

POSOUZENÍ VHODNOSTI UMÍSTĚNÍ FVE NA STŘEŠE OBJEKT TRAFOSTANICE I BŘECLAV

TECHNICKÁ ZPRÁVA



Ing. Petr Týmł

Ing. PETR TYML
Inženýrský ústav pro pozemní stavby
ČKAIT - 1300319



TYPRO 2010 s.r.o.
Ing. Petr Týmľ
Masarykova 178, 698 01 Veselí nad Moravou
IČ: 29194741 DIČ: CZ29194741
Tel.: 604 241 109, e-mail: info@typro.cz

Obsah:

1. Identifikační údaje	3
a) název a místo stavby	3
b) Investor - objednatel	3
c) Zpracovatel	3
d) Zpracovatel statického posudku	3
e) Předmět posudku	3
f) Podklady	3
2. Stavebně technický popis	4
3. Návrh FVE - zadání	4
4. Zhodnocení vhodnosti objektu pro umístění FVE	5



TYPRO 2010 s.r.o.
Ing. Petr Týmľ
Masarykova 178, 698 01 Veselí nad Moravou
IČ: 29194741 DIČ: CZ29194741
Tel.: 604 241 109, e-mail: info@typro.cz

1. Identifikační údaje

a) název a místo stavby

Objekt trafostanice I Břeclav

Železniční 3478/1a
Břeclav 690 02
parc.č. st. 2139/3, k.ú. Břeclav [613584]

b) *Investor - objednatel*

Správa železnic, státní organizace

Dlážděná 1003/7
Praha – Nové Město, 110 00
IČ 709 94 234

c) *Zpracovatel*

TYPRO 2010 s.r.o.

Tř. Masarykova 178
Veselí nad Moravou 698 01
Ing. Petr Týmľ

ČKAIT č. 1300619 – autorizovaný inženýr pro pozemní stavby

d) *Zpracovatel statického posudku*

Ing. Jiří Ilčík, Ph.D.

ČKAIT č. 1006408 – autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb

e) *Předmět posudku*

Předmětem posudku je zhodnocení stávajícího objektu Trafostanice I v Břeclavě a zejména jeho střešní konstrukce z pohledu stavebně technického a statického pro záměr investora – instalaci fotovoltaické elektrárny (FVE).

Předmětem posudku není vlastní návrh FVE. Posudek vychází z koncepčního zadání, resp. analýzy FVE, zpracovaného Správou železnic, s.o.

f) *Podklady*

Podkladem pro zpracování posudku byly:

- Výkresy z projektu LOK. DEPO BŘECLAV, Instalace dieselagregátu a trafostanice, vypracoval Státní ústav dopravního projektování, železniční pobočka Brno, 1955



- analýza FVE „Břeclav trafostanice I“ zpracovaná Správou železnic s.o. dne 17.10.2022 – výstup z programu solaredge
- vizuální průzkum a ověření stáv. stavu, provedené firmou TYPRO 2010 s.r.o. na místě samotném v 11/2022

2. Stavebně technický popis

Jedná se o technologický objekt, skládá se ze tří oddílatovaných, ale na sebe navazujících, částí – střední haly, na kterou z obou stran navazují přístavby. Celková délka 39 m, šířka konstrukce je v každé části různá 11,10 m, 9,60 m (hala), 9,0 m. Výška hřebene střední halové části +8,95 m. Kromě jedné krajní nejsou části podsklepeny, založení je na pilotách, podsklepené část na desce.

Stáří konstrukce je přes 50 let, tzn. za hranou návrhové životnosti – je dochována pouze část původní dokumentace z roku 1955, posudek byl vypracován převážně dle této dokumentace. Půdorys nebyl dochován, vychází se z půdorysu krovu.

Konstrukční systém – pravděpodobně železobetonový skelet s vyzdívkami, do kterého jsou uloženy dřevěné příhradové vazníky.

Vazníky dle dokumentace vynáší zeshora pouze vlnitý plech kotvený ke krokům, stejně tak spodní pás vynáší stropní nosníky, ke kterým je kotveno podbití s vrstvou tepelné izolace 4 cm (skelná plst').

Lichoběžníkové příhradové vazníky jsou dřevěné sbíjené, spodní a horní pás je z dvojice prken, veprostřed vyztužených přídavnými prkny. Diagonály jsou prkenné, některé s výztuhami. Výrobní výkres vazníku včetně řešení spojů bylo možné nalézt v dokumentaci, avšak výkres je vzhledem ke stáří velmi obtížně čitelný. Vazníky vynáší střešní trámy, které jsou uloženy nad svislicemi (tzn. cca á 1,0 m), do trámů je kotven trapézový plech.

FTV panely se plánují dle zpracované analýzy uložit pouze na jihozápadní polovinu střech hlavní budovy a vyšší přístavby.

Součástí tohoto posudku není požárně bezpečnostní řešení.

Rovněž tak není součástí ochrana před bleskem. Je třeba v této souvislosti upozornit na skutečnost, že vzdálenost k-cí FVE a k-cí uzemňovací soustavy musí odpovídat příslušným ČSN.

3. Návrh FVE - zadání

Dle poskytnutého koncepčního návrhu – analýzy - Správy železnic, s.o. je uvažováno s instalací fotovoltaické elektrárny na jihozápadní polovině střední halové části (vyšší část) střechy objektu a stejně tak i na střeše JV přístavby (nižší část) o celkovém instalovaném výkonu 16,20 kWp, čítající celkem 36 FV panelů o výkonu 13,50 kW.

Toto navržené umístění FV panelů počítá s jejich předpokládaným osazením na pomocné samonosné hliníkové konstrukce uložené na střešní plášť do řad vedených příčně nad budovou. Konstrukce se ukládají na střešní plášť s podložením vhodnou fólií, např. EPDM, v místě styku podpory se střešním pláštěm a s přitížením betonovými



TYPRO 2010 s.r.o.
Ing. Petr Týmł
Masarykova 178, 698 01 Veselí nad Moravou
IČ: 29194741 DIČ: CZ29194741
Tel.: 604 241 109, e-mail: info@typro.cz

dlaždicemi, popřípadě s dodatečným kotvením k nosné konstrukci střechy (toto se v daném případě nepředpokládá).

Vlastní návrh ani posouzení fotovoltaické elektrárny není předmětem tohoto posudku, navrhované rozmístění FV panelů je patrné z podkladu - „FVE BŘECLAV – TRAFOSTANICE I“, zpracovaný Správou železnic s.o. dne 17.10.2022 – výstup z programu solaredge.

4. Zhodnocení vhodnosti objektu pro umístění FVE

Dle provedeného statického výpočtu a posudku, který je samostatnou přílohou, lze konstatovat, že nosné konstrukce stavby nebudou instalací FVE nepříznivě ovlivněny a na zvýšené zatížení od zařízení FVE bez problému vyhoví bez nutnosti jakýchkoliv konstrukčních úprav s tím, že je třeba respektovat závěry stat. posouzení.

Dále je nutno uvažovat v přípravě záměru instalace FVE s vyvolanou úpravou soustavy ochrany stavby před bleskem, přičemž se bude jednat o úpravy dílcí.

Vzhledem k uvedenému lze po statické a stavebně technické stránce hodnotit objekt „Břeclav – trafostanice I“ jako vhodný pro instalaci FVE. V rámci přípravy stavby je nutné v dalším stupni zpracovat potřebnou projektovou dokumentaci pro její povolení a realizaci v odpovídající podrobnosti s navržením konkrétních řešení instalace a souvisejících stavebních úprav a úprav technických instalací včetně podrobného řešení požární bezpečnosti.

Ve Veselí n. Mor. 11/2022

Ing. Petr Týmł





J2L CONSULT s.r.o.

Brandlova 36, 695 01 Hodonín
tel. 603 285 783 / 603 294 996

VYPRACOVAL:

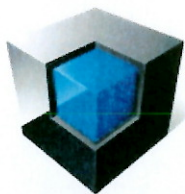
ING. JIŘÍ ILČÍK, Ph.D.

KONTROLOVAL:

ING. JIŘÍ ILČÍK, Ph.D. č.a. ČKAIT 1006408

Č.zak.:

D 1012022



TYPRO
projekční
a inženýrská
činnost

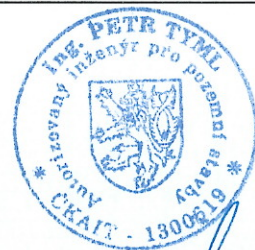
TYPRO 2010 s.r.o.

tř.Masarykova 178, 698 01 Veselí nad Moravou
společnost zapsaná v OR u KS v Brně, oddíl C, vložka 647 35
projekční a inženýrská činnost

IČ 291 94 741

č.autorizace 1300619
info@typro.cz
www.typro.cz

Tato dokumentace je duševním majetkem autora a nesmí být bez předchozího souhlasu kopírována a jinak šířena.
Musí být použita v souladu se SOD a doklady potvrzeními mezi smluvními partnery.



Vypracoval: ING. J. ILČÍK Ph.D.

Kraj: JIHOMORAVSKÝ

Stavebník: Správa železnic, s.o., Dlážděná 1003/7, Nové Město, Praha 1

Stavba: BUDOVA TRAFOSTANICE I.

k.ú.: Břeclav

:

parc. č.: st 2139/3

Profese: STATIKA

Obsah: **STATICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE STŘECHY
NA PŘÍTIŽENÍ FTV PANELY**

Odpovědný projektant: ING. PETR TYML

Místo stavby: BŘECLAV

Formát A4

Datum: 30.11.2022

Stupeň: posudek

Č.zak.: 22.25

Arch.č.: 22.25

Kótováno: MM

Měřítko: - 1:100

Číslo
výkresu :

P

**Statické posouzení konstrukce střechy na přitížení FTV panely
Budova trafostanice I., Břeclav****1. Identifikační údaje**

- 1.1. Objekt: Budova trafostanice I
Parc. č. st. 2139/3, k.ú. Břeclav
- 1.2. Majitel: Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, Nové Město, 11000 Praha1
- 1.3. Objednatel: TYPRO 2010 s.r.o.
tř. Masarykova 178, 69801 Veselí nad Moravou
IČ 291 94 741 | DIČ CZ29194741
e-mail: info@typro.cz
www.typro.cz
Ing. Petr Tým, +420 604 241 109
- 1.4. Zhotovitel posouzení: J2L CONSULT, s.r.o.
Brandlova 36, 695 01 Hodonín
IČ 292 111 23
DIČ CZ29211123
www.j2lconsult.cz
Vypracoval: Ing. Jiří Ilčík, Ph.D. (+420 603 294 996)
autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb číslo autorizace
ČKAIT 1006408

**1.5. Použitá literatura:**

- [L1] Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Pume, Čermák, Nakladatelství ARCH, Praha, 1993
- [L2] Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí ČSN ISO 13822, ČNI 2005
- [L3] Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Holický, Marková, Sýkora, Praha 2010
- [L4] ČSN ISO 13 822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí, ÚNMZ 2015
- [L5] ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb, ČNI 05/2012
- [L6] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČNI 2004, vč. vč. Změny A1, ČNI 2007, Opravy NA ed. A/Oprava 1, ČNI 2007, Opravy Opr. 1, ČNI 2007, Opravy Opr. 2, ČNI 2008, Opravy Opr. 3, ÚNMZ 2010, Změny Z1, ÚNMZ 2010, Změny Z2, ÚNMZ 2010, Změny Z3, ÚNMZ 2010.
- [L7] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI 2004.
- [L8] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ČNI 2005, vč. Změny NA ed. A, ČNI 2005, Změny NA/Z ed. A, ČNI 2006, Změny Z1, ČNI 2006, Změny Z2, ÚNMZ 2010, Změny Z3, ÚNMZ 2010, Opravy Opr. 1, ÚNMZ 2010.
- [L9] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČNI 2007, vč. Změny NA ed. A, ÚNMZ, 2008, Opravy Opr. 1, ČNI 2008, Opravy Opr. 2, ÚNMZ, 2010, Změny Z1, ÚNMZ, 2010.
- [L10] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 2011, včetně změny A1, ÚNMZ 2015 a změny Z1, ÚNMZ 2016
- [L11] Tabulky pro stavitelské kreslení, cvičení a konstrukční návrhy z pozemního stavitelství I. – II. dík. Ing. Milan Rochla, 9. Přepřacované vydání, 1977
- [L12] ČSN ISO 13822 (730038) Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí, doplňující ustanovení

1.6. Metoda průzkumu, dokumentace:

- [P1] Vizualní průzkum – Ing. Tým, TYPRO 2010
- [M1] Výkresy z projektu LOK. DEPO BŘECLAV, Instalace dieselagregátu a trafostanice, vpracoval Státní ústav dopravního projektování, železniční pobočka Brno, 1955

1.7. Účel průzkumu: Posoudit konstrukci na nové zatížení od FTV**1.8. Stupeň dokumentace: Statický posudek.**

2. Nález

2.1. Úvod

Posudek se týká stanovení míry bezpečnosti a použitelnosti stávající konstrukce z hlediska plánovaného přitížení fotovoltaickými panely.

Tato část projektu je dle zadání vypracována na základě dodané dokumentace [M1] a prohlídky provedené fy. Typo 2010 [P1].

Stáří konstrukce je přes 50 let, tzn. za hranou návrhové životnosti – je dochována pouze část původní dokumentace z roku 1955 [M1], posudek byl vypracován převážně dle této dokumentace.

Půdorys nebyl dochován, vychází se z výkresu krovu – objekt se skládá ze tří oddílovaných, ale na sebe navazujících částí – střední haly, na kterou z obou stran navazují přístavby. Celková délka 39 m, šířka konstrukce je v každé části různá 11,10 m, 9,60 m (hala), 9,0 m. Výška hřebene střední halové části +8,95 m. Kromě jedné krajní nejsou části podsklepeny, založení je na pilotách, podsklepené část na desce.

Konstrukční systém – pravděpodobně železobetonový skelet s vyzdívkami, do kterého jsou uloženy dřevěné příhradové vazníky.

Vazníky dle dokumentace vynáší zvrchu pouze vlnitý plech kotvený ke krokvím, stejně tak spodní pás vynáší stropní nosníky, ke kterým je kotveno podbití s vrstvou tepelné izolace 4 cm (skelná plst').

Lichoběžníkové příhradové vazníky jsou dřevěné sbíjené, spodní a horní pás je z dvojice prken, veprostřed vyztužených přídavnými prkny. Diagonály jsou prkenné, některé s výztuhami. Výrobní výkres vazníku včetně řešení spojů bylo možné nalézt v dokumentaci [M1], avšak výkres je vzhledem ke stáří velmi obtížně čitelný. Vazníky vynáší střešní trámy, které jsou uloženy nad svislicemi (tzn. cca á 1,0 m), do trámů je kotven trapézový plech.

2.2. Soulad projektové dokumentace, zaměření, poruchy

Dle vyjádření zhotovitele prohlídky [P1] je budova bez statických porušení a v souladu s dokumentací [M1].

2.3. Statický výpočet

2.3.1. Viz samostatná příloha. Je analyzován vazník nad halou ve střední části. Vzdálenost vazníků dle dokumentace [M1] á 3,6 m, rozpětí vazníku 8,10 m (vzdálenost podpor, změřeno z výkresu).

2.3.2. Dle ČSN EN 1990 uvažováno přímé zatížení, nepřímé zatížení (vynucené deformace, kmitání, změna teploty zemětřesení atp.) nebylo uvažováno.

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce a konstrukčních prvků - bráno dle ČSN EN 1991-1-1, příloha A.
- tíha skladby střechy na horní pás vazníku – 40 kg/m² (včetně FTV)
- tíha skladby podhledu na dolní pás vazníku – 35 kg/m²

Proměnné zatížení krátkodobé:

- sníh – I. sněhová oblast, sk = 70 kg/m²
- vítr – II. oblast, III. kategorie terénu

Proměnné zatížení střednědobé:

- užitné zatížení balkónů, kategorie H (nepřístupné plochy vyjma oprav) – 75 kg/m²

Mimořádné zatížení dle ČSN EN 1991-1-7:

- Nebylo uvažováno. Stavba zatříděna do třídy následků CC2 střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí, návrh konstrukce běžným způsobem dle EC, stavba není navržena na následky poruchy z nespecifikované příčiny (vandalismus, terorismus, válečné události atp.)

3. Posudek

3.1. Střešní trámy na přitížení FTV vyhovují

3.2. Vazníky – průřezy na přitížení FTV vyhovují, spoje nebylo možné ověřit.

4. Závěr

4.1. Tímto předběžným posouzením bylo stanoveno, že **střecha jako celek vyhovuje na dodatečné přitížení fotovoltaickými panely hmotností 30 kg/m².**

4.2. Tento posudek byl vypracován na základě projektové dokumentace a místní prohlídky. Předpokládá se, že:

4.2.1. Stavba odpovídá dokumentaci [M1] a nosné konstrukce jsou v bezvadném stavu.

4.2.2. Zatížení vazníků nepřekračuje maximální hmotnosti uvedené v odstavci 2.3.2.

4.2.3. V rámci tohoto posudku nebylo možné vypracovat posouzení spojů jednotlivých částí vazníků. Před začátkem stavby je nutno provést prohlídku konstrukce dle ČSN ISO 13822 a současně zaměřit / posoudit spoje prutů vazníků.

PŘÍLOHY, FOTODOKUMENTACE:



Obr. 1
Pohled



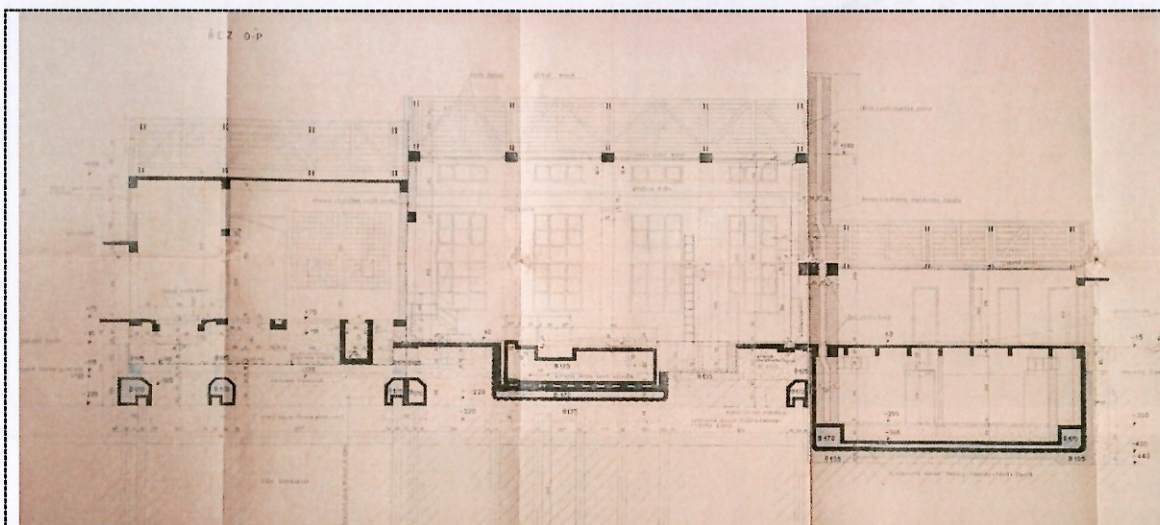
Obr. 2
Pohled



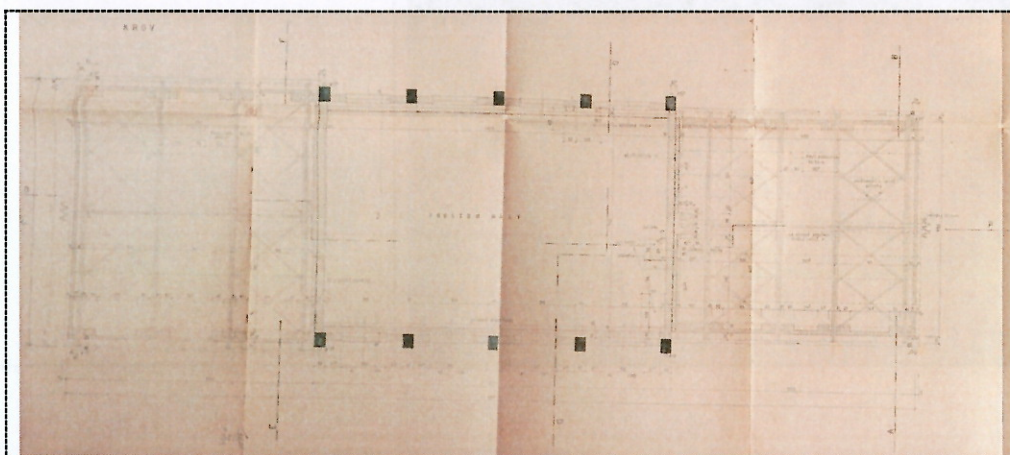
Obr. 3
Podhled do haly



Obr. 4
Podhled do haly



Obr. 5
Podélný řez



Obr. 6
Výkres krovu

Zapsal: Ilčík, Hodonín, 23. 11. 2022

STATICKÝ VÝPOČET

STANOVENÍ ZATÍŽENÍ

HORNÍ PÁS VAZNÍKŮ

Zatížení	Objemová tíha [kN/m³]	Tloušťka vrstvy [m]	Charakteristické [kN/m²]	γ_f	Návrhové [kN/m²]
Stálé					
FTV			0,30		
TR. PLECH			0,10		
VLASTNÍ TÍHA VAZNÍKU				1,35	
Σ stálé		$g_k =$	0,40		$g_d =$ 0,54
Proměnné					
UŽITNÉ - KATEGORIE H (NEPŘÍSTUPNÉ STŘECHY VYJMA OPRAV)			0,75	1,50	1,13
SNÍH			0,56	1,50	0,84
VÍTR					
Σ Proměnné - užité		$q_k =$	-		$q_d =$ -

DOLNÍ PÁS VAZNÍKU

Zatížení	Objemová tíha [kN/m³]	Tloušťka vrstvy [m]	Charakteristické [kN/m²]	γ_f	Návrhové [kN/m²]
Stálé					
TEPELNÁ IZOLACE	1,00	0,05	0,05		
VLASTNÍ TÍHA VAZNÍKU				1,35	
PODHLÉD			0,30		
Σ stálé		$g_k =$	0,35		$g_d =$ 0,47
Proměnné					
UŽITNÉ - KATEGORIE H (NEPŘÍSTUPNÉ STŘECHY VYJMA OPRAV)			0,75	1,50	1,13
Σ Proměnné - užité		$q_k =$	-		$q_d =$ -

POSOUZENÍ TRÁMŮ

STŘEŠENÍ TRÁMY

ROZPĚTÍ TRÁMU	L	3,60 m	DŘEVO C24:	E	11 GPa
VÝŠKA TRÁMU	h	160 mm	MOMENT SETRV.	I_y	3,413E-05 m4
ŠÍŘKA TRÁMU	b	100 mm	VZDÁLENOST VAZBY		1,00 m

MSÚ:

MAX. ZATÍŽENÍ	f_d	1,67 kN/m
MOMENT	M_{ed}	2,70 kNm
SMYK	V_{ed}	3,00 kN

PRŮHYB CHARAKTERISTICKÝ:

MAX. ZATÍŽENÍ	$f =$	1,15 kN/m
PRŮHYB	$w_{inst} = 5/384 f L^4 / (E I) =$	7 mm
MEZNÍ HODNOTA	$L/300 =$	12 mm

VYHOVUJE

PRŮHYB FINÁLNÍ

STÁLÉ ZATÍŽENÍ	$f, G =$	0,46 kN/m
PRŮHYB STÁLÝ	$w_{inst, G} = 5/384 f L^4 / (E I) =$	3 mm
HL. PROMĚN. ZATÍŽENÍ	$f, Q_1 =$	0,75 kN/m
PRŮHYB HL. PROM.	$w_{inst, Q_1} = 5/384 f L^4 / (E I) =$	4 mm
KOMB. SOUČINITEL	ψ_2	0,3
CELKOVÝ PRŮHYB	$w_{fin} = w_{inst, G} (1 + k_{def}) + w_{inst, Q_1} (1 + \psi_2 k_{def}) =$	9 mm
MEZNÍ HODNOTA	$L/150$	24 mm

VYHOVUJE

VL. TÍHA
C24
h 160 mm
b 100 mm
A 0,016 m2
p 350 kg/m3
f 0,056 kg/m

kdef 0,60
ROSTLÉ DŘEVO
TRÍDA PROVOZU 1

ZATÍŽENÍ SNĚHEM



BŘECLAV

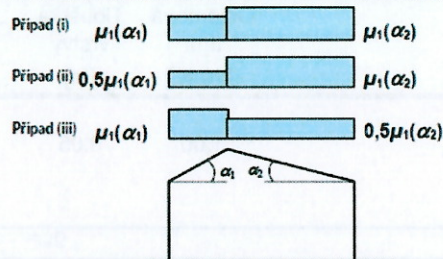
I. oblast, snehovamapa.cz

$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$

$C_e = 1,0$ součinitel expozice

$C_t = 1,0$ teplotní součinitel

ZATEŽOVACÍ STAVY - SEDLOVÁ STŘECHA



$\alpha_1 = 10,00^\circ$
 $\mu_1 = 0,80$
 $s_{k1} = \mu_1 C_e C_t s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$

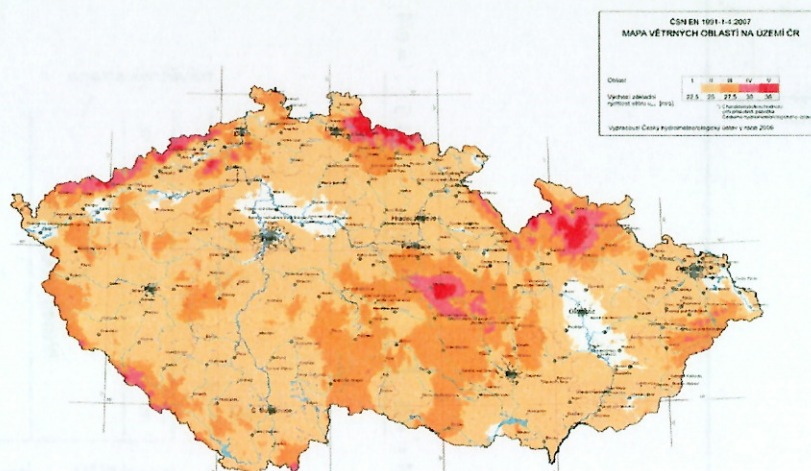
	L	P	
PŘÍPAD (i)	0,56	0,56	kN/m ²
PŘÍPAD (ii)	0,28	0,56	kN/m ²
PŘÍPAD (iii)	0,56	0,28	kN/m ²

LC3-1

LC3-2

ZATÍŽENÍ SNĚHEM	s_k	0,56 kN/m ²	0,28 kN/m ²
VZDALENOST VAZNIC	L'	1 m	1 m
ZATÍŽENÍ NA PRŮMĚT	q	0,56 kN/m ²	0,28 kN/m ²
SKLON	α	10,00 °	25,00 °
PRŮMĚT	L	0,985 m	0,906 m
PŘEVEDENÉ ZATÍŽENÍ	$q' = q L / L' =$	0,55 kN/m ²	0,25 kN/m ²

ZATÍŽENÍ VĚTREM



VĚTRNÁ OBLAST II
KATEGORIE TERÉNU III

$vb_0 = 25,00 \text{ m/s}$
oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, budovami nebo překážkami
(vesnice, lesy)

ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU	$vb = c_{dir} c_{season} vb_0 =$	25,00 m/s
SOUČINITEL SMĚRU VĚTRU	c_{dir}	1,00
SOUČINITEL ROČNÍHO OBDOBÍ	c_{season}	1,00
STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU	$vm(z) = cr(z) c_0(z) vb$	m/s
PARAMETR DRSNOSTI TERÉNU	z_0	0,300
SOUČINITEL TERÉNU	$kr = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} =$	0,215
	$z_{0,II}$	0,050
SOUČINITEL DRSNOSTI TERÉNU	$cr(z) = kr \ln(z / z_0)$	pro $z_{min} < z < z_{max}$
	$cr(z) = cr(z_{min})$	pro $z < z_{min}$
SOUČINITEL OROGRAFIE	$c_0(z)$	1,00
TURBULENCE VĚTRU	$lv(z) = kl / (c_0(z) \ln(z / z_0))$	pro $z_{min} < z < z_{max}$
	$lv(z) = lv(z_{min})$	pro $z < z_{min}$
SOUČINITEL TURBULENCE	kl	1,00
MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU	$qp(z) = (1 + 7 lv(z)) 0,5 \rho vm^2(z)$	Pa
ZÁKLADNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU	$qb = 0,5 \rho vb^2 =$	390,63 Pa
MĚRNÁ HMOTNOST VZDUCHU	ρ	1,25 kg/m ³
SOUČINITEL EXPOZICE	$ce(z) = qp(z) / qb$	

ZATÍŽENÍ PO VÝŠCE:

	z_{min}	z	z_{max}		$cr(z)$	$c_0(z)$	$vm(z)$ m/s	$lv(z)$	$qp(z)$ Pa	$ce(z)$
!	5,00 <	0,00 <	200 OK		0,61	1,00	15,15	0,36	500,3	1,3
!	5,00 <	2,00 <	200 OK		0,61	1,00	15,15	0,36	500,3	1,3
!	5,00 <	4,00 <	200 OK		0,61	1,00	15,15	0,36	500,3	1,3
OK	5,00 <	6,00 <	201 OK		0,65	1,00	16,13	0,33	542,7	1,4
OK	5,00 <	8,00 <	202 OK		0,71	1,00	17,68	0,30	611,9	1,6
OK	5,00 <	9,00 <	203 OK		0,73	1,00	18,31	0,29	641,1	1,6

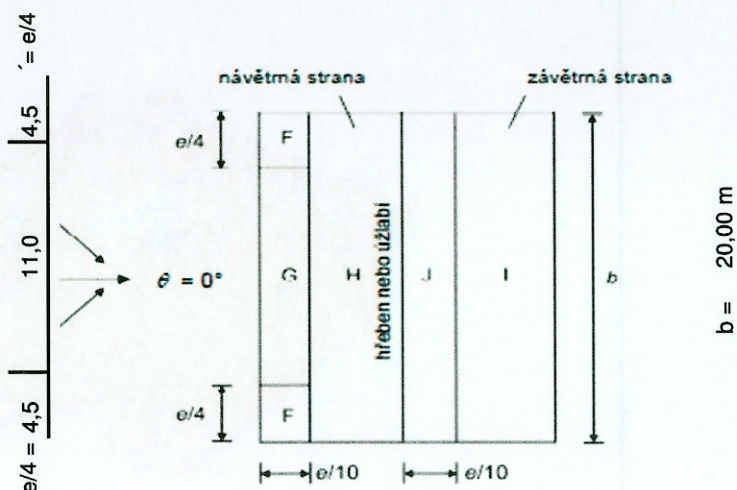


$$h = 9,00 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h)$$

$$e = 18,00$$

SMĚR VĚTRU - ZEPŘEDU, SEDLOVÉ STŘECHY



b) Směr větru $\theta = 0^\circ$

$$\begin{array}{c} e/10 = 1,80 \text{ m} \\ e/10 = 1,80 \text{ m} \\ \hline 1,80 \quad 4,20 \quad 1,80 \quad 4,20 \\ \hline 6,00 \quad 6,00 \end{array}$$

$\alpha_{1,2} = 15^\circ$	A [m ²]	F	G	H	I	J
		8,1	19,8	84,0	84,0	36,0
		-1,8	-0,8	-0,3	-0,4	-1,0
		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0

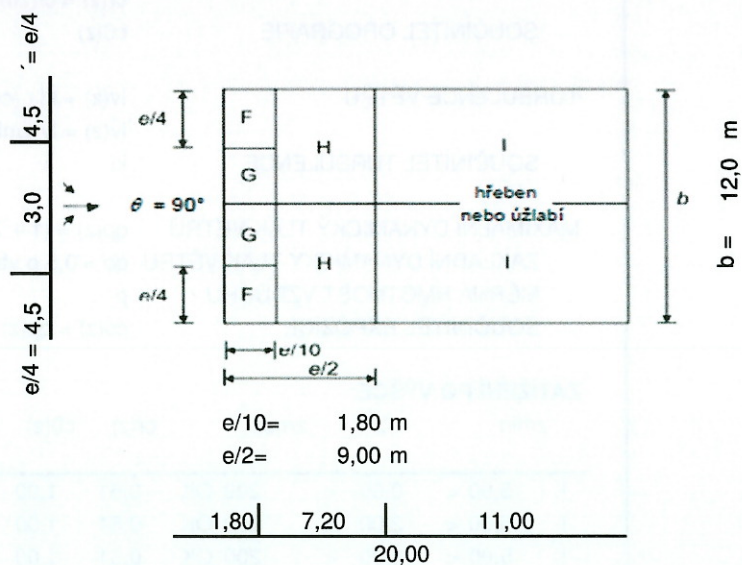
TLAK VĚTRU $w_e = qp(z_e)$ cpe

F	G	H	I	J
-1,15	-0,51	-0,19	-0,26	-0,64
0,13	0,13	0,13	0,00	0,00

[kN/m²]

LC4-1

SMĚR VĚTRU - ZBOKU, SEDLOVÉ STŘECHY



$$\begin{array}{c} e/10 = 1,80 \text{ m} \\ e/2 = 9,00 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 1,80 \quad 7,20 \quad 11,00 \\ \hline 20,00 \end{array}$$

$\alpha_{1,2} = 15^\circ$	A [m ²]	F	G	H	I
		8,1	2,7	43,2	66,0
		-1,3	-2,0	-0,6	-0,5

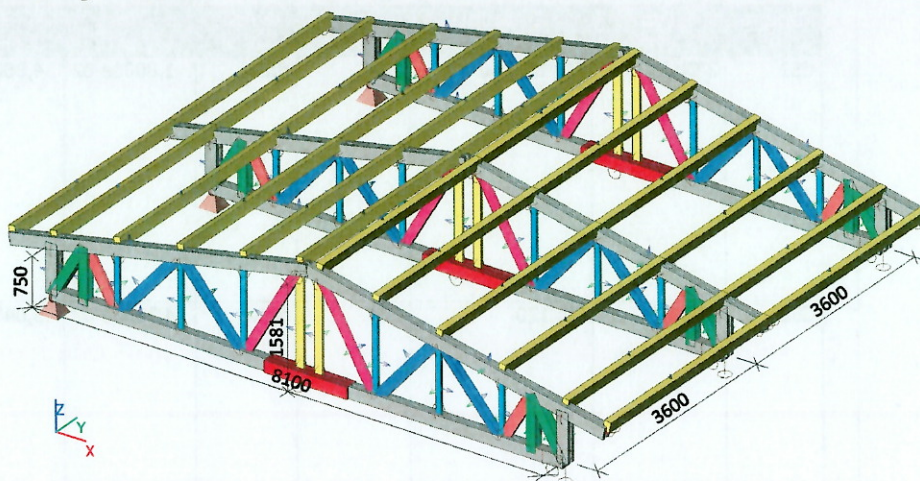
TLAK VĚTRU $w_e = qp(z_e)$ cpe

F	G	H	I
-0,8	-1,3	-0,4	-0,3

[kN/m²]

LC4-2

1. Výpočtový model

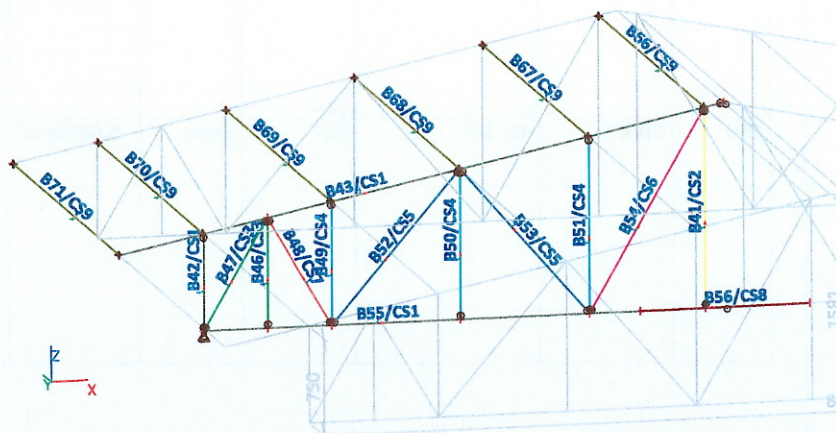


2. Obsah

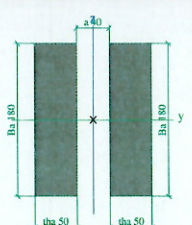
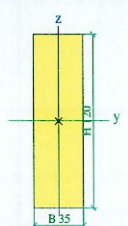
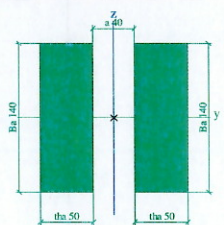
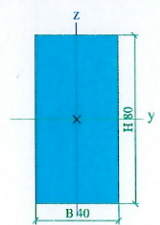
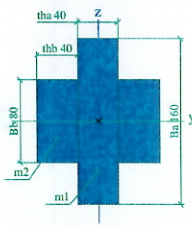
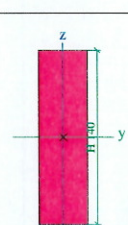
1. Výpočtový model
2. Obsah
3. Výpočtový model
4. Průřezy
5. Zatížení
 - 5.1. Zatěžovací stavy
 - 5.2. Kombinace
 - 5.3. LC1-2
 - 5.4. LC2
 - 5.5. LC3-1
 - 5.6. LC3-2
 - 5.7. LC4-1
 - 5.8. Generátor rovinného zatížení
6. Výsledky
 - 6.1. Obálka MSÚ - My
 - 6.2. Obálka MSÚ - My
 - 6.3. Vnitřní síly na prutu - HORNÍ PÁS
 - 6.4. Vnitřní síly na prutu - DOLNÍ PÁS
 - 6.5. Vnitřní síly na prutu - DIAGONÁLY
 - 6.6.

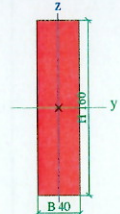
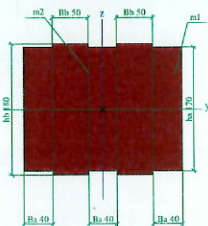
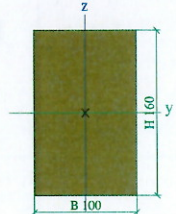
1
1
1
2
3
3
3
4
4
5
5
5
5
5
6
6
6
6
7
7
8

3. Výpočtový model



4. Průřezy

Jméno	Typ	Detailní	Materiál	Výroba	A [m ²]	I _y [m ⁴]	Obrázek
CS1	2 Obdel	50; 180; 40	C24	dřevo	1,8000e-02	4,8600e-05	
CS2	OBDEL	35; 120	C24	dřevo	4,2000e-03	5,0400e-06	
CS3	2 Obdel	50; 140; 40	C24	dřevo	1,4000e-02	2,2867e-05	
CS4	OBDEL	40; 80	C24	dřevo	3,2000e-03	1,7067e-06	
CS5	Křížek	160; 40; 80; 40	C24	dřevo	1,2800e-02	1,7067e-05	
CS6	OBDEL	40; 140	C24	dřevo	5,6000e-03	9,1467e-06	

Jméno	Typ	Detailní	Materiál	Výroba	A [m ²]	I _y [m ⁴]	Obrázek
CS7	OBDEL	40; 160	C24	dřevo	6,4000e-03	1,3653e-05	
CS8	2+3 El.plné	40; 170; 50; 180	C24	dřevo	3,8400e-02	9,7730e-05	
CS9	OBDEL	100; 160	C24	dřevo	1,6000e-02	3,4133e-05	

5. Zatížení

5.1. Zatěžovací stavy

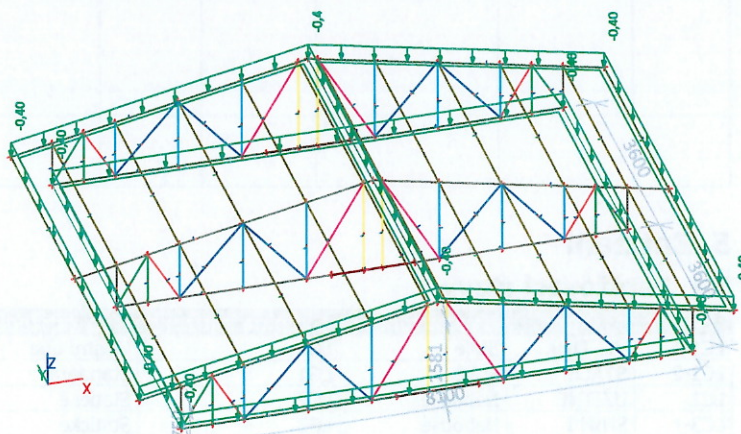
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení
LC1-1	VL. TÍHA	Stálé	LG1	Vlastní tíha		-Z	
LC1-2	STÁLÉ	Stálé	LG1	Standard			
LC2	UŽITNÉ	Nahodilé	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé
LC3-1	SNÍH I	Nahodilé	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé
LC3-2	SNÍH II	Nahodilé	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé
LC4-1	VÍTR TLAK	Nahodilé	LG3	Statické	Standard		Krátkodobé

5.2. Kombinace

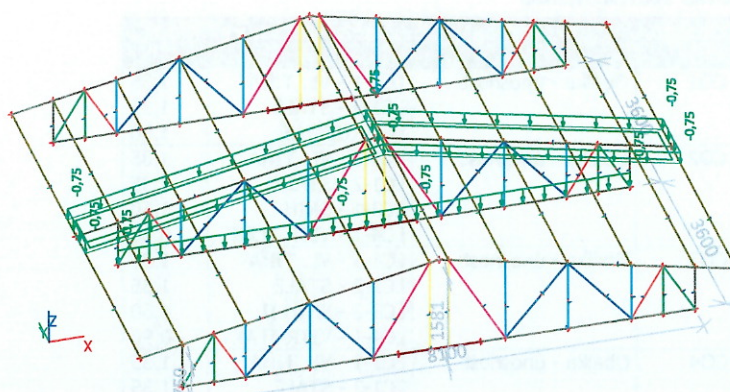
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	Obálka - únosnost	LC1-1 - VL. TÍHA LC1-2 - STÁLÉ LC2 - UŽITNÉ	1,35 1,35 1,50
CO2	Obálka - únosnost	LC1-1 - VL. TÍHA LC1-2 - STÁLÉ LC3-1 - SNÍH I LC4-1 - VÍTR TLAK	1,35 1,35 1,50 0,90
CO3	Obálka - únosnost	LC1-1 - VL. TÍHA LC1-2 - STÁLÉ LC3-2 - SNÍH II LC4-1 - VÍTR TLAK	1,35 1,35 1,50 0,90
CO4	Obálka - únosnost	LC1-1 - VL. TÍHA LC1-2 - STÁLÉ LC3-1 - SNÍH I LC4-1 - VÍTR TLAK	1,35 1,35 0,75 1,50
CO5	Obálka - únosnost	LC1-1 - VL. TÍHA LC1-2 - STÁLÉ LC3-2 - SNÍH II	1,35 1,35 0,75

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO6	Obálka - použitelnost	LC4-1 - VÍTR TLAK	1,50
		LC1-1 - VL. TÍHA	1,00
		LC1-2 - STÁLÉ	1,00
		LC2 - UŽITNÉ	1,00
CO7	Obálka - použitelnost	LC1-1 - VL. TÍHA	1,00
		LC1-2 - STÁLÉ	1,00
		LC3-1 - SNÍH I	1,00
		LC4-1 - VÍTR TLAK	0,60
CO8	Obálka - použitelnost	LC1-1 - VL. TÍHA	1,00
		LC1-2 - STÁLÉ	1,00
		LC3-2 - SNÍH II	1,00
		LC4-1 - VÍTR TLAK	0,60
CO9	Obálka - použitelnost	LC1-1 - VL. TÍHA	1,00
		LC1-2 - STÁLÉ	1,00
		LC3-1 - SNÍH I	0,50
		LC4-1 - VÍTR TLAK	1,00
CO10	Obálka - použitelnost	LC1-1 - VL. TÍHA	1,00
		LC1-2 - STÁLÉ	1,00
		LC3-2 - SNÍH II	0,50
		LC4-1 - VÍTR TLAK	1,00

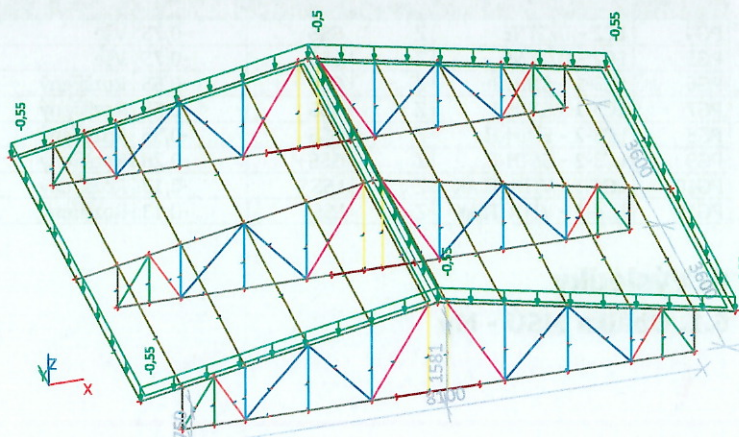
5.3. LC1-2



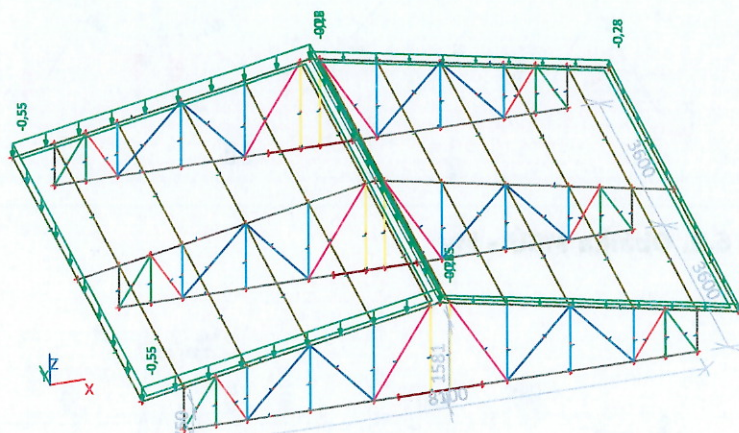
5.4. LC2



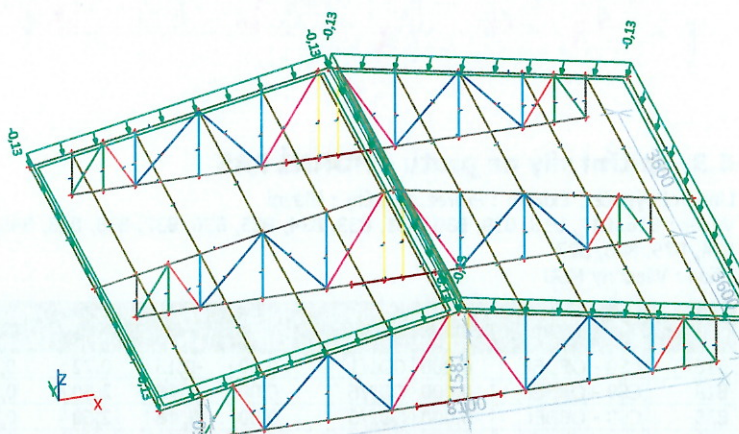
5.5. LC3-1



5.6. LC3-2



5.7. LC4-1



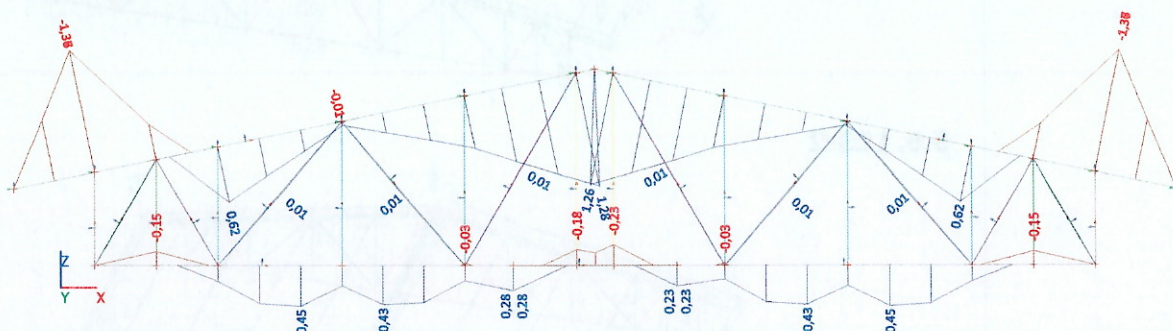
5.8. Generátor rovinného zatížení

Jméno	Zatěžovací stav	Směr	Systém	q [kN/m ²]	Zatížené pruty :
PG1	LC1-2 - STÁLÉ	Z	GSS	-0,40	Rozšířený
PG2	LC1-2 - STÁLÉ	Z	GSS	-0,40	Rozšířený
PG3	LC1-2 - STÁLÉ	Z	GSS	-0,40	Vše

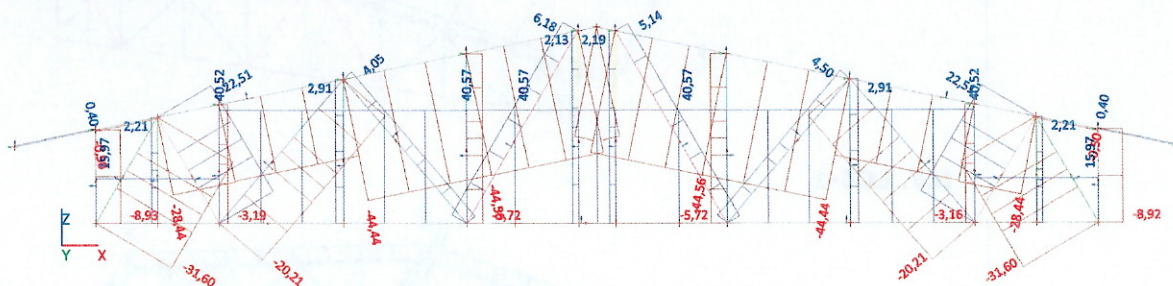
Jméno	Zatěžovací stav	Směr	Systém	q [kN/m ²]	Zatížené pruty :
PG4	LC2 - UŽITNÉ	Z	GSS	-0,75	Vše
PG5	LC2 - UŽITNÉ	Z	GSS	-0,75	Vše
PG6	LC3-1 - SNÍH I	Z	GSS	-0,55	Rozšířený
PG7	LC3-1 - SNÍH I	Z	GSS	-0,55	Rozšířený
PG8	LC3-2 - SNÍH II	Z	GSS	-0,55	Rozšířený
PG9	LC3-2 - SNÍH II	Z	GSS	-0,28	Rozšířený
PG10	LC4-1 - VÍTR TLAK	Z	LSS	-0,13	Rozšířený
PG11	LC4-1 - VÍTR TLAK	Z	LSS	-0,13	Rozšířený

6. Výsledky

6.1. Obálka MSÚ - My



6.2. Obálka MSÚ - My



6.3. Vnitřní síly na prutu - HORNÍ PÁS

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : B16, B17, B18, B19, B30, B31, B33, B34, B35, B36, B37, B38, B43, B45, B66, B67, B68, B69, B70, B71, B72, B73, B74, B75, B76, B77

Třída : Všechny MSU

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B16	CS9 - OBDEL	0,000	CO1/1	0,00	-0,13	0,72	0,00	0,00	0,00
B18	CS9 - OBDEL	0,000	CO2/6	0,00	-0,46	2,60	0,00	0,00	0,00
B35	CS9 - OBDEL	0,000	CO2/6	0,00	0,46	2,60	0,00	0,00	0,00
B18	CS9 - OBDEL	3,600	CO2/2	0,00	0,45	-2,82	0,00	0,00	0,00
B18	CS9 - OBDEL	0,000	CO2/2	0,00	-0,45	2,82	0,00	0,00	0,00
B19	CS9 - OBDEL	0,000	CO1/3	0,00	-0,20	1,13	-0,01	0,00	0,00
B36	CS9 - OBDEL	0,000	CO1/3	0,00	0,20	1,13	0,01	0,00	0,00
B18	CS9 - OBDEL	1,800	CO2/2	0,00	0,00	0,00	0,00	2,53	-0,41
B18	CS9 - OBDEL	1,800	CO2/6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	-0,41
B35	CS9 - OBDEL	1,800	CO2/6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	0,41
B43	CS1 - 2 Obdel	3,732	CO2/2	-44,56	0,00	0,76	0,00	0,58	0,00
B43	CS1 - 2 Obdel	0,670	CO2/6	0,40	0,00	-1,93	0,00	-1,27	0,00

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B43	CS1 - 2 Obdel	4,804	CO3/4	-36,28	0,00	-8,35	0,00	0,00	0,00
B43	CS1 - 2 Obdel	1,180	CO2/2	-28,44	0,00	2,01	0,00	-0,40	0,00
B43	CS1 - 2 Obdel	0,670	CO2/2	0,40	0,00	-2,07	0,00	-1,37	0,00
B43	CS1 - 2 Obdel	4,651	CO3/4	-36,29	0,00	-8,34	0,00	1,28	0,00

6.4. Vnitřní síly na prutu - DOLNÍ PÁS

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : B39, B55, B56

Třída : Všechny MSU

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B39	CS1 - 2 Obdel	2,390	CO1/1	9,33	0,00	0,27	0,00	0,03	0,00
B39	CS1 - 2 Obdel	0,000	CO2/2	40,57	0,00	0,20	0,00	0,23	0,00
B55	CS1 - 2 Obdel	3,000	CO1/3	34,58	0,00	-1,73	0,00	-0,03	0,00
B39	CS1 - 2 Obdel	0,390	CO1/3	34,58	0,00	1,73	0,00	-0,03	0,00
B39	CS1 - 2 Obdel	0,000	CO1/1	23,23	0,00	-0,03	0,00	0,15	0,00
B39	CS1 - 2 Obdel	2,890	CO2/2	15,97	0,00	-1,17	0,00	-0,15	0,00
B39	CS1 - 2 Obdel	1,723	CO1/3	34,58	0,00	0,42	0,00	0,45	0,00
B56	CS8 - 2+3 El.plné	0,000	CO2/2	40,57	0,00	-0,20	0,00	0,23	0,00
B56	CS8 - 2+3 El.plné	0,510	CO1/3	34,61	0,00	-1,62	0,00	-0,18	0,00
B56	CS8 - 2+3 El.plné	0,810	CO1/3	34,61	0,00	1,62	0,00	-0,18	0,00
B56	CS8 - 2+3 El.plné	0,810	CO3/4	36,82	0,00	-0,89	0,00	-0,23	0,00
B56	CS8 - 2+3 El.plné	0,000	CO3/4	36,82	0,00	-0,12	0,00	0,28	0,00

6.5. Vnitřní síly na prutu - DIAGONÁLY

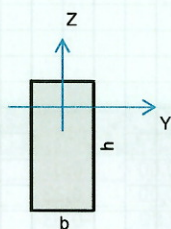
Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : B40, B41, B42, B44, B46, B47, B48, B49, B50, B51, B52, B53, B54, B57, B58, B59, B60, B61, B62, B63, B64, B65

Třída : Všechny MSU

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B41	CS2 - OBDEL	0,000	CO3/5	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B40	CS2 - OBDEL	1,550	CO3/4	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B40	CS2 - OBDEL	0,000	CO1/1	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B40	CS2 - OBDEL	0,000	CO2/2	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B42	CS1 - 2 Obdel	0,000	CO3/4	-8,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B47	CS3 - 2 Obdel	0,000	CO2/2	-31,60	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
B46	CS3 - 2 Obdel	0,853	CO1/3	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B47	CS3 - 2 Obdel	0,988	CO1/1	-18,41	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00
B47	CS3 - 2 Obdel	0,000	CO1/3	-27,86	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
B47	CS3 - 2 Obdel	0,494	CO1/3	-27,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B48	CS7 - OBDEL	0,988	CO2/2	22,51	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
B48	CS7 - OBDEL	0,988	CO1/1	12,81	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
B48	CS7 - OBDEL	0,000	CO1/1	12,79	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
B48	CS7 - OBDEL	0,494	CO1/1	12,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B51	CS4 - OBDEL	0,000	CO2/2	-5,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B50	CS4 - OBDEL	1,160	CO1/3	2,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B52	CS5 - Křížek	0,000	CO2/2	-20,21	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
B64	CS5 - Křížek	0,000	CO3/4	4,50	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
B52	CS5 - Křížek	1,532	CO1/1	-11,20	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00
B52	CS5 - Křížek	0,000	CO1/1	-11,27	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
B52	CS5 - Křížek	0,766	CO1/3	-16,69	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
B54	CS6 - OBDEL	1,792	CO3/4	6,18	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
B54	CS6 - OBDEL	1,792	CO1/3	4,67	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
B54	CS6 - OBDEL	0,000	CO1/3	4,63	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
B54	CS6 - OBDEL	0,896	CO1/3	4,65	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

6.6.



ROSTLÉ DŘEVO :

km 0,7
kcr 0,67

- 1 SPODNÍ PÁS
2 HORNÍ PÁS
3 DIAGONÁLA
4
5
6

POSOUZENÍ PRVKŮ Z ROSTLÉHO DŘEVA

TŘÍDA PEVNOSTI DŘEVA: C16	k_{mod}	0,9
TYP DŘEVA: Rostlé dřevo	γ_M	1,3
DOBA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ: Krátkodobé	β_c	0,2
TŘÍDA PROVOZU: 2	$E_{0,05}$	5,36 GPa
	$E_{0,MEAN}$	8,00 GPa

TŘÍDA PROVOZU 2 :

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20 °C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

PŘÍKLAD DOBY TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ Krátkodobé :
méně než 1 týden, vítr a sníh

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

PEVNOST V OHYBU $f_{m,k}$	16,00 MPa	PEVNOST V TAHU $f_{t,0,k}$	9,60 MPa
$f_{m,d}$	11,08 MPa	$f_{t,0,d}$	6,65 MPa
PEVNOST VE SMYKU $f_{v,k}$	1,84 MPa		
$f_{v,d}$	1,27 MPa		
PEVNOST V TLAKU $f_{c,0,k}$	17,41 MPa		
$f_{c,0,d}$	12,05 MPa		

VNITŘNÍ SÍLY, PRŮŘEZY

PRVEK	Ned	Myed	Mzed	Vyed	Vzed	VZORCE TAH:	VZORCE VZPĚR:
Č.	kN	kNm	kNm	kN	kN	$\sigma_{t0d} = Ned / A$	$\lambda = l_{eff} / i$
1	40,57	0,45	0,00	0,00	1,73		$\sigma_{crit} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda^2$
2	-44,56	1,37	0,00	0,00	8,35		$\lambda_{rel} = (f_{c0k} / \sigma_{crit})^{0,5}$
3	-31,60	0,00	0,00	0,00	0,00		$K = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$
4							$Kc = 1 / (K + (K^2 - \lambda_{rel}^2)^{0,5})$
5							
6							

PRVEK	b	h	A	L	β	Wely	Welz	Iy	iy	Iz	iz
Č.	mm	mm	m ²	m		m ³	m ³	m ⁴	m	m ⁴	m
1	100	180	0,018	5,10	1,0	5,40E-04	3,00E-04	4,86E-05	0,05196	1,50E-05	0,0289
2	50	180	0,009	1,00	0,8	2,70E-04	7,50E-05	2,43E-05	0,05196	1,88E-06	0,0144
3	50	140	0,007	0,90	1,0	1,63E-04	5,83E-05	1,14E-05	0,04041	1,46E-06	0,0144
4											
5											
6											

POSOUZENÍ "TLAK + OHYB" V OSE Z

PRVEK Č.	OHYB					VZPĚR (N < 0)					TAH (N > 0)		VYUŽITÍ %	
	σ_{myd} MPa	σ_{mzd} MPa	$\sigma_{myd} + \sigma_{mzd}$ MPa	f_{md} MPa	%	λ	σ_{crit} MPa	λ_{rel}	K	Kc	%	σ_{t0d} MPa		%
1	0,83	0,00	0,83	11,08	8	176,7	1,6949	3,2051	5,9268	0,09	0	2,25	34	41
2	5,07	0,00	5,07	11,08	46	14,4	253,93	0,2619	0,5305	1,01	41	-4,95	0	87
3	0,00	0,00	0,00	11,08	0	62,4	13,606	1,1312	1,2229	0,59	63	-4,51	0	63
4														
5														
6														

POSOUZENÍ SMYKU

PRVEK	τ_{vdy}	τ_{vdz}	f_{md} kcr	VYUŽITÍ %
Č.	MPa	MPa	MPa	%
1	0	0,1442	0,85	17
2	0			
3	0			
4				
5				
6				

