



Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Projekt novostavby zadaného objektu v rozsahu projektu pro provedení stavby

Statické řešení jednolodní dřevěné haly

Autor diplomové práce:

Bc. Andrea Pečimůthová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Luboš Podolka

Oponent diplomové práce:

Ing. Andrea Šandová

České Budějovice červen 2017

Cíl práce

Cílem diplomové práce je statický výpočet jednolodní dřevěné haly. V úvodu práce se věnuji historii dřeva, jeho výhodám a nevýhodám při užívání ve stavebnictví.

V teoretické části práce jsou popsány mechanické a fyzikální vlastnosti dřeva a dřevěných konstrukcí. V hlavní části práce se zabývám výpočtem a návrhem konstrukce o rozměrech 40 x 16 metrů. V příloze práce je dále řešena výkresová a technická část stavby pro projektovou dokumentaci.

Úvod

Předmětem této diplomové práce je statický výpočet jednolodní dřevěné haly. V úvodu práce se věnuji zejména historii dřeva, jeho výhodám a nevýhodám při užívání ve stavebnictví. V teoretické části diplomové práce jsou popsány mechanické a fyzikální vlastnosti dřeva a dřevěných konstrukcí. V hlavní - praktické části této práce se zabývám výpočtem a návrhem konstrukce jednolodní dřevěné haly o rozměrech 40 x 16 metrů. V příloze práce je pak řešena výkresová a technická část stavby pro projektovou dokumentaci. Pro prostorové modelování a výpočet byl použit program SCIA Engineer.

Cílem diplomové práce je tedy navrhnout dřevěnou jednolodní halu o rozměrech 40 x 16 metrů, vyhotovit její statický výpočet a zpracovat projektovou dokumentaci pro stavební povolení.

Dřevo úvodem

Historie

Dřevo patří vedle přírodního kamene k nejstarším a nejoblíbenějším přírodním materiálům s nejrůznějším využitím. Ve stavebnictví bylo pravděpodobně využíváno již v pravěku, ačkoli hmotné doklady o jeho používání nebyly dochovány. Představuje přírodní materiál rostlinného původu, přičemž zejména pro svůj přírodní charakter, přirozenou kresbu, fyzikální vlastnosti a estetický vzhled je žádaným prvkem při zlepšování životního prostředí člověka. Průmyslově se využívá především dřevo kmene stromů, v minimálním rozsahu pak dřevo větví. Dřevěné konstrukce patří k nejstarším typům stavebních konstrukcí, které prošly dlouhým vývojem.

Stavby ze dřeva ve světě



Chrám Tódaidži v Japonsku



Metropol Parasol ve Španělsku

Stavby ze dřeva v Čechách



Rozhledna Bohdanka u Bohdanče



Stezka v korunách stromů, Lipno

Výhody a nevýhody použití dřeva

+

- pružnost, pevnost a lehkost materiálu,
- dobré tepelně izolační vlastnosti,
- schopnost přenášet velké zatížení,
- schopnost tlumit vibrace a možnost spojování,
- výborné rezonanční vlastnosti,
- estetický vzhled pro dekorační vlastnosti.

—

- možnost změny vlastností,
- rozdílné vlastnosti v různých směrech (anizotropie),
- přítomnost vad dřev,
- nestejnorodá struktura a hořlavost

Pevnost dřeva

- pevnost v tlaku,
- pevnost v tahu,
- pevnost v ohybu,
- pevnost v kroucení,
- pevnost ve smyku.

Tabulka pevností vybraných dřevin

Dřevina	Modul pružnosti (při ohybu) [MPa]	Pevnost v ohybu [MPa]	Pevnost v tahu [MPa]		Pevnost v tlaku [MPa]		Pevnost ve smyku [MPa]
			podélná	příčná	podélná	příčná	
borovice	12000	100	104	3,0	55	7,7	10,0
buk	16000	123	135	7,0	62	9,5	8,0
dub	13000	110	90	4,0	65	11,0	11,0
jedle	11000	73	84	2,3	47	-	5,0
smrk	11000	78	90	2,7	50	5,8	6,7

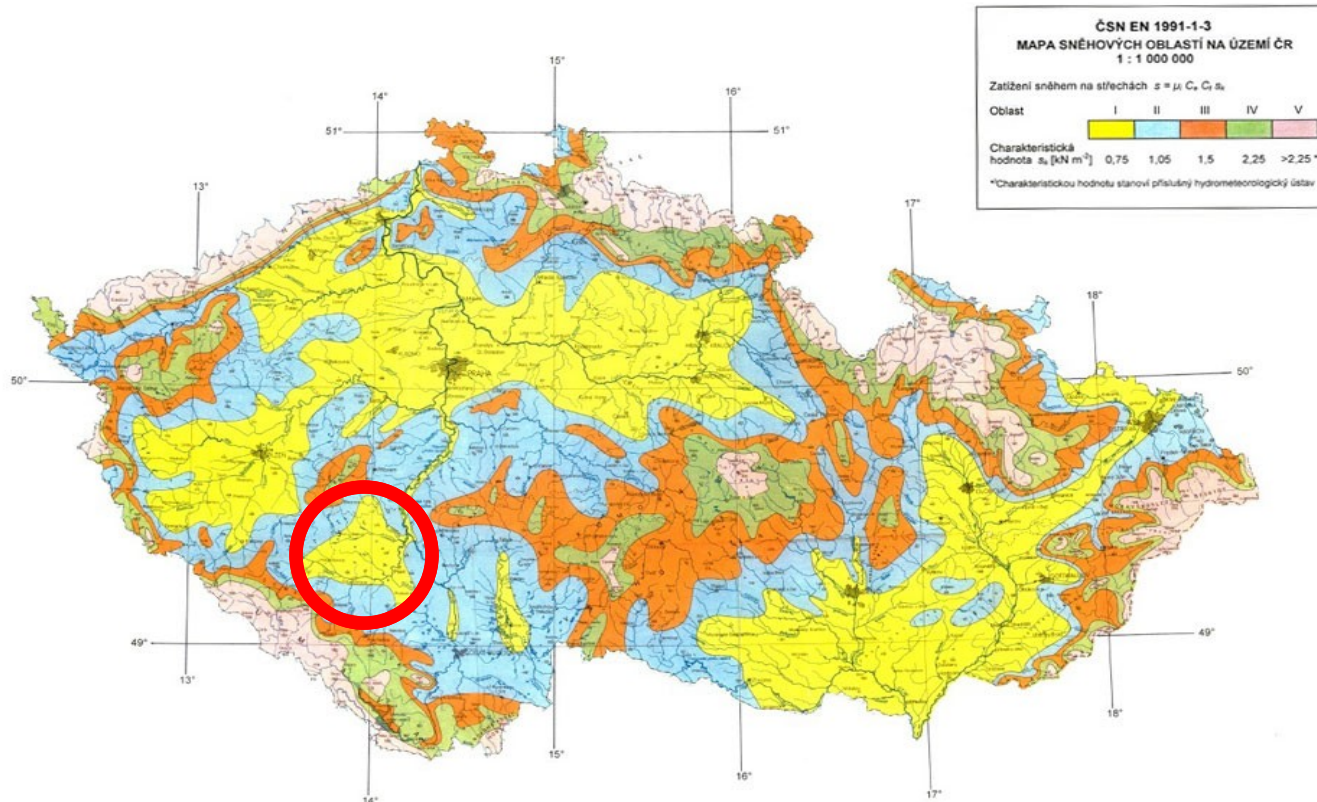
Zatížení dřeva

Zatížení pak lze dělit zejména následovně:

- vlastní tíha zatížení (*střešní krytiny, pourchové úpravy a vrstvy, příčky a obklady, madla, svodidla, zábradlí a obrubníky, obvodový plášť, zavěšené podhledy, tepelné izolace, mostní vybavení, pevná vybavení*)
- stálé zatížení (*konstrukce střechy, svislé a vodorovné konstrukce*)
- užitné zatížení (*osoby, nábytek a přemístitelné předměty, přemístitelné příčky, uskladněné předměty..*)
- zatížení sněhem,
- zatížení větrem.

Zatížení sněhem

V předmětném případě byla pro klimatické zatížení dřevěné konstrukce sněhem použita norma ČSN EN 1991-1-3, přičemž stavba byla zařazena do I. sněhové oblasti se základní tíhou sněhu na zemi $S_k=0,75$ [kN/m²]



Zatížení větrem

Zatížení větrem bylo při výpočtu jednolodní dřevěné haly vypočteno dle ČSN EN 1991-1-4. Na mapě větrných oblastí byla konstrukce zařazena do I. větrné oblasti s III. kategorií terénu.

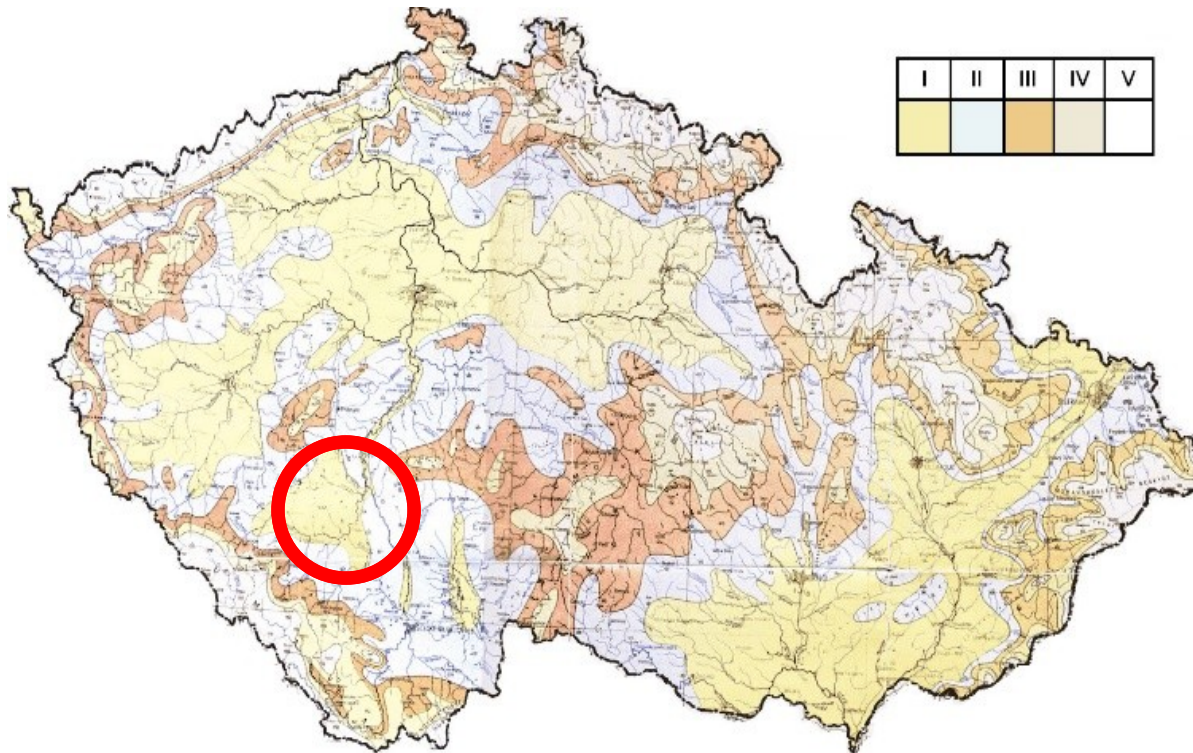
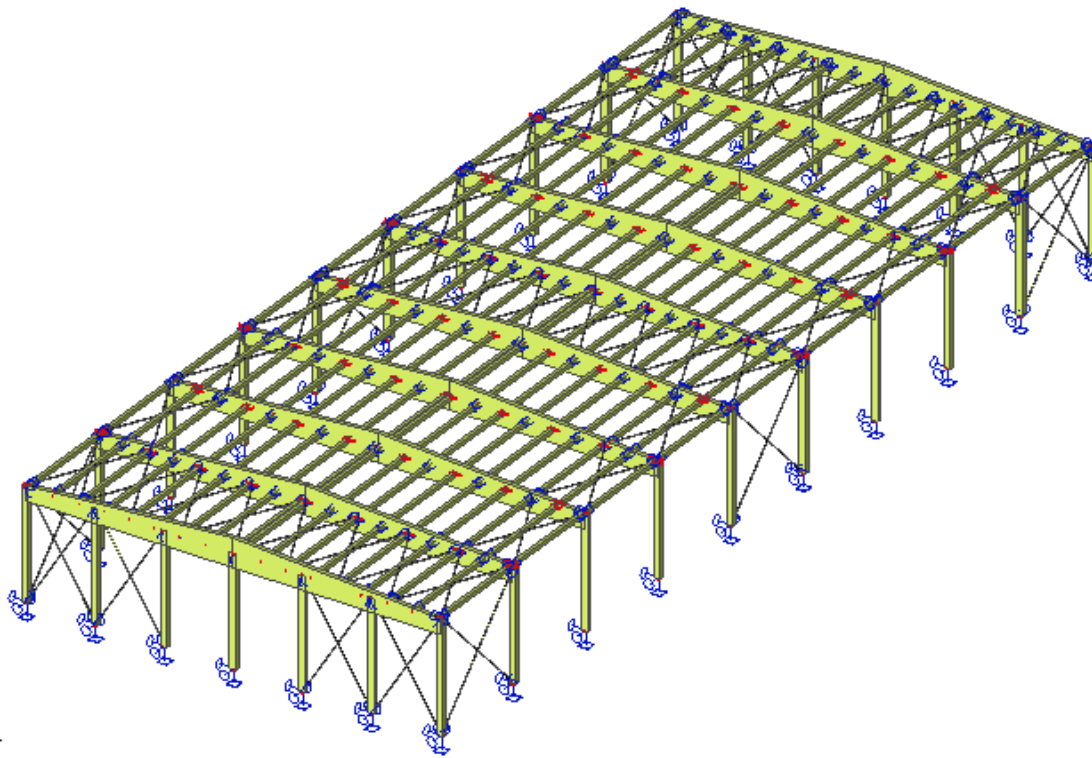
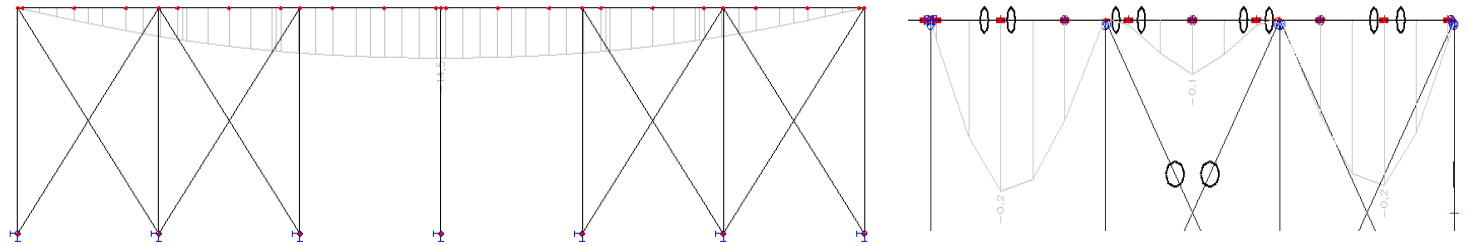


Schéma konstrukce

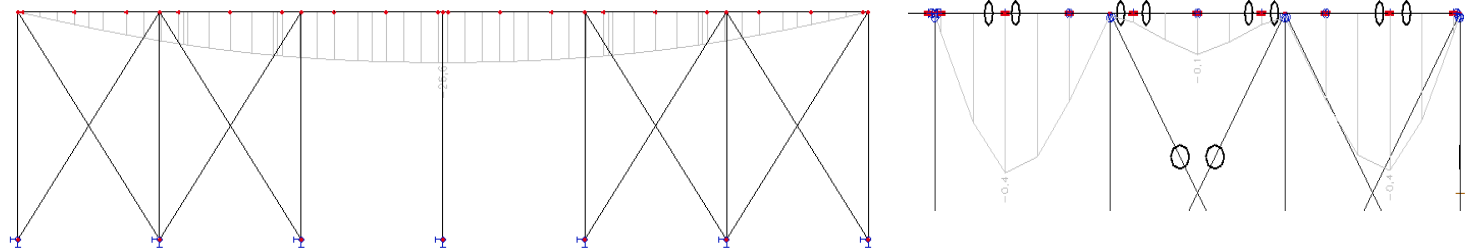


Posouzení průhybu

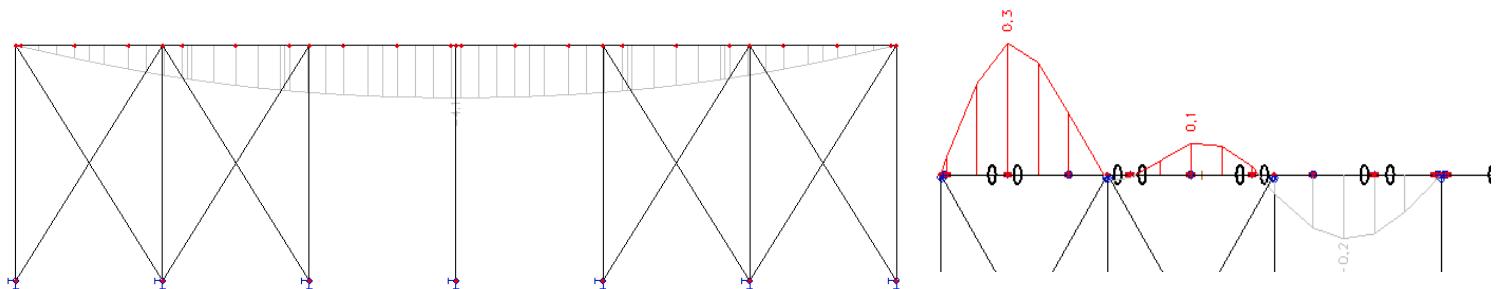
Stálé zatížení



Sníh

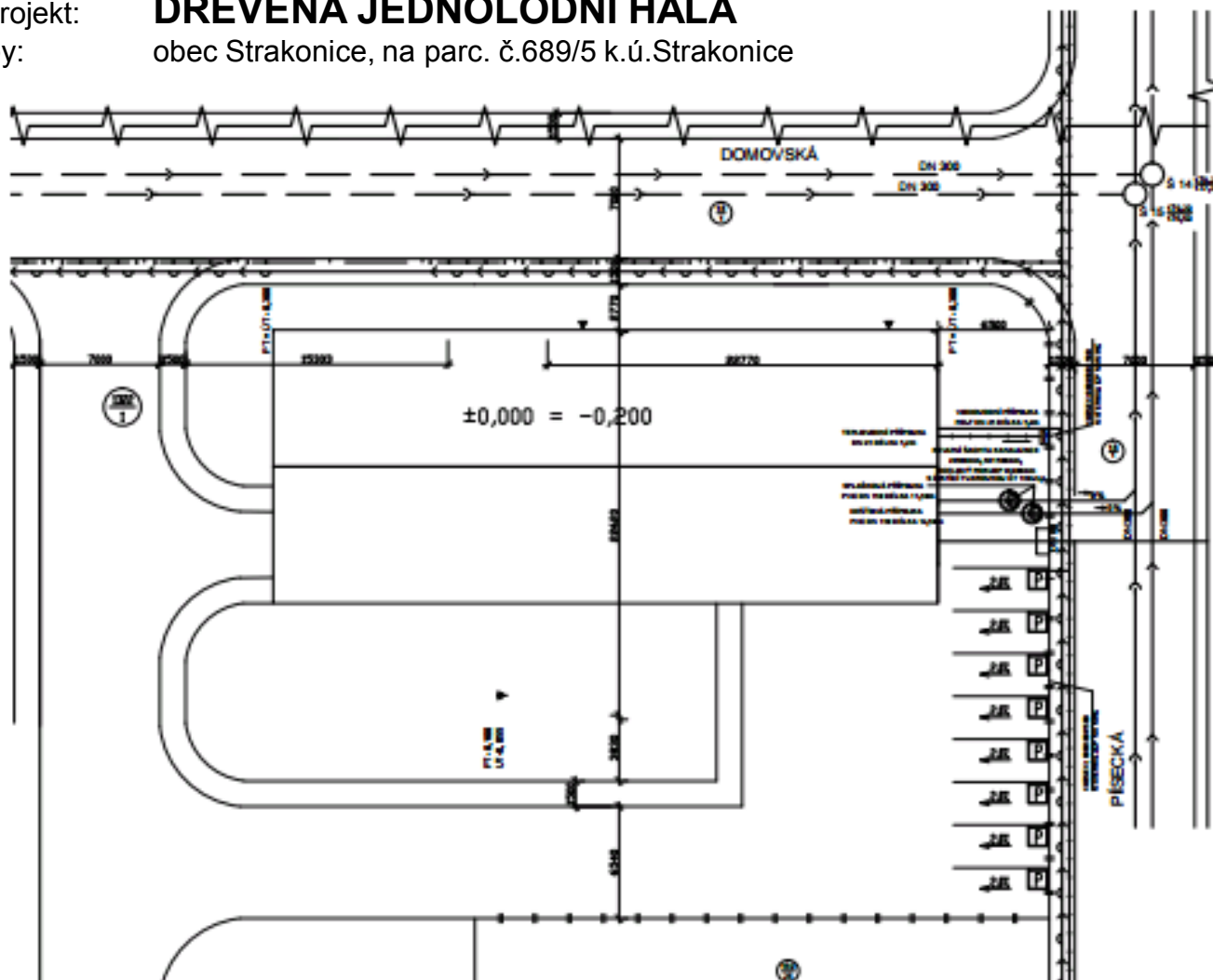


Vítr



Situace

Investiční projekt: **DŘEVĚNÁ JEDNOLODNÍ HALA**
Místo stavby: obec Strakonice, na parc. č.689/5 k.ú.Strakonice



Dispoziční řešení budovy

Základní bilance objektu:

Zastavěná plocha:	668 m ²
Obestavěný prostor:	2468 m ³
Užitkové plochy:	
Plocha 1. NP:	590 m ²

Konstrukční řešení budovy

Základová konstrukce:

Základové patky pod nosné sloupy ze železobetonu C 20/25 (B 25) proloženého lomovým kamenem

Svislé konstrukce:

Pobití OSB deskami tl. 12mm z vnější i vnitřní strany

Vodorovné konstrukce:

Ztužující vaznice 160x160 ze smrkové dřeva

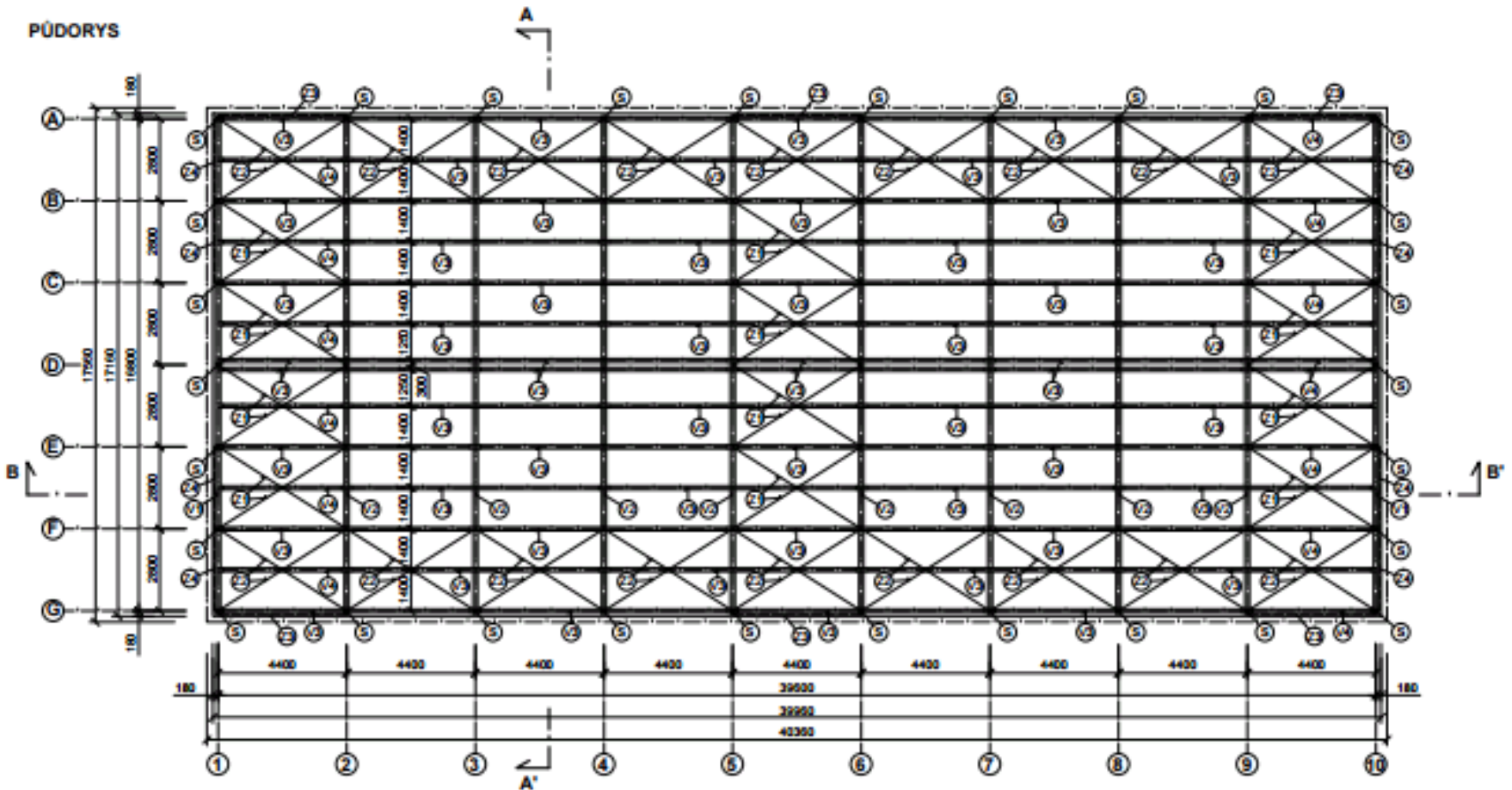
Krov:

Dřevěné lepené vazníky

Střešní krytina:

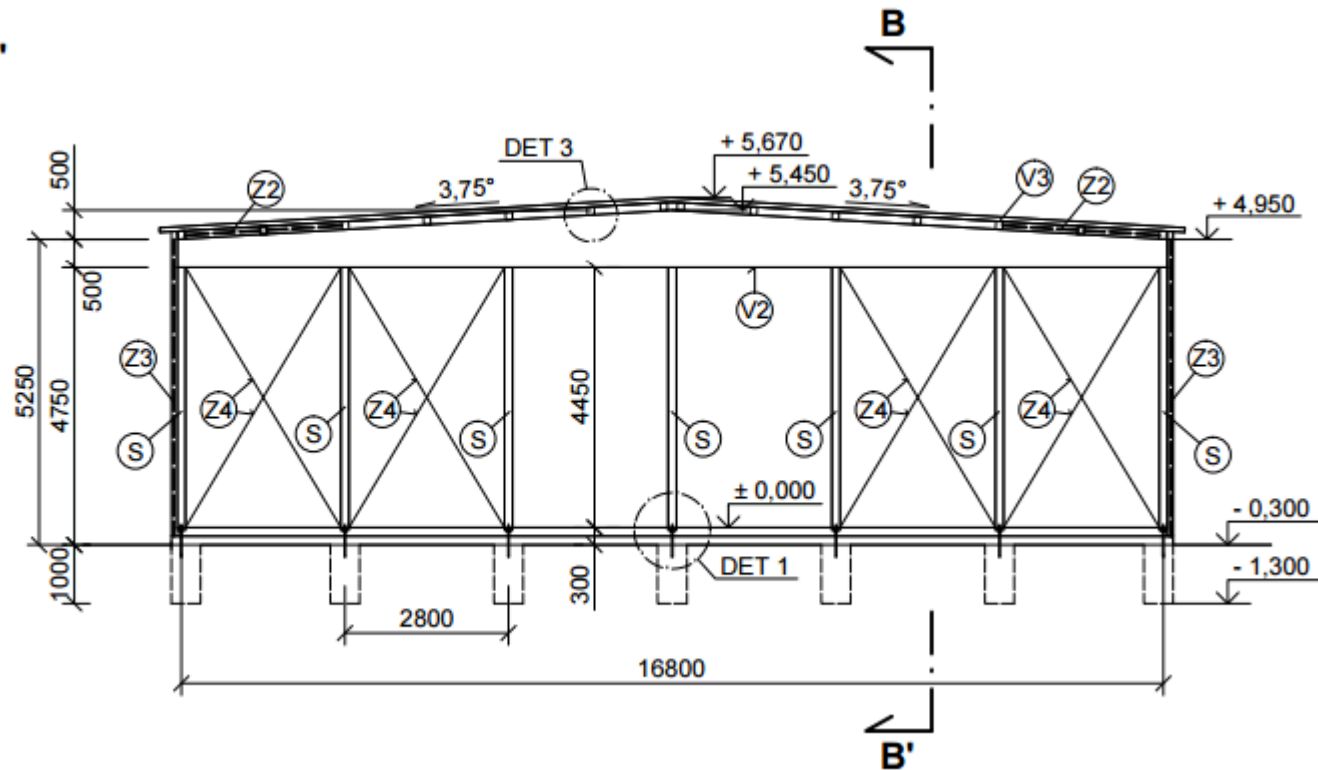
Nosný ocelový trapézový plech

Půdorys jednolodní haly

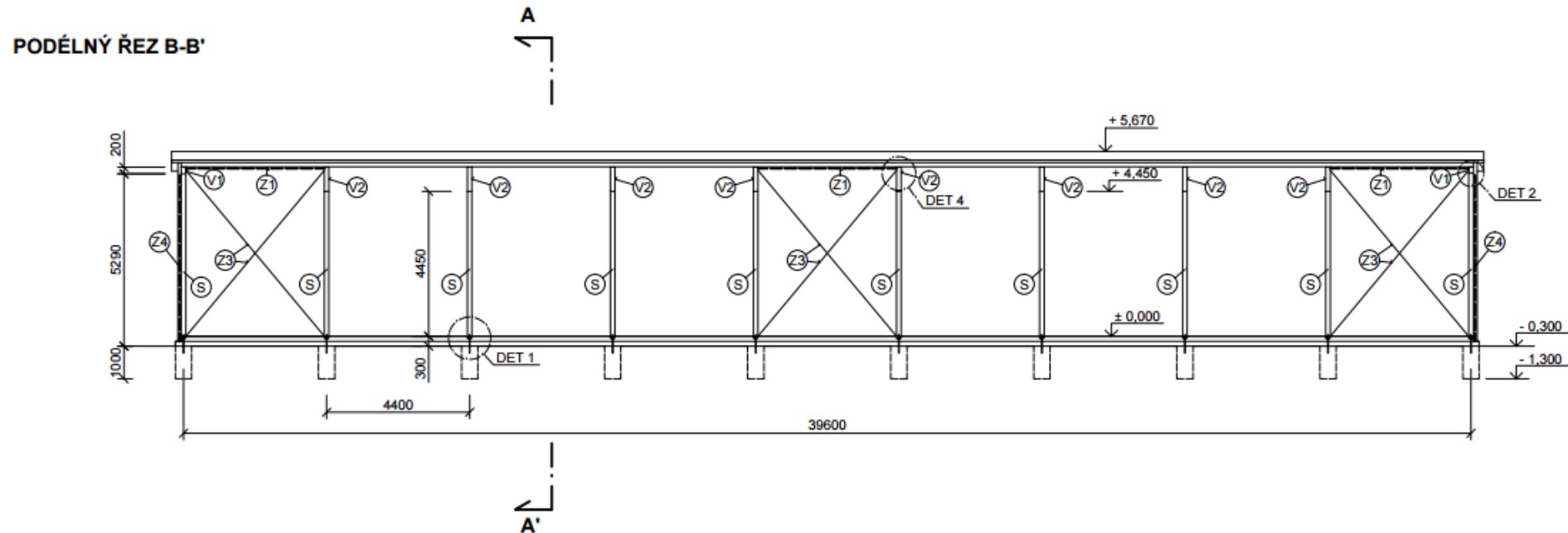


Příčný řez jednolodní haly

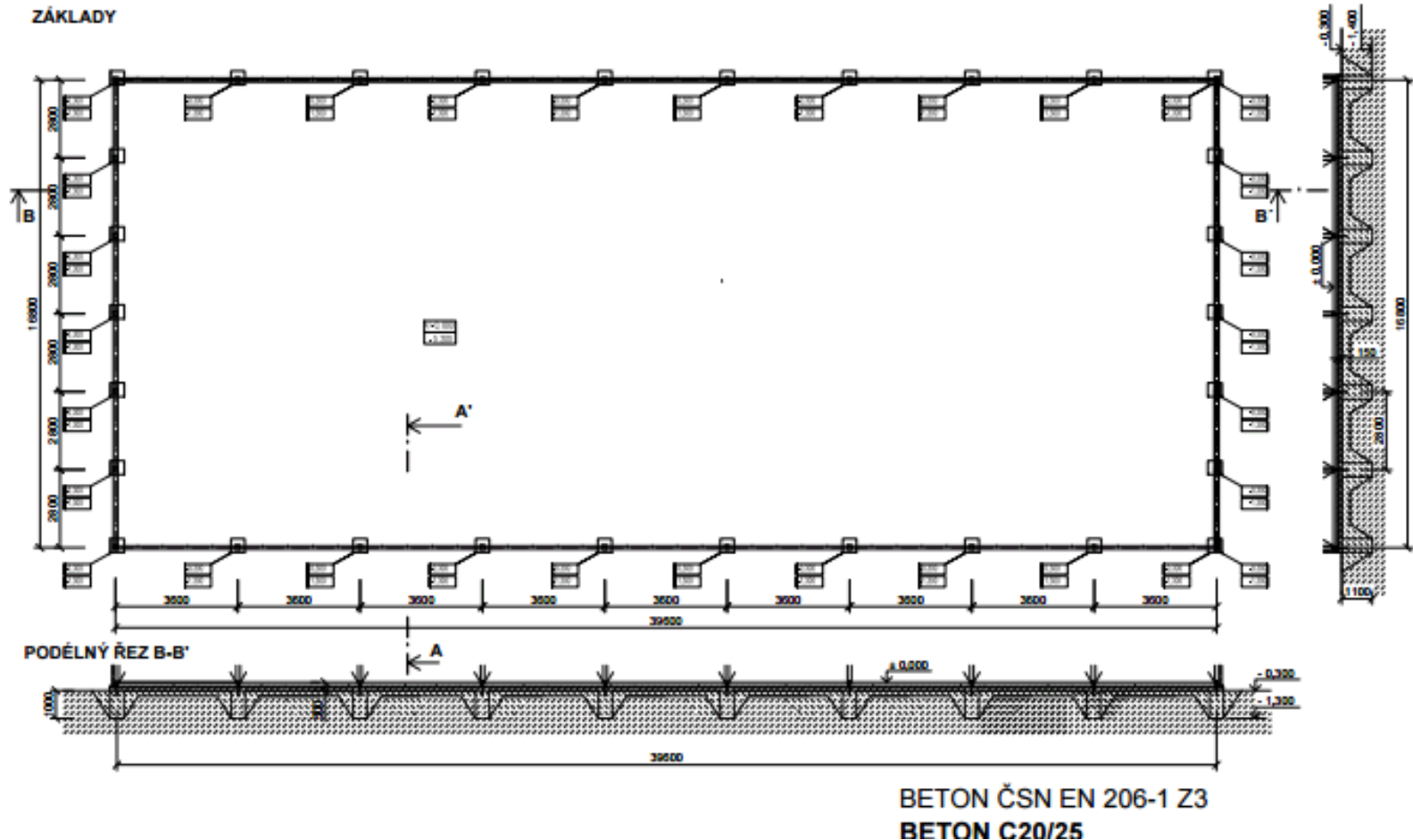
PŘÍČNÝ ŘEZ A-A'



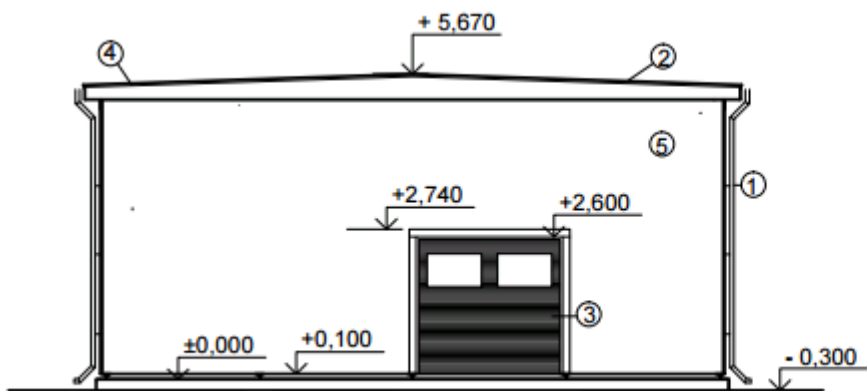
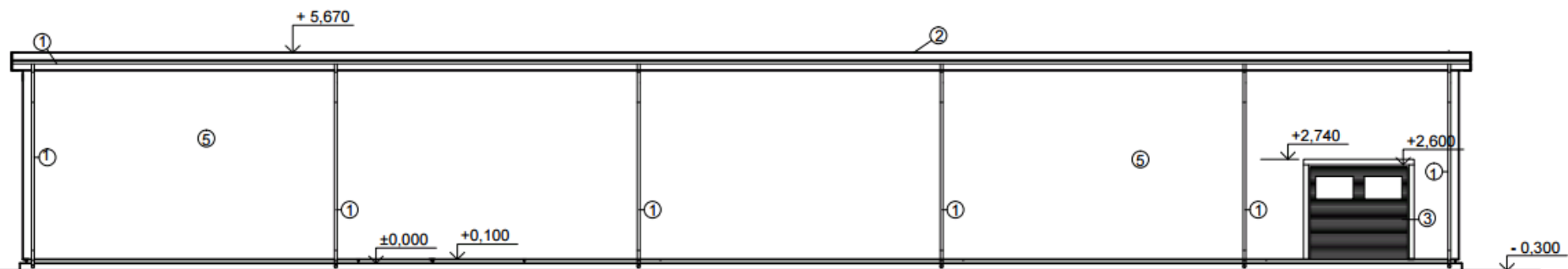
Podélný řez jednolodní haly



Základy jednolodní haly

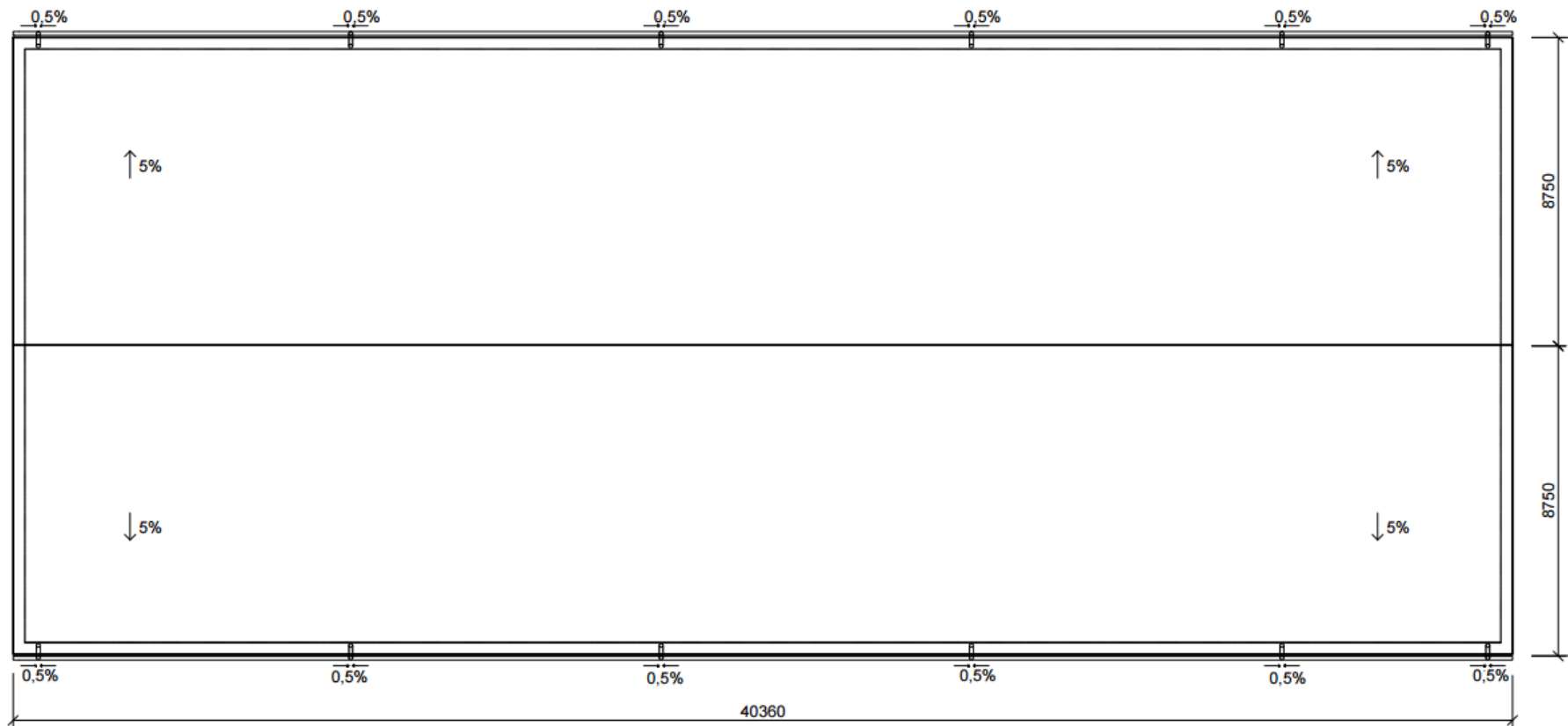


Pohledy jednolodní haly



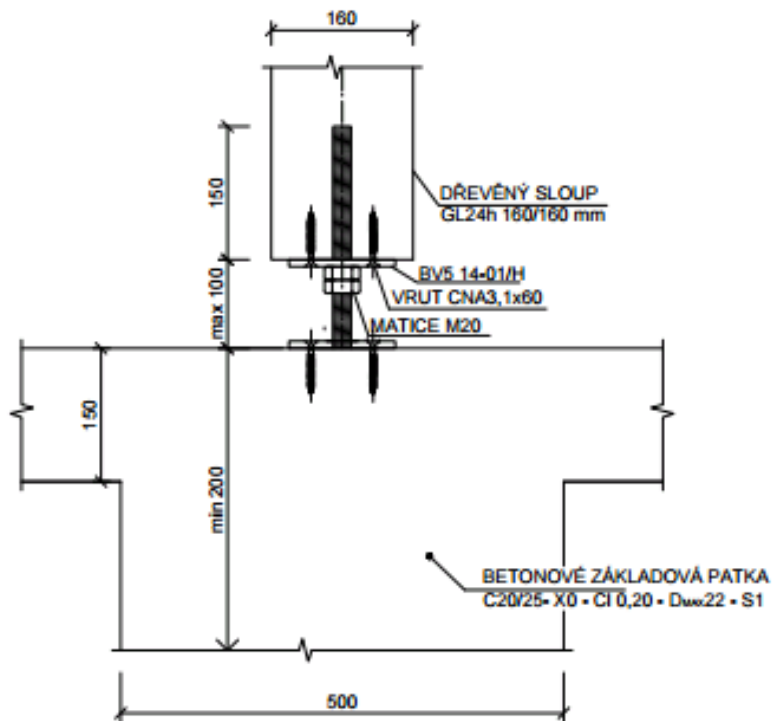
- ① STŘEŠNÍ SVODY A ŽLABY - POZINK
- ② STŘEŠNÍ KRYTINA - POZINKOVÝ PLECH
- ③ PRŮMYSLOVÁ SEKČNÍ VRATA
- ④ OPLECHOVÁNÍ
- ⑤ TRAPÉZOVÝ PLECH

Půdorys střechy jednolodní haly

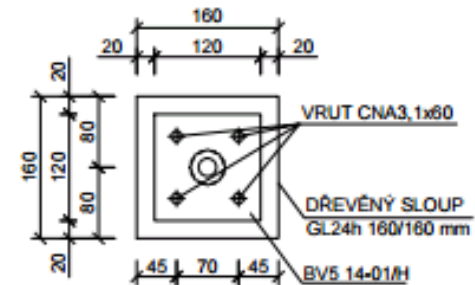


Detail patky jednolodní haly

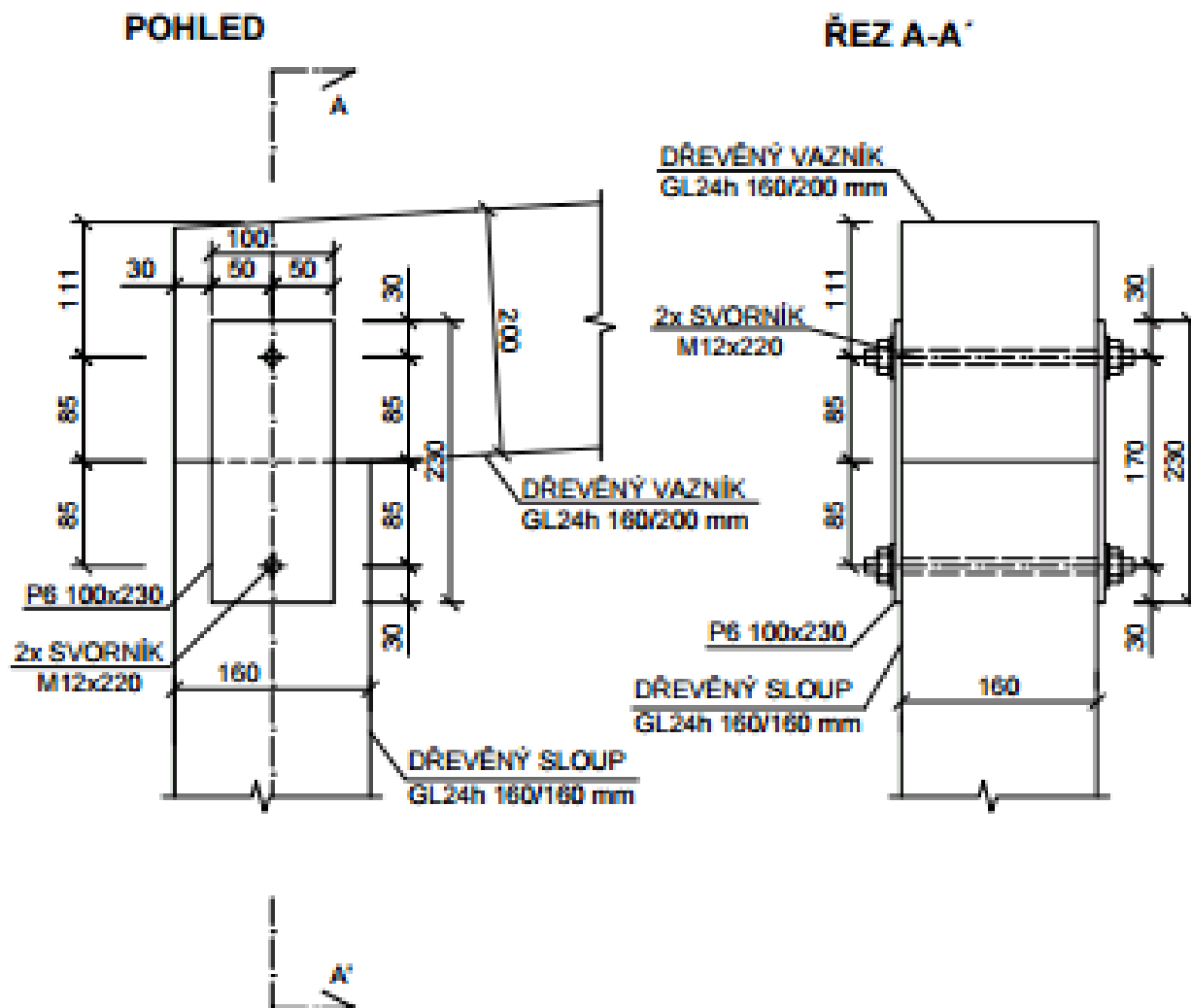
POHLED



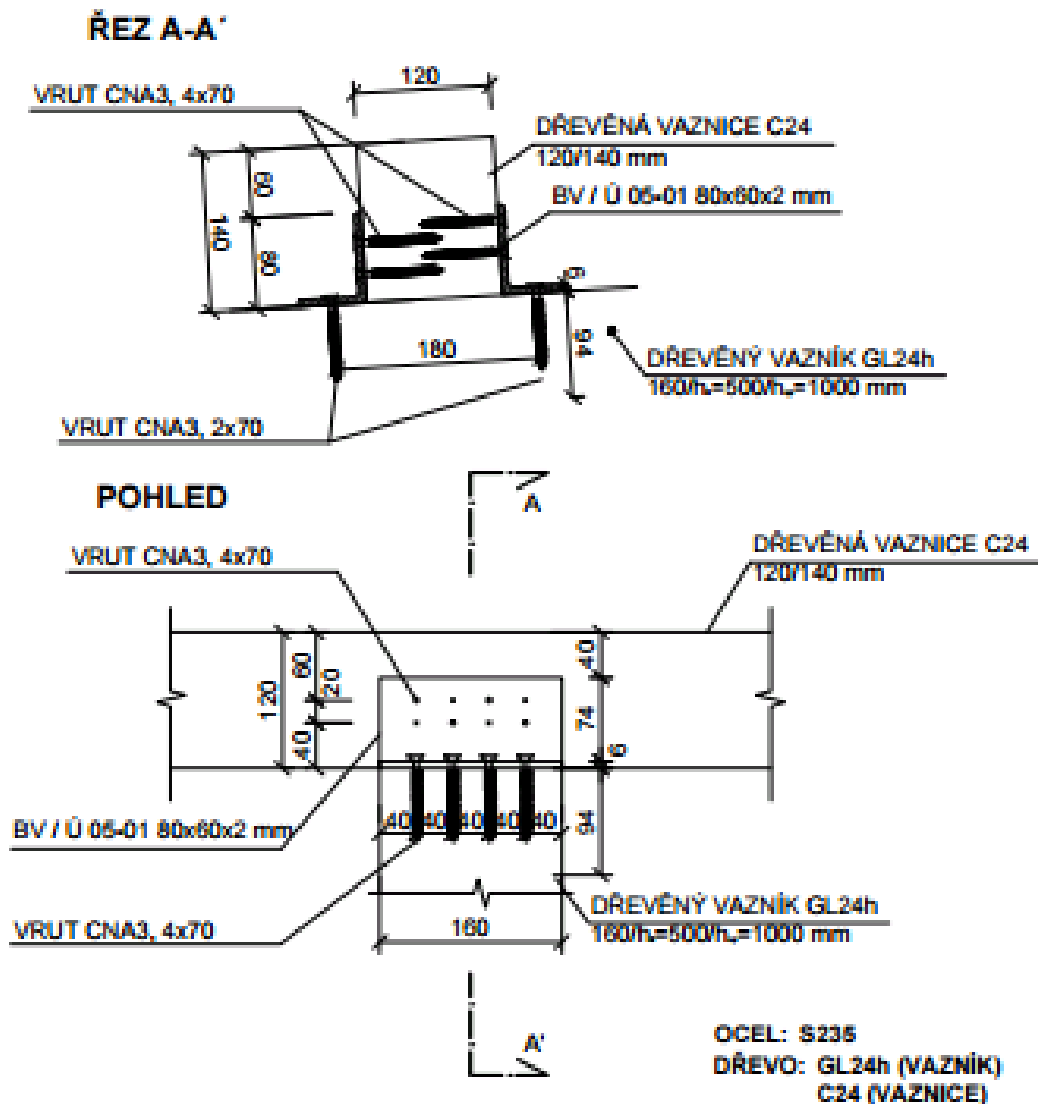
PŮDORYS



Detail přípoje vazníku na sloup jednolodní haly

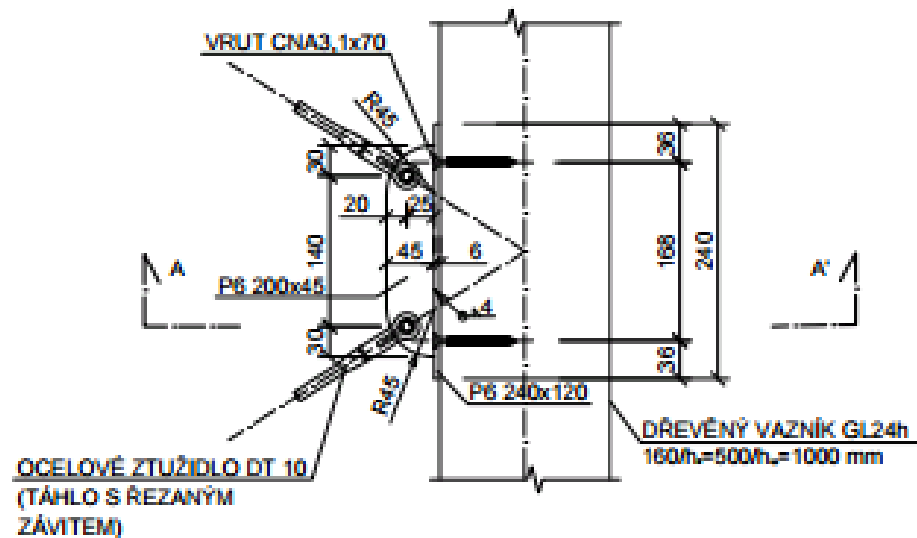


Detail přípoje vaznice na vazník jednolodní haly

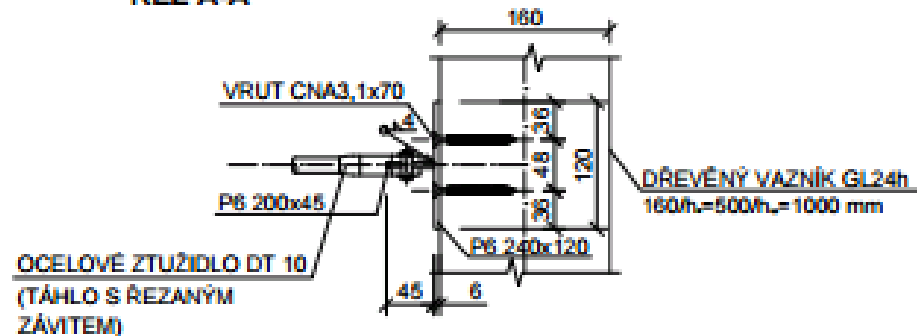


Detail přípoje příčného ztužidla na vazník jednolodní haly

PŮDORYS



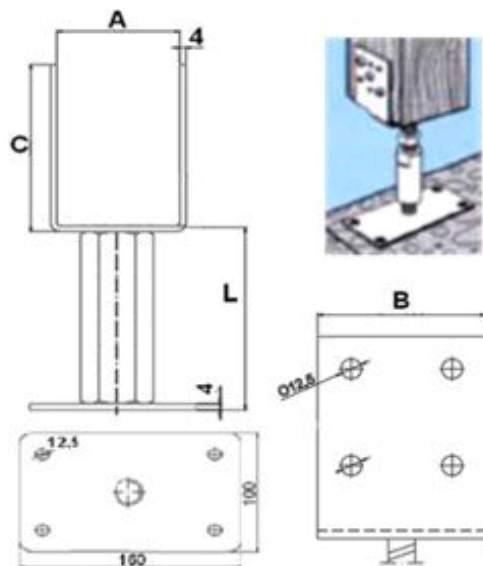
ŘEZ A-A'



OCEL: S235
DŘEVO: GL24h

Doplňující dotazy vedoucího práce

Jak by správně mělo vypadat kotvení sloupu do patky



Patka kotevní obousměrně stavitelná / Adjustable U plate anchor

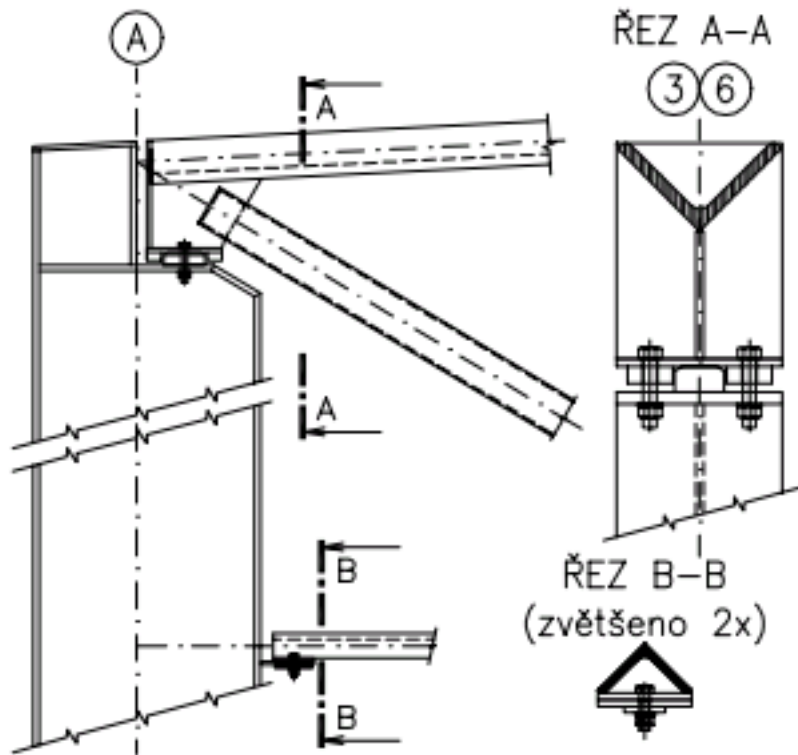
povrch / finish: žárově pozinkováno > 40µm / hot dipped galvanized > 40µm

materiál / material: ocel S275JR, pevn. tř. 5.6, Re 275MPa / forged steel St 44-2

Kód Art. No.	A mm	B mm	C mm	díry Ø 12,5	L mm	kg/100ks kg/100pcs	ks (pcs)
6245P-0808	80 - 160	80	125	8	140 - 190	205	1 / 10

Doplňující dotazy vedoucího práce

Jak by správně mělo vypadat kotvení ztužidla ke sloupu nebo vazníkům



Vazník musí být uložen u horního krajního styčnicku kloubově na obou sloupech.

Uložení je zajištěno pomocí úložné patky.

Svislá složka reakce vazníku se přenáší z vazníku do sloupu úložnou patkou.

Vodorovná složka reakce vazníku se přenáší z vazníku do sloupu a naopak v místě úložného styčnicku pomocí zarážek

přivařených pod úložný plech patky-

Použité sloupy pak budou přenášet svislou tahovou sílu v montážním stavu.

Doplňující dotazy oponenta práce

Pokud by byla tato stavba doporučena pro realizaci stavby, jaký druh dřeva by mohl být použit vzhledem k pevnostnímu - ekonomickému posouzení?

Konstrukce je navržena ze smrkového dřeva. Cena 5988.00,- Kč/m³ bez DPH

Výhody:

- **snadná dostupnost** (pro stavbu se používá dřevo těžené v zimních měsících a z místa budoucího bydliště)
- **nízká cena** – pokud byste však použili lepené hranoly, pak počítejte s tím, že se cena navýší, avšak z daleka nedosáhne k částkám rovnajícím se ceně cedru
- **dobrá opracovatelnost**

Nevýhody:

- **tvarová nestálost** – smrkové dřevo oproti například cedru
- **výrazně sesychá** a mění objem (stavbu je tedy vhodné nechat nejprve seschnout, sesednout do sebe, i tak je však nutné počítat s tím, že stále pracuje, sesychá, objeví se typické praskliny)
mají ho v oblibě
- **škůdci** – je tedy nutné počítat s **pravidelným ošetřováním**, může se snadno poškodit vzhledem k jeho měkkosti

Doplňující dotazy oponenta práce

Pokud by byla tato stavba doporučena pro realizaci stavby, jaký druh dřeva by mohl být použit vzhledem k pevnostnímu - ekonomickému posouzení?

Borovice – i dřevo borovice je možné použít ve stavebnictví, je poměrně snadno dostupné.

Výhody:

- snadná **dostupnost**
- **nízká cena** – cenově je borovice sice dražší než smrk, ale stále je to cena stále nižší než u dřeva cedrového, spíše než masiv se používají **lepené hranoly**, které jsou ze sušeného dřeva, takže prakticky nesesychají a nepracují

Nevýhody:

- problém může být **nalézt rovně rostlé kmeny**
- pokud použijete ke stavbě lepené hranoly, tak je nutné počítat s **vyšším podílem lepidel** (jednotlivé trámy jsou zpravidla lepené i podélně, v dnešní době se však již používají testovaná zdravotně nezávadná lepidla)
- nutnost dřevo **pravidelně ošetřovat**, mají ho v oblibě škůdci
- Na masivní krovy a latě **se nedoporučuje**, protože **obsahuje příliš velké množství suků**