



Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Návrh konstrukce ocelové haly a opláštění

Autor bakalářské práce: Marek Permedla

Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Luboš Podolka

Oponent bakalářské práce: Ing. Ladislav Husinecký

České Budějovice, červen 2017

Motivace a důvody k řešení daného problému

- Vlastní téma BP
- Původní záměr: návrh stavební konstrukce → tvorba 3D modelu na PC → vizualizace pomocí 3D tisku
- Volba stavební konstrukce: ocelová hala s příhradovým vazníkem
- Zúžení tématu pouze na návrh a statické posouzení konstrukce ocelové haly + návrh opláštění

Cíl bakalářské práce

- Návrh konstrukce ocelové haly s příhradovým vazníkem (dispozice, rozmístění nosných prvků)
- Návrh a statické posouzení nosných prvků konstrukce
- Návrh vybraných spojů
- Návrh vhodného střešního a obvodového pláště

Výzkumný problém – výzkumné otázky

Výzkumné otázky vycházejí z cíle této práce:

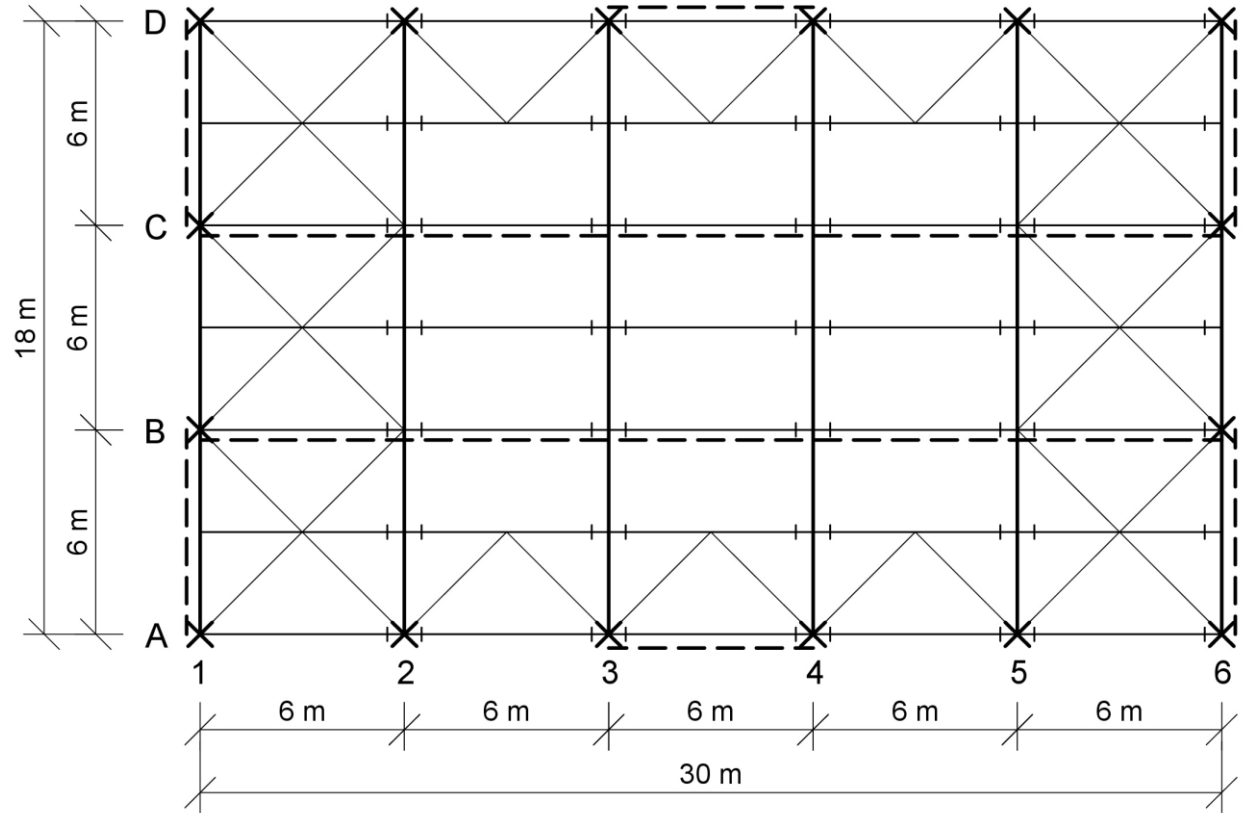
1. Splňují navržené obvodové pláště požadované hodnoty součinitele prostupu tepla?
2. Vyhovují navržené prvky konstrukce na mezní stav únosnosti (MSÚ) ?
3. Vyhovují navržené prvky konstrukce na mezní stav použitelnosti (MSP) ?
4. Vyhovují vybrané spoje na dané namáhání?

Představení navržené ocelové haly

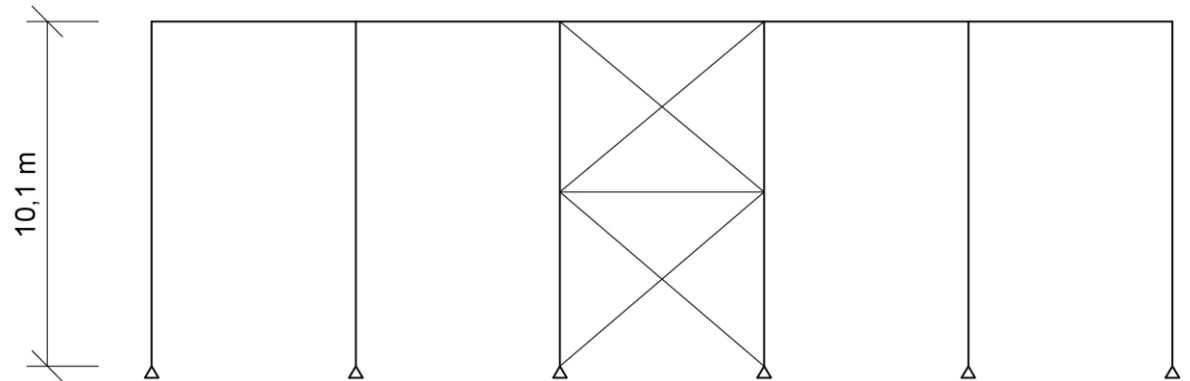
Základní údaje:

- Půdorysné (osové) rozměry 18 x 30 m
- Vzdálenost příčných vazeb 6 m
- Střecha sedlová, sklon 10%
- Celková výška objektu 11 m (hřeben střechy)
- Světlá výška haly 7,96 m (úroveň podlahy až spodní pás příhradového vazníku)
- Místo stavby: České Budějovice
- Účel stavby: výrobní nebo montážní hala s celoročním provozem (vytápěná)

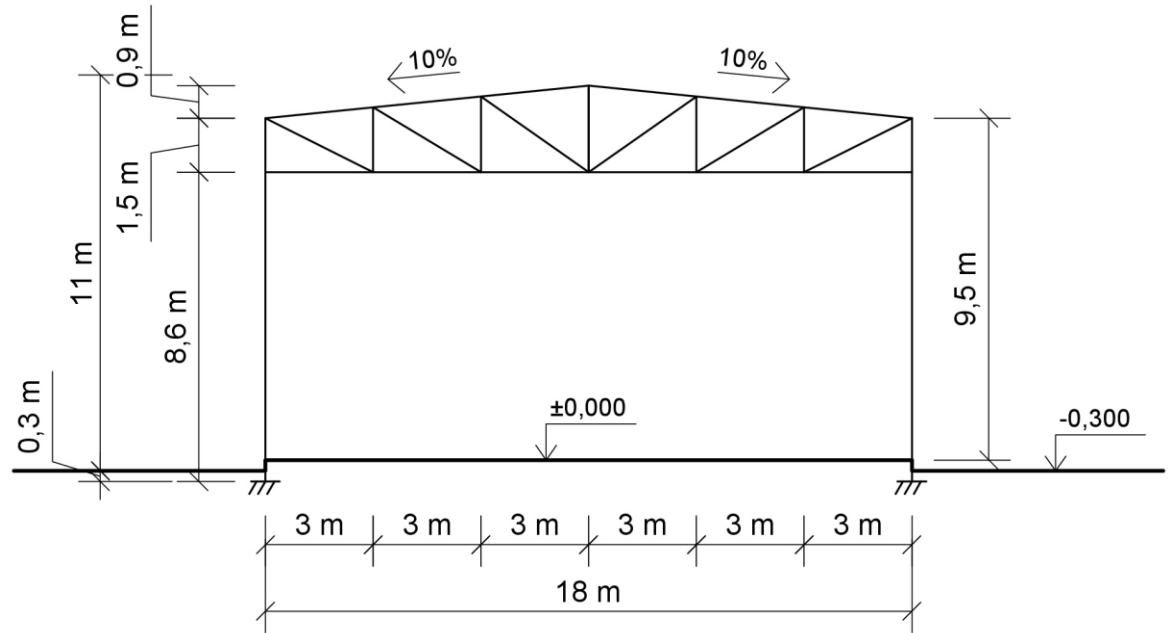
Půdorys haly:



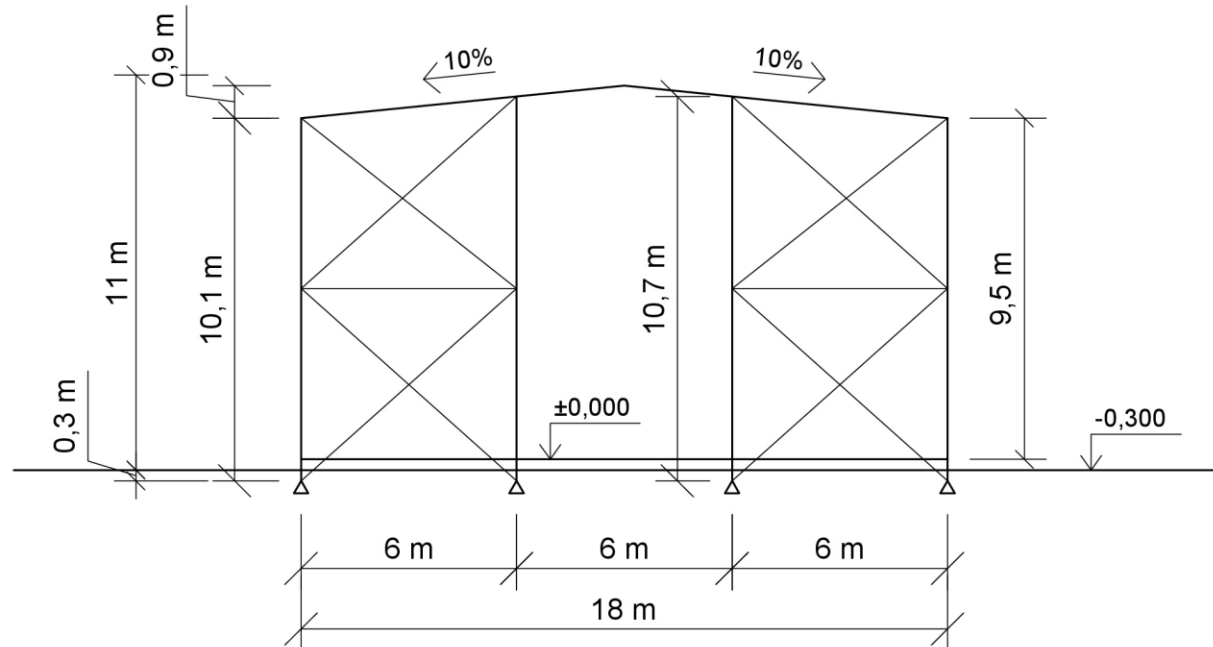
Boční pohled:



Příčný řez:



Pohled na
šítovou stěnu:



Návrh a statické posouzení nosných prvků konstrukce - postup výpočtu:

- **Zatížení**

- Stálé (vlastní tíha) (ČSN EN 1991-1-1)
- Proměnné – sněhem (ČSN EN 1991-1-3)
 - větrem (ČSN EN 1991-1-4)

- **Zatěžovací stavy (ZS)**

- určení zatěžovací plochy posuzovaného prvku konstrukce
- v případě, že se na konstrukci nachází více prvků stejného typu, posuzujeme ty, které jsou nejvíce namáhané

- **Kombinace zatěžovacích stavů (KZS)**

- ZS stavy nepůsobí nikdy všechny dohromady v plné intenzitě → KZS
- hledáme nejméně příznivou KZS

- **Průběhy vnitřních sil**

- ruční výpočet nebo pomocí programu FIN EC 2017

- **Návrh profilu prvku**

- tabulky ocelových prvků

- **Posouzení na MSÚ**

- dle ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- výpočet návrhové únosnosti podle druhu rozhodujícího namáhání prvku: tah, tlak (vzpěr), ohyb, ohyb s vlivem klopení, interakce tlaku s ohybem, kroucení
- podmínka spolehlivosti: návrhová únosnost \geq návrhová vnitřní síla

- **Posouzení na MSP**

- ČSN EN 1993-1-1 udává doporučené největší hodnoty průhybů
- výpočet průhybu ručně nebo pomocí programu FIN EC 2017
- podmínka MSP: průhyb prvku \leq mezní průhyb

Navržené nosné prvky konstrukce

název prvku	navržený profil	m profilu	délka	m prvku	poč.ks	m celkem
		[kg/m]	[m]	[kg]		[kg]
vaznice	UPE 180	19,7	6,00	118,20	40	4728,00
paždík	UPE 160	17,0	6,00	102,00	76	7752,00
příhradový vazník	viz násl. tabulka	31,6	18,00	569,22	4	2276,88
sloup příčné vazby	HE 400 A	124,8	10,10	1260,48	8	10083,84
příčle (plnostěnný vazník)	IPE 160	15,8	18,09	285,82	2	571,64
rohový (krajový) sloup	2x U 240	66,4	10,10	670,64	4	2682,56
sloupek štítové stěny	IPE 330	49,1	10,70	525,37	4	2101,48

celkem hmotnost nosných prvků konstrukce: 30196,40 kg

Navržené prvky příhradového vazníku:

název prvku	navržený profil	m profilu	délka	m prvku	poč.ks	m celkem
		[kg/m]	[m]	[kg]		[kg]
S	80x80x5	11,5	18,000	207,00	1	207,00
H	80x80x5	11,5	9,045	104,02	2	208,04
D ₁	60x60x4	6,9	3,354	23,14	2	46,29
D ₂	40x40x4	4,4	3,499	15,40	2	30,79
D ₃	40x40x4	4,4	3,662	16,11	2	32,23
V ₁	40x40x4	4,4	1,800	7,92	2	15,84
V ₂	40x40x4	4,4	2,100	9,24	2	18,48
V ₃	40x40x4	4,4	2,400	10,56	1	10,56

hmotnost příhradového vazníku: 569,22 kg

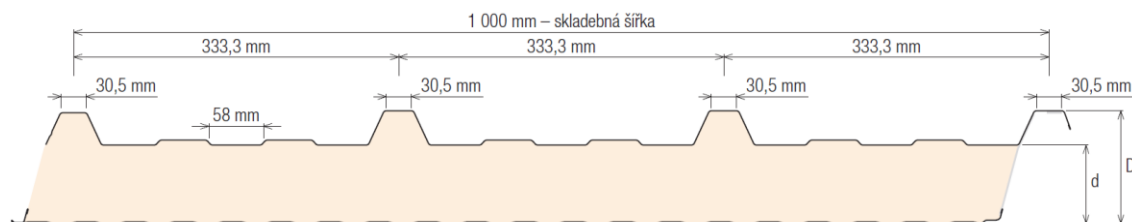
Navržená ztužidla a vybrané spoje

- Ztužidlo ve štítové stěně:
 - diagonála L 70 x 6
 - přípoj diagonály 2 x M20 5.6
- Příčné ztužidlo ve střešní rovině:
 - diagonála L 70 x 6
 - přípoj diagonály 2 x M20 5.6
- Podélné ztužidlo:
 - diagonála L 70 x 6, v místě křížení jsou diagonály spojeny
 - přípoj diagonály 2 x M20 5.6
- Spoj vaznice – vazník:
 - přípojovací botka L 130x90x10
 - šroubový spoj M16 5.6 (vaznice – botka)
 - koutový svar $a = 4 \text{ mm}$ (botka – horní pás příhradového vazníku)
- Přípoj diagonály na pás v příhradovém vazníku:
 - koutový svar $a = 4 \text{ mm}$
- Uložení vazníku na sloup:
 - šroubový spoj 4x M16 5.6

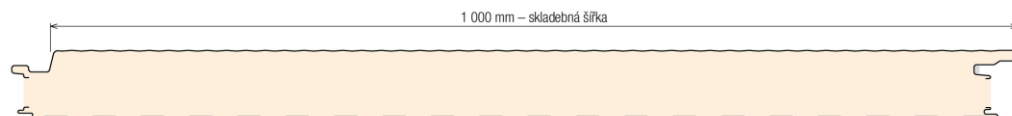
Návrh střešního a obvodového pláště

- Sendvičové panely Kingspan s izolačním jádrem z pěny IPN Firesafe
- **Výhody:** velmi dobré tepelněizolační vlastnosti, nízká hmotnost, rychlá montáž
- **Nevýhody:** nižší tuhost panelů

Řez střešním panelem KS1000 RW:



Řez stěnovým panelem KS1000 AWP:



Závěrečné shrnutí

- Navržené obvodové pláště splňují požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov.
- Byla navržena konstrukce ocelové haly s příhradovým vazníkem. Statickým výpočtem bylo ověřeno, že všechny navržené nosné prvky vyhovují na MSÚ i MSP.
- Navržená ztužidla a navržené vybrané spoje vyhovují na daná namáhání, což bylo ověřeno výpočtem.
- Tím byl naplněn cíl práce.
- Softwarové nástroje pro statický výpočet konstrukce

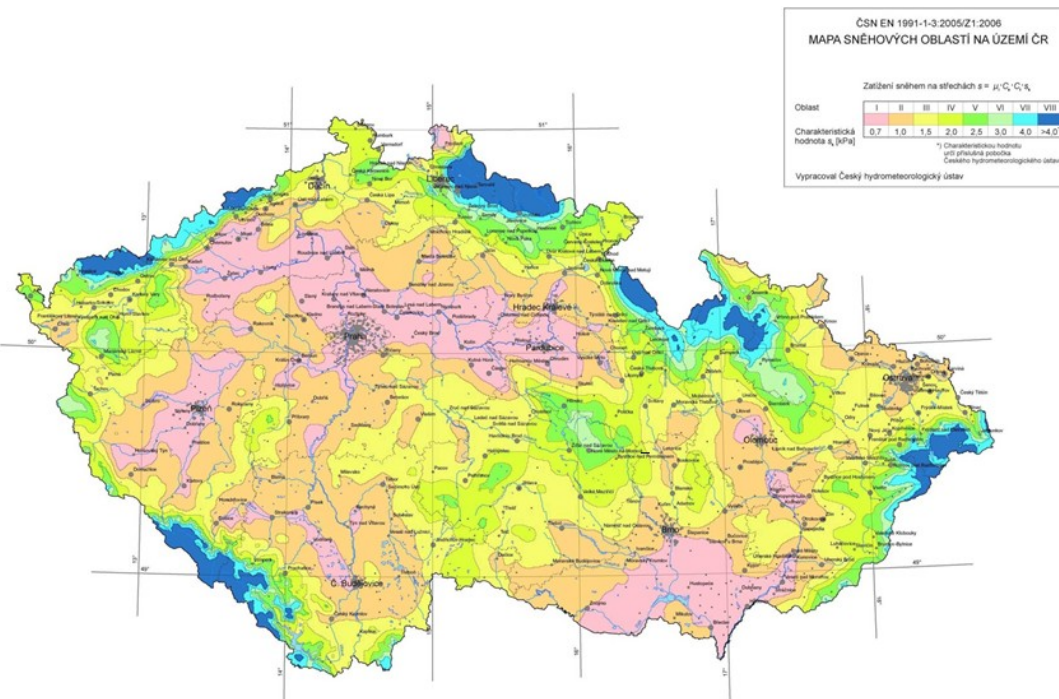
Děkuji za pozornost

Doplňující otázka oponenta: Počítal jste v návrhu haly s nějakou konkrétní sněhovou oblastí a oblastí pro zatížení větrem?

Zatížení sněhem

- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.

Mapa sněhových oblastí:



- lokalita: České Budějovice,
→ sněhová oblast II

- → charakteristické zatížení sněhem
 $s_k = 1,00 \text{ kPa} = 1,00 \text{ kN/m}^2$

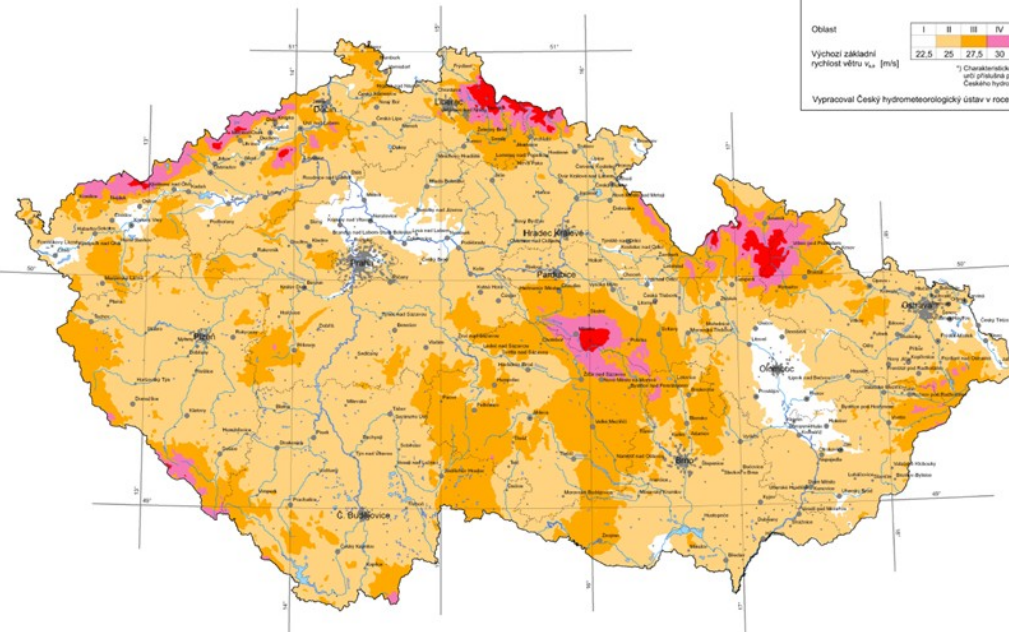
- www.snehovamapa.cz

Doplňující otázka oponenta: Počítal jste v návrhu haly s nějakou konkrétní sněhovou oblastí a oblastí pro zatížení větrem?

Zatížení větrem

- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

Mapa větrných oblastí:



- lokalita: České Budějovice, → větrná oblast II
- → výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Doplňující otázka vedoucího práce: Jak by vypadaly základy navržené haly a konstrukce podlahy v hale - uveďte možná řešení které znáte.

Základy haly:

- základové patky
- základové pasy
- piloty (vrtané, zarážené, mikropiloty)

Podlaha haly:

- průmyslová betonová podlaha
- návrh podlahy v závislosti na typu provozu, zatížení, podkladních vrstvách apod.
- výztuž: rozptýlená (drátkobeton), nebo kari-sítě
- úprava povrchu – vsypy – pro zvýšení odolnosti podlahy
- nástřiky povrchu – zvýšení odolnosti proti obrusu a snížení nasákavosti povrchu
- dilatační spáry – řezem – zamezení vzniku trhlin vlivem smršťovacího napětí