

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

Dřevostavba pro rekreační účely

Bakalářská práce

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

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

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

V Brně, dne 2. 5. 2015

Tadeáš Domin

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Svitákovi, Ph.D. za ochotu věnovat mi čas při konzultacích a poskytnutí věcných rad a připomínek při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při studiích a psaní této bakalářské práce.

Abstrakt

Autor: Tadeáš Domin

Název práce: Dřevostavba pro rekreační účely

Bakalářská práce se zabývá návrhem dřevostavby, která bude sloužit k rekreačnímu účelu a bude celoročně obyvatelná. V úvodní části práce je věnována pozornost již realizovaným dřevostavbám pro rekreační účely. V teoretické části je vypracován architektonický návrh rekreačního objektu, včetně podrobného popisu zvoleného konstrukčního systému a popisu materiálů, které budou na stavbu použity. Pro skladby obvodových konstrukcí je provedeno posouzení z pohledu požadavků na tepelnou ochranu budov. V závěru práce jsou vyjádřeny ekonomické aspekty. Součástí práce je technická zpráva, průvodní zpráva a základní výkresy doplněné o vybrané konstrukční detaily.

Klíčová slova

dřevostavba, rekreační objekt, architektonický návrh, součinitel prostupu tepla

Abstract

Author: Tadeáš Domin

Title: Wooden building for recreational purposes

The bachelor thesis deals with the design of a wooden building, which will be used for recreational purposes, and it will also be inhabitable for the whole year. The introductory part focuses on already realized wood buildings for recreational purposes. The architectural design of the recreational building is devised in the theoretical part, including a detailed description of the selected structural system and a description of materials, which will be used for the aforementioned building. For the layers of perimeter construction, there is an assessment of the thermal protection aspect. At the end of the thesis, economic aspects are shown. The thesis also contains a technical report, an accompanying report and basic drawings with added drawings of specified structural details.

Key words:

wooden building, recreational object, architectural design, heat transfer coefficient

Obsah

1.	Úvod.....	7
2.	Cíl práce	8
3.	Metodika.....	9
4.	Rekreační objekty.....	10
4.1	Historie rekreačních staveb na bázi dřeva v ČR.....	10
4.2	Příklad rekreačního objektu na bázi dřeva z 2. pol. 20. stol.	11
4.3	Příklady zajímavých rekreačních objektů na bázi dřeva v ČR.....	12
4.3.1	Víkendový dům Stříbrná Skalice	12
4.3.2	Chata na rekreaci i pro bydlení v jižních Čechách.....	13
4.3.3	Chata u Štěchovic.....	14
4.4	Příklady zajímavých rekreačních objektů na bázi dřeva v zahraničí.....	15
4.4.1	Atypický víkendový dům v přírodě	15
4.4.2	Letní dům v jižním Burgenlandu	15
4.5	Srovnání současných rekreačních objektů s objekty z 2. pol. 20. stol.	16
5.	Architektonický návrh.....	17
5.1	Urbanistické řešení	17
5.2	Architektonické řešení	18
5.3	Dispoziční uspořádání a technické zařízení budovy.....	19
5.4	Konstrukční systémy	19
5.4.1	Prefabrikované stavby	21
5.4.2	Částečně prefabrikované stavby.....	22
5.4.3	Neprefabrikované stavby.....	24
5.5	Volba konstrukčního systému	25
5.6	Popis zvolené konstrukce	25
5.6.1	Nosná konstrukce	25
5.6.2	Krov.....	26
5.6.3	Opláštění a izolace	26
5.6.4	Obvodové stěny z pohledu stavební fyziky.....	26
6.	Použité materiály.....	27
6.1	Použité materiály ze dřeva masivního a aglomerovaného.....	27
6.2	Nedřevěné materiály v obvodovém plášti budovy	29
6.3	Obvodový plášť z hlediska tepelné ochrany budov.....	30
6.3.1	Součinitel prostupu tepla obvodové stěny.....	31
6.3.2	Součinitel prostupu tepla střešního pláště.....	33
6.3.3	Součinitel prostupu tepla stropu 2. NP.....	35
6.3.4	Součinitel prostupu tepla podlahy 1. NP.....	36
6.3.5	Celkové zhodnocení tepelně - technických vlastností.....	37
7.	Ekonomické aspekty.....	38
7.1	Přibližné náklady na materiál pro jednotlivé konstrukce	38
7.2	Přibližné náklady na materiál pro celou stavbu	42

7.3	Cena stavby dle rozpočtových ukazatelů.....	43
7.4	Porovnání nákladů na realizaci se zděnou stavbou.....	43
8.	Diskuze.....	44
9.	Závěr.....	45
10.	Summary	46
11.	Seznam literatury a použitých zdrojů	47
11.1	Knihy a odborné publikace	47
11.2	Odborné články.....	47
11.3	Normy ČSN	48
11.4	Legislativní dokumenty	48
11.5	Internetové portály	48
12.	Seznam příloh.....	50

1. Úvod

Stavby ze dřeva mají nejbohatší minulost ze všech objektů pro bydlení, přítomnost objevuje jejich krásu a výhody v celé řadě aspektů a budoucnost počítá s potenciálem dřeva pro stavby jako materiálem 3. tisíciletí. Ať už se jedná o primitivní přístřešek či několikapatrový dům členitého půdorysu, oba spojuje dřevo. Důležitá je znalost jeho vlastností, umění jeho opracování, zásady pro jeho použití.

Použití dřeva ve stavebních pro rekreační bydlení je přirozeným vyústěním touhy člověka po přírodních materiálech. S ohledem na trvale udržitelné životní prostředí by každý projektant a investor měl při výrobě objektu použít takové materiály, jejichž výrobou se vyprodukuje co nejméně látek zatěžujících přírodu. A i když dřevo v objektu nebude na první pohled tím viditelným a budou použity i jiné běžné stavební materiály, stále to bude dřevo ve funkci nosné konstrukce, které lze jednoznačně považovat za nejekologičtější materiál.

„V rámci České republiky jsou nejčastější kratší pobyty – víkendové do tří přenocování. A je to velmi často na vlastním rekreačním zařízení, chatách a chalupách. Tyto pobyty mají podíl až 70 procent na celkovém počtu cest.“ Pavel Vančura z Českého statistického úřadu, 23. 4. 2015. Fenomén trávení dovolených ve vlastních či pronajatých rekreačních objektech prokazatelně přetrvává i v současné době a proto je výstavba objektů pro rekreační účely stále aktuální. Problematikou rekreačního bydlení má smysl se zabývat i dnes, řada objektů je zastaralých, nevyhovuje současnému trendu užívání moderním chatařem či chalupářem. Objekty se rekonstruují, staví nové. Nová stavba musí být ekologická, vzhledově zapadající do krajiny, přizpůsobená aktivnímu pobytu dnešního chataře, chalupáře tím, že je vybavena standardními zdravotními instalacemi, kuchyňskými spotřebiči a vytápěním.

2. Cíl práce

Cílem práce je vypracování návrhu rekreačního objektu pro konkrétního investora s ohledem na požadavek objekt do několika let využívat pro celoroční bydlení. Jako hlavní surovina pro stavbu je použito dřevo a materiály na bázi dřeva. Z literatury i internetových zdrojů je orientačně zmapován stav konstrukčního řešení a estetického vnímání rekreačních objektů v 70. letech minulého století. Názornými příklady je přiblíženo architektonické a konstrukční řešení současných rekreačních objektů v Čechách i v zahraničí. Součástí tohoto návrhu tvoří architektonické a dispoziční řešení celého objektu v návaznosti na jeho umístění v konkrétní lokalitě. Práce obsahuje podrobný popis zvoleného konstrukčního systému včetně posouzení z pohledu požadavků na tepelnou ochranu budov. Pro navržený objekt jsou vypracovány základní výkresy doplněné o vybrané konstrukční detaily. Projekt obsahuje průvodní a technickou zprávu.

3. Metodika

Před vypracováním návrhu objektu je vhodné daný úkol rozdělit na dílčí části, které jsou vzájemně provázané a budou se v průběhu práce ovlivňovat. Při navrhování objektu je přínosné pochopit, jakým způsobem se realizovaly rekreační objekty na bázi dřeva v minulosti, a jakou cestou se ubírá jejich vývoj v současnosti.

V návrhu konstrukce dřevostavby má být kladen důraz na provozní a montážní jednoduchost detailů. Zároveň je nutné zabezpečit správnou funkčnost systému a snížit náklady na realizaci. Ekonomické aspekty tvoří nedílnou součást každého návrhu a mnohdy mohou vést k přehodnocení priorit na stavbu ze strany investora. Rychlost stavby objektu příznivě ovlivní volba suchého způsobu výstavby, kdy díky absenci vody v konstrukci odpadá potřeba technologických přestávek. Při navrhování střechy musí být brán v potaz jeden ze základních požadavků investora, kterým je obyvatelnost podkroví. Nosná konstrukce střechy má být tedy řešena tak, aby byla zajištěna určitá dispoziční volnost podkrovního prostoru. Kromě stability, pevnosti a mechanické odolnosti dřevostavby patří mezi důležité požadavky také zabezpečení zdravých životních podmínek, ochrana proti hluku, požární odolnost a tepelná ochrana. Vlastní návrh má obsahovat výkresovou část včetně průvodní a technické zprávy. V této dokumentaci budou upřesněny všechny konstrukční a architektonické detaily stavby.

Dispoziční řešení má být přizpůsobeno účelu použití. Vzhledem k tomu, že bude rekreační objekt celoročně obyvatelný, je vhodné navrhnout dispoziční řešení dle normy pro obytné budovy ČSN 73 4301. Architektonické řešení a velikost objektu by měly být přizpůsobeny nejen představám a požadavkům investora, ale také charakteru oblasti a okolní zástavbě. Pro navržení objektu a jeho správné fungování je rovněž nezbytné pochopit vlastnosti materiálů, které budou pro stavbu použity. U dřevostavby je nutné klást zvláštní důraz na vztah dřevo – voda.

4. Rekreační objekty

Rekreace znamená dle akademického slovníku cizích slov (2001) zotavující odpočinek, oddech, osvěžení. Rekreace slouží k obnově psychických a fyzických schopností organismu a rekreační objekty, které se k tomu účelu budují, by měly tomuto procesu napomáhat. Zajímavé objekty pro rekreační účely lze vysledovat i v historii, i když pojem rekreace a rekreační objekt je spojen především s kultivací fyzických a psychických sil člověka podléhajícímu socioprofesionálnímu stresu teprve až od dob průmyslové revoluce. V Čechách si dnešní člověk spojuje počátky rekreace především s poválečným obdobím reálného socialismu.

4.1 Historie rekreačních staveb na bázi dřeva v ČR

Éra, kdy se do přírody každý víkend stěhovaly velké skupiny obyvatel měst, začala v 50. letech minulého století a s většími či menšími výkyvy pokračuje v podstatě dodnes. V druhé polovině minulého století byla rozsáhlá území kolem měst a vesnic pokryta zahrádkářskými koloniemi či chatařskými oblastmi. Těmto pak dominovaly stavby, kterých funkční a estetická hodnota byla často přinejmenším diskutabilní. Často vznikaly bez odborného projektování, majitelé na stavby využívali materiály, které byly dostupné, a hlavním kritériem bylo mít střechu nad hlavou.

Dřevo vždy patřilo a bude patřit k významným stavebním materiálům. V rekreačních objektech dřevo mělo a má nezastupitelnou úlohu. Ani snahy o nahrazení dřeva jinými materiály v šedesátých a sedmdesátých letech minulého století nevedly k výraznému poklesu zájmu o dřevo (Broumovský a Rada 1991). Při stavbě chat, chalup, zahradních domků se v lepších případech vycházelo z tradic a zkušeností našich předků – stavěly se roubené stavby, hrázděné stavby, v horších případech vznikla bouda nevalné kvality.

Na rozdíl od běžné bytové výstavby se dřevo v rekreačních příbytcích udrželo i v dobách, kdy jinak převládal beton, cihly, tvárnice, kov a sklo. Důvodem byla dostupnost a snadná opracovatelnost běžnými nástroji.

Na stavbu chat a jiných rekreačních objektů existovala řada návodů pro kutily, v různých periodikách se objevovaly tipy a rady pro chataře a podobně. Ale ani v minulém století nebyli zdaleka všichni občané kutily a proto výroba řady především dřevařských závodů zareagovala na poptávku po zahradních domcích a chatách. Začala se rozvíjet výroba montovaných chat ze dřeva a jiných materiálů, dodávala se často s vysokým

stupněm dokončení z prefabrikovaných dílců. Základem byla kostra z dřevěných hranolů, obijena různými obkladovými materiály. Kostra se montovala na vyrovnaný, nejčastěji betonový povrch s dokonalou vodotěsnou izolací. Jednotlivé prvky kostry se spojovaly buď tesařskými vazbami, nebo se sbíjely hřebíky, případně svorníky.

4.2 Příklad rekreačního objektu na bázi dřeva z 2. pol. 20. stol.

Jako příklady rekreačních objektů, které se v 70. a počátku 80. let prodávaly lze dle Mareše (1974) uvést například typy chat Babeta II, Baby, Monti-D, Dana 2, Flora, Gizela, Lada a další. Za těmito vyjmenovanými příklady stojí výrobci a dodavatelé - Východočeské dřevařské závody n. p. Trutnov, Severočeské dřevařské závody n. p. Česká Lípa a Západočeské dřevařské závody n. p. a závod Mariánské Lázně odbytový závod Plzeň. Všechny tyto závody, jak uvádí Liška (2012), patřily od roku 1965, kdy vyvrcholila centralizace, do nově založené výrobně hospodářské jednotky Dřevařský průmysl Praha (VHJ DP Praha). Vznikl tak celostátní trust, sdružující osm národních podniků, organizačně rozdělených podle krajů. K trustu patřilo také Solo Sušice, Závody na překližky a dýhy Hodonín a Výzkumný a vývojový ústav dřevařský Praha. Do těchto krajských podniků byly začleněny všechny závody a provozy zpracovávající dřevo. VHJ DP Praha tak celostátně organizovala a zastřešovala výrobu pilařských a impregnovaných výrobků, výrobu obalů, aglomerovaných desek, dých, překližek a laťovek, oken a dveří a samozřejmě dřevostaveb.

Bohužel, chybějící nebo nekvalitní materiálová základna, poddimenzované konstrukce, nemožnost provést bezspárou konstrukci, chybějící odborné školství v oblasti dřevostaveb a nekvalifikovaná pracovní síla se podepsaly na nepříliš pozitivním přijetí dřevostaveb pro bydlení či objekty občanského vybavení širokou veřejností. Ale v oblasti chat, ubytoven, zemědělských staveb či staveništních buněk a podobně byly tyto dřevostavby tolerované a vyhledávané.

Rekreační chata Babeta

Tato lehká jednopatrová chata (viz obrázek 1) byla dodávána dle přání odběratele ve dvou velikostech. Nosná konstrukce stěn, stropu a střechy byla tvořena dřevěnými rámovými panely. Tyto panely byly opláštěné lignátem, což byla vláknocementová ohnivzdorná deska, která obsahovala karcinogenní azbest, na některé vnější plochy se používala opracovaná tyčovina. Příčkové panely tvořily dřevopilinové odlehčené desky oboustranně opláštěné sololitem, což je tvrdá dřevovláknitá deska vyráběná mokrou cestou. Tepelnou izolaci u této chaty tvořila nepískovaná lepenka, měkká dřevovláknitá

deska a vzduchový prostor. Dle Mareše (1974) byly tepelně technické vlastnosti těchto panelů a desek stejné jako u cihelného zdiva o tloušťce 40 cm.



Obr. 1 Rekreační chata „Babeta“ (Camp-straznice, 2015)

4.3 Příklady zajímavých rekreačních objektů na bázi dřeva v ČR

4.3.1 Víkendový dům Stříbrná Skalice

V roce 2010 vzniklo komplexní architektonické dílo (viz obrázek 2) včetně na míru navrhovaných kusů nábytku. Dům je umístěn v řadě dalších rekreačních objektů v pásu mezi řekou na jihu a přístupovou komunikací. Stavba stojí na stávající masivní kamenné podezdívce, na kterou byla vybetonovaná cca 200 mm silná železobetonová deska. Horní stavba je řešena jako sloupková dřevostavba provedená v moderní difúzně otevřené skladbě. Fasáda je pokryta svislými modřínovými palubkami, střecha pak plechovou falcovanou krytinou v antracitovém odstínu. Vnitřek niky u terasy je z velkoformátových cementovláknitých desek bílé barvy (Archiweb, 2010).



Obr. 2 Víkendový dům Stříbrná Skalice (Archiweb, 2010)

4.3.2 Chata na rekreaci i pro bydlení v jižních Čechách

Objekt se nachází na pozemku, který se výrazně svažuje k jihu a přístupová cesta lemují jeho severní stranu. Dřevostavba sloupkové konstrukce má jednoduchý obdélníkový půdorys (viz obrázek 3). Dům stojí na místě, kde stála stará neobyvatelná chata, čímž zároveň respektuje i okolní zástavbu se stejným konceptem. Dispozice domu je rozdělena na dva jednopodlažní sektory s rozdílnou výškou. Nižší část, umístěná blíže k zahradě, je využívána jako společenská, ve vyšší zadní části je situována klidová zóna domu. Do objektu se vchází ze západní strany, zádveří slouží současně jako šatna. V hlavní obytné místnosti je situován obývací pokoj, jídelna a kuchyně. Na jižní straně je tento prostor spojen posuvnými dveřmi, vsazenými do rozměrného předního okna, s velkou dřevěnou terasou a se zahradou (ASB Portál, 2014).



Obr. 3 Chata na rekreaci i pro bydlení v jižních Čechách (ASB Portál, 2014)

4.3.3 *Chata u Štěchovic*

Pozemek se nachází v údolí, obklopen zelení a stranou od polní cesty. Přes pozemek protéká potok. Dům, realizován v roce 2005, stojí na půdorysu starého chatového objektu, který už nebylo možné vzhledem k technickému stavu a stavebnímu programu zachovat. Na ploše 6 x 9 metrů vyrostla dvoupodlažní dřevostavba se sedlovou střechou (viz obrázek 4). Dřevo je použito na opláštění interiéru i exteriéru, aby vzhled domu pravdivě odrážel jeho konstrukci. Střecha je měděná. Spodní stavba a opěrná zeď za domem jsou vyžděny z kamene. K domu přiléhají dřevěné terasy (Archiweb-1, 2009).



Obr. 4 Chata u Štěchovic, (Archiweb-1, 2009)

4.4 Příklady zajímavých rekreačních objektů na bázi dřeva v zahraničí

4.4.1 *Atypický víkendový dům v přírodě*

Víkendový dům se skrývá v lesích Stockholmského souostroví ve Švédsku na mýtině ostrova Husarö, který je převážně pokrytý lesem. Při pohledu zvenčí tvoří okolní lesy a příroda poměrně silný kontrast s ostrými geometrickými tvary a černou plechovou fasádou domu, která mu dodává chladný industriální vzhled (viz obrázek 5). Interiér však působí přesně opačným dojmem, protože většina konstrukcí a povrchových úprav je ze dřeva. Poměrně velký prostor je rozdělený na dvě podlaží. Dovnitř lze vstoupit až ze tří stran, a to díky velkým posuvným dveřím, které vizuálně propojují okolní přírodu s interiérem a zároveň ho velmi dobře prosvětlují. Otevřené prostory byly vytvořeny pomocí pevných dřevěných trámů, mezi nimiž je klenbový strop vytvořený z ohýbaných překližkových desek (ASB Portál-1, 2015).



Obr. 5 Atypický víkendový dům v lesích Stockholmského souostroví (ASB Portál-1, 2015)

4.4.2 *Letní dům v jižním Burgenlandu*

Letní dům v jižním Burgenlandu v Rakousku je umístěn na rozlehlém pozemku uprostřed vinic (viz obrázek 6). Majiteli dům slouží na sezónní ubytování a současně na výrobu a uskladnění vína z vlastního vinohradu.

Architektonický návrh se odvíjí z architektury tradičních obydlí vinařů v této oblasti - v dispozičním řešení, v tvarosloví i v materiálovém provedení. Sedlová střecha a proporce domu navazují na kontext okolních domů. Schodiště z přízemí do prvního

patra je záměrně umístěno vně, aby nedocházelo k nežádoucímu tepelnému přestupu mezi vinným sklepem a obytnou částí nad ní. Sklep má konstrukci z masivního železobetonu. Přízemí a první patro jsou konstruovány jako čistá dřevostavba. Všechny materiály byly záměrně použity v syrovém neopracovaném stavu. Interiér má jednoduchou a variabilní dispozici, dominují v něm minimalistické zařizovací prvky ze dřeva a přírodní barevné odstíny. Jako protiváha k dřevu byly použity pohledový beton a ocel. Vnějšek domu je včetně střechy obložený modřínovým dřevem (EARCH, 2015).



Obr. 6 Letní dům v jižním Burgenlandu (EARCH, 2015)

4.5 Srovnání současných rekreačních objektů s objekty z 2. pol. 20. stol.

Při srovnání současných rekreačních objektů s objekty z 2. pol. 20. stol. je patrný odklon od řady úsporných opatření, které se dříve v chatách a rekreačních domcích běžně používaly. Jednalo se například o menší světlou výšku, nižší, avšak dostačující stupeň hygienických zařízení a systém vytápění. Snižování rozdílu mezi trvalým bydlením a rekreačním bydlením v současnosti je dáno tím, že rekreanti tráví své volné dny aktivně a řada z nich očekává vyšší komfort ubytování. Tento trend lze pozorovat jak v Čechách, tak v západní Evropě.

5. Architektonický návrh

Architektonický návrh rekreačního objektu na bázi dřeva je zpracován s ohledem na urbanistické řešení, účel budovy, náklady na výstavbu, udržitelnost konstrukce a na jednoduchost provedení. Požadavkem investora bylo vypracovat návrh dřevostavby vhodné pro rekreační účely, která by byla celoročně obyvatelná. Za tímto účelem vznikl návrh dvoupodlažního objektu, který bude zasazen do lokality na okraji obce Teplá.

Vzhledem k tomu, že výhledově bude objekt celoročně pronajímán k rekreaci, jsou skladby stěn, dispoziční řešení a velikost budovy navrženy tak, aby vyhověly parametrům normy pro obytné budovy ČSN 73 4301 a normě pro tepelnou ochranu budov ČSN 73 0540-2.

5.1 Urbanistické řešení

Pozemek, na kterém bude objekt postaven, se nachází na okraji města Teplá, okres Cheb v Karlovarském kraji. Jedná se o lokalitu, v jejíž blízkosti se nachází druhé největší lázeňské město v Čechách - Mariánské Lázně a také velké množství turisticky atraktivních míst, jako například Národní kulturní památka hrad a zámek Bečov s relikviářem sv. Maura, věhlasný klášter premonstrátů v Teplé, což je hojně navštěvovaný objekt hlavně německými katolíky a největší lázeňské město v Čechách Karlovy Vary.

V současné době je rovinný obdélníkový pozemek tvořen dvěma menšími pozemky, jejichž katastrální čísla jsou 2358/1 a 2358/3. Tyto pozemky o celkové výměře 1169 m² budou spojeny a dle územního plánu obce budou převedeny na stavební parcely. K pozemku vede slepá vedlejší komunikace. Za vjezdem je navrženo parkovací místo pro 2 automobily. Navrhovaný objekt se nachází v centrální části pozemku, přičemž boční strany novostavby jsou rovnoběžné s ohraničením pozemku. Přístup k objektu je ze západní strany, propojení s dopravní komunikací je zajištěno úzkým přístupovým chodníkem ze zámkové dlažby. Pozemek z jedné strany sousedí se zahradami a z druhé strany s rozlehlou parcelou vedenou jako trvalý travní porost. Tyto okolnosti zajišťují klid potřebný pro rekreaci. Dle možností bude na pozemku ponecháno maximální množství stromů. Nedaleko pozemku se nachází vlakové nádraží, odtud vede přímé spojení do Mariánských Lázní nebo Karlových Varů.



Obr. 7 Mapa umístění (Google Maps, 2015)

● Souřadnice GPS: 49°58'39.5"N 12°51'30.3"E

5.2 Architektonické řešení

Objekt o půdorysných rozměrech 9 x 9 m je bez podsklepení. Pro překonání výškového rozdílu mezi upraveným terénem a podlahou 1. NP je před vchodovými dveřmi osazeno ocelové pozinkované schodiště se třemi stupni. Tradiční konzervativní koncept jednoduché dvoupodlažní hmoty domu je zakryt sedlovou střechou (viz obrázek 8) reagující na kontext místní zástavby (tvarosloví domu lze v četných případech a v mnoha různých obměnách nalézt v okolní zástavbě). Sedlová střecha je navíc doplněna výraznými stínícími přesahy. Ve štítech jsou přesahy v půdorysné délce 640 mm, na okapové hraně 1 100 mm. Přesahy do jisté míry chrání fasádu před nepříznivými povětrnostními vlivy. Navenek má dřevostavba úsporně střízlivou geometrickou formu, která odpovídá cítění investora a zároveň kompaktní tvar objektu minimalizuje plochu jeho pláště, tzn. ochlazovanou plochu. Jednoduchost celého návrhu podtrhují použité výrazové prostředky fasády, která je tvořena světlou silikátovou omítkou doplněnou pouze výplňovými konstrukcemi ze dřeva. Výplňové konstrukce jsou rozmístěny dle orientace světových stran tak, aby došlo k maximálnímu proslunění místností. Podkrovní štítová okna jsou oproti oknům 1. NP menších rozměrů, z důvodu

nerovnoměrné plochy štítové stěny. Kontrast k světlé fasádě tvoří střešní krytina z břidlicově černých betonových tašek, do stejného odstínu jsou laděny všechny klempířské doplňky.



Obr. 8 Vizualizace rekreačního objektu (autor, 2015)

5.3 Dispoziční uspořádání a technické zařízení budovy

Do objektu se vstupuje přes nevytápěné zádveří, na které navazuje centrální chodba odkud je možný přímý přístup do kuchyně s jídelnou a odpočinkovou zónou, tento prostor je od chodby oddělen posuvnými dveřmi. Součástí 1. NP je dále prostorná koupelna s WC a technická místnost která poslouží mimo jiné jako uložení zahradního vybavení a různých doplňků. Přístup do podkrovní části (2. NP) je zajištěn pomocí dvouramenného dřevěného schodiště které navazuje na centrální chodbu, díky čemuž není nutné vcházet do hlavní obytné zóny 1. NP. V podkroví jsou 4 obytné místnosti, které se dají využít jako ložnice, pracovna a jako šatna. V podkroví je umístěno WC.

Vytápění objektu je řešeno pomocí krbové vložky, která je zasazena do falešného krbu, a teplovzdušným rozvodem do jednotlivých místností. Krbová vložka, která se nachází v odpočinkové místnosti, je napojena na jedno-průchodový komín. Ohřev vody je zajištěn elektrickým bojlerem, který se nachází v technické místnosti. Rozvody vody, odpadů a elektrické rozvody nejsou předmětem této práce.

5.4 Konstruktivní systémy

Konstruktivní systémy se historicky vyvíjely podle regionu, možnosti použitých materiálů a podle rozvoje technologií. Konstruktivních systémů dřevěných staveb je stejně

jako jejich dělení mnoho. Jako příklad lze uvést dělení podle Kolba (2008):

- srubové stavby
- hrázděné stavby
- Platform-Frame, Balloon-Frame
- rámové stavby
- skeletové stavby
- stavby z masivního dřeva

Dle Hájka (1997) je možné členit dřevostavby podle konstrukce stěn na:

- srubové - roubené
- hrázděné
- sloupkové
- panelové
- rámové konstrukce

V souvislosti s technologií výstavby a montáže lze členit dřevostavby podle stupně dokončení a kompletace jednotlivých částí na stavby, na jejichž výstavbu byly použity díly předem připravené v různých rozměrech a s různým stupněm dokončení v dílenských podmínkách až po stavby, kde se použije materiál v elementárních kusech. Členění dřevostaveb podle připravenosti a dokončenosti dílů během stavby a montáže:

- Prefabrikované
 - sloupkové panelové
 - z masivních lepených panelů
- Částečně prefabrikované
 - z celomasivních bloků
 - rámové
- Neprefabrikované
 - skeletové hrázděné
 - skeletové sloupkové (těžké skelety, lehké skelety)
 - srubové, roubené

5.4.1 *Prefabrikované stavby*

Základní výhody používání vysoce prefabrikovaných dílců jsou rychlost stavby, možnost maximální kompletizace panelů již ve výrobě, včetně výplní okenních a dveřních otvorů, instalačních rozvodů a úprav povrchů. Nevýhodou je nutnost použití těžké techniky a její dopravní možnosti.

Sloupková panelová konstrukce je založena na výrobě velkoformátových panelů v dílenských podmínkách s následnou dopravou a montáží na stavbě. Převládá použití panelů se svislými nosnými sloupky a věncovým a prahovým vodorovným rámem, oboustranně opláštěvané velkoplošnou deskou, mezi sloupky je vložena minerální izolace. Tento systém lze v současnosti označit jako nejpoužívanější.

Masivní lepené panely jsou vyrobeny z vrstveného masivu, který se dělá ve formě deskových bloků vyráběných podobným způsobem jako SWP desky (Solid Wood Panel). Deska je vyrobena ze smrkového řeziva ve 3, 5 nebo 7 vrstvách, vrstvy jsou lepené polyuretanovým lepidlem s vlákny v jednotlivých vrstvách kolmo k sobě. Vyrábí se v různých rozměrech. Jak uvádí Kaděra (2009), lze pro dřevostavby využívat formáty až 2,95 m x 16,5 m o tloušťkách od 60 mm až 320 mm, desky lze vyrábět až do tloušťky 500 mm. Desky se formátují obvykle do rozměrů příslušných stěn, spojují se vruty, na vnější stranu se aplikují tepelné izolace a fasádní systémy s nízkým difuzním odporem. Z vnitřní strany pak lze nechat nosný panel i jako pohledový nebo využít běžné úpravy obkladů různými materiály z důvodu využití mezery pro instalace. Na obrázku č. 9 je zobrazena montáž stropní desky rodinného domu z KLH panelů ve Valašském Meziříčí.



Obr. 9 Montáž rodinného domu z KLH panelů (ABETE, 2015)

5.4.2 Částečně prefabrikované stavby

Částečná prefabrikace spočívá v tom, že dílce jsou vyráběny v dílenských či továrních podmínkách, ale ve výrazně menších rozměrech, z kterých se staví na staveništi skládáním dílců či bloků k sobě. Částečnou prefabrikací není myšleno tesařské zpracování řeziva, ale prefabrikaci ve smyslu výroby dílů z více částí. Výhodou je snadnější výstavba bez použití těžké techniky.

Výroba *celomasivních bloků* vychází z obliby celomasivních konstrukcí, která dala vzniknout systémům dřevostaveb, jako jsou truhlíkové konstrukce a blokové konstrukce. Srubové či roubené stavby mají svá specifika, která chce řada investorů obejít, a přesto chce bydlet v celodřevěném domě. Moderní konstrukce poskytují takovou alternativu.

Jednou z variant výroby je spojit opracovaná vysušená prkna hlavními plochami k sobě, zpravidla jsou prkna kolem šířky 50 mm, v délce jsou prkna nastavovaná zubovitým spojem, spojení prken se provádí pomocí hřebíků, kolíků, lepení se využívá zřídka. V případě ponechání těchto bloků jako viditelné, je nutné celoplošné broušení. Rozměr bloku je omezen strojním zařízením. Další možností je skládání více vrstev prken přes sebe a jejich vzájemné kladení do bloku přes sebe diagonálně, svisle i vodorovně. Další variantou částečné prafabrikace celomasivních bloků je výroba prvků, tzv. truhlíků, které se k sobě přikládají buď kladením či zasouváním dílců na sebe ve vodorovných

řadách nebo ve svislých řadách, potom dílce mají délku stejnou jako výška podlaží. Tyto systémy fungují jako dílcové prvky, z výroby jsou připraveny k finálnímu použití na stavbě, minimalizují se náklady na těžká zařízení a během stavby lze pružněji reagovat na eventuální potřebu změny. I u těchto konstrukcí zůstávají výhody masivních dřevostaveb, pokud ovšem jsou k výrobě použity velkoplošné desky, jako např. u ϕ -ha modulu (Steko) je sporné definovat tuto stavbu jako masivní.

Rámové stavby se používají častěji na jiné objekty, než k bydlení. Nejčastěji se jedná o zemědělské, skladové, výrobní či sportovní stavby. Nosným prvkem jsou dnes nosníky z lepeného lamelového dřeva, dříve byly sbíjeny z několika vrstev prken či fošen, v místech kloubů doplněny o velkoplošné desky. Plášťování a izolování se provádí dle účelu stavby. Na obrázku č. 10 je zobrazena montáž dřevostavby ovčína Dlouhá Stropnice u Nových Hradů v Jihočeském kraji, jehož nosná konstrukce je tvořena pěticí dřevěných lepených trojkloubových rámců.



Obr. 10 Montáž nosné konstrukce ovčína Dlouhá Stropnice (TESKO, 2015)

Výhodou rámových staveb je dle Hájka (1997) větší odolnost lamelových konstrukcí vzhledem k působení dřevokazných škůdců, vlhkosti a větší protipožární bezpečnost. Zároveň lze při výrobě dosáhnout vysoké přesnosti, vysoké tvarové stability i během používání stavby. Rámy lepených lamelových staveb mohou být konstrukčně

buď trojkloubové s klouby v patách a ve vrcholu, nebo dvojkloubové s klouby pouze v patách. Horizontální síly se zajišťují často ocelovými táhly zavěšenými na konstrukci vazníku. Tvar rámu může být obloukový, půlkruhový, typ hokejka nebo se sedlovým či pultovým tvarem. Vzdálenost rámu je zpravidla 4 – 6 m. Zastřešení se provádí z podélně orientovaných lepených vaznic připevněných pomocí styčnickových plechů mezi vazníky a na ně uložených krokví. Někteří autoři, např. Vaverka a kol. (2008) označují konstrukci se svislými stojkami či sloupky, s vodorovnými prahy a ližinami, zpevněnou deskami jako rámovou.

5.4.3 Neprefabrikované stavby

Vyrábí se především z elementárních prvků - z konstrukčního řeziva, hranolů, hranolků, fošen a prken. Toto řezivo může být tesařsky opracované. Opracování je výhodné provést pomocí strojního zařízení v dílně. Řezivo se v konstrukcích spojuje tesařskými spoji nebo kovovými spojovacími prostředky.

Skeletové hrázděné stavby jsou vytvořeny tak, aby dřevěná konstrukce přenesla všechny zatěžující síly bez plášťovacích a jiných výztužných materiálů. Součástí nosné konstrukce jsou i šikmé vzpěry a vodorovné ližiny.

Sloupkové skeletové stavby mají stejně jako u panelových systémů základní nosný prvek sloupek (stojku, svislý nosný prvek), ale tyto dřevostavby se staví přímo na stavbě z rostlého dřeva ve formě kostry - skeletu z hraněného nebo deskového řeziva. Staví se z opracovaného řeziva postupným spojováním a provazováním jednotlivých svislých a vodorovných dřevěných prvků. Dle Kuklíka a Studničky (2006) je sloupkové skeletové stavby možné dále dělit na těžké a lehké skelety.

U *těžkých skeletů* je svislá nosná konstrukce tvořena dřevěnými sloupy z hraněného nebo lepeného dřeva, na sloupy jsou připevněny dřevěné průvlaky buď jednoduché, nebo zdvojené, případně dřevěné nosníky. Sloupy mohou být průběžné přes dvě podlaží. Spojení sloupků a vodorovných prvků je zpravidla netuhé, kloubové, ale lze je realizovat jako tuhé. Stropní konstrukce je tvořena fošnami nebo lepenými profily a záklopem, který zajišťuje stabilitu stropnic a rovinnou tuhost stropu, Prostorová tuhost je zajištěna diagonálními ztužidly ve formě dřevěných profilů, vzpěrami a diagonálami nebo ocelových táhly.

Lehké skelety se staví z menších profilů, používají se fošny a prkna. Sloupky jsou v poměrně malých rozstupech, osová vzdálenost bývá 625 mm, tato rozteč se volí

z důvodu snadného opláštění velkoformátovými deskami, které se běžně vyrábějí v šířce 1 250 mm a délce 2 500 mm. Sloupky se provazují s prahovou a věncovou vodorovnou fošnou. Zavětrování je pomocí velkoplošné desky. Postup stavění lze zvolit kus po kuse nebo praktičtější formou, kdy se na zemi složí několik fošen do dílce a ten se potom srovná a připevní.

Srubové a roubené konstrukce jsou tvořeny vodorovně kladenými trámy buď hraněnými, nebo kuláči, které jsou v rozích spojeny tesařskými vazbami. Konstrukce obvodového pláště se může skládat z jedné vrstvy, v tom případě plní všechny funkce (nosnou, obkladovou, izolační) nebo může být vícevrstvá s vloženou vrstvou tepelné izolace. Důležitá odlišnost tohoto systému je značná míra sedání, která musí být při návrhu zohledněna, například vkládáním oken a dveří do drážky.

5.5 Volba konstrukčního systému

Pro volbu konstrukčního systému jsou základními kritérii prostor a funkce, situace a místo, konstrukce a materiál. Zároveň je vhodné zohlednit, jaké konstrukční systémy používají při stavbách malé a střední firmy v okolí místa stavby. V dnešní době již není běžné, že by ke stavbě rekreačního objektu přistupoval investor či majitel dříve oblíbenou formou – tzv. stavbou svépomocí. Ve fázi přípravy stavby a při diskuzích investora s projektantem si obě strany ujasní dispoziční a konstrukční představy a možnosti stavby. Zde zvolený konstrukční systém je v současnosti jedním z nejpoužívanějších.

5.6 Popis zvolené konstrukce

5.6.1 Nosná konstrukce

Na všechny nosné masivní konstrukce budou použity KVH hranoly (KonstruktionsVollHolz). Fošny budou na stavbu dovezeny v požadovaných délkách s nadmírou, a na přesnou délku budou zkracovány při zhotovení nosného skeletu. Nosná konstrukce svislých stěn bude zhotovena přímo na místě z fošen 60 x 140 mm. Základový rám bude ze dvou impregnovaných fošen o rozměru 60 x 140 mm uložených vodorovně na základovou desku odizolovanou asfaltovým pásem. Svislý skelet bude v místě stropu svázán dvěma vodorovnými fošnami o rozměru 60 x 140 a na ně budou osazeny stropní trámy z fošen 80 x 240 mm. Na vodorovné stropní fošny se připevní vruty záklop z OSB desek tloušťky 22 mm. Konstrukce nosné stěny 2. NP bude stejného konstrukčního principu jako 1. NP.

5.6.2 Krov

Krov tvoří vaznicová soustava, stojatá stolice s jednou středovou vaznicí. Krokve o rozměru 80 x 200 mm jsou osedlány na pozednici o rozměru 140 x 140 mm a středovou vaznici o rozměru 160 x 240 mm, která je podepřena na štítových stěnách v příčkách, ve kterých je zesílení formou dvou kusů fošen o rozměru 60 x 140 mm v místě podepření. Přenesení zatížení do základů přes 1. NP je vždy řešeno zesílením svislých fošen na dva kusy. Obyvatelnost podkroví je zajištěna jednak vhodnou dispozicí, jednak zaizolováním obvodového pláště minerální vatou. Podhled stropu je zavěšen na kleštinách o rozměru 60 x 200 mm v rovné části stropu a na krokvích u šikmé části stropu.

5.6.3 Opláštění a izolace

Prostor mezi fošnami ve stěnách, mezi krokvy v části obytného podkroví a ve stropě 1. a 2. NP bude zaizolován pomocí minerální vaty Isover Orset. Vnější opláštění obvodových stěn bude provedeno pomocí izolačních dřevovláknitých desek Pavatex Isolair tloušťky 60 mm. Vnitřní opláštění obvodových stěn bude tvořeno OSB deskou tloušťky 15 mm a sádrokartonovou deskou tloušťky 12,5 mm na vodorovném laťovém roštu o rozměru 40 x 60 mm. Vnitřní stěny budou opláštěné z jedné strany OSB deskami o tloušťce 15 mm a sádrokartonovými deskami o tloušťce 12,5 mm, z druhé strany pak pouze sádrokartonovými deskami připevněnými vruty na vodorovný prkenný rošt o rozměru 18 x 90 mm.

5.6.4 Obvodové stěny z pohledu stavební fyziky

Z výše uvedeného vyplývá, že obvodové stěny jsou navrženy jako difuzně otevřené, to znamená, že se difuzní odpor materiálů směrem z interiéru do exteriéru snižuje. Výhodou tohoto systému je, že pokud se vlhkost z interiéru dostane do konstrukce, dojde vlivem snižujícího se difuzního odporu k jejímu odpaření. K tomuto jevu může dojít při netěsnosti nebo porušení vrstvy s vysokým difuzním odporem. V navržené konstrukci vrstvu s vysokým difuzním odporem tvoří OSB deska tloušťky 15 mm s lepenými spoji na pero a drážku, která má faktor difuzního odporu 150. OSB deska je navíc z vnitřní strany doplněna o parotěsnicí fólii, ta má faktor difuzního odporu 200 000 a ekvivalentní difuzní tloušťku 50 m.

Posouzení obvodového pláště z hlediska tepelné ochrany budov, včetně výpočtů součinitelů prostupu tepla je provedeno v kapitole 6.3.

6. Použité materiály

Pro zhotovení konstrukce bude použita celá řada materiálů, od masivního dřeva přes aglomerované materiály na bázi dřeva, až po plasty či kovy. V této kapitole jsou podrobně popsány vybrané materiály ze dřeva masivního a aglomerovaného a jiné významné materiály které budou pro zhotovení objektu použity. Dále je zde uvedena skladba materiálů v obvodovém plášti budovy a jejich součinitele tepelné vodivosti. Pro obvodové konstrukce je provedeno posouzení z pohledu požadavků na tepelnou ochranu budov.

6.1 Použité materiály ze dřeva masivního a aglomerovaného

KVH hranoly se běžně vyrábějí ze smrkového řeziva, které je, jak uvádí Gabriel (2011) vysušené na vlhkost $15 \% \pm 3 \%$. Takto vysušené řezivo je hoblováno na přesný rozměr a jsou z něj vyřezány vady (vypadavé suky, trhliny, prosmoly atd.) které by snižovaly jeho pevnost. Na čela takto upravených hranolů jsou vyfrézovány zubové spoje, do kterých je nanášeno polyuretanové lepidlo, a za působení tlaku jsou spojeny s dalšími hranoly. Výsledkem jsou vysušené, hoblované hranoly vysoké jakosti, které se mohou vyrábět v potřebných délkách a které nejsou limitovány délkou kulatiny, nutno zohlednit transportní a výrobní možnosti. U KVH hranolů zabudovaných do konstrukcí již nedochází díky jejich vysušení k tvarovým změnám vlivem vysychání a následnému sedání stavby. Jejich vlhkost také umožňuje použití v difuzně uzavřených systémech, ve kterých by se jinak zdržovala vlhkost ze surového dřeva. Dle ČSN EN 338 je pevnostní třída KVH hranolů C 24, což znamená, že je jejich pevnost v ohybu 24 MPa.

Dřevovláknité desky jsou vyráběny ze dřeva nebo jiných lignocelulózových surovin. Výroba probíhá zplstňováním vláken do nekonečného koberce mokřím nebo suchým způsobem. Jejich vlastnosti je možné ovlivnit lisovacím tlakem, teplotou, přidáním pojiv, použitými přídavnými látkami nebo následným opláštěním. Podle hustoty je pak možné rozdělit dřevovláknité desky na měkké, středně tvrdé a tvrdé. DVD desky se díky jejich tepelně izolačním a akustickým vlastnostem používají na zateplení stěn a střech nebo jako kročejová izolace podlah. Výhodou těchto desek je jak uvádějí Hudec a kol. (2013) lepší fázový posun teplotního pole, tj. doba, za kterou teplo od silného letního slunce projde z fasády stěnou do interiéru a dojde k tzv. přehřátí domu. Tyto desky svou hmotou zabrání prostupu tepla do lehké konstrukce dřevostavby. Pro difuzně otevřené systémy je nutné volit paropropustné desky.

Na navrhovanou dřevostavbu jsou použity tři typy dřevovláknitých desek. Pro opláštění obvodových stěn jsou využity desky Pavatex Isolair o tloušťce 60 mm, hustotě $240 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a součiniteli tepelné vodivosti $0,047 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, tyto desky se prodávají ve formátu 770 x 2 500 mm. Na konstrukci podlahy 1. NP jsou použity desky Pavatex Pavaboard o tloušťce 60 mm, hustotě $240 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a součiniteli tepelné vodivosti $0,046 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, desky se prodávají ve formátu 600 x 1 020 mm. Funkci kročejové izolace v podlaze 1. NP plní desky Pavatex Standard o tloušťce 15 mm, hustotě $230 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a součiniteli tepelné vodivosti $0,046 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, tyto desky se prodávají ve formátu 1 200 x 2 500 (Pavatex, 2015).

OSB desky (Oriented Strand Board) jsou vícevrstvé desky vyráběné z více či méně orientovaných plochých třísek větších rozměrů než mají třísky pro výrobu třískových desek. Vrstvením se docílí toho, že dlouhé třísky jsou ve vnějších vrstvách orientovány převážně v podélném směru a ve střední vrstvě ve směru příčném. Jako pojivo se využívá malé množství fenolformaldehydové pryskyřice. Desky mají dobré mechanické vlastnosti, a proto se často využívají např. na ztužení dřevěných konstrukcí. Desky jsou zpravidla vyráběné v rozměru 625 x 2 500 mm případně 1 250 x 2 500 mm a bývají po obvodu opatřeny perem a drážkou. U budov kde bude OSB plnit funkci vzduchotěsné obálky je nutné zvolit kvalitní desku s vysokou ekvivalentní difuzní tloušťkou, což je tloušťka vrstvy vzduchu, která by svými difuzními vlastnostmi nahradila danou desku. OSB desky se rozdělují podle odolnosti proti vodě na třídy 2, 3 a 4. Třída 2 je pouze do suchého prostředí, třída 3 je OSB deska do vlhkého prostředí a třída 4 je voděodolná.

Pro ztužení sloupkového skeletu rekreačního objektu jsou použity OSB 3 Superfinish Eco s perem a drážkou o rozměru 15 x 625 x 2 500, pro záklop stropu 1. NP jsou použity desky stejného typu ale tloušťky 22 mm. Dle výrobce desek Kronospan, s.r.o. Jihlava, jsou třísky lepeny lepidly bez formaldehydu. Hustota desek je $600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, součinitel prostupu tepla $0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, faktor difuzního odporu 150.

Sádrokartonové desky a sádrovláknité desky se vyrábí ze sádry, do sádrovláknitých desek jsou přimíchána celulózová vlákna, sádrokartonové desky mají tenké sádrové vlákno opláštěné kartonem. Desky se v dřevostavbách používají především pro zvýšení požární odolnosti konstrukce. Tyto desky mají nízký difuzní odpor. Sádrovláknité desky mohou být oproti sádrokartonovým deskám použity jako staticky nosné pro opláštění konstrukcí dřevostaveb.

Na vnitřní opláštění stěn a stropů rekreačního objektu jsou použity sádkartonové desky tloušťky 12,5 mm od výrobce Rigips, s.r.o. Vlastnosti desek uváděné výrobcem jsou následující: součinitel tepelné vodivosti $0,21 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, faktor difuzního odporu 6 – 10, reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1+A1 je A2-s1,d0 tzn. nehořlavé. Desky jsou standardně dodávány v rozměru 1 250 x 2 000 mm.

Při výrobě *cementotřískových desek* se jako pojivo používá portlandský cement, dřevní částice jsou obaleny směsí cementu a vody, následně se deska lisuje a zahřívá. Dle Hudce a kol. (2013) je možné cementotřískové desky rozdělit podle tvaru a hustoty dřevních částic a hustoty výrobků na lehké stavební desky z dřevní vlny, cementotřískové desky střední hustoty z hrubých třísek a na desky vysoké hustoty z jemných třísek. V dřevostavbách se desky z jemných třísek používají např. jako podkladní vrstva do podlah, která díky své vysoké hustotě nahrazuje monoliticky provedenou betonovou mazaninu, takováto vrstva zajišťuje vzduchovou neprůzvučnost.

V konstrukci podlahy 2. NP navrhovaného objektu jsou z výše uvedeného důvodu použity cementotřískové desky tloušťky 20 mm od výrobce Cetris, a.s. Dle výrobce je hustota desek $1\ 150 - 1\ 450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1+A1 je A2-s1,d0. Základní formát desek je 3 350 x 1 250 mm.

6.2 Nedřevěné materiály v obvodovém plášti budovy

Minerální vata se vyrábí rozvlákněním čedičové taveniny, tato vlákna se následně upravují tak, aby vznikly desky potřebných rozměrů a vlastností. Tyto desky se používají v dřevostavbách jako tepelná a zvuková izolace vnitřních prostor, příček a obvodového pláště budovy. Výhodou minerální vaty je její odolnost proti působení ohně, dle ČSN EN 13501-1+A1 je zařazena do třídy reakce na oheň A1, tzn. nehořlavá. Také je odolná vůči vysokým teplotám (vlákna z přírodních hornin mají bod tání okolo $1\ 000 \text{ }^\circ\text{C}$). Tento izolační materiál dobře propouští vlhkost, proto se hodí jako izolant do difúzně otevřených systémů dřevostaveb. Při aplikaci je nutno dbát na to, aby vata nebyla v konstrukci příliš stlačená nebo aby nevznikaly vzduchové dutiny, což by mělo za následek vznik tepelných mostů.

Minerální vata použitá pro rekreační objekt je od výrobce Isover CZ, s.r.o., typ vaty ORSET. Tato vata, jak uvádí výrobce má deklarovaný součinitel tepelné vodivosti $0,038 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$, faktor difuzního odporu 1. Rozměry desek jsou 625 x 1 000 mm.

Pro vytvoření *parotěsnicí vrstvy* se běžně používají termoplastické fólie na bázi

PE nebo měkčeného PVC. Fólie se vyrábějí buď jako třívrstvé nebo čtyřvrstvé. Základní nosnou částí je PE mřížka zajišťující požadovanou pevnost fólie, horní a spodní vrstva polyethylenové fólie zajišťuje omezení pronikání vodní páry z vnitřního prostředí do stavební konstrukce, kde by v důsledku poklesu teploty mohlo docházet ke kondenzaci vodních par. Vedle těchto základních typů se vyrábějí fólie s reflexní schopností, tzn. schopností odrážet sálavou složku tepla zpět do místnosti. Do skladby této fólie je přidána aluminiová vrstva. Reflexní fólie mohou být doplněny o tepelně izolační vrstvu v podobě bublinkové fólie. Účinnost se vyjadřuje faktorem difuzního odporu μ nebo ekvivalentní difuzní tloušťkou s_d .

Pro navrhovanou dřevostavbu je použita parotěsnicí fólie JUTAFOL N 140 Speciál od výrobce JUTA, ten u této fólie uvádí faktor difuzního odporu 200 000 a ekvivalentní difuzní tloušťku 50 m.

Difuzně otevřené fólie (pojistná hydroizolace) jsou většinou netkané textilie z umělých vláken, které jsou schopny na vnějším povrchu odolávat hydrostatickému tlaku, čímž zabraňují případnému zatečení vody do tepelných izolací při poruše krytiny nebo při kondenzaci vzdušné vlhkosti pod krytinou a spodní stranou umožňují snadný prostup vodní páry do provětrávané mezery. Nejlepší difuzně otevřené fólie mají hodnotu $s_d \leq 0,02$ m.

Pro rekreační objekt je zvolena pojistná hydroizolace šikmé střechy JUTADACH 95 AP, od výrobce JUTA která má ekvivalentní difuzní tloušťku 0,02 m.

6.3 Obvodový plášť z hlediska tepelné ochrany budov

Pro obvodový plášť budovy jsou vypočítány součinitele prostupu tepla, ty jsou následně porovnány s normou ČSN 73 0540-2. Součinitel prostupu tepla U je roven převrácené hodnotě tepelného odporu konstrukce R .

$$U = \frac{1}{R} \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2}\text{K}^{-1}\text{)} \quad 6.01$$

Tepelný odpor pro jednotlivé vrstvy se vypočítá jako podíl tloušťky materiálu d a jeho součinitele tepelné vodivosti λ .

$$R = \frac{d}{\lambda} \text{ (m}^2\text{K} \cdot \text{W}^{-1}\text{)} \quad 6.02$$

Hodnoty součinitelů tepelné vodivosti pro jednotlivé skladby obvodového pláště jsou spolu s tloušťkou materiálů uvedeny v tabulkách č. 1, 2, 3 a 4. Součástí tabulek jsou schématické řezy jednotlivými obvodovými konstrukcemi. V případě, že je skladba některé vrstvy v konstrukci nehomogenní (např. dřevěné sloupky a mezi nimi minerální

vata), je celkový součinitel tepelné vodivosti upraven dle poměru zastoupených materiálů.

6.3.1 Součinitel prostupu tepla obvodové stěny

Tab. 1 Skladba materiálů ve svislé obvodové stěně a jejich součinitele tepelné vodivosti (autor, 2015)

SKLADBA MATERIÁLŮ V OBVODOVÉ STĚNĚ A JEJICH SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI			
Číslo	Materiálová skladba	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$)	Tloušťka (mm)
1.	Silikátová omítka Baumit SilikatTop	0,700	4
2.	DVD Pavatex Isolair	0,047	60
3.	KVH Hranol 60 x 140 mm	0,180	140
4.	Isover ORSET	0,038	
5.	OSB 3 SUPERFINISH ECO	0,100	15
6.	Parotěsnicí fólie JUTAFOL N 140 Speciál ⁽¹⁾	-	-
7.	Laťový rošt 40 x 60 mm ⁽¹⁾	0,180	40
8.	SDK	0,210	12,5
Celková tloušťka skladby			271,5

⁽¹⁾ Materiál není zahrnut do výpočtu součinitele prostupu tepla U

Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny:

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

$$R_C = R_{si} + R_{OM} + R_{DVD} + R_{SM;MV} + R_{OSB} + R_{SDK} + R_{se} \quad 6.03$$

$$R_C = 0,13 + \frac{0,004}{0,7} + \frac{0,06}{0,047} + \frac{0,14}{\frac{0,038 \cdot 0,565 + 0,18 \cdot 0,06}{0,565 + 0,06}} + \frac{0,015}{0,1} + \frac{0,0125}{0,21} + 0,04$$

$$R_C = 4,373 \text{ m}^2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R_C} = \frac{1}{4,373}$$

$$U = 0,229 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Součinitel prostupu tepla obvodové stěny je $0,229 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Dle ČSN 73 0540-2 je pro lehkou obvodovou stěnu požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ a doporučená hodnota $0,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Obvodová stěna splňuje normu pro zateplené objekty a je tudíž vhodná pro objekty využívané k celoroční rekreaci.

6.3.2 Součinitel prostupu tepla střešního pláště

Tab. 2 Skladba materiálů v tepelně zaizolované části střešního pláště a jejich součinitele tepelné vodivosti (autor, 2015)

SKLADBA MATERIÁLŮ V TEPELNĚ ZAIZOLOVANÉ ČÁSTI STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ A JEJICH SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI			
Číslo	Materiálová skladba	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$)	Tloušťka (mm)
1.	Betonová taška hladká BRAMAC Classic ⁽¹⁾	1,300	25
2.	Laťování 40 x 60 mm ⁽¹⁾	0,180	40
3.	Kontralaťování 40 x 60 mm ⁽¹⁾	0,180	40
4.	Difuzně otevřená fólie JUTADACH 95 A.P. ⁽¹⁾	-	-
5.	KVH Hranol 80 x 200 mm	0,190	200
6.	Isover ORSET	0,038	
7.	Laťový rošt 40 x 60 mm	0,180	40
8.	Isover ORSET	0,038	
9.	Parotěsnicí fólie JUTAFOL N 140 Speciál ⁽¹⁾	-	-
10.	SDK	0,210	12,5
Celková tloušťka skladby			357,5

⁽¹⁾ Materiál není zahrnut do výpočtu součinitele prostupu tepla U

Výpočet součinitele prostupu tepla v tepelně zaizolované části střešního pláště:

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

$$R_C = R_{si} + R_{SM;MV} + R_{SM;MV} + R_{SDK} + R_{se} \quad 6.04$$

$$R_C = 0,1 + \frac{0,2}{\frac{0,038 \cdot 1,03 + 0,18 \cdot 0,08}{1,03 + 0,08}} + \frac{0,04}{\frac{0,038 \cdot 0,34 + 0,18 \cdot 0,06}{0,34 + 0,06}} + \frac{0,0125}{0,21} + 0,1$$

$$R_C = 5,080 \text{ m}^2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R_C} = \frac{1}{5,080}$$

$$U = 0,197 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Součinitel prostupu tepla v tepelně zaizolované části střešního pláště se sklonem 40° je 0,197 W·m⁻²K⁻¹. Dle ČSN 73 0540-2 je pro střechu plochou a šikmou do 45° včetně, požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla 0,24 W·m⁻²K⁻¹ a doporučená hodnota 0,16 W·m⁻²K⁻¹. Zaizolovaná část střešního pláště se sklonem 40° splňuje normu pro zateplené objekty a je tudíž vhodná pro objekty využívané k celoroční rekreaci.

6.3.3 Součinitel prostupu tepla stropu 2. NP

Tab. 3 Skladba materiálů ve stropu 2. NP a jejich součinitele tepelné vodivosti (autor, 2015)

SKLADBA MATERIÁLŮ VE STROPU 2. NP A JEJICH SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI			
Číslo	Materiálová skladba	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$)	Tloušťka (mm)
1.	KVH Hranol 60 x 200 mm	0,180	200
2.	Isover ORSET	0,038	
3.	Parotěsnicí fólie JUTAFOL N 140 Speciál ⁽¹⁾	-	-
4.	Prkenný rošt 18 x 90 mm ⁽¹⁾	0,180	18
5.	SDK	0,210	12,5
Celková tloušťka skladby			230,5

⁽¹⁾ Materiál není zahrnut do výpočtu součinitele prostupu tepla U

Výpočet součinitele prostupu tepla stropu 2. NP:

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

$$R_C = R_{si} + R_{SM;MV} + R_{SDK} + R_{se} \quad 6.05$$

$$R_C = 0,1 + \frac{0,2}{\frac{0,038 \cdot 0,95 + 0,18 \cdot 0,12}{0,95 + 0,12}} + \frac{0,0125}{0,21} + 0,1$$

$$R_C = 3,968 \text{ m}^2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

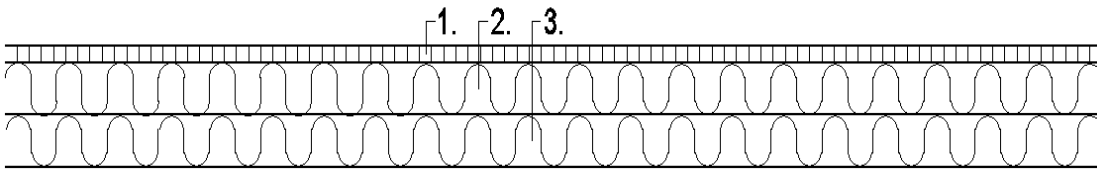
$$U = \frac{1}{R_C} = \frac{1}{3,968}$$

$$U = 0,252 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Součinitel prostupu tepla stropu 2. NP je $0,252 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Dle ČSN 73 0540-2 je pro strop pod nevytápěnou půdou (se střechem bez tepelné izolace) požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $0,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ a doporučená hodnota $0,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Strop 2. NP splňuje normu pro zateplené objekty a je tudíž vhodný pro objekty využívané k celoroční rekreaci.

6.3.4 Součinitel prostupu tepla podlahy 1. NP

Tab. 4 Skladba materiálů podlahy 1. NP a jejich součinitele tepelné vodivosti (autor, 2015)

SKLADBA MATERIÁLŮ V PODLAZE 1. NP A JEJICH SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI			
			
Číslo	Materiálová skladba	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$)	Tloušťka (mm)
1.	Vícevrstvý masivní dílec MD	0,180	19
2.	DVD Pavatex Pavaboard	0,046	60
3.	DVD Pavatex Pavaboard	0,046	60
Celková tloušťka skladby			139

Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy 1. NP:

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

$$R_c = R_{si} + R_{MD} + R_{DVD} + R_{DVD} + R_{se} \quad 6.06$$

$$R_c = 0,17 + \frac{0,019}{0,18} + \frac{0,06}{0,046} + \frac{0,06}{0,046} + 0,04$$

$$R_c = 2,924 \text{ m}^2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{2,924}$$

$$U = 0,342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Součinitel prostupu tepla podlahy 1. NP je $0,342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Dle ČSN 73 0540-2 je pro podlahu a stěnu vytápěného prostoru přilehlého k zemině požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $0,45 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ a doporučená hodnota $0,35 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Podlaha 1. NP splňuje normu pro zateplené objekty a je tudíž vhodná pro objekty využívané k celoroční rekreaci.

6.3.5 Celkové zhodnocení tepelně - technických vlastností

Obvodový plášť objektu vyhovuje požadovaným hodnotám součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ včetně, které jsou uvedeny v normě ČSN 73 0540-2. Doporučené hodnoty bylo dosaženo pouze u konstrukce podlahy 1. NP.

7. Ekonomické aspekty

Pro zjištění celkových přibližných nákladů na použitý materiál je stavba rozdělena na dílčí části. Pro obvodové stěny, vnitřní stěny, podlahu 1. NP, stropní konstrukci 1. NP a podlahu 2. NP jsou vypočteny náklady na materiál, který bude potřebný na 1 m², a následně podle celkové plochy přepočteny na cenu dané konstrukce. Náklady na krov, střešní plášť vč. stopu 2. NP a základovou konstrukci jsou pro vyšší přesnost vyjádřeny z celkového množství použitého materiálu a jeho jednotkové ceny.

Níže provedené kalkulace vychází z výkresové dokumentace, nejsou doplněny o spojovací prostředky, výplňové konstrukce, komínové těleso, zařizovací předměty, instalace a rozvody. Náklady na dopravu materiálu lze z důvodu značného množství odebíraného zboží považovat za minimální. Výjimku tvoří beton, u něhož jsou vysoké náklady na dopravu, proto je jako dodavatel zvolena blízká betonárka v Mariánských Lázních patřící do skupiny Českomoravský beton, s.r.o.

7.1 Přibližné náklady na materiál pro jednotlivé konstrukce

Tab. 5 Materiálové náklady na 1 m² obvodové stěny (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Cena (Kč/m ²)
SDK 12,5 mm	Rigips	41,00
Lat'ový rošt 40 x 60 mm	DEKTRADE	40,00
Parotěsnicí fólie JUTAFOL N 140 Speciál	JUTA	18,00
OSB 3 SUPERFINISH ECO 15 mm	KRONOSPAN CR	126,00
Isover ORSET 140 mm	ISOVER	237,00
KVH Hranol 60 x 140	Dřevoobchod K&C	141,00
DVD Pavatex Isolair 60 mm	Pavatex	408,00
Silikátová omítka Baumit SilikatTop	Baumit	110,00
	Celkem	1 121,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Náklady na 1 m² obvodových stěn vyčíslené v tabulce č. 5 činí 1 121 Kč. Celková plocha obvodových stěn je 170 m² tzn., že přibližná cena materiálu je 190 570 Kč bez DPH. Nejvyšší náklady budou vynaloženy na izolační desky, cena 1 m² DVD desky Pavatex Isolair se pohybuje okolo 408 Kč, což je téměř dvojnásobek pořizovací ceny

desky z minerální vlny Isover ORSET.

Tab. 6 Materiálové náklady na 1 m² vnitřní stěny (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Cena (Kč/m ²)
SDK 12,5 mm	Rigips	41,00
OSB 3 SUPERFINISH ECO 15 mm	KRONOSPAN CR	126,00
KVH Hranol 60 x 140	Dřevoobchod K&C	141,00
Isover ORSET 140 mm	ISOVER	237,00
Prkenný rošt 18 x 90 mm	Dřevoobchod K&C	60,00
SDK 12,5 mm	Rigips	82,00
Celkem		687,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Náklady na 1 m² vnitřních stěn vyčíslené v tabulce č. 6 činí 687 Kč. Celková plocha vnitřních stěn je 127,5 m² tzn., že přibližná cena materiálu je 87 593 Kč bez DPH.

Tab. 7 Materiálové náklady na 1 m² stropní konstrukce 1. NP a podlahy 2. NP (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Cena (Kč/m ²)
Vícevrstvý masivní dílec 19 mm MD	NOVATOP	545,00
DVD Pavatex Standard 15 mm	Pavatex	66,00
Cetris 20 mm	Cetris	335,00
OSB 3 SUPERFINISH ECO 22 mm	KRONOSPAN CR	184,00
KVH Hranol 80 x 240	Dřevoobchod K&C	344,00
Isover ORSET 140 mm	ISOVER	237,00
Prkenný rošt 18 x 90 mm	Dřevoobchod K&C	60,00
SDK 12,5 mm	Rigips	41,00
Celkem		1 812,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Náklady na 1 m² stropní konstrukce 1. NP a podlahy 2. NP vyčíslené v tabulce č. 7 činí 1 812 Kč. Celková plocha stropní konstrukce 1. NP a podlahy 2. NP je 76,5 m² tzn., že přibližná cena materiálu je 138 618 Kč bez DPH. Nejnákladnější položkou této skladby

je podlahová vícevrstvá modřínová masivní deska, jejíž cena za 1 m² je 545 Kč.

Tab. 8 Materiálové náklady na 1 m² podlahy 1. NP (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Cena (Kč/m ²)
Vícevrstvý masivní dílec 19 mm MD	NOVATOP	545,00
Pavatex Pavaboard 60 mm	Pavatex	320,00
Pavatex Pavaboard 60 mm	Pavatex	320,00
Celkem		1 185,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Náklady na 1 m² podlahy 1. NP vyčíslené v tabulce č. 8 činí 1 185 Kč. Celková plocha podlahové konstrukce 1. NP je 76,5 m² tzn., že přibližná cena materiálu je 90 653 Kč bez DPH.

Tab. 9 Materiálové náklady na krov a střešní plášť vč. stopu 2. NP (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Množství	Jednotková cena	Cena (Kč)
KVH Hranol 160 x 240 mm	Dřevoobchod K&C	20,2 m	529 Kč/m	10 686,00
KVH Hranol 140 x 140 mm	Dřevoobchod K&C	20,2 m	263 Kč/m	5 313,00
KVH Hranol 80 x 200 mm	Dřevoobchod K&C	138,2 m	191 Kč/m	26 396,00
KVH Hranol 60 x 200 mm	Dřevoobchod K&C	85,3 m	141 Kč/m	12 027,00
Latě 40 x 60 mm	DEKTRADE	680 m	16 Kč/m	10 880,00
Prkenný rošt 18 x 90 mm	Dřevoobchod K&C	110 m	24 Kč/m	2 640,00
Isover ORSET 200 mm	ISOVER	99 m ²	280 Kč/m ²	22 720,00
Isover ORSET 40 mm	ISOVER	48 m ²	56 Kč/m ²	2 688,00
Difuzně otevřená fólie JUTADACH 95 A.P.	JUTA	138 m ²	36 Kč/m ²	4 968,00
Parotěsnící fólie JUTAFOL N 140 Speciál	JUTA	99 m ²	18 Kč/m ²	1 782,00
SDK 12,5 mm	Rigips	99 m ²	41 Kč/m ²	4 059,00
Betonová taška hladká BRAMAC Classic	BRAMAC	138 m ²	290 Kč/m ²	35 880,00
Celkem				140 039,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Celkové náklady na materiál použitý na krov a střešní plášť vč. stopu 2. NP vyčíslené v tabulce č. 9 činí 140 039 Kč bez DPH. U stanovení nákladů na krytinu, byla cena za 1 m² navýšena z důvodu vyšších cen doplňků (krajní tašky, hřebenáče, stoupací plošina) které by jinak nebyly do výpočtu zahrnuty.

Tab. 10 Materiálové náklady na základovou konstrukci (autor, 2015)

Materiál	Výrobce/dodavatel	Množství	Jednotková cena	Cena (Kč)
Beton C 20/25	ČESKOMORAVSKÝ BETON	32,3 m ³	1 800 Kč/m ³	57 600,00
Kari síť 5 mm, 10 x 10 cm, 2 x 3 m	Ferona	152 m ²	51 Kč/m ²	7 752,00
Štěrka	Severočeské pískovny a štěrkovny	10 m ³	500 Kč/m ³	5 000,00
Asfaltový pás BITAGIT	KVK PARABIT	76 m ²	64 Kč/m ²	4 864,00
Celkem				70 301,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Celkové náklady na materiál použitý na základovou konstrukci vyčíslené v tabulce č. 10 činí 70 301 Kč bez DPH. Základovou konstrukci tvoří vybetonované základové pasy armovaná montážní deska.

7.2 Přibližné náklady na materiál pro celou stavbu

Tab. 11 Celkové materiálové náklady (autor, 2015)

Dílní část stavby	Cena materiálu (Kč)
Obvodové stěny	190 570,00
Vnitřní stěny	87 593,00
Podlaha 1. NP	90 653,00
Stropní konstrukce 1. NP a podlaha 2. NP	138 618,00
Krov a střešní plášť vč. stopu 2. NP	140 039,00
Základovou konstrukci	70 301,00
Celkem	717 774,00

Pozn.: Ceny jsou pouze orientační a uváděné bez DPH

Přibližné náklady na použitý materiál pro stavbu vypočítané ze součtu nákladů na materiál dílních částí (viz tabulka č. 11) činí 717 774 Kč bez DPH.

7.3 Cena stavby dle rozpočtových ukazatelů

Pro zjištění orientační ceny rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek byla vytvořena klasifikace JKSO (jednotná klasifikace stavebních objektů), která není závazná. Dle Fikara (2014) jsou ceny za měrné jednotky odvozeny z báze technicko-hospodářských ukazatelů stavebních objektů firmy PORINGS, s.r.o., která obsahuje reprezentativní vzorek cca 1 200 objektů. Výpočet je současně korigován ukazateli ÚRS Praha, a.s. Cena m³ obestavěného prostoru budovy pro bydlení, jejíž svislá nosná konstrukce je dřevěná a na bázi dřevní hmoty byla pro II. pololetí roku 2014 stanovena na 6 400 Kč bez DPH.

Celková obestavěná plocha dřevostavby pro rekreační účely je 498,4 m³, tzn., že orientační cena objektu dle cen pro II. pololetí roku 2014 činí 3 189 760 Kč.

Z výše uvedeného vyplývá, že přibližné náklady na materiál pro stavbu představují pouze 22,5 % z celkové částky stavby vypočítané dle rozpočtových ukazatelů.

7.4 Porovnání nákladů na realizaci se zděnou stavbou

Cena m³ obestavěného prostoru budovy pro bydlení, jejíž svislá nosná konstrukce je zděná z cihel, tvárnic a bloků byla pro II. pololetí roku 2014 dle JKSO stanovena na 4 700 Kč bez DPH. Z toho vyplývá, že pokud by byl navržený objekt zděný, byla by jeho cena 2 342 480 Kč. Avšak ve srovnání se zděnými variantami je dle Bílka (2005) výraznou předností dřevěných domů o 10 až 15 % větší užitková plocha, při stejné zastavěné ploše. Dřevěné nosné fasádní stěny mají tloušťku cca 250 mm, vnitřní 150 mm, zděné obvykle cca 500, resp. 300 mm. Pokud by tedy měl mít zděný objekt stejnou užitkovou plochu jako navržená dřevostavba, musel by jeho obestavěný prostor činit 573,16 m³, čímž by se zvýšila jeho cena na 2 693 852 Kč. Rozdíl mezi dřevostavbou a zděnou stavbou by tak činil 495 908 Kč ve prospěch stavby zděné. Porovnání nákladů je vypočítáno dle výše uvedených rozpočtových ukazatelů.

8. Diskuze

Návrh rekreačního objektu je řešen individuálně pro konkrétního investora a lokalitu. Přesto je možné ve srovnání s jinými rekreačními objekty, které jsou popsány v kapitole 4.3 a 4.4 najít řadu shodných prvků. Téměř ve všech popsáných případech byly navrženy dvoupodlažní objekty jednoduchého půdorysu, jejichž zastřešení bylo řešeno sedlovou střechou se sklonem přibližně 45°. Fasáda je u výše popsáných objektů řešena odlišně, časté je použití vertikálních či horizontálních palubek nebo obkladových prken, což nebylo v tomto případě v požadavcích investora. Pro střešní krytinu je převážně využit plech, např. falcovaný. Zajímavostí jsou případy, kdy je fasáda a střešní krytina zhotovena ze stejného materiálu, ať už plechu nebo dřeva. Použití odlišných vnějších obkladových materiálů a střešní krytiny ve srovnání s navrhovaným objektem je do jisté míry zapříčiněno lokalitou, ve které se objekty nachází. V případě, že okolí objektu tvoří lesy nebo se objekt nachází mimo obydlenu oblast, jsou přírodně působící výrazové prostředky vítané. U zde navrženého objektu byla snaha o respektování místní architektury, jejíž převážnou část tvoří zděné stavby z poloviny 20. stol.

Nosná konstrukce navrženého rekreačního objektu, tzn. sloupková skeletová, do značné míry koresponduje se systémy, které jsou popsány na příkladech v kapitole 4.3 a 4.4. Jak je výše napsáno, tento systém je u dřevostaveb jedním z nejpoužívanějších. Za vhodnou alternativu je pro rekreační objekty možné považovat srubové a roubené konstrukce, které se těší stále velké oblibě.

Výhodou zvoleného konstrukčního systému a zvolené skladby materiálů je dostatečná izolace, která umožní uživateli rekreačního objektu poměrně rychlé vyhřátí vnitřních prostor na požadovanou teplotu, což kompenzuje obecný požadavek vysokých akumulačních schopností materiálů na stavební konstrukce.

9. Závěr

V rámci bakalářské práce byl vytvořen architektonický návrh a zpracován projekt rekreačního objektu. Výsledný návrh je vzhledem ke své jednoduchosti a absenci specifických výrazových prvků vhodný nejen do určené lokality, ale lze jej s úspěchem realizovat jak v příměstských a vesnických oblastech, tak i mimo obydlenu oblast. V teoretické části práce byl zmapován trend současných realizací rekreačních objektů. Teoretická část zahrnuje rozdělení konstrukčních systémů dřevostaveb a popisy základních použitých materiálů. Praktická část vychází z návrhu objektu a jeho dispozičního řešení a architektonického řešení. V práci byla vypracována výkresová dokumentace včetně technické a průvodní zprávy (viz přílohy č. 1 až 13) v rozsahu pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 62, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. Součástí praktické části je posouzení obvodového pláště z pohledu požadavků na tepelnou ochranu budov, jež ukázalo, že všechny navržené skladby konstrukcí splňují hodnoty požadované normou ČSN 73 0540-2. Pro zjištění předpokládaných nákladů byly vyčísleny náklady na materiál do navržených konstrukčních skladeb bez započtení spojovacích prostředků a nákladů na realizaci. Podle rozpočtových ukazatelů byly vyčísleny i náklady pro celkovou realizaci.

Navržený rekreační objekt v co největší míře využívá dřevo a materiály na bázi dřeva. Řada ostatních materiálů by se dala těmito materiály s úspěchem nahradit, čímž by se kladl ještě větší důraz na ekologické pojetí stavby. Ekologická stránka stavby se dá navíc podtrhnout snížením součinitele prostupu tepla obvodových stěn, doplněním dalšího způsobu vytápění například tepelným čerpadlem nebo použitím solárních panelů. Všechna tato řešení by představovala výrazně vyšší počáteční investici, avšak do budoucna by se dalo počítat s její návratností.

10. Summary

In the context of this thesis, the architectural design was created and made project of a recreational object. The final draft is, due to its simplicity and the absence of specific expressive elements, suitable not only to the designated location, but can be successfully implemented both in urban and rural zones and outside of metropolitan areas. In the theoretical part, the current trend of realization of recreation facilities was mapped. The theoretical part includes the distribution of structural systems of wooden buildings and descriptions of the basic materials used. The practical part is based on the design of the object and its layout and architectural solution. In the thesis, documentation drawings were made, including technical and an accompanying report (see Annex no. 1-13) to the extent of issuing a building permit by Decree 62. The practical part contains the assessment of the thermal protection aspect of outer layers which showed, that all proposed construction composites meets values required by the ČSN 73 0540-2. For the determination of the presumed costs, were estimated costs of material of the proposed construction composites excluding fasteners and implementation costs. Budget indicators were used for the estimation of costs of the overall implementation.

The designed recreational object uses wood and wood based materials as most as possible. Series of other materials would have been sucesfully replaced by those materials, which would put even more emphasis on the concept of ecological construction. Ecological view of building could be additionally emphasized by reduction of heat transfer coefficient of external walls, by adding an additional method of heating, for example using a heat pump or solar panels. All of these solutions would represent a significantly higher initial investment, but in the future, there would be expected its return.

11. Seznam literatury a použitých zdrojů

11.1 Knihy a odborné publikace

Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]. Vyd. 1. Praha: Academia, 2001 dotisk., 834 s. ISBN 80-200-0982-5.

BÍLEK, Vladimír. *Dřevostavby: navrhování dřevěných vícepodlažních budov*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 251 s. ISBN 80-010-3159-4.

BROUMOVSKÝ, Miroslav, Otakar RADA. *Dřevo v rekreačním objektu*. 1. vyd. Praha: Brázda, 1991, 200 s. ISBN 80-209-0187-6.

GABRIEL, Ingo. *Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 136 s. ISBN 978-80-247-3819-2.

HÁJEK, Václav. *Stavíme ze dřeva*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 1997, 153 s. ISBN 80-859-2044-1.

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011, 317 s. ISBN 978-80-247-2275-7.

KUKLÍK, Petr a Jiří STUDNIČKA. *Dřevěné a kovové konstrukce: pro SPŠ stavební*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2006, 187 s. ISBN 80-733-3047-4.

MAREŠ, Jaroslav. *Stavba chaty*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1974, 226 s.

HUDEC, Mojmír, Blanka JOHANISOVÁ a Tomáš MANSBART. *Pasivní domy z přírodních materiálů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 157 s. ISBN 978-80-247-4243-4.

VAVERKA, Jiří, Zdeňka HAVÍŘOVÁ a Miroslav JINDRÁK. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 376 s. ISBN 978-80-247-2205-4.

11.2 Odborné články

FIKAR, Pavel. Orientační ceny rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek objektů pro rok 2014 – II. pololetí. *Materiály pro stavbu*. 6/2014. str. 12.

KADĚRA, Václav. KLH – masivní panely z lepeného dřeva. *STAVEBNICTVÍ 3000*, 2009. Dostupné na <<http://www.stavebnictvi3000.cz/>>.

LÍŠKA, Luděk. Panelové dřevostavby v reálném socialismu. *Tepelná ochrana budov*. 5/2012. str. 30 – 36.

11.3 Normy ČSN

ČSN EN 13501-1+A1 (730860). *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN EN 338 (731711). *Konstrukční řezivo – třídy pevnosti*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN 73 4301. *Obytné budovy*, Praha: Český normalizační institut, 2004.

ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

11.4 Legislativní dokumenty

Česko. Vyhláška 62: kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. In: *Sbírka zákonů č. 62 / 2013*. 2013, 28.

11.5 Internetové portály

ABETE. *Rodinný dům Valašské Meziříčí* [online]. ABETE Dřevostavby s.r.o. 2015. Dostupné na <<http://www.abete.cz/>>.

ABS Portál. *Chata na rekreaci i pro bydlení* [online]. JAGA GROUP, s. r. o. Publikováno 6. ledna 2014. Citováno 15. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.asb-portal.cz/>>.

ABS Portál-1. *Atypický vikendový dům v lesích Stockholmského souostroví* [online]. JAGA GROUP, s. r. o. Publikováno 23. ledna 2015. Citováno 12. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.asb-portal.cz/>>.

Archiweb. *Vikendový dům Stříbrná Skalice* [online]. Archiweb s.r.o. Publikováno 21. července 2010. Citováno 10. dubna 2015. Dostupné na <<http://archiweb.cz/>>.

Archiweb-1. *Chata u Štěchovic* [online]. Archiweb s.r.o. Publikováno 18. června 2009. Citováno 15. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.archiweb.cz/>>.

Camp-straznice. [online]. Autokempink Strážnice, 2015. Citováno 15. dubna 2015. Dostupné na <<http://camp-straznice.cz/>>.

Český rozhlas. [online] Český rozhlas, 2015. Citováno 27. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.rozhlas.cz/zpravy/ekonomika/>>.

Cetris. [online]. CIDEM Hranice, a.s., 2015. Citováno 12. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.cetris.cz/>>.

EARCH. *Letní dům v jižním Burgenlandu* [online]. EARCH. Publikováno 3. února 2015. Citováno 11. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.earch.cz/>>.

Google Maps. [online]. Google, 2015, Citováno 10. dubna 2015. Dostupné na <<https://www.google.cz/maps/>>.

Isover. [online]. Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. Citováno 14. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.isover.cz/>>.

JUTA. [online]. Juta, a.s., 2010. Citováno 13. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.juta.cz/>>.

Kronospan. [online]. KRONOSPAN CR spol. s r. o. Citováno 15. dubna 2015. <<http://cz.kronospan-express.com/cs>>

Pavatex. [online]. Hobra pavatex, 2015. Citováno 11. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.pavatex-shop.cz/>>.

Rigips. [online]. Rigips, Saint-Gobain, 2015. Citováno 11. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.rigips.cz/>>.

TESKO. *Dřevostavba ovčína Dlouhá Stropnice* [online]. České dřevařské závody Praha a. s., 2008. Citováno 5. dubna 2015. Dostupné na <<http://www.konstrukce-tesko.cz/>>.

12. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Průvodní zpráva

Příloha č. 2 – Technická zpráva

Příloha č. 3 – Půdorys 1. NP

Příloha č. 4 – Půdorys 2. NP

Příloha č. 5 – Svislý řez B-B

Příloha č. 6 – Základové pasy s montážní deskou

Příloha č. 7 – Krov

Příloha č. 8 – Svislý řez krovem

Příloha č. 9 – Strop 1. NP

Příloha č. 10 – Pohledy

Příloha č. 11 – Konstrukční detaily

Příloha č. 12 – Situace – širší vztahy

Příloha č. 13 – Situace – zastavovací plán