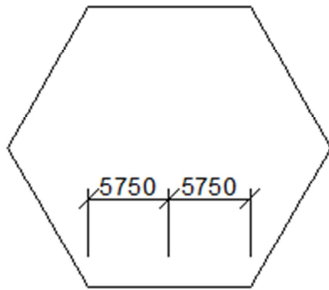
$$\frac{0,94 \cdot 4,48}{0,026888 \cdot 93,9} \leq \frac{16,865 \cdot 86,245}{37,701}$$

$$\underline{1,668} \leq \underline{38,58}$$

Profil neklopí!

$$\chi_{LT} = \underline{1,0}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 66
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na smyk: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 3910 - 2 \cdot 120 \cdot 9,8 + (6,2 + 2 \cdot 15) \cdot 9,8$ $A_v = \underline{\underline{1912,8 \text{ mm}^2}}$ $V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_{yd} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} = 1912,8 \cdot (235 / 3^{0,5}) / 1,0$ $V_{pl,Rd} = 259523,57 \text{ N}$ $V_{pl,Rd} = \underline{\underline{259,524 \text{ kN}}}$ $\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{28,345 \text{ kN}}{259,524 \text{ kN}} \leq 1,0$ $\underline{\underline{0,11 \leq 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na výsledné napětí: $0,44^2 + 3 \cdot 0,11^2 = \underline{\underline{0,23 < 1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 4480/250 = \underline{\underline{17,9 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 9,6 \text{ mm} < w_{lim} = 17,9 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: IPE 240/S235	



www.ocelar.cz

ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - PRŮVLAK - 1.NP AŽ 7.NP**Geometrie:**

$$L = 5,750 \text{ m}$$

$$L_{cr,w} = 5,750 \text{ m}$$

$$L_{cr,y,z} = 2,875 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/2044

$$N_{Ed}^+ = 26,062 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 365,126 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd,z} \quad \text{OK!}$$

$$M_{y,Ed}^- = 559,240 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{235,000 \text{ MPa}}$$

Ocelový průřez:

HEM 360

$$h = 395 \text{ mm} \quad t_f = 40 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm} \quad t_w = 21 \text{ mm}$$

$$A = 3,19E+04 \text{ mm}^2 \quad W_{pl,y} = 4,990E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 8,490E+08 \text{ mm}^4 \quad W_{pl,z} = 1,940E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 1,950E+08 \text{ mm}^4 \quad i_y = 163,000 \text{ mm}$$

$$I_t = 1,51E+07 \text{ mm}^4 \quad i_z = 78,300 \text{ mm}$$

$$I_w = 6,14E+12 \text{ mm}^6 \quad a = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Průřez třídy 1.} \quad r = 27 \text{ mm}$$

Únosnost v prostém tlaku/tahu:

$$N_{Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,0319 \cdot 235000 / 1,0$$

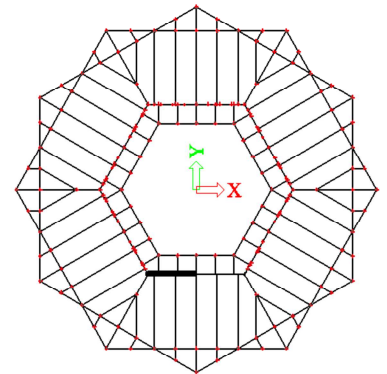
$$N_{Rd} = \underline{7496,5 \text{ kN}}$$

Únosnost ve smyku:

$$V_{pl,Rd,y} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd,y} = (31900 - 2 \cdot 300 \cdot 40 + (21 + 27) \cdot 40) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd,y} = \underline{1332,351 \text{ kN}}$$





ČSN EN 1993-1-1

Ohybová únosnost bez klopení:

$$M_{c,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,00499 \cdot 235000/1 = \underline{\underline{1172,650 \text{ kNm}}}$$

Klopení:

$$k_c = 0,9$$

$$L_c = 5,750 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = A/2 = \underline{\underline{1,60E+04 \text{ mm}^2}}$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/2 - t_f) + (1/12) \cdot b^3 \cdot t_f$$

$$I_{f,z} = (1/12) \cdot 21^3 \cdot (395/2 - 40) + (1/12) \cdot 300^3 \cdot 40$$

$$I_{f,z} = \underline{\underline{90121550,625 \text{ mm}^4}}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (90121550,625/)^{0,5} = \underline{\underline{75,168 \text{ mm}}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = 5750 / [(1/12) \cdot 300 \cdot 40^3 / (300 \cdot 40)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{\underline{497,965}}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = 5750 / [(1/12) \cdot 300^3 \cdot 40 / (300 \cdot 40)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{\underline{66,395}}$$

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{\underline{1,00}}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{\underline{93,900}}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{c,max} / \lambda_1 = 497,965 / 93,9$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{\underline{5,303}}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_f \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\frac{0,9 \cdot 5,75}{0,075168 \cdot 93,9} \leq \frac{5,303 \cdot 1172,65}{559,240}$$

$$\underline{\underline{0,733}} \leq \underline{\underline{11,12}}$$

Profil neklopí!

$$\chi_{LT} = \underline{\underline{1,0}}$$

$$C = 1,0$$

$$k_{yy} = C \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \right) \leq C \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \right)$$

$$k_{yy} = 1 \cdot [1 + (0,188 - 0,2) \cdot 26,062 / 7496,5]$$

$$\leq 1 \cdot [1 + 0,8 \cdot 0 / (1 \cdot 7496,5)]$$

$$k_{yy} = \underline{\underline{1 \leq 1}}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1 = \underline{\underline{0,600}}$$

Posouzení (tah a ohyb):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{26,062}{7496,5} + \frac{1,559,24}{1,933,4294} \leq 1$$

$$0,003 + 0,663 \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,67 \leq 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

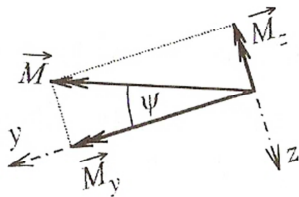
$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{26,062}{7496,5} + \frac{0,6 \cdot 1,559,24}{1,933,4294} \leq 1$$

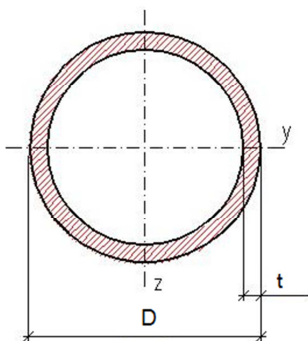
$$0,003 + 0,398 \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,40 \leq 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 70
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	Posouzení na smyk: $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$ $\underline{\underline{365,126 \leq 1332,351}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení současně působících účinků: $M = 0,67$ $V = 0,27$ $0,67^2 + 3 \cdot 0,27^2 = \underline{\underline{0,67}} < \underline{\underline{1,0}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ II. MS $w_{lim} = L/250 = 5750/250 = \underline{\underline{23 \text{ mm}}}$ $\underline{\underline{w = 8,2 \text{ mm} < w_{lim} = 23 \text{ mm}}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Rekapitulace: HEM 360/S235	



Pružnost a plasticita I příklady -
S. Šmírák, B. Hlavinková



ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - SLOUP

Geometrie:

$$L = L_{cr} = 3,480 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/43

$$N_{Ed} = 3544,230 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 0,486 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 112,991 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 378,519 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,z} = 1,628 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 378,523 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky:

Beton: C 20/25

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

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 15 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20/1,5 = \underline{\underline{13,333 \text{ MPa}}}$$

Ocel: S 355

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 355/1,0 = \underline{\underline{355,000 \text{ MPa}}}$$

Ocelový průřez:

TR 406,4x16

$$d_a = 406,4 \text{ mm}$$

$$t_a = 16 \text{ mm} \quad I_{t,a} = 7,49E+08 \text{ mm}^4$$

$$A_a = 1,96E+04 \text{ mm}^2 \quad W_{pl,a} = 2,440E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_a = 3,740E+08 \text{ mm}^4 \quad i_a = 138,000 \text{ mm}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/355)^{0,5} = \underline{\underline{0,81}}$$

$$d_a/t_a = 406,4/16 = \underline{\underline{25,400}} \leq 50 \cdot \varepsilon^2 = \underline{\underline{32,81}} \quad 1. \text{ tř.}$$

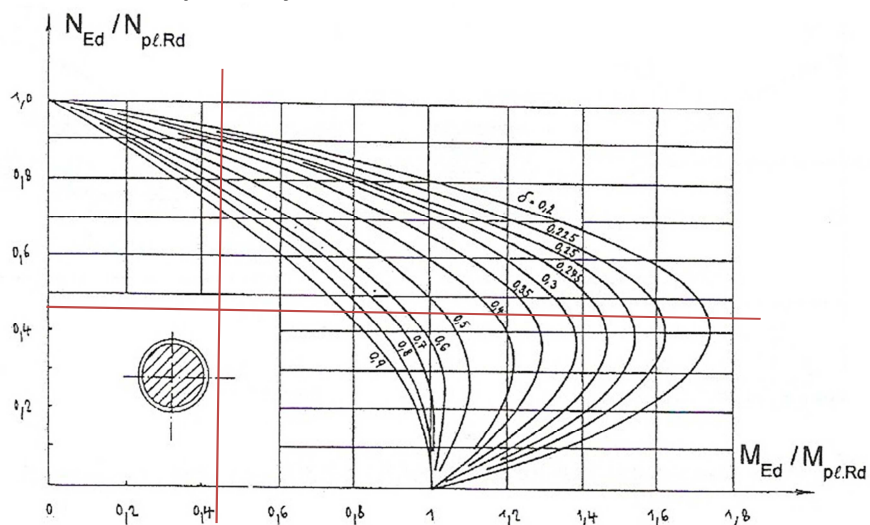
$$\leq 70 \cdot \varepsilon^2 = \underline{\underline{45,93}} \quad 2. \text{ tř.}$$

$$\leq 90 \cdot \varepsilon^2 = \underline{\underline{59,05}} \quad 3. \text{ tř.}$$

Průřez třídy 1.

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 72
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	$I_c = \pi \cdot d_a^4 / 64 = \pi \cdot 406,4^4 / 64$	
	$I_c = \underline{1,339E+09} \text{ mm}^4$	
	$(EI)_{eff} = E_a \cdot I_a + 0,6 \cdot E_c \cdot I_c =$	
	$(EI)_{eff} = 210000 \cdot 374000000 + 0,6 \cdot 15000 \cdot 1339012698,991$	
	$(EI)_{eff} = \underline{9,059E+13}$	
	$N_{cr} = \pi^2 \cdot (EI)_{eff} / L_{cr}^2 = \pi^2 \cdot 90591114290919 / 3480^2 / 1000$	
	$N_{cr} = \underline{73828,978} \text{ kN}$	
	$A_c = \pi \cdot d_c^2 / 4 = \pi \cdot (406,4 - 2 \cdot 16)^2 / 4$	
	$A_c = \underline{110093,47} \text{ mm}^2$	
	$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_y + A_c \cdot f_{ck} = (19600 \cdot 355 + 110093,470297576 \cdot 20) / 1000$	
	$N_{pl,Rk} = \underline{9159,869} \text{ kN}$	
	$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c$	
	$N_{pl,Rd} = (19600 \cdot 355 / 1 + 110093,470297576 \cdot 20 / 1,5) / 1000$	
	$N_{pl,Rd} = \underline{8425,876} \text{ kN}$	
	$\delta = (A_a \cdot f_y / \gamma_a) / N_{pl,Rd} = (19600 \cdot 355 / 1) / 8425876$	
	$\delta = \underline{0,826} > 0,2 \quad \text{OK!}$	
	$< 0,9 \quad \text{OK!}$	
	$\bar{\lambda} = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (9159,869 / 73828,978)^{0,5}$	
	$\bar{\lambda} = \underline{0,352} < 2,0 \quad \text{OK!}$	
	Křivka vzpěrné pevnosti: a	
	$\alpha = 0,21$	
	$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$	
	$\phi = 0,5[1 + 0,21(0,352 - 0,2) + 0,352^2]$	
	$\phi = \underline{0,578}$	
	$\chi = \frac{1}{\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0,5}}$	
	$\chi = \frac{1}{0,578 + (0,578^2 - 0,352^2)^{0,5}}$	
	$\chi = \underline{0,965} \leq 1$	

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 73
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ Posouzení na vzpěr: $\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$ $\frac{3544,230}{0,965 \cdot 8425,876} \leq 1,0$ $0,44 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ Posouzení na ohyb: $\beta = 1,0$ $k = \beta / (1 - N_{Ed} / N_{cr}) \geq 1,0 = 1 / (1 - 3544,23 / 73828,978)$ $k = \underline{1,05} \geq 1,0 \quad \textbf{OK!}$ $M_{Ed}' = k \cdot M_{Ed} = 1,05 \cdot 378,522500975834$ $M_{Ed}' = \underline{397,449} \text{ kNm}$ $d_a / t_a = \underline{25}$ $f_{cd} / f_{yd} = \underline{0,04} \Rightarrow \psi = 5,865$ $M_{pl,Rd} = W_{pl,a} \cdot f_{yd} (1 + 0,01\psi)$ $M_{pl,Rd} = 2440000 \cdot 355 (1 + 0,01 \cdot 5,865) / 1000000$ $M_{pl,Rd} = \underline{917,003} \text{ kNm}$ $\frac{M_{Ed}'}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$ $\frac{397,449}{917,003} \leq 1,0$ $0,43 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$	

Posouzení na vzpěr + ohyb: VYHOVUJE!

Ocelobetonové spřažené konstrukce - J. Studnička

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 19600 / \pi) \cdot 355 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{2557,431 \text{ kN}}}$$

$$V_{pl,Rd} / 2 > V_{Ed,y}$$

$$\underline{\underline{1278,716 > 0,486 \text{ kN}}}$$

$$V_{pl,Rd} / 2 > V_{Ed,z}$$

$$\underline{\underline{1278,716 > 112,991 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0 < 1}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,z} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,04 < 1}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Posouzení smyku v součtu:

$$(0^2 + 0,04^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,04 < 1}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Vnitřní síly: CO1/46

$$N_{Ed} = 5094,624 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 1,321 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 49,217 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{5094,624}{0,965 \cdot 8425,876} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,63 < 1,0}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 19600 / \pi) \cdot 355 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{2557,431 \text{ kN}}}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,y} & & V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,z} \\ \underline{\underline{1278,716}} > \underline{\underline{1,321}} \text{ kN} & & \underline{\underline{1278,716}} > \underline{\underline{49,217}} \text{ kN} \end{array}$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,y}/V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,02 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení smyku v součtu:

$$(0^2 + 0,03^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,02 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení spolupůsobení N+V:

$$N = 0,63$$

$$V = 0,02$$

$$0,86^2 + 3 \cdot 0,03^2 = \underline{\underline{0,74 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

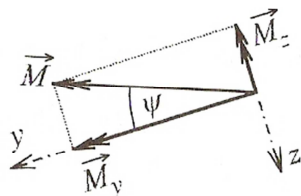
II. MS

$$w_{lim} = H/500 = 25230/500 = \underline{\underline{50,46 \text{ mm}}}$$

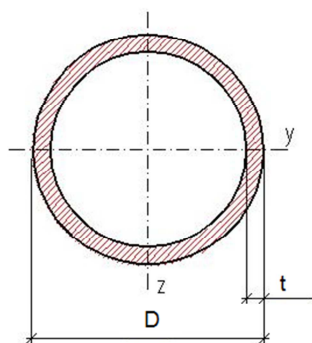
$$w = 35,18 \text{ mm} < w_{lim} = 50,46 \text{ mm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Rekapitulace:

TR 406,4x16/S355 + C 20/25



Pružnost a plasticita I příklady -
S. Šmířák, B. Hlavinková

**SLOUP - OBVODOVÝ****Geometrie:**

$$L = L_{cr} = 3,480 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/59

$$N_{Ed} = 2052,673 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 5,440 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 7,165 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 24,002 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,z} = 2,315 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,113 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky:**Beton:** C 20/25

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

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 15 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20/1,5 = \underline{\underline{13,333 \text{ MPa}}}$$

Ocel: S 355

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 355/1,0 = \underline{\underline{355,000 \text{ MPa}}}$$

Ocelový průřez:

TR 298,5x8

$$d_a = 298,5 \text{ mm}$$

$$t_a = 8 \text{ mm}$$

$$A_a = 7,30E+03 \text{ mm}^2$$

$$I_a = 7,708E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_{t,a} = 1,54E+08 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,a} = 6,720E+05 \text{ mm}^3$$

$$i_a = 102,757 \text{ mm}$$

Zatřídění průřezu:

$$\epsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/355)^{0,5} = \underline{\underline{0,81}}$$

$$d_a/t_a = 298,5/8 = \underline{\underline{37,313}} \leq 50 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{32,81}} \text{ 1. tř.}$$

$$\leq 70 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{45,93}} \text{ 2. tř.}$$

$$\leq 90 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{59,05}} \text{ 3. tř.}$$

Průřez třídy 2.

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.: 77
ČÁST:	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	$I_c = \pi \cdot d_a^4 / 64 = \pi \cdot 298,5^4 / 64$$I_c = \underline{389715106 \text{ mm}^4}$$(EI)_{eff} = E_a \cdot I_a + 0,6 \cdot E_c \cdot I_c =$$(EI)_{eff} = 210000 \cdot 77080000 + 0,6 \cdot 15000 \cdot 389715106,433$$(EI)_{eff} = \underline{1,969E+13}$$N_{cr} = \pi^2 \cdot (EI)_{eff} / L_{cr}^2 = \pi^2 \cdot 19694235957897 / 3480^2 / 1000$$N_{cr} = \underline{16050,198 \text{ kN}}$$A_c = \pi \cdot d_c^2 / 4 = \pi \cdot (298,5 - 2 \cdot 8)^2 / 4$$A_c = \underline{62679,682 \text{ mm}^2}$$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_y + A_c \cdot f_{ck} = (7300 \cdot 355 + 62679,6821776376 \cdot 20) / 1000$$N_{pl,Rk} = \underline{3845,094 \text{ kN}}$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c$$N_{pl,Rd} = (7300 \cdot 355 / 1 + 62679,6821776376 \cdot 20 / 1,5) / 1000$$N_{pl,Rd} = \underline{3427,208 \text{ kN}}$$\delta = (A_a \cdot f_y / \gamma_a) / N_{pl,Rd} = (7300 \cdot 355 / 1) / 3427208$$\delta = \underline{0,756} > 0,2 \quad \text{OK!}$$< 0,9 \quad \text{OK!}$$\bar{\lambda} = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (3845,094 / 16050,198)^{0,5}$$\bar{\lambda} = \underline{0,489} < 2,0 \quad \text{OK!}$ Křivka vzpěrné pevnosti: a $\alpha = 0,21$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$\phi = 0,5[1 + 0,21(0,489 - 0,2) + 0,489^2]$$\phi = \underline{0,65}$$\chi = \frac{1}{\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0,5}}$$\chi = \frac{1}{0,65 + (0,65^2 - 0,489^2)^{0,5}}$$\chi = \underline{0,927} \leq 1$		

Posouzení na vzpěr:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{2052,673}{0,927 \cdot 3427,208} \leq 1,0$$

$$0,65 < 1,0$$

VYHOVUJE!**Posouzení na ohyb:**

$$d_a/t_a = 37$$

$$f_{cd}/f_{yd} = 0,04 > \psi = 8,468$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,a} \cdot f_{yd} (1 + 0,01\psi)$$

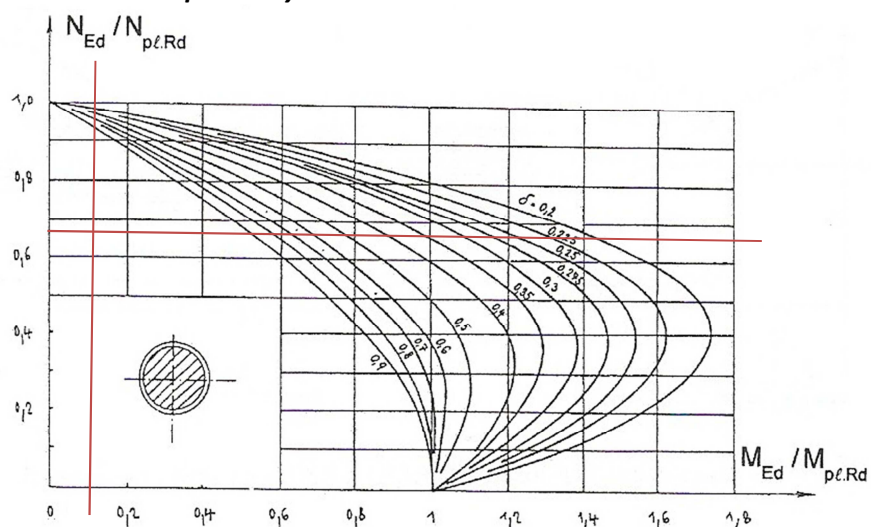
$$M_{pl,Rd} = 672000 \cdot 355 (1 + 0,01 \cdot 8,468) / 1000000$$

$$M_{pl,Rd} = 258,761 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{24,113}{268,881} \leq 1,0$$

$$0,09 < 1,0$$

VYHOVUJE!**Posouzení na vzpěr + ohyb: VYHOVUJE!**

Ocelobetonové spřažené konstrukce - J. Studnička

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 7300 / \pi) \cdot 355 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{952,513 \text{ kN}}}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,y} & & V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,z} \\ \underline{\underline{476,2565}} > \underline{\underline{5,440}} \text{ kN} & & \underline{\underline{476,2565}} > \underline{\underline{7,165}} \text{ kN} \end{array}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení smyku v součtu:

$$(0,01^2 + 0,01^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Vnitřní síly: CO1/53

$$N_{Ed} = 2648,871 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 0,915 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 5,693 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{2648,871}{0,927 \cdot 3427,208} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,83}} < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 7300 / \pi) \cdot 355 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

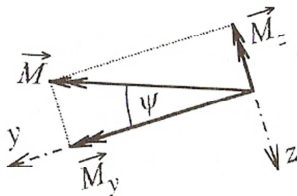
$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{952,513 \text{ kN}}}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,y} & & V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,z} \\ \underline{\underline{476,2565}} > \underline{\underline{0,915}} \text{ kN} & & \underline{\underline{476,2565}} > \underline{\underline{5,693}} \text{ kN} \end{array}$$

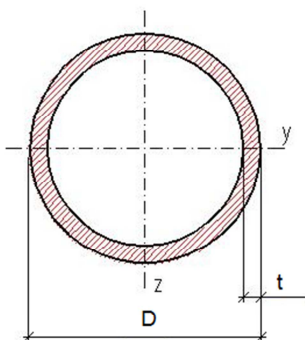
$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 80
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	<i><u>Posouzení smyku v součtu:</u></i> $(0^2 + 0,01^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,01 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Posouzení spolupůsobení N+V:</i> N = 0,83 V = 0,01 $0,83^2 + 3 \cdot 0,01^2 = \underline{\underline{0,69 < 1}} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>II. MS</i> $w_{lim} = H/500 = 25230/500 = \underline{\underline{50,46 \text{ mm}}}$ $w = 34,91 \text{ mm} < w_{lim} = 50,46 \text{ mm} \quad \textbf{VYHOVUJE!}$ <i>Rekapitulace:</i> TR 298,5x8/S355 + C 20/25	



Pružnost a plasticita I příklady -
S. Šmířák, B. Hlavinková

**SLOUP - VNITŘNÍ (PAVLAČ)****Geometrie:**

$$L = L_{cr} = 3,480 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/2072

$$N_{Ed} = 598,006 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 1,788 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 3,895 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 13,049 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,z} = 5,991 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 14,359 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky:**Beton:** C 20/25

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

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{cm}/2 = 15 \text{ GPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20/1,5 = \underline{\underline{13,333 \text{ MPa}}}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{\underline{235,000 \text{ MPa}}}$$

Ocelový průřez:

TR193,7x8

$$d_a = 193,7 \text{ mm}$$

$$t_a = 8 \text{ mm}$$

$$A_a = 4,67E+03 \text{ mm}^2$$

$$I_a = 2,020E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_{t,a} = 4,03E+07 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,a} = 2,760E+05 \text{ mm}^3$$

$$i_a = 65,700 \text{ mm}$$

Zatřídění průřezu:

$$\epsilon = (235/f_y)^{0,5} = (235/235)^{0,5} = \underline{\underline{1,00}}$$

$$d_a/t_a = 193,7/8 = \underline{\underline{24,213}} \leq 50 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{50,00}} \quad 1. \text{ tř.}$$

$$\leq 70 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{70,00}} \quad 2. \text{ tř.}$$

$$\leq 90 \cdot \epsilon^2 = \underline{\underline{90,00}} \quad 3. \text{ tř.}$$

Průřez třídy 1.

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 82
ČÁST: DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	$I_c = \pi \cdot d_a^4 / 64 = \pi \cdot 193,7^4 / 64$ $I_c = \underline{69101644 \text{ mm}^4}$ $(EI)_{\text{eff}} = E_a \cdot I_a + 0,6 \cdot E_c \cdot I_c =$ $(EI)_{\text{eff}} = 210000 \cdot 20200000 + 0,6 \cdot 15000 \cdot 69101644,282$ $(EI)_{\text{eff}} = \underline{4,864\text{E}+12}$ $N_{\text{cr}} = \pi^2 \cdot (EI)_{\text{eff}} / L_{\text{cr}}^2 = \pi^2 \cdot 4863914798538 / 3480^2 / 1000$ $N_{\text{cr}} = \underline{3963,941 \text{ kN}}$ $A_c = \pi \cdot d_c^2 / 4 = \pi \cdot (193,7 - 2 \cdot 8)^2 / 4$ $A_c = \underline{24800,746 \text{ mm}^2}$ $N_{\text{pl,Rk}} = A_a \cdot f_y + A_c \cdot f_{\text{ck}} = (4670 \cdot 235 + 24800,7455710686 \cdot 20) / 1000$ $N_{\text{pl,Rk}} = \underline{1593,465 \text{ kN}}$ $N_{\text{pl,Rd}} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + A_c \cdot f_{\text{ck}} / \gamma_c$ $N_{\text{pl,Rd}} = (4670 \cdot 235 / 1 + 24800,7455710686 \cdot 20 / 1,5) / 1000$ $N_{\text{pl,Rd}} = \underline{1428,118 \text{ kN}}$ $\delta = (A_a \cdot f_y / \gamma_a) / N_{\text{pl,Rd}} = (4670 \cdot 235 / 1) / 1428118$ $\delta = \underline{0,768} > 0,2 \quad \text{OK!}$ $< 0,9 \quad \text{OK!}$ $\bar{\lambda} = (N_{\text{pl,Rk}} / N_{\text{cr}})^{0,5} = (1593,465 / 3963,941)^{0,5}$ $\bar{\lambda} = \underline{0,634} < 2,0 \quad \text{OK!}$ Křivka vzpěrné pevnosti: a $\alpha = 0,21$ $\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$ $\phi = 0,5[1 + 0,21(0,634 - 0,2) + 0,634^2]$ $\phi = \underline{0,747}$ $\chi = \frac{1}{\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0,5}}$ $\chi = \frac{1}{0,747 + (0,747^2 - 0,634^2)^{0,5}}$ $\chi = \underline{0,876} \leq 1$	

Posouzení na vzpěr:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{598,006}{0,876 \cdot 1428,118} \leq 1,0$$

$$0,48 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na ohyb:

$$d_a/t_a = 24$$

$$f_{cd}/f_{yd} = 0,06 \Rightarrow \psi = 7,836$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,a} \cdot f_{yd} (1 + 0,01\psi)$$

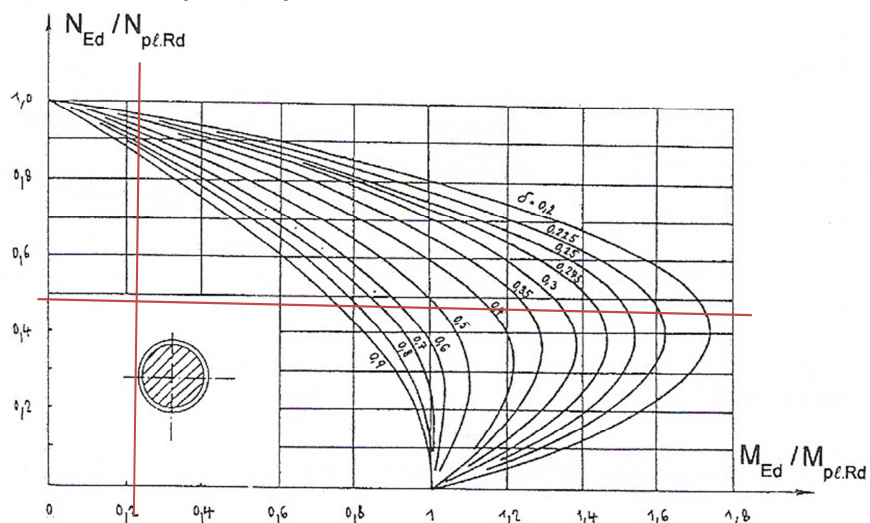
$$M_{pl,Rd} = 276000 \cdot 235 (1 + 0,01 \cdot 7,836) / 1000000$$

$$M_{pl,Rd} = 69,942 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{14,359}{73,104} \leq 1,0$$

$$0,21 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na vzpěr + ohyb: VYHOVUJE!

Ocelobetonové spřažené konstrukce - J. Studnička

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 4670 / \pi) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{403,371 \text{ kN}}}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,y} & V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,z} \\ \underline{\underline{201,6855}} > \underline{\underline{1,788}} \text{ kN} & \underline{\underline{201,6855}} > \underline{\underline{3,895}} \text{ kN} \end{array}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení smyku v součtu:

$$(0^2 + 0,01^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Vnitřní síly: CO1/2038

$$N_{Ed} = 787,817 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 3,649 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 2,055 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{787,817}{0,876 \cdot 1428,118} \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,63}} < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

Posouzení na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) =$$

$$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 4670 / \pi) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000$$

$$V_{pl,Rd} = \underline{\underline{403,371 \text{ kN}}}$$

$$\begin{array}{ccc} V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,y} & V_{pl,Rd}/2 > V_{Ed,z} \\ \underline{\underline{201,6855}} > \underline{\underline{3,649}} \text{ kN} & \underline{\underline{201,6855}} > \underline{\underline{2,055}} \text{ kN} \end{array}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

$$V_{Ed,y} / V_{pl,Rd} = \underline{\underline{0,01}} < 1 \quad \textbf{VYHOVUJE!}$$

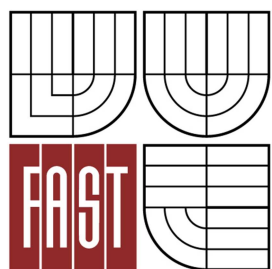
AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY	STR.: 85
ČÁST:	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ	
	<i><u>Posouzení smyku v součtu:</u></i> $(0,01^2 + 0,01^2)^{0,5} = \underline{\underline{0,01}} < 1$ VYHOVUJE! <i>Posouzení spolupůsobení N+V:</i> N = 0,63 V = 0,01 $0,63^2 + 3 \cdot 0,01^2 = \underline{\underline{0,40}} < 1$ VYHOVUJE! <i>II. MS</i> $w_{lim} = H/500 = 25230/500 = \underline{\underline{50,46 \text{ mm}}}$ $w = 33,78 \text{ mm} < w_{lim} = 50,46 \text{ mm}$ VYHOVUJE! <i>Rekapitulace:</i> TR 193,7x8/S235 + C 20/25	

AKCE:		DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.:	86
ČÁST:		DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ		VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
		KLÍČ POUŽITÝCH KOMBINACÍ CO1/...			
		8	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS3a*1.05 +ZS4eb*0.75 +ZS5b*0.90		
		20	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4ck*0.75 +ZS5a*0.90 +ZS3e*1.05		
		24	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS3a*1.50 +ZS4ea*0.75 +ZS5b*0.90		
		27	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4bc*1.50 +ZS4el*0.75 +ZS3b*1.05		
		43	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cj*0.75 +ZS4ej*0.75 +ZS5d*1.50 +ZS3b*1.05		
		46	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS3a*1.05 +ZS4cj*0.75 +ZS4ee*0.75 +ZS5d*0.90		
		53	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS3a*1.05 +ZS4cc*0.75 +ZS4ec*0.75 +ZS5d*0.90		
		59	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cd*0.75 +ZS4ed*0.75 +ZS5c*1.50 +ZS3b*1.05		
		62	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4bi*1.50 +ZS4ej*0.75 +ZS5a*0.90 +ZS3k*1.05		
		80	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cb*1.50 +ZS4eh*0.75 +ZS5a*0.90 +ZS3k*1.05		
		100	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cc*1.50 +ZS4ed*0.75 +ZS5c*0.90 +ZS3m*1.05		
		103	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4el*0.75 +ZS5b*1.50 +ZS3m*1.05		
		104	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cd*1.50 +ZS3k*1.05		
		111	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ei*0.75 +ZS5b*1.50 +ZS3e*1.05		
		122	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4ci*0.75 +ZS4ec*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3k*1.05		
		126	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4d*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3l*1.05		
		133	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS3a*1.05 +ZS4ck*0.75 +ZS4ee*0.75 +ZS5d*0.90		
		146	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4ce*0.75 +ZS4ee*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3d*1.05		
		158	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4cc*0.75 +ZS4ei*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3c*1.05		
		166	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ec*0.75 +ZS5d*1.50 +ZS3m*1.05		
		171	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS3a*1.05 +ZS4d*0.75 +ZS5b*0.90		

AKCE:		DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.:	87
ČÁST:		DIMENZOVÁNÍ PRVKŮ		VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
	186	ZS1*1.35 +ZS2a*1.35 +ZS2b*1.35 +ZS2c*1.35 +ZS2d*1.35 +ZS2e*1.35 +ZS2f*1.35 +ZS4cf*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3h*1.05			
	2033	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4bb*0.75 +ZS4ec*0.75 +ZS5b*1.50 +ZS3l*1.05			
	2034	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ba*1.50 +ZS4ec*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3j*1.05			
	2036	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ca*0.75 +ZS4ee*0.75 +ZS5a*1.50 +ZS3b*1.05			
	2038	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4bi*1.50 +ZS4el*0.75 +ZS5a*0.90 +ZS3b*1.05			
	2041	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4bb*0.75 +ZS4el*0.75 +ZS5b*1.50 +ZS3b*1.05			
	2042	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ba*1.50 +ZS4el*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3b*1.05			
	2044	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ck*0.75 +ZS4ef*0.75 +ZS5b*1.50 +ZS3c*1.05			
	2048	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4bd*1.50 +ZS4el*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3j*1.05			
	2049	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4bi*1.50 +ZS4ec*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3l*1.05			
	2053	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4bd*1.50 +ZS4eg*0.75 +ZS5d*0.90 +ZS3j*1.05			
	2054	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4bi*1.50 +ZS4ea*0.75 +ZS5a*0.90 +ZS3b*1.05			
	2059	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ci*1.50 +ZS4ee*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3l*1.05			
	2060	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4bi*1.50 +ZS5a*0.90 +ZS3b*1.05			
	2067	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ci*1.50 +ZS4eb*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3l*1.05			
	2068	ZS1*1.00 +ZS2a*1.00 +ZS2b*1.00 +ZS2c*1.00 +ZS2d*1.00 +ZS2e*1.00 +ZS2f*1.00 +ZS4ci*1.50 +ZS5a*0.90 +ZS3b*1.05			
	2072	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ck*1.50 +ZS5a*0.90 +ZS3b*1.05			
	2075	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4cc*1.50 +ZS5c*0.90 +ZS3m*1.			
	2082	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ce*1.50 +ZS5c*0.90 +ZS3m*1.05			
	2097	ZS1*1.15 +ZS2a*1.15 +ZS2b*1.15 +ZS2c*1.15 +ZS2d*1.15 +ZS2e*1.15 +ZS2f*1.15 +ZS4ci*1.50 +ZS4ei*0.75 +ZS5b*0.90 +ZS3b*1.05			



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY

THE STEEL STRUCTURE OF A RESIDENTIAL BUILDING

- STATICKÝ VÝPOČET - SPOJE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ŠPETA

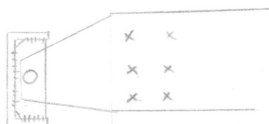
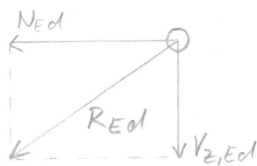
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH

KOPULE - VRCHOLOVÝ PRSTENEC/ŽEBRO	1
KOPULE - ULOŽENÍ NA SLOUP	12
KOPULE - PATNÍ PRSTENEC - HP/SLOUP	18
KOPULE - PŘIPOJENÍ PRSTENCŮ A DIAGONÁL DETAN	21
PATNÍ PRSTENEC KOPULE - PŘIPOJENÍ DIAGONÁL	26
7.NP - SPŘAŽENÝ PRŮVLAK/SLOUP	29
7.NP - PRŮVLAK/SLOUP STŘED	31
7.NP - PRŮVLAK/SLOUP - ŠPIČKY	32
1.-6.NP . SPŘAŽENÝ PRŮVLAK/SLOUP	34
1.-6.NP - PRŮVLAK/SLOUP - OBVOD	36
1.-6.NP - PRŮVLAK/SLOUP - PAVLAČ	37
1.-6.NP - STROPNICE/SLOUP	38
STROPNICE NA PRŮVLAK - BĚŽNÝ STROP	40
STROPNICE NA PRŮVLAK - PAVLAČ	41
1.-6.NP - KŘÍŽENÍ PRŮVLAKŮ	43
1.-6.NP - KŘÍŽENÍ PRŮVLAKŮ - ŠPIČKA	45
1.-7.NP - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - PRŮVLAK/SLOUP	47
SLOUP - MONTÁŽNÝ SPOJ	51
SLOUP - KOTVENÍ	53

KOPULE - VRCHOLOVÝ PRSTENEC / ŽEBROPŮSOBÍCÍ SÍLY

$$N_{Ed} = 90,423 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 7,846 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{z,Ed}^2} = \sqrt{90,423^2 + 7,846^2} = 90,763 \text{ kN}$$

MATERIÁL

UPE 160/S235 (PRSTENEC)

GL24h-300x500mm (ŽEBRO)

DŘÍK - S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$; $f_u = 360 \text{ MPa}$ ÚNOSNOST ČEPU VE STŘIHU

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{m2} \geq F_{v,Ed} = R_{Ed}$$

$$\Rightarrow 90,763 = 0,6 \cdot A \cdot 360 / 1,25 \Rightarrow A = \frac{90,763 \cdot 1,25}{0,6 \cdot 360}$$

$$A = 525,25 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{4A/\pi} = (4 \cdot 525,25 / \pi)^{0,5}$$

$$d = 25,9 \text{ mm} \Rightarrow \underline{27 \text{ mm}} \Rightarrow d_o = 30 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ:

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot (\pi \cdot \frac{0,027^2}{4}) \cdot 360000 / 1,25 = 98,938 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 90,763 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 98,938 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

ÚNOSNOST PLECHU A ČEPU V OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 15 \cdot t \cdot f_y / \gamma_{m0} \geq F_{b,Ed} = R_{Ed}$$

$$\Rightarrow 90,763 = 15 \cdot t \cdot 27 \cdot 235 / 1,0 \Rightarrow t = \frac{90,763 \cdot 1,0}{15 \cdot 27 \cdot 235}$$

$$t = 9,5 \text{ mm} \Rightarrow \underline{10 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

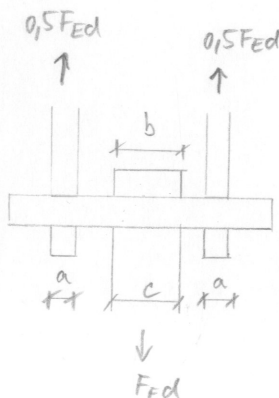
$$F_{b,Rd} = 15 \cdot 10 \cdot 0,030 \cdot 235000 / 1,0 = 105,750 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = 90,763 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 105,750 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

NÁVRH PLECHU OD ŽEBRANORMÁLOVÁ SÍLA: $N_{Ed} = 90,423 \text{ kN}$

$$f_y = \frac{N_{Ed}}{A} \Rightarrow A = \frac{N_{Ed}}{f_y} = \frac{90,423}{235} = 385 \text{ mm}^2$$

$$s \cdot t = A \Rightarrow s \geq \frac{A}{t} = \frac{385}{10} = 38,5 \text{ mm}$$

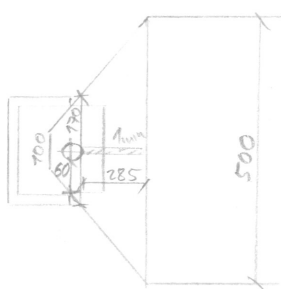


ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA



$$\xi_{S235} = 1,0$$

POSOUZENÍ PLECHU NA N:

- V MÍSTĚ KOLÍKU:

$$N_{Rd} = f_y \cdot A = 235 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 60 = 282 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{90,423 \text{ kN}}{282 \text{ kN}} = 0,32 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

- STABILITA PLECHU:

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 10^3 = 83,333 \text{ mm}^4 \quad A = 1 \cdot 10 = 10 \text{ mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{83,333}{10}} = 2,887 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{285}{2,887} = 98,72$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \xi = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{98,72}{93,9} = 1,05$$

KŘIVKA C: $\chi = 0,49$

$$\phi = 0,5 [1 + \chi (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (1,05 - 0,2) + 1,05^2]$$

$$\phi = 1,26$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,26 + \sqrt{1,26^2 + 1,05^2}} = 0,345$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{90,423}{0,345 \cdot 10 \cdot 170 \cdot 235 \cdot 10^3} = \frac{90,423}{137,828} = 0,66 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

POSOUZENÍ PLECHU NA V:

$$V_{Rd,1} = \frac{A_{v1} f_y}{\sqrt{3}} = \frac{(10 \cdot 2 \cdot 60) \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 10^3} = 162,813 \text{ kN (V MÍSTĚ KOLÍKU)}$$

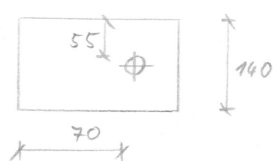
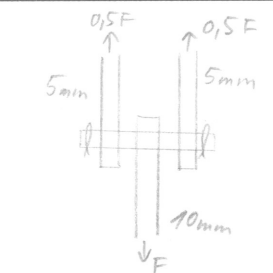
$$V_{Rd,2} = \frac{A_{v2} f_y}{\sqrt{3}} = \frac{(10 \cdot 170) \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 10^3} = 230,651 \text{ kN (PLNÝ PLECH)}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,1}} = \frac{7,846}{162,813} = 0,05 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,2}} = \frac{7,846}{230,651} = 0,03 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SPOLUPŮSOBENÍ:

$$0,66^2 + 3 \cdot 0,03^2 = 0,44 < 1 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE!}$$



$\varepsilon = 1,0$ (S335)

$a = 5\text{mm}$

$b = c = 10\text{mm}$

① R27

$W_{el} = 1,93 \cdot 10^3 \text{mm}^3$

$A = 573 \text{mm}^2$

POSOUZENÍ PLECHU NA UPE

- OTLAČENÍ:

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1,5 \cdot 5 \cdot 27 \cdot 235 / 1,0 = 47\,588 \text{ N}$$

$$\frac{1 \cdot 90\,763}{47\,588} = 0,95 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

- PLECH V MÍSTĚ KOLÍKU NA N:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 90\,423 \cdot 10^3}{5 \cdot 2 \cdot 55 \cdot 235} = \frac{45\,211,5}{129\,250} = 0,35 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

- STABILITA PLECHU:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{70}{1,44} = 48,61$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 5^3 = 10,42 \text{mm}^4 \quad A = 5 \cdot 1 = 5 \text{mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{10,42}{5}} = 1,44 \text{mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{48,61}{93,9} = 0,52 \quad \text{KŘIVKAC: } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,52 - 0,2) + 0,52^2]$$

$$\phi = 0,71$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,71 + \sqrt{0,71^2 + 0,52^2}} = 0,63 < 1,0 \quad \checkmark$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{45\,211,5}{0,63 \cdot 5 \cdot 140 \cdot 235} = 0,44 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

SMYK VZHLEDEN K PŘEDCHOZÍMU ZANEDBANÍ!

MOHENTOVÁ ÚNOSNOST ČERU

$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} (b + 4c + 2a) = \frac{90\,763}{8} (0,01 \cdot 5 + 2 \cdot 0,005) = 0,68 \text{ kNm}$$

KOLÍK Z S355 $f_w = 490 \text{MPa}$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yp} / \gamma_{M0} = (1,5 \cdot 1,93 \cdot 10^3 \cdot 355 / 1,0) \cdot 10^{-6}$$

$$M_{Rd} = 1,03 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{0,68}{1,03} = 0,66 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

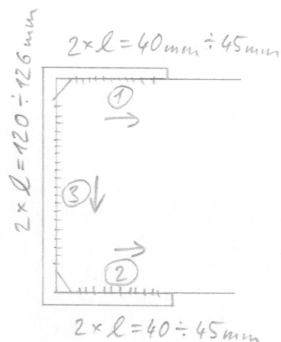
ÚNOSNOST ČEPU STŘIH + OHYB

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$0,66^2 + \left(\frac{7,846}{0,6 \cdot 573 \cdot 490 / 1,25 / 10^3}\right)^2 \leq 1,0$$

$$0,66^2 + 0,003^2 \leq 1,0$$

$$\underline{0,44 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}}$$

SVARY

Z DŮVODU MALÉHO ODSTUPU PLECHŮ OD SEBE VOLÍM PŘIVAŘENÍ NA UPE PROFIL POMOCÍ V SVARŮ.

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI UPE 160

$$M_{x,Ed} = V_{Ed} \cdot e = 7,846 \cdot (47,6 + 67,8) \cdot 10^{-3} = \underline{0,905 \text{ kNm}}$$

$$\tau_{MAX} = \frac{M_{x,Ed}}{W_t}$$

$$W_t = \frac{I_t}{t_{max}} = \frac{52000}{9,5} = \underline{5474 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_{MAX,Ed} = \frac{0,905 \cdot 10^6}{5474} = \underline{165,327 \text{ MPa}}$$

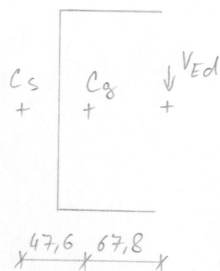
$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3}} = \frac{235}{\sqrt{3}} = \underline{135,677 \text{ MPa}}$$

POSOUZENÍ:

$$\tau_{MAX,Ed} \leq \tau_{Rd}$$

$$\underline{165,327 \text{ MPa} > 135,677 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE!}}$$

$\Rightarrow$ NOVÝ PROFIL UPE 270!



UPE 160:

$$I_t = 52000 \text{ mm}^4$$

$$t_{max} = 9,5 \text{ mm}$$

VRCHOLOVÝ PRSTENEC KOPULE**Geometrie:**

$$L = 1,108 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,\omega} = 0,554 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 0,554 \text{ m}$$

Vnitřní síly: CO1/27

$$N_{Ed} = 124,756 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 19,744 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd,y} \quad \text{OK!}$$

$$V_{z,Ed} = 4,533 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd,z} \quad \text{OK!}$$

$$M_{z,Ed} = 5,658 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} = 0,006 \text{ kNm}$$

Ocel: S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_a = 235/1,0 = \underline{\underline{235,000 \text{ MPa}}}$$

Ocelový průřez:

UPE 270

$$h = 270 \text{ mm} \quad t_f = 13,5 \text{ mm}$$

$$b = 95 \text{ mm} \quad t_w = 7,5 \text{ mm}$$

$$A = 4,48E+03 \text{ mm}^2 \quad W_{pl,y} = 4,510E+05 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 5,250E+07 \text{ mm}^4 \quad W_{pl,z} = 1,120E+05 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 4,010E+06 \text{ mm}^4 \quad i_y = 108,000 \text{ mm}$$

$$I_t = 1,99E+05 \text{ mm}^4 \quad i_z = 29,900 \text{ mm}$$

$$I_\omega = 4,36E+04 \text{ mm}^6 \quad a = 61,38 \text{ mm}$$

$$\text{Průřez třídy 1.} \quad r = 15 \text{ mm}$$

Únosnost v prostém tlaku:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,00448 \cdot 235000 / 1,0$$

$$N_{c,Rd} = \underline{\underline{1052,8 \text{ kN}}}$$

Rovinný vzpěr:

$$\lambda_y = L_{cr,y} / i_y = 554 / 108 = \underline{\underline{5,13}}$$

$$\lambda_z = L_{cr,z} / i_z = 554 / 29,9 = \underline{\underline{18,528}}$$

$$\varepsilon = (235 / f_y)^{0,5} = (235 / 235)^{0,5} = \underline{\underline{1,00}}$$

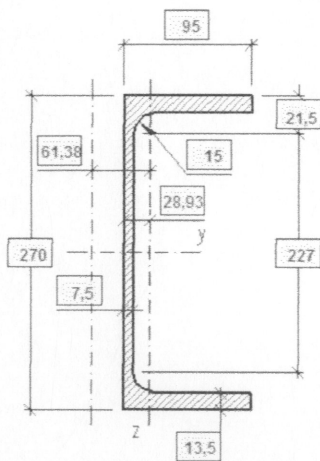
$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{\underline{93,900}}$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1 = 5,13 / 93,9 = \underline{\underline{0,055}}$$

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1 = 18,528 / 93,9 = \underline{\underline{0,197}}$$

Křivka vzpěrné pevnosti: c

$$\Rightarrow \alpha = 0,49$$



ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

$$\begin{aligned}\phi_y &= 0,5[1+\alpha(\bar{\lambda}_y-0,2)+\bar{\lambda}_y^2] = \\ \phi_y &= 0,5[1 + 0,49(0,055 - 0,2) + 0,055^2] \\ \phi_y &= \underline{0,466}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_y &= \frac{1}{\phi_y + (\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)^{0,5}} \\ \chi_y &= \frac{1}{0,466 + (0,466^2 - 0,055^2)^{0,5}} \\ \chi_y &= \underline{1,077} \leq 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_z &= 0,5[1+\alpha(\bar{\lambda}_z-0,2)+\bar{\lambda}_z^2] = \\ \phi_z &= 0,5[1 + 0,49(0,197 - 0,2) + 0,197^2] \\ \phi_z &= \underline{0,519}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_z &= \frac{1}{\phi_z + (\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)^{0,5}} \\ \chi_z &= \frac{1}{0,519 + (0,519^2 - 0,197^2)^{0,5}} \\ \chi_z &= \underline{1,001} \leq 1\end{aligned}$$

Únosnost ve smyku:

$$\begin{aligned}V_{pl,Rd,y} &= A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) \\ V_{pl,Rd,y} &= (4480 - 2 \cdot 95 \cdot 13,5 + (7,5 + 15) \cdot 13,5) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000 \\ V_{pl,Rd,y} &= \underline{301,034 \text{ kN}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{pl,Rd,z} &= A_v \cdot f_y / (3^{0,5} \cdot \gamma_{M0}) \\ V_{pl,Rd,z} &= (2 \cdot 95 \cdot 13,5) \cdot 235 / (3^{0,5} \cdot 1,0) / 1000 = \underline{348,012 \text{ kN}}\end{aligned}$$

Ohybová únosnost bez klopení:

$$\begin{aligned}M_{c,Rd,y} &= W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,000451 \cdot 235000 / 1 = \underline{105,985 \text{ kNm}} \\ M_{c,Rd,z} &= W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,000112 \cdot 235000 / 1 = \underline{26,320 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

Klopení:

$$k_c = 0,9$$

$$L_c = 0,554 \text{ m}$$

Pro další výpočet zanedbáno zaoblení.

$$A_f = b \cdot t_f + (h/6) \cdot t_w = 95 \cdot 13,5 + (270/6) \cdot 7,5 = \underline{2240,0 \text{ mm}^2}$$

$$y_f = [t_w \cdot (h/6) \cdot (t_w/2) + b \cdot t_f \cdot b/2] / A_f$$

$$y_f = [7,5 \cdot (270/6) \cdot (7,5/2) + 95 \cdot 13,5 \cdot (95/2)] / 2240$$

$$y_f = \underline{27,761 \text{ mm}}$$

$$I_{f,z} = [(1/12) \cdot t_w^3 \cdot (h/6) + t_w \cdot (h/6) \cdot (y_f - (t_w/2))^2] + [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f + b \cdot t_f \cdot (y_f - (b/2))^2]$$

$$I_{f,z} = [(1/12) \cdot 7,5^3 \cdot (270/6) + 7,5 \cdot (270/6) \cdot (27,761 - (7,5/2))^2] + [(1/12) \cdot 95^3 \cdot 13,5 + 95 \cdot 13,5 \cdot (27,761 - (95/2))^2]$$

$$I_{f,z} = \underline{1660405,212 \text{ mm}^4}$$

$$i_{f,z} = (I_{f,z}/A_f)^{0,5} = (1660405,212/2240)^{0,5} = \underline{27,226 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{y,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b \cdot t_f^3 / (b \cdot t_f)]^{0,5} = 554 / [(1/12) \cdot 95 \cdot 13,5^3 / (95 \cdot 13,5)]^{0,5}$$

$$\lambda_{y,c} = \underline{142,156}$$

$$\lambda_{z,c} = L_{cr,\omega} / [(1/12) \cdot b^3 \cdot t_f / (b \cdot t_f)]^{0,5} = 554 / [(1/12) \cdot 95^3 \cdot 13,5 / (95 \cdot 13,5)]^{0,5}$$

$$\lambda_{z,c} = \underline{20,201}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \lambda_{LT,0} + 0,1 = 0,4 + 0,1$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = \underline{0,5}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_{f,z} \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\frac{0,9 \cdot 0,554}{0,027226 \cdot 93,9} \leq \frac{0,5 \cdot 105,985}{0,006}$$

$$\underline{\underline{0,195 \leq 8832,083}}$$

Profil neklopí!

$$\underline{\underline{\chi_{LT} = 1,0}}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

$$C = 1,0$$

$$k_{yy} = C \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \right) \leq C \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \right)$$

$$k_{yy} = 1[1 + (0,055 - 0,2) \cdot 124,756 / (1 \cdot 1052,8)]$$

$$\leq 1[1 + 0,8 \cdot 124,756 / (1 \cdot 1052,8)]$$

$$k_{yy} = \underline{\underline{0,983 \leq 1,095}}$$

$$k_{zz} = C \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \right) \leq C \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \right)$$

$$k_{zz} = 1[1 + (0,197 - 0,2) \cdot 124,756 / (1 \cdot 1052,8)]$$

$$\leq 1[1 + 0,8 \cdot 124,756 / (1 \cdot 1052,8)]$$

$$k_{zz} = \underline{\underline{1 \leq 1,095}}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1 = \underline{\underline{0,600}}$$

$$k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(C - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{zy} = 0,6 + 0,197 \leq 1 - 0,1 \cdot 0,197 / (1 - 0,25) \cdot 124,756 / (1 \cdot 1052,8)$$

$$k_{zy} = \underline{\underline{0,797 \leq 0,997}}$$

Posouzení (tlak a šikmý ohyb):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd,y}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$$

$$\frac{124,756}{1 \cdot 1052,8} + \frac{0,983 \cdot 0,006}{1 \cdot 105,985} + \frac{0,6 \cdot 5,658}{26,320} \leq 1$$

$$0,118 + 0 + 0,129 \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,25 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{c,Rd,y}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$$

$$\frac{124,756}{1,001 \cdot 1052,8} + \frac{0,797 \cdot 0,006}{1 \cdot 105,985} + \frac{1,5,658}{26,320} \leq 1$$

$$0,118 + 0 + 0,215 \leq 1$$

$$\underline{\underline{0,33 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$

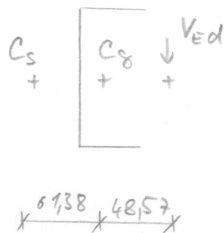
ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

UPE 270

**Posouzení (smyk a kroucení):**

$$V_{y,Ed} \leq V_{pl,Rd,y}$$

$$19,744 \leq 301,034 \quad \text{kN} \quad \text{OK!}$$

$$V_{z,Ed} \leq V_{pl,Rd,z}$$

$$4,533 \leq 348,012 \quad \text{kN} \quad \text{OK!}$$

$$M_{x,Ed} = V_{Ed} \cdot e = 7,846 \cdot (61,38 + 48,57) \cdot 10^{-3} = 0,863 \text{ kNm}$$

$$W_t = \frac{I_t}{t_{max}} = \frac{199000}{13,5} = 14741 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{max,Ed} = \frac{M_{x,Ed}}{W_t} = \frac{0,863 \cdot 10^6}{14741} = 58,544 \text{ MPa} < 135,677 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

POSOUZENÍ NA SPOLUPŮSOBENÍ

$$N+M \dots 0,33$$

$$V_0 + V_z + T \dots \left(\frac{19,744}{301,034} \right)^2 + \left(\frac{4,533}{348,012} \right)^2 + \frac{58,544}{135,677} = 0,44$$

$$0,33^2 + 3 \cdot 0,44^2 = 0,69 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SPOJENÍ PLECH-DŘEVO:

PLECH: TL. 10 mm ; S235

DŘEVO: $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$; GL24h 300x500 mm

SPOJ: SVORNÍKY - 2 ROVINY STŘIHU

 $d = 16 \text{ mm}$ (ODHAD) 4.6**MINIMÁLNÍ ROZTEČE SVORNÍKŮ**

$$a_1 = (4 + |\cos \alpha|) d = (4 + |\cos 0|) \cdot 16 = 80 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 16 = 64 \text{ mm}$$

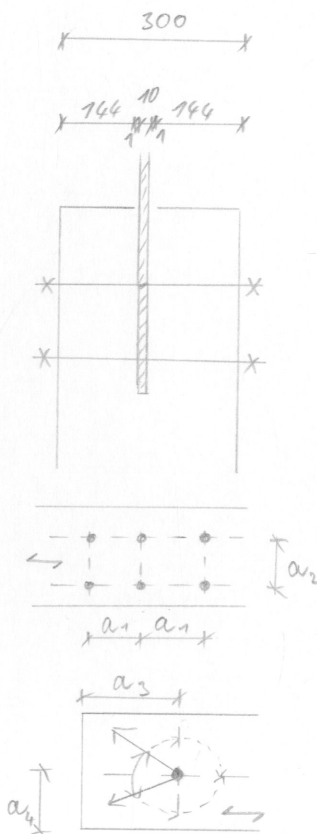
$$a_3 = \max.(7d; 80 \text{ mm}) = \max.(7 \cdot 16; 80) = \max.(112; 80)$$

$$a_3 = 112 \text{ mm}$$

$$a_4 = \max. [(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d] = \max. [(2 + 2 \sin 0) \cdot 16; 3 \cdot 16]$$

$$a_4 = \max. [32; 48]$$

$$a_4 = 48 \text{ mm}$$



STŘIH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY (POUZE N)

$$N_{Ed} = 90,423 \text{ kN}$$

$$\phi_{h,k} = 0,082 (1 - 0,01 \alpha) P_k = 0,082 (1 - 0,01 \cdot 16) \cdot 380$$

$$\phi_{h,k} = 26,174 \text{ MPa}$$

$$M_{S,Rk} = 0,3 \cdot \phi_{h,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 16^{2,6} / 10^6 = 0,162 \text{ kNm}$$

$$F_{V,Rk} = \min. \begin{cases} \phi_{h,k,1} \cdot t_1 \cdot d \\ \phi_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{S,Rk}}{\phi_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{M_{S,Rk} \cdot \phi_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases}$$

$$F_{V,Rk} = \min. \begin{cases} 26,174 \cdot 144 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 60,305 \text{ kN} \\ \left(26,174 \cdot 10^6 \cdot 0,144 \cdot 0,016 \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 0,162}{26,174 \cdot 10^6 \cdot 0,016 \cdot 0,144^2}} - 1 \right] + 0 \right) \cdot 10^{-3} = 26,646 \text{ kN} \\ (2,3 \cdot \sqrt{0,162 \cdot 26,174 \cdot 10^6 \cdot 0,016} + 0) \cdot 10^{-3} = 18,944 \text{ kN} \end{cases}$$

$$\underline{F_{V,Rk} = 18,944 \text{ kN}}$$

$\Rightarrow$ 2 ŘADY, 2 ROVINY STŘIHU

REDUKCE-1 ŘADA:

$$n_{ef} = \min \begin{cases} n \\ n^{0,9} \sqrt{\frac{\alpha_1}{130d}} = 2^{0,9} \sqrt{\frac{80}{16 \cdot 13}} = 1,46 \end{cases} = 2$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{F_{V,Rk}} = \frac{90,423}{18,944} = 4,77 \Rightarrow \underline{\text{MIN. 6 ks}}$$

ÚNOSNOST 1 ŘADY, 2 ROVINY STŘIHU:

$$F_{V,ef,Rk} = n_{ef} \cdot F_{V,Rk} \cdot 2 = 1,46 \cdot 18,944 \cdot 2 = \underline{55,316 \text{ kN}}$$

$$3 \cdot F_{V,ef,Rk} = 3 \cdot 55,316 = \underline{165,948 \text{ kN}}$$

$$F_{V,ef,Rd,C} = k_{mod} \cdot \frac{3 \cdot F_{V,ef,Rk}}{\gamma_n} = 0,90 \cdot \frac{165,948}{1,25} = \underline{119,483 \text{ kN}}$$

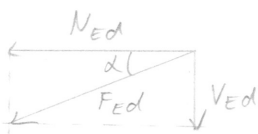
POSOUZENÍ:

$$\underline{90,423 \text{ kN} < 119,483 \text{ kN}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$\Rightarrow 6 \times \text{SVORNIK } \varnothing 16 \text{ mm } 4.6$$

$N \rightarrow$

x	x
x	x
x	x



VLIV SMYKOVÉ SLOŽKY (N+V)

$$F_{Ed} = R_{Ed} = 90,763 \text{ kN}$$

$$\sin \alpha = \frac{V_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{7,846}{90,426} \Rightarrow \alpha = 4,96^\circ$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$f_{h,x,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{24,928}{1,65 \cdot \sin^2 4,96^\circ + \cos^2 4,96^\circ} = 24,807 \text{ MPa}$$

ROZDÍL MEZI $f_{h,0,k} = 24,928 \text{ MPa}$ A $f_{h,x,k} = 24,807 \text{ MPa}$ JE ZANEDBATELNÝ. NAVÍC REDUKCE ŘAD NENÍ.
 $\Rightarrow$ VZHLEDEM K DIMENZI PRVKU JE VLIV V_{Ed} ZANEDBÁN.

OTLAČENÍ PLECHU

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot d \cdot f_g / \gamma_{mo} \geq R_{Ed} / 6$$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 10 \cdot 16 \cdot 235 / 10 / 10^3 = 56,400 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} / 6 = 90,763 / 6 = 15,127 \text{ kN}$$

$$56,400 \text{ kN} \gg 15,127 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE! PLECH TL. 10mm}$$

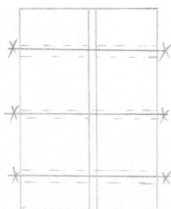
OVĚŘENÍ PROFILU

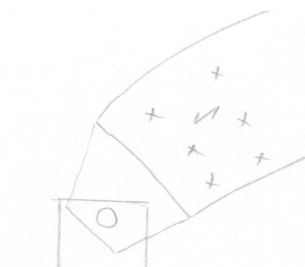
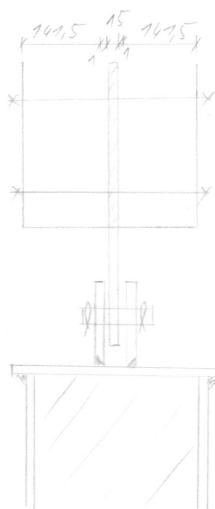
$$A = 0,3 \cdot 0,5 - 0,012 \cdot 0,5 - 3 \cdot 2 \cdot 0,017 \cdot 0,144 = 0,13 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{\text{red}} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{90423 \cdot 10^{-6}}{0,13} = 0,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = 0,90 \cdot \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$0,7 \ll 17,28 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}$$



KOPULE - ULOŽENÍ NA SLOUP

NÁVRHOVÁ SÍLA:

$$N_{ed} = 174,949 \text{ kN}$$

NÁVRH: 6x SVORNÍK Ø24 mm 4.6

DŘEVO: BL24h; $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

$$a_1 = (4 + \cos \alpha) \cdot d = (4 + \cos 0) \cdot 24 = 120 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 24 = 96 \text{ mm}$$

$$a_3 = \max. (7d; 80) = \max. (7 \cdot 24; 80) = 168 \text{ mm}$$

$$a_4 = \max. [(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d] = \max. [(2 + 2 \cdot \sin 0) \cdot 24; 3 \cdot 24] = \max. [48; 72]$$

$$a_4 = 72 \text{ mm}$$

$$f_{h,k} = 0,082 (1 - 0,01d) \cdot \rho_k = 0,082 (1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 380 = 23,682 \text{ MPa}$$

$$M_{d,Rk} = 0,3 \cdot f_{h,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400,0 \cdot 24^{2,6} / 10^6 = 4,465 \text{ kNm}$$

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} f_{h,k,1} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,k,1} \cdot t_1 \cdot d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{d,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \\ 2,3 \sqrt{M_{d,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{cases}$$

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} 23,682 \cdot 141 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 80,139 \text{ kN} \\ \left(23,682 \cdot 10^6 \cdot 0,141 \cdot 0,024 \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 4,465}{23,682 \cdot 10^6 \cdot 0,024 \cdot 0,141^2}} - 1 \right] \right) \cdot 10^{-3} = 37,767 \text{ kN} \\ (2,3 \sqrt{4,465 \cdot 23,682 \cdot 10^6 \cdot 0,024}) \cdot 10^{-3} = 37,391 \text{ kN} \end{cases}$$

$$F_{v,Rk} = 37,391 \text{ kN}$$

 $\Rightarrow$ 2 ŘADY, 2 ROVINY STRIHU

$$n_{ef} = \min \begin{cases} n = 2 \\ n^{0,9} \sqrt{\frac{a_1}{13d}} = 2^{0,9} \sqrt{\frac{120}{13 \cdot 24}} = 1,46 \end{cases}$$

$$F_{v,ef,Rk} = (2 \cdot n_{ef} \cdot F_{v,Rk}) \cdot 3 = 2 \cdot 1,46 \cdot 37,391 \cdot 3 = 327,545 \text{ kN}$$

$$F_{v,ef,Rd} = k_{mod} \frac{F_{v,ef,Rk}}{\gamma_m} = 0,90 \cdot \frac{327,545}{1,25} = 235,832 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ:

$$174,949 \text{ kN} < 235,832 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

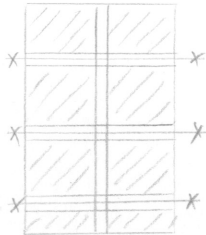
 $\Rightarrow$ 6x SVORNÍK Ø24 4.6

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

OTLAČENÍ PLECHU TL. 15 mm (ODHAD)

$$N_{ed}/6 = 174,949/6 = 29,158 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{mo} = 1,5 \cdot 15 \cdot 24 \cdot 235 / 10 / 10^3 = 126,9 \text{ kN}$$

$$29,158 \text{ kN} < 126,900 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ PROFILU

$$A = 0,3 \cdot 0,5 - 0,018 \cdot 0,5 - 3 \cdot 2 \cdot 0,025 \cdot 0,141 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{c,ed} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{174,949 \cdot 10^{-3}}{0,12} = 1,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c0,d} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$1,46 \text{ MPa} < 17,28 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

NÁVRH ČEPUDŘÍK: S 235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $f_u = 360 \text{ MPa}$ ÚNOSNOST ČEPU VE STŘIHU

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2} \geq N_{ed}$$

$$\Rightarrow 174,949 = 0,6 \cdot A \cdot 360 / 1,25 \Rightarrow A = \frac{174,949 \cdot 1,25}{0,6 \cdot 360}$$

$$A = 1012,4 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{4A/\pi} = (4 \cdot 1012,4 / \pi)^{0,5} = 35,9 \text{ mm} \Rightarrow d = 37 \text{ mm}$$

$$d_0 = 40 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ:

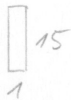
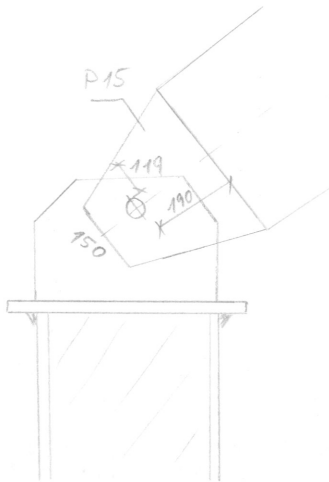
$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot (\pi \cdot \frac{37^2}{4}) \cdot 360 / 1,25 / 10^3 = 185,796 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 174,949 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 185,796 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ÚNOSNOST PLECHU V OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{mo} = 1,5 \cdot 15 \cdot 37 \cdot 235 / 10 / 10^3 = 195,638 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 174,949 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 195,638 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$



$$\varepsilon_{S235} = 1,0$$

NAVŘH PLECHU OD ŽEBRA

$$f_d = \frac{N_{Ed}}{A} \Rightarrow A = \frac{N_{Ed}}{f_d} = \frac{174\,949}{235} = \underline{\underline{744,5 \text{ mm}^2}}$$

$$\bar{s} \cdot t = A \Rightarrow \bar{s} = \frac{A}{t} = \frac{744,5}{15} = \underline{\underline{50 \text{ mm}}}$$

POSOUZENÍ PLECHU

- V MÍSTĚ KOLÍKU:

$$N_{Rd} = f_d \cdot A = 235 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 119 = \underline{\underline{839 \cdot 10^3 \text{ N}}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{174\,949}{839\,000} = \underline{\underline{0,21 < 1,0}} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

- STABILITA PLECHU:

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 15^3 = 281,25 \text{ mm}^4 \quad A = 1 \cdot 15 = 15 \text{ mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{281,25}{15}} = \underline{\underline{4,33 \text{ mm}}}$$

$$\lambda = \frac{190}{4,33} = \underline{\underline{43,88}}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = \underline{\underline{93,9}}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{43,88}{93,9} = \underline{\underline{0,47}}$$

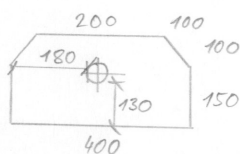
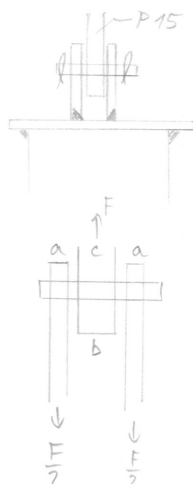
$$\text{KŘIVKA C: } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,47 - 0,2) + 0,47^2]$$

$$\phi = \underline{\underline{0,68}}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,68 + \sqrt{0,68^2 + 0,47^2}} = \underline{\underline{0,66}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{174\,949}{0,66 \cdot 15 \cdot 300 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} = \frac{174\,949}{697,95} = \underline{\underline{0,25 < 1,0}} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$



PLECH TL. 8 mm (ODHAD)

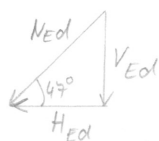


$\varepsilon = 10$ (S235)

NAVŘH PLECHU NA SLOUPU - VIDLICE

ÚHEL ULOŽENÍ: 47° A 53° ; $N_{Ed} = 174,949 \text{ kN}$

PRO 47° :



$$H_{Ed} = N_{Ed} \cdot \cos 47^\circ = 174,949 \cdot \cos 47^\circ = 119,315 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = N_{Ed} \cdot \sin 47^\circ = 174,949 \cdot \sin 47^\circ = 127,95 \text{ kN}$$

PRO 53° :



$$H_{Ed} = 174,949 \cdot \cos 53^\circ = 105,287 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 174,949 \cdot \sin 53^\circ = 139,720 \text{ kN}$$

PRO DIMENZOVÁNÍ ZJEDNODUŠENÍ NA STR. BEZPEČNOSTI:

$$V_{Ed} = 139,720 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 119,315 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ PLECHU NA TLAK

- V MÍSTĚ KOLÍKU:

$$N_{rd} = f_y \cdot A = 235 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 180 = 677 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\frac{V_{Ed}}{N_{rd}} = \frac{139,720/2}{677,0} = 0,10 < 1,0 \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

- STABILITA PLECHU:

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 8^3 = 42,667 \text{ mm}^4 \quad A = 8 \text{ mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{42,667}{8}} = 2,31 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{130}{2,31} = 56,277$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 7 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{56,277}{93,9} = 0,6$$

KŘIVKA C: $\alpha = 0,49$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,6 - 0,2) + 0,6^2]$$

$$\phi = 0,778$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,778 + \sqrt{0,778^2 + 0,6^2}} = 0,57$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

$$\frac{V_{Ed}}{N \cdot N_{Rd}} = \frac{139,720 \cdot 0,5}{0,57 \cdot 8 \cdot 395 \cdot 235 \cdot 10^{-3}} = \frac{69,860}{423,252} = 0,17 < 1,0$$

VYHOVUJE!

POSOUZENÍ PLECHU NA SMYK

$$H_{Ed} = 119,315 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = (2 \cdot 180 \cdot 8) \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-3} = 390,751 \text{ kN}$$

$$\frac{H_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{119,315/2}{390,751} = 0,15 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

CELKOVÝ POSUDEK

$$(N)^2 + 3 \cdot (V)^2 \leq 1,0$$

$$0,17^2 + 3 \cdot 0,15^2 = 0,10 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ PLECHU

$$F_{b,Rd} = 15 t d f_y / \gamma_{mo} = 15 \cdot 8 \cdot 37 \cdot 235 / 10 / 10^3 = 104,340 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{2} \leq F_{b,Rd}$$

$$\frac{174,949}{2} \leq 104,340$$

$$87,475 < 104,340 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

MOHENTOVÁ ÚNOSNOST ČERU

$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} (6 + 4c + 2a) = \frac{174,949}{8} (15 + 4 \cdot 15 + 2 \cdot 8) \cdot 10^{-3} = 1,99 \text{ kNm}$$

KOLÍK Ø37mm S235

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_y / \gamma_{mo} = (1,5 \cdot 4,973 \cdot 10^3 \cdot 235 / 10) \cdot 10^{-6}$$

$$M_{Rd} = 1,75 \text{ kNm}$$

$$1,99 > 1,75 \text{ kNm} \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$

KOLÍK Ø37 S355

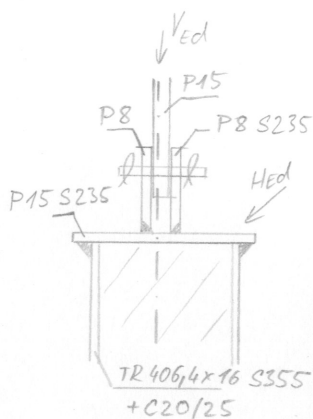
$$M_{Rd} = (1,5 \cdot 4,973 \cdot 355 / 10) \cdot 10^{-6} = 2,648 \text{ kNm}$$

$$1,99 \text{ kNm} < 2,648 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

⑦ R37

$$W_{el} = 4,973 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A = 1074,9 \text{ mm}^2$$

ÚNOSNOST ČERU STŘIH+OHYB

$$\left(\frac{M_{ed}}{M_{rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{V,ed}}{F_{V,rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{1,99}{2,648}\right)^2 + \left(\frac{174,949}{0,6 \cdot 1074,9 \cdot 490 / 125 / 10^3}\right)^2 \leq 1,0$$

$$0,56^2 + 0,69^2 \leq 1,0$$

$$0,79 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVARY

PŘIVAŘENÍ PLECHŮ ČERU NA HLAVU SLOUPU POMOCÍ V.

PŘIVAŘENÍ PLECHU NA HLAVU SLOUPU:

- KRUHOVÝ SLOUP

- DIMENZOVAŇÍ NA VODOROVNOU SLOŽKU $H_{ed} = 119,315 \text{ kN}$

$$F_{w,ed} \leq F_{w,rd}$$

$$F_{w,ed} = H_{ed} / l = 119,315 / (17 \cdot 0,4064) = 93,45 \text{ kN/mb}$$

$$f_u = 235 \text{ MPa}; 355 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80 \text{ (S235)}; 0,90 \text{ (S355)}$$

$$f_{w,rd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,80 \cdot 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = f_{w,rd} \cdot a \cdot 1 \text{ mb} = 207,846 \cdot a \cdot 1 \geq 93,45 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow a \geq \frac{93,45}{207,846 \cdot 10^3 \cdot 1} = 0,0004 \text{ m}$$

TL. PLECHŮ: 15 mm, 16 mm $\Rightarrow$ MIN. SVAR $a = 4 \text{ mm}$

POSOUZENÍ:

$$F_{w,rd} = 207,846 \cdot 0,004 \cdot 1 = 831,384 \text{ kN/mb}$$

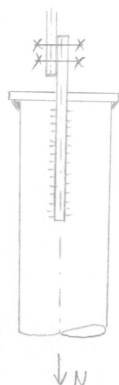
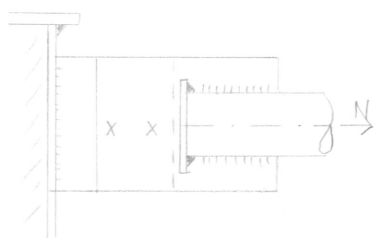
$$93,45 \text{ kN/mb} < 831,384 \text{ kN/mb} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

KOPULE - PATNÍ PRSTENEC - HP/SLOUPNAVRHOVÉ SÍLY

$$N_{Ed}^+ = 18,513 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}^- = 11,042 \text{ kN}$$

NAVRH ŠROUBŮTRÍDA (ODHAD) 4.6 $f_{up} = 400 \text{ MPa}$

$$d_v = 0,6$$

$$F_{v,Rd} = d_v \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2} \geq 18,513 \cdot 0,5$$

$$\Rightarrow A = \frac{18,513 \cdot 0,5 \cdot 1,25}{0,6 \cdot 400} = 48,21 \text{ mm}^2 \text{ (1 ŠROUB)}$$

$$\Rightarrow \text{NAVRH } 2 \times M12 \text{ 4.6 } A_{s,t} = 84,3 \text{ mm}^2 \quad A_{s,c} = 168,6 \text{ mm}^2$$

POSOUZENÍ:

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 168,6 \cdot 400 / 1,25 / 10^3 = 32,371 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$9,257 \text{ kN} < 32,371 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE! (STRÍH)}$$

NAVRH PLECHU - OTLAČENÍS 235 ODHAD 4 mm 2 ŠROUBY V 1 ŘADĚ $\Rightarrow$ REDUKCE:

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} \geq \frac{18,513}{2}$$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 4 / 1,25 / 10^3$$

$$F_{b,Rd} = 20,736 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ:

$$N_{Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$9,257 \text{ kN} < 20,736 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

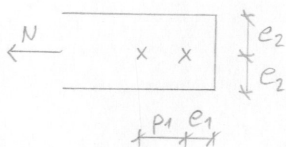
ROZTEČE:

$$e_{1,min} = e_{2,min} = 1,2 d_o = 1,2 \cdot 13 = 15,6 \text{ mm}$$

$$e_{1,max} = e_{2,max} = 4t + 40 = 4 \cdot 4 + 40 = 56 \text{ mm}$$

$$p_{1,min} = 2,2 d_o = 2,2 \cdot 13 = 28,6 \text{ mm}$$

$$p_{1,max} = \min.(14t; 200 \text{ mm}) = \min.(14 \cdot 4; 200) = 56 \text{ mm}$$



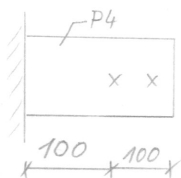
$$M12 \Rightarrow d_o = 13 \text{ mm}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA



$\square 4$
1 $E_{S235} = 10$

POSOUZENÍ PLECHU NA TAH

$$F_{Rd} = A \cdot f_{yd} = (100 - 13) \cdot 4 \cdot 235 / 10^3 = 81,780 \text{ kN}$$

$$18,513 \text{ kN} < 81,780 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

POSOUZENÍ PLECHU NA TLAK

-VLIV STABILITY:

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 4^3 = 5,33 \text{ mm}^4 \quad A = 4 \text{ mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{5,33}{4}} = 1,15 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{100}{1,15} = 86,956$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{86,956}{93,9} = 0,926 \quad \text{KŘIVKAC: } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,926 - 0,2) + 0,857] = 0,967$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,967 + \sqrt{0,967^2 + 0,857}} = 0,45$$

POSOUZENÍ:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{11,042}{0,45 \cdot 81,780} = 0,30 < 1,0 \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

SVARY - PLECH/TRUBKA VODOROVNÁ (HP)

-4 SVARY

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_{Ed} \cdot 0,25}{a \cdot l} = \frac{18,513 \cdot 10^3 \cdot 0,25}{3 \cdot 100} = 15,428 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

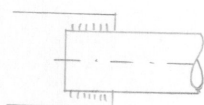
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{0 + 3 \cdot (0 + 15,428^2)} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)$$

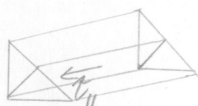
$$0 < 0,9 \cdot 360 / 1,25 \quad \checkmark$$

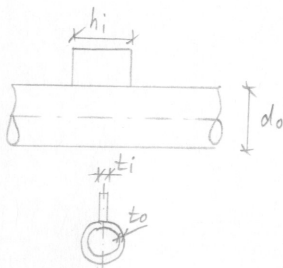
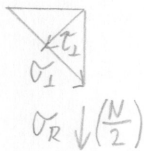
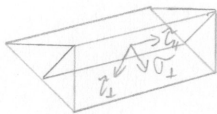
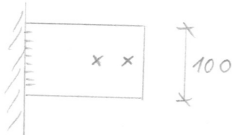
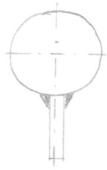
$$26,722 < 360 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

VÝHOVUJE!



$x \cdot l$

ODHAD: $a = 3 \text{ mm}$ $l = 100 \text{ mm}$ $\beta_w, S235 = 0,8$



TR 406,4 x 16

SVARÝ - PLECH / SLOČIP- 2 SVARÝ ; $l = 100 \text{ mm}$; $a = 3 \text{ mm}$

$$\tau_{II} = 0$$

$$\sigma_I = \tau_I = \frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}\right)^2 + 3\left(\frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}\right)^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\Rightarrow \sigma_R = \frac{f_u}{\sqrt{2} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{\sqrt{2} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = \underline{\underline{254,558 \text{ MPa}}}$$

$$F_{R,rd} = \sigma_R \cdot a \cdot l = 254,558 \cdot 3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{76,367 \text{ kN}}}$$

POSOUZENÍ:

$$N_{ed} \leq F_{R,rd}$$

$$\underline{\underline{18,513 \text{ kN} < 76,367 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}}}$$

PORUŠENÍ POVRCHU PÁSU - ÚNOSNOST - TRUBKA + PLECH

$$N_{i,rd} = 5 \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 (1 + 0,25 \eta) / \gamma_{M5}$$

$$\gamma_{M5} = 1,0$$

$$k_{p,TAH} = 1,0 \quad ; \quad k_{p,TLAK} = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p) \leq 1,0$$

$$n_p = \frac{\sigma_{p,ed} / f_{y0}}{\gamma_{M5}}$$

$$\sigma_{p,ed} = 42,5 \text{ MPa (SCIA)}$$

$$n_p = \frac{42,5 / 355}{1,0} = \underline{\underline{0,12}}$$

$$k_{p,TLAK} = 1 - 0,3 \cdot 0,12 (1 + 0,12) = \underline{\underline{0,96 < 1 \quad \checkmark}}$$

$$\eta = \frac{h_i}{d_0} = \frac{100}{406,4} = \underline{\underline{0,25}}$$

$$N_{i,rd} = 5 \cdot 0,96 \cdot 355 \cdot 16 \cdot (1 + 0,25 \cdot 0,25) / 1,0 = \underline{\underline{28,948 \cdot 10^3 \text{ N}}}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{i,rd}} = \frac{11,042}{28,948} = \underline{\underline{0,38 < 1,0 \quad \text{VÝHOVUJE!}}}$$

$$N_{i,rd}^+ = 5 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 16 \cdot (1 + 0,25 \cdot 0,25) / 1,0 = \underline{\underline{30,175 \cdot 10^3 \text{ N}}}$$

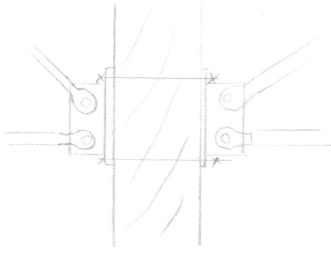
$$\frac{N_{ed}^+}{N_{i,rd}^+} = \frac{18,513}{30,175} = \underline{\underline{0,61 < 1,0 \quad \text{VÝHOVUJE!}}}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA



KOPULE - PŘIPOJENÍ PRSTENCŮ A DIAGONÁL DETAIL

VELIKOST KONCOVÉ VIDLICE

PRVEK	VIDLICE	TL. STÝČ. PLECHU	$N_{Ed}^- [kN]$	$N_{Ed}^+ [kN]$
2	20	18	30,110	3,394
4	20	18	34,580	0,477
6	20	18	37,819	0,871
8	24	20	58,126	5,757
10	20	18	34,835	20,687
1	16	15	11,774	47,988
3	16	15	6,235	18,878
5	16	15	10,980	11,681
7	16	15	14,913	13,531
9	20	18	30,021	24,435
11	27	22	24,811	29,893

$$F_{Ed,MAX}^- = 58,126 kN$$

$$F_{Ed,MAX}^+ = 47,988 kN \Rightarrow \text{NÁVRH NA } F_{Ed,MAX}^-$$

$$t_{MIN} = 15 mm$$

NÁVRH PLECHU

$$F_{Rd} = A \cdot f_y \geq F_{Ed,MAX}^- \quad A = t \cdot s$$

$$58,126 \leq 15 \cdot s \cdot 235 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow s \geq 16,5 mm \Rightarrow \text{ROZHODNOU KČNÍ ZÁSADY PRO ČEP!}$$

POSOUZENÍ STABILITY PLECHU

$$l = 150 mm \text{ (ODHAD)}$$

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 15^3 = 281,25 mm^4 \quad A = 15 mm^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{281,25}{15}} = 4,33 mm$$

$$\lambda = \frac{150}{4,33} = 34,64$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{34,64}{93,9} = 0,37 \quad \text{KČIVKAC: } \alpha = 0,49$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,37 - 0,2) + 0,37^2] = 0,61$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,61 + \sqrt{0,61^2 + 0,37^2}} = 0,76$$

$$\frac{F_{Ed,MAX}^-}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{58,126}{0,76 \cdot (150 \cdot 15 \cdot 235 \cdot 10^{-3})} = 0,43 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

$$d = \min 15 mm$$

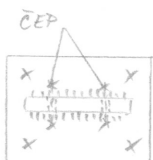
$$\ominus \min 50$$

ČÁST:

SPOJE

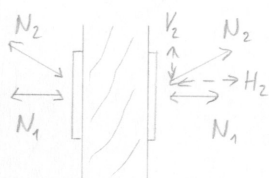
VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA



$$a = 4 \text{ mm}$$

$$l = 0,050 \text{ m}$$



ODHAD:

4 ŠROUBY:

M12 4.6

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2$$

$$k_2 = 0,9$$

OTLAČENÍ PLECHU

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1,5 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 235 / 1,0 / 10^3 = 79,313 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,MAX} \leq F_{b,Rd}$$

$$58,126 \text{ kN} < 79,313 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

SVAR

-2 SVARY → ZJEDNODUŠENÁ METODA → KAŽDÝ SVAR 100%

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$$\beta_w = 0,80 \quad (S235)$$

$$f_{w,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360 / \sqrt{3}}{0,8 \cdot 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,d} \cdot a \cdot l = 207,846 \cdot 0,004 \cdot 0,05 = 41,569 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 58,126 \text{ kN} > F_{w,Rd} = 41,569 \text{ kN} \quad \text{NEVÝHOVUJE!}$$

⇒ DELŠÍ SVAR

$$58,126 = 207,846 \cdot 0,004 \cdot l \Rightarrow l = 0,070 \text{ m} \Rightarrow \text{VOLÍM } 0,1 \text{ m}$$

POSOUZENÍ:

$$F_{w,Rd} = 207,846 \cdot 0,004 \cdot 0,1 = 83,139 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 58,126 \text{ kN} < F_{w,Rd} = 83,139 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

ŠROUBY-TAH

$$N_{1,Ed} = 20,687 \text{ kN}$$

$$N_{2,Ed} = 29,893 \text{ kN} \Rightarrow \alpha_v = 43^\circ: V_{2,Ed} = 29,893 \cdot \sin 43^\circ = 20,387 \text{ kN}$$

$$\alpha_H = 15^\circ: H_{2,Ed} = 29,893 \cdot \cos 15^\circ = 28,874 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 2 \cdot 20,687 + 2 \cdot 28,874 = 99,122 \text{ kN}$$

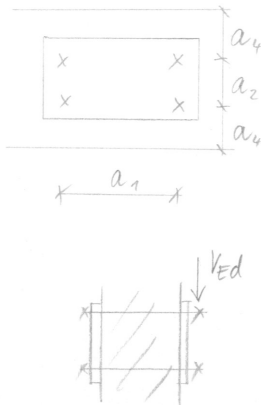
$$F_{t,Rd} = 4 \cdot \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 4 \cdot \frac{0,9 \cdot 400 \cdot 84,3 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 97,114 \text{ kN}$$

$$99,122 \text{ kN} > 97,114 \text{ kN} \quad \text{NEVÝHOVUJE!}$$

⇒ NOVÝ NÁVRH: 4 × M20 4.6 $A_s = 245 \text{ mm}^2$

$$F_{t,Rd} = 4 \cdot \frac{0,9 \cdot 400 \cdot 245 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 282,240 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 99,122 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 282,240 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

ŠROUBY-STŘIH

PRO 1 ROVINU STŘIHU:

$V_{Ed} = 20,387 \text{ kN}$; PLECH TL. 10 mm ; ŠROUBY M20 4.6 4ks
 $\Rightarrow 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ mm} \Rightarrow \text{TENKÁ DESKA-OCEL}$

$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$ (GL24h)

MINIMÁLNÍ ROZTEČE (DŘEVO):

$$a_1 = (4 + \cos 0) d = (4 + \cos 0) \cdot 20 = \underline{100 \text{ mm}}$$

$$a_2 = 4d = 4 \cdot 20 = \underline{80 \text{ mm}}$$

$$a_4 = 3d = 3 \cdot 20 = \underline{60 \text{ mm}}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01d) \rho_k = 0,082 (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 380 = \underline{24,928 \text{ MPa}}$$

$$M_{b,Rk} = 0,3 \cdot f_{h,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400,0 \cdot 20^{2,6} / 10^6 = \underline{0,29 \text{ kNm}}$$

$$F_{v,Rk} = \min. \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot M_{b,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min. \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 24,928 \cdot 300 \cdot 20 / 10^3 = 74,784 \text{ kN} \\ (1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 290 \cdot 24,928 \cdot 10^6 \cdot 0,020} + 0) / 10^3 = \underline{19,556 \text{ kN}} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M}$$

$$F_{v,Rd} = 0,90 \cdot \frac{19,556}{1,25} = \underline{14,080 \text{ kN}}$$

POSOUZENÍ:

$$\frac{20,387}{4} = 5,097 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 14,080 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

KOMBINACE TAH+STŘIH

$$(N) = \frac{99,122}{282,240} = 0,35$$

$$(V) = \frac{5,097}{14,080 \cdot 1,14} = 0,26$$

$$(N) + (V) \leq 1,0$$

$$0,35 + 0,26 \leq 1,0$$

$$\underline{0,61 < 1,0} \text{ VYHOVUJE!}$$

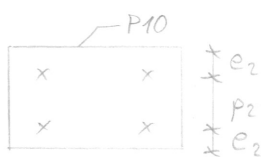
OVĚŘENÍ PRŮŘEZU NENÍ POTŘEBA-VIZ PŘEDCHOZÍ VÝPOČTY.

ČÁST:

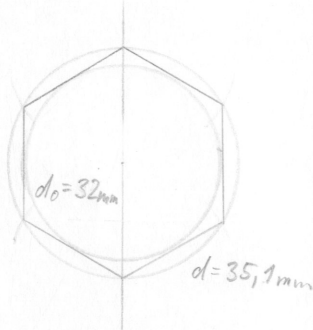
SPOJE

VYPRACOVAL:

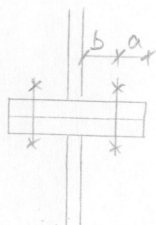
Bc. VÁCLAV ŠPETA


 e_1, P_1, e_1
 $4 \times H20 \ 4.6$
 $\Rightarrow d_0 = 22 \text{ mm}$

DIN 6914 M24



$$d_m = \frac{32 + 35,1}{2} = 33,55 \text{ mm}$$

OTLAČENÍ PLECHU

$$e_{1, \min} = e_{2, \min} = 1,2 d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4 \text{ mm}$$

$$e_{1, \max} = e_{2, \max} = 4t + 40 = 4 \cdot 10 + 40 = 80 \text{ mm}$$

$$p_{1, \min} = 2,2 d_0 = 2,2 \cdot 22 = 48,4 \text{ mm}$$

$$p_{2, \min} = 2,4 d_0 = 2,4 \cdot 22 = 52,8 \text{ mm}$$

$$p_{1, \max} = p_{2, \max} = \min.(14t; 200) = \min.(14 \cdot 10; 200) = 140 \text{ mm}$$

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{26,4}{3 \cdot 22} = 0,4 \quad \alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{48,4}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4} = 0,48$$

$$\alpha_b = \min.(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0) = \min.(0,4; \frac{400}{360} = 1,11; 1,0) = 0,4$$

$$k_1 = \min.(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5) = \min.(2,8 \frac{26,4}{22} - 1,7; 2,5) = \min.(1,66; 2,5)$$

$$k_1 = 1,66$$

$$F_{b, Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{1,66 \cdot 0,4 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 38,246 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}/4 = 5,097 \text{ kN} < F_{b, Rd} = 38,246 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ÚNOSNOST V PROTLAČENÍ

$$B_{p, Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$B_{p, Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 0,03355 \cdot 0,010 \cdot 360000 / 1,25$$

$$B_{p, Rd} = 182,132 \text{ kN}$$

$$B_{p, Ed} = 2 \cdot 20,687 + 2 \cdot 28,874 = 99,122 \text{ kN}$$

$$B_{p, Ed} = 99,122 \text{ kN} < B_{p, Rd} = 182,132 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

VLIV PÁČENÍ (DLE ČSN 73 1401)

$$a = e_{\min} = 26,4 \text{ mm} \quad ; \quad b = \frac{1}{2} p_{2, \min} = 0,5 \cdot 52,8 = 26,4 \text{ mm}$$

$$t \geq t_e = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{26,4 \cdot 26,4}{26,4}} = 35,78 \text{ mm} \neq 10 \text{ mm}$$

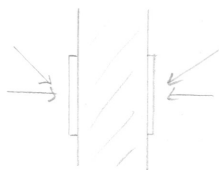
$$\gamma_P = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{35,78^3 - 10^3}{24^2} = 1,39$$

$$1,39 \cdot 99,122 = 137,780 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ:

$$\frac{137,780}{282,240} + 0,26 = 0,75 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE! (TAH + STŘIH)}$$

$$137,780 \text{ kN} < 182,132 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE! (PROTLAČENÍ)}$$



TLAK KOLMO NA VLÁKNA-ŽEBRO

$$F_{ed} = 174,248 \text{ kN} = 2 \cdot 58,126 + 2 \cdot 30,021 \cdot \cos 15^\circ$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{217}{1,25} = \underline{1,944 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{ed}}{A} \geq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90} \quad ; k_{c,90} = 1,0$$

$$1,944 \cdot 10^6 = \frac{174248}{A} \Rightarrow A \geq \underline{0,0896 \text{ m}^2}$$

$$\text{NÁVRH: DESKA } 300 \times 300 \text{ mm} \quad A = 0,3^2 = \underline{0,09 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{174248}{0,09 \cdot 10^6} = \underline{1,936 \text{ MPa}}$$

POSOUZENÍ:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{1,936}{1,0 \cdot 1,944} \leq 1,0$$

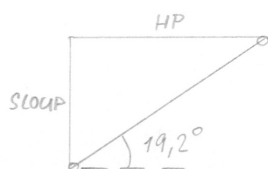
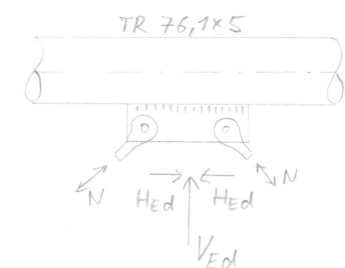
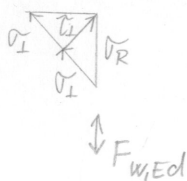
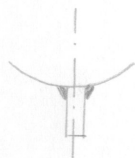
$$\underline{0,995 < 1,0} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

 $l = 150 \text{ mm}$ (ODHAD)PATNÍ PRSTENEC KOPULE - PŘÍPOJENÍ DIAGONÁLNAVROVÉ SÍLY V DIAGONÁLÁCH

$$N_{Ed}^+ = 4,791 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}^- = 6,294 \text{ kN}$$

NAVHR PLECHUDETAN VIDLICE 16 mm (d_s) $\Rightarrow$ PLECH 15 mm S235

$$f_{y,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} \Rightarrow A = \frac{N_{Ed}}{f_{y,Ed}} = \frac{6294}{235} = 26,8 \text{ mm}^2$$

$$A = \bar{s} \cdot t \Rightarrow \bar{s} = \frac{A}{t} = \frac{26,8}{15} = 1,8 \text{ mm} \Rightarrow \text{ROZHODNOU MIN. ROZTEČE}$$

$$e_{1,min} = 1,2 d_0 = 1,2 \cdot 15 = 18 \text{ mm}$$

-STABILITA:

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 15^3 = 281,25 \text{ mm}^4; A = 15 \text{ mm}^2; i = \sqrt{\frac{281,25}{15}} = 4,33 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{150}{4,33} = 34,642; \lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{34,642}{93,9} = 0,37 \quad \text{KŘIVKA C: } \chi = 0,49$$

$$\phi = 0,5 [1 + \chi (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,37 - 0,2) + 0,37^2] = 0,61$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,61 + \sqrt{0,61^2 + 1,39^2}} = 0,47$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} = \frac{6,294}{0,47 \cdot (4 \cdot 36 - 15,5) \cdot 235 \cdot 10^{-3}} = 0,69 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ PLECHU

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{m0} = 1,5 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 235 / 1,0 / 10^3$$

$$F_{b,Rd} = 79,313 \text{ kN}$$

$$6,294 \text{ kN} < 79,313 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVAR

$$\tau_{II} = 0$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}\right)^2 + 3 \left(\frac{\sigma_R}{\sqrt{2}}\right)^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}}$$

$$\sigma_R = \frac{f_u}{\sqrt{2} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{m2}} = \frac{360}{\sqrt{2} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = 254,558 \text{ MPa}$$

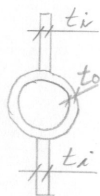
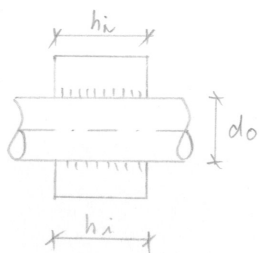
ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

$$a = 3 \text{ mm}$$



$$F_{w,Rd} = \sigma_R \cdot a \cdot l \geq F_{w,Ed} = 2 \cdot N_{Ed} \cdot \sin 19,2^\circ$$

$$F_{w,Ed} = 2 \cdot 6,294 \cdot \sin 19,2^\circ = 4,140 \text{ kN}$$

$$4,140 = 254558 \cdot 0,003 \cdot l \Rightarrow l = \frac{4,140}{254558 \cdot 0,003} = 0,0054 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ ROZHODUJE MIN. DÉLKA SVARU 30 mm.

OVĚŘENÍ PŘÍPOJE NA TRUBKU

TR 76,1 x 5

$$g_{H5} = 1,0$$

$$k_{p,TAH} = 1,0 ; k_{p,TLAK} = 1 - 0,3 \cdot n_p (1 + n_p) \leq 1,0$$

$$n_p = \frac{\sigma_{p,Ed}}{g_{H5} \cdot f_{y0}}$$

$$\sigma_{p,Ed} = 15,1 \text{ MPa (SCIA)}$$

$$n_p = \frac{15,1 / 235}{1,0} = 0,064$$

$$k_{p,TLAK} = 1 - 0,3 \cdot 0,064 (1 + 0,064) = 0,98$$

$$\eta = \frac{h_i}{d_o} = \frac{100 \text{ (ODHAD)}}{76,1} = 1,314$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_o^2 (1 + 0,25 \eta) / g_{H5}$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,98 \cdot 235 \cdot 5 \cdot (1 + 0,25 \cdot 1,314) / 1,0$$

$$N_{i,Rd} = 7,649 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{i,Rd}} = \frac{6,294}{7,649} = 0,82 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

PŘIVÁŘENÍ PLECHU NA SLOUP

$$F_{w,Ed} = 6,294 \text{ kN}$$

$$f_{w,Rd} = \frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot g_{H2}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = 207,846 \text{ MPa}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

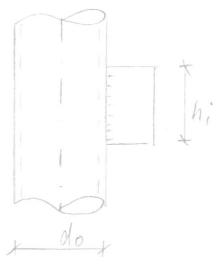
$$F_{w,Rd} = f_{w,Rd} \cdot a \cdot l \geq F_{w,Ed}$$

$$l \geq \frac{F_{w,Ed}}{f_{w,Rd} \cdot a} = \frac{6,294}{207,846 \cdot 3} = 10,1 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ ROZHODUJE MIN. DÉLKA SVARU 30 mm.

$$F_{w,Rd} = 207,846 \cdot 10^3 \cdot 0,003 \cdot 0,030 = 18,706 \text{ kN}$$

$$F_{w,Ed} = 6,294 \text{ kN} < F_{w,Rd} = 18,706 \text{ kN}$$

OVĚŘENÍ PŘÍPOJE NA SLOUP

TR 406,4 × 16 S355

$$\gamma_{M5} = 1,0$$

$$\sigma_{p,Ed} = 42,5 \text{ MPa}$$

$$\eta_p = \frac{\sigma_{p,Ed} / f_{y0}}{\gamma_{M5}} = \frac{42,5 / 355}{1,0} = \underline{\underline{0,12}}$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot \eta_p (1 + \eta_p) \leq 1,0$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,12 (1 + 0,12) = \underline{\underline{0,96 < 1,0}} \quad \checkmark$$

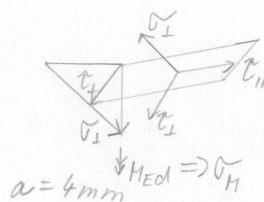
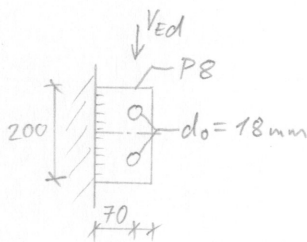
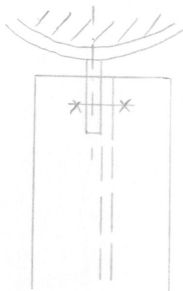
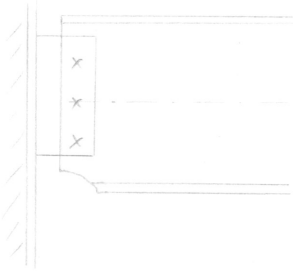
$$\eta = \frac{h_i}{d_0} = \frac{30}{406,4} = \underline{\underline{0,074}}$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 (1 + 0,25 \eta) / \gamma_{M5}$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,96 \cdot 355 \cdot 16^2 (1 + 0,25 \cdot 0,074) / 1,0$$

$$N_{i,Rd} = \underline{\underline{444,294 \cdot 10^3 \text{ N}}}$$

$$N_{Ed} = 6,294 \text{ kN} \ll N_{i,Rd} = 444,294 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

7. NP - SPŘAŽENÝ PRŮVLAK / SLOUP

$$V_{Ed} = 109,890 \text{ kN}$$

STŘIH

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{ODHAD: } 2 \times M16 \text{ 8.8 } \alpha_v = 0,6 \quad A_s = 157 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157}{1,25 \cdot 1000} = \underline{\underline{60,288 \text{ kN}}} \quad (1 \text{ ŠROUB})$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{109,890}{2} = \underline{\underline{54,945 \text{ kN}}} < F_{v,Rd} = 60,288 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

; PLECH TL. 8 mm S235

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 8 / 1,25 / 10^3$$

$$F_{b,Rd} = \underline{\underline{55,296 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 54,945 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 55,296 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (200 - 2 \cdot 18) \cdot 8 = \underline{\underline{1312 \text{ mm}^2}}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot (f_u / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1312 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = \underline{\underline{178,009 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed} = 109,890 \text{ kN} < V_{Rd} = 178,009 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 54,945 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 54,945 \cdot 0,070 = \underline{\underline{3,846 \text{ kNm}}}$$

$$\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{2} / (a \cdot l) = 54945 / (4 \cdot 200) = \underline{\underline{68,681 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_H = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{3,846 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 200^2} = \underline{\underline{0,144 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_H}{\sqrt{2}} = \frac{0,144}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{0,102 \text{ MPa}}}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0,102^2 + 3 \cdot (0,102^2 + 68,681^2)} \leq \frac{360}{1,25 \cdot 1,25}$$

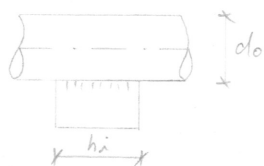
$$\underline{\underline{118,959 < 360 \text{ MPa}}}$$

VYHOVUJE!

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$0,102 < 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$\underline{\underline{0,102 < 259,2 \text{ MPa} \quad \checkmark}}$$



OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

TR 406,4 × 16 S355 a) $\sigma_{p,ed} = 49,7 \text{ MPa}$ TR 298,5 × 8 S355 b) $\sigma_{p,ed} = 22,8 \text{ MPa}$

$$a) \eta_p = \frac{\sigma_{p,ed} / f_{y0}}{\gamma_{M5}} = \frac{49,7 / 355}{1,0} = \underline{0,14}$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot \eta_p (1 + \eta_p) \leq 1,0$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,14 (1 + 0,14) = \underline{0,95 < 1,0} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{h_i}{d_o} = \frac{200}{406,4} = \underline{0,49}$$

$$N_{i,rd} = 5 \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_o^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$$

$$N_{i,rd} = 5 \cdot 0,95 \cdot 355 \cdot 16^2 (1 + 0,25 \cdot 0,49) / 1,0 = \underline{484,561 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

$$\varnothing \text{ kN} < 484,561 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$M_{i,rd} = N_{i,rd} \cdot h_i = 484,561 \cdot 0,2 = \underline{96,912 \text{ kNm}}$$

$$\underline{3,846 \text{ kNm} < 96,912 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}}$$

$$b) \eta_p = \frac{22,8 / 355}{1,0} = \underline{0,1}$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,1 (1 + 0,1) = \underline{0,97 < 1,0} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{200}{298,5} = \underline{0,67}$$

$$N_{i,rd} = 5 \cdot 0,97 \cdot 355 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,67) / 1,0 = \underline{128,649 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

$$\varnothing \text{ kN} < 128,649 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$M_{i,rd} = 128,649 \cdot 0,2 = \underline{25,730 \text{ kNm}}$$

$$\underline{3,846 \text{ kNm} < 25,730 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}}$$

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.: 31
ČÁST:	SPOJE	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
KČNÍ ŘEŠENÍ SHODNÉ S PŘEDCHOZÍM	<u>7.NP – PRŮVLAK / SLOUP – STŘED</u>		
	$V_{Ed} = 181,221 \text{ kN}$		
	<u>STŘIH</u> ODHAD: $2 \times 120 \times 8,8$		
	$F_{v,Rd} = \frac{96 \cdot 800 \cdot 245}{1,25 \cdot 10^3} = 94,080 \text{ kN}$		
	$\frac{V_{Ed}}{2} = 90,611 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 94,080 \text{ kN}$ VYHOVUJE!		
	<u>OTLAČENÍ</u>		
	PLECH TL. 12mm S235		
	$F_{b,Rd} = 15 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 12 / 1,25 / 10^3 = 103,680 \text{ kN}$		
	$\frac{V_{Ed}}{2} = 90,611 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 103,680 \text{ kN}$ VYHOVUJE!		
	<u>OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI</u>		
	$A_v = (200 - 2 \cdot 22) \cdot 12 = 1872 \text{ mm}^2$		
	$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1872 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = 253,988 \text{ kN}$		
	$V_{Ed} = 181,221 \text{ kN} < V_{Rd} = 253,988 \text{ kN}$		
	<u>SVAR</u>		
	$a = 4 \text{ mm}$	$\frac{V_{Ed}}{2} = 90,611 \text{ kN}$	
$M_{Ed} = 90,611 \cdot 0,070 = 6,343 \text{ kNm}$			
$\tilde{\sigma}_{II} = 90,611 / (14 \cdot 200) \cdot 10^3 = 113,264 \text{ MPa}$			
$\tilde{\sigma}_H = \frac{6,343 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 200^2} = 0,238 \text{ MPa}$			
$\tilde{\sigma}_I = \tilde{\tau}_I = \frac{\tilde{\sigma}_H}{\sqrt{2}} = \frac{0,238}{\sqrt{2}} = 0,168 \text{ MPa}$			
$\sqrt{\tilde{\sigma}_I^2 + 3 \cdot (\tilde{\tau}_I^2 + \tilde{\sigma}_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$			
$\sqrt{0,168^2 + 3 \cdot (0,168^2 + 113,264^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$			
$196,2 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} \checkmark$			
VYHOVUJE!			
$\tilde{\sigma}_I \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$			
$0,168 < 0,9 \cdot 360 / 1,25$			
$0,168 < 259,2 \text{ MPa} \checkmark$			

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$TR\ 298,5 \times 8\ S355\ \sigma_{p,Ed} = 22,8\ MPa$$

$$\eta_p = 0,1$$

$$k_p = 0,97$$

$$\eta = 0,67$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,97 \cdot 355 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,67) / 1,0 = 128,649 \cdot 10^3\ N$$

$$\sigma\ kN < 128,649\ kN\ \text{VYHOVUJE!}$$

$$M_{i,Rd} = 128,649 \cdot 0,2 = 25,730\ kNm$$

$$6343\ kNm < 25,730\ kNm$$

7. NP - PRŮVLAK / SLOUP - ŠPIČKY

$$V_{Ed} = 46,918\ kN$$

STŘIH

$$ODHAD: 2 \times M12\ 8.8$$

$$F_{v,Rd} = \frac{96 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25 \cdot 10^3} = 32,371\ kN$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{46,918}{2} = 23,459\ kN < F_{v,Rd} = 32,371\ kN\ \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

PLECH TL. 5 mm

$$F_{b,Rd} = 15 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5 / 1,25 / 10^3 = 25,920\ kN$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 23,459\ kN < F_{b,Rd} = 25,920\ kN\ \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (200 - 2 \cdot 13) \cdot 5 = 870\ mm^2$$

$$V_{Rd} = \frac{870 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = 118,039\ kN$$

$$V_{Ed} = 46,918\ kN < V_{Rd} = 118,039\ kN\ \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

 $a = 4 \text{ mm}$ SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 23,459 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 23,459 \cdot 0,060 = 1,406 \text{ kNm}$$

$$\tau_{II} = 23,459 / (4 \cdot 200) \cdot 10^3 = 29,324 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = \frac{1,406 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 200^2} = 0,053 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\tau_{II}}{\sqrt{2}} = \frac{0,053}{\sqrt{2}} = 0,037 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{0,037^2 + 3 \cdot 0,037^2 + 29,324^2} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} \quad 0,037 < 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$50,791 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} \quad \checkmark \quad 0,037 < 259,2 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

VYHOVUJE!

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$TR \ 298,5 \times 8 \quad S355 \quad \sigma_{p,Ed} = 22,8 \text{ MPa}$$

$$\eta_p = 0,1$$

$$k_p = 0,97$$

$$\eta = 0,67$$

$$N_{t,Rd} = 128,649 \text{ kN}$$

$$\varnothing \text{ kN} < 128,649 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$M_{t,Rd} = 25,730 \text{ kNm}$$

$$1,406 \text{ kNm} < 25,730 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

KONÍ ŘEŠENÍ SHODNÉ
SE SPOJENÍ:
7. NP – SPŘAŽENÝ PRŮVLAK / SLOUP

HEB 360 S235
HEB 400 S235

PLECH TL. 12 mm
S235

1.-6. NP – SPŘAŽENÝ PRŮVLAK / SLOUP

$$V_{Ed} = 350,153 \text{ kN}$$

STRŽIH

$$\text{ODHAD: } 3 \times M24 \ 8.8$$

$$F_{y,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25 \cdot 10^3} = 135,552 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{3} = \frac{350,153}{3} = 116,718 \text{ kN} < 135,552 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 24 \cdot 12 / 1,25 / 10^3 = 124,416 \text{ kN}$$

$$116,718 \text{ kN} < 124,416 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (200 - 3 \cdot 26) \cdot 12 = 1464 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1464 (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = 198,632 \text{ kN}$$

$$350,153 \text{ kN} < 198,632 \text{ kN} \quad \text{NEVYHOVUJE!}$$

$$A_v = \frac{350,153 \cdot 1,0 \cdot 10^3}{235 / \sqrt{3}} = 2581 \text{ mm}^2$$

NOVÝ NÁVRH PLECHU: $h = 250 \text{ mm}$ $t = 16 \text{ mm}$

$$V_{Rd} = \frac{(250 - 3 \cdot 26) \cdot 16 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = 373,384 \text{ kN}$$

$$350,153 \text{ kN} < 373,384 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ STOJIN VÁLCOV. PROFILŮ

ZJEDNODUŠENĚ: $M_{Ed} = 0$; $V_{Ed} = 350,153 \text{ kN}$ (NEJVĚTŠÍ)

HEB 360 S235 (NEJMENŠÍ)

$$A_v = 360 \cdot 12,5 - 3 \cdot 26 \cdot 12,5 = 3525 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{3525 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = 478,263 \text{ kN}$$

$$350,153 \text{ kN} < 478,263 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{350,153}{2} = 175,077 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 175,077 \cdot 0,100 = 17,508 \text{ kNm}$$

$$\tau_{II} = 175,077 / (4 \cdot 250) \cdot 10^3 = 175,077 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II} = \frac{17,508 \cdot 10^3}{\frac{1}{8} \cdot 4 \cdot 250^2} = 0,420 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,420}{\sqrt{2}} = 0,297 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{0,297^2 + 3 \cdot (0,297^2 + 175,077^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} \quad 0,297 \leq 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$303,243 < 360 \text{ MPa}$$

$$0,297 < 259,2 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE!

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$a) \text{ TR } 406,4 \times 16 \text{ S355} \quad \sigma_{p,Ed} = 256,4 \text{ MPa}$$

$$b) \text{ TR } 298,5 \times 8 \text{ S355} \quad \sigma_{p,Ed} = 179,9 \text{ MPa}$$

$$a) \eta_p = \frac{256,4/355}{1,0} = 0,722$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,722 (1 + 0,722) = 0,63 < 1 \checkmark$$

$$\eta = \frac{250}{406,4} = 0,62$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,63 \cdot 355 \cdot 16^2 (1 + 0,25 \cdot 0,62) / 1,0 = 330,644 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{i,Rd} = 330,644 \cdot 0,250 = 82,661 \text{ kNm}$$

$$17,508 \text{ kNm} < 82,661 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

$$b) \eta_p = \frac{179,9/355}{1} = 0,51$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,51 (1 + 0,51) = 0,77 < 1,0 \checkmark$$

$$\eta = \frac{250}{298,5} = 0,84$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,77 \cdot 355 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,84) / 1,0 = 105,841 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{i,Rd} = 105,841 \cdot 0,250 = 26,460 \text{ kNm}$$

$$17,508 \text{ kNm} < 26,460 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

KČENÍ ŘEŠENÍ SHODNÉ
SE SPOJEM:

7. NP - SPŘAŽENÝ PRŮVLAK /
SLOUP

I 400 S355

IPE 360 S235

PLECH TL. 8mm

V. 200mm

S235

a = 4mm

1.-6. NP - PRŮVLAK / SLOUP - OBVOD

$$V_{Ed} = 131,159 \text{ kN}$$

STŘIH

$$\text{ODHAD: } 2 \times M20 \ 8.8$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 245}{125 \cdot 1 \cdot 10^3} = 94,080 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{131,159}{2} = 65,580 \text{ kN} < 94,080 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 8 / 125 = 69,120 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$65,580 \text{ kN} < 69,120 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (200 - 2 \cdot 22) \cdot 8 = 1248 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{1248 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = 169,325 \text{ kN}$$

$$131,159 \text{ kN} < 169,325 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 65,580 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 65,580 \cdot 0,070 = 4,591 \text{ kNm}$$

$$\tau_{II} = 65,580 / (4 \cdot 200) \cdot 10^3 = 81,975 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = \frac{4,591 \cdot 10^3}{\frac{1}{8} \cdot 4 \cdot 200^2} = 0,172 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,172}{\sqrt{2}} = 0,122 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{0,122^2 + 3(0,122^2 + 81,975^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 125} \quad 0,122 \leq 0,9 \cdot 360 / 125$$

$$141,985 < 360 \text{ MPa} \quad 0,122 < 259,2 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$TR \ 298,5 \times 8 \ S355 \quad \sigma_{p,Ed} = 179,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_p = 0,51 \quad ; \quad k_p = 0,77 \quad ; \quad \eta = \frac{200}{298,5} = 0,67$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,77 \cdot 355 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,67) / 1 = 102,124 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{i,Rd} = 102,124 \cdot 0,200 = 20,425 \text{ kNm}$$

$$4,591 \text{ kNm} < 20,425 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

KČNÍ ŘEŠENÍ SHODNÉ
SE SPOJENÍ:

2. NP – SPŘAŽENÝ PRŮVLAK /
SLOUP

IPE 240 S235 (6,2mm)
PLECH TL. 6 mm
V. 180mm
S235

$a = 4 \text{ mm}$

1.-6. NP – PRŮVLAK / SLOUP – PAVLAČ

$$V_{Ed} = 34,196 \text{ kN}$$

STŘIH

ODHAD: $2 \times M12 \text{ 8.8}$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 84,3}{125 \cdot 1 \cdot 10^3} = 32,371 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{34,196}{2} = 17,098 \text{ kN} < 32,371 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 6 / 125 / 10^3 = 31,104 \text{ kN}$$

$$17,098 \text{ kN} < 31,104 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (180 - 2 \cdot 13) \cdot 6 = 924 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{924 (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = 127,808 \text{ kN}$$

$$34,196 \text{ kN} < 127,808 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 17,098 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 17,098 \cdot 0,070 = 1,197 \text{ kNm}$$

$$\tau_{||} = 17,098 \cdot 10^3 / (4 \cdot 180) = 23,747 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{1,197}{\frac{1}{8} \cdot 4 \cdot 180^2} = 0,055 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,055}{\sqrt{2}} = 0,039 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{0,039^2 + 3 \cdot (0,039^2 + 23,747^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 125} \quad 0,039 \leq 0,9 \cdot 360 / 125$$

$$41,131 < 360 \text{ MPa} \checkmark \quad 0,039 < 259,2 \text{ MPa} \checkmark$$

VYHOVUJE!

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$TR \ 193,7 \times 8 \ S235 \quad \sigma_{p,Ed} = 148,8 \text{ MPa}$$

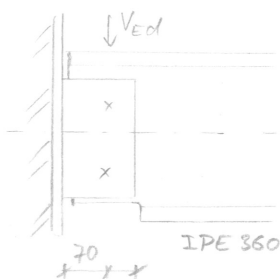
$$\eta_p = \frac{148,8 / 235}{1} = 0,63 \quad i k_p = 1 - 0,3 \cdot 0,63 (1 + 0,63) = 0,69 < 1 \checkmark$$

$$\eta = \frac{180}{193,7} = 0,93$$

$$N_{i,Rd} = 5 \cdot 0,69 \cdot 235 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,93) / 1 = 63,952 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{i,Rd} = 63,952 \cdot 0,180 = 11,511 \text{ kNm}$$

$$1,197 \text{ kNm} < 11,511 \text{ kNm}$$

1.-6.NP - STROPNICE / SLOUP

$$V_{Ed} = 194,454 \text{ kN}$$

STŘIHODHAD: $2 \times H24 \text{ B.8}$

$$F_{y,Rd} = \frac{0,6 \cdot 200 \cdot 353}{125 \cdot 1 \cdot 10^3} = 135,552 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{194,454}{2} = 97,227 \text{ kN} < F_{y,Rd} = 135,552 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

NAVRH: PLECH TL. 8mm, v. = 200mm

$$F_{b,Rd} = 15 \cdot 360 \cdot 24 \cdot 8 / 125 = 82,944 \text{ kN} \quad \& \quad \frac{V_{Ed}}{2} = 97,227 \text{ kN}$$

NEVÝHOVUJE!

 $\Rightarrow$ NOVÝ NAVRH: $3 \times H20 \text{ B.8}$

$$F_{t,Rd} = 94,1 \text{ kN (TABULKA)}$$

$$\frac{V_{Ed}}{3} = \frac{194,454}{3} = 64,818 \text{ kN} < 94,1 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

$$F_{b,Rd} = 15 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 8 / 125 = 69,120 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$64,818 \text{ kN} < 69,120 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$A_v = (200 - 3 \cdot 22) \cdot 8 = 1072 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{1072 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = 145,446 \text{ kN} \quad \& \quad V_{Ed} = 194,454 \text{ kN}$$

NEVÝHOVUJE!

 $\Rightarrow$ VÝŠŠÍ PLECH: P8 v. = 260mm

$$A_v = (260 - 3 \cdot 22) \cdot 8 = 1552 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{1552 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = 210,571 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 194,454 \text{ kN} < V_{Rd} = 210,571 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

SVAR

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 97,227 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 97,227 \cdot 0,070 = 6,806 \text{ kNm}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} = 47,227 / (4 \cdot 260) \cdot 10^3 = \underline{93,488 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_n = \frac{6,806 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 260^2} = \underline{0,151 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,151}{\sqrt{2}} = \underline{0,107 \text{ MPa}}$$

$$\sqrt{0,107^2 + 3 \cdot (0,107^2 + 93,488^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} \quad 0,107 \leq 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$\underline{161,926 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa}} \quad \underline{0,107 < 259,2 \text{ MPa}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE

$$\text{TR } 298,5 \times 8 \text{ S355 } \quad \sigma_p = 179,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_p = 0,51$$

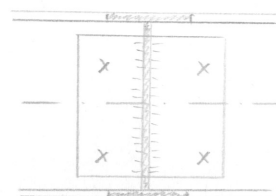
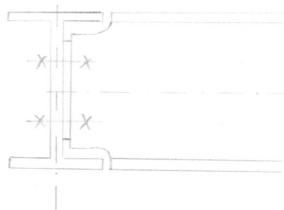
$$k_p = 0,77 < 1 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{260}{298,5} = \underline{0,87}$$

$$N_{t,Rd} = 5 \cdot 0,77 \cdot 355 \cdot 8^2 (1 + 0,25 \cdot 0,87) / 1 = \underline{106,497 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

$$M_{t,Rd} = 106,497 \cdot 0,260 = \underline{27,689 \text{ kNm}}$$

$$\underline{6,806 \text{ kNm} < 27,689 \text{ kNm}} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

STROPNICE NA PRŮVLAK - BĚŽNÝ STROP

$$V_{Ed} = 194,454 \text{ kN}$$

STŘIHODHAD: $4 \times 1716 \text{ B.8}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = \underline{\underline{60,288 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{4} = \frac{194,454}{4} = 48,614 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 60,288 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

PLECH ČELNÍ DESKY 10 mm

NEJTENČÍ STĚNA 8 mm (IPE 360)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$e_{1,MIN} = 12 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm} = e_{2,MIN}$$

$$p_{1,MIN} = 2,2 \cdot 18 = 39,6 \text{ mm}$$

$$p_{2,MIN} = 2,4 \cdot 18 = 43,2 \text{ mm}$$

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{21,6}{3 \cdot 18} = \underline{\underline{0,4}}$$

$$\alpha_b = \min. \left(\alpha_d \cdot \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right) = \min. \left(0,4 \cdot \frac{800}{360}; 1,0 \right) = \underline{\underline{0,4}}$$

$$k_1 = \min. \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \min. \left(2,8 \cdot \frac{21,6}{18} - 1,7; 2,5 \right) = \underline{\underline{1,66}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{1,66 \cdot 0,4 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 8}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{24,478 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{4} = 48,614 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 24,478 \text{ kN} \quad \text{NEVÝHOVUJE!}$$

$\Rightarrow$ ÚPRAVA NÁVRHU: PLECH V. 200 mm $\Rightarrow e_1 = e_2 = 50 \text{ mm}$
 $p_2 = 100 \text{ mm}$

$$\alpha_d = \frac{50}{3 \cdot 18} = \underline{\underline{0,93}}$$

$$\alpha_b = \min. (0,93; 2,22; 1,0) = \underline{\underline{0,93}}$$

$$k_1 = \min. \left(2,8 \cdot \frac{50}{18} - 1,7; 2,5 \right) = \underline{\underline{2,5}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,93 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 8}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{85,709 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{4} = 48,614 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 85,709 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- PLECH TL. 10 mm:

$$V_{Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{(200 - 2 \cdot 18) \cdot 10 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = \underline{\underline{222,511 \text{ kN}}}$$

- STOJINA PROFILU:

$$V_{Rd} = \frac{(360 - 2 \cdot 18) \cdot 8 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1,0 \cdot 10^3} = \underline{\underline{351,676 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed} = 194,454 \text{ kN} < V_{Rd} = 222,511 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

SVARÝ

$$\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{2} / (a \cdot l) = \frac{194,454}{2} / (4 \cdot 200) \cdot 10^3 = \underline{\underline{121,534 \text{ MPa}}}$$

$$\tau_I = \tau_{\perp} = 0$$

$$\sqrt{0^2 + 3 \cdot (0^2 + 121,534^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$\underline{\underline{210,503 < 360 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}}}$$

POZN. ÚNOSNOST PRŮVLAKŮ V OHYBU NENÍ OHROŽENA.

STROPNICE NA PRŮVLAK - PAVLAČ

$$V_{Ed} = 45,062 \text{ kN}$$

STŘIH

ODHAD: 2x M12 8.8 1 ŘADA

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{32,371 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{45,062}{2} = 22,531 \text{ kN} < 32,371 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

PLECH TL. 5 mm, V. 150 mm S235

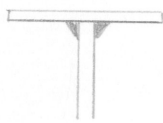
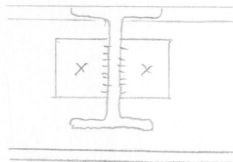
$$F_{b,Rd} = 15 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 15 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5 / 1,25 \cdot 10^3 = \underline{\underline{25,920 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = 22,531 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 25,920 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

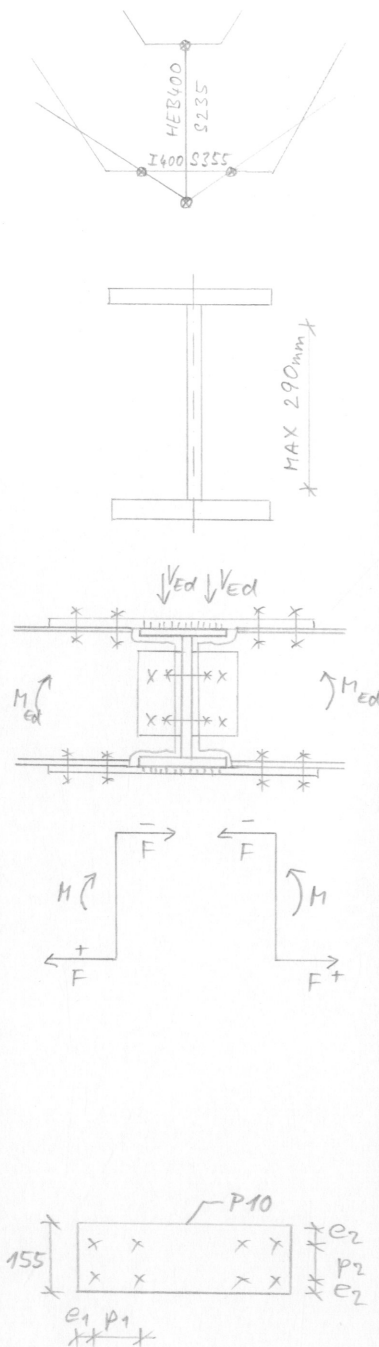
OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

$$V_{Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{(150 - 2 \cdot 13) \cdot 5 \cdot (235 / \sqrt{3})}{1 \cdot 10^3} = \underline{\underline{84,120 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed} = 45,062 \text{ kN} < V_{Rd} = 84,120 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

 $a = 4 \text{ mm}$ 

AKCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE – OCELOVÁ KONSTRUKCE OBYTNÉ BUDOVY		STR.: 42
ČÁST:	SPOJE	VYPRACOVAL: Bc. VÁCLAV ŠPETA	
$a = 4 \text{ mm}$	<u>SVARY</u> $\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{2} / (a \cdot l) = 22,531 / (4 \cdot 150) \cdot 10^3$ $\tau_{II} = 37,552 \text{ MPa}$ $\tau_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$ $\sqrt{\tau_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$ $\sqrt{0^2 + 3 \cdot (0^2 + 37,552^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$ $\underline{65,042 < 360 \text{ MPa}} \text{ VYHOVUJE!}$ POZN. ÚNOSNOST PRŮVLAKU NENÍ OHROŽENA.		

1.-6. NP KŘÍŽENÍ PRŮVLAKŮ - STŘED

$$V_{Ed} = 131,159 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 86,547 \text{ kNm}$$

ŠROUBY NA STOJINĚ

STRÍH ODHAD: 2x16 8.8; 2 ROVINY STRÍHU

$$F_{v,Rd} = \frac{2 \cdot d_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157 \cdot 2}{1,25 \cdot 10^3} = 120,576 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{131,159}{2} = 65,580 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 120,576 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍ

ODHAD: 2xL 100/100/10 S235

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 1,5 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 10 / 1,25 \cdot 10^3 = 69,12 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{4} = 32,790 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 69,12 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY NA PÁSNICÍCH

$$M = F \cdot a ; a = 400 \text{ mm}$$

$$F_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{a} = \frac{86,547}{0,400} = 216,368 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,2} = 2 \cdot F_{Ed} = 2 \cdot 216,368 = 432,736 \text{ kN}$$

NÁVRH: NA 1 STR. 4xM24 8.8

STRÍH

$$F_{v,Rd} = \frac{d_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25 \cdot 10^3} = 135,552 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,2} = 432,736 \text{ kN} < 4 \cdot F_{v,Rd} = 4 \cdot 135,552 = 542,208 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!

OTLAČENÍ

PLECH TL. 10 mm

$$e_1 = 60 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 100 \text{ mm}$$

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{60}{3 \cdot 26} = 0,77$$

$$\alpha_b = \min. \left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right) = \min. \left(0,77; \frac{800}{360}; 1 \right)$$

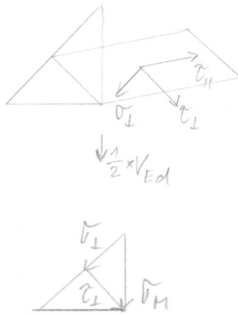
$$\alpha_b = 0,77$$

$$k_1 = \min. \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \min. \left(2,8 \cdot \frac{35}{26} - 1,7; 2,5 \right) = 2,07$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,07 \cdot 0,77 \cdot 360 \cdot 10 \cdot 24}{1,25 \cdot 10^3} = 110,170 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed,2}}{4} = \frac{432,736}{4} = 108,184 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 110,170 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!

SVARŮ

$$l = 300 \text{ mm}; a = 4 \text{ mm}; 4 \text{ SVARŮ}$$

$$\sigma_{\parallel} = F_{Ed} / (a \cdot l) = 216,368 / (4 \cdot 300) \cdot 10^3 = 180,307 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{1}{2} \frac{V_{Ed}}{a \cdot l} = \frac{1}{2} \cdot \frac{131,159}{4 \cdot 300} \cdot 10^3 = 54,650 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \tau_{\parallel} = \frac{\sigma_{\perp}}{\sqrt{2}} = \frac{54,650}{\sqrt{2}} = 38,643 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{38,643^2 + 3(38,643^2 + 180,307^2)} \leq \frac{360}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$321,722 < 360 \text{ MPa} \checkmark$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$38,643 \leq 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$38,643 < 259,2 \text{ MPa} \checkmark$$

VÝHOVUJE!

OVĚŘENÍ PLECHU

$$d_o = 26 \text{ mm}; N_{Ed} = 432,736 \text{ kN}$$

$$A = (155 - 2 \cdot 26) \cdot 10 = 1030 \text{ mm}^2$$

$$N_{Rd} = f_{td} \cdot A \cdot 0,9 = 235 \cdot 1030 \cdot 0,9 / 10^3 = 217,845 < N_{Ed} = 432,736 \text{ kN}$$

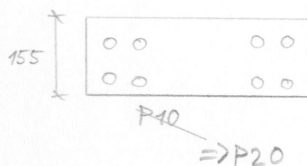
NEVÝHOVUJE!

NOVÝ NÁVRH: PLECH TL. 20 mm S235

$$N_{Rd} = 235 \cdot (155 - 2 \cdot 26) \cdot 20 \cdot 0,9 = 435,690 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{Ed} = 432,736 \text{ kN} < N_{Rd} = 435,690 \text{ kN} \text{ VÝHOVUJE!}$$

POZN. VÁLCOVANÉ PROFILY NENÍ TŘEBA OVĚŘOVAT - VIZ DIMENZE.

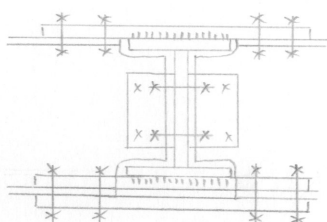
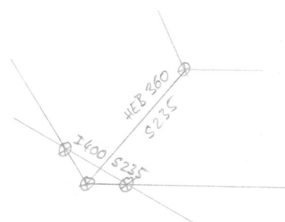


ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

1.-6. NP KŘÍŽENÍ PRŮVLAKŮ - ŠPIČKA

$$V_{Ed} = 20,637 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 61,369 \text{ kN}$$

ŠROUBY NA STOJINĚSTRÍH ODHAD: $2 \times M12 \text{ 8.8}$; 2 ROVINY STŘIHU

$$F_{t,Rd} = 2 \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25 \cdot 10^3} = 64,742 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{20,637}{2} = 10,319 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 64,742 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

OTLAČENÍODHAD: $2 \times L 100/100/10 \text{ S235}$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 1,5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 10 / 1,25 \cdot 10^3$$

$$F_{b,Rd} = 51,84 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{4} = \frac{20,637}{4} = 5,159 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 51,84 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY NA PÁSNICÍCH

$$M = F \cdot l; l = 400 \text{ mm}$$

$$F_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{l} = \frac{61,369}{0,400} = 153,423 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,2} = 2 \cdot F_{Ed} = 2 \cdot 153,423 = 306,846 \text{ kN}$$

NÁVRH: $4 \times M20 \text{ 8.8}$ NA 1 STR.STRÍH

$$F_{t,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 245}{1,25 \cdot 10^3} = 94,080 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed,2}}{4} = \frac{306,846}{4} = 76,712 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 94,080 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!

OTLAČENÍ

PLECH P10 S235

$$e_1 = 60 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 100 \text{ mm}$$

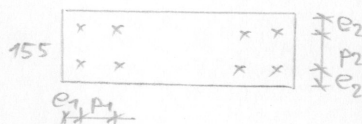
$$\alpha_d = \frac{e_1}{300} = \frac{60}{3 \cdot 22} = 0,91$$

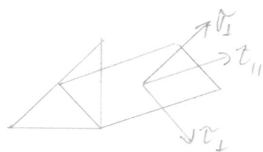
$$\alpha_b = \min. (\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1) = \min. (0,91; \frac{800}{360}; 1) = 0,91$$

$$k_1 = \min. (2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5) = \min. (2,8 \cdot \frac{35}{22} - 1,7; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,91 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 10}{1,25 \cdot 10^3} = 131,040 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed,2}}{4} = 76,712 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 131,040 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$



SVARÝ

$$l = 300; a = 4 \text{ mm}; 4 \text{ SVARÝ}$$

$$\tau_{II} = F_{Ed} / (a \cdot l) = 153\,423 / (4 \cdot 300) = 127,853 \text{ MPa}$$

$$\sigma_H = \frac{1}{2} V_{Ed} / (a \cdot l) = \frac{1}{2} \cdot 80,637 \cdot 10^3 / (4 \cdot 300) = 33,599 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_H}{\sqrt{2}} = \frac{33,599}{\sqrt{2}} = 23,758 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{23,758^2 + 3 \cdot (23,758^2 + 127,853^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$23,758 \leq 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$23,758 < 259,2 \text{ MPa} \checkmark$$

$$226,488 < 360 \text{ MPa} \checkmark$$

VYHOVUJE!

OVĚŘENÍ PLECHU

$$d_0 = 22 \text{ mm}; N_{Ed} = 306,846 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = f_y \cdot A \cdot 0,9 = 235 \cdot (155 - 2 \cdot 22) \cdot 10 \cdot 0,9 = 234,765 \cdot 10^3 \text{ N}$$

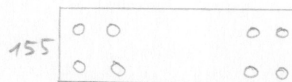
$$306,846 \text{ kN} > 234,765 \text{ kN} \text{ NEVYHOVUJE!}$$

NOVÝ NÁVRH: P14 S235

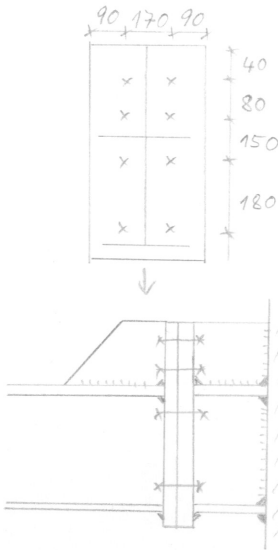
$$N_{Rd} = 235 \cdot (155 - 2 \cdot 22) \cdot 14 \cdot 0,9 = 328,671 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{Ed} = 306,846 \text{ kN} < N_{Rd} = 328,671 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

POZN. VÁLCOVANÉ PROFILY NENÍ TŘEBA OVĚŘOVAT – VIZ DIMENZE.



P10 => P14

1.-7. NP - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO - PRŮVLAK/SLOUP

$$M_{Ed} = 559,240 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 365,126 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 72,261 \text{ kN (TAH)}$$

ŠROUBY - STRIH ODHAD: 8xM30 8.8

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 561}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{215,424 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{8} = \frac{365,126}{8} = 45,641 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 215,424 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY - OTLAČENÍ ODHAD: P20 S235

$$k_1, \text{KRAS} = \min \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \min \left(2,8 \cdot \frac{90}{33} - 1,7; 2,5 \right) = \underline{\underline{2,5}}$$

$$k_1, \text{VUTŘENÍ} = \min \left(1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \min \left(1,4 \cdot \frac{170}{33} - 1,7; 2,5 \right) = \underline{\underline{2,5}}$$

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{40}{3 \cdot 33} = \underline{\underline{0,40}}$$

$$\alpha_b = \min \left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right) = \min \left(0,40; \frac{800}{360}; 1 \right) = \underline{\underline{1,0}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{1,0 \cdot 2,5 \cdot 360 \cdot 30 \cdot 20}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{432,0 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{8} = 45,641 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 432,0 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY - TAH

$$M_{Ed} = F_1 \cdot 0,4975 + \frac{417,5}{497,5} F_1 \cdot 0,4175 + \frac{267,5}{497,5} F_1 \cdot 0,2675 + \frac{87,5}{497,5} F_1 \cdot 0,0875$$

$$F_1 = \frac{559,240}{1,146} = \underline{\underline{487,993 \text{ kN}}}$$

$$F_{1/2} = \frac{487,993}{2} = \underline{\underline{243,997 \text{ kN}}}$$

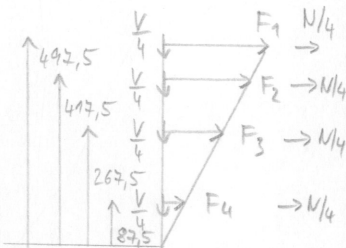
$$\frac{N_{Ed}}{8} = \frac{72,261}{8} = \underline{\underline{9,033 \text{ kN}}}$$

$$F_{t,Ed} = 243,997 + 9,033 = \underline{\underline{253,030 \text{ kN}}}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 561}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{323,136 \text{ kN}}}$$

$$F_{t,Ed} = 253,030 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 323,136 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$



ŠROUBY - STŘIH + TAH

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

PRO 1 ŠROUB:

$$\frac{45,641}{215,424} + \frac{253,030}{1,4 \cdot 323,136} \leq 1,0$$

$$0,77 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY - PROTLAČENÍH30 (DIN 6914): VEPSANÁ $d_1 = 50 \text{ mm}$ OPSANÁ $d_2 = 55,4 \text{ mm}$

$$d_m = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 55,4}{2} = 52,7 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{m2} = 0,6 \cdot \pi \cdot 52,7 \cdot 20 \cdot 360 / 1,25 / 10^3$$

$$B_{p,Rd} = 572,182 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 253,030 \text{ kN} < B_{p,Rd} = 572,182 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

VLIV PÁČENÍ - DLE ČSN 73 1401

$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt{\frac{b \cdot d^2}{a}}$$

$$20 \geq t_e = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{74,5 \cdot 30^2}{90}}$$

$$20 \nless 38,98 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{VLIV PÁČENÍ: } \gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot \frac{38,98^3 - 20^3}{30^2} = 1,28$$

$$\gamma_p \cdot F_{t,Ed} = 1,28 \cdot 253,030 = 323,878 \text{ kN}$$

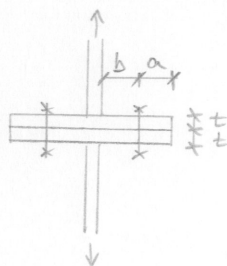
$$323,878 \text{ kN} \nless F_{t,Rd} = 323,136 \text{ kN} \text{ NEVYHOVUJE!}$$

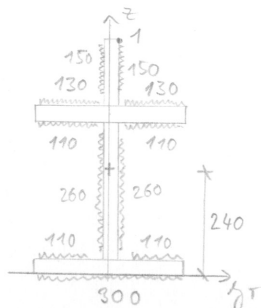
$$\Rightarrow \text{NOVÝ NÁVRH: } 8 \times \text{H30 } 10.9 \quad F_{v,Rd} = 224,4 \text{ kN (TABULKA 4)}$$

$$F_{t,Rd} = 403,9 \text{ kN}$$

$$\frac{45,641}{224,400} + \frac{323,878}{1,4 \cdot 403,9} \leq 1,0$$

$$0,78 < 1,0 \text{ VYHOVUJE!}$$



OVĚŘENÍ PLECHU

$$A_v = 20 \cdot (395 + 20 + 42,5 + 80 + 4 - 2 \cdot 33 \cdot 4) = 5550 \text{ mm}^2$$

$$V_{rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) = 5550 \cdot 235 / \sqrt{3} = 753,009 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V_{Ed} = 365,126 \text{ kN} < V_{rd} = 753,009 \text{ kN} \text{ VÝHOVUJE!}$$

SVARY ODHAD: $\alpha = 12 \text{ mm}$

$$z_c = \frac{12 \cdot 300 \cdot (-6) + 220 \cdot 12 \cdot 46 + 2 \cdot 260 \cdot 12 \cdot 197,5 + 220 \cdot 12 \cdot 349 + 130 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 401 + 2 \cdot 150 \cdot 12 \cdot 482,5}{(300 + 110 \cdot 4 + 2 \cdot 260 + 2 \cdot 130 + 2 \cdot 150) \cdot 12}$$

$$z_c = 240,00 \text{ mm}$$

$$I_{we} = \left(\frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 12^3 + 300 \cdot 12 \cdot 246^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 12^3 + 220 \cdot 12 \cdot 194^2 \right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 260^3 + 12 \cdot 260 \cdot 42,5^2 \right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{12} \cdot 260 \cdot 12^3 + 260 \cdot 12 \cdot 161^2 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 150^3 + 12 \cdot 150 \cdot 242,5^2 \right) \cdot 2$$

$$I_{we} = 762,469 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{we,1} = \frac{I_{we}}{z_1} = \frac{762,469 \cdot 10^6}{317,5} = 2401,477 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{\perp,1} = \tau_{\perp,1} = \frac{H_{Ed}}{W_{we,1} \cdot \sqrt{2}} = \frac{559,240 \cdot 10^6}{2401,477 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{2}} = 164,666 \text{ MPa}$$

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{2} / (a \cdot l) = \frac{365,126 \cdot 10^3}{2} / (12 \cdot 410) = 37,106 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{164,666^2 + 3 \cdot (164,666^2 + 37,106^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

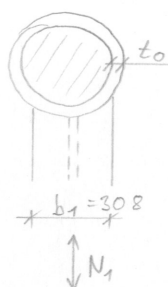
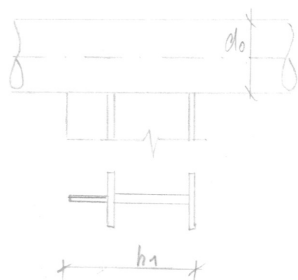
$$335,545 < 360 \text{ MPa} \checkmark$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$164,666 < 0,9 \cdot 360 / 1,25$$

$$164,666 < 259,2 \text{ MPa} \checkmark$$

VÝHOVUJE!

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI PŘÍPOJE NA SLOUPTR 406,4 × 16 S355 $\sigma_{pEd} = 256,4 \text{ MPa}$

$$\beta = \frac{b_1}{d_0} = \frac{308}{406,4} = 0,76$$

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} = \frac{557,5}{406,4} = 1,37$$

$$k_p = 1,0 \text{ (TAH)}$$

$$N_{i,Rd} = k_p \cdot f_{td} \cdot t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$$

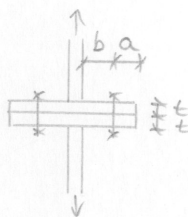
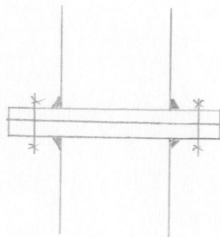
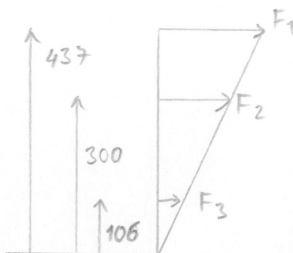
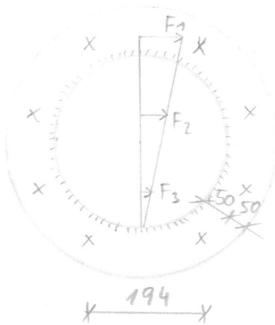
$$N_{i,Rd} = 1 \cdot 355 \cdot 16^2 (4 + 20 \cdot 0,76^2) (1 + 0,25 \cdot 1,37) / 1,0 = 1897,444 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_{i,Rd} = h_1 \cdot N_{i,Rd} / (1 + 0,25\eta) = 557,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1897,444 / (1 + 0,25 \cdot 1,37)$$

$$M_{i,Rd} = 787,952 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 72,261 \text{ kN} < N_{i,Rd} = 1897,444 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

$$M_{Ed} = 559,240 \text{ kNm} < M_{i,Rd} = 787,952 \text{ kNm} \quad \text{VÝHOVUJE!}$$

SLOUP-MONTÁŽNÍ SPOJ

EXTREM-SLOUP-ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO

$$N_{Ed} = 2123,329 \text{ kN (TLAK)}$$

$$V_{Ed} = 112,627 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 218,668 \text{ kNm}$$

ŠROUBY - STRIH

ODHAD: 8x M20 8.8

$$F_{t,Rd} = \frac{A_s \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 245}{1,25 \cdot 10^3} = \underline{\underline{94,080 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{8} = \frac{112,627}{8} = \underline{\underline{14,078 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 94,080 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}}}$$

ŠROUBY - OTLAČENÍ

ODHAD: P20 S235

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 1,5 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 20 / 1,25 \cdot 10^3 = \underline{\underline{172,8 \text{ kN}}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{8} = 14,078 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 172,8 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE!}$$

ŠROUBY-TAH

$$M_{Ed} = 0,437 \cdot F_1 + \frac{300}{437} F_1 \cdot 0,3 + \frac{106}{437} F_1 \cdot 0,106$$

$$F_1 = \frac{218,668}{0,669} = \underline{\underline{326,858 \text{ kN}}}$$

$$F_{1/2} = \frac{326,858}{2} = \underline{\underline{163,429 \text{ kN}}}$$

$$\text{ÚČINEK } N_{Ed}: \frac{-2123,329}{8} = \underline{\underline{-265,416 \text{ kN}}}$$

$$F_{t,Ed} = 163,429 - 265,416 = \underline{\underline{-101,987 \text{ kN (TLAK)}}}$$

VLIV PÁČENÍ

$$t \geq t_e = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{b \cdot d^2}{a}}$$

$$20 \geq 4,3 \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 20^2}{20}}$$

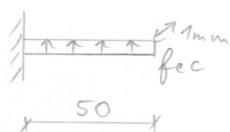
$$20 \neq 31,683 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \gamma_P = 1 + 0,005 \cdot \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \cdot \frac{31,683^3 - 20^3}{20^2} = \underline{\underline{1,3}}$$

$$\gamma_P \cdot F_{1/2} = 1,3 \cdot 163,429 = \underline{\underline{212,458 \text{ kN}}}$$

$$F_{t,Ed} = 212,458 - 265,416 = \underline{\underline{-52,958 \text{ kN}}}$$

VE ŠROUBECH NEVZNIKA TAH. PŘEVAŽUJE VŽDY TLAK!

SVAR

ZJEDNODUŠENĚ:

$$l = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot d = \frac{1}{2} \pi \cdot 406,4 = \underline{638,5 \text{ mm}}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} = V_{Ed} / (a \cdot l) = 112,627 / (4 \cdot 638,5) \cdot 10^3 = \underline{44,1 \text{ MPa}}$$

$$f_{vw,d} = f_w / (\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{w2}) = 360 / (\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25) = \underline{207,8 \text{ MPa}}$$

$$\underline{44,1 \text{ MPa} < 207,8 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}}$$

ÚNOSNOST PŘÍRUBY

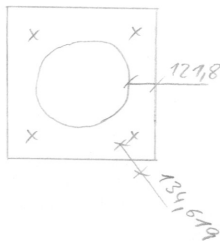
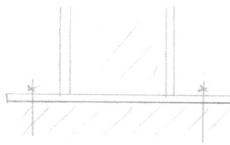
$$A = \pi \cdot \frac{506,4^2}{4} - 8 \times \pi \cdot \frac{22^2}{4} = \underline{198\,367 \text{ mm}^2}$$

$$f_{ec} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{2123\,329}{198\,367} = \underline{10,704 \text{ MPa}}$$

$$\bar{M}_{Ed} = 10,704 \cdot 50^2 \cdot 0,5 = \underline{13\,380 \text{ Nmm}}$$

$$\bar{M}_{Rd} = f_{yd} \cdot W = 235 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 20^3 \right) = \underline{15\,667 \text{ Nmm}}$$

$$\underline{\bar{M}_{Ed} = 13\,380 \text{ Nmm} < \bar{M}_{Rd} = 15\,667 \text{ Nmm} \quad \text{VYHOVUJE!}}$$

SLOUP-KOTVENÍ

$$N_{Ed} = 5094,624 \text{ kN (TLAK)}$$

$$V_{Ed,y} = 0,486 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 3560,423 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 112,991 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = (V_{Ed,y}^2 + V_{Ed,z}^2)^{1/2} = (0,486^2 + 112,991^2)^{1/2} = 112,992 \text{ kN}$$

PATNÍ DESKA-VELIKOST

BETON (PŘEDPOKLAD): C20/25

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

$$f_{cd} = \frac{20}{1,5} = 13,333 \text{ MPa}$$

OCEL S355: $f_y = 355 \text{ MPa}$ (DO TL. 40 mm); $f_y = 335 \text{ MPa}$ (TL > 40 mm)

$$f_{cd} = \frac{N_{Ed}}{A} \Rightarrow A = N_{Ed} \cdot f_{cd} = 5094,624 \cdot 13,333 = 382\,106 \text{ mm}^2$$

ČTVERCOVÁ DESKA:

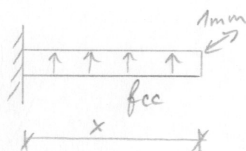
$$A = a^2 \Rightarrow a = \sqrt{A} = \sqrt{382\,106} = 618,147 \text{ mm} \Rightarrow \text{VOLÍM } 650 \text{ mm}$$

$$A = 650^2 = 422\,500 \text{ mm}^2$$

POSOUZENÍ BETONU V TLAKU

$$f_{cc} = N_{Ed} / A = 5094,624 / 422\,500 = 12,058 \text{ MPa}$$

$$f_{cc} = 12,058 \text{ MPa} < f_{cd} = 13,333 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE!}$$

TLOUŠŤKA PLECHU PATNÍ DESKY

$$x = 134,619 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_{cc} \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 12,058 \cdot 0,134\,619^2 = 0,109 \text{ kNm}$$

$$W \geq M_{Ed} / f_y = 109 / 355 \cdot 10^6 = 3,07 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$W = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,001 \cdot t^2 \Rightarrow t \geq \left(\frac{3,07 \cdot 10^{-7} \cdot 6}{0,001} \right)^{1/2} = 0,043 \text{ m} \Rightarrow 45 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = W \cdot f_y = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 45^2 \cdot 335 / 10^6 = 0,113 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 0,109 \text{ kNm} < M_{Rd} = 0,113 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE!}$$

ČÁST:

SPOJE

VYPRACOVAL:

Bc. VÁCLAV ŠPETA

$t > 40 \text{ mm}$ S355
 $f_w = 470 \text{ MPa}$

PŘIVÁŘENÍ PATNÍ DESKY

ZJEDNODUŠENĚ:

$$l = 638,5 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} = V_{Ed} / (a \cdot l) = 112,992 / (4 \cdot 638,5) \cdot 10^3 = \underline{44,2 \text{ MPa}}$$

$$f_{vw,d} = f_w / (\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{m2}) = 470 / (\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25) = \underline{241,2 \text{ MPa}}$$

$$\tau_{II} = 44,2 \text{ MPa} < f_{vw,d} = 241,2 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

=> VZHLEDEM K TLOUŠŤCE DESKY VOLÍM SVAR $a = 7 \text{ mm}$

PŘENOS VODOROVNÉ SÍLY

-TŘENÍ:

$$V_{Rd} = \mu \cdot N_{Ed} = 0,2 \cdot 3560,423 = \underline{712,085 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} = 112,992 \text{ kN} < V_{Rd} = 712,085 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE!}$$

KOTEVNÍ ŠROUBY

=> KONSTRUKČNĚ 4x M20 8.8

POZN.: PRO JEDNODUCHOST VÝSTAVBY BUDOU SVARY
 SJEDNOCENY NA $a = 4 \text{ mm}$ (MINIMUM) A ŠROUBY
 NA MINIMÁLNĚ 8.8. SVORNÍKY ZŮSTANOU 4.6.

Václav Špeta