

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Návrh divadla s konstrukcí na bázi dřeva

Diplomová práce

Autor: Bc. Václav Henych

Vedoucí práce: Ing. Martin Sviták, Ph.D.

2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Václav Henych

Dřevěné konstrukce a stavby na bázi dřeva

Název práce

Návrh divadla s konstrukcí na bázi dřeva

Název anglicky

Proposal of the theater with a wood-based structure

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vypracování části realizační projektové dokumentace vlastního návrhu budovy divadla s divadelní dílnou, jehož konstrukce bude založena na systému lehkého a těžkého dřevěného skeletu. Celkovému návrhu bude předcházet literární rozbor problematiky konstrukcí divadel nebo podobných staveb na bázi dřeva, ve vazbě k účelu budovy, v minimálním rozsahu 40 stran. První část realizační projektové dokumentace bude obsahovat zpracování základní charakteristiky stavby. V druhé části bude zpracována stavebně konstrukční část řešení stavby s posouzením statického návrhu vybraného prvku a tří detailů.

Dílním cílem bude návrh, posouzení a optimalizace konstrukčních skladeb a detailů z hlediska stavební fyziky a grafická vizualizace.

Metodika

Literární rozbor problematiky konstrukcí divadel nebo podobných staveb na bázi dřeva, ve vazbě k účelu budovy, v minimálním rozsahu 40 stran.

Termín zpracování od 07/2021 do 09/2021.

Metodika zpracování projektové dokumentace dílčího technického řešení:

1.1 Souhrnná technická zpráva / celkový popis stavby

1.1.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Termín zpracování od 07/2021 do 10/2021.

1.1.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

1.1.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby, provádění staveb

1.1.4 Bezpečnost při užívání stavby

1.1.5 Základní charakteristika objektů

1.1.5.1 Stavební řešení

1.1.5.2 Konstrukční a materiálové řešení

Termín zpracování od 09/2021 do 12/2021.

1.1.5.3 Mechanická odolnost a stabilita

1.1.6 Zásady požárně bezpečnostního řešení

1.1.7 Úspora energie a tepelná ochrana

1.2 Situační výkresy

1.3 Dokumentace dílčího technického řešení

Termín zpracování od 09/2021 do 11/2021.

1.3.2 Stavebně konstrukční řešení

Termín zpracování od 10/2021 do 12/2021.

1.4 Posouzení energetické náročnosti budovy – šíření tepla a vlhkosti konstrukcí, tepelná a vlhkostní bilance

1.5 Grafická vizualizace

Termín zpracování od 12/2021 do 02/2022. Termín odevzdání práce 04/2022.

Rozsah a obsah projektové dokumentace dle § 104 odst. 1 písm. a) až e) stavebního zákona.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran textu + výkresová část (rozsah dle stavebního zákona č. 186/2006 Sb. a vyhlášky o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb.)

Klíčová slova

Divadlo; sloupková konstrukce; projektová dokumentace; architektonicko-stavební řešení; stavebně konstrukční řešení.

Doporučené zdroje informací

Association of British Theatre Technicians, Technicians, A. B. T., & Strong, J. Theatre Buildings: A Design Guide, Routledge. 2010. ISBN:9781136992285

ČSN 73 5241 Názvosloví pro kulturní objekty s hledištěm Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1988

ČSN 73 5245 Kulturní objekty s hledištěm –podmínkyviditelnosti, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1988

Gene Leitemann Theater Planning: Facilities for Performing Arts and Live Entertainment, Taylor & Francis, 2017. ISBN: 9781317496878

HOPKINS, Carl, Sound Insulation, Routledge 2020 ISBN 9781000159288

KUKLÍK, Petr. Dřevěné konstrukce. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2005. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 8086769720

RŮŽIČKA, Martin. Moderní dřevostavba. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247- 3298-5.

Vyhláška č. 26/1999 Sb. hl. m. Prahy vhláška hl. m. Prahy, o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze 1999

Vyhláška č. 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby 2009

Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) 2006

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Martin Sviták, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2021

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh divadla s konstrukcí na bázi dřeva“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Svitáka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

.....

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mě podporovali během tvorby diplomové práce, jmenovitě vedoucímu práce Ing. Martinu Svitákovi, Ph.D. za neskonalou trpělivost, Ing. Michalu Bošanskému Ph.D. za pomoc při zpracování statického posouzení, paní radní Prahy 6, Ing. arch. Evě Smutné, FEng. za poskytnutí potřebných podkladních materiálů a své rodině za pevné nervy, psychickou podporu a pochopení.

Abstrakt

Práce je rozdělena do dvou částí. První část, skládající se z kapitol 3. – 5., obsahuje literární rešerši rozebírající problematiku divadelního umění, divadelní architektury a historických i současných konstrukcí divadelních budov na bázi dřeva.

Druhá část, tvořená kapitolou 6., rozebírá urbanistické, architektonické a konstrukční řešení vlastního návrhu divadelní budovy s divadelní dílnou, včetně analýzy tepelně technických a vlhkostních vlastností vybraných skladeb a detailů.

Práce je doplněna přílohou obsahující: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy, technickou zprávu, výkresy půdorysů, charakteristických řezů, střechy, pohledů, vybraných detailů a skladeb a statický výpočet střešního vazníku, detailu napojení střešního vazníku na sloup, detailu montované fasády a detailu střešní krytiny, zpracované podle vyhlášky o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb.

Klíčová slova

Divadlo; sloupková konstrukce; projektová dokumentace; architektonicko-stavební řešení; stavebně konstrukční řešení.

Abstract

This thesis is divided into two parts. The first part, consisting of chapters 3. – 5., contains literary research analyzing the issues of theater art, theater architecture and historical and contemporary construction of wood-based theater buildings.

The second part, consisting of chapter 6., analyzes the urban, architectural and structural design of the theater building with a theater workshop, including an analysis of thermal and humidity properties of selected compositions and details.

Thesis is further supplemented by an appendix containing: accompanying report, summary technical report, situation drawings, technical report, floor plans, characteristic sections, roof, views, selected details and compositions and static calculation of roof trusses, detail of roof truss connection to column, detail of assembled facade and detail of roofing, prepared in accordance with the Decree on Construction Documentation No. 499/2006 Coll.

Keywords

Theatre; column construction; project documentation; architectural and construction solutions; building design solution.

Obsah

Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek.....	12
Seznam grafů.....	12
Seznam zkratk.....	13
1. Úvod.....	14
2. Cíle práce	15
3. Vznik a vývoj divadelní kultury	16
3.1. Postupný vývoj divadelní kultury ve starověku.....	16
3.1.1. Antické Řecko a Řím.....	17
3.2. Středověké divadelní drama	17
3.3. Renesanční drama.....	18
3.4. Postupný vývoj dramatu do současnosti.....	18
4. Vývoj divadelní architektury a historické konstrukce	19
4.1. Divadla Shakespearovy doby.....	19
4.1.1. Historie divadel Shakespearovy doby.....	20
4.1.2. Architektonické rozvržení divadel Shakespearovy doby	21
4.1.3. Konstrukční systém divadel Shakespearovy doby.....	22
4.1.4. Shakespearův Globe	23
4.2. Historické budovy na bázi dřeva od Shakespeara dodnes	24
5. Současné konstrukční metody a současná divadelní architektura	25
5.1. Založení na železobetonových pásech	25
5.1.1. Ocelové štětování.....	25
5.1.2. Manula House.....	26
5.1.3. Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot.....	26
5.2. Rámové (sloupkové) konstrukce.....	28
5.2.1. Lehký dřevěný skelet.....	29
5.2.2. Těžký dřevěný skelet	30
5.2.3. Konstrukční materiály skeletových konstrukcí.....	31
5.2.4. Hudební pavilon Bad Ischl	33
5.2.5. Švýcarský dům	34
5.2.6. Vlnový otevřený komunitní amfiteátr.....	36
5.2.7. Kostel Sun-Pu.....	37
5.2.8. Dočasné divadlo Bouda	38

5.2.9. Kostel Okapů	39
5.2.10. Dočasná divadelní tribuna v Haagu	40
5.3. Konstrukce s použitím CLT panelů	41
5.3.1. Montáž konstrukcí z CLT panelu	43
5.3.2. Divadlo Jean-Claude Carrière.....	45
5.3.3. Vidy-Lausanne divadelní pavilon.....	46
5.3.4. Sara Cultural Centre, Skellefteå.....	48
5.4. Kombinované konstrukce	49
5.4.1. Koncertní hala Limoges.....	49
5.4.2. Kulturní centrum Angular Iiyama.....	50
5.4.3. Oslo Opera House.....	51
5.4.4. Kilden	52
5.4.5. Sami Cultural Center Sajos.....	53
5.4.6. Suvela Chapel	55
5.4.7. Divadlo Merkur	56
5.4.8. The Evelyn and Mo Ostin Music Center	57
6. Architektonicko-konstrukční řešení divadla	58
6.1. Lokalita.....	58
6.1.2. Specifikace lokality	59
6.1.3. Umístění objektu v rámci lokality	59
6.2. Základní charakteristika stavby a jejího užívání.....	60
6.2.1. Divadelní provoz	60
6.2.2. Divadelní dílna.....	62
6.3. Architektonický návrh	62
6.4. Konstrukční návrh.....	63
6.5. Materiálové řešení.....	64
6.6. Posouzení vybraných detailů a skladeb z hlediska stavební fyziky.....	65
6.6.1. výpočet součinitele prostupu tepla skladeb obálky	65
6.6.2. Okrajové podmínky	68
6.6.3. Technické parametry (porovnání s ČSN 73 0540-2)	69
6.6.4. Grafické znázornění rozložení teplot v typickém místě konstrukce	71
6.6.5. Částečný tlak vodní páry v typickém místě konstrukce.....	73
6.6.7. Posouzení detailu napojení OS CLT na OS železobeton.....	77
6.6.8. Posouzení detailu OS železobetonového nároží	79
6.6.9. Posouzení detailu napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu 1. NP.....	82
6.6.10. Posouzení detailu napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu 2. NP	85

6.6.11. Vypočtené technické parametry.....	87
6.6.12. Požadavky na technické parametry ČSN 73 0540-2.....	88
6.6.13. Závěrečné shrnutí.....	89
7. Závěr.....	90
Použité zdroje.....	92
Literární zdroje	92
Internetové zdroje	93
Zákony a normy	96
Obsah přílohy	97

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Rekonstrukce výpravného vozu dle Wickham a Gladstone (1959) © G. Wickham	19
Obrázek 2 – Globe Theatre (British Museum, 2012) © The Trustees of the British Museum.....	20
Obrázek 3 – Mapa Londýnských divadel 1574–1642 dle Gurra (1992) © A. Gurr	21
Obrázek 4 – Divadlo The Rose dle Brocketta a Hildyho (2019) © C. Walter Hodges.....	22
Obrázek 5 – Konstrukce The Globe dle Folger Shakespeare Library © Folger Shakespeare Library	22
Obrázek 6 – Shakespearův Globe, Londýn převzato z Flickeru (2016) © Neil Howard.....	24
Obrázek 7 – Manula House Převzato z ArchDaily (2017) © Mika Huisman.....	26
Obrázek 8 – Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot, převzato od Studio Andrew Todd (2021) © Martin Argyroglo	27
Obrázek 9 – Štětování Elizabethan Theatre, převzato od Studio Andrew Todd (2021) © Martin Argyroglo.....	28
Obrázek 10 – Příklad lehkého dřevěného skeletu, převzato od Šišoláka (2013) © Drevstav	29
Obrázek 11 – Příklad panelové montáže, převzato od Šišoláka (2013) © Drevstav	30
Obrázek 12 – Těžký dřevěný skelet, převzato z Fotolia (2021) © Christian Delbert.....	31
Obrázek 13 – Příklad KVH a BSH hranolu, převzato od Smutného (2016) © Jan Smutný	32
Obrázek 14 – Kompozitní nosníky, převzato od Böhma a kol. (2012) © Böhlm a kol.	32
Obrázek 15 – Lepené lamelové obloukové nosníky, převzato od Böhma a kol. (2012) © Böhlm a kol.	33
Obrázek 16 – Hudební pavilon Bad Ischl z archivu Two in a Box Architekten (2014) © Simon Bauer.....	34
Obrázek 17 – House of Switzerland Pavilion, převzato z ArchDaily (2017) © Sandra Pereznieto.....	35
Obrázek 18 – The Wave: public performance space, převzato z ArchDaily (2020) © The Scarcity and Creativity Studio.....	36
Obrázek 19 – Konstrukční systém The Wave, převzato z ArchDaily (2020) © The Scarcity and Creativity Studio.	37
Obrázek 20 – Sun-Pu Church převzato od Eberta (2020) © Taira Nishizawa	38
Obrázek 21 – Dočasné divadlo Bouda z archivu Haworth Tompkins (2013) © Haworth Tompkins.....	39
Obrázek 22 – Church of Eves z archivu Tezuka Architects (2014) © Katsuhisa Kida	40
Obrázek 23 – Dočasná divadelní tribuna v Haagu převzato od Kaisera (2021) © Gabriele Kaiser	41
Obrázek 24 – Pokládání CLT panelů jeřábem, převzato od Nešporové (2017) © dekwood.cz.....	42
Obrázek 25 – Lepení a formátování CLT panelu z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) © KLH Massivholz GmbH	43
Obrázek 26 – Příklad kotvicích úhelníků z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) © KLH Massivholz GmbH....	44
Obrázek 27 – Propojení panelů na polodrážku z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) © KLH Massivholz GmbH	44
Obrázek 28 – Divadlo Jean-Claude Carrière, převzato od China (2013) © Marie-Caroline Lucat	45
Obrázek 29 – Ukázka konstrukce stavebních panelů, převzato od Furita (2013) © A+ Architecture	46
Obrázek 30 – Vidy-Lausanne Theatre Pavilion převzato od Corradiho (2020) © Ilka Kramer	47
Obrázek 31 – Ukázka spojovacích prvků, převzato od Corradiho (2020) © Ilka Kramer.....	47
Obrázek 32 – Sara Cultural Centre z archivu White Architekter (2021) © Patrick Degerman	48
Obrázek 33 – Ukázka hybridních příhradových nosníků, převzato z ArchDaily (2021) © Åke E:son Lindman	49
Obrázek 34 – Koncertní hala Limoges z archivu Bernard Tschumi Architects (2007) © Bernard Tschumi Architects	50
Obrázek 35 – Angular Iiyama Cultural Hall z archivu Kengo Kuma and Associates (2021) © Fujitsuka Mitsumasa.....	51
Obrázek 36 – Oslo Opera House, převzato z ArchDaily (2008) © Snohetta.....	52
Obrázek 37 – Vnitřní vlnová zeď, převzato z ArchDaily (2008) © Snohetta.....	52
Obrázek 38 – Kilden, převzato z ArchDaily (2012) © Iwan Baan.....	53
Obrázek 39 – Sami Cultural Center Sajos převzato z ArchDaily (2012) © MikaHuisman.....	54

Obrázek 40 – Ukázka dřevěné fasády převzato z ArchDaily (2012) © MikaHuisman	54
Obrázek 41 – Suvela Chapel, převzato z ArchDaily (2017) © Míka Huisman	55
Obrázek 42 – Detail dřevěného obložení kaple, převzato z ArchDaily (2017) © Marc Goodwin	55
Obrázek 43 – Divadlo Merkur, převzato z ArchDaily (2014) © Yuri Palmin.....	56
Obrázek 44 – The Evelyn and Mo Ostin Music Center, převzato z ArchDaily (2018) © Iwan Baan.....	57
Obrázek 45 – výřez z výkresu rozsah řečeného území dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018)	58
Obrázek 46 –urbanistické řešení s vyznačeným blokem dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018)	59
Obrázek 47 – výřez z výkresu situace prostorové regulace dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018).....	60
Obrázek 48 – diagram typické organizace divadla dle Association of British Theatre Technicians (2010) (přeloženo)	61
Obrázek 49 – Výkres detailu 1 s popisem skladby	77
Obrázek 50 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 1	78
Obrázek 51 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 1	78
Obrázek 52 – Výkres detailu 2 s popisem skladby	79
Obrázek 53 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 2	80
Obrázek 54 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 2	81
Obrázek 55 – Výkres detailu 3 s popisem skladby	82
Obrázek 56 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 3	83
Obrázek 57 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 3	84
Obrázek 58 – Výkres detailu 4 s popisem skladby	85
Obrázek 59 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 4	86
Obrázek 60 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 4	87

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Součinitel prostupu tepla OS CLT	65
Tabulka 2 – Součinitel prostupu tepla OS Železobeton	66
Tabulka 3 – Součinitel prostupu tepla ST CLT.....	66
Tabulka 4 – Součinitel prostupu tepla ST Železobeton.....	67
Tabulka 5 – Okrajové podmínky	68
Tabulka 6 – Požadavek na teplotní faktor.....	69
Tabulka 7 – Požadavek na součinitel prostupu tepla.....	69
Tabulka 8 – Požadavek na vlhkost.....	70
Tabulka 9 – Vypočítané technické parametry	87
Tabulka 10 – Požadavek na teplotní faktor.....	88
Tabulka 11 – Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí	88
Tabulka 12 – Požadavek na lineární činitel prostupu tepla.....	89

Seznam grafů

Graf 1 – Rozložení teplot OS CLT	71
Graf 2 – Rozložení teplot OS Železobeton	71
Graf 3 – Rozložení teplot SK CLT	72
Graf 4 – Rozložení teplot SK Železobeton	72
Graf 5 – Částečný tlak vodní páry OS CLT	73
Graf 6 – Částečný tlak vodní páry OS Železobeton.....	73
Graf 7 – Částečný tlak vodní páry SK CLT	74
Graf 8 – Částečný tlak vodní páry SK Železobeton.....	74

Graf 9 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce OS CLT.....	75
Graf 10 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce OS Železobeton.....	75
Graf 11 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce SK CLT.....	76
Graf 12 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce SK Železobeton.....	76

Seznam zkratk

CLT – křížem lepené lamelové dřevo

KVH – konstrukční stavební dřevo

BSH – lepené lamelové dřevo

LVL – vrstvené dřevo

PSL – Parallam

LSL – Intrallam

1. Úvod

Dle Brocketta a Hildyho (2019) lze v každé společnosti nalézt dramatické a divadelní prvky, ať už při příležitosti oslav, sportu, politiky, náboženských obřadů, či dětských her. Vzhledem k rozsahu a komplexnosti této lidské činnosti bylo pro účel této práce vyčleněno pouze divadlo, jako samostatný druh umění a zábavy.

Pro správný návrh divadelní architektury rozebírá práce vznik divadelní kultury, její vývoj v průběhu let a jaké z ní plynou potřeby pro performační prostory.

Dále je nutné prozkoumat jaké materiálové a konstrukční možnosti jsou současnou technologií nabízeny. Teoretická část se snaží vždy popsat danou konstrukční metodu rovnou i na příkladech již existujících dřevostaveb.

Dřevostavba, jak uvádí Růžička (2014), je stavbou, jejíž zatížení a prostorovou tuhost přenáší převážně dřevo a materiály na dřevěné bázi. Nejpoužívanější systém výstavby dřevostaveb je v současné době skeletový systém, který využívá dřevěných sloupů a nosníků tvořících kostru, která je následně vyplněna izolací a opláštěná deskovými materiály.

Výhodou takového systému je jeho otevřenost bez usazenosti standartních řešení konstrukcí a detailů. Toto umožňuje systému pružně reagovat na současné vývoje stavebních materiálů a technologií.

Dalšími výhodami jsou rychlost výstavby, v případě lehkého skeletu je to jednoduchost provádění, snadné přestavby a v současné době i ekologie, stále více nabývající na významu.

Nevýhodami takového systému je vysoké množství spár a spojů, jejichž nekvalitní provedení může výrazným způsobem ovlivnit funkčnost konstrukce. Dále je to nedůvěra obyvatel České republiky v trvanlivost dřevostaveb.

Dalším zásadním problémem je požární bezpečnost dřevostaveb a převážně přísná legislativa. Nedůvěra lidí v návrh divadel ze dřeva je zakořeněna i přičiněním slavných požárů, jako je například požár divadla Globe v roce 1613 v Londýně, jak uvádí Brockett a Hildy (2019), či požár Národního divadla.

Výstavba dřevěných divadel je proto otázkou poslední doby. V současnosti mají totiž potenciál reagovat na ekologické požadavky veřejnosti a Evropské unie a současná požární opatření již dosahují takové efektivity, že riziko požáru je výrazným způsobem sníženo.

2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je vypracování části A. – C. a z části D. technickou zprávu, výkresy půdorysů, charakteristických řezů, střechy, pohledů, vybraných detailů a skladeb a statický výpočet střešního vazníku, detailu napojení střešního vazníku na sloup, detailu montované fasády a detailu střešní krytiny, realizační projektové dokumentace návrhu budovy divadla s divadelní dílnou, jehož konstrukce bude založena na systému lehkého a těžkého dřevěného skeletu.

První část práce bude zaměřená na zpracování literární rešerše obsahující shrnutí vývoje divadla, jako umělecké formy, vývoj divadelní architektury z konstrukcí na bázi dřeva a současné konstrukční systémy divadel, nebo jiných podobných staveb na bázi dřeva s příklady reálných staveb.

Druhá část se bude zabývat vytvořením návrhu divadla s divadelní dílnou za pomoci lehkého a těžkého dřevěného skeletu. Nejprve bude zvolena reálná lokalita a následně bude zpracováno architektonické, konstrukční a materiálové řešení, které bude reagovat na urbanistické předpisy dané lokality. Zároveň zde bude zpracováno posouzení vybraných skladeb a detailů z hlediska prostupu tepla a vlhkosti konstrukcí.

Jako nedílná součást práce bude vytvořena příloha obsahující dílčí část projektové dokumentace podle přílohy č. 13, vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, tedy průvodní a souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy širších vztahů a koordinační, architektonicko-stavební řešení a statický výpočet vybraného prvku a tří detailů.

3. Vznik a vývoj divadelní kultury

Brockett a Hildy (2019) uvádějí, že existuje pouze málo konkrétních důkazů, které by odhalili přímo původ divadelní kultury, a jsou tedy nuceni teoretizovat. Nejrozšířenější antropologická teorie pochází z konce 19. a začátku 20. století, která popisuje vznik divadelní kultury vývojem z mýtu nebo rituálu.

Rituály vznikaly tak, že společnost v dřívějších dobách nechápala přirozené příčiny ovlivňující přísuny potravy nebo pocit pohodlí, jako například počasí nebo roční období. Připisovala tak pozitivní i negativní jevy magickým či jinak nadpřirozeným silám. Společnost dále hledá možnosti, jak získat přízeň těchto nadpřirozených sil a všimá si určité zdánlivé korelace mezi jednáním skupiny nebo šamanů a požadovaným výsledkem. To se pak vyvíjí ve fixované rituály.

Z těchto rituálů pak ústí mýty, které se snaží vysvětlit, či idealizovat danou problematiku. Většinou zahrnují nějakou reprezentaci nadpřirozených sil, která rituály ovlivňuje. Rituály se pak mění s vývojem společnosti a jejím rostoucím chápáním, avšak příběhy a mýty zůstávají jako součást ústní lidové slovesnosti.

Jakmile dojde k oddělení těchto příběhů od rituálů, vzniká tak divadlo jako samostatná forma. Užitekový prvek příběhů pak nahrazuje prvek zábavy. Tato teorie pochází z kulturního darwinismu a předpokládá mezi biologickým vývojem a vývojem kultury jistou analogii.

Jiná teorie zase tvrdí, že k divadlu člověka vedl jeho přirozený sklon k vypravěčství a naslouchání příběhů. Prosté připomínky událostí postupně zapojují i pohybové dovednosti vypravěče, až dospějí do stádia obsazení každé role jiným hercem.

3.1. Postupný vývoj divadelní kultury ve starověku

Nehledě na to, jakým způsobem divadelní kultura vznikla, Brockett a Hildy (2019) uvádějí, že nejstarší archeologické nálezy datují rituály do doby před třiceti tisíci lety. Určitější podklady jsou však až z doby o cca deset tisíc let později. Z této doby pocházejí jeskynní malby, které rituály zachycují. Takovéto interpretace jsou však pouze dohadem, neboť chybí více konkrétních důkazů.

Rozsáhlou archeologickou podporu má však provozování rituálů v nejstarších lidských osídleních, tedy na Blízkém východě a v Egyptě. Mezi badateli však existují spory, zdali už obyvatelé těchto oblastí využívali performační prvky jen k náboženským obřadům, nebo i čistě k dramatickým představením.

Kde už však o samostatnosti divadelního dramatu nemůže být pochyb, je antické Řecko a Řím. V těchto antických oblastech vzniká obsáhlý systém božstev a mnoho příběhů o hrdinech, které slouží jako základ jak literárních, tak divadelních her.

3.1.1. Antické Řecko a Řím

V antickém Řecku, jak Brockett a Hildy (2019) uvádějí, vzniká první velká divadelní éra mezi 8. a 6. stoletím před naším letopočtem. Řekové začínají divadelní hry zaznamenávat a vznikají zde typy divadelních her – tragédie a později satyrské drama a komedie. Rozkvět však divadlo zaznamenává v roce 534 před naším letopočtem, kdy přichází podpora divadla ze strany státu, jmenovitě soutěž o nejlepší tragédii, kterou vypsal městský stát Athény.

Římské drama si do vysoké míry půjčovalo motivy dramatu řeckého. Obohacovalo však zažitě hry akrobatickými prvky nebo drezúrou. Publikum bylo velice přelétavé a přecházelo mezi různými dějišti podle potřeby. Divadelní hry se buď překládaly z řečtiny, nebo se psali podle řeckých vzorů.

S růstem vlivu křesťanství došlo k úpadku antického divadla, neboť to bylo spojeno především s oslavami bohů. Klasické divadlo se proto postupně měnilo a zapojovalo více křesťanských prvků, které vytlačovaly ty původní. Významnou divadelní hrou se staly pašije.

3.2. Středověké divadelní drama

Na počátku středověku došlo k výraznému úpadku divadelní kultury. Brockett a Hildy (2019) uvádějí, že rozpad Římské říše a rozličné nemoci vedly k úpadku světské moci a mocenské vakuu postupně nahradila církev. Společnost se tak skládala z pracujícího lidu, šlechty a církevních hodnostářů, kteří byli se šlechtou na stejné úrovni. S úpadkem Římské říše došlo také k úpadku vzdělávání a oslabení autority církve, k čemuž přispěla snaha o asimilaci různých pohanských skupin. Umělecké předměty se dělaly velice malé, aby se v této nejisté době daly dobře převážet.

Po rozpadu Římské říše se původně státem hrazené divadelní soubory rozpadly na malé skupiny a bez patřičného zázemí se z nich stali kočovní komedianti. Divadelní drama mělo v raném a středním středověku i jiné zastoupení a to bohoslužby. Bohoslužby se dělily na dva typy a to mše a hodinky. Mše měly daný řád a tak k divadelním počinům docházelo právě během hodinek.

V pozdním středověku docházelo k růstu moci cechů a tím i měst. Síla místní šlechty oslabovala a rostla moc panovníků, což dávalo základ moderním státům. Náboženská

představení se přesouvají mimo kostel a vznikají cykly krátkých her v národních jazycích. Produkce her postupně přechází z rukou církve na světská sdružení. Od 13. století začínají také vznikat světské hry a nové typy dramatu – fraška a moralita.

Ve 14. století se podle Brocketta a Hildyho (2019) začalo církevní divadlo vytrácet. Důvodem bylo neustálé oslabování moci církve, které pramenilo z upevňování moci jednotlivých panovníků. Ti se snažili získat maximální kontrolu nad svým územím. Velký význam měla proto volba vhodného papeže. V roce 1303 došlo k přestěhování papežského sídla z Říma do Avignonu, aby mohla Francie papeže lépe kontrolovat. K ještě výraznějšímu oslabení došlo mezi léty 1378 až 1417, kdy nastalo Velké schisma – byli zvoleni dva a v jednu chvíli dokonce tři papeži.

3.3. Renesanční drama

S nástupem renesance došlo k orientaci společnosti na humanismus. Podle Brocketta a Hildyho (2019) bezejmenné pisatele církevních her nahrazují uznávání autoři, kteří si za témata berou klasické mýty nebo historické a fiktivní události. Za vzor si renesance bere antiku. Oblibu si získaly tragédie, ale i nový typ dramatu pastorála, který vznikl ze satyrských her. Pastorála probírala téma lásky a mnoha překážek, které se jí staví do cesty.

3.4. Postupný vývoj dramatu do současnosti

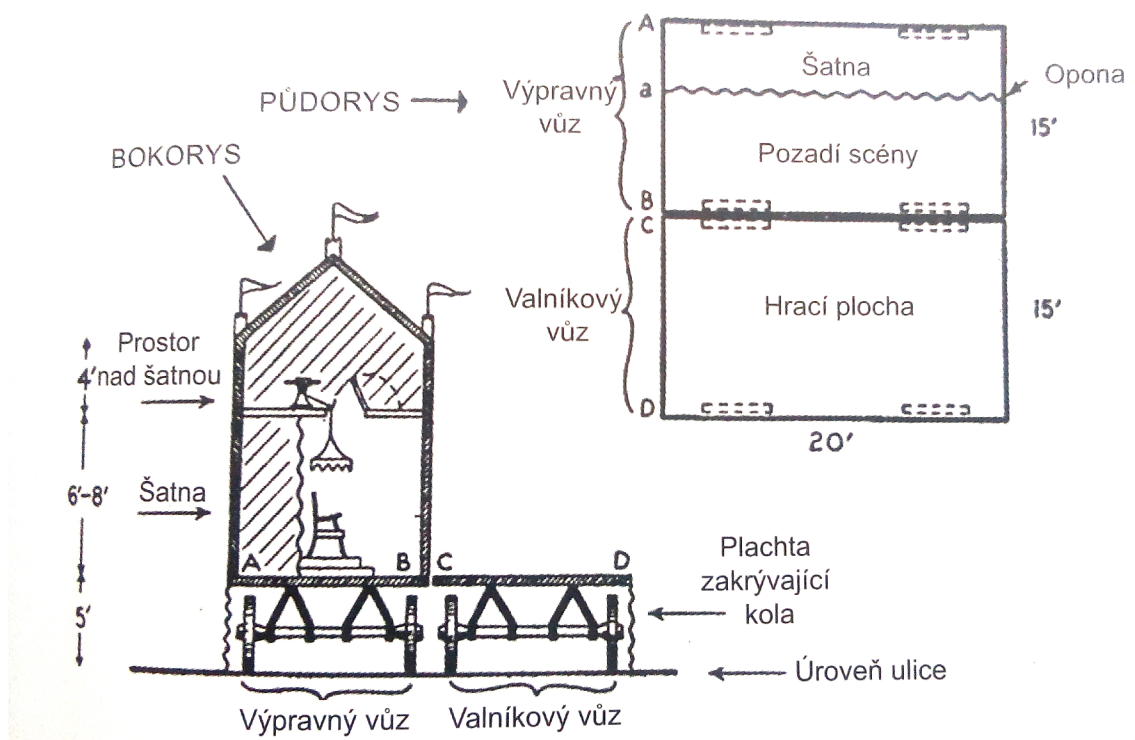
V nadcházejících letech docházelo k častému střídání slohů a zároveň i divadelního vkusu. V období baroka katolická církev objevila nový smysl a vydala seznam zakázaných děl, což podle Brocketta a Hildyho (2019) vedlo opět k poklesu divadelní kultury. V období klasicismu ovšem začínají vznikat nové scénické postupy a divadlo se postupně mění takřka do současné podoby.

4. Vývoj divadelní architektury a historické konstrukce

Podle Stehlíkové (2005) a Brocketta a Hildyho (2019) vzniká první divadelní architektura v antickém Řecku. Jedná se o tzv. amfiteátry, které se skládají z kruhového jeviště, okolo něhož se nachází půlkruhové hlediště. Tyto amfiteátry jsou budovány z kamene a jsou situovány ve svahu. Řím přebírá tyto amfiteátry, ale jejich půdorys je oválný, místo ve svahu jsou na rovině a podpírá je kamenná konstrukce.

Právě v antickém Římu, jak uvádějí Brockett a Hildy (2019), se objevují první historické zmínky o použití dřeva pro konstrukci venkovních dočasných amfiteátrů. Důvodem byla popularita divadelních her, avšak nechuť místních obyvatel k budování amfiteátrů v jejich sousedství. Bohužel neexistují spolehlivé zdroje, jak tyto amfiteátry vypadaly.

S nástupem středověku byly hlavním dějištěm divadelního umění kostely. V pozdním středověku se však začaly konat divadelní hry i mimo kostel a k tomu sloužila dočasná dřevěná jeviště a výpravné vozy.

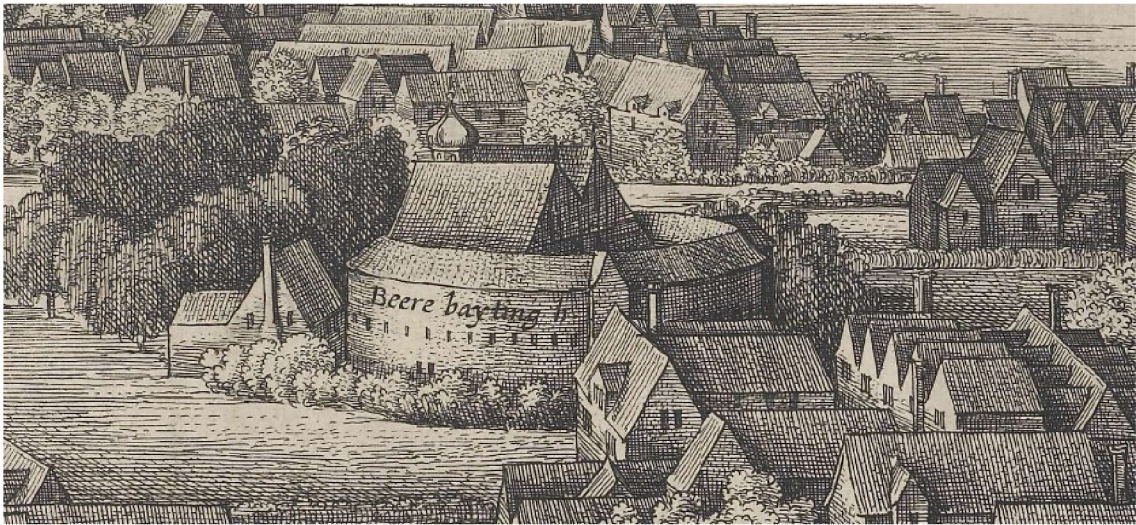


Obrázek 1 – Rekonstrukce výpravného vozu dle Wickham a Gladstone (1959) | © G. Wickham

4.1. Divadla Shakespearovy doby

S prvními divadly s konstrukcí na bázi dřeva, které můžeme díky historickým podkladům popsat, se setkáváme na konci 16. a začátku 17. století v Londýně. Gurr (1998) uvádí, že se jednalo se o divadla The Theatre, The Globe, The Rose a dalších

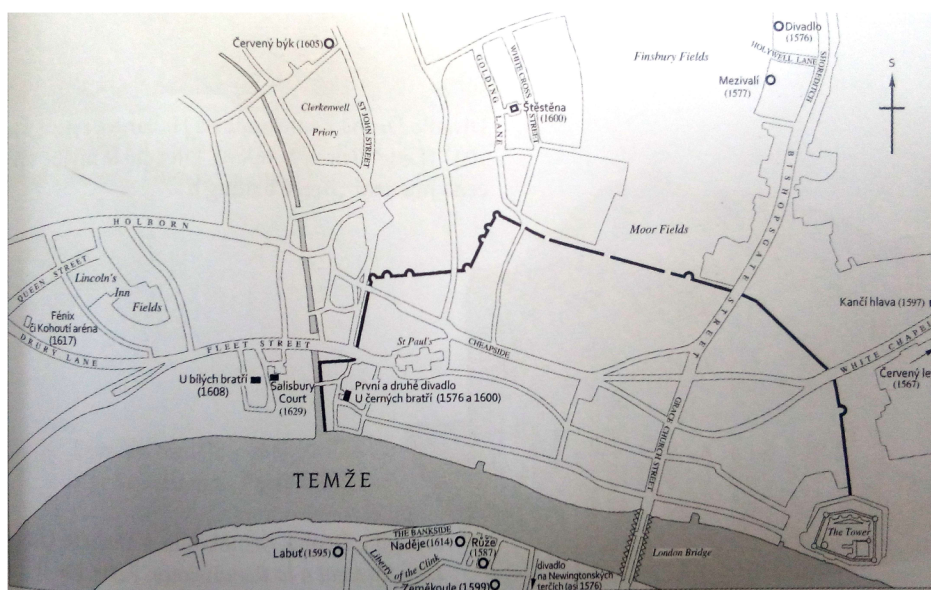
deset divadel. Všechna tato divadla vznikla v podobné době a dodržují podobný návrh. Nejznámějším divadlem z této doby je právě divadlo The Globe, které je nejčastěji spojováno právě s osobou Williama Shakespeara.



Obrázek 2 – Globe Theatre (British Museum, 2012) | © The Trustees of the British Museum
Výřez z kovoleptu Václava Hollara, můžeme si zde povšimnout chybného popisu budovy

4.1.1. Historie divadel Shakespearovy doby

V roce 1576, jak uvádí Gurr (1998), nechává britský podnikatel a nadšenec do divadel James Burbage vybudovat The Theatre, otevřené venkovní divadlo. Toto divadlo je kombinací antických amfiteátrů a britských zvyklostí, kdy herci hrávali převážně na dvorech obklopeni lidmi po celém obvodu, jak uvádějí Brockett a Hildy (2019). Divadlo sloužilo herecké společnosti The Lord Chamberlain's Men, jejíž členy byli i William Shakespeare a Burbageovi synové. Pozemek, na kterém však divadlo stálo, měl James Burbage pronajatý na dvacet let a jeho majitel odmítl smlouvu prodloužit.



Obrázek 3 – Mapa Londýnských divadel 1574–1642 dle Gurra (1992) | © A. Gurr

Po vypršení nájemní smlouvy a smrti Jamese Burbage byla herecká společnost nucena vystavit nové divadlo, na které podle Gurra (1998) ilegálně použila dřevo právě z divadla The Theatre. Nové divadlo bylo rozlohou větší, avšak zachovávalo stejné architektonické rozložení. Roku 1599 se tedy slavnostně otevírá nové divadlo The Globe. Divadlo zaznamenává veliký úspěch, bohužel však roku 1613 vyhořelo poté, co výstřel z kanónu během hry Jindřich VIII zapálil doškovou střechu.

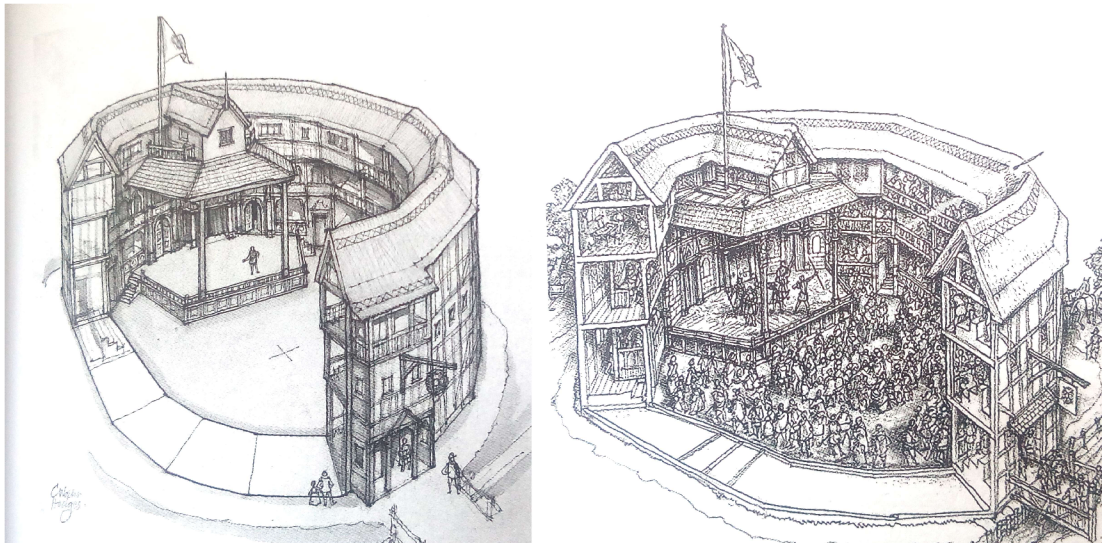
Společnost se rozhodla okamžitě vybudovat na stejném místě divadlo nové, které bylo dokončeno roku 1614 a fungovalo až do roku 1642, kdy bylo, jak uvádí Mulryne a kol. (1997), puritány zavřeno a následně roku 1644 zbouráno.

Divadlo The Rose vzniká, podle Brocketta a Hildyho (2019) roku 1587 pod patronátem Philipa Hensloweho pro hereckou společnost The Lord Admiral's Men. Z pečlivých záznamů Philipa Henslowea a z archeologických nálezů je o tomto divadle známo asi nejvíce.

4.1.2. Architektonické rozvržení divadel Shakespearovy doby

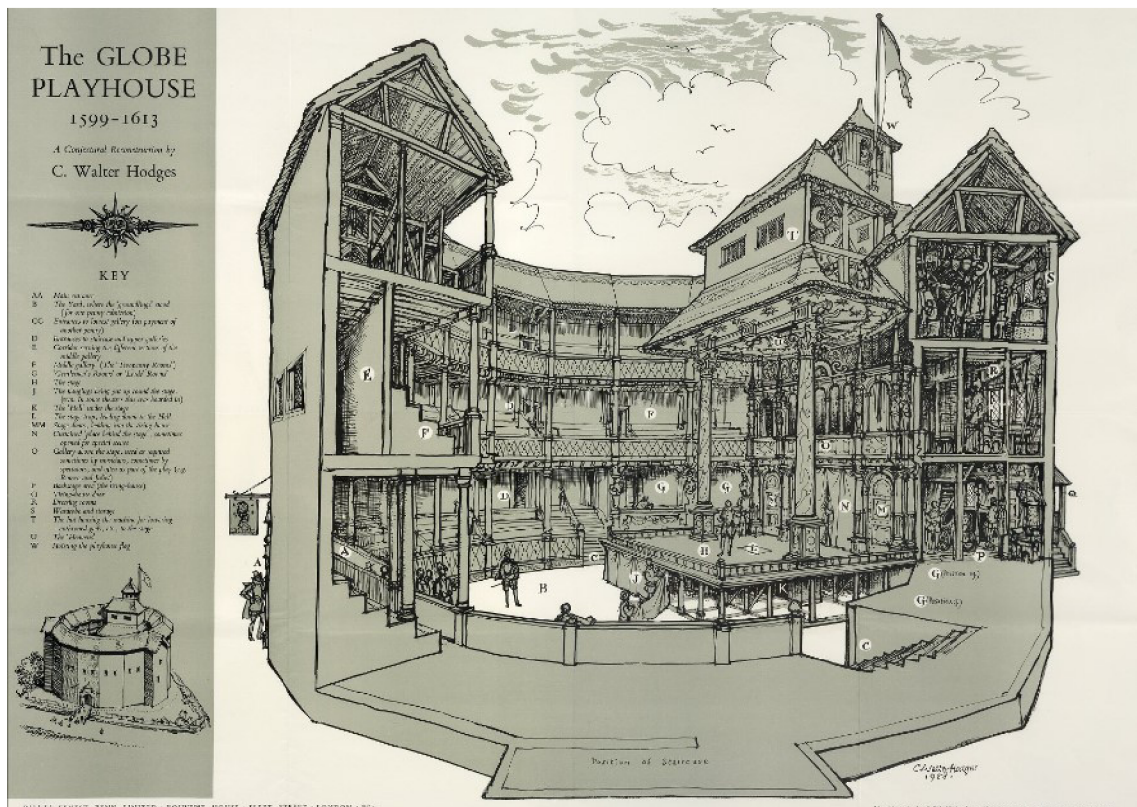
Venkovní amfiteátry se snažily co nejvíce přiblížit pravidelnému kruhu. Podél obvodových stěn se táhly dokola tribuny v několika podlažích, což uvnitř vytvářelo jakýsi dvůr, či manéž. Dle Bowshera (2011) a Shakespeare Globe Trust (2021) do dvora z jedné strany zasahovalo zastřešené jeviště a prostory za ním sloužily jako zázemí pro herce. Dle Brocketta a Hildyho (2019) existuje několik názorů na to, proč je zvolen právě tento tvar. Mohlo se tak stát inspirací římskými amfiteátry, či nádvořím hospod, kde si někteří výzkumníci myslí, že herci začínali se svou kariérou. Jiní zas upozorňují

na to, že pořádání hry na hospodském dvoře by narušilo normální chod hospody a že pravděpodobnější je, že se amfiteátry vyvinuly z arén pro zvířecí zápasy, které v té době byly v Londýně oblíbenou zábavou.



Obrázek 4 – Divadlo The Rose dle Brocketta a Hildyho (2019) | © C. Walter Hodges

4.1.3. Konstrukční systém divadel Shakespearovy doby



Obrázek 5 – Konstrukce The Globe dle Folger Shakespeare Library | © Folger Shakespeare Library

Amfiteátry Shakespearovy doby používají hrázděnou konstrukci. Jak se shodují Bowsher (2011) a Gurr (1998), byla nosná kostra vystavěna ze dřevěných trámů pravděpodobně z anglického dubu (*Quercus robur*), za použití tesařských spojů na čep a

dlab. Stěny pak byly podle potřeby vyplněny zdivem a omítnuty vápennou omítkou. Dřevěné nosné trámy jsou však příznané. Vnitřní konstrukce je pak sloupková. Dřevo bylo využito i na lavičky na jednotlivých galeriích. Základ však tvořily kamenné pásy, jejichž podobu se podařilo odhalit archeologickými pracemi na konci 20. století. Střecha byla vytvořena ze slaměných došků.

Asi nejznámější z těchto divadel, tedy The Globe, mělo tvar pravidelného dvacetistěnu, asi 30 m v průměru, což bylo podle Gurra (1998 a 1992) nejbližší, co se středověkým tesařům podařilo dostat ke tvaru kruhu. Budova obsahovala 3 podlaží a byla tak vysoká něco přes 9 m. Na pět z těchto dvaceti stěn navazuje na dvoře jeviště, které mělo tvar obdelníku 13 x 8 m a výšku 1,5 m. Zbýlých 15 stěn obsahovalo tribuny pro bohatší členy publika, kdežto dvůr sloužil ke sledování hry vestoje pro ty chudší. Divadlo tak bylo schopno pojmout až 3000 diváků.

Divadlo The Rose, které bylo jedním z nejpulárnějších divadel, nemělo tak pravidelný tvar, zejména kvůli tvaru pozemku. Dodržuje však stejnou konstrukci až na nepravidelný tvar jeviště. Nádvoří divadla Rose bylo také dle Brocketta a Hildyho (2019) vysypáno škvárou, smíchanou se skořápkami ořechů.

4.1.4. Shakespearův Globe

Příkladem použití hrázděné konstrukce na současném divadle je divadlo Shakespearův Globe, které vzniklo (jak uvádí The Shakespeare Globe Trust (2021)) tak, že roku 1970 založil americký herec a režisér Sam Wanamaker fond na jeho výstavbu. Nové divadlo Globe mělo co nejvěrněji replikovat původní Shakespearovo divadlo. Pro tento účel se procesu účastnil britský historik John Orrell, který, jak uvádí Douglas (2003), na základě nejnovějších archeologických a historických poznatků vytvořil společně s firmou Pentagram architektonický návrh. Dle Bowshera (2011) však stavba trvala velice dlouho, neboť na sebe neustále narážely historická přesnost a moderní požární předpisy. Nové divadlo Globe bylo proto otevřeno až roku 1997 a funguje dodnes.



Obrázek 6 – Shakespearův Globe, Londýn převzato z Flickru (2016) | © Neil Howard

Jak uvádí McCurdy (2001), tak Shakespearův Globe je hrázděná stavba s trámy z anglického dubu (*Quercus robur*), spojenými na čep a dlab. Dřevo je použito i na vnitřní lavičky. Střecha je došková a jedná se o jedinou takovouto střechu, jejíž výstavba byla povolena na území Londýna od velkého požáru Londýna v roce 1666. Aby byla povolena, musela být ošetřena speciálními retardéry hoření. Stěny jsou následně vyplněny dobovým zdivem, tedy plnými cihlami a omítnuty vápennou omítkou.

Gurr (1998) uvádí, že stavba stojí přibližně 230 m od původního divadla Globe. Obě divadla sdílí základní rysy. Stavba má tvar dvacetistěnu, cca 30 m v průměru a více jak 9 m vysokého, obsahujícího 3 podlaží. Pět z těchto dvaceti stěn rovněž slouží jako prostor pro herce a zázemí. Na ně navazuje zastřešené jeviště o rozměrech 13 x 8 x 1,5 m. Nádvoří slouží pro stojící diváky a okolní tribuny pro diváky sedící. Kvůli současným požárním standardům je však stavba schopna pojmout pouze 1 400 diváků.

4.2. Historické budovy na bázi dřeva od Shakespeara dodnes

Brockett a Hildy (2019) uvádějí, že v navazující historii nejsou již dřevěná divadla moc stavěna. Důvodem je pravděpodobně fakt, že docházelo často k jejich požárům. Stavělo se tedy převážně z kamene, s minimálním počtem dřevěných prvků. Otázka obnovení kultury dřevěných divadel je proto až doménou konce 20. a začátkem 21. století.

5. Současné konstrukční metody a současná divadelní architektura

V této kapitole jsou rozebrány současné konstrukční metody dřevěných divadel, jejichž použití bude vždy demonstrováno na nějaké současné divadelní budově, nebo budově podobné funkce, která využívá dřevomateriály.

5.1. Založení na železobetonových pásech

Založení stavby slouží k tomu, aby přeneslo veškeré síly působící na konstrukci bezpečně do podkladové zeminy, aby nedocházelo k jejímu nerovnoměrnému sesedání a porušení statiky budovy. Většina divadel bývají větší několikaposchodové stavby, s velikými halami a často podsklepením. Jediný vhodný způsob zakládání pro tyto stavby je založení na betonových pásech.

Dle Remeše (2014) se založení na základových pásech skládá z betonových pásů, které podpírají všechny stěny nosné i nenosné a základové desky, která na těchto pásech spočívá. Všechny základové pásy musí zasahovat do nezámrzné hloubky. To je u obvodových pásů v našem podnebí 800–1200 mm pod hranicí terénu u obvodových pásů a 500 mm u vnitřních pásů. Šířka těchto pásů musí být větší než šířka stěny, kterou podpírají. Nejčastěji se jedná o šířku 400 mm. Dříve se pásy odlévaly mezi připravené bednění, které se následně odstranilo. Dnes se využívá betonových bednicích tvárnic, které se s betonem spojí a bednění tvoří spolu. Při vylévání se tvárnice spojují ocelovými pruty. Pro vylévání těchto pásů se používá beton třídy B15, který je vhodný k všeobecnému použití.

Základová deska se pak vylévá na betonové pásy, mezi kterými je připraven štěrkový podsyp tloušťky 200–300 mm. Nejčastěji je zde používán beton třídy B25/30, který je v tlaku pevnější než beton třídy B15. Vrchní okraj desky musí kvůli konstrukční ochraně dřeva končit minimálně 300 mm nad úroveň upraveného terénu. Součástí desky je zároveň hydroizolace a izolace proti radonu. V praxi je tato izolace pokládána pro usnadnění technologického postupu až na desku samotnou. Při upevňování stěn k podkladu však dochází k její perforaci a tím snížení účinnosti.

5.1.1. Ocelové štětování

Společnost Fine spol. s.r.o. (2021) uvádí ocelové štětování jako metodu, která usnadňuje zakládací práce a zpevňuje výsledné základy. Technologie spočívá v tom, že se cca 10 mm tlusté profilové plechy (štětovnice) zatloukají do země technikou beranění a propojují se pomocí zámků. Z ohraničeného prostoru je pak možné odstranit hlínu a štětovnice působí jako bednění stavební jámy a zároveň jako bednění při následném

vylévání betonem. Na konci procesu mohou být vytaženy, nebo ponechány jako výztuha.

5.1.2. Manula House

Jako příklad založení budovy na betonových pásech může sloužit Kulturní komplex Manula House. Tato budova byla navržena studiem K2S Architects a stojí ve finských Helsinkách. Časopis ArchDaily (2017) uvádí, že kulturní centrum, které hostí zároveň vzdělávací centrum a veřejné služby pro občany všech věků, se může pyšnit zastavěnou plochou 3 100 m² a veřejnosti bylo otevřeno roku 2017.



Obrázek 7 – Manula House Převzato z ArchDaily (2017) | © Mika Huisman

Hlavní vchod do budovy vede z parku. V severní části budovy se nachází vzdělávací centrum pro mládež se svým vlastním vchodem, které plynule přechází v knihovnu, jež je zase hned vedle obchodu a kavárny vedené mladými lidmi. V jižní části se pak nachází administrativní prostory, učebny a víceúčelová hala.

Budova není podsklepená, avšak její umístění v mírném svahu způsobuje nutnost rozdílných výšek prvního podlaží, které jsou propojeny schodišti. Základové pásy jsou v takových případech podle Remeše (2014) stupňovitě vedeny do správné hloubky.

Hlavní nosná konstrukce je železobetonovo-dřevěný hybrid. Stěny jsou z vyztuženého betonu, stropní konstrukce je však nesena dřevěnými trámy. Dřevo je dále použito k dotvoření interiéru. Obložení venkovní fasády a vnitřního stropu je z lokálně vytěžené borovice, ošetřené transparentním nátěrem, aby nedocházelo k charakteristickému šednutí dřeva.

5.1.3. Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot

Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot je velice dobrým příkladem založení na betonové pásy s použitím technologie štětování. Jedná se o současné divadlo situované na severu Francie ve městě Condette. Studio Andrew Todd (2021), které je zodpovědné

za návrh, uvádí silnou inspiraci divadlem Globe a divadlem Rose. Návrh používá stejné vnitřní rozvržení jako divadlo Globe, avšak moderní dřevomateriály. Jeho rozloha činí 1233 m².

Postup návrhu tohoto divadla, který mělo na starost Studio Andrew Todd (2021), spočíval ve výrobě prototypů v měřítku, kde se zkoušelo převážně stínění z bambusových tyčí, nebo zkouškách přirozeného větrání. Stavba pak trvala 2 roky a skládala se z odlévání betonových základů, podsklepení, montáže CLT panelů a z dokončovacích prací.



Obrázek 8 – Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot, převzato od Studio Andrew Todd (2021) | © Martin Argyroglo

Budova se skládá z nadzemní a podzemní části. Podzemní část je betonové podsklepení, vyztužené štetováním, které obsahuje zázemí pro herce, technickou místnost a veřejné toalety. Nadzemní část je pak tvořena jedním velkým prostorem s obvodovými stěnami ze zakřivených CLT panelů, dokončených tepelnou izolací a dřevěným obkladem.

Proces výroby základů začal právě technologií štetování, kdy byl vytvořen kruh ze štetovnic, které byly zaberaněny do hloubky 10 m a následně byla vykopána vnitřní část do hloubky jednoho podzemního podlaží a byly vylity základy. Nebyla zde možnost použít betonové tvárnice kvůli zakřivenému tvaru, proto byla použita metoda vylévání mezi bednění, které v tomto případě tvořily štetovnice z vnější strany a speciální bednicí panely ze strany vnitřní. Štetovnice byly po dokončení stavby ponechány jako výztuha.



Obrázek 9 – Štětování Elizabethan Theatre, převzato od Studio Andrew Todd (2021) | © Martin Argyroglo

Stavbu dokončuje stínění z bambusových tyčí dlouhých 12 metrů, dovezených z Bambouseraie d'Anduze na Bali, které jsou upevněny do země pomocí kovových patek. Exteriérové cesty jsou vysypány drcenými mušlemi, což odkazuje na další divadlo z Shakespearovy doby a to divadlo Rose, které mělo nádvoří vysypáno skořápkami lískových oříšků.

V interiéru se nachází 388 míst k sezení, avšak pokud je nutnost využití orchestry při představení, toto číslo klesne na 290 míst. Vnitřní stěny mají ponechány přírodní povrch, v prostoru podsklepení z pohledového betonu a v nadzemní části z CLT panelu, který se načisto stýká s podlahou z dubových parket, bez použití lišt. Dřevo je rovněž použito na detaily zábradlí a sedačky, které byly speciálně navrženy přímo do tohoto prostoru.

5.2. Rámové (sloupkové) konstrukce

Rámová, sloupková nebo skeletová konstrukce je jeden a ten stejný název pro typ konstrukce, kde zatížení přenášejí svislé sloupky a vodorovné nebo šikmé překlady. Prostory mezi sloupky jsou obvykle vyplněny izolačním materiálem, který je z obou stran oplášťován. V praxi se často používá členění tohoto konstrukčního systému na lehký a těžký dřevěný skelet.

5.2.1. Lehký dřevěný skelet

Lehký dřevěný skelet má svůj původ v USA a občas se mu říká také konstrukce two by four, což vychází z toho, že konstrukční prvky měly rozměry dva na čtyři palce. Z takovýchto tenkých sloupků je pak vytvořena rámová konstrukce, která začíná základovým vodorovným hranoem, ke kterému jsou připevněny sloupky nejčastěji s roztečí 625 mm. V případě stavebních otvorů širších než 625 mm jsou sloupky na jeho okraji zdvojeny až ztrojeny a vodorovné vzdálenosti jsou opatřeny překlady. Všechny sloupky jsou pak navrchu opatřeny překladem ze dvou až tří two by four prvků.



Obrázek 10 – Příklad lehkého dřevěného skeletu, převzato od Šišoláka (2013) | © Drevstav

Konstrukce může být tvořena metodou takzvanou baloon frame, kde sloupky prochází přes celou výšku objektu, nebo platform frame, kde jsou vertikální prvky jednotlivými stropními konstrukcemi přerušeny a v místě přerušení je objekt zpevněn dřevěným věncem. Lehký dřevěný skelet se rovněž dělí na konstrukci staveništní, nebo panelovou montáží.

Staveništní montáž spočívá ve vytvoření rámu, vložení tepelné izolace a opláštění přímo na staveništi. Výhoda této metody spočívá v tom, že na staveništi nemusí být přístup pro těžkou techniku a propojení rohů dřevostavby může být provedeno důkladněji, což vede k vyšší pevnosti.

Panelová montáž naopak spočívá v tvorbě předpřipravených panelů ve výrobní hale a následné dopravení na místo a instalaci. Výhoda této metody spočívá ve větší rychlosti, neboť výroba panelů může probíhat i během technických pauz, například tvrdnutí základové desky. Montáž v hale také zajišťuje ideální montážní podmínky pro instalaci izolací a ostatních součástí, což vede k čistšímu provedení. Panely mohou být vyrobeny buď jako rovnou celé stěny u menších dřevostaveb, nebo menší panely standardizované velikosti, jejichž vhodnou kombinací docílíme požadované rozvržení stavby.



Obrázek 11 – Příklad panelové montáže, převzato od Šišoláka (2013) | © Drevstav

5.2.2. Těžký dřevěný skelet

Tato konstrukce spočívá v použití sloupků a překladů podstatně větších rozměrů než u skeletu lehkého, což vede k možnosti zvětšení vzdáleností mezi jednotlivými sloupy a tvorbu takzvaného volného plánu, kdy absence nosných stěn v interiéru umožňuje absolutně volné uspořádání místností. Na rozdíl od lehkého skeletu se izolace většinou nekládá mezi sloupy, ale připevňuje se zvenčí, což vede k přiznání sloupů v interiéru. Kotvení sloupů se také neprovádí na základovou lať, ale rovnou do podkladu – buď pomocí ocelových patek, nebo ocelových úhelníků.

Sloupy a překlady se spolu spojují speciálními kovovými prvky, neboť síly, které spoje přenášejí, jsou na tradiční vruty a úhelníky málo. K tvorbě takto velkých dřevěných prvků se používá lepené lamelové dřevo, protože masivní dřevo má problémy s vysoušením a vadami dřeva, což technologie lamelování odstraňuje. Touto

technologii je také možné vytvořit prvky větších rozměrů, než se v přírodě vyskytuje, a také prvky zakřivené.



Obrázek 12 – Těžký dřevěný skelet, převzato z Fotolia (2021) | © Christian Delbert

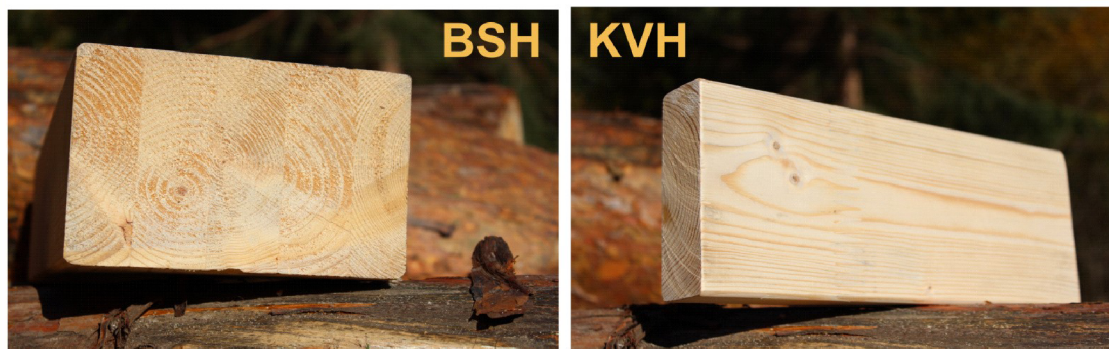
5.2.3. Konstrukční materiály skeletových konstrukcí

Vzhledem k potřebě stability odolnosti a garantované únosnosti dřevěných nosných prvků je použití rostlého dřeva nevhodné. Místo toho se používají materiály lepené z menších přířezů, ze kterých je možné vyřezat vady a takto kontrolovat jejich kvalitu.

Böhm a kol. (2012) uvádí, že materiálem používaným zejména při konstrukci lehkého skeletu jsou KVH hranoly, což je zkratka z německého Konstruktionsvollholz, to se dá do češtiny přeložit jako konstrukční stavební dřevo. Jedná se o hoblovaný hranol z vysušeného lepeného dřeva, který má po celé délce stejné rozměry a sražené hrany. Přířezy, ze kterých se KVH hranoly vyrábějí, jsou na délku spojovány takzvaným cinkovým spojem, což zajišťuje vysokou pevnost a možnost nekonečného napojování.

Pevnější variantou lepeného dřeva jsou podle Böhma a kol. (2012) BSH hranoly, opět z německého Brettschichtholz, což překládáme jako lepené laminované dřevo. Rovněž se jedná o hoblovaný hranol stálých rozměrů se sraženými hranami a délkovým nastavením cinkovým spojem, je však slepen z jednotlivých vrstev 40 mm tlustých

pomocí melaminové pryskyřice. Výhodou je větší pevnost než KVH, větší stabilita a výroba na přesnou délku, takže není třeba řešit zbytkový materiál.



Obrázek 13 – Příklad KVH a BSH hranolu, převzato od Smutného (2016) | © Jan Smutný

Vrstvené dřevo LVL, neboli Laminated Veneer Lumber, je kompozitní materiál vytvořený slisováním souboru dých, které jsou všechny ukládány tak, aby šla dřevní vlákna jedním směrem. Výsledná deska s tloušťkou 90 mm je rozřezána na požadované rozměry nosníků.

Parallam PSL, neboli Parallel Strand Lumber, je kompozitní materiál vyrobený lisováním pásků dých o rozměrech 2000 x 13 x 3 mm. K lepení je použito fenol-formaldehydového lepidla, což zaručuje finálnímu nosníku voděodolnost. Pro lisování je použito pásových lisů s mikrovlnným ohřevem. Finální nosníky mají rozměry 90–180 mm x 240 – 450 mm x 20 000 mm.

Intrallam LSL, neboli Laminated Strand Lumber, je kompozitní materiál vyráběn slisováním z velkých třísek délky až 300 mm a širokých až 30 mm. Lepidlo použité pro tento materiál je polyuretanové. Výroba probíhá lisováním velkých desek s tloušťkou 140 mm a následným nařezáním na požadované rozměry.



Obrázek 14 – Kompozitní nosníky, převzato od Böhma a kol. (2012) | © Böhma a kol.

Tvorba masivních nosníků z lepeného lamelového dřeva (BSH) spočívá v lepení lamel, vyráběných z truhlářského řeziva, do velikých přímých, nebo tvarových nosníků. Vstupní lamely jsou vysušeny na vlhkost 12–18 %, což dodá finálnímu nosníku požadovanou rozměrovou stálost. Nejprve jsou lamely nastaveny na požadovanou délku cinkovým spojem a pak jsou jednotlivé vrstvy lepeny k sobě fenol-formaldehydovým, nebo melamin-formaldehydovým lepidlem. Obvyklé rozměry takovýchto nosníků

dosahují 35 000 x 2 000 x 240 mm. Nosníky větších rozměrů se pak vyrábějí z více kusů.



Obrázek 15 – Lepené lamelové obloukové nosníky, převzato od Böhma a kol. (2012) | © Böhma a kol.

5.2.4. Hudební pavilon Bad Ischl

Tento pavilon je vystaven konstrukcí lehkého dřevěného skeletu. Časopis ArchDaily (2015) uvádí, že se jedná o drobnou stavbu navrženou studiem Two in a Box Architekten, která se nachází ve městě Bad Ischl v Rakousku. Stavba vznikla v roce 2014 a obsahuje jeviště pro koncert symfonického orchestru, společně s šatnou a veřejnými toaletami. Pro stavbu bylo použito 70 m³ lokálně vytěženého dřeva.

Konstrukce stavby, jak uvádějí Two in a Box Architekten (2014), je tvořena drobnými sloupky s proměnlivou roztečí, způsobenou oválným tvarem. Vnitřní opláštění je pomocí masivního dřeva, kladeného vertikálně. Venkovní opláštění je tvořeno pomocí dřevěných hranolků rovněž situovaných vertikálním směrem, aby mohly dobře kopírovat oválný tvar budovy. Vzhledem k charakteru stavby se izolace nachází pouze okolo toalet pro odstínění hluku.

Střecha je ocelová pultová, svažující se k zadní straně jeviště. Tato konstrukce je zvolena z akustických důvodů, kvůli směřování zvuku směrem k hledišti. Založení budovy je na betonových pásech. Střední část obsahuje otevřené jeviště, v levé části je

pak šatna pro účinkující, přístupná služebním vchodem ze zadní strany. Na pravé straně se nachází veřejné toalety.



Obrázek 16 – Hudební pavilon Bad Ischl z archivu Two in a Box Architekten (2014) | © Simon Bauer

5.2.5. Švýcarský dům

Tato budova vznikla k příležitosti oslav sedmdesáti let diplomatických vztahů mezi Švýcarskem a Mexikem a jedná se o další příklad sloupové konstrukce, v tomto případě těžkého skeletu. Nacházela se v El Bosque de Chapultepec v srdci Mexico City. ArchDaily (2017) uvádí, že studio Dellekamp Arquitectos, které stavbu navrhovalo, nemělo ze začátku k dispozici přesnou parcelu, ani typy místností a prostorů, které měly být obsaženy. Proto volilo trojúhelníkový modul, který umožnil jak adaptaci na různé pozemky, tak adaptaci finálního programu v průběhu celé návrhové fáze.



Obrázek 17 – House of Switzerland Pavilion, převzato z ArchDaily (2017) | © Sandra Pereznieto

Stavba měla dvě podlaží s celkovou výškou 6 m a rozměry 18,3 x 11,5 m. Vertikální konstrukce byly minimalizovány, aby došlo k vytvoření velkého otevřeného prostoru pro pořádání kulturních akcí. Druhé patro bylo pouze ve formě ochozu, sloužícího jako hlediště.

Konstrukce byla tvořena dřevěným nosným skeletem v trojúhelníkovém modulu, protože použití dřeva ve stavebnictví je ve Švýcarsku běžné. Dřevěné prvky jsou z lepeného lamelového borového dřeva a spoje jsou kovové. Vzhledem k dočasnému charakteru stavby není řešeno její založení. Modulárnost, snadná montáž a demontáž a absence nutnosti založení stavby tak umožňují umístění téměř kdekoli, bez poškození okolí a přírodních zdrojů.

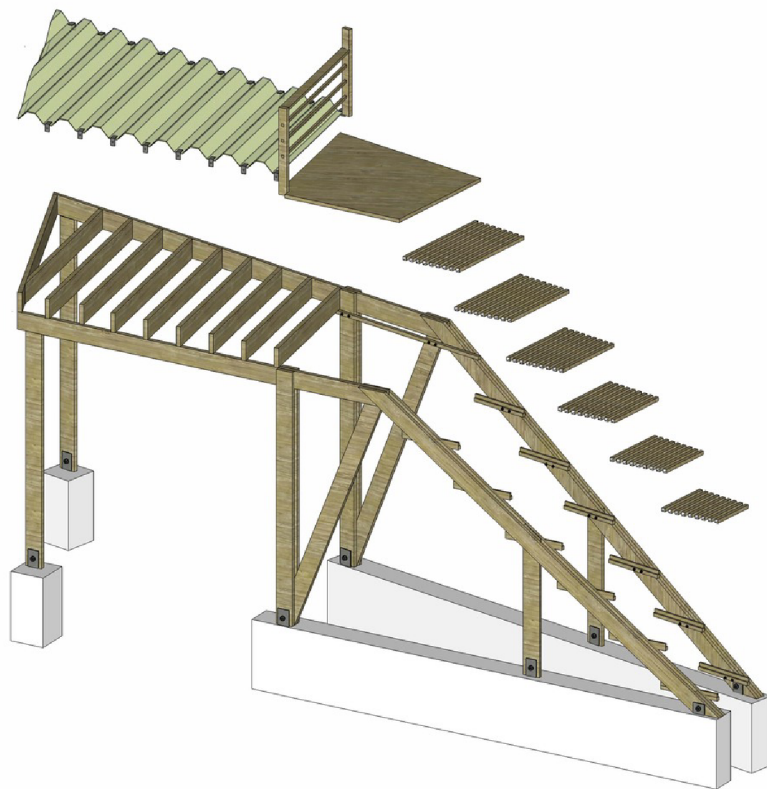
1.4.2.6. Vlnový otevřený komunitní amfiteátr



Obrázek 18 – The Wave: public performance space, převzato z ArchDaily (2020) | © The Scarcity and Creativity Studio

ArchDaily (2020) uvádí, že tento amfiteátr vznikl na zakázku Sitio Eriazo, kolektivu mladých absolventů divadla, umění a architektury, kteří se zaměřují na revitalizaci opuštěných prostor v Chilském městě Valparaiso. Organizace funguje na principech jako např. vnitřní motivace, vzájemná podpora a nehierarchická organizační struktura. Svoji činnost začíná v roce 2012 získáním parcely Escalea Becker, kterou přeměnila na místo k rozptýlení, provozování umění a rukodělných činností.

Prostor se skládá z amfiteátru a zastřešeného zázemí, které obsahuje prostory pro tvorbu umění a přípravu občerstvení, jmenovitě pec na pizzu a grill. Kolektiv pořádá veškerá představení zdarma, avšak prodává na místě připravené občerstvení.

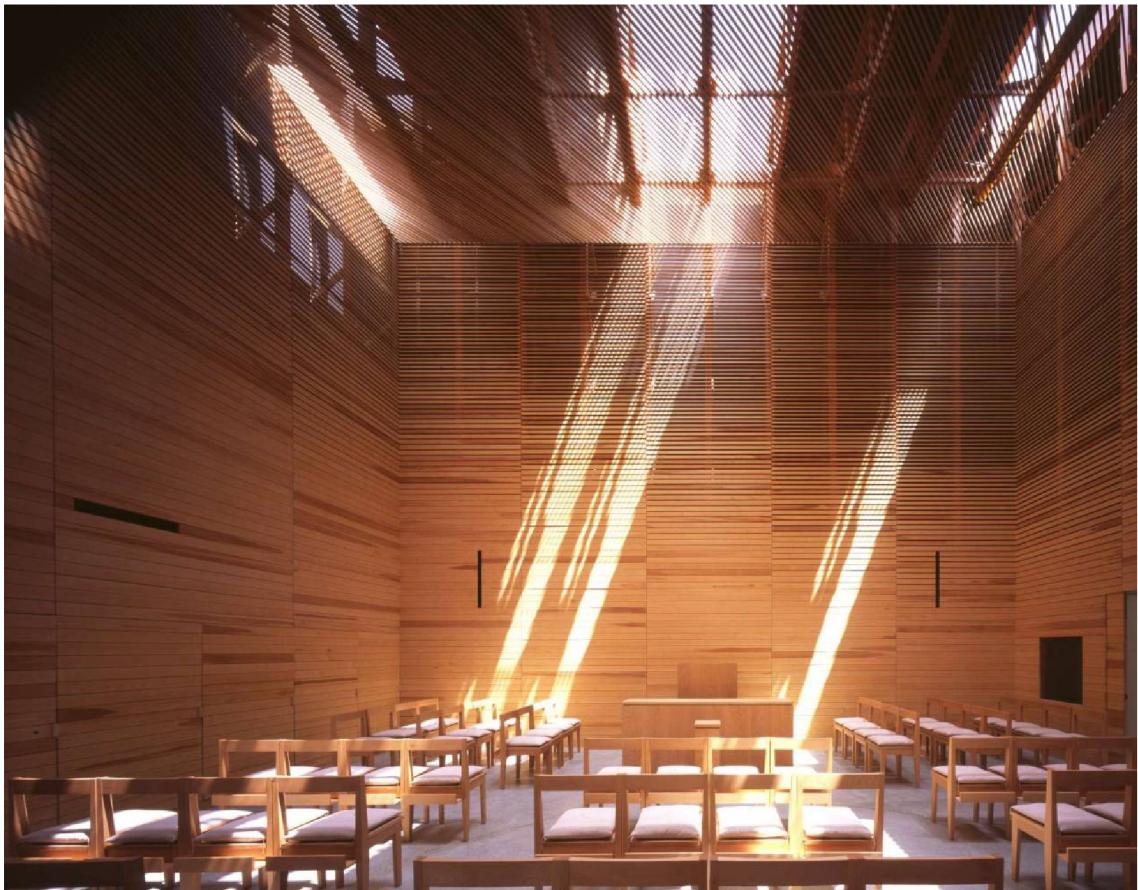


Obrázek 19 – Konstrukční systém The Wave, převzato z ArchDaily (2020) | © The Scarcity and Creativity Studio

Konstrukce využívá sloupkové konstrukce netradičním způsobem. Založení stavby je na betonových blocích. Každý sektor amfiteátru může stát samostatně. Dřevěná nosná konstrukce je k základu chycena pomocí ocelových patek. Jednotlivé sektory se postupně zvyšují, čímž dostává konstrukce tvar ulity. Prostory zázemí jsou zastřešeny pomocí ocelových plechů.

5.2.7. Kostel Sun-Pu

Tento jednoduchý kostel se nachází v japonském městě Shizuoka, ležícím na ostrově Honshu, a je to další příklad lehkého dřevěného skeletu. Dle ArchEyes (2016) má stavba tvar čisté krychle. Zpřístupnění veřejnosti se konalo v roce 2008.



Obrázek 20 – Sun-Pu Church převzato od Eberta (2020) | © Taira Nishizawa

Kostel se skládá ze vstupní chodby a vlastní kaple. Dovnitř se vstupuje nárožním vchodem. Osvětlení je řešeno pomocí světlíků ve střeše skrz stropní obklad, což na stěnách zachovává charakteristické světelné efekty. Prostor je vhodně doplněn nábytkem, který je ze dřeva stejného odstínu jako obklad.

Nosná konstrukce je lehký dřevěný skelet, kde jsou jako nosné sloupky a překlady použity příhradové nosníky. Toho bylo využito, protože bylo potřeba dosáhnout vysoké tloušťky konstrukcí. Stavba je zvenčí obložena svislými dřevěnými prkénky, která byla schválně nechána zešednout. Vnitřní obklad je řešen prkénky z červeného cedru, která jsou uložena vodorovně. Směrem ke stropu se ztenčují a mezery mezi nimi se zvětšují.

Jelikož vedle kostela vede železnice a železniční přejezd, bylo potřeba budovu dobře zvukově odizolovat, aby zvuky jedoucích vlaků nenarušovaly obřad. Toho je dosaženo pomocí stropu a stěn tlustých 1 330 mm a 760 mm. Tyto prostory jsou vyplněny vrstvami minerální izolace.

5.2.8. Dočasné divadlo Bouda

Podle archiwebu (2013) a HaworthTompkins studia (2013) bylo dočasné divadlo Bouda navrženo architektem Haworthem Tomkinsem pro Národní divadlo v Londýně. Tato

budova nahrazovala Cottasloe Auditorium po dobu jeho rekonstrukce. Budova sloužila zároveň jako experiment přirozeného větrání pomocí komínového efektu, který by v budoucnu umožnil stavění divadelních prostor udržitelným způsobem.



Obrázek 21 – Dočasné divadlo Bouda z archivu Haworth Tompkins (2013) | © Haworth Tompkins

Budova byla dokončena v roce 2013 a zbourána v roce 2017, čímž výrazně překročila plánovanou životnost dvanácti měsíců. Skrývala v sobě dvoupatrové auditorium pro 220 až 320 lidí. Jevišť se nacházelo uprostřed a divácká sezení byla kolem dokola. Foyer bylo vytvořeno uzavřením otevřené terasy hlavní divadelní budovy polykarbonátem a konstrukcí z dřevěných hranolů.

Budova byla postavena konstrukcí lehkého dřevěného skeletu. Vnější obložení bylo řešeno jasně červenými hrubými prkénky, která navazují na fasádu stávajícího divadla, protože to je z prkny bedněného betonu a tak mají stejný reliéf. Z vnitřní strany byly stěny obloženy tmavě natřenými překližkami. Vnitřní konstrukce auditoria byly tvořeny ocelovými prvky v kombinaci s překližkou.

5.2.9. Kostel Okapů

Tato stavba studia Tezuka Architects se nachází na severu ostrova Kyushu v západním Japonsku, nedaleko města Kitakyukhu. Podlažní plocha činí 497,79 m². Stavební proces pod vedením firmy Azuma Kensetsu probíhal roku 2014 a byl završen slavnostním otevřením. Kostel je křesťanský a dle Tezuka Architects (2014) jeho hluboké okapy mají zvat lidi dovnitř aby se ukryli před deštěm.



Obrázek 22 – Church of Eyes z archivu Tezuka Architects (2014) | © Katsuhisa Kida

Kostel se skládá z obřadního sálu a zázemí. Obřadní sál je na půdorysu čtverce a má výšku dvou podlaží. Osvětlení řeší dlouhé světlíky podél všech čtyř stran stropu. Křtitelnice je zabudována do podlahy, aby evokovala řeku Jordán v Izraeli, ve které byl pokřtěn Ježíš Kristus.

Konstrukce kostela je těžký dřevěný skelet, z obou stran opláštěvaný prkénky. Tato konstrukce umožňuje vkládání velikých oken, čehož je zde velice využíváno. Kazetová stropní konstrukce je v interiéru přiznána až na prostor kaple, kde je dřevěný obklad. Střecha je rovná plechová, s velkými přesahujícími okapy.

5.2.10. Dočasná divadelní tribuna v Haagu

Kaiser (2021) uvádí, že dočasná divadelní tribuna je každoročně montována na náměstí Hauptplatz v Rakouském Haagu. Poprvé k tomuto došlo v roce 2000. Divadelní tribuna je schopna pojmout až 600 diváků a je chráněna proti povětrnostním vlivům zastřešením a charakteristickým červeným nátěrem. Konstrukce je příkladem použití masivních nosníků z lepeného lamelového dřeva.



Obrázek 23 – Dočasná divadelní tribuna v Haagu převzato od Kaisera (2021) | © Gabriele Kaiser

Divadelní tribuna byla navržena, protože finanční důvody nedovolily místní divadelní společnosti zastřešit celé náměstí. Tribuna se skládá z přízemní části, balkónu a zastřešení. Přístupná je ze zadní strany po lešení.

Konstrukce je založena na dvou masivních betonových blocích, které jsou do náměstí zapuštěny a během roku zakryty, když není tribuna instalována. Toto založení je zvoleno, protože se pod náměstím nachází nádrž, která neumožňuje plošné zatížení. Horní tribuna je podepřena dvěma masivními dřevěnými nosníky a působí také jako částečné zastřešení spodní tribuny. Stavební díly tribuny jsou na zimu uskladněny ve speciálním přístřešku.

5.3. Konstrukce s použitím CLT panelů

Konstrukce z CLT panelů, neboli cross-laminated timber, spočívá v použití masivních panelů, slepených z několika vrstev navzájem kolmých lamel. Tato technologie byla vyvinuta v Rakousku v 90. letech 20. století, spoluprací vědeckých pracovišť a dřevozpracujících firem. Dle Pavlase (2016) byla prvním výrobcem rakouská firma KLH Massivholt GmgH v roce 1999. Technologie zaznamenala veliký úspěch, což dokazuje její rozšíření v roce 2000 do okolních států. V současné době existuje již celá

řada evropských výrobců a lze očekávat v nejbližší době nárůst využití technologie v Kanadě a Spojených státech amerických.

Konstrukční systém z CLT panelů umožňuje konstrukci masivních a staticky velice únosných celodřevěných staveb. Způsob konstrukce CLT panelů nenutí používat žádné moduly, neboť každý jeden panel je vyráběn na míru specificky podle projektu. Díky vysoké povrchové kvalitě je možné ponechat interiérovou stranu bez překrytí. Panely jsou následně kladeny jeřábem na místo, ať již ve vodorovné, šikmé, či svislé poloze. Technologie se pro stavebníky vyznačuje velikou jednoduchostí provedení.



Obrázek 24 – Pokládání CLT panelů jeřábem, převzato od Nešporové (2017) | © dekwood.cz

Technologie výroby spočívá v délkovém nastavení lamel cinkovým spojem a jejich následném slepení do masivní desky po jednotlivých vrstvách, které jsou na sebe vždy kolmé. Minimálně jsou tyto vrstvy tři, naopak maximem je vrstev sedm. Tloušťka panelu se tak pohybuje mezi 60 a 240 mm. Větší tloušťky jsou již z pohledu statiky a spotřeby materiálu neperspektivní. Rozměry jednotlivých panelů se řídí přímo projektem, avšak jejich velikost je omezena možnostmi technologie. Výška panelů může být až 3 000 mm a délka může dosahovat až 18 000 mm. Tvarově technologie také není omezena, což dokazuje použití zakřivených CLT panelu na objektu Elizabethan Theatre, Chateau d'Hardelot, zmíněném v kapitole 1.4.1.3.

Pavlas (2016) a Nešporová (2017) udávají, že stěny jsou schopny plnit svoji nosnou funkci již od tloušťky 60 mm. Stropní konstrukce však musí být z panelů větší tloušťky o více vrstvách a používají se do rozponů 6 000 mm. Větší rozpon by již znamenal neefektivní nárůst tloušťky a váhy panelu. Vhodným řešením tohoto problému je kombinace panelu s jinou konstrukcí, například dřevěným roštěm, který je CLT panelem opláštěvaný z obou stran. Vzniklé dutiny mohou být použity pro zvukovou

izolaci nebo rozvody. Další možností je kombinace s jiným materiálem, například betonem, kde CLT panel ve spodní části maximalizuje vysokou odolnost dřeva v tahu a beton z vrchní strany zase přenáší tlakové síly.

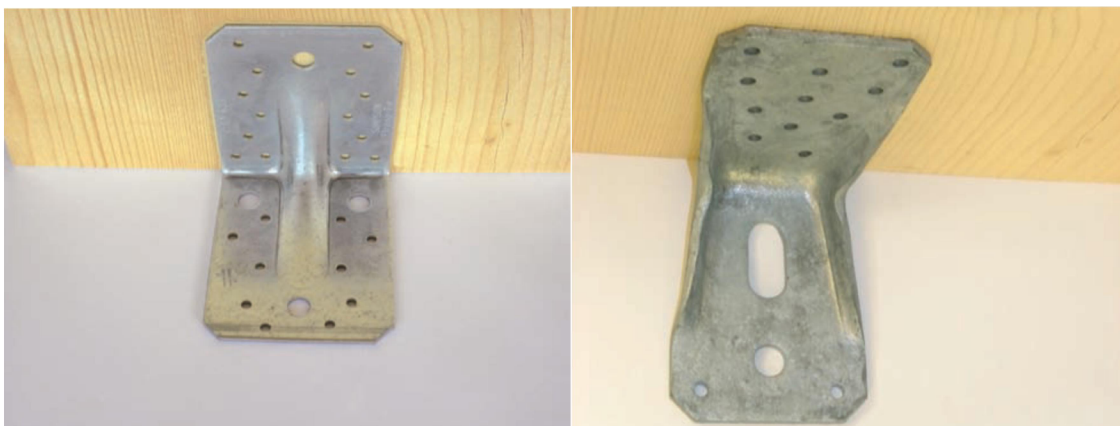
Jedna lamelová vrstva v CLT panelu může být tlustá 10–50 mm a jejich křížení zajišťuje prostorovou stabilitu. Zatížení tedy přenáší hlavně vertikálně orientované vrstvy, zatímco ty horizontální zajišťují tvarovou stálost. Pro lepení CLT panelu se používají polyuretanová lepidla, protože není možné používat lepidla, která by mohla uvolňovat formaldehyd do interiéru. Lepení panelů probíhá pod vysokým tlakem dvěma způsoby. Buďto se lamely mezi sebou v rámci jedné vrstvy nelepí, nebo lepí. Absence lepení zlevňuje tuto technologii, avšak zvyšuje průvzdušnost, což může činit problém při použití panelu na obvodovou konstrukci.



Obrázek 25 – Lepení a formátování CLT panelu z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) | © KLH Massivholz GmbH

5.3.1. Montáž konstrukcí z CLT panelu

Montáž panelů se provádí většinou na sucho, za použití kovových spojovacích prvků. Kotvení k betonovému podkladu může probíhat více způsoby. První možností je přikotvit panel pomocí kovových úhelníků s použitím vrutů a chemické kotvy. Mezi úhelník a CLT panel je často vkládána izolační páska, aby došlo k zamezení koroze úhelníku při styku s kyselými adhezivy CLT panelu. Pod samotný CLT panel se v tomto případě umísťuje distanční podložka. Další možností je kotvení CLT panelu na základový práh. Výhoda tohoto systému spočívá v tom, že základový práh může být z nějakého odolnějšího materiálu, a tak se v tomto detailu, kde nejčastěji dochází ke kondenzaci vlhkosti, CLT panel nepoškozuje. K ukotvení jsou rovněž použity úhelníky s vruty a chemickou kotvou, nebo lze základový práh ukotvit tradičními postupy a CLT panel k němu připevnit pomocí ocelových přílozek a vrutů. Pokud je základový práh přikotven, je možné rovněž použít kotvení pomocí diagonálních vrutů.



Obrázek 26 – Příklad kotvících úhelníků z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) | © KLH Massivholz GmbH

Dle Pavlase (2016) se kotvení stěnových panelů k sobě provádí pomocí vrutů. Mezi jednotlivými panely je nejprve nainstalována samolepící oboustranná páska a vruty jsou buďto vedeny ze strany exteriérů přímo skrz, nebo ze strany interiéru diagonálně. Stropní panely se ke spodním stěnám připevňují pomocí vrutů. Další podlaží je však připevněno opět úhelníky. V případě styku stropních panelů na spodní zdi se toto řeší buď spojením na tupo a následným kotvením diagonálními vruty, nebo spojením stropních panelů na polodrážku a následným připojením vruty k podpěrné zdi. Během montáže je třeba využívat různé dočasné výztuže a táhla, která zajišťují stabilitu panelů, než dojde k jejich provázání.



Obrázek 27 – Propojení panelů na polodrážku z archivu KLH Massivholz GmbH (2021) | © KLH Massivholz GmbH

5.3.2. Divadlo Jean-Claude Carrière

Podle A+ Architecture (2013) je divadlo využívající konstrukci z CLT panelů divadlo Jean-Claude Carrière, které se nachází na jihu Francie ve městě Montpellier. Na zakázku generální rady Héraultu ho navrhlo studio A+ Architecture. Divadlo má 600 míst k sezení, nebo 1200 ke stání a součástí budovy je i restaurace. Stavba byla realizována mezi lety 2012 a 2013, poté co tento návrh zvítězil v architektonické soutěži.



Obrázek 28 – Divadlo Jean-Claude Carrière, převzato od China (2013) | © Marie-Caroline Lucat

Samotné divadlo má tvar kvádrů o rozměrech 70 x 22,3 x 13,2 m, s podlažní plochou 2 620 m². Rozměry jeviště činí 21,3 x 12 metrů. Dle China (2013) je fasáda divadla zdobena harlekýnskými motivy ze smrkových latí, což evokuje funkci budovy, s občasnými barevnými světlými s motivem diamantu.

Harlekýnský motiv z latí se objevuje i uvnitř divadelního sálu, v kombinaci z přírodním povrchem CLT panelů a černou povrchovou úpravou vybraných částí.

Konstrukce divadla je řešena pomocí panelů, tvořených izolací a z obou stran opláštěných CLT panely. Tyto panely byly vyráběny na staveništi a upevňovány pomocí jeřábu. Vnitřní stěny jsou tvořeny jednoduchými CLT panely bez zvukové izolace. V čele budovy se nachází pevné zasklení, které je vyztuženo síťovou konstrukcí z KVH hranolů. Zastřešení je řešeno pomocí příhradových nosníků.



Obrázek 29 – Ukázka konstrukce stavebních panelů, převzato od Furita (2013) | © A+ Architecture

Červená fasáda je tvořena kovovými kazetami s provětrávanou mezerou, které jsou zavěšené na dřevěných podporách. Celá stavba je navržena s myšlenkou šetrnosti k životnímu prostředí. Budova má proto vymyšlen způsob přirozeného větrání a veškeré osvětlení včetně jevištního osvětlení je pomocí LED světel.

5.3.3. Vidy-Lausanne divadelní pavilon

Divadelní salon navržený Yvesem Weinandem stojí ve městě Lausanne, které leží na západě Švýcarska. Stavba, která byla postavena kompletně s použitím CLT panelů, byla otevřena roku 2017 jako rozšíření historického divadla Vidy a je schopna pojmout až 250 diváků. Corradi (2020) uvádí, že stavební proces trval jeden rok, ale hrubá stavba byla z panelů seskládána za 10 dní pouze s šesti dělníky a jedním jeřábem, za minimálního použití kovových spojovacích prvků.

Pavilon obsahuje pouze jednu velkou místnost s divadelním sálem, která je složena z jedenácti sekcí, skládajících se ze dvou stěn a obloukové střechy. Z přední části vede vstup pro diváky, ze zadní strany vstup pro účinkující a po stranách jsou únikové východy.



Obrázek 30 – Vidy-Lausanne Theatre Pavilion převzato od Corradiho (2020) | © Ilka Kramer

Konstrukce je tvořena stavebními panely, které jsou tvořeny celulózovou izolací ze starých novin z obou stran opláštěnou CLT panely. Spoje mezi jednotlivými panely jsou řešeny unikátními dvojstřížnými celodřevěnými spoji mezi oběma nosnými vrstvami obvodového pláště, čímž bylo možné vytvořit celodřevěnou konstrukci bez použití kovových prvků s rozponem 16 až 20 metrů. Stabilitu budově dodává „origami“ tvar, který rovněž vedl ke snadné prefabrikaci.



Obrázek 31 – Ukázka spojovacích prvků, převzato od Corradiho (2020) | © Ilka Kramer

Fasáda je dokončena ochranným nátěrem. Střecha je tvořena plechovou krytinou. Proces prefabrikace byl velice urychlen a zlevněn použitím detailního počítačového modelu.

5.3.4. Sara Cultural Centre, Skellefteå

Toto kulturní centrum se nachází pod arktickým kruhem v městečku Skellefteå na severu Švédska a má rozlohu téměř 30 000 m². White Arkitekter (2021) uvádí, že je to jedna z nejvyšších dřevěných budov na světě a poukazuje tak na nosné schopnosti CLT panelů. Kulturní centrum obsahuje Västerbotten regionalní divadlo, museum Annay Nordlanderové, Skellefteå galerii a městskou knihovnu. Zároveň však obsahuje hotel, který poskytuje městu příjmy.



Obrázek 32 – Sara Cultural Centre z archivu White Arkitekter (2021) | © Patrick Degerman

Dle ArchDaily (2021) má budova dvě hlavní části a to přízemní část až ke čtvrtému podlaží, na což navazuje druhá část, totiž věž o třinácti podlažích. Přízemní část hostí muzeum, knihovnu, galerii, konferenční centrum a dvě velká hlediště využívaná kulturním centrem, divadlem a konferenčním centrem. Hotel je umístěn ve věži, kompletně s restaurací lázněmi a střešním barem.

Až na založení a podzemní prostory, které jsou z betonu, je v objektu využito dřevo v maximální míře. Přízemní prostory se ve velké míře skládají z velkých otevřených prostor, toho je dosaženo užitím nosné konstrukce ze sloupů z laminovaného dřeva a CLT panelů. Stropní konstrukci podpírá hybridní konstrukce z příhradových nosníků, kde jsou tlačené pruty ze dřeva a tažné pruty z oceli, což využívá lepší vlastnosti obou materiálů. Věž je tvořena ze samostatně konstruovaných pokojů formou buňek z CLT

panelů, které byly prefabrikovány a na místo vyzdviženy pomocí jeřábů. Takovéto výškové stavby obvykle používají vyztužení pomocí betonových výtahových šachet. Tato stavba má však i výtahové šachty z CLT panelů. Stability je dosaženo pomocí zatížení masivní konstrukcí.



Obrázek 33 – Ukázka hybridních příhradových nosníků, převzato z ArchDaily (2021) | © Åke E:son Lindman

5.4. Kombinované konstrukce

Řada současných divadelních staveb využívá konstrukční systém, který kombinuje dřevěné prvky s ocelí, betonem, či nějakým jiným stavebním materiálem. V některých případech je dřevo použito pouze na konstrukci vnitřní struktury, jindy je zase pouze jako estetické dotvoření prostoru. Tato kapitola některé takové stavby rozebírá.

5.4.1. Koncertní hala Limoges

Dle Langdon (2014) a Bernard Tschumi Architects (2007) se tato impozantní stavba, navržená architektonickou kanceláří Bernard Tschumi Architects, nachází ve střední Francii ve městě Limoges. Hala vznikala mezi lety 2003 a 2007 a dokáže pojmout až 6 000 diváku. Cílem tohoto návrhu bylo stavbu co nejlépe začlenit do okolní přírody a prostředí parku. Toho je dosaženo zeleným parkovištěm a dřevěnou konstrukcí zakřivené fasády.



Obrázek 34 – Koncertní hala Limoges z archivu Bernard Tschumi Architects (2007) | © Bernard Tschumi Architects

Langdon (2014) uvádí, že je tato hala inspirována římskými amfiteátry, o čemž svědčí její tvar a prostorové rozvržení. Z tepelně izolačních a akustických důvodů je hala tvořena vnitřní konstrukcí, která tvoří vnitřní prostor s jevištěm a sezením a vnější samonosnou konstrukcí, která nese fasádu.

Vnitřní konstrukce je tvořena ocelovo-betonovými nosnými sloupy a betonovými stěnami. Tyto sloupy navíc ještě nesou střešní konstrukci podepřenou ocelovými příhradovými nosníky. Hlediště ve většině stavby přesahuje do prostoru foyer a je dokončeno dřevěným obkladem. Dřevo je rovněž použito na nábytkové vybavení a obklady v interiéru.

Dle Bernard Tschumi Architects (2007) má vnější konstrukce nosné prvky z lepeného ohýbaného lamelového dřeva s žebrováním z KVH hranolů. Fasáda je pak z 50 mm komorového polykarbonátu.

Stavba je koncipována tak, aby v co největší míře využívala přirozeného větrání a ohřívání slunečními zisky. Ekologičnost stavby doplňuje užití vulkanického kamene na parkoviště, který umožňuje prorůstání trávy, ale zároveň vydrží těžkou silniční dopravu.

5.4.2. Kulturní centrum Angular Iiyama

Dle Stevense (2016) se toto kulturní centrum skládá ze dvou divadelně koncertních sálů a občanského centra. Nachází se v japonském městě Iiyama. Stavba zabírá plochu

3,888,21 m² a stavební proces trval od dubna 2012 do prosince 2015. Dokončení stavby bylo koncipováno tak, aby proběhlo ve stejnou dobu jako zavedení vysokorychlostní železnice do oblasti Hokuriku.



Obrázek 35 – Angular Iiyama Cultural Hall z archivu Kengo Kuma and Associates (2021) | © Fujitsuka Mitsumasa

Stavba se skládá ze tří nezávislých objemů, které jsou propojeny chodbami, jež mají evokovat zastřešené arkády, které jsou často k nalezení v japonských sněhových oblastech. Největší hala směřuje k městu, aby s ním byla co nejvíce propojena. Všechny ostatní části se snaží o co největší otevřenost do okolní krajiny.

Stavba je založena na betonových pásech. Aby mohlo dojít k co největší otevřenosti, volí architekt konstrukční systém těžkého dřevěného skeletu, v kombinaci s kovovými nosníky a betonovými stěnami. Výplně jsou buďto skleněné, nebo betonové. Střecha je plechová a fasáda je dokončena deskami z japonského modřínu, získaného přímo z regionu.

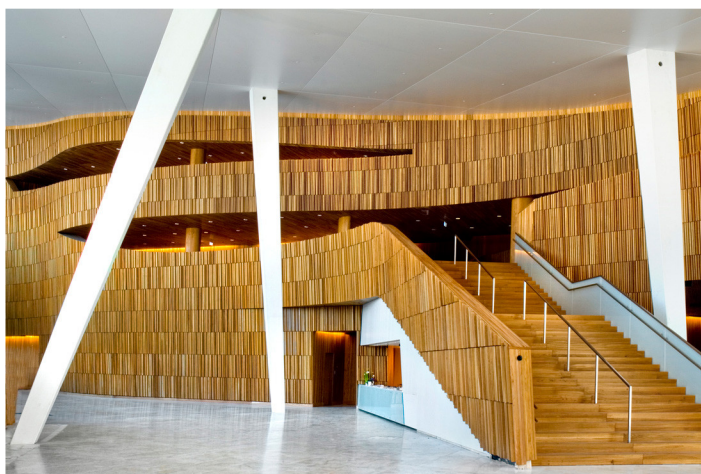
5.4.3. Oslo Opera House

ArchDaily (2008) uvádí, že tato stavba navržena architektonickým studiem Snøhetta, se nachází v norském Oslu a zabírá plochu 38 500 m². Stavba probíhala mezi léty 2003 – 2008. Hlavní auditorium a dvě vedlejší auditoria dokáží pojmout dohromady až 1900 diváků.



Obrázek 36 – Oslo Opera House, převzato z ArchDaily (2008) | © Snøhetta

Budova je rozdělena na dvě části a to západní, která skýtá prostory přístupné veřejnosti a jeviště, a východní část se zázemím. Ze západní strany mramorem vykládané náměstí přechází do foyer a ostatních veřejně přístupných oblastí. Severní vstup vede přímo k restauraci a rovněž foyer. Na jižní straně se foyer otvírá do přístavu a je odsud možné pozorovat ostrov Hovedøya.



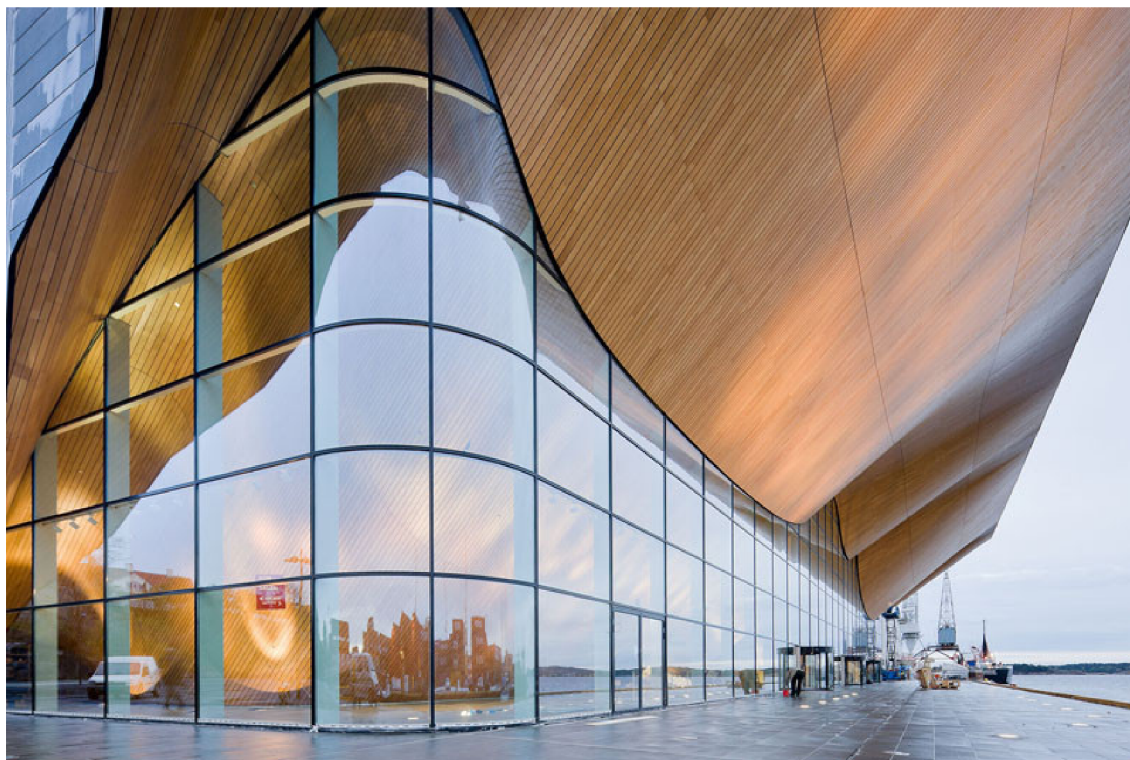
Obrázek 37 – Vnitřní vlnová zeď, převzato z ArchDaily (2008) | © Snøhetta

Jako konstrukční systém není použito dřevo, avšak to tvoří velice významnou část vnitřních prvků. Jako dřevina je zde použit dub ošetřen amoniakem, pro dosažení stability prvků a tmavšího tónu. Je z něj zde vyrobena tzv. Wave Wall (vlnová zeď) a auditorium. Vlnová zeď má organický vzhled a proto je dubový obklad tvořen drobnými svislými prvky, které dokáží tento tvar dobře kopírovat. V auditoriu je dub zase použit na podlahu a obložení stěn i stropu.

5.4.4. Kilden

Kilden je uměleckým centrem v norském městě Kristiansand od architektonického studia ALA Architects. Dle ArchDaily (2012) se budova skládá ze čtyř auditorií, která

zároveň tvoří zastřešení pro veřejný prostor a foyer. Centrum je využíváno čtyřmi organizacemi a to Agder Theater, Kiristiansand Philharmonic a Opera South.



Obrázek 38 – Kilden, převzato z ArchDaily (2012) | © Iwan Baan

Budova přiléhá svou západní stranou k pobřežnímu molu. Z východní strany začíná produkčními místnostmi, tedy zázemím pro účinkující a technické zajištění budovy. Na technické místnosti navazují čtyři paralelní auditoria, která přesahují přes foyer a veřejný prostor na západní stěně a tvoří tak jeho zastřešení.

Ačkoli budova samotná není dřevostavbou, dřevo zde tvoří významnou součást vizuálního dopadu. Hlavní fasáda je tvořena obkladem z místně vytěženého dubu a odkazuje tak na historii města a návaznost na oceán.

5.4.5. Sami Cultural Center Sajos

Dle ArchDaily (2012) se toto kulturní centrum se nachází ve finském městě Inari. Stavba byla dokončena v roce 2012, pod vedením architektonického studia HALO Architects. Budova má tvar přibližného kříže, což vytváří různá nádvoří, každé s výhledem na přírodní, nebo lidskou atrakci. Půdorys byl zvolen tak, aby při stavbě nedošlo k poškození stromů, neboť ty rostou na území Inari velice pomalu.



Obrázek 39 – Sami Cultural Center Sajos převzato z ArchDaily (2012) | © MikaHuisman

Každé rameno kříže má vlastní funkci, což ponechává volný střed pro halu. Budova obsahuje auditorium s možností promítání, tlumočnické kanceláře, víceúčelové haly, restauraci, knihovnu, archivy, audio-video studio, učebny a kanceláře.

Nosné prvky jsou převážně z vyztuženého betonu s tepelnou izolací převyšující finské standarty. Vzhledem k odlehlosti lokality a velkým dřevěným plochám byl v budově instalován systém sprinklerů. Fasáda je tvořena souborem dřevěných latí způsobujících rozdílnou průhlednost závislou na úhlu pohledu. Za latěmi se nachází vertikální dřevěné desky a zasklení. Venkovní dřevěné prvky jsou ošetřeny síranem železnatým.



Obrázek 40 – Ukázka dřevěné fasády převzato z ArchDaily (2012) | © MikaHuisman

V interiéru dřevo pomáhá dotvářet atmosféru. Dřevěný obklad auditoria a haly je ze speciálně vybraných borových desek.

5.4.6. Suvela Chapel

Tento kostel se nachází ve finském městě Espo. Stavba byla dokončena roku 2016 pod dohledem architektonické kanceláře OOPEAA. Dle ArchDaily (2017) čítá kostel 2150 m² podlažní plochy. Investorem této stavby byla Espoo Parish Union, která stavbu v současné době používá společně s Swedish Parish of Espoo. Kostel je zároveň multifunkčním prostorem navrženým k používání komunitou, bez ohledu na jejich náboženské vyznání.



Obrázek 41 – Suvela Chapel, převzato z ArchDaily (2017) | © Mika Huisman

Kostel má pouze přízemí, s měnící se světlou výškou stropu. Rozložení místností je do písmene U. Budova obsahuje kapli, faru, dětské centrum a zastřešený komunitní park. V kapli funguje školka, stejně tak jako odpolední péče pro děti. Zastřešený park je otevřený pro veřejnost, takže ho mohou maminky s dětmi volně používat.



Obrázek 42 – Detail dřevěného obložení kaple, převzato z ArchDaily (2017) | © Marc Goodwin

Nosná konstrukce budovy je tvořena hybridní železobetonovou, železnou a dřevěnou konstrukcí. Fasáda je z měděného falcovaného plechu, což bylo zvoleno kvůli udržitelnosti, neboť měď je velice odolná a recyklovatelná. Pro obložení interiéru byl použit lokálně vytěžený smrk, který je nejvíce zřetelný v kapli, kde jsou z něj utvořeny hranolkové obklady. Dřevěné obložení je patrné i u venkovního zastřešeného dvora, který je určen pro venkovní aktivity i za deště.

5.4.7. Divadlo Merkur

Toto divadlo je součástí velkého projektu od architektonického studia Meganom, který se nachází mezi vesnicemi Barvikha a Zhukovka v Rusku. Projekt zahrnuje luxusní vesnický obchodní komplex, táhnoucí se přibližně 600 m podél silnice Rublyovo-Uspenskoyea propojující 5 náměstí. Na jednom konci komplexu se nachází lázeňský hotel a na druhém konci právě divadlo Merkur.



Obrázek 43 – Divadlo Merkur, převzato z ArchDaily (2014) | © Yuri Palmin

Divadlo se nachází v čele promenády, tvořené ulicí a náměstím. Dle ArchDaily (2014) je foyer pokračováním náměstí a tvoří ho velký otevřený prostor, ze kterého vedou vchody do hlediště a schody do druhého poschodí, které se skládá pouze z lóží. Toalety a šatny pro umělce se nachází pouze ve druhém poschodí a jsou situovány tak, aby nesdílely stěnu s hledištěm.

Stavba je založena na betonových pásech a má dvě podzemní podlaží, která jsou nutná vzhledem k vysoké mechanizaci auditoria. Auditorium se skládá z několika bloků, které je možno ovládat pomocí hydraulického zařízení. Divadlo se takto dá přeměnit na kabaret, nebo módní molo. Nosná konstrukce je z železobetonu

s dřevěnými obklady. Stropní konstrukce je ze železných příhradových vazníků. Hlavní fasádu tvoří masivní čepele z lepeného laminovaného dřeva s vlnovým motivem, který budí zdání pohybu při pohledu z jedoucího auta, nebo při průchodu foyer.

5.4.8. The Evelyn and Mo Ostin Music Center

Toto hudební centrum navazuje na již dříve stojící hudební školu Herba Alperta v kampusu kalifornské univerzity Los Angeles. ArchDaily (2018) uvádí, že projekt obsahuje několik pavilónů, které mají vytvořit nové učební prostory po obvodu budovy a lépe ji tak propojit s existujícím kampusem.



Obrázek 44 – The Evelyn and Mo Ostin Music Center, převzato z ArchDaily (2018) | © Iwan Baan

V současné době stojí první dva pavilony, které obsahují soubor učeben, кафетерии, ale hlavně multifunkční prostor o rozloze 140 m², který slouží jako koncertní sál, zkušebna a učebna. Pohodlně se sem vejde 40 účinkujících a 100 diváků. Skrze budovu prochází celá řada hudebních systémů, které propojují hudební představení, cvičebny a učebny dohromady.

Stavba je založena na základových pasech a konstrukční systém je těžký betonový skelet se skleněnými výplněmi s hliníkovým členěním. Fasáda je povětšinou terakotová, pouze s prosklenými částmi opatřenými kovo-dřevěnými slunolamy. Vnitřek stavby je však opatřen systémem dřevěných obkladů z douglasky a smrku, které regulují odrazivost a pohltivost zvuku. Zároveň jsou vnitřní dřevěné obklady voleny tak, aby připomínaly vnitřek hudebního nástroje.

6. Architektonicko-konstrukční řešení divadla

Postup zpracování architektonicko-konstrukčního řešení divadla začíná zvolením vhodné lokality a následným studiem požadavků na stavbu, které vyplývají z její funkce, umístění, orientace a právních a technických předpisů.

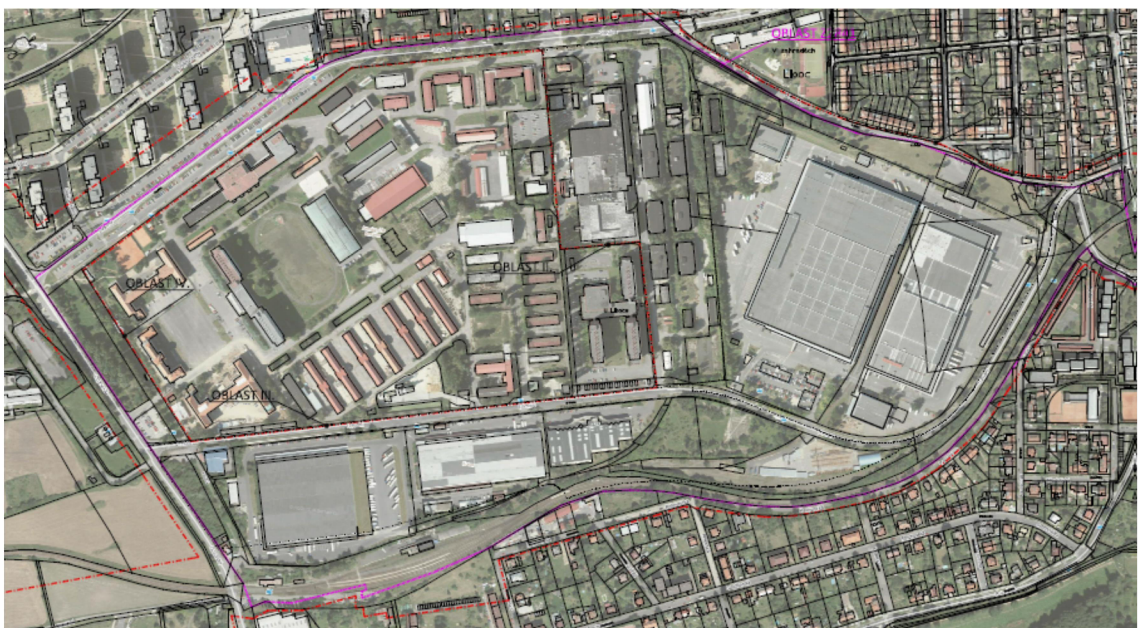
6.1. Lokalita

Podle Association of British Theatre Technicians (2010) je vhodnou lokalitou pro umístění divadla spíše město a městské centrum, neboť navštěvování představení je večerní aktivitou, kde lidé nechtějí cestovat velikou vzdáleností. Zároveň je doporučováno vhodné napojení na hromadnou dopravu.

Jako lokalita byla proto zvolena nově vznikající pražská čtvrť Nová Ruzyně, která má vzniknout na severozápadu Prahy 6 na místě průmyslových a převážně skladovacích a logistických areálů. Čtvrť odpovídá nárokům na hromadnou dopravu i situování ve velkém městě. Vznikající vizuální styl oblasti poskytuje velkou volnost podoby návrhu.

Dalším důvodem byla velká ochota Úřadu městské části Praha 6 poskytnout podkladové studie pro změnu územního plánu od studia Jakub Cigler Architekti, a.s. (2018) a všech potřebných informací.

Území samotné je ohraničeno ulicemi Drnovská, Vlastina, U Silnice a železniční tratí Praha-Kladno. Přestavba zasáhne celou tuto oblast vyjma rozsáhlých vojenských prostorů nacházejících se v severozápadní části území.



Obrázek 45 – výřez z výkresu rozsah řečeného území dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018)

6.1.2. Specifikace lokality

Nová čtvrť je v době psaní této práce ve stádiu žádosti o změnu územního plánu na základě návrhu architektonického studia Jakub Cigler Architekti a.s. (2018). Vzhledem k tomu, že projekt předpokládá kompletní demolici stávajících objektů, vytvoření nové sítě komunikací a rozsáhlé terénní práce, není možné v současné době získat přesné pozemkové zaměření, umístění inženýrských sítí, či katastrální pozemkovou situaci.

Jako podklad pro návrh budovy tedy bude sloužit projekt, jehož prostřednictvím je žádáno o změnu územního plánu, od společnosti Jakub Cigler Architekti a.s. (dále jen „projekt“).

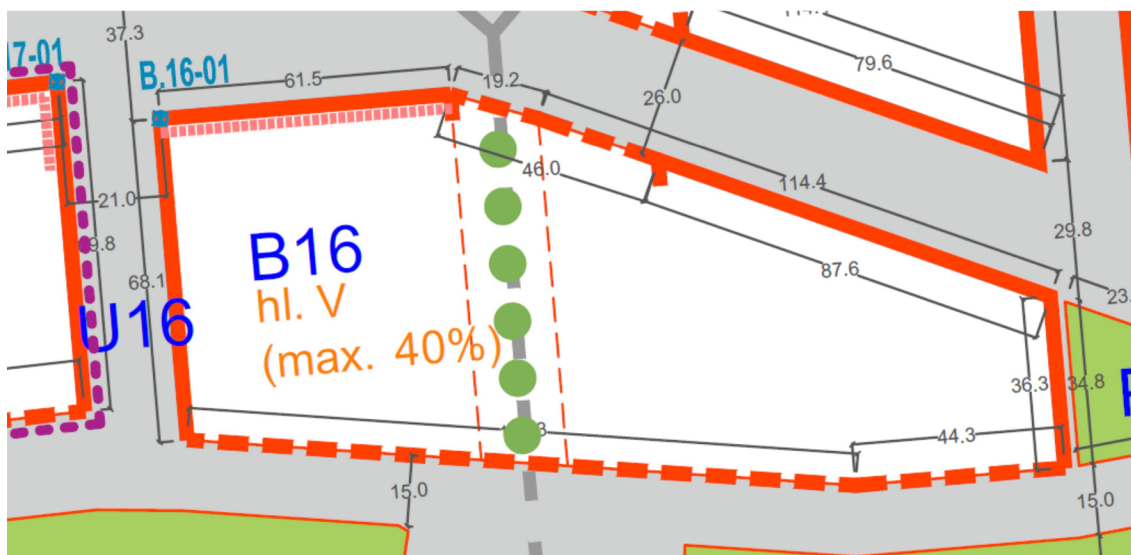
6.1.3. Umístění objektu v rámci lokality

Projekt navrhuje kompaktní blokovou výstavbu s převážným podílem bydlení a školských zařízení, s několika bloky vyčleněnými pro polyfunkční budovy. Zvolený blok pro stavbu divadla se nachází v jižní části oblasti vedle železniční trati.



Obrázek 46 –urbanistické řešení s vyznačeným blokem dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018)

Na tento stavební blok se pak podle projektu a Pražských stavebních předpisů (2014) vztahují určitá omezení.



Obrázek 47 – výřez z výkresu situace prostorové regulace dle Jakub Cigler Architekti a.s. (2018)

Tlustá červená čára na obrázku výše značí uliční čáry, přičemž plná čára značí uliční čáru uzavřenou a čárkovaná čára uliční čáru otevřenou. Uzavřená uliční čára značí, že zástavba s ní musí lícovat souvisle v celé své délce, zatímco otevřená uliční čára naopak musí obsahovat proluky. Oranžový text uvádí maximální délku nejvyšší výškové hladiny podle uliční čáry a začlenění do páté hladiny výškové regulace, což znamená výšku budovy od 12 do 21 metrů. Růžová tečkovaná čára pak určuje, kde se má nejvyšší výšková hladina v bloku nacházet.

6.2. Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Navrhovaná stavba je skloubením dvou různých funkčních celků a to divadla a divadelní dílny, přičemž oba tyto provozy mají rozdílnou charakteristiku užívání a je nutné, aby se nenarušovaly.

6.2.1. Divadelní provoz

Divadelní provoz, jak uvádí Association of British Theatre Technicians (2010), se skládá ze tří různých funkčních celků a to jeviště s hledištěm, zákulisí a vstupní prostory. Charakter všech těchto celků se proměňuje v závislosti na typu a velikosti divadelní budovy.

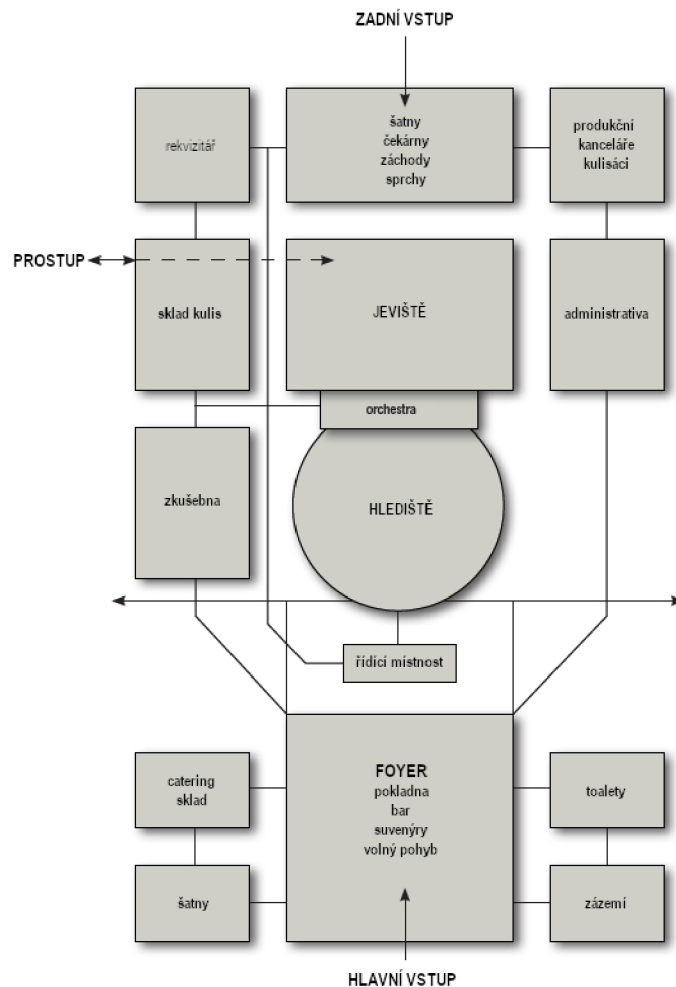
Jeviště s hledištěm jsou hlavním prostorem celé budovy. Hlediště může podle svého druhu pojmut od pár desítek lidí až po několik tisíc, když se jedná o několikapatrový sál se silně mechanizovaným jevištěm. Jeviště je pak prostranstvím, které musí s hledištěm spolupracovat pro dosažení optimálního výsledku. Tento vztah se řeší hlavně z hlediska viditelnosti a akustiky. Oba tyto prostory musí také umožňovat

implementaci různých technologií jako jsou osvětlení, ozvučení nebo mechanizaci jevištních prvků a to bez výrazného narušení prostoru.

Zákulisí je prostorem který zajišťuje zázemí a to nejen účinkujícím, v podobě šaten, zkušeben, nebo odpočíváren, ale i administrativním a technickým pracovníkům, kteří jsou nezbytní pro fungující produkci. Všechny zákulisní činnosti se musí odehrávat mimo dosah veřejnosti, proto musí být pevně odděleny od veřejně přístupných prostor, ideálně s vlastním vstupem.

Vstupní prostory se skládají z foyer a všech potřebných zařízení, zejména šatny, baru, toalet a pokladny. Narozdíl od většiny ostatních budov diváci přicházejí do divadla vždy před představením ve velice krátkém časovém intervalu ve velkém počtu, proto musí být kapacity těchto prostor patřičně dimenzovány a navrženy tak, aby tvořící se fronty před jednotlivými zařízeními nebránily ve volném pohybu po celém prostoru.

Tyto tři funkční celky musí být vhodně dimenzovány a spolu vhodným způsobem propojeny, jak určuje následující diagram



Obrázek 48 – diagram typické organizace divadla dle Association of British Theatre Technicians (2010) (přeloženo)

6.2.2. Divadelní dílna

Divadelní dílna je umělecko-řemeslným prostorem který spojuje dohromady velké množství profesí, jež spolupracují za účelem vytvoření co nejdokonalejší divadelní iluze. Vzniká zde komplexní tvůrčí proces, počínající vlastním scénografickým návrhem, který zahrnuje kulisy, kostýmy a rekvizity, a pokračující přes jejich výrobu až po instalaci na samotném jevišti. Zahrnuje truhlářskou a tesařskou výrobu pro kulisy, krejčovnu pro šití kostýmů a ruční dílnu pro tvorbu potřebných rekvizit.

Na rozdíl od divadelního provozu hlavní činnost probíhá během dne a občas přes noc, když je třeba instalovat kulisy na jevišti.

Propojení divadla a jeho dílny poskytuje výhody snadnou opravu poničených rekvizit, snadnou dopravu, bez nutnosti použití nákladních aut a nerušení okolní zástavby při nočních instalacích.

6.3. Architektonický návrh

Budova je kombinací halové stavby z masivních nosníků, zpevněné železobetonovými tubusy v rozích pro obvodovou konstrukci a lehkého dřevěného skeletu pro vnitřní konstrukci.

Dominantním prvkem budovy jsou čtyři schodiště s únikovými výtahy v rozích, která přesahují zbytek stavby a tvoří tak architektonickou dominantu společně se statickým zpevněním celé stavby a chráněnou únikovou cestu. Tato schodiště společně s kulisovým výtahem, který je rovněž z železobetonu a je situován v zadní části budovy, tvoří vertikální komunikace v celé stavbě.

Zbytek objektu vyplňuje prostor mezi těmito schodišti a má kompaktní kvádrový tvar, uzavřen sedlovou střešní konstrukcí s mírným sklonem.

Veřejnosti přístupná část divadelního provozu je přístupná hlavním vchodem ze severní části objektu po nízkém schodišti, či rampách pro osoby se ztíženou schopností pohybu. Následuje zádveří, přes které se vstupuje do haly. Hala je spojujícím komunikačním prostorem zajišťujícím přímý přístup do foyer, ale i k baru, šatně, toaletám a schodištím. Navazující foyer tvoří odpočinkové prostory, využívané před a během přestávky v představení, nicméně jejich rozměry jsou vhodné i k pořádání výstav. Z foyer vede vstup do hlediště, které je osazeno sklápěcími židlemi posazenými do obloukových řad. Celý sál hlediště je v jedné výškové hladině a umožňuje tak snadné využití osobami se sníženou schopností pohybu.

Vstup pro pracovníky a účinkující je situován z vnitrobloku, z jižní strany, dvěma vchody zpřístupněnými pomocí dvou schodišť, které je možné v případě potřeby osadit plošinami pro osoby se sníženou schopností pohybu.

Na zadní vchody navazují spojovací chodby propojující šatny účinkujících, rekvizitář, sklad kulis, technickou místnost, schodiště a jeviště. Celá tato část má podlažní výšku o metr vyšší, než část určena pro veřejnost.

Druhé poschodí obsahuje hlavně administrativní prostory, kanceláře a dílny kulisáků a techniků. Využití těchto prostor závisí na potenciálním podnikatelském plánu divadla. Prostory je možné využívat jako kanceláře, serverovny, ubytování pro hosty, drobné dílny a učebny. Kromě toho jsou v tomto patře dvě zasedací místnosti, které je možné jednoduše upravit na malý přednáškový sál s hledištěm, místnost režie, kuchyňka, toalety, úklidová místnost a denní místnost.

Třetí poschodí je pak věnováno převážně provozu divadelní dílny, s hlavním prostorem rozprostírajícím se nad hledištěm a pomocnými ručními dílnami po obvodu budovy. Specifické je i napojení na kulisový výtah, který ústí do kulisového skladu v přízemí a do podzemních garáží, odkud je možná nakládka materiálů a případný odvoz kulis do archivu, či jiného divadla, pokud to nemá svou dílnu a chtělo by využívat tuto.

Pokud bude podnikatelský plán vyžadovat, je možné část dílenských prostor a kancelářských prostor konvertovat na dům dětí a mládeže, nebo kulturní centrum. Budova divadla tak může sloužit jako kulturní centrum celé nové čtvrti a přilehlého okolí.

6.4. Konstrukční návrh

Hlavní prostory budovy tvoří halová konstrukce ze střešních sedlových a vnitřních přímých vazníků a sloupů z lepeného lamelového dřeva. Spoje této konstrukce jsou svorníkové se skrytým ocelovým plechem. Úhlopříčné zpevnění této konstrukce je řešeno pomocí celoplošného opláštění CLT panely a přichycení k železobetonovým monolitům.

Železobetonovými monolity jsou čtyři rohová schodiště a kulisový výtah. Podlažní konstrukce jsou ze spřažené dřevobetonové konstrukce.

Vnitřní prostory jsou tvořeny kombinací lehkého a těžkého dřevěného skeletu tvořeného prvky z lepeného lamelového dřeva a KVH hranolů.

Střešní konstrukce je v hlavní části řešena sedlovými vazníky z lepeného lamelového dřeva zaklopených CLT panely a v případě zastřešení schodišť či vstupních prostor a výtahových šachet je to pomocí železobetonového monolitu.

6.5. Materiálové řešení

Obvodová stěna hlavní části se skládá z cementovláknitých desek, minerální izolace Isover Fassil NT, podkladního CLT panelu, parobrzdy Fermacell Vapor, minerální izolace Isover Uni a záklopu z dvou protipožárních sádrokartonů, dokončených tenkovrstvou sádrovou omítkou.

Železobetonové monolity mají obvodovou stěnu složenou rovněž z cementovláknitého obkladu a izolace Isover Fassil NT, ale ta je již přichycena k podkladnímu železobetonu, který je z vnitřní strany opláštěn dvěma požárními sádrokartony a tenkovrstvou sádrovou omítkou.

Střešní konstrukce hlavní části se skládá z plechové falcové krytiny, pojistné hydroizolace, podkladního OSB 3, minerální izolace Isover Fassil, podkladního CLT panelu a parobrzdy Fermacell Vapor.

Střešní konstrukce železobetonových monolitů se rovněž skládá z plechové falcové krytiny, pojistné hydroizolace, podkladního OSB 3 a izolace Isover Fassil, ta však spočívá na železobetonové desce.

Vnitřní stěny jsou oboustranně opláštěny dvěma vrstvami požárních sádrokartonů s tenkostěnnou sádrovou omítkou. Vnitřní konstrukce se skládá z KVH hranolů a minerální izolace Isover Uni.

Stropní konstrukce se skládá z železobetonové desky na které je podlažní systém Steico floor a OSB 1 deska, následovaná skladbou podlahy, kterou může být zátěžový koberec, dubové parkety, přilepené pružným parketovým lepidlem, nebo keramická dlažba, přilepená stavebním lepidlem na podkladní cementotřískovou desku.

6.6. Posouzení vybraných detailů a skladeb z hlediska stavební fyziky

6.6.1. výpočet součinitele prostupu tepla skladeb obálky

Vrstva sendviče (od interiéru)	d (mm)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Obvodová stěna s CLT panelem jako nosným médiem		
Sádrová omítka	2	0,570
Protipožární sádrokarton tl. 9 mm 2x	18	0,220
Minerální izolace Isover Uni	40	0,038
Fermacell Vapor	15	0,320
CLT panel	100	0,180
Isover Fassil NT	200	0,037
Provětrávaná mezera	40	n/a
Obklad cementovláknitá deska	8	n/a
Celková tloušťka (mm)	423	
Součinitel prostupu tepla konstrukce U_T (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,135	
$U_{N,20}$ maximální požadovaná hodnota (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,30	
$U_{pas,20}$ doporučení pro pasivní budovy (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,18 – 0,12	

Tabulka 1 – Součinitel prostupu tepla OS CLT

Vrstva sendviče (od interiéru)	d (mm)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Obvodová stěna s železobetonem jako nosným médiem		
Sádrová omítka	2	0,570
Protipožární sádrokarton tl. 9 mm 2x	18	0,220
Železobeton	180	1,430
Isover Fassil NT	200	0,037
Celková tloušťka (mm)	400	
Součinitel prostupu tepla konstrukce U_T (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,17	
$U_{N,20}$ maximální požadovaná hodnota (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,30	
$U_{pas,20}$ doporučení pro pasivní budovy (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,18 – 0,12	

Tabulka 2 – Součinitel prostupu tepla OS Železobeton

Vrstva sendviče (od interiéru)	d (mm)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Střešní konstrukce s CLT panelem jako nosným médiem		
Fermacell Vapor	15	0,320
CLT panel	100	0,180
Isover Fassil	220	0,037
Provětrávaná mezera	40	n/a
OSB 3	22	n/a
Pojistná hydroizolace	2	n/a
Plechová falcová krytina	1	n/a
Celková tloušťka (mm)	400	
Součinitel prostupu tepla konstrukce U_T (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,141	
$U_{N,20}$ maximální požadovaná hodnota (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,30	
$U_{pas,20}$ doporučení pro pasivní budovy (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,18 – 0,12	

Tabulka 3 – Součinitel prostupu tepla ST CLT

Vrstva sendviče (od interiéru)	d (mm)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Střešní konstrukce s železobetonem jako nosným médiem		
Sádrová omítka	2	0,570
Protipožární sádrokarton tl. 9 mm 2x	18	0,220
Železobeton	180	1,430
Isover Fassil	220	0,037
Provětrávaná mezera	40	n/a
OSB 3	22	n/a
Pojistná hydroizolace	2	n/a
Plechová falcová krytina	1	n/a
Celková tloušťka (mm)	485	
Součinitel prostupu tepla konstrukce U_T (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,157	
$U_{N,20}$ maximální požadovaná hodnota (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,30	
$U_{pas,20}$ doporučení pro pasivní budovy (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,18 – 0,12	

Tabulka 4 – Součinitel prostupu tepla ST Železobeton

6.6.2. Okrajové podmínky

	Parametr	Hodnota
Obvodová stěna s CLT panelem	Návrhová vnitřní teplota T_i	20,0° C
	Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}	21,0° C
	Relativní vlhkost vzduchu pro exteriér F_{ie}	84 %
	Návrhová venkovní teplota T_{ae}	-13,0° C
	Relativní vlhkost v interiéru RH_i	50 %
Obvodová stěna s železobetonem	Návrhová vnitřní teplota T_i	20,0° C
	Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}	21,0° C
	Relativní vlhkost vzduchu pro exteriér F_{ie}	84 %
	Návrhová venkovní teplota T_{ae}	-13,0° C
	Relativní vlhkost v interiéru RH_i	50 %
Střešní konstrukce s CLT panelem	Návrhová vnitřní teplota T_i	20,0° C
	Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}	21,0° C
	Relativní vlhkost vzduchu pro exteriér F_{ie}	84 %
	Návrhová venkovní teplota T_{ae}	-13,0° C
	Relativní vlhkost v interiéru RH_i	50 %
Střešní konstrukce s železobetonem	Návrhová vnitřní teplota T_i	20,0° C
	Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}	21,0° C
	Relativní vlhkost vzduchu pro exteriér F_{ie}	84 %
	Návrhová venkovní teplota T_{ae}	-13,0° C
	Relativní vlhkost v interiéru RH_i	50 %

Tabulka 5 – Okrajové podmínky

6.6.3. Technické parametry (porovnání s ČSN 73 0540-2)

Typ konstrukce	Teplotní faktor		
	Vypočtená průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$	Požadovaná hodnota $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$ pro max. přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80 %	
OS CLT	0,966	0,825	splněno
OS Železobeton	0,958	0,825	splněno
SK CLT	0,965	0,825	splněno
SK Železobeton	0,962	0,825	splněno

Tabulka 6 – Požadavek na teplotní faktor

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota U_T	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
OS CLT	0,135	0,30	0,20	0,18 – 0,12
		splněno	splněno	splněno
OS Železobeton	0,17	0,30	0,20	0,18 – 0,12
		splněno	splněno	splněno
SK CLT	0,141	0,30	0,20	0,18 – 0,12
		splněno	splněno	splněno
SK Železobeton	0,157	0,30	0,20	0,18 – 0,12
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 7 – Požadavek na součinitel prostupu tepla

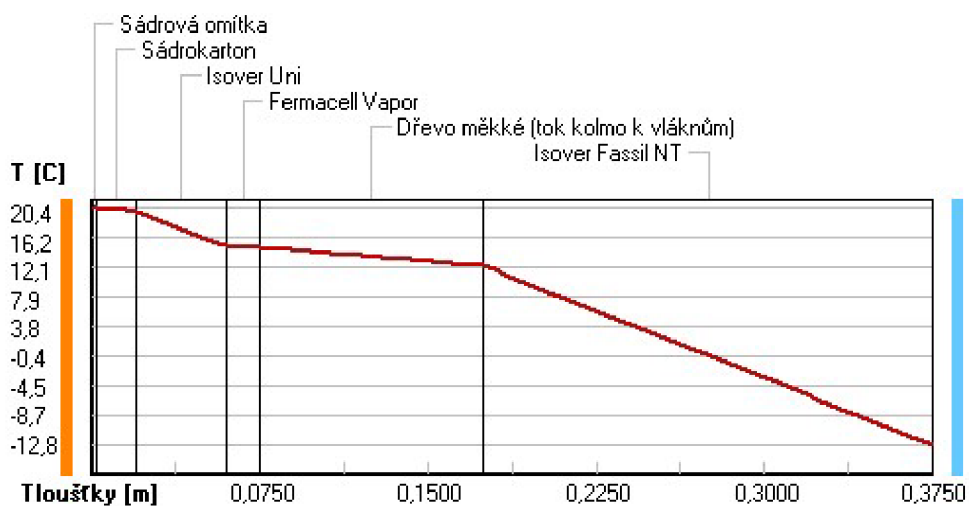
Požadavek	Splněno/nesplněno
OS CLT	
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m ² .rok nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno
OS Železobeton	
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m ² .rok nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno
SK CLT	
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m ² .rok nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno
SK Železobeton	
Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m ² .rok nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 8 – Požadavek na vlhkost

6.6.4. Grafické znázornění rozložení teplot v typickém místě konstrukce

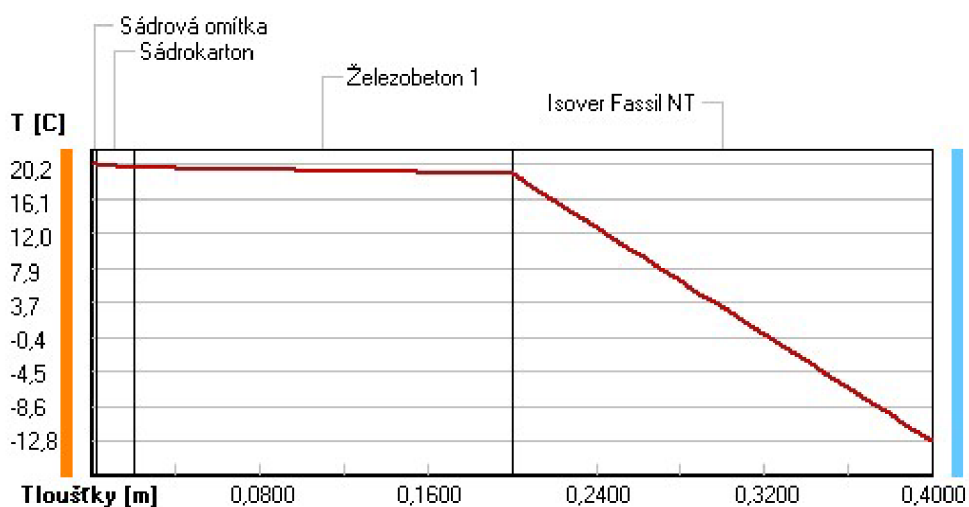
Pro výpočet prostupu tepla, vodních par a grafické znázornění byl použit software Teplo 2017 EDU od společnosti K-CAD, spol. s.r.o.

Teplo v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



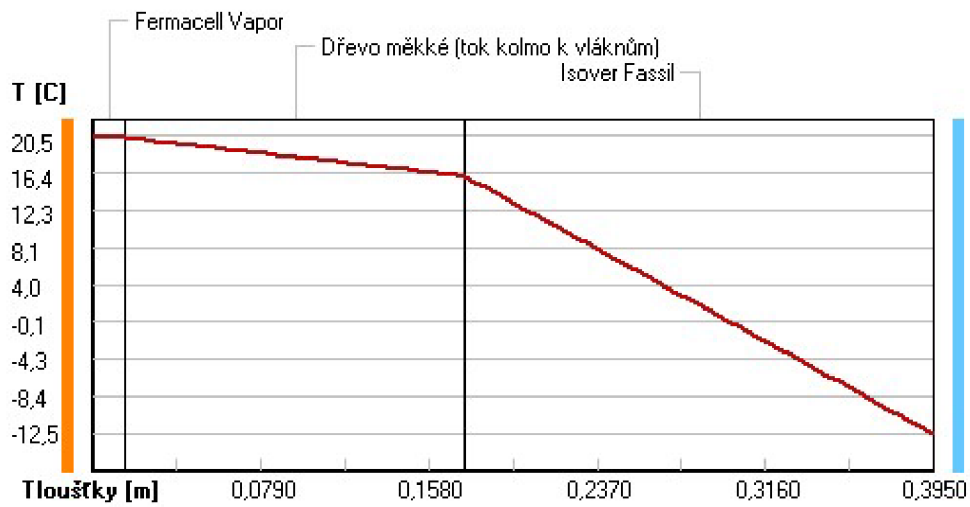
Graf 1 – Rozložení teplot OS CLT

Teplo v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



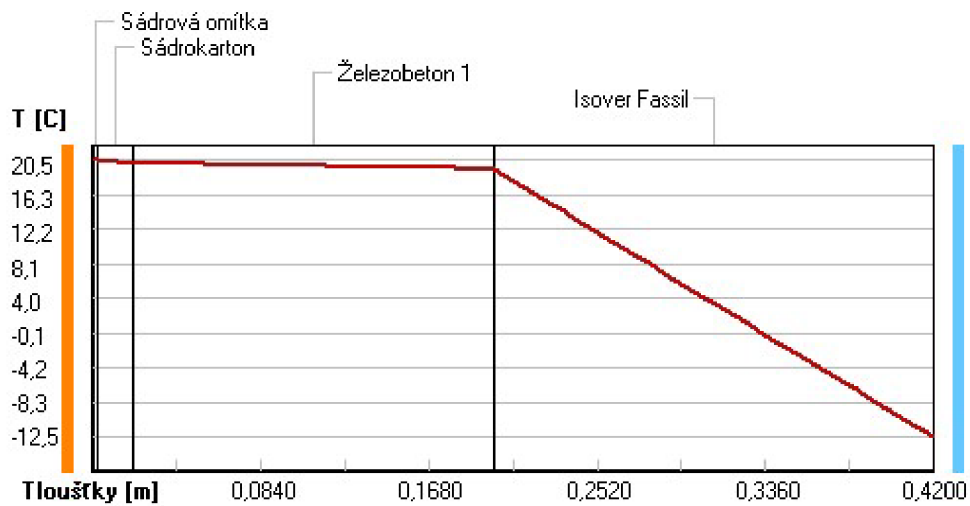
Graf 2 – Rozložení teplot OS Železobeton

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Graf 3 – Rozložení teplot SK CLT

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách

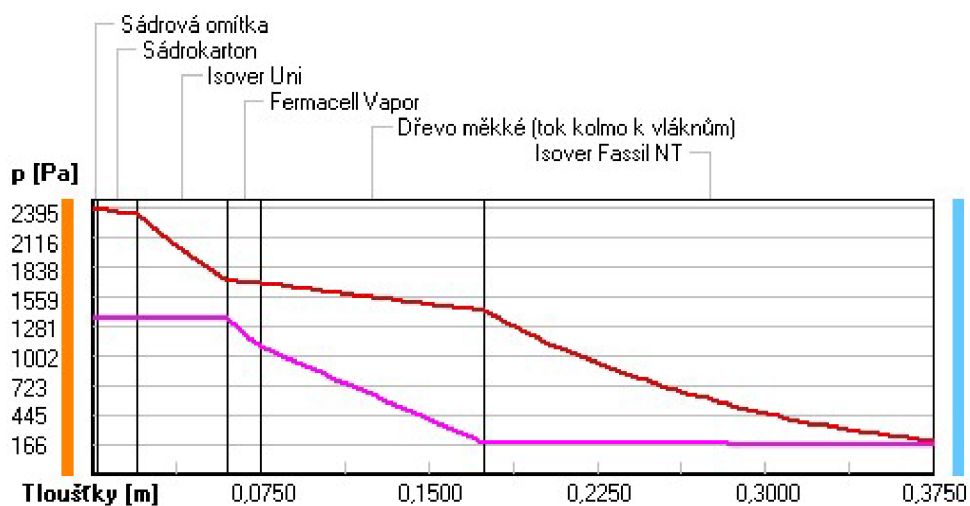


Graf 4 – Rozložení teplot SK Železobeton

6.6.5. Částečný tlak vodní páry v typickém místě konstrukce

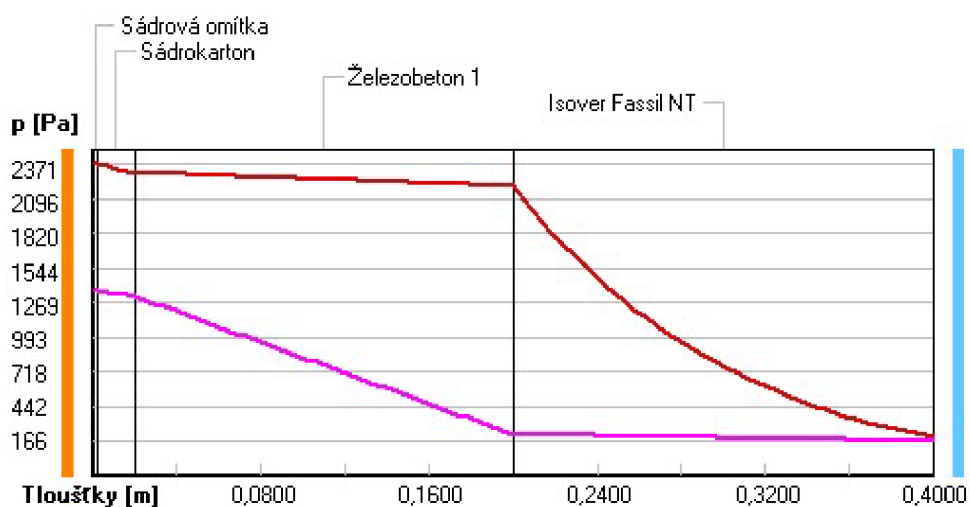
Částečný tlak nenasyceného a nasyceného vzduchu určují, zdali v konstrukci dochází ke kondenzaci.

Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



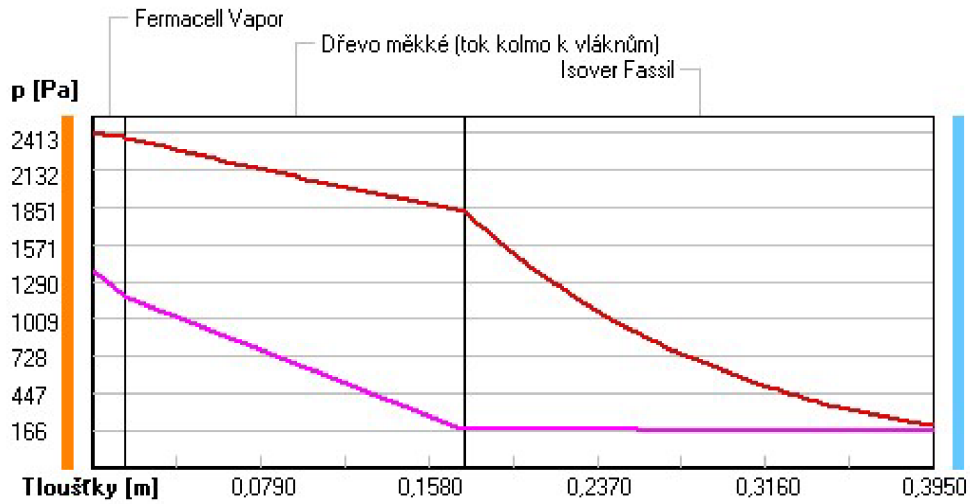
Graf 5 – Částečný tlak vodní páry OS CLT

Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



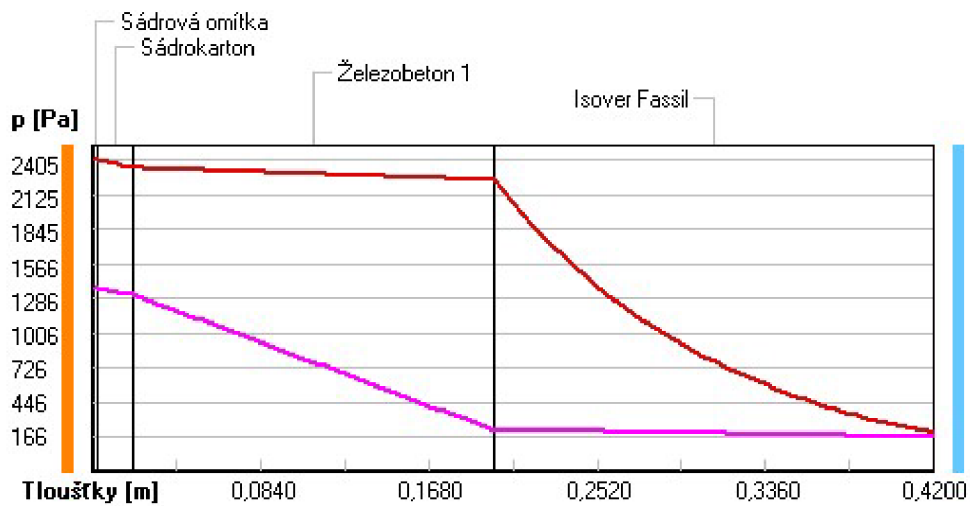
Graf 6 – Částečný tlak vodní páry OS Železobeton

Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Graf 7 – Částečný tlak vodní páry SK CLT

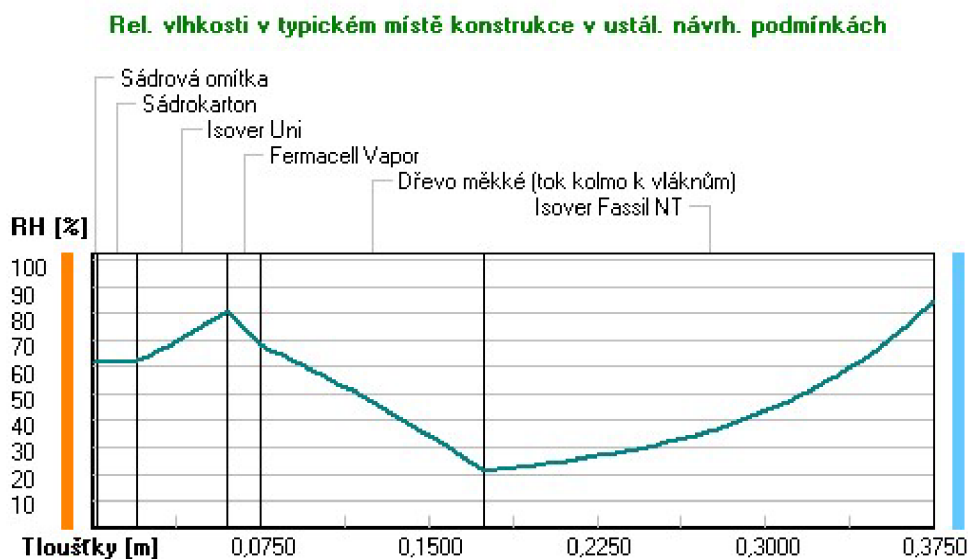
Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



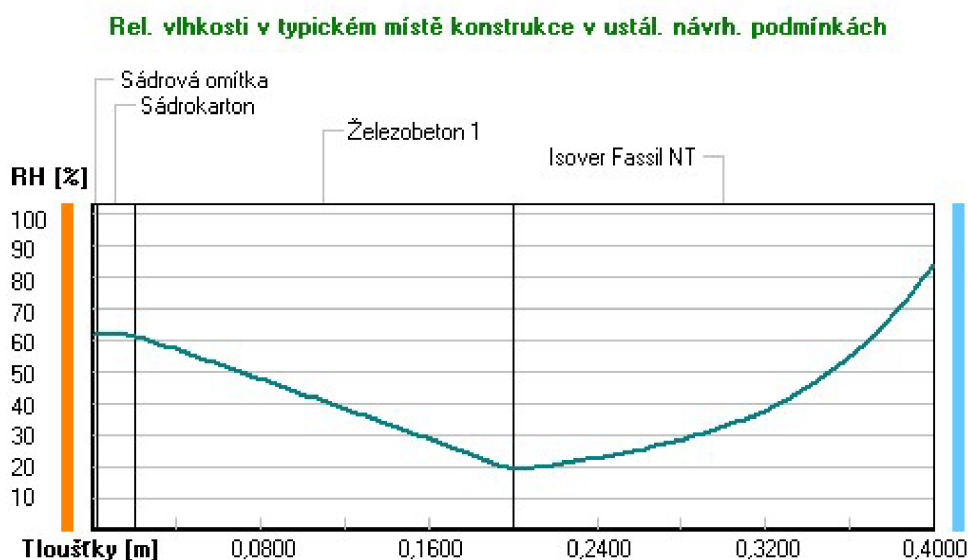
Graf 8 – Částečný tlak vodní páry SK Železobeton

6.6.6. Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce

Vlhkost v konstrukci nesmí ohrozit její funkci. U většiny stavebních materiálů dochází s rostoucí vlhkostí k poklesu tepelně technických a mechanických vlastností. U dřevěných prvků navíc vyšší vlhkost dává prostor k růstu plísní, hub, či napadení škůdci.

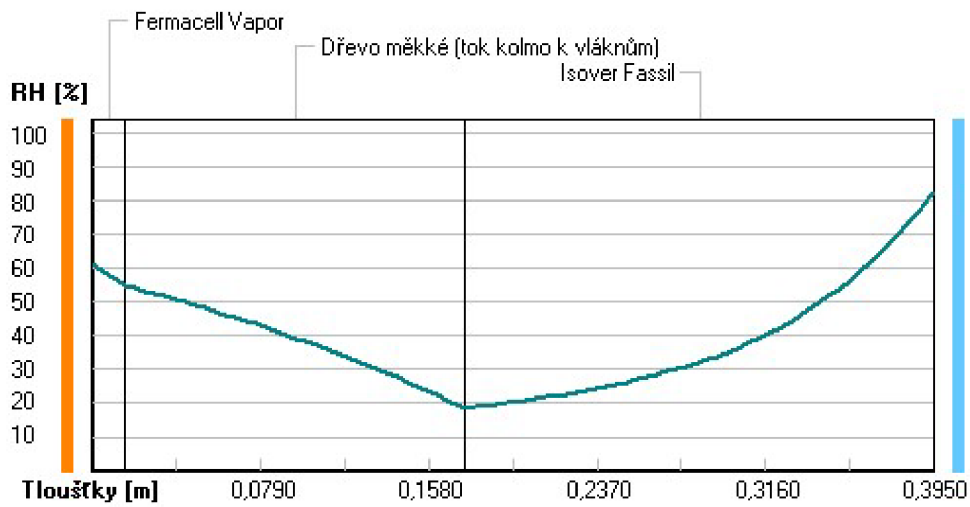


Graf 9 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce OS CLT



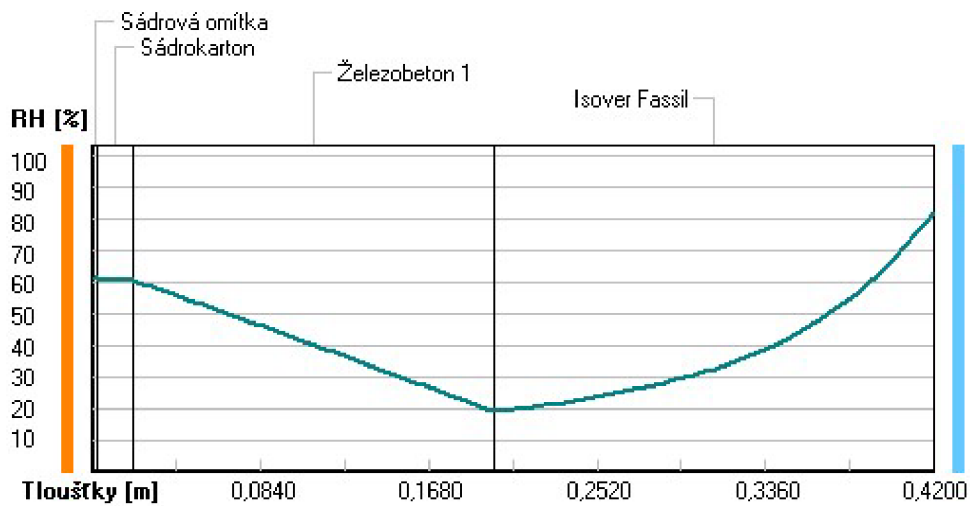
Graf 10 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce OS Železobeton

Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



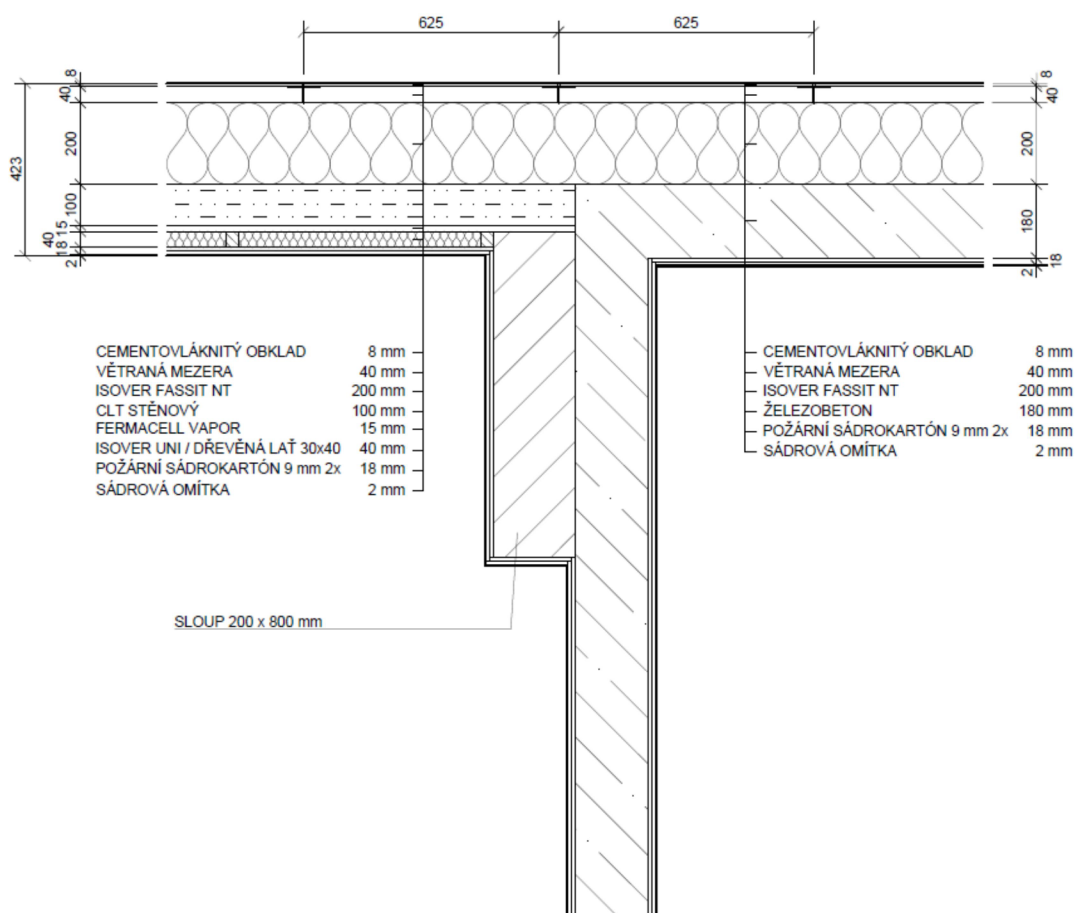
Graf 11 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce SK CLT

Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Graf 12 – Relativní vlhkost v typickém místě konstrukce SK Železobeton

6.6.7. Posouzení detailu napojení OS CLT na OS železobeton

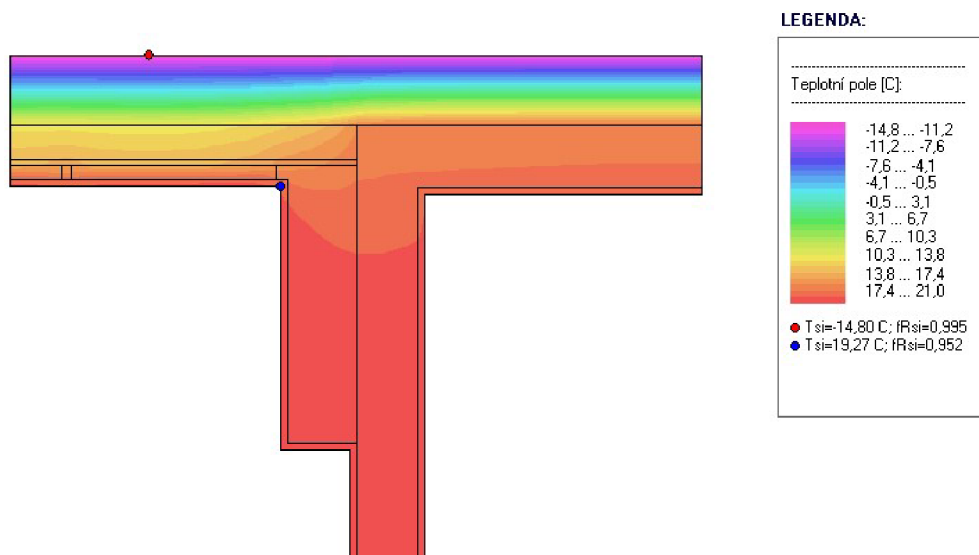


Obrázek 49 – Výkres detailu 1 s popisem skladby

Detail popisuje napojení na obvodové stěny s nosnou vrstvou z CLT panelu na obvodovou stěnu s nosnou vrstvou z železobetonu. U CLT mají nosnou funkci BSH sloupy, ke kterým je připevněn CLT panel s mezivrstvou z desek Fermacell Vapor, sloužících jako parobrzda. Mezi jednotlivými sloupy se z vnitřní strany nachází montážní předstěna, která je tvořena střešními latěmi 30 x 40 mm v roztečích 625 mm s výplní z minerální izolace Isover Uni o tloušťce 40 mm. Vnitřní opláštění předstěny je řešeno pomocí dvou požárních SDK 9 mm a sádrové omítky s tloušťkou 2 mm.

Obvodová stěna s železobetonem je z vnitřní strany stejně jako montážní předstěna opláštěvaná dvěma požárními SDK 9 mm a sádrovou omítkou 2 mm.

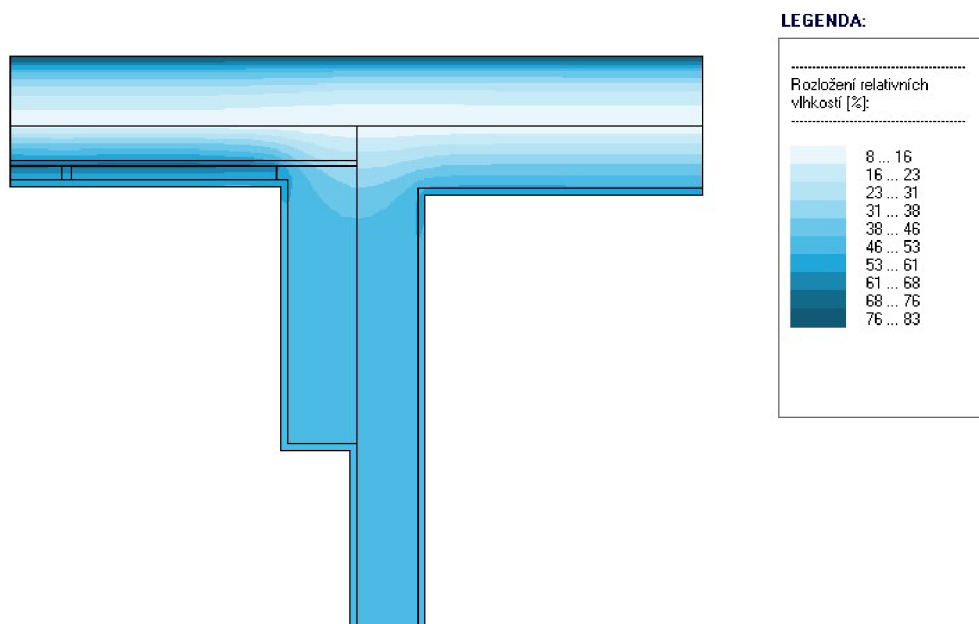
Na obě tyto konstrukce je z vnější strany přichycena minerální izolace Isover Fassil NT 200 mm s následnou provětrávanou mezerou 40 mm a obkladem z cementovláknitých desek 8 mm, které jsou přichycené na ocelových profilech, jež jsou bodově fixovány do nosné vrstvy.



Obrázek 50 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 1

Pro posouzení tepelných a vlhkostních vlastností vybraných detailů byl použit software Area 2017.0 EDU od společnosti K-CAD spol. s.r.o. Tento software řeší pohyby fyzikálních polí pomocí metodou konečných prvků.

Na detailu napojení OS CLT na OS železobeton jsou zřejmé rozdílné tepelné vlastnosti obou konstrukcí. Tepelné mosty se v konstrukci takřka nevyskytují, neboť izolační vrstva je narušována pouze bodově.

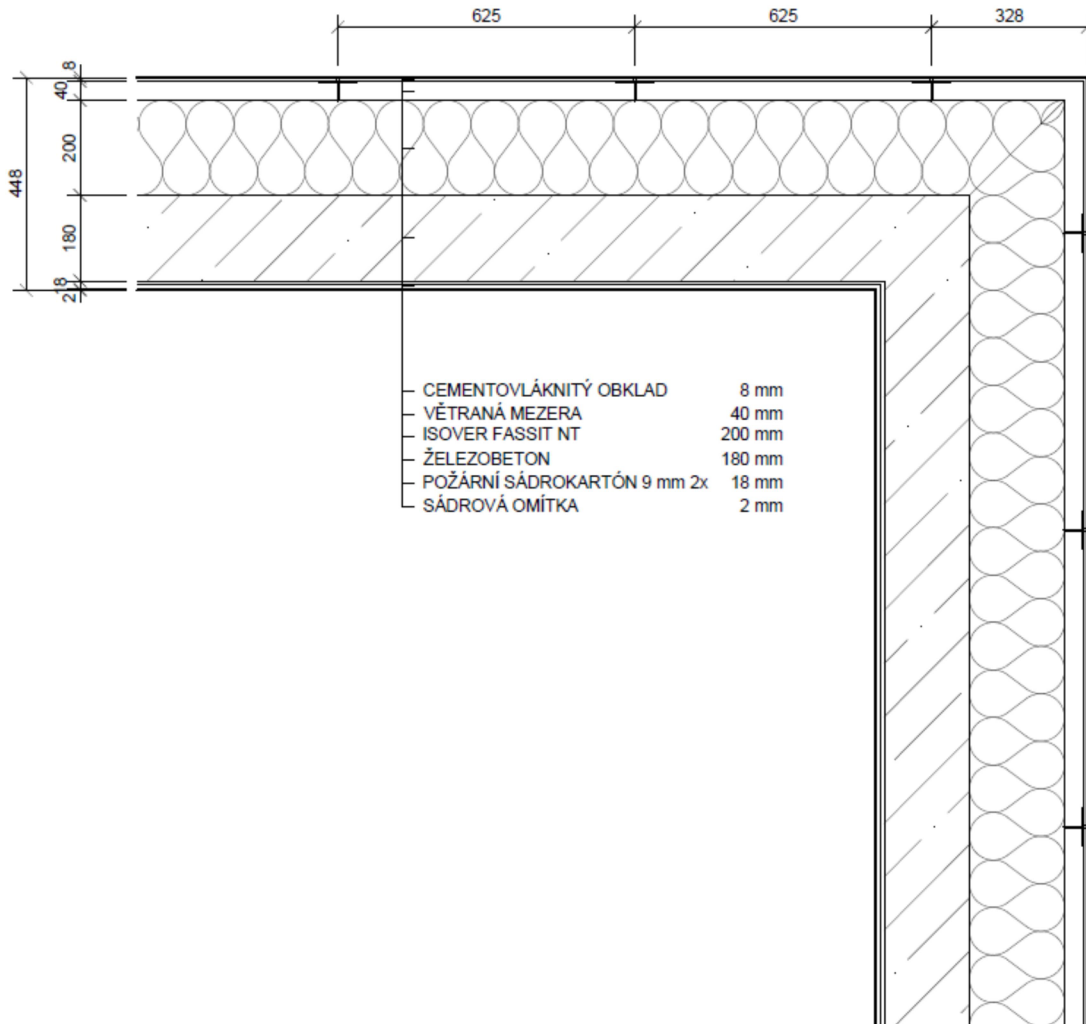


Obrázek 51 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 1

Vlhkost v konstrukci neohrožuje mechanické vlastnosti nosných prvků a ostatních dřevěných prvků. Nejvyšší vlhkost se vyskytuje na rozmezí instalační předstěny a parobrzdy, což poukazuje na její správnou funkci. Vlhkost z tohoto místa může volně

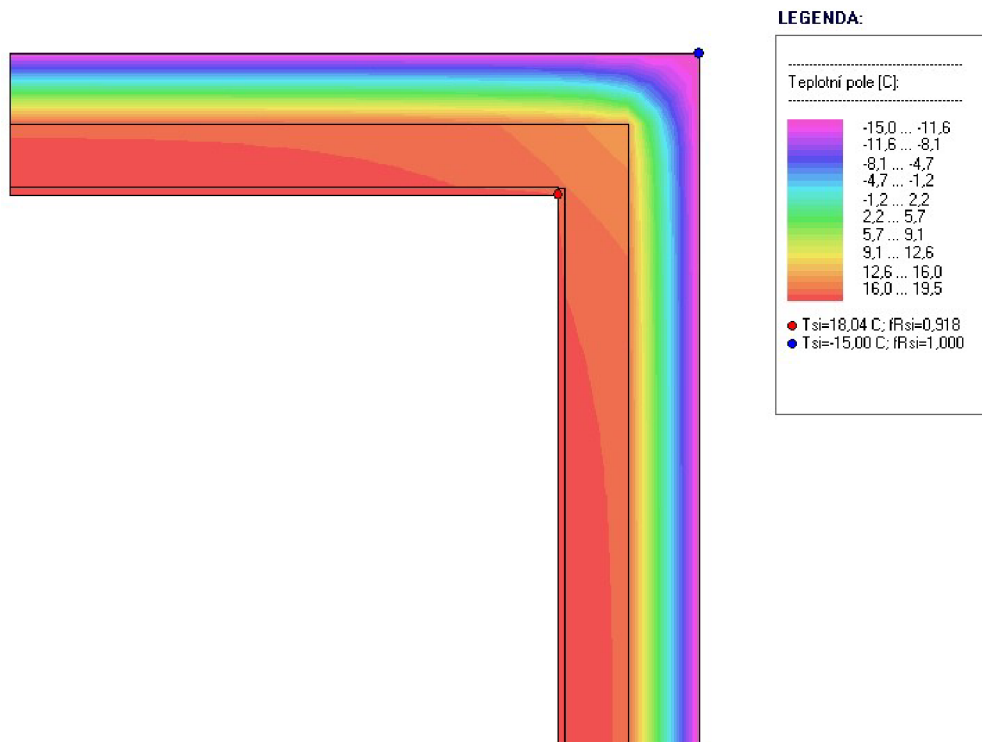
odvětrávat do interiéru. Během modelového roku nedochází v tomto detailu ke kondenzaci.

6.6.8. Posouzení detailu OS železobetonového nároží



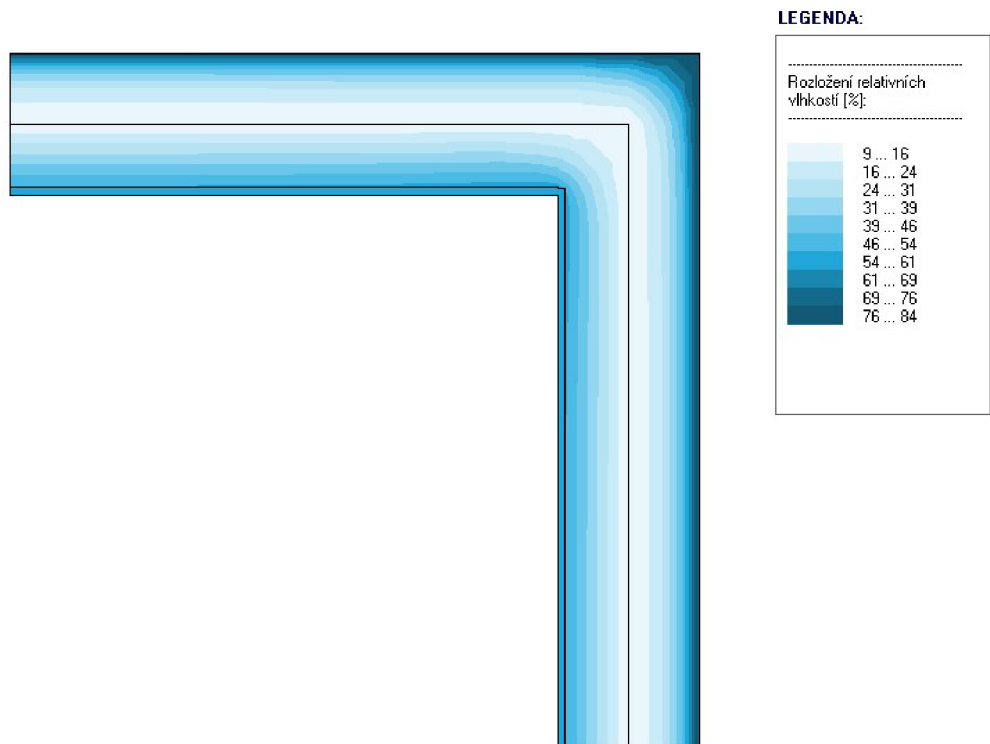
Obrázek 52 – Výkres detailu 2 s popisem skladby

Tento detail popisuje nároží budovy, tvořené konstrukcí s nosnou vrstvou z železobetonu 180 mm, z interiéru opláštěnou dvěma protipožárními SDK 9 mm a sádrovou omítkou 2 mm. Z exteriéru je na železobetonovém podkladu připevněna minerální izolace Isover Fassil NT.200 mm, s následnou provětrávanou mezerou 40 mm a obkladem z cemento-vláknitých desek 8 mm, přichycených na ocelových profilech, které jsou bodově fixovány do nosné vrstvy.



Obrázek 53 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 2

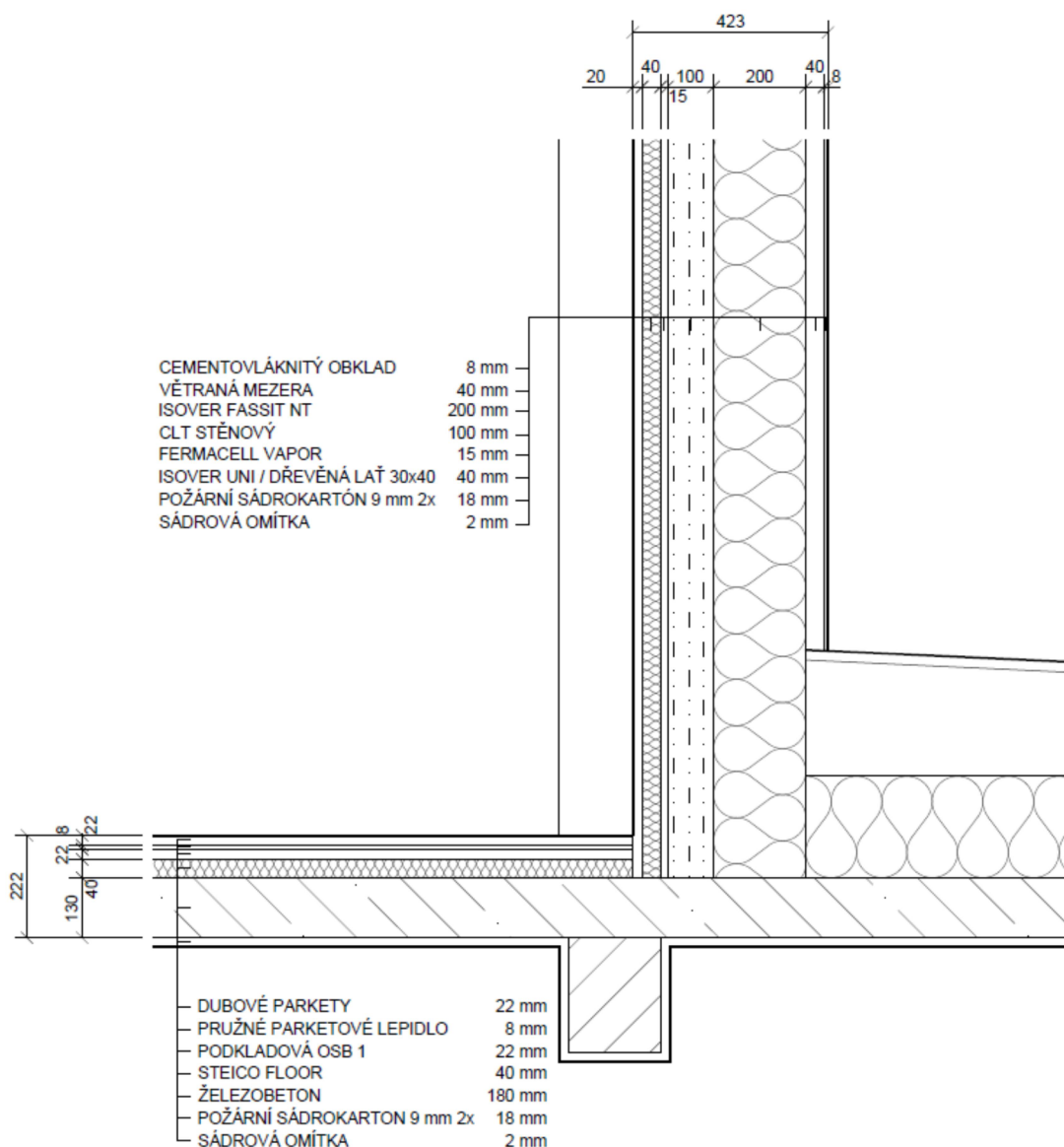
V této konstrukci se nenacházejí žádné systematické tepelné mosty. Z tohoto modelu jsou patrné špatné tepelně izolační vlastnosti železobetonu, kde v jeho průřezu dochází pouze k mírnému snížení vnitřní teploty a téměř cele izolační vlastnosti konstrukce přebírá minerální izolace.



Obrázek 54 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 2

Vlhkost v konstrukci neohrožuje její mechanické vlastnosti. Železobetonová vrstva zde přebírá parobrzdnou funkci. V konstrukci proto nedochází ke kondenzaci.

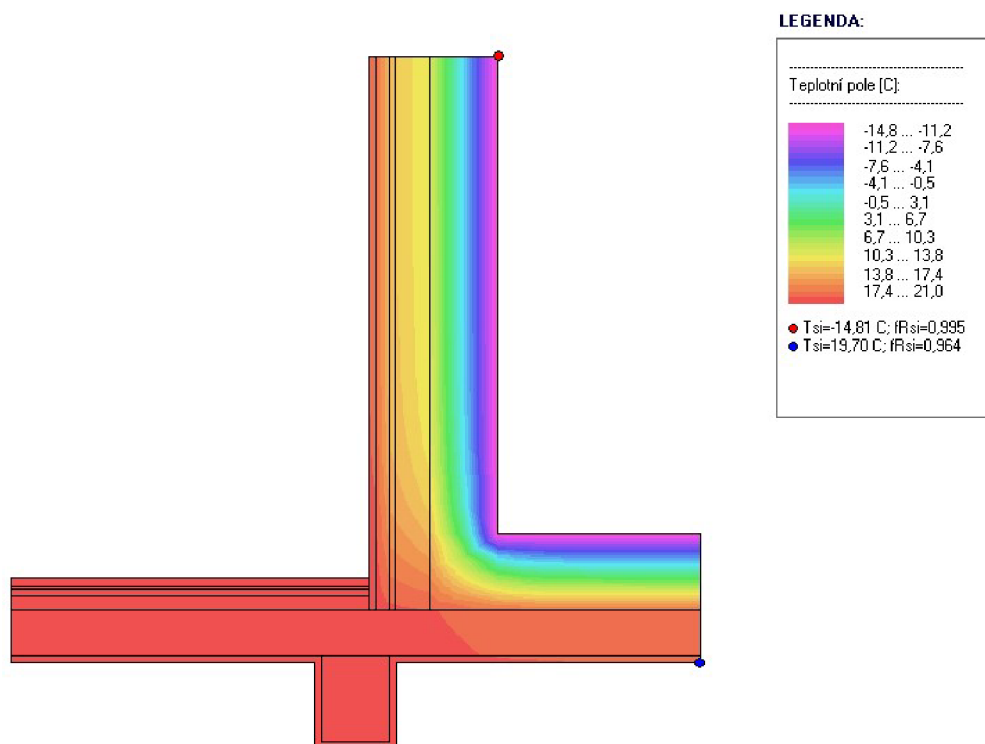
6.6.9. Posouzení detailu napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu 1. NP



Obrázek 55 – Výkres detailu 3 s popisem skladby

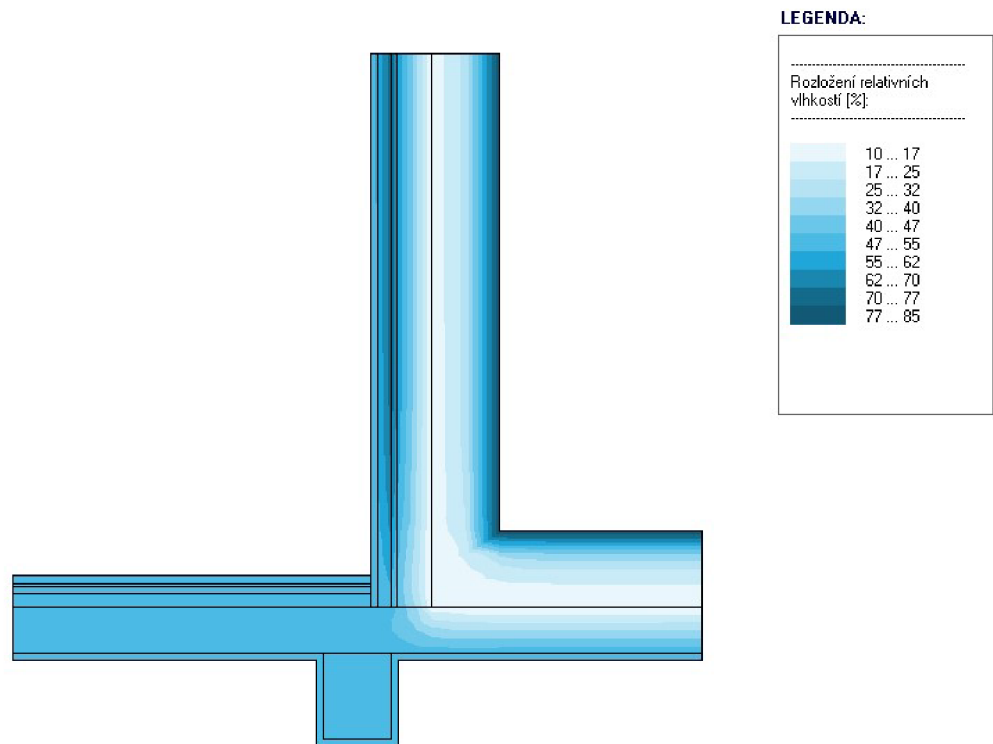
Detail popisuje napojení na obvodové stěny s nosnou vrstvou z CLT panelu a na stropní konstrukci s nosnou vrstvou z železobetonu. U CLT mají nosnou funkci BSH sloupy, ke kterým je připevněn CLT panel s mezivrstvou z desek Fermacell Vapor, sloužících jako parobrzda. Mezi jednotlivými sloupy se z vnitřní strany nachází montážní předstěna, která je tvořena střešními latěmi 30 x 40 mm v roztečích 625 mm s výplní z minerální izolace Isover Uni o tloušťce 40 mm. Vnitřní opláštění předstěny je řešeno pomocí dvou požárních SDK 9 mm a sádrové omítky s tloušťkou 2 mm. Z vnější strany je k CLT přichycena minerální izolace Isover Fassil NT 200 mm s následnou provětrávanou mezerou 40 mm a obkladem z cementovláknitých desek 8 mm, které jsou přichycené na ocelových profilech, bodově fixovaných do nosné vrstvy.

Stropní konstrukci tvoří spřažená dřevobetonová konstrukce s průvlaky a nosníky z BSH 200 x 250 mm a železobetonovou deskou 130 mm. V oblasti interiéru spočívá na konstrukci skladba podlahy tvořena systémem dřevovláknité izolace STEICO floor 40 mm, nosnou OSB 1 deskou 22 mm a DB parketami 22 mm, přilepených vrstvou pružného parketového lepidla 8 mm. Na části stropní konstrukce přesahující do exteriéru je skladba střechy tvořena minerální izolací Isover Fassil 220 mm, , provětrávanou mezerou s proměnlivou tloušťkou , podkladovou OSB 3 deskou, která je připevněna na ocelových profilech bodově kotvených do podkladu, pojistnou hydroizolací a plechovou falcovanou krytinou 1,5 mm.



Obrázek 56 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 3

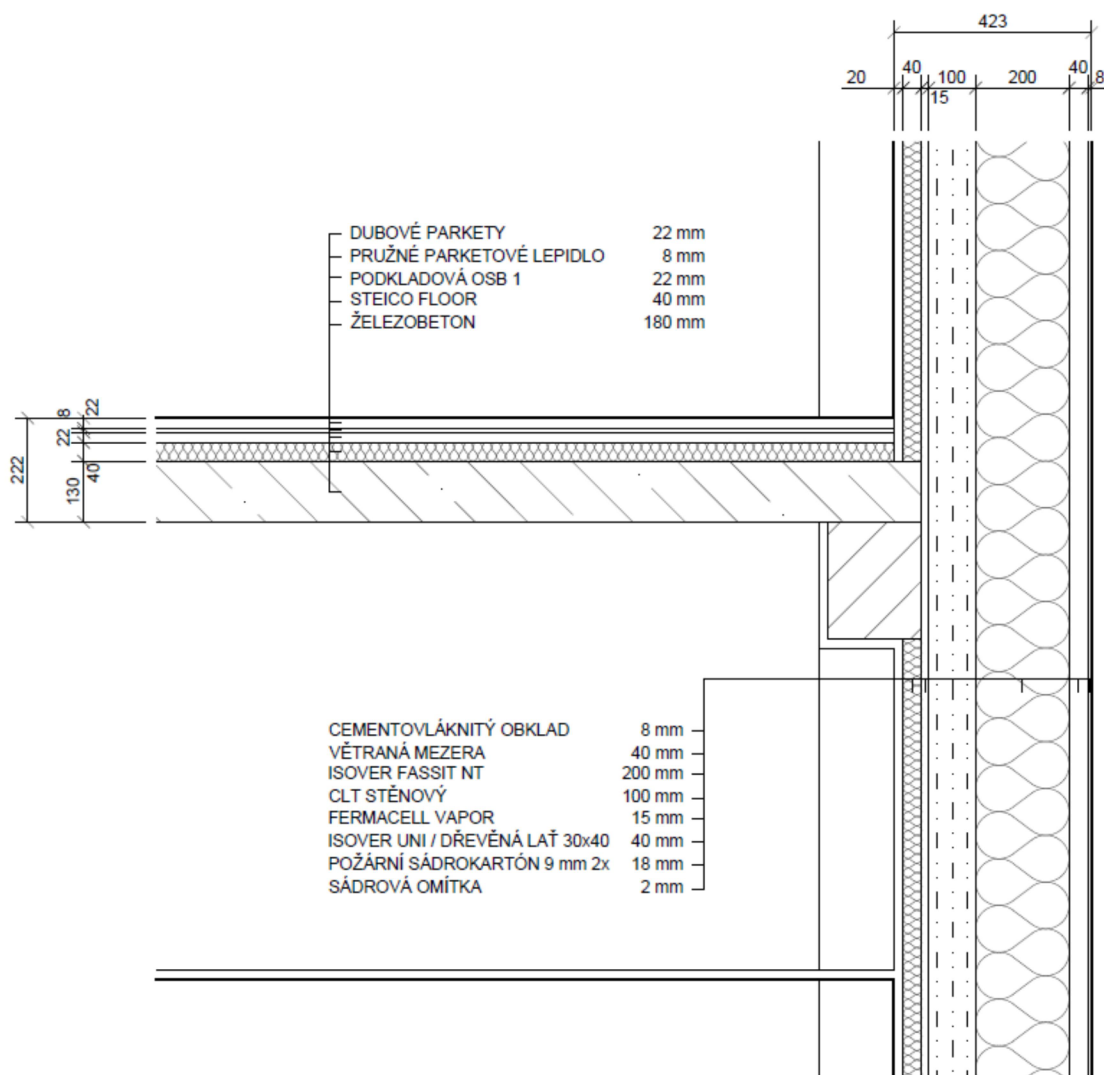
Na detailu jsou opět zřejmé rozdílné tepelně technické vlastnosti konstrukce obvodové stěny a stropní konstrukce. Podkladní CLT přebírá část tepelně izolační funkce konstrukce, zatímco podkladní železobeton izoluje pouze v minimální míře.



Obrázek 57 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 3

Vlhkost neohrožuje mechanické vlastnosti konstrukce. V konstrukci nedochází ke kondenzaci vlhkosti. Nejvyšší koncentrace je u exteriéru, odkud může volně odvětrávat do exteriéru a na rozmezí instalační předstěny a parobrzdy Fermacell Vapor, odkud může volně odvětrávat do interiéru.

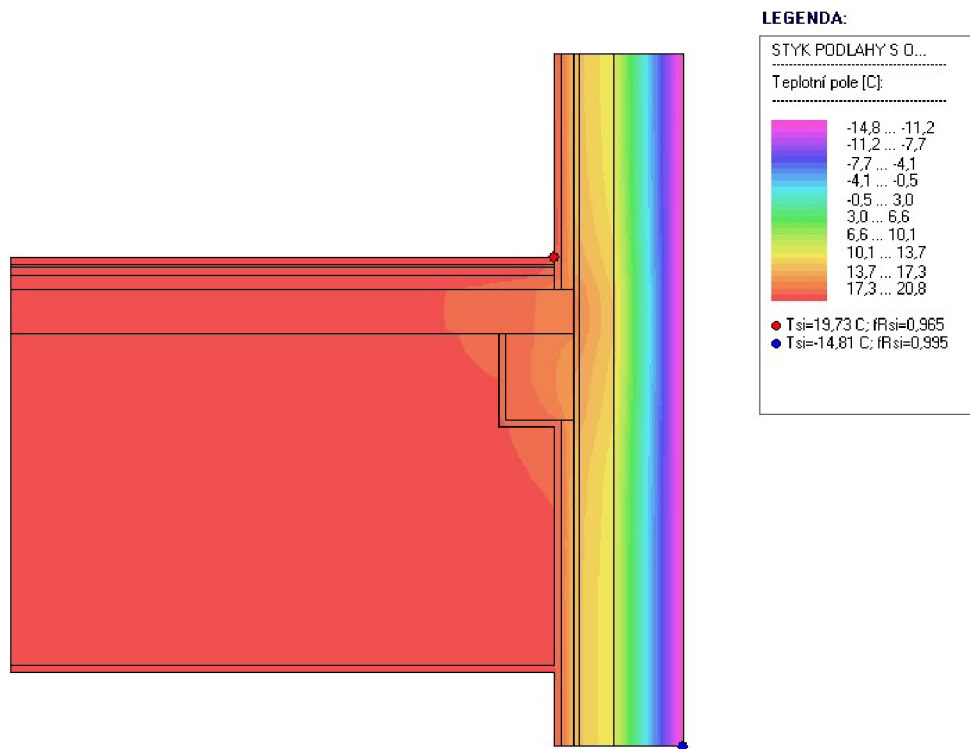
6.6.10. Posouzení detailu napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu 2. NP



Obrázek 58 – Výkres detailu 4 s popisem skladby

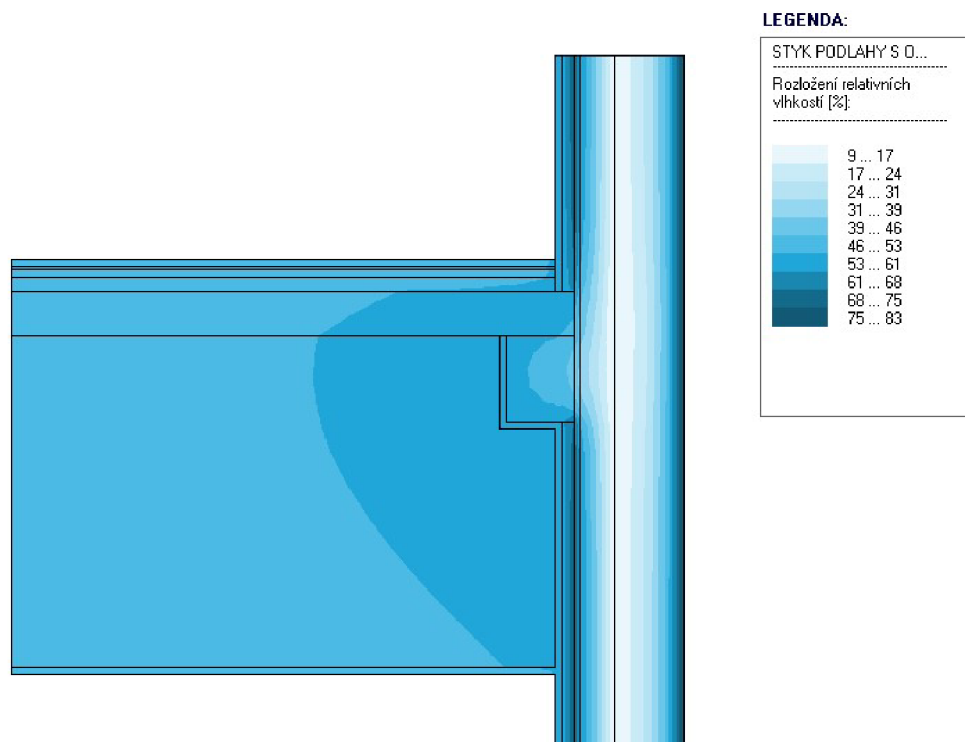
Detail popisuje napojení obvodové stěny s nosnou vrstvou z CLT panelu na stropní konstrukci s nosnou vrstvou z železobetonu. U CLT mají nosnou funkci BSH sloupy, ke kterým je připevněn CLT panel, s mezivrstvou z desek Fermacell Vapor, sloužících jako parobrzda. Mezi jednotlivými sloupy se z vnitřní strany nachází montážní předstěna, která je tvořena střešními latěmi 30 x 40 mm v roztečích 625 mm s výplní z minerální izolace Isover Uni o tloušťce 40 mm. Vnitřní opláštění předstěny je řešeno pomocí dvou požárních SDK 9 mm a sádrové omítky s tloušťkou 2 mm. Z vnější strany je k CLT přichycena minerální izolace Isover Fassil NT 200 mm s následnou provětrávanou mezerou 40 mm a obkladem z cementovláknitých desek 8 mm, které jsou přichycené na ocelových profilech, bodově fixovaných do nosné vrstvy.

Stropní konstrukci tvoří spřažená dřevobetonová konstrukce s průvlaky a nosníky z BSH 200 x 250 mm a železobetonovou deskou 130 mm. Na železobetonové desce spočívá skladba podlahy tvořena systémem dřevovláknité izolace STEICO floor 40 mm, nosnou OSB 1 deskou 22 mm a DB parketami 22 mm, přilepených vrstvou pružného parketového lepidla 8 mm.



Obrázek 59 – Simulace dvourozměrného teplotního pole detailu 4

Napojení těchto dvou konstrukcí je provedeno takovým způsobem, že nenarušuje izolační vrstvy obvodového pláště a tím i tepelně izolační vlastnosti konstrukce.



Obrázek 60 – Simulace dvourozměrného vlhkostního pole detailu 4

Opět je zřejmá nejvyšší koncentrace vlhkosti při hranici exteriéru a při parobrzdě, kde může dojít k bezproblémovému odvětrávání jako u předchozího detailu. V konstrukci rovněž nedochází ke kondenzaci a obsažená vlhkost neohrožuje funkčnost konstrukčních prvků. Zajímavostí je zde absence vyšší koncentrace vlhkosti v místě napojení dřevěného průvlaku, způsobené tepelně izolačními vlastnostmi dřeva.

6.6.11. Vypočtené technické parametry

Detail	Parametr	Vypočtená hodnota
1	Teplotní faktor f_{Rsi} (-)	0,952
	Lineární činitel prostupu tepla z vnějších rozměrů ψ_e ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	0,005
2	Teplotní faktor f_{Rsi} (-)	0,918
	Lineární činitel prostupu tepla z vnějších rozměrů ψ_e ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	-0,062
3	Teplotní faktor f_{Rsi} (-)	0,964
	Lineární činitel prostupu tepla z vnějších rozměrů ψ_e ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	0,025
4	Teplotní faktor f_{Rsi} (-)	0,965
	Lineární činitel prostupu tepla z vnějších rozměrů ψ_e ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	0,006

Tabulka 9 – Vypočítané technické parametry

6.6.12. Požadavky na technické parametry ČSN 73 0540-2

Detail	Exteriérová teplota (°C)	Teplotní faktor (-)		
		Vypočtená hodnota f_{Rsi} (-)	Požadovaná hodnota $f_{Rsi, N} = f_{Rsi, cr}$ (-) pro max. přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80 %	
1	-15,0	0,952	0,834	splněno
	-13,0		0,825	splněno
	-10,0		0,808	splněno
2	-15,0	0,918	0,834	splněno
	-13,0		0,825	splněno
	-10,0		0,808	splněno
3	-15,0	0,964	0,834	splněno
	-13,0		0,825	splněno
	-10,0		0,808	splněno
4	-15,0	0,965	0,834	splněno
	-13,0		0,825	splněno
	-10,0		0,808	splněno

Tabulka 10 – Požadavek na teplotní faktor

Detail	Požadavek	splněno/nesplněno
1	Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
	Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
	Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m ² .rok	nehodnoceno
2	Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
	Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
	Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m ² .rok	nehodnoceno
3	Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
	Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
	Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m ² .rok	nehodnoceno
4	Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
	Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
	Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m ² .rok	nehodnoceno

Tabulka 11 – Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Detail	Lineární činitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)			
	Vypočtená hodnota z vnějších rozměrů $\psi_e (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$	Požadovaná hodnota $\psi_N (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$	Doporučená hodnota $\psi_{rec} (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $\psi_{pas} (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$
1	0,005	0,20	0,10	0,05
		splněno	splněno	splněno
2	-0,062	0,20	0,10	0,05
		splněno	splněno	splněno
3	0,025	0,20	0,10	0,05
		splněno	splněno	splněno
4	0,006	0,20	0,10	0,05
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 12 – Požadavek na lineární činitel prostupu tepla

6.6.13. Závěrečné shrnutí

Veškeré skladby a detaily jsou navrženy v pasivním standartu, což je ověřeno výpočtem, který zohledňuje jak šíření tepla, tak i šíření vlhkosti, které má u dřevostaveb větší dopad na tepelné i mechanické vlastnosti než u staveb zděných. Ve stavbách nedochází během modelového roku ke kondenzaci vlhkosti, což je zajištěno použitím parobrzdných vrstev, kterými jsou buď vrstva betonu, nebo parobrzdná deska Fermacell Vapor.

Energetická úspora budov je však celkem mnoha faktorů, z nichž je správná dimenze a návrh skladeb obálky budovy pouze dílčí část. Do úvahy nám také vstupují technická a technologická zařízení, zejména pak způsob a efektivita vytápění a chlazení budovy.

Vytápění a chlazení budovy nelze v tento okamžik řešit, neboť v podkladové studii, ani územním plánu není finalizováno, jaké topné médium bude v nové čtvrti rozvedeno.

7. Závěr

V rámci diplomové práce byla vypracována část realizační projektové dokumentace návrhu budovy divadla s divadelní dílnou, jehož konstrukce je založena na systému lehkého a těžkého dřevěného skeletu.

V první teoretické části práce byla zpracována literární rešerše obsahující shrnutí vývoje divadla, jako umělecké formy, vývoj divadelní architektury z konstrukcí na bázi dřeva a současné konstrukční systémy divadel nebo jiných podobných skladeb na bázi dřeva, s příklady reálných staveb.

Druhá část se zabírala vytvořením návrhu divadla s divadelní dílnou za pomoci lehkého a těžkého dřevěného skeletu. Nejprve byla zvolena lokalita a to nově vznikající pražská čtvrť Nová Ruzyně. Lokalita byla zvolena pro své umístění ve velkém městě a dobrou dostupnost hromadnou dopravou. Lokalita také umožňovala vysokou volnost návrhu, neboť její podoba je teprve předmětem probíhajícího řízení pro změnu územního plánu.

Následně bylo zpracováno architektonické, konstrukční a materiálové řešení, které reagovalo na urbanistické předpisy dané lokality a to umístění v blokové zástavbě a výškové poměry určené Pražskými stavebními předpisy (2014).

Architektonické řešení bylo zpracováno podle typického rozvržení divadel jak uvádí Association of British Theatre Technicians (2010) s přídavkem 3. nadzemního podlaží, které obsahuje divadelní dílnu. Dominantním prvkem architektonického řešení jsou vyvýšená nároží tvořená železobetonovými tubusy obsahujícími úniková schodiště s únikovými výtahy.

Konstrukční systém budovy byl zvolen tak aby umožňoval překlenutí velkých vzdáleností, což je u divadla vyžadováno pro hlediště a jeviště. Skládá se z halové konstrukce tvořené nosníky z lepeného lamelového dřeva, která je zpevněna opláštěním z CLT panelů a čtyřmi nárožními železobetonovými tubusy. Vnitřní členění je řešeno pomocí systému lehkého dřevěného skeletu. Stropní konstrukce tvoří spřažená dřevobetonová konstrukce.

Materiálové řešení bylo zvoleno tak, aby umožňovalo provedení použitého konstrukčního systému a aby byly skladby funkční z hlediska prostupu vlhkosti a splňovaly tepelně izolační vlastnosti pro pasivní standart. Halová konstrukce je tvořena nosníky z lepeného lamelového dřeva, které jsou opláštěné z vnější strany CLT panely, na které je připevněná minerální izolace zaklopená montovanou cementovláknitou

fasádou. Vnitřní konstrukce lehkého skeletu je složena z KVH hranolů vyplněných izolací z minerální vlny, opláštěných sádrokartónem. Stropní konstrukce je tvořena nosníky z lepeného lamelového dřeva spřaženými s železobetonovou deskou, na které je instalovaná skladba podlahy podle typu užívání místnosti.

Zároveň zde bylo zpracováno posouzení skladeb obálky a detailů napojení obvodové stěny s CLT podkladem na obvodovou stěnu z železobetonovým obkladem, nároží obvodové stěny z železobetonovým podkladem, styk stropní konstrukce a obvodové stěny v 1. nadzemním podlaží a styk stropní konstrukce a obvodové stěny v 2. nadzemním podlaží, z hlediska prostupu tepla a vlhkosti konstrukcemi.

Jako nedílná součást práce byla vytvořena příloha obsahující část projektové dokumentace podle přílohy č. 13, vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, tedy průvodní a souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy širších vztahů a koordinační, architektonicko-stavební řešení a statický výpočet střešního sedlového vazníku a detailu napojení tohoto vazníku na sloup, detailu přichycení montované fasády k podkladu a detailu přichycení střešní krytiny k podkladu.

Použité zdroje

Literární zdroje

- Association of British Theatre Technicians, 2010. *Theatre Buildings: A design guide*. Oxford: Routledge. ISBN 0-203-85468-3
- Böhm, M., Reisner, J. & Bomba, J., 2012. *Materiály na bázi dřeva*. 1. ed. Praha: ČZU. ISBN 978-80-213-2251-6
- Bowsher, J. M. C., 2011. *Twenty years on: The archaeology of Shakespeare's London playhouses*. *Shakespeare*, pp. 452-466. ISSN: 1745-0918 (Tištěné) 1745-0926 (Online)
- Brockett, O. G. & Hildy, F. J., 2019. *Dějiny Divadla*. Praha: Rybka Publishers. ISBN 978-80-87950-66-1
- Douglas, M., 2003. *John Orrell, 68, Historian On New Globe Theater, Dies*. *The New York Times*.
- Gurr, A., 1992. *The Shakespearean Stage, 1574 – 1642*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 052142240X, 9780521422406
- Jakub Cigler Architekti, a.s., 2018. *Nová Ruzyně, Podkladová studie pro změnu územního plánu*. Praha: s.n.
- Mulryne, J. R., Shewring, M. & Gurr, A., 1997. *Shakespeare's Globe*. New York: Cambridge University Press, in association with Mulryne & Shewring. ISBN isbn0521590191
- Pavlas, M., 2016. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů*. 1. ed. Praha. Grada Publishing. ISBN 978-80-271-9369-1
- Remeš, J., 2014. *Stavební příručka*. 2. ed. Praha. Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5142-9
- Růžička, M., 2014. *Moderní dřevostavba*. Praha. Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3298-5
- Stehlíková, E., 2005. *Antické Divadlo*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. ISBN 80-246-1105-8
- Wickham, G. & Gladstone, W., 1959. *Early English Stages, 1300 to 1660*. Londýn: Columbia University Press. ISBN 0231089376
- Pražské stavební předpisy s aktualizovaným odůvodněním, 2014, *Praha: IPR*. ISBN 978-80-87931-56-1

Internetové zdroje

A+Architecture, 2013. *Théâtre Jean-Claude Carrière*. [online]. Francie [cit. 10.9.2021]. Dostupné z: <https://www.aplus-architecture.com/projets/thematiques/projetsbois/theatre-jean-claude-carriere/>

Oslo Opera House / Snøhetta, 2008. [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/440/oslo-opera-house-snohetta>

Kilden / ALA Architects, 2012. [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/225522/kilden-ala-architects>

Sami Cultural Center Sajos / HALO Architects, 2012 [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/228027/sami-cultural-center-sajos-halo-architects>

Luxury Village and Mercury Theatre / Meganom, 2014 [online]. *ArchDaily* [cit. 16.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/517129/luxury-village-and-mercury-theatre-project-meganom>

Music Pavilion Bad Ischl / Two in a Box Architekten, 2015 [online]. *ArchDaily* [cit. 16.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/776532/music-pavilion-bad-ischl-two-in-a-box-architekten>

House of Switzerland Pavilion / Dellekamp Arquitectos, 2017 [online]. *ArchDaily* [cit. 17.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/868720/casa-de-suiza-dellekamp-arquitectos>

Maunula House / K2S Architects, 2017 [online]. *ArchDaily* [cit. 10.8.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/805375/maunula-house-k2s-architects>

Suvela Chapel / OOPEAA, 2017 [online]. *ArchDaily* [cit. 10.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/802966/suvela-chapel-oopeaa>

The Evelyn and Mo Ostin Music Center / Kevin Daly Architects, 2018 [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/898032/the-evelyn-and-mo-ostin-music-center-kevin-daly-architects>

The Wave: public performance space / The Scarcity and Creativity Studio, 2020 [online]. *ArchDaily* [cit. 13.8.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/779261/the-wave-public-performance-space-the-scarcity-and-creativity-studio>

Sara Kulturhus Center / White Arkitekter, 2021 [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021]. ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/967019/sara-kulturhus-center-white-arkitekter>

Sun-Pu Church in Shizuoka / Taira Nishizawa, 2016 [online]. *ArchEyes* [cit. 10.9.2021]. Dostupné z: <https://archeyes.com/sunpu-church-shizuoka-taira-nishizawa/>

Dočasné divadlo 'Bouda' / Haworth Tompkins, 2013 [online]. *archiweb* [cit. 14.8.2021]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/docasne-divadlo-bouda>

Limoges Concert Hall / Bernard Tschumi Architects 2007 [online]. [cit. 14.8.2021]. Dostupné z: http://www.tschumi.com/projects/10/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com#

Long View of London, 2012 [online]. *British Museum* [cit. 5.8.2021]. Dostupné z: https://www.britishmuseum.org/collection/object/P_1864-0611-434

Corradi, M., 2020. *Yves Weinand: New VidyLausanne Theatre Pavilion | Floor Nature*. [online]. [cit. 15.9.2021]. Dostupné z: <https://www.floornature.com/yves-weinand-new-vidy-lausanne-theatre-pavilion-15099/?epik=dj0yJnU9YmhvTlJuNWFwakpmSW9TdGFTVDRkTkFISIVRaU93ZVEmcD0wJm49d1p4RVZ1cFRXU2lJN0tTS1Q2VXNzZyZ0PUFBQUFBR0U0Y3IN>

Douglas, M., 2003. *John Orrell, 68, Historian On New Globe Theater, Dies*. *The New York Times*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2003/09/28/nyregion/john-orrell-68-historian-on-new-globe-theater-dies.html>

Ebert, G., 2020. *Sunlight Streams into a Windowless Church Made of Wooden Slats in Japan | Colossal*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.thisiscolossal.com/2020/04/taira-nishizawa-sunpu-church/>

Fine spol. s.r.o., 2021. *Štětové stěny (štětovnice) | Pažící konstrukce | Fine*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.fine.cz/geotechnicky-software/reseni/pazici-konstrukce/stetove-steny/>

Flickr, 2016. *Shakespeare's Globe Theatre, London | The Gloge Theatre, London | Flickr*. [online]. [cit. 11.8.2021] Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/neil-singapore/29189974162>

Folger Shakespeare Library, n.d. *The Globe Playhouse, 1599-1613. A conjectural reconstruction - LUNA Folger Digital Image Collection*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: https://luna.folger.edu/luna/servlet/detail/FOLGERCM1~6~6~40370~102858:The-Globe-Playhouse,-1599-1613--A-c?sort=Call_Number%2CAuthor%2CCD_Title

Fotolia.com, 2021. *Stock photos, royalty-free images, graphics,vectors & videos*. [online]. [cit. 12.8.2021] Dostupné z: https://stock.adobe.com/search?creator_id=167620&filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Atemplate%5D=1&filters%5Bc

Furuto, A., 2013. *Jean-Claude Carrière Theatre Proposal / A+ Architecture*. [online]. *ArchDaily* [cit. 17.9.2021] ISSN 0719-8884. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/350951/jean-claude-carri-re-theatre-proposal-a-architecture>

Gurr, A., 1998. *Globe Theatre | Definition, History & Facts | Britannica*. [online]. [cit. 5.8.2021] Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Globe-Theatre>

HaworthTompkins, 2013. *The Shed - Haworth Tompkins*. [online]. [cit. 14.8.2021] Dostupné z: <https://www.haworthtompkins.com/work/the-shed>

Chin, A., 2013. *A+ architecture:jean-claude carriere theatre, montpellier*. [online]. [cit. 14.8.2021] Dostupné z: <https://www.designboom.com/architecture/a-architecture-design-jean-claude-carriere-theatre-with-harlequin-facade-10-04-2013/>

Kaiser, G., 2021. *Dočasná divadelní tribuna*. [online]. *archiweb* [cit. 15.9.2021] Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/docasna-divadelni-tribuna>

Kengo Kuma and Associates, 2021. *Kengo Kuma and Associates*. [online]. [cit. 15.9.2021] Dostupné z: <https://kkaa.co.jp/>

KLH Massivholz GmbH, 2021. *Cross-Laminated Timber*. [online]. [cit. 15.9.2021] Dostupné z: <https://www.klh.at/en/booklets/>

Langdon, D., 2014. *AD Classics: Limoges Concert Hall / Bernard Tschumi Architects* [online]. *ArchDaily* [cit. 15.9.2021] ISSN 0719-8884 Dostupné z: <https://www.archdaily.com/627020/ad-classics-limoges-concert-hall-bernard-tschumi-architects>

McCurdy, P., 2001. *The Reconstruction of the Globe Theatre*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20080118155047/http://www.mccurdyco.com/globepm.html>

Nešporová, K., 2017. *CLT panely: Vrstvené masivní panely, které voní dřevem*. [online]. [cit. 14.8.2021] Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/clt-panely>

Smutný, J., 2016. *Rozdíl mezi KVH a BSH hranolem | Dřevo Smutný*. [online]. [cit. 13.8.2021] Dostupné z: <https://drevosmutny.cz/kvh-vs-bsh-hranol/>

Stevens, P., 2016. *kengo kuma completes angular iiyama cultural dall in japan*. [online]. [cit. 10.9.2021] Dostupné z: <https://www.designboom.com/architecture/kengo-kuma-iiyama-cultural-hall-nachura-cafe-nagano-japan-04-14-2016/>

Studio Andrew Todd, 2021. *B2 Hardelot Exteriors* | *Studio andrew Todd*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.studioandrewtodd.com/b2-hardelot-exterior>

Studio Andrew Todd, 2021. *B6 Hardelot Process* | *Studio Andrew Todd*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.studioandrewtodd.com/b6-hardelot-process>

Šišolák, M., 2013. *Pasivní dům 4x jinak* | *HOME*. [online]. [cit. 12.8.2021] Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/pasivni-dum-4x-jinak/>

Tezuka Architects, 2014. *Church of Eaves* | *Church* | *Tezuka Architects*. [online]. [cit. 10.8.2021] Dostupné z: <http://www.tezuka-arch.com/english/works/church/higashi-yahata/>

The Shakespeare Globe Trust, 2021. *Our Story* | *About Us* | *Discover* | *Shakespeare's Globe*. [online]. [cit. 1.9.2021] Dostupné z: <https://www.shakespearesglobe.com/discover/about-us/our-story/>

Two in a Box Architekten, 2014. *Architekten Oberösterreich-Ottensheim - TWO in a BOX*. [online]. [cit. 1.9.2021] Dostupné z: <https://www.twoinabox.at/DE/projekte>

White Arkitekter, 2021. *Sara Cultural Centre, Skellefteå - A new home for culture* | *White Arkitekter*. [online]. [cit. 5.9.2021] Dostupné z: <https://whitearkitekter.com/project/sara-cultural-centre/>

Zákony a normy

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011, *kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS*

Zákon č. 183/2006 Sb., *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., *kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky*

Vyhláška č. 499/2006 Sb., *o dokumentaci staveb*

Vyhláška č. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby*

ČSN EN 1991 *Eurokód 1 – Zatížení konstrukcí*

ČSN EN 1992 *Eurokód 2 – Navrhování betonových konstrukcí*

ČSN EN 1995 *Eurokód 5 – Navrhování dřevěných konstrukcí*

ČSN EN 61140 ed.3. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení*

ČSN 33 2000-4-41 *Elektrické instalace nízkého napětí, ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – ochrana před úrazem elektrickým proudem*

Obsah přílohy

Příloha obsahuje dílčí část projektové dokumentace pro provádění stavby, která se řídí přílohou č. 13, vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. Obsahem je:

A Průvodní zpráva

A.1. Identifikační údaje

A.1.1. Údaje o stavbě

A.1.2. Údaje o stavebníkovi

A.1.3. Údaje o zpracovateli společné dokumentace

A.2. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

A.3. Seznam vstupních podkladů

B. Souhrnná technická zpráva

B.1 Popis území stavby

B.2 Celkový popis stavby

C. Situační výkresy

C.1 Situační výkres širších vztahů

C.2 Koordinační situační výkres

D. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

D.1 Dokumentace stavebního objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

D.1.1.1 Technická zpráva

D.1.1.2 Půdorys 1.NP

D.1.1.3 Půdorys 2.NP

D.1.1.4 Půdorys 3.NP

D.1.1.5 Výkres střechy

D.1.1.6 Řez A-A', B-B', C-C'

D.1.1.7 Pohled jižní, severní

D.1.1.8 Pohled východní, západní

D.1.1.9 Výkresy detailů

D.1.1.10 Výkresy skladeb

D.1.1.11 Vizualizace

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

D.1.2.2. Statický výpočet jednoho prvku a tří detailů

Protokol ze software Teplo 2017

Protokoly ze software Area 2017