

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

STUDIE DŘEVĚNÉ SAKRÁLNÍ STAVBY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Samostatná příloha: Výkresová část

Vedoucí diplomové práce

Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.

Vypracoval

Bc. Lukáš Grus

BRNO 2015

Prohlašuji, že jsem práci: STUDIE DŘEVĚNÉ SAKRÁLNÍ STAVBY zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o užití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněním a zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na náhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne

.....

Jméno a příjmení

„Jste stavbou, jejímž základem jsou apoštolové a proroci a úhelným kamenem sám Kristus Ježíš. V něm je celá stavba pevně spojena a roste v chrám, posvěcený v Pánu; v něm jste i vy společně budováni v duchovní příbytek Boží.“

Ef 2, 20-22

Poděkování

Chtěl bych zejména poděkovat své vedoucí diplomové práci Ing. Pavle Kotáskové, Ph.D. za její ochotu, trpělivost a cenné rady. Dík patří Ing. Zbyňkovi Šrůtkovi za konzultace při tvorbě a výpočtu modelu v programu Dlubal RFEM. Dále bych chtěl poděkovat všem svým nejbližším, zejména pak rodičům za podporu při mém dlouhém studiu a přítelkyni, která mi je po dobu studia velkou oporou.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem sakrální stavby, kde je převládajícím nosným materiálem dřevo. Navrženy jsou dvě možné varianty, z nichž je jedna vybrána pro další zpracování a druhá zůstává pouze v podobě návrhu. Pozornost je věnována návrhu vhodného zastřešení. Nosnou konstrukci zastřešení tvoří trojkloubové nosníky z lepeného lamelového dřeva. Tématem střech se zabývá i rešerše, která je zaměřená na dřevěné moderní kostely.

Klíčová slova

Sakrální stavby, kaple, lepené lamelové dřevo, trojkloubový nosník.

Abstract

The diploma thesis describes the design of sacred buildings, where wood is the dominant carrier material. Two possible variants are suggested, one of them is selected for further processing and the second one remains only a draft. Attention is given to the design of suitable roofing. The supporting roof structure consists three-articulated beams of glued laminated timber. The theme of the roof is also engaged in research, which focuses on modern wooden churches.

Keywords

Sacral buildings, chapels, glued laminated timber, three-articulated beam.

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	3
3 Novodobé dřevěné kostely	4
3.1 Lepené lamelové dřevo (LLD)	4
3.2 Zahraniční sakrální stavby.....	8
3.2.1 Velkorozponové střechy	8
3.2.2 Malorozponové	12
3.3 České sakrální stavby.....	15
3.3.1 Velkorozponové střechy	15
3.3.2 Malorozponové střechy	18
4 Literární přehled	24
4.1 Pojem sakrální stavba.....	24
4.1.1 Církevní pohled.....	24
4.1.2 Vývoj posledních desetiletí 20. století.....	25
4.1.3 Poloha v krajině.....	25
4.1.4 Typologie liturgického prostoru.....	27
4.2 Prostředí sakrálních staveb.....	28
4.3 Dispoziční řešení bohoslužebného prostoru a liturgická místa	29
4.3.1 Presbytář	29
4.3.2 Další prostory.....	31
4.3.3 Zpovědnice.....	32
4.3.4 Svatostánek	32
4.4 Stavebně technické řešení	33
4.4.1 Okna	33
4.4.2 Dveře	33
4.4.3 Podlahy	34
4.5 Možnosti zastřešení.....	34
4.5.1 Rovinné dřevěné konstrukce.....	34
4.5.1.1 Nosníky	34
4.5.1.2 Rámové soustavy.....	36
4.5.1.3 Obloukové soustavy	39
4.5.2 Prostorové dřevěné konstrukce	41
4.6 Typy používaných kloubových spojení	44
4.7 Krytina.....	48
4.7.1 Povlaková vodotěsnicí vrstva	48

4.7.2	Skládaná vodotěsnící vrstva.....	49
4.8	Okna a způsoby snížení průniku sluneční energie.....	53
4.8.1	Konstrukce izolačních skel	53
4.8.2	Možnosti zastínění.....	55
5	Metodika	56
5.1	Programová podpora	56
5.2	Shromáždění literatury	56
5.3	Výběr vhodné parcely a geologický průzkum.....	57
5.4	Použité konstrukční systémy	57
5.5	Prostorové a hygienické požadavky.....	59
5.6	Požadavky na požární bezpečnost	59
5.7	Statické řešení.....	63
5.7.1	Vytvoření modelu v programu Dlubal RFEM 5.01	63
5.7.2	Stanovení zatížení	64
6	Vlastní řešení a výsledky	72
6.1	Architektonické řešení	72
6.2	Návrh dispozičního řešení.....	74
6.3	Návrh konstrukce domu a jednotlivých skladeb.....	75
6.3.1	Návrh střešní konstrukce	75
6.3.2	Obvodové stěny.....	76
6.3.3	Vnitřní příčky	79
6.3.4	Skladba podlahy	80
6.3.5	Skladba stropu (podhledu) nad zázemím.....	81
6.4	Parametry pro užívání	82
6.4.1	Bezbariérový přístup	82
6.4.2	Počty a půdorysné rozměry toalet dle norem ČSN 7304108.....	82
6.5	Statické posouzení a výpočet.....	83
6.5.1	Charakteristiky nosného materiálu	85
6.6	Požární bezpečnost.....	85
6.6.1	Požární úsek	85
6.6.2	Únikové cesty.....	85
6.6.3	Stupeň požární bezpečnosti	86
6.6.4	Požárně nebezpečný prostor	86
6.6.5	Zařízení pro protipožární zásah.....	87
7	Technická zpráva	88
A)	Identifikační a dokladová část	88
B)	Projektová část.....	89

8	Diskuze.....	94
9	Závěr	97
10	Summary	98
11	Seznam použité literatury.....	99
12	Seznam obrázků.....	105
13	Tabulky	107
14	Vzorce	107
15	Přílohy práce.....	108

1 ÚVOD

Téma diplomové práce jsem si zvolil ze zájmu o architekturu sakrálních staveb. Podíváme-li se do minulosti, vidíme, jak se jednotlivé slohy (styly) těchto staveb v čase měnily. Nejedná se jenom o dané architektonické téma doby. Jedná se o vývoj, který v čase zaznamenával velké změny a o to větší změny v přítomnosti, ve velké škále nejrůznějších stylů, pohledů, svobody. Kaple je velmi specifickou stavbou a můžeme ji vnímat různými pohledy.

Z pohledu člověka, který ke kapli zavítá, vidí nejprve stavbu jako celek. Hodnotí celkový dojem, tvar a jeho důvod, použitý materiál a další aspekty, které přímo vidí. Vejdeme-li dovnitř, dýchne na nás atmosféra prostoru, kterou vnímáme nejen očima. Je to vzdálenost či blízkost liturgického prostoru, kterou prožíváme.

Architekt při návrhu stavby a vnitřního prostoru musí řešit nejenom architekturu tohoto prostoru jako takovou, ale i symboliku, funkční dimenzi a potřeby stavby pro dané místní společenství.

Zamyslíme-li se nad materiály, používanými k vystavění těchto úžasných staveb, napadne nás snad každý stavební materiál. Avšak pro obrovská rozpětí kopulí dříve nešlo použít techniky a technologie nám dnes známé, nebyly železobetonové ani ocelové nosníky, a stejně si architekti uměli poradit a tyto stavby stojí dodnes. V dnešní době máme k dispozici nepřeberné množství materiálů.

V současné době již není hlavním stavebním materiálem kámen. Do hry přicházejí železobetonové a ocelové konstrukce, ale čím dál více i dřevěné prvky. Pro velké rozpětí jsou to zejména příhradové nosníky a vazníky, lepené lamelové nosníky, BSH hranoły, lamelové klenby, žebrové klenby spojované ocelovými deskami, plnostěnné sbíjené nosníky, atd.

Výroba těchto stavebních materiálů není vždy jednoduchá. Jeden pohled na tuto oblast je složitost výroby, druhý je dosažitelnost surovin, dalšími těžba, nejrůznější zpracování a k tomu složité technologické postupy, mechanická práce a často velká zátěž na životní prostředí. Stavební odvětví, počínaje těžbou, je charakteristické svou vysokou prašností (šterk, písek, kámen, vápenec, atd.), přičemž při jejich výrobě vznikají emise skleníkových plynů, spalováním uhlí (při potřebných velkých výrobních teplotách) vzniká

množství CO₂, apod. Dřevo je tak úžasný materiál, při jehož „výrobě“ (přeměně) je nutné jen nejmenší zatížení životního prostředí. Dřevo je budoucnost, naučme se ho více používat!

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce bude zpracování studie dřevěné kaple, která může být navržena kombinací materiálů klasických a na bázi dřeva, přičemž převládajícím materiálem pro nosnou konstrukci bude dřevo. Kaple má mít kapacitu 120 míst a bude počítáno i s osobami se sníženou schopností pohybu a orientace. Návrh se zaměří na vhodný způsob zastřešení pro vycházející navržené rozpětí. Dále bude vytvořen přehled moderních konstrukcí dřevěných sakrálních staveb realizovaných u nás a v zahraničí, s členěním na velké a malé rozpory střech.

3 NOVODOBÉ DŘEVĚNÉ KOSTELY

Tato kapitola, se zabývá přehledem moderních dřevěných sakrálních staveb, stavěných v období od konce osmdesátých let dvacátého století do současnosti. Jsou rozděleny dle umístění na zahraniční a české stavby, a podle velikosti rozponu na velkorozponové a malorozponové.

Vzhledem k tomu, že u celé řady vybraných staveb je používáno lepené lamelové dřevo (LLD) jsou nejprve uvedeny informace o výrobě tohoto konstrukčního prvku.

3.1 Lepené lamelové dřevo (LLD)

V roce 1906 se začala psát historie lepeného dřeva, které si nechal patentovat Otto Carl Friedrich Hetzer. V té době se však ještě nepoužívalo délkové nastavování lamel a používala pouze kaseinová lepidla. Zubovitý spoj byl vyvinut až ve čtyřicátých letech 20. století. Dalším krokem k výrobě dnešních výrobků bylo fenol-resorcinové lepidlo vyvinuté v roce 1942, které ve vlhku neztrácí své vlastnosti.

Lepené lamelové dřevo je vysokohodnotný inženýrský konstrukční materiál, který v řadě případů vytlačil tradiční používání rostlého dřeva. Příčinou toho je řada výhod proti rostlému dřevu, které je třeba vztahovat ke způsobu výroby lepeného lamelového dřeva s integrovanou kontrolou jakosti.¹

Obvykle se používá pro prvky větších rozměrů, délek, silně namáhaného a zakřiveného nebo zalomeného geometrického tvaru. Z lepeného dřeva, s horizontálně kladenými lamelami, jsou zpravidla vyráběny nosníky velkých rozpětí, sloupy, rámy, oblouky a hlavní nosné části prostorových soustav. Podstatně však narůstá využívání lepeného lamelového dřeva i pro prvky běžných délek a průřezových rozměrů, jako jsou krokve, vaznice, nosníky, sloupy a další součásti konstrukcí. V průřezích menších výšek mohou být lamely orientovány svisle. Trend zvýšeného uplatňování lepeného dřeva ve stavebních konstrukcích je v zahraničí patrný již delší dobu a projevuje se i v našich podmínkách. Jednotlivé přířezy – lamely se vzájemně spojují lepeným zubovým spojem a vytváří tak délkově „nekonečnou lamelu“. Po vyfrézování lamel se nanáší lepidlo a lamely

¹ *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: navrhování a konstrukční materiály*. 1. vyd. Zlín: KODR Zlín, 1998, nestr. ISBN 80-238-2620-4, s. 82

se zalisují. Konečná úprava lepených dílců spočívá ve frézování bočních stran pro odstranění zbytků lepidla. Tím se dosáhne rovinného povrchu s velmi estetickým vzhledem.²

Výhody lepeného dřeva vyplývají již z technologického procesu jeho výroby. Jedná se o vysokohodnotný konstrukční materiál, který má řadu předností oproti rostlému dřevu – homogennější stavbu průřezu, vyšší hodnoty mechanických charakteristik, možnost kombinace lamel různé pevnosti, podstatně vyšší odolnost proti vzniku trhlin, vyšší požární odolnost, možnost vyrábět prakticky libovolné geometrické tvary prvků a dílce velkých průřezových rozměrů a délek. V současné době se v ČR používá nejvíce třída pevnosti GL24h (GL – Glued Laminated Timber, charakteristická pevnost v ohybu $f_{m,g,h} = 24$ Mpa, h – značí homogenní průřez lamel stejné třídy pevnosti C24), tab.1. V zahraničí se běžně používají i vyšší třídy pevnosti – GL28h, GL32h, případně GL36h).³

Šířka průřezů z horizontálně lepeného lamelového dřeva je do 240 mm (odpovídá jednak šířce prken – lamel a jednak technologii výroby a působení lepeného průřezu). Výška průřezu může být vysoká, v závislosti na rozpětí a intenzitě zatížení (v pozemních konstrukcích kolem 3 m). Tloušťka lamel je do 45 mm, délka zpravidla 1,5 až 5 m v závislosti na potřebě vyřezávání vad z řeziva. Při navrhování lepených dílců velkých rozměrů je třeba uvážit výrobní možnosti závislé na technologické vybavenosti dodavatele a možnost transportu a montáže.⁴

V současné době jsou u nás poměrně široce používány lepené prvky BSH (Brettschichtholz). Z důvodů standardní výroby a eliminace nepříznivých tahových napětí působících kolmo na vlákna dřeva a lepené spáry je tloušťka prken – lamel



Obr. 1 Lepení zakřiveného rohu (ČDZ Praha, závod TESKO)

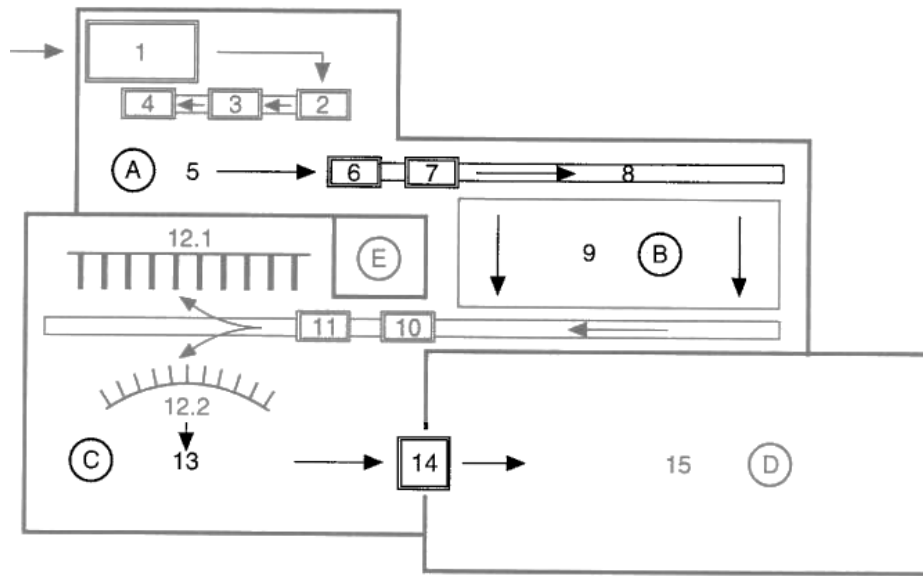
² STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 160

³ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 161

⁴ Tamtéž, s. 161

omezena nejvíce na 45 mm. U zakřivených prvků (oblouků, zakřivených rámových rohů) je však nutné zohlednit vliv křivosti lamel (poměr r_{in}/t má být větší než 150, kde r_{in} je poloměr křivosti vnitřní, nejvíce zakřivené lamely a t je tloušťka lamely). V konstrukcích je vhodné dodržovat uvedený poměr větší než 200.⁵

Výroba lepeného lamelového dřeva dle Koželouha⁶ je znázorněna na obr. 2. Jak je vidět, výroba je rozdělena na pět úseků označených písmeny.



Obr. 2 Výroba lepeného lamelového dřeva

A) Příprava řeziva

Lepené lamelové dřevo pozůstává z řeziva s konečnou tloušťkou nejvýše 45 mm a délkou mezi 1,5 a 5 m. Řezivo přicházející ze skladu ve venkovním prostředí, se uměle vysouší (1). Důvodem toho je, že používání lepidla vyžadují vlhkost dřeva nejvýše 15%. Po vysušení se řezivo předběžně frézuje (2) a třídí (3). Kontroluje se vlhkost dřeva, řezivo se kapuje (4) a ukládá do hrání (5).

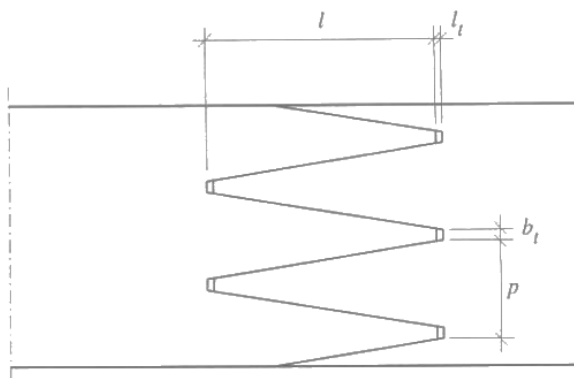
B) Nastavování zubovitým spojem

Přířezy se na čelních koncích vzájemně spojují zubovitým spojem a vytvářejí tak tzv. nekonečnou lamelu. Typický zubovitý profil s označením podle prEN 385 „Konstrukční dřevo nastavované zubovitým spojem – Požadavky na užité vlastnosti a minimální výrobní požadavky“, je znázorněn na obr. 3. Zubovitý profil se vyfrézuje v čele přířezu a nanese se lepidlo (6). Potom se přířezy slisují po dobu nejméně dvou sekund (7), takže

⁵ Tamtéž, s. 162

⁶ *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: navrhování a konstrukční materiály*. 1. vyd. Zlín: KODR Zlín, 1998, nestr. ISBN 80-238-2620-4, s. 84

jsou třením působícím mezi ozuby drženy pohromadě. Z výsledné nekoněčné lamely se odřezávají lamely požadované délky (8) a ukládají se do hrání (9). Doba tohoto meziskladování musí být zvolena tak, že je zaručeno vytvrzení lepidla, než se bude pokračovat s dalším zpracováním lamel.



Obr. 3 Zubovitý spoj (l = délka ozubu, p = rozteč zubů, b_l = šířka tupého zakončení ozubů, l_t = vůle v zubovém spoji)

C) Lepení

Lamely se frézují (10) a nanáší se lepidlo (11). Lamely se uloží nastojato vedle sebe a zalisují se. Lisovací přípravky umožňují výrobu přímých (12.1) a zakřivených (12.2) nosníků. Po lisování (většinou až do příštího dne) se nosníky skladují až do konečné úpravy.

D) Konečná úprava

Nosníky se frézují z bočních stran (14) pro odstranění zbytků lepidla a dosažení rovinných povrchů. Nakonec následuje konečná úprava nosníků (15). Konečná úprava zahrnuje všechna předběžná přípravná opatření, která se nemusí provádět na staveništi (např. vrtání otvorů pro spojovací prostředky nebo aplikace ochranných látek na dřevo).

E) Příprava lepidel

Nepřivádí-li se pryskyřice a tvrdidlo přímo ze skladovacích nádrží a nemíchají-li se automaticky při nanášení, musí být k dispozici samostatný prostor pro přípravu lepidla (smíchání pryskyřice a tvrdidla). Kromě toho musí být vytvořeny možnosti pro vhodné skladování pryskyřice a tvrdidla a prostor pro čištění zařízení na lepení.

Tabulka 1 Třídy pevnosti pro lepené lamelové dřevo

Třída pevnosti	GL 20	GL 24	GL 28	GL 32	GL 36
$f_{m,g,k}$ (N/mm^2)	20	24	28	32	36
$f_{t,0,g,k}$ (N/mm^2)	15	18	21	24	27
$f_{t,90,g,k}$ (N/mm^2)	0,35	0,35	0,45	0,45	0,45
$f_{c,0,g,k}$ (N/mm^2)	21	24	27	29	31
$f_{c,90,g,k}$ (N/mm^2)	5,0	5,5	6,0	6,0	6,3
$f_{v,g,k}$ (N/mm^2)	2,8	2,8	3,0	3,5	3,5
$E_{0,mean,g}$ (N/mm^2)	10 000	11 000	12 000	13 500	14 500
$E_{0,05,g}$ (N/mm^2)	8 000	8 800	9 600	10 800	11 600
$\rho_{g,k}$ (kg/m^3)	360	380	410	440	480

3.2 Zahraniční sakrální stavby

3.2.1 Velkorozponové střechy

Komunitní centrum Laajasalo⁷ – Laajasalo church

Autor: Kari Järvinen, Merja Nieminen

Konstrukce: stěny – sloupy z lepeného lamelového dřeva (180x250 mm a 170x250 mm), dále směrem k exteriéru lepené smrkové panely (tl. 70 mm), dvě vrstvy cementových desek (10+10 mm), tepelná izolace 150 mm, latě (50x50 mm), měkká dřevovláknitá deska (25 mm), dřevěné bednění (25x100 mm), měděná krytina

strop – sestává z devíti vrstev:

- lepené nosníky (2* 100x200 mm),
- příčně přes ně lepené nosníky (2* 45x200 mm),
- vertikální ocelová výztuha – tyč o průměru 40 mm (její součástí je hasící prvek SPRINKLER),
- lepené nosníky (2* 45x200 mm),
- příčně přes ně lepené nosníky (2* 100x200 mm),
- příčně na nich desky z vrstveného dřeva KERTO-Q (39x950 mm)
- příčně na nich nosníky z vrstveného dřeva KERTO-S (75x150 mm) v rastru 950 mm,
- dřevěné sloupky proměnné výšky o čtvercovém průřezu (cca 100x100 mm)
- bednění + krytina (měděný plech)

Kapacita: sál kostela 160 lidí, po otevření přilehlých prostor pro 350 lidí

Užitná plocha: 1600 m²

Adresa: Reposalmentie 13, Helsinky, Finsko

Realizace: 2000-2003

Kostel se nachází na předměstí Helsinek a je součástí rozlehlého areálu. Základním materiálem použitým při stavbě je dřevo. Je postaven kombinací materiálu dřeva, železobetonu (základy) a oceli, kde hlavní nosnou konstrukci představuje lepené lamelové dřevo. Kostel je místem, kde se



Obr. 4 Pohled z přilehlé silnice

⁷ Překlad: Laajasalo Church, Finland. In: *Copper concept* [online]. 2011 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://copperconcept.org/references/laajasalo-church-finland>

setkávají nejen věřící na bohoslužby, ale běžně se zde schází i nevěřící lidé.

Exteriér: vstupní hala je ve formě otevřené pergoly, která spojuje kostel s přilehlým parkem. Kostel je obložen měděnými pásky (15, 20 a 25 mm široké), které již mají zelenou barvu a dále impregnovanými smrkovými prkny lehce načervenalé (okrové) barvě.

Interiér: je skrze prosklenou stěnu vizuálně propojen s parkem. Na obložení interiéru jsou použity borovicové a březové překližované desky. Se stravovacím prostorem je samotná loď kostela oddělena dřevěnými žaluziemi. Podlaha je vyrobena z opracovaných borových prken. Akustice v interiéru pomáhají akusticky upravené překližkové desky. Na inventář nábytku je použito dřevo břízy a jilmu. V kostele se nachází několik prostorů, které se mohou otevřít a tím tak zvýšit kapacitu pro posluchače až na 350 míst.



Obr. 5 Pohled do interiéru



Obr. 6 Stropní konstrukce



Obr. 7 Fasádní obložení měděnými pásky

Kaple Kamppi⁸ – Helsinky

Autor:	Kimmo Lintula, Niko Sirola a Mikko Summanen (K2S Architects Ltd)
Konstrukce:	stěny – nosníky z lepeného ohýbaného lamelového dřeva, ze strany interiéru opláštěné lamelami (120x45 mm), z exteriérové strany tvoří konstrukci vždy tři k sobě lepené ohýbané lamely (45x35 mm), mezi nimiž je 5 mm mezera strop – lepený lamelový nosník (délka cca 21 m) a na něj kovovými prvky připevněné lepené lamelové nosníky proměnné délky, doplněné dřevěnými příčnickami
Kapacita:	60 míst k sezení
Užitná plocha:	352 m ²
Adresa:	Simonkatu 7, Helsinky, Finsko
Realizace:	2012

Kaple je provozována farností v Helsinkách a oddělením sociálních služeb města Helsinky. Kaple má být místem setkání, kde se lidé mohou uchýlit a mít chvíli ticha. Nekonají se zde křty, svatby, ani bohoslužby. Kaple je otevřena od rána do večera pro ztišení a pro modlitby, které se tu pravidelně konají. Je vzorkem inova-



Obr. 8 Pohled z náměstí

tivní dřevění architektury, za kterou dostala cenu Architecture Award 2010 The Chicago Athenaeum. Primární konstrukční prvky lepeného lamelového dřeva ve tvaru „C“ jsou navrženy v 3D programu a vyrobeny pomocí CNC stroje.⁹

Exteriér: dřevěná fasáda je v horizontálním pásu pokryta smrkovými lamelami z různých délek (obvykle 1 – 5 m) a jsou upevněny pomocí šroubů fixovány po třech kusech. Mají 45



Obr. 9 Fasáda ze vzájemně lepených lamel

⁸ Překlad: Kamppi Chapel. In: *Wood solutions: design and build* [online]. 2013 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.woodsolutions.com.au/Inspiration-Case-Study/Kamppi-Chapel>

⁹ Překlad: Kamppi Chapel by K2S Architects. In: *Karmatrendz: design drives you crazy* [online]. 2012 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <https://karmatrendz.wordpress.com/2012/09/24/kamppi-chapel-by-k2s-architects/>

mm na výšku a 3 vrstvy měří 35 mm, mezi vrstvami je 5 mm mezera. Každá takto vyrobená lepená lamela má unikátní poloměr, aby se dosáhlo požadovaného tvaru pláště kaple. Tento plášť je ošetřen pigmentovanou transparentní nanotechnologií vosku. Návštěvníci vcházejí do kaple přes foyer ze surového betonu. Místnost je odhlučněná, což odproští člověka od hluku města. Výška kaple je 11,5 m, šířka cca 11 m a delší strana je dlouhá 20,71 m.

Interiér: stěny o velikosti lamel 120 x 45 mm jsou bez viditelných spár z olejovaného olšového obložení, které je ručně broušené a tvoří hladký souvislý povrch. Za tímto obložení je vrstva zvukové izolace.



Obr. 10 Strop kaple



Obr. 11 Pohled do interiéru

Díky této izolaci je uvnitř naprosté ticho. Přirozené světlo proudí do kaple skrze světlíky ve střeše. Jsou jediným zdrojem světla pro celou kapli. Tyto světlíky a viditelné konstrukční nosné prvky střechy jsou hlavní charakteristikou vnitřního prostoru. Podlaha je tmavý leštěný beton, který klade důraz na měnící se strukturu stěn a podlahy.

3.2.2 Malorozponové

St. Henry's Ecumenical Art Chapel¹⁰ - Turku

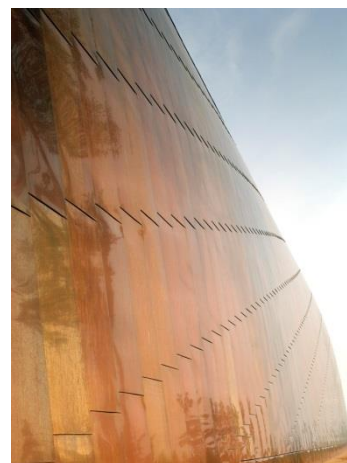
Autor:	Matti Sanakrsenaho
Konstrukce:	nosníky z ohýbaného lepeného lamelového dřeva v žebrovém rastru 2 m překlenují rozpětí cca 9 m; jsou pobity 20 cm širokými borovými prkny; po délce nosníků jsou z vnější strany latě, na kterých jsou příčně dřevěné fošny, mezi nimiž je tepelná izolace; přes ně jsou svislé trámký tvořící odvětrávanou mezeru a poslední vrstvu tvoří bednění a měděná krytina uzavírající střešní plášť ¹¹
Kapacita:	110 míst k sezení, po přidání všech lavic dle návrhu 240 míst k sezení
Užitná plocha:	300 m ²
Adresa:	Seiskarinkatu 35, Turku, Finsko
Realizace:	2004-2005

Kaple se nachází na malém ostrově Hirvensalo, jenž náleží finskému městu Turku. Svým tvarem kopíruje obrysy okolní krajiny a mezi ostatními budovami připomíná starý vesnický kostel. Rozměry kaple jsou 9 m x 40 m v nejširším místě.¹²



Obr. 12 Pohled na kapli nacházející se na kopci

Exteriér: kaple je konstruována ze ztužujících se žeber z lepeného lamelového borovicového dřeva, jejichž rastr je dva metry. Kaple svým tvarem připomíná převrácenou loď. Jako krytinu autor vybral měděné plechové pláty, které postupem času získávají zelenou patinu, aby splynuly s okolní barvou borovic.



Obr. 13 Měděná skládaná krytina

Interiér: Po průchodu malou vstupní halou se ocitneme v interiéru z borového dřeva. Jednotlivá vystupující žebra kaple jsou nasvícena bodovými svě

¹⁰ Překlad: Copper-clad chapel in Finland has a curving wooden frame like a ship's hull. In: *Dezeen magazine* [online]. 2014 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2014/11/17/turku-ecumenical-art-chapel-sanaksenaho-architects-copper-finlan/>

¹¹ Nebyly nalezeny informace o rozměrech materiálu.

¹² Přesné rozměry pro rešerši nebyly nalezeny, zadaná hodnota je odměřena dle rysu.

trastní hra světla a stínu. Mezi žebry je z vnitřní strany obložení široké deset centimetrů, z neošetřeného dřeva borovice. V průběhu doby se dřevo přirozeně zbarví do načervenalých tónů. Podlahové desky, z borovicového dřeva, jsou 20 cm široké a 5 centimetrů tlusté. Byly přibity na trámy a jsou rovnoběžně s podélnou stranou kaple. Hlavní prostor je rozdělen do dvou částí. Vpředu se nachází kaple s oltářem, na nějž shora dopadá přirozené světlo, a vzadu je umístěna galerie, toalety, sakristie a malá místnost pro ztišení. Autor Sanaksenaho omezil vnitřní výzdobu pouze na dřevěný kříž na oltáři, protože nechtěl, aby nebyla symbolika náboženských předmětů tolik výrazná.



Obr. 14 Interiér kaple

Kaple sv. Benedikta¹³

Autor: Peter Zumthor
 Konstrukce: sloupková konstrukce stěn, střeška z lepených nosníků, rozpětí cca 5 m
 Kapacita: 30 míst k sezení¹⁴
 Užitná plocha¹⁵: 60 m²
 Adresa: Sumvitg, Graubünden, Švýcarsko
 Realizace: 1988

Kaple byla postavena v malé vesničce Sumvitg na místě, kde ještě v roce 1984 stála barokní kaple, kterou zničila lavina. Místo na stráni, kde kaple stojí, poskytuje nádherný výhled na hory. Vede k ní klikatá cesta



Obr. 15 Kaple mezi horami

¹³ AD Classics: Saint Benedict Chapel / Peter Zumthor. In: *Archdaily* [online]. 2013 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.archdaily.com/418996/ad-classics-saint-benedict-chapel-peter-zumthor/>

¹⁴ Jedná se o odhad, autor neuvádí skutečný počet.

¹⁵ Taktéž.

z vesnice. Kostel s půdorysem tvaru listu je celý ze dřeva a podporuje místní tradici dřevěných sedláckých stavení.

Exteriér: venkovní tvář kaple je modřínový šindel, pokrývající venkovní stěny. Zajímavým prvkem jsou dveře, z dlouhých svislých lamel. Střešní krytina je z povrchově upraveného falcovaného plechu.

Interiér: jednoduchý vnitřní prostor obsahuje 37 dřevěných sloupů uspořádaných do tvaru listu. Za sloupy se nachází stříbrná dřevěná stěna konstruovaná a lakovaná jako abstraktní panorama světla a stínu. Střecha kaple připomíná trup lodi. Je prostředkovatelem mezi expresivní střechou a tradičním dřevěným pobitím, které působí uzavřeně. Uspořádání sloupů a skleněných panelů evokuje střechu jako korunu vznášející se nad prostorem. Podlaha z dřevěných prken je mírně zkroucená, pocitem jakoby stojící plul, protože nepatrně pruží pod nohama.



Obr. 16 Interiér kaple¹⁶

¹⁶ Key projects by Peter Zumthor. In: *Dezeen magazine* [online]. 2009 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2009/04/18/key-projects-by-peter-zumthor/>

3.3 České sakrální stavby

3.3.1 Velkorozponové střechy

Kostel Neposkvrněného početí panny Marie

Autor:	Jindřich Synek, statik Ing. Otakar Hrdlička
Konstrukce:	hlavní nosnou konstrukcí jsou nárožní vazníky (ve sklonu 45°) se středovým sloupem z LLD (výška 22 m); dva jsou příhradové (vnější rozměr 500x2268 mm) a dva plnostěnné (500x2268 mm); mezi vazníky jsou pnuty tři skořepiny, které tvoří střešní plášť; skořepiny se skládají ze čtyř vrstev křížících se dřevěných lamel (tl. 7,7cm a max. délka 30 m), další dvě vrstvy jsou z palubek, nastavovaných lepeným zazubeným spojem; další vrstvou je tepelná izolace v tl. 120 mm s distančními fošny 50x145 mm; kolmo na distanční fošny jsou latě 50x50 mm v rastru 600 mm; na latích je bednění z prken a pro dokonalý povrch pod krytinu je dána ještě pětimilimetrová překližka, maximální rozpětí střechy je 36 metrů
Kapacita:	cca 150 míst k sezení (se židlemi)
Užitná plocha:	450 m ²
Adresa:	Praha – Strašnice, Česká republika
Realizace:	1992-1994

Historie strašnického kostela, který má za sebou dlouhou a svízelnou historii, se píše od položení základního kamene (požehnaného Janem Pavlem II.), tedy roku 1992 a vysvěceného 1994. Kostel získal pražské prvenství jako první chrámová stavba po Sametové revoluci.¹⁷



Obr. 17 Noční kostel¹⁸

¹⁷ Srov. CINCIBUCH, Petr. *Slavné stavby Prahy 10*. 1. vyd. v jazyce českém. Editor Petr Krajčí. Praha: Foibos a Foibos books ve spolupráci s Městskou částí Praha 10, 2009, 220 s. Slavné stavby. ISBN 978-808-7073-162.

¹⁸Reference. *Trejbal: Topné kabely* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.teplykabel.cz/reference.html>

Exteriér: kostel je založen na půdorysu čtverce s tím, že jedna čtvrtina chybí a prostor takto získaný slouží jako venkovní shromaždiště. Dynamičnost stavby je zdůrazněna jehlanovou střechou. Jehlan má základnu o stranách 30 metrů a výškou 23,5 metrů. Jako střešní krytina je použit hliníkový šindel PREFA.



Obr. 18 Interiér kostela

Konstrukce trojbokého jehlanu je celá zavěšená na pětadvacet metrů vysokém centrálním sloupu a vytváří tak obrovský vzdušný prostor krytý skořepinou ve tvaru hyperbolického paraboloidu. Z tohoto středového sloupu jsou do rohů čtverce spuštěny čtyři dřevěné příhradové vazníky – dva plné a dva prosklené. Na nich je položena střecha ze čtyř vrstev latí překládaných křížem, jejichž vazba je dobře viditelná i z interiéru.¹⁹

Interiér: uvnitř se nacházejí dvě kaple – sv. Anežky České a sv. Wolfganga. Přes prosklené vazníky dovnitř proniká skrze barevné vitráže denní světlo. Půdorys kostela v podobě rovnoramenného trojúhelníka orientuje vnitřní prostor i směřování kostelních lavic ke svému vrcholu, kde je umístěn oltář.



Obr. 19 Pohled na lepený a příhradový nosník

¹⁹ Srov. Staré Strašnice. In: *Praha neznámá: = Průvodce po pražských čtvrtích* = [online]. 2014 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.prahaneznamy.cz/praha-10/strasnice/stare-strasnice/>

Řeckokatolický kostel svatého archanděla Michaela²⁰

Autor: Michal Krejčík
Konstrukce: skeletová z LLD, rozpětí cca 14 metrů
Kapacita: neznámá
Užitná plocha: neznámá
Adresa: Hradec Králové
Realizace: ve fázi vybírání lokality

Jedná se o projekt řeckokatolické církve na stavbu kostela v Hradci Králové, který zatím nemá určenou stavební parcelu. Z dostupných podkladů lze vyčíst, že se jedná o skeletovou stavbu, jejíž nosníky z lepeného lamelového dřeva jsou ukotveny v základové desce a střešní plášť začíná v bezpečné konstrukční výšce od země.



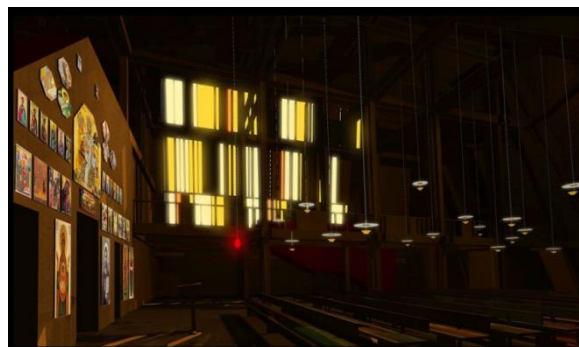
Obr. 20 Pohled na stavbu v parku

Exteriér: počítá se se zastavěním 37 tisíc metrů čtverečných, součástí má být také komunitní centrum. Z exteriéru je budova opatřena zčásti dřevěnou fasádou a zčásti krytinou. Výška bude 13 m a delší strana 21 m.



Obr. 21 Model skeletové konstrukce

Interiér: osvětlení bude dovnitř pronikat skrze různobarevné okenní tabule. Sakristii budou tvořit křížem lepené masivní dřevěné desky.



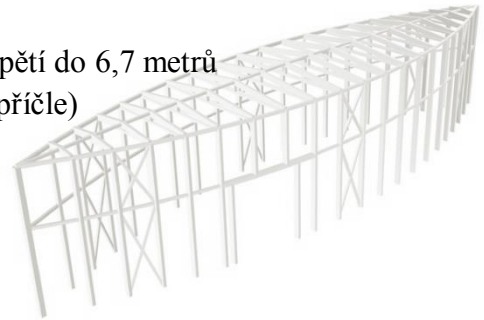
Obr. 22 Návrh interiéru

²⁰ U hradecké Benešovy třídy má stát futuristický kostel, fandí mu i Duka. In: *IDNES.cz/ Hradecký kraj* [online]. 2014 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: http://hradec.idnes.cz/dreveny-reckokatolicky-kostel-hradec-kralove-fo5-/hradec-zpravy.aspx?c=A140430_2060941_hradec-zpravy_kol

3.3.2 Malorozponové střechy

Kaple sv. Antonína²¹

Autor:	Ladislav Kuba, Tomáš Pilař
Konstrukce:	konstrukce rámu proměnného rozpětí do 6,7 metrů z rostlého dřeva (sloupy, rámové příčle)
Kapacita:	64 míst k sezení
Užitná plocha:	104 m ²
Adresa:	Černá, Česká republika
Realizace:	<u>2005-2006</u>



Stavba kaple je situována v centrální poloze na návsi obce Černá. Situování stavby kaple reaguje na tvar návsi a směr potoka svojí podélnou orientací severojižním směrem. Konstrukční systém je tvořen soustavou příčně orientovaných dřevěných rámu v osové vzdálenosti 1200 mm, které jsou podélně provázány v ose stavby a ztužujícími prvky v obvodových stěnách a ve stropě. Dřevěné sloupy jsou v patě vetknuty do podlahové železobetonové desky.



Obr. 23 Kaple sv. Antonína (foto Filip Šlapal)

Exteriér: vstup do objektu tvoří ven otvíravé ocelové dveře. Vnější plášť stavby tvoří vodorovně ložená prkna na polodrážku. Vstup do kaple je řešen pomocí rampy, která je orientována souběžně s podélnou osou stavby. Svojí formou i konstrukcí stavba symbolizuje loď – dřevěnou archu. Také z tohoto důvodu byla zvolena celodřevěná konstrukce stavby na betonovém základu.

²¹ Kaple sv. Antonína, Černá. In: *Stavba Vysočiny* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.stavbavysočiny.cz/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=113&Itemid=45

Interiér: jedná se o jednopodlažní budovu, interiér stavby tvoří jeden prostor, který je funkčně členěn pouze vestavěným mobiliářem. V centrální části interiéru je prostor s oboustranně umístěnými lavicemi pro sedící, v jižní části je situován zvýšený prostor presbytáře (úroveň +0,150 m), ve kterém je v centrální poloze umístěn obětní stůl, po stranách sedes a místa pro ministranty a svatostánek. V severní části stavby u vstupu do objektu je umístěna zástěna sakristie kruhového půdorysu vybavená uzamykatelnou skříní a židlí, za ní je situováno místo pro zpověď – stolek se dvěma židlemi. Vnitřní stěny, podlaha i strop jsou provedeny z podélně kladených prken na pero a drážku.



Obr. 24 Interiér kaple sv. Antonína (foto Filip Šlapal)

Kaple pro Domov Stříbrné Terasy²²

Autor: Ladislav Vlachynský
 Konstrukce: lepené ohýbané lamelové dřevo, rozpětí střechy je 2,6 metrů
 Kapacita: cca 22 míst k sezení (dají se dodat židle)
 Užitná plocha: 44 m²
 Adresa: Jihlava, Česká republika
 Realizace: 2012

Kaple je položena na železobetonové desce umístěné ve třetím patře nad komunikačním patrem. Je provedena z rámů lepeného lamelového dřeva o průřezu 120/280 mm.



Obr. 25 Pohled na kapli na střeše centra pro seniory²³

²² DOMKÁŘ, Milan. Kaple pro Domov Stříbrné Terasy. In: *Archiweb* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?type=36&action=show&id=3600>

Výška kaple je 7,4 m a šířka 2,6 m. Podélné ztužení tvoří bednění z prken tloušťky 24 mm. Kaple je ekumenická – byla vysvěcena za účasti zástupců sedmi církví, které se zde pravidelně střídají.

Exteriér: kaple je orientována ve směru východ – západ a je příčně průchozí na velkou jižní terasu. Střecha je plechová.

Interiér: rámy jsou v interiéru přiznány, mezipolí široké 1,8 m je uzavřeno ohýbanou smrkovou biodeskou tl. 18 mm. Přirozené světlo je přiváděno světlíkem ve vrcholu a dveřmi na terasu vykládanými přírodními křišťály osazenými v keramickém červeně glazovaném prvku. Umělé osvětlení je tvořeno svítidlem z masivního skla a okrajem vystěrkované podlahy, který je proveden ze skleněných desek ze tří čtvrtin pískovaných.



Obr. 26 Velmi úzký interiér kaple

²³ Kaple pro Domov Stříbrné terasy. In: *EARCH*. [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/architektura/kaple-pro-domov-stribrne-terasy>

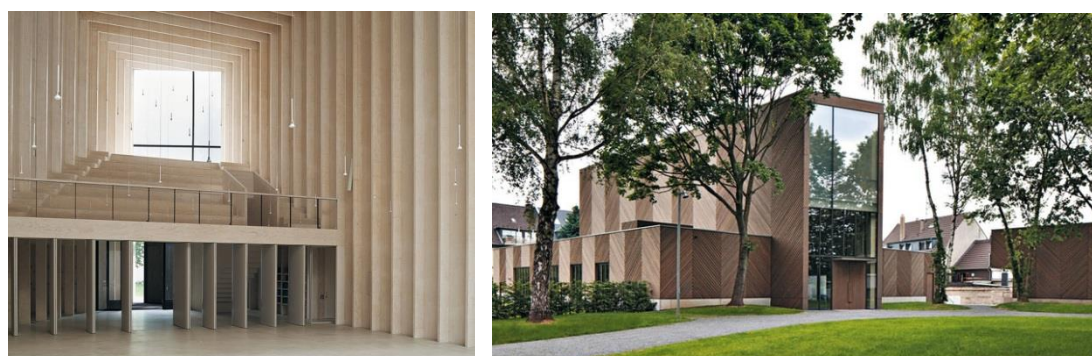
- Další realizované stavby v zahraničí. Pro nedostatek dostupných informací pro re-
šerši jsou pouze informativně doplněny hlavní použité konstrukční materiály.



Obr. 27 Vojenská kaple, Puckapunyal, Victoria, Austrálie, konstrukce LLD.²⁴



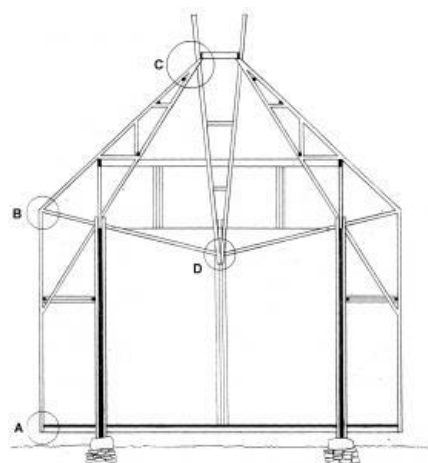
Obr. 28 Dřevěná modlitebna v Jyväskylä, Finsko, rámová konstrukce s příhradou LLD.²⁵



Obr. 29 Církevní středisko Kolín nad Rýnem, konstrukce prefabrikované panely a sloupy.²⁶

²⁴ Puckapunyal Military Area Memorial Chapel. In: *Architecture and design* [online]. 2011 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.architonic.com/aisht/puckapunyal-military-area-memorial-chapel-bvn/5101050>

²⁵ Hölzerner Betraum: Kirchengebäude in Finnland fertig. In: *Architecture and design* [online]. 2010 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: http://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Kirchengebäude_in_Finnland_fertig_1262687.html



Obr. 30 Kostel Käsämäki, Finsko, srubová stavba ručně opracovaná, střecha z fošen.²⁷



Obr. 31 Kaple sv. Anny, Hannover- Kleefeld, Německo, rámová konstrukce z LLD.²⁸



Obr. 32 Dálniční kostel Siegerland, Wilsdorf, Německo, žebrovaná klenba se skládá z 650 různých kusů z EGGER OSB, stěnová konstrukce LLD.²⁹

²⁶ Church and Parish Centre in Cologne. In: *Detail inspiration* [online]. 2014 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.detail-online.com/inspiration/church-and-parish-centre-in-%C2%ADcologne-111061.html>

²⁷ Schindelkirche von Käsämäki. In: *WOODARCHITECTURE.FI* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.woodarchitecture.fi/de/projects/schindelkirche-von-karsamaki>

²⁸ Hannover-Heideviertel. In: *My heimat* [online]. 2013 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.myheimat.de/hannover-heideviertel/kultur/die-kapelle-im-annastift-hannover-m3272931,2636267.html>



Obr. 33 Kaple v Tarnów, jižní Polsko, rámová konstrukce z masivního dřeva.³⁰



Obr. 34 Viikki kostel Helsinky, Finsko, konstrukce převážně z LLD.³¹

²⁹ AUTOBAHNKIRCHE, SIEGERLAND: BESCHREIBUNG. In: *EGGER* [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.egger.com/AT_de/reference/?N=21&R=reference-18495-at-de

³⁰ Kaple v Tarnów. In: *Detail inspiration* [online]. 2011 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.detail-online.com/inspiration/chapel-in-tarnow-103452.html>

³¹ Viikki church. In: *MIMOA mi modern architecture* [online]. 2009 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.mimoa.eu/projects/Finland/Viikki/Viikki%20Church>

4 LITERÁRNÍ PŘEHLED

4.1 Pojem sakrální stavba

Při zamyšlení, co je vlastně sakrální stavba, nás může napadnout více staveb větších či menších. Napadají nás slova jako katedrály, kostely, kaple, baziliky, modlitebny, chrámy, svatyně. Jedná se o prostor, který je zasvěcený a má různé funkce. Může se zde konat nedělní bohoslužba, svatba, pohřeb, křest, je to místo mnoha důvodů setkání.

První křesťané se i přes pronásledování scházeli a konali bohoslužby. Nemohli však vystavět nový kostel, v němž by se scházeli, a tak konali bohoslužby tajně. *Místa, kde se setkávali první křesťané, se nazývala „domus ecclesiae“ (dům církve), později zkráceně „ecclesiae“ (církev).*³²

Z řeckého slova "kyriaké" (příbytek Pána) se vyvinulo např. německé "Kirche" nebo anglické "church". Slovo "kostel" pochází z latinského "castellum" (hrad, tvrz); toto označení má svůj počátek v raně křesťanských dobách, kdy byly kostely součástí správních center, tvrzí a hradů. České slovo "chrám" znamená "dům". Kaple je menší kostel nebo místnost pro bohoslužbu. Původně to bylo bohoslužebné místo na dvoře franckých králů, kde se uchovával plášť (capella) sv. Martina jako relikvie. Postupně přešlo toto označení na všechny malé svatyně.³³

4.1.1 Církevní pohled

Stavba kaple je projevem komunity a komunikace, je součástí komplexního procesu symbolizace, prostřednictvím kterého se vytváří církev jako *communio*. Práce umělců a architektů kostelů by se měla rodit z liturgie, která je bohatým zdrojem inspirace; liturgie je cílem této činnosti, ale je také výchozím bodem, zdrojem a vrcholem.³⁴

³² SLIMAŘÍKOVÁ, Marie. *Význačnost chrámu Nanebevzetí Panny Marie v Hnojicích a jeho představení v rámci vzdělávacího oboru Člověk a jeho svět*. OLOMOUC, 2009. Diplomová práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI.

³³ Srov. Kopecská, D., *Křesťanský chrám*. Amen 1999, č. 10 [online]

³⁴ ODEA I, č. 1.

4.1.2 Vývoj posledních desetiletí 20. století

Kopeček³⁵ rozděluje vývoj sakrální architektury v posledním období, do čtyř fází:

1) Období koncilu a pokoncilních úprav: 60. – 70. léta

Kdy II. Vatikánský koncil přišel s dokumenty, které se staly metodikou pro stavbu nových kostelů. V některých případech však vyústily v dysfunkčnost. Funkcionalismus v sakrální architektuře vedl i k realizaci „víceúčelových“ sakrálních prostor, konfese i jiné účely.

2) Období nové religiozity: 80. léta

Na některé pokoncilní úpravy se snesla vlna kritiky, a tak se v 80. letech jistým způsobem vrátilo tradiční chápání prostoru a jeho sakrality. Kritizovaly se některé úpravy, diskutovalo se o nedostacích, přičemž byla podtrhována skutečnost, že se něco ztratilo, tím něco je myšleno posvátno. Opouštěla se centrální dispozice a architekti se vraceli k frontálnímu řešení liturgického prostoru.

3) Období kulturní antropologie a estetiky: 90. léta

Do diskuze o sakralitě prostoru, kde se slaví liturgie, vstupuje nový prvek- člověk. Vedle důrazu na společenství (celek) se začíná vnímat i jednotlivec. Člověk se má v kostele cítit nejen dobře, ale má se mu líbit.

4) Architektura pro liturgii: konec 90. let

Středem zájmu již není jen forma nebo sakralita prostoru, ale rodí se tu architektura pro liturgii, která díky svému liturgickému zaměření je jak posvátnou, tak modelující formou. Jedinou finalitou architektury je liturgie, a proto je symbolickou, protože vyjadřuje slavené tajemství Krista a jeho církve.

4.1.3 Poloha v krajině

Kaple je v krajině výraznou a často dominantní stavbou. Ať je již postavena na kopci, ve městě či obci nebo ukryta v lese, vždy symbolizovala boží ochranu a modlitební místo pro věřící.

Podoba křesťanského chrámu se v proměnách věků výrazně mění, přitom však vždy zůstávají zachovány některé jeho specifické znaky. Především je to zvláštní poloha,

³⁵ Srov. KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594, s. 75-76

vyvýšení chrámu odkazující na jeho posvátnost a vyčlenění z každodenního života - chrámy jsou budovány na vyvýšených místech nebo jsou stavěny v takové výšce, aby přesahovaly okolí.³⁶ Vybírala se pro ně místa na návrších nejen na základě požadavků estetických nebo ideových, ale i tak, aby měly dobrou základovou půdu a dostatečně hlubokou hladinu spodní vody, aby byly dobře viditelné, aby se z nich dobře rozléhal zvuk zvonů a také aby byly dobře bránitelné (opevněné kostely).³⁷

Symbolická je i orientace chrámu - dovoluje-li to okolní zástavba, jsou chrámy orientovány od západu na východ. Hledíme-li k oltáři, hledíme k východu, kde vychází slunce - připomíná nám pravé Slunce, Krista, světlo světa.³⁸

V zásadě rozlišujeme tři geografické polohy sakrálních staveb v krajině. Jedná se o polohy ve městě, na vesnicích a v krajině.

- Ve městě, kde je již kostel postaven, musíme najít vhodné místo. Zde se kostel či kaple nachází většinou v centru. Proto je potřeba hledat vhodné polohy na sídlištích či městských částech, kde tyto stavby chybí.

Záhy po legalizaci křesťanství se kostely stávají dominantními a reprezentativními budovami měst.³⁹

- Na vesnicích jsou význačnou architektonickou dominantou a nachází se většinou na návsi. Staví se zde malé kaple, které jsou mezi stromy nebo v parcích, aby symbolizovaly malost člověka vůči bohu.

- Místa v krajině jsou buď poutní místa, nebo historicky významná. K poutním místům se váže řada historických zpráv a zázračných událostí.

Zřejmě nejčastěji jsou případy uzdravení související s použitím vody z pramenů a studánek. Jindy poutní svatyně povstaly na místě zázračného zachránění života, přečkání požáru, obrany před vojskem, či zjevení Panny Marie.⁴⁰

Přespřílišná snaha o monumentální výraz se často májí účinkem a současné sakrální stavby mnohdy dominují svému okolí spíš bombasticky a vtíravě. Přesto mohou stavby kostelů a jiných církevních objektů pomáhat při tvorbě osobitých míst s identitou a šířit

³⁶ Kopecká, D., *Křesťanský chrám. Amen* 1999, č. 10 [online]

³⁷ KUPKA, Jiří. *Krajiny kulturní a historické: vliv hodnot kulturní a historické charakteristiky na krajinový ráz naší krajiny*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010, 179 s. ISBN 978-800-1046-531. s. 95

³⁸ Tamtéž, s. 94

³⁹ Tamtéž, s. 94

⁴⁰ Tamtéž, s. 65

odtud duchovní atmosféru a ducha lidského porozumění. V urbanistické struktuře sídla může mít objekt kostela postavení solitéru či může tvořit součást blokové zástavby či uliční fronty, může být umístěn v otevřené či uzavřené zástavbě. Stavby kostelů se vždy dostávají do kontextu s okolní krajinou a okolním krajinným rámcem. Kostel je v sídle zároveň velmi významným orientačním bodem. Má být, pokud možno, umístěn v pohledových městských osách, aby byl dobře viditelný z dopravních i pěších komunikací. Mezi lidskými sídly a kultovními místy se vždy definoval určitý vztah vyjádřený v prostoru. Tam, kde se nachází lidská sídla, můžeme s jistotou předpokládat i místa a prostory náboženského kultu, oddělené a vyčleněné z běžného používání.⁴¹

Důležitý je i aspekt přístupu a vyjádření vztahu k sídlu vyznačením trasy, která také může mít zvláštní ráz. Z toho je zřejmé, že volba místa je pro sakrální architekturu podstatná, stejně důležitá jako volba architektonické formy. Kostely byly obvykle budovány na krajinářsky exponovaných místech a vytvářely důležité kulturní dominanty, orientační body s významným symbolickým nábojem.⁴²

4.1.4 Typologie liturgického prostoru

Prostorová centralita, jejíž střed je oltář, vytváří sjednocenost shromáždění. Proto se mnoho literárních pramenů přiklání k dispozici ve tvaru prstence kolem oltáře.

To znamená, že prostor kolem oltáře se svými různými funkcemi nemá být příliš daleko od oblasti působnosti společenství, ale má umožnit co nejlepší možnou komunikaci z hlediska vizuálního a akustického.⁴³

Moderní architektura vytváří ideál variabilního a víceúčelového prostoru podle momentálních požadavků, což v liturgické architektuře vede k vyjasnění základních prostorových konceptů: centralizace, vymezení, směr, otevřenost, stejně jako i sekundárních:

⁴¹ KUPKA, Jiří. *Krajiny kulturní a historické: vliv hodnot kulturní a historické charakteristiky na krajinný ráz naší krajiny*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010, 179 s. ISBN 978-800-1046-531. s. 93-97

⁴² Tamtéž, s. 97-98

⁴³ Srov. Leitlinien für den Bau und die Ausgestaltung von gottesdienstlichen Räumen. Handreichung der Liturgiekommission der Deutschen Bischofskonferenz, Bonn 29. 6. 2000, 5,1

proporcionalita, barva, osvětlení, které mohou být primární koncepty a posílit nebo silně oslabit.⁴⁴

Posvátný prostor má být řešen tak, aby se celé shromáždění mohlo podílet na bohoslužbě. Má poutat pozornost věřících k Bohu, který je člověku tak důvěrně blízký a přitom nepředstavitelně vzdálený. Napětí těchto, do značné míry, protichůdných požadavků a mnohvrstevnost symboliky, byly vždy velkou výzvou pro architekty křesťanských chrámů.⁴⁵

4.2 Prostředí sakrálních staveb

Rozdíl stavby kostela a kaple

Kostel

Kostelem se rozumí posvátná budova, určená pro bohoslužby, do níž jsou věřící oprávněni přijít, aby zde konali bohoslužby, především veřejně. Žádný kostel se nesmí stavět bez výslovného souhlasu diecézního biskupa. Po řádném ukončení stavby se co nejdříve nový kostel zasvětil nebo alespoň požehná, při zachování liturgických zákonů. Slavnostním obřadem se zasvěcují kostely, hlavně katedrální a farní. Vstup do kostela v době bohoslužeb je svobodný a bezplatný.⁴⁶

Kaple

Kaplí se rozumí místo, které je na základě dovolení ordináře určeno pro bohoslužby ve prospěch některého společenství nebo shromáždění věřících v něm se shromažďujícího, kam jiní věřící mohou přijít se souhlasem příslušného představeného. Ordinář udělí požadovaný souhlas ke zřízení kaple až po tom, když sám nebo prostřednictvím jiného navštívil místo pro kapli určené a uznal jej za slušně zřízené.⁴⁷

⁴⁴ Srov. KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 26

⁴⁵ Kopecká, D., Křesťanský chrám. *Amen* 1999, č. 10 [online]

⁴⁶ CIC, kán. 1214, 1215/1, 1217, 1219, 1221

⁴⁷ CIC, kán. 1223, 1224/1, 1225

Kaple a kostely dle velikosti a funkce se dělí následovně:

- **filiální kostely a kaple** – stavěny v místech (např. menší vesnice), kde byla potřeba samostatného kostela, ale nebyla zde zřízena farnost
- **poutní kostely a kaple** – objekty zasvěcené konkrétním světcům, postavené na nějak významném místě, nikoliv však podle potřeb osídlení
- **hřbitovní kostely a kaple** – součást větších hřbitovů, určeny pro konání obřadů a mší souvisejících s úmrtím věřících
- **klášterní kostely a kaple** - součást komplexu staveb náležejícím řádům a kongregacím;⁴⁸

4.3 Dispoziční řešení bohoslužebného prostoru a liturgická místa

Nejprve si rozdělme kapli na tři části – vestibul, hlavní loď a presbytář.

Církevní předpisy, které upravují podobu a uspořádání katolického liturgického prostoru, najdeme dále v Katechismu katolické církve, v části třetí nazvané Posvátná místa a doby. Podrobnosti dále upravují a rozpracovávají Všeobecné pokyny k římskému misálu v kap. páté - Uspořádání a výzdoba kostelů ke slavení eucharistie a šesté kap. - Věci potřebné ke slavení mše.⁴⁹

4.3.1 Presbytář

Je ústředním místem bohoslužebného dění. V každém typu kaple či kostela (podélném, centrálním) musí být vždy presbytář nějakým způsobem vymezen a zviditelněn; to se nejčastěji provádí zvýšením či výzdobou. Má být také rozlehlý, aby se v něm mohly posvátné obřady plně rozvinout. Liturgické dění v presbytáři má být dobře viditelné za všech míst z prostoru pro věřící. Nezbytným vybavením presbytáře je oltář, ambon a sedes pro toho, kdo liturgickému shromáždění předsedá. V prostoru presbytáře musí být

⁴⁸ Srov. PODROUŽKOVÁ, Petra. *Moderní sakrální architektura*. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, s. 22-23

⁴⁹ KAREŠ, Martin. *PROMĚNY SVĚTLA A SKLA V SAKRÁLNÍM PROSTORU*. Brno, 2008. Disertační práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, s. 44-45

umístěn též kříž, který může být na oltáři, stát v blízkosti oltáře anebo být zavěšený. Při navrhování presbytáře se vychází z potřebné plochy na jednu osobu 2 m².⁵⁰

A) Oltář

Oltář, čili stůl, na němž se slaví eucharistie, se označuje jako „pevný“, jestliže je postaven tak, že je zapuštěn v podlaze, a proto nemůže být odstraněn – nebo jako „přenosný“, jestliže může být přenesen. Podle starého zvyku je horní deska pevného oltáře kamenná, a sice z jediného přírodního kamene. Podstavec může být zhotoven z jakékoliv látky.⁵¹

Umístění oltáře k východu (orientace) bylo ve staré církvi považováno za apoštolskou tradici.

Minimální velikost menzy (desky oltáře) by měla být 700 x 1400 mm, výška 950-970 mm. Obcházení oltáře musí být umožněno ze všech stran. Prostor mezi oltářem a schodištěm do chrámové lodi by měl být minimálně 800 mm.⁵²

B) Ambon

Ambon je místo určené k přednesu biblických textů, responsoriálního žalmu, velikonocního chvalozpěvu, popřípadě i přímluv a homilie. Musí být umístěn tak, aby věřící dobře viděli a slyšeli přednášejícího. Součástí ambonu by měl být pult vyhovující svou výškou různě vysokým osobám. Doporučená výška je 1000 – 1200 mm.⁵³

C) Sedes

Místo se sedadlem, vyhrazené pro kněze.

Má svou polohou naznačovat, že je to místo, odkud předsedající řídí bohoslužbu. Obecně je nejvhodnější na čelném a viditelném místě v presbytáři, nikoli však před oltářem. Tvar sedadla se má vyvarovat podoby s trůnem a musí umožňovat, aby předsedající mohl sedět v liturgickém rouchu. Doporučená šířka je 700 mm. Před sedadlem musí být dostatečný prostor, aby předsedající mohl stát.⁵⁴

⁵⁰ KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 187

⁵¹ Srov. CIC Kan. 1235-1236; IGMR č. 298

⁵² KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 188

⁵³ Srov. tamtéž, s. 188

⁵⁴ Tamtéž, s. 188

D) Sezení pro příslušující

Může být řešeno lavicí nebo jednotlivými sedadly. Je nutné situovat tato sedadla v prostoru pro bohoslužbu slova, ale zároveň tak, aby byla méně nápadná.⁵⁵

4.3.2 Další prostory

→ Prostor pro scholu

Měl by být v návaznosti na presbytář. Neměl by být řešen dominantně, spíše po straně presbytáře a po straně presbytáře a může mít stupňovitou podlahu.⁵⁶

→ Křestní místo

Má být prostorné, aby pojalo větší množství věřících.⁵⁷ Právem se může použít obou způsobů křtu: buď ponoření, nebo lití křestní vodou. Je zde tekoucí voda, nebo křtitelnice.

→ Prostor pro věřící

V lodi kostela jsou místa pro věřící uspořádána tak, aby se mohli posvátných úkonů zúčastnit zrakem i sluchem. Uspořádání kostela se v dějinách měnilo. Základní dispozice je kruhová nebo podélná. Kruhové stavby kladou do středu oltář, věřící stojí v kruhu kolem, vizuální kontakt je dobrý. Podélné stavby formují věřící jako putující Boží lid, je zde jasná hierarchická struktura, vizuální kontakt je obtížnější. V současné době se hledají i jiná řešení a dispozice, a to úpravou těchto dvou základních typů.⁵⁸

Lavice a židle, zejména v nových kaplích, ať jsou uspořádány tak, aby věřící při jednotlivých částech bohoslužby mohli snadno zaujímat náležitý postoj.⁵⁹

Je vhodné mezi lavicemi či židlemi vytvořit uličky směřující k oltáři. Lavice mohou být vybaveny klekátky. V prostoru pro věřící by mělo být vyčleněno výhodné místo pro stolek s obětními dary, u vstupů kropenky se svěcenou vodou.⁶⁰

⁵⁵ KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 189

⁵⁶ Tamtéž, s. 189

⁵⁷ OBP, čl. 19. - 25.

⁵⁸ Srov. KOPEČEK, Pavel. *Slavení křesťanského tajemství: Stručný úvod do liturgiky*. Brno, 2004, s. 168

⁵⁹ Srov. IGMR č. 311

⁶⁰ KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 189

Neufert⁶¹ píše, že pro stojícího člověka je samotné místo k stání cca 0,35 m² a místo k sezení bez průchodu cca 0,52 m². Kopeček⁶² míní, že celková plocha vychází z potřebných 0,5 m² na stojící osobu a 1,5 m² až 2 m² na osobu sedící.

4.3.3 Zpovědnice

Mají umožnit věřícím jak anonymní, tak otevřený způsob zpovědi. Jedná se o prostory zvukově izolované, vybavené křížem a dvěma židlemi, klekátkem a přepážkou. Zpovědní místnost má být přístupná přímo z lodi kaple (prostoru pro věřící).⁶³

4.3.4 Svatostánek

Má být jediný v celém prostoru kostela či kaple. Zřizuje se všude jako pevný, nepřenositelný, spolehlivě zabezpečený. Místo je nutné označit tzv. věčným světlem. Při vstupu do bohoslužebného prostoru by mělo být zřejmé, kde je.⁶⁴

⁶¹ NEUFERT, Ernst. *Navrhování staveb. Příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta.: odklady, normy, předpisy o zřizování, stavbě, tvorbě, nárocích na prostor, na prostorové vztahy, tvoření rozměrů budov, místností, zařízení, přístrojů z hlediska člověka jako měřítka a cíle: příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta.* 33. zcela nově přeprac. a upr. vyd., Vyd. 1. Praha. Praha: Consultinvest, 1995, 581 s. ISBN 80-901-4864-6, s. 528

⁶² KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě.* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594., s. 189

⁶³ Tamtéž, s. 190

⁶⁴ Tamtéž, s. 190

4.4 Stavebně technické řešení

4.4.1 Okna

Je více parametrů, jak lze hodnotit světlost interiéru denním světlem. Zásadními ukazateli průchodu světla do interiéru stavby jsou tvar okenních otvorů, jejich rozměry, počet, poloha ke světovým stranám a v neposlední řadě také šířka ostění. Je jimi možno zdůrazňovat nebo naopak potlačovat průniky světla z exteriéru a naopak ven z interiéru. Na průchozí osvětlení hraje velkou roli struktura skla, barevnost apod.

Mezi umělecká díla, která možná často obdivujeme a upoutávají naši pozornost při vstupu do sakrálního prostoru, tedy především v kostelech či katedrálách, patří barevné okenní mozaiky neboli vitráže. Ne každý ví, že tento umělecký obor vznikl díky zcela praktické potřebě zasklít rozměrná okna v době, kdy bylo příliš drahé či technicky nemožné vyrobit dostatečně velké sklo. Jeho malé části se proto s pomocí dřeva či olova spojovaly ve větší celky. Komponováním skleněných tabulí vznikají iluzivní světelné proměny. Estetická hodnota a řemeslné zpracování samotných vitráží, a to jako celku či každého kusu je řadí dodnes k velmi vyhledávaným a vysoce ceněným způsobům zasklívání okenních otvorů.⁶⁵

V sakrálním prostoru mají vitráže dlouhou historii, která vyzdvihuje tato místa. Sklo obecně, se v dnešní architektuře využívá stále více a v různých variantách provedení. Není dnes problém zasklít prostor o velkých rozměrech, třeba i celé stěny, stalo se totiž významným konstrukčním prvkem budov.

4.4.2 Dveře

U vstupu do kaple byly dříve stavěny velké portálové dveře, různě zdobené. U moderních architektonických ztvárnění tomu tak není. Spíše se dává v pohled strohost oproti honosnosti. Jsou v různých variantách, ať velikostních, bezpečnostních, materiálových, či kombinovaných a zdobených.

⁶⁵ KAREŠ, Martin. *PROMĚNY SVĚTLA A SKLA V SAKRÁLNÍM PROSTORU*. Brno, 2008. Disertační práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, s. 133

4.4.3 Podlahy

Historie podlah je velice dlouhá, a do sakrálních staveb se dají použít nejrůznější materiály. Původně byla používána hlína a později spíše kamenná dlažba. Od pozdního středověku, díky rozvoji cihlen, se začaly používat cihly, které se kladly do mazaniny či vápenné malty. Později vystřídaly pálené cihly pálené dlaždice. V dnešní době se nejčastěji používají keramické dlažby a cementové či jiné potěry a mazaniny.⁶⁶

4.5 Možnosti zastřešení

Pro konstrukce zastřešení je možné vybírat z více variant, o kterých se píše v této kapitole. Jsou to soudobé a perspektivní možnosti zastřešení. Kapitola přibližuje možnosti zastřešení v soudobé architektuře.

Dřevěné nosné střešní konstrukce rozdělujeme na dvě základní skupiny: rovinné a prostorové.

- Rovinné dřevěné konstrukce – jsou schopny přenášet jen zatížení, které působí v jejich rovině. Zatížení působící kolmo na jejich rovinu musí převést do základů ztužidla (zavětrování) konstrukce.
- Prostorové dřevěné konstrukce – jsou schopny přenášet zatížení působící v libovolném směru až do základů, popř. uložení (ukotvení) konstrukce.

4.5.1 Rovinné dřevěné konstrukce

4.5.1.1 Nosníky

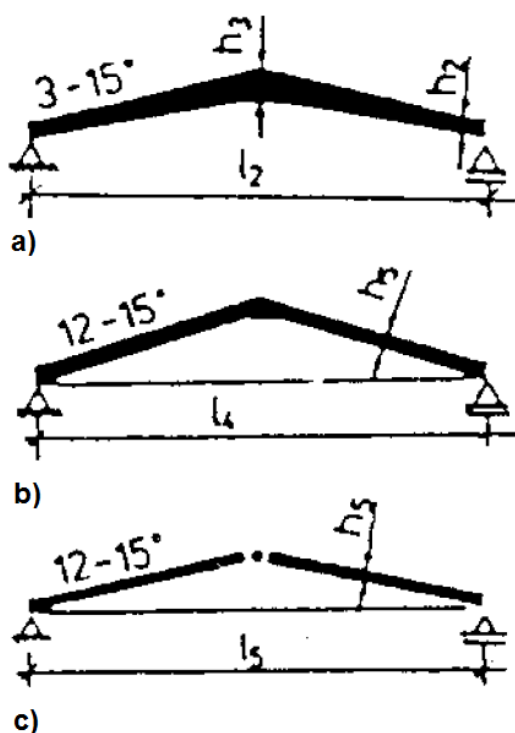
Jsou nejjednodušším a nejpoužívanějším typem rovinné dřevěné konstrukce. Ze statického hlediska mohou nosníky působit jako prosté, spojitě a lomené. Z hlediska konstrukčního provedení dělíme nosníky na plnostěnné, příhradové a speciální konstrukce. Nosníky jsou horizontální nosné konstrukční prvky, které ukládáme na vertikální nosné

⁶⁶ GRUS, Lukáš. *POSOUZENÍ MOŽNOSTI VYHŘÍVÁNÍ VRSTVENÝCH MATERIÁLŮ ODPOROVÝM OHŘEVEM*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

konstrukční prvky (stěny nebo sloupy). Prostorovou stabilitu nosné konstrukce, která vznikne spojením nosníků a sloupů, zajistíme ztužidly (zavětrováním).⁶⁷ Rozlišujeme nosníky plnostěnné a příhradové. Příhradové nosníky zde nejsou uvedeny z nevhodných konstrukčních důvodů pro užívání vnitřního prostoru.

– Plnostěnné nosníky

Hodí se jen pro konstrukce, které mají stejné rozpětí polí. V těchto případech je totiž statické hledisko (vyrovnání podporových a mezipodporových momentů) v souladu s hlediskem konstrukčním (vhodné délky dílčích prvků). Jestliže nosník nadvýšíme nebo vykleneme, vznikají v něm přidavná namáhání, tzv. radiální napětí, která působí napříč nosníku a mají tendenci jej roztrhnout. Se zakřivováním střednice nosníku se původně lineární průběh napětí po výšce průřezu mění v nelineární.⁶⁸



Obr. 35 Plnostěnné nosníky – a) vyklenutý nosník s navyšovaným průřezem směrem k vrcholu; b) vyklenutý nosník; c) dva nosníky v kloubovém spojení ve vrcholu.

$h_2 = (1/30)l_2$, $h_3 = (1/16)l_2$, $h_5 = (1/40)l_4$ nebo $(1/40)l_5$; $l_2 = 10$ až 20 m, $l_4 = 15$ až 30 m, $l_5 = 15$ až 40 m.⁶⁹

⁶⁷ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 96

⁶⁸ Tamtéž, s. 92

⁶⁹ Tamtéž, s. 91

Podle normy ČSN EN 1995-1-1 pro navrhování dřevěných konstrukcí je nutné u lepených lamelových nosníků posuzovat únosnost průřezů z hlediska působení normálových napětí, smykových napětí, posoudit klopení nosníků a posoudit jejich průhyb.⁷⁰

Plnostěnné nosníky se hodí pouze pro menší sklony střech a nehodí se pro klenuté konstrukce.

4.5.1.2 Rámové soustavy

Rámové soustavy jsou používány jako příčné vazby především v halových stavbách na rozpětí zpravidla do 24 až 30 m při osové vzdálenosti ráků do 6m. V konstrukcích zastřešení budov se rámy používají hlavně pro nástavby, vestavby, případně jako výstužné rámy v nosném systému střechy. Šikmá střecha má nejčastěji sedlový tvar, který koresponduje s tvarem rákové příčle. Prostorovou tuhost soustavy s rákovými vazbami je třeba zabezpečit příhradovými nebo plnostěnnými ztužidly. Důležité je, že ztužidla musí být provedena až do podpor ráků, tedy i ve stěnové části (nejen ve střešní části). Ztužidlo se provádí mezi dvěma sousedními ráky ve vybraném poli, obvykle vložením diagonálních prutů. Namísto příhradových ztužidel lze využít výstužných stěn z deskových materiálů (OSB desek, sádrovláknitých desek) nebo panelů.⁷¹

Rozlišujeme ráky příhradové a plnostěnné. Ze statického hlediska, zejména v oboru dřevěných konstrukcí, se nejčastěji vyskytují ráky trojkloubové a dvoukloubové. Nejvíce namáhanou částí je oblast rákového rohu. U plnostěnných ráků je třeba zabezpečit oblast rákového rohu proti klopení, obdobně u příhradových ráků dolní tlačný pás proti vybočení z roviny ráku. Nejúčinnějším způsobem je provedení podélného ztužidla. U ráků ve střešních konstrukcích postačují i vzpěrky připojené k vaznicím a dolnímu okraji průřezu v rákovém rohu.⁷²

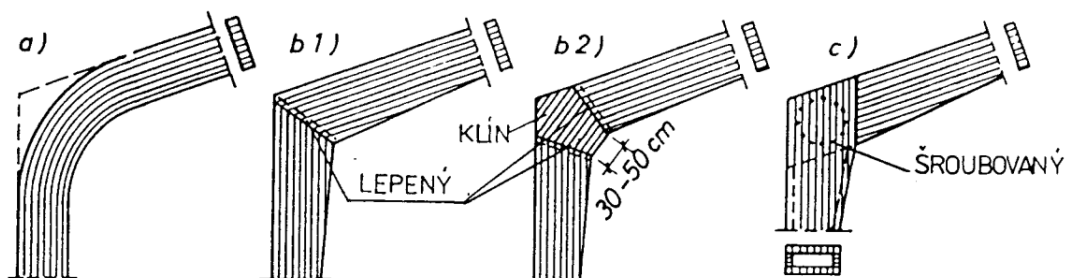
⁷⁰ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 134

⁷¹ Tamtéž, s. 134-135

⁷² Tamtéž, s. 135

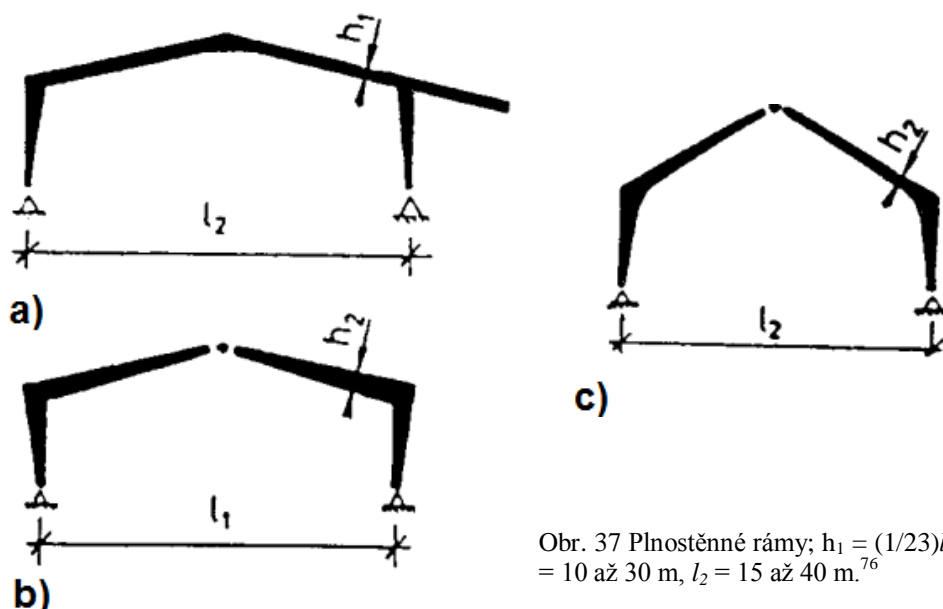
– Plnostěnné rámy

Pro dřevěné střešní konstrukce jsou vhodné rámy lepeného lamelového průřezu. Specifickým konstrukčním detailem rámu je připojení příčle ke stojce v rámovém rohu. V dřevěných konstrukcích je možné tento přípoj řešit prostřednictvím lepeného zubovi-



Obr. 36 Možnosti provedení rámového rohu⁷³

tého spoje (používá se tzv. velký zubovitý spoj s délkou zubů přibližně 50 mm) nebo s použitím ocelového plechu a kolíkových spojovacích prostředků. Lepený spoj lze považovat za tuhý, u spojů s mechanickými prostředky je třeba počítat s poddajností přípoje v rámovém rohu, která se projeví odpovídajícím pootočením a zvýšeným namáháním příčle rámu.⁷⁴ Zazubení se provádí ve výrobě, lepidlo se nanáší a spoj lisuje většinou přímo na stavbě. Velmi důležité u tohoto spoje je provedení zazubení z hlediska sklonu zubů a z toho vyplívající hustoty zubů.⁷⁵



Obr. 37 Plnostěnné rámy; $h_1 = (1/23)l_2$, $h_2 = (1/26)l_2$; $l_1 = 10$ až 30 m, $l_2 = 15$ až 40 m.⁷⁶

⁷³ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 93

⁷⁴ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 134-135

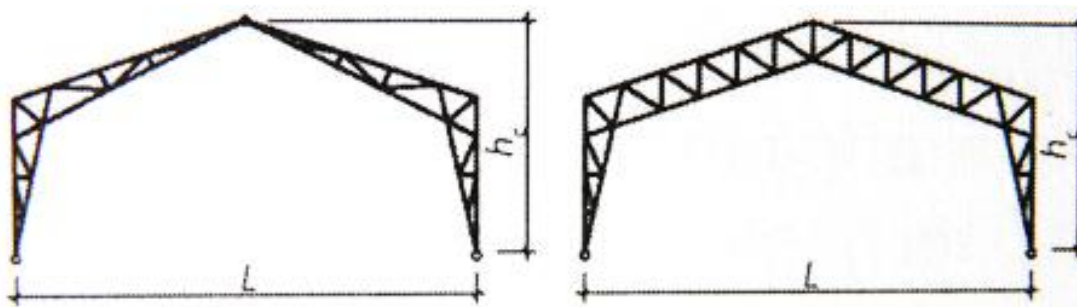
⁷⁵ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 94

⁷⁶ Tamtéž, s. 96

Šroubované rámové rohy jsou vhodným provedením styku stojky a příčle v místě rámového rohu. Umožňují montáž rámové konstrukce na staveništi v běžných podmínkách i její následné rozebrání. Na jejich realizaci lze použít různé spojovací prostředky – kroužky, svorníky i kolíky. Určitým problémem šroubovaných rámových rohů je, že jsou náchylné ke štípnutí při vnějším okraji, což platí zejména pro trojkloubové rámové konstrukce.⁷⁷

→ Příhradové rámy

Příhradový rám představuje typickou rovinou prutovou soustavu tvořenou horním pásem, dolním pásem a výplňovými pruty (mezipásovými pruty – svislicemi a diagonálami). Pro výrobu se používá hraněné řezivo (desky, fošny, hranoly). U větších rozpětí (asi nad 30 m) se pásové pruty, případně i mezipásové pruty navrhují z lepeného lamelového dřeva (v současnosti též z vrstveného dřeva).⁷⁸



Obr. 38 Příhradové rámy – $L = 12$ až 30 metrů, $h_c/L = 1/2$ až $1/3$.⁷⁹

V současné době jsou nejvíce produkovány rámy se spoji pomocí styčnickových desek s prolisovanými trny. Rozpětí těchto rámu je u střešních konstrukcí budov do 15 m a u halových objektů nejvíce do 30 m. Rámy je účelné vyrobit z jednotlivých dílců, které se na montáži sestaví v jeden celek. Příhradová polopříčle (u trojkloubových rámu), vyrobená jako samostatný dílec (v podstatě vazník), se vkládá mezi dvojdílné stojky. Stojky mohou být příhradové nebo plnostěnné (sloupy) a probíhají průběžně od patky až k hornímu pasu příčle. Rámový roh se v případě příhradových stojek vytvoří překrytím a vzájemným spojením tvarově shodných krajních příhrad příčle a stojky. Rám lze ovšem

⁷⁷ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 94-95

⁷⁸ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 127-128

⁷⁹ Tamtéž, s. 129

vyrobit i jako jeden celkový dílec. Z důvodu transportu je však třeba rám rozčlenit na části, které se na stavbě spojí pomocí montážních styků.⁸⁰

4.5.1.3 Obloukové soustavy

Dřevěné oblouky jsou součástí nosných soustav řady stavebních objektů, u nichž je požadován zakřivený tvar střechy. Zakřivené střešní plochy se vyskytují poměrně často, a to u halových objektů velkých rozpětí i staveb s malým rozpětím. Sklon střechy je proměnný, ale většinou v rozmezí odpovídajícím šikmým střechám (5° až 45°). Požadovaný tvar se konstrukčně vytvoří s použitím soustavy sestavené z plnostěnných nebo příhradových oblouků. V halových stavbách tvoří oblouky příčné vazby a jsou uspořádány paralelně ve vzdálenostech 3 až 6 m.⁸¹

Prostorová skladba konstrukcí s rovinnými oblouky je v principu stejná jako u rámových soustav. Oblouky tvoří příčné vazby, které přenášejí účinky zatížení působícího v rovině oblouků. Zatížení působící kolmo na rovinu oblouků je nutné přenést do podpor konstrukce příčnými ztužidly. Příčná ztužidla zabezpečují současně prostorovou tuhost konstrukce a vymezují vzpěrné délky prutů v místech stanovených výpočtem. Pro zabezpečení průřezů plnostěnných oblouků proti klopení a dolních pásů příhradových oblouků proti vybočení z roviny oblouku je nutné provést podélná ztužidla, která musejí být připojena do soustavy příčného ztužidla.⁸²

Obdobně jako u předchozích soustav se zde rozlišují oblouky plnostěnné a příhradové.

— Plnostěnné dřevěné oblouky

Nejrozšířenější je trojkloubový oblouk s táhlem, používaný na zastřešení halových objektů za předpokladu, že táhlo funkčně ani esteticky nevádí. Dnes se větší pozornost věnuje obloukovým konstrukcím bez táhla, které se provádějí na stále větší rozpětí. Do-

⁸⁰ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 136

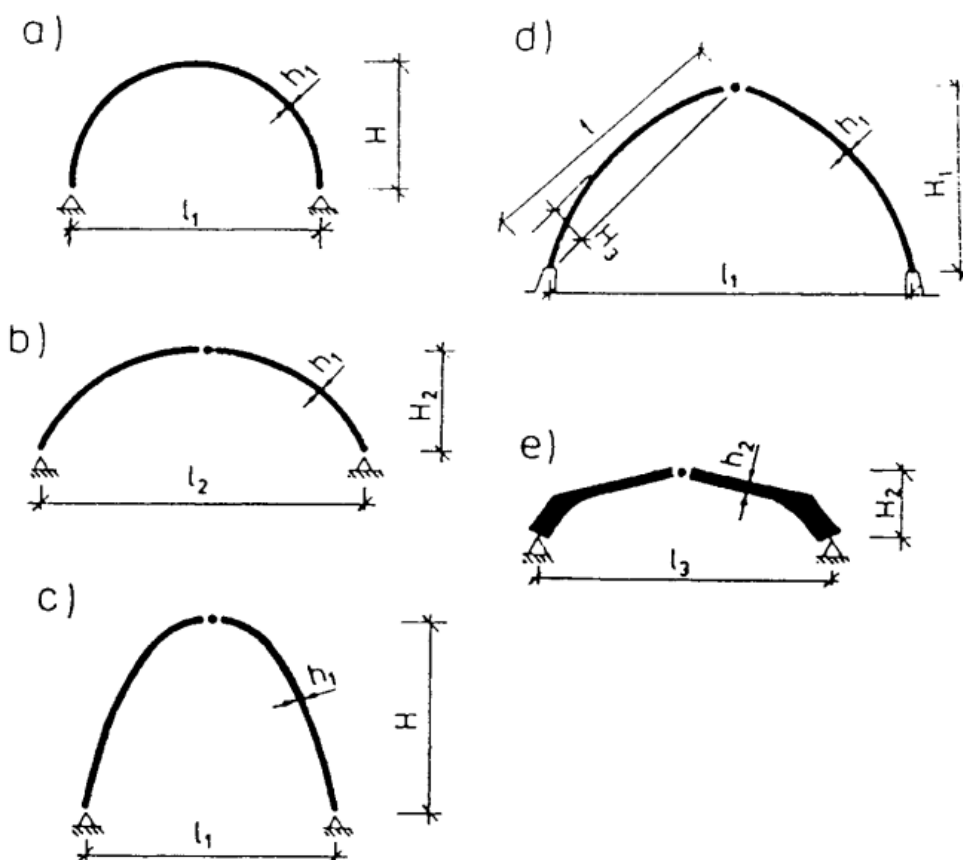
⁸¹ Tamtéž, s. 136

⁸² Tamtéž, s. 136

sud byly běžně realizovány konstrukce o rozpětí do 60 m v podobě trojkloubových oblouků bez montážních styků.⁸³

Trojkloubový oblouk zcela eliminuje poklesy podpor a namáhání objemovými změnami.⁸⁴

Mezi plnostěnné oblouky zařazujeme především oblouky z lepeného lamelového dřeva, dále oblouky profilovaného průřezu (se stěnou na bázi dřeva) a také skružové oblouky (vyrobené ze svisle orientovaných lamel spojovaných mechanickými prostředky).⁸⁵



Obr. 39 Základní tvary plnostěnných oblouků.⁸⁶

$$h_1 = (1/30 \text{ až } 1/60) l, h_2 = (1/20)l$$

$$l_1 = 20 \text{ až } 60 \text{ m}, l_2 = 20 \text{ až } 100 \text{ m}, l_3 = 15 \text{ až } 40 \text{ m}$$

$$H = (\text{min. } 1/2)l_1, H_1 = (1/2/1/3)l_1, H_2 = (1/6 \text{ až } 1/7) l_2, H_3 = (1/15)l_1$$

Pozn.: Uvedené informativní hodnoty platí přibližně pro zatěžovací šířku kolem 6 m.

⁸³ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 94

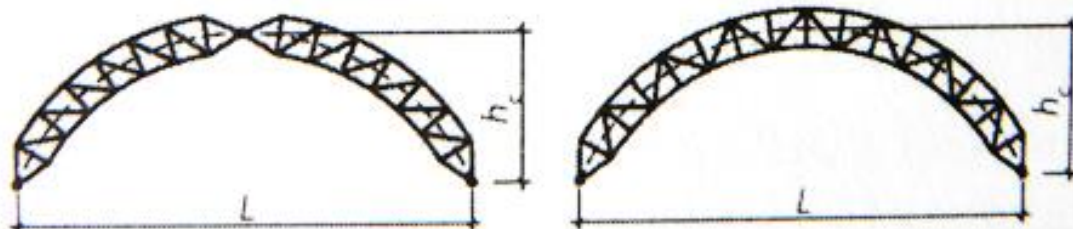
⁸⁴ HÁJEK, Petr. *Konstrukce pozemních staveb 10: Nosné konstrukce I*. ČVUT v Praze, 2004. Skripta. ČVUT v Praze.

⁸⁵ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 137

⁸⁶ KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015], s. 96

– Příhradové dřevěné oblouky

Pro rozpětí do 30 m se používají oblouky s ocelovými styčnickovými deskami s prolisovanými trny. Konstrukční řešení je stejné jako u příhradových rámců. Oblouky jsou vyráběny z řeziva tloušťky 40 mm (pro malá rozpětí) až 70 mm. Zcela zásadní je, stejně jako u vazníků rámců, zabezpečení štíhlých pásů proti vybočení z roviny oblouku. U oblouků a rámců jsou i dolní pásy namáhány tlakovými silami. Ztužidlový systém proto



musí obsahovat příčná ztužidla (zavětrování) a rovněž podélná ztužidla. Příčná ztužidla přenáší účinky zatížení působícího kolmo na rovinu oblouků do podpor konstrukce, zajišťují prostorovou stabilitu konstrukce, a vymezují vzpěrné délky. Podélná ztužidla se podílejí na prostorové tuhosti konstrukce a zabezpečují dolní pásy proti vybočení z roviny oblouku.⁸⁷

Obr. 40 Příhradové oblouky – $L = 15$ až 60 metrů, $h_c/L = 1/2$ až $1/6$.⁸⁸

4.5.2 Prostorové dřevěné konstrukce

Prostorové dřevěné konstrukce jsou konstruovány tak, že působí v prostoru jako jednotlivý celek, ve kterém se na únosnosti konstrukce podílejí všechny prvky. Prostorové působení a možnost využití pomocných prvků ke zvýšení únosnosti konstrukce zaručují hospodárnost tohoto typu zastřešení. Zvýšenou pozornost však musíme věnovat otázkám trvanlivosti těchto konstrukcí, a to především z hlediska možného napadení dřevokaznými houbami. Na prostorové konstrukce by se mělo používat jen impregnované dřevo. Na rozdíl od rovinných konstrukcí se prostorové konstrukce při porušení jednoho prvku obvykle nezřítí, protože sousední prvky jsou prostorově spojeny a mohou nahradit ztrátu únosnosti porušeného prvku. Je vhodné jejich použití především, jsou-li ve stěnách objektů velké otvory (např. u hangárů); při obtížném zachycování vodorovných

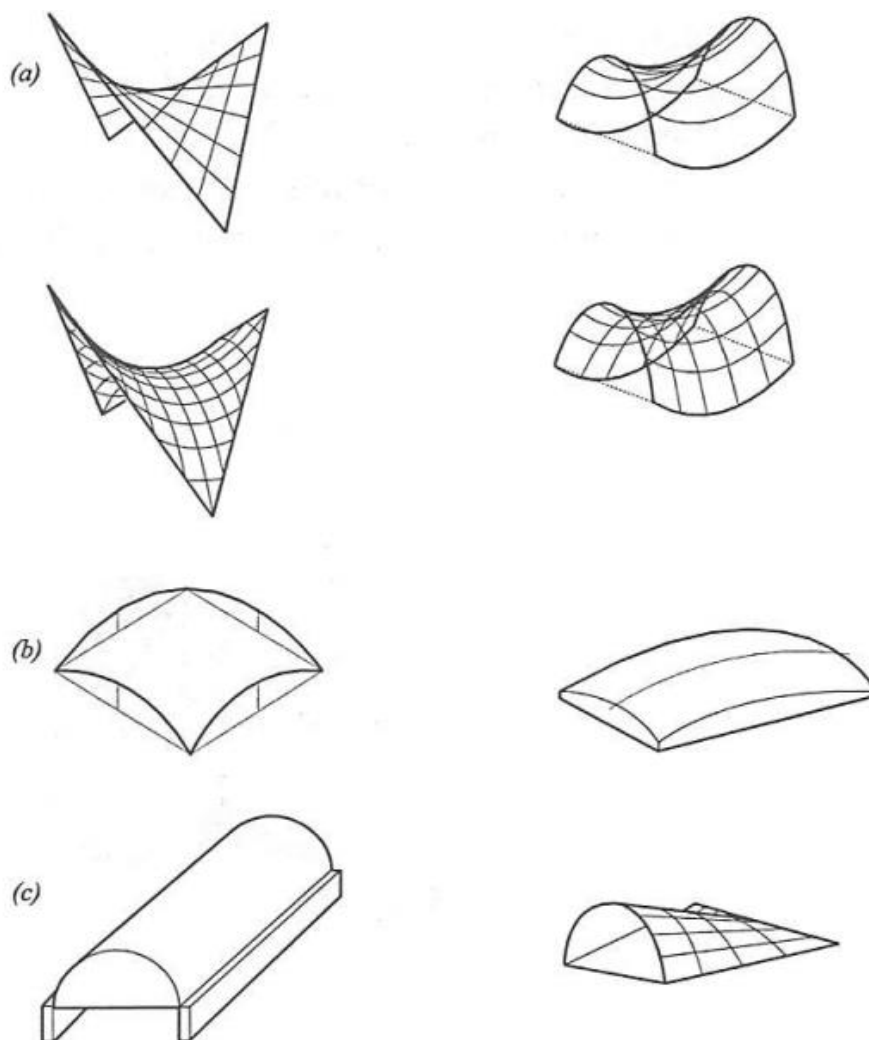
⁸⁷ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 138

⁸⁸ Tamtéž, s. 129

sil stěnami nebo při špatných základech; pro zastřešení objektů kruhového půdorysu ve tvaru pravidelného mnohoúhelníku.⁸⁹

– Ploštěnné prostorové konstrukce

Vznikají vrstvením, převážně deskového řeziva, křížem přes sebe ve dvou nebo třech (někdy i více) vrstvách; vrstvy se spojují hřebíky nebo lepením do skořepiny. Takto vytvořené skořepiny mají válcový, rotační, hyperbolicko-parabolický, elipticko-parabolický a jiný tvar. Tvoří je zborcená plocha rozprostírající se mezi krajovými žebry, která nad půdorysem ve tvaru obdélníka nebo čtverce mají ve dvojicích vzájemně mimoběžnou plochu.



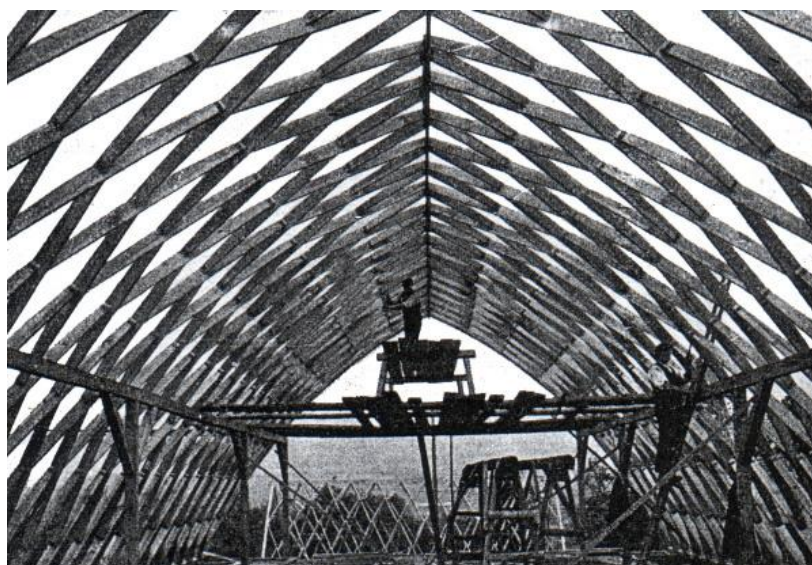
Obr. 41 Tvary skořepin běžně používané pro dřevěné skořepiny – a) hyperbolický paraboloid, b) eliptický paraboloid, c) dlouhá válcová skořepina, a skořina tvaru konoidu (vpravo).⁹⁰

⁸⁹ *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: navrhování a konstrukční materiály*. 1. vyd. Zlín: KODR Zlín, 1998, nestr. ISBN 80-238-2620-4, s. 102

⁹⁰ Tamtéž, s. 327

– Příhradové prostorové konstrukce

Sestavují se z jednotlivých prutů (lamel) spojených do styčnicků v prostoru. Nejrozšířenější jsou příhradové kopule a klenby. Velmi hospodárnou a na montáž jednoduchou střešní konstrukcí je lamelová klenba. Lamelová klenby se provádějí nejčastěji jako válcové nosné plochy, které zatěžují především pozednice. Řídící křivkou válcové plochy je nejčastěji kružnice. Lamely se zhotovují z fošen nebo prken tloušťky minimálně 24 mm. Poměr tloušťky k šířce lamely se volí asi 1:5 a poměr délky lamely asi 10. Tyto zásady platí pro rozpětí klenby přibližně 20 m. Jako styčnickové spoje lamelových konstrukcí se nejčastěji volí svorníky.

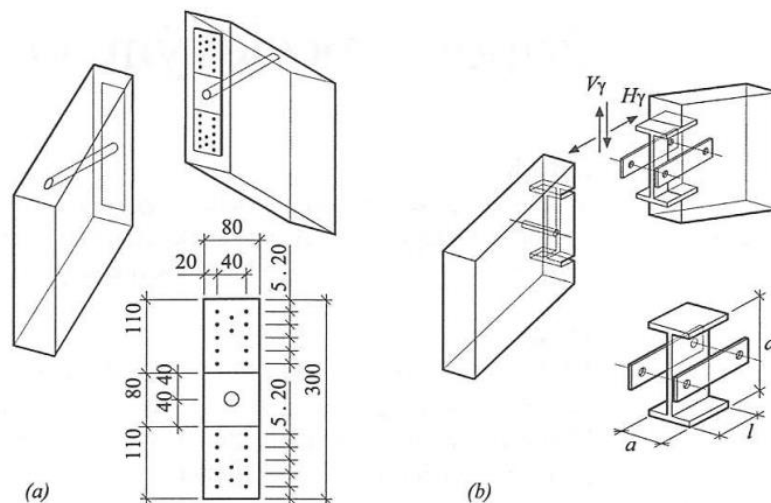


Obr. 42. Lamelová klenba⁹¹

⁹¹ KUKLÍK, Petr a Anna GREGOROVÁ. *Časopis stavebnictví: časopis stavebních inženýrů, techniků a podnikatelů*. Brno: EXPO DATA, 2015, roč. 2015, 1-2. ISSN 1802-2030.

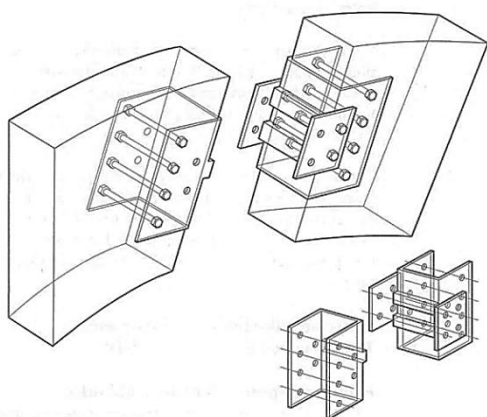
4.6 Typy používaných kloubových spojení

- Možnosti kloubového napojení dvou nosníků ve vrcholové části se u různých zdrojů liší. Zde je přehled vrcholových spojů z různých zdrojů.

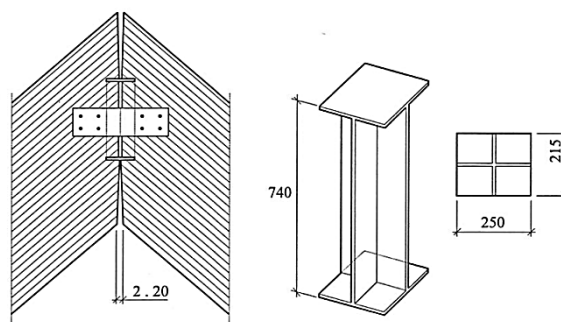


Obr. 43 Klouby z ocelových desek pro oblouky⁹²

Kloub na obr. 43 a) lze používat pro rámy a oblouky se sklonem větším než 40° . Má se použít svorník o průměru nejméně 20 mm společně s hřebíky, jak je uvedeno na obrázku. V detailu podle obr. 43 b) může být svorník zesílen jednostrannými zalisovanými hmoždíky, když působí velké tahové síly.



Obr. 44 Ideální kolubové spojení z ocelových desek pro oblouky.⁹⁴



Obr. 45 Vrcholový kloub.⁹³

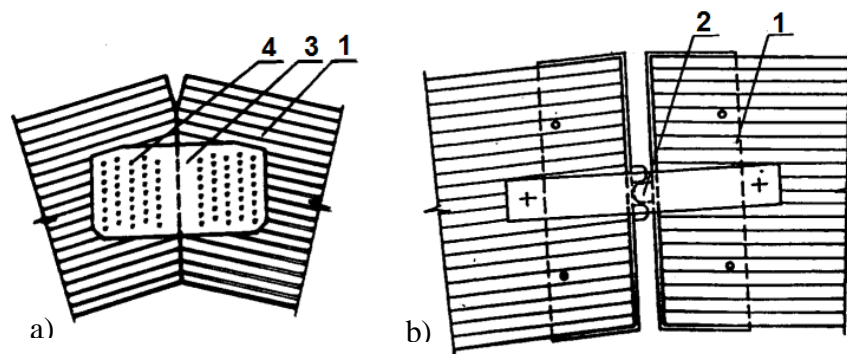
Na obr. 44 je vrcholový kloub, použitý v obchodním domě v Norsku. Prvek vložený do zářezu je z ocelových desek tloušťky 8 mm. Vnější ocelové desky jsou připojeny ke konstrukčním prvkům z LLD čtyřmi svorníky 20 mm na každé straně kloubu.⁹⁵

⁹² *Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5: STEP 2*. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5.

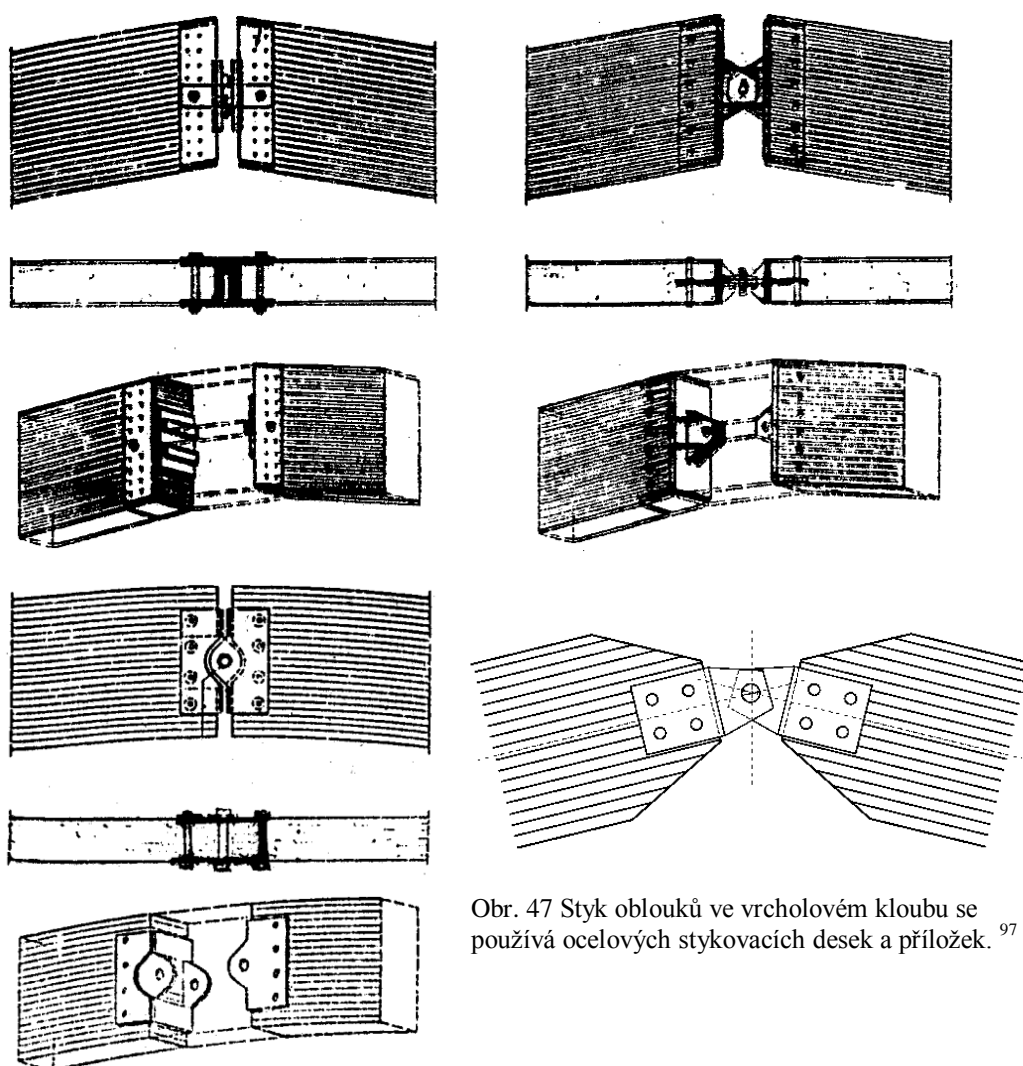
⁹³ Tamtéž

⁹⁴ Tamtéž

⁹⁵ Tamtéž



Obr. 46 Na obr. a) je spojení pro nosníky v agresivním prostředí, na obr. b) je spojení pro velké rozpětí 1- dřevěný lepený nosník; 2 – hřebenový ocelový kloub; 3 – vodovzdorná stavební překážka; 4 – kotevní hřebíky z nerezové oceli.⁹⁶



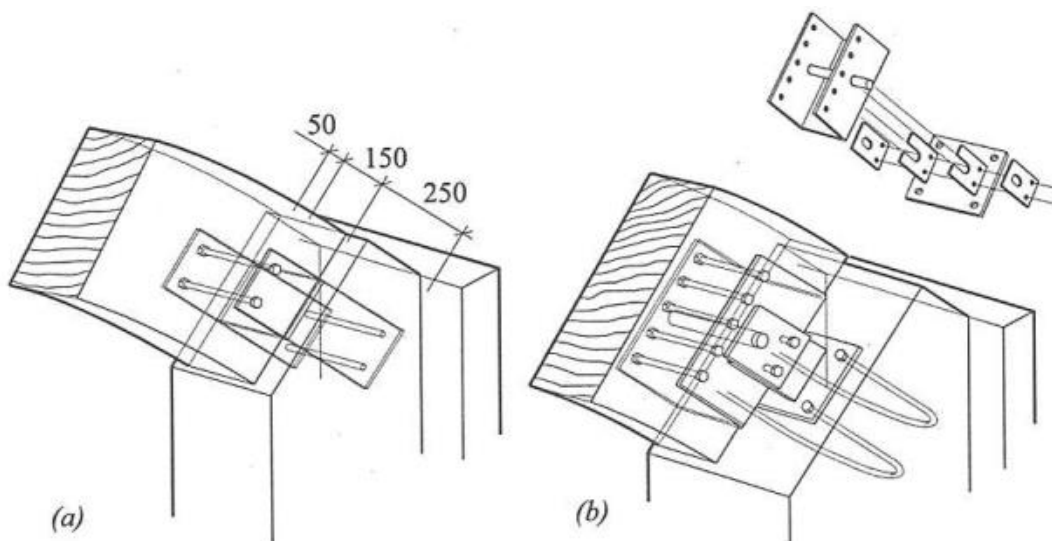
Obr. 47 Styk oblouků ve vrcholovém kloubu se používá ocelových stykových desek a příložek.⁹⁷

Obr. 48 Další možnosti napojení nosníků ve styku nosníků.⁹⁸

⁹⁶ LOKAJ, Antonín. *Ocelové a dřevěné prvky a konstrukce: Dřevěné konstrukce*. VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011, 97 s.

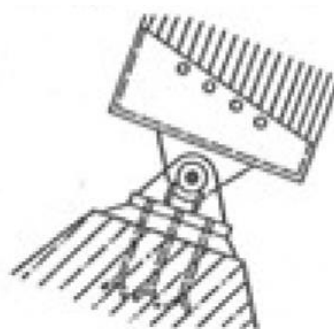
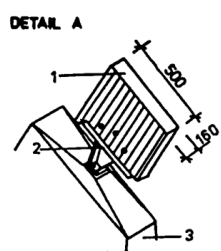
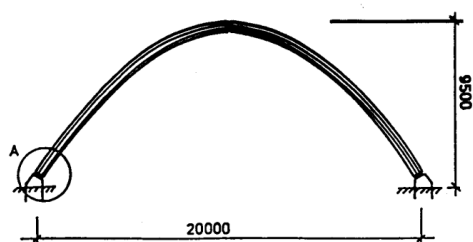
⁹⁷ Konstrukční systémy halových staveb: Pozemní stavitelství II. In: JIRKA, Vladimír. *Ústav stavitelství I: Fakulta architektury* [online]. 2008-2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: 15123.fa.cvut.cz/?download=_predmet.ps2/prednaska_haly.pdf

- Pro uložení lehkých rámců a oblouků nebo pro kloubově připojené sloupy se mohou používat následující detaily.



Obr. 49 Ložiska z ocelových desek pro oblouky.⁹⁹

Na obr. 49 nejsou tlakové síly přenášeny pomocí svorníků; mohou být doplněny jednostranné zalisované hmoždíky.



Obr. 50 Trojkloubový rám – detail kloubového spoje v podepření.¹⁰⁰

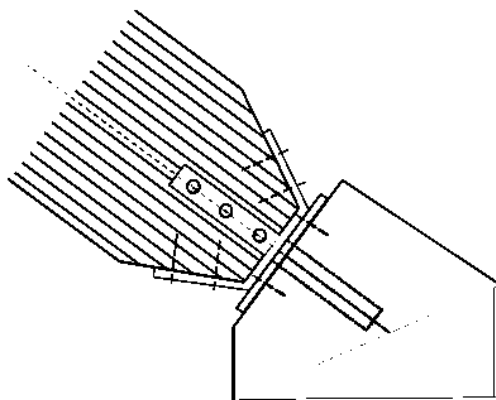
Obr. 51 Detail podobných rozměrů, jako navrhovaná studie.¹⁰¹

⁹⁸ LOKAJ, Antonín. *Ocelové a dřevěné prvky a konstrukce: Dřevěné konstrukce*. VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011, 97 s.

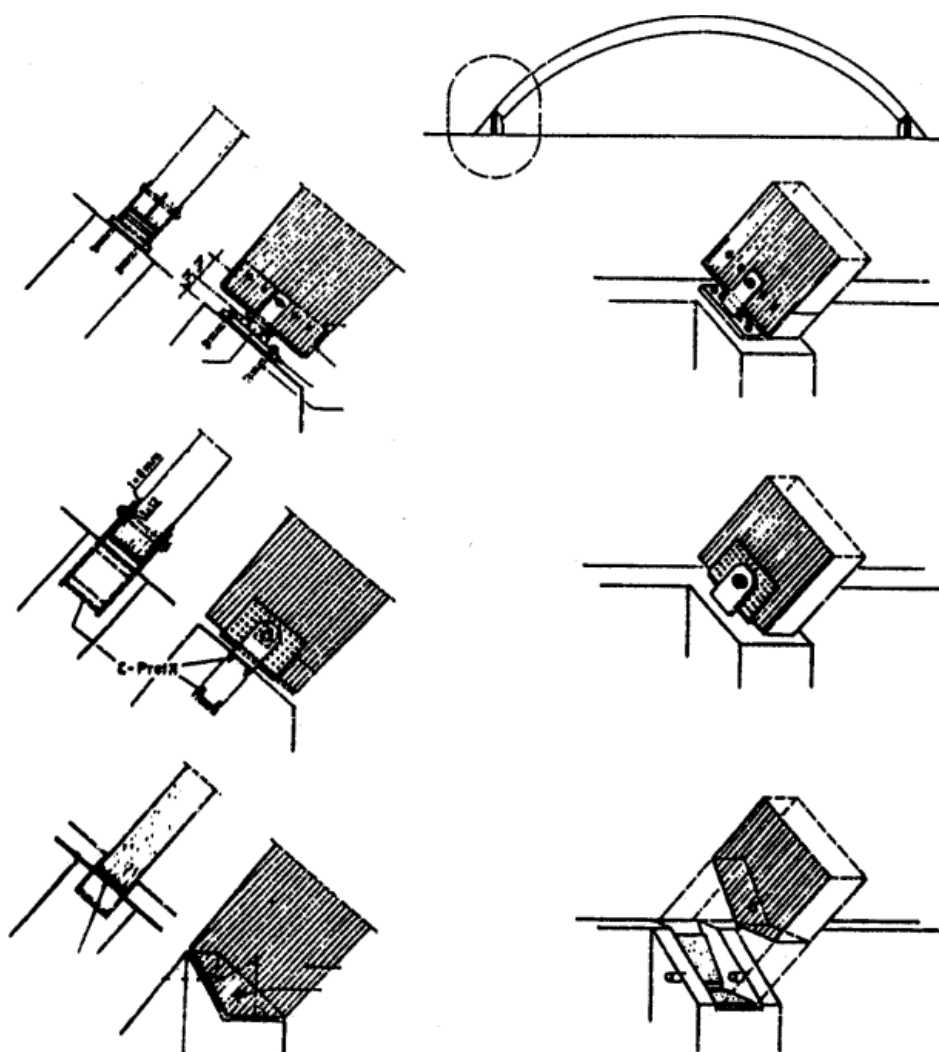
⁹⁹ *Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5: STEP 2*. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5.

¹⁰⁰ HÁJEK, Petr. *KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB: KOMPLEXNÍ PŘEHLED*. ČVUT v Praze, 2011. 180 s. Skripta. ČVUT Praha.

¹⁰¹ LOKAJ, Antonín. *Ocelové a dřevěné prvky a konstrukce: Dřevěné konstrukce*. VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011, 97 s.



Obr. 52 Pro uložení na základovou konstrukci se používá ocelových stykacích desek a příložek.¹⁰²



Obr. 53 Další způsoby napojení nosníků do základů.¹⁰³

¹⁰² Konstruční systémy halových staveb: Pozemní stavitelství II. In: JIRKA, Vladimír. *Ústav stavitelství I: Fakulta architektury* [online]. 2008-2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: 15123.fa.cvut.cz/?download=_/predmet.ps2/prednaska_haly.pdf

¹⁰³ LOKAJ, Antonín. *Ocelové a dřevěné prvky a konstrukce: Dřevěné konstrukce*. VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011, 97 s.

4.7 Krytina

Na trhu se stavebními materiály je v současné době velké množství výrobků a materiálů, které můžeme jako krytinu aplikovat. Jsou zde materiály jak s dlouhou tradicí, tak moderní a netradiční varianty. Z hlediska velké variability materiálů na trhu jsou zde popsány pouze ty, které jsou příhodné pro použití v této studii.

Krytina je nejsvrchnější vrstvou střešního pláště, jedná se o hlavní těsnicí vrstvu na povrchu střechy. Může být dle ČSN 73 1901 řešena jako:

- **povlaková vodotěsnicí vrstva** – vrstva nepropustná pro vodu v kapalném i tuhém skupenství v důsledku hydroizolačních vlastností použitých materiálů a hydroizolační celistvosti a spojitosti. Často vykazuje i nepropustnost pro vodní páru;
- **skládaná vodotěsnicí vrstva** – je nepropustná pouze pro vodu v kapalném skupenství volně stékající po jejím povrchu, což je zajištěno jejich sklonem, přesahem i tvarováním. Tato vrstva není odolná proti vodě působící hydrostatickým tlakem.¹⁰⁴

4.7.1 Povlaková vodotěsnicí vrstva

K tomuto typu vodotěsnicí vrstvy řadíme asfaltové pásy, folie na bázi plastických hmot a stěrkové materiály. U šikmých střech se s nimi setkáme výjimečně, příkladem může být jednoplášťová kompaktní skladba s tepelnou izolací z pěnoskla a krytinou z asfaltového pásu (obvykle u tvarově složitých, zakřivených střech).¹⁰⁵

Tento druh krytin však na zastřešení kaple v této studii není vhodný, dále nebude tato krytina popisována.

¹⁰⁴ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 48

¹⁰⁵ Tamtéž, s. 48

4.7.2 Skládaná vodotěsnicí vrstva

- Krytina z asfaltovláknitých (bitumenových), plastových a sklolaminátových vlnitých desek

Sestává z velkoplošných prvků spojovaných přesahem. Klimatickou vodu ze střešní plochy odvádí pomocí sklonu a přesahu spojů jednotlivých prvků. Při hydrostatickém tlaku vodu propouští, tj. odolává hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce. Vyrábí se vícestupňovou (až 20stupňovou) laminací nebo vakuovou impregnací základního materiálu (papír). Výsledný materiál je velmi lehký, pevný, pružný, odolný proti korozi a barevně stálý. Tuto krytinu lze použít od minimálního povoleného sklonu (15°) až po svislou stěnu.¹⁰⁶ Tato krytina je ohebná a dá se použít na zvolený typ zastřešení.

- Krytina z trapézového (profilovaného) plechu

Skládaná krytina z profilovaného plechu sestává z velkoplošných prvků spojovaných přesahem. Odvádění klimatické vody je obdobné jako u výše zmíněné krytiny. Vyrábí se z velmi kvalitního kovu, který je proti klimatickým vlivům odolný bez úprav (měď, hliník, zinek, a jejich slitiny), nebo z plechu antikorozně povrchově upraveného (žárově pokovený hliník a ocel, ocelový plech potažený organickými povlaky). Křivka šířky tabule trapézového plechu se pohybuje kolem 1 m a délky jsou možné až do 12 m. Tloušťka plechu se pohybuje obvykle v rozmezí 0,5 až 1,5 mm.¹⁰⁷ Tato krytina se hodí pro proměnný sklon střechy, s vodotěsným podstřeším je minimální sklon 3° .

- Plechová krytina hladká na drážky nebo lišty

Sestává z rovinných plechových desek spojovaných jednoduchými nebo dvojitými stojatými a ležatými drážkami, tzv. klempířskými spoji. Klimatickou vodu ze střešní plochy odvádí pomocí sklonu a tvarováním spojů jednotlivých prvků – plechových tabulí. Při hydrostatickém tlaku vodu propouští, tj. odolává hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce. Speciální úpravy tvarovaných spojů (těsnění drážek) mohou umožnit užití při výraznějším namáhání vodou. Vyrábí se z velmi kvalitního

¹⁰⁶ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s 62

¹⁰⁷ Tamtéž, s. 65

kovu, který je proti klimatickým vlivům odolný bez úprav (měď, hliník, zinek, a jejich slitiny) nebo je povrchově upraven (žárově pokovený hliník a ocel, ocelový plech potažený organickými povlaky). Tloušťka plechu se pohybuje obvykle v rozmezí 0,5 až 1 mm.¹⁰⁸ Stejně jako předchozí se i tato krytina hodí pro proměnný sklon střechy.

→ Krytina z asfaltových šindelů

Skládaná krytina z asfaltových šindelů sestává z maloplošných rovinných prvků spojených přesahem. Klimatickou vodu ze zastřešení odvádí pomocí sklonu a přesahu spojů jednotlivých prvků – šablon. Při hydrostatickém tlaku vodu nepropouští, tj. odolává hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce. Je vyrobena z asfaltových izolačních pásů zpravidla typu S (ozn. AP-S), novodobě i z modifikovaných asfaltových pásů (ozn. AP-SM) s upravenou povrchovou vrstvou – minerální posyp, který chrání asfaltovou hydroizolační hmotu proti ultrafialovému záření, přelétavému ohni, mechanickému poškození a současně určuje barevnost povrchu. Krytinu z asfaltových šindelů můžeme použít od minimálního povoleného sklonu 17° až po svislou stěnu, kde se užívá k ochraně svislých stěn před vlivy povětrnosti.¹⁰⁹

→ Krytina z došků

Skládaná krytina z došků sestává z prostorových prvků spojených přesahem. Klimatickou vodu ze střešní plochy odvádí pomocí sklonu a přesahu spojů jednotlivých prvků – snopků nebo panenek. Při hydrostatickém tlaku vodu nepropouští, tj. odolává hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce. Došky se zhotovují ze slámy (nejlépe žitné – nejdelší, nejlépe odolává vlhkosti) bez klasů. Dalšími používanými materiály jsou rákos a novodobé plastové prvky.¹¹⁰ Lze použít, jedná se však o starý typ zastřešení, dnes se s ním setkáme spíše výjimečně.

→ Krytina z pálených tašek

Krytina z pálených tašek se skládá z maloplošných rovinných nebo tvarových prvků spojených přesahem, obvykle doplněným soustavou drážek. Klimatickou vodu ze

¹⁰⁸ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 67

¹⁰⁹ Tamtéž, s. 71-73

¹¹⁰ Tamtéž, s. 75-76

střechy odvádí pomocí sklonu, přesahu a speciálního tvarování spojů jednotlivých prvků – tašek. Při hydrostatickém tlaku vodu propouští, odolává pouze hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce.¹¹¹

Střešní tašky se řadí mezi tzv. těžké krytiny, kdy se jejich hmotnost pohybuje dle typu tašky a způsobu pokládky v rozmezích cca 40 až 100 kg/m² (bez nosné vrstvy krytiny, včetně historických krytin, např. prejzy, bobrovky). Hmotnost krytin ze soudobých keramických tašek se pohybuje kolem 40 až 50 m², u betonových tašek je hmotnost cca 43 až 55 kg/m².

Krytina z pálených tašek nelze použít při proměnném sklonu zastřešení, a tak se nehodí pro tuto studii.

→ Vlákno cementové rovinné prvky

Vlákno cementové prvky se skládají z maloplošných rovinných prvků spojovaných přesahem. Klimatickou vodu ze střešní plochy odvádí pomocí sklonu a přesahu spojů jednotlivých prvků – šablon. Při hydrostatickém tlaku vodu propouští, tj. odolá hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce. Tato krytina se vyráběla pod názvem Eternit už na přelomu 19. a 20. století. V současné době je již krytina Eternit pro svou zdravotní závadnost (obsahovala azbest) nahrazena zdravotně nezávadnou vlákno cementovou krytinou. Minimální bezpečné sklony této krytiny doporučené výrobci bývají obvykle 25 – 30°.¹¹² Nedají se tvarovat, nelze je pro účely studie použít.

→ Krytina z dřevěných šindelů

Skládaná krytina z dřevěných šindelů sestává z maloplošných rovinných prvků spojovaných přesahem. Klimatickou vodu ze střešní plochy odvádí pomocí sklonu a přesahu spojů jednotlivých prvků, případně jednoduchých drážek. Při hydrostatickém tlaku vodu nepropouští, tj. odolává hydrofyzikálnímu namáhání vodou stékající po povrchu konstrukce.¹¹³

¹¹¹ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 52

¹¹² Tamtéž, s. 57

¹¹³ Tamtéž, s. 73

Dřevěné šindele se vyrábějí zpravidla z měkkého jehličnatého dřeva (smrk, jedle, modřín), případně z tvrdého listnatého dřeva (jasan). Obvyklá šířka dřevěných šindelů i šindálků je 80-120 mm. Tloušťka šindelů je 15-20 mm. Dřevěný šindel je na jedné straně ostrý a na druhé má žlábek (drážku). Šindálek má jednoduchý tvar bez ostré hrany a žlábků jako střešní taška bobrovka. Tloušťka šindálků je rovnoměrná – na horní straně 10 mm a na dolní 6 mm. Minimální bezpečné sklony skládané krytiny z dřevěných šindelů doporučené výrobcem pouze pro vybrané výrobky jsou přibližně 35 – 40°.¹¹⁴

Nehodí se pro tento typ zastřešení z důvodu jejich délky.

¹¹⁴ STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2, s. 73

4.8 Okna a způsoby snížení průniku sluneční energie

Velkoformátové zasklení je jedním ze současných architektonických trendů. Funkční propojení interiéru s venkovním okolím budovy je esteticky příjemné a působí dojmem zdravého a esteticky čistého užívání. Tyto řádky jsou zaměřeny na úpravu plochého skla (Float) zušlechťovacími výrobními postupy.

Normální plavené sklo obsahuje křemenný písek, sodu, vápenec a malé procento jiných látek, které mají vliv na barvu. Specifické vlastnosti skla v oblasti propustnosti světla, tepelného chování, pevnosti a podobně, jsou určovány jeho strukturou a složením. Tyto vlastnosti jsou nezávislé na směru měření, protože sklo je izotropní, neboť postrádá krystalickou mřížku.¹¹⁵

Pás skla je tvarován na hladině roztaveného cínu v redukční atmosféře, oba povrchy pásu jsou v důsledku použité technologie v zrcadlové kvalitě. Tloušťka skla se pohybuje přibližně v rozmezí od 1 mm do 25 mm, velikost dělených formátů je dána konstrukcí výrobního zařízení (šířka), případně možností mechanické manipulace při snímání, ukládání a dopravě odříznuté tabule (délka). V našich podmínkách se můžeme setkat s maximální šíří tvarovaného pásu skla 3210 mm, v současné době je do provozu uvedena linka na výrobu pásu skla o šířce 5200 mm, což odpovídá maximálním rozměrům plaveného skla vyráběného v zahraničí.¹¹⁶

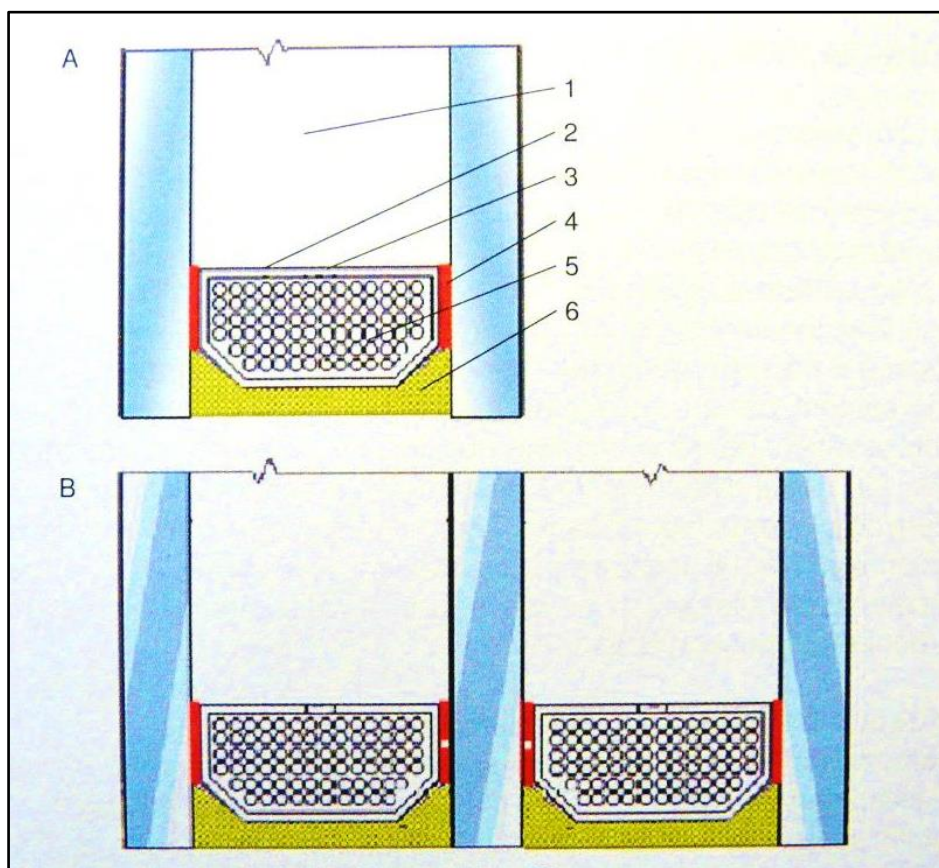
4.8.1 Konstrukce izolačních skel

V současné době je potřeba používat pro zasklení v obvodovém plášti izolační skla, což je výrobek z opracovaného plochého nebo zakřiveného skla, který je tvořen dvěma a více skleněnými tabulemi spojenými po obvodu permanentním spojem zamezujícím pronikání vlhkosti do komory vytvořené mezi skly a případně brání úniku plynů z této komory, pokud tam jsou při výrobě zavedeny. Vzdálenost jednotlivých tabulí je vymezena dutým distančním rámem obsahujícím ve své dutině vysoušecí prostředek zabraňující vnitřnímu orosování skel, tloušťka použitých tabulí se pohybuje nejčastěji v rozmezí

¹¹⁵ MOTYKOVÁ, Adela. *Okna: správná řešení pro novostavby i rekonstrukce*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 112 s. ISBN 978-80-247-2674-8.

¹¹⁶ POPOVIČ, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 256 s. ISBN 978-80-247-3154-4.

4 mm až 6 mm, tloušťka distančních rámečků v rozmezí 6 mm až 24 mm. Tento distanční rám je zpravidla uzavřený profil vyrobený z kovu (hliník, zušlechtěná ocel, nerezavějící ocel) nebo z kompozitu (např. polyuretan potažený ocelovou folií). Dutina mezi tabulemi skla je vyplněna suchým vzduchem, v lepším případě plynem, který má nižší tepelnou vodivost než vzduch, např. argonem, jehož použití příznivě ovlivňuje tepelně izolační účinek sestavy. Obvodové spojení tabulí je provedeno adhezním trvale plastickým tmelem na bázi polyizobutylenu, vnější obvod spoje je vyplněn trvale elastickým vulkanizujícím tmelem na bázi polyizobutylenu, silikonu a polysulfidu. Jako vysoušecí prostředek je do dutiny distančního rámu dávkován granulovaný silikagel. Rám je opatřen otvory o průměru přibližně 0,3 mm spojujícími jeho dutinu s mezerou mezi tabulemi skla a vzhledem k velikosti otvorů se chová selektivně jako molekulové síto propouštějící pouze malé molekuly vody, nikoliv molekuly dalších plynů tvořících náplň mezery mezi tabulemi skla.¹¹⁷



Obr. 54 Schéma izolačního dvojskla (A) a trojskla (B) 1 – vzduch nebo jiný plyn; 2 – distanční profil; 3 – perforace; 4 – primární tmel; 5 – vysoušedlo; 6 – sekundární (vnější tmel)

¹¹⁷ POPOVIČ, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 256 s. ISBN 978-80-247-3154-4.

4.8.2 Možnosti zastínění

V dnešní době je ploché sklo stále více používaným architektonickým prvkem. S velkou plochou skleněné tabule však vzniká jeden velký problém, a tím je nadměrné přehřívání interiéru způsobeného tepelným zářením. Zastínění je nedílnou součástí velkých prosklených ploch, které pomáhá ovlivnit míru dopadajících slunečních paprsků na skleněné tabule. V této studii se jedná o možnost zastínění celé prosklené východní stěny. Potlačení těchto tepelných účinků je možno ovlivnit mechanicky nebo použitím skel s absorpční charakteristikou (např. skla barvená ve hmotě – v průběhu tavicího procesu), kde je určujícím parametrem odstín použité barvy. Dále skla s absorpční a reflexní charakteristikou (barvená skla s vytvořením tenké vrstvy vhodného kovu, např. oxidu kovu).

Možnosti mechanického zastínění:

- venkovních žaluzie (příliš velký celkový rozměr oken)
- vnitřní žaluzie – vertikální a horizontální (je-li již tepelná energie uvnitř budovy, byla by to ochrana jenom proti nepříjemnému slunečnímu záření)
- markýzy – nedají se použít z technického hlediska, trojúhelníkový tvar skleněné stěny)
- venkovní rolety – dají se použít, při větších nárazech větru však nejsou stabilní a musí se schovat

Možnosti úprav skel:

- sklo s funkčními povlaky – selektivní sklo (snížení tepelného zisku prostupem slunečního záření)
- sklo s regulovatelnou barvou (zastínění v letním období – menší prostup slunečního záření)

Z výše popsaných způsobů zastínění je mechanické zastínění zásahem do architektonické koncepce studie, zatímco úprava skel se neprojeví na vzhledu budovy.

5 METODIKA

Při řešení práce bylo postupováno dále popsáním způsobem. Kaple pro 120 lidí byl začátek, od kterého se práce začala odvíjet. Tímto počtem byly stanoveny potřebné půdorysné rozměry pro odpovídající počet lidí. Od tohoto hlediska byl z dále popsanych norem navržen počet míst pro zdravotně tělesně postižené osoby a také počet toalet. Byly stanoveny požární hlediska a popsány základní požadavky z hlediska požárních norem. Dále se metodika práce zabývá výběrem území, s čímž souvisí geologický průzkum dané lokality. Statické výpočty se odvíjejí od typu konstrukce, která je v daném bodě popsána, od výběru programu a vytvoření konstrukce s potřebnými statickými zatíženími.

5.1 Programová podpora

Výkresová dokumentace byla vytvořena v programu AutoCAD. Její součástí jsou pohledy, řezy, situace, základy, detaily a půdorys. Výpočty nosníků byly řešeny v programu Dlubal RFEM 5.01 a posouzení dřevěných prvků – Dlubal Timber PRO. Grafické zpracování a vizualizace návrhu byla vytvořena v programu Sketch up 8. Render pro Sketch up 8 Thea studio. Pro zasazení stavby do terénu byl použit Photoshop CS3 a CorelDRAW Graphics Suite 12.

5.2 Shromáždění literatury

Po prostudování literatury týkající se liturgického prostoru, byla vyhledávána literatura zabývající se použitými konstrukčními prvky a další podklady pro řešerši. Následovalo oslovení firem pro podklady a pro získání informací o výrobcích. Dále bylo nutné se seznámit s potřebnými normami a vyhláškami. Pro bezbariérové přístupy a rozměry místností a dveří byla použita vyhláška č. 398/2008 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Pro určení počtu a půdorysných rozměrů toalet pak norma ČSN 73 4108 Sb. Hygienická zařízení a šatny. Požárními normami pak byly ČSN 730802:2009 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, ČSN 73 0831 Sb. Požární bezpečnost staveb, dále norma ČSN 73 08118 Sb. Požární bezpečnost staveb- Obsazení objektu osobami a vyhláška č. 268/2009 Sb. O technic-

kých požadavcích na stavby. Statické výpočty vycházejí z normy ČSN EN 1991-1-3 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí - Zatížení sněhem a ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí větrem. Geologický průzkum a popis území byl popsán z webových stránek geology.cz a nahlížení do katastru (nahliznidokatastru.cuzk.cz).

5.3 Výběr vhodné parcely a geologický průzkum

Byl prováděn terénní průzkum parcel vhodných pro účel stavby v lokalitě města Jablonného nad Orlicí a přilehlých vesnic. Pro geologický průzkum parcely vybraného území byl nalezen pouze všeobecný seznam na portálu geology.cz. Pro vhodné umístění stavby mělo vliv několik hledisek. První hledisko řešilo svažitost terénu a případné terénní úpravy. Pro studii byla vybrána lokalita, která není příliš svažitá, a tak budou terénní úpravy jen minimální. Dále bylo v úmyslu najít klidné místo, nejlépe z více stran chráněné zalesněnými plochami. Bližší informace o pozemcích byly následně vyhledávány na webových stránkách www.nahlyzenidokn.cuzk.cz.

5.4 Použité konstrukční systémy

Následovalo zvolení vhodného konstrukčního systému pro daný objekt a účel stavby. Návrhy skladeb obvodové stěny, vnitřních přiček, podlahy, nenosné stropní konstrukce a střešní nosné konstrukce dle dostupných informací získaných studiem a čtením odborné literatury.

Pro účely kaple bylo nejprve nutné vymyslet vhodné členění vnitřní dispozice. Byly vytvořeny dvě varianty, s ohledem na tvar budovy a navržený počet osob. První varianta je dále zpracována, druhá zůstává jen v podobě půdorysného návrhu.

Nejdůležitější a pro tuto práci stěžejní bylo vybrání vhodného způsobu řešení nosné konstrukce zastřešení. Jedná se o skeletovou konstrukci, ve které má nosný skelet funkci jak obvodové stěny, tak střešní nosné konstrukce.

- Hospodárný tvar a co nejmenší průřezové rozměry obloukové konstrukce mohou být nalezeny pouze iterativním postupem. Geometrie konstrukce je zpravidla urč-

ná funkčními a architektonickými požadavky. Potom se odhadnou průřezové rozměry a určí se vnitřní síly pro rozhodující zatěžovací případy. Při posouzení průřezů se ukáže, zda byl odhad přiměřený. Postup dimenzování může být případně potřebné opakovat s novými průřezovými rozměry.¹¹⁸

Tyto panely jsou vyráběny v několika konstrukčních variantách podle účelu použití. Základní třívrstvý panel tloušťky 81 mm je určen pro vnitřní stěny. Panel pro obvodové stěny je opatřen vzduchotěsnou folií integrovanou pod vnější vrstvu prken. V případě požadavku na pohledovou úpravu se k DEKPANELU D přilepí nebo přišroubuje masivní dřevěná lepená deska (biodeska). Případně je možné již při výrobě biodeskou nahradit jednu vrstvu prken.¹¹⁹

→ **Závislost dimenze izolačních skel na rozměrech**

Velikost tabulí určuje dimenzi skel. Je to tabulka, podle které se řídí jedna nejmenovaná firma. Udávané rozměry nebyly staticky počítány, jedná se o běžně užívané hodnoty. Ve studii byla použita max. velikost okna 3 x 6 m, podle tabulky tedy poslední skupina. Kvůli váze skla ($2,56 \text{ g/mm}^3$) bylo zvoleno dvojsklo.

Tabulka 2 Potřeba šířky zasklení v závislosti na rozměrech dvou stran tabule (staticky nepočítáno, běžně používané hodnoty); O – obvod tabule

O/2 [m]		Dvojsklo	Trojsklo
Od	Do		
0,01	3,20	4-16-4	4-16-4-16-4
3,21	4,40	6-16-4	6-16-6-16-4
4,41	5,20	6-16-6	6-16-6-16-6
5,21	6,20	8-16-6	8-16-8-16-6
6,21	7,00	8-16-8	8-16-8-16-8
7,01	7,50	10-16-8	10-16-10-16-8
7,51	8,20	10-16-10	10-16-10-16-10
8,21	9,21	12-16-10	12-16-12-16-10

¹¹⁸ *Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5*. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5, s. 185

¹¹⁹ DEKTRADE. *DEKPANEL D*. Firma DEKTRADE, 2013, 4 s. Dostupné z: <https://www.dek.cz/docs/technicke/tl-dekpanel-d.pdf>

5.5 Prostorové a hygienické požadavky

Parametry pro užívání stavby se musí svými rozměry přizpůsobit bezbariérovému přístupu osobám na vozíku (vyhláška č. 398/2009) a dále bylo nutné určit počty a půdorysné rozměry toalet dle ČSN 73 4108 *Sb. Hygienická zařízení a šatny*.

– Bezbariérový přístup

Z vyhlášky č. 398/2009 *Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb* vyplývá, že prostory pro shromažďování musí mít z celkového počtu (101 až 200) míst nejméně pět vyhrazených míst pro osoby na vozíku.¹²⁰

Vstup do budovy musí mít šířku nejméně 1250 mm, hlavní křídlo dvoukřídlých dveří musí umožňovat otevření nejméně 900 mm. Záchodová kabina musí mít šířku nejméně 1800 mm a hloubku nejméně 2150 mm. Šířka dveří, otvíravých ven, musí být nejméně 900 mm. Místo pro vozík musí mít šířku nejméně 1000 mm a hloubku nejméně 1200 mm při čelním nájezdu.¹²¹

– Počty a půdorysné rozměry toalet dle norem ČSN 7304108

Záchody – vždy pro 50 žen nebo 100 mužů musí být k dispozici alespoň jedna samostatná místnost se záchodovou mísou a dále vždy pro 50 mužů jedno pisoárové stání nebo mušle a alespoň jedna samostatná místnost se záchodovou mísou pro osoby používající vozík pro invalidy.¹²² Toaletní kabinky s dveřmi otevíranými dovnitř mají rozměry 900 mm x 1550 mm a dveře o velikosti 700 mm.¹²³

5.6 Požadavky na požární bezpečnost

Při návrhu požární bezpečnosti byly respektovány normy ČSN 73 0802: 2009 – *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*, ČSN 73 0831 *Sb. Požární bezpečnost staveb*, dále norma ČSN 73 0818 *Sb. Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami a vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby*.

¹²⁰ Vyhláška č.398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb §8, odstavec 1.

¹²¹ Příloha č. 1 k vyhlášce č. 398/2009 Sb. Obecné technické požadavky zabezpečující bezbariérové užívání staveb

¹²² Vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby §41, odstavec 5.

¹²³ ČSN 73 4301 Obytné budovy

Byly stanoveny požární úseky a jejich počet, únikové cesty, stupeň požární bezpečnosti, specifikace požárně nebezpečného prostoru a příprava ploch pro protipožární zásah.

→ **Požární bezpečnost**

Hlavní normou, podle které se tato stavba navrhuje z hlediska požární bezpečnosti, je ČSN 73 0802: 2009 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Literaturou použitou na kapitolu je dále norma ČSN 73 0831: 2011 Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory a vyhláška č. 268/2009 Sb. Tato vyhláška definuje shromažďovací prostor takto: „Prostor určený pro shromažďování osob, ve kterém počet a hustota osob převyšují mezní normové hodnoty.“ Norma ČSN 73 0818 definuje normové hodnoty jako mezní hodnotu nejnižšího počtu osob, od které se příslušný prostor klasifikuje jako shromažďovací. Jeho označení je SP. Norma ČSN 73 0831, příloha A – Druhy shromažďovacích prostorů, specifikuje mezní normové hodnoty pro vnitřní shromažďovací prostory. Norma ČSN 73 0831 – 4.4 Specifikuje požadavky na vnitřní shromažďovací prostory takto: *Jako vnitřní shromažďovací prostor se posuzuje každý prostor, který*¹²⁴:

- a) *je pro jednotlivá výšková pásma jmenovitě uveden v příloze A (modlitebny a kaple zde nejsou); nebo*
- b) *je určený pro více jak 250 a více osob, ve kterém zároveň na jednu osobu připadá půdorysná plocha 5 m² a méně.*

POZNÁMKA Podle bodu b) se postupuje tehdy, nelze-li případ posoudit dle bodu a). Podle bodu b) tvoří 250 osob velikost SP ve výškovém pásmu VP1; jde-li například o výškové pásmo VP3, pak pro velikost SP je mezní počet 250 osob.

→ **Únikové cesty**

Podle normy ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty je možné pro navržené prostory počítat pouze s nechráněnou únikovou cestou (NÚC), což je trvale volný komunikační prostor směřující z posuzovaného úseku k východu na volné prostranství nebo do chráněné únikové cesty. NÚC nemusí být od ostatních prostorů v objektu požárně odděleny stavebními konstrukcemi.

¹²⁴ ČSN 73 0831. *Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

– Stupeň požární bezpečnosti

Požární bezpečnost stavebního objektu je charakterizována stupněm požární bezpečnosti. Nejnižší stupeň požární bezpečnosti se určí v závislosti na výpočtovém požárním zatížení p_v , konstrukčním systému objektu a výšce objektu. Požární úseky mohou být zařazeny do sedmi stupňů požární bezpečnosti (I. až VII.) a vyjadřuje požadavek na požární odolnost. Čím vyšší stupeň, tím vyšší nároky na požární odolnost stavebních konstrukcí a přísnější kritéria při návrhu únikových cest.

Výpočtové požární zatížení p_v :

$$p_v = p \cdot a \cdot b \cdot c \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}], \quad [1]$$

- kde p je požární zatížení vyjadřující množství hořlavých látek v posuzované části stavebního objektu v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$,
- a součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek, popř. způsobu uložení,
- b součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska stav. podmínek,
- c součinitel vyjadřující vliv požárně bezpečnostních opatření.

Pro získání potřebných hodnot do rovnice musíme vypočítat další dílčí podmínky.

– Požární zatížení p ,

$$p = p_n + p_s \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}], \quad [2]$$
$$p = 15 + 5 = \underline{20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}}$$

- kde p_n nahodilé požární zatížení [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$], které stanovíme dle provozu ČSN 73 0802, příloha A ($p_n = 15$)
- p_s stálé požární zatížení [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$] ($p_s = 5$)

– **Součinitel a ,**

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} \quad [-], \quad [3]$$

$$a = \frac{15 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,9}{15 + 5} = \underline{0,75}$$

kde a_s součinitel pro stálé požární zatížení ($a_s = 0,9$)

a_n součinitel pro nahodilé požární zatížení ($a_n = 0,7$)

– **Součinitel b ,**

$$b = \frac{S \cdot k}{S_o \cdot \sqrt{h_o}} \quad [-], \quad [4]$$

$$b = \frac{277 \cdot 0,0186}{11,11 \cdot \sqrt{2,8}} = \underline{2,78}$$

kde S celková půdorysná plocha [m^2] ($S = 277 \text{ m}^2$)

S_o celková plocha otvorů v obvodových a střešních konstrukcích požárního úseku [m^2]

h_o výška otvorů v obvodových a střešních konstrukcích požárního úseku [m^2]

k součinitel získaný z pomocné hodnoty n , kterou zjistíme z normy ČSN 73 0802 přílohy D, tabulky D.1, a dosadíme do tabulky E.

– **Součinitel c**

Pro daný návrh se nepoužije.

$$p_v = 20 \cdot 0,75 \cdot 2,78 = \underline{\underline{41,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}}}$$

– Požárně nebezpečný prostor

Velikost požárně nebezpečného prostoru je vymezena odstupovými vzdálenostmi.

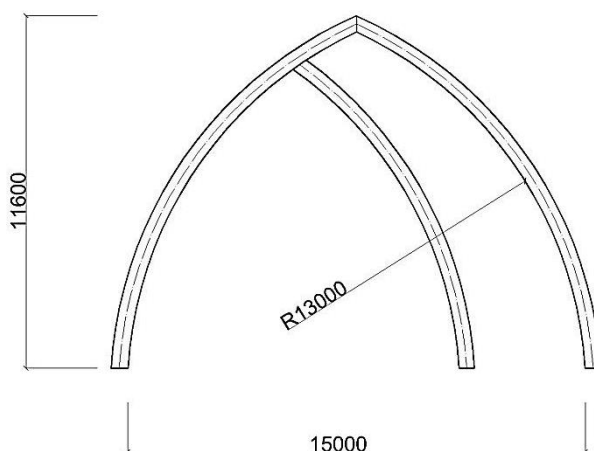
- **Odstupová vzdálenost d [m]** – tvoří hranici požárně nebezpečného prostoru kolem hořícího objektu. Měří se jako kolmá vzdálenost od požárně otevřených ploch objektu k hranici požárně nebezpečného prostoru, kde končí nebezpečí přenesení požáru. Nutná odstupová vzdálenost se určí dle faktoru „troskového stínu“, tj. místa možného dopadu hořících částí konstrukcí – d [m]

5.7 Statické řešení

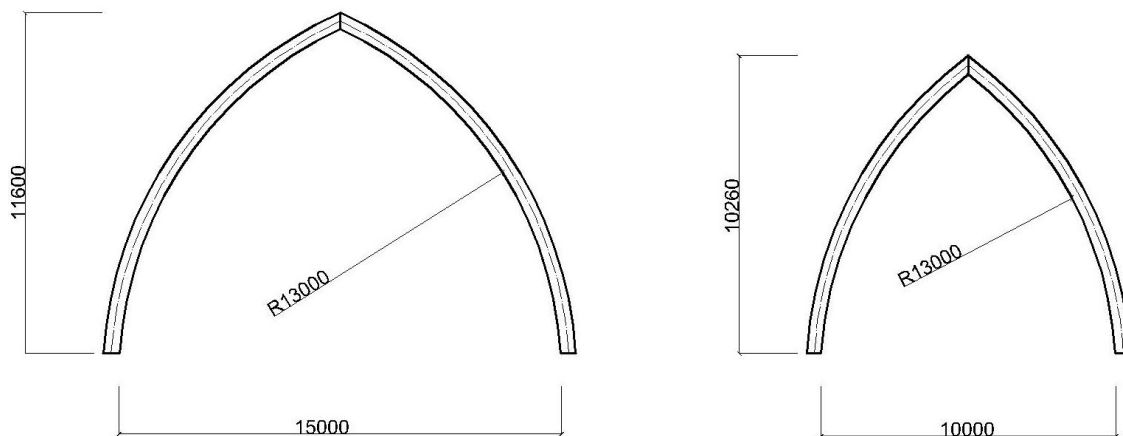
Ruční výpočet zatížení konstrukce obnáší zatěžovací stavy hmotnosti střešní krytiny a jednotlivých vrstev, zatížení sněhem a větrem. Výpočet a statické posouzení je provedeno v programu Dlubal RFEM 5.01. Tento program sice nemá ve své verzi možnost návrhu obloukových nosníků, ale zadaný prut je rozdělen do několika segmentů, které se blíží zvolenému modelu. Budou zde popsány jednotlivé kroky ke správnému vymodelování prutu a poté popsána jednotlivá zatížení působící na nosník.

5.7.1 Vytvoření modelu v programu Dlubal RFEM 5.01

- 1) V prvním kroku se zvolí vhodný model. Jedná se o rovinný prutový model obr. 55 a 56.



Obr. 55 Schéma použitého modelu lomeného trojkloubového nosníku – napojení střech



Obr. 56 Schéma použitých modelů lomeného trojkloubového nosníku

- 2) Dalším krokem je zadání prutů (segmentů) konstrukce. Pro tuto práci byl zvolen trojkloubový nosník uložený v podporách pevnými klouby a s vloženým kloubem uprostřed. Tím jsme získali staticky určitý systém a dva samostatné pruty. Jelikož jsou v návrhu navrženy dvě odlišné výšky a rozpory střech a v napojení střech je odlišné napojení, vymodelují se tři soustavy pro výpočet.
- 3) Ve třetím kroku se již vymodelují navržené pruty. Vyberou se přibližné profilové hodnoty nosníku pro dané rozpětí. Jelikož program Dlubal nemá ve své verzi možnost návrhu obloukových nosníků, je daný prut pro výpočet zatížení apod. rozdělen do několika segmentů. Před samotným výpočtem jsou pruty daného nosníku sjednoceny, aby zatížení působilo na celistvý prut a ne na každý segment zvlášť.
- 4) Posledním krokem je vložení pevných kloubových podpor a kloubového uložení mezi nosníky.

5.7.2 Stanovení zatížení

- 1) Prvním zatěžovacím stavem je samotná hmotnost nosníku. Tato hmotnost je počítána automaticky programem po zadání materiálů a profilu.
- 2) Druhým zatěžovacím stavem je tíha střešní krytiny včetně vrstev skladby zastřešení.

Tabulka 3 Zatížení konstrukce použitými střešními vrstvami

Materiál	Hmotnost [kg/m ²]	Zatížení [kN/m ²]	Zatížení [bm]
Plechová falcová krytina	6	0,06	0,05
Prkenný záklop	6,75	0,0675	0,16875
Kontralatě	3,5	0,035	0,0875
Velkoplošný záklop DHF 15 mm	9	0,09	0,225
Vlastní nosné prvky	29,808	0,29808	0,7452
Minerální izolace	35	0,35	0,175
Velkoplošné opláštění OSB 18 mm	11,2	0,112	0,28
Vnitřní opláštění UD + palubky	10	0,1	0,25
Součet		1,11258	2,78145
Součinitel zatížení γ	1,2		
Zatížení konstrukce vlastní vahou			3,34

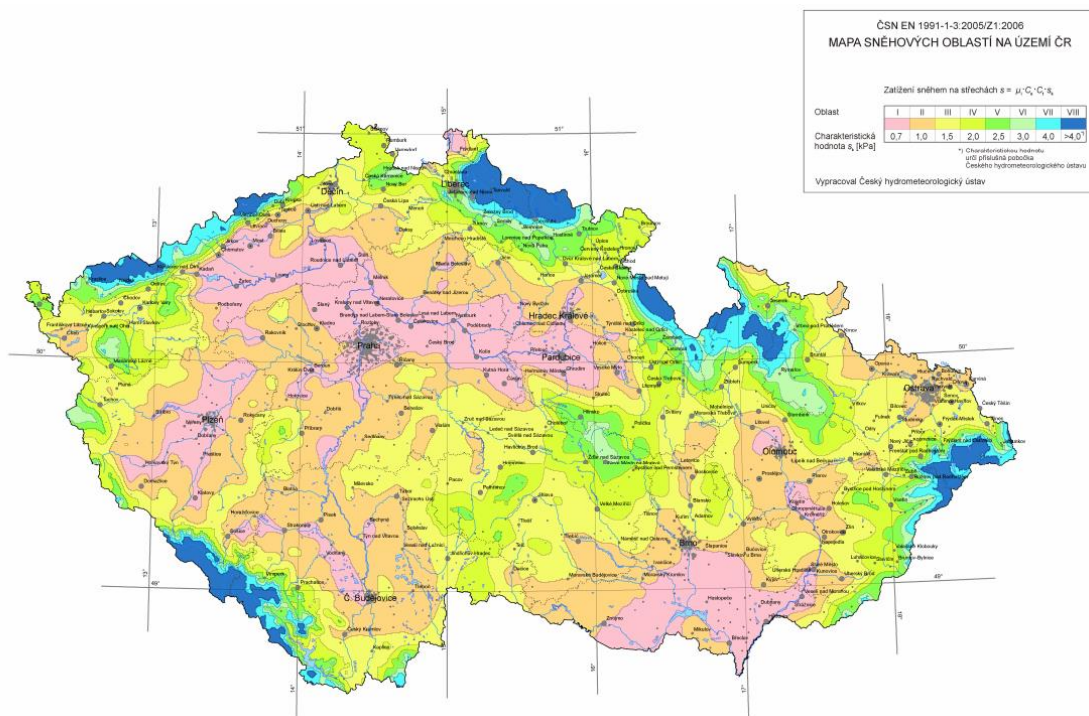
- 3) Zatížení sněhem se již počítá do klimatických zatěžovacích stavů dle sněhových oblastí. Zde se setkáváme s více dílčími hodnotami. K tomuto výpočtu se používá norma ČSN EN 1991-1-3 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem.

Obecně se zatížení sněhem považuje za proměnné pevné zatížení a uvažují se trvalé a dočasné návrhové situace. Zpravidla se posuzují 2 zatěžovací vztahy:

- zatížení napadlým sněhem (rozložení je ovlivněno pouze tvarem střechy)
- zatížení navátým sněhem (sníh přesunut z jednoho místa na jiné, např. působením větru)

A) Zatížení sněhem na zemi s_k

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi v dané oblasti je 3 kPa. Na území ČR se rozlišuje celkem osm oblastí, I až VIII, které jsou v Mapě sněhových oblastí ČR na obr. 57.



Obr. 57 Mapa sněhových oblastí ČR¹²⁵

B) Zatížení sněhem na střechách

Sníh může být na střeše uložen v různých tvarech, faktory ovlivňující různá uložení jsou: tvar střechy, tepelné vlastnosti střechy, drsnost povrchu střechy, množství tepla vznikajícího pod střechou, vzdálenost od okolních staveb, okolní terén a místní klimatické podmínky.

Pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci se zatížení sněhem na střechách určí podle vztahu:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot \gamma \quad [5]$$

$$s = 0,347 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1,4 = 1,46 \text{ kPa}$$

kde	μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem (0,347)
	C_e	součinitel expozice – typ krajiny (1)
	C_t	tepelný součinitel (1)
	s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi (3)
	γ	dílčí součinitel pro nahodilé zatížení (1,4)

¹²⁵ Mapa sněhových oblastí ČR. In: *DEK stavebniny* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: https://www.dek.cz/images/konfigurator/snehove_oblasti.jpg

- tvarový součinitel μ_i je závislý na tvaru střechy a jeho hodnota je pro celou řadu typických případů uvedena v normě ČSN EN 1991-1-3
- při volbě součinitele C_e se má uvážit budoucí výstavba v okolí stavebního místa. Hodnota se určí z tabulky podle typu krajiny (otevřená – 0,8 normální – 1,0, chráněná – 1,2)
- tepelný součinitel C_t se pro střechy s tepelnou prostupností menší než $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ uvažuje roven 1, jinak se určí dle normy (C_t nesmí být menší než 0,8)

C) Místní účinky

Jedná o různé překážky na střeše, sníh převislý přes okraj střechy a zatížení na sněžníky a jiné překážky. Na navrženém typu střechy se nevyskytují, nebudeme tyto účinky započítávat.

- 4) Čtvrtý zatěžovací stav je zatížení větrem. Pravidla pro zatížení větrem poskytuje norma ČSN EN 1991-1-4 (Eurokód 1): *Zatížení konstrukcí – zatížení větrem*. Podle své proměnlivosti v čase a prostoru se zatížení větrem klasifikují jako proměnná pevná zatížení. To znamená, že zatížení větrem nejsou přítomna stále a že mají při výpočtu v každém svém směru pevně stanovená rozdělení zatížení na konstrukci.

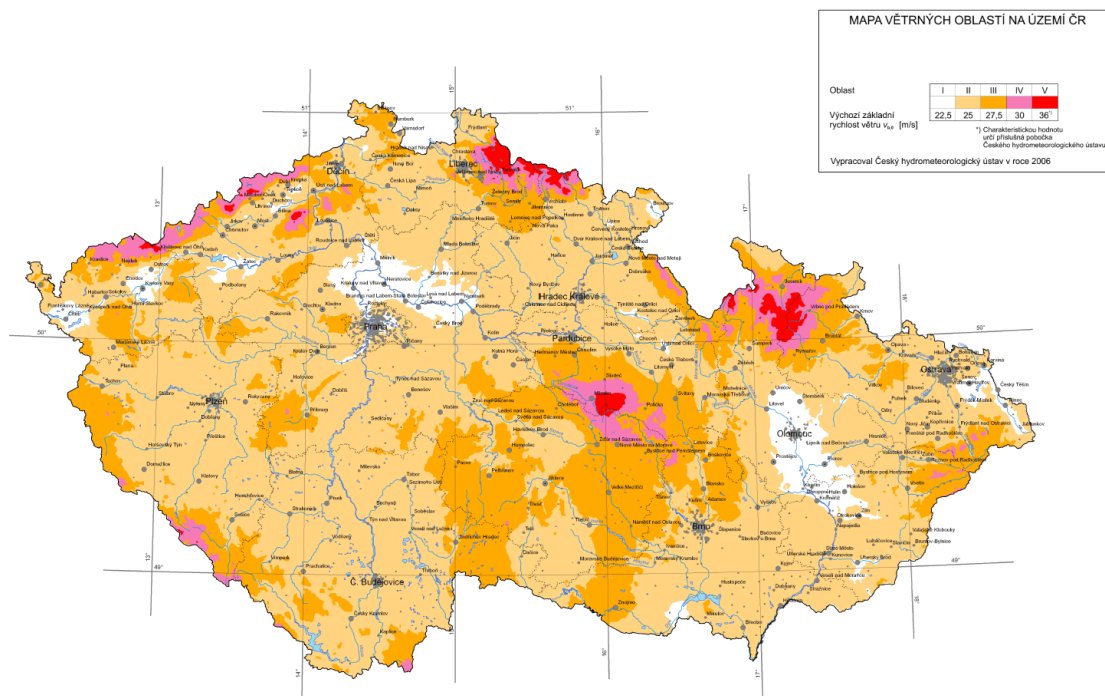
A) Všeobecně

Jedním ze základních parametrů pro určení zatížení konstrukcí je charakteristický dynamický tlak q_p , který zahrnuje střední rychlost větru a krátkodobou turbulentní složku. Maximální tlak je ovlivněn povětrnostními podmínkami dané oblasti, místními vlivy a výškou nad terénem.

B) Povětrnostní podmínky

Povětrnostní podmínky různých oblastí jednotlivých evropských států se popisují hodnotami charakteristické desetiminutové střední rychlosti větru $v_{b,0}$ (tzv. výchozí základné rychlost větru) ve výšce 10 m nad zemí v terénu bez překážek s nízkou vegetací.

Území České republiky se dělí do pěti větrných oblastí, dle následujícího obrázku č. 58.



Obr. 58 Mapa větrných oblastí ČR.¹²⁶

Základní rychlost větru v_b lze určit dle vztahu:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad [6]$$

$$v_b = 1.1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

- kde
- c_{dir} součinitel větru (1)
 - c_{season} součinitel ročního období (1)
 - $v_{b,0}$ hodnota daná tabulkou větrných oblastí (27,5 m/s)

Vztah mezi základní rychlostí větru v_b a základním tlakem větru q_b je popsán rovnicí:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 \cdot v_m \quad [7]$$

$$q_b = 311,4785$$

- kde
- ρ hustota vzduchu, závislá na nadmořské výšce (1,25 kg/m³)

¹²⁶ Dopad zavedení Eurokódů na okenní konstrukce: Větrné oblasti. In: *TZB info* [online]. 2011 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/7505-dopad-zavedeni-eurokodu-na-okenni-konstrukce>

C) Místní vlivy

Střední rychlost větru v_m ve výšce z nad terénem je ovlivněna místními vlivy, jako jsou drsnost terénu a ortografie, které se vyjadřují pomocí součinitele drsnosti c_r a součinitele ortografie c_o .

$$v_m = c_r \cdot c_o \cdot v_b \quad [8]$$

Součinitel ortografie c_o vyjadřuje vliv horopisu na střední rychlost větru, pro většinu návrhových situací je roven jedné.

Vliv výšky nad zemí se vyjadřuje prostřednictvím součinitele drsnosti terénu c_r , který závisí na členitosti terénu a na jeho vzdálenosti k rozhraní kategorie terénu.

$$k_t = 0,19 \cdot \left(\frac{z_o}{z_{o,II}}\right)^{0,07} \quad [9]$$

$$k_t = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

kde z_o je parametr drsnosti terénu (0,3 m)

z_{min} minimální šířka (5 m)

k_t součinitel terénu

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

$$c_r = k_t \cdot \ln \frac{z}{z_o}, \text{ ale } z \geq z_{min}$$

$$c_r = 0,2154 \cdot \ln \frac{13}{0,3} = 0,8183 \quad [10]$$

Tabulka 4 Kategorie terénu

Kategorie terénu	z_o (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 15 m	1	10

Po dosazení dílčích hodnot dostaneme vztah:

$$v_m = 0,812 \cdot 1 \cdot 27,5 = 22,33 \text{ m/s}$$

D) Charakteristický maximální dynamický tlak

Pro určení výsledného zatížení větrem je významný charakteristický maximální tlak q_p , který se stanoví ze vztahu:

$$q_p = [1 + 7 \cdot I_v] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e \cdot q_b \quad [11]$$

$$q_p = \underline{889,986}$$

kde q_b základní tlak větru

$$c_e \text{ součinitel expozice } c_e = [1 + 7 \cdot I_v] \cdot c_o^2 \cdot c_r^2 = \underline{2,8573}$$

Vliv turbulencí větru je zohledněn vynásobením základního tlaku větru výrazem $[1 + 7 \cdot I_v]$, kde I_v je intenzita turbulence ve výšce stanovená ze vztahu:

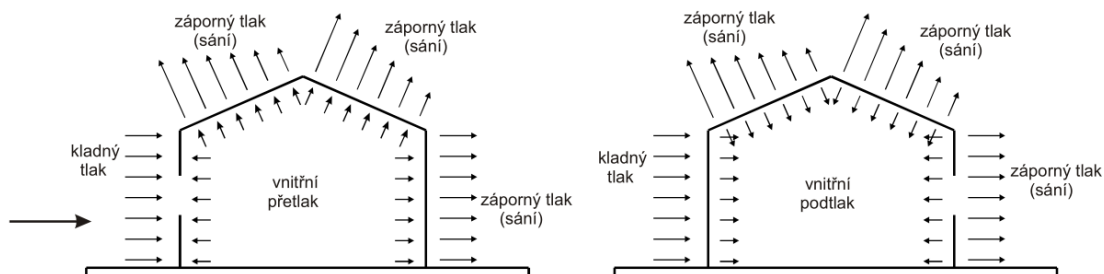
$$I_v = \frac{k_1}{c_o \cdot \ln \frac{z}{z_0}} \quad [12]$$

$$I_v = \frac{1}{1 \cdot \ln \frac{13}{0,3}} = \underline{0,2653}$$

kde k_1 součinitel turbulence (běžně roven 1,0)

E) Postup výpočtu tlaku větru

Tlak se rozlišuje pro povrchy, na které působí vítr buď přímo, nebo nepřímo. Rozlišuje se tlak působící na vnější povrchy w_e a tlak působící na vnitřní povrchy w_i . Znaménková konvence je patrna z obr. 59.



Obr. 59 Tlak na povrchy

Tlak větru w_e působící na vnější povrchy se vypočte jako součin maximálního dynamického tlaku q_p a součinitele vnějšího tlaku c_{pe} podle vztahu:

$$w_e = q_p \cdot c_{pe} \quad [13]$$

kde c_{pe} součinitel vnějšího tlaku (je dán tabulkovými hodnotami, v našem případě určen interpolací v jednotlivých výškových bodech a tudíž se zde proměnné hodnoty neuvádí)

Tlak větru w_i působící na vnitřní povrchy se vypočte jako součin maximálního dynamického tlaku q_p a součinitele vnitřního tlaku c_{pi} podle vztahu:

$$w_i = q_p \cdot c_{pi} \quad [14]$$

kde c_{pi} součinitel vnějšího tlaku (je dán tabulkovými hodnotami, v našem případě určen interpolací v jednotlivých výškových bodech a tudíž se zde proměnné hodnoty neuvádí)

Výsledný tlak větru je dán vektorovým součtem tlaků působících na vnější a vnitřní povrch posuzované plochy:

$$w = w_e + w_i \quad [15]$$

Součinitele tlaku pro posouzení pozemní stavby se určí dle tabulky pro klenbové střechy a kopule. Jelikož není v normě přesně definován navržený objekt, musí se postupovat pomocí interpolačních zásad. Z obr. 7.11 v normě ČSN EN 1991-1-4 určíme hodnoty součinitelů vnějšího tlaku c_{pe} pro klenbové střechy a obr. 7.13 součinitele vnitřního tlaku c_{pi} .

6 VLASTNÍ ŘEŠENÍ A VÝSLEDKY

6.1 Architektonické řešení

Návrh kaple opticky tvoří dvě části, obě mají stejný typ střechy ve tvaru gotického lomeného oblouku s odlišnou výškou střechy. Jedná se o samostatně stojící jednopodlažní budovu, jejíž půdorys je ve tvaru „L“. Nižší část má vnější rozměry 12,840 x 11,254 m a výšku 10,365 m. Na ní navazuje vyšší část o rozměrech 10,200 x 16,254 m a výškou 11,700 m. Dvě protější stěny západní a východní jsou svislé, severní a jižní stěny objektu jsou tvořeny oblouky střešní konstrukce. Střešní rovina je ze severní části shodná až do hřebenu, kde vyšší část objektu prodlužuje nižší ve stejném rádiu (rádiu o poloměru 13 m). Stěna z východní části je celoprosklená, rozdělená lepeným lamelovým nosníkem nesymetricky v horizontálním i vertikálním směru ve tvaru kříže. Skleněné tabule jsou bezrámové, různě velké a sloupky mezi nimi působí, při velké ploše tabulí, jen minimálně rušivě. Součástí prosklené stěny jsou skleněné dveře, které slouží k větrání a případnému nouzovému úniku. Protější strana napojení střech je také prosklená. Západní stěna je tvořena kombinací skleněné plochy uprostřed a po obou stranách fasádou z tenkovrstvé omítky BAUMIT NANOPOR, v šedé barvě. Součástí středové prosklené části je bezbariérový hlavní vstup do budovy, na který navazuje z venkovní strany rampa pro vozíčkáře. Horní část okna se dá elektricky sklápat pro potřebu větrání. Střešní krytina, která tvoří celou severní a jižní stranu budovy, je



Obr. 60 Východní pohled (tvorba modelu autor, grafické zasazení do terénu Bc. Klára Junková)

z falcovaného plechu tmavošedé barvy. Sokl po obvodu je z umělého šedého kamene. Východní část budovy s oltářem je účelně směřována k východu. Proti přehřívání interiéru jsou okna mezi tabulemi opatřena selektivní vrstvou pro snížení průniku tepelných paprsků dovnitř. Kaple je určena pro 120 osob.

Následující obrázky 60-62 jsou grafické studie budovy se zasazením do terénu.



Obr. 61 Jihovýchodní pohled (tvorba modelu autor, grafické zasazení do terénu Bc. Klára Junková)



Obr. 62 Západní pohled (tvorba modelu autor, grafické zasazení do terénu Bc. Klára Junková)

6.2 Návrh dispozičního řešení

Jak již bylo zmíněno výše, svou úlohu zde hraje orientace ke světovým stranám, protože kaple se umísťují oltářem směrem k východu. Pro diplomovou práci byly vytvořeny dvě varianty dispozičního řešení.

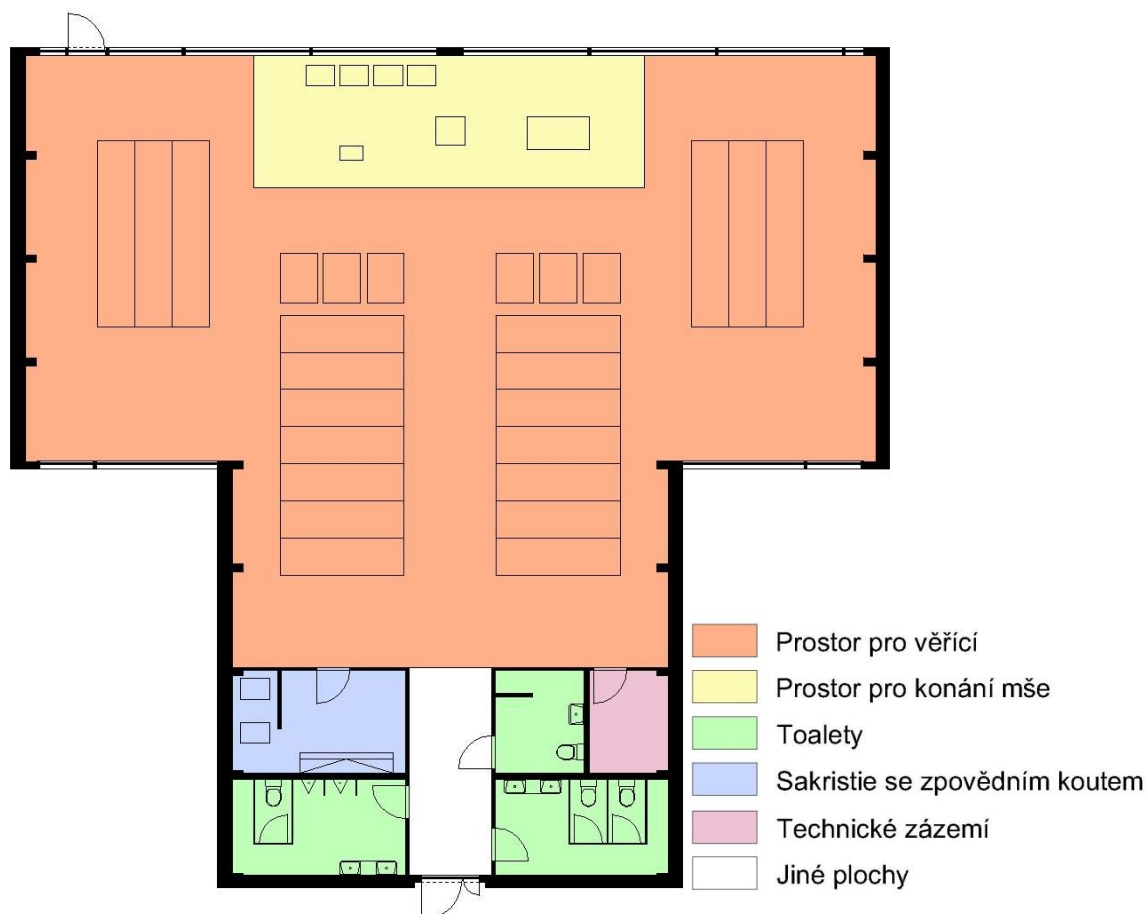
První varianta je dispozičně řešena do tvaru „L“, druhá do tvaru „T“. U varianty 1 je vstup do objektu uprostřed kratší strany objektu. Za vstupními dveřmi je středová ulička, která v zadním prostoru odděluje zázemí toalet, sakristie a technického zázemí. Po levé straně jsou pánské toalety a za nimi sakristie. Napravo pak dámské toalety, toalety pro osoby na vozíku a technická místnost. Za touto uličkou je prostor pro věřící, v němž jsou lavice a před nimi místo pro vozíčkáře, v prostoru před protější stěnou je presbytář, napravo od presbytáře pak křtitelnice a prostor pro scholu.

Na následujících obrázcích č. 63 a 64. jsou znázorněné studie obou variant dispozic.



Obr. 63 Studie dispoziční varianty 1

Při druhé variantě návrhu do tvaru „T“ v kapli nebude křestní místo a určený prostor pro scholu. Zrušením těchto prostor vznikne místo pro další lavice a vznikne tak příčná loď. Zrcadlovým rozšířením půdorysu pravé přední části dispozice získáme prostor na protější straně pro další lavice. Tato změna v dispozici nám zároveň umožní zmenšit kapacitu lavic v hlavní lodi kaple, čímž dojde ke zmenšení delší strany kaple.



Obr. 64 Studie dispoziční varianty 2

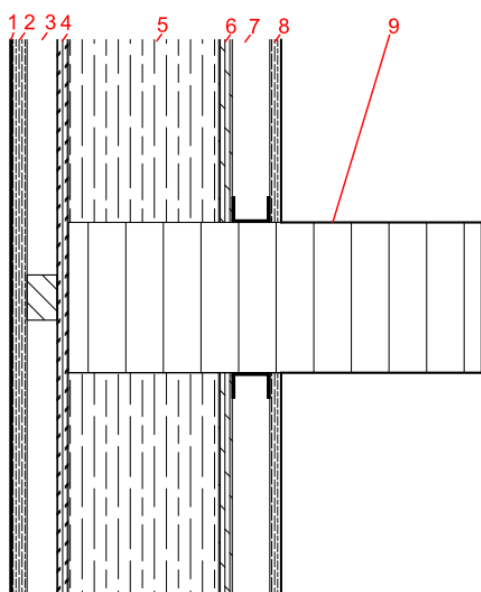
6.3 Návrh konstrukce domu a jednotlivých skladeb

6.3.1 Návrh střešní konstrukce

Pro návrh kaple bylo záměrem zvolit takové konstrukční prvky, jaké u nás nejsou příliš běžné a patří mezi novodobé. Střešní konstrukci tvoří staticky určité trojkloubové dřevěné oblouky z lepeného lamelového dřeva, navržené v gotickém stylu.

Jejich osová vzdálenost je 2,5 metru. Jsou použity dva různé průřezy. Kromě středové konstrukce oblouku, který pomyslně rozděluje budovu na dvě části, jsou průřezy jednotlivých nosníků stejné a jejich průřezové rozměry jsou 200 x 560 mm. Středový nosník, složený ze tří prutů, má průřez 200 x 760 mm. Opticky tak odděluje dvě rozdílné výškové části budovy. Změna rozměrů průřezu se neprojeví na skladbě střešní konstrukce, pouze v interiéru bude patrné zvětšení průřezu.

Jako vnější opláštění byla vybrána skládaná plechová střešní krytina - falcovaný plech, z plechu antikorozně povrchově upraveného (ocelový plech potažený organickými povlaky). Tento typ krytiny byl vybrán pro poměrně malou hmotnost (cca 15 kg/m²) a proto, že je vhodný pro proměnný sklon střechy. Zobrazení skladby střešního pláště je na obr. 65.



Obr. 65 Skladba střechy

- 1) Falcovaný plech, tl. 2 mm,
- 2) Bednění ze smrkových latí, tl. 20 mm,
- 3) Kontralatě ze smrkových latí 40x60 mm se vzduch. mezerou, v rastru 1250 mm, tl. 40 mm,
- 4) DHF, tl. 15 mm,
- 5) Řezivo KVH 200x60 mm, tl. 200 mm v rastru 625 mm, + vyplnění minerální izolací,
- 6) Osb desky tl. 18 mm,
- 7) CD profil 50x40 mm, tl. 50 mm,
- 8) palubky z borových prken 15x100 mm, tl. 15 mm.
- 9) nosník LLD 560x200 mm, tl. 560 mm

Celková tl. 627 mm

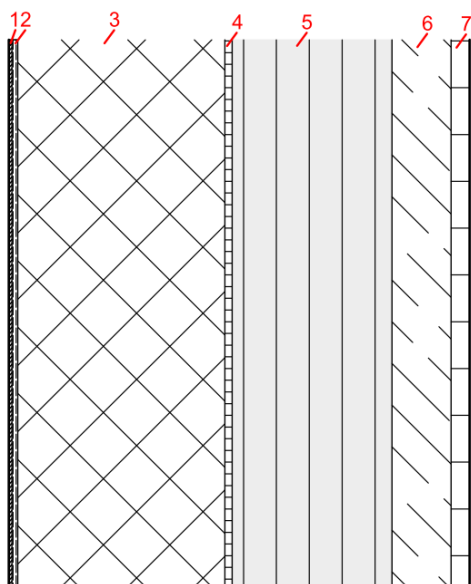
6.3.2 Obvodové stěny

Konstrukce stěn je na východní štítové stěně a střední stěně vyplňující rozdíl střešních rovin navržena jako celoprosklená. Proto bylo třeba se v práci zaměřit na zasklení a na možnosti snížení průniku sluneční energie. Skleněné tabule jsou velkoplošné proměnných rozměrů (maximální rozměr tabule 6 x 3 m). Pro tyto rozměry je potřeba zvolit správné tloušťky skel a jejich počet, velikost vzduchových mezer mezi tabulemi a pro zastínění použít vhodné folie. Dle tab. 2 v metodice byla vybrána varianta dvojskla

12 – 16 – 10 a mezi tabule skla přidána selektivní fólie proti přehřívání. Je navržena bezrámová konstrukce oken, je tedy třeba počítat s nestandardním osazením do konstrukce. V kontextu zastínění je třeba zmínit, že zvolená parcela se nachází mezi zalesněnými plochami podél východní i západní strany, což v kombinaci se selektivní folií příznivě ovlivní stínění a není třeba dalšího konstrukčního zastínění.

Západní strana není prosklená celá, jsou zde použity velkoplošné skleněné tabule a dřevěné panely. Panely jsou od firmy DEKTRADE – DEKPANEL D a vyhovují požadavkům kladeným na konstrukci (prostorová tuhost, výrobní rozměry).

Na obvodovou stěnu je použit DEKPANEL D 108 FB, což je čtyřvrstvý panel (jehož jedna vrstva je biodeska) o tloušťce 108 mm s integrovanou vzduchotěsnicí folií. Na obr. 66 je uvedena skladba obvodové stěny.



Obr. 66 Skladba obvodové stěny

- 1) Tenkovrstvá omítka, tl. 2 mm,
- 2) výztužná síťovina, tl. 3mm,
- 3) tepelná izolace EPS z expandovaného fasádního polystyrenu kotvená do podkladu hmoždinkami, tl. 130 mm,
- 4) cementová lepicí hmota pro celoploš. lepení tepelné izolace na dřevěný podklad, tl. 4,5 mm,
- 5) DEKPANEL D108 FB, tl. 108 mm,
- 6) nosný dřevěný rošt z KVH hranolů, sloužící jako instalační předstěna, tl. 40 mm,
- 7) sádkartonová deska, tl. 12,5 mm.

Celková tl. 300 mm

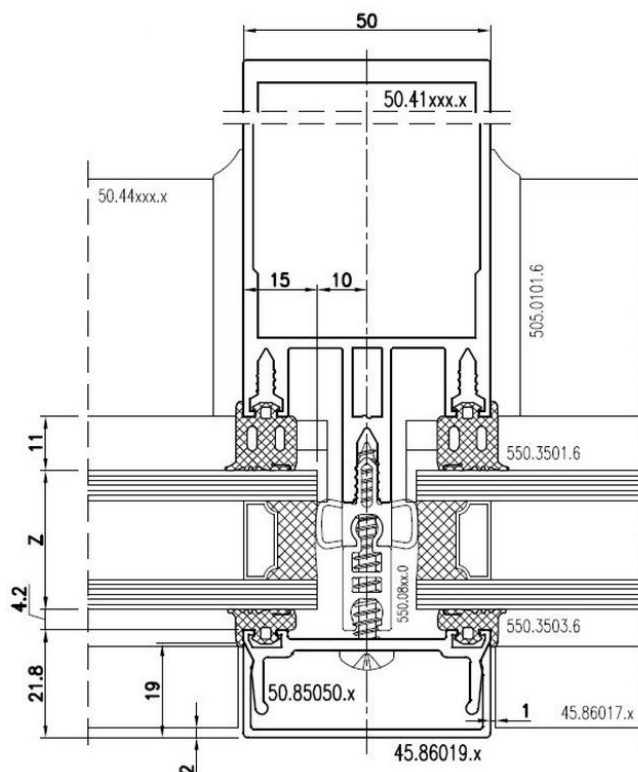
Pro konstrukci obvodové stěny a části vnitřních příček byl použit DEKPANEL D. Jedná se o masivní dřevěný panel určený pro nosnou konstrukci stěn bytových a občanských staveb. Panely DEKPANEL D jsou vytvořeny ze tří (až pěti) vrstev vzájemně kolmo orientovaných hoblovaných prken tl. 27 mm. Vrstvy prken jsou vzájemně propojeny vruty rozmístěnými v pravidelném rastru. Horní a dolní okraje panelů jsou opatřeny páskami, které chrání panel před povětrnostními vlivy. Vyrábí se v rozměrech až 3,5 x 12,5 m, což umožňuje vysokou variabilitu řešení staveb. Panely jsou na stavbu dodává-

ny přesně opracované na CNC s předem vyřezanými spoji, stavebními otvory a dalšími úpravami.¹²⁷

Tyto panely jsou vyráběny v několika konstrukčních variantách podle účelu použití. Základní třívrstvý panel tloušťky 81 mm je určen pro vnitřní stěny. Panel pro obvodové stěny je opatřen vzduchotěsnou folií integrovanou pod vnější vrstvu prken. V případě požadavku na pohledovou úpravu se k DEKPANELU D přilepí nebo přišroubuje masivní dřevěná lepená deska (biodeska). Případně je možné již při výrobě biodeskou nahradit jednu vrstvu prken.¹²⁸

→ Osazení oken

Pro osazení velkoformátových bezrámových oken je převzat osazovací detail od firmy YAWAL Systém, jehož konstrukční systém se jmenuje Yawal FA50N. Jedná se o řez pevného zasklení pro rozsah zasklívací tloušťky 26-38 mm. Mezi jednotlivými bezrámovými okny bude použit sloupek na obr. 67.



Obr. 67 Ilustrační řez fasádním sloupem¹²⁹

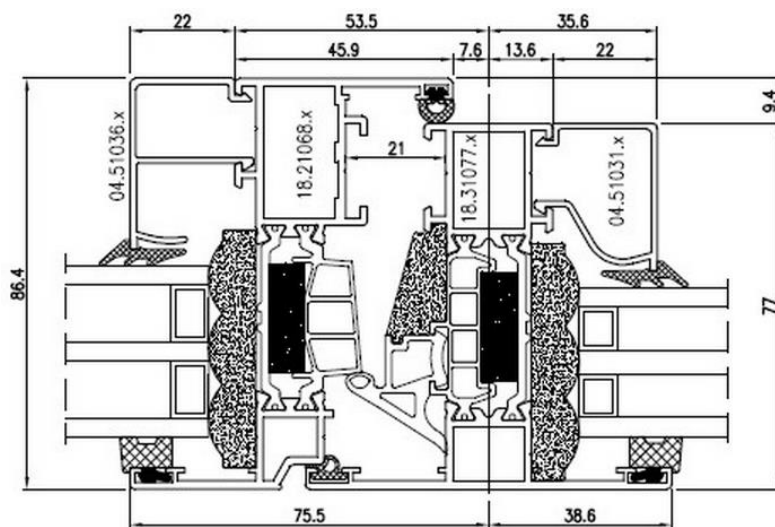
¹²⁷ DEKTRADE. *DEKPANEL D*. Firma DEKTRADE, 2013, 4 s. Dostupné z: <https://www.dek.cz/docs/technicke/tl-dekpanel-d.pdf>

¹²⁸ DEKTRADE. *DEKPANEL D*. Firma DEKTRADE, 2013, 4 s. Dostupné z: <https://www.dek.cz/docs/technicke/tl-dekpanel-d.pdf>

¹²⁹ YAWAL FA50N. *YAWAL System* [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.yawal.cz/cs/offers/p/11/Yawal_FA50N

Krajní osazení bude do předem připravených ohýbaných lišt z hliníkového materiálu, přišroubovaných do oblouků z LLD, stejným způsobem bude provedeno osazení horní a dolní části konstrukce.

Dalším potřebným detailem je uchycení okna, sloupku a dveří. Jedná se konstrukční systém od stejné firmy. Výrobek lze nalézt pod označením YAWAL TM77HI obr. 68.



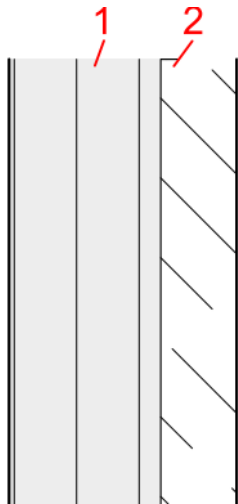
Obr. 68 Ilustrační řez varianty rám/dveřní křídlo.¹³⁰

6.3.3 Vnitřní příčky

Stejně desky jako u obvodové konstrukce stěn s jinou skladbou jsou též použity pro vnitřní konstrukce v kombinaci se systémem TWO BY FOUR. Systém TWO BY FOUR tvoří sloupky z KVH hranolu o průřezových hodnotách 120 x 60 mm, v rozteči 625 mm. Vzniklý prostor mezi sloupky je z části vyplněn zvukovou izolací a slouží k vedení instalací a pro uchycení záchodových mís a pisoárů. Jedná se o rámovou konstrukci, a proto jsou sloupky shora i zdola osazeny na vodorovný dřevěný prvek). Z obou stran je potom rám opláštěn cementotřískovou deskou o tl. 12,5 mm. Konstrukce je lehká, přenáší jen svoji hmotnost a hmotnost nenosné podhledové konstrukce nad zázemím (toalety, sakristie a technická místnost).

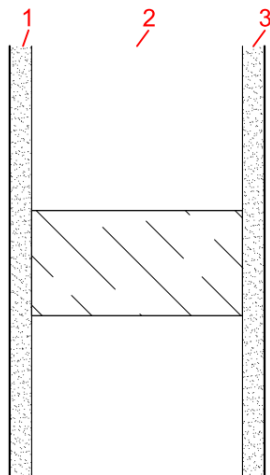
Pro vnitřní příčky je použit DEKPANEL D 81 B, který má jednu vrstvu prken, ze strany lodě kaple, nahrazenou biodeskou z důvodu pohledové kvality. Z druhé strany je naopak panel neupravený, což působí rustikálním dojmem stěny. Panel má malou tloušťku 81 mm a pro velkou délku je prostorově tuhý.

¹³⁰ YAWAL TM77HI. YAWAL System [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.yawal.cz/cs/offers/p/1/Yawal_TM77HI



- └ 1) DEKPANEL D 81, tl. 54 mm,
 - └ 2) biodeska tl. 27 mm.
- Celková tl. 81 mm

Obr. 69 Skladba vnitřní příčky

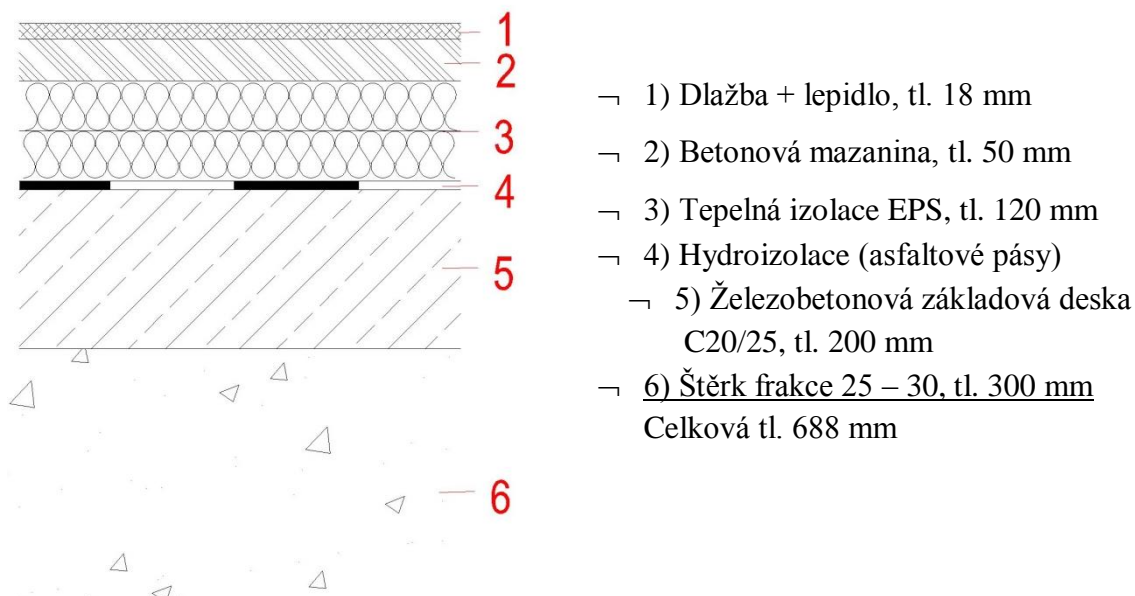


- └
 - └ 1) Cementotřísková deska, tl. 12.5 mm,
 - └ 2) Dřevěný hranol KVH o rozměrech 120x60 mm
+ příčková izolace (50kg/m³)
 - └ 3) cementotřísková deska, tl. 12,5 mm.
- Celková tl. 145 mm

Obr. 70 Skladba vnitřní příčky – systém TWO BY FOUR

6.3.4 Skladba podlahy

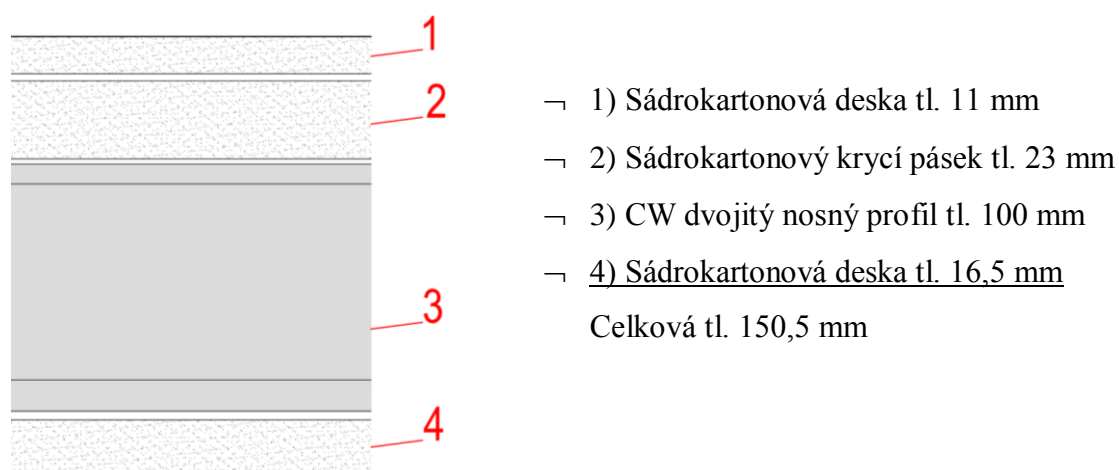
Pro nášlapnou vrstvu podlah byla vybrána dlažba. Nosná konstrukce podlahy je tvořena betonovou mazaninou v tloušťce 50 mm a pod ní je izolační polystyrenem XPS v tloušťce 120 mm. Pod ním pak hydroizolační folie na železobetonové základové desce. Popsaná skladba je také ve výkresu č. 1.



Obr. 71 Skladba podlahy

6.3.5 Skladba stropu (podhledu) nad zázemím

Stropní konstrukce je řešená jako samonosná. Vrchní desky nejsou přišroubovány, jsou těsně přiloženy k sobě. Pod nimi je sádrokartonový krycí pásek, který svojí výškou 12,5 mm pružně vypasuje mezeru mezi CW a příčně k nim UW připojenými nosnými profily. Tyto CW profily jsou v rastru 625 mm přišroubovány k UW profilu na stěně. Z pohledové spodní strany je na bílo natřená sádrokartonová deska o tloušťce 16,5 mm.



Obr. 72 Skladba stropu nad zázemím

6.4 Parametry pro užívání

6.4.1 Bezbariérový přístup

Pro bezbariérový přístup do budovy byla zvolena nájezdová rampa o délce 3800 mm a šířce 1960 mm, která je ve sklonu 7°. Na ní navazuje vodorovná plocha před hlavními dveřmi o rozměrech 1800 mm x 1960 mm. Dveře jsou dvoukřídlé otvíravé ven, přičemž hlavní křídlo má rozměr 1000 mm a vedlejší 400 mm.

Dle vyhlášky č.398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb §8, odstavce 1 je splněn požadavek na místa určená pro osoby na vozíku v hlavní lodi kaple. Požadavek dle vyhlášky je 5, míst určených pro tyto osoby je v kapli před lavicemi 6.

Ve studii je počítáno s hygienickou místností pro vozíčkáře s rozměry 1856 mm na 2150 mm. Dveře jsou otvíravé ven a mají šířku 900 mm. Součástí této místnosti je příčkou oddělené místo na případné mycí prostředky apod.

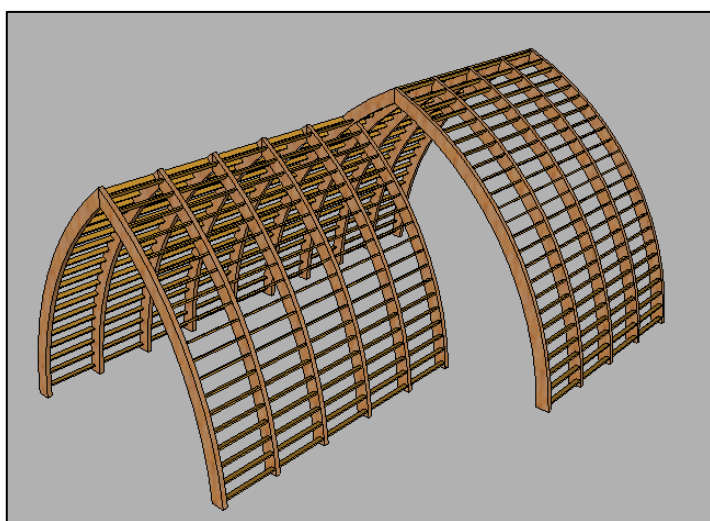
6.4.2 Počty a půdorysné rozměry toalet dle norem ČSN 7304108

Rozdělíme-li 120 lidí na polovinu, dostaneme číslo 60. Je tedy třeba prostor toalet pro 60 mužů a 60 žen. Dle normy je pro ženy potřeba dvou toaletních záchodových mís a pro muže jedna toaletní mísa a dva pisoáry. Toaletní kabiny jsou vyrobeny specializovanou firmou z povrchově upravených dřevovláknitých (DVD) desek. Jejich vnitřní rozměry jsou 1550 mm a šířka 900 mm. Dveřní křídlo je otvíravé dovnitř a jeho šířka je 700 mm. Požadavky jsou splněny a pro obě toalety jsou k dispozici dvě umyvadla. Dveře jsou otvíravé dovnitř a jejich šířka je 800 mm.

6.5 Statické posouzení a výpočet

Oblouky se zpravidla navrhují jako dvojklobové nebo trojklobové konstrukce. Zde je použita staticky určitá trojklobová konstrukce s klouby v podporách a ve vrcholu.

Navržený nosník je svým statickým působením také jedním z nejvhodnějších konstrukčních systémů pro tato rozpětí. Jelikož je každý uzel oblouku tvořen kloubem, je v něm dovoleno jakékoliv natočení. Tento nosník také netrpí na výrazně vysoké ohybové momenty vznikající ve vrcholovém spojení, díky čemuž nemusí být velké dimenze profilů, které jsou u nosníku dvojklobového.

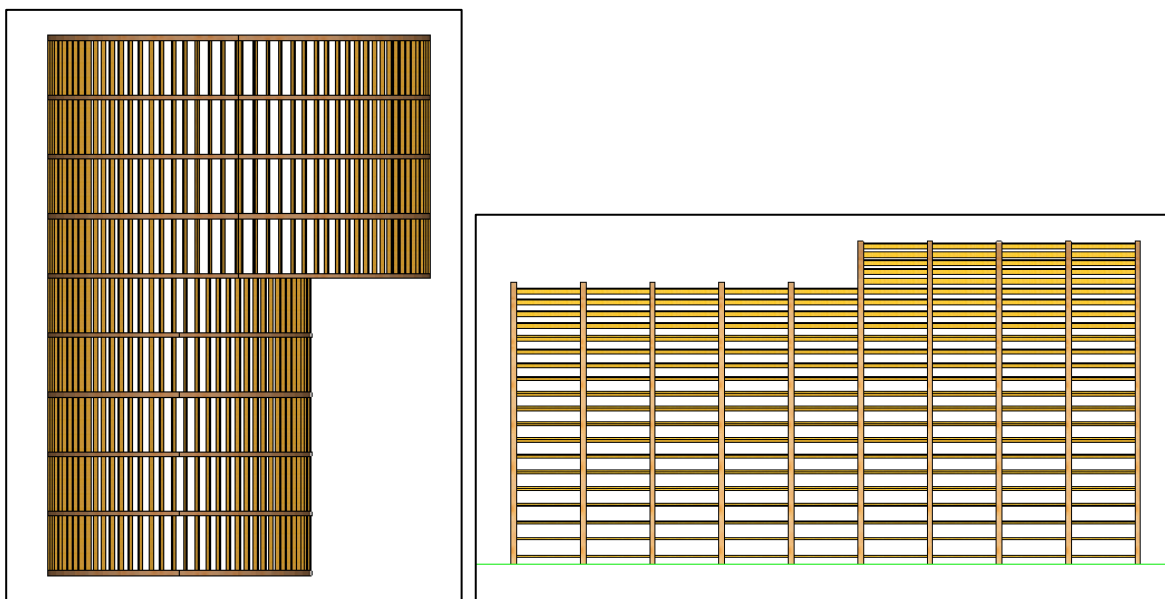


Obr. 73 Schematická konstrukce kaple

V první části statického výpočtu je vytvoření modelu v prostředí programu Dlubal RFEM 5.01. V dalším kroku je popsán způsob zatěžování modelu.

Samotný návrh je spojení dvou budov o vnějších půdorysných rozměrech 10,20 x 16,25 m a 12,64 x 11,25 m.

Konstrukci tvoří profil obloukového nosníku o poloměru 13 m v patě a uprostřed ve vrcholu spojených čepem, čímž vytváří staticky určitý trojklobový systém. Navzájem jsou tyto nosníky zajištěny v příčném směru příčníky a tuhost konstrukce je zajištěna pobitím deskovým materiálem a pokládkou bednění z latí, součástí kterých jsou další vrstvy tvořící střešní konstrukci.



Obr. 74 Schematický půdorys konstrukce

Obr. 75 Schematický pohled boční schéma

→ **Statická analýza konstrukce**

Pro výpočet bylo nutné situovat stavbu do dané lokality (viz. kap. 7). V návrhu byl použit materiál LLD GL24h a GL28h.

Parcela se nachází v VI. sněhové oblasti, charakteristické zatížení sněhem je zde 3 kN/m². Jako typ krajiny byla zvolena normální. Po redukcí je hodnota zatížení sněhem na jeden nosník 0,73 kN/m². Největší globální deformace od zatížení sněhem byla 19 mm u malého nosníku, 1,5 mm u napojení obou střech a 1,4 u velkého nosníku.

Pro zatížení stavby větrem byla zvolena III. větrová oblast, tj. základní rychlost větru 25 m/s. Kategorie terénu III. Návětrnou stranou stavby jihozápadní strana budovy, vítr tedy působí z boční strany nosníků. Největší deformace způsobená zatížení větrem byla 15 mm u malého nosníku, 4,5 mm u napojení obou střech a 6 mm u velkého nosníku.

Maximální globální deformace na jednotlivých nosnících byly 26 mm u malého nosníku, 7,9 mm u napojení obou nosníků a 9 mm u velkého nosníku.

6.5.1 Charakteristiky nosného materiálu

Jako hlavní konstrukční materiál, jak je dáno v zadání, bylo použito dřevo. Konkrétně homogenní lepené lamelové dřevo třídy GL24h a GL28h. Bylo zvoleno z architektonických a estetických důvodů, nízké hmotnosti a zjednodušení stavebních prací na místě stavby. Základním materiálem, použitým pro jeho výrobu, je borové či smrkové dřevo. Profil nosníku je obdélníkový a vznikne slepením určitého počtu lamel. Lamely jsou prkna oboustranně hoblovaná se suký o průměru max. 6mm u lamel o tloušťce 32 mm (u lamel s tloušťkou 18 mm smí být průměr suků max. 3,5 mm). Pro upevnění k základovým pasům a ve vrcholu nosníků je použito ocelové kování.

6.6 Požární bezpečnost

Dle kritérií uvedených v kapitole 5.6 Požadavky na požární bezpečnost – Požární bezpečnost, dle normy ČSN 73 0831 nespadá návrh kaple do shromažďovacích prostor.

6.6.1 Požární úsek

První řešenou otázkou je, o kolik se jedná požárních úseků. Podle tab. 10 v normě ČSN 73 0802 – *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*, mohou být objekty o jednom nadzemním podlaží s hodnotou součinitele $a=0,7$ do velikosti 95 x 58 m brány jako jeden požární úsek. Jelikož tyto požadavky objekt splňuje, jedná se o budovu s jedním požárním úsekem.

6.6.2 Únikové cesty

V navrhovaném objektu byla odměřena největší délka nechráněné únikové cesty 27 m, a při hodnotě součinitele $a(0,7)$ je mezní délka pro jednu únikovou cestu 37 m. V návrhu se vzhledem ke kapacitě prostoru počítá dle normy ČSN 74 0831, tab. 1 se dvěma nechráněnými únikovými cestami.

6.6.3 Stupeň požární bezpečnosti

Požární bezpečnost stavebního objektu je charakterizována stupněm požární bezpečnosti.

Dle tab. 8 ČSN 73 0802 pro konstrukce smíšené, vychází výpočtové požární zatížení $p_v = 41,7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, $h = 11,7 \text{ m}$, jednopodlažní požární úsek, je požární úsek zařazen mezi III. – IV. stupeň požární bezpečnosti.

6.6.4 Požárně nebezpečný prostor

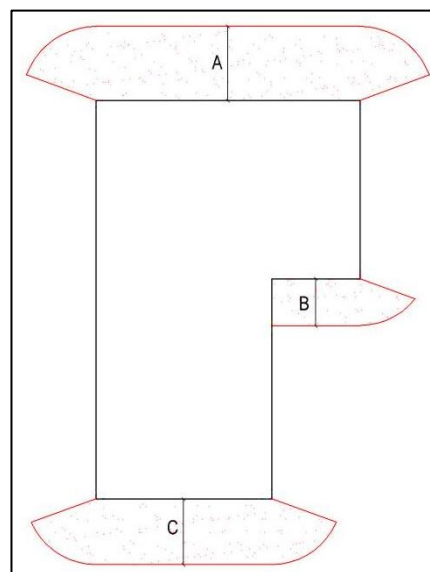
Velikost požárně nebezpečného prostoru je vymezena odstupovými vzdálenostmi.

Jelikož ve střešním plášti není otvor, ohraničuje požární úsek a nepovažujeme ho tedy za požárně otevřené plochy. Nepočítá se zde s „troskovým stínem“ u stran, kde je střešní plášť až k zemi.

Odstupová vzdálenost od obvodového pláště vychází z předpokladu, že hořící části dopadají do požárně nebezpečného prostoru pod úhlem 20° (tj. $\text{tg } 20^\circ = 0,36$) z výšky h_c [m], tj. z maximální výšky, v níž se mohou nacházet; d je dáno vztahem:

$$d = 0,36 \cdot h_c \quad [\text{m}]$$

kde h_c výška budovy po střešní rovinu



Obr. 76 Troskový stín

Pro daný objekt je výsledek na obr. 76. Délka strany $A = 4200 \text{ mm}$, $B = 2600 \text{ mm}$ a $C = 3700 \text{ mm}$.

6.6.5 Zařízení pro protipožární zásah

- Přístupovou komunikaci tvoří jednopruhová silniční komunikace o šířce vozovky $\geq 3,00$ m. Je nutné již projektovým řešením zajistit zákaz odstavení a parkování vozidel na této komunikaci.
- Nástupní plocha

Slouží pro vedení protipožárního zásahu z vnější strany objektu. Plocha bude navazovat na příslušné komunikace, bude odvodněna a zpevněna. Zpevněná plocha bude mít sklon v jednom směru nejvýše 5 % a ve druhém nejvýše 2 %. Je navržena kolmo k nejdlejší straně průčelí tak, aby byl umožněn zásah z výsuvného automobilového žebříku nebo z požární plošiny, a to nejméně na 50 % plochy přiléhajícího průčelí.

7 TECHNICKÁ ZPRÁVA

A) IDENTIFIKAČNÍ A DOKLADOVÁ ČÁST

Název stavby:	Kaple
Místo stavby:	Bystřec, 561 64, okres Ústí nad Orlicí
Stavba na pozemcích:	p.č. 2901/3
Druh parcely:	trvalý travní porost
Mírný sklon:	3-7°
Katastrální území:	Bystřec [66753] (okres Ústí nad Orlicí)
Investor:	Mendelova univerzita v Brně
Stupeň dokumentace:	ARCHITEKTONICKÁ STUDIE / NÁVRH STAVBY
Zpracovatel:	Bc. Lukáš Grus



Obr. 77 Lokalizace modelového území¹³¹

¹³¹ Google maps [online]. 2015 [cit. 2015-03-13].
<https://www.google.cz/maps/@50.0223415,16.615221,3926m/data=!3m1!1e3>

Dostupné z:

B) PROJEKTOVÁ ČÁST

B.1 SOUHRNNÁ ZPRÁVA

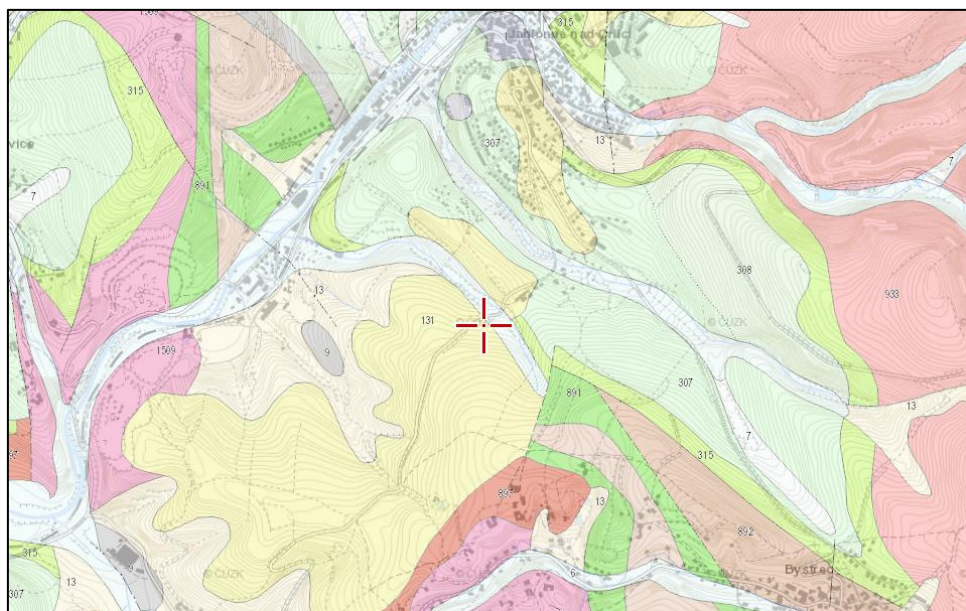
B.1.1 VSTUPNÍ ÚDAJE O POZEMKU

B.1.1.1 POPIS POZEMKU A STÁVAJÍCÍCH STAVEB

Vybrané území pro stavbu spadá do obce Bystřec, katastrálního území Bystřec. Poloha je $50^{\circ} 1' 9''$ z. š. a $16^{\circ} 36' 3''$ z. d. Nadmořská výška je 467 m. n. m. Pozemek pro stavbu kaple se nachází mezi městem Jablonné nad Orlicí a obcí Bystřec v okrese Ústí nad Orlicí (Pardubický kraj). Tyto dvě místa spojuje polní asfaltová cesta. Pozemek se nachází na louce mezi lesy (poloha lesů – východ a západ). Účel dle územního plánu obce Bystřec – Krajinná zeleň – Zemědělská půda. Pozemek je v mírném svahu, před zahájením prací by byl upraven podle výkresové dokumentace dle potřeby.

B.1.1.2 VÝČET A ZÁVĚRY PROVEDENÝCH PRŮZKUMŮ A ROZBORŮ

Na stavební parcele bude provedeno polohopisné (S – JTSK) a výškopisné zaměření. Dále bude proveden hydrogeologický průzkum. Informace o geologickém podloží byly získány z webu www.geology.cz a popisují složení půdy v oblastech České republiky.



Obr. 78 Geologická mapa území 1:50000¹³²

¹³² Geologická mapa 1:50 000. Česká geologická služba: *Mapová aplikace* [online]. 2012 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z:

Složení půdy na vybrané parcele, dle geology.cz:

- název: štěrk písčítý, písek (pískovec křemenný, jíl)
- soustava: Český masív – pokryvné útvary a postvariské magmatity

Na dané parcele nebyl proveden průzkum geologického podloží ani v blízkosti vybrané lokality. Pro správné založení stavby je tedy potřeba udělat průzkum v dané lokalitě.

B.1.1.3 ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÉ ZÁJMY, OCHRANNÁ PÁSMA

Na lokalitě záměru se, pokud je známo, nenacházejí zvláště chráněné zájmy.

B.1.1.4 POLOHA VZHLEDEM K ZÁPLAVOVÉMU ÚZEMÍ, ATP.

Pozemek se nenachází v záplavové oblasti ani v poddolované lokalitě. Ochrana stavby proto nemusí být řešena. Ochrana proti radonu bude řešena v souladu s ČSN 73 0601 dle výsledků radonového průzkumu.

B.1.1.5 VLIV STAVBY NA OKOLNÍ STAVBY A POZEMKY, OCHRANA OKOLÍ, VLIV STAVBY NA ODTOKOVÉ POMĚRY V ÚZEMÍ

Stavba během výstavby i při jejím užívání nebude mít negativní vliv pro své okolí. Se srážkovou vodou bude nakládáno patřičným způsobem, tak aby nedošlo k negativním vlivům na přilehlých pozemcích. Ze střechy bude svedena přes betonové koryto potrubí vedoucí do vsakovací jámky.

B.1.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉ STAVBĚ

B.1.2.1 ÚČEL UŽÍVÁNÍ STAVBY

Navrhovaná stavba slouží k náboženským účelům. Jedná se o kapli, která bude sloužit pro příležitostné užívání, cca 1x za 14 dní. Objekt je jednopodlažní.

B.1.2.2 TRVALÁ NEBO DOČASNÁ STAVBA

Navrhovaná stavba je trvalá.

B.1.2.3 NOVOSTAVBA NEBO ZMĚNA DOKONČENÉ STAVBY

Navrhovaná stavba je novostavbou.

B.1.3 ORIENTAČNÍ ÚDAJE STAVBY

B.1.3.1 ZASTAVĚNÁ PLOCHA, ZASTAVĚNOST

Plocha pozemku 2901/3	5856 m ²
Zastavěná plocha	308 m ²

B.1.3.2. VÝŠKA OBJEKTU

Maximální výška objektu od úrovně podlahy 1NP = +11,700 m

B.1.3.3. TVAR ZASTŘEŠENÍ

Objekt bude zastřešen obloukovou střechou s hřebenem.

B.1.4. KONCEPCE URBANISTICKÉHO A ARCHITEKTONICKÉHO ŘEŠENÍ STAVBY

Novostavba bude sloužit svou kapacitou pro 120 lidí. Hmota stavby je navržena jako dva obdélníkové půdorysy za sebou. Orientace oltáře je směřována k východu. Ze severní strany pod kaplí bude ponecháno volné místo pro parkování a možný zásah hasičských jednotek. Vstup do objektu bude ze západní strany. Na východní straně objektu je vedlejší vstup. Z důvodu odstříku vody v soklové části stavby bude výška soklu zvýšena o 490 mm nad okolní terén. Větší část východní a západní fasády bude prosklená, zbytek pak šedě omítnut. Rámy oken a dveří budou v tmavě šedé barvě. Dispoziční řešení klade důraz na vzdušnost místa, obloukové nosníky pak zdůrazňují jeho smysl.

B.1.4.1 NÁROKY A NAPOJENÍ NA DOPRAVNÍ SÍŤ A SÍŤ TECHNICKÉHO VYBAVENÍ

Dopravní napojení pozemku bude samostatným sjezdem z místní komunikace v šířce 3 m.

Jelikož se v přilehlých 300 metrech nenachází kanalizační ani vodovodní síť, bude řešením pro kanalizaci vyvážecí jímka (dimenzovaná pro 120 osob) a pro přípojku vody bude po hydrogeologickém průzkumu na staveništi proveden vrt. Elektrická síť je napojena na stávající el. síť na hranici pozemku.

B.1.4.2 ÚDAJE O STAVBÁCH S PROVOZNÍM, VÝROBNÍM NEBO TECHNOLOGICKÝM ZAŘÍZENÍM

Navrhované stavby se netýká.

B.1.4.3 ÚDAJE O PODZEMNÍCH A NADZEMNÍCH STAVBÁCH

V době zpracování studie se na pozemku nenachází žádné nadzemní a podzemní stavby ani podzemní vedení sítí.

B.1.4.5 BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY

Jsou splněny zásady bezbariérového užívání stavby. Dispoziční a objemové řešení splňuje požadavky a zásady platné pro tyto prostory. Požadavky pro bezbariérové užívání stavby jsou v kapitole 6.4.1.

B.1.4.6. BEZPEČNOST UŽÍVÁNÍ STAVBY

Stavba je navržena tak, aby při jejím provozu nevzniklo žádné nebezpečí a také nebyla narušena bezpečnost dané lokality. Nebezpečím se rozumí popálení, zásah elektrickým proudem, výbuch, požár, uklouznutí, apod.

B.2 KONCEPCE STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ STAVBY

B.2.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

Na vytyčeném staveništi bude provedena skrývka horní vrstvy půdy. Po odvezení půdy bude proveden výkop základových pasů. V dalším kroku budou položeny trubky kanalizace a upraven terén, který se zhutní. Po srovnání a zhutnění bude proveden násyp a zhutnění 150 mm vrstvy šterku frakce 16 – 32 mm a následně vrstva hrubého betonu, bednění a armování železnými pruty a vylití základových pasů betonovou směsí do nezámrazné hloubky 800 mm. Výztuž patek bude odpovídat statickému výpočtu, který není obsahem této práce. Pod každým nosníkem budou vloženy do základových patek i vertikální ocelové pruty, které budou nad výšku základových patek a dvou vrstev ztraceného bednění. Po ztuhnutí základových pasů se vyzdí jedna vrstva ztraceného bednění o rozměrech 200 x 500 mm a výšce 200 mm, přičemž na místě budoucích nosníků se vloží šablona ztraceného bednění o rozměrech 400 x 500 mm, výšce 200 mm, a zvláště se zabetonují do dvou třetin výšky, aby se spojily s armovacími pruty připravenými ze základových pasů. Na srovnanou zhutněnou zeminu se naveze 300 mm šterku o frakci 25 – 30 mm, který se zarovná a zhutní. Na něj bude vybetonována 200 mm vrstva žele-

zobetonové základové desky C20/25, která bude pod nenosnými vnitřními vyztužena armovacími pruty. Na vytvrzenou základovou desku budou položeny pásy hydroizolace a na připravený základ se již provede nadzemní část stavby.

B.2.2 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

Na stavbu dřevěného skeletu bude použito ohýbané lepené lamelové dřevo třídy GL24h a GL28h jako plnostěnný trojkloubový dřevěný nosník. Tato konstrukce tvoří zároveň střešní konstrukci a obvodovou stěnu. Na vnitřní příčky je použita konstrukce TWO BY FOUR, popsaná v kapitole 6.3.3 a konstrukční panely DEKPANEL D popsané v kapitole 6.3.3. Pro zastropení technického zázemí, toalet a sakristie byl použit systém samonosné sádkokartonové stropní konstrukce s CW a UW profily – kapitola 6.3.5. Na obvodové stěny jsou použity bezrámové okenní tabule a konstrukční panely DEKPANEL popsané v kapitole 6.3.2.

B.3 MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA

Mechanická odolnost a stabilita celého domu je zaručena statickým výpočtem. Statický protokol návrhu střešní konstrukce je v přílohách práce.

B. 4 KONCEPCE POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ STAVBY

Požárně bezpečnostní řešení je v souladu s ČSN 73 0802 a ČSN 73 0833. Potřebné výpočty a dílčí informace jsou uvedeny v kapitole 6.6.

B.5 VYTÁPĚNÍ, CHLAZENÍ, KLIMATIZACE

Jelikož pro sakrální budovy nejsou v zákoně 318/2012 *Sb. O hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů* kladené požadavky na součinitel prostupu tepla, vytápění a větrání, nebyla tato problematika řešena.

B.6 PODMÍNKY PROVÁDĚNÍ STAVBY

Stavba bude prováděna na pozemku investora za dodržení běžných požadavků na bezpečnost práce a ochranu zdraví v souladu s požadavky zákona 309/2006 *Sb. a příslušných prováděcích předpisů*.

8 DISKUZE

Navrhovaná stavba je zasazena do krajiny východních Čech, konkrétně Orlických hor. Místo bylo vybráno dle specifických architektonických prvků. Základem bylo situovat stavbu mimo ruch města do klidové zóny a použít okolní krajinu jako součást kompozice. Les, rozprostírající se u východní i západní strany, se stává v kombinaci s prosklenými plochami součástí stavby. Orientace vychází z liturgických uzancí, a to oltářem k východní světové straně.

Na území České republiky je velice málo moderních sakrálních staveb. Ať již z dřevěných nebo jiných materiálů. Je to dáno více faktory, přičemž hlavním důvodem je tendence mírného poklesu věřících a méně investování do sakrálních staveb.

Nosnou myšlenkou, ze které vychází koncept stavby, je použít konstrukční systém, jaký u nás není příliš běžný a také se snažit o jednoduchou skeletovou konstrukci vzhledem k účelu, který má splňovat. Navržená konstrukce při vstupu otevírá pohled do celé kaple, vyzdvihuje důstojnost a mohutnost prostoru a v kombinaci s prosklením stěn, vizuálně propojuje chrámovou loď s okolní krajinou a vegetací, přičemž je v konstrukci zachována jednoduchost a čistota. Přiznané lepené rámy a pohledové obložení ze dřeva borovice navozují příjemný nádech prostoru, naladují na liturgii a dávají místu rozměr. Jelikož bylo záměrem, aby konstrukce střechy byla přiznaná, zúžil se výběr použitelných konstrukčních systémů. Z důvodů zaoblení střechy nemohly být použity plnostěnné a příhradové nosníky, stejně jako rámové soustavy. Zbývaly tedy obloukové konstrukce a prostorové konstrukce. Z estetického hlediska bylo přistoupeno k jednoduchosti a z důvodu konstrukčního a návrhového k rychlé a bezproblémové realizaci. Vybraným konstrukčním systémem je staticky určitý trojkloubový dřevěný oblouk z lepeného lamelového dřeva, navržený v náznaku gotického stylu.

Použité prosklené stěny však skýtají řadu detailů, na které je třeba odborníků z daného oboru. Orientace prosklených stěn je východní a západní. V této části se musíme zabírat problémem jak zabránit přehřívání interiéru. Mezi skleněnými tabulemi je selektivní folie, propouštějící omezené množství tepelného záření do vnitřních prostor. Folie jsou vyráběny s různou hodnotou propustnosti, a proto je na zvážení jaký faktor propustnosti použít. Dalšími možnostmi k posouzení jsou probarvení skel, napuštění skel plynem s regulovatelnou barvou apod.

V kontextu tepelné propustnosti do interiérových prostor se nabízí otázka plechové střechy, která může sálat velké množství tepla. Ve skladbě střešní konstrukce je odvětrávaná dutina, která mimo odvodu kondenzátu a vodních par, zabezpečuje proudění vzduchu. Tím ochlazuje plechovou krytinu a odděluje meziprostor a další vrstvy, včetně tepelné izolace, které při své dimenzi dokáží částečně pohltil pronikající tepelnou energii.

Rádus, udávající sklon střešní roviny byl navržen v ose průřezu o poloměru 13 m. Střecha má dobrý tvar pro statické zatížení sněhem (průměrně 47°), který se na ní z poloviční části ani neudrží a hodí se tedy do prostředí hor. Dalším klimatickým problémem je svést ze střešní plochy množství vody. Střecha, jejíž oplechování končí 190 mm nad přilehlým terénem, má svod do betonového kanálku umístěného pod vrstvou kačírku, lemujícího strany budovy, kde má střecha spád. Kanálky z obou stran poté ústí do vsakovací jámky mimo objekt.

Ve výpočtovém statickém programu Dlubal RFEM 5.01 Timber PRO byly provedeny výpočty potřebných průřezových hodnot jednotlivých nosníků. Vzhledem k tomu, že tento program nepodporuje obloukové dřevěné konstrukce, byly jednotlivé pruty vymodelovány z více segmentů, a poté spojeny do sady prutů, pro výpočet celkového namáhání působícího na lepené nosníky. Zde vznikají odchylky, jejichž výskyt by byl při návrhu monolitického prvku (prutu) eliminován. Vypočtené průřezy na třech navržených obloucích měly odlišné procentuální využití. Lepený oblouk menšího rozpětí, s průřezovými hodnotami 560 x 200 mm, měl využití cca 70%, velký oblouk 99% (také 560 x 200 mm) a oblouk v napojení obou střech o průřezu 760 x 200 mm pak využití 86%.

Řešeným problémem bylo překlenutí modulového rastru nosníků střešní konstrukce o délce 2500 mm. Nakonec bylo navrženo příčné ztužení mezi horizontálními prvky hranolem KVH o rozměrech 200 x 60 mm v rastru 625 mm. Podélné ztužení a celková tuhost konstrukce je pak dána deskovými materiály DHF a OSB.

Vnitřní nenosné příčky tvoří dva typy konstrukce z následujících důvodů. V místnostech hygienického zázemí je nutno uvažovat s instalací zařizovacích předmětů a potřebných ZTI instalací. Proto se jevílo jako vhodné využít v těchto případech sloupkovou konstrukci 60/120 mm v rastru 625 mm, která umožňuje instalaci ZTI a montáž zařizovacích předmětů ve formě Geberitů atd. Tento konstrukční systém je také vhodný pro uchycení sanitárních vybavení toalet. Druhým typem vnitřních příček jsou panely

DEKPANEL D, které se svojí tuhostí ohraničují prostory toalet, technické místnosti a sakristie. Strop nad těmito prostory je samonosný a slouží jen k oddělení stropní části místnosti s lodí kaple. Tvoří jej pouze lehké materiály – sádrokartonové desky a hliníkové CW profily.

Pohledový kříž, který rozčleňuje stěnu za presbytářem, je rovněž z lepeného dřeva, jako samotné obloukové nosníky, o průřezových rozměrech 250 x 500 mm. Je výrazný jak z interiérové, tak z exteriérové strany a dává stavbě jasný význam. Ve výkresech je popisován jako prvek stavebně-truhlářské výroby. Jeho konstrukce je nosná pouze pro horní řadu zasklení.

Větracími otvory jsou dvojce dveře na opačné straně budovy a větrací elektricky ovládané okno nad vchodovými dveřmi.

Stavba zohledňuje požadavky předpisů zabývajících se požární bezpečností a bezbariérovým užíváním staveb. Budova je z části soběstačná. Přípojka vody je navržena pomocí zemního vrtu, záchody ústí do jímky, která bude pravidelně vyvážena. Na sakrální stavby se nevztahuje Zákon o hospodaření s energií 406/2000 Sb., proto zde není kladen akcent na tepelně technické parametry konstrukcí a zabudování řízeného větrání s rekuperací. Z toho důvodu a dále charakteru stavby občasného užití je uvažováno s přirozeným větráním a temperací prostoru pomocí el. podlahového vytápění.

9 ZÁVĚR

V diplomové práci byla vypracována studie dřevěné sakrální stavby. Návrh se zaměřil na architektonické propojení interiéru s exteriérem a pohledovou a výstavbovou jednoduchost. Práce postupuje od rešerše dnešních kostelů a kaplí, přes literární přehled pochopení liturgie a použitých konstrukčních prvků až po metodiku a vlastní návrh řešení.

V rešerši jsou popsány kostely a kaple, kde jsou převládajícími nosnými konstrukcemi prvky z lepeného lamelového dřeva (LLD). Hlavní část popsanych staveb je realizována ve Skandinávii (konkrétně ve Finsku).

Navržený objekt byl vybrán ze dvou dispozičních variant. Jedná se o jednopodlažní budovu, řešenou dle norem bezbariérově. Střecha má tvar gotického lomeného oblouku s orientací hřebene ve směru západ-východ. Severní a jižní obvodová stěna je tvořena střešní konstrukcí, východní strana a stěna vyplňující rozdíl napojení střech jsou celoprosklené, západní stranu tvoří obvodová zateplená konstrukce dřevěných panelů, v kombinaci se zasklením. Stěžejním pro tuto práci byl výběr vhodného způsobu zastřešení.

Vybraný konstrukční systém stavby tvoří lepené lamelové dřevo (LLD), které můžeme najít pod anglickým názvem Glued laminated timber (Glulam) a německým Brett-schichtholz (BSH). Výběr materiálu závisel na více faktorech: rozpětí střechy, libovolný geometrický tvar, rychlá výstavba, tvarová stálost a mnoha dalších, což tento konstrukční systém splňuje.

Tyto obloukové konstrukce mají svá specifika, která je potřeba odborně znát pro správný návrh konstrukce a všech detailů. Bohužel odborné publikace na toto téma u nás nejsou vydány a návrhy těchto „moderních“ konstrukcí jsou popsány jen okrajově. Konstrukční detaily si také mnoho firem nechává jako své *Know how*.

Práci tvoří základní výkresová dokumentace, která je přílohou práce. Skládá se z výkresů: půdorys, situace, základy, dva základní řezy, čtyři pohledy, detail napojení základových pasů a obvodové stěny.

10 SUMMARY

In diploma thesis was made a study about wooden sacred building. The draft is focused on the architectural combination of interior with exterior and visual and builder simplicity. Work progresses from research today's churches and chapels, through a literature overview understanding of the liturgy and used design elements to the methodology and custom design solution.

In a review are described the churches and chapels, where the predominant supporting structures are elements of glued laminated timber (LLD). The main part of described buildings is implemented in Scandinavia (namely Finland).

The proposed facility was selected from two layout alternatives. It is one-storey building, which is solutions according to the standards for the wheelchair accessible. The roof has the shape of Gothic pointed arches, which has oriented ridge in the west-east. Northern and southern perimeter wall is formed by the roof structure, the east side and a wall, which is filling the difference connections of roofs are fully glazed, west side made of circuit thermally insulated construction wood panels, which is combined with glazing. The key for this work was the selection of a suitable method of roofing.

Selected structural system of the building consists of glued laminated timber (LLD), which can be found under the English name Gluedlaminatedtimber (Glulam) and German Brettschichtholz (BSH). Material selection depended on several factors: span of roofs, any geometric shape, fast construction, dimensional stability and many others, which the structural system meets.

These arched structures have their own characteristics, which is required to know - professionally - for the correct design of construction and for all the details. Unfortunately, specialized publications on this topic is not issued here and draft of these "modern" structures are described only marginally. Design details also leaves as their *Knowhow* to many companies.

The thesis consists of basic design documentation, which is attached to the thesis. It is composed of drawings: plan, situation, foundations, two basic sections, four views, detail connection footing and external walls.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

CINCIBUCH, Petr. *Slavné stavby Prahy 10*. 1. vyd. v jazyce českém. Editor Petr Krajčí. Praha: Foibos a Foibos books ve spolupráci s Městskou částí Praha 10, 2009, 220 s. Slavné stavby. ISBN 978-808-7073

GRUS, Lukáš. *POSOUZENÍ MOŽNOSTI VYHŘÍVÁNÍ VRSTVENÝCH MATERIÁLŮ ODPOROVÝM OHŘEVEM*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně

HÁJEK, Petr. *KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB: KOMPLEXNÍ PŘEHLED*. ČVUT v Praze, 2011. 180 s. Skripta. ČVUT Praha

HÁJEK, Petr. *Konstrukce pozemních staveb 10: Nosné konstrukce I*. ČVUT v Praze, 2004. Skripta. ČVUT v Praze.

LOKAJ, Antonín. *Ocelové a dřevěné prvky a konstrukce: Dřevěné konstrukce*. VŠB Technická univerzita Ostrava, 2011

JIRKA, Vladimír. *Konstrukční systémy halových staveb: Pozemní stavitelství II*. In: *Ústav stavitelství I: Fakulta architektury* [online]. 2008-2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: 15123.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.ps2/prednaska_haly.pdf

KAREŠ, Martin. *PROMĚNY SVĚTLA A SKLA V SAKRÁLNÍM PROSTORU*. Brno, 2008. Disertační práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

KOPEČEK, Pavel. *Liturgie a architektura: moderní sakrální architektura v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, 218 s. ISBN 978-802-4439-594

KOPEČEK, Pavel. *Slavení křesťanského tajemství: Stručný úvod do liturgiky*. Brno, 2004

KOŽELOUH, B. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5: navrhování a konstrukční materiály*. 1. vyd. Zlín: KODR Zlín, 1998, nestr. ISBN 80-238-2620-4

KOŽELOUH, B. *Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5: STEP 2*. Vyd. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 80-867-6913-5

KUKLÍK, P. *Dřevěné konstrukce*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2005. 171 s. ISBN 80-86769-72-0

KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. ČVUT V Praze: Fakulta stavební, červen 2005, 187 s. [cit. 3_9_2015]

KUKLÍK, Petr a Anna GREGOROVÁ. *Časopis stavebnictví: časopis stavebních inženýrů, techniků a podnikatelů*. Brno: EXPO DATA, 2015, roč. 2015, 1-2. ISSN 1802-2030

KUPKA, Jiří. *Krajiny kulturní a historické: vliv hodnot kulturní a historické charakteristiky na krajinný ráz naší krajiny*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010, 179 s. ISBN 978-800-1046-531

MOTYKOVÁ, Adela. *Okna: správná řešení pro novostavby i rekonstrukce*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 112 s. ISBN 978-80-247-2674-8

NEUFERT, Ernst. *Navrhování staveb. Příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta.: odklady, normy, předpisy o zřizování, stavbě, tvorbě, nárocích na prostor, na prostorové vztahy, tvoření rozměrů budov, místností, zařízení, přístrojů z hlediska člověka jako měřítka a cíle: příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta*. 33. zcela nově přeprac. a upr. vyd., Vyd. 1. Praha. Praha: Consultinvest, 1995, 581 s. ISBN 80-901-4864-6

PODROUŽKOVÁ, Petra. *Moderní sakrální architektura*. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

POPOVIČ, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 256 s. ISBN 978-80-247-3154-4

SLIMAŘÍKOVÁ, Marie. *Význačnost chrámu Nanebevzetí Panny Marie v Hnojicích a jeho představení v rámci vzdělávacího oboru Člověk a jeho svět*. OLOMOUC, 2009. Diplomová práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI.

STEGERS, Rudolf a Dorothea BAUMANN. *Sacred buildings: a design manual*. Boston: Birkhäuser, c2010, 247 p. ISBN 978-376-4366-834

STEMPEL, Ulrich E. *Zimní zahrady: návrh, stavba, užívání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 128 s. ISBN 978-80-247-3703-4

STRAKA, Bohumil. *Konstrukce šikmých střech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 230 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-4205-2

ŠNAJDAROVÁ, H. *Bezbariérové stavby: právní a normové prostředí, úpravy staveb pro pohybově postižené*. Brno: ERA, 2007. 142 s. Technická knihovna. ISBN 978-80-7366-084-0

Leitlinien für den Bau und die Ausgestaltung von gottesdienstlichen Räumen. Handreichung der Liturgiekommission der Deutschen Bischofskonferenz, Bonn 29. 6. 2000, 5,1

– Internetové zdroje

Laajasalo Church, Finland. In: *Copper concept* [online]. 2011 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://copperconcept.org/references/laajasalo-church-finland>

Kamppi Chapel. In: *Wood solutions: design and build* [online]. 2013 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.woodsolutions.com.au/Inspiration-Case-Study/Kamppi-Chapel>

Kamppi Chapel by K2S Architects. In: *Karmatrendz: design drives you crazy* [online]. 2012 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <https://karmatrendz.wordpress.com/2012/09/24/kamppi-chapel-by-k2s-architects/>

Copper-clad chapel in Finland has a curving wooden frame like a ship's hull. In: *Dezeen magazine* [online]. 2014 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2014/11/17/turku-ecumenical-art-chapel-sanaksenaho-architects-copper-finlan/>

AD Classics: Saint Benedict Chapel / Peter Zumthor. In: *Archdaily* [online]. 2013 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.archdaily.com/418996/ad-classics-saint-benedict-chapel-peter-zumthor/>

Key projects by Peter Zumthor. In: *Dezeen magazine* [online]. 2009 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2009/04/18/key-projects-by-peter-zumthor/>

Reference. *Trejbal: Topné kabely* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.teplykabel.cz/reference.html>

Staré Strašnice. In: *Praha neznámá: = Průvodce po pražských čtvrtích =* [online]. 2014 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.prahaneznamy.cz/praha-10/strasnice/stare-strasnice/>

U hradecké Benešovy třídy má stát futuristický kostel, fandí mu i Duka. In: *IDNES.cz/Hradecký kraj* [online]. 2014 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: http://hradec.idnes.cz/dreveny-reckokatolicky-kostel-hradec-kralove-fo5-/hradec-zpravy.aspx?c=A140430_2060941_hradec-zpravy_kol

Kaple sv. Antonína, Černá. In: *Stavba Vysočiny* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.stavbavysočiny.cz/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=113&Itemid=45

DOMKÁŘ, Milan. Kaple pro Domov Stříbrné Terasy. In: *Archiweb* [online]. 2012 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?type=36&action=show&id=3600>

Kaple pro Domov Stříbrné terasy. In: *EARCH*. [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/architektura/kaple-pro-domov-stribrne-terasy>

Puckapunyal Military Area Memorial Chapel. In: *Architecture and design* [online]. 2011 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.architonic.com/aisht/puckapunyal-military-area-memorial-chapel-bvn/5101050>

Hölzerner Betraum: Kirchengebäude in Finnland fertig. In: *Architecture and design* [online]. 2010 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: http://www.baunetz.de/meldungen/MeldungenKirchengebäude_in_Finnland_fertig_1262687.html

Church and Parish Centre in Cologne. In: *Detail inspiration* [online]. 2014 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.detail-online.com/inspiration/church-and-parish-centre-in-%C2%ADcologne-111061.html>

Schindelkirche von Kärsmäki. In: *WOODARCHITECTURE.FI* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.woodarchitecture.fi/de/projects/schindelkirche-von-karsamaki>

Hannover-Heideviertel. In: *My heimat* [online]. 2013 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.myheimat.de/hannover-heideviertel/kultur/die-kapelle-im-annastift-hannover-m3272931,2636267.html>

AUTOBAHNKIRCHE, SIEGERLAND: BESCHREIBUNG. In: *EGGER* [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.egger.com/AT_de/reference/?N=21&R=reference-18495-at-de

Kaple v Tarnów. In: *Detail inspiration* [online]. 2011 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.detail-online.com/inspiration/chapel-in-tarnow-103452.html>

Viikki church. In: *MIMOA mi modern architecture* [online]. 2009 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.mimoa.eu/projects/Finland/Viikki/Viikki%20Church>

Kopecká, D., Křesťanský chrám. *Amen* 1999, č. 10 [online]

YAWAL FA50N. *YAWAL System* [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.yawal.cz/cs/offers/p/11/Yawal_FA50N

YAWAL TM77HI. *YAWAL System* [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.yawal.cz/cs/offers/p/1/Yawal_TM77HI

DEKTRADE. *DEK PANEL D*. Firma DEKTRADE, 2013, 4 s. Dostupné z: <https://www.dek.cz/docs/technicke/tl-dekpanel-d.pdf>

Geologická mapa 1:50 000. *Česká geologická služba: Mapová aplikace* [online]. 2012 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=588810&x=1069556&r=2000&s=1&legselect=0

Google maps [online]. 2015 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@50.0223415,16.615221,3926m/data=!3m1!1e3>

Mapa sněhových oblastí ČR. In: *DEK stavebniny* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: https://www.dek.cz/images/konfigurator/snehove_oblasti.jpg

Dopad zavedení Eurokódů na okenní konstrukce: Větrné oblasti. In: *TZB info* [online]. 2011 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/7505-dopad-zavedeni-eurokodu-na-okenni-konstrukce>

→ **Normy, vyhlášky a předpisy**

ČSN 01 3402: Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části

ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb

ČSN 73 0831 Sb. Požární bezpečnost staveb

ČSN 73 0818 Sb. Požární bezpečnost staveb- Obsazení objektu osobami

ČSN EN 1991-1-3 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí větrem

Zákon 406/2000 Sb. O hospodaření s energií

Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb

Vyhláška 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby

Vyhláška č.398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

→ **Liturgické latinské prameny**

Institutio Generalis Missalis Romani, editio typica tertia, 20. 4. 2000 (IGMR č. 298, 311)

Codex Iuris Canonici auctoritate Ioanis Pauli P.P. II promulgatus (25. 1. 1983), Řím 1983 (CIC, kán.1214, 1215/1, 1217, 1219, 1221, 1223, 1224/1, 1225,1235-1236)

PONTIFICALE ROMANUM, Ordo dedicationis ecclesiae et altaris, editio typica, 29. 5. 1977 (ODEA I, č. 1.)

RITUALE ROMANUM, Ordo Baptismi pparvulorum, editio typica altera, 29. 8. 1973 (OBP, čl. 19- 25)

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Lepení zakřiveného rohu LLD (ČDZ Praha, závod TESKO).....	5
Obr. 2 Výroba lepeného lamelového dřeva	6
Obr. 3 Zubovitý spoj	7
Obr. 4 Pohled z přilehlé silnice.....	8
Obr. 5 Pohled do interiéru	9
Obr. 6 Stropní konstrukce.....	9
Obr. 7 Fasádní obložení měděnými pásky.....	9
Obr. 8 Pohled z náměstí.....	10
Obr. 9 Fasáda ze vzájemné lepených lamel	10
Obr. 10 Strop kaple	11
Obr. 11 Pohled do interiéru.....	11
Obr. 12 Pohled na kapli nacházející se na kopci.....	12
Obr. 13 Měděná skládaná krytina	12
Obr. 14 Interiér kaple	13
Obr. 15 Kaple mezi horami.....	13
Obr. 16 Interiér kaple	14
Obr. 17 Noční kostel	15
Obr. 18 Interiér kostela	16
Obr. 19 Pohled na lepený a příhradový nosník.....	16
Obr. 20 Pohled na stavbu v parku	17
Obr. 21 Model skeletové konstrukce.....	17
Obr. 22 Návrh interiéru	17
Obr. 23 Kaple sv. Antonína (foto Filip Šlapal).....	18
Obr. 24 Interiér kaple sv. Antonína (foto Filip Šlapal)	19
Obr. 25 Pohled na kapli na střeše centra pro seniory	19
Obr. 26 Velmi úzký interiér kaple.....	20
Obr. 27 Vojenská kaple, Puckapunyal, Victoria, Austrálie, konstrukce LLD.....	21
Obr. 28 Dřevěná modlitebna v Jyväskylä, Finsko, konstrukce s příhradou LLD.....	21
Obr. 29 Církevní středisko Kolín nad Rýnem, konstrukce prefabrikované panely.	21
Obr. 30 Kostel Kårsämäki, Finsko, srubová stavba ručně opracovaná, střecha z fošen.	22
Obr. 31 Kaple sv. Anny, Hannover- Kleefeld, Německo, rámová konstrukce z LLD. ..	22
Obr. 32 Dálniční kostel Siegerland, Wilnsdorf, Německo, žebrovaná klenba.	22
Obr. 33 Kaple v Tarnów, jižní Polsko, rámová konstrukce z masivního dřeva.	23
Obr. 34 Viikki kostel Helsinky, Finsko, konstrukce převážně z LLD.	23
Obr. 35 Plnostěnné nosníky.	35
Obr. 36 Možnosti provedení rámového rohu.....	37
Obr. 37 Plnostěnné rámy.	37
Obr. 38 Příhradové rámy.	38
Obr. 39 Základní tvary plnostěnných oblouků.	40
Obr. 40 Příhradové oblouky.....	41
Obr. 41 Tvary skořepin běžně používané pro dřevěné skořepiny.....	42
Obr. 42. Lamelová klenba	43
Obr. 43 Klouby z ocelových desek pro oblouky.....	44
Obr. 44 Ideální kolubové spojení z ocelových.....	47
Obr. 45 Vrcholový kloub.....	44
Obr. 46 Spojení pro nosníky v agresivním prostředí a spojení pro velké rozpětí.....	45
Obr. 47 Styk oblouků ve vrcholovém kloubu.....	45

Obr. 48 Další možnosti napojení nosníků ve styku nosníků.....	45
Obr. 49 Ložiska z ocelových desek pro oblouky.....	46
Obr. 50 Trojkloubový rám – detail.....	46
Obr. 51 Detail podobných rozměrů, jako navrhovaná studie.....	46
Obr. 52 Uložení na základovou konstrukci s ocelovými stykovacími deskami.....	47
Obr. 53 Další způsoby napojení nosníků do základů.....	47
Obr. 54 Schéma izolačního dvojskla (A) a trojskla (B).....	54
Obr. 55 Schéma použitého modelu lomeného trojkloubového nosníku.....	63
Obr. 56 Schéma modelů lomeného trojkloubového nosníku.....	64
Obr. 57 Mapa sněhových oblastí ČR.....	66
Obr. 58 Mapa větrných oblastí ČR.....	68
Obr. 59 Tlak na povrchy.....	70
Obr. 60 Východní pohled.....	72
Obr. 61 Jihovýchodní pohled.....	73
Obr. 62 Západní pohled.....	73
Obr. 63 Studie dispoziční varianty 1.....	74
Obr. 64 Studie dispoziční varianty 2.....	75
Obr. 65 Skladba střechy.....	76
Obr. 66 Skladba obvodové stěny.....	77
Obr. 67 Ilustrační řez fasádním sloupem.....	78
Obr. 68 Ilustrační řez varianty rám/dveřní křídlo.....	79
Obr. 69 Skladba vnitřní příčky.....	80
Obr. 70 Skladba vnitřní příčky – systém TWO BY FOUR.....	80
Obr. 71 Skladba podlahy.....	81
Obr. 72 Skladba stropu nad zázemím.....	81
Obr. 73 Schematická konstrukce kaple.....	83
Obr. 74 Schematický půdorys konstrukce.....	84
Obr. 75 Schematický pohled boční schéma.....	84
Obr. 76 Troskový stín.....	86
Obr. 77 Lokalizace modelového území.....	88
Obr. 78 Geologická mapa území 1:50000.....	89

13 TABULKY

Tabulka 1 Třídy pevnosti pro LLD.....	7
Tabulka 2 Potřeba šířky zasklení v závislosti na rozměrech dvou stran tabule.....	58
Tabulka 3 Zatížení konstrukce použitými střešními vrstvami.....	65
Tabulka 4 Kategorie terénu.....	69

14 VZORCE

[1] Výpočtové požární zatížení p_v	61
[2] Požární zatížení p	61
[3] Výpočet součinitele a	62
[4] Výpočet součinitele b	62
[5] Zatížení sněhem na střeších s	66
[6] Základní rychlost větru v_b	68
[7] Vztah mezi rychlostí větru a základním tlakem větru q_b	68
[8] Střední rychlost větru v_m	69
[9] Součinitel terénu k_t	69
[10] Drsnost terénu c_r	69
[11] Zatížení větrem q_p	70
[12] Intenzita turbulence I_v	70
[13] Tlak větru w_e	71
[14] Tlak větru w_i	71
[15] Výsledný tlak větru w	71

15 PŘÍLOHY PRÁCE

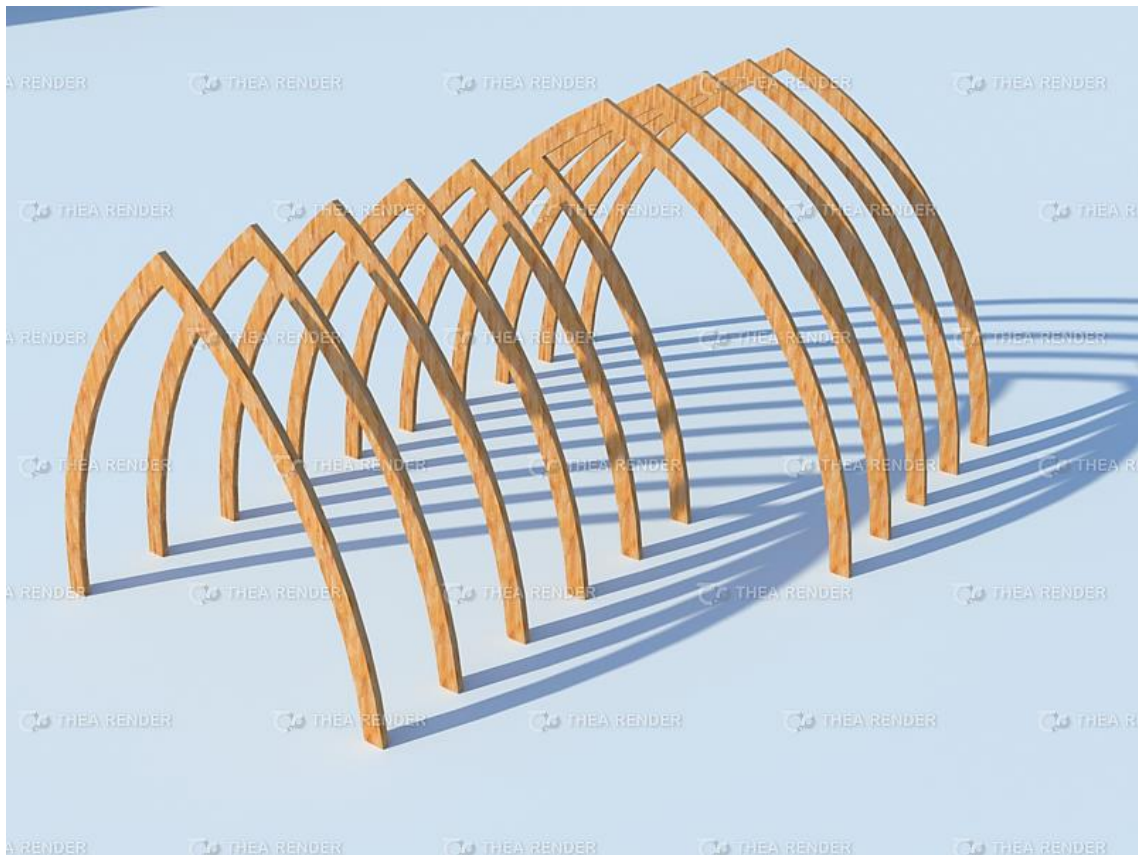
P1: Vizualizace navržené kaple

P2: Tabulka stanovených a vypočítaných hodnot pro výpočet stat. zatížení

P3: Výstupy Dlubal RF – TIMBER Pro

P4: Seznam výkresové dokumentace

P1: Vizualizace navržené kaple (vizualizace Thea render for Sketch up)



Navržená oblouková konstrukce z lepeného lamelového dřeva



Severovýchodní pohled



Jihozápadní pohled



Interiér, pohled ze strany presbytáře



Interiér, pohled od hlavního vstupu do kaple

P2: Tabulka stanovených a vypočítaných hodnot pro výpočet statického zatížení:

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

Vypracoval: Bc. Lukáš Grus
Datum: 2.4. 2015

Projekt: Diplomová práce- Studie kaple
Poznámka

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE VLASTNÍ SKLADBOU

Materiál:	kg/m2(m3)	kN/m2(m3)	Zatížení /bm	Poznámka
Plechová falcová krytina	6	0,06	0,15	
Prkenný záklop	6,75	0,0675	0,16875	
Kontralatě	3,5	0,035	0,0875	
Velkoplošný záklop DHF 15 mm	9	0,09	0,225	
Vlastní nosné prvky	29,808	0,29808	0,7452	
Minerální izolace	35	0,35	0,175	
Velkoplošné opláštění OSB 18 mm	11,2	0,112	0,28	
Vnitřní opláštění CD/UD + palubky 15 mm	10	0,1	0,25	
Součet		1,11258	2,78145	
Součinitel zatížení γ	1,2			
ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE VLASTNÍ vahou			3,34	1,66887

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE SNĚHEM

Místo: Jablonné nad orlicí

Sněhová oblast	VI			
Sklon střešní roviny	47			Těžko určitelný
Charakteristické zatížení sněhem S_k	3			Dle sněhové oblasti
Součinitel expozice C_e	1			Neuvažován
Součinitel odtávání C_t	1			Neuvažován
Tvarový součinitel μ_1 - sklon	0,3466667			Oblouk, těžko určit.
Tvarový součinitel μ_2 - návěje	1			Neuvažován
Tvarový součinitel μ_3 - sesunutí	1			Neuvažován
Dílčí součinitel zatížení γ	1,4			Dle EC, nahod. zat.
Popis:	kg/m2(m3)	kN/m2(m3)	Zatížení /bm	Poznámka
ZATÍŽENÍ SNĚHEM	1,46		3,64	Celoplošné
ZATÍŽENÍ SNĚHEM 1/2	0,73		1,82	kombinace 1; 1/2

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE VĚTREM

Větrná oblast	III			
Sklon střešní roviny	47			
Zákl. hodnota rychlosti větru $v_{b,0}$	27,5			
Součinitel směru větru c_{DIR}	1			platí pro ČR
Součinitel roč. období c_{SEASON}	1			platí pro ČR
Základní rychlost větru v_b	27,5			
Parametr drsnosti terénu z_0	0,3			kat. terénu III
Minimální výška z_{min}	5			kategorie III
Referenční výška z	13			uvažuje se
Součinitel terénu k_t	0,2153893			výpočet
Součinitel drsnosti c_r	0,8117856			výpočet
Součinitel ortografie c_0	1			

Char. střední rychlost větru Vm	22,324105			mapa větrných obl.
Intenzita turbulence lv	0,2653278			výpočet
Součinitel expozice ce	2,8572949			výpočet
Základní dynamický tlak qb	311,47853			výpočet
Maximální dynamický tlak větru qp	889,98603			výpočet

A				
Popis:	kg/m2(m3)	kN/m2(m3)	Zatížení /bm	Poznámka
součinitel vnějšího tlaku cpe		0,8		
char. zatížení větrem wk		0,7119888		
souč. zatížení γF		1,5		
návrh. zatížení větrem wd		1,07	2,67	1,33

B				
Popis:	kg/m2(m3)	kN/m2(m3)	Zatížení /bm	Poznámka
součinitel vnějšího tlaku cpe		-1,2		
char. zatížení větrem wk		-1,0679832		
souč. zatížení γF		1,5		
návrh. zatížení větrem wd		-1,60	-4,00	-2

C				
Popis:	kg/m2(m3)	kN/m2(m3)	Zatížení /bm	Poznámka
součinitel vnějšího tlaku cpe		-0,4		
char. zatížení větrem wk		-0,3559944		
souč. zatížení γF		1,5		
návrh. zatížení větrem wd		-0,53	-1,33	-0,7

Výstupy Dlubal RF – TIMBER Pro:



Strana: 1/2
Oddíl: 1

Projekt: Diplomová práce

Model: Malý vazník
Kaple

Datum: 3.4.2015

Statický výpočet

PROJEKT

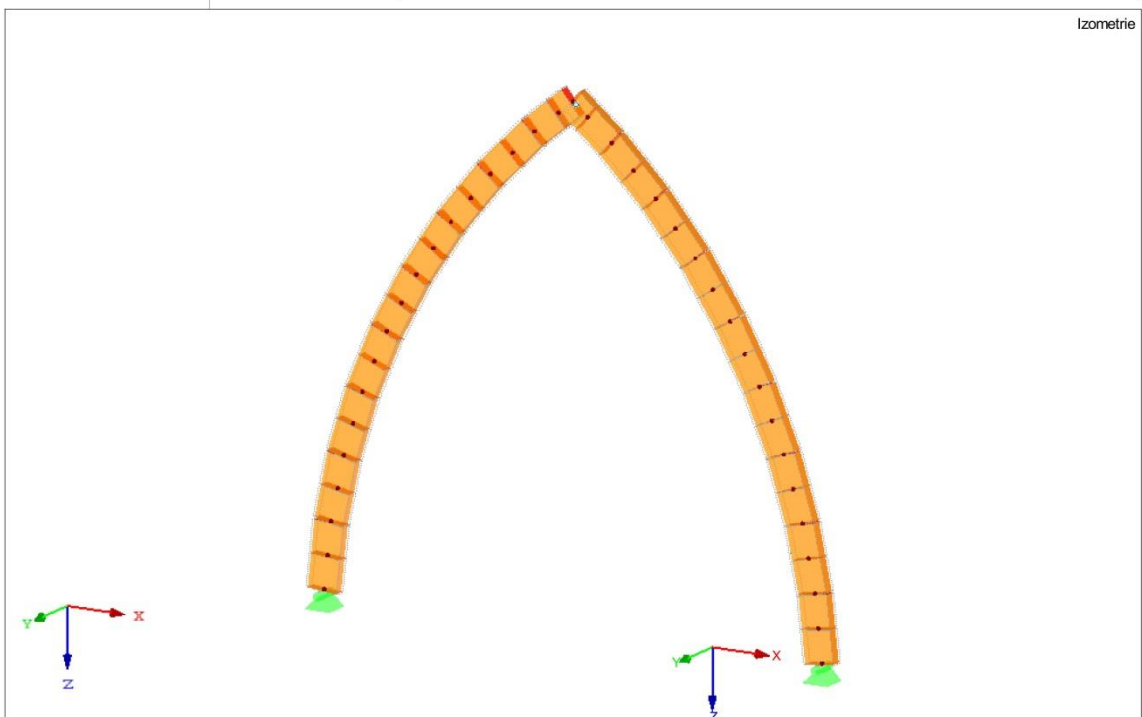
Diplomová práce

INVESTOR

Mendelova univerzita v Brně

ZHOTOVITEL

Bc. Lukáš Grus





Strana: 2/2
Oddíl: 1

RF-TIMBER Pro

Projekt: Diplomová práce

Model: Malý vazník

Datum: 3.4.2015

Kaple

■ OBSAH

1.1.1	Základní údaje	2	1.3.1	Průřezy	2
1.1.4	Seznam použitých norem	2	2.2	Posouzení po průřezích	2
1.2	Materiály	2	4.2	Výkaz materiálu po sadách prutů	2

RF-TIMBER Pro
PR1

■ 1.1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Pruty k posouzení:			
Sady prutů k posouzení:	1,2		
Posouzení podle normy:	ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09		
Posouzení mezního stavu únosnosti			
Kombinace výsledků k posouzení:	KV1	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	
Posouzení mezního stavu použitelnosti			
Kombinace výsledků k posouzení:	KV2	MSP - charakteristická	
	KV3	MSP - kvazistálá	

■ 1.1.4 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

[1]	ČSN EN 1995-1-1:2006-12+A1:2009-05/NA:2007-09	Část 1-1: Obecné - Obecná pravidla a směrnice pro budovy
[2]	ČSN EN 1995-1-2:2006-12/NA:2007-09	Část 1-2: Obecné - Posuzování požární odolnosti staveb
[3]	ČSN EN 1990:2004-03+A1:2007-04/NA:2004-06	Základy posuzování staveb (Včetně: Erratum 1:2007-11, Erratum 2:2008-08)
[4]	ČSN EN 1991-1-1:2004-03/NA:2004-06	Část 1-1: Obecné účinky - Hustoty, vlastní hmotnost, užité zatížení budov
[5]	ČSN EN 1991-1-3:2005-06/NA:2008-07	Část 1-3: Obecné účinky - Zatížení sněhem (Včetně: Dodatek Z1:2006-12)
[6]	ČSN EN 1991-1-4:2007-04/NA:2008-05	Část 1-4: Obecné účinky - Zatížení větrem (Včetně: Erratum 1:2008-09)
[7]	ČSN EN 1194:1999-11	Dřevěné konstrukce- Lepené lamelové dřevo - Pevnostní třídy a stanovení charakteristických hodnot
[8]	ČSN EN 338:2010-05	Konstrakční dřevo

■ 1.2 MATERIÁLY

Mat. č.	Označení	Kategorie součinitele	Komentář
3	Lepené lamelové dřevo GL24h	Lepené lamelové dřevo	

■ 1.3.1 PRŮŘEZY

Průř. č.	Mat. č.	Označení průřezu [mm]	Komentář
2	3	T-obdélník 200/560	

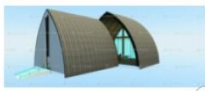
T-obdélník 200/560



RF-TIMBER Pro
PR1
VÝSLEDKY

■ 2.2 POSOUZENÍ PO PRŮŘEZECH

Průř. č.	Prut č.	Místo x x [m]	ZS/KZ KV	Posouzení	Podle Vzorce	
2	T-obdélník 200/560					
	908	0.000	KZ16	0.01 ≤ 1	101)	Únosnost průřezu - Tah ve směru vláken podle 6.1.2
	272	0.000	KZ4	0.07 ≤ 1	102)	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	272	0.000	KZ11	0.24 ≤ 1	111)	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
	550	0.188	KZ16	0.16 ≤ 1	151)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6
	551	0.375	KZ16	0.06 ≤ 1	161)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.3
	952	0.626	KZ19	0.29 ≤ 1	171)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.4
	272	0.000	KZ4	0.63 ≤ 1	303)	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	550	0.188	KZ16	0.16 ≤ 1	311)	Ohybaný prut bez tlakové síly podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	283	0.000	KZ11	0.68 ≤ 1	323)	Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	272	0.063	KZ4	0.63 ≤ 1	341)	Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	272	0.000	KZ24	0.00 ≤ 1	400)	Mezní stav použitelnosti - Žádné nebo velmi malé deformace
	952	0.626	KZ64	0.41 ≤ 1	401)	Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - Vnitřní pole, ve směru osy z



Strana: 1/2

Oddíl: 1

Projekt: Diplomová práce
Kaple

Model: Přechod střech
Kaple

Datum: 3.4.2015

Statický výpočet

PROJEKT

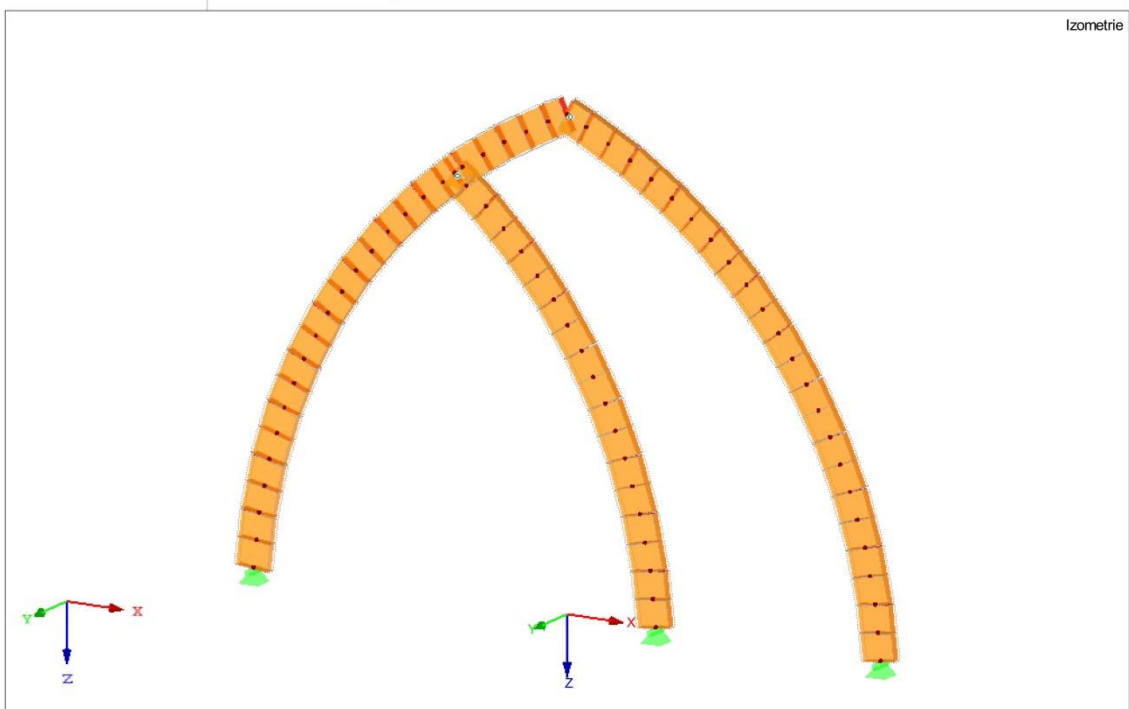
Diplomová práce

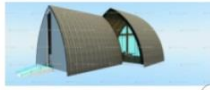
INVESTOR

Mendelova univerzita v Brně

ZHOTOVITEL

Bc. Lukáš Grus





Strana: 2/2

Oddíl: 1

RF-TIMBER Pro

Projekt: Diplomová práce
Káple

Model: Přechod střech
Káple

Datum: 3.4.2015

■ OBSAH

1.1.1	Základní údaje	2	2.2	Posouzení po průřezech	2
1.2	Materiály	2	4.2	Výkaz materiálu po sadách prutů	2
1.3.1	Průřezy	2			

RF-TIMBER Pro
PR1

■ 1.1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Pruty k posouzení:	5-7		
Sady prutů k posouzení:	5-7		
Posouzení podle normy:	ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09		
Posouzení mezního stavu únosnosti	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10		
Kombinace výsledků k posouzení:	KV1	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	
Posouzení mezního stavu použitelnosti	MSP - charakteristická		
Kombinace výsledků k posouzení:	KV2 KV3	MSP - kvazistálá	

■ 1.2 MATERIÁLY

Mat. č.	Označení	Kategorie součinitele	Komentář
3	Lepené lamelové dřevo GL28h	Lepené lamelové dřevo	

■ 1.3.1 PRŮŘEZY

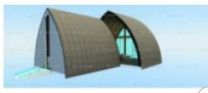
Průř. č.	Mat. č.	Označení průřezu [mm]	Komentář
2	3	T-obdélník 200/760	



RF-TIMBER Pro
PR1
VÝSLEDKY

■ 2.2 POSOUZENÍ PO PRŮŘEZECH

Průř. č.	Prut č.	Místo x x [m]	ZS/KZ KV	Posouzení	Podle Vzorce	
2	T-obdélník 200/760					
	799	0.000	KZ13	0.00 ≤ 1	100)	Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
	2048	0.515	KZ16	0.01 ≤ 1	101)	Únosnost průřezu - Tah ve směru vláken podle 6.1.2
	788	0.625	KZ4	0.06 ≤ 1	102)	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	812	0.000	KZ4	0.18 ≤ 1	111)	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
	908	0.000	KZ21	0.07 ≤ 1	151)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6
	820	0.250	KZ16	0.04 ≤ 1	161)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.3
	814	0.000	KZ4	0.15 ≤ 1	171)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak podle 6.2.4
	788	0.625	KZ4	0.91 ≤ 1	303)	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	908	0.000	KZ21	0.08 ≤ 1	311)	Ohybaný prut bez tlakové síly podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	789	0.625	KZ4	0.94 ≤ 1	323)	Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	788	0.563	KZ4	0.91 ≤ 1	341)	Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	272	0.000	KZ24	0.00 ≤ 1	400)	Mezní stav použitelnosti - Žádné nebo velmi malé deformace
	815	0.000	KZ50	0.17 ≤ 1	401)	Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - Vnitřní pole, ve směru osy z



Statický výpočet

PROJEKT

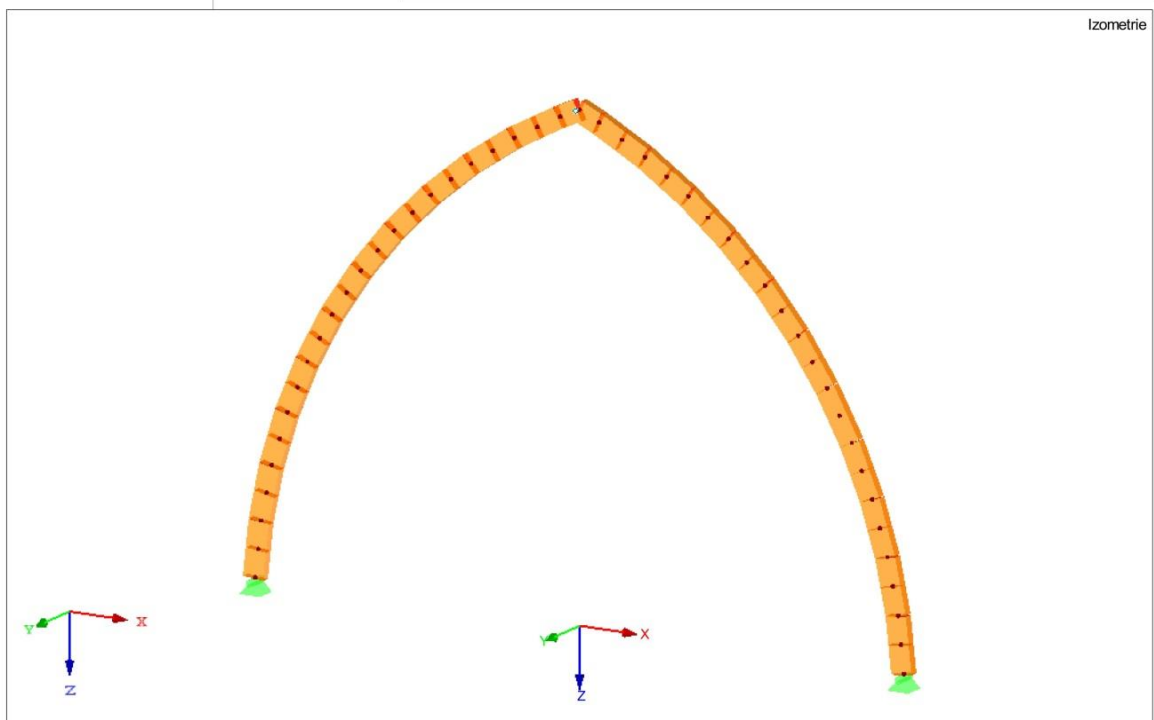
Diplomová práce

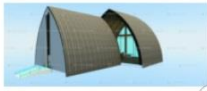
INVESTOR

Mendelova univerzita v Brně

ZHOTOVITEL

Bc. Lukáš Grus





Strana: 2/2

Oddíl: 1

RF-TIMBER Pro

Projekt: Diplomová práce

Model: Velký vazník

Datum: 3.4.2015

Kaple

■ OBSAH

1.2	Materiály	2	2.2	Posouzení po průřezech	2
1.3.1	Průřezy	2			

■ 1.2 MATERIÁLY

Mat. č.	Označení	Kategorie součinitele	Komentář
3	Lepené lamelové dřevo GL24h	Lepené lamelové dřevo	

■ 1.3.1 PRŮŘEZY

Průř. č.	Mat. č.	Označení průřezu [mm]	Komentář
5	3	T-obdélník 200/560	

■ 2.2 POSOUZENÍ PO PRŮŘEZECH

Průř. č.	Prut č.	Místo x x [m]	ZS/KZ KV	Posouzení	Podle Vzorce	
5	T-obdélník 200/560					
	4	0.000	ZS5	0.02 ≤ 1	101)	Únosnost průřezu - Tah ve směru vláken podle 6.1.2
	1	0.625	KZ4	0.11 ≤ 1	102)	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	35	0.000	KZ11	0.53 ≤ 1	111)	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
	132	0.063	KZ16	0.39 ≤ 1	151)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6
	4	0.000	ZS5	0.35 ≤ 1	161)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.3
	511	0.626	KZ11	0.80 ≤ 1	171)	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak podle 6.2.4
	1	0.625	KZ4	0.01 ≤ 1	303)	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	132	0.063	KZ16	0.39 ≤ 1	311)	Ohybaný prut bez tlakové síly podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	511	0.626	KZ11	0.80 ≤ 1	323)	Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	511	0.626	KZ11	0.71 ≤ 1	341)	Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	1	0.000	ZS1	0.00 ≤ 1	400)	Mezní stav použitelnosti - Žádné nebo velmi malé deformace
	511	0.313	KZ11	0.11 ≤ 1	401)	Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - Vnitřní pole, ve směru osy z

RF-TIMBER Pro
PRŮ

T-obdélník 200/560



RF-TIMBER Pro
PRŮ
VÝSLEDKY

Seznam výkresové dokumentace:

Výkres č. 1:	PŮDORYS	M 1:50
Výkres č. 2:	DETAIL NAPOJENÍ ZÁKLADU	M 1:20
Výkres č. 3:	POHLED ZÁPADNÍ	M 1:100
Výkres č. 4:	POHLED VÝCHODNÍ	M 1:100
Výkres č. 5:	POHLED SEVERNÍ	M 1:100
Výkres č. 6:	POHLED JIŽNÍ	M 1:100
Výkres č. 7:	ZÁKLADY	M 1:100
Výkres č. 8:	ŘEZ A – A'	M 1:100
Výkres č. 9:	ŘEZ B – B'	M 1:100
Výkres č. 10:	SITUACE	M 1:200

+ VÝPIS TRUHLÁŘSKÝCH VÝROBKŮ – OKNA, DVEŘE