



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ TERMÁLNÍHO BAZÉNU

THERMAL POOL ROOF STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Markéta Dlouhá

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Pavla Bukovská

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studentka: **Bc. Markéta Dlouhá**
Vedoucí práce: **Ing. Pavla Bukovská**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Nosná konstrukce zastřešení termálního bazénu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte návrh a posouzení dřevěné nosné konstrukce zastřešení termálního bazénu. Půdorysné rozměry konstrukce vycházejí z dispozice bazénu a jsou 37,5 x 22,5 m. Výška konstrukce je 10 m. Bazén bude umístěn do areálu lázní Jeseník. Dle požadavků investora má být celá jedna podélná stěna opatřena skleněnou výplní.

Navrhňte dvě konstrukční varianty, proveďte jejich zhodnocení a vybranou variantu zpracujte v detailním řešení.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Diplomová práce bude obsahovat technickou zprávu, statický výpočet a výkresovou dokumentaci v rozsahu dle pokynů vedoucí závěrečné práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Platné normy pro určení účinků zatížení a pro navrhování ocelových a dřevěných konstrukcí:

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2022

L. S.

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Pavla Bukovská
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením nosné dřevěné konstrukce zastřešení termálního bazénu umístěného do areálu lázní Jeseník. Konstrukce byla vybrána na základě dvou předběžných variant. Půdorysné rozměry konstrukce jsou 37,5×22,5 m a v nejvyšším bodě dosahuje výšky 10 m. Hlavní nosný systém je tvořen příčnými rámy z vazníků ve tvaru vlny a sloupů z lepeného lamelového dřeva. Příčné vazby jsou umístěny v osové vzdálenosti 2,5 m a jsou propojeny vaznicemi a paždíky. Přenos zatížení v podélném směru a prostorová tuhost konstrukce jsou zajištěny systémem ocelových ztužidel. Konstrukce je zastřešena zelenou střechou. Opláštění je tvořeno prosklenou fasádou a sendvičovými stěnovými panely. Práce obsahuje technickou zprávu, podrobný statický výpočet a výkresovou dokumentaci vybrané varianty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Termální bazén, dřevěná konstrukce, lepené lamelové dřevo, střešní vazník, zelená střecha, prosklená fasáda

ABSTRACT

This master's thesis deals with the design and assessment of a load-bearing timber roof structure of a thermal pool located in the Jeseník spa. The structure was chosen based on two preliminary variants. The ground plan dimensions of the construction are 37,5×22,5 metres and it reaches a height of 10 metres at the highest point. A main load-bearing system is constructed of transverse frames from wave-shaped roof trusses and columns made of a glued laminated timber. The axial distance of the frames is 2,5 metres and they are connected by purlins. The transmission of loads in longitudinal direction and the spatial rigidity of the structure are secured by the system of steel bracing. The structure is covered with a green roof. The cladding consists of glass facade and sandwich wall panels. The thesis contains a technical report, detailed static calculation and drawing documentation of the selected variant.

KEYWORDS

Thermal pool, timber structure, glued laminated timber, roof truss, green roof, glass facade

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DLOUHÁ, Markéta. *Nosná konstrukce zastřešení termálního bazénu* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143587>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Pavla Bukovská.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Nosná konstrukce zastřešení termálního bazénu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3. 1. 2023

Bc. Markéta Dlouhá
autor

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí své diplomové práce Ing. Pavle Bukovské za ochotu a čas, který mi věnovala, a za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Dále chci poděkovat své rodině a příteli za podporu při studiu.

Obsah

ÚVOD	9
TECHNICKÁ ZPRÁVA	10
ZÁKLADNÍ ÚDAJE	10
POPIS STAVBY	10
Dispozice.....	10
Geometrie.....	10
Materiál.....	10
VÝPOČTOVÝ MODEL	11
ZATÍŽENÍ.....	11
Zatížení stálé	11
Zatížení proměnné	11
KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	12
PRVKY KONSTRUKCE.....	12
Střešní plášť	12
Stěnový plášť	12
Vaznice	13
Vazník	13
Sloup příčné vazby.....	13
Vnitřní sloup příčné vazby.....	14
Štítový sloup	14
Paždík.....	15
Paždík vnitřní	15
Dřevěné ztužidlo	15
Příčná ztužidla.....	15
Podélné ztužidlo.....	15
TŘÍDA PROVOZU	16
OCHRANA KONSTRUKCE.....	16
Povrchová úprava dřeva.....	16
Povrchová úprava oceli.....	16
DOPRAVA NA STAVENIŠTĚ	16
MONTÁŽ KONSTRUKCE	17
Postup montáže	17
VÝKAZ MATERIÁLU.....	17
ZÁVĚR.....	18
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	19
SEZNAM PŘÍLOH.....	21

ÚVOD

Předmětem diplomové práce je návrh a posouzení dřevěné nosné konstrukce zastřešení termálního bazénu. Objekt je situován do areálu lázní Jeseník. Jedná se o konstrukci s půdorysnými rozměry 37,5×22,5 m a v nejvyšším bodě dosahuje konstrukce výšky 10 m.

Byly navrženy dvě konstrukční varianty, které byly vymodelovány ve výpočetním programu SCIA Engineer jako prostorové prutové konstrukce z lepeného lamelového dřeva. V programu byly zjištěny vnitřní síly v jednotlivých prvcích a provedeno posouzení na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Poté byly varianty porovnány a vybraná varianta byla detailně posouzena ručním výpočtem. Pro tuto variantu byla zpracována technická zpráva, podrobný statický výpočet konstrukčních prvků a vybraných spojů a výkresová dokumentace.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Půdorysné rozměry:	37,5×22,5 m
Výška konstrukce:	10 m
Umístění stavby:	Jeseník
Nadmořská výška:	620,00 m n. m.
Účel stavby:	Termální bazén

POPIS STAVBY

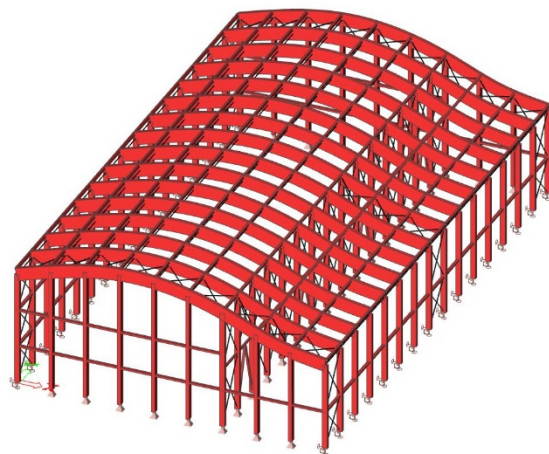
Dispozice

Konstrukce termálního bazénu má obdélníkový půdorys o rozměrech 37,5×22,5 m, které vychází z dispozice bazénu. Dle požadavků investora byla podélná stěna u bazénového prostoru navržena jako prosklená. Výška konstrukce v nejvyšším bodě nad bazénovým prostorem je 10 m.

Geometrie

Nosná konstrukce se skládá ze šestnácti příčných vazeb, které jsou tvořeny vazníky ve tvaru vlny a sloupy – dvěma krajními a jedním vnitřním. Příčné vazby jsou orientovány standardně s rozpětím na kratší z půdorysných rozměrů (22,5 m) s mezilehlou podporou. Osová vzdálenost jednotlivých příčných vazeb je 2,5 m. Jednotlivé příčné vazby mezi sebou propojují vaznice a paždíky.

Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna třemi příčnými ztužidly a jedním podélným ztužidlem, které prochází vnitřní stěnou konstrukce. Z důvodu průchodnosti jsou čtyři části ocelového ztužidla ve vnitřní stěně nahrazeny dřevěnými. Dvě příčná ztužidla jsou umístěna v krajních polích a jedno uprostřed konstrukce. Toto příčné ztužidlo prochází jen částí střechy, aby nezasahovalo do prosklené stěny. Štítové stěny jsou tvořeny sloupy a paždíky.



Materiál

Jako základní materiál nosné konstrukce termálního bazénu bylo pro své příznivé vlastnosti (mechanické vlastnosti, požární odolnost, možnost zakřivení prvků) a zejména pro zvýšenou odolnost proti vlhkosti a chemickým látkám zvoleno homogenní lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL24h.

Příčná ztužidla a podélné ztužidlo jsou tvořeny ocelovými táhly Macalloy 460 z oceli S460. Spoje jednotlivých prvků jsou navrženy jako svorníkové s vloženými styčnickovými plechy z oceli S355. Použité svorníky jsou pevnostní třídy 8.8 a 10.9.

VÝPOČTOVÝ MODEL

Ve výpočetním programu SCIA Engineer 21.1 byl vytvořen prostorový prutový model konstrukce. Na konstrukci bylo aplikováno jedenáct zatěžovacích stavů a programem byly vygenerovány kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ a MSP. Pro zjištění typu výpočtu a určení součinitelů vzpěrných délek byla provedena stabilitní analýza.

Ocelová táhla byla modelována jako prvky přenášející pouze tahové síly, a proto byl pro zjištění vnitřních sil v těchto prvcích proveden nelineární výpočet.

Jednotlivé prvky konstrukce byly poté optimalizovány na zjištěné vnitřní síly od nejnepríznivějších kombinací zatížení a posouzeny na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Posouzení prvků a spojů bylo poté provedeno i ručním výpočtem.

ZATÍŽENÍ

Zatížení bylo stanoveno v souladu s normou ČSN EN 1991-1. Veškeré zatížení bylo do výpočetního modelu zadáváno jako liniové zatížení na prutu.

Zatížení stálé

Vlastní tíha

Vlastní tíha konstrukce byla automaticky vygenerována výpočetním programem SCIA Engineer 21.1.

Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení je tvořeno střešním pláštěm (zelenou střechou) a stěnovým pláštěm (prosklený fasádní systém Schüco FWS 50 SG.SI, sendvičové stěnové panely Kingspan Efekt KS1000 AWP 150).

Zatížení proměnné

Zatížení sněhem

Lokalita umístění stavby Jeseník spadá do IV. sněhové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení sněhem pro tuto oblast je $s_k = 2,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$. Jedná se o normální typ krajiny. Ve výpočtu je uvažováno se sněhem plným a navátým vpravo a vlevo. Zatížení sněhem je stanoveno podle normy ČSN EN 1991-1-3.

Zatížení větrem

Lokalita umístění stavby Jeseník spadá do III. větrné oblasti. Výchozí základní rychlost větru pro tuto oblast je $v_{b,0} = 27,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jedná se o kategorii terénu II. Ve výpočtu je uvažováno s větrem příčným zprava a zleva a s podélným větrem. Zatížení větrem je stanoveno podle normy ČSN EN 1991-1-4.

Užitné zatížení

Střecha spadá do kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Doporučené hodnoty užitného zatížení podle Národní přílohy normy ČSN EN 1991-1-1 jsou $q_k = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$ a $Q_k = 1,0 \text{ kN}$. Předpokládá se, že rovnoměrné zatížení q_k působí na ploše $A = 10 \text{ m}^2$.

U této konstrukce může nastat situace, kdy sníh sjede na konvexní část střechy a bude nutné jej ručně odházet. Je tedy uvažováno s užitným zatížením na střeše v kombinaci se zatížením sněhem navátým vpravo.

KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatěžovacích stavů byly vygenerovány výpočetním programem SCIA Engineer pro MSÚ podle rovnic 6.10a a 6.10b a pro MSP podle rovnice 6.14b (charakteristická kombinace).

Mezní stav únosnosti:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad 6.10a$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad 6.10b$$

Mezní stav použitelnosti:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad 6.14b$$

PRVKY KONSTRUKCE

Střešní plášť

Střešní plášť termálního bazénu je tvořen zelenou střechou s extenzivní vegetací.

Skladba zelené střechy:

- Extenzivní vegetace – rozchodníky
- Vegetační vrstva – extenzivní substrát (tl. 60 mm)
- Filtrační vrstva – geotextilie FILTEK 300 (tl. 2 mm)
- Hydroizolace – modifikovaný SBS asfaltový pás ELASTEK 50 GARDEN (tl. 5 mm)
- Hydroizolace – asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL (tl. 4 mm)
- Tepelná izolace – tepelněizolační desky PIR (tl. 200 mm)
- Parozábrana – modifikovaný asfaltový pás DACO KSD (tl. 2,5 mm)
- Dřevěné bednění – OSB desky (tl. 25 mm)

Stěnový plášť

Na konstrukci jsou použity dva typy opláštění. Jedna podélná stěna u bazénového prostoru je dle požadavků investora navržena jako prosklená. Je použit zavěšený fasádní systém Schüco FWS 50 SG.SI s hliníkovými profily a třívrstevným izolačním zasklením. Jedná se o tepelně izolovanou celoskleněnou fasádu s pohledovou šířkou profilů 50 mm. Hliníková konstrukce bude upevněna na sloupy příčných vazeb.

Zbylé stěny jsou opláštěny izolačními sendvičovými stěnovými panely Kingspan Efekt KS1000 AWP 150 s designem imitace dřeva o tloušťce 150 mm. Panely mají plošnou hmotnost $14,77 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Panely se skládají z povrchových vrstev a izolačního jádra z tuhé pěny IPN nebo QuadCore, která má výborné protipožární a tepelněizolační vlastnosti. Izolační sendvičové panely Kingspan jsou odolné vůči plísním, houbám a hmyzu. Panely budou kotveny přímo ke sloupům haly na rozpětí 2,5 m pomocí kotvení ve skrytém spoji.

Vaznice

Vaznice jsou navrženy z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a mají obdélníkový průřez o rozměrech 140×200 mm. Staticky působí jako prostý nosník o rozpětí 2,5 m. Vaznice jsou kloubově uloženy na vazníku a jsou umístěny půdorysně v osové vzdálenosti 2,5 m. Horní hrana vaznice lícuje s horní hranou vazníku, a proto jsou vaznice v různém sklonu podle tvaru vazníku.

Vaznice plní v konstrukci funkci nosných prvků pro střešní plášť a propojují jednotlivé příčné vazby, čímž zajišťují tuhost v podélném směru konstrukce.

Připojení vaznice na vazník

Vaznice jsou připevněny mezi vazníky pomocí ocelových třmenů BOVA BV/T 11-40 a konvexních hřebíků průměru 4 mm.

Vazník

Hlavními střešními nosnými prvky konstrukce jsou vazníky, přenáší zatížení z vaznic do sloupů. Vazník je navržen ve tvaru vlny z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a má obdélníkový průřez s rozměry 240×920 mm. Celkové rozpětí vazníku je 22,5 m a je podepřen dvěma krajními sloupy a jedním vnitřním. Rozpětí vazníku mezi levou podporou a vnitřní podporou je 15,0 m. Mezi vnitřní podporou a pravou podporou je rozpětí vazníku 7,5 m. Celková délka vazníku je 23,253 m. Osová vzdálenost jednotlivých příčných vazeb je 2,5 m. Vazník je na levém a vnitřním sloupu příčné vazby uložen kloubově a v připojení vazníku k pravému sloupu příčné vazby je navrženo vetknutí – tuhý rámový roh.

Montážní spoj vazníku

Vazník je z důvodu přepravy a montáže přibližně v polovině rozdělen montážním spojem na dva montážní dílce. Montážní spoj je navržen jako svorníkový s vloženými styčnickovými plechy tloušťky 10 mm z oceli S355 a svorníky M16 pevnostní třídy 8.8.

Sloup příčné vazby

Hlavními svislými nosnými prvky konstrukce jsou sloupy příčné vazby a vnitřní sloupy příčné vazby. Sloupy přenáší zatížení z vazníků do základových patek. Sloupy příčné vazby jsou navrženy z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a mají obdélníkový průřez o rozměrech 240×360 mm. Spolu s vazníky tvoří příčnou vazbu konstrukce. Příčné vazby jsou umístěny v osové vzdálenosti 2,5 m. Sloupy jsou v rovině příčné vazby vetknuté a v podélném směru jsou uloženy kloubově. Levý sloup má délku 8,3 m a pravý sloup 6,4 m.

Připojení levého sloupu příčné vazby na vazník

Levý sloup příčné vazby je k vazníku připojen kloubově svorníkovým spojem s vloženým styčnickovým plechem tloušťky 10 mm z oceli S355 a svorníky M16 pevnostní třídy 8.8. Spoj přenáší normálovou sílu a posouvající sílu. Reakce vazníku je přenesena pomocí kontaktního plechu přímo do sloupu.

Připojení pravého sloupu příčné vazby na vazník

Pravý sloup příčné vazby je k vazníku připojen tuhým rámovým rohem pomocí svorníkového spoje s vloženým styčnickovým plechem tloušťky 12 mm z oceli S355 a svorníky M20 pevnostní třídy 10.9. Spoj přenáší normálovou sílu, posouvající sílu a ohybový moment.

Kotvení sloupů příčné vazby

Připojení sloupu příčné vazby ke kotvení a k základové patce z betonu C30/37 je zajištěno pomocí styčnickového plechu tloušťky 30 mm z oceli S355 zasunutého ve dřevě a připevněného ke sloupu osmnácti svorníky M20-10.9. Vložený styčnickový plech je přivařený koutovým svarem k patnímu plechu tloušťky 30 mm z oceli S355, který je kotvený k základu pomocí čtyř kotevních šroubů s hlavou M30-8.8. Pod patní plech je navrženo podlití z cementové malty o tloušťce 30 mm.

Vnitřní sloup příčné vazby

Vnitřní sloupy příčné vazby jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a mají obdélníkový průřez o rozměrech 240×360 mm. Jsou umístěny v osové vzdálenosti 2,5 m. Sloupy jsou v rovině příčné vazby i v podélném směru uloženy kloubově. Délka vnitřního sloupu příčné vazby je 8,7 m.

Připoj vnitřního sloupu příčné vazby na vazník

Vnitřní sloup příčné vazby je k vazníku připojen kloubově svorníkovým spojem s vloženým styčnickovým plechem tloušťky 10 mm z oceli S355 a svorníky M16 pevnostní třídy 8.8. Spoj přenáší normálovou sílu a posouvající sílu. Reakce vazníku je přenesena pomocí kontaktního plechu přímo do sloupu.

Kotvení vnitřních sloupů příčné vazby

Připojení vnitřního sloupu příčné vazby ke kotvení a k základové patce z betonu C30/37 je zajištěno pomocí styčnickového plechu tloušťky 20 mm z oceli S355 zasunutého ve dřevě a připevněného ke sloupu šesti svorníky M20-10.9. Vložený styčnickový plech je přivařený koutovým svarem k patnímu plechu tloušťky 20 mm z oceli S355, který je kotvený k základu pomocí dvou kotevních šroubů M20-8.8. Pod patní plech je navrženo podlití z cementové malty o tloušťce 40 mm.

Štítový sloup

Sloupy štítových stěn jsou navrženy z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h s obdélníkovým průřezem o rozměrech 400×240 mm. Sloupy jsou v rovině příčné vazby i v podélném směru uloženy kloubově. Délka štítových sloupů se mění podle tvaru vazníku.

Připoj štítového sloupu na vazník

Sloupy štítové stěny jsou připojeny pomocí vložených styčnickových plechů tloušťky 10 mm z oceli S355 a svorníků M16 pevnostní třídy 8.8. V místech připojení štítových sloupů k vazníku klouby umožňují kromě pootočení i posun ve svislém směru pomocí prodloužených otvorů v plechu. Délka prodlouženého oválného otvoru je 50 mm.

Kotvení sloupů štítové stěny

Připojení štítového sloupu ke kotvení a k základové patce z betonu C30/37 je zajištěno pomocí styčnickového plechu tloušťky 20 mm z oceli S355 zasunutého ve dřevě a připevněného ke sloupu šesti svorníky M20-10.9. Vložený styčnickový plech je přivařený koutovým svarem k patnímu plechu tloušťky 20 mm z oceli S355, který je kotvený k základu pomocí dvou kotevních šroubů M20-8.8. Ve štítových sloupech nevzniká tahová síla, a proto kotevní šrouby zajišťují pouze přenos smykové síly svou stříhovou únosností. Pod patní plech je navrženo podlití z cementové malty o tloušťce 40 mm.

Paždík

Paždíky jsou zhotoveny z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a mají obdélníkový průřez 200×120 mm. Staticky působí jako prostý nosník o rozpětí 2,5 m.

Účelem paždíků je zkrátit vzpěrnou délku sloupů při vybočení z roviny příčné vazby u podélných stěn a při vybočení v rovině příčné vazby u štítových stěn.

Připojení paždíku na sloup

Paždíky jsou připojeny mezi sloupy pomocí ocelových třmenů BOVA BV/T – P,L 11-20 a konvexních hřebíků průměru 4 mm.

Paždík vnitřní

Paždíky, které jsou součástí vnitřní podélné stěny, jsou zhotoveny z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h. Průřez je čtvercový o rozměrech 120×120 mm. Staticky působí jako prostý nosník o rozpětí 2,5 m.

Paždíky jsou součástí podélného ztužidla a zkracují vzpěrnou délku vnitřních sloupů při vybočení z roviny příčné vazby.

Dřevěné ztužidlo

Dřevěné ztužidlo je zhotoveno z homogenního lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a má čtvercový průřez 120×120 mm.

Dřevěné ztužidlo je součástí podélného stěnového ztužidla, které je tvořeno ocelovými táhly. Z důvodu průchodnosti jsou čtyři části ztužidla ve vnitřní stěně nahrazeny dřevěnými polopříčkovými.

Příčná ztužidla

Příčné ztužidlo je tvořeno ocelovými táhly Macalloy 460 průměru 12 mm z oceli S460. Ocelová ztužidla přenáší pouze tah. V konstrukci se nachází tři příčná křížová ztužidla. Dvě příčná ztužidla jsou umístěna v krajních polích a jedno uprostřed konstrukce. Toto ztužidlo prochází jen částí střechy, aby nezasahovalo do prosklené stěny. Ztužidla se skládají ze stěnových částí a střešní části.

Příčná ztužidla zajišťují spolu s podélným ztužidlem přenos zatížení a tuhost konstrukce v podélném směru.

Přípoj příčného ztužidla na vazník

Ocelové tyče Macalloy 460 průměru 12 mm jsou upevněny pomocí koncovek FA12 a čepů ke styčnickovému plechu tloušťky 10 mm z oceli S355, který je připojen k vazníku pomocí svorníků M16 pevnostní třídy 8.8. Tyto přípoje jsou umístěny v těžišťových osách vazníků.

Podélné ztužidlo

Podélné ztužidlo je tvořeno ocelovými táhly Macalloy 460 průměru 12 mm z oceli S460. Toto ztužidlo přenáší pouze tah. Podélné křížové ztužidlo prochází vnitřní stěnou konstrukce.

Podélné ztužidlo zajišťuje spolu s příčnými ztužidly přenos zatížení a tuhost konstrukce v podélném směru.

TŘÍDA PROVOZU

Dřevěná konstrukce byla s ohledem na optimální relativní vlhkost vzduchu bazénových prostor 55–65 % (Vyhláška č. 238/2011 Sb.) navržena dle ČSN EN 1995-1-1 pro třídu provozu 2. Třída provozu 2 je charakterizována vlhkostí materiálů odpovídající teplotě 20 °C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahující 85 % pouze po několik týdnů v roce. Průměrná vlhkost dřeva u většiny jehličnatých dřevin nepřesahuje v tomto prostředí 20 %.

OCHRANA KONSTRUKCE

Povrchová úprava dřeva

Lepené lamelové dřevo má díky své technologii výroby zvýšenou odolnost proti dřevokazným škůdcům, houbám a zvýšenou požární odolnost. Neošetřené lepené lamelové dřevo je ale podle klasifikace hořlavosti stavebních výrobků a hmot zařazeno do třídy reakce na oheň D-s2, d0 (středně hořlavý materiál). Dřevěné prvky konstrukce se proto dodatečně opatří bezbarvým ochranným nátěrem přípravkem Bochemit Antiflash, který snižuje reakci dřeva na oheň, zabraňuje šíření plamene a rozvoji kouře a má preventivní fungicidní a insekticidní účinek proti dřevokazným houbám a hmyzu. Dle výrobce je nezbytně nutné před nátěrem prvky přebrousit. Tím se odstraní provozní nečistoty a lehké oděrky, které mohly vzniknout při přepravě a montáži. Aplikací přípravku v množství $300 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ se zlepší třída reakce dřeva na oheň až na B-s1, d0 (nesnadno hořlavý materiál). Životnost provedené ochrany dřeva proti ohni je 40 let.

Konstrukční ochrana dřeva k zabránění kondenzace vody v konstrukci bude zajištěna větráním a regulací klimatických podmínek v objektu (vzduchotechnika).

Povrchová úprava oceli

Ocelové styčnickové plechy a veškeré spojovací a kotvicí prvky budou zároveň pozinkovány pro zvýšení jejich odolnosti proti korozi a zvýšení životnosti.

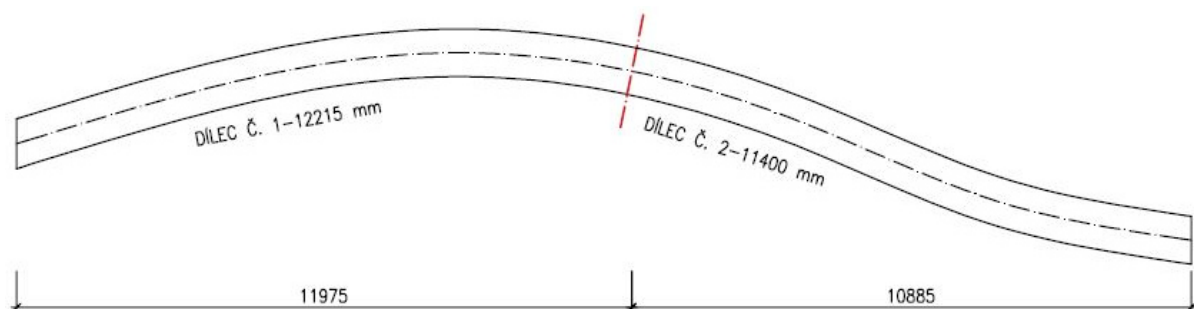
Ocelová táhla Macalloy 460 jsou chráněna proti korozi nátěrem nebo galvanizací.

DOPRAVA NA STAVENIŠTĚ

Vazník je z důvodu přepravy a montáže přibližně v polovině rozdělen montážním spojem na dva montážní dílce.

Pro dopravu prvků bude použit tahač s návěsem. Při montáži konstrukce bude použit zvedací mechanismus.

Rozdělení vazníku na montážní dílce:



MONTÁŽ KONSTRUKCE

Postup montáže

Nejdříve se provedenou zemní práce a vyměří se poloha základových patek a budoucí konstrukce. Následně se osadí kotevní šrouby s kotevní hlavou a provede se betonáž základových patek z betonu C30/37. Poté se osadí patní plechy a ostatní kotevní šrouby.

Jednotlivé vazníky se sestaví ze dvou montážních dílců na zemi vedle konstrukce. Následuje vztyčení, osazení a ukotvení sloupů dvou vedle sebe umístěných příčných vazeb v krajních polích. Po osazení sloupů se provede podlití patních desek cementovou maltou na patkách sloupů. Poté se vztyčí, osadí a ukotví vazníky na sloupy dvou vedle sebe umístěných příčných vazeb v krajních polích. Pro zajištění stability při montáži se provede montáž vnitřních paždíků a podélného ztužidla ve vnitřní stěně konstrukce v krajních polích a poté montáž paždíků a příčných ztužidel v krajních polích. Vaznice se připojí k vazníkům.

Stejným způsobem se osadí další příčné vazby, ztužidla, vaznice a paždíky, které se postupně připojují k již stojící konstrukci. Dále se osadí štítové sloupy a připevní se k vazníkům. Štítové stěny se doplní paždíky, které se připevní ke štítovým sloupům. Zhotoví se střešní plášť (zelená střecha) a provede se montáž skleněné fasády a opláštění objektu sendvičovými stěnovými panely dle technických podkladů od výrobců.

VÝKAZ MATERIÁLU

Podrobný výkaz materiálu je uveden v příloze B – Výkresová dokumentace.

<i>Materiál</i>	<i>Objem [m³]</i>	<i>Hmotnost [kg]</i>
Dřevo GL24h	139,022	58 389,24
Ocel S460	0,049	384,66

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout a posoudit nosnou konstrukci zastřešení termálního bazénu v areálu lázní Jeseník. Požadavkem bylo situování prosklené stěny na podélnou stěnu bazénového prostoru.

Nejprve byly navrženy dvě varianty řešení. Prostorové prutové modely obou konstrukčních variant byly vytvořeny a zatíženy ve výpočtovém programu, odkud byly následně získány vnitřní síly a optimalizované posudky prvků na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Ze dvou navržených variant byla na základě porovnání vybrána jedna varianta pro detailní posouzení. Jednotlivé konstrukční prvky této varianty byly poté posouzeny ručním výpočtem. Detaily spojů byly navrženy také ručním výpočtem. Všechny prvky vyhověly na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Konstrukce byla navržena a posouzena v souladu s platnými normami.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 1990 *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 *Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 *Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 *Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [5] ČSN EN 1995-1-1 *Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [6] ČSN EN 1993-1-1 *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [7] ČSN EN 1993-1-8 *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [8] ČSN EN 1993-2 *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [9] Dřevěné nosné soustavy budov. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/nosne-systemy-drevostaveb/8928-drevene-nosne-soustavy-budov>
- [10] Kolíkové spoje v dřevěných konstrukcích. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/16516-kolikove-spoje-v-drevenych-konstrukcich>
- [11] BOVA [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <http://bova-nail.cz/>
- [12] BSH. DEKWOOD [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://dekwood.cz/produkty/bsh>
- [13] Táhla Macalloy. *Tension systems* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>
- [14] Stěnové izolační panely. *Kingspan* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stenove-izolacni-panely/>
- [15] Schüco Fasádní systém FWS 50 SG.SI. *Schüco* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.schueco.com/cz/architekti/vyrobky/fasady/mullion-transom-facades/fws-50-sg-si>

- [16] Vegetační střechy. *Stavebniny DEK* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/vegetacni-strechy>
- [17] *Standardy pro navrhování, provádění a údržbu: Vegetační souvrství zelených střech* [online]. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2019 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni>
- [18] Působení dřevěných konstrukcí v nepříznivých podmínkách. *Dřevařský magazín* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://drevmag.com/cs/2020/03/02/pusobeni-drevenych-konstrukci-v-nepriznivych-podminkach-1-cast/>
- [19] Impregnace dřeva proti ohni. *ASB* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/impregnace-dreva-proti-ohni>
- [20] Bochemit Antiflash. *Bochemit* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.bochemit.eu/cs/antiflash/p-9/>
- [21] *ČSN EN 13501-1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. Praha: Český normalizační institut, 2019.
- [22] *Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch*. Sbírnka zákonů České republiky. Srpen 2011. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238>

SEZNAM PŘÍLOH

A – Statický výpočet a podrobný posudek vybrané varianty

B – Výkresová dokumentace:

Výkres č. 01	PŮDORYS STŘECHY	M 1:100
Výkres č. 02	POHLEDY	M 1:100
Výkres č. 03	ŘEZY	M 1:100
Výkres č. 04	PŮDORYS KOTVENÍ	M 1:100
Výkres č. 05	DETAILY KOTVENÍ	M 1:10
Výkres č. 06	DETAILY I	M 1:10
Výkres č. 07	DETAILY II	M 1:10, M 1:5
Výkres č. 08	KONSTRUKČNÍ VÝKRES MONTÁŽNÍHO DÍLCE – DÍLEC Č. 2	M 1:20, M 1:10
VÝKAZ MATERIÁLU		

C – Programový výstup:

VARIANTA A – Výstup z výpočetního programu SCIA Engineer

VARIANTA B – Výstup z výpočetního programu SCIA Engineer