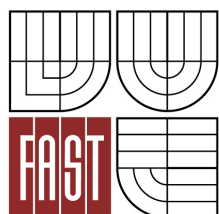




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

MĚSTKÉ DIVADLO V KUŘIMI
THEATRE HOUSE IN KUŘIM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. RADOVAN PETR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Radovan Petr
Název	Městské divadlo v Kuřimi
Vedoucí diplomové práce	Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí - Obecná pravidla
- [2] ČSN EN 1993-1-1 až 8 Navrhování ocelových konstrukcí
- [3] Koželouh B.: Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5 - Step 1 Navrhování a konstrukční materiály, Bohumil Koželouh 1998
- [4] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [5] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení sněhem
- [6] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení větrem

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh nosné konstrukce objektu divadla umístěného v lokalitě města Kuřim s kapacitou minimálně 200 diváků. Minimální zastavěná půdorysná plocha je zadána rozměry 20x35 m. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s architektonickými požadavky souvisejícími s účelem budovy. Pro nosnou konstrukci užíjte primárně konstrukční dřevo v rostlé či lepené lamelové variantě. Koncepti nosného systému předběžně zpracujte ve dvou variantách, tyto varianty srovnajte dle vhodných měřítek a výhodnější variantu zpracujte detailně. Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů pro zvolenou variantu. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce. Z výkresové dokumentace se předpokládá: dispoziční výkresy, plán kotvení, výkresy směrných detailů a konstrukční výkres vybraných nosných prvků.

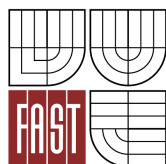
Popisná data (vkládá student před odevzdáním práce)

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

Autor práce Bc. Radovan Petr

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Městské divadlo v Kuřimi

Název práce v anglickém jazyce Theatre House in Kuřim

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze

Anotace práce Tématem diplomové práce je návrh dřevěné konstrukce městského divadla s vnitřní ocelovou vestavěnou konstrukcí. Návrh dřevěné konstrukce je vypracován ve dvou variantách podle normy ČSN EN. Práce řeší statické působení této konstrukce a návrh jednotlivých částí a materiálů konstrukce. Půdorysné rozměry jsou 49,0 x 25,6 m, s max. výškou 12,5 m. Konstrukce je navržena na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Nosná konstrukce střechy je řešena pomocí 13 obloukových plnostěnných nosníků. Druhá varianta je řešena jako obloukové příhradové nosníky. Štítová stěna je navržena prosklená, skleněný plášť bude vynášen dřevěnou konstrukcí se sloupy a paždíky. Součástí práce je i řešení spojů a detailů konstrukce. Konstrukce byla řešena v programu Dlubal RSTAB 8. Posouzení prvků bylo provedeno pomocí přídatného modulu TIMBER Pro. Varianta s plnostěnným nosníkem byla pro kontrolu posouzena ručním posudkem. Pro tuto variantu byly zpracovány konstrukční detaily některých spojů. Součástí práce je výkresová dokumentace.

Anotace práce v anglickém jazyce The theme of the master's theses is to design a wooden structure of city theater with internal steel construction. The concept of wooden structure is developed in two versions according to standard ČSN EN. The theses solve the static effect of the construction and design of individual parts and materials. Theater has dimensions 49.0 x 25.6 m, max. height of 12.5 meters. The construction is devised to withstand a

weight and applicability. The supporting structure of the roof is solved using by 13 arched plate girders. The second variant is designed as arched truss girders. The gable wall is glassed-in, glass envelopes support by wooden structure with columns and side runners. The work also includes solutions for joins and construction details. The structure was solved in the program RSTAB Dlubal 8. The assessment of the components was done using additional module TIMBER Pro. First Variant of plate girder was checking by manual report. The work includes drawings.

Klíčová slova

Městské divadlo, nosná dřevěná konstrukce, ocelová konstrukce, spřažená železobetonová konstrukce, oblouková konstrukce, lepené lamelové dřevo, spoje s vnitřním plechem, montážní spoj dřevěné konstrukce, kloubová patka, patní plech, hřebíkový spoj, kolíkový spoj, šroubový spoj, svary, KalZip

Klíčová slova v anglickém jazyce

City Theatre, timber structures, steel structures, reinforced concrete composite structure, arch structure, glued laminated timber, joints with inner iron desk, mounting joint wooden structure, articulated base, base iron desk, Nail joint, pin joint, bolting, welding, KalZip

Prohlášení:

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

V Brně dne 9.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Radovan Petr

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Radovan Petr

Abstrakt

Tématem diplomové práce je návrh dřevěné konstrukce městského divadla s vnitřní ocelovou vestavěnou konstrukcí. Návrh dřevěné konstrukce je vypracován ve dvou variantách podle normy ČSN EN. Práce řeší statické působení této konstrukce a návrh jednotlivých částí a materiálů konstrukce. Půdorysné rozměry jsou 49,0 x 25,6 m, s max. výškou 12,5 m. Konstrukce je navržena na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Nosná konstrukce střechy je řešena pomocí 13 obloukových plnostěnných nosníků. Druhá varianta je řešena jako obloukové příhradové nosníky. Štítová stěna je navržena prosklená, skleněný plášť bude vynášen dřevěnou konstrukcí se sloupy a paždíky. Součástí práce je i řešení spojů a detailů konstrukce. Konstrukce byla řešena v programu Dlubal RSTAB 8. Posouzení prvků bylo provedeno pomocí přídatného modulu TIMBER Pro. Varianta s plnostěnným nosníkem byla pro kontrolu posouzena ručním posudkem. Pro tuto variantu byly zpracovávány konstrukční detaily některých spojů. Součástí práce je výkresová dokumentace.

Klíčová slova

Městské divadlo, nosná dřevěná konstrukce, ocelová konstrukce, spřažená železobetonová konstrukce, oblouková konstrukce, lepené lamelové dřevo, spoje s vnitřním plechem, montážní spoj dřevěné konstrukce, kloubová patka, patní plech, hřebíkový spoj, kolíkový spoj, šroubový spoj, svary, KalZip

Abstract

The theme of the master's theses is to design a wooden structure of city theater with internal steel construction. The concept of wooden structure is developed in two versions according to standard ČSN EN. The theses solve the static effect of the construction and design of individual parts and materials. Theater has dimensions 49.0 x 25.6 m, max. height of 12.5 meters. The construction is devised to withstand a weight and applicability. The supporting structure of the roof is solved using by 13 arched plate girders. The second variant is designed as arched truss girders. The gable wall is glassed-in, glass envelopes support by wooden structure with columns and side runners. The work also includes solutions for joints and construction details. The structure was solved in the program RSTAB Dlubal 8. The assessment of the components was done using additional module TIMBER Pro. First Variant of plate girder was checking by manual report. The work includes drawings.

Keywords

City Theatre, timber structures, steel structures, reinforced concrete composite structure, arch structure, glued laminated timber, joints with inner iron desk, mounting joint wooden structure, articulated base, base iron desk, Nail joint, pin joint, bolting, welding, KalZip

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Radovan Petr *Městské divadlo v Kuřimi*. Brno, 2014. 41 s., 327 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

ÚVOD

Projekt řeší návrh dřevěné konstrukce městského divadla s vnitřní ocelovou vestavěnou konstrukcí. Návrh dřevěné konstrukce je vypracován ve dvou variantách podle normy ČSN EN. Práce řeší statické působení této konstrukce a návrh jednotlivých částí a materiálů konstrukce. Půdorysné rozměry jsou 49 x 25,6 m s maximální výškou 12,5 m. Konstrukce je navržena na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Nosná konstrukce střechy je řešena pomocí 13 obloukových plnostěnných nosníků. Druhá varianta je řešena jako obloukové příhradové nosníky. Štítová stěna je navržena prosklená, skleněný plášť budu vynášen dřevěnou konstrukcí se sloupy a paždíky. Součástí práce je i řešení spojů a detailů konstrukce. Konstrukce byla řešena v programu Dlubal RSTAB 8. Posouzení prvků bylo provedeno pomocí přídatného modulu TIMBER Pro. Varianta s plnostěnným nosníkem byla pro kontrolu posouzena ručním posudkem. Pro tuto variantu byly zpracovávány konstrukční detaily některých spojů. Součástí práce je výkresová dokumentace.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

TECHNICKÉ NORMY A ODBORNÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 51 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 126 s.
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96 s.
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 127 s.
- [6] KARMAZÍNOVÁ, Marcela. Prvky kovových konstrukcí - Modul BO02-M02 - Spoje kovových konstrukcí. Brno: CERM, 2005, 48 s.
- [7] KARMAZÍNOVÁ, M. a PILGR M.: Ocelové konstrukce vícepodlažních budov, Brno: CERM, 2004, 134 s.
- [8] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 114 s.
- [9] KUKLÍK, Petr; KUKLÍKOVÁ, Anna. Navrhování dřevěných konstrukcí - Příručka k ČSN EN 1995-1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010, 140 s.
- [10] KUKLÍK, Petr. Dřevěné konstrukce. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 172 s.
- [11] KOŽELOUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Step 1. Informační centrum ČKAIT, 1998, 324 s.
- [12] KOŽELOUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Step 2. Informační centrum ČKAIT, 2004, 372 s.

ZÁKONY A VYHLÁŠKY

- [13] Zákon č. 183/2006 Sb. – o územním plánování s stavebním řádu.

WEBOVÉ STRÁNKY

- [14] www.kingspan.cz – střešní plášť
- [15] www.kalzip.cz – střešní plášť
- [16] www.acelormittal.cz – válcované profily
- [17] www.kronospan.cz – OSB desky
- [18] www.konstrukce-tesko.cz – výrobce konstrukcí z lepeného lamelového dřeva
- [18] www.taros-nova.cz – výrobce konstrukcí z lepeného lamelového dřeva
- [20] www.bova-nail.cz – spojovací prvky
- [21] www.steelcalc.com – výpočty ocel

- [22] www.tzb-info.cz - výpočty
 [23] www.schueco.com - okna
 [24] www.prefa.cz – zakládání
 [25] www.rockwool.cz – tepelně izolační materiály
 [26] www.hilti.cz – kotvy

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK PÍSMENA LATINSKÉ ABECEDY

A	plocha
a_1	rozteč rovnoběžně s vlákny mezi spojovacími prostředky v jedné řadě
a_2	rozteč kolmo k vláknům mezi řadami spojovacích prostředků
$a_{3,t}$	vzdálenost mezi spojovacím prostředkem a zatíženým koncem
$a_{4,t}$	vzdálenost mezi spojovacím prostředkem a zatíženým okrajem
b	šířka
d	průměr spojovacího prostředku; základna oblouku střechy
d_0	průměr otvoru pro spojovací prostředek
C_{dir}	součinitel směru větru
C_e	součinitel expozice
$C_o(z)$	součinitel orografie ve výšce "z"
$C_{pe,10}$	součinitel vnějšího tlaku větru pro velké zatěžovací plochy
$C_r(z)$	součinitel drsnosti ve výšce "z"
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	tepelný součinitel
e	rozměr pro výpočet oblastí pro zatížení podélným větrem
$E_{0,05}$	hodnota 5 % kvantilu modulu pružnosti
e_1	vzdálenost od konců a okrajů ve směru síly pro ocel
e_2	vzdálenost od konců a okrajů kolmo ke směru síly pro ocel
f	vzepětí oblouku střechy
$f_{c,0,k}$	charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c,0,d}$	návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c,90,k}$	charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům
$f_{c,90,d}$	návrhová pevnost v tlaku kolmo k vláknům
$f_{h,k}$	charakteristická pevnost v otláčení
$f_{m,k}$	charakteristická pevnost v ohybu
$f_{m,d}$	návrhová pevnost v ohybu
$f_{t,0,k}$	charakteristická pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny
$f_{t,0,d}$	návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny
f_u	mez pevnosti oceli
$f_{u,k}$	charakteristická pevnost v tahu svorníků
$f_{v,k}$	charakteristická pevnost ve smyku
$f_{v,d}$	návrhová pevnost ve smyku
f_y	mez kluzu oceli
g_k	charakteristická hodnota stálého rovnoměrného zatížení
h	výška

h_{ap}	výška nosníku ve vrcholu
I	moment setrvačnosti
$I_v(z)$	součinitel turbulence ve výšce "z"
k_c	součinitel vzpěrnosti
k_{crit}	součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu
k_{def}	součinitel dotvarování
k_{fi}	modifikační součinitel za požáru
k_{mod}	modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti
k_r	součinitel terénu pro vítr
k_{shape}	součinitel tvaru
k_{vol}	součinitel objemu
L_{ef}	efektivní délka
L_s	délka po střednici
M_{Ed}	působící složka ohybového momentu
N_{Ed}	působící složka normálové síly
n_s	počet rovin stříhu
p	obvod zbytkového nebo účinného průřezu
p_1	rozteč ve směru síly pro ocel
p_2	rozteč kolmo ke směru síly pro ocel
q_k	charakteristická hodnota proměnného rovnoměrného zatížení
Q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
$q_p(z)$	maximální dynamický tlak větru ve výšce "z"
r_{in}	vnitřní poloměr
s_l	charakteristická hodnota zatížení sněhem na střeše
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi
t	tloušťka; čas
u_{inst}	okamžitý průhyb
u_{lim}	limitní průhyb
$u_{net,fin}$	čistý konečný průhyb
V	objem
v_b	základní rychlost větru
V_b	objem vrcholové části nosníku
$v_m(z)$	střední rychlost větru ve výšce "z"
$V_{z,Ed}$	působící složka posouvající síly
W	průřezový modul
$w_e(z)$	vnější tlak větru na plochu ve výšce "z"

PÍSMENA ŘECKÉ ABECEDY

γ_G	součinitel zatížení pro stálé zatížení
γ_M	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$\gamma_{M,i}$	dílčí součinitel spolehlivosti oceli
γ_Q	součinitel zatížení pro proměnné zatížení
ε	poměrné přetvoření
λ	štíhlostní poměr
$\lambda_{rel,m}$	poměrná štíhlost při ohybu

μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
ρ	měrná hustota vzduchu
ρ_k	charakteristická hustota materiálu
$\sigma_{c,0,d}$	návrhové napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny
$\sigma_{m,crit}$	kritické ohybové napětí
$\sigma_{m,d}$	návrhové napětí v ohybu
$\sigma_{t,0,d}$	návrhové napětí v tahu rovnoběžně s vlákny
$\sigma_{t,90,d}$	návrhové napětí v tahu kolmo k vláknům
σ_v	tlak větru
$\tau_{tor,d}$	návrhové napětí v kroucení
$\tau_{v,d}$	návrhové napětí ve smyku
ψ_i	kombinační součinitel zatížení

SEZNAM PŘÍLOH

A – DOKLADOVÁ ČÁST

Titulní list
Zadání
Popisný soubor závěrečných prací
Prohlášení
Abstrakt, bibliografické citace
Úvod
Použité informační zdroje
Seznam příloh celkový
Závěr

B – STATICKÝ VÝPOČET

Průvodní zpráva
Technická zpráva
Statický výpočet - ruční posouzení
Statický výpočet - softwarové posouzení

C – VÝKRESOVÁ ČÁST

Studie

S1 STUDIE 1NP
S2 STUDIE 2NP
S3 STUDIE 3NP
S4 STUDIE ŘEZY
S5 STUDIE POHLEDY

Výkresy

1 DISPOZICE DŘEVĚNÉ KONSTKCE
2 ŘEZY DŘEVĚNÉ KONSTKCE
3 DISPOZICE DŘEVĚNÉ KONSTKCE
4 PLÁN KOTVENÍ
5 VÝROBNÍ VÝKRES VAZNÍKU
6 VÝROBNÍ VÝKRES OCEL. SLOUPŮ
7 Detail D1 - dřevěná konstrukce
8 Detail D2 - dřevěná konstrukce
9 Detail D3 - dřevěná konstrukce
10 Detail D4 - dřevěná konstrukce
11 Detail D5, D6 - ocelová konstrukce

ZÁVĚR

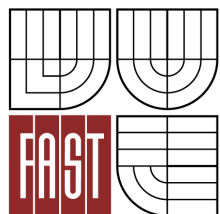
Výstupem této diplomové práce je statický výpočet, doplněný vybranými výkresy tvaru, plánu kotvení, výrobními výkresy a detaily spojů. Pro architektonický návrh byla vypracována studie tvaru a dispozic. Studie jsou součástí této diplomové práce. Statický výpočet je proveden za pomoci softwaru Dlubal RSTAB 8 pro obě varianty zastřešení konstrukce. Varianta s plnostěnným průřezem je řešena podrobněji, včetně spojů. Pro kontrolu je tato varianta doplněna ručním posudkem MSÚ. Statický výpočet ocelové konstrukce s železobetonovou spřaženou deskou je proveden ručně. Projektová dokumentace a statické výpočty jsou zpracovány v rozsahu zadání diplomové práce. Součástí projektové dokumentace jsou výkresy tvaru a vybrané detaily spojů. V textové části je zpracován statický výpočet, výstupy vnitřních sil, studie tepelně technických možností řešení pláště.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. Za odborné vedení, vstřícný přístup, cenné rady a připomínky, které mi poskytl během řešení mé diplomové práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

Průvodní zpráva

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. RADOVAN PETR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2015

Průvodní zpráva

Obsah

A.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	1
A.2	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ.....	2
A.3	ÚDAJE O ÚZEMÍ	2
A.4	ÚDAJE O STAVBĚ.....	4
A.5	ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ	5

A.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

A.1.1 ÚDAJE O STAVBĚ

a) Název stavby

Konstrukce Městského divadla v Kuřimi

b) Místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

Adresa: Město Kuřim, Divadelní č. 182

Katastrální území: Kuřim 677655 (okres Brno-venkov)

Pozemek s parcelním číslem 280/1

VLASTNÍK: Město Kuřim, Jungmannova 968/75, 664 34 Kuřim

c) Předmět projektové dokumentace

Projektová dokumentace pro provedení stavby řeší statickou část konstrukce městského divadla. Hlavní nosná část zastřešení divadla bude z lepeného lamelového dřeva, vnitřní konstrukce z oceli a betonu.

A.1.2 ÚDAJE O ŽADATELI

ŽADATEL

Jméno:	Město Kuřim
Adresa:	Jungmannova 968/75, 664 34 Kuřim
IČ:	00281964

A.1.3 ÚDAJE O ZPRACOVATELI PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

HLAVNÍ PROJEKTANT

Jméno:	Bc. Radovan PETR
Kontakt:	Brněnská 145, 592 31 Nové Město na Moravě Radovan.petr@gmail.com tel.: +420 736 287 828
IČ:	-

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT

Jméno:	Bc. Radovan PETR
Kontakt:	Brněnská 145, 592 31 Nové Město na Moravě Radovan.petr@gmail.com tel.: +420 736 287 828
Číslo autorizace:	-

VYPRACOVAL

A. Průvodní zpráva

D. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Bc. Radovan PETR.

t.:+420 736 287 828, e.: radovan.petr@gmail.com

A.2 SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ

V rámci předprojektové přípravy byl proveden vizuální průzkum pozemků a okolí, rovněž byla pořízena fotodokumentace.

Pozemek se nenachází v oblasti chráněného ložiskového území, ani v poddolovaném území (dle mapové aplikace na portal.gov.cz).

Dalšími vstupními podklady byl architektonický návrh konstrukce, situační výkresy, studie vnitřní dispozice.

A.3 ÚDAJE O ÚZEMÍ

a) Rozsah řešeného území

Projekt řeší návrh a montáž nosné dřevěné a ocelové konstrukce nového městského divadla v Kuřimi na ulici Divadelní. Dotčena budou stavební parcela s číslem 280/1 ve vlastnictví stavebníka.

b) Dosavadní využití a zastavěnost území

Řešené území se nachází poblíž centra města Kuřimi (náměstí 1. Května). Na stavební parcele s číslem 280/1 se nacházel lihovar, ten byl odstraněn a v roce 1990. Od té doby je pozemek nevyužit. Přístup na pozemek bude z ulice Vonkova.

Náměstí nebude dotčeno.

c) Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů¹⁾ (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.),

Nenachází se.

d) Údaje o odtokových poměrech

Projekt neřeší. Řešeno ve stavební části PD.

e) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování

Stavba je v souladu s územně plánovací dokumentací.

f) Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Při navrhování stavby byly dodrženy požadavky dle §2 zákona č. 183/2006 Sb. (novelizován zákonem č. 350/2012 Sb.) o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), zejména obecné požadavky na využívání území podle vyhlášky č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, technické požadavky na stavby dle vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

g) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Projekt neřeší. Řešeno ve stavební části PD.

h) Seznam výjimek a úlevových řešení

Bez výjimek a úlevových řešení.

i) Seznam souvisejících a podmiňujících investic, , požadavky na vydání jiných rozhodnutí nebo opatření

Bez souvisejících a podmiňujících investic.

j) Seznam pozemků a staveb dotčených změnou vlivu užívání stavby na území (podle katastru nemovitostí)

Parcelní číslo	Vlastník	Výměra [m ²]	Druh pozemku	Způsob ochrany, BPEJ
280/1	Helán Bedřich U Školky 91 66434 Moravské Knínice	114	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
280/2	Helán Bedřich U Školky 91 66434 Moravské Knínice	89	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
280/3	Helán Bedřich U Školky 91 66434 Moravské Knínice	1	ostatní plocha	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
281/3	Wiedermann Samir Martin Tišnovská 1383/5, Černá Pole, 61300 Brno	2	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
281/4	Wiedermann Samir Martin Tišnovská 1383/5, Černá Pole, 61300 Brno	8	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
247/5	Město Kuřim Jungmannova 968 66434 Kuřim	95	ostatní plocha	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
279/2	Opálková Eva Legionářská 181, 66434 Kuřim	154	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ
281/1	Wiedermann Zorjana Nám. 1.května 23 66434 Kuřim	705	zastavěná plocha a nádvoří	nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, bez evidovaného BPEJ

A.4 ÚDAJE O STAVBĚ

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novou stavbu veřejné infrastruktury. Přičemž projektová dokumentace (statický výpočet) řeší dřevěnou část zastřešení objektu a ocelovou konstrukce předsálí divadla.

b) Účel užívání stavby

Výstavbou objektu vznikne objekt veřejné infrastruktury – městské divadlo.

c) Trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o stavbu trvalou.

d) Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů¹⁾ (kulturní památka apod.)

Netýká se.

e) Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Jedná se o objekt veřejné infrastruktury, kde je nutno řešit bezbariérové užívání.

f) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů²⁾

Nenachází se.

g) Seznam výjimek a úlevových řešení

Nenachází se.

h) Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha: 1255 m²

Obestavěný prostor: 14 4503 m³

Počet uživatelů kapacita sálu divadla 308 osob

kapacita kavárny 60 osob

Podlahová plocha 1937 m²

Započitatelná podlahová plocha 1854 m²

i) Základní bilance stavby

Předmětem projektové dokumentace je statická posudek nosné konstrukce ze dřeva a oceli.

j) Základní předpoklady výstavby - montáže konstrukce

Předpokládaný začátek stavby 04/2016

Předpokládaný konec stavby 09/2016

Realizace stavebních prací se předpokládá v souvislém čase, bez členění na dílčí etapy.

k) Orientační náklady stavby

Náklady na stavbu se neuvádějí. Stavba bude řešena dodavatelsky, na základě jednotlivých výběrových řízení.

A.5 ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ

Rozdělení na stavební objekty:

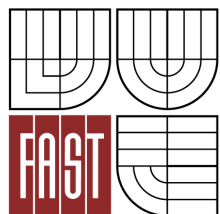
- SO 01 – Budova divadla
- SO 02 – Oplocení pozemku
- SO 03 – Vodovodní přípojka
- SO 04 – Kanalizační přípojka
- SO 05 – Přípojka plynu, vedení plynu
- SO 06 – Přípojka elektro
- SO 07 – Zpevněné plochy na pozemku

Řešený stavební objekt:

- SO 01 – Budova divadla – Nosná část konstrukce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu
Stavebně konstrukční řešení

Technická zpráva

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. RADOVAN PETR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2015

Obsah

OBSAH	1
1. DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ	2
1.1. DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE	2
1.2. VNITŘNÍ OCELOVÁ KONSTRUKCE	2
2. ZATÍŽENÍ	2
3. KONSTRUKČNÍ PRVKY	3
3.1. DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE	3
3.1.1. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	3
3.1.2. VAZNICE	3
3.1.3. VAZNÍK	3
3.1.4. VZPĚRKY	3
3.1.5. PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO	4
3.1.6. PAŽDÍK	4
3.1.7. SLOUPY	4
3.2. VNITŘNÍ OCELOVÁ KONSTRUKCE	4
3.2.1. ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	4
3.2.2. TRAPÉZOVÝ PLECH	4
3.2.3. STROPNICE	4
3.2.4. PRŮVLAK	5
3.2.5. SLOUP	5
3.2.6. SCHODIŠTĚ	5
3.2.7. ZTUŽIDLA	5
4. ŘEŠENÉ DETAILS	5
4.1. KOTVENÍ A ULOŽENÍ VAZNÍKU	5
4.2. PŘÍPOJ PAŽDÍKU KE SLOUPU	6
4.3. PŘÍPOJ VAZNICE K VAZNÍKU	6
4.4. MONTÁŽNÍ SPOJ VAZNÍKU	6
4.5. PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK	6
4.6. KLUBOVÁ PATKA OCELOVÉHO SLOUPU	6
5. OCHRANA KONSTRUKCE	7
5.1. DŘEVĚNÉ PRVKY	7
5.2. OCELOVÉ PRVKY	7
6. VÝPOČETNÍ METODY	7
6.1. SOFTWAREVÝ VÝPOČET	7
6.2. RUČNÍ VÝPOČET	7
7. DOPRAVA, SKLADOVÁNÍ A MONTÁŽ	8
7.1. DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ	8
7.2. MONTÁŽ KONSTRUKCE	8
8. ZÁVĚR	8
9. VARIANTY ŘEŠENÍ	9
9.1. VARIANTA 1.	9
9.2. VARIANTA 2.	10
9.3. VÝHODNOCENÍ VARIANT	10
9.4. VIZUALIZACE KONSTRUKCE	11
10. VARIANTY ŘEŠENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ	15

1. Dispoziční řešení

1.1. Dřevěná konstrukce

Dřevěná konstrukce tvoří zastřešení nad půdorysem obdélníkového tvaru městské divadla s rozměry 49,0 x 25,6 m, myšleno jako vnější rozměry objektu. Příčná vazba konstrukce je tvořena 13 zakřivenými vazníky z lepeného lamelového dřeva. Vazníky překonávají vzdálenost 24 m myšleno osově jako vzdálenost podpor. Na vaznicích jsou v ortogonálním směru prostě uloženy vaznice, které jsou rovnoměrně rozmístěny po celé zakřivené ploše nosníkového oblouku. Osová vzdálenost vaznic je navržena na 1,250 m. Vaznice jsou k vazníku připojeny tak, aby se jejich horní okraje nacházely ve stejné horizontální rovině jako horní okraj vazníku. Na vaznicích bude záklop ze dvou vrstev OSB desek a tepelně izolační vrstva s ocelovou krytinou. Prostorová stabilita konstrukce je zajištěna příčnými ocelovými ztužidly, která se nacházejí v prvním a posledním poli konstrukce. Rozhodujícím kritériem pro návrh výšky konstrukce byla světlost mezi podlahou jeviště a spodním lícem nosné konstrukce. V nejvyšším místě je navržena relativní výška +12,500 m. Z toho plynou i ostatní výšky. Čelní prosklená stěna je kotvena do dřevěných paždíků. Paždíky jsou nesený šesti dřevěnými plnostěnnými sloupy.

1.2. Vnitřní ocelová konstrukce

Ocelová vnitřní konstrukce vytváří patrovou konstrukci předsálí, kde jsou umístěny shromažďovací prostory, kavárna, šatny, pokladny, toalety. S rozměry 21,5 x 12 m, myšleno jako vnější rozměry objektu. Stropní konstrukce je navržena jako spřažená železobetonová deska, litá do trapézových plechů, vynášena stropnicemi do průvlaků. Horní úroveň trapézového plechu se nachází ve výšce + 3,400 m. Stropnice jsou kloubově připojeny k průvlakům tak, aby se jejich horní okraje nacházely ve stejné horizontální rovině. Spojitý průvlak o dvou polích je vynášen sloupy do betonových patek. Združené schodiště s jedním nástupním ramene a dvěma výstupními rameny je navrženo jako ocelové schodnicové. Jednotlivé stupně jsou vynášeny schodnicemi z ocelových UPE profilů. Stupně jsou navrženy z tvrdého vrstveného skla bez podstupnic.

2. Zatížení

Návrh konstrukce na účinky zatížení je ověřen statickým výpočtem dle zásad Eurokódu. Tedy ve dvou hlavních posudcích, a to na I. mezní stav - únosnosti a na II. mezní stav použitelnosti. Pro posouzení konstrukce bylo vytvořeno 21 zatěžovacích stavů (11 pro dřevěnou konstrukci, 10 pro ocelovou konstrukci). Kombinace byly vytvořeny pro obě konstrukce podle rovnice 6.10. Pro posouzení II mezního stavu byly pro dřevěnou konstrukci vygenerovány kombinace charakteristické se započítáním součinitele dotvarování, pro ocel kombinace charakteristické. Stálou složku tvoří vlastní tíha nosných prvků a stálé zatížení od střešního pláště a ostatní dlouhodobé zatížení (osvětlení, vzduchotechnika, zvuková aparatura). Proměnné zatížení lze jednoduše rozdělit na klimatické – sníh a vítr. Hodnoty a tvary zatížení jsou definovány v ČSN EN 1991-1. Stavba se nachází v Kuřimi, je tedy zařazena do II. sněhové i II. větrné oblasti.

3. Konstrukční prvky

3.1. Dřevěná konstrukce

3.1.1. Střešní plášť

Střešní plášť je navržen jako jednoplášťová střecha, konstrukčním systémem firmy Kalzip. Tepelně izolační vrstva je navržen na doporučené hodnoty součinitele prostupu $U_{rec,20}$. Jako krytina je volen hliníkový plech se stojatou drážkou. Tepelná izolace navržena z minerální vaty firmy Rockwool produkt MONROCK MAX E. Difuzní vrstvu tvoří asfaltový pást nalepený na bednění tvořené dvěma vrstvami OSB desek typ 4 o tloušťce 2 x 12 mm. Desky o rozměrech 625 x 2500 mm jsou kladeny svým delším rozměrem do příčného směru na vaznice, ke kterým jsou připojeny ocelovými sponkami po 200 mm. Spáry desek je nutno prostřídat Geometrie a rozmístění vaznic umožňuje dodržení výrobcem stanoveného rozměru dilatační spáry min. 3 mm.

3.1.2. Vaznice

Vaznice jsou ze statického hlediska navrženy jako prosté nosníky délky 3,92 m kloubově připojeny k vazníku přes ocelové třmeny s předvrtanými otvory značky BOVA. Vaznice kopírují zakřivený tvar vazníku. Jejich příčnou a torzní stabilitu zajišťuje bednění z OSB desek. Osová vzdálenost mezi vaznicemi je 1,250 m. Průřez je definován rozměrem 160 x 200 mm pro vrcholové vaznice (21 ks v každém poli) a 120 x 160 pro stěnové vaznice (12 - 14 ks v každém poli). Materiál vaznic rostlé dřevo pevnostní třídy C24.

3.1.3. Vazník

Vazník je hlavním nosným prvkem celého zastřešení, který přenáší zatížení ze zastřešení do podpor. Jedná se o obloukově zakřivený nosník s proměnným zakřivením. Přes ocelová čepová ložiska je uložen na ŽB patkách o rozměrech 1100 x 1100 x 700 mm. Betonové patky tvoří pevnou neposuvnou podporu. Vzdálenost mezi teoretickými podporami je 24,0 m a jejich osová vzdálenost jakožto příčných vazeb je 4,000 m. Průřez je definován rozměrem 180 x 950 mm a materiálem z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h. Tloušťka lamely je uvažovaná z důvodu malého poloměru zakřivení tl. 25 mm. Z důvodu velkých rozměrů, musí být vazník rozdělen na 3 montážní celky v poměru délek po střednici cca 32 : 36 : 32 % a na stavbě bude vazník spojen montážními spoji.

3.1.4. Vzpěrky

Vzpěrky jsou ze statického hlediska navrženy, jako prosté nosníky délky 3,92 m. Vzpěrky jsou v podélném směru vyztuženy kosoúhlými diagonálami průřezu 80 x 80 mm připojenými k hornímu okraji vazníku. Tím vznikne příhradový nosník výšky 950 mm. Veškeré prvky jsou kloubově připojeny k vazníku přes ocelové třmeny s předvrtanými otvory značky BOVA. Vzpěrky kopírují zakřivený dolní tvar vazníku. Jsou rovnoměrně rozmístěny po délce vazníku po vzdálenostech 8 m. Průřez je definován rozměrem 160 x 160 mm. Materiál vzpěrek a diagonál rostlé dřevo pevnostní třídy C24.

3.1.5. Příčné ztužidlo

Ztužidlo je kloubově připojeno v úrovni dolní hrany vaznic do ocelových úhelníků zakotvených do vazníku. Přenosnost síly z prutu do ocelového úhelníku je přes šroubový spoj. Ztužidla jsou navržena jako křížová, sestávající se ze 2 prutů navzájem nespojených. Průměrná délka 1 prutu je 4,6 m. Ztužidla přenášejí pouze osově namáhání tahem. Plný kruhový průřez válcovaný za tepla je definován průměrem 40 mm a materiál z oceli S235.

3.1.6. Paždík

Paždíky jsou ze statického hlediska navrženy jako prosté nosníky délky 4,15 a 3,95 m kloubově připojeny ke sloupu přes ocelové vnitřní plechy tl. 20 mm pomocí 4 kolíků a jedno svorníku M14. Krajní paždíky jsou kloubově připojeny k vazníku také pomocí ocelových vnitřních plechů. Průřez je definován rozměrem 200 x 200 mm. Materiál paždíku lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL24h. Tloušťka lamely je uvažovaná 40 mm.

3.1.7. Sloupy

Sloupy jsou ze statického hlediska navrženy jako prosté nosníky délky 8,80 m, 11,00 m a 11,50 m ve spodním okraji kloubově připojeny přes ocelová čepová ložiska uložená na ŽB patkách. V horní části jsou sloupy kloubově připojen k vazníku. Kloubový spoj v podélném směru posuvný, tak aby sloup nebyl zatěžován příčnou deformací vazníku. Ke sloupu jsou připojeny dvě řady paždíku přes ocelové vnitřní plechy tl. 10 mm a 4 svorníku M14. Průřez sloupu je definován rozměrem 160 x 550 mm. Materiál sloupu lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL24h. Tloušťka lamely je uvažovaná 40 mm.

3.2. Vnitřní ocelová konstrukce

3.2.1. Železobetonová deska

Železobetonová deska je ze statického hlediska navržena jako spojitý nosník o 8 polích. Jako tahová a konstrukční výztuž navržena KARI síť $\varnothing$ 8 mm oko 100 x 100 mm, ocel B500. Kari síť budou ukládány na distanční podložky vysoké 26 mm spodní řadou rovnoběžně s vlnou trapézového plechu. Beton je volen pevnostní třídy C20/25. Deska je betonována do trapézových pechů ArcelorMittal HSA + 39/183 - 0.75. Spřažení trapézových plechů s betonovou deskou je pomocí spřahování trnů $\varnothing$ 22/90 mm po 183 mm v každé vlně jeden trn.

3.2.2. Trapézový plech

Trapézový plech je ze statického hlediska navržena jako spojitý nosník o 3 polích. Volen je plech firmy ArcelorMittal HSA + 39/183 - 0.75 tl. 0,75mm. Plechy budou ukládány kolmo ke stropnicím.

3.2.3. Stropnice

Stropnice jsou ze statického hlediska navrženy jako prosté nosníky délky 4,6 m a 4,15 m kloubově připojeny k průvlaku přes ocelové čelní desy s předvrtanými otvory a dvěma šrouby M16 4.6. Příčnou a torzní stabilitu zajišťuje spřažení s železobetonovou deskou. Osová vzdálenost mezi stropnicemi je 1,475 m. Průřez je definován válcovaným průřezem IPE 140. Materiál stropnic je ocel pevnostní třídy S235. Při betonáži je nutné stropnice podepřít v $\frac{1}{2}$ rozpětí.

3.2.4. Průvlak

Průvlak je ze statického hlediska navržen jako spojitý nosník o dvou polích délky 5,9 pevně připojený ke sloupu přes ocelovou desku a pásnice. Vzdálenost stropnic určuje délku ve, které může průvlak klopit. Osová vzdálenost mezi průvlakly je 4,6 a 4,15m. Průřez je definován válcovaným profilem IPE 330. Materiál stropnic je ocel pevnostní třídy S235. Průvlak je navržen jako nespřažený s ocelovou deskou. Při návrhu bylo provedeno více variant se spřažením průvlaku s betonovou deskou. Při posouzení spřaženého průřezu jako spojitého nosníku nebo dvou prostých nosníků se průřez jen velmi málo lišil od navrženého a s přihlédnutím na nepřesnost, které se dopouštím při modelu spřažení v obou směrech spřažení v obou směrech nenavrhuji.

3.2.5. Sloup

Sloup je ze statického hlediska navržen jako prostý nosník kloubově uložený. Sloupu je umožněna ztráta stability vzpěrem v obou směrech. Osová vzdálenost mezi sloupy je v podélném směru 4,15m a 4,6 m v příčném směru 5,9 m. Průřez je definován válcovaným průřezem HEB 120. Materiál sloupu je ocel pevnostní třídy S235

3.2.6. Schodiště

Sdružené schodiště s jedním nástupním ramene a dvěma výstupními rameny je pro statický výpočet zjednodušeno na soustavu prostých nosníků a prostých nosníků s převislými konci. Stupnice z vrstveného tvrzeného skla jsou vynášeny pomocí schodnic definovaných válcovaným průřezem UPE 160. Příčnou a torzní stabilitu průřezu zajišťují jednotlivé stupně. Podestový nosník definován válcovaným průřezem IPE 180. Schodnice jsou uloženy na horní hraně podestového nosníku. Materiál pro schodiště je ocel pevnostní třídy S235.

3.2.7. Ztužidla

Ztužidlo je kloubově připojeno ke spodní a horní části sloupu přes čepový spoj do přivařené ocelové čelní desky. Ztužidla jsou navržena jako křížová, sestávající ze 4 prutů navzájem spojených pomocí ocelového plechu a čepového přípoje. Průměrná délka 1 prutu je 3,530 m. Ztužidla přenášejí pouze osově namáhání tahem. Průřez válcovaný za tepla je definován trubkou 44,5 x 2,6 mm a materiál z oceli S235.

4. Řešené detaily

4.1. Kotvení a uložení vazníku

Čepový kloubový spoj je navržen z ocelových plechů z oceli S235 a ze statického hlediska působí jako podpora kloubová neposuvná. Spoj se sestává z horního plechu tl. 22 mm a dvou spodních plechů tl. 12 mm. Plechy jsou po stranách vyztuženy úhelníky tl. 10 rozměru 80 x 80 mm. Čep je navržen Ø 40 mm a má sloužit jako kloub. Patní deska tl. 20 mm je ke svislým plechům přivařena koutovým svarem výšky 4 mm po celé délce, taktéž je připojena i horní deska ke svislému plechu. Povrchová úprava pozinkováním. Přenos posouvající síly do betonové patky je pomocí kotevní zářázky z válcovaného profilu IPE 100 délky 80 mm. Pod patní desku bude provedeno cementové lože max. tloušťky 30 mm. Z konstrukčních důvodů jsou navrženy čtyři vlepené kotvy délky 260 mm na chemii Fisher FIS v 360 S. Spoj ocel dřevo navržen jako spoj s vnitřní ocelovou deskou tl. 22 mm s rozměry 800 x 270 mm z materiálu S235. Přenos vnitřních sil je pomocí 10 kolíků pevnosti

5.6 Ø 16 mm a délky 180 mm a 3 přesnými svorníků pevnosti 5.6 M16 a délky 220 mm opatřené maticí M16 a na obou stranách podložkami pro M16 tl. 4 mm s vnějším Ø 50 mm. Dřevěné prvky jsou předvrtány otvory velikosti Ø spojovacího prostředku a velikost otvoru ve vnitřní ocelovém plechu je zvětšena o 1 mm.

4.2. Přípoj paždíku ke sloupu

Spoj je navržen jako spoj s vnitřní ocelovou deskou tl. 20 mm z oceli S235. Přenos vnitřních sil z paždíku je pomocí 4 kolíků pevnosti 5.6 Ø 14 mm a délky 200 mm a 1 přesným svorníkem pevnosti 5.6 M14 délky 240 mm opatřené maticí M14 a na obou stranách podložkami pro M14 tl. 4 mm s vnějším Ø 44 mm. Vnitřní plech je přivařen k čelní desce pomocí koutových svarů výšky 4 mm po celém obvodu a ztužen dvěma úhelníky 40 x 30 tl. 10mm. Ke sloupu jsou obě čelní desky ukotveny pomocí 4 přesných svorníků M14 pevnosti 5.6 a délky 210 mm opatřené maticí M14 a na obou stranách podložkami pro M14 s vnějším Ø 28 mm a tl. 2,5 mm. Dřevěné prvky jsou předvrtány otvory velikosti Ø spojovacího prostředku a velikost otvoru ve vnitřní ocelovém plechu je zvětšena o 1 mm. Povrchová úprava vnitřních plechů pozinkováním.

4.3. Přípoj vaznice k vazníku

Vaznice jsou kloubově připojeny k vazníku přes ocelové třmeny s předvrtanými otvory značky BOVA pomocí hladkých hřebíků Ø 4 x 100 mm. Přesné počty a schémata umístění hřebíků viz. statický výpočet.

4.4. Montážní spoj vazníku

Montážní spoj je navržen jako spoj s vnitřní ocelovou deskou tl. 22 mm z materiálu S235. Ohybový moment v rovině vazníku přenášejí 2 ocelové desky umístěné při horním a spodním okraji vazníku o rozměrech 600 x 345 mm se 48 kolíky pevnosti 5.6 Ø 16 mm a délky 180 mm a 22 přesnými svorníky pevnosti 5.6 M16 a délky 220 mm opatřené maticí M16 a na obou stranách podložkami pro M16 tl. 4 mm s vnějším Ø 50 mm. Pro přenos posouvající síly slouží stejné plechy jako pro přenos ohybového momentu. Tyto plechy jsou z důvodu působícího ohybového momentu z roviny vazníku vyztuženy na spodní respektive na horní hraně plechy 60 x 22 mm, připojeny oboustranným koutovým svarem výšky 4 mm. Dřevěné prvky jsou předvrtány otvory velikosti Ø spojovacích prostředků a velikost otvorů ve vnitřním ocelovém plechu je zvětšena o 1 mm. Povrchová úprava vnitřních plechů pozinkováním.

4.5. Přípoj stropnice na průvlak

Spoj je navržen jako spoj s čelní ocelovou deskou s rozměry 90 x 90 mm a tl. 4 mm připojenou ke stojině průvlaku IPE 330 z materiálu S235. Přenos vnitřních sil ze stropnice do stojiny průvlaku je pomocí 2 šroubů M16 pevnosti 4.6 a délky 50 mm. Čelní deska bude předvrtána otvory o 2 mm většími, než je spojovací prostředek. Plech čelní desky je ke stojině průvlaku připojen oboustranným koutovým svarem délky 90mm a výšky 3 mm.

4.6. Klubová patka ocelového sloupu

Ocelový sloup definovaný průřezem HEB 120 je připojen k patní desce tl. 20 mm o rozměrech 300 x 300 mm, pomocí koutového svarů výšky 4 mm po celém obvodu. Pod patní desku bude

provedeno cementové lože max. tloušťky 30 mm. Z konstrukčních důvodů jsou navrženy dvě vlepené kotvy M20 délky 260 mm na chemii Fisher FIS v 360 S.

5. Ochrana konstrukce

Ocelová i dřevěná konstrukce musí být chráněna proti korozi a hnilobě. Většina dřevěných prvků je pohledová a proto musí být dbáno jak při přepravě tak montáži aby nedošlo k poškození jejich povrchu.

5.1. Dřevěné prvky

Veškeré konstrukce budou opatřeny transparentním nátěrem proti škůdcům, plísním a houbám prostředkem firmy Bochemit Forte. Pohledové prvky budou dále ošetřeny finální vrstvou z přírodního vosku firmy PNZ Vosk na dřevo W, bezbarví.

5.2. Ocelové prvky

Ocelové prvky budou ošetřeny syntetickou základní antikorozi barvou min. tloušťka suché vrstvy 60 μm , odstín šedá a následně dvěma vrstvami vrchního syntetického nátěru min. tloušťky každé suché vrstvy 60 μm , odstín šedá. Trapézové plechy budou dodány v pozinkové úpravě a opatřeny antikorozi úpravou popsanou výše. Šrouby, matice a podložky budou galvanicky pozinkovány přímo ve výrobě.

6. Výpočetní metody

6.1. Softwarový výpočet

Pro provedení globální analýzy konstrukce byl vytvořen prostorový prutový model za užití software Dlubal RSTAB 8. Model byl vytvořen v souladu s výše popsanými předpoklady statického působení prvků. Na základě těchto skutečností byly výpočtem zjištěny hodnoty vnitřních sil a deformací na každém definovaném prutu, které posléze sloužily jako podklad pro samotné dimenzování jednotlivých nosných částí konstrukce. Pro samotné dimenzování byl použit přídatný modul TIMBER Pro pro dřevěné prvky a STEEL EC3 pro ztužidla, kde byly jednotlivé prvky posouzeny na I a II mezní stav.

6.2. Ruční výpočet

Pro posouzení vnitřní nosné konstrukce, ze studijních důvodů nebyl vytvořen prostorový prutový model, konstrukce byla rozdělena na jednotlivé prvky a byla počítána jako prosté nosníky nebo nosníky spojitě. Pro výpočet vnitřních sil a deformací na těchto nosnících byl použit software Dlubal RSTAB 8. Samotné posouzení ocelových prvků bylo provedeno ručním výpočtem.

Pro ověření softwarového posudku byly dřevěné prvky posouzeny za pomoci ručního výpočtu. Rozdíl v posudku byly jen u vazníku, tento rozdíl je dán tím, že model je definován přímočarými pruty, nikoliv pruty zakřivenými. Z tohoto důvodu software neuvažuje některé součinitele zohledňující tvar prutu a dopouští se tím chyby na stranu nebezpečnou. K tomuto faktu bylo při softwarovém výpočtu přihlédnuto a byly navrženy dostačené rezervy.

7. Doprava, skladování a montáž

7.1. Doprava a skladování

Doprava prvků bude pomocí klasických automobilových návěsů. Prvky jsou voleny, tak aby se náklad nedostal do kategorie nadměrného nákladu. Prvky plnostěnného vazníku budou na návěsu uloženy ve svislé poloze ve stolici kvůli jejich zakřivenému tvaru. Prvky se budou skladovat na zpevněné suché ploše na podkládacích hranolech. Prvky nejsou náchylné na manipulaci, ale je třeba zabránit poškození dílensky vytvořených spojů vložených vnitřních plechů. Prvky budou při skladování zakryty plachtami tak aby nedocházelo k jejich promáčení.

Většina dřevěných prvků je pohledová a proto musí být dbáno jak při přepravě tak montáži aby nedošlo k poškození jejich povrchu.

7.2. Montáž konstrukce

V první fázi montáže se provedou ve vodorovné poloze montážní spoje prvních dvou nosníků ve ztužidlovém poli. Za pomocí dvou autojeřábu se vztyčí čelní nosník a zajistí se jeho spojení s patním plechem pomocí čepu a čep se zajistí závlačkou. Zajistí se stabilita nosníku pomocí lan a dojde ke vztyčení druhého nosníku. Následně dojde k montáži ztužidel v prvním poli a osadí se i některé vaznice, tím se zajistí prostorová stabilita celku. Poté dojde vždy ke spojení montážních celků v horizontální poloze a následné osazení nosníku a zajištění prostorové stability. Montáž krokví bude probíhat z nůžkových plošin. Po osazení krokví se začne od vrcholu klenby připojovat bednění dvěma OSB deskami křížem na sobě. Bednění se bude připojovat sponkami po 200 mm shora na klenbu. Zajišťující hranoly je možné odebrat až po připojení desek. Po vytvoření záklopu z OSB desek bude vytvořena parozábrana z asfaltových pásů, která dočasně bude plnit funkci krytiny. V interiéru se provede montáž dřevěného obložení.

V druhé fázi montáže dojde k montáži vnitřní ocelové konstrukce V prvním kroku budou osazeny sloupy, jejichž stabilita bude při montáži zajištěna provizorními montážními ztužidly. Následně budou osazeny průvlaky a ocelové nosníky spřažených stropnic. Poté se provede montáž stěnových ztužidel, čímž dojde k vytvoření tuhého celku. Dojde k osazení trapézových plechů, přivaření spřahovacích prvků, armování a betonáži.

Ve třetí fázi montáže se provede za pomocí autojeřábu osazení čelních sloupů. Sloup se osadí do připravených patek a zajistí se jejich spojení s patním plechem pomocí čepu. Následně dojde k vytvoření posuvného spojení s vazníkem. Montáž pažníků se taktéž provede za pomocí autojeřábu. Paždík se vyzvedne, nasune na připravené kotevní plechy a pomocí svorníku se připojí.

8. Závěr

Dřevěná nosná konstrukce zastřešení i vnitřní ocelová konstrukce předsálí divadla je navržena dle platných norem a předpisů tak, aby byla schopna odolávat veškerým zatížením uvažovaným pro daný účel a umístění stavby. Jsou posouzeny mezní hodnoty průhybů. Pro návrh byly použity podklady citované v seznamu použitých zdrojů.

9. Varianty řešení

Obě varianty jsou si svým dispozičním členěním velmi podobné. V první variantě jsou navrženy vazníky a sloupy plnostěnné z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h. Ve druhé variantě jsou příčné vazby však tvořeny příhradovými nosníky s kosoúhlou soustavou. Z pásy z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a výplňové pruty z rostlého dřeva C24. Návrhem příhradového nosníku se zvětšila výška nosníku z 0,95 m na 1,65 m. Sloupy čelní stěny jsou též ve druhé variantě nahrazeny příhradovými s horním pásem z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h, spodní pás a výplňové pruty z rostlého dřeva C24.

9.1. Varianta 1.

Vazník a sloupy plnostěnné z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h

Výpis prvků

Prvek	Průřez	Materiál	Celková délka [m]	Objem [m ³]	Hmotnost [t]
Vazník	Obdélník 180 x 950	GL24h	511,21	87,417	32,344
Vaznice vrcholové	Obdélník 160 x 200	C24	1008,50	32,272	13,554
Vaznice stěnové	Obdélník 120 x 160	C24	628,26	12,060	5,066
Vzpěrky	Obdélník 160 x 160	C24	192,05	4,916	2,065
Diagonály vzpěrek	Obdélník 80 x 80	C24	308,00	1,971	0,690
Čelní sloupy	Obdélník 160 x 550	GL24h	63,02	5,546	2,052
Paždíky	Obdélník 200 x 200	GL24h	45,20	1,808	0,669
				145,990	56,440

Výpis materiálu

Materiál	Objem [m ³]	Hmotnost [t]	Jednotková cena [Kč/m ³]	Cena [Kč]
C24	51,220	21,375	5 000	256 098
GL24h	94,771	35,065	9 000	852 936
Celkem	146	56		1 109 034

9.2. Varianta 2.

Výpis prvků

Vazník a sloupy tvořena příhradovými nosníky.

Prvek	Průřez	Materiál	Celková délka [m]	Objem [m ³]	Hmotnost [t]
Vazník				54,709	20,792
Horní pás	Obdélník 240 x 160	GL24h	513,56	19,721	7,311
Dolní pás	Obdélník 240 x 190	GL24h	452,81	20,648	7,640
Diagonály	Obdélník 100 x 140	C24	763,69	10,692	4,491
Patky vazníku	Obdélník 240 x (700 - 400)	GL24h	26,00	3,649	1,350
Vaznice vrcholové	Obdélník 160 x 200	C24	1008,50	32,272	13,554
Vaznice stěnové	Obdélník 120 x 160	C24	628,26	12,060	5,066
Vzpěrky	Obdélník 160 x 160	C24	192,05	4,916	2,065
Diagonály vzpěrek	Obdélník 80 x 80	C24	308,00	1,971	0,690
Čelní sloupy	Obdélník 160 x 200			4,863	1,906
Přední pás	Obdélník 160 x 250	GL24h	68,11	2,724	1,008
Zadní pás	Obdélník 160 x 180	C24	49,60	1,428	0,600
Diagonály	Obdélník 80 x 80	C24	110,89	0,710	0,298
Paždíky	Obdélník 200 x 200	GL24h	45,20	1,808	0,669
				112,599	44,742

Výpis materiálu

Materiál	Objem [m ³]	Hmotnost [t]	Jednotková cena [Kč/m ³]	Cena [Kč]
C24	64,050	26,764	5 000	320 248
GL24h	48,550	17,978	10 000	485 500
Celkem	113	45		805 798

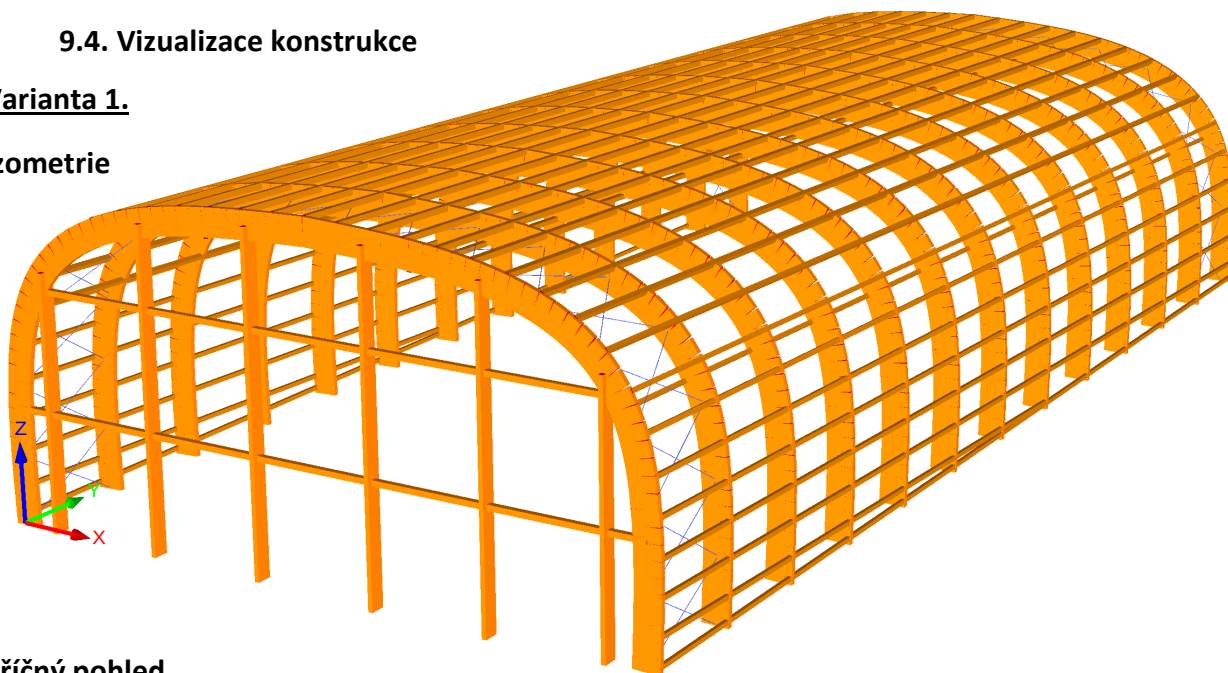
9.3. Vyhodnocení variant

Varianta 1. s vazníky a sloupy plnostěnnými z lepeného lamelového dřeva je asi o 11 tun těžší než varianta 2. s příhradovými vazníky a sloupy. Příhradová varianta bude náročnější na výrobu, transport a na montáž, což se negativně projeví i na celkové ceně za montáž konstrukce. Navíc je nutno přihlídnout k faktu že příhradová konstrukce má větší konstrukční výšky prvků, proto by musela být konstrukce zvětšena, tak aby byly splněny požadavky na světlost výšku u jeviště. Plnostěnná varianta je z architektonického hlediska výhodnější, z ekonomického hlediska není mezi jednotlivými variantami markantní rozdíl, a proto vítězí varianta 1. s plnostěnným průřezem. Které je podrobněji posouzena včetně vybraných konstrukčních detailů.

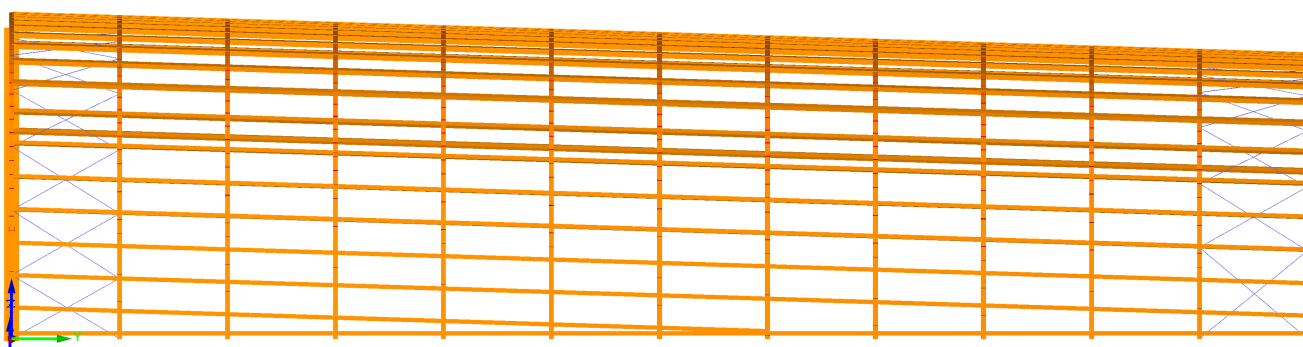
9.4. Vizualizace konstrukce

Varianta 1.

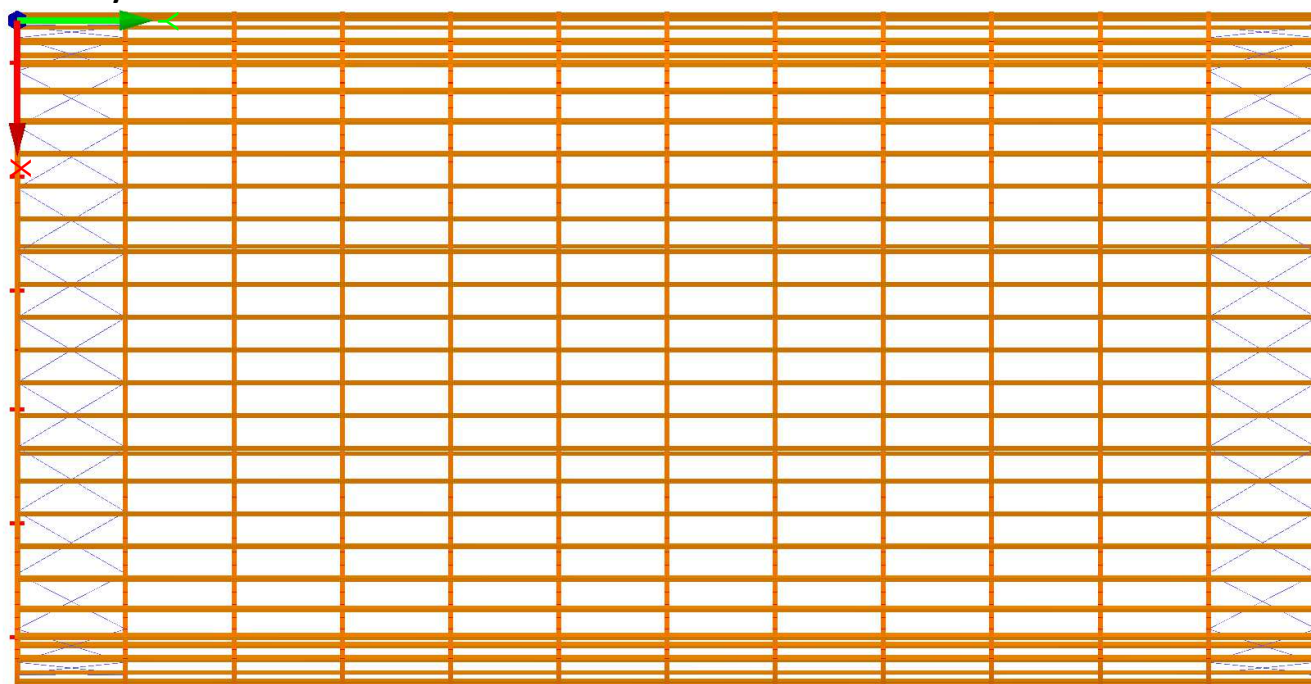
Izometrie



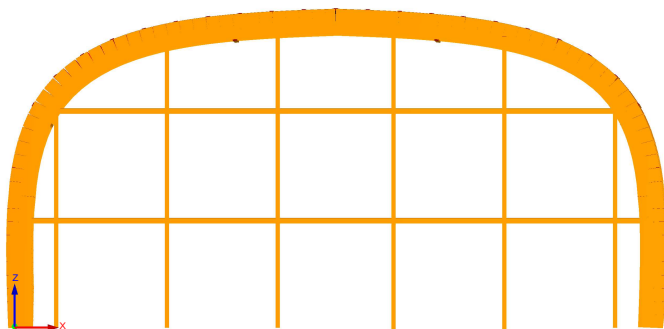
Příčný pohled



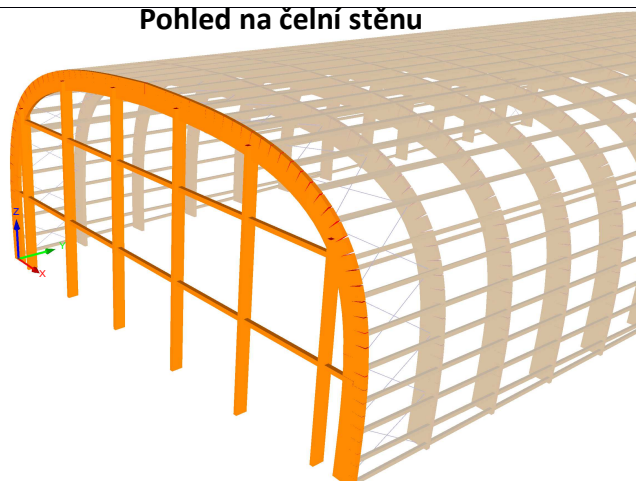
Půdorys



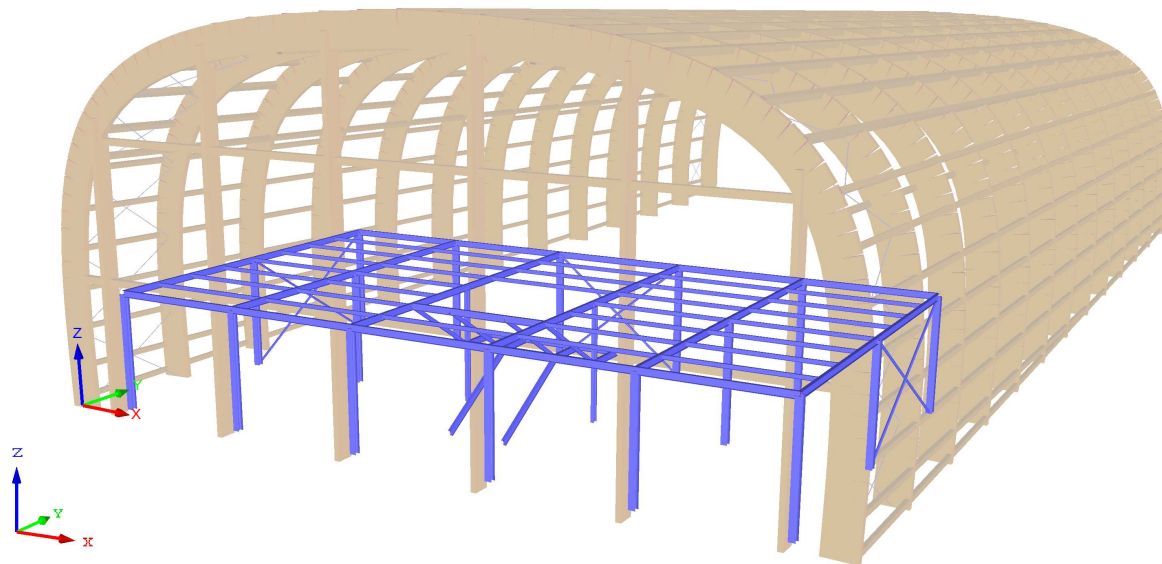
Příčný pohled



Pohled na čelní stěnu

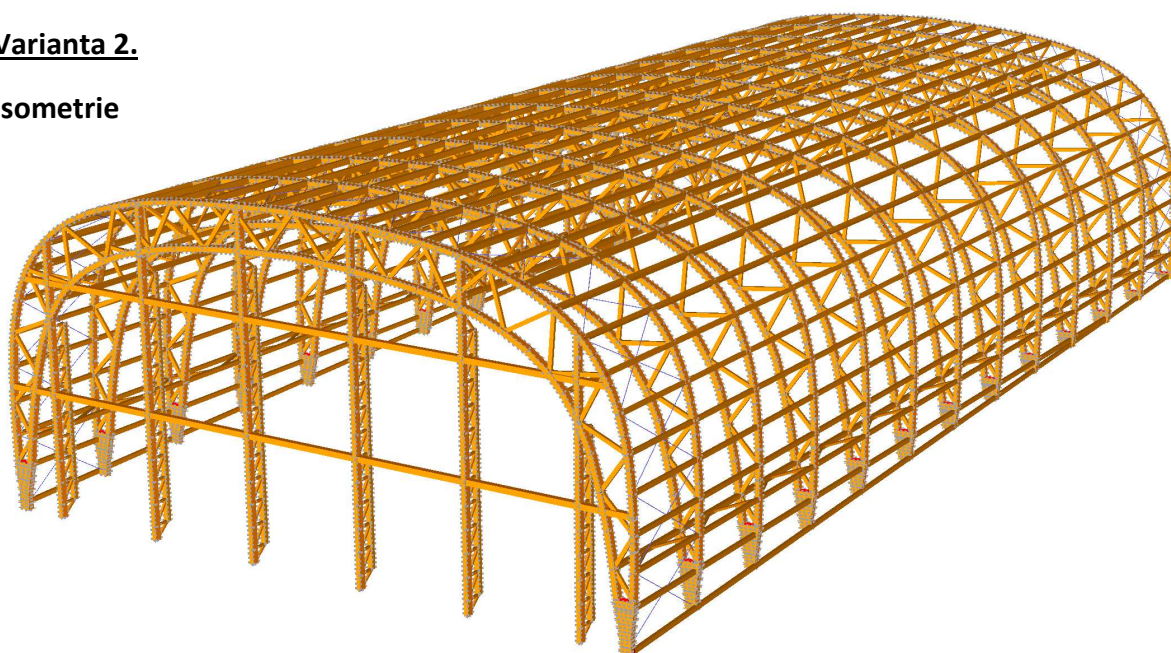


Umístění ocelové konstrukce

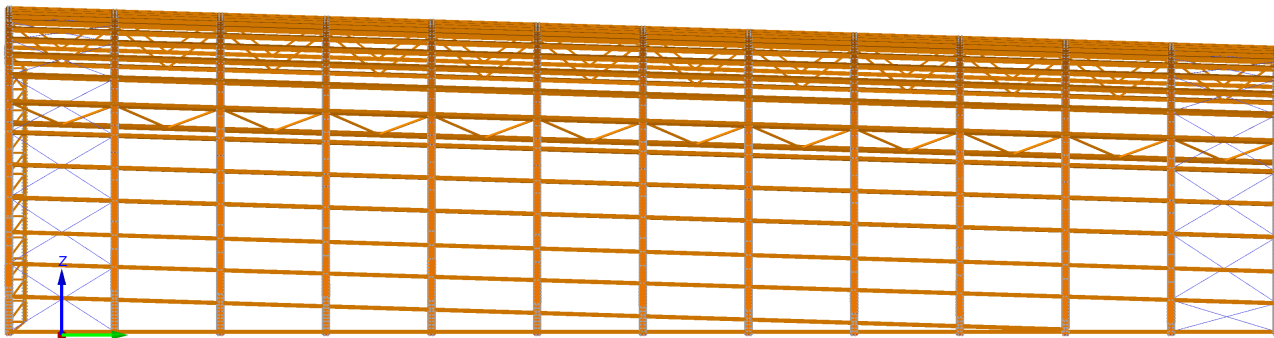


Varianta 2.

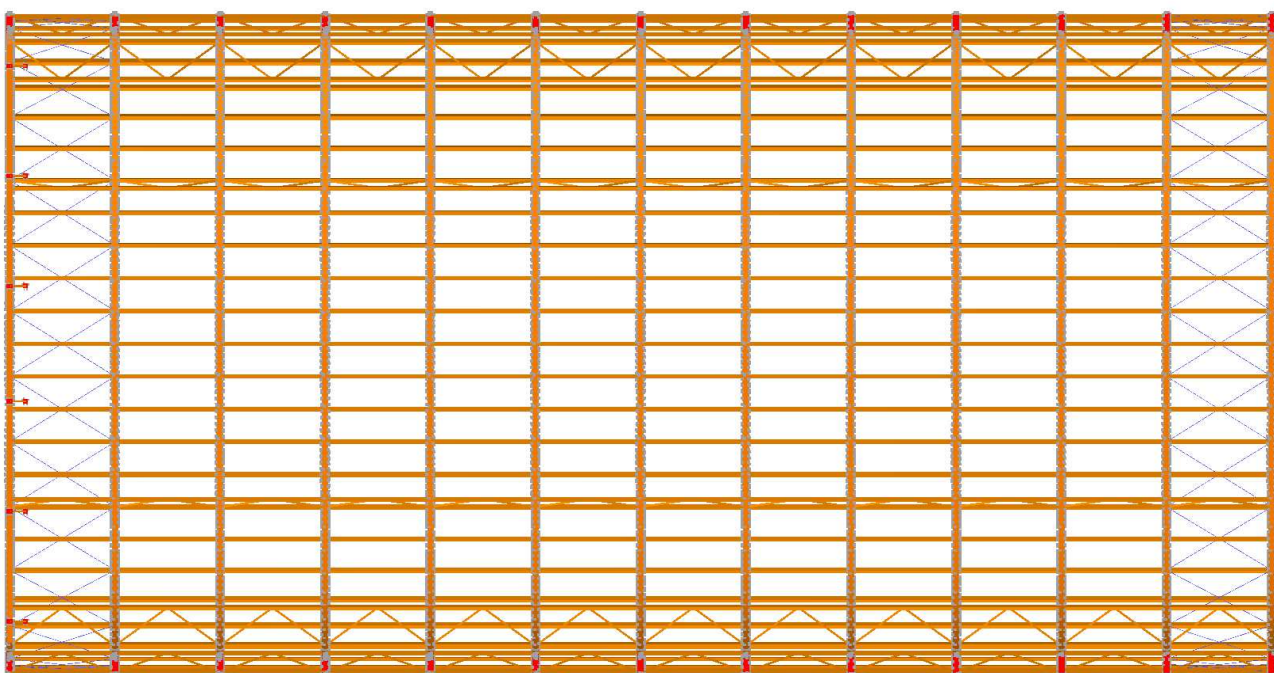
Isometrie



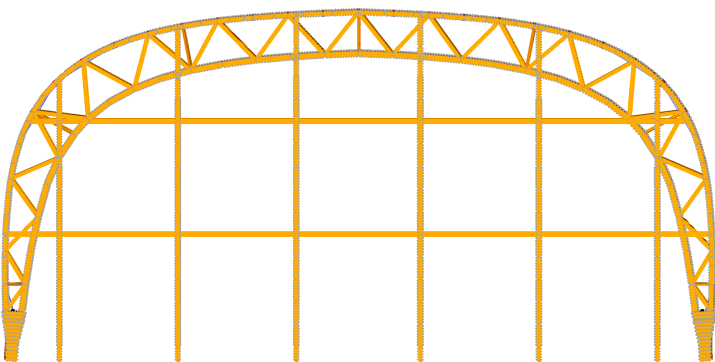
Podélný pohled



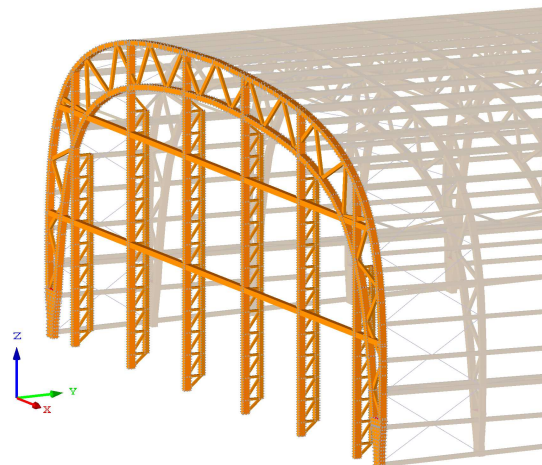
Půdorys



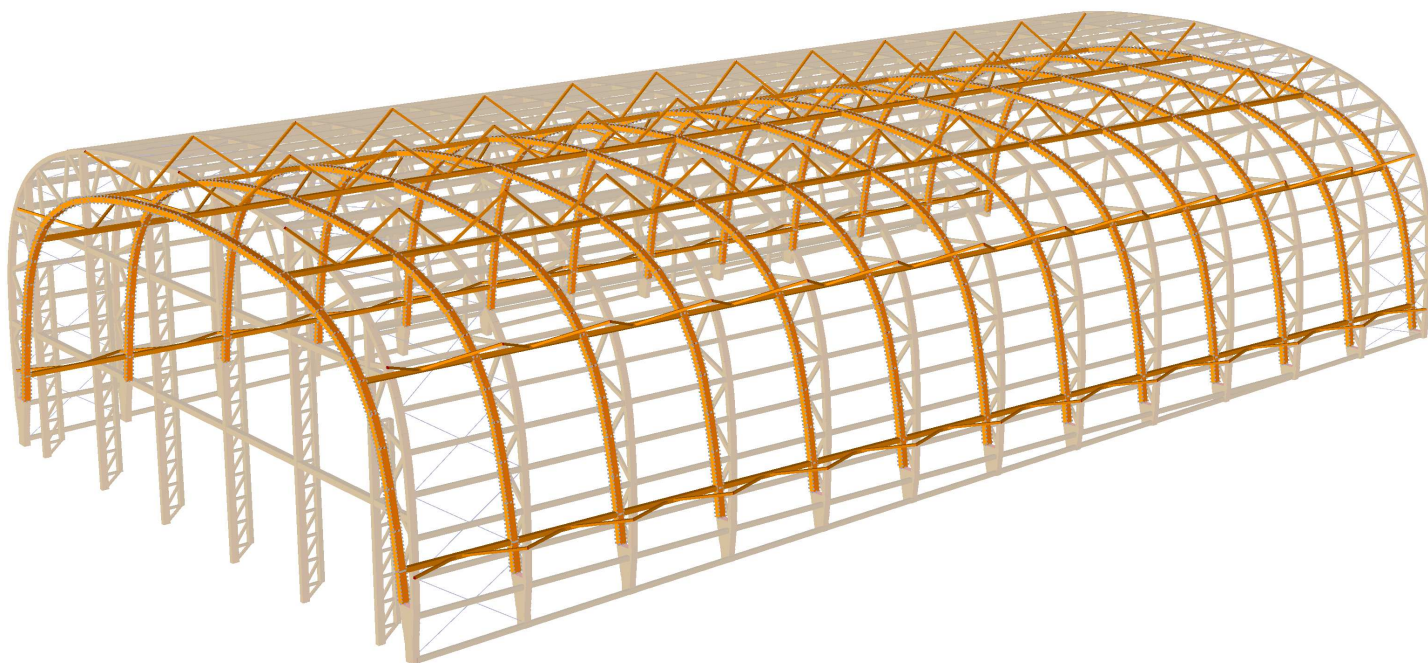
Příčný pohled



Pohled na čelní stěnu



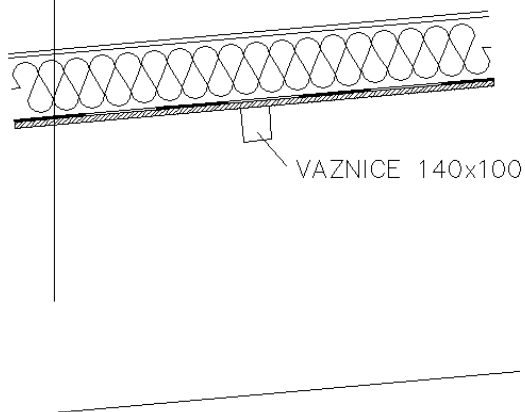
Podélné ztužení



10. Varianty řešení střešního pláště

1. Varianta

OCELOVÝ PLECH CAL-ZIP	0,9mm
MINERÁLNÍ VATA, TVRZENÉ DESKY	260mm
PAROZÁBRANA – ASFALTOVÝ PÁS	4mm
OSB DESKA	18mm
DŘEVĚNÝ OBLOUKOVÝ RÁM	1200x120mm



Systémové řešení firmy Kalzip

Výhody

- Bezproblémové provedení parozábrany na pevný povrch,
- Konstrukce bez tepelných mostů
- Difuzní spád směrem z konstrukce
- Systémové řešení

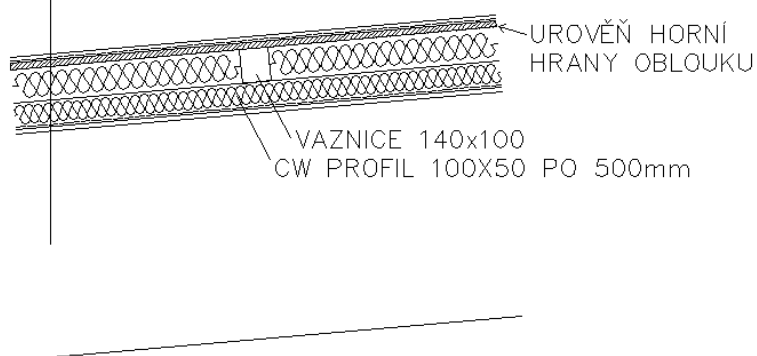
Nevýhoda

- Zvětšuje obálku konstrukce
- Horší tepelně technické vlastnosti minerálních desek, vyšší cena oproti pásům z minerální vaty

Navržená varianta

2. Varianta

OCELOVÝ PLECH CAL–ZIP	0,9mm
SMYČKOVÝ ROHOŽ	1mm
OSB DESKA	18mm
MINERÁLNÍ VATA – PÁS	140
MINERÁLNÍ VATA – PÁS	100
PAROZÁBRANA	1
PALUBKA	18
DŘEVĚNÝ OBLOUKOVÝ RÁM	1200x120mm



Zateplení pod vaznicemi – vaznice v úrovni vazníku

Výhody

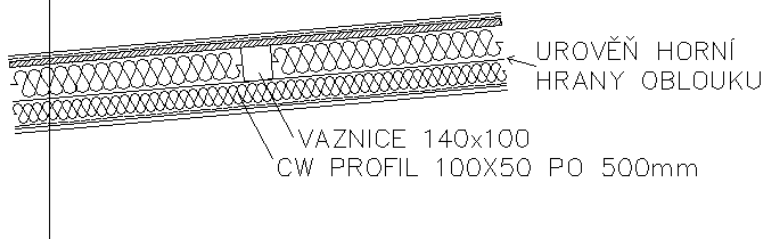
- Nezvětšuje obálku konstrukce
- Neomezená tloušťka izolace
- Výhodnější akustické vlastnosti

Nevýhoda

- Možnost tepelného mostu v místě okolo vazníku
- Problém s prováděním parozábrany
- Nutnost řešit podhled

3. Varianta

OCELOVÝ PLECH	0,9mm
SMYČKOVÝ ROHOŽ	1mm
OSB DESKA	18mm
MINERÁLNÍ VATA – PÁS	140
MINERÁLNÍ VATA – PÁS	100
PAROZÁBRANA	1
SDK	18
DŘEVĚNÝ OBLOUKOVÝ RÁM	1200x120mm



Zateplení pod vaznicemi – vaznice nad úrovní vazníků

Eliminace tepelného mostu v místě nad vazníkem – kombinace předchozích řešení

Výhody

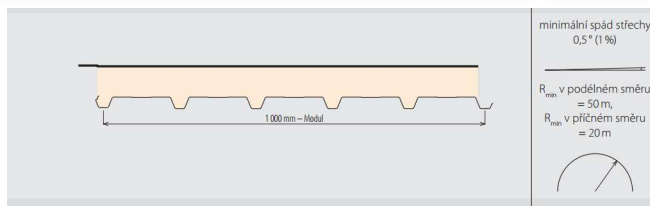
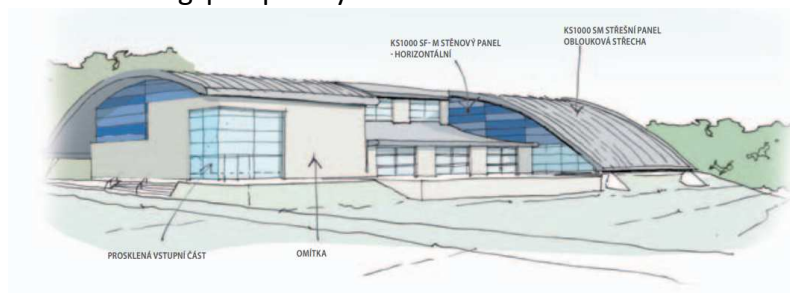
- Bezproblémové kotvení OSB desek a plechu
- Neomezená tloušťka izolace

Nevýhoda

- Komplikované řešení
- Problém s kotvením tepelné izolace
- Nutnost řešit podhled

4. Varianta

Kingspan panely



Charakteristika

Tepelná izolace

Tloušťka panelu (mm)	U (W/m²K)
	$\lambda = 0,022$
50	0,41
60	0,35
70	0,30
80	0,26
100	0,21

U – součinitel prostupu tepla konstrukce W/m²K

λ – součinitel tepelné vodivosti W/mK

Údaje o výrobku

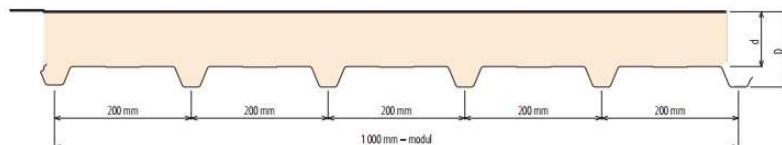
Použití

KS1000 SM je střešní panel se skrytým upevněním ke konstrukci ve spodní vlně, který lze použít pro všechny stavební aplikace se sklonem střechy (0,5°) 1 % a více.

Vnější plášť panelu tvoří PVC hydrofolie tl. 1,2 mm. Panel je s výhodou možno použít také pro obloukové střechy o poloměru zakřivení $R_{min} = 50$ m v podélném směru a $R_{min} = 20$ m v příčném směru a dále pro střechy s větším množstvím prostupů.



Rozměry a hmotnost



d – tloušťka jádra (mm)	50	60	70	80	100
D – celková tloušťka (mm)	80	90	100	110	130
Hmotnost (kg/m²)	PVC hydrofolie – vnější plech 0,6 mm – vnitřní				
	9,86	10,26	10,66	11,06	11,86

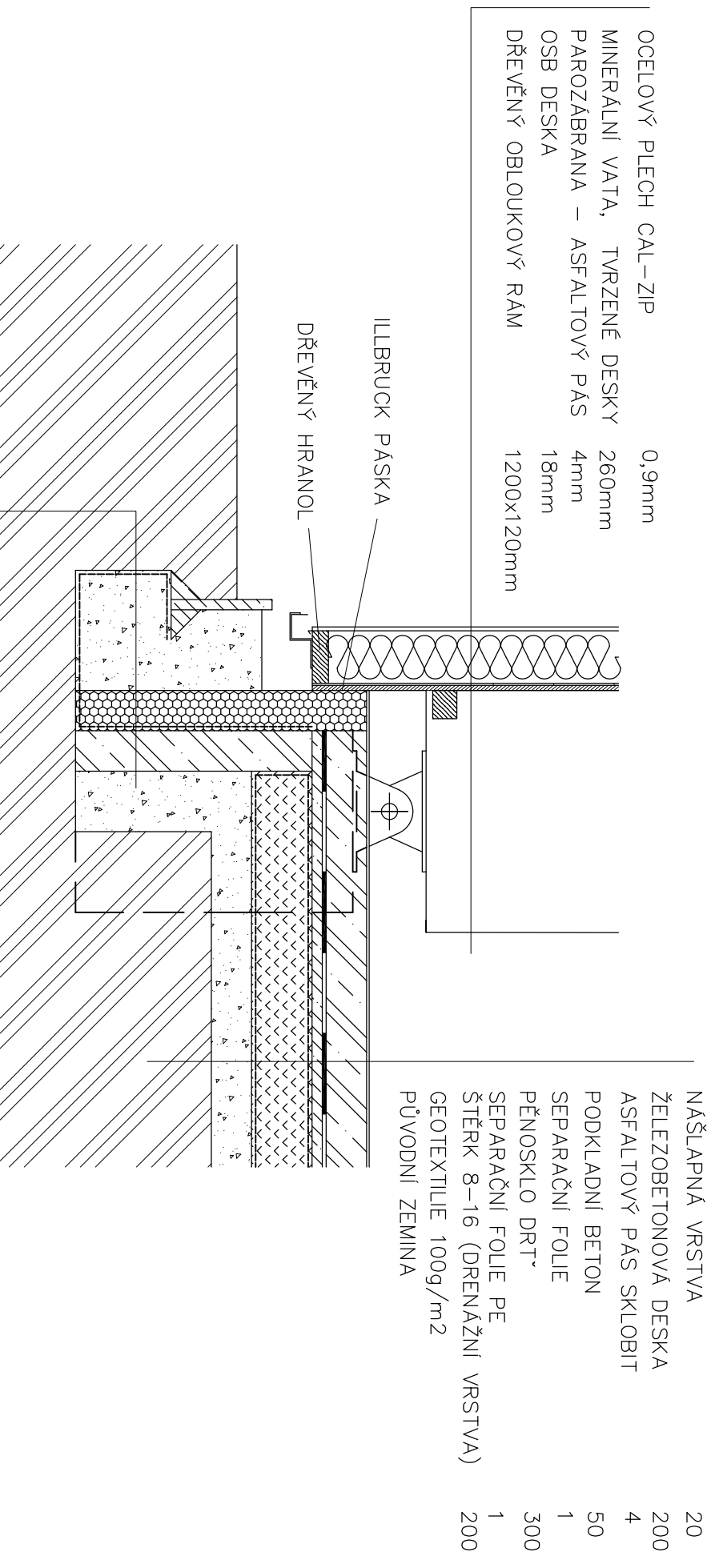
Výhody

- Rychlá montáž
- Systémové řešení
- Výroba panelu ve výrobě
- PUR výborné tepelně technické vlastnosti
- Samonosný plášť – vaznice po větších vzdálenostech

Nevýhoda

- Použití ocelového pláště na dřevěné konstrukci?
- Nutnost vytvořit podhled
- Nutnost dodatečné tepelné izolace – neplní doporučené hodnoty

Možné řešení ukončení střešního pláště



DIPLOMOVÁ PRÁCE

MĚSTKÉ DIVADLO V KUŘIMI

Radovan PETR

9.1.201

PŮVODNÍ ZEMINA	
ŠTĚRK 8–16 (DRENÁŽNÍ VRSTVA)	300
PREFA DILEC 200x1000	
XPS	200
GEOTEXTILIE 100g/m ²	1
NOPOVÁ FOLIE	16
ŠTĚRK 8–16 (DRENÁŽNÍ VRSTVA)	600
GEOTEXTILIE 100g/m ²	1
PŮVODNÍ ZEMINA	