



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE SPORTOVNÍ HALY

LOAD-BEARING STRUCTURE OF SPORT HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Králíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2020



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

Student	Bc. Jiří Králíček
Název	Nosná konstrukce sportovní haly
Vedoucí práce	Ing. Ivan Balázs, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1995 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

MAREK, Pavel a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury; Alfa, vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1985

BUJŇÁK, Ján, VIČAN, Josef. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2012, ISBN 978-80-554-0529-2

KUKLÍK, Petr, KUKLÍKOVÁ, Anna. Navrhování dřevěných konstrukcí: Příručka k ČSN EN 1995-1-1. Praha: Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, ISBN 978-80-87093-88-7

STRAKA, Bohumil, NOVOTNÝ, Miloslav, KRUPICOVÁ, Jana, ŠMAK, Milan, ŠUHAJDA, Karel, VEJPUSTEK, Zdeněk. Konstrukce šikmých střech. Praha: Grada, 2013, ISBN 978-80-247-4205-2

Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: STEP 1 Navrhování a konstrukční materiály. Praha: Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, ISBN 80-238-2620-4

Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: STEP 2: Navrhování detailů a nosných systémů. Praha: Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, ISBN 8086-769-13-5

KUKLÍK, Petr: Dřevěné konstrukce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2005, ISBN 80-01-03310-4

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh a posouzení nosné konstrukce sportovní haly ve Zlíně o orientačních půdorysných rozměrech 30 × 36 m. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s koncepčními požadavky vyplývajícími z účelu konstrukce. Jako konstrukční materiál použijte ocel, dřevo nebo kombinaci obou materiálů. Konstrukci předběžně navrhnete v několika variantách, z nichž nejvýhodnější bude vybrána pro podrobné zpracování. Posouzení proveďte v souladu s aktuálně platnými normativními dokumenty pro navrhování konstrukcí.

Požadované výstupy: Předběžný návrh variant řešení včetně jejich porovnání a zhodnocení, technická zpráva shrnující základní charakteristiky navržené konstrukce, statický výpočet hlavních nosných částí vybrané varianty konstrukce, výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce obsahující zejména dispoziční výkresy vybraných konstrukčních dílců včetně charakteristických detailů, orientační výkaz spotřeby materiálu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Náplní diplomové práce je návrh a posouzení dřevěné konstrukce sportovní haly ve dvou variantách. První variantou je příčný rám, který je tvořen ve své rovině třemi ocelovými sloupy. Zastřešení je provedeno dřevěnými příhradovými vazníky, které tvoří nad oběma poli prostý nosník. Druhá varianta je příčný rám, který je tvořen ve své rovině třemi ocelobetonovými sloupy. Zastřešení je provedeno dřevěným lepeným lamelovým vazníkem sedlového tvaru, který je spojitý přes obě pole. Prostorovou tuhost zabezpečují ocelová tyčová ztužidla. Druhá varianta je počítaná podrobně ručně a přílohou jsou výkresy. Vstupní statické modely a pomocné statické modely byly vytvořeny v programu SCIA Engineer 18.1.

KLÍČOVÁ SLOVA

statický výpočet, dřevěná konstrukce, lepený lamelový nosník, lepené lamelové dřevo, ocelové sloupy, ocelobetonové sloupy, ztužidla, střešní konstrukce, sportovní hala

ABSTRACT

The aim of the master thesis is design and check the timber construction of the sports hall in two variants. The first variant is a frame, which is formed by three steel columns. The roof structure is made from timber trusses, which is pin-supported beam above both fields. The second variant is a frame, which is formed by three steel-concrete columns. The roof structure is made from timber glulam beam of saddle shape, which is continuous over both fields. Spatial rigidity of the structure is ensured by steel bars. The second variant is calculated in detail by hand and the structure drawings are attached. Input static models and auxiliary static models were created in SCIA Engineer 18.1.

KEYWORDS

structural analysis, timber structure, glued laminated beam, glued laminated timber, steel columns, steel-concrete columns, bracing, roof structure, sports hall

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jiří Králíček *Nosná konstrukce sportovní haly*. Brno, 2020. 44 s., 189 s. příl.

Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivan Balázs, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Nosná konstrukce sportovní haly* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Jiří Králíček
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Nosná konstrukce sportovní haly* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Jiří Králíček
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval své rodině za velkou podporu během celé doby studia.

Chtěl bych také poděkovat mé přítelkyni za motivaci, podporu a pochopení při závěrečném dokončování studia a této závěrečné práce.

Poděkování si zaslouží i vedoucí této práce pan Ing. Ivan Balázs, Ph.D., za cenné rady a věcné připomínky.

Chtěl bych poděkovat i mému spolužákovi a zároveň spolubydlícímu Bc. Danielu Mikešovi za podporu během studia, motivaci a mnoho skvělých rad.

Dále bych chtěl poděkovat mému spolužákovi a zároveň spolubydlícímu Bc. Adamu Šánkovi za podporu, mnoho sportovních zážitků a pěkně prožitých chvil.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Normy:

1. ČSN EN 1990, Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
2. ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecné zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
3. ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecné zatížení – Zatížení sněhem
4. ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Obecné zatížení – Zatížení větrem
5. ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby
6. ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
7. ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Obecná pravidla – společná pravidla pro pozemní stavby
8. ČSN 01 3483 - VÝKRESY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ

Literatura:

1. Kuklík, Petr - Dřevěné konstrukce 1 : cvičení
2. Straka, Bohumil - Konstrukce šikmých střech
3. Studnička, Jiří - Ocelové konstrukce 20 : zatížení staveb podle Eurokódu
4. Marek, Pavel - Kovové konstrukce pozemních staveb

Internetové stránky:

1. www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/
2. www.fce.vutbr.cz/kdk/balazs.i/
3. <http://www.steelcalc.com/cs/>

OBSAH:

1. ÚVOD A ZHODNOCENÍ VARIANT
2. TECHNICKÉ ZPRÁVY A VÝPOČET ZATÍŽENÍ
3. STATICKÝ VÝPOČET VARIANTY „A“
4. STATICKÝ VÝPOČET VARIANTY „B“ – VYBRANÁ VARIANTA
5. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

1 – ÚVOD A ZHODNOCENÍ VARIANT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Králíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2020

OBSAH:

1. ÚVOD	2
2. VARIANTA „A“	3
3. VARIANTA „B“	4
4. ZHODNOCENÍ VARIANT	5
4.1. HMOTNOST KONSTRUKCE	5
4.1.1. Hmotnost varianty “A”	5
4.1.2. Hmotnost varianty “B”	6
4.2. ESTETIKA	6
4.3. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ	6

1. ÚVOD

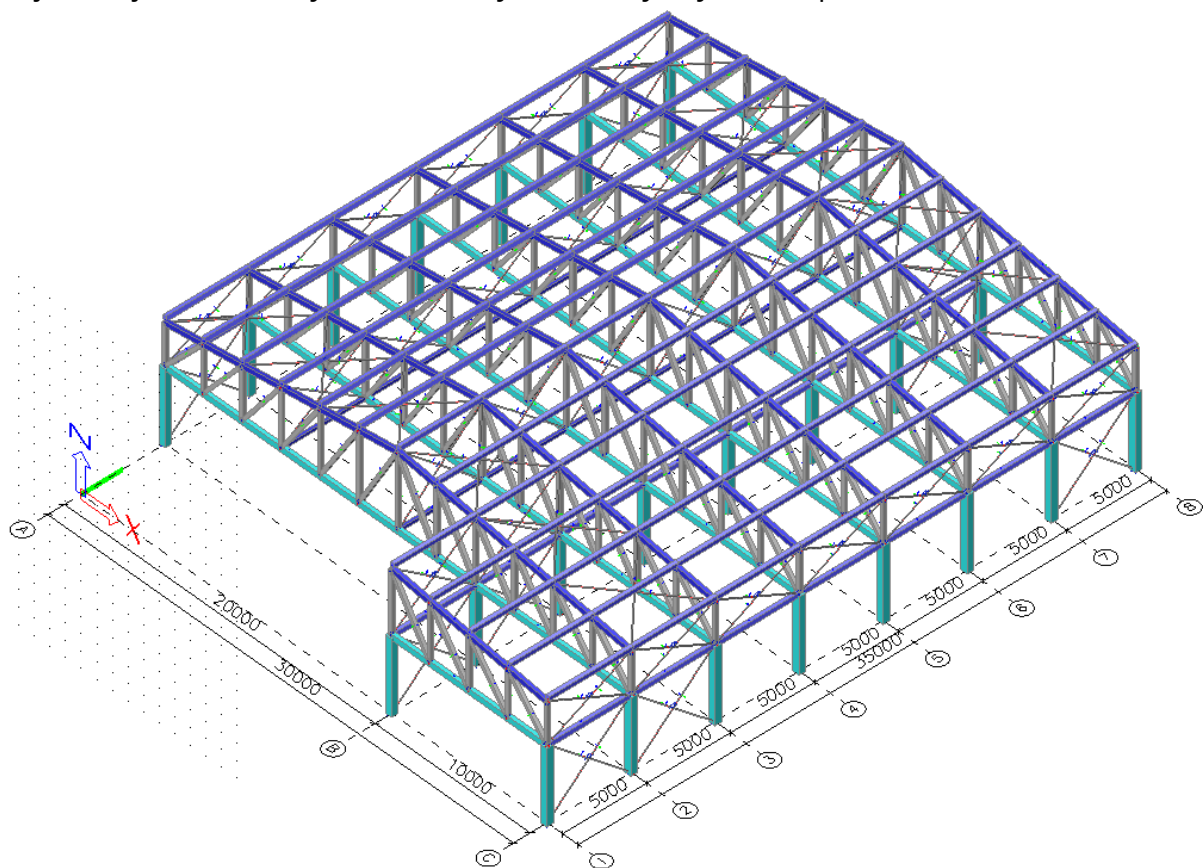
Náplní diplomové práce je návrh a posouzení dřevěné konstrukce sportovní haly ve dvou variantách. První variantou je příčný rám, který je tvořen ve své rovině třemi ocelovými sloupy. Zastřešení je provedeno dřevěnými příhradovými vazníky, které tvoří nad oběma poli prostý nosník. Druhá varianta je příčný rám, který je tvořen ve své rovině třemi ocelobetonovými sloupy. Zastřešení je provedeno dřevěným lepeným lamelovým vazníkem sedlového tvaru, který je spojený přes obě pole. Prostorovou tuhost zabezpečují ocelová tyčová ztužidla. Druhá varianta je počítaná podrobně ručně a přílohou jsou výkresy. Vstupní statické modely a pomocné statické modely byly vytvořeny v programu SCIA Engineer 18.1.

2. VARIANTA „A“

První variantou je zastřešení sportovní haly dřevěným příhradovým vazníkem. Díky tomu, že hala má velké rozpětí, nepravidelný půdorysný tvar a rozdělení funkčnosti prostoru, je v jedné třetině rozpětí další řada sloupů. Vazník se tedy rozděluje na dvě části, kdy první část je v délce jedné třetiny rozpětí tvořena pouze pultovým tvarem vazníku a zbývající část rozpětí je nepravidelný tvar vazníku. Oba typy vazníků se spojují v čele nad vnitřními sloupy.

Vazníky jsou uloženy na ocelových sloupech o osové vzdálenosti 5 m. Příhradový vazník je tvořen dolním pásem, který má dimenzi 200/320 mm, horním pásem 200/240 mm a diagonálami a svislicemi 200/200 mm.

Vaznice jsou uloženy na příhradových vaznících a nesou střešní plášť. Mají dimenzi 200/280 mm. Prostorová stabilita a odolnost proti působení větru je zajištěna jak vodorovnými, tak i svislými ztužidly z tyčového průřezu $\varnothing 20$ mm.



3. VARIANTA „B“

Varianta „B“ je zastřešení vazníkem z nosníku - lepeného lamelového dřeva tvaru sedlového nosníku.

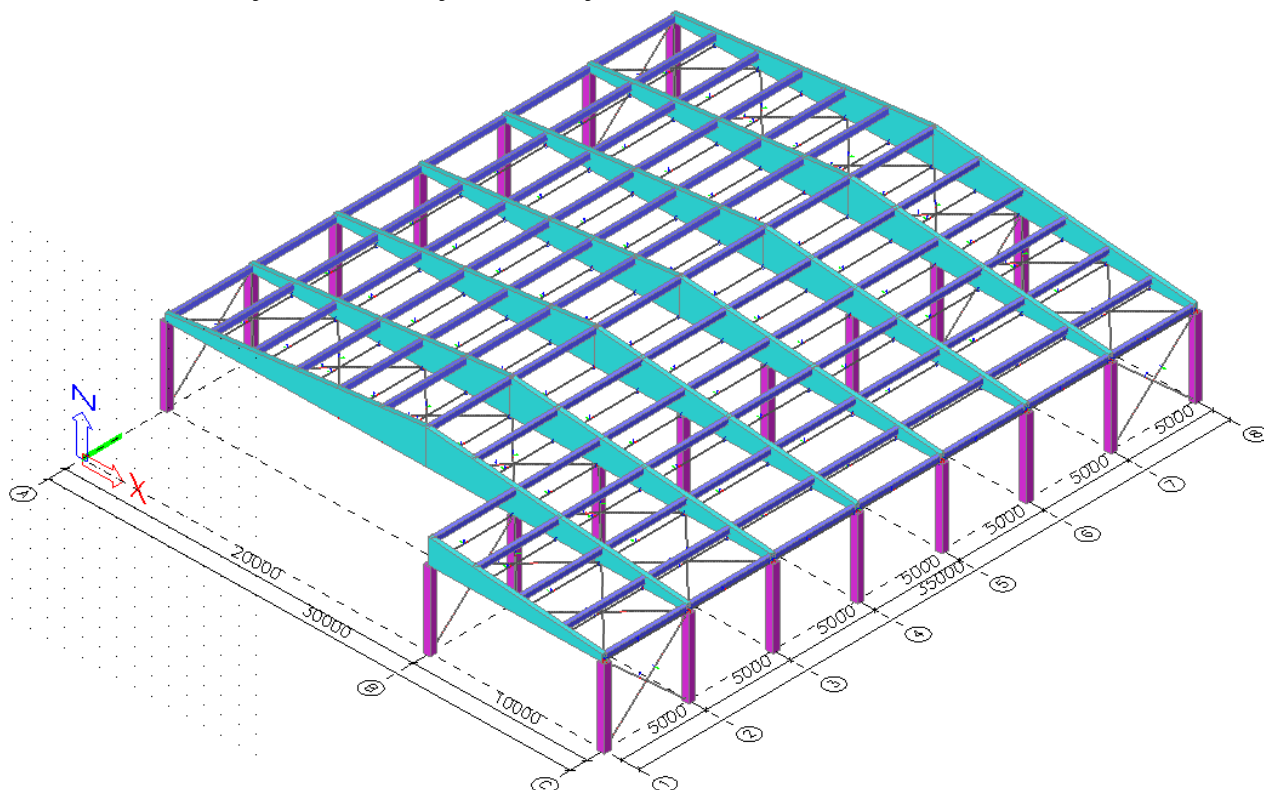
Díky tomu, že hala má velké rozpětí, nepravidelného půdorysného tvaru a rozdělení funkčnosti prostoru, je v jedné třetině rozpětí další řada sloupů. Nosník z lepeného lamelového dřeva tedy prochází před dvě pole.

Vazníky jsou uloženy na železobetonových sloupech o osové vzdálenosti 5 m.

Vazník je ze dřeva GL 32c, šířka 240 mm. Výška je proměnná od 400 mm až do 2000 mm.

Vaznice dimenze 220/320 mm jsou uloženy na vazníku z lepeného lamelového dřeva čelně, pomocí speciálních kotvících profilů – trámové botky, vaznice tvoří nosnou konstrukci pro střešní plášť.

Prostorová stabilita a odolnost proti působení větru je zajištěna jak vodorovnými, tak i svislými ztužidly.



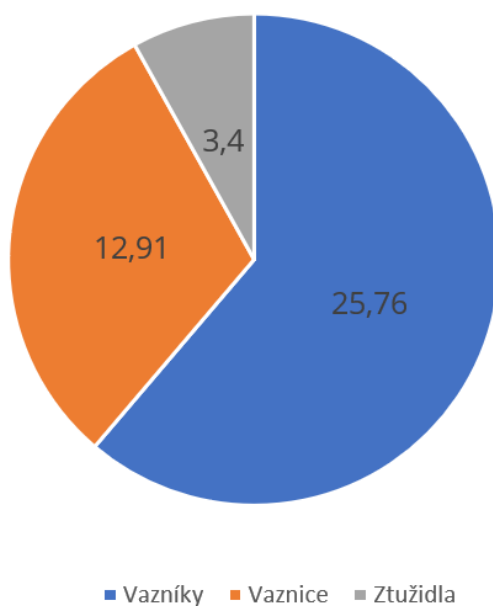
4. ZHODNOCENÍ VARIANT

4.1. HMOTNOST KONSTRUKCE

První ze sledovaných proměnných při výběru varianty je celková hmotnost konstrukce. Byly započteny všechny průřezy na základě programu SCIA.

4.1.1. Hmotnost varianty "A"

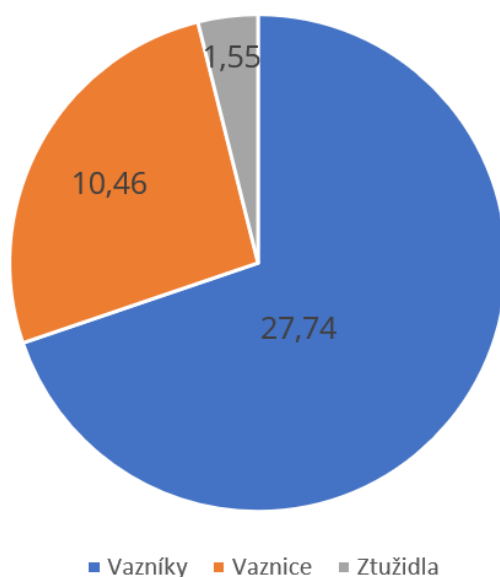
Hmotnost prvků zastřešení (t)



Celková hmotnost **42,07** tun.

4.1.2. Hmotnost varianty "B"

Hmotnost prvků zastřešení (t)



Celková hmotnost **39,75** tun.

4.2. ESTETIKA

Další ze sledovaných proměnných je estetické hledisko. Tohle hledisko budu hodnotit na základě subjektivního pocitu na stupnici od 1 do 5, přičemž 1 - nejlepší, 5 - nejhorší.

Varianta A – příhradový vazník - 3

Varianta B – lepený lamelový nosník – 1

4.3. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ

Na základě předešlého hodnocení jsem se rozhodl pro variantu B, která v obou sledovaných proměnných vychází nejlépe. Jedná se o zastřešení lepeným lamelovým nosníkem.

Kromě předešlých hodnoticích parametrů je ještě vhodné podotknout, že v případě varianty B bude i montáž rychlejší a jednodušší.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

2 – TECHNICKÉ ZPRÁVY A VÝPOČET ZATÍŽENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Králíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2020

OBSAH:

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA VARIANTY „A“	3
1.1. ÚVOD	3
1.2. ZATÍŽENÍ.....	3
1.3. MATERIÁL.....	4
1.4. POPIS OBJEKTU.....	4
1.5. POPIS NOSNÝCH PRVKŮ	4
1.5.1. Vaznice.....	4
1.5.2. Vazník - hlavní	4
1.5.3. Vazník – pultový.....	5
1.5.4. Ocelový sloup.....	5
1.5.5. Ocelová ztužidla.....	5
1.6. VÝROBA.....	6
1.7. DOPRAVA A MONTÁŽ	6
2. TECHNICKÁ ZPRÁVA VARIANTY „B“	7
2.1. ÚVOD	7
2.2. ZATÍŽENÍ.....	7
2.3. MATERIÁL.....	8
2.4. POPIS OBJEKTU.....	8
2.5. POPIS NOSNÝCH PRVKŮ	8
2.5.1. Vaznice.....	8
2.5.2. Vazník.....	9
2.5.3. Ocelobetonový sloup.....	9
2.5.4. Ocelová ztužidla.....	9
2.6. VÝROBA.....	9
2.7. DOPRAVA A MONTÁŽ	10
3. ZATÍŽENÍ	11
3.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ	11
3.2. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ	12
3.3. ZATÍŽENÍ SNĚHEM.....	12

3.4. ZATÍŽENÍ VĚTREM	13
3.4.1. Vstupní výpočty.....	13
3.4.2. Příčný vítr zleva – stěny	17
3.4.3. Příčný vítr zleva – střecha	18
3.4.4. Příčný vítr zprava – stěny	20
3.4.5. Příčný vítr zprava – střecha	21
3.4.6. Podélný vítr Y^+ - stěny.....	23
3.4.7. Podélný vítr Y^+ - střecha	24
3.4.8. Podélný vítr Y^- - stěny	26
3.4.9. Podélný vítr Y^- - střecha.....	27
3.4.10. Souhrn zatěžovacích stavů.....	29

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA VARIANTY „A“

1.1. ÚVOD

První variantou je zastřešení sportovní haly dřevěným příhradovým vazníkem.

Díky tomu, že hala má velké rozpětí, nepravidelný půdorysný tvar a rozdělení funkčnosti prostoru, je v jedné třetině rozpětí další řada sloupů. Vazník se tedy rozděluje na dvě části, kdy první část je v délce jedné třetiny rozpětí tvořena pouze pultovým tvarem vazníku a zbývající část rozpětí je nepravidelný tvar vazníku. Oba typy vazníků se spojují v čele nad vnitřními sloupy.

Vazníky jsou uloženy na ocelových sloupech o osové vzdálenosti 5 m. Příhradový vazník je tvořen dolním pásem, který má dimenzi 200/320 mm, horním pásem 200/240 mm a diagonálami a svislicemi 200/200 mm.

Vaznice jsou uloženy na příhradových vaznících a nesou střešní plášť. Mají dimenzi 200/280 mm. Prostorová stabilita a odolnost proti působení větru je zajištěna jak vodorovnými, tak i svislými ztužidly z tyčového průřezu $\varnothing 20$ mm.

1.2. Zatížení

Informace pro obecné zatížení vycházelo z normy ČSN EN 1991-1-1, pro zatížení větrem ČSN 1991-1-4 a pro zatížení sněhem ČSN EN 1991-1-3.

Stálé

Vlastní tíha byla spočítaná na základě modelu ve SCIA Engineer.

Ostatní stálé zatížení od střešního pláště je v hodnotě 0,851 kN/m²

Užitné

Střecha objektu díky své funkčnosti a provozu spadá do kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Užitné zatížení se na takové střeše uvažuje

plošné, v hodnotě 0,75 kN/m² a jako osamělá síla uprostřed rozpětí vaznice v hodnotě 1 kN.

Sníh

Objekt se nachází ve Zlíně, kde sněhová oblast spadá do kategorie II, hodnota s_k je tedy rovna 1,0 kN/m².

Vítr

Objekt se nachází ve Zlíně, kde je větrná oblast I, takže základní rychlost větru = 22,5 m/s. Kategorie terénu byla zvolena III.

1.3. Materiál

Vaznice jsou z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h, vazníky jsou z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h. Ztužidla jsou z oceli třídy S355.

Sloupy, které podpírají střešní konstrukci jsou ocelové z profilu HEB 400, třída oceli S355.

Nosný dřevěný materiál bude chráněn biotickými činiteli chemickou impregnací v několika vrstvách a také chemickým prostředkem, který snižuje hořlavost dřeva. Nátěr dřeva bude provedena na základě výběru investora. Prvky z oceli budou upraveny na povrchu zinkováním.

1.4. Popis objektu

Jedná se o objekt nepravidelného půdorysu víceúčelové sportovní haly, kde bude hlavní částí funkční posilovna pro přípravu jak rekreačních tak i profesionálních sportovců.

Z hlavního vchodu se dostaneme do místností pro přezutí a následně do hlavní části, kde se nacházejí i šatny, WC a sprchy. Od hlavního vchodu se taky dá dostat do menší restaurace.

1.5. Popis nosných prvků

1.5.1. Vaznice

Vaznice 200X280 mm, třídy GL 24h jsou položeny na horní pás vazníku.

Vaznice jsou k vazníkům připojeny kloubově, pomocí speciálních kotvících profilů. Vaznice jsou vzájemně vzdáleny 2 500 mm na osu průřezu a mají délku 5 000 mm.

Vaznice je posouzena na kombinaci tlaku s ohybem a na smyk. Klopení díky tomu, že je obdélníkového průřezu a malému poměru výška a šířka se neuvažuje.

1.5.2. Vazník - hlavní

Dolní pás

Dolní pás je z profilu 200x320mm a je v délce 20 000 mm. Dolní pás je kloubově připevněn ke sloupům.

Horní pás

Horní pás je z profilu 200x240 mm a má délku 20 180 mm. Délka 20 180 m je lomený prut, který prochází přes vrchol reálně se tedy skládá ze dvou částí. Obě části se spojují ve vrcholu.

Diagonály a svislice

Diagonály a svislice jsou z průřezu 200x200 mm a jsou kloubově připojeny k hornímu a dolnímu pasu.

1.5.3. Vazník – pultový

Dolní pás

Dolní pás je z profilu 200x320 mm a je v délce 10 000 mm. Dolní pás je kloubově připevněn ke sloupům.

Horní pás

Horní pás je z profilu 200x240 mm a má délku 10 090 mm.

Diagonály a svislice

Diagonály a svislice jsou z průřezu 200x200 mm a jsou kloubově připojeny k hornímu a dolnímu pasu.

1.5.4. Ocelový sloup

Ocelový sloup je z profilu HEB 400 a má délku 4 500 mm.

Sloup je v patě uložen kloubově v podélném směru a jako vetknutý ve směru příčném. Kotvení je provedeno pomocí patního plechu a kotev a pomocí kotevních zárážek v příčném směru, zabráňujícímu pootočení.

1.5.5. Ocelová ztužidla

Ztužidla z tyčového průřezu průměru 20 mm zajišťují prostorovou tuhost a stabilitu konstrukce. V rámci objektu jsou jak svislá, tak i vodorovná ztužidla.

Svislá ztužidla jsou kotveny ke sloupům – k patě a hlavě sloupu pomocí styčnickového plechu, který je přivařený ke stojnám HEB profilu ocelového sloupu.

Vodorovná ztužidla jsou kotveny k hornímu pasu vazníku pomocí speciálního kotevního profilu.

Ztužidla byly posouzeny pouze na prostý tah.

1.6. Výroba

Dřevo musí být vysušeno do vlhkosti maximálně 15%

1.7. Doprava a montáž

Doprava

Nejdelší přepravovaný materiál je hlavní lomený vazník z lepeného lamelového dřeva o délce 20 m. Vazník musí být převážen na podvalníku o potřebné délce, kde přesah musí být označen viditelným materiálem červené barvy. Posouzení dopravních tras není předmětem řešení této práce.

Montáž

Na vybetonované základové patky se osadí sloupy profilu HEB 400. Na sloupy se osadí přivařením potřebné kotvení pro ztužidla. Následně se osadí na styčnickové plechy šroubovým spojem svislá ztužidla a poté se osadí dřevěné vazníky pomocí jeřábu. Hlavní i pultový vazník se sepne v čele nad sloupem, aby se zajistila vzájemná rovinnost obou prvků.

Vazníky se osadí mezi připravené plechy. Po montáži vazníku se může montovat vaznice k hornímu pásu vazníku.

Následně se může osadit systém svislých i vodorovných ztužidel pomocí speciálních kotvicích prvků.

Na závěr se může přistoupit k montáži střešního pláště, kde první vrstvou je bednění z OSB desek.

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA VARIANTY „B“

2.1. ÚVOD

Varianta „B“ je zastřešení vazníkem z nosníku - lepeného lamelového dřeva tvaru sedlového nosníku.

Díky tomu, že hala má velké rozpětí, nepravidelného půdorysného tvaru a rozdělení funkčnosti prostoru, je v jedné třetině rozpětí další řada sloupů. Nosník z lepeného lamelového dřeva tedy prochází před dvě pole.

Vazníky jsou uloženy na železobetonových sloupech o osové vzdálenosti 5 m.

Vazník je ze dřeva GL 32c, šířka 240 mm. Výška je proměnná od 400 mm až do 2000 mm.

Vaznice dimenze 220/320 mm jsou uloženy na vazníku z lepeného lamelového dřeva čelně, pomocí speciálních kotvicích profilů – trámové botky, vaznice tvoří nosnou konstrukci pro střešní plášť.

Prostorová stabilita a odolnost proti působení větru je zajištěna jak vodorovnými, tak i svislými ztužidly.

2.2. Zatížení

Informace pro pro obecné zatížení vycházelo z normy ČSN EN 1991-1-1, pro zatížení větrem ČSN 1991-1-4 a pro zatížení sněhem ČSN EN 1991-1-3.

Stálé

Vlastní tíha byla spočítaná na základě modelu ve SCIA Engineer.

Ostatní stálé zatížení od střešního pláště je v hodnotě 0,851 kN/m²

Užitné

Střecha objektu díky své funkčnosti a provozu spadá do kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Užitné zatížení se na takové střechy uvažuje

plošné, v hodnotě 0,75 kN/m² a jako osamělá síla uprostřed rozpětí vaznice v hodnotě 1 kN.

Sníh

Objekt se nachází ve Zlíně, kde sněhová oblast spadá do kategorie II, hodnota sk je tedy rovna 1,0 kN/m².

Vítr

Objekt se nachází ve Zlíně, kde je větrná oblast I, takže základní rychlost větru = 22,5 m/s. Kategorie terénu byla zvolena III.

2.3. Materiál

Vaznice jsou z lepeného lamelového dřeva třídy GL28h, vazníky jsou z lepeného lamelového dřeva třídy GL32c. Ztužidla jsou z oceli třídy S355.

Sloupy, které podpírají střešní konstrukci jsou ocelobetonové. Beton je třídy C25/30 a HEB profil, který je obetonovaný, je z oceli třídy S355.

Nosný dřevěný materiál bude chráněn biotickými činiteli chemickou impregnací v několika vrstvách a také chemickým prostředkem, který snižuje hořlavost dřeva. Nátěr dřeva bude provedena na základě výběru investora. Prvky z oceli budou upraveny na povrchu zinkováním.

2.4. Popis objektu

Jedná se o objekt nepravidelného půdorysu víceúčelové sportovní haly, kde bude hlavní částí funkční posilovna pro přípravu jak rekreačních tak i profesionálních sportovců.

Z hlavního vchodu se dostaneme do místností pro přezutí a následně do hlavní části, kde se nacházejí i šatny, WC a sprchy. Od hlavního vchodu se taky dá dostat do menší restaurace.

2.5. Popis nosných prvků

2.5.1. Vaznice

Vaznice 220x320 mm, třídy GL 28h jsou čelně připojeny k vazníkům, tak že horní hrana vaznice lícuje z horní hranou vazníku a tvoří tak nosnou část pro střešní konstrukci.

Vaznice jsou k vazníkům připojeny kloubově, pomocí trámových btek s úplným přibitím, které jsou součástí statického výpočtu. Vaznice jsou vzájemně vzdáleny 2 500 mm na osu průřezu a mají délku 5 000 mm.

Vaznice je posouzena na kombinaci tlaku s ohybem a na smyk. Klopení díky tomu, že je obdélníkového průřezu a malému poměru výška a šířka se neuvažuje.

2.5.2. Vazník

Vazník délky 30 400 mm je řešen jako sedlový nosník, který přesahuje přes dvě pole, je tedy položen na třech podporách – sloupech. Vazník má proměnný průřez a nejnižší výška průřezu je 400 mm, nejvyšší je pak 2000 mm v polovině rozpětí. Šířka je 240 mm. Na podporách bude vazník kloubově uložen.

Vazník bude ve své polovině rozdělen z důvodu přepravy a spoj bude dále posouzen.

Vazníky jsou od sebe vzdáleny 5 000 mm na osu průřezu.

Dalším typem vazníku, který se v objektu nachází je pultový vazník, který má proměnný průřez a je v rámci objektu pouze jeden. Má délku 10 000 mm a nejvyšší výška průřezu je 1495 mm a nejmenší pak 400 mm. Prochází přes jedno pole a je tedy podepřen kloubově dvěma podporami.

Vazníky byly posouzeny na ohyb, ohyb ve vrcholové části s kombinacemi a na klopení díky své výšce.

2.5.3. Ocelobetonový sloup

Ocelobetonový spřažený sloup se skládá z profilu HEB 200 a betonu C25/30 a konstrukční výztuže B500B. Betonová vrstva je do vzdálenosti 100 mm od profilu ve všech směrech. Sloup má celkový rozměr 400x400 mm.

Sloup je v patě uložen kloubově v podélném směru a jako vetknutý ve směru příčném. Kotvení je provedeno pomocí patního plechu a kotev a pomocí kotevních zárážek v příčném směru, zabraňujícímu pootočení.

2.5.4. Ocelová ztužidla

Ztužidla z tyčového průřezu průměru 20 mm zajišťují prostorovou tuhost a stabilitu konstrukce. V rámci objektu jsou jak svislá, tak i vodorovná ztužidla.

Svislá ztužidla jsou kotveny ke sloupům – k patě a hlavě sloupu pomocí styčnickového plechu, který je přivařený ke stojnám HEB profilu ocelobetonového sloupu.

Vodorovná ztužidla jsou kotveny k vazníku pomocí plechu ke speciální trémové botce, které jsou součástí kotevního systému vaznic.

Ztužidla byly posouzeny pouze na prostý tah.

2.6. Výroba

Dřevo musí být vysušeno do vlhkosti maximálně 15%

2.7. Doprava a montáž

Doprava

Nejdelší přepravovaný materiál je sedlový vazník z lepeného lamelového dřeva o délce 2x 15 m. Vazník musí být převážen na podvalníku o potřebné délce, kde přesah musí být označen viditelným materiálem červené barvy. Posouzení dopravních tras není předmětem řešení této práce.

Montáž

Na vybetonované základové patky se osadí sloupy profilu HEB 200. Na sloupy se osadí přivařením potřebné kotvení pro ztužidla. Následně se sloupy obední bedněním a osadí se podélná, svislá konstrukční výztuž a ocelové plechy pro kotvení vazníku. Sloupy se zalejí betonem C25/30 s dostatečným hutněním betonové směsi ponorným vibrátorem. Po zatvrdnutí betonové směsi (20-28 dnů) se osadí na styčnickové plechy šroubovým spojem svislá ztužidla a poté se osadí dřevěné vazníky pomocí jeřábu.

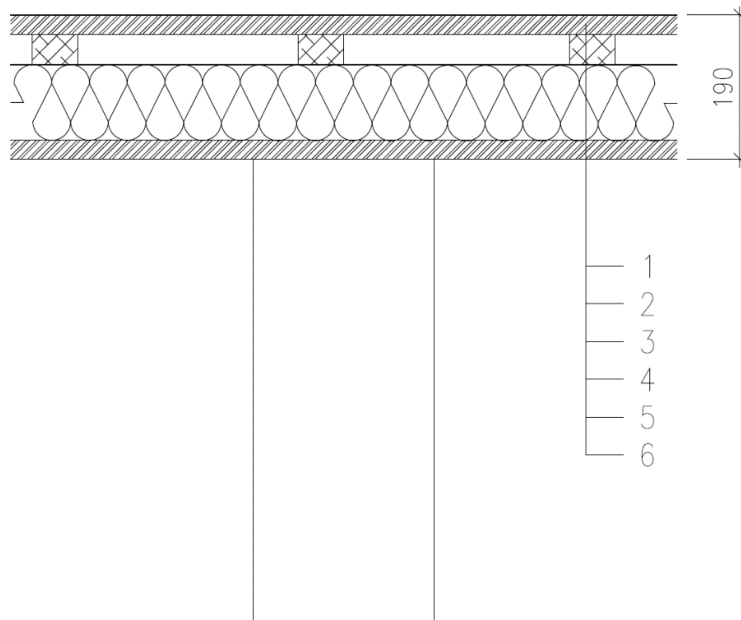
Vazníky se osadí mezi připravené plechy a zafixují se závitovou tyčí do připravených otvorů vazníku a plechů. Po montáži vazníku se může montovat vaznice k vazníkům pomocí trámových botek. Nejdříve se osadí trámová botka k vazníku pomocí vrutů do dřeva a následně se osadí vaznice do připravených trámových botek.

Na trámové botky, které jsou opatřeny navařeným plechem pro osazení ztužidel se osadí vodorovná ztužidla šroubovým spojem.

Na závěr se může přistoupit k montáži střešního pláště, kde první vrstvou je bednění z OSB desek.

3. ZATÍŽENÍ

3.1. Stálé zatížení



Název vrstvy	Tl. Vrstvy (m)	Plošná tíha (kN/m ²)
1- Plechová krytina BPD 18	0,006	0,051
2- OSB Desky	0,025	0,083
3- Laťe 40/60	0,04	0,182
4- Difúzní fólie	0,001	0,0015
5- PIR – tepelná izolace	0,1	0,15
6- OSB Desky	0,025	0,083
7-Technické zařízení (VZT,..)		0,3
Celkem stálé zatížení		0,851 kN/m²

3.2. Užité zatížení

Střecha objektu díky své funkčnosti a provozu spadá do kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Užité zatížení se na takové střeše uvažuje plošné, v hodnotě 0,75 kN/m² a jako osamělá síla uprostřed rozpětí vaznice v hodnotě 1 kN.

3.3. Zatížení sněhem

Zatížení sněhem na zemi:

Objekt se nachází ve Zlíně, kde sněhová oblast spadá do kategorie II, hodnota s_k je tedy rovna 1,0 kN/m².

Zatížení sněhem se spočte podle vzorce:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

kde μ_i – tvarový součinitel

C_e – součinitel expozice

C_t – tepelný součinitel

s_k – charak. hodnota zatížení sněhem na zemi

Tvarový součinitel:

Tvar střechy je sedlový a má úhel sklonu střechy 5°, takže tvarový součinitel bude roven 0,8.

Součinitel expozice:

Typ krajiny je normální, takže součinitel expozice je roven 1,0.

Tepelný součinitel:

Střecha nemá nijak vysokou tepelnou prostupnost, proto se uvažuje hodnota 1,0.

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

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

Zatížení sněhem má hodnotu 0,8 kN/m².

3.4. Zatížení větrem**3.4.1. Vstupní výpočty**

Objekt se nachází ve Zlíně, kde je větrná oblast I, takže základní rychlost větru = 22,5 m/s.

Součinitel ortografie:

1,0

Výška hřebene nad terénem:

9,0 m

Parametr drsnosti terénu:

Kategorie terénu	z_0 (m)	z_{min} (m)
0 – moře a přímořské oblasti	0,003	1
I – jezera nebo vodorovná plochá krajina bez překážek	0,01	1
II – krajina s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky	0,05	2
III – oblast pravidelně pokrytá vegetací, budovami nebo překážkami	0,3	5
IV – alespoň 15% povrchu je pokryto budovami, průměrná výška přesahuje 15m	1	10

podle kategorie terénu III-oblast pravidelně pokrytá vegetací, budovami nebo překážkami je $z_0=0,3$

Parametr drsnosti terénu:

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

Součinitel terénu:

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

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

$$k_r = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r * \ln \frac{z}{z_0}$$

$$c_r(z) = 0,215 * \ln \frac{9,0}{0,3}$$

$$c_r(z) = 0,733$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$V_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * V_b$$

$$V_m(z) = 0,733 * 1,0 * 22,5$$

$$V_m(z) = 16,483 \text{ m/s}$$

Součinitel turbulence:

$$k_1 = 1,0$$

Turbulence větru:

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_o(z) * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

$$I_v(z) = \frac{1,0}{1,0 * \ln\left(\frac{9}{0,3}\right)}$$

$$I_v(z) = 0,294$$

Měrná hmotnost vzduchu:

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

Maximální dynamický tlak větru:

$$q_p(z) = 1 + 7 * I_v(z) * 0,5 * \rho * V_m(z)^2$$

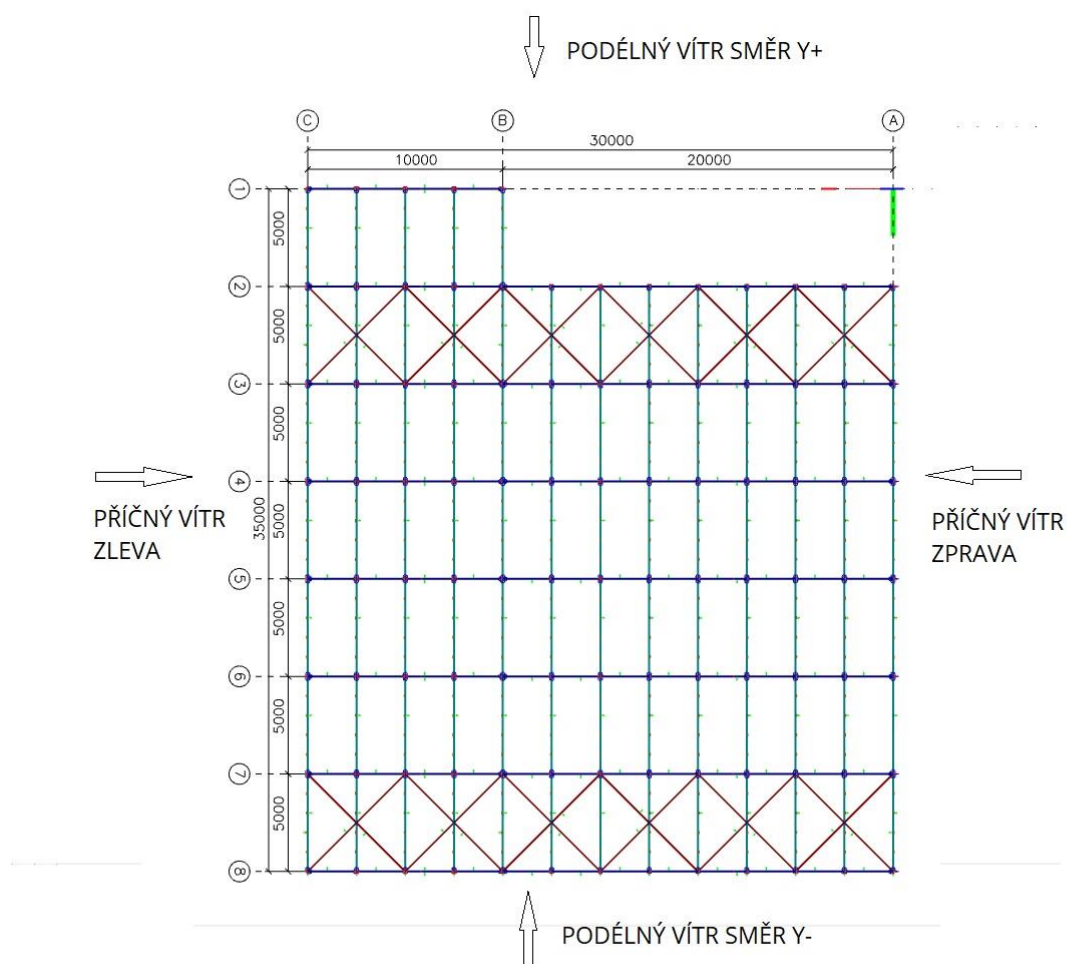
$$q_p(z) = 1 + 7 * 0,294 * 0,5 * 1,25 * (16,483)^2$$

$$q_p(z) = 0,519 \text{ kN/m}^2$$

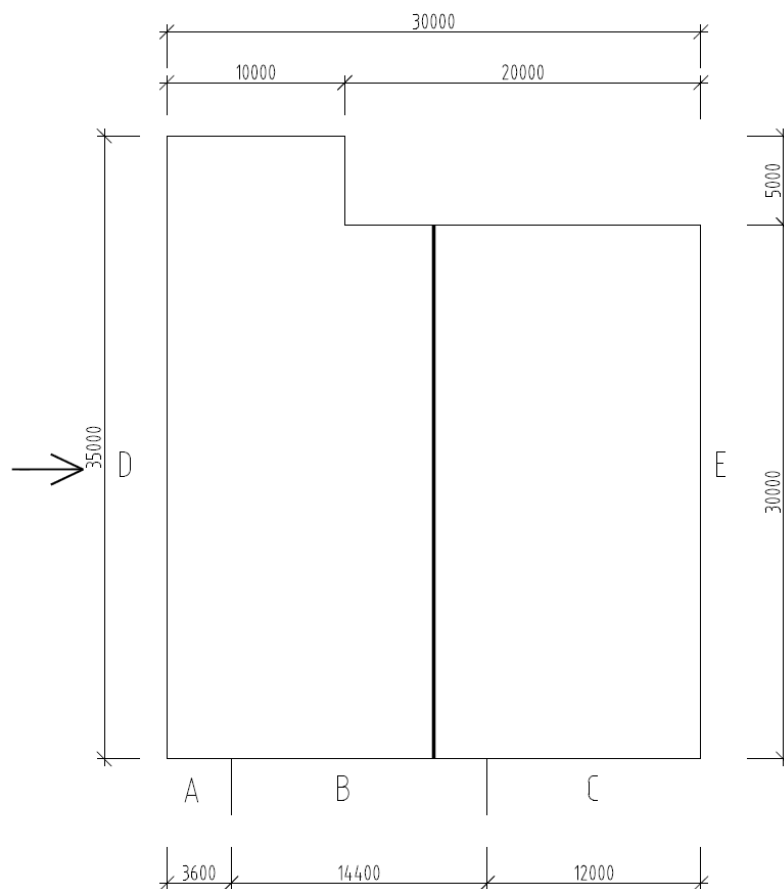
sklon střechy = 5° - sedlová střecha

plocha střechy = 1050 m² – cpe,10

Směr působení větru vzhledem ke konstrukci:



3.4.2. Příčný vítr zleva – stěny



$$d=30 \text{ m}$$

$$b=35 \text{ m}$$

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

$$e= \min (35;18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	
mezilehlé hodnoty lze interpolovat										

$$w_e^A = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2$$

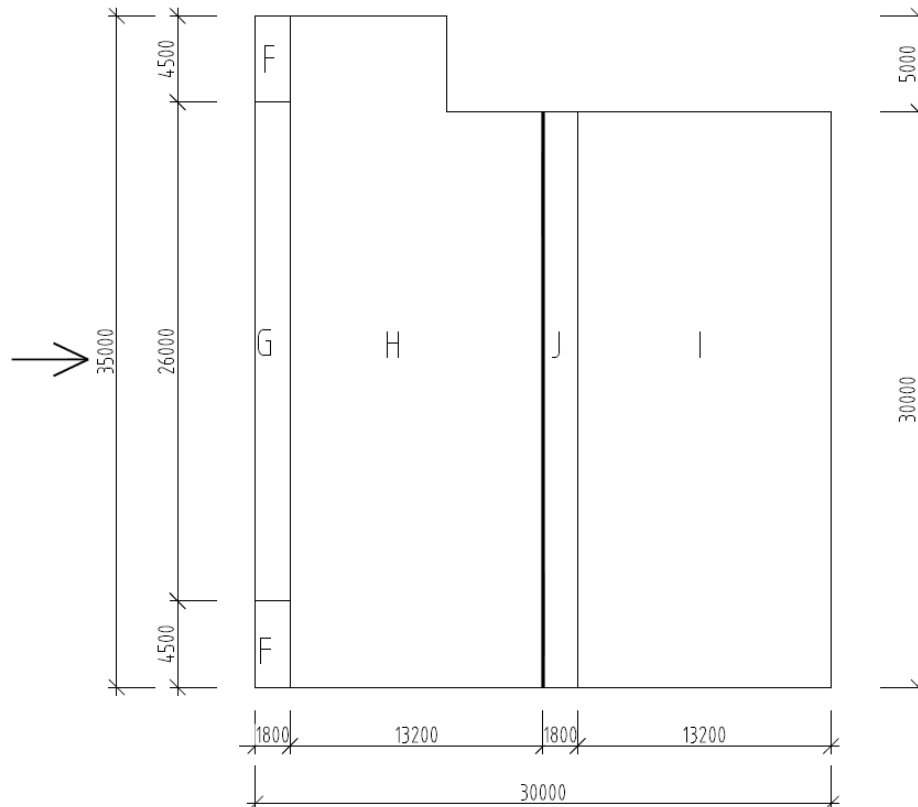
$$w_e^B = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,8 * 0,519 = -0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,8 * 0,519 = +0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

3.4.3. Příčný vítr zleva – střecha



$$b=35 \text{ m}$$

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

$$e = \min (35; 18)$$

$$e=18$$

Hodnoty součinitelů c_{pe} pro sedlové střechy - příčný směr větru:

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
		+0,0		+0,0		+0,0			-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
		+0,2		+0,2		+0,2	+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
		+0,7		+0,7		+0,4	+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
		+0,7		+0,7		+0,6	+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Beru hodnoty pro součinitel $c_{pe,10}$

$$w_e^F = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,7 * 0,519 = -0,8823 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -2,225 \text{ kN/m}$$

$$w_e^G = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -1,572 \text{ kN/m}$$

$$w_e^H = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m}$$

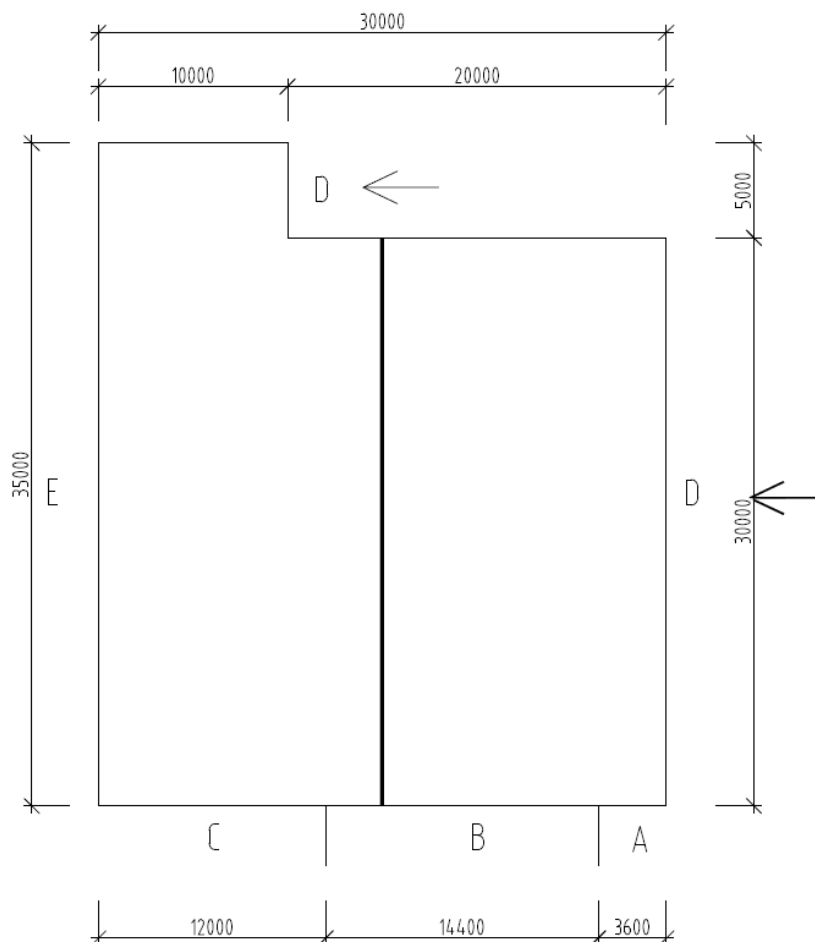
$$w_e^I = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m}$$

$$w_e^J = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,2 * 0,519 = +0,1038 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = 0,262 \text{ kN/m}$$

(tlak)

$$= -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m (B)}$$

3.4.4. Příčný vítr zprava - stěny



$d=30\text{ m}$

$b=35\text{ m}$

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

$e= \min (35;18)$

$e=18\text{ m}$

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	
mezilehlé hodnoty lze interpolovat										

$$w_e^A = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2$$

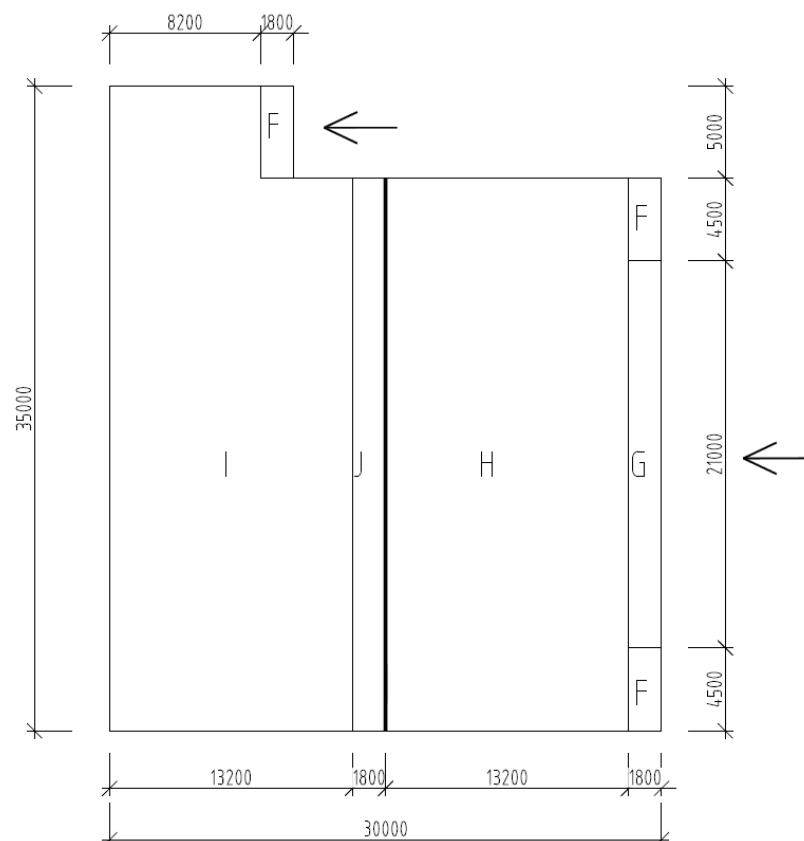
$$w_e^B = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,8 * 0,519 = -0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,8 * 0,519 = +0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

3.4.5. Příčný vítr zprava - střecha



$$b=35 \text{ m}$$

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

$$e= \min (35;18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Hodnoty součinitelů c_{pe} pro sedlové střechy - příčný směr větru:

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
5°							-0,6		-0,6	
	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Beru hodnoty pro součinitel $c_{pe,10}$

$$w_e^F = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,7 * 0,519 = -0,8823 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -2,225 \text{ kN/m}$$

$$w_e^G = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -1,572 \text{ kN/m}$$

$$w_e^H = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m}$$

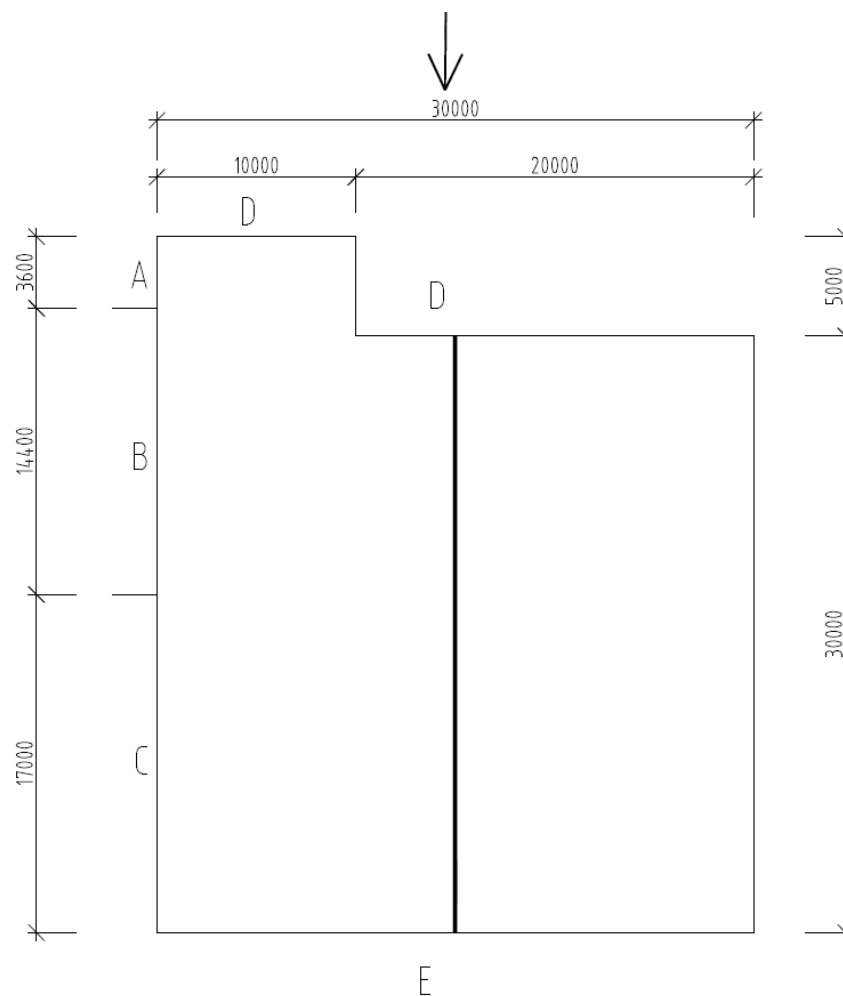
$$w_e^I = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m}$$

$$w_e^J = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,2 * 0,519 = +0,1038 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = 0,262 \text{ kN/m}$$

(tlak)

$$= -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2 * 2,522 \text{ m (ZŠ vaznic)} = -0,785 \text{ kN/m (B)}$$

3.4.6. Podélný vítr Y^+ - stěny



$$d=35 \text{ m}$$

$$b=30 \text{ m}$$

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

$$e= \min (30;18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	
mezilehlé hodnoty lze interpolovat										

$$w_e^A = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2$$

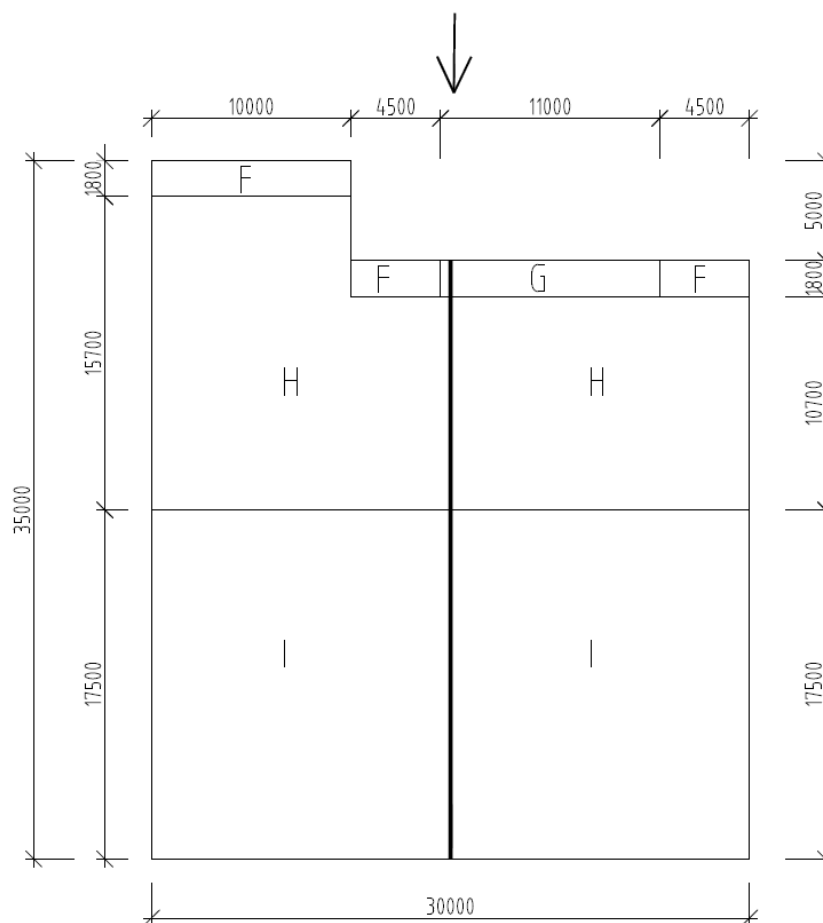
$$w_e^B = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,8 * 0,519 = -0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,8 * 0,519 = +0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

3.4.7. Podélný vítr Y^+ - střecha



$$b=30 \text{ m}$$

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

$$e = \min (30; 18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Hodnoty součinitelů c_{pe} pro sedlové střechy – podélný směr větru:

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

Beru hodnoty pro součinitel $c_{pe,10}$

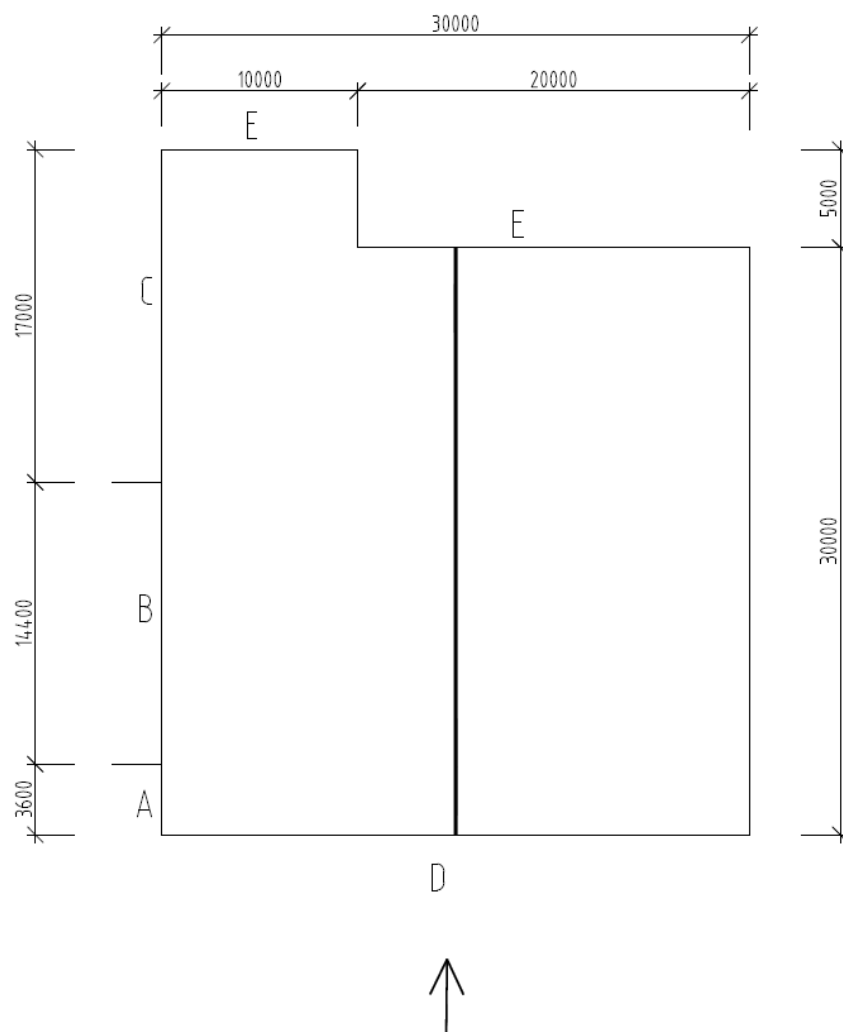
$$w_e^F = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,6 * 0,519 = -0,8304 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^G = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,3 * 0,519 = -0,6747 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^H = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,7 * 0,519 = -0,3633 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^I = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2$$

3.4.8. Podélný vítr Y - stěny



$$d=35 \text{ m}$$

$$b=30 \text{ m}$$

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

$$e= \min (30;18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	
mezilehlé hodnoty lze interpolovat										

$$w_e^A = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,2 * 0,519 = -0,6228 \text{ kN/m}^2$$

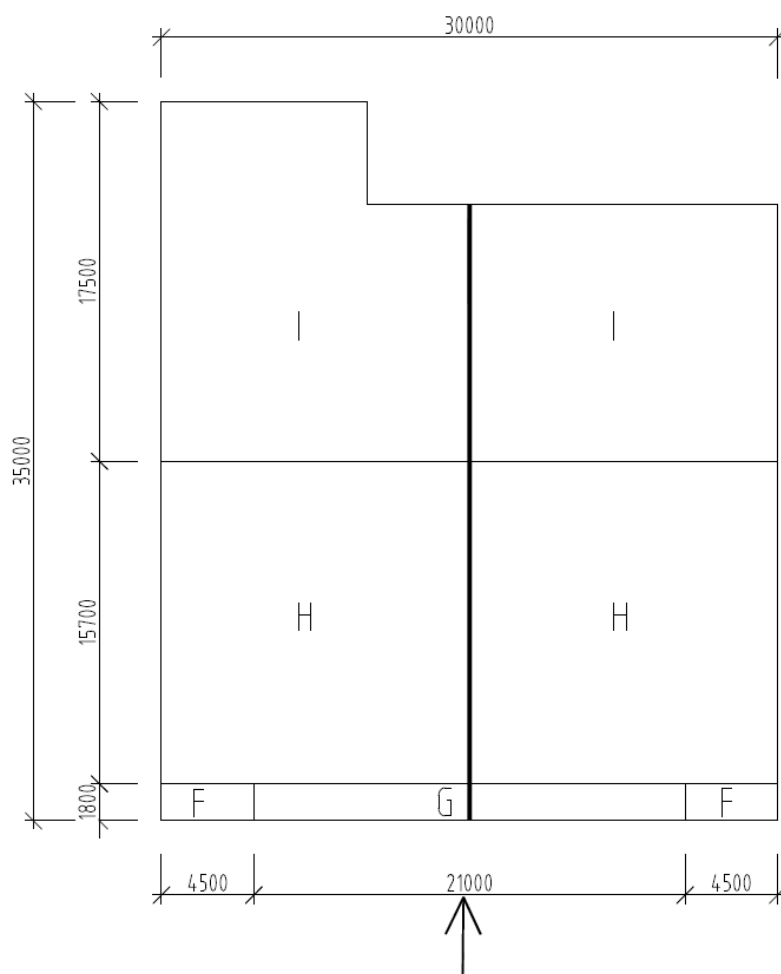
$$w_e^B = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,8 * 0,519 = -0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^D = c_{pe,10} * q_{p(z)} = +0,8 * 0,519 = +0,4152 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^E = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,5 * 0,519 = -0,2595 \text{ kN/m}^2$$

3.4.9. Podélný vítr Y - střecha



$$b=30 \text{ m}$$

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

$$e = \min(30; 18)$$

$$e=18 \text{ m}$$

Hodnoty součinitelů c_{pe} pro sedlové střechy – podélný směr větru:

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

Beru hodnoty pro součinitel $c_{pe,10}$

$$w_e^F = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,6 * 0,519 = -0,8304 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^G = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -1,3 * 0,519 = -0,6747 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^H = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,7 * 0,519 = -0,3633 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^I = c_{pe,10} * q_{p(z)} = -0,6 * 0,519 = -0,3114 \text{ kN/m}^2$$

3.4.10. Souhrn zatěžovacích stavů

Ozn.	Název	Typ zatížení	Skupina zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	Vlastní tíha (generováno programem)
ZS2	Ostatní stálé	Stálé	Ostatní stálé
ZS3	Užitné	Proměnné	Proměnné
ZS4	Sníh plný	Nahodilé	Sníh
ZS5	Sníh pravý	Nahodilé	Sníh
ZS6	Sníh levý	Nahodilé	Sníh
ZS7	Vítr podélný směr Y ⁺	Nahodilé	Vítr
ZS8	Vítr podélný směr Y ⁻	Nahodilé	Vítr
ZS9	Vítr příčný – zleva A	Nahodilé	Vítr
ZS10	Vítr příčný – zleva B	Nahodilé	Vítr
ZS11	Vítr příčný – zprava A	Nahodilé	Vítr
ZS12	Vítr příčný – zprava B	Nahodilé	Vítr