

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

Realizace rekreačního objektu z bambusu
Diplomová práce
Samostatné přílohy: výkresová dokumentace

2016/2017

Bc. Pavel Zralý

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Realizace rekreačního objektu z bambusu** vypracoval 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom/a, 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 předemtná 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.

Ve

dne

Podpis

ABSTRAKT

Pavel Zralý

Realizace rekreačního objektu z bambusu

Realization of recreational object from bamboo

Diplomová práce zpracovaná na téma „*Realizace rekreačního objektu z bambusu*“ se zabývá využitím alternativního materiálu pro výstavbu zahradního a rekreačního domku o malých půdorysných rozměrech určeného výhradně pro letní užívání.

Práce vychází z poznatků získaných při formování bakalářské práce. Teoretická část se zaměřuje především na doplnění informací týkajících se základů, stěn, podlah a stavebních otvorů a jejich výplní. V praktické části práce je vypracována výkresová dokumentace zahradního domku z bambusu. Dále je vytvořen podrobný výpis materiálu, který slouží jako vstupní data pro výpočty ekonomické nákladnosti projektu. Celkové výsledky jsou porovnány s ekvivalentem dřevěného domku ze smrku a prefabrikovaným zahradním domkem.

Klíčová slova: bambus, rekreační objekt, postup výroby, stavební legislativa, ekonomická náročnost, porovnání

Master thesis is elaborated on the theme „ *Realization of recreational facility of bamboo*“ and it is focused on using alternative material construction of garden and recreational facility on the small ground dimensions intended solely for summer use.

The work is based on the knowledge gained in the formation of the bachelor thesis. The theoretical part focuses primarily on supplement the information concerning the foundations, walls, floors and construction openings and their restorations. The practical part is elaborated Drawing documentation of bamboo garden house. Furthermore is created a detailed statement of material, which is used as input data for calculating the economic cost of the project. Overall results are compared with an equivalent wooden house of spruce and prefabricated garden house.

Key words: bamboo, recreational facility, construction process, construction legislation, economic cost, comparison

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Bambus ve stavebnictví	10
3.2	Dřevěný zahradní domek	10
3.2.1	Nosná konstrukce	11
3.2.2	Konstrukční spoje	12
3.2.3	Konstrukční otvory	13
3.2.4	Výplně konstrukčních otvorů	13
3.2.5	Základy	13
3.2.6	Odpady	14
3.2.7	Vedení elektrické energie	15
3.2.8	Podlahy	15
3.2.9	Stěny	16
3.2.10	Stropy	17
3.3	Impregnace a ochrana bambusových tyčí	18
3.3.1	Termická ochrana bambusových tyčí	18
3.3.2	Chemická ochrana bambusových tyčí	18
4	MATERIÁL A METODIKA	21
5	VÝSLEDKY	22
5.1	Dispoziční řešení objektu	22
5.2	Zaměření objektu	22
5.3	Základy	23
5.3.1	Výkopy	23
5.3.2	Odpady	23
5.3.3	Určení vodorovné roviny	24
5.3.4	Stavba základového pasu a podezdívky	24
5.3.5	Vyplnění základů	25
5.4	Vstupní schodiště	25
5.5	Ukotvení nosné konstrukce	25

5.6	Použité konstrukční spoje	26
5.7	Spojování rámu konstrukce	28
5.7.1	Připojení rámu konstrukčních otvorů	28
5.7.2	Konstrukce horní části rámečku	28
5.7.3	Zavětrování konstrukce	29
5.8	Konstrukce krovu	29
5.8.1	Pokládání stropu a zavětrování	30
5.8.2	Izolace stropu a záklop	30
5.8.3	Krokve a latě	31
5.8.4	Pokládání střešní krytiny	31
5.9	Nosná kostra stěny	32
5.10	Vnější opláštění stěn	32
5.11	Vnitřní výplň stěn	33
5.12	Vnitřní opláštění stěn	33
5.13	Pokládání podlahy	33
5.14	Výpis materiálu a prvků stavby	34
5.15	Ekonomická náročnost projektu	40
5.15.1	Pozemek a terénní úpravy	40
5.15.2	Připojení do sítí	41
5.15.3	Cena za materiál	42
5.15.4	Cena stavby	46
5.15.5	Celkové náklady na projekt	48
5.16	Ekvivalent domku ze dřeva	48
5.16.1	Specifika smrkové konstrukce	48
5.16.2	Materiál smrkové konstrukce	49
5.16.3	Cena práce	52
5.16.4	Celková cena smrkového domku	53
5.17	Ekvivalent prefabrikovaného domku	53
5.17.1	Katalogový dům Anna	53
5.17.2	Náklady na pořízení katalogového domku	55
5.18	Porovnání konstrukcí	56

5.18.1	Porovnání ceny variant řešení	56
5.18.2	Porovnání doby výstavby	57
5.18.3	Porovnání užitné hodnoty	57
5.18.4	Porovnání životnosti	58
5.18.5	Porovnání estetické hodnoty	58
6	DISKUZE	59
7	ZÁVĚR	61
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
10	SEZNAM TABULEK	66
11	SEZNAM PŘÍLOH – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	67

1 ÚVOD

V posledních letech se po celé Evropě stále více rozšiřuje pěstování bambusů, především okrasné odrůdy ale i odrůdy bambusu vhodné pro průmyslové zpracování. Bambus se dostává do popředí především díky jeho vysoké schopnosti se adaptovat na růstové podmínky evropského mírného pásu. Druhá výhoda bambusu je nesčetnost jeho využití na nejrůznější výrobky nebo ve stavebnictví.

V oblastech typických pro výskyt bambusů se objevují celé vesnice postavené z bambusu, což dokládá všestranné možnosti vhodného použití bambusových stébel ve stavebnictví, kde je největší výhodou jeho nízká hmotnost a snadné zpracování.

Při aplikaci poznatků z pěstování a zpracování bambusu můžeme navrhnout konstrukci krovu pro zahradní domek, který bude použitelný v našich klimatických podmínkách, bude dostatečně stabilní, odolný, s dostatečnou životností a únosností. Návrh krovu vychází z klasické koncepce tuzemských typů krovů, kde hlavním prvkem je vazník nesoucí váhu zastřešení. U samotného návrhu je nejdůležitější řešení konstrukčních spojů a rozměry jednotlivých prvků s ohledem na odlišné vlastnosti bambusu od tuzemských dřev.

V práci je porovnáván návrh konstrukce zahradního domku z bambusu s jeho ekvivalentem z domácích dřevin. Bambus jako ekonomicky nenákladný materiál může být únikovou cestou, jak získat nevšední a maximálně ekologický zahradní domek vhodný pro rekreaci. Je však nutné zvážit dostupnost velkého množství bambusu ve střední Evropě a srovnat nákladnost dopravy bambusu z Asie s cenou domácích surovin běžně dostupných.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je návrh projektu rekreačního domku z bambusu a jeho porovnání s ekvivalenty z tuzemských materiálů. V projektu je nutné vyřešit konstrukci stavby a navrhnout postup výroby. Také je nutné provést výpočty materiálu, sestavit výpis prvků a určit cenové kalkulace nákladnosti projektu. Dále je v práci doplněná rešerše poznatků o bambusu a jeho využití ve stavebnictví, která vychází z bakalářské práce zaměřené na návrh bambusové konstrukce krovu. Cílem práce je také vytvoření výkresové dokumentace a určení časové a technologické náročnosti projektu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Diplomová práce přímo navazuje na poznatky a informace uvedené v bakalářské práci a je na ně odkazováno. Literární přehled je tedy doplněním informací, které v bakalářské práci nebyly uvedeny. Uvedené informace se týkají odrůd bambusu použité v bakalářské práci.

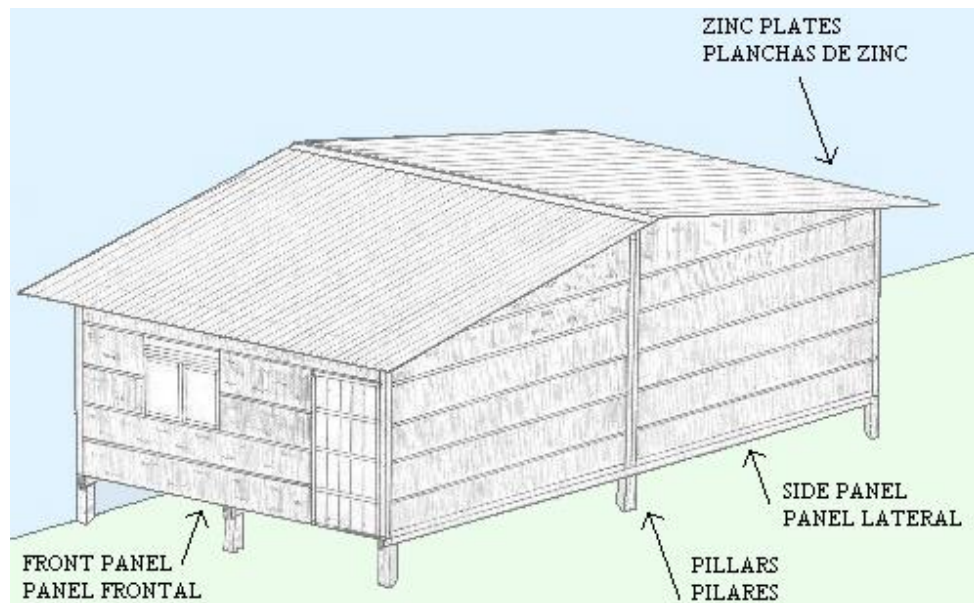
3.1 Bambus ve stavebnictví

Z bambusu je možné postavit celý dům, čehož se využívá především v Indonésii, severní Číně a Vietnamu. Jedná se ale o oblasti, kde není dostupný jiný konstrukční materiál a industrializace, nebo zásah moderních technologií se do těchto oblastí nedostal. Většinou jde o jednoduché, ale důmyslně řešené stavby, jelikož praxe předávaná z generace na generaci postupně eliminuje nedostatky těchto staveb. Největší slabinou bambusových staveb je jejich životnost, která přímo závisí na konstrukčním spojení se zemí a použité ochraně bambusových tyčí především v základech, kde je největší zatížení z hlediska vlhkosti vztlínající ze země a velké riziko napadení houbami a škůdci. S nízkou životností souvisí nutnost stavět domy tak, aby byly jejich části snadno demontovatelné a vyměnitelné. Procesy výměny se týkají především střešní krytiny, vnějších stěn a základů spojených se zemí. Pro řešení konstrukce zahradního domku určeného k rekreaci jsou tyto poznatky zcela dostačující. V následujících podkapitolách je objasněna problematika jednotlivých konstrukčních celků (Pronk 2002).

3.2 Dřevěný zahradní domek

Celodřevěný zahradní domek určený pro letní rekreaci, bez zimního využití, to je časté a oblíbené řešení v současných zahrádkářských koloniích. Zahrady v poslední době velmi změnily svůj charakter využití, kdy se z pěstitelských zahrad staly především místa odpočinku celé rodiny, nebo naopak odpočinku od rodiny. Pro účely rekreace je dost neekonomické stavět velkou zděnou chatu se dvěma patry, která se tak značně podobá malému rodinnému domku. U takového domku není potřeba řešit zateplení, vytápění, a proto ani problémy spojené s úniky tepla a prostupem vlhkosti. Celý domek může být postaven jako odvětrávaný konstrukčně otevřený. Jediným důležitým požadavkem je řešení odpadů a zavedení elektrické sítě jako základní požadavek pohodlí při obývání domku. Dalším požadavkem je zabezpečení proti

neoprávněnému vniknutí, které bude především chránit majetek od podzimu do jara, kdy na zahradu majitelé nezavítají.



Obr. 1 Typický příklad návrhu bambusového domku (Pronk 2002)

3.2.1 Nosná konstrukce

Nejčastěji používaný typ nosné konstrukce všech bambusových domků je rámová konstrukce, která je zpravidla pohledově zakryta opláštěním stěn. U jednodušších staveb se konstrukce nechává pohledová. U ní je daleko snazší údržba a kontrola jejího stavu. Pro nosnou konstrukci se používají stébla v celé délce, která jsou neporušená. Velkou výhodou použití celých stébel je využití jejich pevnosti a pružnosti. Hlavní nosné nárožní sloupky konstrukce se často vyztužují dvěma, nebo 3 stébly, místo jednoho. Jelikož nemohou být použity pevné spoje, které by narušily celistvost bambusových stébel, celá konstrukce musí být zavětrovaná a svázaná. Tyto spoje dodají konstrukci náležitou pružnost, ale ztratí na celkové únosnosti. Konstrukce však není zatížena těžkým krovem a střechou, která je také vyrobena z bambusových tyčí. V bakalářské práci je uvedeno, že bambusový krov s krytinou má čtvrtinovou hmotnost proti smrkovému krovu. Celobambusové budovy v těchto oblastech bývají většinou jednopodlažní, nebo jednopatrové. Rámová konstrukce je nejčastěji vysutá a zvednutá nad okolní terén. Toto řešení přidá úložný prostor pod podlahou a zároveň zajistí hygieničtější a méně vlhké prostředí (McClure 1953).

3.2.2 Konstrukční spoje

Řešení konstrukčních spojů u nosného rámu má svá určitá specifika, která je nutno dodržet, aby se zachovala pevnost jak jednotlivých prvků konstrukce, tak pevnost celé nosné rámové konstrukce. Složitost konstrukce si žádá kombinaci jak volných, tak i pevných spojů. Jejich vzájemné rozmístění je určeno především působením sil na spoje a úrovní narušení celistvosti bambusových tyčí, které jsou extrémně citlivé na porušení trubkové struktury zářezy a štípáním. V bakalářské práci bylo zjištěno, že vrtání snižuje pevnost v ohybu až o 40 % v tlaku o 20-50 %. Při narušení bambusové tyče zářezem nebo dlabem snižujeme pevnost v ohybu až o 80 % a v tlaku o 40-60 % (McClure 1953).

3.2.2.1 Volné spoje – pružné

Tento typ spojů tvoří základ konstrukce, tedy spojení kolmých stojatých prvků s vodorovnými tyčemi. Celý obvod rámové konstrukce včetně spojení s podlahou a stropem je řešen vázáním neporušených bambusových tyčí, které jsou použity nenastavované, v plné délce. Jako nejvhodnější materiál pro vázání bambusových tyčí se používají přírodní materiály, nejčastěji ratanové nebo bambusové pásy. Často bývají pletené z 3 až 6 pramenů pro vyšší pevnost v tahu a nižší riziko usmýknutí. Je možné využít kombinace pletených pásků jako základní spojení dvou tyčí a jednopramenných pásků pro překrytí pletených pásků (Jayanetti, Follet 1998).

3.2.2.2 Pevné spoje – tuhé

I přes své nevýhody v podobě snížení mechanických vlastností bambusových tyčí mají pevné spoje v rámové konstrukci své nenahraditelné místo. Je nutné však použít přesně určené spoje, které minimálně narušují celistvost bambusových tyčí. Jedná se především o zavětrování konstrukce, kdy zavětrování zároveň slouží i jako spodní podpora vázaných vodorovných prvků v rozích konstrukce. Dále jsou pevné spoje využity na spojení rámu konstrukčních otvorů. Tím docílíme, že výplně konstrukčních otvorů jsou spolu s rámem umístěny ve středu stěny v jedné rovině s vodorovnými prvky rámečku. Veškeré konstrukční prvky s užším průměrem jako vzpěry a rozpěry je vždy nutné spojit pevným spojem s hlavními nosnými tyčemi.

Při vytváření pevných spojů se preferují kolíkové spoje, ideálně přeplátované, kdy se minimalizuje ztráta mechanických vlastností bambusových tyčí. U rozpěr a vzpěr je nutné použít čep a dlab, a proto je nutné dbát na rozměry zadlabání a snížení velikosti dlabů na minimální rozměry (Jayanetti, Follet 1998).

3.2.3 Konstrukční otvory

Rámy konstrukčních otvorů je nutné napojit do rámu při stavbě rámové konstrukce a náležitě zavětrovat, čímž zajistíme stálost konstrukce a pevnost konstrukčních otvorů. Spoje se využívají pevné, tedy zadlabávané nebo kolíkové, aby zajistily rozměrovou stálost otvorů a tím i těsnou doléhavost stavebně truhlářských výrobků. Otvory samotné se dělají zpravidla co nejmenší a v nejmenším počtu, především z důvodu nedostupnosti skla v oblastech výskytu bambusových vesnic a také pro lepší ochranu před hmyzem a silným slunečním svitem (McClure 1953).

3.2.4 Výplně konstrukčních otvorů

V oblastech pro bambusové domy typické se okna často nahrazují okenicemi, které se na noc zavírají a tím chrání obyvatele před nepříjemným hmyzem. Tyto okenice mají běžně rám vyrobený z bambusových latí nebo tenkých tyčí. V bohatších oblastech se už objevují okna zasklená, buď pevná anebo otvíravá. Rám zasklených oken už je důmyslněji řešený a tedy často vyrobený z tvrdého dřeva, což zajišťuje delší životnost a větší těsnost oken.

Dveře jsou zpravidla rámové a vyplněné bambusovými nebo ratanovými rohožemi. Dále jako výplň jsou používány bambusové latě, poloviny tyčí nebo tenké tyče. U levnějších domků se zpravidla nevyskytují prahy, pokud ano, jsou vyrobeny z tvrdého dřeva a pevně připevněny do nosné konstrukce podlahy. U zamykatelných dveří je vyžadována dostatečná pevnost a vyztužení zámku proti neoprávněnému vniknutí, rám u exteriérových dveří je tedy vyroben z tvrdého dřeva (McClure 1953).

3.2.5 Základy

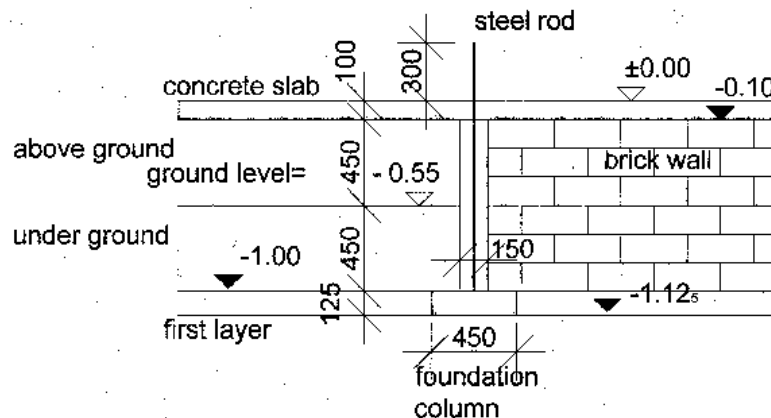
Základy bambusových staveb bývají často zakotveny přímo v zemi nebo usazeny na pevném podkladu, ke kterému jsou pevně připojeny. Provedení základů závisí na terénu, jeho vlhkosti a pevnosti, což přímo ovlivňuje jejich životnost. Je tedy nutná dostatečná ochrana a impregnace základové konstrukce. Na základy se používají dostatečně vyztužené a důkladně vysušené tlusté tyče odrůd *Dendrocalamus* chráněné kouřováním a chemickou impregnací. Ve vlhkých podložích je lepší použít kamenné nebo betonové základy, na které se pevně ukotví celá konstrukce. Takovéto řešení má životnost více než 20 let oproti 5-10 letům u bambusových tyčí zaražených přímo do terénu. Dále je také nutné si uvědomit, že bambusové tyče jsou omezeny délkou a nosné tyče nelze nastavit. Je tedy lepší na betonové základy postavit rámovou konstrukci, kde využijeme celou délku bambusových tyčí (McClure 1953).

3.2.5.1 Základové pasy a podezdívka

Podezdívka se nachází po celém obvodu půdorysu objektu a pod všemi nosnými zdmi a body rámové konstrukce. Do výkopu jsou umístěny velké základové kameny, jež jsou zality betonem a tak je vytvořena první vrstva o minimální tloušťce 125 mm. Do první vrstvy jsou kotveny ocelové armatury dlouhé 1,5 m, které slouží ke spojení nosné konstrukce se základy. Základová podezdívka je na první vrstvu stavěna do výšky 5 cm nad zem, standardně z hliněných cihel. Pro účel diplomové práce jsou cihly nahrazeny ztraceným bedněním (tvárnici) tloušťky 40 cm. Základové pasy jsou zpevněny na vrcholu betonovým věncem o tloušťce 10 cm (Paudel, Ayeh 2003).

3.2.5.2 Srovnání základů

Jelikož celá stavba bude stát na podezdívce, nebude nutné plochu zakrývat základovou deskou. Snižuje se tak náklady na stavbu a zkrátí čas potřebný na výstavbu základů. Rostlou zeminu stačí udusat, zakrýt geotextilií a do roviny vysypat makadamovým štěrkem hrubosti 5-10 cm. Tato úprava zajistí dobrý vzhled stavby a předejde podrůstání stavby rostlinami. Konstruktivní ochrana je u tohoto řešení dostačující, není proto nutná žádná hydroizolace. Odvod dešťové vody z takto vzniklé vany zajistí odvodové trubky umístěné v těsné výšce nad terénem procházející skrze ztracené bednění (Paudel, Ayeh 2003).



Obr. 2 Příklad základového pasu s podezdívkou (Paudel, Ayeh 2003).

3.2.6 Odpady

Svody potrubí odpadů z domku je nutné plánovat před budováním základů. Na rozdíl od bambusových domků stavěných ve východní Asii a jižní Americe je v Evropě zvykem, aby příslušenství bylo součástí domu. U zahradního domku se však nebude počítat s drahým připojením na kanalizační síť, která navíc s velkou pravděpodobností v zahrádkářské kolonii ani nebude dostupná. Řešení tedy nabízí

klasický septik pro záchod a drenážní svod pro umyvadlo a sprchu. Obě zařízení musejí však být vyvedena ze základů, aby se septik dal snadno vyvážet a čistit a drenážní svod nepodmáčel základy.

3.2.7 Vedení elektrické energie

Připojení do elektrické sítě je nejpodstatnější, jelikož v současné době je elektrika pro většinu lidí samozřejmost. Přípojka je zpravidla mimo zahradu a připojení od ní je vedeno pod úroveň zámrazné hloubky tedy 1,2 m v plastové ochranné trubce. Elektřina je vedena pod základovou zdí do středu domku, kde je vytažena kolmo nahoru skrze podlahu. V domku je pak pojistná skříň s elektroměrem a hlavním vypínačem elektrické energie. Elektřina je z elektrické skříně rozvedena kabeláží ukrytou ve stěnách, kde je v půlkulatých plátech stébel dostatek místa pro jejich schování. Toto řešení je opět převzaté z českých chat a zahradních domků, jelikož v oblastech východní Asie a jižní Ameriky se bambusové domky vyskytují převážně v oblastech, které nejsou elektrifikované vůbec nebo jen sporadicky.

3.2.8 Podlahy

Základním nejlevnějším řešením je nechat domek bez podlahy na hliněném nebo betonovém základu. Jedná se o levné a jednoduché řešení, kdy odpadá problém z řešením kotvení do konstrukce. Je zde ale řada nevýhod, především hygiena, tepelná a vlhkostní izolace a možnost vniknutí zvěře, hmyzu a nezvaných návštěvníků. Proto pokud je to finančně možné, volí se podlaha vyvýšená nad okolní terén. Nosná konstrukce podlahy je tedy zabudovaná přímo do rámové konstrukce domku a jsou na ni použity celá stébla v maximální délce, jelikož nejdou nastavovat. Je tedy nutné důkladně propočítat orientaci nosné konstrukce vůči půdorysným rozměrům místností. Na nosnou konstrukci podlah se opět používají nejsilnější stébla (rod *Dendrocalamus*) jako na rámovou konstrukci celého domku. Konstrukční spojení je pro vyšší únosnost opět prováděno svazováním. Na nosné konstrukci je položen podlahový rošt vyrobený z tenčích tyčí (nejčastěji rod *Arundinaria*), které jsou spojeny tuhými kolíkovými spoji. Takto řešená podlaha je díky své výšce dobře ventilovaná, což nám zaručí její stálou nízkou vlhkost a zabrání výskytu hub a škůdců. Proti vrzání podlahy je dobré konstrukci v místech dotyku tyčí proložit gumovými nebo pryžovými podložkami (Gutierrez 2000).

3.2.8.1 Pochůzná vrstva

Nejčastěji je vytvořena z bambusových latí připevněných na podlahový rošt nebo spojených do jednotlivých celků pro jejich snazší výměnu. Dále se taky může skládat z několika vrstev, kdy na bambusové latě je položena bambusová nebo ratanová rohož, která je daleko měkčí a příjemnější na styk s bosou nohou. V lepších domech se ještě mezi latě a rohože vkládá tepelná izolace v podobě moderních materiálů např. polystyren nebo minerální vata. Jako horní záklop mohou být použity prefabrikované bambusové parketové dílce s hladkým povrchem. Jejich cena je ale výrazně vyšší a vzhledově se spíše hodí do luxusnějšího bydlení, než je zahradní domek (Gutierrez 2000).

3.2.8.2 Dláždění koupelny a záchodu

Ve většině bambusových domků se koupelny a záchody nevyskytují, bývají umístěny mimo domek, to ale v našich podmínkách nevyhovuje standardům. Největší problém naskytá řešení podlahy a stěn v koupelně a na záchodě, kde musejí být stěny ochráněny od stříkající a rozlité vody. Jediné řešení je podlahu vydláždít a stěny obložit kachličkami. Srovnání hrbolaté podlahy je provedeno nejlépe jemným pískem, pod který je položena tenká textilie, která brání prosypání písku mezi latěmi. Na písek je nalita tenká vrstva betonu (maximálně 5 cm). Po vytvrdnutí betonu přibližně za 2 – 3 dny je nanášena hydroizolační stěrka. Po zaschnutí stěrky je pomocí pružného lepidla položena mrazuvzdorná dlažba.

Obklady stěn vytvářejí problém v řešení připevnění obkladů na nerovnou plochu. Z tohoto důvodu jsou všechny vnitřní stěny koupelny obloženy bambusovými deskami místo bambusových polovin, jak je znázorněno v půdoryse. Na stěny není nutné nanášet beton, rovnou je nanášena hydroizolační stěrka (stěrka je nanášena zároveň na podlahu i stěny bez přerušení). Na zaschlou stěrku jsou nalepeny pomocí pružného lepidla mrazuvzdorné obklady. Obklady stěn jsou v celé koupelně 2 m nad zem a ve sprchovém koutě až do stropu.

3.2.9 Stěny

Nosnou kostrou stěn je myšlen rošt z bambusových latí, který je upevněn přímo na nosnou rámovou konstrukci jako u klasické dřevostavby. Tloušťku stěny tedy určuje tloušťka nosné konstrukce, ale pokud má být stěna tlustší, není problém rámovou konstrukci vyztužit dalšími sloupky do šířky a tím zdvojnásobit tloušťku stěny. Uchycení roštu na konstrukci je pomocí pružných spojů vázáním bambusovými nebo

ratanovými pásky, což umožňuje snadné rozebrání jednotlivých stěn a případnou výměnu nebo opravu hnilobou poškozených částí konstrukce, výplně nebo pláště stěny. Rošt má dvojí účel, první je nosná funkce výplně stěny, kdy výplň udržuje v stálé poloze a podpírá, druhá je nosná určená pro upevnění záklopu (Janssen 2000).

3.2.9.1 Výplně stěn

Pro výplně stěn existuje řada řešení, ale všechna jsou založena na pevné a syké složce. Nejpoužívanější a nejlevnější je kombinace kamení a jílu, nebo jílu a ratanového proutí. Tyto metody mají dobré tepelně i zvukově izolační schopnosti, vysokou trvanlivost. Nevýhodou je však omezený přístup k nosné rámové konstrukci, kdy je nutné výplň částečně nebo úplně rozebrat. Dále může být výplň z celých stébel připevněných na nosnou konstrukci, které jsou spojeny průvlakem z tenké bambusové tyče. V jižní Americe je velice oblíbená metoda pletených rohoží z tenkých bambusových proužků z obou stran omítaných mazaninou, což je směs jílu a vápna, která po uschnutí vybledne, ztvrdne a vytvoří monolitický díl (Janssen 2000).

3.2.9.2 Záklopy stěn

U nejlevnějších domků se záklopy stěn zjednodušují na venkovní záklop z bambusových tyčí, nebo se vynechá úplně a jako hotová stěna se používá vytvrzená výplň rohožemi omítaných mazaninou. Kvalitnější zpracování stěn má rozdílné záklopy uvnitř a vně. Vně se nejčastěji používají bambusové tyče štípané na poloviny, orientované oblou polovinou ven. Poloviny jsou svisle přivázané na nosný rošt stěny nebo přímo na rámovou konstrukci domku. Tento plášť má vysokou pevnost a odolnost proti povětrnostním podmínkám. Snadno se udržuje a při vyhnití nebo poškození je možné jednotlivé poloviny tyčí vyměnit za nové.

Variant vnitřních záklopů je více a závisí na přání majitele, jestli chce stěny dřevěné nebo omítané. Je možné použít stejný systém jako venku, tedy poloviny tyčí, nebo je možné použít ratanové koberce nebo pletené bambusové rohože. Moderní řešení jsou bambusové desky, sesazované z bambusových latí a lepené, domek tak dostává hladké stěny (Janssen 1981).

3.2.10 Stropy

Levné domky stropy vůbec nemají, pro lepší ventilaci a cirkulaci vzduchu, ale i lepší odvod kouře z ohniště. Pro získání dobrého úložného prostoru se však používají jednoduché stropy, kdy se nosná konstrukce přímo napojuje do rámové konstrukce

domku a pomáhá tak lépe vyztužit celou konstrukci. Stropy mají zpravidla záklop pouze shora, vytvořeného ze středně tlustých bambusových tyčí pro jejich lepší únosnost. Tyče jsou položeny volně, v lepším případě opět připevněny pomocí bambusových nebo ratanových pásků. Na záklop se může opět upěchovat mazanina pro lepší izolaci a na ni položit ratanové nebo bambusové rohože jako pochůznou vrstvu. Většina bambusových domků jsou stavěny jako jednopatrové, půda je tedy brána především jako skladový prostor nebo prostor pro sušení bylin, zeleniny, ovoce atd. (Gnanaharan, Mosteiro 1996).

3.3 Impregnace a ochrana bambusových tyčí

V bakalářské práci byly uvedeny základní metody ochrany bambusu a jejich postup. Popsány byly metody přírodní ochrany, impregnace chemické a termické. Materiál pro stavbu domku má dle rozdílného zatížení degradačními podmínkami různou úroveň ochrany. Pro veškerý materiál se však používá přírodní ochrana snížením obsahu sacharidů a následným sušením. Tyto postupy jsou prováděny přímo při těžbě bambusu na plantážích samotnými pěstiteli. Dodavatelé pouze ověřují kvalitu vysušených tyčí a namátkově kontrolují pracovní postupy sušení a desacharizace. Do České republiky se dostává už vysušený materiál v upravených délkách (Kumar 1994).

3.3.1 Termická ochrana bambusových tyčí

Ochrana tzv. kouřováním není prováděna pěstiteli ani dodavatelem, je tedy nutné ji provést až na staveništi spolu s další chemickou ochranou. Kouřování slouží zejména k úplnému snížení vlhkosti a k zvýšení tvrdosti povrchu tyčí. Dále se změní chemické složení zbylých sacharidů a fungicidním škůdcům bambus daleko méně voní a chutná.

Bambusové tyče jsou vztyčeny pod úhlem 50-70° přes ohniště kde je udržován jen mírný oheň, který je neustále přidušován pro zvýšení tvorby dýmu. Tyče jsou opřeny o rošt a po mírném začernání spodních konců jsou tyče otočeny a ponechány pro kouřování i z horní strany. Proces je závislý především na rozměrech tyčí a s tím související velikost ohniště, ale z pravidla proces trvá 1 den (Kumar 1994).

3.3.2 Chemická ochrana bambusových tyčí

Dodaný materiál je nutné rozčlenit dle následného užití ve stavbě a určit jaké tyče mají být dále chemicky ošetřeny. Jelikož je celá konstrukce otevřená, tak umožňuje volnou cirkulaci vzduchu kolem konstrukce i uvnitř. Jediné zateplení konstrukce je

použito v obvodových stěnách, kdy výplně stěn tvoří minerální vata. Stropy, podlahy i střecha jsou volně přístupné proudícímu vzduchu, což eliminuje vznik veškerého vlhnutí bambusových prvků. Největší nároky na odolnost proti vlhkosti a s tím spojené napadání fungicidními škůdci je tedy kladen na nosné prvky konstrukce, nosné rošty stěn, rámy otvorových výplní, opláštění stěn a také střešní krytiny.

Jako chemickou ochranu používáme dvě základní varianty a to kreosotový olej, který je toxický a zdraví škodlivý, a méně zdravotně nezávadnou směs boraxu a kyseliny borité (Kumar 1994).

3.3.2.1 Kreosotový olej

Je klasický chemický impregnační prostředek používaný řadu desetiletí po celém světě. Výhodou je jeho vysoká účinnost a dlouhodobá trvanlivost impregnace. Velkou nevýhodou je toxicita a škodlivost a omezení na použití pouze pro celé neporušené bambusové tyče.

Postup impregnace kreosotovým olejem spočívá v navrtání 6 mm otvorů do každé dutiny mezi přepážkami bambusové tyče a injektováním oleje dovnitř dutiny. Otvory se vrtají v těsné blízkosti přepážky, aby se předešlo poškození tyčí. Do každé dutiny je injektováno 50 ml oleje. Tyče jsou dále kutáleny a otáčeny aby se olej rozlil po celé ploše dutiny. Tato procedura se opakuje 3 denně po dobu 4 dnů. Nakonec jsou otvory zaslepeny parafinovým voskem (Kumar 1994).

Takto jsou ošetřeny nosné prvky rámečku, nosné rošty stěn a také rámy otvorových výplní.

3.3.2.2 Tetraboritan sodný (borax) a kyselina boritá

Tato impregnační směs je výrazně mladší než kreosot a je také méně zdraví škodlivá. I přes tyto výhody neztrácí na účinnosti proti fungicidním škůdcům. Má nižší trvanlivost než kreosot, nicméně vyplavitelnost z bambusových tyčí je minimální. Výhodou je možnost impregnovat jak celé bambusové tyče, tak i jednotlivé fragmenty.

Samotná impregnace se provádí máčením bambusových polovin a latí v žlabech naplněných 2,5% roztokem boraxu, kyseliny borité a vody v poměru 1 : 1,5. Tedy na 100 litrů roztoku je použito 1 kg boraxu a 1,5 kg kyseliny borité. Nejlepší metodou je máčet celé svazky latí po 20-25 kusech volně svázané pro snadnější manipulaci. Pro úplné ponoření je svazek latí zatížen závažím. Svazky latí jsou ponechány v roztoku minimálně 6 hodin nejdéle však 24 hodin. Následně jsou z roztoku vytaženy a sušeny na slunci vzájemně o sebe opřené nejméně 12 hodin (Paudel, Ayeh 2003).

Pokud jsou máčeny celé tyče, je nutné je navrtat stejně jako u metody s použitím kreosotového oleje, aby se roztok dostal i dovnitř dutin. Roztok musí být zahřát, čímž se výrazně zlepší prostup roztoku do bambusu a proces máčení se tím výrazně urychlí.

Roztokem boraxu a kyseliny borité jsou ošetřeny vnitřní a vnější pláště stěn, střešní krytina a podlaha (Kumar 1994).

4 MATERIÁL A METODIKA

Při navrhování zahradního domku se dodržují platné normy a vyhlášky stavební legislativy, které budou dále uplatňovány od počátku realizace stavby až do závěrečného předání majiteli.

Zejména se jedná o tyto předpisy:

- ČSN 73 4301 Obytné budovy,
- vyhláška 268/2009 Sb. technické požadavky na stavby,
- Stavební zákon 183/2006 Sb.
- Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Před zahájením stavby je nutné zajistit stavební ohlášení na příslušném úřadě a získat souhlas přímých sousedů stvrzený jejich podpisem.

Pro splnění cíle práce, tedy návrhu zahradního domku, byl použit program Autocad 2013 od Autodesku, ve kterém byla narýsována a vytvořena výkresová dokumentace. Jelikož se jedná pouze o návrh konstrukce, ve výkresech půdorysu a řezech nejsou zahrnuty inženýrské sítě.

Dokumentace obsahuje základní výkresy: situaci, dispoziční řešení objektu v půdorysu, půdorys základů a řez základů, pohledy na objekt, detailní řezy objektem jak podélné tak příčné.

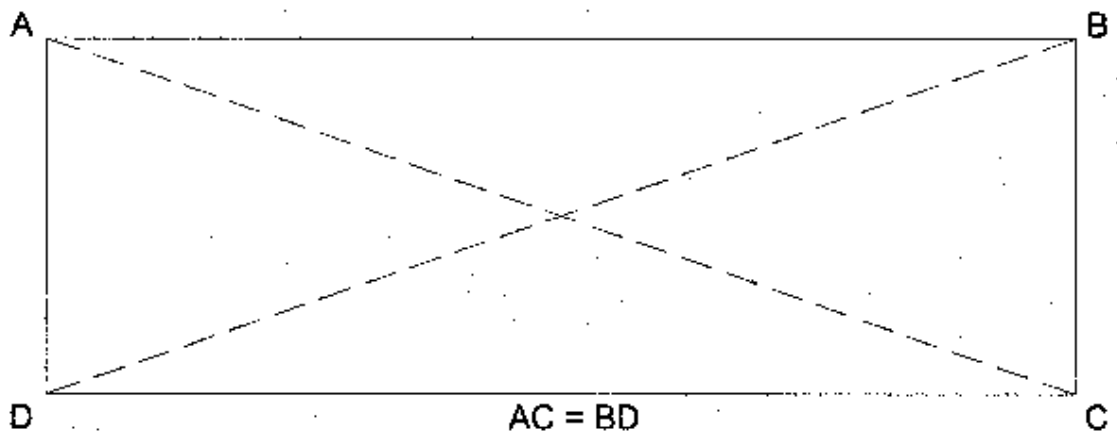
5 VÝSLEDKY

5.1 Dispoziční řešení objektu

Půdorysné rozměry jsou omezeny rozměry použitého bambusového krovu, který byl navržen v bakalářské práci. Rozměry krovu jsou 9 m x 6 m, půdorysné rozměry tedy jsou 8 m x 5 m. Domek je jednopodlažní a bude rozdělen na 2 místnosti oddělené příčkou a dveřmi pro dosažení soukromí v druhé místnosti. Příčka bude zároveň nosná část konstrukce, kde schová nosné prvky rámečku stavby. Rámeček stavby tak bude zpevněn a lépe zavětrován. První průchozí místnost bude sloužit především k přípravě pokrmů a stolování, bude zde malá předsíň pro přezutí hned za vchodovými dveřmi, která bude oddělena od chodby dveřmi. Z chodby bude vstup do koupelny se záchodem oddělen dveřmi a vstup do kuchyně bude oddělen posuvnými dveřmi. V první místnosti bude zavedena vodoinstalace s odpadem a elektrická energie. Místnost nebude sloužit jako obytná místnost. Druhá místnost bude sloužit k obývání, tedy relaxaci, spánku a podobně, bude zde vedena pouze elektrická energie. Z druhé místnosti bude pomocí žebříku možné vystoupit na půdu, která bude sloužit především jako suchý úložný prostor na materiál nebo ovocné a zeleninové produkty ze zahrady.

5.2 Zaměření objektu

U zahradního domku není nutné odborné zaměření ani určení rohů objektu, jelikož se bude jednat o stavbu svépomocí a na pozemku nejsou žádné inženýrské sítě, u kterých hrozí poškození. Na vlastním pozemku zahrady je zvolena nejrovnější část terénu v blízkosti příjezdové cesty. Po vytipování vhodného umístění objektu na pozemku je určeno místo prvního rohu objektu. Zde je umístěn úhelník, který určí pravý úhel rohu domku, a tyč pro navázání provázku, který je srovnán do roviny dle úhelníku a natáhnut směrem k dalším rohům na požadovanou délku 8 a 5 metrů. Dále je nutné natáhnout diagonální provázky mezi protilehlými rohy jako na obrázku. Tuto metodu použil v roce 2003 Paudel při stavbě bambusové školy v Kumasi v Ghaně.



Obr. 3 Vzájemná poloha rohů stavby (Paudel, Aych 2003)

Je nutné, aby se délka diagonál rovnala, tak bude dosaženo obdélníkového půdorysu s pravými úhly a rovnými stranami.

5.3 Základy

Základy objektu jsou řešeny specificky, tedy odlišně od běžných dřevostaveb. Základový pas, na kterém je postavena podezdívka zakončena betonovým věncem. Základovou desku nahradíme vystláním geotextilií a vyplnění sypaným štěrkem, protože domek na základech nebude ležet, ale bude stát na podpěrách kotvených v základové zdi. Jelikož musí být objekt pevně ukotven k základům, je nutné dodržet určitý postup výstavby a do základů zabetonovat ocelové armatury, na které se napojí bambusové tyče.

5.3.1 Výkopy

Pro základy jsou vytvořeny výkopy o minimální šířce 45 cm a hloubce 105 cm. Hloubka základů musí stejně jako u zděných domů, nebo klasických dřevostaveb dodržet minimální nezámrnou hloubku 85 cm. Hloubka je dána vyhláškou a není možné ji snížit.

5.3.2 Odpady

Při vytváření výkopů je důležité si dopředu naplánovat a určit, kterým směrem bude odváděna odpadní voda z domku. V případě tohoto domku je veškeré odpadní potrubí pod jednou polovinou domku, stačí tedy vykopat trasu a uložit odpadní potrubí. Skrze základovou stěnu je nutné potrubí protáhnout mimo půdorys domku a určit místo septiku a vykopat pro něj dostatečnou jámu. Potrubí musí být vyvedeno pod záchod a koupelnu a druhé rameno pod kuchyňský kout. Odpadní potrubí je nutné ochránit

krunýřem z litinové trubky vystlané izolací proti zamrznutí odpadu, která se táhne po celé délce potrubí a skrze základovou zeď.

5.3.3 Určení vodorovné roviny

Další nezbytný požadavek je vodorovnost podezdívky, ta je určena pomocí „vágřisu“, tedy hadicové vodováhy, která funguje na principu spojených nádob. Vodorovnou rovinu je důležité naznačit na pevné tyče nebo prvky, které se po dobu stavby základů nepohnou. Určená rovina se musí umístit 30 cm nad okolní terén, aby byla zajištěna konstrukční ochrana dřevěného domku od povětrnostních podmínek a vlhkosti terénu.

5.3.4 Stavba základového pasu a podezdívky

Na dno výkopů jsou umístěny ploché velké kameny, které jsou zality betonem s jemným štěrkem a v místech budoucích sloupků jsou vztyčeny ocelové armatury. Spodní betonový pas je nad kameny nalit do výšky 10 cm. Spodní pas je nutné nechat vytvrdnout 6-7 dní. Poté je možné zahájit stavbu samotné podezdívky. Pro stavbu je nejvhodnější materiál ztracené bednění z tvarovek vylité betonem se štěrkem. Jednotlivé šáry zdi mají vzájemnou vazbu v rozích, aby se docílilo maximálního zpevnění základů. Vrchol podezdívky je zakončen opět betonovým věncem. Zde je nutné, aby horní vrstva věnce byla hladká a měla sklon 1-2 %. Ve výšce 5 cm nad terén jsou umístěny odtokové trubky pro svod dešťové vody ven ze základů. Trubky jsou ve vzdálenosti 1 m od sebe z každé strany základového pasu.



Obr. 4 Příklad tvorby základové zdi (Paudel, Aych 2003)

5.3.5 Vyplnění základů

Terén uvnitř základové zdi je nutné zhutnit, tak nedojde k zbytečnému sesednutí štěrku pod domkem. Vnitřní prostor základů je vystlán geotextilií, která se musí vytáhnout až po horní okraj podezdívky. Takto vzniklý bazén je vyplněn hrubým štěrkem o průměru 32-64 mm. Při vyplňování je důležité nepoškodit odpadní potrubí. Štěrky je navrstven do výšky 25 cm a rozhrnut do úrovně horní hrany betonového věnce.

5.4 Vstupní schodiště

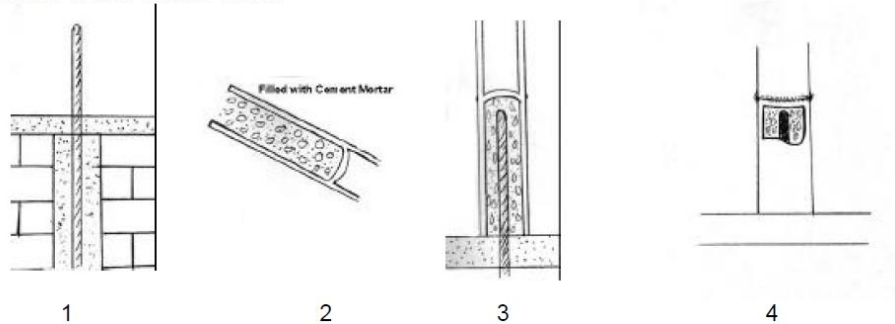
Je samostatně stavěné a napojené na základy. Má 4 stupně, výšku stupně 150 mm, délku stupně 300 mm a úhel schodiště 27°. Rozměr podesty je 790 mm x 1780 mm. Schodiště je monolitické z betonu a napojené na základovou zeď pomocí ocelových armatur.

5.5 Ukotvení nosné konstrukce

Nosná konstrukce se pevně spojí se základovou zdí pomocí armatur a betonu. Pro tuto problematiku je vyvinut specifický postup, který byl použit s velkým úspěchem při výstavbě bambusové školy S. K. Paudelem v Kumasi v Ghaně roku 2003. Pro bambusový domek je použit stejný postup. Bambusové tyče jsou připraveny tak, aby z jedné strany byla vzdálenost od konce po přepážku minimálně 300 mm. Tento konec je naplněn betonem se štěrkem a ucpán tenkou zátkou z bambusové latě s malým otvorem uprostřed, která zabrání vytečení betonu při vzpřimování. Takto nachystaná tyč je nasazena na ocelovou armaturu v základovém pasu. Těsně před dosednutím je nutné zátku vyloupnout a tyč těsně dosadit na základovou zeď. Tyč je nakonec nutné zapřít ze dvou stran, aby držela svislou polohu, než beton zatvrdne. Vzpěry je možné odstranit nejdříve po 3 dnech a s konstrukcí začít pracovat nejdříve po 21 dnech, kdy probíhá hlavní tvrdnutí a zrání betonu v základech. Na následujícím obrázku je pro lepší názornost v bodech shrnuta Paudelova metoda kotvení nosných sloupků, kterou použil při výstavbě bambusové školy v Kumasi v Ghaně roku 2003.



Pictures 14a,b,c: Bamboo column



Obr. 5 Kotvení bambusových sloupků (Paudel, Aye 2003)

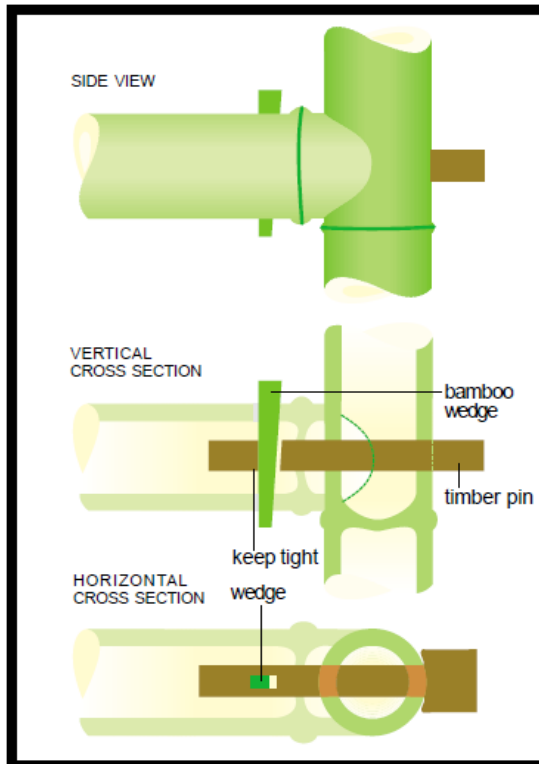
5.6 Použité konstrukční spoje

V rámové konstrukci jsou použity jak vázané spoje, tak i spoje pevné, především kolíkové, dále pak čepové. U všech spojů, kde je použito svazování dvou tyčí kolmo na sebe, je spoj pojištěn tenkým kolíkem, který nemá nosnou funkci, ale pojišťuje spoj proti usmýknutí. Na následujících obrázcích jsou uvedeny spoje, které jsou použity, a údaje, v jakém místě konstrukce.



Obr. 6 Svazovaný spoj ratanovými pásky (Dunkelberg 1985)

Spoj na obrázku je použit u všech spojů sloupků a vodorovných tyčí. Tento spoj je navíc pojištěn kolíkem proti usmýknutí. Pro svázání je možné ratanové pásky nahradit bambusovými, jelikož mají totožné vlastnosti.



Obr. 7 Spojení čepovým klíčem z tvrdého dřeva (Dunkelberg 1985)

Čepový klíč je použití hlavně u připojení roštu nosných stěn do sloupků rámečku. Klíč je vyroben z tvrdého dřeva, jako například akát nebo dub. Tento spoj může být pojištěn svázáním ratanovým páskem.



Obr. 8 Spojení čepem pojištěného svázáním (Dunkelberg 1985)

Tento typ spoje je použit u napojení vazných trámů na sloupky rámu. Vazné trámy jsou provrtány a uloženy na čepy sloupku. Celý spoj je svázán, kolík slouží jako opora pro vazací pásy.



Fig. 64: A joint in Group 5, with steel bolts

Obr. 9 Spojení kolíky z tvrdého dřeva nebo oceli (Janssen 2000).

Případ na obrázku se v konstrukci samostatně nevyskytuje. Kolíkové spoje jsou vždy v kombinaci s vázáním pásky. Obrázek je uveden pro názornost spojení kolíky.

5.7 Spojování rámu konstrukce

Svislé nosné tyče jsou spojeny mezi sebou vodorovnými tyčemi ve dvou úrovních. Nejprve jsou spojeny svislé tyče u země v odstupě 30 cm od podezdívky. Tyče jsou spojovány překrýváním, je tedy nutné počítat s přesahem pro vzájemné svázání tyčí. Také je nutné si uvědomit různou výšku vodorovných tyčí, kdy na delší straně jsou tyče níže a podepírají tyče umístěné na kratší straně. Tyče na kratší straně zároveň slouží jako rošt pro budoucí podlahu. Pro jednodušší přivazování vodorovných tyčí je vhodným řešením jejich podepření betonovou tvárnici nebo dlaždicí u krajních sloupků. Spoje se zpevní tenkým kolíkem z tvrdého dřeva, což pomůže zajistit nepohyblivost spojů.

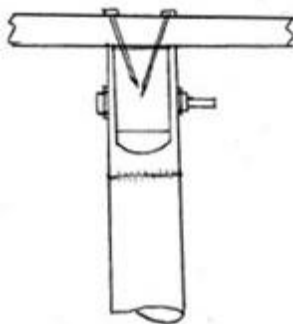
5.7.1 Připojení rámu konstrukčních otvorů

Před připojením horního rámu konstrukce je nutné vztyčit nosné sloupky rámu otvorových výplní, protože následně už by nebylo možné je do konstrukce upevnit tak, aby zajistili stabilitu při otevírání oken a dveří. Sloupky jsou položeny kolmo na tupo na vodorovné tyče. Pro přesné umístění je použit dvojitý zadlabaný čep. Spoj proti uvolnění je opět pevně svázán. Sloupky rámu jsou při vztyčování spojeny spodním a horním rámem stejným způsobem jako jsou připojeny rámy otvorových výplní, tedy dvojitý nebo jednoduchý čep a dlab.

5.7.2 Konstrukce horní části rámečku

Po spojení spodního rámu konstrukce a napojení rámu otvorových výplní je možné spojit sloupky v horní části v úrovni stropu. I zde je použit stejný systém kladení

vodorovných tyčí, kdy jsou nejprve přivázány tyče na delší straně a následně tyče na straně kratší. Při kladení tyčí jsou využity rámy oken a dveří jako podpora. Předem připravené tyče s dlabem v místě rámu jsou usazeny na sloupky s čepem. Tyč je opět pevně svázána se sloupky a proti nechtěnému pohybu pojištěna čepy. Horní tyče na kratší straně jsou jednak podepřeny delšími tyčemi, ale především jsou položeny na svislé sloupky. Pro lepší ukotvení jsou horní konce sloupků vykrojeny a spoj je podpořen kolmým dvojitým čepem z tvrdého dřeva. Zde je nutné dbát na dobré ukotvení vodorovných tyčí, jelikož zároveň tvoří vazné trámy krovu.



Obr. 10 Nákres příkladu spojení vazných trámů a sloupků T-klínem (Paudel, Aych 2003)

5.7.3 Zavětrování konstrukce

Pro zvýšení celkové stability rámečku je nutné konstrukci v rozích náležitě zavětrovat. Do nárožních sloupků a spodního a horního rámu musí být vyhloubeny otvory pro rozepření šikmými zavětrovacími vzpěrami. Konce podpor jsou upraveny na čep pro zasazení do sloupků a tyčí. Vzpěry jsou umístěny v každém nároží z obou stran, nahoře i dole. Jelikož se jedná o další výrazné narušení celistvosti sloupků, je nutné uvažovat delší vzpěry na delší straně a kratší na kratší straně. Tím je rozloženo oslabení nárožních sloupků na větší délku a plochu, čímž se předejde destrukci. Vzpěry jsou umísťovány zároveň s vodorovnými tyčemi, protože dlaby pro čepy musí být co nejmenší a klasické zasazení jako u běžných konstrukcí z nativních dřev nepřipadá v úvahu.

5.8 Konstrukce krovu

Krov je stavěn následně po dokončení rámečku. Do vazných trámů jsou vydlabány otvory pro rozpěry a vyvrtány otvory pro jistící kolíky. Nejprve jsou do předpřipraveného věšadla osazeny rozpěry, které mají do nachystaných otvorů vloženy podpěry. Celek je spojen vsazením rozpěr do vazného trámu a podpěr do věšadla. Zadlabané spoje jsou svázány a na vazný trám je nasazen ocelový třmen,

který je utažen k věšadlu. Díky tomuto řešení vzniká požadované přepětí a též dává vazbě tuhost. Rozpěry jsou pojištěny páskem připevněným na věšadlo. Pásek je pouze přivázán, jelikož slouží jen jako vzájemná fixace rozpěr.

Vazby jsou vzájemně spojeny jednak vrcholovou vaznicí, ale také dvěma vaznicemi umístěnými u paty krovu a dvěma průběžnými vaznicemi podporující věšadlo z každé strany uprostřed vazby. Vaznice jsou opět přivázány a pojištěny kolíky proti nechtěnému vzájemnému pohybu prvků krovu.

5.8.1 Pokládání stropu a zavětrování

Vaznice zároveň slouží jako rošt stropu, který pouze odděluje půdu od obytné části, je tedy z 1 vrstvy kladených tenkých bambusových tyčí, izolace a spodního záklopu z bambusových desek. Tyče jsou kladeny vodorovně na vazné trámy a jsou připevněny propletením bambusových pásků k vaznicím. Při kladení podlahy je nutné dbát ponechání volných mezer pro vzpěry zavětrování a volné konce pro umístění krokví. Vstup na půdu musí být orámován, aby ho bylo možné zavřít a umístit zde zkrácené stropní tyče. Jako rám vstupu slouží z jedné strany středová vaznice a z druhé strany přidaná vaznice umístěná v $\frac{1}{4}$ vazného trámu.

Vazby je také nutné zavětrovat, aby nedošlo k jejich uhnutí od svislé roviny. Podpěry zavětrování jsou opřeny mezi věšadlem a vaznicemi umístěnými ve středu stropu. Do věšadla je opět zadlabaný čep a spoj je svázaný. Spojení podpěry mezi vaznicemi je řešeno pouze vázáním, jelikož je zde těsná mezera pro podporu mezi dvěma vaznicemi.

5.8.2 Izolace stropu a záklop

Strop je nutné stejně jako stěny zaizolovat proti případným ztrátám tepla. Tloušťka izolace je dána tloušťkou vazných trámů, tedy 150 mm. Jako materiál je pro jednoduchost montáže a nízkou cenu použita minerální vata. Vata je připevňována pomocí drátového výpletu napnutého mezi vazné trámy. Výplet slouží pouze k přidržení minerální vaty na místě, dokud se nepřipevní spodní záklop bambusových desek. Na výplet postačí tenký vázací drát, v konstrukci se ponechá.

Spodní záklop bude pro jednoduchost a lepší funkčnost vyroben z prefabrikovaných třívrstvých bambusových desek tloušťky 3 cm, šířky 1 metr a délky 2,5 metru. Desky je možné vrtat i řezat, je tedy s nimi snadná manipulace, navíc jsou lehké a relativně pružné, křížová orientace překližování jednotlivých vrstev ale

minimalizuje prohýbání desek vlastní vahou. Bambusové desky jsou na kratších krajích provrtány v odstupu 5 cm a skrze otvory jsou přivázány k vazným trámům.

5.8.3 Krokve a latě

Na takto nachystané vazby a vaznice jsou postupně umisťovány předem připravené krokve s vykrojeným koncem pro dobré nasazení na vrcholovou vaznici. Krokve jsou k vrcholové vaznici připojeny kolíkem a svázané pro vyšší pevnost. Ke spodním vaznicím jsou krokve už pouze přivázány. Na krokve jsou přivázány latě, které ponесou bambusovou střešní krytinu, a také slouží jako vzájemné spojení krokví do pevného celku. U krokví i latí je nutné dodržet správné rozteče vzdáleností, aby měla střecha požadovanou nosnost a bylo možné položit krytinu z bambusových polovin tyčí.



Obr. 11 Praktický příklad přivazování střešních latí (Paudel, Aye 2003)

5.8.4 Pokládání střešní krytiny

Jako střešní krytina byla zvolena bambusová tyč rozštípnuta na polovinu, zbavena kolénkových prepážek a položena podélně tak, že vždy 2 poloviny tyče vedle sebe vnitřní stranou ven. Škvíra mezi dvěma polovinami tyčí je překryta jednou polovinou otočenou vnější kulatou stranou ven. Vzniká tak dvouvrstvá krytina, jak je vidět na obrázku. Použity musí být tyče širšího průměru (ideální odrůdy *Phyllostachys* s průměrem tyčí 100 mm), aby se předešlo vzniku kapilárního jevu a stání vody v tenkých mezerách mezi polovinami tyčí. Jednotlivé poloviny tyčí jsou přivázány na střešní latě. Pokládání střešní krytiny začíná od paty střechy a postupuje směrem nahoru, stejně jako u klasické taškové střechy, aby se docílilo správné skladby střechy a dobré konstrukční ochrany bambusu. V hřebeni se stýkají obě strany polovin bambusových tyčí a vzniká zde mezera. Proto je hřeben zakryt polovinou bambusové tyče většího průměru zbavené kolénkových prepážek.



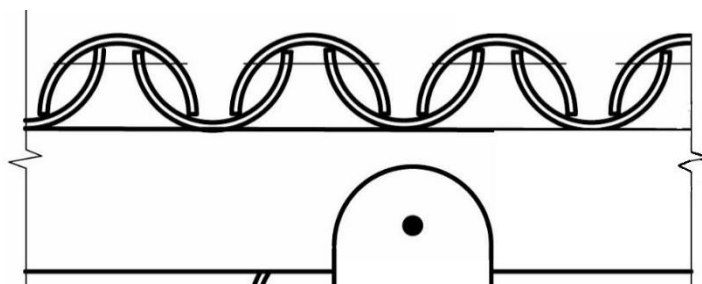
Obr. 12 Příklad pokládky střešní krytiny (Pixwood 2014)

5.9 Nosná kostra stěny

Dalším krokem výstavby domku je stavba stěn, ty se skládají z nosné kostry, která je pevně spojená s rámem konstrukce domku, z vnějšího a vnitřního pláště stěn a výplně stěn. Nosná konstrukce každé stěny je tvořena dvěma bambusovými paždíky vsazenými mezi nosné sloupky rámu. Paždíky jsou na každém konci vykrojeny, aby dobře sedly mezi sloupky. Upevnění paždíků zajišťuje minimální vůle v rozměrech mezery mezi sloupky a délkou paždíku. Pro zapření paždíku při vklínění mezi sloupky jsou umístěny ze spodu na každé straně kolíky, které zároveň určují výšku paždíku a jeho vodorovnost.

5.10 Vnější opláštění stěn

Pro opláštění budovy je použita stejná metoda jako pro bambusovou střešní krytinu krovu. Poloviny bambusových tyčí jsou uloženy ve dvou vrstvách, kdy je vnitřní vrstva upevněna vnější oblou stranou dovnitř a je překryta druhou vrstvou s opačnou orientací polovin. Poloviny tyčí musí být vyrobeny ze stébel o větším průměru a tloušťce stěny, aby plášť poskytl náležitou ochranu před vnějšími vlivy. Nejproblematictější je uchycení polovin tyčí k nosnému roštu stěny. Efektivní řešení je vyvrtání čtyř otvorů, vždy v páru v každé polovině tyče. Otvory jsou vyvrtány v úrovni roštu stěny, nad a pod jednotlivým paždíkem. Skrze tyto otvory jsou poloviny tyčí samostatně přivazovány k roštu stěny. Díky tomuto řešení je možná snadná výměna jednotlivých polovin tyčí. Na následujícím obrázku je vidět skladba vnějšího pláště.



Obr. 13 Řešení vnějšího záklopu dvojvrstvou z polovin tyčí (obrázek autora)

5.11 Vnitřní výplň stěn

Než jsou stěny zaklopeny i zevnitř, je nutné stěny vyplnit vhodným materiálem, který zlepši izolační schopnosti, a pomůže lépe udržet teplo během chladných letních nocí. Jako vhodná izolace může být použita vrstva skelné nebo minerální vaty. Minerální vata má přednost především pro její nehořlavost, ale také pro snadnější manipulaci, kdy se dá skvěle využít pevnosti vaty a nařezat si přesné kusy pro vyplnění stěny. Místa, kde je rošt a nosná konstrukce, sice vytváří tepelné mosty, ale vzhledem k určení domku pouze pro letní účely je možné tento nedostatek opomenout.

5.12 Vnitřní opláštění stěn

Vyplněnou stěnu uzavírá vnitřní plášť, který je jednodušší než vnější opláštění budovy. Vnitřní záklop se skládá z jedné vrstvy bambusových tyčí upevněných vnější hladkou stranou ven. Poloviny tyčí jsou přivazovány co nejtěsněji na sebe a co nejvíce na pevně, aby se dosáhlo stabilního a pevného záklopu.

U koupelny a kuchyňského koutu je záklop jiný. Musí se použít bambusové desky, které se dají potáhnout hydroizolační stěrkou, která zabrání prostupu vlhkosti do stěny, čímž se předejde vlhnutí a plesnivění stěn. Na takto předpřipravenou stěnu je možné pružným lepidlem nalepit mrazuvzdorné obklady. Obložené místnosti je nutné nechat náležitě vyschnout před dalšími kroky stavby.

5.13 Pokládání podlahy

Podlaha je položena na roštu z bambusových tyčí, které slouží zároveň jako hlavní spojovací prvky rámu. Podlaha je v každé místnosti pokládána samostatně a má pouze tři vrstvy. Vrchní vrstva má funkci jak nosnou, tak i pochůznou. Druhá vrstva je z minerální vaty a slouží jako tepelná izolace a výplň podlahy. Ze spodní strany je izolace zaklopena záklopem z bambusových desek, stejných jako jsou použity na strop a stěny. Desky mají výhodu, že mají povrchovou úpravu bránící jejich navlhání.

V koupelně je podlaha pětivrstvá s hydroizolací. Jako nosnou vrstvu podlahy jsou použity tenké bambusové tyče, přivázané na roštu, v těsném uložení. Na tyčích je položena tenká textilie a je zasypaná pískem, který vyrovná nerovnosti tyčí. Na urovnaný písek je nalita tenká vrstva betonového potěru (3 cm), který se musí nechat důkladně vytvrdnout po dobu 3 dnů. Na betonový potěr je natažena hydroizolační stěrka, která je vytažena i na stěny a tvoří tak celistvou plochu. Dále po zaschnutí stěrky jsou pomocí stavebního lepidla přilepeny mrazuvzdorné dlaždice, které zajišťují pevný povrch podlahy odolný proti vodě.

5.14 Výpis materiálu a prvků stavby

Z podrobné výkresové dokumentace bylo spočítáno množství veškerého stavebního, konstrukčního a spojovacího materiálu použitého při výstavbě. Pro lepší přehlednost je výpis materiálu rozdělen do tabulek na jednotlivé bloky dle průběhu výstavby a typu materiálu. Tabulka prvků krovu vychází z tabulky uvedené v bakalářské práci, tabulka konstrukce rámu je počítána dle stavebních výkresů. Tabulka zařízení a vybavení vychází z výkresů a nutného vybavení k pohodlnému bydlení. Tabulka materiálu potřebného na základy je zpracována na základě informací od dodavatelů stavebního materiálu a množství a objemové metry jsou započítány v následujících vzorcích.

Pro přesnější a jednodušší výpočet celkového objemu stavěných základů byla plocha základů rozdělena na 7 částí a to 4 podélné a 3 příčné, rozměry jsou převzaty z výkresu základů.

$$V_1 = a * b * h * 3$$

$$V_1 = 5250 * 450 * 400 * 3$$

$$V_1 = 2835000000 \text{mm}^3 = 2,835 \text{m}^3$$

$$V_2 = a * b * h * 4$$

$$V_2 = 3525 * 450 * 400 * 4$$

$$V_2 = 2538000000 \text{mm}^3 = 2,538 \text{m}^3$$

$$V_{\text{kámen}} = V_1 + V_2$$

$$V_{\text{kámen}} = 2,835 + 2,538 = 5,373 \text{m}^3 \cong 5,4 \text{m}^3$$

$$m_{\text{kámen}} = V * \rho_{\text{žula}} * k_f = 5,373 * 2800 * 0,65 = 9778 \text{kg} \cong 9800 \text{kg} \approx 10 \text{t}$$

Kámen se nakupuje na celé tuny, proto je nutný přepočítání objemu na hmotnost, kde $\rho_{\text{žula}}=2800\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ je hustota žuly a $k_f=0,65[-]$ koeficient zaplnění kamenem.

$$A = (5250 * 3) + (3525 * 4) = 29850\text{mm} = 29,850\text{m}$$

$$C_{\text{tvárnice}} = \frac{A}{a_{\text{tvárnice}}} * \frac{H_{\text{zdi}}}{h_{\text{tvárnice}}} = \frac{29850}{500} * \frac{900}{250} = 59,7 * 3,6 \approx 60 * 4 = 240\text{ks}$$

Při rozdělení výšky základové zdi výškou jedné tvárnice vychází poměr 3,6, jelikož je poměr zaokrouhlen na celé číslo 4 a tvárnice se ve snížené výšce nedělají, je nutné počítat 4 vrstvy tvárnic, kdy poslední vrstva (60 ks) musí být seříznuta z 250 mm na 150 mm. Je tedy nutné připočítat cenu za spotřebované diamantové kotouče.

$$V_{\text{beton}} = 2V_{\text{cement}} + 3V_{\text{písek}} + 2V_{\text{šterk}}$$

$$V_{\text{beton}} = (A * b * 2h) + (a_1 * b_1 * h_1 * C_{\text{tvárnice}}) + \left(V_{\text{kámen}} - \frac{V_{\text{kámen}}}{k_f} \right)$$

$$V_{\text{beton}} = (29,85 * 0,45 * 200) + (0,42 * 0,37 * 0,25 * 240) + (5,373 - (5,373 * 0,65))$$

$$V_{\text{beton}} = 13,89 \cong 14\text{m}^3$$

Objem betonu pro celou závěrnou zeď zahrnuje součet spodního a horního betonového věnce, výplň betonových tvárnic (a_1, b_1, c_1 vnitřní objem tvárnice) a výplň mezi loženým kamenem 35 %.

$$14\text{m}^3 = 2V_{\text{cement}} + 3V_{\text{písek}} + 2V_{\text{šterk}} \rightarrow \frac{14}{7} = 2$$

$$V_{\text{cement}} = 4\text{m}^3$$

$$V_{\text{písek}} = 6\text{m}^3$$

$$V_{\text{šterk}} = 4\text{m}^3$$

$$m_{\text{cement}} = V_{\text{cement}} * \rho_{\text{cement}}$$

$$m_{\text{cement}} = 4 * 3150 = 12600\text{kg}$$

$$C_{\text{pytlů}} = \frac{12600}{25} = 504\text{pytlů}$$

Portlandský cement se prodává po 25 kg pytlích, proto je nutné si potřebný objem cementu přepočítat na hmotnost a z té získat počet pytlů cementu.

$$V_{kačirek} = a * b * h * k_{f2}$$

$$V_{kačirek} = 4450 * 3525 * 500 * 0,85 = 6666656250mm^3 = 7,66m^3 \approx 8m^3$$

Objemové množství hrubého štěrku použitého na vyplnění základové zdi ($k_{f2}=0,85$ koeficient zaplnění štěrkem) je počítáno pouze do výšky zdi nad terénem, rozměry vnitřního objemu jsou převzaty z výkresu základů. Štěrka je možné koupit pouze na celé prostorové metry, proto je zaokrouhlen na $8m^3$.

$$S_g = (a * b) + (2 * a * h) + (2 * b * h)$$

$$S_g = (4,45 * 3,525) + (2 * 4,45 * 0,5) + (2 * 3,525 * 0,5)$$

$$S_g = 23,66m^2 \approx 24m^2$$

$$S_c = 4 * S_g = 4 * 24$$

$$S_c = 96 m^2$$

Vnitřní plocha základů je zaokrouhlena na celé m^2 , protože je nutné počítat s přesahy v rozích, kde se vzájemně překrývají boky. S_g je plocha jedné poloviny základů. S_c je celková plocha použité textilie, kde každá polovina vnitřku základů je překryta dvojitou vrstvou, pro lepší izolaci proti prorůstání.

Tab. 1 Výpis materiálu pro základy

Výpis materiálu - základy				Rozměry [mm]/objemové množství [m ³]		
Název	materiál	Množství ks/t	třída	délka	šířka/průměr	výška/objem [m ³]
Ztracené bednění	betonové tvárnice	240 ks	45	500	450	250
Ploché kameny	žula	10 t	štípaný hranol	300-600	450-500	100-400
Ocelové armatury	betonářská ocel	27 ks	B500B	1800	30	-
Cement	portlandský	504 pytlů 25kg	42,5 R	-	-	4
Písek	bračický	-	CE	-	0-2	6
Jemný štěrk	žula	-	EN 13242	-	0-16	4
Hrubozrný štěrk	žula	-	102	-	22-63	8
Geotextilie	polypropylen	1 ks	tkaná	100000	5250	525m ²

V tabulce 1 je vidět u každého materiálu kalkulovaná zpotřeba, respektive minimální dostupné množství omezené prodejními jednotkami. Například u geotextilie určené pro stavební účely je dostupnou nejméně ve 100m rolích v šířce 5,25m.

Tab. 2 Kusovník bambusových tyčí

Kusovník - celé bambusové tyče				Rozměry [mm]		
Název dílce	Odrůda	Množství	Jakost	Vnější průměr	Vnitřní průměr	Délka
Nosný sloup	Dendrocalamus	27	A	150	130	2700
Podélný průvlak	Dendrocalamus	4	A	150	130	8050
Příčný průvlak	Dendrocalamus	12	A	150	130	8300
Rozpěra podélná	Phyllostachys	16	B	100	80	2100
Rozpěra příčná	Phyllostachys	12	B	100	80	1480
Sloupek otvoru	Dendrocalamus	6	A	150	130	1350
Překlad otvoru	Dendrocalamus	15	B	150	130	3260
Nosný rošt zdi	Dendrocalamus	18	A	150	130	3760
Podlaha	Arundinaria	200	B	50	40	3450
Strop	Arundinaria	180	B	50	40	4890
Vazný trám	Phyllostachys	3	A	100	80	5300
Hřebenová vaznice	Dendrocalamus	1	A	100	80	9000
Pozednice	Dendrocalamus	2	A	100	80	9000
Věšák	Phyllostachys	3	A	100	80	2100
Rozpěra	Phyllostachys	3	B	100	80	1480
Vzpěra	Arundinaria	6	B	50	40	1350
Hlavní krokev	Dendrocalamus	6	A	100	80	3260
Hřebenová krokev	Dendrocalamus	18	A	100	80	3760
Střešní lať	Arundinaria	12	B	50	40	9000
Kusovník - poloviny bambusových tyčí		množství		Rozměry [mm]		
Název dílce	Odrůda	poloviny	celé tyče	Jakost	Vnější průměr	Délka
Střešní krytina	Phyllostachys	360	180	B	100	960
Hřebenáč	Phyllostachys	1	1	B	100	9000
Záklap zdi vnitřní	Phyllostachys	248	124	B	100	1955
Záklap zdi vnější	Phyllostachys	266	133	B	100	2100

V tabulce 2 jsou vypsány veškeré konstrukční prvky domku, ke každému prvku je přiřazena odrůda dle účelu prvku. Nejvyšší statickou pevnost a únosnost se vyznačuje odrůda *Dendrocalamus*, proto je použita u hlavních nosných prvků, v konstrukci má také nejvyšší zastoupení. Pro lepší přehlednost je tabulka rozdělena na část s celými tyčemi a část s polovinami tyčí. Na poloviny tyčí je použita odrůda *Phyllostachys* pro

svoji dobrou štípatelnost. V délkách prvku jsou zahrnuty i nutné přesahy pro dobré vzájemné spojení prvků.

$$V_k = 67,5m^3 = V_{max} \geq V_b$$

$$V_b = (\pi * a_1^2 * h_1 + \pi * a_2^2 * h_2 + \pi * a_3^2 * h_3) / k_f$$

$$V_b = \pi * 0,075^2 * 330 + \pi * 0,05^2 * 896 + \pi * 0,025^2 * 1687) / 0,7$$

$$V_b = (5,82 + 7,03 + 3,31) / 0,7 = 23,1m^3$$

Vzorec pro výpočet celkového objemu bambusových tyčí pomůže určit, jestli se veškerý materiál vejde do jedné dávky. Velikost dodávky limituje vnitřní rozměr kontejneru $V_k = 67,5m^3$. Objem tyčí je počítán jako součet délek tyčí pro jednotlivé průměry (h_1, h_2, h_3) násobených plochou průřezu (a_1, a_2, a_3). S ohledem na kruhovitý profil tyčí je nutné připočíst koeficient zaplnění $k_f = 0,7^{-1}$.

Tab. 3 Výpis spojovacího materiálu

Kusovník - spojovací materiál		Rozměry [mm]				
Název	Materiál	množství	profil	Šířka/průměr	Tloušťka	Délka
Čep	Dub	117	válec	20	-	150
páska - střešní laťe	ratan/Bambus	72	obdelník	10	2	1000
páska - vazba krovu	ratan/Bambus	36	obdelník	10	3	2000
páska - vaznice	ratan/Bambus	9	obdelník	15	3	3000
páska - sloupky	ratan/Bambus	54	obdelník	10	3	4000
páska - rohy rámečk	ratan/Bambus	12	obdelník	15	3	5000
páska - obklad zdí	ratan/Bambus	520	obdelník	10	2	400
páska - podlaha	ratan/Bambus	24	obdelník	10	2	6000
kolík	Dub	72	válec	20	-	200
T klíč	Dub	30	hranol	20	20	150
Věšadlo	Ocel	3	hranol	60	4	950
šroub	Ocel	6	válec	10	-	150

V tabulce 3 je vypsán spojovací materiál použitý pro konstrukci rámečku a krovu. Jsou zde zahrnuty i pásy pro připevnění pláštěů stěn, podlah a stropu. Čepy, kolíky a T-klíče jsou vyrobeny z tvrdého dřeva, dubu, a jsou napočítány na množství spojů v rámečku dle výkresů.

$$S_s = (a_k * h_k) + (a_t * h_t) + (a_l * h_l)$$

$$S_s = (6320 * 1600) + (4240 * 1600) + (3435 * 1300)$$

$$S_s = 21361500mm^2 = 21,362m^2 \cong 21,5m^2$$

$$S_p = (a_k * b_k) + (a_t * b_t)$$

$$S_p = (1325 * 2235) + (1325 * 1195)$$

$$S_p = 4544750\text{mm}^2 = 4,545\text{m}^2 \cong 4,7\text{m}^2$$

Pro určení předpokládané spotřeby dlažby a obkladů stěn je nutné spočítat obložené plochy, kde S_s je plocha obkladů stěn a S_p je plocha pokládané dlažby. Dále a_k , a_t , a_l označují šířku obkladu/dlažby, h_k , h_t , h_l označují výšku obkladu stěny a b_k , b_t šířku obkladu stěny. Tyto výpočty také pomohou určit množství písku, betonového potěru a montážního lepidla.

Tab. 4 Výpis materiálu pro instalace

Výpis materiálu pro instalace		Rozměry [mm]				
Název	materiál	Množství ks	délka	výška/průměr	šířka	tloušťka
Odpadní potrubí	PVC	10	2m	Ø110	-	3
Odpadní potrubí	PVC	6	2m	Ø50	-	3
Sífon - záchod	PVC	1	40cm	Ø110	-	3
Sífon - umyvadlo	PVC	2	30cm	Ø50	-	3
Rozvodná skříň	ocelový plech	1	-	500	300	120
Kabel CYKY	měď	1	10m	Ø80	-	8
Kabel CYKY	měď	4	20m	Ø50	-	5
Zásuvka	PVC	6	do krabice	102	80	45
Vypínač	PVC	7	do krabice	80	80	45
Světlo	bílé sklo	6	-	Ø260	80	-
Vodovodní potrubí	měď	15	1m	Ø12	-	1
Vodovodní kohout	měď	3	10cm	Ø12	-	2
Páková baterie	mosaz	2	216mm	Ø35	-	-
Hydroizolace	měkčené PVC	2	27m ²	balení 24m ²	1600	15
Písek	bračický	0,1 m ³	4,7m ²	Ø0-2	-	15
Betonový potěr	cementová směs	8 pytlů 40kg	4,7m ²	-	-	30
Montážní lepidlo	cementová směs	9 pytlů 1kg	27m ²	-	-	8
Dlažba	mrazuvzdorná	60	4,7m ²	30	30	9
Kachlové obklady	mrazuvzdorná	430	21,5m ²	25	20	5

Do tabulky 4 jsou sdruženy veškeré materiály nutné pro instalace vody, elektřiny, odpadů a také obklady stěn a podlah. Potrubí je omezeno délkou, dle které se prodává, je tedy nutné počítat celé metry. Kabely CYKY se prodávají v cívkách 10 a 20 m což ideálně vyhovuje plánované spotřebě (9 m širokých a 70 m tenkých kabelů). Dlažba i kachle je možné koupit na kusy, spotřeba je brána z výše uvedených výpočtů.

Tab. 5 Výpis vnitřního vybavení domku

Výpis materiálu - vybavení domku				Rozměry [mm]		
Název	materiál	Množství ks	provedení	výška/hloubka	šířka	tloušťka
Okno dvoukřídle	modřín	3	obložené	1300	2000	120
Okno jednokřídle	modřín	2	obložené	800	500	120
Dveře vnější	modřín	1	obložené	2000	1000	60
Dveře vnitřní	modřín	4	obložené	1850	900	40
Dveře posuvné	modřín	1	obložené	1850	900	40
Kuchyňská linka	HDF	1	laminát	2235	600	50
Toaleta	porcelán	1	do země	500	450	540
Sprchový kout	PVC	1	posuvné	1925	1325	1115
Umyvadlo	porcelán	1	pákové	270	430	300
Kuchynský dřez	nerez	1	pákové	270	430	400
Varná deska	tvzené sklo	1	elektrická	600	575	100

Tabulka 5 shrnuje hlavní nemovité vybavení domku, které se při zařizování bude umisťovat, a je tedy nutné znát rozměry a počet vybavení. Pro následné výpočty nákladnosti stavby musejí být tyto položky zahrnuty do celkové ceny. Okna a dveře jsou moderní rámové konstrukce z euro hranolu, obložené bambusovými latěmi, aby nerušily celkový dojem přírodního vzhledu a zároveň plnily svoji funkci.

5.15 Ekonomická náročnost projektu

Propočet finanční náročnosti projektu zahrnuje veškeré výdaje související se stavbou, tedy cena projektu, zaměření pozemku a stavby, ohlášení stavby, kolaudace stavby a další administrativní poplatky, cenu materiálu a jeho dopravu, cenu stavby. Dále je nutné kalkulovat s poplatky za přípojky, připojení do sítí a provedení revize měřičů spotřeby, cenu terénních úprav a cenu oplocení.

- Cena projektu 15 000 Kč
- Ohlášení stavby 1 000 Kč
- Zaměření pozemku 2 550 Kč
- Kolaudace 5 000 Kč
- Hydrogeologický průzkum 3 000 Kč
- Vyjádření o napojení na síť 1 200 Kč
- Vyjádření o požární bezpečnosti 1 500 Kč

Celková cena za administrativní poplatky činí 29 250 Kč.

5.15.1 Pozemek a terénní úpravy

Stavební parcela spadá do katastru obce Velké Meziříčí a nachází se v zahrádkářské oblasti na Fajtově kopci. Parcela je v řadové zástavbě a z každé strany se nachází sousední oplocená parcela s chatou. Do počátku stavby sloužila parcela

pouze jako ovocný sad bez oplocení, na kterém byla umístěna pouze studna s užitkovou vodou. Majitel požaduje přesné vyměření pozemku, na kterém bude zahrada.

Před započítáním stavby domku je nutné stavební parcelu oplotit ze zbylých dvou stran a vystavět vjezdovou bránu a branku pro pěší vstup. Dále je nutné do země zakopat žumpu a zavést odpadní potrubí od místa stavby domku k žumpě a šachtu pro vodoměrný vstup. Dále musí být vydlážděn přístupový chodník a příjezdová cesta. Po dokončení stavby budou zavěšeny okapové svody dešťové vody do přilehlé studny.

Tab. 6 Cena materiálu terénních úprav

Výpis materiálu terénních úprav		Rozměry [mm]	Množství	Cena materiálu		
Název	materiál	D(Ø)/Š/V	ks/m	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Podezdívka - plot	tvárnice	450x150x250	180	24	4 320	5 227
Sloupky - plot	ocel - roura	Ø38x1500	30	76	2 280	2 759
Drátěný plot	poplastovaný 2,5	50x50x1500	90	43	3 870	4 683
Vjezdová brána	ocel + drát 2,5	6500x1500	1	1 980	1 980	2 396
Vstupní branka	ocel + drát 2,5	1000x1500	1	5 720	5 720	6 921
Zámková dlažba	beton 200x100	1 m ²	60	155	9 300	11 253
Betonová dlažba	beton 400x400	400x400	125	39	4 875	5 899
Trubka kanalizační	PVC SN 4	125x3x2000	10	170	1 700	2 057
Žumpa	sklolaminát	4000x4000x1500	1	29 000	29 000	35 090
Štěrka	prosívka 10x24	1 m ³	1	360	360	436
celkové náklady na materiál terénních úprav					63 405	76 720

V tabulce 6 jsou na kalkulovány ceny materiálu potřebného pro přípravu pozemku pro stavbu. Nejdražší položka je žumpa, jelikož se jedná o velký monolitický díl a je u ní kladen vysoký nárok na kvalitu a neprosákavost.

Další výdaje spojené přípravou pozemku jsou:

- výdaje za dovoz materiálu 3 800 Kč,
- dovoz žumpy a její umístění 4 400 Kč,
- výstavba plotu 8 600 Kč,
- vydláždění přístupového chodníku zámkovou dlažbou 15 400 Kč.

Celkové výdaje na úpravu pozemku tedy činí 76 720 + 32 200 Kč = 108 920 Kč.

5.15.2 Připojení do sítí

Inženýrské sítě (pouze voda a elektřina) jsou vedeny pod příjezdovou cestou. Komunikace je zpevněná štěrkem, proto je snadný přístup k napojení nové přípojky. Výhodou jsou přichystaná napojení pro budoucí přípojky nezastavěných parcel. Před oplocením pozemku musejí být přivedeny přípojky až k místu výstavby. Vzdálenost domku od stávající inženýrské sítě je 13m. Cena přípojky elektrické energie je 5000 Kč, cena zapojení do sítě 7000 Kč (zprostředkování elektrické energie).

Připojení a revize elektroměru je v ceně služby. Cena vodovodní přípojky je 4000 Kč včetně práce, zapojení do vodovodní sítě 900 Kč. Cena revize vodoměru je 3000 Kč.

Celková cena připojení do sítě po součtu všech úkonů je 19 900 Kč.

5.15.3 Cena za materiál

Nejdražší položkou v projektu je samozřejmě cena materiálu, jelikož zahrnuje jak stavbu základů, tak samotného domku a jeho vybavení a uvedení do konečného stavu pro kolaudaci. Rozdělení materiálu do stavebních celků je výhodné a přehledné i z hlediska ceny, navíc bambusových tyčí bude velké množství a je nutné je počítat jako samostatnou dodávku materiálu. Materiál pro základy vychází z nachystané tabulky 1, kde byl vypsán veškerý potřebný materiál včetně množství a objemových výpočtů.

Tab. 6 Cena materiálu na výstavbu základů

Výpis materiálu - základy		Rozměry [mm]		Cena materiálu		
Název	materiál	D(Ø)/Š/V	Množství ks/t	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Ztracené bednění	tvárnice	500x450x250	180	41	7 380	8 930
Ploché kameny	žula	300x450x100	10	1 800	18 000	21 780
Ocelové armatury	betonářská ocel	30x1800	27	35	945	1 143
Cement	pytel 25kg	-	378	90	34 020	41 164
Písek	bračický	Ø 0-2	9	80	720	871
Jemný štěrk	žula	Ø 0-16	11	85	935	1 131
Hrubozrný štěrk	žula	Ø 22-63	11	300	3 300	3 993
Geotextilie	polypropylen	5250x100000	525	9,5	4 988	6 035
Odtokové trubky	PVC	50x500	20	18	360	436
Ochrana roura	ocel 5 mm	200x1000	8	750	6 000	7 260
celkové náklady na materiál na základy					76 648	92 743

V tabulce 6 jsou shrnuty náklady na pořízení materiálu na výstavbu základů. Množství materiálu vychází z výpočtů uvedených v předešlé kapitole 5.14 Výpis materiálu a prvků stavby. Objemové metry byly u štěrku a písku přepočítány na tuny, protože jsou prodávány v tunách. Ceny byly dohledány dle internetových stránek prodejců stavebních materiálů nebo předních českých dodavatelů. Doprava materiálu je rozdělena mezi jednotlivé dodavatele, tedy Štěrkopísek Bratčice, Best a Hornbach. Cena dopravy je u štěrkopísku Bratčice 1500 Kč za materiál. Doprava ztraceného bednění 950 Kč a zbylého materiálu z Hornbachu 1890 Kč.

Je však nutné započítat i cenu práce, tedy zaplacení pracovní čety na vykopání výkopu základů, vybetonování pasů a vyzdění podezdívky. Pracovní četa sestává z 3 pracovníků – 2 dělníci a 1 mistr. Práce na výstavbě základů zabere čtět 6 dní, kdy

každý den je počítáno 10 hodin práce. Dělníci mají placeno 120 Kč na hodinu, mistr 180 Kč na hodinu.

- 2 dělníci 120 Kč hodina 60 hodin 14 400 Kč,
- mistr 180 Kč hodina 60 hodin 10800 Kč,
- spotřeba energií a vody 1800 Kč.

Po sečtení výše uvedených nákladů na zaměstnance, energie a materiál je celková cena výstavby základů 119 743 Kč.

Tab. 7 Cena spojovacího materiálu

Výpis spojovacího materiálu		Cena materiálu			
Název	materiál	Množství ks/t	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Čep	Dub	117	10	1 170	1 416
páska - střešní laťe	ratan/Bambus	72	20	1 440	1 742
páska - vazba krovu	ratan/Bambus	36	25	900	1 089
páska - vaznice	ratan/Bambus	9	35	315	381
páska - sloupky	ratan/Bambus	54	50	2 700	3 267
páska - rohy rámečk	ratan/Bambus	12	70	840	1 016
páska - obklad zdi	ratan/Bambus	770	17	13 090	15 839
páska - podlaha	ratan/Bambus	24	95	2 280	2 759
kolík	Dub	72	8	576	697
T klíč	Dub	30	50	1 500	1 815
Věšadlo	Ocel	3	300	900	1 089
šroub	Ocel	6	50	300	363
celkové náklady na spojovací materiál				26 011	31 473

Tabulka 7 obsahuje kalkulované ceny vázacích pásek, které musejí být vyrobeny dle pracovních postupů používaných ve východní Asii nebo jižní Americe. Bambusové čepy a kolíky jsou nahrazeny dubovými a jsou u nás běžně dostupné. Pletené pásy dostupné už nejsou, je možné si je nechat vyrobit, kdy se cena odvíjí od požadované délky pásek. Výrobu pásek je po e-mailové dohodě ochotná zajistit firma dodávající bambusové tyče Bamboodesign s.r.o., a dodá pásy společně s tyčemi v jedné dodávce. Pásy musejí být vyrobeny na jednotlivé kusy v požadované délce se zapletenými konci. Není možné si nechat vyrobit cívku, která se na požadované délky nastříhá. Po nastříhání by došlo k rozpletení a znehodnocení pásek. Toto řešení značně zvyšuje cenu spojovacího materiálu.

Dále je nutné počítat s cenou dopravy materiálu a dobou dodání materiálu z Indonésie do ČR na sklad firmy Bamboodesign a dopravu ze skladu i na staveniště. Výhodou je, že se dodávka vejde do jednoho 40stopého kontejneru, tak se ušetří především za cestu. Cena dopravy do ČR je z velké části zahrnuta do ceny tyčí, ale vzhledem k velikosti dodávky si firma účtuje proplacení pronájmu kontejneru 9 000 Kč.

Dále si firma připočítává cenu 12 Kč/km dopravy. Vzdálenost místa stavby od skladu firmy je 156 km, celková cena dopravy je tedy 12 744 Kč.

Tab. 8 Cena bambusových tyčí

Kalkulace ceny - celé tyče		Rozměry [mm]	Množství	Cena materiálu [Kč]		
Název	Odrůda	délka	ks	Cena za 1 m	celkem bez DPH	cena s DPH
Nosný sloup	Dendrocalamus	3050	27	130	10 706	12 954
Podélný průvlak	Dendrocalamus	8050	4	130	4 186	5 065
Příčný průvlak	Dendrocalamus	8300	12	130	12 948	15 667
Rozpěra podélná	Phyllostachys	2100	16	100	3 360	4 066
Rozpěra příčná	Phyllostachys	1480	12	100	1 776	2 149
Sloupek otvoru	Dendrocalamus	3050	6	130	2 379	2 879
Překlad otvoru	Dendrocalamus	3260	15	130	6 357	7 692
Nosný rošt zdi	Dendrocalamus	3760	18	130	8 798	10 646
Podlaha	Arundinaria	3450	200	48	33 120	40 075
Strop	Arundinaria	4890	180	48	42 250	51 122
Vazný trám	Phyllostachys	5300	3	100	1 590	1 924
Hřebenová vaznice	Dendrocalamus	9000	1	130	1 170	1 416
Pozednice	Dendrocalamus	9000	2	130	2 340	2 831
Věšák	Phyllostachys	2100	3	100	630	762
Rozpěra	Phyllostachys	1480	3	100	444	537
Vzpěra	Arundinaria	1350	6	48	389	470
Hlavní krokev	Dendrocalamus	3260	6	130	2 543	3 077
Hřebenová Krokev	Dendrocalamus	3760	18	130	8 798	10 646
Střešní lať	Arundinaria	9000	12	48	5 184	6 273
cena celých tyčí					148 968	180 251
Kalkulace ceny - poloviny tyčí						
Název	Odrůda	délka	ks	Cena za 1 m	celkem bez DPH	cena s DPH
Střešní krytina	Phyllostachys	960	360	100	17 280	20 909
Hřebenáč	Phyllostachys	9000	1	100	900	1 089
Záklop zdi vnitřní	Phyllostachys	1955	190	100	18 573	22 473
Záklop zdi vnější	Phyllostachys	2100	496	100	52 080	63 017
cena polovin tyčí					88 833	107 487
cena celkem					237 800	287 738

V tabulce 8 je sečtena cena za veškeré bambusové tyče potřebné ke stavbě. Cenu tyčí udává výrobce za 1m. Většinu tyčí dodá v plné délce 12 m nebo v připravených délkách 9 m nebo 4 metry. Tyče již dále opracované nejsou, pouze vysušené pro stavební účely. Tabulka je rozdělena na 2 části, tedy celé tyče a poloviny tyčí, pro větší přehlednost. Firma Bamboodesign nabízí zdarma přípravu štípaných polovin tyčí přímo v Indonésii lidmi, kteří se zpracováním bambusu žijí. Firma tak zajistí kvalitní stejnoměrné poloviny tyčí, tyče jsou vysušené, nezohýbané a jsou tak ideální pro použití v projektu výstavby.

Tab. 9 Cena materiálu pro instalace

Kalkulace materiálu pro instalace			Cena materiálu		
Název	Rozměry [mm]	Množství ks/t	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Odpadní potrubí	PVC	10	205	2 050	2 481
Odpadní potrubí	PVC	6	170	1 020	1 234
Izolace potrubí	skelná vata	1	95	95	115
Sífon - záchod	PVC	1	85	85	103
Sífon - umyvadlo	PVC	2	199	398	482
Rozvodná skříň	ocelový plech	1	850	850	1 029
Kabel CYKY	měď	1	300	300	363
Kabel CYKY	měď	4	280	1 120	1 355
Zásuvka	PVC	6	185	1 110	1 343
Vypínač	PVC	7	120	840	1 016
Světlo	bílé sklo	6	189	1 134	1 372
Vodovodní potrubí	měď	15	80	1 200	1 452
Vodovodní kohout	měď	3	247	741	897
Páková baterie	mosaz	2	1980	3 960	4 792
Hydroizolační stěrka	míchaná směs	10	19	190	230
Písek	bračický	1	340	340	411
Betonový potěr	cementová směs	8	52	416	503
Montážní lepidlo	cementová směs	9	11	99	120
Dlažba	mrazuvzdorná	60	169	10 140	12 269
Kachlové obklady	mrazuvzdorná	430	89	38 270	46 307
Tepelná izolace	Minerální vata	212	95	20 140	24 369
Bambusová deska	3-vrstvá lepená	18	1120	20 160	24 394
celkové náklady na materiál pro instalace				104 658	126 636

Tabulka 9 ukazuje náklady na materiál potřebný pro zavedení instalací v domku. Jedná se o materiál pro vedení elektřiny, vody a odpadu. Ceny materiálu byly brány především z levných velkoobchodních dodavatelů jako je Hornbach, Siko, Baushop, kde je tento materiál kvalitní za relativně nízkou cenu a je možné nakoupit vše najednou, což také sníží náklady na dopravu na staveniště. Nejbližší obchod s tímto materiálem je 40 km od místa stavby, doprava stojí 15 Kč/km. Cena dopravy je tedy 1200 Kč.

Tab. 10 Cena materiálu vybavení domku

Kalkulace nemovitého vybavení domku			Cena materiálu		
Název	Rozměry [mm]	Množství ks/t	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Okno dvoukřídle	1200x2000x120	3	8450	25 350	30 674
Okno jednokřídle	800x600x120	2	5360	10 720	12 971
Dveře vnější	2100x700x60	1	8950	8 950	10 830
Dveře vnitřní	2100x700x40	4	1590	6 360	7 696
Dveře posuvné	2200x900x40	1	6140	6 140	7 429
Kuchyňská linka	2235x600x50	1	3500	3 500	4 235
Toaleta	500x450x540	1	2420	2 420	2 928
Sprchový kout	1925x1325x1115	1	4300	4 300	5 203
Umyvadlo	270x430x300	1	610	610	738
Kuchynský dřez	270x430x400	1	740	740	895
Varná deska	600x575x100	1	3500	3 500	4 235
celkové náklady vybavení domku				72 590	87 834

V tabulce 10 jsou kalkulovány hlavní stavebně-truhlářské výrobky použité při stavbě domku. Ceny těchto výrobků jsou pokud možno co nejnižší, z čehož vychází účinnost proti tepelným ztrátám a kvalita. Nemá smysl do zahradního domku, u kterého není vytápění a má pouze jednoduchou konstrukci se zateplením instalovat nejmodernější okna a dveře, které zajišťují minimální prostup tepla, když celková konstrukce domku takovou účinnost nemá. Jedná se tedy o rozumně uspořené náklady, které by byly bezmála dvojnásobné.

Celková cena za materiál potřebný na stavbu je po sečtení veškerého materiálu a započítané ceny dopravy zobrazen v následující tabulce.

Tab. 11 Celková cena za materiál

celková cena materiálu		
Druh materiálu	cena bez DPH	cena s DPH
materiál teréních úprav	63 405	76 720
materiál základů	76 648	92 743
bambusový materiál	237 800	287 738
spojovací materiál	26 011	31 473
materiál pro instalace	104 658	126 636
nemovité vybavení	72 590	87 834
Doprava materiálu	22 084	26 722
celkem	603 196	729 867

Z tabulky 11 je vidět, že nejdražší položkou bambusové tyče a materiál pro instalace. Doprava materiálu je součet veškerých dílčích nákladů od jednotlivých dodavatelů.

5.15.4 Cena stavby

Samotná stavba domku z bambusu vyžaduje určitý specifický přístup, pracovní postupy a zacházení s bambusem, v čemž se do značné míry odlišuje od práce

s klasickým dřevem. Je tedy nutné zaplatit odborníka, který má zkušenosti se stavěním z bambusu a je schopný vést dělníky, kteří budou na stavbě pracovat, případně zajistit odborný dohled nad průběhem stavby. V Česku není přímo stavební firma zabývající se stavbami z bambusu nebo mající dostatečné zkušenosti. Nejvhodnějším řešením se nabízí opět firma Bamboodesign s. r. o., která je ochotná po představení projektu poskytnout své odborné služby při vedení stavby. Po konzultaci s jednatelem firmy bylo dohodnuto vedení stavby jedním odborníkem, kterému bude poskytnuta pětičlenná pracovní četa tesařů, která bude stavbu realizovat a jeden umělecký truhlář, který předpřipraví veškerý bambusový materiál na stavbu.

V průběhu stavby budou stavebně truhlářské výrobky umístěny do stavby pracovníky dodavatelské firmy. Specifické problémy vzniklé při instalaci stavebně-truhlářských výrobků bude konzultovat odborník z Bamboodesign s odborníkem dodávající firmy. Dále je nutné uvažovat dělníky, kteří navážou na práci tesařů a domek zaizolují, vydláždí a obloží koupelnu. Dále se musí zajistit instalatér a elektrikář, kteří zajistí zavedení instalací vody a elektřiny. Tesaři nakonec provedou finální doladění a dotažení stavby.

V následující tabulce jsou odhadované časy práce pro jednotlivé pracovníky a jejich vytížení. Jelikož se projekt zatím nerealizoval, jsou časy a finanční odměny orientační převzaté ze stavby běžného domku.

Tab. 12 Cena práce

cena práce						
pracovník	počet pracovníku	druh práce	kč/hod	odpracovaných	cena bez DPH	cena s DPH
mistr	1	stavba základů	180	60	10800	13068
dělník	2	stavba základů	120	60	14400	17424
Odborník	1	odborný dohled	200	150	30000	36300
tesař	5	hrubá stavba	140	150	105000	127050
umělecký truhlář	1	příprava materiálu	160	100	16000	19360
zedník	2	izolace, obklady,...	140	50	14000	16940
elektrikář	1	elektroinstalace	300	24	7200	8712
vodař	1	vodoinstalace	250	16	4000	4840
Pracovník STV	2	instalace STV	300	8	4800	5808
celková cena práce					206200	249502

V tabulce 12 je hodinová sazba přizpůsobena na současné poměry a nabídky stavebních firem. Největší výdělek 36 300 Kč má odborník firmy Bamboodesign, jelikož na stavbě stráví nejvíce času a má největší zodpovědnost. Dále je vyšší cenou 16 940 Kč odměněn umělecký truhlář, protože je od něj vyžadována precizní, čistá a přesná práce.

5.15.5 Celkové náklady na projekt

V celkových nákladech jsou zahrnuty náklady na materiál a jeho dopravu, dále odměna pracovníků, připojení na inženýrské sítě a veškeré poplatky spojené se stavbou. V níže uvedené tabulce jsou ceny převzaté z předešlých tabulek, pro větší přehlednost je cena rozdělena na cenu bez DPH a cenu s DPH.

Tab. 13 Celkové náklady

celkové náklady	cena bez DPH	cena s DPH
materiál + doprava	603 196	729 867
cena práce	206 200	249 502
připojení do sítí	19 900	24 079
administrativní poplatky	29 250	35 393
příprava pozemku	28 400	34 364
celkem	886 946	1 073 204

V tabulce 13 vidíme, že největší položku v celkových nákladech zaujímá materiál a řešení jeho dopravy a dále pak samotná cena práce. Následné poplatky spojené s realizací projektu celkovou cenu zvyšují nad 1 milion Kč.

5.16 Ekvivalent domku ze dřeva

Pro porovnání navrhovaného bambusového domku byl zvolen domek stejné konstrukce ze smrkového dřeva. V projektu jsou navrhované základy, terénní úpravy a vybavení domku, které je možné beze změny použít pro jiný domek se stejným půdorysem. Pro co nejlepší vzájemné srovnání konstrukcí z hlediska realizovatelnosti, ekonomické náročnosti a užitnosti, byl zvolen stejný domek, pouze byl změněn hlavní stavební materiál. V České republice je nejčastěji na stavbu dřevěných konstrukcí používáno smrkové nebo borové dřevo. Pro jednoduchost zpracování a dostupnost byl zvolen smrk, navíc v bakalářské práci byl porovnáván bambusový krov s krovem smrkovým.

Vzhledem k odlišnosti těchto dvou materiálů se mezi konstrukcemi vyskytují různá řešení problémových situací a jsou použity odlišné pracovní postupy při stavbě a montáži. Proto je nutné uvažovat jiný spojovací materiál a odlišné požadavky na pracovníky a dobu práce.

5.16.1 Specifika smrkové konstrukce

Tyčové sloupky v konstrukci jsou nahrazeny hranoly 150x150 mm, aby byla dodržena stejná tloušťka stěny a mohla být použita stejná izolace jako u bambusového domku. Záklopy stěn jsou vyrobeny z aglomerovaných třívrstevných lepených desek o rozměrech 2500x1000x50 mm spojované na pero a drážku. Toto těsné spojení desek

zamezí prosáknutí vody mezi spárami desek a následnému navlhání izolace dešťovou vodou působící z boku na konstrukci. Desky jsou umístovány svisle, aby voda nestála ve spojích. Povrchová úprava desek lakováním zajišťuje jejich dlouhodobou stálost a trvanlivost. Tyto desky jsou také použity na povrchy podlahy a stropu, kdy nahrazují bambusové desky a tyče.

Střešní krytina z bambusu je nahrazena plechovou krytinou, která je připevněna pomocí samo-vrtných vrutů s těsněním do střešního záklopu. Sníží se tak výrazně spotřeba dřeva, ale vzrostou náklady spojené s použitím plechové střechy. V České republice je však běžné použít trvanlivou krytinu, kterou dřevo neposkytuje. Záklop v podobě bednění slouží pouze pro upevnění plechové krytiny.

Dalším specifikem smrkové konstrukce je její kotvení k základům. Sloupy nemohou být navrtány a nasazeny na ocelové armatury, je nutné přichystat ocelové patky místo armatur, na které budou přišroubovány sloupky s vyfrézovanými konci. Jen tak bude dosaženo maximálně pevného spojení domku se základy a zároveň bude zajištěna konstrukční ochrana sloupků před stékající a stojící vodou.

Výhodou smrkové konstrukce jsou plné sloupky, u kterých je možné používat klasické zadlabávané spoje, svorníky a hřebíky. Odpadá tak složité podepírání a následné svazování spojů nebo striktně omezené zadlabávání spojů a jištění kolíky. Tyto výhody šetří čas na vytváření složitých spojů.

5.16.2 Materiál smrkové konstrukce

Jelikož je konstrukce domku stejná, jsou i stejné rozměry všech konstrukčních prvků i jejich počet a dimenze. Hlavní rozdíl je v záklopech stěn, podlah a stropů, kde jsou použity 3vrstvé masivní biodesky. Následující výpočty slouží k určení potřebného množství použitých biodesek.

$$L_o = 2 * (a + b)$$

$$L_o = 2 * (8070 + 5215) = 26570 \text{ mm}$$

$$S_c = (L_o * h) + (4 * a * b)$$

$$S_c = (26570 * 2500) + (4 * 8070 * 5215) = 234765200 \text{ mm}^2 = 234,8\text{m}^2$$

$$S_o = (3 * a_1 * h_1) + (3 * a_2 * h_2) + (a_3 * h_3)$$

$$S_o = (3 * 600 * 800) + (3 * 2000 * 1200) + (800 * 2200)$$

$$S_o = 10400000\text{mm}^2 = 10,4\text{m}^2$$

$$S_D = S_c - S_o$$

$$S_D = 234,8 - 10,4 = 224,4\text{m}^2 \cong 225\text{m}^2$$

$$X_{D1} = \frac{S_D}{S_{d2}} = \frac{225}{2,5} = 90 \text{ desek}$$

Pro získání počtu širokých desek (1x2,5m) byla spočítána vnější plocha pláště a plocha podlaha a stropů S_c a snížena o plochu stavebních otvorů S_o .

$$S_v = (5 * a) + (4 * b) + (4 * c)$$

$$S_v = (5 * 2500 * 3680) + (4 * 2500 * 2465) + (4 * 2500 * 1600)$$

$$S_v = 86650000\text{mm}^2 = 86,7\text{m}^2$$

$$S_D = S_c - S_o$$

$$S_D = 86,7 - 10,4 = 76,3\text{m}^2 \cong 77\text{m}^2$$

$$X_{D2} = \frac{S_D}{S_{d2}} = \frac{77}{(0,5 * 2,5)} = 61,6 \cong 62 \text{ desek}$$

Vnitřní obklad z úzkých desek (0,5x2,5m) byl spočítán stejným způsobem jako desky široké, započítána plocha vnitřních stěn, snížena o plochy stavebních otvorů S_o . Desky jsou dále zpracovatelné a mohou být rozděleny na přesně potřebné rozměry.

Tab. 14 Stavební materiál smrkového domku

Kalkulace ceny -smrk		Rozměry [mm]	Množství	Cena materiálu [Kč]		
Název	Profil	délka	ks	Cena za 1 bm	elkem bez DP	cena s DPH
Nosný sloup	150x150	3050	27	127,5	10 500	12 705
Podélný průvlak	150x150	8050	4	127,5	4 106	4 968
Příčný průvlak	150x150	8300	12	127,5	12 699	15 366
Rozpěra podélná	100x100	2100	16	56,5	1 898	2 297
Rozpěra příčná	100x100	1480	12	56,5	1 003	1 214
Sloupek otvoru	150x150	3050	6	127,5	2 333	2 823
Překlad otvoru	150x150	3260	15	127,5	6 235	7 544
Nosný rošt zdi	150x150	3760	18	127,5	8 629	10 441
Vazný trám	150x150	5300	3	56,5	898	1 087
Hřebenová vaznice	150x150	9000	1	127,5	1 148	1 388
Pozednice	150x150	9000	2	127,5	2 295	2 777
Věšák	100x100	2100	3	56,5	356	431
Rozpěra	100x100	1480	3	56,5	251	304
Vzpěra	50x50	1350	6	48	389	470
Hlavní krokev	100x100	3260	6	127,5	2 494	3 018
Hřebenová Krokev	100x100	3760	18	127,5	8 629	10 441
Střešní lať	50x50	9000	12	8,2	886	1 072
3-vrstvá deska	1000x50	2500	90	545	122 625	148 376
3-vrstvá deska	500x50	2500	62	280	43 400	52 514
cena materiálu smrk					230 773	279 236

V tabulce 14 je vidět, že cena za 1 metr trámu je téměř stejná jako za cenu bambusové tyče (127,50 Kč ku 130 Kč/m). Nejvíce narůstá cena smrkové konstrukce na biodeskách – širokých 148 376 Kč a úzkých 52 514 Kč.

Dále je nutné uvažovat zmíněné změny ve stavbě do ceny konstrukce. A to především připočítání ceny za plechovou střechu a odečtení ceny za vnitřní obklady bambusovými deskami.

$$S_K = a * 2 * b$$

$$S_K = 9000 * 2 * 3925$$

$$S_K = 70650000 \text{mm}^2 = 70,65 \text{m}^2 \cong 71 \text{m}^2$$

$$P_K = 71 * 259 = 18390 \text{ Kč}$$

$$P_C = 24 400 - 18390 = 6010 \text{ Kč.}$$

Ve vzorci je vypočítán rozdíl ceny po přičtení ceny za střešní krytinu z plechu (S_K -plocha střechy a P_K cena za 1m^2) a odečtení ceny za obklad bambusových desek. Na smrkovém domku je tedy ušetřeno dalších 6 010 Kč

Dále je nutné vytvořit novou tabulku s cenou za spojovací materiál, aby bylo možné následně ceny za materiál sečíst a srovnat vzájemně obě konstrukce.

Tab. 15 Spojovací materiál smrková konstrukce

Výpis spojovacího materiálu		Cena materiálu			
Název	materiál	Množství ks/t	Cena za jed.	celkem bez DPH	cena s DPH
Hřebík	Ocel	1500	5	7 500	9 075
Svorník	Ocel	60	120	7 200	8 712
Nastřelovací spona	Ocel	400	3	1 200	1 452
Kolík	Dub	72	8	576	697
Věšadlo	Ocel	3	300	900	1 089
Šroub	Ocel	6	50	300	363
Samorezný vrut	Ocel	180	10	1 800	2 178
Kotevní patka	Ocel	27	210	5 670	6 861
celkové náklady na spojovací materiál				25 146	30 427

V tabulce 15 je vyčtený spojovací materiál smrkové konstrukce. Nejvyšší položkou jsou 2 hlavní spojovací prvky a to hřebíky 9 075 Kč a svorníky 8 712 Kč. Dále celková cena spojovacího materiálu naroste přičtením kotevních patek, které u bambusového domku nejsou potřeba.

5.16.3 Cena práce

U ekvivalentu domku ze smrkového dřeva je nutné si uvědomit jinou časově rozdílnou pracovní náročnost stavby a požadavky na kreativitu dělníků a jejich ochotu pracovat s cizím materiálem. Odborný dohled nad průběhem stavby může zastat mistr nebo vedoucí pracovní čety. Pracovníci sami mají zkušenosti se stavbami ze dřeva a tesařské spoje znají, takže pro ně není problém si spoje nachystat sami. Tím odpadá i požadavek na uměleckého truhláře, jeho práce připadne tesařům. Ostatní práce zůstávají stejné jako u bambusového domku jen s tím rozdílem, že celý průběh stavby kontroluje mistr, který nese za průběh stavby zodpovědnost, za což je náležitě odměněn vyšším platem.

Tab. 16 Cena práce na smrkovém krovu

cena práce smrkový domek						
pracovník	počet pracovníků	druh práce	kč/hod	odpracovaných	cena bez DPH	cena s DPH
mistr	1	stavba základů	200	200	40000	48400
dělník	2	stavba základů	120	60	14400	17424
tesař	5	hrubá stavba	140	140	98000	118580
zedník	2	izolace, obklady,...	140	50	14000	16940
elektrikář	1	elektroinstalace	300	24	7200	8712
vodař	1	vodoinstalace	250	16	4000	4840
Pracovník STV	2	instalace STV	300	8	4800	5808
celková cena práce					182400	220704

V tabulce 16 je vidět cena za práci všech pracovníků zapojených do stavby. Cena vychází z hodinové mzdy a odpracovaných hodin. Nejvyšší mzdu 48 400 Kč za práci má mistr, jelikož je po celý průběh stavby přítomen na staveništi a za stavbu zodpovídá.

5.16.4 Celková cena smrkového domku

Náklady na projekt jsou z části stejné jako náklady u bambusového domku. Odlišují se především stavebním a spojovacím materiálem, cenou práce, dále jsou drobné cenové rozdíly v instalacích a dopravě materiálu. Výsledné náklady jsou v následující tabulce sečteny, aby bylo možné výsledky dále zpracovat a porovnat.

Tab. 17 Celková cena projektu smrkového domku

celkové náklady	cena bez DPH	cena s DPH
materiál + doprava	584 204	706 887
cena práce	182 400	220 704
připojení do sítí	19 900	24 079
administrativní poplatky	29 250	35 393
příprava pozemku	28 400	34 364
celkem	844 154	1 021 426

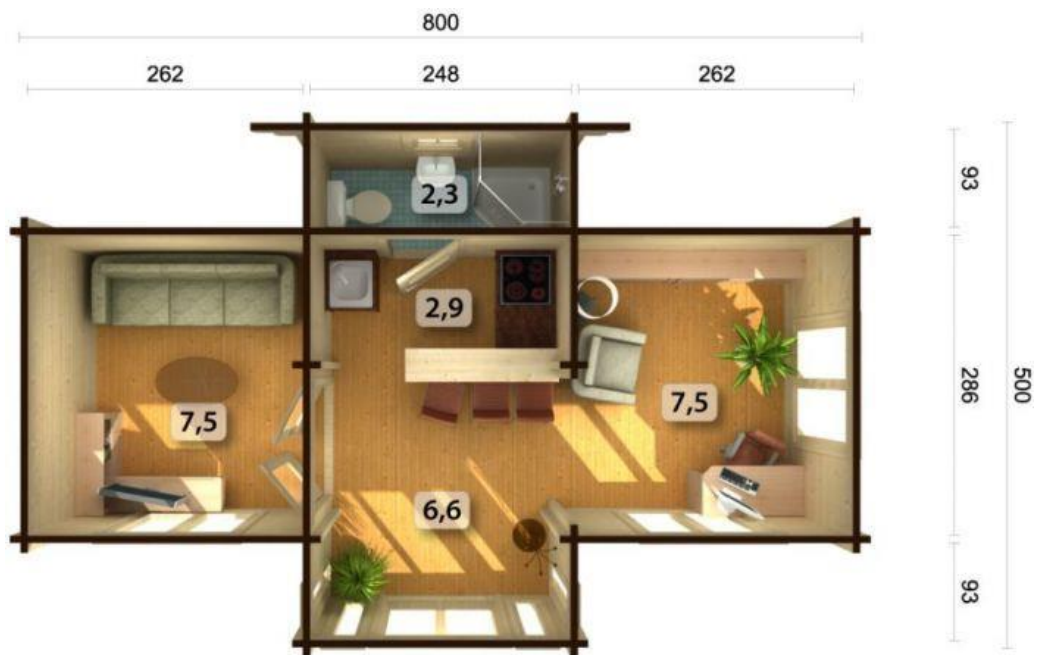
Tabulka 17 udává celkovou cenu řešení smrkového domku použitého k porovnání s původním projektem. Výsledná cena 1 021 426 Kč je dále použita při porovnání možných variant řešení.

5.17 Ekvivalent prefabrikovaného domku

Na českém trhu jsou v současné době dostupné celé komplety zahradních domků různých velikostí a variant provedení vyráběných výhradně ze dřeva. Nejčastěji se objevují domky o rozměrech 2x3 metry, sloužící jako uložení materiálu. Jsou dostupné i velké zahradní domky, které jsou určeny k obývání a rekreaci. Na internetových stránkách výrobců byl nalezen vhodný ekvivalent stejných rozměrů v podobě prefabrikovaného domku od firmy Zahradni-domky.cz. Tento český výrobce nabízí celý katalog modelových domků, u kterých dává na výběr barevné řešení vnějšího obkladu a také výběr střešní krytiny a její barevnou úpravu. Výrobce cenu rozděljuje na cenu za domek nesmontovaný, cenu střešní krytiny a cenu dopravy. Domek je možné si nechat dovést na vlastní pozemek a nechat smontovat výrobcem nebo je možnost dodání rozloženého domku s plány a následného sestavení svépomocí.

5.17.1 Katalogový dům Anna

Z katalogu výrobce byl zvolen domek s názvem Anna o rozměrech 8x5 metrů. Domek má odlišný půdorys, jelikož je řešen do kříže, ale jedná se o jediný dostupný domek stejných rozměrů jako navrhovaný domek. Domek je rozdělen do dvou místností, jedné obytné a druhé s kuchyňským koutem. V domku je také malá koupelna.



Obr. 14 Půdorys zahradního domku Anna (Zahradni-domky.cz)

Z obrázku jsou vidět rozměry a řešení zařízení domku. Domek má velkou nevýhodu v tom, že v podstatných bodech nespĺňuje obytnou normu. Domek nemá žádné zádveřní ani chodbu, ale vchodovými dveřmi se vstupuje přímo do kuchyňské části. Dalším nedostatkem je vstup z kuchyňského koutu přímo do koupelny se záchodem, tyto dveře v kuchyni kriticky zmenšují pohybový prostor. V koupelně o rozměrech 930x2480 mm je vměstnán záchod, umyvadlo a malý sprchový kout. Nejsou tedy splněny minimální rozměry plochy koupelny a pohybového prostoru. Domek je velmi pěkně prosvětlen velkými okny, ty ale nespĺňují normu v ohledu na minimální parapetní výšku 850 mm. Dále není dodržena minimální podchodná výška 2,5 m. Nevýhodou oproti navrhovaným domkům je také slabší tloušťka stěny 70 mm.



Obr. 15 Pohled na domek Anna 8x5 m (Zahradni-domky.cz)

Největší nevýhodou prefabrikovaného domku je absolutní absence jakékoli tepelné izolace stěn, stropu a podlahy. Navíc tloušťka stěny je poloviční oproti projektovým návrhům, což celkově znemožňuje schopnost domku udržet teplo získané přes den ze slunečních paprsků. Teplota uvnitř domku se tedy mění spolu s teplotou venku, což může být velice nepříjemné během chladných letních nocí a deštivých dní.

5.17.2 Náklady na pořízení katalogového domku

Na internetových stránkách výrobce v ceníku udává přesné ceny jednotlivých typů domků a jejich řešení. Cena se odlišuje, především v barevném provedení domku, typem střešní krytiny a cenou montáže.

Tab. 18 Náklady na pořízení domku

Pořizovací náklady	Cena S DPH
zahradní domek	368948
montáž	52000
šindel bobrovka	16560
montáž střechy	7906
doprava	5000
celkem	450414

V tabulce 18 jsou vyčteny veškeré náklady na pořízení prefabrikovaného domku od firmy Zahradní domky.cz. Dále jen nutné připočítat náklady na úpravy pozemku, připojení do sítí a administrativní poplatky. Náklady na výstavbu základů je nutné také započítat, jelikož stavba žádné základy nemá a nechceme ji nechat volně stát na hlíně a nechat degradovat.

Tab. 19 Celková cena projektu prefabrikovaného domku

celkové náklady	Cena s DPH
domek + úprava	559 972
montáž	103 950
připojení do sítě	24 079
administrativní poplatky	35 393
příprava pozemku	34 364
celkem	757 757

V tabulce 19 jsou vyčteny celkové náklady varianty projektu s prefabrikovaným domkem. Cena montáže je vyšší, jelikož je nutné připočítat práci dělníků na základech a úpravě terénu. Dále je nutné připočítat práci elektrikáře a vodaře. U ceny domku a úprav jsou dále zahrnuty náklady na materiál na základy a úpravu pozemků.

5.18 Porovnání konstrukcí

Pro větší přínosnost projektu bambusového zahradního domku je nutné ho porovnat s dalšími navrženými řešeními. Jelikož je projekt zaměřen na koncového uživatele zahradního domku, je nutné porovnávat varianty řešení v parametrech pro uživatele důležitých. Nejdůležitějším parametrem je tedy cena projektu a časová náročnost realizace projektu. Tyto dva požadavky nejčastěji limitují všechny uživatele a určují jeho volbu varianty použitého řešení. Dále se zákazník zajímá o užitnou hodnotu stavby, se kterou je spojena reálná životnost a doba bez nutnosti údržby. Nakonec je pro zákazníka také důležitá celková estetická hodnota stavby a nevšední vzhled, který bude budit zájem sousedů a okoljdoucích.

5.18.1 Porovnání ceny variant řešení

Cena jako hlavní rozhodující prvek volby řešení je brána jako celková cena projektu, jenž je spočítána na konci každé kapitoly jednotlivých řešení. Pro větší přehlednost jsou varianty shrnuty do následující tabulky.

Tab. 20 Srovnání nákladů na jednotlivé projekty

Celkové náklady na jednotlivé varinaty			
	Bambus	Smrk	Prefabrikát
materiál + doprava	729 867	706 887	559 972
cena práce	249 502	220 704	103 950
připojení do sítě	24 079	24 079	24 079
administrativní poplatky	35 393	35 393	35 393
příprava pozemku	34 364	34 364	34 364
celkem	1 073 204	1 021 426	757 757

Tabulka 20 ukazuje jako nejlevnější variantu prefabrikovaný domek a to o 315 447 Kč než řešení s bambusovým domkem. Zákazník si ale musí uvědomit, že se

jedná o domek se specifickým půdorysem, díky kterému je obytná plocha domku menší a navíc prefabrikovaný domek má další řadu nevýhod proti navrhovaným řešením z bambusu a smrku. Bambusové řešení v porovnání se smrkovým domkem je dražší jen o 51 778 Kč, tedy o 5,1 %, což je velice příznivé a v celkové ceně 1 073 204 Kč zanedbatelné.

5.18.2 Porovnání doby výstavby

Dalším rozhodujícím kritériem je doba výstavby, kterou je u bambusového a smrkového krovu obtížné přesně určit, je tedy možné použít pouze odhad použitý při výpočtu ceny práce. U prefabrikovaného domku je možné dobu stavby zjistit u výrobce, který udává, že největší chatky zaberou s dodáním zhruba 5 dní.

Tab. 21 Čas realizace projektu

	Doba stavby v hodinách		
	Bambus	Smrk	Prefabrikát
základy	60	60	60
stavba	150	140	40
instalace	48	48	40
zednické práce	50	50	-
příprava	-	-	16
Celkem	308	298	156

V tabulce 21 je vypsána časová náročnost na jednotlivé varianty projektu, kdy bambusový domek zabere časově téměř stejně jako smrkový domek. Doba u těchto variant je částečně nadhodnocena, proto je zde větší rozdíl mezi prefabrikovaným domkem, u kterého výstavba trvá poloviční čas. Reálný čas výstavby bambusového a smrkového domku může být nižší přibližně o jeden pracovní týden (40-60 hodin).

5.18.3 Porovnání užitné hodnoty

Užitná hodnota se nedá přesně změřit nebo vyjádřit určitou hodnotou. Jako měřítko je tedy voleno dodržení obytné normy a pohodlnost užívání. Při návrhu projektu bambusového domku a jeho kopie ze smrku se brala obytná norma jako závazná a byla dodržena ve všech ohledech. Půdorys je navržen tak, aby pohyb po domku byl systematický a jednoduchý, tak aby se snadno udržovala čistota v domku. Naopak prefabrikát nespĺňuje normy, jak je uvedeno v odstavci 5.17.1. Katalogový dům Anna. V prefabrikovaném domku se musí do koupelny jít přes kuchyň, ve které není přirozené světlo z okna. Dále se nečistoty z venku mohou roznést po celém hlavním pokoji, jelikož vchod vede přímo do něj. V domku téměř neexistuje soukromí, protože okna jsou ve výšce 300 mm nad podlahou a místnosti nejsou odděleny dveřmi.

Mezi bambusovým a smrkovým domkem je nepatrný rozdíl v užitné hodnotě. Smrkový domek má výhodu v pohodlnější podlaze při chůzi na boso, jelikož má podlahu z třívrstevných desek, které mají rovný povrch, proti bambusovým tyčím, které jsou zaoblené a křivé.

5.18.4 Porovnání životnosti

Při dodržení zásad práce s materiálem a zajištění pravidelné údržby je životnost u bambusového a smrkového domku prakticky neomezena. Domek ze smrku s dobrou konstrukční ochranou a impregnací má minimální životnost 60-150 let. Stejně dobře ochráněný bambus vydrží minimálně 40-100 let. Minimální doba životnosti je relativní, domky jsou schopny sloužit daleko déle, příkladem mohou být roubenky staré více jak 200 let.

U prefabrikovaného zahradního domku není tak kvalitně řešena konstrukční ochrana, především se jedná o styk celého prahu se zemí, kde není odstup minimálně 30 cm od země proti odstříkující vodě. Krátký přesah střechy bez okapů nekryje stěny domku. Další slabinou konstrukční ochrany jsou vodorovné spoje odkryté z vnější strany stěny. Jelikož se jedná o relativně nové zahradní domky, které nejsou prakticky moc odzkoušené, není možné odhadnout, jakou budou mít životnost. Je jasné, že konstrukční ochrana dřeva je daleko více zanedbána než u projektu z bambusu nebo smrku.

5.18.5 Porovnání estetické hodnoty

Bambus jasně dominuje svojí elegancí, netradičním vzhledem a tím i vysokou estetickou hodnotou. Domek na první pohled vypadá exoticky a pozorovatele zaujme svým vzhledem a skvělým pocitem vzdušnosti. Oblé obložení stěn a podlah navozuje příjemný pocit z přírodního materiálu.

Smrkový domek a prefabrikovaný domek působí všedně a má fádňní vzhled, který nezaujme. Katalogový domek navíc s velkou pravděpodobností naleznete na jiné zahradě nebo v campech.

6 DISKUZE

Při tvorbě projektu realizace zahradního domku jsem navazoval na bakalářskou práci, kde jsem navrhoval krovovou konstrukci a porovnával ji se smrkovou. Rešerši literatury jsem tedy pouze doplnil o chybějící kapitoly zabývající se způsoby konstrukce a stavby bambusových domků. Nastudovaná literatura sloužila jako zdroj pro návrh řešení a postup výstavby domku. V návrhu jsem použil specifické techniky stavby bambusového domku, kde se prolínají postupy staré a nové (Paudel, Ayeh 2003).

Jak uvádí literatura Jayanetti, Follet 1998, konstrukční spoje jsou v nosném rámu použity dle přesného učení, což může být zásadní pro statickou pevnost celé konstrukce domku. Proto jsem určil minimální dimenzi všech svislých a vodorovných prvků průměr 150 mm s libovolnou délkou. Aby materiál splnil požadavky na rozměry, zvolil jsem použití odrůdy *Dendrocalamus*, jehož stébla dorůstají průměrů až 200 mm a délky až 18 m. Další předností rodu *Dendrocalamus* je jeho vyšší hustota a větší podíl křemíku než u ostatních rodů, což snižuje celkovou štípatelnost stébla (Schröder 2010).

Při výpočtu nákladnosti ceny materiálu jsem zjistil, že rozdíl mezi cenou jednoho metru bambusové tyče průměru 150 mm a cenou smrkového sloupku 150x150 mm je pouhých 2,50 Kč. Z tohoto minimálního rozdílu plyne i výsledná velmi podobná cena za materiál a celkový projekt. Tento nepatrný rozdíl je hlavním důvodem, proč bych při výstavbě upřednostnil bambusový domek před smrkovým.

V práci jsem obě řešení porovnával s ekvivalentem prefabrikovaného domku dostupným na internetu. Zásadní rozdíl mezi variantami je především půdorys a rozměry. Domek je sice levnější, ale je také menší a není zateplený. Zateplení by zvýšilo cenu a promítlo se na zmenšení vnitřního prostoru domku, pokud by se izolace přidávala zevnitř. Druhou variantou zateplením z venku by se zakryla dřevěná konstrukce a domek by ztratil dřevěný vzhled a estetickou hodnotu. Další nevýhodou domku je celkové nedodržení obytné normy a hygienických limitů. O to horší jsou v prefabrikovaném domku podmínky pro obývání.

V současnosti je řešení stavby domku ze dřeva stále oblíbenější než v dřívějších letech a lidé postupně získávají důvěru v dřevěné domky a dřevostavby. Touto prací posouvám uvažování o stavbě z obnovitelných zdrojů na další úroveň. Obrovskou výhodou bambusu je jeho doba obmýtí, která se pohybuje dle odrůdy od 3 až do 8 let. Obmýtní doba v lesích ČR je v současné době 114 let, což do značné míry znesnadňuje

obnovitelnost lesů, jelikož se tato odpovědnost přenáší na další 3 generace. Bambus se dá velice dobře pěstovat na plantážích a v současné době pomáhá budovat ekonomickou prosperitu a samostatnost v rozvojových oblastech Indonésie, jižní Ameriky a Asie. Jediný negativní vliv je pak transport této suroviny napříč celým světem, což se zpětně negativně odráží na životním prostředí. Tento negativní vliv je naopak vyvážen ekologickým způsobem pěstování, sklizení a zpracování bambusu v zemích původu.

7 ZÁVĚR

Realizace zahradního domku z bambusu byla řešena v souladu s obytnou normou a technickými vyhláškami. Bambus byl volen jako alternativní a rychle obnovitelný zdroj stavebního materiálu. V práci byly z návrhu domku provedeny výpočty spotřeby materiálu, výpočty ceny materiálu, ceny práce a náklady celkového projektu. Pro porovnání bambusové konstrukce byl navrhnut ekvivalent ze smrkového dřeva, u kterého byly provedeny stejné výpočty a porovnány s návrhem z bambusu.

Výkresová dokumentace byla vytvořena v programu AutoCAD 2013 a slouží pro lepší orientaci v projektu a pro pochopení výpočtu spotřeby materiálu. V závěrečném porovnání se dospělo k výsledkům, že projekt s bambusovým domkem je dražší jen o 51 778 Kč, tedy o 5,1 %, což je velice příznivé a v celkové ceně 1 073 204 Kč zanedbatelné. Časová náročnost realizace projektu je hypotetická, ale předpokládaná realizace bambusového domku bude trvat o 10 hodin déle než smrkového.

Bambus jako konstrukční materiál je vhodný ekvivalent, který je konkurenceschopný a může nahradit tuzemské konstrukční materiály jako je smrk, modřín nebo borovice. Práce slouží jako podklad pro rozhodnutí při volbě řešení výstavby zahradního domku ze dřeva a je možné domek dle projektu realizovat.

SUMMARY

This master's thesis is focused on project proposal of small garden cottage with alternative use of bamboo as a construction material. The main tasks of the work is the design of the structure, including drawing documentation, technical report, calculations of possible consumption of materials and bill of materials. The study also complemented by literature search findings about bamboo and its applications in the construction industry, which is based on the bachelor thesis focused on design bamboo truss structure. Project solved the building construction and propose construction process. It compiled list of elements and determine price calculation expensiveness of the project. The overall output is the comparison of alternative solutions made form native spruce wood and prefabricated garden house. For comparison is propose structure with same properties and make same calculations needed for compare.

Drawing documentation was created in AutoCAD 2013 and serves for better orientation in the project and for understanding the calculation of material consumption. Overall results of comparison is very close but spruce construction is cheaper for 5,1 % that's 1900 €. This value is insignificant in price 39 709 € for entire project. Estimated time of realization is hypothetical but after calculation of wages for work bamboo house will take about 10 hours longer than spruce house.

Bamboo as a structural material is suitable for equivalent that becomes competitive and can replace domestic construction materials such as spruce, larch or pine. The thesis serves as a support material for decisions when choosing solutions of built garden house made of wood. House can be realized following to the project.

The great advantage of bamboo is its period of rotation period, which varies according to the species from 3 to 8 years. Rotation time in the forests of the Czech Republic is currently a 114 years, which in considerable extent makes it difficult renewability of forests because this responsibility is transferred to the next three generations. Bamboo can be grow very well on plantations and is currently helps to build economic prosperity and autonomy in developing areas of Indonesia, South America and Asia. The only negative effect is the transport of the raw material throughout the world, which is negatively reflected on the environment but is offset by an environmentally friendly way of growing, harvesting and processing of bamboo in source countries.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČERNÝ, Václav: Zahradní domek Anna 800x500. <https://www.zahradni-domky.cz/> [online]. 2017 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.zahradni-domky.cz/zahradni-domek-anna-800x500/>
- [2] DUNKELBERG, K. *Bambus als Baustoff*, Institute for Lightweight Structures, Stuttgart, Germany. 1985. 260 s.
- [3] GNANAHARAN, R. MOSTEIRO, P. A. *A Local tools and equipment technologies for processing bamboo & rattan*. 1. vyd. INBAR, 1996. 76 s.
- [4] GUTIÉRREZ, Jorge A. *Structural adequacy of traditional bamboo housing in Latin America*. Beijing: INBAR, 2000. ISBN 8186247440
- [5] JANSSEN, Jules J. A. *Bamboo in building structures*. Ph.D. thesis at the Technical University of Eindhoven 1981, The Netherlands
- [6] JANSSEN, Jules J. A. *Designing and Building with Bamboo: TECHNICAL REPORT NO. 20*. INBAR, 2000. Technical reports.
- [7] JAYANETTI, D. L. a P. R. FOLLET. *Bamboo in construction: An introduction*. 2. vyd. INBAR, 1998. Technical reports. ISBN 1900510030.
- [8] KUMAR, S a kol. *Bamboo preservation techniques – a review*. 1. vyd. INBAR, 1994. 59 s
- [9] Matouš Růžička. Prodej bambusu a exotického dřeva. bamboodesign.cz. [online]. 2012 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.bamboodesign.cz/kontakty>
- [10] MCCLURE, F. A. *Bamboo as a Building Material*. 1. vyd. Indiana University: Peace Corps, Information Collection and Exchange, 1953. 52 s
- [11] PIXGOOD: A bamboo roof and frame. pixgood.com. [online]. 29.11.2014 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://pixgood.com/bamboo-roof-construction.html>
- [12] PRONK, Michel. *Case study "Hogar de Cristo"*. Ecuador: INBAR, 2002. 25 s
- [13] *Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009.

- [14] *Vyhláška 499/2006: o dokumentaci staveb.* Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2006.
- [15] *ČSN 73 4301: Obytné budovy.* 2. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [16] *Stavební zákon.* In: . Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2006, ročník 2006, č.183.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Typický příklad návrhu bambusového domku (Pronk 2002)	Chyba!
Záložka není definována.	
Obr. 2 Příklad základového pasu s podezdívkou (Paudel, Ayeh 2003)	14
Obr. 3 Vzájemná poloha rohů stavby (Paudel, Ayeh 2003).....	23
Obr. 4 Příklad tvorby základové zdi (Paudel, Ayeh 2003)	24
Obr. 5 Kotvení bambusových sloupků (Paudel, Ayeh 2003).....	26
Obr. 6 Svazovaný spoj ratanovými pásky (Dunkelberg 1985)	26
Obr. 7 Spojení čepovým klíčem z tvrdého dřeva (Dunkelberg 1985).....	27
Obr. 8 Spojení čepem pojištěného svázáním (Dunkelberg 1985).....	27
Obr. 9 Spojení kolíky z tvrdého dřeva nebo oceli (Janssen 2000).....	28
Obr. 10 Spojení vazních trámů a sloupků T-klínem (Paudel, Ayeh 2003)	29
Obr. 11 Praktický příklad přivazování střešních latí (Paudel, Ayeh 2003).....	31
Obr. 12 Příklad pokládky střešní krytiny (Pixwood 2014)	32
Obr. 13 Řešení vnějšího záklopu dvojrstvou z polovin tyčí (obrazek autora)	33
Obr. 14 Půdorys zahradního domku Anna (Zahradni-domky.cz).....	54
Obr. 15 Pohled na domek Anna 8x5 m (Zahradni-domky.cz)	54

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Výpis materiálu pro základy	37
Tab. 2 Kusovník bambusových tyčí	37
Tab. 3 Výpis spojovacího materiálu	38
Tab. 4 Výpis materiálu pro instalace	39
Tab. 5 Výpis vnitřního vybavení domku	39
Tab. 6 Cena materiálu terénních úprav	41
Tab. 6 Cena materiálu na výstavbu základů	42
Tab. 7 Cena spojovacího materiálu	43
Tab. 8 Cena bambusových tyčí	44
Tab. 9 Cena materiálu pro instalace	44
Tab. 10 Cena materiálu vybavení domku	46
Tab. 11 Celková cena za materiál	46
Tab. 12 Cena práce	47
Tab. 13 Celkové náklady	48
Tab. 14 Stavební materiál smrkového domku	51
Tab. 15 Spojovací materiál smrková konstrukce	52
Tab. 16 Cena práce na smrkovém krovu	52
Tab. 17 Celková cena projektu smrkového domku	53
Tab. 18 Náklady na pořízení domku	55
Tab. 19 Celková cena projektu prefabrikovaného domku	56
Tab. 20 Srovnání nákladů na jednotlivé projekty	56
Tab. 21 Čas realizace projektu	57

11 SEZNAM PŘÍLOH – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkres č. 01	Situace	A2
Výkres č. 02	Půdorysy	A2
Výkres č. 03	Řezy 1/2	A2
Výkres č. 04	Řezy 2/2	A2
Výkres č. 05	Detail	A3
Výkres č. 06	Základy	A3
Výkres č. 07	Pohledy	A2