

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra zpracování dřeva a biomateriálů**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Konstrukční návrh objektu krytého bazénu a zázemí  
v obci Osoblaha**

**Diplomová práce**

**Bc. Daniel Malyšev**

**Ing. Martin Sviták, Ph.D.**

**2024**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Daniel Malyšev

Dřevěné konstrukce a stavby na bázi dřeva

Název práce

**Konstrukční návrh objektu krytého bazénu a zázemí v obci Osoblaha**

Název anglicky

**Structural design of an indoor swimming pool and facilities in the village of Osoblaha**

### Cíle práce

Cílem práce je vytvořit návrh nosné konstrukce a konstrukčních skladeb z materiálů na bázi dřeva obálky budovy objektu krytého bazénu v obci Osoblaha, který bude zpracován ve formě výrobní a realizační projektové dokumentace vybraných částí. Návrh bude zpracován na základě stávající projektové dokumentace pro stavební povolení, a to ve formě vybraných částí projektové dokumentace. Projektová dokumentace bude tedy řešit komplexní přístup z hlediska tvarového, dispozičního, konstrukčního i materiálového provedení, vč. umístění objektu na pozemku současného brownfieldu. Bude se jednat o technické, souhrnné a průvodní zprávy, situační schémata, půdorysy nadzemních podlaží, řezy objektu, pohledy a detaily obvodové stěny, styk se střešní konstrukcí nebo základovou konstrukcí. Zvolený návrh bude podložen také posouzením a optimalizací konstrukčních skladeb obálky budovy z hlediska stavební fyziky. V části statického posouzení bude řešena nosná část obvodové stěny, uložení vazníku a posouzení vybraného střešního prvku. V praktické části bude vytvořena výrobní a realizační dokumentace dřevěné nosné části obvodové konstrukce s výstupem pro CNC výrobu. Součástí práce bude rozpočet na výše uvedené části projektové dokumentace a vizualizace.

### Metodika

Literární rešerše – kryté bazény s nosnou konstrukcí na bázi dřeva v ČR a ve světě, materiálové a konstrukční možnosti, legislativa. Termín zpracování od 04/2023 do 07/2023.

Návrh nosné konstrukce a konstrukčních skladeb z materiálů na bázi dřeva vč. základního tvarového, dispozičního, konstrukčního a materiálového provedení a optimalizace konstrukčních skladeb obvodového pláště budovy. Termín zpracování od 06/2023 do 09/2023.

Stavebně konstrukční řešení vybraných částí obvodové stěny, uložení vazníku a posouzení vybraného střešního prvku. Termín zpracování od 08/2023 do 10/2023.

Vytvoření výrobní a realizační dokumentace dřevěné nosné části obvodové konstrukce. Termín zpracování od 09/2023 do 11/2023.

Rozpočet stavby vybraných částí. Termín zpracování od 11/2023 do 12/2023.

Grafická vizualizace. Termín zpracování od 12/2023 do 01/2024.

Závěr a přínos návrhu. Termín zpracování do 03/2024.

### **Doporučený rozsah práce**

40 stran textu, výkresová a textová část PD

### **Klíčová slova**

Konstrukce na bázi dřeva, krytý bazén, výrobní dokumentace, vizualizace

---

### **Doporučené zdroje informací**

- BÖHM, Martin, REISNER, Jan a BOMBA, Jan. Materiály na bázi dřeva. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.
- BRISCHKE, Christian. Wood Protection and Preservation. Switzerland: MDPI, 2020. 231 s. ISBN 978-3-03936-333-9.
- CIUMAN, Piotr, LIPSKA, Barbara. Experimental validation of the numerical model of air, heat and moisture flow in an indoor swimming pool. Poland: Silesian University of Technology, 2018. [online] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.009>
- ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2005. 68 s.
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí: část 1-1: Obecná pravidla. Společná pravidla pro pozemní stavby. 114 s.
- HENS, Hugo. Performance Based Building Design 1: From Below Grade Construction to Cavity Walls. Berlin: Ernst, 2012. ISBN 978-3-433-60197-6.
- KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2. aktualizované vydání. Praha: Grada, 2008, 320 s. ISBN 978-80-247-4071-3.
- LING, Tingting, MOHRMANN, Sarah, LI, Haitao, BAO, Ningzhong, GAFF, Milan, LORENZO, Rodolfo Lorenzo. Review on research progress of metal-plate-connected wood joints. 2022 [online] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105056>
- PAVLAS, Marek. Dřevostavby z vrstvených dřevěných panelů. 1.vydání, Praha: Grada Publishing a. s. 2016, 96 s. ISBN 978-80-271-9369-1.
- 

### **Předběžný termín obhajoby**

2023/24 LS – FLD

### **Vedoucí práce**

Ing. Martin Sviták, Ph.D.

### **Garantující pracoviště**

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 29. 6. 2023

**doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 12. 01. 2024

---

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Konstrukční návrh objektu krytého bazénu a zázemí v obci Osoblaha vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne datum odevzdání

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Martinu Svitákovi, Ph.D. za trpělivost při vedení práce, cenné připomínky, odbornou pomoc a čas, který mi věnoval.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se soustředí na návrh konstrukce a dále na zpracování vybraných částí projektové dokumentace pro realizaci stavby krytého bazénu z materiálů na bázi dřeva v souladu s vyhláškou č. 499/2006 Sb.

Nejprve byla vytvořena literární rešerše s přehledem týkající se konstrukčních systémů a jejich aplikace v oblasti krytých bazénů z dřeva, s přihlédnutím k situaci v České republice a mezinárodním kontextu.

Dále byl vytvořen návrh konstrukce pro zázemí, na který navázal konstrukční návrh bazénové haly. Tyto konstrukční návrhy byly podkladem pro výběr, optimalizaci a hodnocení obálek budovy s využitím software Svoboda, konkrétně programu Tepla 2015. Pro statické posouzení části obvodové konstrukce a střešního prvku byl použit program FINE, především jeho moduly Zatížení a Dřevo, založené na normách Eurokódu 1 a 5. Hlavní důraz byl kladen na mezní stavy použitelnosti a únosnosti, kterým posuzované prvky vyhověly.

Práce zahrnuje také výkresy nadzemních pater, řezů a detailů, které byly vytvořeny v programu Archicad. Dále byly pomocí nástroje Enscape v Archicadu vytvořeny vizualizace z 3D modelu. Významnou částí práce je rovněž položkový rozpočet, který byl sestaven s použitím softwaru Kros a pro srovnání také propočet v aplikaci Kubix. Kromě zmíněných výstupů byl také zpracován výstup pro CNC stroj a výrobní dokumentace části obvodové stěny.

**Klíčová slova:** Konstrukce na bázi dřeva, krytý bazén, výrobní dokumentace, vizualizace

## **Abstract**

This thesis focuses on the design of the structure and further on the preparation of selected parts of the project documentation for the construction of an indoor swimming pool made of wood-based materials in accordance with Decree No. 499/2006 Coll.

Firstly, a literature search with an overview of structural systems and their application in the field of indoor swimming pools made of wood, taking into account the situation in the Czech Republic and the international context, was created.

Next, a structural design for the back-of-house was developed, followed by a structural design for the pool hall. These structural designs were the basis for the selection, optimization and evaluation of the building envelope using Svoboda software, specifically Tepla 2015. For the structural assessment of part of the envelope and the roof element, the FINE software was used, in particular its Load and Timber modules, based on Eurocode 1 and 5 standards.

The work also includes drawings of the storeys, sections and details, which were created in Archicad. In addition, visualizations were created from the 3D model using the Enscape tool in Archicad. A significant part of the work is also the itemized budget, which was compiled using Kros software and also calculated in Kubix for comparison. In addition to these outputs, the output for the CNC machine and the production documentation of the perimeter wall section were also prepared.

**Keywords:** Wood-based constructions, indoor pool, production documentation, visualization

# Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>11</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>13</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>14</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
<b>2 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>17</b>
<b>3 KRYTÉ PLAVECKÉ BAZÉNY S KONSTRUKČNÍM SYSTÉMEM NA BÁZI DŘEVA .....</b>	<b>18</b>
3.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY KRYTÝCH BAZÉNŮ .....	19
3.1.1 <i>Rovinné dřevěné konstrukce</i> .....	19
3.1.1.1 <i>Příhradové nosníky</i> .....	19
3.1.1.2 <i>Plnostěnné nosníky</i> .....	20
3.1.1.2.1 <i>Aquapark Valašské Meziříčí</i> .....	21
3.1.1.2.2 <i>Krytý školní bazén v Kentu (Bethany school)</i> .....	22
3.1.1.3 <i>Rovinné rámové konstrukce</i> .....	23
3.1.1.3.1 <i>Bazén v Kohoutovicích</i> .....	24
3.1.1.3.2 <i>Dennis L. Shippey Aquatic Center</i> .....	25
3.1.1.3.3 <i>Školní plavecký bazén v Ashteadu</i> .....	26
3.1.1.4 <i>Obloukové konstrukce</i> .....	27
3.1.1.4.1 <i>Plovárna Hranice na Moravě</i> .....	28
3.1.2 <i>Prostorové konstrukce</i> .....	28
3.1.3 <i>Svislé konstrukce</i> .....	29
3.1.3.1 <i>Těžký dřevěný skelet</i> .....	30
3.1.3.2 <i>Srubová konstrukce</i> .....	30
3.1.3.3 <i>Křížem lepené dřevo (CLT)</i> .....	30
<b>4 POŽADAVKY NA KRYTÉ BAZÉNY .....</b>	<b>31</b>
4.1 KONSTRUKČNÍ POŽADAVKY .....	31
4.2 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA .....	31
4.3 POŽADAVKY NA OSVĚTLENÍ.....	32
4.4 TEPelnÉ IZOLAČNÍ POŽADAVKY .....	32
4.5 MATERIÁLOVÉ POŽADAVKY .....	33
4.5 POŽADAVKY NA OCHRANU KONSTRUKCE .....	33
4.5.1 <i>Konstrukční ochrana</i> .....	33
4.5.2 <i>Chemická ochrana</i> .....	34
<b>5 VOLBA LOKALITY.....</b>	<b>35</b>
5.1 URBANISTICKÝ ROZBOR .....	35
5.2 POPIS UMÍSTĚNÍ OBJEKTU .....	36



5.3	VLIV STAVBY NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ .....	37
<b>6</b>	<b>ARCHITEKTONICKÝ NÁVRH .....</b>	<b>38</b>
6.1	DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ .....	38
6.2	HMOTOVÉ ŘEŠENÍ .....	39
6.3	MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ .....	40
<b>7</b>	<b>KONSTRUKČNÍ NÁVRH .....</b>	<b>41</b>
7.1	ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE .....	41
7.2	KONSTRUKČNÍ SYSTÉM ZÁZEMÍ.....	42
7.2.1	<i>Konstrukční skladba obvodové stěny.....</i>	<i>43</i>
7.2.2	<i>Střešní konstrukční skladba .....</i>	<i>43</i>
7.2.3	<i>Konstrukční skladba podlahy na terénu .....</i>	<i>45</i>
7.2.4	<i>Konstrukce příček .....</i>	<i>45</i>
7.3	KONSTRUKČNÍ SYSTÉM BAZÉNOVÉ HALY .....	46
7.3.1	<i>Konstrukční skladba obvodové stěny.....</i>	<i>46</i>
7.3.2	<i>Střešní konstrukční skladba .....</i>	<i>47</i>
7.3.3	<i>Konstrukční skladba podlahy.....</i>	<i>48</i>
<b>8</b>	<b>VÝSTUPY .....</b>	<b>49</b>
8.1	STAVEBNÍ FYZIKA .....	50
8.1.1	<i>Obvodová stěna zázemí.....</i>	<i>51</i>
8.1.2	<i>Střecha nad zázemím .....</i>	<i>53</i>
8.1.3	<i>Podlaha na terénu v zázemí .....</i>	<i>55</i>
8.1.4	<i>Střecha v bazénové hale .....</i>	<i>57</i>
8.1.5	<i>Obvodová stěna v bazénové hale .....</i>	<i>59</i>
8.1.6	<i>Vyhodnocení výsledků .....</i>	<i>60</i>
8.2	STAVEBNÍ ROZPOČET .....	61
8.2.1	<i>Vyhodnocení výsledků .....</i>	<i>62</i>
8.3	STATICKÉ POSOUZENÍ .....	63
8.3.1	<i>Posouzení sloupu a trámu .....</i>	<i>63</i>
8.3.2	<i>Zatěžovací stavy .....</i>	<i>65</i>
8.3.2.1	<i>Stálé zatížení .....</i>	<i>65</i>
8.3.2.2	<i>Vlastní tíha .....</i>	<i>65</i>
8.3.2.3	<i>Zatížení sněhem .....</i>	<i>65</i>
8.3.2.4	<i>Zatížení větrem – sání .....</i>	<i>65</i>
8.3.2.5	<i>Zatížení větrem – tlak.....</i>	<i>66</i>
8.3.2.6	<i>Vnitřní síly .....</i>	<i>66</i>
8.3.2.7	<i>Mezní stav únosnosti .....</i>	<i>66</i>
8.3.2.8	<i>Mezní stav použitelnosti .....</i>	<i>67</i>

8.3.2.9	Vzpěr.....	67
8.3.3	Vyhodnocení výsledků .....	67
8.4	VIZUALIZACE .....	68
<b>9</b>	<b>SHRNUTÍ.....</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>73</b>

**LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE**

**SEZNAM PŘÍLOH**

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Typy příhradových nosníků: a1, a2) - trojúhelníkový nosník, b) - složený trojúhelníkový nosník, c) - přímopásový příhradový nosník, d) - nůžkový nosník, e) - obloukový nosník, f) - nosník čočkovitého tvaru

Obrázek 2 Základní typy plnostěnných nosníků: a) - přímý, b) - sedlový, c) - pultový, d) - sedlový se spodním zakřivením

Obrázek 3 Střešní konstrukce plavecké části

Obrázek 4 Střešní konstrukce relaxační části

Obrázek 5 Krytý školní bazén v Kentu

Obrázek 6 Rámové konstrukce: a) - dvojklobový rám, b) - trojklobový rám

Obrázek 7 Druhy rámového rohu: a) - zakřivení střednice, b1) - lepený, b2) - s vloženým klínem, c) - šroubovaný

Obrázek 8 Bazén v Kohoutovicích

Obrázek 9 Konstrukce střechy

Obrázek 10 Plavecký bazén v Pasadeně

Obrázek 11 Školní plavecká hala

Obrázek 12 Obloukové konstrukce: a) - dvojklobový rám s táhlem, b) - dvojklobový rám bez táhla, c) - trojklobový rám s táhlem, d) - trojklobový rám bez táhla

Obrázek 13 Plovárna hranice

Obrázek 14 Prostorová dřevěná konstrukce

Obrázek 15 Hlavní výkres územního plánu (Osoblaha, 2023)

Obrázek 16 Umístění objektu na pozemku

Obrázek 17 Půdorys 1.NP realizovaného krytého bazénu v Toru (Španělsko)

Obrázek 18 Axonometrický pohled na konstrukci zázemí

Obrázek 19 Skladba obvodové stěny (zázemí)

Obrázek 20 Skladba střešního pláště

Obrázek 21 Skladba podhledu v 1.NP

Obrázek 22 Skladba podlahy na terénu (zázemí)

Obrázek 23 Skladba příček

Obrázek 24 Axonometrický pohled na konstrukci bazénové haly

Obrázek 25 Skladba obvodové stěny (bazénová hala)

Obrázek 26 Skladba střešního pláště (bazénová hala)

Obrázek 27 Skladba podlahy na terénu

Obrázek 28 Předběžná cena stavby z aplikace Kubix

Obrázek 29 Posuzované prvky

Obrázek 30 Geometrie vazby

Obrázek 31 Stálé zatížení

Obrázek 32 Vlastní tíha

Obrázek 33 Zatížení sněhem

Obrázek 34 Zatížení větrem – sání

Obrázek 35 Zatížení větrem – tlak

Obrázek 36 Vnitřní síly

Obrázek 37 Mezní stav únosnosti

Obrázek 38 Mezní stav použitelnosti

Obrázek 39 Průřez posuzovaného sloupu

Obrázek 40 Pohled na krytý bazén (severo – západní)

Obrázek 41 Interiér bazénové haly

Obrázek 42 Pohled na krytý bazén (severo východní)

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Konstrukce obvodové stěny v zázemí

Tabulka 2 Teplotní faktor obvodové stěny v zázemí

Tabulka 3 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny v zázemí

Tabulka 4 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 5 Konstrukce střechy nad zázemím

Tabulka 6 Teplotní faktor střechy nad zázemím

Tabulka 7 Součinitel prostupu tepla střechy nad zázemím

Tabulka 8 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 9 Konstrukce podlahy na terénu v zázemí

Tabulka 10 Teplotní faktor podlahy na terénu v zázemí

Tabulka 11 Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu v zázemí

Tabulka 12 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 13 Konstrukce střechy v bazénové hale

Tabulka 14 Teplotní faktor obvodové střechy v bazénové hale

Tabulka 15 Součinitel prostupu tepla střech v bazénové hale

Tabulka 16 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 17 Konstrukce obvodové stěny v bazénové hale

Tabulka 18 Teplotní faktor obvodové stěny v bazénové hale

Tabulka 19 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny v bazénové hale

Tabulka 20 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 21 Rekapitulace objektů stavby

Tabulka 22 Vlastní tíha nosné konstrukce + ostatní stálé zatížení

## Seznam zkratek a symbolů

B	Účinnost proti houbám způsobující modráni
BSH	Brettschichtholz (lepené lamelové dřevo)
CD	Sádrokartonové podhledové profily
CE	Evropská shoda (Conformité européenne)
CLT	Křížem lepené dřevo (Cross laminated timber)
CNC	Počítačem řízený obráběcí stroj (Computer Numerical Control)
CW	Sádrokartonové příčkové profily
ČSN	Česká technická norma
EPS	Expandovaný polystyren
F	Síla
F <sub>B</sub>	Účinnost proti houbám třídy Basidiomycetes
f <sub>Rsi</sub>	Teplotní faktor vnitřního povrchu
I <sub>p</sub>	Preventivní účinnost proti hmyzu
KVH	Konstrukční dřevo (Konstruktionvollholz)
L	Délka
LLD	Lepené lamelové dřevo
MSP	Mezní stav použitelnosti
MSÚ	Mezní stav únosnosti
NP	První nadzemní podlaží
OSB	Desky z orientovaných třísek (Oriented Strand Board)
P	Účinnost proti plísním
PP	První podzemní podlaží
PIR	Polyizokyanurátová pěnová izolace
PVC – P	Měkčený polyvinylchlorid
q	Spojité zatížení
SDK	Sádrokartonová deska
TDS	Těžký dřevěný skelet
U	Součinitel prostupu tepla
UD	Zakládací podhledové sádrokartonové profily
UW	Zakládací stěnové sádrokartonové profily
Ψ	Lineární součinitel prostupu tepla

# 1 Úvod

Předmětem diplomové práce je konstrukční návrh krytého bazénu a jeho zázemí na bázi dřeva v obci Osoblaha, která se nachází v okrese Bruntál. Téma bylo vybráno z důvodu zvyšující se oblíbenosti sportovních aktivit a absence jejich dostupnosti, zejména plavání ve vzdálenějších obcích od větších měst, kde se tyto zařízení vyskytují v hojnější míře. Téma je také lukrativní vzhledem ke zvyšující se popularitě využití dřeva, jakožto konstrukčního materiálu, zejména díky modernímu zpracování a materiálům na jeho bázi. Kromě moderních technologií zpracování dřeva, které umožňují variabilnější využití a zvyšují jeho únosnost, odolnost a životnost si dřevo stále zachovává původní vlastnosti, jako snadnou opracovatelnost, pevnost, lehkost, dobré tepelněizolační vlastnosti, pružnost a schopnost přenášet značná zatížení, jak zmiňuje Požgaj (1997), což z něj činí jedinečný konstrukční materiál, který zanechává minimální uhlíkovou stopu, oproti jiným konstrukčním materiálům jako je např. železobeton či ocel.

V bazénové hale, která má tvar kvádrů a je tvořena soustavou rámových konstrukcí lze nalézt 25 metrový plavecký bazén a rekreační bazén pro děti, dospělé a tělesně postižené. Na bazénovou halu navazuje zázemí, které zahrnuje vstup, recepci, šatny, umývárny, kancelář, ošetrovnu, technickou místnost, místnost pro plavčíka, sklad, úklidovou místnost, komunikační prostory, přístup do suterénu, kde se nachází bazénová technologie a přístup do 2. nadzemního podlaží, které je určeno pro návštěvníky k odpočinku a pozorování dění v bazénové hale. Architektonická studie navazovala na projektovou dokumentaci již realizovaného objektu krytého bazénu ve Španělsku, který navrhli architekti Antonio Raya, Cristóbal Cresoi, Santiago Sánchez a Enrique Antelo v roce 2010 z ateliéru Vier Arquitectos (Archdaily, 2010).

Teoretická část je zaměřena na typy konstrukcí využívané pro nosnou konstrukci objektů se středním a velkým rozpětím. Literární rešerše také zahrnuje konstrukční systémy, které se mohou využít pro stavbu zázemí. Kromě druhů konstrukcí, se v teoretické části také vyskytují příklady již realizovaných krytých bazénů, u kterých převládá konstrukční systém na bázi dřeva, a to jak z České republiky, tak ze zahraničí.

Zaměření praktické části vychází ze zadání diplomové práce, kde se především jedná o posouzení navržené obálky budovy z hlediska stavební fyziky, statického posouzení střešního

prvku spolu se svislým nosným prvkem obvodové stěny, kde byl kladen důraz na vyhovění vybraných prvků na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Dále praktická část zahrnuje stavební rozpočet v rámci celého objektu, popis jednotlivých konstrukčních systémů a skladeb jak pro část bazénové haly, tak pro část zázemí. Mimo to jsou zde popsány požadavky pro kryté bazény, umístění na pozemku, architektonické a hmotové řešení, vliv na okolní prostředí a vizualizace.



## 2 Cíl práce

Primárním úkolem této diplomové práce je vytvoření návrhu nosné konstrukce a konstrukčních skladeb využívající materiály na bázi dřeva krytého bazénu na vybraném pozemku v obci Osoblaha. Konstrukční návrh objektu bude zpracováván na již existující projektové dokumentaci pro stavební povolení. Cílem je vytvoření komplexního návrhu, který splňuje všechny klíčové požadavky, od konstrukční stability a bezpečnosti, přes statickou pevnost až po estetickou hodnotu a soulad s normami stavební fyziky.

Mezi další cíle patří:

- Zpracování výrobní a realizační dokumentace vybraných částí
- Zpracování technické, souhrnné a průvodní zprávy
- Výkresy situací, půdorysů nadzemních podlaží, řezů objektu, pohledů a detailů
- Posouzení a optimalizace sklady obálky budovy z hlediska stavební fyziky
- Posouzení nosné části obvodové stěny, uložení vazníku a střešního prvku
- Vytvoření výkresu části nosné obvodové stěny pro CNC výrobu
- Vytvoření rozpočtu a vizualizace

### **3 Kryté plavecké bazény s konstrukčním systémem na bázi dřeva**

Podle Křížka (2002) a Dashöfera (2015) má historie krytých bazénů kořeny ve starověkém Řecku a Římě, kde byly součástí lázní zvaných „thermae“. Tyto bazény sloužili nejen k relaxaci, ale také k léčebným účelům, hygieně, sportovním aktivitám a společenským setkáním. V těchto lázních byly k dispozici různé bazény, včetně chladných, teplých a horkých.

Hofbauer a Kolátor (1935) ve své knížce Lázně uvádějí, že v minulosti nebyly kryté bazény a plavecké stadiony na území České republiky příliš rozšířené, a jejich rozvoj začal až na přelomu 19. a 20. století. Tyto stavby měly kromě sportovního a rekreačního využití také důležitou hygienickou funkci, zejména ve velkých městech, kde často chyběly sociální zařízení v bytových jednotkách.

Kryté bazény, ať už jsou určeny pro plavání nebo relaxaci, lze charakterizovat jako stavební konstrukce s velkými a středními rozpětími, pro které je nutné navrhnout nosnou konstrukci pro překlenutí volného prostoru určeného pro umístění bazénu. Každý bazén, ať už je určený pro sportovní, soukromé nebo veřejné relaxační účely, vyžaduje příslušné zázemí, které zahrnuje sprchy, šatny, toalety, umývárny, technické místnosti, bistra apod. Pro tuto část se většinou v praxi používá jiný, jednodušší konstrukční systém, který umožňuje umístění podpor i do středu rozpětí. Další možností pro realizaci zázemí je vestavba do hlavní nosné konstrukce části s bazénem, mohou to být jednopatrové nebo vícepatrové vestavby. Konstrukční systémy používané pro kryté bazény budou podrobně popsány v následující podkapitole 3.1.

Podstatným rozdílem mezi konstrukcí krytého bazénu a stavbou určenou pro jiné účely, zejména sportovní, je specifické mikroklima bazénu, které nesmí být při statickém návrhu zanedbáváno, jinak by mohlo docházet k rychlejší degradaci celé konstrukce a tím k ohrožení lidského zdraví.

V současné době existuje v České republice několik desítek krytých bazénů, plaveckých bazénů a aquaparků. Konstrukční systém těchto zařízení však často není založen výhradně na dřevě, ale je kombinován s dalšími materiály, zejména železobetonem a ocelí.

### **3.1 Konstrukční systémy krytých bazénů**

Kapitola se bude věnovat vertikálním a horizontálním konstrukčním systémům, jenž se používají u objektů krytých bazénů společně s existujícími příklady z České republiky a světa. Volba konstrukčního systému je ovlivněna několika faktory jako jsou geotechnické podmínky, klimatické faktory, architektonické a dispoziční požadavky na objekt, výškové uspořádání, ekonomické aspekty apod. Součástí rozhodování je také dodržení veškerých legislativních předpisů a splnění normových požadavků, které se vztahují k tomuto druhu staveb.

Některé typy konstrukcí, zejména rámové a obloukové konstrukce, mohou být samostatnými nosnými prvky celého objektu nebo jeho podstatné části, přičemž zahrnují vodorovný a svislý konstrukční systém. Na druhé straně u rovinných konstrukcí se jedná o horizontální konstrukce a tím pádem jejich provedení není možné bez vertikálních konstrukcí, jež by je podepíraly.

#### **3.1.1 Rovinné dřevěné konstrukce**

Dle Kuklíka (2005) jsou tyto konstrukce charakterizovány schopností přenášet pouze zatížení, která působí kolmo na jejich rovinu, a tato zatížení musí být přenesena do základů konstrukce prostřednictvím ztužidel (zavětrování).

Tento druh konstrukce se při návrhu krytých bazénů a dalších objektů s velkými, středními a malými rozpětími používají častěji než konstrukce prostorové. Je to dáno především jednodušší geometrií a statickým výpočtem těchto konstrukcí.

##### **3.1.1.1 Příhradové nosníky**

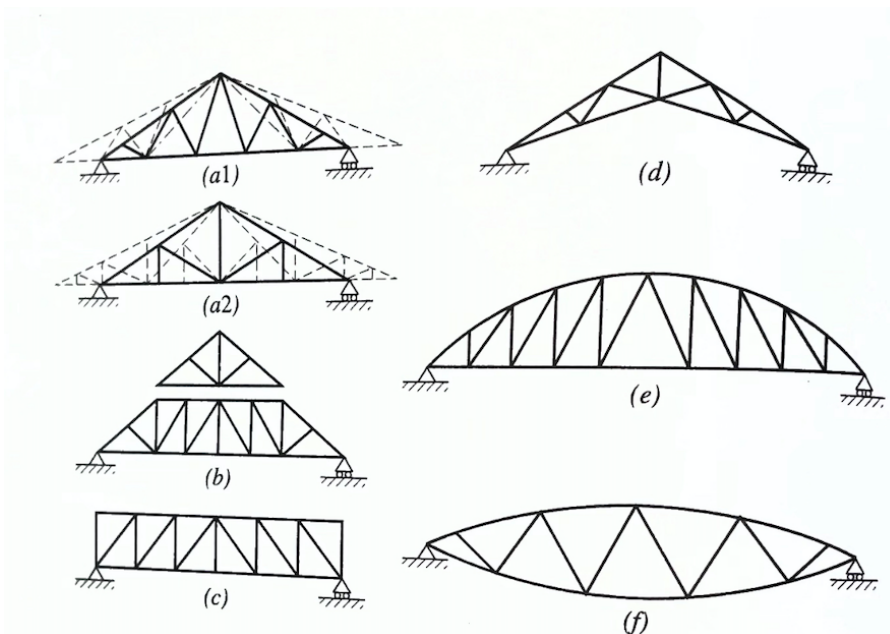
Kuklík (2005) a Koželouh (1998) uvádějí, že příhradové nosníky nalézají své uplatnění nejen v rodinných domech, ale také při zastřešení společenských prostor, krytých bazénů, velkoobchodů, skladů apod. Z toho vyplývá, že příhradové nosníky mohou mít rozpětí v rozmezí od 7 m do 20 m.

Tyto nosníky jsou navrhovány jako rovinné prutové soustavy různých tvarů, což závisí na účelu použití, možnostech styčniců a očekávaných zatíženích. Kuklík (2005) také

podotýká, že oproti plnostěnným nosníkům mají příhradové nosníky relativně velkou konstrukční výšku a vyžadují preciznost provedení spojů v oblasti styčníků.

Konstrukce příhradového nosníku je složena z prutů, zahrnující spodní pás, horní pás, a diagonály, takovým způsobem, že každý prut je součástí alespoň jednoho trojúhelníku. Pro dosažení menšího průhybu nosníku je možné nadvýšit spodní pás, jak je uvedeno na příkladu (d) (Obrázek 1). Toto nadvýšení spodního pásu je nejčastěji provedeno uprostřed rozpětí nebo přibližně ve třetině rozpětí (1/200-1/300 rozpětí).

Kromě typů výše uvedeného typu se lze setkat s dalšími různými geometrickými tvary příhradových nosníků téměř pro širokou škálu aplikací (Obrázek 1).



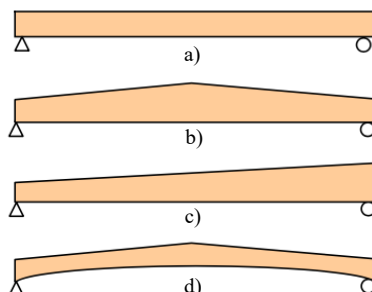
Obrázek 1 Typy příhradových nosníků: a1, a2) - trojúhelníkový nosník, b) - složený trojúhelníkový nosník, c) - přímopásový příhradový nosník, d) - nůžkový nosník, e) - obloukový nosník, f) - nosník čočkovitého tvaru (Koželouh, 1998)

### 3.1.1.2 Plnostěnné nosníky

Koželouh (1998) se zmiňuje, že plnostěnné nosníky jsou často realizovány s proměnlivou výškou a mohou mít rovný nebo zakřivený spodní, horní nebo oba okraje. Variabilita je způsobena především architektonickými požadavky nebo snahou o vytvoření sedlové střechy, což umožňuje maximalizaci vnitřního prostoru a současně snižuje výšku vnějších stěn v podporách (Obrázek 2).

Dle Böhma (2012) je možné pro plnostěnné nosníky použít LLD (Laminated Lumber Decking), neboli lepené lamelové dřevo, což je vhodné za správné povrchové úpravy i do

vlhkých prostředí jako je krytý bazén, nebo i na jiné objekty, které nemají takto specifické mikroklima. Pro nosníky s menším rozpětím by bylo možné také zvážit využití kompozitních materiálů na bázi dřeva pro nosnou konstrukci, v tomto případě by se jednalo o horizontální konstrukci zázemí nebo přilehlých objektů.



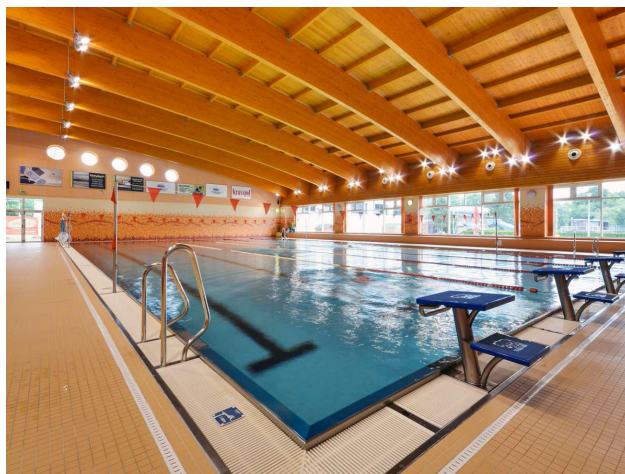
Obrázek 2 Základní typy plnostěnných nosníků: a) - přímý, b) - sedlový, c) - pultový, d) - sedlový se spodním zakřivením (K.A. Malo, 2008)

### 3.1.1.2.1 Aquapark Valašské Meziříčí

Příkladem využití plnostěnných nosníků při konstrukci zastřešení lze uvést aquapark nacházející se ve sportovním areálu na okraji města Valašské Meziříčí. Tento projekt byl realizován a dokončen v roce 2007, s oficiálním spuštěním provozu v roce 2008.

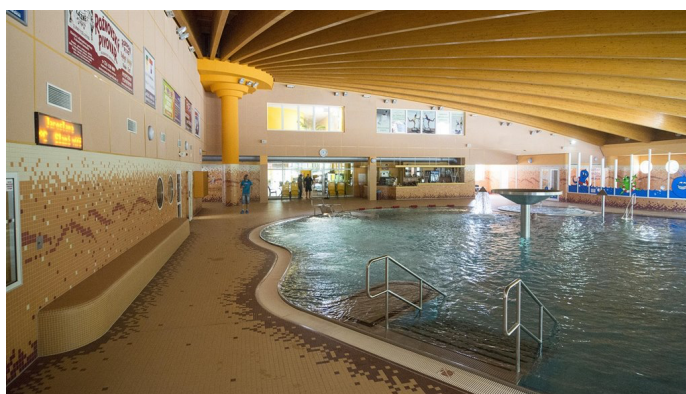
Celý komplex aquaparku se skládá ze tří hlavních částí, konkrétně vstupní haly s recepcí a sociálními zařízeními, relaxační částí a plaveckou částí.

Zároveň Taros-Nova (2008) ve svém katalogu popisuje, že zastřešení nad plaveckou částí má tvar výseku válcové plochy a nese jej devět zakřivených plnostěnných nosníků v osové vzdálenosti 3,6 m a na rozpětí 21,53 m (Obrázek 3). Nosníky z LLD jsou zde z vnější strany objektu uloženy na železobetonovém průvlaku, který je podepřen sloupy. Na vnitřní straně jsou nosníky uloženy na vertikální plnostěnné železobetonové konstrukci.



Obrázek 3 Střešní konstrukce plavecké části (Region tourist, 2021)

Tvar střechy nad rekreační částí má tvar čtvrtiny kopule a nese jej třináct zakřivených plnostěnných nosníků na rozpětí 2,7 x 25 m. Toto konstrukční řešení je ojedinělé díky svému atypickému tvaru. Na vnitřní straně objektu je všech třináct nosníků uloženo na hřibovém železobetonovém sloupu. Na vnější straně jsou nosníky uloženy obdobně jako u plavecké části, na železobetonovém průvlaku podepřeném sloupy (Obrázek 4). Prostorové ztužení této konstrukce je zde řešeno pomocí ocelových táhel s kruhovitým průřezem a vaznicemi.



Obrázek 4 Střešní konstrukce relaxační části (iDnes, 2018)

### 3.1.1.2.2 Krytý školní bazén v Kentu (Bethany school)

Norwegian Log (2016) ve svém katalogu uvádí školní krytý bazén situovaný na venkově v oblasti Kent Weald ve Velké Británii. Tento bazén byl uveden do provozu roce 2016 a realizaci zajistili společnosti Flower Swimming Pools a Norwegian Log.

Hlavní předností u tohoto objektu je použití dřeva jako primárního konstrukčního materiálu pro všechny jeho části s výjimkou základů. Svislé konstrukce, jak obvodové, tak vnitřní jsou zde provedeny jako srubové z masivního dřeva. Střešní konstrukce je naopak tvořena plnostěnnými sedlovými nosníky se spodním zakřivením z LLD, jež jsou uloženy na obvodové stěně z kulatiny. Zajištění stability střešních nosníků je dosaženo použitím vaznic a střešního pláště (Obrázek 5). Půdorysná výměra tohoto objektu činí 610 m<sup>2</sup> a zahrnuje prostorné šatny, umývárny, vstupní halu, prostory a zařízení pro zaměstnance, a dokonce i divácké sezení.

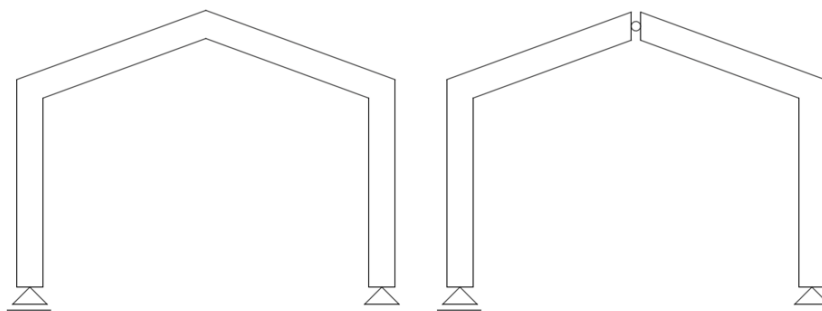


Obrázek 5 Krytý školní bazén v Kentu (Norwegian Log, 2016)

### 3.1.1.3 Rovinné rámové konstrukce

Tyto konstrukce často slouží jako hlavní nosné prvky prostorových konstrukcí s obdélníkovým nebo kruhovým půdorysem, které se běžně používají pro plavecké haly, sportovní areály nebo skladovací prostory. Rozpětí těchto konstrukcí se pohybuje v rozmezí od 20 m do 40 m, přičemž délka haly obvykle odpovídá 2 až 3násobku rozpětí, a konstrukční výška se pohybuje mezi 10 a 30 metry. Z důvodu efektivní výroby, manipulace a přepravy bývají rámy často konstruovány jako trojkloubové, kde každá podpora a vrchol disponují jedním kloubem (b) (Obrázek 6). Šířka průřezu rámu z LLD může dosahovat až 140 mm, zatímco výška až 2 m, jak uvádí Koželouh (1998). Podobně vysoký rám je zaznamenán i u příkladu bazénu v Kohoutovicích, jehož detailní popis je uveden v praktických příkladech této podkapitoly.

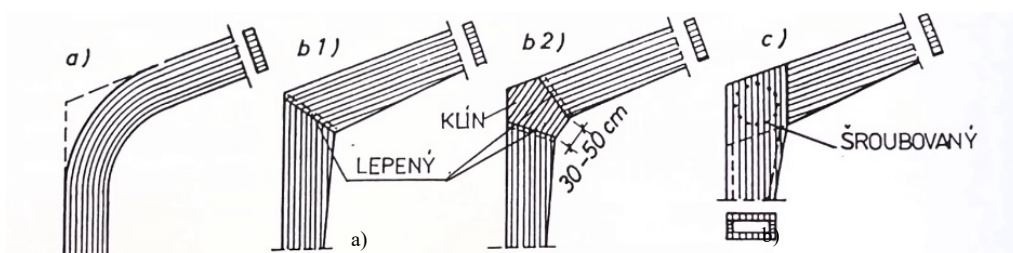
Rámové konstrukce lze rozlišovat nejen podle počtu kloubů (Obrázek 6), ale také podle jakého způsobu jsou spojeny stojky a příčle v rohu rámu (Obrázek 7). Kuklík (2005) ve svém skriptu popisuje, že tento aspekt představuje klíčový problém u dřevěných rámových konstrukcí a uvádí několik nejběžnějších způsobů řešení rohu rámu. První a často používanou možností je zakřivení střednice rámu, což řeší problém stykování v rohu (a) (Obrázek 7). Avšak pro tuto variantu je klíčovým faktorem dodržení minimálního poloměru zakřivení, který činí 200násobek tloušťky prkna.



Obrázek 6 Rámové konstrukce: a) - dvojklobový rám. b) - trojkloubový rám

Dalším druhem je lepený zubovitý spoj v místě styku stojky a příčle, který může obsahovat vložený klín nebo být bez něj (b1, b2) (Obrázek 7). U tohoto typu spoje je nutno použít velké zuby tzv. maxi zuby pro zachování pevnosti přenášených sil. Frézování zubovitého spoje se provádí v dílně a samotné slevování se koná až na staveništi za použití lisovacího zařízení. Tento typ spoje vyžaduje vysokou životnost a trvalou pevnost, proto je nutné na zubovité spoje používat vysoce kvalitní lepidla.

Posledním používaným druhem je šroubovaný spoj. Stejně jako lepené rámové konstrukce, i tyto lze montovat až na staveništi, ale oproti lepeným mají výhodu snadné demontáže. Ke spojení stojky a příčle se používají různé spojovací prostředky, včetně kroužků, svorníků a kolíků. Avšak pro jejich uspořádání platí, že nejvhodnějším tvarem je kruh či mezikruží (c) (Obrázek 7).



Obrázek 7 Druhy rámového rohu: a) - zakřivení střednice, b1) - lepený, b2) - s vloženým klínem, c) - šroubovaný (Kuklík, 2005)

### 3.1.1.3.1 Bazén v Kohoutovicích

Jedním z konkrétních příkladů využití rámových konstrukcí je bazén v Kohoutovicích. Tento objekt, který byl uveden do provozu v roce 2010, byl navržen týmem architektů vedeným Ing. arch. Vladimírem Paczkem, Ing. arch. Milošem Schneiderem a Ing. arch. Josefem Dundáčkem z ateliéru K4.



Obrázek 8 Bazén v Kohoutovicích (GotoBrno, 2023)

Podle Dřevařského magazínu (2015) bylo základním stavebním materiálem pro tento projekt použito LLD, ze kterého byly vyrobeny hlavní nosné vazníky. Volba tohoto materiálu vyplývá zejména z jeho schopností navrhovat konstrukce o velkých rozpětích a potřebných geometrických tvarech. Kvůli nepravidelnému půdorysu objektu (přibližně 58 x 38 metrů) se rozměry jednotlivých rámu z LLD liší. Výška lepeného průřezu rámu se pohybuje od 1500 mm (pro menší rozpětí) až 2960 mm (v rámovém rohu), zatímco šířka je konstantní u všech žeber a činí 240 mm (Obrázek 8). Osová vzdálenost mezi jednotlivými klenbovými pásy, kde



se nacházejí rámy z LLD, je 5 m. Uložení těchto žeber je řešeno na jedné straně pomocí ocelového ložiska s čepem, které je připojeno k betonovému sloupu, zatímco na druhé straně je uložení řešeno podobným způsobem, s rozdílem, že ocelové ložisko je umístěno v úrovni podlahy. Pro zajištění celkové prostorové tuhosti konstrukce jsou použity oboustranné šikmé vzpěrky, vaznice, paždíky a střešní záklop z OSB desek (Obrázek 9).



Obrázek 9 Konstrukce střechy (Tesko konstrukce, 2010)

### 3.1.1.3.2 Dennis L. Shippey Aquatic Center

Následující příklad se nachází ve Spojených státech amerických, konkrétně v Pasadeně ve státě Texas nedaleko pamětního stadionu veteránů. Díky klimatickým podmínkám převládajícím na tomto místě, nebylo nutné řešit problematiku stavu zatížení sněhem nebo tepelně izolační vlastnosti do takové míry jako v ČR.



Obrázek 10 Plavecký bazén v Pasadeně (Exhibition of school architecture, 2016)

Budovu lze rozdělit na tři části. První část zahrnuje vstup, šatny, umývárny, kanceláře, záchody a další komunikační prostory. Druhá část (Obrázek 10) představuje krytou halu s plaveckým bazénem a tribunami, zatímco třetí část slouží jako technické zázemí bazénu.

První a třetí část jsou zděné konstrukce, mezi nimiž se nachází jednoduchá rámová konstrukce s ohýbanými rohy, která vytváří krytou halu pro plavecký bazén. Na vrcholu těchto rámu byl dodatečně instalován světlík, díky kterému je umožněna cirkulace vzduchu v hale, což přispívá k dosažení požadovaného mikroklimatu. Je důležité poznamenat, že tato stavba není vybavena žádným vzduchotechnickým systémem, jak zdůrazňuje Exhibition of school architecture (2016) ve svém článku.

### 3.1.1.3.3 Školní plavecký bazén v Ashteadu

Posledním příkladem využití rámové konstrukce pro kryté objekty je krytý plavecký bazén, nacházející se ve Freemanově škole v Ashteadu nedaleko Londýna, který byl do provozu v roce 2017.

Podobně jako u předchozích příkladů je i tento objekt rozdělen do několika částí, konkrétně na část s technickým zázemím a část s vodní plochou. Konstruktivní systém pro technické zázemí používá převážně materiály jiné než dřevo. Na druhou stranu konstrukce bazénové části je zhotovena z materiálů na bázi dřeva. Vertikální nenosná konstrukce pro tuto část byla realizována pomocí cross laminated timber neboli křížem lepeného dřeva (CLT), zatímco pro střešní konstrukci bylo využito LLD.

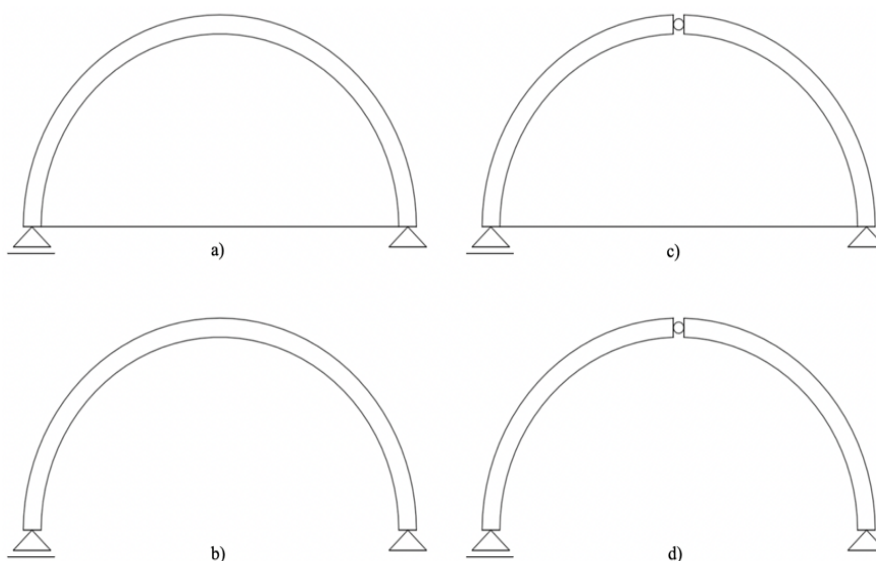
Nosná konstrukce se skládá z plnostěnného trojkloubového rámu s ohybově tuhými spoji v rozích a na hřebeni. Celá hala má obdélníkový půdorys a celkem obsahuje 12 těchto rámu. Je nutno podotknout, že hřeben těchto rámu neleží v jedné podélné ose, která je rovnoběžná s delší stranou obvodové stěny, ale je umístěn v ose, která se blíží diagonále půdorysu (Obrázek 11). Pro spoje v rámové konstrukci byl použit systém od firmy WIEHAG, který umožnil vytvoření neviditelných spojů, jak uvádí Wiehag (2018). Tento systém je velmi podobný systému MKD.



Obrázek 11 Školní plavecká hala (Archdaily, 2017)

### 3.1.1.4 Obloukové konstrukce

Kuklík (2015) ve skriptu Dřevěné konstrukce uvádí, že nosné dřevěné obloukové konstrukce nacházejí uplatnění v podobných aplikacích jako rámové konstrukce, a proto jsou vhodné pro hlavní nosné prvky objektů, jako jsou haly, plavecké bazény, hangáry a další podobné stavby. Jedním z primárních rozdílů oproti rámovým konstrukcím je jejich charakteristická geometrie, která může být kruhová, parabolická, elipsoidní nebo jiná, v závislosti na architektonických požadavcích. Tato specifická geometrie eliminuje potřebu řešit spojení stojky a příčle v místě rámového rohu, jak tomu bylo v předešlé podkapitole o rámových konstrukcích. Dalším významným rozdílem je použití táhel pro zachycení vodorovných sil, pokud to nepředstavuje funkční nebo estetický problém. Tyto táhla obvykle tvoří ocelové tyče s kruhovým průřezem. Nicméně rozdělení podle počtu kloubů zůstává stejné jako u rámových konstrukcí (Obrázek 12). Nejrozšířenějším typem tohoto druhu konstrukcí je trojkloubový oblouk s táhlem (a, b) (Obrázek 12), i když v současné době je stále více pozornosti věnováno obloukovým konstrukcím bez použití táhla. Značnou výhodou těchto konstrukcí je schopnost překlenout velká rozpětí, která mohou dosahovat až 100 metrů.



Obrázek 12 Obloukové konstrukce: a) - dvojkloubový rám s táhlem, b) - dvojkloubový rám bez táhla, c) - trojkloubový rám s táhlem, d) - trojkloubový rám bez táhla

#### 3.1.1.4.1 Plovárna Hranice na Moravě

Areál plovárny Hranice se nachází na břehu řeky Bečvy v údolí Moravské brány. Tento objekt byl dokončen a uveden do provozu v roce 2006.

Nosným konstrukčním systémem tohoto objektu je osm hlavních a dva štítové spojitě obloukové nosníky s vnitřním kloubem, jejichž osová vzdálenost činí 4 metry. V exteriéru jsou tyto nosníky ukotveny pomocí ocelových ložisek s čepy do železobetonových patek (Obrázek 13). V interiéru objektu jsou nosníky uloženy do železobetonových vidlic, zatímco na druhé straně jsou opřeny o železobetonový skelet. Střešní plášť je nesen vaznicemi a zároveň slouží jako skrytá část zavětrování, zatímco neskryté zavětrování je tvořeno ocelovými táhly. V centrální části konstrukce se nachází obloukový vikýř, který představuje výrazný architektonický prvek objektu a zároveň napomáhá k dennímu osvětlení a proslunění. Exponované části nosníků v exteriéru jsou kryty měděným plechem, což platí i pro některé fasádní prvky, jak uvádí Taros-Nova (2006) ve svém katalogu.



Obrázek 13 Plovárna hranice (Taros – Nova, 2006)

#### 3.1.2 Prostorové konstrukce

V případě rovinných dřevěných konstrukcí se nebere v úvahu vzájemné působení sousedících příčných vazeb (nosníků, rámu a oblouků) vaznic, zavětrování a střešního pláště. To znamená, že při návrhu rovinných dřevěných konstrukcí se předpokládá, že jednotlivé prvky konstrukce, tedy plášť, vaznice a zavětrování, slouží pouze k přenosu vnějšího zatížení, jak uvádí Kuklík (2015).

Na druhou stranu se Materna (2008) a Kuklík (2015) shodují, že prostorové dřevěné konstrukce svojí konstrukcí představují dojem jednotného celku v prostoru. Při projektování těchto konstrukcí je klíčové brát v úvahu vzájemné působení jednotlivých nosných segmentů. Z toho vyplývá, že při poruše jednoho prvku se obvykle konstrukce nezřítí, jelikož zatížení se

přeneso na sousedící prvky. Proto není možné rozdělit prostorovou konstrukci na několik oddělených částí, neboť by to nereflektovalo reálné chování celé konstrukce.

Mezi přednosti prostorových konstrukcí patří rozmanitost tvarů, jejich estetičnost a zároveň rovnoměrnější roznášení zatížení do podpor. Kromě toho jsou vhodnými konstrukcemi pro rozpětí větší než 100 m a jsou-li ve stěnách velké stavební otvory (např. hangáry) nebo při komplikovaném zachycování vodorovných sil stěnami. Naopak prostorové dřevěné konstrukce nejsou vhodné u objektů s možností tvorby úžlabí pro hromadění sněhu, pro zastřešení malé půdorysné plochy s velkou konstrukční výškou, a především nad vlhkými provozy. Z toho plyne, že tento typ konstrukce by našel uplatnění spíše u aquaparků s velkým půdorysem nebo velkých sportovních stadionech (Obrázek 14).



Obrázek 14 Prostorová dřevěná konstrukce (Theremencheck, 2010)

### 3.1.3 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce v kontextu této diplomové práce jsou především vhodné pro výstavbu prostor mimo bazénovou halu, na kterou se převážně používají výše uvedené konstrukční systémy. Svislé konstrukce se obvykle využívají pro realizaci zázemí bazénu, což zahrnuje kanceláře, technické místnosti, komunikační prostory, umývárny, šatny, sklady, recepci a další. Nicméně existují i případy, kdy je zázemí integrováno do samotné bazénové haly, v tom případě je využit jeden výše uvedených konstrukčních systémů, který zahrnuje i svislou konstrukční část.

### 3.1.3.1 Těžký dřevěný skelet

Základní výhodou tohoto systému je schopnost dosažení většího rozpětí s minimálním množstvím vnitřních podpěr než u jiných stavebních systémů, což poskytuje značnou flexibilitu při plánování půdorysu a dispozice budov. Kromě této dispoziční flexibility nabízí systém také možnost volby různých velikostí rastrů. Zároveň nosný skelet a stěny či příčky oddělující vnitřní prostor zůstávají nezávislými prvky. Nejběžněji používanými materiály pro hlavní nosnou konstrukci je LLD či BSH. V případě lepeného lamelového dřeva se využívá třída pevnosti GL24h, kde průřez pohybuje od 80/100 mm až do 260/2000 mm. U lepeného dřeva (např. křížové nosníky) a rostlého dřeva (např. BSH) se používá třída pevnosti C24, pro tuto pevnost a tyto dřevěné materiály jsou používány průřezy od 80/100 až po 160/240 mm. Z hlediska rastru může být rozmístění nosných prvků velmi individuální, ale osvědčené rozměry jsou 1250/1250 mm, 2500/2500 mm, 5000/5000 mm, 6250/6250, 7500/7500 mm atd., jak popisuje Kolb (2008) ve své knížce *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*.

### 3.1.3.2 Srubová konstrukce

Houdek (2009) ve své publikaci zmiňuje, že nezaměnitelnou výhodou této konstrukce, kterou je třeba zdůraznit, je její esteticky příjemný a přírodní vzhled, který je pro člověka velmi příznivý. Použití srubové konstrukce pro krytý bazén je velmi neobvyklé, avšak ne nemožné, jak dokazuje výše uvedený příklad školního bazénu v Kentu. Nicméně u objektů větších rozměrů je tento systém z hlediska ekonomiky, časové náročnosti a dispozičních omezení poněkud nevýhodný, což je dáno obtížností zpracování, době sednutí konstrukce, ceně a dostupných rozměrech kulatiny.

### 3.1.3.3 Křížem lepené dřevo (CLT)

V knize *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů* od Pavlase (2016) je zdůrazněno, že CLT panely lze využít i při konstrukci staveb s většími rozměry než rodinný dům. Proto, jak bylo zmíněno výše, by se tento dřevěný materiál mohl efektivně využít ke stavbě zázemí. Mahamid (2020) souhlasí s Pavlasem a zmiňuje, že hlavní výhodou by byla rychlost výstavby, jež by spočívala v panelové montáži na staveništi, která je poměrně snadná oproti srubové konstrukci či konstrukci těžkého dřevěného skeletu. Kromě této výhody, tato konstrukce s sebou nese další výhody v podobě skvělých izolačních a protipožárních vlastností. Na druhou stranu nevýhodou je potřeba těžké techniky pro realizaci.

## **4 Požadavky na kryté bazény**

Při návrhu objektu krytého bazénu je nezbytné zohlednit provozní, bezpečnostní, estetické, ekonomické, zdravotní a ekologické požadavky, které jsou zahrnuty ve vyhláškách stavebního zákona a normách.

### **4.1 Konstrukční požadavky**

Neufert (1995) ve své publikaci Navrhování staveb uvádí, že kryté bazény musí splňovat minimální světlou výšku 4 m nad hladinou vodní plochy. Zároveň v prostoru světlé výšky nesmí zasahovat žádné předměty jako jsou podhledy, vzduchotechnika nebo osvětlení s výjimkou skokanských můstků. Naopak světlá výška nad ochozem bazénové vany může být minimálně 2,5 m stejně jako v ostatních prostorách objektu jako jsou šatny, umývárny, prostory pro plavčíka, vstupní hala, technické místnosti apod.

Konkrétní vzdálenosti, které je třeba dodržet v oblasti šaten a umýváren jasně stanovuje norma ČSN 73 4108 o hygienických zařízeních a šatnách. Na druhou stranu minimální požadované vzdálenosti ostatních prostor specifikuje dle druhu užití zákon č. 183/2006 Sb.

V rámci konstrukční ochrany, která bude podrobněji popsána v podkapitole 4.5, Ackroyd a Perrin (2008) doporučují minimální vzdálenost mezi bazénovou vanou a dřevěnou konstrukcí 3 metry, zároveň uvádí i minimální vzdálenost mezi bazény z hlediska bezpečnosti na 2 metry.

### **4.2 Požadavky na vnitřní mikroklima**

Jedním z právních předpisů, který stanovuje povinné požadavky pro bazény je vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienických limitů písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

Podle uvedené vyhlášky jsou stanoveny specifické požadavky na mikroklima v prostorách s bazénem, sprchami, šatnami a přilehlými prostory. Teplota vzduchu v bazénové hale musí být udržována o 1-3 °C vyšší než teplota vody v bazénu s maximální povolenou teplotou vody 34 °C. Minimální teplota je stanovena na 19 °C pro sprchové

prostory, 18 °C pro šatny a 15 °C pro vstupní prostory. Pokud jde o relativní vlhkost vzduchu, maximální povolená hodnota je 65 % v bazénové hale, 85 % ve sprchách a 50 % v ostatních prostorách. Důležitým aspektem jsou také požadavky na intenzitu výměny vzduchu. V prostorách s bazénem by měla probíhat výměna vzduchu alespoň 2krát za hodinu. Ve sprchových prostorách by měla být minimálně 8x za hodinu, a v šatnách 5 - 6krát za hodinu. Větrání v ostatních prostorech by mělo být prováděno tak, aby byly dodrženy limity pro relativní vlhkost vzduchu.

Dodržování všech výše zmíněných požadavků má zásadní význam pro správný provoz, komfort návštěvníků a zejména pro zachování únosnosti a dlouhodobé životnosti nosných konstrukcí. Naopak nesplnění těchto požadavků může vést ke kondenzaci vodní páry v rámci střešní konstrukce a dalších kritických míst, což napomáhá k růstu plísní a ohrožení celkové stability a trvanlivosti konstrukce.

### **4.3 Požadavky na osvětlení**

Rovněž významným požadavkem je osvětlení, správné osvětlení totiž dotváří společně s vnitřním mikroklimatem prostředí příjemné pro člověka a má pozitivní dopad na jeho náladu, komfort a možnost klidného rozpoložení. Pro dosažení požadované míry osvětlení je důležité kombinovat umělé a primárně denní světlo. Přirozenou mírou osvětlení dle normy ČSN EN 15288-1 o bezpečnostních požadavcích pro navrhování bazénů a vyhlášky č. 238/2011 je osvětlení prostoru, tak aby nebyl příliš jasný a minimalizovala se četnost odrazových bodů (hladina bazénu, sklo), což by v opačném případě mělo za příčinu negativní dopad na zdraví člověka apod., to platí jak pro umělé, tak pro přirozené osvětlení.

### **4.4 Tepelně izolační požadavky**

Tepelně izolační požadavky jsou definovány v souladu s normou ČSN 73 0540-2 o teplené ochraně budov. Tato norma stanovuje, že dodržováním tepelně technických předpisů je zajištěna zejména prevence tepelně technických vad a poruch v budovách, zajištění tepelné pohody pro uživatele, ochran zdraví a vytváření vhodných podmínek pro kvalitní vnitřní prostředí. Norma dále určuje specifické hodnoty pro teplotní faktor vnitřního povrchu ( $f_{Rsi}$ ), součinitele prostupu tepla ( $U$ ) a lineárního součinitele prostupu tepla ( $\Psi$ ) pro splnění tepelně technických požadavků z hlediska stavební fyziky. Souhrnně jsou konkrétní oblasti s hodnotami popsány v kapitole 8 Výstupy a podrobně jsou uvedeny v příloze A.



## **4.5 Materiálové požadavky**

Materiálové požadavky jsou stanoveny primárně v souladu s vyhláškou č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. Tato vyhláška konkrétně definuje materiály, které lze použít v bazénové hale, komunikačních prostorech a šatnách. Jedná se o materiály, které jsou snadno omyvatelné, protiskluzové a zdravotně nezávadné. Materiály, které jsou využity v jiných částech objektu, musí splňovat požadavky stanovené dle conformity evropské (CE) neboli evropské shody. Je třeba zdůraznit, že v případě, že je použit materiál bez označení CE, může to představovat riziko pro lidské zdraví v situacích, jako je požár nebo jiná nečekaná událost.

## **4.5 Požadavky na ochranu konstrukce**

Vzhledem k povaze celého objektu je nejvíce vlhkostním vlivům vystavována dřevěná rámová konstrukce bazénové haly, která je pohledová. Kromě nutnosti zajištění vhodné vzduchotechniky umístěné v celé délce prostoru na vodními hladinami, jejímž cílem je udržení konstantní vlhkosti a dostatečné cirkulace vzduchu, je nezbytné dřevěné prvky ošetřit několika základními způsoby, které předejdou degradaci a krátké životnosti dřeva. Mezi základní způsoby ochrany dřeva se řadí konstrukční ochrana a chemická ochrana, jak popisuje Reinprecht (2008) a Solař (2014).

### **4.5.1 Konstrukční ochrana**

Štefko (2009) ve své knize Dřevěné stavby – konstrukce, ochrana a údržba líčí, že konstrukční ochranou se rozumí v první řadě vhodný výběr druhu dřeva a dřevěných materiálů. Dále se jedná o spojovací a jiné materiály, prevenci před zbytečným zvýšením vlhkosti dřeva a jiných materiálů v realizované stavbě (tvarová optimalizace, izolace od spodní, kapilární, odstříkující, kondenzované i provozní vody, materiálovou skladbou střešních a obvodových plášťů, konstrukčním řešením, ale i regulací klimatických podmínek.

Dle Kolba (2008) je pro zajištění pevnosti, trvanlivosti a stability rozměrů a tvaru třeba zabudovávat dřevěné prvky s vlhkostí odpovídající pozdějšímu účelu použití, tedy pro tento konkrétní případ se hodnota vlhkosti dřeva pohybuje do 15 %. Dále musí být zajištěna vhodná vzdálenost od vodní plochy a konstrukční prvek by měl být kotven na ocelovou či

železobetonovou patku, aby nedocházelo k přímému styku s podlahou, na které by se mohla vyskytovat voda a případně vzlínat do paty dřevěného elementu.

#### **4.5.2 Chemická ochrana**

Cílem chemické ochrany je rovněž dosažení vyšší životnosti a bezpečnosti konstrukce, avšak pomocí nátěrových hmot nebo ochranných prostředků na dřevo. Ptáček (2009) dále ve své knize Ochrana dřeva uvádí, že chemická ochrana zahrnuje opatření proti ohni, povětrnostním vlivům a biotickým činitelům, mezi, než patří zejména dřevokazné a dřevozbarvující houby, dřevokazný hmyz a plísně. V praxi se používají insekticidy (účinné proti hmyzu), fungicidy (účinné proti houbám), retardéry hoření (snižující nebezpečí vzniku požárů) a povětrnostní nátěry (stabilizující tvar a povrchovou strukturu prvků objektu).

Dle normy ČSN EN 335 o trvanlivosti dřeva a materiálů na bázi dřeva – třídách použití: definicích, aplikacích na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva jsou tyto konstrukční prvky, které se nachází v bazénové hale zařazeny do druhé třídy ohrožení. Tato třída zahrnuje expozici dřeva bez styku se zemí, které je zcela chráněné povětrností a vylouhováním vodou s možným přechodným navlhnutím. V rámci této třídy ohrožení je nezbytné použít ochranné prostředky s vlastnostmi preventivní účinností proti hmyzu ( $I_p$ ), účinností proti houbám třídy Basidiomycetes ( $F_B$ ), účinností proti houbám způsobujícím modráni (B) a účinností proti plísním (P). Norma ČSN 49 0600-1, která se týká ochrany dřeva, dále specifikuje způsoby aplikace chemických ochranných prostředků. V této třídě ohrožení je aplikace libovolná, a nejsou kladeny žádné specifické požadavky na hloubku průniku. To umožňuje použití různých metod, jako jsou vakuotlaková impregnace, vakuová impregnace, impregnace nátěrem, postřikem, máčením a další.

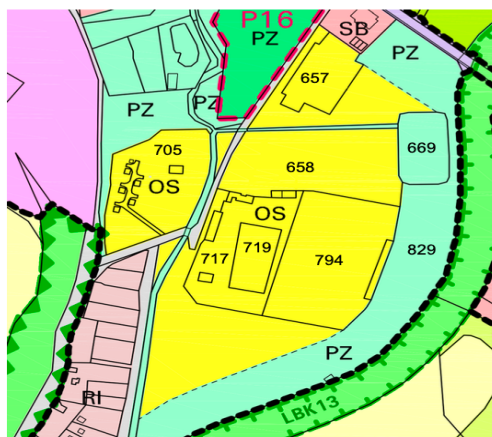
## 5 Volba lokality

Pro výběr vhodné lokality pro realizaci krytého bazénu je klíčové se řídit územním plánem, konkrétně územním plánem obce Osoblaha. Kromě respektování zákonných předpisů, limitů území a účelu využití parcely, v tomto případě se jedná o parcelu č. 658, která je určena k občanské vybavenosti je nezbytné brát v úvahu urbanistické faktory, zejména takové, aby krytý bazén architektonicky zapadl do zamýšleného prostředí a nenarušil tak estetiku místní zástavby a přírody.

### 5.1 Urbanistický rozbor

Pozemek s parcelním číslem 658 spadá do katastrálního území obce Osoblaha [712395] v okrese Bruntál. Dle hlavního územního plánu obce Osoblaha a aktuálního znění obecně závazné vyhlášky č.1/2006 o závazných částech územního plánu obce Osoblaha čl. 6 je toto území vymezeno pro účely sport, rekreaci a volný čas. V rámci tohoto území jsou povoleny stavby jako šatny, sociální zařízení, klubovny, sportovní hřiště, sportovně rekreační vybavení apod. Parcela sousedí s dalšími parcelami, na které se vztahují stejná územní rozhodnutí (Obrázek 15). Zmíněná vyhláška také stanovuje maximální výšku stavby na 9,5 m a maximální koeficient zastavěnosti na 25 %, přičemž se nezahrnují zpevněné plochy.

Na jižním okraji řešené parcely se nachází pozemek č. 717, na němž je situováno koupaliště s vodní plochou o rozloze 1637 m<sup>2</sup> a přidruženými zařízeními. V těsné blízkosti koupaliště se nachází fotbalové hřiště (č.794). Na severní straně pozemku jsou umístěny tři tenisové kurty s přílehlými šatnami (č. 657). Na západ od hlavní komunikace se nachází Kemp Osoblaha (č. 705), skládající se z pěti rekreačních chatků, hlavní budovy a několika menších staveb. Naopak parcely č. 669 a 829 mají dle uvedené vyhlášky status trvalých travních porostů a ostatní zeleně, což zahrnuje tyto oblasti do neurbanizované části obce.



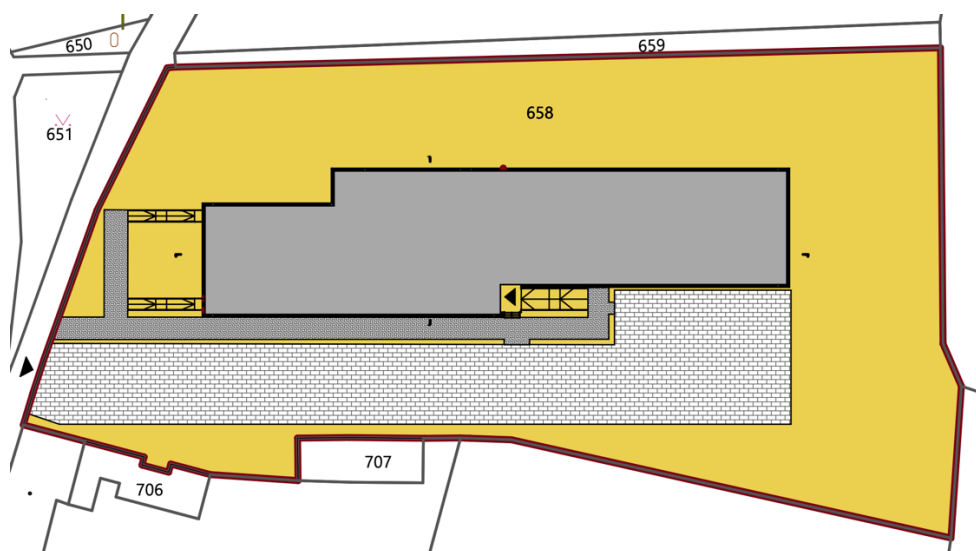
Obrázek 15 Hlavní výkres územního plánu (Osoblaha, 2023)

Z koordinačního výkresu územního plánu vyplývá jediné omezení, které ovlivňuje využití řešené parcely. Jedná se o záplavovou oblast, která zasahuje pouze okraj pozemku sousedícího s parcelami č. 669, 829 a pozemkem s tenisovými kurty (č. 657). Dle ustanovení vodního zákona č. 254/2001 nejsou pevně stanovena ochranná pásma. Tato pásma mohou být určena vodoprávním úřadem na základě návrhu správce vodního toku a následně zahrnuta do obecně závazné vyhlášky o závazných částech územního plánu obce. V případě této konkrétní lokality však vyhláška č. 1/2006 neobsahuje žádná ustanovení týkající se ochranných pásem tohoto typu.

## 5.2 Popis umístění objektu

Objekt krytého bazénu byl umístěn s ohledem na dodržení nařízení uvedených ve vyhlášce č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využití území, a to tak, aby byla zachována minimální vzdálenost od hranice pozemku na 3,5 metru (Obrázek 16).

Celková výměra pozemku činí 7284 m<sup>2</sup> z toho zastavěná plocha bez zpevněných ploch má výměru 1508,16 m<sup>2</sup>, čili 20,71 %, tudíž je požadavek na koeficient zastavěnosti splněn. V tomto případě budou zpevněné plochy tvořit chodník pro chodce, příjezdovou cestu a parkoviště. Výška stavby má od upraveného terénu 9,2 m, což také splňuje podmínky stanovené obecně závaznou vyhláškou č. 1/2006.



Obrázek 16 Umístění objektu na pozemku

Přístup na pozemek je realizovaný z pozemní komunikace, konkrétně z ulice Nádražní. Příjezdová cesta a chodník z této ulice směřuje ke vstupu do objektu a parkovišti.

Situování stavby na pozemku bylo provedeno na střed s mírným posunutím na západ k pozemní komunikaci tak, aby delší strana objektu byla rovnoběžná s podélnou stranou parcely, a to s cílem dosáhnout optimálního rozmístění vůči okolnímu prostředí. Okna v bazénové části, části se vstupem, recepcí, komunikačními prostory a okny v 2. NP jsou primárně orientována na jižní stranu. Důvodem jižní orientace těchto částí je zvýšení proslunění a částečné snížení energetické náročnosti na vytápění. Na západní straně jsou umístěny únikové východy, které vedou k místní pozemní komunikaci. Na severní straně před objektem jsou umístěna veřejně dostupná posezení, která budou využívána především v letních měsících díky stínění poskytované vegetací a samotným objektem.

### **5.3 Vliv stavby na okolní prostředí**

Navrhovaný objekt má za cíl vyplnit nevyužitá místa a přispět ucelení urbanistického charakteru v oblasti sportovišť, které se v lokalitě nacházejí. Jeho multifunkční povaha nabídne místním obyvatelům i návštěvníkům možnost provozovat vodní sporty i relaxovat nejen v letním období, což je významné, neboť v obci ani jejím okolí není k dispozici krytý bazén. Další výhodou projektu je revitalizace vybraných částí pozemku pro veřejné využití, což přispěje k oživení této oblasti, snížení jejího zanedbání a celkovému rozvoji v dané lokalitě.

Důležité je také poznamenat, že díky poměrně rovnému terénu pozemku a nově vytvořeným bezbariérovým přístupům k objektu budou splněny požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích pro zajištění bezbariérového užívání staveb, což zlepší přístupnost pro osoby s omezenou schopností a pohybu.

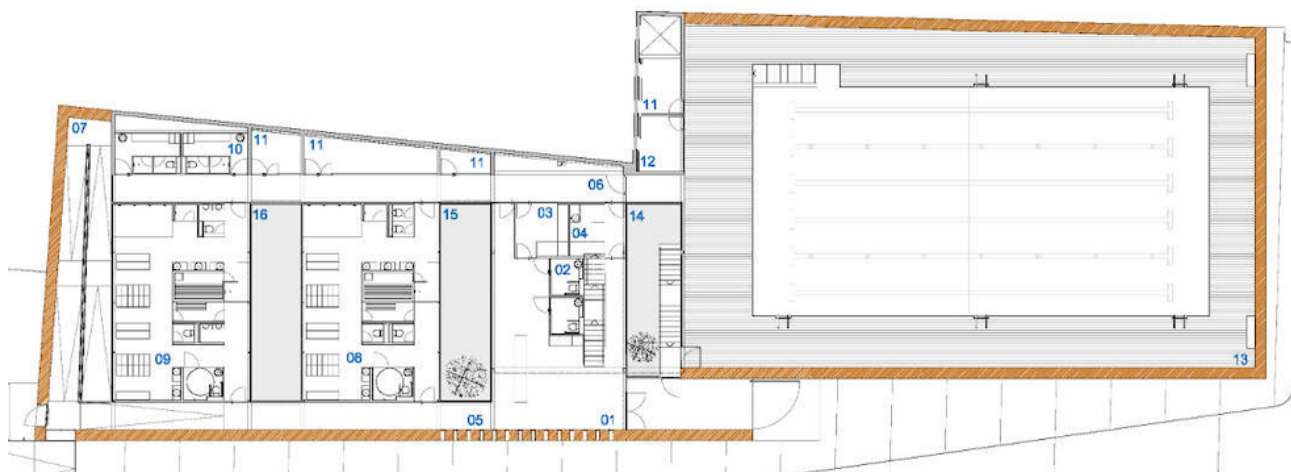
V neposlední řadě jsou přínosem i nově vzniklé parkovací plochy díky nimž obyvatelé i v letních měsících, kdy je převážně využíváno koupaliště, nebudou muset parkovat na místech pro to nevyhrazených, a tak nebude docházet k možnému poškozování okolní vegetace.

## 6 Architektonický návrh

Při architektonickém návrhu je nezbytné respektovat řadu aspektů jako dispoziční řešení, hmotové a materiálové řešení, které vedou k docílení co nejlepších užitných vlastností objektu. Kromě urbanistických požadavků jsou zásadními kritérii i tvar a rozloha parcely, tvar terénu a orientace částí objektu vůči světovým stranám, jak potvrzuje Kuklík (2005). Je též klíčové zohlednit potenciální návštěvnost, aby se dalo vyvarovat případného nadměrného dimenzování prostorů, což by vedlo k jejich nedostatečnému využití, nebo naopak k podcenění počtu návštěvníků a jejich potenciálního znemožnění přístupu.

### 6.1 Dispoziční řešení

Součástí zadání diplomové práce je využití vybraných částí projektové dokumentace z úrovně pro stavební povolení ze stávajícího projektu, který vypracoval španělský architektonický ateliér Vier Arquitectos SLP, jak uvádí internetový architektonický katalog Archdaily (2010). Na základě vybraného pozemku byl vybrán vhodný projekt, ze kterého byly použity a v nepatrné míře pozměněny půdorysy 1. PP, 1. NP a 2.NP. Převzata byla i dispozice šaten, umývárén a prostor pro komunikaci, které byly také upraveny dle českých norem a vyhlášek, jelikož stávající projekt byl realizován ve Španělsku ve městě Toro (Obrázek 17).



Obrázek 17 Půdorys 1.NP realizovaného krytého bazénu v Toru (Španělsko) (Archdaily, 2010)

Závětrí objektu je situováno z východní strany, na které navazuje zádveří s výměrou 18,7 m<sup>2</sup>. Za zádveřím je umístěn vestibul, jehož součástí je recepce, toalety pro tělesně postižené, schodiště s plošinou pro invalidy do 2.NP, schodiště pro zaměstnance do 1.PP, přístup do ošetrovny a dalšími přístupy do komunikačních prostor jak pro zaměstnance, tak

pro návštěvníky. Na komunikační prostory pro návštěvníky navazují šatny pro muže a ženy, které jsou dimenzovány dohromady pro 400 lidí. Součástí šaten jsou zařizovací předměty jako umývárny, šatní skříňky a toalety, jejichž počet je uzpůsoben dle normy ČSN 73 4108 o hygienických zařízeních a šaten. Na šatny navazuje další komunikační prostor, který umožňuje přístup do úklidové místnosti, skladu pro příslušenství bazénu, šaten pro zaměstnance muže a ženy, technické místnosti, kanceláře, recepce, ošetrovny, místnosti pro plavčíka a bazénové haly. Bazénová hala obsahuje plavecký bazén se čtyřmi drahami o výměře 225 m<sup>2</sup> a rekreační bazén s výměrou 54 m<sup>2</sup>, který umožňuje přístup i pro tělesně postižené.

Jak bylo zmíněno výše, z vestibulu vede schodiště do 1. PP, kam mají přístup pouze zaměstnanci. V podzemním podlaží je umístěna konstrukce pro bazénové vany a bazénová technika pro filtraci a čištění bazénové vody. Součástí 1. PP jsou další 2 sklady pro sezónní vybavení. V 2. NP je situováno posezení s výhledem do bazénové haly.

## **6.2 Hmotové řešení**

Navrhovaný krytý bazén svou povahou a velikostí spadá do kategorie středně velkých staveb. Objekt je definován čistými a jednoduchými geometrickými tvary jako kaskáda kvádrů různých objemů, které jsou odstupňované a vystupují od hlavní komunikace do hloubky pozemku. Hlavní objem objektu, který představuje zázemí, má půdorys ve tvaru písmene „L“, což umožňuje bohatou variaci rozdělení interiérových prostor.

Druhý podlažní objem, který je výrazně menší a je určen pro posezení návštěvníků je posazen na první podlaží a je současně svojí východní stranou napojen na třetí objem. Jeho půdorys je ve tvaru čtverce. Pro dosažení maximalizace denního osvětlení je na jižní, severní a západní straně osazeno větší množství oken, což zároveň umožňuje výhled k přístupové cestě, parkovišti a sousednímu letnímu koupališti.

Třetí objem, jež je největším a nachází se nejhlouběji v pozemku od hlavní komunikace má tvar již zmíněného kvádrů a slouží jako bazénová hala, kde je jižní strana tvořena velkoplošnými prosklenými plochami, které umožňují plynulý přechod mezi interiérem a exteriérem a nabízí návštěvníkům úzký vztah k okolní přírodě.

Celkové hmotové řešení tohoto objektu reflektuje moderní architektonické tendence, kde dominují čisté linie, funkční rozdělení prostorů a vztah stavby k okolnímu prostředí. Design využívá hmotové kontrasty a střídání plných a průhledných ploch, což vede k dynamickému, ale harmonickému celkovému výrazu.

### **6.3 Materiálové řešení**

V kontextu krytých bazénů a stavebnictví obecně je materiálové řešení procesem výběru a aplikace různorodých materiálů, které musí splňovat specifické technické, konstrukční, provozní a estetické požadavky. Pro daný objekt je využito široké spektrum materiálů, sahající od organických přes aglomerované až po anorganické.

Dominantním anorganickým materiálem je zde železobeton, jenž je aplikován na fundamentální části konstrukce, zahrnující základy bazénové haly, nosné konstrukce v suterénu, samotných bazénových van a základy pro část zázemí. V návaznosti na tyto konstrukce, z pohledu exteriéru, se používají pro jejich ochranu skladby ochrany spodní stavby, které v sobě obsahují speciální anorganické materiály – nopová folie, extrudovaný polystyren a hydroizolační vrstvu v podobě asfaltových natavovacích pásů, které rovněž poskytují ochranu proti radonu. Ocel jako další anorganický materiál je využita ve formě spojovacích materiálů a trapézového plechu, který tvoří střešní záklop v bazénové hale. Keramický obklad, dlažby, prosklené plochy, oplechování atiky, fasáda a malby také představují anorganické materiály, které přispívají k finálnímu povrchovému zpracování. Další materiály jsou podrobněji s ostatními konstrukcemi popsány v následující kapitole.

V oblasti nosných konstrukcí a skladeb nadzemních pater, jak v horizontálním, tak ve vertikálním směru, převažují především organické a aglomerované materiály. Jsou zde implementovány dřevovláknité izolace, OSB desky pro ztužení a parobrzdnou vrstvu, dřevěné I-nosníky, foukaná celulóza, překližky, BSH hranoly, prvky z LLD, sádrovláknité desky a sádrokartonové desky pro výstavbu nenosných příček a podhledů.



## 7 Konstrukční návrh

Kapitola poskytuje komplexní přehled a podrobný popis konstrukcí a skladeb, které jsou nezbytné pro realizaci projektu krytého bazénu. Nejprve jsou uvedeny základové konstrukce, které jsou klíčové pro stabilitu a dlouhodobou udržitelnost celé stavby. Dále jsou rozebrány nosné dřevěné konstrukce, které tvoří konstrukci celého objektu a zároveň plní statickou funkci. V návaznosti na nosné konstrukce jsou uvedeny skladby obvodových stěn, střech a podlah, jež jsou zásadní pro splnění požadavků z hlediska stavební fyziky, zejména co se týče tepelné izolace a ochrany proti vlhkosti. V další podkapitole je rozebrána dřevěná rámová konstrukce bazénové haly, díky níž je umožněno překlenutí velkého prostoru bez středových podpor. Veškeré výsledky týkající se výše uvedených skladeb a konstrukcí z oblasti stavební fyziky, stavebního rozpočtu a statického posouzení jsou dále podrobněji rozebrány v následující kapitole Výstupy.

### 7.1 Základové konstrukce

Základové konstrukce projektu krytého bazénu jsou rozčleněny do dvou hlavních částí. První z nich tvoří základy pod zázemím, zatímco druhá část základů podpírá bazénovou halu. Klíčovým rozlišovacím faktorem mezi oběma sekcemi je hloubka jejich založení. První část má hloubku základové spáry -0,810 m od upraveného terénu, zatímco druhá část má hloubku základové spáry -5,650 m.

Rozdíl je také v typu provedení obou částí základů. Ačkoli jsou si v některých aspektech podobné, vytvářejí dohromady jednu komplexní základovou konstrukci.

Konkrétně, první část základů se skládá z železobetonových pasů po obvodu a železobetonových patek ve středu, které odpovídají rozložení sloupů těžkého dřevěného skeletu a roznášejí jeho zatížení.

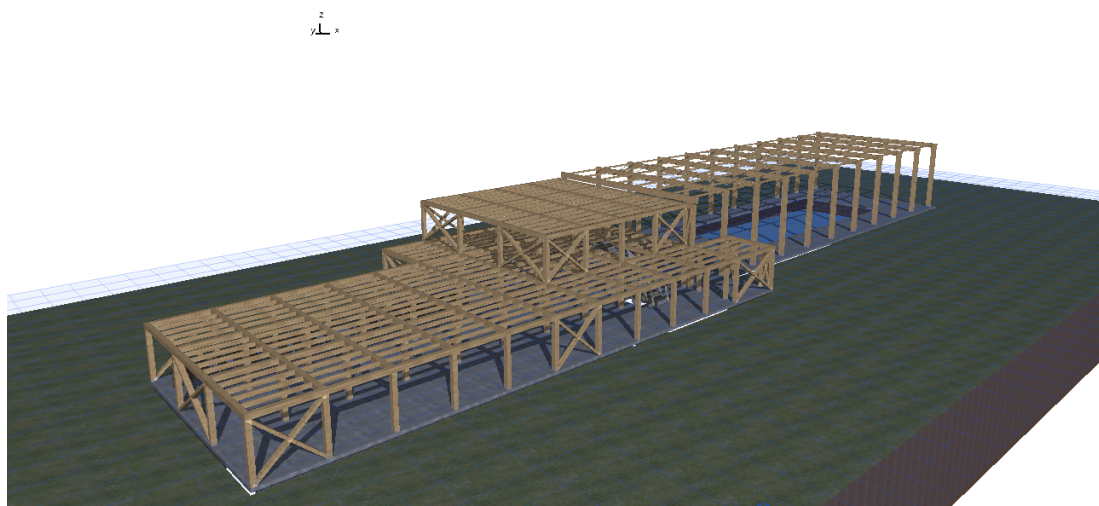
Druhá část, určená pro bazénovou halu, se skládá pouze z železobetonových pasů, na něž navazují nosné železobetonové stěny v 1. PP. Součástí základové konstrukce jsou také železobetonové základy pro schodiště a železobetonové pásy pro sloupy podpírající bazénové vany.

Pro obě části základů jsou použity železobetonové pásy a patky z betonu třídy C 16/20 X0, XC1 s kamenivem frakce 16/32, doplněné ocelovou kruhovou žebírkovou výztuží o průměru 18 mm. Na těchto základech je umístěna železobetonová deska o tloušťce 210 mm, vyrobená z betonu stejné třídy C 16/20 XO, XC2, ale s frakcí kameniva 8/16. Deska je vyztužena KARI sítí jakosti B500A, s oky 100 x 100 mm a průměrem výztuže 10 mm.

Jak již bylo zmíněno, u základů pod bazénovou halou navazují monolitické stěny, které jsou konstruovány z betonu C 16/20 X0, XC1 s kamenivem frakce 8/16 a ocelovou kruhovou žebírkovou výztuží o průměru 16 mm.

## 7.2 Konstrukční systém zázemí

Nosný konstrukční systém zázemí, jak 1.NP, tak 2.NP vychází z těžkého dřevěného skeletu (TDS) (Obrázek 18). Tento skelet se skládá ze sloupů a trámů vyrobených ze smrkového nepohledového lepeného lamelového dřeva o průřezu 300 x 300 mm a pevnostní třídou GL24h. Rozmístění prvků TDS je uspořádáno do pravidelného rastru s osovou vzdáleností 3,7 metru v podélném směru a 5 metrů v příčném směru. Veškeré sloupy v tomto rastru jsou propojeny trámy a doplněny o dodatečné vaznice v podélném směru o průřezu 100 x 240 mm a osové vzdálenosti 0,960 m. Tyto vaznice mají pevnostní třídu C24 a plní ztužující funkci těžkého dřevěného skeletu. Další prostorové ztužení je zajištěno pomocí ondřejských křížů.



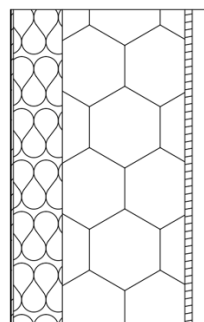
Obrázek 18 Axonometrický pohled na konstrukci zázemí

### 7.2.1 Konstrukční skladba obvodové stěny

Konstrukční řešení vertikálního pláště budovy (Obrázek 19) vychází z knihovny DEK, které bylo následně optimalizováno pro stavebně-fyzikální vlastnosti pomocí Svoboda software a současně tak bylo dosaženo splnění kritérií dle ČSN 73 0540-2 o Tepelné ochraně budov. Obvodová stěna je navržena jako difuzně otevřená a je tvořena několika vrstvami, začínající fasádní omítkou a lepidlem vyztuženým armovací tkaninou, čímž je zajištěna pevnost, odolnost a celistvost vnější vrstvy. Následuje vrstva tepelné izolace z dřevovláknitých desek o tloušťce 120 mm, která zajišťuje částečnou tepelnou izolaci budovy.

V další vrstvě se nachází konstrukční systém těžkého dřevěného skeletu (TDS) a I-nosníky. Prostor mezi těmito prvky je vyplněn foukanou celulózou, což poskytuje další tepelněizolační vrstvu. Vnitřní část vertikální konstrukce je pak ztužena pomocí OSB desek Egger OSB 4 TOP. Tyto desky slouží jako parobrzdná rovina a základ pro předstěnu, která je konstruována z KVH hranolků o průřezu 60 x 40 mm a sádkartonových desek (SDK) tloušťky 12,5 mm.

- Malba bílá - Primalex
- DEKSINISH finální tmel tl.1 mm
- SDK deska - RIGIPS tl. 12,5 mm
- + samolepící tkaninová bandáž
- + spárovací tmel - DEKFINISH
- Rošt z KVH NSi 60x40 mm tl. 40 mm
- Egger 4 TOP tl. 18 mm
- Tepelná izolace - Climatizer plus tl. 300 mm  $\lambda=0,042$  [W/m.k]
- +BSH hranoly 300x300 mm
- +Steico Joints 90/300
- Dřevovláknitá izolace - Pavatex ISOLAIR tl. 120 mm  $\lambda=0,042$  [W/m.k]
- Stěrka - Baumit multiwhite tl. 5 mm
- Omítko - Baumit NonoporTop tl. 2mm



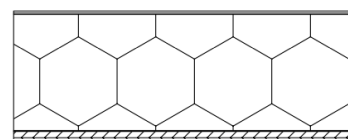
Obrázek 19 Skladba obvodové stěny (zázemí)

### 7.2.2 Střešní konstrukční skladba

Z obrázku č. 20 vyplývá, že v části zázemí se jedná o dvě střešní konstrukce, které jsou uloženy na trámech a vaznicích nosné konstrukce. Obě střechy jsou navrženy jako ploché, jednoplášťové a nepochozí, přičemž mají identickou skladbu vrstev a vycházejí z knihovny DEK. Tyto střešní konstrukce byly dále analyzovány pomocí Svoboda software z hlediska stavební fyziky, kde bylo potvrzeno, že také vyhovují kritériím dle normy ČSN 73 0540-2.

Základní vrstvou na nosné konstrukci jsou OSB 3 desky, které zároveň zajišťují tuhost a stabilitu. Vzhledem k typu střech, která vyžaduje difuzně uzavřené řešení, je na OSB desky aplikován hydroizolační samolepicí pás z modifikovaného asfaltu, který zároveň plní roli parotěsné vrstvy. Tato vrstva je pak doplněna tepelnou izolací z pěnového polystyrenu o tloušťce 260 mm, která je upevněna pomocí šroubů s držáky izolace. Konečnou vrstvu tvoří dvě vrstvy křížem lepených hydroizolačních samolepicích pásů z modifikovaného asfaltu. Vrchní vrstva je obohacena o nosnou vložku a povrchový břídlivý posyp pro zvýšení odolnosti a trvanlivosti vůči povětrnostním vlivům.

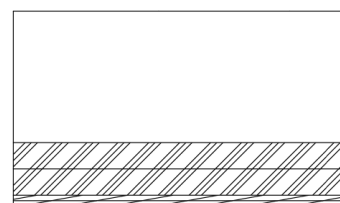
- Hydroizolace - ELASTEK 45 KOMBI tl. 4,5 mm
- Hydroizolace - GLASTEK 30 STICKER ULTRA tl. 3 mm
- Tepelná izolace - EPS 100 tl. 260 mm  $\lambda=0,037$  [W/m.k]  
+ systémová teleskopická podložka  
+ systémový kotevní šroub
- Parotěsnící, vzduchotěsnící vrstva - TOPDEK AL BARRIER tl. 2,2 mm
- OSB 3 deska tl. 22 mm



Obrázek 20 Skladba střešního pláště

V interiéru objektu je instalován jednotný podhled v celé oblasti zázemí. Mezi podhledem a nosnou horizontální konstrukcí v 1. NP je vytvořen dostatečný prostor pro umístění vzduchotechniky, elektrických rozvodů, osvětlovacích prvků a dalšího elektronického vybavení, jako jsou pohybové senzory, senzory kouře a značení únikových koridorů. V tomto projektu je vzduchotechnika klíčovým prvkem, zajišťujícím optimální mikroklima uvnitř budovy a zároveň eliminující potenciální negativní vlivy spojené s provozem v různých částech objektu. Pro podhledový rošt byly použity CD a UD profily, které jsou obloženy akustickými protipožárními sádrokartonovými (SDK) deskami o tloušťce 12,5 mm ve dvou vrstvách (Obrázek 21).

- Pružinový závěs tl. 300 mm
- Profily CD tl. 60 mm
- Profily CD + UD tl. 60 mm
- SDK deska - KNAUF RED Piano tl. 12,5 mm  
+ samolepicí tkaninová bandáž  
+ KNAUF UNIFLOT spárovací tmel
- SDK deska - KNAUF RED Piano tl. 12,5 mm  
+ samolepicí tkaninová bandáž  
+ KNAUF UNIFLOT spárovací tmel
- Malba bílá - Primalex

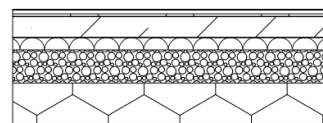


Obrázek 21 Skladba podhledu v 1.NP

### 7.2.3 Konstrukční skladba podlahy na terénu

Skladba podlahy na terénu (Obrázek 22) je také jednotná pro celou oblast zázemí, až na nášlapné vrstvy ve specifických částech. Specifickými částmi jsou míněny prostory převlékáren a umýváren. V těchto specifických prostorách je povrchový materiál zvolen v souladu s požadavky vyhlášky č. 238/2011 Sb., což znamená, že musí být snadno omyvatelný, snadno čistitelný a protiskuzový, aby splňoval hygienické a bezpečnostní normy. Nad izolační vrstvou z pěnového polystyrenu o tloušťce 100 mm je aplikována roznášecí vrstva z lehkého betonu. Toto vrstvení je od základové desky odděleno pomocí antiradonových a hydroizolačních natavovacích asfaltových pásů, které zajišťují ochranu proti pronikání radonu a vlhkosti do konstrukce. Tato navržená skladba podlah zajišťuje, že všechny oblasti zázemí jsou vybaveny podlahami, které jsou nejen funkční a bezpečné, ale také splňují specifické požadavky pro jednotlivé části objektu. Díky tomu je zajištěna dlouhodobá odolnost a funkčnost podlah v různých prostorách, přičemž se zároveň dbá na soulad s relevantními normami a předpisy.

- Keramická dlažba - SikaCream CleanGrout tl. 10 mm
- Spárovací hmota - SIKACream 253 Flex tl. 6 mm
- Lepidlo na obkaldy - SIKAlastic 220 W tl. 1 mm
- Podlahový potěr tl. 50 mm
- + kari síť KH 20
- Separáční fólie - DEKSEPAR
- Kro ejov  izolace - RIGIFLOOR 4000 tl. 30 mm
- Lehk  beton - LIAPOR MIX tl. 80 mm
- Tepeln  izolace - EPS 150 tl. 100 mm  $\lambda=0,035$  [W/m.k]
- Hydroizolace - GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL tl. 4 mm



Obrázek 22 Skladba podlahy na terénu (zázemí)

### 7.2.4 Konstrukce příček

Příčky (Obrázek 23) jsou navrženy jako nenosné a jsou tvořeny ze sádrovláknitých desek, které jsou namontovány z CW a UW profilů. Vzhledem k provozu celého zázemí a udržování specifického mikroklimatu jsou sádrovláknité desky vhodnou volbou. Prostor mezi jednotlivými CW profily je navíc vyplněn izolací ze skelných vláken, což zajišťuje tepelné i izolační vlastnosti. Tato kombinace materiálů a konstrukčních prvků poskytuje efektivní řešení pro separaci jednotlivých prostor.

- Malba bílá - Primalex
- SDK deska - RIGIPS tl. 12,5 mm
- + samolepící tkaninová bandáž
- + spárovací tmel - DEKFINISH
- Profily R-CW + profily R-UW tl. 75 mm
- + DEKWOOL DW r plate
- SDK deska - RIGIPS tl. 12,5 mm
- + samolepící tkaninová bandáž
- + spárovací tmel DEKFINISH
- Malba bílá - Primalex

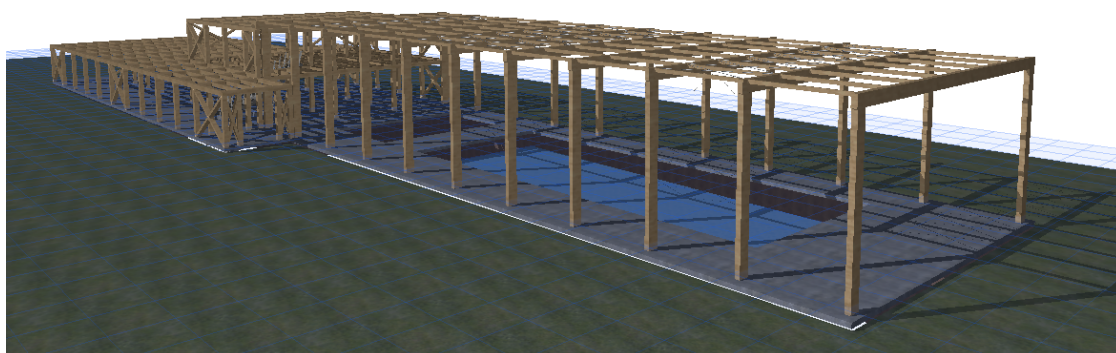


Obrázek 23 Skladba příček

### 7.3 Konstrukční systém bazénové haly

Bazénová hala (Obrázek 24) je konstruována s použitím jedenácti rámových vazeb, které jsou tvořeny celkem dvaadvaceti sloupy a jedenácti trámy. Tyto sloupy mají průřez 240 x 500 mm, jsou vyrobeny z lepeného lamelového dřeva a odpovídají pevnostní třídě GL24h. Výška sloupů činí 6,991 m a jsou rozmístěny ve vzájemné vzdálenosti 14,393 metru.

Na sloupy je umístěno jedenáct trámů v osové vzdálenosti 4,530 metru, které mají stejný průřez 800 x 240 mm a stejné materiálové i pevnostní charakteristiky jako sloupy. Tato konstrukce je dále ztužena podélnými ztužujícími vaznicemi v osové vzdálenosti 2,046 m a ztužujícími poli, které jsou umístěny na obou koncích a v prostřední části konstrukce.



Obrázek 24 Axonometrický pohled na konstrukci bazénové haly

#### 7.3.1 Konstrukční skladba obvodové stěny

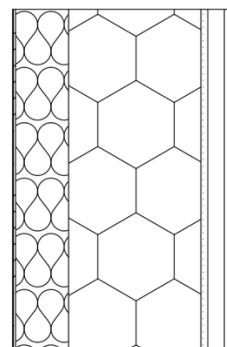
Pro konstrukci obvodových stěn (Obrázek 25) bylo vycházeno ze skladby použité v zázemí, avšak kvůli vysoké relativní vlhkosti a teplotě v prostoru bazénové haly bylo

nezbytné provést specifické úpravy skladby. Tyto optimalizace byly realizovány s využitím Svoboda software, což umožnilo optimalizovat skladbu tak, aby lépe odpovídala vnitřním podmínkám.

Hlavním prvkem této optimalizace byla výměna OSB Egger 4 TOP desek za sádrovláknité desky, které poskytují lepší vlastnosti v prostředí s vysokou vlhkostí a zároveň mají vyšší odolnost proti ohni. Kromě toho byly SDK desky použité na předstěně nahrazeny dvojitým záklopem ze sádrovláknitých desek, což přispělo k lepší akustické izolaci a požární bezpečnosti.

Tato upravená konstrukční skladba obvodových stěn tak splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 o Tepelné ochraně budov a zároveň zajišťuje vhodné podmínky pro prostředí s vysokou vlhkostí a teplotou, jaké je typické pro bazénové haly.

- Malba bílá - Primalex
- DEKSINISH finální tmel tl.1 mm
- SVD deska - FERMACELL tl. 2 x12,5 mm
- + samolepící tkaninová bandáž
- + spárovací tmel - DEKFINISH
- Rošt z KVH NSi 60x40 mm tl. 40 mm
- SVD deska - FERMACELL tl. 12,5
- Tepelná izolace - Climatizer plus tl. 300 mm  $\lambda=0,042$  [W/m.k]
- +BSH hranoly 300x300 mm
- +Steico Joints 90/300
- Dřevovláknitá izolace - Pavatex ISOLAIR tl. 120 mm
- $\lambda=0,042$  [W/m.k]
- Stěrka - Baumit multiwhite tl. 5 mm
- Omítka - Baumit NonoporTop tl. 2mm



Obrázek 25 Skladba obvodové stěny (bazénová hala)

### 7.3.2 Střešní konstrukční skladba

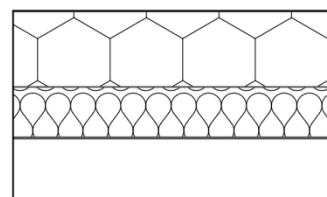
Střešní skladba (Obrázek 26) pro kryté bazény je navržena v souladu s doporučeními knihovny DEK, která se opírá o již zmíněné vyhlášky a normy. Celá střešní skladba je umístěna přímo na nosných trámech bez podhledu, což je v těchto podmínkách vhodné řešení, aby se předešlo možné kondenzaci mezi střešní konstrukcí a podhledem, která by mohla vést k poškození nosných prvků.

Vzhledem k tomu, že se jedná o plochou, nepochozí střechu stejně jako v části zázemí, je důležité řešit skladbu jako difuzně uzavřenou. Proto je v projektu počítáno s efektivním vzduchotechnickým systémem, který bude instalován podél téměř celé haly nad vodní hladinou. Základem střešní skladby jsou trapézové plechy o tloušťce 150 mm, na které jsou

aplikovány parotěsnící a hydroizolační samolepící pásy z modifikovaného asfaltu s vysokým difuzním odporem  $\mu=5000000$ , minimalizující propustnost vodních par.

Na tuto vrstvu následuje tepelná izolace z křížem kladených desek z minerální vaty o celkové tloušťce 2 x 30 mm. Další vrstvou tepelné izolace jsou desky z polyisokyanurátu (PIR) o tloušťce 120 mm. Finální vrstvu celé skladby tvoří hydroizolační fólie z PVC-P, která je spolu s tepelnými izolacemi kotvena šrouby s držákem izolace.

- Hydroizolace - DEKPLAN 76 tl. 1,5 mm
- Tepelná izolace - SG Combi PIR, desky z PIR tl. 120 mm  $\lambda=0,023$  [W/m.k]
- Tepelná izolace - SG Combi PIR, desky z MW tl. 60 mm  $\lambda=0,028$  [W/m.k]
- Parotěs., vzduchotěs. vrstva - GLASTEK 30 STICKER PLUS tl. 3 mm
- Asfaltová penetrace - DEKPRIMER
- Trapézový plech - TR 150/280/0,75 tl.150 mm



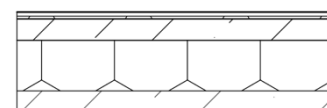
Obrázek 26 Skladba střešního pláště (bazénová hala)

### 7.3.3 Konstrukční skladba podlahy

Podlahová skladba (Obrázek 27) v bazénové hale je stejná jako v oblasti zázemí, avšak s odlišností v nášlapné vrstvě. Tato vrchní vrstva podlahy musí odpovídat specifickým požadavkům, které jsou shodné s těmi pro převlékárny a umývárny. To znamená, že povrchový materiál musí být navržen tak, aby byl snadno omyvatelný, snadno čistitelný a protiskluzový, což je klíčové pro zajištění bezpečnosti a hygieny v mokřem prostředí bazénové haly.

Tímto způsobem je zajištěno, že podlahové povrchy v celé bazénové hale jsou nejen funkční a odolné, ale také splňují veškeré normy a předpisy týkající se bezpečnosti a udržitelnosti v místech s vysokou frekvencí užívání a specifickými hygienickými požadavky.

- Keramická dlažba - SikaCream CleanGrout tl. 10 mm
- Spárovací hmota - SIKACream 253 Flex tl. 6 mm
- Lepidlo na obkaldy - SIKAlastic 220 W tl. 1 mm
- Podlahový potěr tl. 50 mm
- + kari síť KH 20
- SeparáčnÍ fólie - DEKSEPAR
- Tepelná izolace - EPS 150 tl. 120 mm  $\lambda=0,035$  [W/m.k]
- Betonová mazanina tl. 50 mm
- Hydroizolace - GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL tl. 4 mm



Obrázek 27 Skladba podlahy na terénu



## 8 Výstupy

V kapitole jsou podrobně prezentovány získané výsledky z různých softwarových nástrojů, které byly aplikovány v rámci této diplomové práce. Hlavním zaměřením je představení a hodnocení dat získaných z výpočtů v oblasti stavební fyziky, rozpočtování stavebních nákladů, statických výpočtů, jak bylo specifikováno v zadání práce.

V oblasti stavební fyziky byla posuzována stavebně tepelná technika, a to konkrétně obálka objektu. Šála (2007) ve své publikaci uvádí, že obálka budovy krytého bazénu hraje klíčovou roli v jeho energetické bilanci a komfortu uživatelů. Skládá se z konstrukčních prvků, jako jsou stěny, střecha, okna a dveře, a jejich vlastnosti ovlivňují tepelné ztráty, vlhkost a kondenzaci, a to s ohledem na specifické podmínky v krytých bazénech.

Stavební rozpočet byl sestaven na základě položkového rozpočtu, který vychází z projektové dokumentace, jež je uvedena v příloze D. Hlavním úkolem rozpočtu stavby je poskytnutí odhadu celkových nákladů na projekt a jednotlivých navržených prvků. Rozpočet zahrnuje přímé náklady na materiály, jako jsou dřevěné konstrukční prvky, izolační materiály, těsnění, skleněné výplně, povrchové úpravy, opatření proti vlhkosti a biologickému poškození, inženýrské přípojky, vzduchotechniku apod. Dále pokrývá náklady na pracovní sílu, která zahrnuje jak konstrukční práce, zemní práce, instalace technologických zařízení a vnitřních prvků apod. Koverdynský (2011) ve svém článku zmiňuje, že je důležité také brát v úvahu dlouhodobé provozní náklady a potenciální úspory, kterých je možné docílit pomocí tepelné izolace, kvalitou provedení a energetickou efektivitou.

Statické posouzení je zásadním bodem při návrhu konstrukce, který zajišťuje, že konstrukce bude bezpečná a funkční po celou dobu své životnosti. V rámci statického posouzení se posuzoval nosný svislý prvek obvodové stěny a střešní prvek na mezní stav použitelnosti a mezní stav únosnosti. Do výpočtu byl zahrnuta vlastní tíha, stálé zatížení, zatížení větrem a zatížení sněhem. Straka (1996) definuje mezní stavy jako stavy, při jejichž překročení konstrukce již nesplňuje stanovená kritéria spolehlivosti. Mezní stav únosnosti se týká samotné stability a nosnosti konstrukce, a mezní stav použitelnosti se vztahuje k funkčnosti a komfortu užívání konstrukce bez nežádoucích projevů, jako jsou nadměrné deformace nebo vibrace. Kuzman (2010) ve svém článku uvádí, že využití materiálů na bázi dřeva, v tomto případě lepeného lamelového dřeva je vhodné pro stavbu krytého bazénu,

jelikož má homogennější strukturu, vykazuje vyšší mechanické vlastnosti, je tvarově stálejší a odolává lépe působení vlhkosti a vyšší teplotě.

## **8.1 Stavební fyzika**

V podkapitole jsou prezentovány klíčové výsledky analýz provedených pomocí Svoboda software (Teplo 2017), zaměřené na hodnocení tepelných a vlhkostních vlastností konstrukčních systémů použitých v různých částech objektu, především zázemí a bazénové haly. V oblasti zázemí se jedná zejména o obvodovou stěnu zázemí v části vestibulu, podlahy na terénu a střechy. V případě bazénové haly byly analyzovány obvodové stěny a střecha. Cílem těchto analýz bylo zjistit, jak konstrukční skladby odpovídají požadavkům stanoveným dle normy ČSN 73 0540-2. Podrobné výsledky s grafy jsou uvedeny v příloze A, kromě souhrnných tabulek prezentovaných v této podkapitole.

Okrajové podmínky vnějšího prostředí byly definovány použitím modulu Teplo 2017. Pro zkoumanou lokalitu byly stanoveny specifické klimatické podmínky odpovídající okresu Bruntál, který řešenou obec zahrnuje. Konkrétně byla zvolena teplota venkovního vzduchu na  $-17\text{ °C}$  s relativní vlhkostí 85 % a teplota země na  $5\text{ °C}$  s relativní vlhkostí 100 %.

### 8.1.1 Obvodová stěna zázemí

První posuzovanou skladbou je obvodová stěna v oblasti zázemí. Skladba posuzované stěny je uvedena v tabulce 1, v dalších tabulkách 2, 3 a 4 jsou shrnuty výstupy z modulu Teplo 2017. Okrajové podmínky pro vnitřní prostředí vestibulu zázemí byly stanoveny s hodnotami teploty 15 °C a relativní vlhkostí vzduchu 55 %.

KONSTRUKCE OBVODOVÁ STĚNA – ZÁZEMÍ		
Materiály	d (m)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Rigips - SDK deska	0.0130	0.210
Uzavřená vzduch. mezera	0.0400	0.294
Egger OSB4 TOP	0.0280	0.130
Tepelná izolace - Climatizer Plus	0.300	0.042
Pavatex isolair (dřevovláknitá deska)	0.120	0.042
Baumit open - fasádní lepidlo	0.005	0.800
Baumit nanopor - fasádní nátěr	0.002	0.700
<b>Celková tloušťka (m)</b>	0.5080	
<b><math>U_T</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - vypočtená hodnota konstrukce</b>		0.120
<b><math>U_{N,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - standardní budovy požadovaná hodnota</b>		<b>0.30</b>
<b><math>U_{pas,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - pasivní budovy doporučená hodnota</b>		<b>0,18 - 0,12</b>

Tabulka 23 Konstrukce obvodové stěny v zázemí

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 %
Obvodová stěna	0.970	0.736 splněno

Tabulka 24 Teplotní faktor obvodové stěny v zázemí

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )			
	Vypočtená hodnota UT ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Požadovaná hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota pro pasivní budovy Upas,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )
Obvodová stěna	0.120	0.30	0.20	0.18 – 0.12
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 25 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny v zázemí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 26 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

### 8.1.2 Střecha nad zázemím

Další posuzovanou skladbou je střecha nad zázemím. Obdobně jako u obvodové stěny vychází okrajové podmínky interiéru z hodnot stanovených pro vestibul čili 15 °C a relativní vlhkostí vzduchu 55 %. V následujících tabulkách (5, 6, 7 a 8) je uvedena skladba střechy a výsledky z modulu Teplo 2017.

<b>KONSTRUKCE STŘECHA – ZÁZEMÍ</b>		
Materiály	d (m)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Dlažba keramická	0.025	0.210
SIKAcream 220 – spárovací hmota	0.300	1.765
SIKAlastic – lepidlo na obklady	0.300	1.590
Egger OSB 3	0.022	0.130
Topdek al barrier – parotěsnící vrstva	0.002	0.002
ISOVER EPS 100 - tepelná izolace	0.260	0.037
Glastek 30 STI – hydroizolační vrstva	0.003	0.170
Elastek 40 COMBI – hydroizolační vrstva	0.005	0.210
<b>Celková tloušťka (m)</b>	0.917	
<b>U<sub>T</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - vypočtená hodnota konstrukce</b>		<b>0.127</b>
<b>U<sub>N,20</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - standardní budovy požadovaná hodnota</b>		<b>0.30</b>
<b>U<sub>pas,20</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - pasivní budovy doporučená hodnota</b>		<b>0,18 - 0,12</b>

Tabulka 27 Konstrukce střechy nad zázemím

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 %
Střecha	0.969	0.736 splněno

Tabulka 28 Teplotní faktor střechy nad zázemím

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )			
	Vypočtená hodnota UT ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Požadovaná hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota pro pasivní budovy Upas,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )
Střecha	0.127	0.30	0.20	0.18 – 0.12
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 29 Součinitel prostupu tepla střechy nad zázemím

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 30 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

### 8.1.3 Podlaha na terénu v zázemí

Poslední posuzovanou skladbou z oblasti zázemí je podlaha na terénu. Okrajové podmínky pro interiér byly rovněž stanoveny z hodnot pro vestibul, tedy 15 °C a 55% relativní vlhkosti vzduchu. V tabulkách 9, 10, 11 a 12 jsou uvedeny klíčové informace ohledně skladby podlahy na terénu.

<b>KONSTRUKCE PODLAHA NA TERÉNU – ZÁZEMÍ</b>		
<b>Materiály</b>	<b>d (m)</b>	<b><math>\lambda</math> (W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>)</b>
Dlažba keramická	0.010	1.010
SIKACream 253 – spárovací hmota	0.006	0.634
SIKAlastic 220 W – lepidlo	0.050	1.380
Rgips Rigofil	0.030	0.045
Podlahový potěr	0.080	0.091
PE folie	0.001	0.350
Isover EPS 100	0.100	0.037
Glastek 40 special mineral	0.004	0.210
<b>Celková tloušťka (m)</b>	0.281	
<b><math>U_T</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - vypočtená hodnota konstrukce</b>		<b>0.222</b>
<b><math>U_{N,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - standardní budovy požadovaná hodnota</b>		<b>0.30</b>
<b><math>U_{pas,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - pasivní budovy doporučená hodnota</b>		<b>0,18 - 0,12</b>

Tabulka 31 Konstrukce podlahy na terénu v zázemí

<b>Typ konstrukce</b>	<b>Teplotní faktor (-)</b>	
	<b>Vypočtená průměrná hodnota <math>f_{Rsi, m}</math> (-)</b>	<b>Požadovaná hodnota <math>f_{Rsi, N} = f_{Rsi, cr}</math> (-) pro max. přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80 %</b>
Podlaha na terénu	0.946	0.324 splněno

Tabulka 32 Teplotní faktor podlahy na terénu v zázemí

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )			
	Vypočtená hodnota UT ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Požadovaná hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota pro pasivní budovy Upas,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )
Podlaha na terénu	0.222	0.30	0.20	0.18 – 0.12
		splněno	splněno	nesplněno

Tabulka 33 Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu v zázemí

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 34 Požadavky dle ČSN 73 0540-2



### 8.1.4 Střecha v bazénové hale

První z posuzovaných skladeb v bazénové hale byla střecha. Kvůli svému specifickému mikroklimatu byla do výpočtu zahrnuta i klimatizace. Výchozí okrajové podmínky byly nastaveny také pomocí možnosti nabízenou modulem Teplo 2017, která stanovila vnitřní teplotu na 27 °C a relativní vlhkost vzduchu na 65 %. V tabulkách 13 až 16 jsou uvedeny zásadní údaje týkající se skladby střechy v bazénové hale.

<b>KONSTRUKCE</b>		
<b>STŘECHA – BAZÉNOVÁ HALA</b>		
Materiály	d (m)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Trapézový pelch	0.150	50.000
SIKACream 253 – spárovací hmota	0.003	0.750
SIKAlastic 220 W – lepidlo	0.060	0.028
Rgips Rigofil	0.120	0.023
Podlahový potěr	0.002	0.350
<b>Celková tloušťka (m)</b>	0.335	
<b><math>U_T</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - vypočtená hodnota konstrukce</b>		0.013
<b><math>U_{N,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - standardní budovy požadovaná hodnota</b>		<b>0.30</b>
<b><math>U_{pas,20}</math> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - pasivní budovy doporučená hodnota</b>		<b>0,18 - 0,12</b>

Tabulka 35 Konstrukce střechy v bazénové hale

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 %
Střecha	0.967	0.950 splněno

Tabulka 36 Teplotní faktor obvodové střechy v bazénové hale

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )			
	Vypočtená hodnota UT ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Požadovaná hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota pro pasivní budovy Upas,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )
Střecha	0.013	0.30	0.20	0.18 – 0.12
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 37 Součinitel prostupu tepla střech v bazénové hale

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 38 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

### 8.1.5 Obvodová stěna v bazénové hale

Poslední hodnocenou skladbou byla obvodová stěna v bazénové hale. Konstrukce stěny vychází ze skladby obvodové stěny v zázemí, avšak kvůli vyšší relativní vlhkosti (65 %) a teplotě (27 °C) bylo nutné skladbu optimalizovat. Optimalizace spočívala v nahrazení sádkartonové desky dvojitým záklopem ze sádrovláknité desky a nahrazení OSB desky také sádrovláknitou deskou. V následujících tabulkách 17, 18, 19 a 20 je uvedena skladba obvodové stěny a klíčové výsledky z modulu Teplo 2017.

<b>KONSTRUKCE OBVODOVÁ STĚNA – BAZÉNOVÁ HALA</b>		
Materiály	d (m)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Keramický obklad	0.010	1.010
Baumit diszperzní lepidlo	0.003	0.600
Fermacell Powerpanel H2O	0.025	0.173
Uzavřená vzduchová dutina	0.040	0.294
Fermacell Powerpanel H2O	0.012	0.173
Climatizer Plus	0.300	0.042
Pavatex Isolair	0.120	0.042
Baumit multiwhite	0.005	0.800
Baumit NanoporTop	0.002	0.700
<b>Celková tloušťka (m)</b>	0.517	
<b>U<sub>T</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - vypočtená hodnota konstrukce</b>		<b>0.222</b>
<b>U<sub>N,20</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - standardní budovy požadovaná hodnota</b>		<b>0.30</b>
<b>U<sub>pas,20</sub> (W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) - pasivní budovy doporučená hodnota</b>		<b>0,18 - 0,12</b>

Tabulka 39 Konstrukce obvodové stěny v bazénové hale

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 %
Obvodová stěna	0.977	0.950 splněno

Tabulka 40 Teplotní faktor obvodové stěny v bazénové hale

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )			
	Vypočtená hodnota UT ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Požadovaná hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota UN,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )	Doporučená hodnota pro pasivní budovy Upas,20 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ )
Obvodová stěna	0.09	0.30	0.20	0.18 – 0.12
		splněno	splněno	splněno

Tabulka 41 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny v bazénové hale

Požadavky	Požadavek splněn / nesplněn
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce	splněno
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu	splněno
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ nebo 3-6 % plošné hmotnosti materiálů (nižší z hodnot)	splněno

Tabulka 42 Požadavky dle ČSN 73 0540-2

### 8.1.6 Vyhodnocení výsledků

Všechny konstrukce jsou navrženy a optimalizovány tak, aby vyhověly doporučeným hodnotám pro součinitele prostupu tepla a požadavkům dle ČSN 73 0540-2. Splnění těchto kritérií je klíčové pro zachování stabilního požadovaného vnitřního prostředí, ochrany konstrukce a energetické bilance, jak popisuje Brzoň (2014) ve své publikaci. Z výše uvedených tabulek vyplývá, že analyzované konstrukce vyhovují vzhledem k okrajovým podmínkám interiéru a exteriéru, který vyplývá z geografické polohy.

## 8.2 Stavební rozpočet

Pro předběžnou kalkulaci nákladů na projekt byla využita aplikace Kubix, vyvinutá společností CSÚRS. Propočtení je typicky realizováno v rané etapě projektu, jako jsou fáze přípravy investičního záměru či během procesu územního řízení, kdy jsou dostupné informace o projektu ještě omezené. Cílem této kalkulace je poskytnout investorovi předběžný přehled o finančních nárocích projektu a umožnit mu ekonomickou orientaci o objektu. Je důležité poznamenat, že takováto kalkulace představuje pouze hrubý odhad, obvykle s možnou odchylkou v rozmezí 15-20 %. Tato nepřesnost je dána metodou výpočtu, která se opírá o porovnání s podobnými projekty pomocí objemových ukazatelů, jako jsou objem obestavěného prostoru, délka infrastruktury, rozloha zastavěné plochy, typ stavby apod. Na obrázku 28 je uvedena předběžná celková cena stavby bez DPH a s DPH.

<b>Celková cena stavby bez DPH</b>	53 021 663,43 Kč
DPH: 21%	11 134 549,32 Kč
<b>Celková cena stavby s DPH</b>	64 156 212,75 Kč

Orientační předpokládané náklady na realizaci stavby stanovené aplikací KUBIX v. 1.2.2 v cenové úrovni 2023.

Copyright © ÚRS CZ a.s., 2023

Obrázek 28 Předběžná cena stavby z aplikace Kubix

V pozdější fázi rozvoje projektu byl zpracován položkový rozpočet, který poskytuje podrobný a strukturovaný přehled nákladů spojených s realizací stavebního díla. Položkový rozpočet, odvozený z projektové dokumentace pro realizaci stavby, obsahuje přesný výčet všech prací a materiálů, přičemž každá položka je identifikována číselným kódem a popisem. Objem práce a potřebných materiálů je odvozen z projektové dokumentace a vyčíslen ve standardních jednotkách jako m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, t, h. Cena každé položky je určena podle aktuálních ceníků stavebních prací a materiálů, s přihlédnutím k obtížnosti práce, pracovním podmínkám a kvalitě materiálů, jak zmiňuje ve svém článku Trávníková (2020).

Pro sestavení položkového rozpočtu byl použit program KROS 4, který využívá cenovou soustavu společnosti CSÚRS, přičemž ceny vycházejí z cen z 4. Q roku 2023. V tabulce 21 je uvedena rekapitulace objektů z položkového rozpočtu, která je rozdělena do

několika objektů, a to bazénové haly, 1.NP zázemí, 2.NP zázemí, sanitu, tzb, oplocení a zahradu. Podrobný položkový rozpočet je uveden v příloze B.

Zakázka	Cena bez DPH	DPH snížené	DPH základní	Cena s DPH
<b>Bazén</b>	<b>63 750 115,23</b>	<b>0,00</b>	<b>13 387 524,20</b>	<b>77 137 639,43</b>
Bazénová hala	38 200 521,99	0,00	8 022 109,62	46 222 631,61
1.NP Zázemí	9 425 469,96	0,00	1 979 348,69	11 404 818,65
2.NP Zázemí	2 607 269,01	0,00	547 526,49	3 154 795,50
Sanita	800 429,30	0,00	168 090,15	968 519,45
Elektro	736 939,24	0,00	154 757,24	891 696,48
Voda	155 711,88	0,00	32 699,49	188 411,37
Odpad	441 740,81	0,00	92 765,57	534 506,38
VZT	887 018,81	0,00	186 273,95	1 073 292,76
Oplocení	1 849 324,10	0,00	388 358,06	2 237 682,16
Zahrada	3 120 108,43	0,00	655 222,77	3 775 331,20
Bazénová technologie	5 500 000,00	0,00	1 155 000,00	6 655 000,00
<b>Celkem</b>	<b>63750115,23</b>	<b>0,00</b>	<b>13387524,20</b>	<b>77137639,43</b>

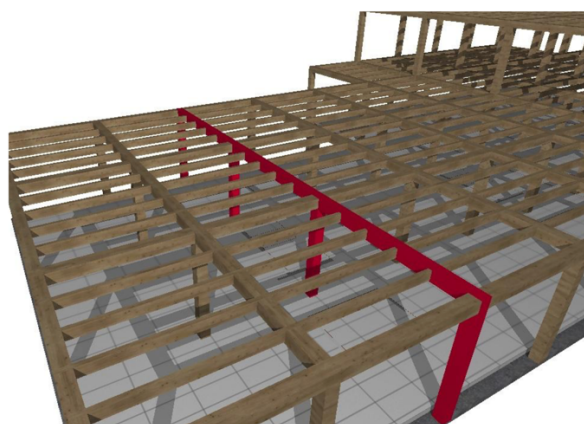
*Tabulka 43 Rekapitulace objektů stavby*

### 8.2.1 Vyhodnocení výsledků

Předběžný odhad ceny, získaný pomocí softwaru Kubix, dosáhl částky 64,16 milionu Kč včetně DPH. Naproti tomu důkladnější výpočet z programu KROS 4 ukázal náklady ve výši 77,14 milionu Kč s DPH. Rozdíl 12,98 milionu Kč lze přičíst k větší přesnosti, kterou položkový rozpočet poskytuje, vzhledem k jeho podrobnějšímu zpracování a většímu množství využitých dat oproti datům potřebným k výpočtu v aplikaci Kubix.

## 8.3 Statické posouzení

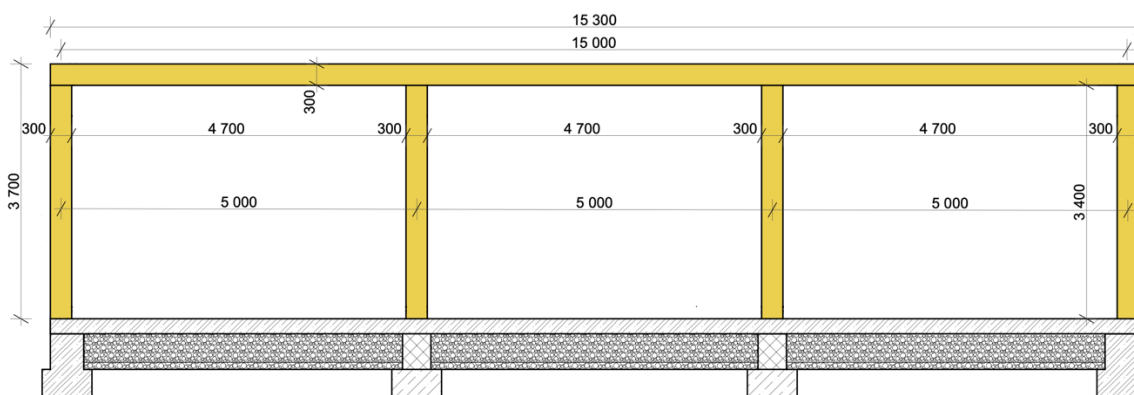
Na základě zadání diplomové práce bylo posuzována nosná část obvodové zdi a střešní prvek (Obrázek 29). Vybranými prvky byly nosné sloupy těžkého dřevěného skeletu v zázemí 1.NP a trámu, který je uložen na posuzovaných sloupech a zároveň tvoří střešní prvek. Pro řešení statického posouzení byl využit software FINE a to konkrétně moduly Zatížení a Dřevo.



Obrázek 29 Posuzované prvky

### 8.3.1 Posouzení sloupu a trámu

Pro posouzení vybraných konstrukčních nosných prvků (Obrázek 30) je nezbytné znát přesné rozměry a tvar, použité materiály, konstrukční skladby a charakteristiku prostředí, ve kterém se celá stavba nachází. Tyto základní informace jsou zásadní pro relevantní zhodnocení návrhu.



Obrázek 30 Geometrie vazby

Jedná se o jednu celou vazbu konstrukce těžkého dřevěného skeletu v části zázemí. Z obrázku je zřejmé, že vazbu tvoří 4 sloupy v osové vzdálenosti 5000 mm a trám dlouhý 15 300 mm. Jak již bylo uvedeno v kapitole 7, použité dřevěné BSH sloupy třídy GL24h mají průřez 300 x 300 mm a použitý trám má stejné charakteristiky.

Jak bylo zmíněno, posuzovaný trám je rovněž střešním nosným prvkem, na kterém je uložena skladba ploché střechy a zároveň je zatížen i skladbou podhledu, kromě skladeb na prvek působí také KVH vaznice o průřezu 100 x 240 mm. Pomocí modulu Zatížení byla nejdříve spočítána vlastní tíha konstrukce, do které spadá zatížení OSB desky a vaznic. Dále byla obdobným způsobem spočítána ostatní stálá zatížení, která zahrnují tepelnou izolaci, dvě vrstvy hydroizolace o různých tloušťkách a podhled včetně roštu (Tabulka 22). Vlastní tíha řešeného trámu a sloupů bylo následně uvažováno v modulu Dřevo spolu s výslednými hodnotami z modulu Zatížení.

<b>Vlastní tíha nosné konstrukce</b>		
Materiál	Tloušťka [mm]	Charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]
OSB deska	22	0,14
Vaznice	240	0,10
Vlastní tíha celkem		0,24
<b>Ostatní stálé zatížení</b>		
Materiál	Tloušťka [mm]	Charakter. [kN/m <sup>2</sup> ]
SDK 2 x 12,5	25	0,28
EPS 100	260	0,10
Hydroizolace	3	0,04
Hydroizolace	4,5	0,05
Ostatní stálé zatížení celkem		0,47
Stálé zatížení celkem		0,71

*Tabulka 44 Vlastní tíha nosné konstrukce + ostatní stálé zatížení*

Další zatížení, která je potřeba vzít v úvahu, jsou zatížení sněhem a větrem, což závisí na umístění stavby. V tomto případě se jedná o sněhovou oblast kategorie II, do stejné kategorie spadá i větrná oblast. Podrobněji jsou příslušné hodnoty zatížení sněhem a větrem popsány v příloze.

Po výpočtu jednotlivých zatížení bylo nejdříve nutné vypočítat vnitřní síly posuzovaného střešního prvku (trámu) u nejvíce nepříznivé kombinace zatěžovacích stavů. Nejvyšší vypočtená hodnota vnitřní síly byla následně použita na posouzení sloupu v obvodové konstrukci.



### 8.3.2 Zatěžovací stavy

Pro posouzení konstrukce byly vybrány čtyři zatěžovací stavy, které jsou nejvíce kritické: stálé zatížení, vlastní tíha konstrukce, zatížení sněhem a zatížení větrem, zahrnující jak tlak, tak sání (Obrázky 31–35). Důvodem výběru právě těchto stavů je jejich značný vliv na bezpečnost a stabilitu konstrukce. Následně byla provedena analýza jejich kombinací, aby se zjistil celkový dopad na konstrukční prvky v nejhorsích možných podmínkách.

#### 8.3.2.1 Stálé zatížení

$$q = 0,710 \text{ kN/m}$$

$$L = 5\,300 \text{ mm}$$



Obrázek 31 Stálé zatížení

#### 8.3.2.2 Vlastní tíha

$$q = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$L = 5\,300 \text{ mm}$$



Obrázek 32 Vlastní tíha

#### 8.3.2.3 Zatížení sněhem

$$q = 0,800 \text{ kN/m}$$

$$L = 5\,300 \text{ mm}$$



Obrázek 33 Zatížení sněhem

#### 8.3.2.4 Zatížení větrem – sání

$$F = -1,280 \text{ kN}$$

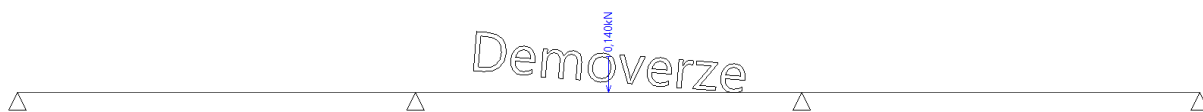
$$L = 5\,300 \text{ mm}$$



Obrázek 34 Zatížení větrem – sání

### 8.3.2.5 Zatížení větrem – tlak

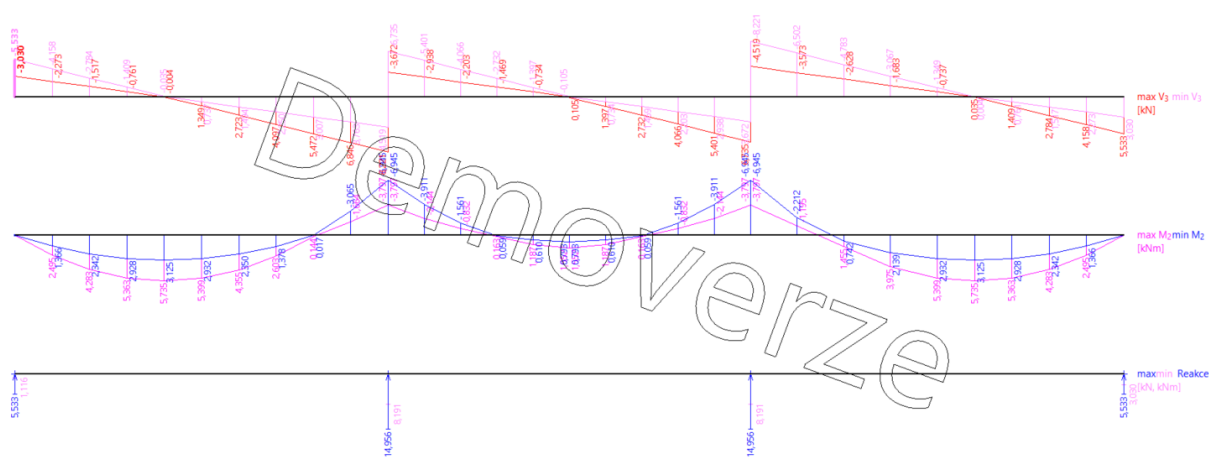
$F = 0,140 \text{ kN}$   
 $L = 5\,300 \text{ mm}$



Obrázek 35 Zatížení větrem – tlak

### 8.3.2.6 Vnitřní síly

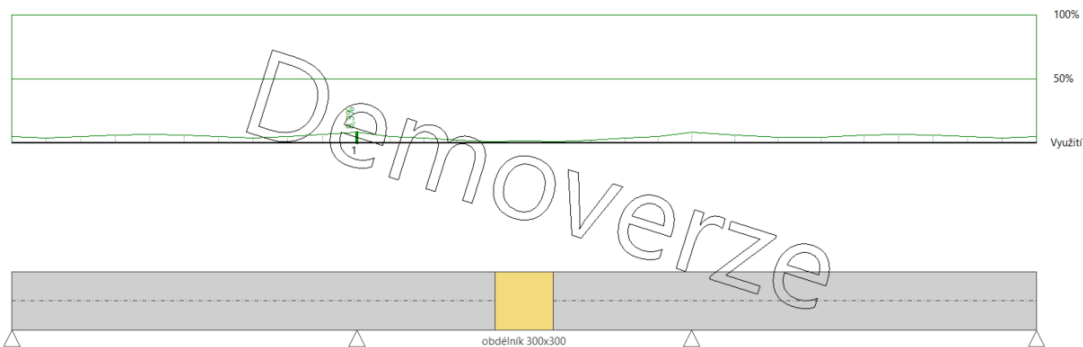
Největší zjištěnou silou byla síla o velikosti 14,956 kN (Obrázek 36). Tato síla byla následně využita na posouzení vzpěru sloupu v obvodové konstrukci.



Obrázek 36 Vnitřní síly

### 8.3.2.7 Mezní stav únosnosti

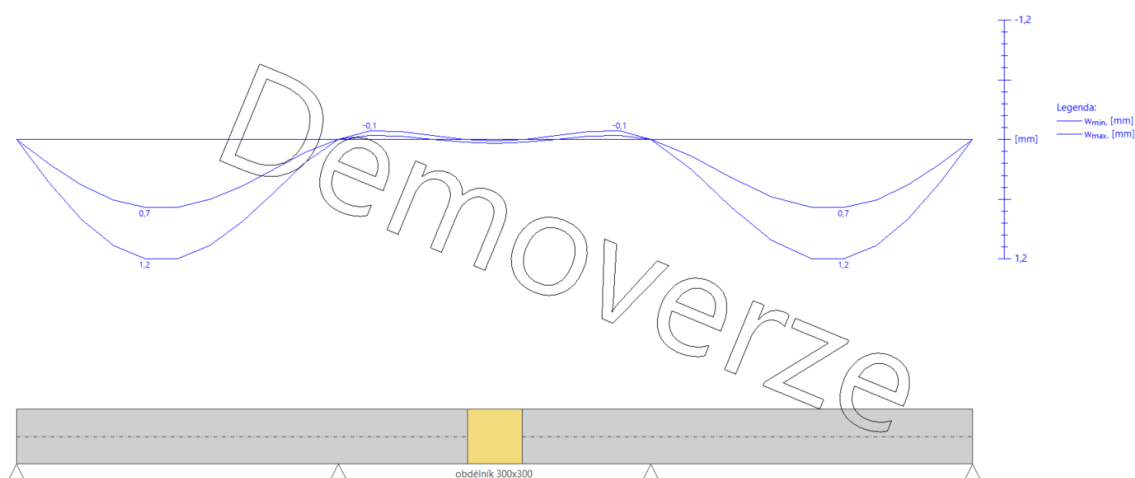
Všechny zkoumané prvky splnily požadavky pro daný stav. U střešního prvku, konkrétně trámu, se jako nejkritičtější ukázala kombinace vlastní tíhy, stálého zatížení, sněhového zatížení a zatížení působeného větrem při tlaku. Maximální využití tohoto prvku vyšlo na 8,3 % (Obrázek 37).



Obrázek 37 Mezní stav únosnosti

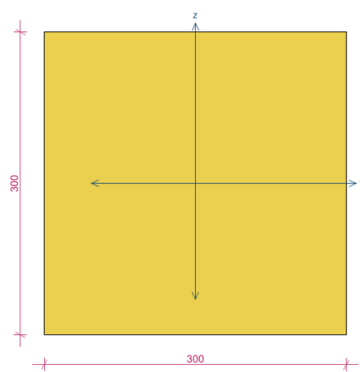
### 8.3.2.8 Mezní stav použitelnosti

Tomuto stavu rovněž vyhověly všechny posuzované prvky (Obrázek 38). Maximální využití zde vyšlo na 6,9 %.



### 8.3.2.9 Vzpěr

Pro výpočet vzpěru byla využita nejvyšší zjištěná síla o velikosti 14, 956 kN. Vzpěrná délka prvku je 3, 400 m. Z provedeného výpočtu bylo zjištěno, že únosnost je 797, 538 kN a štíhlost dílce je 39.3 (Obrázek 38).



### 8.3.3 Vyhodnocení výsledků

Při hodnocení konstrukčních prvků bylo klíčové sledovat deformace, které vznikají v důsledku kombinací zatížení pro mezní stav použitelnosti (MSP) a mezní stav únosnosti (MSÚ). U sloupu bylo kromě těchto hodnot zkoumáno také jeho chování při vzpěru, což je důležité pro zajištění celkové stability konstrukce. Výsledné průběhy dokazují, že analyzované prvky vyhovují.

Vysoké naddimenzování může být využito pro instalaci fotovoltaických panelů, výměníků tepla tepelných čerpadel či realizace pochozí části ploché střechy.

## 8.4 Vizualizace

Vizualizace byla vytvořena pomocí nástroje Enscape, který je doplňkem programu Archicad 25. Obsahem podkapitoly je zobrazení tří pohledů řešeného objektu, a to dvou z exteriéru a jednoho z interiéru bazénové haly. V aplikaci Enscape byla využita funkce renderování k optimalizaci vizualizace, jako je úprava intenzity slunečního světla, nastavení orientace slunečních paprsků, úprava stínů, jasu a kontrastu, doplnění oblohy a vytvoření pozadí s motivem hor a městské krajiny.



*Obrázek 40 Pohled na krytý bazén (severo – západní)*

Obrázek 39 ukazuje pohled ze severozápadu, kde dominuje bazénová hala kvádřového tvaru v jasnějším odstínu šedé barvy fasády ve srovnání s přilehlou částí zázemí. Na ilustraci je rovněž zřetelný vstup do celého objektu, tedy do zázemí, ke kterému vedou schody spolu s rampou určenou pro osoby s omezenou pohyblivostí.



*Obrázek 41 Interiér bazénové haly*

Obrázek 40 poskytuje pohled do interiéru bazénové haly, kde jsou patrné dva bazény, jeden určený pro plavání a druhý pro relaxaci. Zobrazena je také nosná konstrukce haly,

včetně vaznic a ztužujících pásů. Velké okno zajišťuje, že hala je během dne přirozeně prosvětlená, což redukuje potřebu používání umělého osvětlení.



*Obrázek 42 Pohled na krytý bazén (severo východní)*

Na posledním obrázku č. 41 ukazuje výhled na severovýchodní stranu objektu z příjezdové cesty. Jde na něm vidět primárně zázemí, které má dvou na sobě ležících kvádrů, přičemž horní kvádr má menší půdorysnou plochu a je navázaný k bazénové hale. Oproti obrázku 39 je patrný kontrast různých odstínů šedi použitých na fasádě. Dále je možné si všimnout, že za živým plotem se nachází chodník vedoucí k hlavnímu vstupu do areálu, a kromě toho i únikové východy na levé straně zobrazení.

## 9 Shrnutí

Jedná se o práci komplexnější charakteru, která se zabývá různými aspekty, především konstrukční stránkou, jako je návrh nosných a nenosných konstrukcí, posouzení střešního prvku a svislého nosného prvku obvodové konstrukce podle mezních stavů použitelnosti a únosnosti a zkoumání stavebně fyzikálních vlastností vybraných prvků. Práce také zahrnuje výrobní a realizační dokumentaci základů, nadzemních podlaží, řezů, pohledů a detailů spolu s vizualizacemi, stavebním rozpočtem a výstupem sloupu a trámu nosné konstrukce pro CNC výrobu. Práce obsahuje rozbor konstrukčních systémů, konkrétně se zaměřuje na konstrukce na bázi dřeva pro kryté bazény do kterých spadají rovinné konstrukce, jako jsou rámové, obloukové, příhradové a plnostěnné nosníky. Kromě zmíněných konstrukčních systémů jsou v práci také uvedeny konstrukční systémy pro zázemí, které obsahují srubové konstrukce, panelové konstrukce a systém těžkého dřevěného skeletu, jenž je následně využit i v praktické části.

System popsaný v diplomové práci se jeví jako vhodný pro řadu stavebních projektů podobného charakteru a velikosti. Konkrétně se jedná o plavecké bazény s dráhou do 50 metrů, ale nikoliv o rozsáhlejší objekty jako aquaparky či plavecké stadiony. Také by tento systém mohl být efektivně využit v komplexech saun, wellness střediscích, krytých bazénech pro relaxaci a jiných sportovních zařízeních jako tělocvičny nebo sportovní haly. Na druhou stranu, pro menší soukromé bazény by tento konstrukční systém nebyl vhodný vzhledem k jeho rozměrům a specifikacím. Tato flexibilita naznačuje širokou uplatnitelnost popisovaného systému v rámci veřejných i komerčních sportovních a rekreačních zařízení.

## 9 Diskuze

Kapitola se zaměřuje na porovnání řešeného konstrukčního návrhu s variantami, které se v praxi běžně uplatňují. V první řadě je důležité podotknout, že na území České republiky se nenachází krytý bazén zahrnující i zázemí pro veřejné účely, jehož konstrukce nadzemních podlaží jsou výhradně z materiálů na bázi dřeva. Ve světě se již lze setkat s objekty vytvořené k podobnému či stejnému účelu, jejichž konstrukce se skládá z materiálů na bázi dřeva, jak dokazuje příklad krytého školního bazénu v Kentu, který popisuje společnost Norwegian log (2016). Avšak běžně se lze setkat s využitím dřevěných materiálů u střešních konstrukcí, dělicích svíslých konstrukcí, vestaveb nebo schodišť. Yilmaz (2022), který porovnával 3 různé stavební materiály (dřevo, ocel a beton) k zastřešení olympijského plaveckého bazénu, ve své odborné publikaci popisuje, že dřevo, zejména lepené lamelové dřevo s sebou přináší nejen estetické přednosti, jako přírodní vzhled, teplý dojem a lehkost, ale také statické benefity. Uvádí, že při správné volbě průřezu, geometrii a rozmístění dřevěných prvků z LLD, může taková konstrukce plně nahradit střešní konstrukci z betonu či oceli.

Mateus (2013) se ve svém odborném článku zaměřuje na porovnání dělicích konstrukcí na bázi dvou různých materiálů. Prvním materiálem je konvenční dutá keramická cihla a druhým je materiál na bázi dřeva, sádrokartón. Tvrdí, že v mnoha ohledech je právě příčka ze sádrokartonu lepší volbou než zděná příčka. Je to dáno zejména schopností se přizpůsobit okrajovým podmínkám pomocí tepelně-akustické izolace, která se vkládá mezi desky. Kromě tepelně-akustických vlastností, vyzdvihuje také udržitelnost, rychlost výstavby, ekonomickou stránku, požární stabilitu a funkčnost.

Nejčastější způsob zakládání veřejných krytých bazénů, zejména pod bazénovou halou je zakládání na železobetonové piloty, tato volba umožňuje vyšší únosnost i na méně stabilních podložích a zároveň možnost vyššího zatížení z nadzemních podlaží. V řešeném návrhu je bazénová hala založena na železobetonových pasech, což je adekvátní pro rozměry bazénové haly, vybavení a způsoby využití. Tento způsob s sebou nese oproti založení na pilotech několik výhod, jedná se hlavně o redukci nutné těžké techniky k provedení základů, snížení množství materiálu a časovou úsporu. Kuchař (2019) uvádí, že piloty jsou vhodné zejména tam, kde je nestabilní půda a zatížení je nutné převést hlouběji do únosné zeminy, zároveň zmiňuje, že oproti železobetonovým pasům jsou na provedení vyšší náklady a potřeba těžké techniky, zejména na hloubení. Naopak Hájek (2014) zmiňuje, že založení na pasech je více ekonomické, má dobré rozložení zatížení a je méně technicky náročné.

Běžný konstrukční systém nadzemních podlaží u těchto typů objektů bývá především z anorganických materiálů. Příčinou této volby je primárně rozsáhlost odborného provedení a dispoziční variabilita, která je v tomto případě důležitým faktorem. V tomto návrhu byl využit systém těžkého dřevěného skeletu, který také umožňuje vysokou míru dispoziční variability a nosnosti zároveň oproti jiným konstrukčním systémům na bázi dřeva např. sloupkové konstrukce. Výhodou je také rychlost výstavby celé nosné konstrukce, která spočívá ve staveništní montáži. Úskalím v tomto případě je potřeba těžké techniky po celou dobu výstavby hrubé stavby. Němcová (2022) ve svém článku uvádí, že těžký dřevěný skelet je vhodný nejen pro rodinné domy, ale i pro stavby větších rozměrů i výšek, jako objekty občanské vybavenosti či více podlažní výstavbě, mimo to zmiňuje i dispoziční výhody, zejména díky přenosu velkých zatížení i při větších rozponech.



## 10 Závěr

Hlavní záměrem diplomové práce bylo vytvořit konstrukční návrh objektu krytého bazénu a zázemí v obci Osoblaha. Jednalo se především o návrh nosné konstrukce a konstrukčních skladeb obálky budovy z materiálů na bázi dřeva. Projekt sám o sobě nebyl zpracováván od úplného začátku, ale navazoval na již existující projektovou dokumentaci pro stavební povolení.

Aby mohlo dojít k naplnění cílů diplomové práce byla nejdříve zpracována teoretická část, která je zaměřena na druhy konstrukcí využívané pro nosnou konstrukci objektů se středním a velkým rozpětím. Dále byla vytvořena pomocí programu Archicad 25 realizační dokumentace, která zahrnuje výkresy půdorysů, řezy objektu, situační schémata, pohledy, detaily obvodové stěny a styku se základovou konstrukcí. Následně byla zpracována výrobní dokumentace části obvodové stěny, průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva a technické zpráva.

V dalším kroku došlo ke statickému posouzení navržených nosných prvků objektu, a to střešního prvku a svislého nosného prvku v obvodové stěně, pomocí programu Fine, zejména modulů Zatížení a Dřevo, ve kterém navrhované prvky vyhověly, jak an MSÚ, tak na MSP. Z hlediska stavební fyziky byly posuzovány obvodové konstrukce zázemí a bazénové haly, podlaha na terénu v zázemí a střešní skladba v obou částech. K posouzení byl použit Svoboda software, konkrétně program Teplo 2015, kde všechny skladby splnily kritéria stanovená normou ČSN 73 0540-2, jedná se primárně o teplotní faktor, součinitel prostupu tepla, požadavky na kondenzaci vodní páry a roční množství kondenzátu.

V neposlední řadě byl sestaven stavební rozpočet celého objektu pro který byl využit program KROS 4. Po výpočtu rozpočet stavby včetně DPH činí 77 137 639,43 Kč. V uvedené ceně jsou zahrnuty všechny materiály a stavební práce, které jsou potřebné k realizaci objektu, včetně úpravy pozemku a technické vybavenosti. Nakonec bylo také cílem vytvořit vizualizaci a výstup nosného prvku obvodové konstrukce pro CNC výrobu.

Objekt krytého bazénu je navržen na železobetonových základech, které kombinují pasy a patky. Zázemí bylo navrženo jako těžký dřevěný skelet, který má rastr 3,7 metrů v podélném směru a 5 metrů v příčném směru. Bylo zde využito smrkové lepené lamelové dřevo o průřezu 300 x 300 mm a pevnostní třídě GL24h. Pro ztužení těžkého dřevěného skeletu bylo využito KVH vaznic o průřezu 100 x 240 mm a osově vzdálenosti 0,960 m, které jsou uloženy v podélném směru. Kromě vaznic celou konstrukci ztužují i ondřejské kříže.

Bazénová hala, která navazuje na zázemí je navržena jako soustava jedenácti rámových konstrukcí. Rámy jsou rozmístěny v osové vzdálenosti 4,530 m a jsou ztuženy pomocí vaznic v podélném směru a ztužujícími poli. Sloupy o průřezu 240 x 500 mm a trámy o průřezu 240 x 800 mm mají pevnostní třídu GL24h, přičemž sloupy mají výšku 6,991 m a trámy mají 14,393 m.

## Literatura a použité zdroje

### Tištěné zdroje

ACKROYD, Peter. PERRIN, Gerald. *Metric handbook – planning and design data, Indoor sport facilities*. Third edition, Architectural Press, UK, 2008, 851 s. ISBN 978-0-7506-5281-0

BÖHM, Martin. REISNER, Jan. BOMBA, Jan. *Materiály na bázi dřeva*. Praha 2012. ISBN 978-80-213-2251-6

BRZOŇ, Roman. FIŠAROVÁ, Zuzana. KOSÍKOVÁ, Jana. MÜLLER, Jan. OSTRÝ, Milan. VAJKAY, František. *Stavební fyzika v pozemním stavitelství: teorie a praxe*. VÚT v Brně, Brno 2014, 118 s. ISBN 978-80-214-4926-8

HÁJEK, Petr. a kolektiv. *Pozemní stavitelství I*. Grada Publishing a.s. 2014, 144 s. ISBN 978-80-247-9435-8

HOFBAUER, Alex. KOLÁTOR, Václav. *Lázně – stavba lázní, koupališť a plováren jejich úprava a zařízení*. Praha 1935, s. 191.

HOUDEK, Dalibor. KOUDELKA, Otakar. *Srubové domy z kulatiny*. 3. vyd. JoshuaCreative, s. r. o., 2009, 175 s. ISBN 978-80-904414-0-8

KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. Nakladatelství ČVUT Praha 2005–188 s. ISBN 80-0-03310-4

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*: 2. aktualizované vydání. Praha: Grada, 2008, 320 s. ISBN 978-80-247-4071-3.

KOUŽELOUH, Bohumil. *Dřevěné konstrukce podle EUROKÓDU 5. STEP 1. Navrhování a konstrukční materiály*. KODR – Zlín, 1998. ISBN 80-238-2620-4

KŘÍŽEK, Vladimír. *Obrazy z dějin lázeňství*. Vyd. 2., v Libri 1. – Praha: Libri, 2002. – 263 s. ISBN 80-7277-092-6.

MAHAMID, Mustafa. *Cross-Laminated Timber: Structural properties, standards and safety*. McGraw Hill LLC, 2020, 368 s. ISBN 1260118002

NEUFERT, Ernest. *Navrhování dřevostaveb*. Consult invest. Praha 2000. ISBN 80-901-4866-2

PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených dřevěných panelů*. 1. vydání, Praha: Grada Publishing a. s. 2016 96 s. ISBN 978-80-271-9369-1.

POŽGAJ, Alexander. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. 2. vyd. Bratislava: Príroda, 1997, 485 s. ISBN 80-07-00960-4

PTÁČEK, Petr. *Ochrana dřeva.*, str. 1-66, Praha: Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2326-6.

REINPRECHT, Ladislav. *Ochrana dřeva*. Technická univerzita vo Zvolene, 1. vydání. Zvolen 2008, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6

STRAKA, Bohumil. *Navrhování dřevěných konstrukcí*. Brno: CREM, 1996, 120 s. ISBN 80-720-4015-4.

ŠÁLA, Jiří. KEIM, Lubomír. SVOBODA, Zbyněk. TYWONIAK, Jan. *Tepelná ochrana budov – komentář k ČSN 73 0540*. Informační centrum ČKAIT, Praha 2007, 290 s. ISBN 978-80-87093-30-6

ŠTEFKO, Jozef. REINPRECHT, Ladislav. KUKLÍK, Petr. *Dřevěné stavby – konstrukce, ochrana a údržba*. JAGA GROUP, spol. s r. o., Bratislava 2009, 199 s. ISBN 978-80-8076-080-9.

### Internetové zdroje

ARCHDAILY. *Indoor swimming pool in Toro/ Vier Arquitectos* [online]. 2010 [cit. 2023-10-03]. Dostupné z: [https://www.archdaily.com/124418/indoor-swimming-pool-in-toro-vier-arquitectos?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/124418/indoor-swimming-pool-in-toro-vier-arquitectos?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)

DASHÖFER, Verlag. *Bazény, sportovní plavecká zařízení*. [online]. 2015 [cit. 2023-07-18]. Dostupné z: <https://www.stavebniklub.cz/>

DŘEVAŘSKÝ MAGAZÍN. *Využití lepeného lamelového dřeva v originální konstrukci bazénové haly* [online]. 2015 [cit. 2023-06-21]. Dostupné z: <https://drevmag.com/cs/2015/07/07/vyuziti-lepeneho-lameloveho-dreva-v-originalni-konstrukci-bazenove-haly-v-brne/>

EXHIBIT OF SCHOOL ARCHITECTURE. *Denni L. Shippey Aquatic Center* [online]. 2016 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: [https://texasschoolarchitecture.org/?page\\_id=3126](https://texasschoolarchitecture.org/?page_id=3126)

KOVERDYNSKÝ, Vít. *Zaměřeno na technické izolace – Ekonomická tloušťka tepelné izolace – 1. část: Teorie*. [online]. Topenářství instalace vyd. 8. 2011 [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/zamereno-na-technicke-izolace-ekonomicka-tloustka-tepelne-izolace-1-cast-teorie-detail-11755>

KUCHAŘ, Marek. *Rozdělení základových konstrukcí vhodných pro dřevostavby*. [online]. Dřevostavitel. 2019. [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/rozdeleni-zakladu>

KUZMAN, Manja Kitek. OBLAK, Leon. VRATUŠA, Srečko. *Glued laminated timber in architecture*. [online]. 2010 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/file/88694>

MATERNA, Alois. LOKAJ, Antonín. *Spatial structures*. Handbook 1. Timber structures [online]. 2008, s. 166-176 [cit. 2023-08-17]. Dostupné z: <https://docplayer.net/10125469-Leonardo-da-vinci-pilot-project-cz-06-b-f-pp-168007-educational-materials-for-designing-and-testing-of-timber-structures.html>

MATEUS, Ricarco. NEIVA, Sara. BRAGANÇA, Luís. MENDONÇA, Paulo. MACIEIRA, Mónica. *Sustainability assessment of an innovative lightweight building technology for*

*partition walls – comparison with conventional technologies*. [online]. 2013. [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.05.012>

NĚMCOVÁ, Lucie. *Těžký dřevěný skelet je určen pro opravdové milovníky dřevostaveb*. [online]. DřevoStavby. 2022. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4627-konstrukce-drevostavby-tezky-skelet-bytelna-kostra-kttera-se-neschovava>

NORWEGIAN LOG. *The school swimming pool complex with the „wow“ factor* [online]. 2016 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://www.norwegianlog.co.uk/case-studies/school-swimming-pool-complex-kent>

SOLAŘ, Jaroslav. *Konstrukční ochrana dřevěných prvků*. [online]. Tzbinfo. 2014 [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/11686-konstrukcni-ochrana-drevenych-prvku>

TAROS-NOVA. *Bazén Valašské meziříčí* [online]. 2008 [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <http://www.taros-nova.cz/bazen-valasske-mezirici?description=1>

TAROS-NOVA. *Bazén Hranice na Moravě* [online]. 2006 [cit. 2023-06-25]. Dostupné z: <http://www.taros-nova.cz/bazen-hranice-na-morave?description=1>

TRÁVNÍKOVÁ, Martina. *Položkový rozpočet – co obsahuje a kdy je potřeba*. [online]. Stavím bydlím. 2020 [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/polozkovy-rozpocet-co-obsahuje/>

Vyhláška č. 238/2011 Sb. *Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch*. [online]. 2011 [cit. 2023-08-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238#cast4>

Vyhláška č. 501/2006 Sb. *O obecných požadavcích na využití území*. [online]. 2006 [cit. 2023-08-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>

Vyhláška č.1/2006 o závazných částech územního plánu obce Osoblaha. [online]. 2006 [cit. 2023-08-18]. Dostupné z: <https://www.osoblaha.cz/vyhlaskey-zakony>

WIEHAG. *Freemen's school pool* [online]. 2018 [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: <https://www.wiehag.com/en/references/freemens-school-pool/>

YILMAZ, Hakan. YIDIRIM, Kemal. *The effect of carrier system materials used in an Olympic swimming pool on the perceptual evaluations of respondents*. [online]. 2022. [cit. 2024-04-02] ISSN: 0263-2772. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-11-2021-0117/full/html>

Zákon 254/2001 Sb. *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. [online]. 2001 [cit. 2023-08-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

Zákon č. 183/2006 Sb. *Zákon o územním plánování a stavebním řádu*. [online]. [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183#cast3>

## Normy

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. [online]. 2011 [cit. 2023-10-28]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

ČSN 73 4108 Hygienická zařízení a šatny. [online]. 2020 [cit. 2023-11-05]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

ČSN EN 335 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva. [online]. 2013 [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

ČSN 49 0600-1 Ochrana dřeva – základní ustanovení – Část 1: Chemická ochrana. [online]. 1998 [cit. 2023-11-22]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

ČSN EN 15288-1 Plavecké bazény – Část 1: Bezpečnostní požadavky pro navrhování bazénů. [online]. 2019 [cit. 2023-08-21]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

## Zdroje obrázků

TESKO KONSTRUKCE. *Bazén Kohoutovice v Brně* [online]. [cit. 2023-06-21]. Dostupné z: <http://www.konstrukce-tesko.cz/wp-content/uploads/bazen-kohoutovice-07.jpg>

GotoBrno. *Bazén Kohoutovice v Brně* [online]. [cit. 2023-06-21]. Dostupné z: <https://www.gotobrnno.cz/wp-content/uploads/2017/07/auapark-kohoutovice-4.jpg>

REGION TOURIST. *Bazén Valašské Meziříčí* [online]. 2021 [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: [https://www.regiontourist.cz/uploads/what\\_to\\_do/1451/bazen-valasske-mezirici-1202.jpg](https://www.regiontourist.cz/uploads/what_to_do/1451/bazen-valasske-mezirici-1202.jpg)

IDNES. *Na sezonu jsou připraveni. Zlín, Meziříčí a Rožnov opravily krytý bazén* [online]. 2018 [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: [https://1gr.cz/fotky/idnes/16/071/r7/RAS6453e2\\_150931\\_5559800.jpg](https://1gr.cz/fotky/idnes/16/071/r7/RAS6453e2_150931_5559800.jpg)

TAROS-NOVA. *Bazén hranice na Moravě* [online]. 2006 [cit. 2023-06-25]. Dostupné z: [http://www.taros-nova.cz/files/gallery/stavby/Bazen\\_Hranice\\_na\\_Morave/hranice1.jpg](http://www.taros-nova.cz/files/gallery/stavby/Bazen_Hranice_na_Morave/hranice1.jpg)

NORWEGIAN LOG. *The school swimming pool complex with the „wow“ factor* [online]. 2016 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: [https://www.norwegianlog.co.uk/images/photos/\\_950x600\\_crop\\_center-center\\_none/667/School-Pools-5.webp](https://www.norwegianlog.co.uk/images/photos/_950x600_crop_center-center_none/667/School-Pools-5.webp)

EXIHIBIT OF SCHOOL ARCHITECTURE. *Denni L. Shippey Aquatic Center* [online]. 2016 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://texasschoolarchitecture.org/wp-content/uploads/2016/10/shippey.png>

ARCHDAILY. *Freeman's school swimming pool /Hawkins|Brown* [online]. 2017 [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: [https://images.adsttc.com/media/images/5a33/336c/b22e/3853/e200/004e/slideshow/171022\\_HB\\_Freemens\\_Pool\\_046.jpg?1513304931](https://images.adsttc.com/media/images/5a33/336c/b22e/3853/e200/004e/slideshow/171022_HB_Freemens_Pool_046.jpg?1513304931)

MALO, Kjell Arne. *Lepené lamelové dřevo*. Příručka 1: *Dřevěné konstrukce*. 2008. CZ/06/B/F/PP/168007

THERMENCHECK. *Solemar bad dürrheim* [online]. [cit. 2023-08-17]. Dostupné z: [https://img.thermencheck.com/customer/therme/44/gallerySlider/slider\\_11.jpg](https://img.thermencheck.com/customer/therme/44/gallerySlider/slider_11.jpg)

GOOGLE MAPS. [online]. [cit. 2023-09-1] Dostupné z: <https://www.google.com/maps/place/793+99+Osoblaha/@50.2707331,17.7157722,333m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x4711992633a40087:0x400af0f66159950!8m2!3d50.2751675!4d17.7152372!16zL20vMGZnYmR3!5m1!1e4?hl=cs-CZ&entry=ttu>

ÚŽEMNÍ PLÁN OBCE OSOBLAHA. *II.2.A Koordinační výkres*. Ateliér Archiplan Ostrava s. r. o. 2022

ARCHDAILY. *Indoor swimming pool in Toro* [online]. [cit. 2024-06-02]. Dostupné z: <https://images.adsttc.com/media/images/5013/e3a1/28ba/0d3b/4500/02f1/slideshow/stringio.jpg?1414406625>

## **Seznam příloh**

Příloha A – Stavení fyzika

Příloha B – Stavební rozpočet

Příloha C – Statický posudek

Příloha D – Projektová dokumentace