

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce z bambusu

Bamboo Structures

Vypracovala: Kateřina Malá

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.

Akademický rok: 2021/2022



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

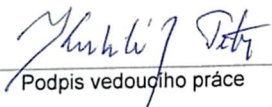
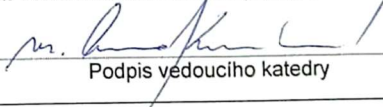


ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: Malá	Jméno: Kateřina	Osobní číslo: 484582
Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Konstrukce z bambusu	
Název bakalářské práce anglicky: Bamboo Structures	
Pokyny pro vypracování: Bakalářská práce bude obsahovat shrnutí problematiky s příkladem použití.	
Seznam doporučené literatury: [1] Kuklík: Dřevěné konstrukce, ČVUT Praha [2] Kuklík, Kuklíková, Mikeš: Dřevěné konstrukce 1, Cvičení, ČVUT Praha [3] Studnička, Holický: Ocelové konstrukce 20 - Zatížení staveb, ČVUT Praha [4] http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook_2_CZ.pdf [5] ČSN EN 1995-1-1 [6] ČSN Online Portál FSv ČVUT (cvut.cz)	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 14.02.2022	Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.05.2022 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

14.02.2022 Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
-------------------------------------	--



Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že tuto předloženou bakalářskou práci na téma Konstrukce z bambusu jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů, a to v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací. Práci jsem vypracovala pod odborným vedením pana doc. Ing. Petra Kuklíka, CSc.

V Praze 15.05.2022

.....

Kateřina Malá



Poděkování:

Tímto bych chtěla velmi poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Petru Kuklíkovi, CSc. za odborné vedení, poskytnutí konzultací a nahlídnutí do normy. Dále bych ráda poděkovala Ing. Anně Kuklíkové, Ph.D. za poskytnutou odbornou literaturu a konzultace. Chtěla bych také poděkovat své rodině a přátelům za obrovskou psychickou podporu nejen při psaní této práce, ale i při celém studiu.

**Anotace:**

Předmětem této práce je pojednávání o bambusu jako o moderním stavebním materiálu. Práce je rozdělena na dvě části. První část se zabývá obecnými informacemi o bambusech, jejich výskytu, pěstování, možnosti využití atd. Nachází se zde také jmenný seznam všech známých rodů bambusů a jejich specifika. Druhá část je zaměřena na bambus jako stavební materiál a zabývá mechanickými vlastnostmi nejvíce používaných bambusů ve světě pro stavební konstrukce.

Klíčová slova:

Bambus, Bambusa, Dendrocalamus, Guadua, Phyllostachys, stavby z bambusu

Annotation:

The subject of this thesis is the discussion of bamboo as a modern building material. The thesis is divided into two parts. The first part deals with general information about bamboos, their occurrence, cultivation, possible uses, etc. There is also a name list of all known genera of bamboos and their specifics. The second part focuses on bamboo as a building material, dealing with the mechanical properties of the most used bamboos in the world for building construction.

Keywords:

Bamboo, Bambusa, Dendrocalamus, Guadua, Phyllostachys, bamboo structures



Obsah

1. Úvod	8
2. Charakteristika bambusové rostliny.....	9
2.1 Botanické zařazení.....	9
2.2 Výskyt	9
2.3 Historie	10
2.4 Současnost.....	10
2.5 Možnosti využití	11
2.6 Udržitelnost	11
2.7 Morfologie a stavba bambusů.....	11
2.7.1 Oddenky	12
2.7.2 Kořenový systém	13
2.7.3 Stébla	13
2.7.4 Větve.....	14
2.7.5 Pochvy	15
2.7.6 Listy.....	15
2.7.7 Kvetení bambusů.....	16
2.8 Růst a pěstování	16
2.8.1 Růstový cyklus	17
2.8.2 Půda	18
2.8.3 Výsadba	18
2.8.4 Škůdci a problémy	18
2.9 Kdy a jak sklízet bambus.....	22
2.10 Sušení	23
2.11 Ošetření	24
2.11.1 Konzervační látky nefixačního typu.....	24
2.11.2 Konzervační látky fixačního typu.....	25
2.11.3 Ošetření metodou louhování bambusu	26
2.12 Životní prostředí	27
3. Druhy bambusů	28
3.1 Nomenklatura.....	28
3.2 Rozdělení podle	28



3.2.1	Charakteru růstu.....	28
3.2.2	Oddenkové morfologie.....	28
3.2.3	Přirozeného výskytu	29
3.3	Přehled rodů.....	29
4.	Bambus jako stavební materiál	34
4.1	Mechanické vlastnosti bambusu	34
4.2	Zkoušení mechanických vlastností dle normy ISO 22157.....	37
4.2.1	Pevnost v tlaku	37
4.2.2	Pevnost v tahu	38
4.2.3	Smyková pevnost.....	39
4.2.4	Pevnost v ohybu	39
4.3	Základní dílce pro konstrukce.....	40
4.3.1	Tyče.....	40
4.3.2	Rohože	40
4.3.3	Lamináty	42
4.3.4	Lana	44
4.4	Typy konstrukcí.....	45
4.4.1	Lešení.....	45
4.4.2	Střešní konstrukce	47
4.4.3	Stěny	51
4.4.4	Sloupy	53
4.4.5	Nosníky	57
4.4.6	Základové konstrukce.....	59
4.4.7	Dokončovací práce	60
4.4.8	Další stavební prvky a konstrukce	63
4.4.9	Betonové konstrukce s bambusovým vyztužením	64
4.5	Spoje.....	70
4.5.1	Tradiční tesařské spoje	71
4.5.2	Moderní spoje	75
4.6	Požární odolnost.....	78
4.7	Provedení detailů	78
4.8	Poruchy bambusových konstrukcí.....	79



4.8.1	Plísně a spory	79
4.8.2	Biodegradace houbami.....	79
4.8.3	Biodegradace hmyzem	80
4.9	Bambusová architektura	82
5.	Druhy používané pro konstrukce a jejich specifika	85
6.	Závěr	88



1. Úvod

U nás v České republice má slovo bambus poměrně exotický význam. Jak u nás je jedním ze základních stavebních materiálů dřevo, tak v mnoha Asijských zemích tuto roli přebírá právě bambus. V této moderní době však nelze přehlédnout, jak vynikající vlastnosti mají bambusové tyče. V mnoha případech dokonce překonávají vlastnosti samotného dřeva. Bambusové tyče se pyšní hlavně nízkou hmotností a výbornou pevností v jak v tahu, tak i v tlaku a v ohybu. Tyto vlastnosti jsou důvodem, proč bychom se měli u nás zabývat jeho využitím. Bambus s sebou nese jasný odkaz na ochranu životního prostředí. Z hlediska hmotnosti je lehčí než ocel, a v některých případech až pětikrát pevnější než beton. Jeho přirozený výskyt je téměř na všech kontinentech kromě Evropy a Antarktidy. Na Evropský kontinent byl bambus exportován kolem poloviny 18. století.

Bambus má velmi dlouhou a bohatou historii. První zmínka přibližně sahá až do doby 2000 př. n. l. V Asii jsou bambusy každodenní součástí života obyvatel ať už se jedná o nejrůznější výrobky, pokrmy či doslova stavební konstrukce. Před více jak třiceti lety se u nás pěstovaly možná, tak tři až čtyři druhy bambusů, a nyní je v České republice na výběr přes 150 druhů. Obecně ve světě se vyskytuje přibližně 90 rodů a 1500 druhů bambusu.

Z bambusu je možné udělat téměř vše. V minulosti z něj byly vytvářeny například různé zbraně, hudební nástroje, jízdní kola, a dokonce i automobily. V dnešní době má bambus bohatou škálu využití.

Proces růstu můžeme pozorovat pouhým okem. Bambus je díky rychlosti růstu zapsán v Guinnessově knize rekordů jako nejrychleji rostoucí rostlina světa. Dokáže vyrůst až o 91 centimetrů za den, což je rychlost 0,00003 km/h. [2] Při svém růstu pohltí až čtyřikrát větší objem oxidu uhličitého než stromy. Nejvyšší bambusy dosahují výšek okolo 30-40 m a průměru 30 cm.

Bambus se jako stavební materiál používá po celém světě, převážně v Asijských, Afrických a Jihoamerických zemích. Jeho použití se však v posledních letech poměrně rozšiřuje i do ostatních zemí.



2. Charakteristika bambusové rostliny

I když se ve své podstatě se jedná o trávy, tak většina bambusů je typická dřevnatěním stonků-stébel. V mnoha případech je proto bambus označován za „dřevo chudých“ (hlavně v Indii).

Eleganci bambusů netvoří květ jako u většiny rostlin, ale stoněk, který hraje všemi možnými barvami. Stoněk může být zelený, černý, žlutý, červenohnědý, a i různou kombinací těchto barev. Listy má bambus jednoduché, typicky zelené, ale u některých druhů doplněné o bílou a žlutou barvu.

2.1 Botanické zařazení

Z botanického hlediska bambusy patří do čeledi lipnicovitých (Poaceae), kde jsou zahrnuty do vlastní podčeledi bambusovitých (Bambusoideae).

Vědecká klasifikace:

- Říše: rostliny (Plantae)
- Podříše: cévnaté rostliny (Tracheobionta)
- Oddělení: krytosemenné (Magnoliophyta)
- Třída: jednoděložné (Liliopsida)
- Řád: lipnicovité (Poales)
- Čeleď: lipnicovité (Poaceae)
- Podčeleď: bambusovité (Bambusoideae) [2]

2.2 Výskyt

Jeho přirozený výskyt je téměř na všech kontinentech kromě Evropy a Antarktidy. Na Evropský kontinent byl bambus exportován kolem poloviny 18. století. Bambusy jsou velmi přizpůsobivé a v dnešní době lze najít např. bambusové lesy v jižní Francii (konkrétně druh *Phyllostachys*) nebo horské bambusy (konkrétně druhu *Fargesia*) v Norském Tromsø.



Obrázek 1 Geografický přirozený výskyt bambusů



2.3 Historie

Historie bambusu je stará více než 5000 let. V minulosti se bambus využíval v mnoha ohledech (viz kapitola využití). První zmínka studie o bambusu byla sepsána během dynastie Jin v Číně v knize, která zahrnovala 61 různých druhů. Hlavním důvodem popularity, proč měl a má bambus v Číně tak starou historii a rozšířené použití je, že na jeho území se řadí na první místo v počtu pěstování bambusu po celém světě.

Roku 206 př. n. l. byla hlavním řemeslem dynastie Khan výroba papíru. Z 3000 kg bambusu bylo možné získat až 1000 kg papíru. Jedinou nevýhodou bylo jeho obtížné smíchání s ostatními materiály.

V letech mezi 1037 až 1101 n. l. byl bambus již používán na mnoho různých věcí důležitých pro žití. Byl využíván např. na palivové dřevo, papír, vory, dlaždice, klobouky, boty, pláštěnky a mnoho dalšího.

V roce 1486 v dynastii Ming v Číně se začalo používat i bambusové uhlí, které je udržitelné a z hlediska životního prostředí lepší alternativa tradičního uhlí. Bambusové uhlí vytváří čistý vzduch a snižuje zbytky kontaminantů.

První bambusové kolo bylo vytvořeno roku 1894 v Anglii. Dodnes se tyto kola vyrábějí a vznikají nové a nové typy.

Roku 1945 při atomovém bombardování Hirošimy byly zničeny i rozsáhlé bambusové porosty. Jelikož je bambus nejrychleji rostoucí rostlinou tak jsou to právě bambusy, které se jako první obnovily.

Dalším historickým záznamem je že, Marco Polo byl první, kdo na svých cestách po Asii odhalil západnímu světu domácí hodnotu a význam bambusu. Kromě mnoha jiných objevů popsal, jak Číňané používali a vyráběli bambusová lana k vlečení lodí.

2.4 Současnost

V dnešní době je u nás bambus ještě poměrně nedoceněný materiál. Multifunkční rostlina, jako je bambus, se liší závislostí na jeho zpracování, vlastnostech a použití. Hlavním cílem je udržitelný design a snížit nebo předcházet vyčerpání kritických zdrojů, jako je energie, voda a suroviny, včetně uhlí, plynu. Ve 21. století se tento materiál používá hlavně v:

- Dřevozpracující průmysl
- Celulózový a papírenský průmysl
- Textilní průmysl
- Bioenergie z trávy
- Jídlo a nápoje
- Automobilový průmysl
- Oblast špičkových technologií
- Zemědělství



2.5 Možnosti využití

Jak už bylo zmíněno v úvodu, tak z bambusu je možné vytvořit téměř vše. V minulosti z něj byly vytvářeny různé zbraně, hudební nástroje, jízdní kola, a dokonce i automobily. Například v první Edisonově žárovce se nacházelo bambusové vlákno. V dnešní době má bambus bohatou škálu využití. Nejrozšířenější v dnešní době je kupříkladu na bytový nábytek a doplňky, vysoce kvalitní papír, košíky, hudební nástroje, zbraně, rohože, lešení, konstrukce střechy či celého domu, okrasné zeleně, tradiční orientální prvek zahrad, textilní průmysl a samozřejmě také v potravinářství.

2.6 Udržitelnost

Když se řekne udržitelnost tak se každému vybaví dřevo (stejně jako rákos, korek, sláma), přírodní bavlna, vlna, hedvábí, písek, přírodní kámen a další. Naproti tomu sklo a kov lze také považovat za škodlivé. Ekologické materiály by se daly zařadit do tří typů, a to přírodní původ, přírodní a umělé a materiály chemického (umělého) původu. Vzhledem ke globální environmentální situaci na planetě stále hledáme nové způsoby. Inovačním materiálem pro dnešní problematiku je právě bambus a bambusová vlákna.

Bambusová vlákna se pyšní těmito vlastnostmi:

- Hygroskopické
- Schopnost zadržovat ultrafialové paprsky
- Přirozený antistatický účinek
- Hypoalergenní
- Antibakteriální vlastnosti, které přetrvávají i po delším používání
- Vysoká odolnost proti opotřebení, odolnost proti vyhoření

Některé z mnoha výhod bambusu:

- Nevýžaduje zavlažování
- Zřídka se musí znovu zasadit
- Pěstuje se bez pesticidů a chemických hnojiv
- Rychle roste a lze jej sklízet za 3–5 let
- Produkuje o 58 % více kyslíku než tropické stromy
- Sekvestruje oxid uhličitý a je uhlíkově neutrální
- Je důležitým aspektem v rovnováze kyslíku a oxidu uhličitého v atmosféře
- Je to vynikající inhibitor eroze půdy

2.7 Morfologie a stavba bambusů

Bambusům se přezdívá stálezelené rostliny tzv. pokud se nevyskytuje nějaká vážnější poškození, tak jsou bambusy zelené i v zimě. Bambusy se odlišují od ostatních rostlin jejich segmentovou strukturou. Všechny části bambusové rostliny kromě kořenů jsou tvořeny pravidelnými články, a proto bambus nabývá neuvěřitelných mechanických vlastností jako jsou pevnost a pružnost. Na rozdíl od dřevin nemají bambusy ve svém složení kambium („živé pletivo“), které slouží pro růst nejen do výšky ale i šířky. Jinými slovy až bambus dosáhne dospělosti tak poté po celý svůj zbytek cyklu života zůstává se stejným průměrem a výškou. Každý rok vyrůstají nová stébla, které jsou silnější a vyšší než ta, co vyrostla předchozí roky. [3]

2.7.1 Oddenky

Jedná se o nejdůležitější část rostliny, která se nachází pod zemí. Skládají se ze segmentových článků a kolének, které rostou horizontálně okolo 15-30 cm do délky. Oddenky jsou rozmístěny v hustou síť, která zpevňuje půdu a brání erozi. V oddenkách je umístěno spousta energie pro růst nových stébel. Například v Japonsku se během zemětřesení lidé schovávají v bambusových porostech, které poskytují bezpečný úkryt. U oddenek rozlišujeme dva základní typy [1]:

- **Pachymorfní**

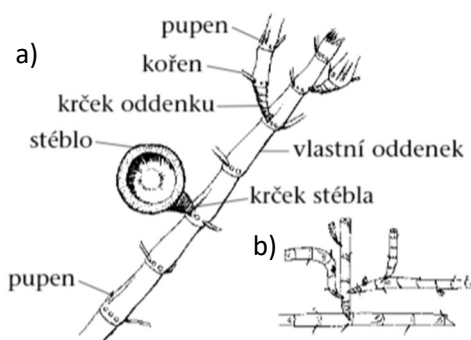
Pachymorfní oddenky mají zakřivený asymetrický tvar a obvykle průměr větší než stébla. Neboli jsou krátké a tlusté. Kořeny zpravidla vyrůstají ze spodní části kolének. Stébla naopak rostou ze špičky oddenků. Tento typ můžeme také najít pod označením „trsovité bambusy“. Na obrázku 2 je znázorněn rok ve kterém oddenky vyrůstaly (1. rok nejstarší, 4. rok nejmladší). [1]



Obrázek 2 Systém pachymorfních oddenků

- **Leptomorfní**

Na rozdíl od pachymorfní formě růstu oddenek jsou leptomorfní oddenky trubkovité, dlouhé a úzké. Průměr je obvykle menší než průměr stébel. Články jsou pravidelné, typicky duté a jejich délka převládá nad šířkou. Špičky jejich horizontálním růstem tvoří tzv. výběžky, a proto se jim také říká „výběžkaté bambusy“. Na obrázku 3 za a) můžeme vidět pohled na leptomorfní systém ze shora, se znázorněním řezu spodní části stébla a dva nové oddenky vyrůstající z pupenů. Obrázek 3 za b) znázorňuje způsob větvení tohoto typu. [1]



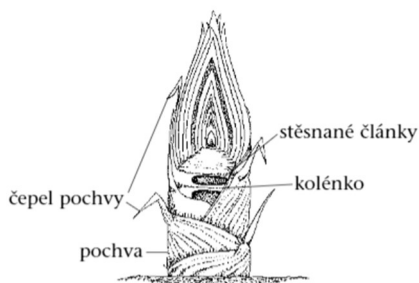
Obrázek 3 Systém leptomorfních oddenků

2.7.2 Kořenový systém

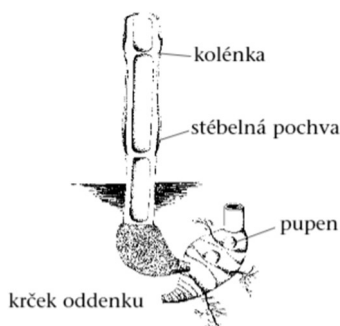
Kořenový systém bambusů není segmentový, jak už bylo zmíněno na začátku této kapitoly, ale je vláknitý a rovnoměrné tloušťky. Rostou z oddenkových kolének a dosahují hloubky cca 30 cm. [3]

2.7.3 Stébla

Stéblo vzniká už po povrchem. Jedná se o silnou strukturu dřevitou část bambusu. Pro stavební průmysl jsou právě stébla tou nejdůležitější částí bambusu. Kromě nosné funkce pro růst listů stébla slouží pro ukládání energie. Stébla začínají růst na jaře, a jejich počáteční tloušťka určuje průměr po celý svůj růst. [3]

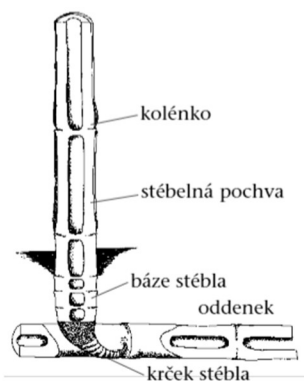


Obrázek 4 Průřez bambusovým výhonkem



Obrázek 5 Průřez stéblem trsovitých bambusů

Obvykle během 5-8 týdnů dosáhnou stébla své konečné velikosti. Dále se v cyklu růstu pouze mění jeho pevnosti. Maximální tvrdost je dosažena někdy kolem třetího roku růstu. Životnost stébel se odhaduje kolem 5-10 lety. Pro bambusy je typický rychlý růst. Například u rodu *Phyllostachys* za méně jak 30 dní dosáhne 90% celkové výšky. Pomaleji rostoucí jsou bambusy s pachymorfní formou růstu jako například rod *Dendrocalamus* dosáhne 90% výšky cca za 80-110 dnů. [1]



Obrázek 6 Průřez stéblem výběžkatých bambusů



Obrázek 7 Pohled na rod *Phyllostachys*-žlábek

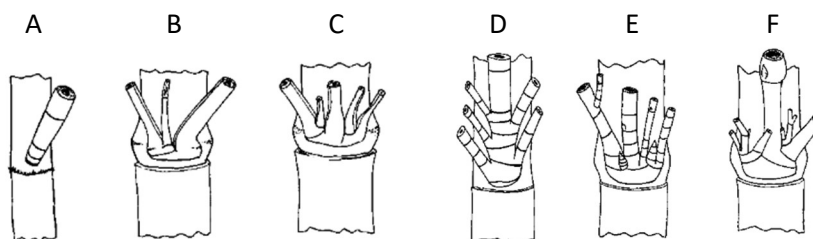
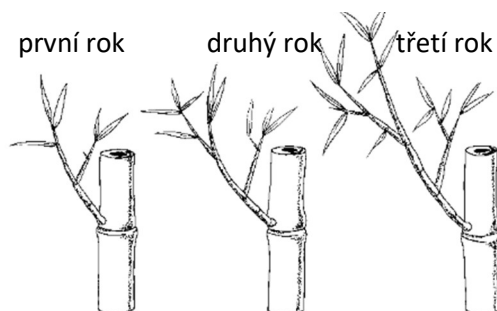


Struktura je tvořena články a kolénky. Články až na výjimky, např. rod *Chusquea*, bývají duté. V řezu mají všechny bambusy kruhový průměr až na jeden rod a to *Chimonobambusa*, který má průřez čtyřhranný. Kolénka jsou naopak vždy plná. Struktura je vláknitá a je z 50 % složena z celulózy a ve zbylých 50 % ligninem a křemíkem, který se nachází hlavně na povrchu. Barva stébel bývá u většiny případů zelené, ale mohou být zbarveny i do žlutých, bronzových, červených, a i černých odstínů.

Obrázek 8 *Phyllostachyt aureosulcata*Obrázek 9 *Fargesia jiuzhaigou*Obrázek 10 *Phyllostachys nigra*

2.7.4 Větve

Růst větví u bambusů je odlišuje od travin. Větve vyrůstají z pupenů nacházejících se na stébelných kolénkách. Jako většina částí bambusu ani větve nejsou výjimkou a mají segmentovou strukturu. U některých druhů větve rostou současně se stébly a u některých bambusů začnou listy rašit až po dosažení maximální výšky stébla. [1]

Obrázek 11 Uspořádání větví dle rodů (A-*Sasa*, B-*Phyllostachys*, C-*Shibatea*, D-*Arundinaria*, E-*Pleioblastus*, F-*Semiarundinaria*)

Obrázek 12 Růst větví po dobu tří let

2.7.5 Pochvy

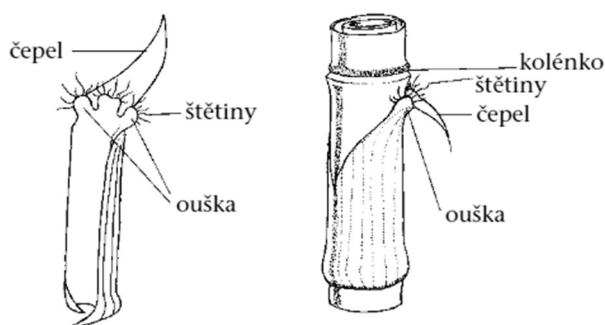
Pochvy slouží jako ochrana oddenek, stébel a větví proti vnějším vlivům. Jakmile je bambus u konce svého růstu pochvy opadají.

- **Oddenkové pochvy**

Najdeme je pod povrchem a plní funkci pronikání do hrubšího terénu a špička oddenku je díky nim hladká. Až oddenky zatvrdnou a narostou jim kořeny tak se pochvy rozpadnou.

- **Stébelné pochvy**

Zaregistrujeme je při prodlužování stébel. Mohou mít různé tvary v různých částech bambusové rostliny.



Obrázek 13 Části stébelné pochvy

- **Listové pochvy**

Nachází se na povrchu vrcholu stébel a pokrývají jejich plochu.

2.7.6 Listy

Bambusové listy mají velmi rozmanitý tvar a velikost. Jsou složeny z listové pochvy, čepele a řapíku. Listy se také mohou vyrůstat přímo z kolének stonků. Povětšinou tyto listy opadávají již během růstu stébla a mají hlavně ochrannou funkci. [3]



Obrázek 14 Bambusový list



Obrázek 15 Příčné žilkování listu

Listy, které se nacházejí na postranních větvičkách mají výrazně vyvinutou čepel a zpravidla mají za úkol proces fotosyntézy. Listy se regenerují postupně během růstového cyklu bambusu po několika letech. Pokud se bambus nachází například v horských oblastech, tak může dojít k poškození listů během zimy, kdy teploty klesají na velmi nízké hodnoty. Avšak u většiny bambusových listů odolává mrazu jejich příčné žilkování, zvaná také jako teselace. Největší listy jsou zaznamenány u rodu *Indocalamus*, u kterého listy mohou být až 10 cm široké a 60 cm dlouhé.

2.7.7 Kvetení bambusů

Kvetení u bambusů je většinou fenoménem. Například bambusy rodu *Sasa* kvetou zhruba v cyklu 60-ti let, a u rodu *Phyllostachys* kvete v cyklu 120-ti let. V Japonsku naposledy rod *Phyllostachys* kvetl v letech 1959-1970. [3]



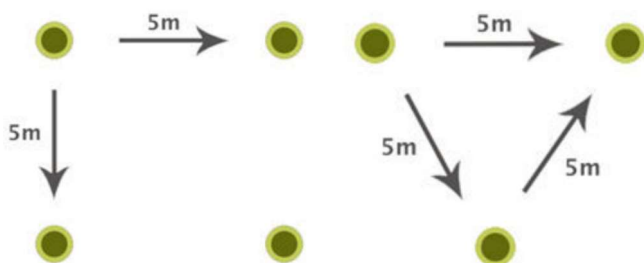
Obrázek 16 Kvetení rodu *Phyllostachys*



Obrázek 17 Kvetení rodu *Fargesia*

2.8 Růst a pěstování

V asijských zemích má bambus tisíciletou tradici. Znalost správného sázení bambusu vytvoří zdravější úrodu a zvyšuje produktivitu na bambusové farmě či plantáži. Vzdálenost mezi sazenicemi závisí na druhu bambusu a na místních půdních a klimatických podmínkách. Vyšší hustota (bližší rozestupy) je vhodná pro bambusy menších rozměrů a nižší hustota (větší rozestupy) je vhodná pro bambusy větších rozměrů. Je několik metod pro sázení, ale ta nejpoužívanější patří metoda „svazků a příkopů“ a metoda „sázení do jam“. Při obou metodách bambusy rozmisťujeme buď do čtverce nebo do trojúhelníku. Pokud chceme vypěstovat bambusy u nás, je nejvhodnější vypěstování bambusu z květináče. [5]



Obrázek 18 Rozmístění do čtverce a trojúhelníku

- **Metoda svazků a příkopů**

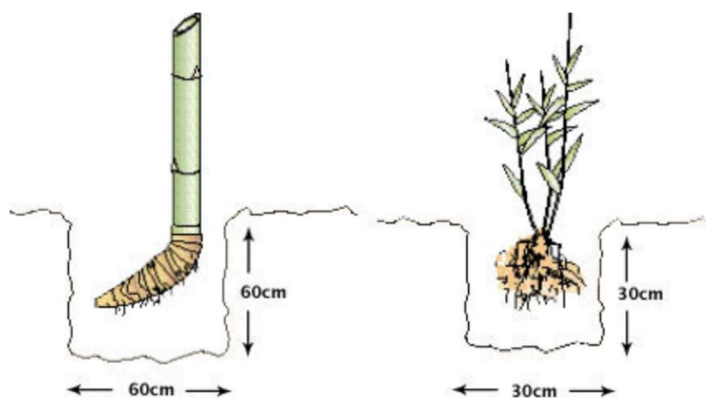
Při této metodě se kopou příkopy a z nich vykopaná zemina se shrnuje na hromadu, aby se bambus mohl vysadit na 1 metr široké a 50 centimetrů vysoké svazky.



Obrázek 19 Metoda výsadby do svazků a příkopů

- **Metoda jam**

Před výsadbou by měl být pozemek vyčištěný. Dále se musí vytyčit rastr bodů, které pak budou tvořit střed jámy. Jáma by měla být dostatečně široká a hluboká, aby kořeny rostlin měly dostatek prostoru a nebyly omezovány při hledání vláhy a živin. Nejlepší je připravit jámy před obdobím dešťů a vykopanou půdu vystavit povětrnostním podmínkám. Důležité je půdu několik dní pře výsadbou dobře nakypřit a odstranit plevel.



Obrázek 20 Velikost jámy pro výsadbu bambusu

2.8.1 Růstový cyklus

Po vysazení bambusu dochází v průběhu prvního jara k 60-ti dennímu růstovému období, po kterém se rostlina nebude nadále vyvíjet. Pře zimu sbírá rostlina energii pro opakování růstového cyklu. Každou další sezónu pak dochází k růstu nových stonků, které překonávají velikost předchozích již plně vyvinutých stonků. Dospělosti má bambus dosaženo obvykle 5-10 let po výsadbě, jak už bylo řečeno v předchozí kapitole. Bambusové výhonky rostou pozvolně do určitého průměru, který se už nemění, pak následuje rychlý růst stébel, ale nakonec se opět zpomalí. Vývoj takového stonku trvá 4-6 týdnů, záleží na rodu a podmínkách růstu.



2.8.2 Půda

Nejideálnější půdou pro pěstování bambusů je půda lehká, propustná, která výborně zadržuje vodu a obsahuje živiny a organické složky. Pro bambus je vhodné, aby půda měla mírně kyselé až neutrální prostředí, tudíž něco kolem 6,5-7 pH. Bambusy jsou však velmi odolné, a dokážou vyrůst i méně kvalitní a zásaditější půdě, a to kolem 7,5 pH. Hladina pH půdy se dá upravovat například za pomoci vápence či dolomitu-kyselost a za pomoci organického kompostu zásaditost. [1]

2.8.3 Výsadba

Výsadba by měla probíhat v období března do října. Důležité je, aby při sázení nesvítilo přímé polední slunce, ideální je mírný déšť. Postup pro nejběžnější výsadbu bambusu:

- Je vhodné vykopat větší díru, a to hlavně do šířky. Díky tomu bude půda více prokypřená
- Bambus by se měl sázet na výšku květináče, maximálně o pár centimetrů níže
- Před vložením bambusu do půdy tak je vhodné v květináči ponořit do kýble s vodou, aby půda nasákla maximální množství vody (stačí nechat ho probublat)
- Po zasazení se přidá mulč, který bude zabraňovat odpařování vody a zároveň se na slunci zahřívá, čímž působí dobře na kořeny
- Na konec rostlinu ještě jednou pořádně zalijeme

2.8.4 Škůdci a problémy

Bambusy pěstované ve venkovních podmínkách prakticky netrpí žádnými škůdci. Pokud se přece jen objeví, je to zpravidla způsobeno oslabením rostliny nějakým nevhodným zásahem ze strany pěstitele. Zcela jinak je tomu u rostlin pěstovaných ve sklenících a uzavřených prostorech. Tady je třeba dbát zvýšené pozornosti a napadené rostliny včas ošetřit.

Bambusy pěstované v pokojových podmínkách jsou ještě více náchylné k napadení škůdci než ve sklenících, jelikož je velice oslabuje nedostatek světla a nízká vlhkost vzduchu. [1]

• Mšice

Vyskytují se hlavně u skleníkových rostlin. Přítomnost mšic poznáme podle černého lepkavého povlaku na listech a výskytem dalšího hmyzu. Pro odstranění použijeme postřiky Pirimor nebo Mospilan. [1] [3]



Obrázek 21 Lepkavý černý povlak po napadení mšicemi



- **Roztoči**

Dalším škůdcem mohou být roztoči. Ti škodí hlavně na listech. Jejich zavlečení hrozí zejména při koupi nové sazenice, z volné přírody u nás se na rostliny nedostanou. [1] [3]



Obrázek 22 Napadení roztočem

- **Svilušky**

Svilušky se velmi často se nacházejí ve sklenících a tam kde je suchý vzduch a vysoká teplota. Na listech se objevují světlé plochy a na spodní straně jsou znatelné pavučinky. Pro odstranění účinkují postřiky Omite nebo Talstar. [1] [3]

- **Třásněnky**

Méně častí škůdci, kteří se objevují za stejných podmínek jako svilušky. Najdeme je uvnitř nerozvinutých list-vzniká na nich stříbřitý povrch. Účinkují postřiky Vertimec, Talstar. [1] [3]

- **Vlnatky a štítenky**

Najdeme je u bambusů, které byly v kontaktu s převážně pokojovými rostlinami. Pokud bude bambus vysazen ven, tak tito škůdci nemají šanci venku přežít. V uzavřených prostorech je možné ošetřit postřikem Mospilan, Calypso apod. [1] [3]



Obrázek 23 Napadení vlnatkou krvavou

- **Slimáci**

Tito škůdci jsou nejčastěji za velmi vlhkého počasí na měkkých částech bambusů a výhoncích, které mohou poškodit. Škody nebývají fatální, a tím pádem ochrana není nutná. [1] [3]



Obrázek 24 Okousané stéblo od slimáka



Obrázek 25 Okousané stéblo od slimáka

- **Hlodavci**

Častými škůdci jsou také hlodavci, hlavně hryzci a hraboši, které najdeme u kořenů bambusu. Boj s nimi je velmi obtížný a málo účinný. U větších bambusů je dobrou obranou probírat stébla. Pro větší účinnost je dobré sázet mladé rostliny do králíčího pletiva. [1] [3]

- **Zajíc**

Při přemnožení můžou zajíci působit velké škody, a to hlavně v zimních měsících, kdy zajíc nemá dostatek potravy a často ohryzává listy, větve a tenká stébla. Volně přístupné rostliny, chráníme oplocením. [1] [3]

- **Žloutnutí listů**

Nastává často na podzim, kdy dochází k poklesu teplot. Je to přirozený jev na změnu podmínek, takže v mnoha případech se jedná jen vyložene o vadu na kráse. Avšak pokud dochází k zežloutnutí všech listů a zastavení růstu, jedná se o uhynutí kořenů zapříčiněnou nadměrnou vlhkostí. V takovém případě je nutné bambus přesadit. [1] [3]

- **Usychání výhonků a mladých stébel**

Tato vada je zapříčiněna nedostatkem energie neboli rostlina nemá na to, aby uživila všechny své části, a proto některé přírůstky odumřou. Jedná se pouze o reakci na vznik nových přírůstků. [1] [3]

- **Stáčení listů**

Stáčení listů se projevuje hlavně v důsledku nedostatku vody a vysoké teploty. Nejlepší řešení je na několik minut ponořit do vody. Pokud se toto děje i v létě znamená to, že musíme bambus přesadit na stinnější místo. [1] [3]



- **Poruchy růstu**

Poruchy růstu v prvním roce po výsadbě nemusejí vždy znamenat vadu, ale pouze si bambus shromažďuje energii na následující sezóny. V druhém roce porucha růstu znamená, že jsou poškozeny oddenkové pupeny. [1] [3]

- **Poškození mrazem**

Poškození mrazem je postupný projev degradace bambusu. Tyto poškození se dají rozdělit do čtyř stupňů.

Stupeň 1: Bambus ztratí většinu svých listů, ale na jaře dojde k obnově a nemá to následky na další vývoj růstu.

Stupeň 2: Jedná se o poškození listových pupenů, což znamená, že už nenarostou nové listy ani větve. Tento stupeň ještě není natolik fatální, stébla dokážou uchovat energii do další sezóny.

Stupeň 3: V tomto stádiu se jedná o poškození, či zmrznutí stébel, které když se opakuje, tak dále negativně ovlivňuje další vývoj bambusu. Znamená to, že vrchní části se jen obnoví do původního stavu, ale již nikdy nedosáhnou svého růstového potenciálu. Kupříkladu bambus, který měl vyrůst do výšky šesti metrů vyrostе pouze dva.

Stupeň 4: U bambus ve čtvrtém stupni poškození mrazem vede k jeho vymrznutí v podzemních částech a následně dojde k celkovému úhynu. Na tento jev musí být opravdu extrémní podmínky, při výběru nevhodného druhu nebo při nedostatečné zimní ochraně. [1]



Obrázek 26 Poškození mrazem

- **Kvetení bambusů**

Tento jev nebývá obvyklý ani přívětivý. Pokud se jedná pouze o částečný výkvět nemusíme tomu věnovat takovou pozornost jako když je kvetení úplné, zde nepomůže ani odstranění všech kvetoucích částí, pouze rostlinu připravíme o zásobu energie. Je dobré výkvěty ponechat a pravidelně hnojit. [1]



Obrázek 27 Výkvět rodu *Fargesia*

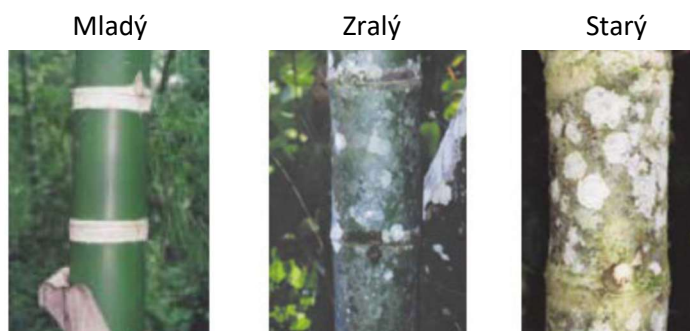
2.9 Kdy a jak sklízet bambus

Sklizeň bambusu je jedna z nejdůležitějších metod ochrany a zachování jeho pevnosti. Když se bambus nesklízí správně, tak chátrá mnohem rychleji. Načasování je velmi důležité, když se totiž podíváme na složení bambusu, který obsahuje velké množství škrobů (cukrů), tak právě tyto škroby jsou hlavní obživou pro parazity, bource a houby. Když se množství sacharidů sníží, bude bambus přirozeně odolnější vůči těmto biologickým rozkladným organismům. [5]

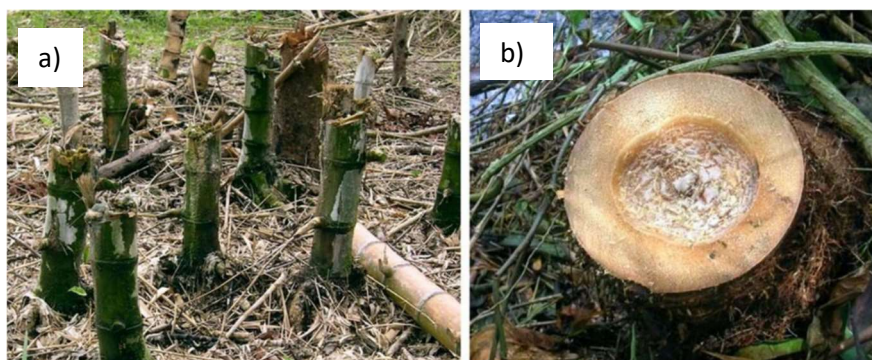
Obsah sacharidů se u téměř všech rostlin mění v závislosti na ročním období. Během období sucha bambusová rostlina získává a uchovává živiny pro růst výhonků v příštím období dešťů. Obsah škrobu je tedy na konci období sucha nejvyšší. Sklizení bambusu na konci období sucha proto zvyšuje pravděpodobnost napadení borůvkami a houbami.

V období dešťů je obsah škrobu nižší (protože nové výhonky spotřebovávají všechny živiny), ale obsah vlhkosti v bambusových stoncích je vysoký, což zvyšuje možnost následného štěpení a praskání po sklizni. V tomto období se také objevují nové výhony a při kácení by mohlo dojít k jejich poškození nebo zničení.

Z tohoto vyplývá že nejideálnější dobou pro sklizeň bambusu je v rozmezí konce období dešťů a začátku období sucha.



Obrázek 28 Vizuelní hodnocení bambusu



Obrázek 29 Kácení bambusu-a) nesprávný postup kácení; b) správné kácení

2.10 Sušení

Sušení bambusových tyčí je poměrně dlouhý proces, jelikož je bambus silně hygroskopický materiál. Jeho vlhkost dosahuje průměrně okolo hodnot 50-60 %, závisí na klimatických podmínkách, kácení a druhu bambusu. Během procesu sušení se bambus může zmenšit o 6 % a jeho tloušťka stěny o 2 %. [5]

- **Sušení na vzduchu**

Převážně se nejlépe funguje metoda "sušení na vzduchu". Po chemickém ošetření je veškerý bambus položen a uskladněn pod přístřeškem.

Důležité faktory, které je třeba dodržovat:

- Bambus musí být chráněn před přímým kontaktem se zeminou a tím se vyvarovat problémům s vlhkostí, hmyzem a houbami
- Nesmí být vystaven přímému slunečnímu záření, jinak by mohly vznikat praskliny. Sušení na přímém slunci je možné pouze za podmínek rozdělení bambusové tyče na několik menších částí.
- Pokud na některé z tyčí nastane napadení hmyzem či houbami, tak při včasném odstranění nejsou požadována další opatření
- V prostoru, kde sušíme by měl cirkulovat vzduch
- Výhodný způsob sušení je vertikální. Zde si musíme dát pozor na zakřivení tyčí-je vhodné zajistit dobrý podpůrný systém.
- Horizontální způsob sušení se používá hlavně pro objemné tyče. Skládání je provedeno ve vrstvách na desky z plastu či skla. Zde je nutné sledovat, aby u tyčí uložených vespod nedocházelo k praskání.
- Každých 15 dní by se měla tyč otočit, aby došlo k rovnoměrnému vysušení.

Proces sušení na vzduchu trvá přibližně 6-12 týdnů.



Obrázek 30 Sušení bambusových tyčí na vzduchu

- **Transpirace po sklizni**

Transpirace je proces kdy se 99 % vody odpařuje prostřednictvím listů a stonků. Jedná se o tradiční metodu, kterou používají hlavně zemědělci a domorodé kmeny. Proces sušení probíhá na bambusové plantáži. Aby bylo zabráněno kontaktu se zemí, je odříznutý bambus položen na kámen a opřen o jiný bambus. Přiložením k sobě začne bambus ztrácet vlhkost po cirká 3-4 týdnech.



Obrázek 31 Sušení tyčí opřením o sebe

- **Sušení v peci**

Tato metoda je vhodná pouze pro bambusové štěpy, protože u celých tyčí při vysoké teplotě dochází k popraskání.

2.11 Ošetření

Chemické ošetření bambusových tyčí

Chemické ošetření se dá aplikovat za pomoci speciálních zařízení (či bez). Jestli se jedná o dlouhodobou či krátkodobou ochranu závisí na typu ošetření. Při výběru použitého typu ošetření je třeba také dbát na životní prostředí, jelikož až na výjimky jsou konzervační prostředky na ochranu bambusu před biodegradací toxické. Pokud tyto metody budeme používat musíme zajistit opatrnost při aplikaci a aby byly splněny všechny požadavky na nejen životní prostředí, ale i na výkon a bezpečnost. Konzervační prostředky se dělí do dvou skupin, a to na fixační a nefixační. Nefixační konzervační prostředky se při vystavení dešti z bambusu vyluhují. Jinými slovy konzervační prostředky nefixujícího typu nejsou vhodné pro venkovní použití. [5]

2.11.1 Konzervační látky nefixačního typu

Tyto prostředky pro ošetření bambusu se skládají především ze solí bóru, které jsou účinné proti škůdcům, termitům a houbám (s výjimkou hub měkké hniloby). Bórové soli jsou rozpustné ve vodě. Po ošetření se voda odpaří a soli zůstanou uvnitř bambusu. Nejedná se o toxické prostředky a tím pádem je lze možné použít k ošetření bambusových výrobků, které přicházejí do styku s potravinami. Další využití nalezneme pro různé interiérové prvky a povrchy. [5]



- **kyselina boritá+Borax**

Jedná se o nejpoužívanější metodu konzervace bambusu ve světě, díky její šetrnosti k životnímu prostředí. Složení látky je v poměru 1:15 z kyseliny borité a Boraxu a jedná se o alkalickou sůl ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) nebo v poměru 2:2:0,5 z kyseliny borité, Boraxu a dichromanu sodného. Obvykle je k dostání ve formě předem smíchaného nehořlavého prášku bez zápachu pod obchodními názvy jako jsou Tim-Bor či SoluBor. Skladovatelnost této soli je nekonečná a není nijak ovlivněna teplotou. Aplikace impregnace na bambus je většinou ve formě postřiku nebo se i namáčí. Pro využití v interiéru je doporučená koncentrace 4-5 %.

2.11.2 Konzervační látky fixačního typu

Zde se také jedná směsi různých solí, které vzájemně reagují s bambusem a tím ho chemicky konzervují. Do této kategorie patří například chrom, který výborně fixuje, a dále měď, která má vysokou účinnost proti biodegradaci. Proces fixace trvá několik týdnů a bambus by měl být skladován mimo klimatické jevy někde uvnitř. [5]

- **měď, chrom, arsen**

V zahraničí sloučenina známá pod zkratkou CCA (patentovaný jako AsCu) poskytuje životnost ochrany po dobu 50-ti a více let. Je možné že arsenová složka způsobí zezelenání bambusu po aplikaci. Jedná se o pentoxid arsenitý, síran měďnatý a dichroman sodný v poměru 1:3:4. Doporučená koncentrace je 6 % pro podmínky v exteriéru s bez kontaktu se zemí a 10 % pro konstrukce v kontaktu se zemí.

- **měď, chrom, bór**

Ve světě známá jako CCB je tato sloučenina dobrou alternativou za CCA, ale s nižší účinností fixace kvůli bóru. Jedná se kyselinu boritou, síran měďnatý a dichroman sodný v poměru 1,5:3:4. Doporučená koncentrace je 6-8 % pro podmínky v exteriéru s bez kontaktu se zemí a 8-10 % pro konstrukce v kontaktu se zemí.

- **zinek, chrom**

Tato kombinace je silně hydrofobická a tím pádem v období dešťů může narušit estetickou stránku ošetřovaného bambusu. Jedná se chlorid zinečnatý a dichroman sodný v poměru 1:1. Doporučená koncentrace je 10 % pro konstrukce v kontaktu se zemí.

- **měď, chrom, kyselina octová**

Jedná se síran měďnatý, dichroman sodný a kyselinu octovou v poměru 5,6:5,6:0,25. Doporučená koncentrace je 8 % pro konstrukce v kontaktu se zemí.

- **měď, zinek, bór (konzervační přípravek proti ohni)**

Tento přípravek je určen k ochraně materiálů proti požáru a proti hnilobě a napadení hmyzem. Jedná se kyselinu boritou, síran měďnatý, chlorid zinečnatý a dichroman sodný v poměru 3:1:5:6. Doporučená koncentrace je 25 % pro použití v interiéru.



- **Kreozot**

Tento konzervační prostředek je cenově velmi přívětivý a je používán zejména pro ošetření v exteriéru na prvky jako jsou železniční pražce a sloupy.
- **Konzervační prostředky na bázi lehkých organických rozpouštědel**

Konzervační prostředky na bázi lehkých organických rozpouštědel jinak známé jako LOSP spadají do poněkud dražší cenové relace bambusových konzervačních prostředků. Organické rozpouštědlo funguje jako nosič toxických molekul a později se odpaří, přičemž aktivní složky zůstanou zachovány. Jsou komerčně dostupné ve formách připravených k použití. Barva bambusu se mění jen málo, ale může přetrvávat zbytkový zápach.
- **Trichlorfenol (TCP)**

Trichlorfenol jinak TCP je ekologičtější náhradou jiných konzervačních prostředků. Na trhu je k dispozici roztok tohoto fungicidu připravený k použití (5 %) spolu s insekticidy pro širokospektrální působení.
- **Mýdla s obsahem mědi a zinku**

Tyto mýdla mají o něco vyšší cenu než přípravky TCP, ale jsou však šetrnější k životnímu prostředí a také je neprovází štiplavý zápach. Objevily se jako alternativa k jiným organickým konzervačním prostředkům, které způsobují nebezpečí pro životní prostředí. Nejběžnější jsou nafteny mědi a zinku (kovová mýdla). Jsou k dispozici jako přípravky připravené k použití, které obsahují odpovídající množství insekticidů.
- **Tepelné ošetření bambusu**

Používá se pouze u ještě zelených bambusových tyčí.

2.11.3 Ošetření metodou louhování bambusu

Uchovávaní bambusu ve vodě neboli "louhování bambusu" je tradiční metoda konzervace bambusu, kterou používají domorodé komunity a zemědělci v několika asijských a latinskoamerických oblastech. V Latinské Americe je tradicí přepravovat bambus z horských oblastí a džungle směrem k městům pomocí bambusových vorů. Přeprava trvá 3-4 týdny a při nichž dochází k vyluhování škrobu v tyčích, což zvyšuje jeho trvanlivost. Tento způsob ponoření bambusu do vody se používá dodnes, zejména při přepravě bambusu ze vzdálených oblastí. Doporučuje se také pro skladování bambusu, který se používá v řemeslných dílnách a při



Obrázek 32 Louhování bambusu v nádrži

výrobě rohoží, kde je vyžadována poddajnost. Samotné louhování však nezaručuje dlouhodobou ochranu, ale pomáhá odstranit škrob a zvyšuje propustnost pro budoucí ošetření difuzí a tlakovou úpravou. Bambus se může skladovat v nádržích s vodou, ale doporučuje se přidat do nádrže chemikálie, které bambus vytvrdí a uchovají pro dlouhodobé použití. [5]

2.12 Životní prostředí

Bambus má velice významný vliv na životní prostředí. Některé studie zabývající se porovnáním dřeva a bambusu uvádějí, že například druh *Guadua* sekvestruje 77 kg uhlíku po dobu 7 let na rozdíl od průměrného tropického stromu, který sekvestruje 22,6 kg uhlíku ročně za 10 let. Pro nás to znamená, že po sedmi letech od výsadby má *Guadua* průměrnou hodnotu sekvestrace 150 tun uhlíku na hektar a tropický strom průměrně pouze 95 tun uhlíku na hektar. Převodem na produkci kyslíku dostaneme hodnotu u bambusu *Guadua* 400 tun a u tropického stromu pouze 253 tun. Toto porovnání poukazuje, že bambus produkuje o 58 % více kyslíku než strom. [5]

Další z mnoha výhod bambusu (bambusových lesů) je jeho schopnost chránit řeky a ovlivňovat kvalitu vody. Bambusové lesy tvoří jakousi bariéru, která slouží jako kontrola sedimentu, brání ztrátě průtoku a také v období dešťů ukládá velké množství vody v oddencích a stoncích, následně potom v období suchy vodu popouštějí zpět do půdy. U bambusu *Guadua* je absorpce přibližně 30 000 litrů vody. [5]

Pro mnoha lidí bambus činí nejdůležitější součást jejich života. Evoluce bambusového průmyslu je výborný způsob, jak pomoci a snížit chudobu, zvýšit ekonomické příležitosti pro muže a ženy a bojovat proti celosvětové nezaměstnanosti. [5]

Bambus je také skvělý udržitelný zdroj energie. Z 1,2 kg bambusu je možné vyrobit 1 kWh elektřiny. Svými hodnotami překonává tyto další typy zdrojů biomasy, jako je konopí, bagasa nebo rýžové slupky. Dokáže vyprodukovat velké množství biomasy v relativně krátkém časovém období, což z něj v mnoha zemích dělá důležitý zdroj obnovy lesů. Biomasa bambusu by mohla být využita jako náhrada palivového dřeva, jelikož se tepelnou nebo biochemickou přeměnou zpracovává na různé energetické produkty, jako je dřevěné uhlí, pelety a brikety. [5]



Bambusové „chipsy“ Bambusové dřevěné uhlí Bambusové pelety Bambusové brikety

Obrázek 33 Energetické produkty z bambusu

Svým spletitým systémem kořenů a oddenek chrání půdu před erozí. Oddenky jsou zvláště užitečné pro vázání ornice a pro prevenci eroze svahů, břehů řek, degradované půdy nebo pro kontrolu oblastí, které jsou často postiženy sesuvy půdy. [5]

3. Druhy bambusů

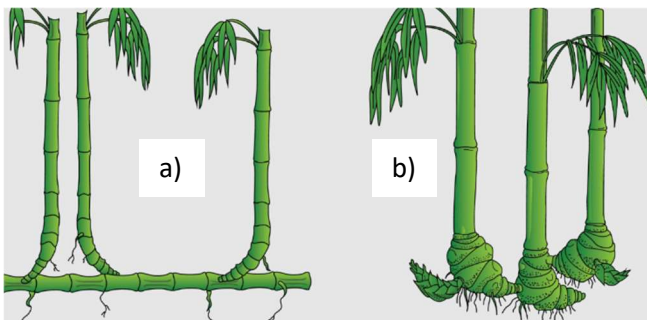
3.1 Nomenklatura

Dnes známé bambusy označujeme většinou dvěma slovy (výjimečně třemi). Každý bambus má své latinský název. První slovo značí rod a druhé slovo označuje druh (třetí slovo pak označuje formu nebo danou kultivaci). Povětšinou se používají tyto latinské názvy například *Phyllostachys aureosulcata* *Aureocalis*, ale můžeme se setkat i s českým překladem: „Listkoklasec žlutožlábkový Žlutokmenný“ z čehož je zřejmé, že daný rod má žluté žlábký na stéblu a jedná se o žlutou formu stébla. Dále v asijských zemích se můžeme setkat s domorodým pojmenováním, a to například druhu *Phyllostachys Pubescens* se říká „Mao Jue“ a druhu *Bambusa Pervariabilis* se říká „Kao Jue“.

3.2 Rozdělení podle

3.2.1 Charakteru růstu

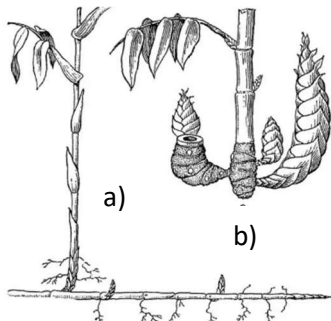
Jak už bylo zmíněno v kapitole 2.7. tak bambusy se rozdělují na dva typy dle charakteru růstu. Dělí se na segmentový růstový charakter s větvením trsovitým a s větvením výběžkatým.



Obrázek 34 Růstový charakter bambusu a) bambus výběžkatý
b) bambus trsovitý

3.2.2 Oddenkové morfologie

Oddenky jsou podrobněji popsány také v kapitole 2.7. U bambusů se vyskytují dva druhy oddenku, a to pachymorfnní oddenky, které najdeme u trsovitých bambusů, a na leptomorfnní oddenky, které jsou u výběžkatých bambusů.



Obrázek 35 Typ bambusového oddenku
a) leptomorfnní b) pachymorfnní



3.2.3 Přirozeného výskytu

Bambusy podle výskytu se dají rozdělit do tří skupin.

- **Tropické bambusy I**

Tento typ bambusů se vyskytuje přibližně v oblastech obratníku Raka a obratníku Kozoroha. V těchto oblastech jsou teploty po celý rok velmi vysoké. Nové výhonky zde raší s nástupem dešťů v období léta a podzimu. Tam kde prší celoročně, je růst bambusů prakticky nepřetržitý. Hlavním aktivním činitelem růstu těchto bambusů je tedy voda. Tyto bambusy se vyznačují vysokou citlivostí na poklesy teploty, trsovitým růstem a gigantickými stébly vyrůstajícími až do výšky 30 m. Zastoupené rody tropických bambusů jsou z *Bambusa* a *Dendrocalamus* z jihovýchodní Asie, nebo *Guadua* z jižní Ameriky. [1]

- **Bambusy mírného pásma II**

Obvyklými oblastmi výskytu jsou nížinaté až středně vysoké hornaté polohy Číny, Japonska a Koreje. Tyto bambusy jsou velice odolné vůči chladu a teplu a také zvládají nižší obsah vlhkosti. Adaptovaly se na daleko extrémnější podmínky a změnily způsob svého růstu. Spouštěcím mechanismem růstu je zde hlavně teplota, takže rašení probíhá výrazně na jaře. Zastoupené rody u tohoto typu jsou *Phyllostachys* a *Semiarundinaria* z Číny, a *Pseudosasa* z Japonska. [1]

- **Vysokohorské bambusy III**

Jedná se o vývojově nejmladší typ a na rozdíl od předchozích dvou nesnášejí teplo. Nejčastěji je najdeme ve velmi chladném nebo vlhkém podnebí, tudíž ve vysokých horách východních Himalájí v Číně nebo v jihoamerických Andách. Typickým znakem je trsovitý růst. Zastoupené rody u tohoto typu jsou *Fargesia* a *Sasa* z Číny a *Chusquea* z jihoamerických And. [1]

Pro Českou republiku jsou významné pouze bambusy druhého a třetího typu. Tropické bambusy nelze pěstovat ani v bytě.

3.3 Přehled rodů

Po světě se nachází mnoho rodů bambusu. V tab. 1 je sepsáno 130 rodů bambusů a jejich základní charakteristiky. Rod bambusu je vždy psán svým latinským názvem. Růstový charakter a typ oddenky je podrobněji probrán v kapitole 2.7 a následně i v kapitole 3.3.1 a 3.3.2. Skupinou v Tabulce 1 je označována skupina z kapitoly 3.3.3. Počet druhů je velmi orientační, protože je ještě spousta nepojmenovaných nebo nezaznamenaných bambusů.



Rod	Růstový charakter	Typ oddenky	Skupina	Přirozený výskyt	Počet známých druhů
Acidosasa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	11
Actinocladum	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	1
Agnesia	-	-	I	Amerika	7
Alvimia	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	3
Ampelocalamus	Trsovité	Pachymorfní	II	Asie	13
Annamocalamus	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	1
Apoclada	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	1
Arberella	-	-	I	Amerika	11
Arthrostylidium	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	29
Arundinaria	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Amerika	3
Athrostachys	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	1
Atractantha	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	5
Aulonemia	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	47
Bambusa	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	153
Bashania	Výběžkatý	Leptomorfní	III	Asie	7
Bergbambos	Trsovité	Pachymorfní	II	Afrika	1
Bonia	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	5
Brachystachyum	Výběžkatý	Leptomorfní	III	Asie	1
Buergersiochloa	-	-	I	Asie-Austrálie	1
Cambajuva	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	1
Cathariostachys	Trsovité	Pachymorfní	I	Afrika	2
Cephalostachyum	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	13
Cochinchinochloa	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	1
Colantheria	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	7
Cryptocloa	-	-	I	Amerika	9
Cyrtocloa	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	7
Davidsea	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	1
Decaryochloa	Trsovité	Pachymorfní	I	Afrika	1
Dendrocalamus	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	72
Diandrolyra	-	-	I	Amerika	3
Didymogonyx	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	2
Dinochloa	Trsovité	Pachymorfní	I	Asie	38
Drepanostachyum	Trsovité	Pachymorfní	II	Asie	10
Ekmanochloa	-	-	I	Amerika	2
Elytostachys	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	2
Eremitis	-	-	I	Amerika	5
Eremocaulon	Trsovité	Pachymorfní	I	Amerika	5
Fargesia	Trsovité	Pachymorfní	III	Asie	88
Ferocalamus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	3



Filgueirasia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	2
Fimnribambusa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	2
Froesiochloa	-	-	I	Amerika	1
Gaologomgshania	Trsovitý	Pachymorfní	II	Asie	1
Gelidocalamus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	14
Gigantocalamus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Gigantochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	63
Glaziophyton	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	1
Greslania	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	2
Guadua	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	38
Hickelia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	4
Hibanobambusa	Výběžkatý	Leptomorfní	III	Asie	1
Himalayacacalamus	Trsovitý	Pachymorfní	III	Asie	9
Hitchcockella	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	1
Holttumochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	4
Hsuehochloa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	1
Chimonobambusa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	42
Chimonocalamus	Trsovitý	Pachymorfní	II	Asie	18
Chloothamus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	11
Chusquea	Trsovitý	Pachymorfní	III	Amerika	185
Indocalamus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	33
Indosasa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	19
Kinabaluchloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	2
Kuruna	Trsovitý	Pachymorfní	II	Asie	7
Lithachne	-	-	I	Amerika	4
Maclurochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	3
Maclurolyra	-	-	I	Amerika	1
Melocalamus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	15
Melocanna	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	3
Merostachys	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	53
Mniochloa	-	-	I	Amerika	1
Mullerochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Austrálie	1
Myrioclaudus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	12
Nastus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	12
Neohouzeaua	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	6
Neololeba	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	5
Neomicrocalamus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	3
Nianchloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Ochlandra	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	10
Oldeania	Trsovitý	Pachymorfní	II	Afrika	7
Oligostachyum	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	18



Olmecca	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	5
Olyra	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika-Amerika	15
Oreobambos	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	1
Oatea	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	12
Oxytenanthera	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	1
Parabambusa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Pariana	-	-	I	Amerika	34
Parianella	-	-	I	Amerika	2
Perrierbambus	Výběžkatý	Leptomorfní	I	Afrika	2
Phuphanochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Phyllosasa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	1
Phyllostachys	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	61
Pinga	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	1
Piresia	-	-	I	Amerika	5
Piresiella	-	-	I	Amerika	1
Pleioblastus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	25
Pseudosasa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	20
Pseudostachyum	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Pseudoxytenanthera	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	4
Racemobambus	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	19
Raddia	-	-	I	Amerika	12
Raddiella	-	-	I	Amerika	14
Rehia	-	-	I	Amerika	1
Reitza	-	-	I	Amerika	1
Rhipidocladum	Trsovitý	Pachymorfní	I	Amerika	19
Ruhooglandia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	1
Sarocalamus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	3
Sasa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	45
Sasaella	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	11
Sasamorpha	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	5
Schizostachyum	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie-Afrika	65
Semiarundinaria	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	8
Shibataea	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	7
Sinobambusa	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	13
Sirochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	1
Soejatmia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Sokinochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Afrika	7
Sphaerobambos	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	3
Stapletonia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	3
Temburongia	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1
Temochloa	Trsovitý	Pachymorfní	I	Asie	1



Thamnocalamus	Trsovítý	Pachymorfní	II	Asie	4
Thyrsostachys	Trsovítý	Pachymorfní	I	Asie	2
Tibisia	Trsovítý	Pachymorfní	I	Amerika	3
Valiha	Trsovítý	Pachymorfní	I	Afrika	2
Vietnamocalamus	Výběžkatý	Leptomorfní	II	Asie	1
Vietnamosasa	Výběžkatý	Leptomorfní	I	Asie	3
Widjajachloa	Trsovítý	Pachymorfní	I	Asie-Austrálie	1
Yersinochloa	Trsovítý	Pachymorfní	I	Asie	1
Yushania	Trsovítý	Pachymorfní	II	Asie	84

Tabulka 1 Přehled všech známých rodů bambusů



4. Bambus jako stavební materiál

Z historie víme, že bambus je velmi silný a při správném provedení a zpracování lze z bambusových tyčí vytvořit velkolepé konstrukce, od visutých mostů v Číně dosahující rozpětí až 120 metrů, po bohatou bambusovou architekturu. Až do osmdesátých let minulého století se jeho použití omezovalo na stavbu některých lešení a jednoduchých obydlí. V Brazílii probíhaly systematické studie bambusu od roku 1979, z nichž větší část byla věnována vývoji metodiky jeho použití v prostorových konstrukcích, a i jako výztuže do betonu.

Nejlepšími bambusy pro stavby a konstrukce pocházejí z tropického pásma, a to konkrétně rody *Guadua*, *Dendrocalamus* a *Bambusa*. Bambusy z tropů jsou obecně vyšší a větší než bambusy mírného pásma a mají silnější stěny stonků, což často vede k lepším konstrukčním a mechanickým vlastnostem. Z bambusů mírného pásma je to například rod *Phyllostachys*. Z vysokohorských bambusů se jako stavební materiál žádný z rodů zatím nepoužívá.

4.1 Mechanické vlastnosti bambusu

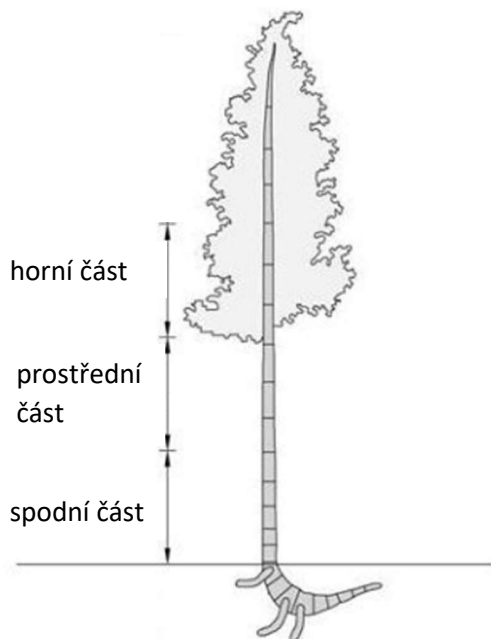
Zkoušení mechanických vlastností bambusu bývá velmi složité, protože výsledek může ovlivnit mnoho faktorů. Jeho vlastnosti ovlivňují podmínky růstu, jako je klima, nadmořská výška a půda. Například bambusy vypěstované na svahu dosahuje pak vyšších pevností jak bambus pěstovaný v údolích. Dále bambusy rostoucí na půdách s nízkým obsahem vody jsou obvykle pevnější než bambusy pěstované na půdách bohatých na vodu. Dalším důležitým faktorem je stáří a vlhkost stébla bambusu. Pevnost v tahu zůstává po celý cyklus růstu stejná, na rozdíl od pevnosti v tlaku, která se zvyšuje se stářím bambusové rostliny. Jedním z důvodů složitosti zjištění mechanických vlastností je také nedostatek informací, jelikož bambus jako stavební materiál je v Evropě stále poměrně neznámý (částečně proto, že bambusy rostou primárně v tropických zemích). Až v posledních 30-35 letech byly mechanické vlastnosti bambusu vědecky testovány. [5]

Mechanické vlastnosti bambusu byly zkoušeny po celém světě a vykazují výsledky, které jsou mnohdy lepší než u běžných stavebních materiálů. V dnešní době je ale důležité také myslet na další faktory:

- trvanlivost
- požární bezpečnost
- vliv na životní prostředí
- bezpečnost uživatelů
- energetická účinnost

Pokud mluvíme o požární odolnosti a trvanlivosti, tak jsou to oblasti, které je třeba ještě dále zkoumat, než bude možné bambusu přidělit standardní stavební předpisy. Přesto bylo dosaženo významného pokroku zavedením mezinárodní normy ISO 22157 pro mechanické vlastnosti bambusu. Tato norma pojednává o stanovení pevnosti v ohybu, tlaku, tahu, smyku a o trvanlivosti.

Mechanické vlastnosti měříme ve spodní části u kořene, uprostřed a v horní části jako je znázorněné na Obrázku 36.



Obrázek 36 části bambusové rostliny pro zkoušení mechanických vlastností

V Tabulce 2 je uvedeno osm druhů bambusů s nejlepšími dosud naměřenými mechanickými vlastnostmi. Zkoušky se provádějí na bambusových tyčích (stoncích) a to ve spodní části, uprostřed a v horní části dle Obrázku 36. Naměřené hodnoty se však mohou u jiných zkoušek lišit, jelikož záleží na mnoha faktorech jako je výskyt. Hodnoty uvedené v tabulce jsou hodnoty, které nezahrnují rozdíly ve vertikálním směru nebo stáří. Hodnoty, které jsou zvýrazněné, tak jsou vyhodnocené jako nejlepší z těchto osmi vybraných bambusů. [6]

Pevnost v tlaku bambusu se pohybuje zhruba mezi 26 a 64 MPa. Pevnost v tahu je výrazně vyšší a pohybuje se od 98 MPa do 232 MPa. Pevnost ve smyku a v ohybu je méně obvyklou zkouškou pro bambus, a proto jsou hodnoty pouze u pár druhů. Pevnost ve smyku je v rozmezí 6,6-10,6 MPa a pevnost v ohybu se pohybuje okolo 18 GPa. Rozdíl ve výsledcích lze vysvětlit různými zkušebními metodami a použitými vzorky. [6]



Druh		Modul pružnosti v tahu E [GPa]	Pevnost v tahu [MPa]	Modul pružnosti v tlaku E [GPa]	Pevnost v tlaku [MPa]	Pevnost ve smyku [MPa]	Pevnost v ohybu [GPa]
	Hodnota						
Bambusa multiplex	ve spodní části	14,08	98,00	4,15	30,00	-	-
	uprostřed	-	-	-	-	-	-
	v horní části	14,92	108,40	4,27	26,50	-	-
	průměrná	14,50	103,20	4,21	28,25	-	-
Bambusa vulgaris	ve spodní části	10,02	176,40	2,86	53,00	-	-
	uprostřed	10,22	153,50	3,19	46,00	-	-
	v horní části	12,67	182,00	3,67	59,00	-	-
	průměrná	10,97	170,63	3,24	52,67	-	-
Bambusa tuldoide	ve spodní části	12,66	140,50	3,24	37,80	-	-
	uprostřed	-	-	-	-	-	-
	v horní části	11,19	98,00	2,78	38,30	-	-
	průměrná	11,92	119,20	3,01	38,05	-	18,61
Dendrocalamus asper	ve spodní části	32,06	232,31	7,61	60,23	-	-
	uprostřed	44,73	200,75	23,58	61,34	-	-
	v horní části	9,48	232,80	17,66	68,05	-	-
	průměrná	28,76	221,95	16,28	63,21	-	-
Dendrocalamus giganteus	ve spodní části	19,11	147,00	15,29	56,61	-	-
	uprostřed	15,70	188,10	11,26	63,77	-	-
	v horní části	10,71	157,60	10,41	72,87	-	-
	průměrná	15,17	164,23	12,32	64,42	10,60	16,37
Guadua angustifolia	ve spodní části	17,90	148,00	15,20	32,10	6,60	18,00
	uprostřed	-	162,70	16,50	34,70	7,40	18,70
	v horní části	24,10	384,00	18,20	39,00	8,00	15,50
	průměrná	21,00	231,57	16,63	35,27	7,33	17,40
Guadua superba	ve spodní části	10,48	142,60	3,12	50,60	-	-
	uprostřed	-	-	-	-	-	-
	v horní části	11,83	151,00	3,55	45,00	-	-
	průměrná	11,15	146,80	3,33	47,80	-	-
Phyllostachys edulis	ve spodní části	8,99	115,00	-	-	-	-
	uprostřed	-	-	-	-	-	-
	v horní části	27,40	309,00	-	-	-	-
	průměrná	18,20	212,00	11,30	44,60	8,90	13,20

Tabulka 2 Mechanické vlastnosti vybraných druhů bambusu



4.2 Zkoušení mechanických vlastností dle normy ISO 22157

Zatím jedinou vydanou normou je právě norma je ISO 22157-1 o Bambusových konstrukcích- Stanovení fyzikálních a mechanických vlastností-část 1: Zkušební metody.

Tato mezinárodní norma specifikuje zkušební postupy pro vzorky získané z bambusových kulatin nebo bambusových tyčí, které se provádějí za účelem získání údajů, jež lze použít ke stanovení charakteristických fyzikálních nebo mechanických vlastností bambusu, které se použijí při navrhování konstrukcí nebo pro jiné vědecké účely. Tento dokument stanoví metody zkoušek kulatého bambusu nebo bambusu na tyčích pro vyhodnocení následujících fyzikálních vlastností a pevnostních vlastností: vlhkost, hustota, tlak rovnoběžně s vlákny, ohyb, a to jak rovnoběžně s vlákny, tak v ohybu. a kolmo na vlákna, smyk a tah, a to jak rovnoběžně, tak kolmo na vlákna. Rovněž poskytuje návod, jak odvodit moduly pružnosti v ohybu, tlaku a tahu rovnoběžně s vlákny. [4]

Norma obsahuje:

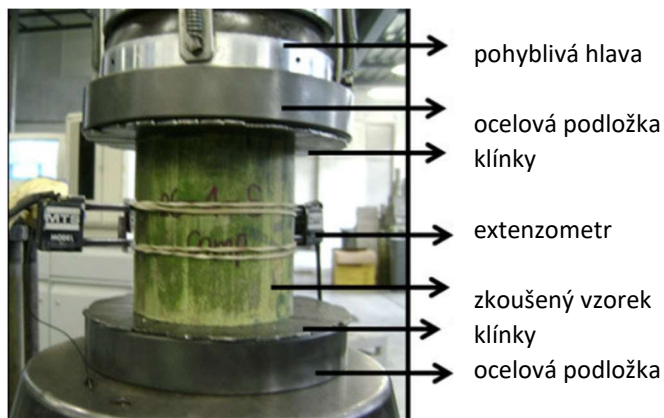
- Všeobecné požadavky
- Odběr vzorků a jejich skladování
- Stanovení obsahu vlhkosti
- Stanovení objemové hmotnosti
- Stanovení pevnosti v tlaku rovnoběžně s vlákny
- Stanovení pevnosti v ohybu rovnoběžně s vlákny
- Stanovení pevnosti ve smyku
- Stanovení pevnosti v tahu rovnoběžně s vlákny
- Stanovení pevnosti v tahu kolmo k vláknům
- Stanovení pevnosti v ohybu kolmo k vláknům

4.2.1 Pevnost v tlaku

Podle normy ISO 22157 je třeba zkoušet dva typy pevnosti v tlaku: pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny a pevnost v tlaku kolmo k vláknům. Bohužel zatím norma ISO 22157 popisuje pouze metodiku zkoušení pevnosti v tlaku rovnoběžně se vlákny. Z tohoto důvodu se tato práce bude zabývat pouze prvním typem pevnosti v tlaku. [4]

Zkušební vzorky nemohou obsahovat žádné kolénka, protože výsledky těchto vzorků by neposkytly přesné údaje, jelikož právě kolénka jsou nejpevnějšími místy bambusového stonku. Zkušební vzorky se tedy odebírají z úseku mezi dvěma kolénky (internodia), protože se jedná o nejslabší část bambusového stonku.

Pro konstrukční účely lze jako sloupy nebo nosníky použít pouze spodní, střední a horní část, jak je uvedeno na Obrázku 36. Ostatní části bambusového stonku se pro svůj malý průměr nepovažují za použitelné pro konstrukční účely.

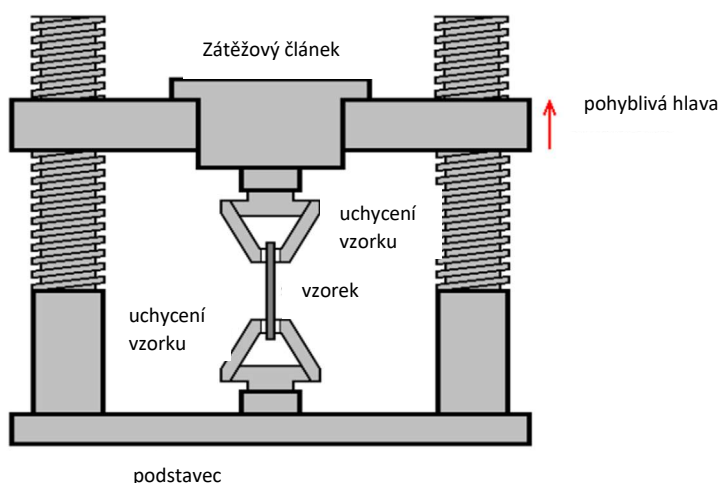


Obrázek 37 Ukázka zkoušky v tlaku

4.2.2 Pevnost v tahu

Maximální pevnost bambusu v tahu se určuje na základě zkoušek vláken (bambusových proužků), nikoliv na celých vzorcích stonků. Stejně jako v případě pevnosti v tlaku norma ISO 22157 poskytuje pokyny pro pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny, nikoli však pro pevnost v tahu kolmo k vláknům. [4]

Ke zkoušení pevnosti bambusu v tahu se používají spodní části, střední části a horní části bambusového stonku. Zkouška probíhá na vzorku pásu, který je široký 10-20 mm, má tloušťku bambusového stonku a je dlouhý 100 mm. U každého vzorku se nejprve stanoví obsah vlhkosti.



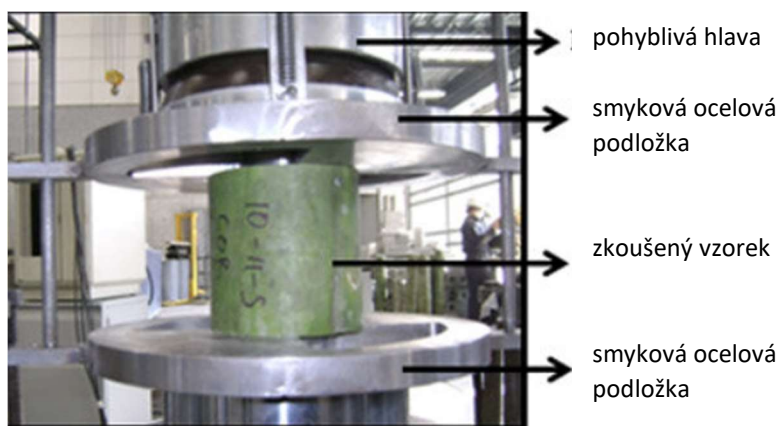
Obrázek 38 Přístroj na zkoušení bambusu v tahu

4.2.3 Smyková pevnost

Maximální smykové namáhání bambusu je důležitým faktorem pro návrh vhodných tesařských systémů a spojů. Jsou dva typy smykového napětí, rovnoběžně s vlákny a kolmo na vlákna. Norma ISO 22157 opět poskytuje pouze pokyny pro měření smykového napětí rovnoběžně s vlákny. [4]

Testují se tři vzorky ze spodní, střední a horní části bambusového stonku. Rozdíl tentokrát spočívá v tom, že polovina zkušebních vzorků by měla obsahovat kolénko a druhá polovina ne.

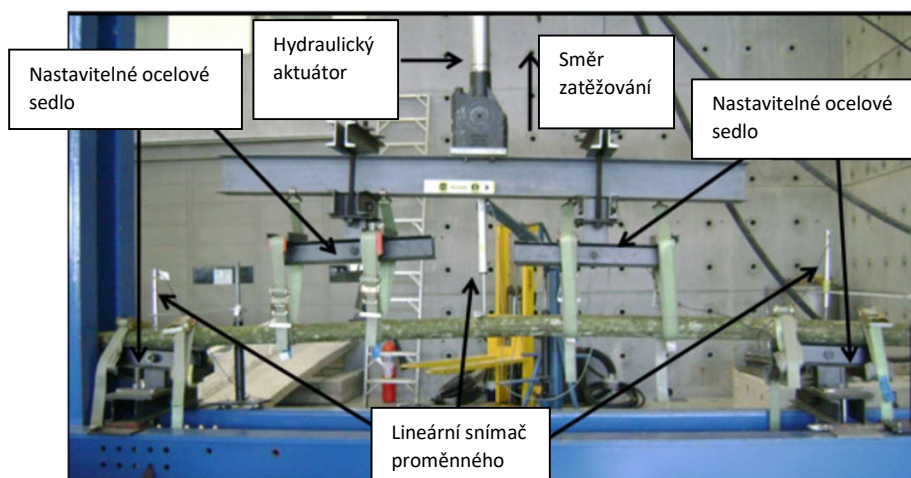
Každý vzorek se před testováním pečlivě změří. Měří se výška zkušebního vzorku a tloušťka kmene ve 4 oblastech, a to tam kde předpokládáme že dojde ke stříhu.



Obrázek 39 ukázka zkoušky smykové pevnosti

4.2.4 Pevnost v ohybu

Pevnost v ohybu má přímý vliv na chování konstrukce, proto je nutné předvídat průhyb každého prvku konstrukce ještě před její výstavbou. Nejčastěji používanou metodou pro stanovení průhybu nosníku nebo sloupu je čtyřbodovým ohybem. [4]



Obrázek 40 Příprava zkoušky v ohybu



Obrázek 41 Zkouška v ohybu

4.3 Základní dílce pro konstrukce

4.3.1 Tyče

Bambusové tyče jsou nejběžnější dílec používaný pro konstrukce. Jedná se o stéblo rostliny zbavené všech větví, kořenů atd. Používají se na nosníky, sloupy, příhradové nosníky, nenosné výplně a další. Běžně se prodávají po délkách 2-6 m a v průměrech 6-8 cm, 8-10 cm, 10-12 cm, 12-14 cm.



Obrázek 42 Bambusové tyče připravené na expedici



Obrázek 43 Bambusové tyče čerstvě pokácené

- **Výběr vhodné tyče pro konstrukce**

Použití bambusových tyčí vyžaduje dobrou kvalitu a splnění následujících požadavků:

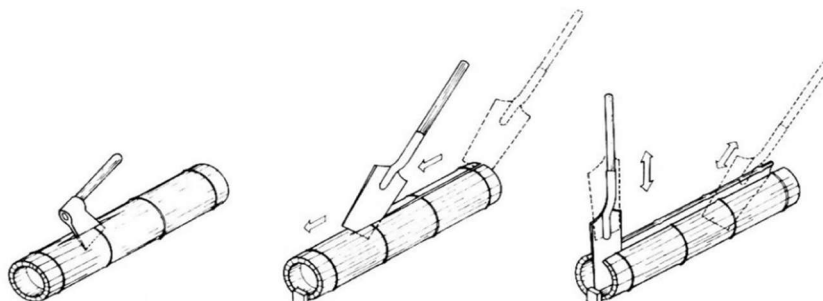
- Tyče musí být zralé a suché
- Nesmí se na nich vyskytovat praskliny ve stěně probíhající přes koleno do dvou článků.
- Mohou být mírně zakřivené, ale ne lokálně. Tyče použité na sloupy přenášející tlakové síly nesmí mít excentricitu přesahující 0,33 % délky elementu.
- Napadené tyče plísněmi, houbami nebo hmyzem ve vyšším stupni degradace nesmí být použity.
- U konstrukcí sloupů se doporučuje použít spodní třetinu stonku bambusu, kde je tloušťka stěny největší a kde jsou kolénka nejvíce nahuštěna.
- Abychom se zamezilo napadení škůdci, musíme udržovat relativní vlhkost tyče pod hodnotu 20 %.

4.3.2 Rohože

Bambusové rohože jsou desky vyrobené ze zploštělých bambusových tyčí. Tyto rohože se používají k různým účelům především v nábytkářském a stavebním průmyslu. Rohože jsou ošetřeny proti napadení hmyzem, plísním a vysušeny na přibližně 13% vlhkost (u vyšších požadavků je možné dosáhnout nižšího procenta). Pro výrobu je důležité, aby se používaly čerstvě nařezané, zelené bambusové tyče staré přibližně 4-6 let, protože zelený bambus se lépe štěpí a čistí než bambus sušený. [5]

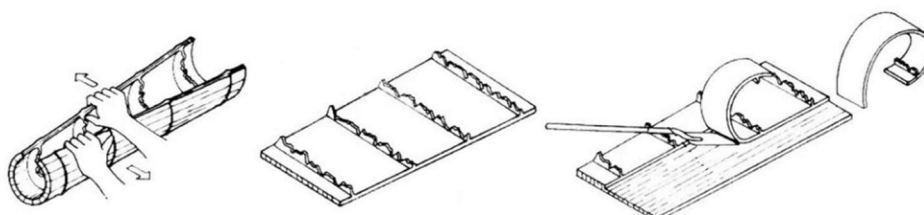


Prvním krokem je rozseknutí kolének bambusu sekerou. Druhým krokem je provedení jednoho svislého řezu rýčem do bambusové tyče tak, aby byly všechny kolénka zcela perforována.



Obrázek 44 Rozseknutí kolének a provedení řezu

Po rozlomení všech kolének je poměrně snadné bambus otevřít a rozdrtit kladivem, čímž získáte plochou bambusovou desku. Dále je velmi důležité odstranit vnitřní bílou vrstvu a desku očistit. Tento krok je důležitý, protože vnitřní vrstva je náchylná na napadení dřevokazným hmyzem.



Obrázek 45 Otevření, rozdrčení a ošetření

Po úplném vyčištění bambusových rohoží je dalším krokem jejich ochrana před budoucím napadením hmyzem a plísněmi. Vytvrzení se provádí ponořením bambusu na několik dní do nádrží se směsí netoxických konzervačních látek a vody.

Nakonec, po ošetření všech panelů, může začít proces sušení. Sušení drceného bambusu na vzduchu trvá přibližně 1-2 měsíce.



Obrázek 46 Sušení rohoží na vzduchu



Bambusové rohože se dají například použít pro

- bambusové stropní panely
- stěnové panely
- podlahy
- nosníky
- nábytek



Obrázek 47 Nosníky z bambusových rohoží



Obrázek 48 stropní panely z bambusových rohoží



Obrázek 49 Podlaha z bambusových rohoží

4.3.3 Lamináty

Pro lamináty je ideální sklízet stonky ve stáří cca pěti let. Mladší stonky nejsou plně zdřevnatělé, a proto materiál nebude mít správnou hustotu a nebude dostatečně tvrdý. Starší stonky šednou, což má za následek nevzhledné skvrny na finálních výrobcích. Čerstvě sklizené bambusové stonky se pak ve výrobě krájejí na proužky. Je nutné odstranění horního povrchu bambusu, tedy bambusové slupky. Při odstraňování slupky dochází také ke ztrátě bambusového materiálu, který je považován za odpad, ale lze využít jako biomasu pro výrobu energie. Pokud chceme bambus dále využívat v exteriéru je ro proužky dobrá tepelná úprava. Pokud chceme bambus využít v interiéru není tato úprava nutná.



Obrázek 50 Krájení bambusu na proužky



Obrázek 51 Bambusové proužky

Dále se bambusové proužky se lepí dohromady a výsledný obsah lepidla se pohybuje něco kolem 1 až 2 %. V závislosti na typu výrobku a požadovaných rozměrech lze bambusové proužky

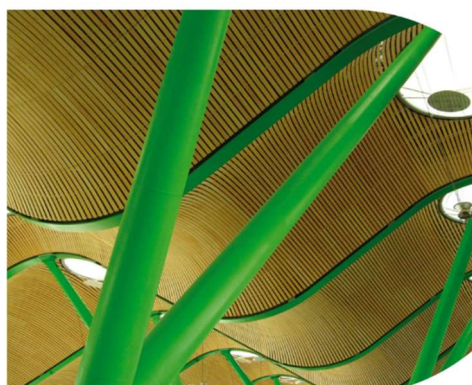


lepit různými způsoby. Existují dvě varianty provedení, Plain Pressed a Side Pressed. Ve variantě Plain Pressed jsou bambusové proužky umístěny vodorovně a ve variantě Side Pressed jsou bambusové proužky umístěny svisle. U lepení každý typ lepidla vyžaduje k vytvrzení určitou teplotu a stlačení. Kromě kvality lepidla určuje tento proces vytvrzování i kvalitu konečného výrobku. Pokud lepidlo není dobře vytvrzeno, může se bambus po určité době odlupovat.

Posledním krokem při výrobě laminovaného bambusu je finální profilování materiálu. Laminovaný bambus je ve srovnání se dřevem velmi stabilní, pokud jde o stabilitu a strukturu, u které se nenalézají žádné suky a žádná vystupující pryskyřice. Jeho využití je možné pro širokou škálu různých aplikací jako jsou například masivní panely, nosníky, stropní desky a další.



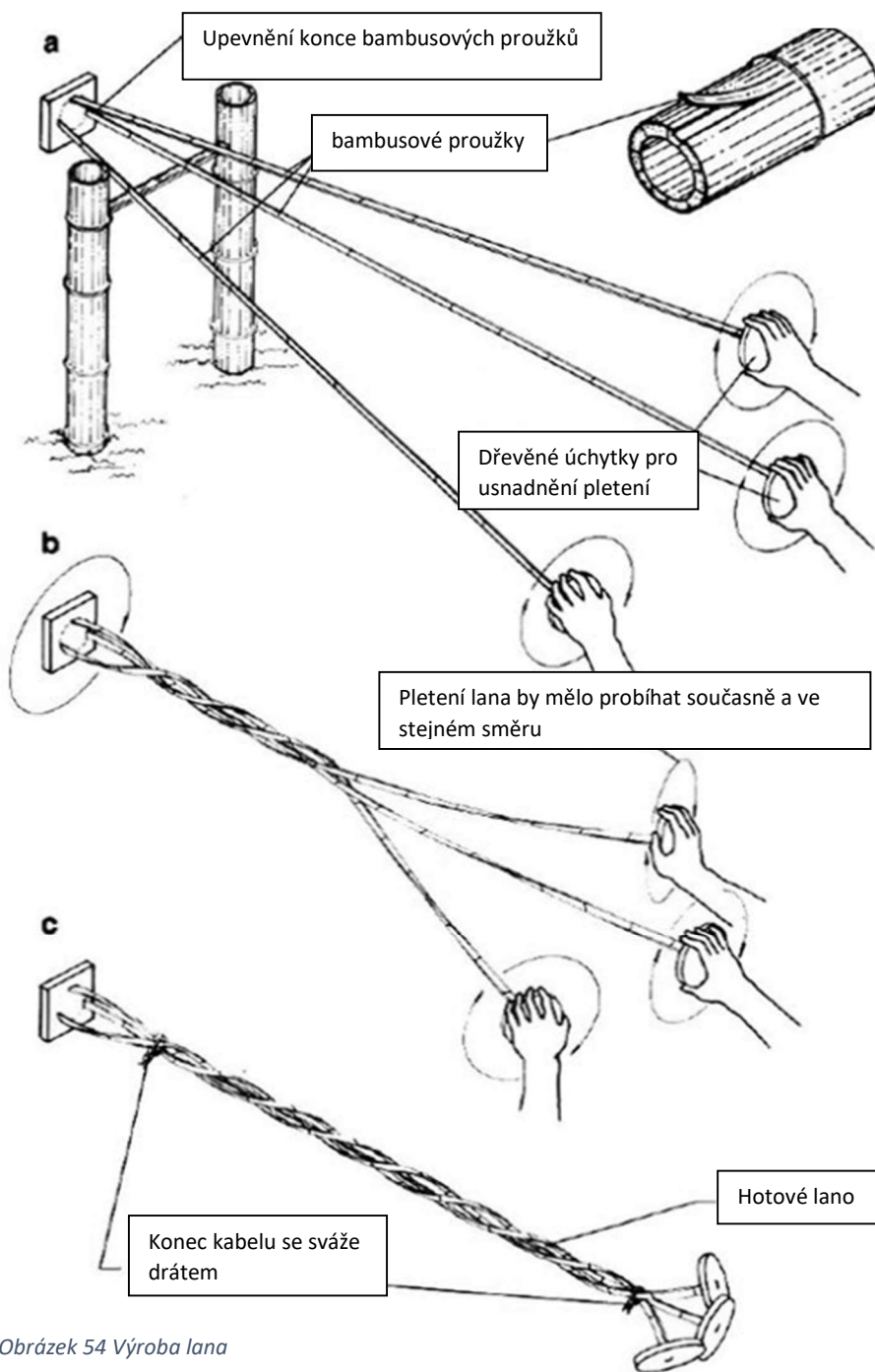
Obrázek 52 Masivní panely



Obrázek 53 Stropní desky

4.3.4 Lana

Bambusová lana se vyrábějí tak, že se nejprve bambus rozštípne po celé délce na tenké proužky. Po získání proužků je třeba oddělit měkkou vnitřní vrstvu od vnější vrstvy bohaté na křemík. Proužky z vnější vrstvy bambusového stonku se poté stočí a spletou dohromady do provazů, jak ukazuje Obrázek 54. [5]



Obrázek 54 Výroba lana

4.4 Typy konstrukcí

4.4.1 Lešení

Na rozdíl od jiných forem lešení, které jsou běžné ve většině částí světa, se u bambusového lešení používá pouze bambus a nylonové popruhy, které bambus spojují. Bambusové lešení se používá jak na malých projektech, jako jsou malé dvou nebo třípatrové objekty, tak na megastavbách vysokých přes 60 pater. Přestože je bambusové lešení v posledních letech na ústupu, jedním z regionů, kde se bambusové lešení běžně používá, je Hongkong. Bambus se pro lešení používá, kvůli jeho nízké hmotnosti na rozdíl od materiálů, jako je ocel a hliník, a lze jej montovat a demontovat mnohem rychleji než ocelové nebo hliníkové lešení.

Skutečnost, že bambus je mnohem lehčí, znamená, že při přepravě na stavbu se na nákladní auto vejde více bambusu, a to ve městě, jako je Hongkong, které je tak hustě osídlené, může znamenat obrovskou úsporu času. Podle některých odhadů dokáže dobrý lešenař postavit bambusové lešení pětikrát až šestkrát rychleji než ocelové nebo hliníkové a rozebrat bambusové lešení desetkrát až dvanáctkrát rychleji než lešení ocelové či hliníkové.

- **Sestavení lešení**

Sestavení probíhá tak, že se k sobě svázkou několik metrů dlouhé kusy bambusu. Vážou se na obvyklé rozměry na svislé čtverce 75 × 75 cm. Tyto čtverce slouží nejen jako podpěra konstrukce, ale také jako žebřík pro pracovníky, kteří se po lešení budou pohybovat. Jednotlivé kusy bambusu se k sobě vážou nylonovými páskami a k pevnému spojení kusů bambusu se používá speciální technika. Tento proces vytváření čtverců se několikrát opakuje, dokud není konstrukce kompletní. Někdy se konečné lešení připevňuje nebo kotví k budově, aby byla zajištěna pevnější konstrukce.



Obrázek 55 Vázání bambusových tyčí nylonovými páskami



Obrázek 56 Svázané tyče k sobě nylonovými vlákny



Obrázek 57 Vázání bambusových tyčí nylonovými páskami

- **Demontáž**

Proces demontáže bambusového lešení je poměrně jednoduchý. Nylonové popruhy se přeříznou a bambusové kusy se odstraní. Lešenáři začínají shora a pomalu postupují dolů, přičemž kousky bambusu předávají dalším pracovníkům dole, kteří je zachycují a ukládají.

- **Pevnost bambusového lešení**

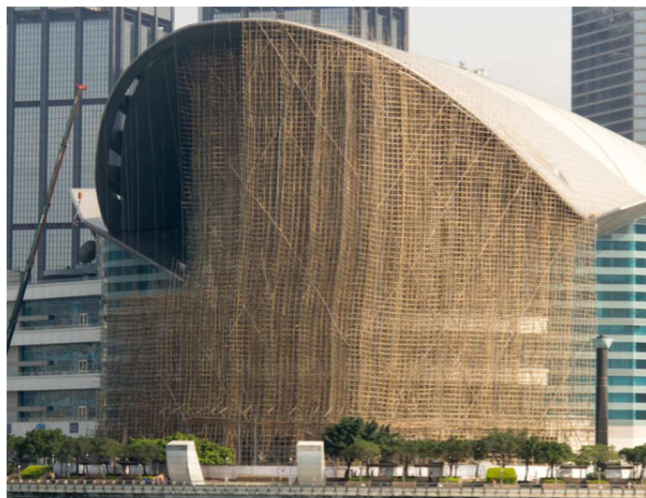
Bambusové lešení dosahuje poměrně velkých pevností, avšak jedním z problémů při hodnocení pevnosti jsou velké rozdíly. Pokud se podíváme na pevnost v tlaku, některé druhy bambusu mají pevnost v tlaku kolem 20 MPa (například Gigantochloa), zatímco některé druhy mohou dosahovat pevnosti v tlaku až 50 MPa (například Phyllostachys Edulis nebo Moso Bamboo). Jedná se však o horní a dolní rozmezí, ale i u stejného druhu lze dosáhnout různých výsledků, jak bylo vysvětleno v kapitole 4.2. Pokud jde o pevnost bambusu v tahu, tak ta se pohybuje od 100 MPa do 200 MPa. Běžně používaná průměrná hodnota je 160 MPa.



Obrázek 58 Bambusové lešení na výškové budově



Obrázek 59 Bambusové lešení na výškové budově s malou konzolou



Obrázek 60 Bambusové lešení na zakřivené budově

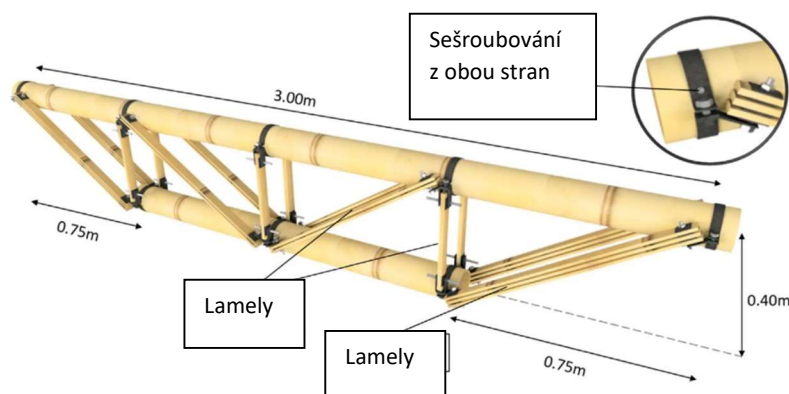


Obrázek 61 Bambusové lešení na výškové budově

4.4.2 Střešní konstrukce

- **Příhradové nosníky**

Příhradové konstrukce se v moderním stavebnictví hojně využívají především k zakrytí velkých rozpětí, aby se snížila spotřeba použitých materiálů a usnadnila výstavba.



Obrázek 62 Příhradový bambusový nosník

Na obrázku 62 můžeme vidět model příhradového nosníku z bambusu. Jedná se o inovativní nosník využívající ocelové polokroužky ke spojení pásů (vyrobených z plných kulatin) a pásových prvků na každé straně (vyrobených z na sebe navrstvených lamel).



Obrázek 63 Střešní konstrukce tvořená bambusovými příhradovými nosníky

Na obrázku 63 je vidět již hotová střešní konstrukce tvořená příhradovými nosníky. Jednotlivé diagonály jsou začepovány do horního a spodního pásu.



- **Krovy**

Bambusové konstrukce krovů jsou velmi podobné konstrukcím ze dřeva. Liší se pouze ve spojích. Spoje jsou zde dost obdobné jako u bambusového lešení. Jednotlivé dílce se spojují nylonovými páskami, které jsou znázorněné na Obrázku 64.



Obrázek 64 Konstrukce bambusového krovu



Obrázek 65 Konstrukce bambusového krovu



Obrázek 66 Pohled na nosník obrázku vlevo



Obrázek 67 Konstrukce bambusového krovu



Obrázek 68 Pohled na nosník obrázku vlevo

- **Střešní krytiny**

Existuje mnoho řešení bambusových krytin, ale nejvíce používaných typů je pět.

A jsou to:

- **Slaměné střechy**

Pro tento typ krytiny použijeme bambusové pásy jako u laminátu v kapitole 4.3.3, které se následně obalují slaměnými doškami a následně se upevňují na nosné prvky bambusového krovu.



Obrázek 69 Bambusový pásek obalený slámou



Obrázek 70 Latě připravené na upevnění ke krovu

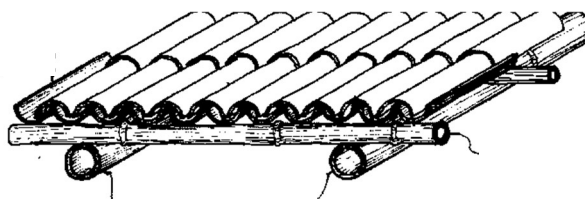
- **Bambusové „prejzy“**

Tento typ střecha je tvořena čerstvě sklizenými bambusovými tyčemi, které jsou rozděleny na dvě poloviny a poskládány do sebe podobně jako u keramických prejz. Jednotlivé části jsou spojovány mechanicky.



Obrázek 71 Střešní krytina bambusové prejzy

Střecha musí mít minimální sklon 40 stupňů a krokve by neměly být od sebe vzdáleny více než 60 cm. V neposlední řadě by měl být hřeben střechy řádně zakryt. Pro delší životnost se doporučuje použít trojitou vrstvu. Tuto střechu je nutné každých pět let obměňovat.



Obrázek 72 Schéma provedení bambusových prejz

- Terakotové tašky
Na bambusových krokech také často najdeme terakotové tašky. Střechy tohoto druhu mohou vydržet až 100 let. Střechy z terakotových tašek jsou velmi těžké, a proto je třeba při návrhu počítat s tímto dodatečným zatížením. Doporučený minimální sklon 35 stupňů.



Obrázek 73 Terakotová krytina na bambusovém krovu

- Zploštělé bambusové šindele
Pro tento typ se používají bambusové rohože, které jsou podrobněji popsány v kapitole 4.3.2.



Obrázek 74 Krytina z bambusových rohoží na zakřiveném krovu.

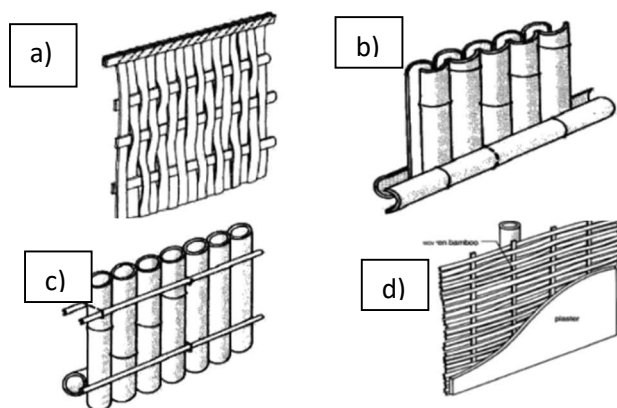
- Měděné šindele
Posledním typem krytiny na bambusových krokech jsou právě měděné šindele. Jsou velmi odolná, ale velmi nákladná. Měděné plechy se na zemi ručně upravují jako taškové šindele a pokládají se na střechu.



Obrázek 75 Ukázka upevnění měděné krytiny

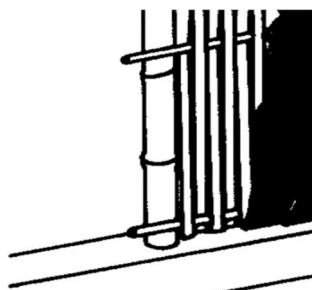
4.4.3 Stěny

Provedení stěn z bambusu je několik typů. U většiny případů se jedná o stěnu čistě jen z bambusových dílců, ale mohou být například i v kombinaci s hlinou, kameny, rákosem a dalšími různými materiály.



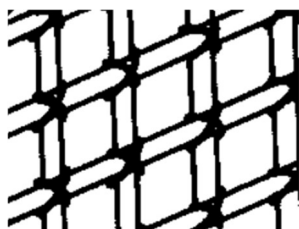
Obrázek 76 Typy stěn z bambusu a) Tkaná, b) Svislé orientované půlené tyče, c) Plná stěna, d) Pásky v kombinaci s dřevěnými sloupky

Typ stěny na Obrázku 77 se skládá z pružných pásků, které jsou propleteny kolem tří vodorovných tyčí. Povrch pak tvoří z jedné nebo obou stran pokryt dvěma vrstvami omítky. Nahoře a dole je konstrukce upevněna buď do dřevěných trámů či přímo bambusových tyčí.



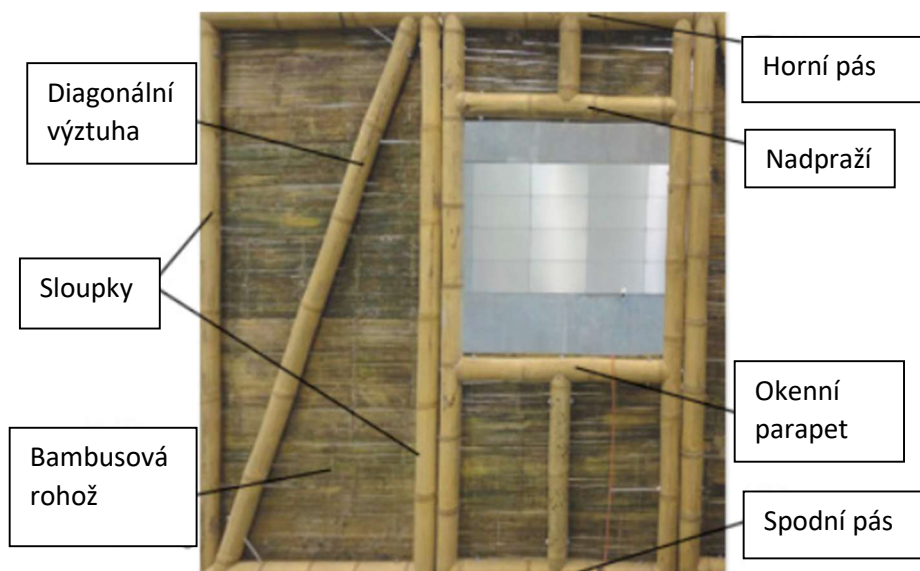
Obrázek 77 Stěna z bambusových pásků, tyčí a s povrchovou úpravou

U dalšího typu se jedná spíše o nenosnou stěnu. Široké bambusové pásky/sloupky se vodorovně přivazují na obě strany a tvoří rastr. Mezery mezi bambusovými sloupky mohou být vyplněny hlinou, hlínou a kameny, rákosem nebo dalším bambusem.



Obrázek 78 Rastr bambusové nenosné stěny

Podobně, jako u klasických hrázděných konstrukcí, tak se i bambusové hrázděné konstrukce zakládají většinou na kamenný sokl a vyplňují se například cihlami, kamením, proutím, hlinou, slámou a dalším. Na Obrázku 79 je vyobrazena bambusová hrázděná konstrukce s povrchovou úpravou bambusovou rohoží (kapitola 4.3.2).



Obrázek 79 Bambusová hrázděná konstrukce stěny

Modernější typy stěn se jsou vyrobeny přímo z laminátů bambusových proužků, které jsou podrobně popsány v kapitole 4.3.3, nebo se tyče skládají horizontálně a kotví se do sloupové konstrukce viz Obrázek 80.



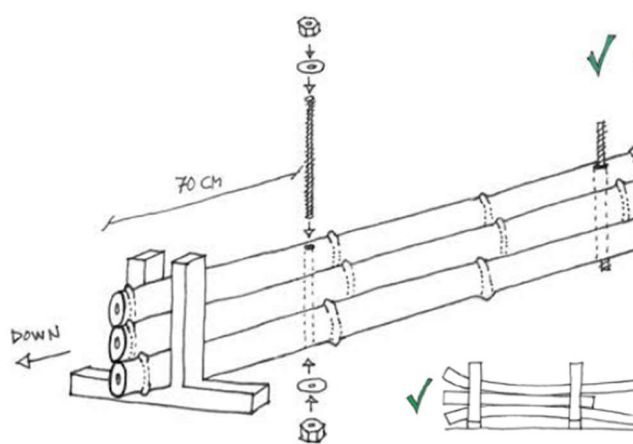
Obrázek 80 Moderní bambusová stěna

4.4.4 Sloupy

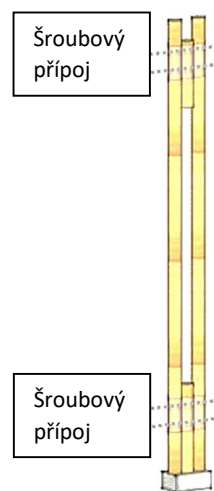
Jako nosný systém se systém sloupový vyskytuje častěji než systém stěnový či kombinovaný. Nejběžnější a nejjednodušší konstrukcí sloupu tvoří buď samostatná masivní tyč, nebo 2-4 bambusové tyče svázané nylonovým páskem k sobě (jako je tomu u lešení v kapitole 4.4.1), nebo mechanicky sešroubovány. Bambusové sloupové tyče musí být pevné, rovné a co nejrovnoměrnější a nejlépe co nejtlustší shora dolů, aby dobře přenášely svislé zatížení.

Postup výroby bambusového sloupu ze tří tyčí (viz Obrázek 81):

- Tyče se zasunou do předem připraveného stojanu tak, aby silné konce všech tyčí směřovaly stejným směrem
- Dále následuje kontrola, zda jsou tyče přesně na sobě a že k zakřivení tyče dochází v rovině sloupu, a ne mimo ni. Je lepší, aby zakřivení bylo směrem ven než dovnitř.
- Pomocí popruhů nebo lana se tyče přitlačí k sobě.
- Dalším krokem je vyvrtání otvorů pro kolíky, které musí být kolmé na tyče. Kolíky by měly být těsně pod kolénky, aby se zabránilo popraskání.
- Následuje vložení závitových ocelových tyčí, a jejich sešroubování s obou stran.



Obrázek 81 Výroba bambusového sloupu



Obrázek 82 Sloup ze tří tyčí s prostřední tyčí krátkou



Na Obrázku 83 je vyobrazena restaurace Son La v Son La ve Vietnamu, která využívá bambusové stropy a sloupy, které jsou složeny ze čtyř tyčí a dosahují výšky 8 m.



Obrázek 83 Restaurace Son La v Son La ve Vietnamu

Kotvení sloupů ve spodní části k základové konstrukci je možné provádět několika způsoby, a to buď zalitím tyče do betonové konstrukce (Obrázek 84), či přes ocelovým kloubový spoj (Obrázek 85), nebo navázáním na výztuž základové konstrukce (Obrázek 86).



Obrázek 84 Zabetonovaný sloup do základů



Obrázek 85 Kloubový spoj sloupů se základem



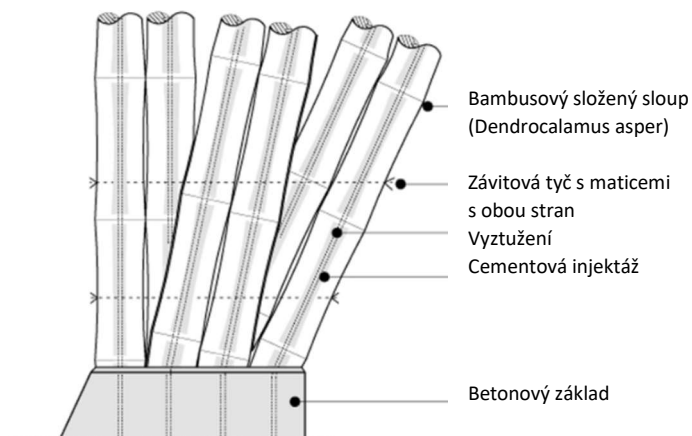
Obrázek 86 Navázání sloupů na výztuž základů



Obrázek 87 Masivní sloup z jedné tyče u tělocvičny v thajském Čiang Mai

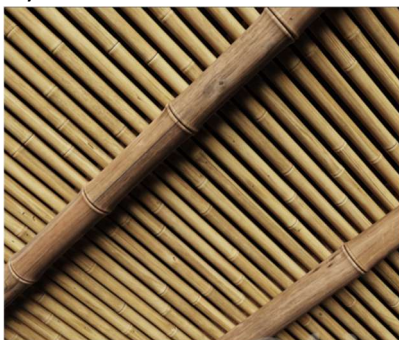


Obrázek 88 Dětské centrum aktivit a vzdělávání
v thajském Koh Kood





U stropních konstrukcí je vidět velká podobnost s klasickými dřevěnými stropy. Nejdéle používané provedení stropu je velmi podobné jako kapucínský strop. Stropní trámy tvoří masivní tyče (někdy i v kombinaci s dřevěnými stropními trámy) cca metr od sebe a kolmo na ně jsou na pevně skládané tyče menších rozměru a průměru, jako je vyznačeno na Obrázku 89. Další obdoba této varianty je, že tyče menších průměrů jsou mezi dvěma bambusovými tyčemi viz Obrázek 90.



Obrázek 89 Jednoduchý bambusový trámový strop



Obrázek 90 Jednoduchý bambusový trámový strop s dvěma tyčemi

Další možností stropu z bambusu je vizuálně podobná klasickému kazetovému stropu. Bambusové tyče větších průměrů tvoří čtvercová rastr (také i někdy v kombinaci s dřevěnými stropními trámy a výplně tvoří buď menší bambusové tyče, nebo bambusové proužky (kapitola 4.3.3) viz Obrázek 91.

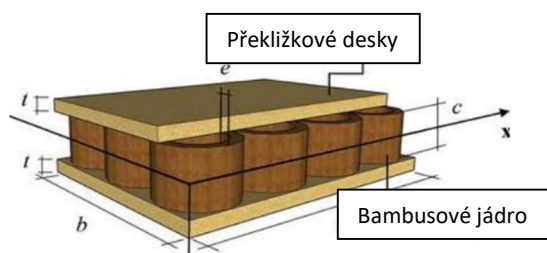


Obrázek 91 Bambusový rastrový strop



Obrázek 92 Bambusový rastrový strop s dřevěnými trámy a bambusovými proužky

Jednou z alternativních možností, jak využít bambus ve stropní konstrukce je varianta s bambusovými „špalíčky“. Jedná se o dobrou možnost, jak snížit její hmotnost viz Obrázek 93.



Obrázek 93 Vylehčený panel s bambusovým jádrem

Moderní varianta bambusových stropů se vyrábí i překližkový bambusový panel na rozpory cca 2-3 metrů a tloušťky 5-20 cm viz Obrázek 94 a 95.



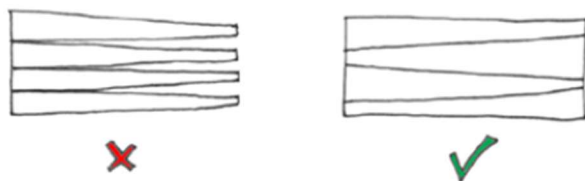
Obrázek 94 Bambusový panel



Obrázek 95 Bambusový panel

4.4.5 Nosníky

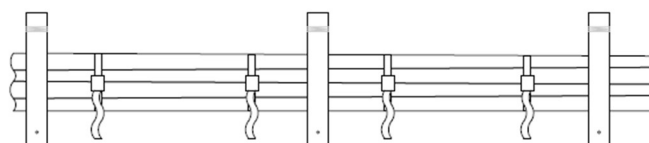
Pokud jde o nosníky z bambusových tyčí, tak jejich výroba je velice podobná výrobě sloupů. Dále můžeme mít nosníky z laminátového bambusu (viz kapitola 4.3.3). Trámy lze vyrobit z rovných i zakřivených dílů. Je lepší vyrábět trámy se sudým, než lichým počtem tyčí. Díky tomu budou rovné viz Obrázek 96. (protože jeden konec tyče je vždy tenčí než druhý).



Obrázek 96 Provedení bambusového nosníku

Postup výroby bambusového nosníku:

- Prvním krokem je nastavení tyče do stojanu tak, aby silné konce první a třetí tyče směřoval na jednu stranu a silné konce druhé a čtvrté na druhou stranu.
- Následuje kontrola, zda jsou tyče přesně nad sebou a zda k zakřivení došlo v rovině mimo nosník, a ne mimo něj.
- Pomocí popruhů se tyče přitlačí k sobě.
- Dalším krokem je vyvrtání otvorů pro hladké ocelové tyče. Spoje na konci nosníku by měly být šikmé a uprostřed kolmé.



Obrázek 97 Nosník ve stojanech připevněný řemeny



Další možností vytvoření nosníku je obdobné jako u sloupu. Nosník na Obrázku 98 je tvořen čtyřmi dlouhými bambusovými tyčemi a kolmými krátkými tyčemi. Modernějším provedení nosníku je laminátový bambusový nosník viz Obrázek 99, který bývá obvykle vyráběn na rozpon 2-3 metru a průřezu 100x120 mm. Jak už bylo zmíněno v kapitole 4.3.2, tak je zřejmé že nosníky je možné vyrobit i z bambusových rohoží.



Obrázek 98 Nosník z bambusových tyčí



Obrázek 99 Bambusový laminátový nosník

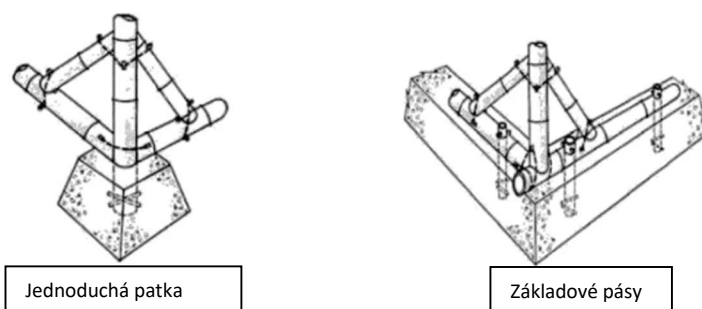


Obrázek 100 Provedení bambusové rámové konstrukce

4.4.6 Základové konstrukce

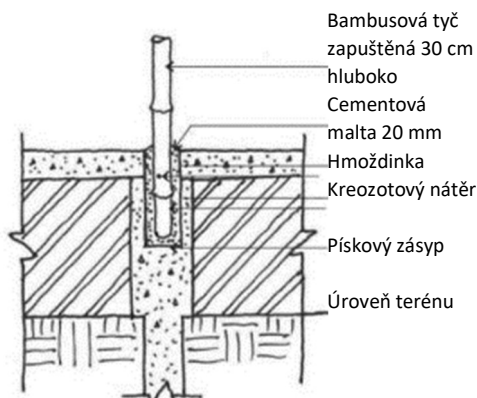
Bambus má několik zásad pro použití na základové konstrukce:

- Bambus a základová půda by neměly přijít do přímého kontaktu, hrozí nebezpečí, že bambus zakoření
- Podstavec, do kterého je bambus instalován, by měl být minimálně 350 mm nad terénem
- Průměr bambusu by neměl přesáhnout 70 mm.

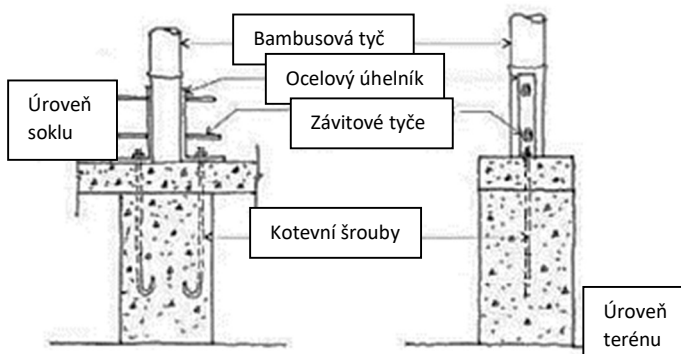


Obrázek 101 Varianty provedení detailu u základů

Před použitím bambusu je třeba provést dodatečnou ochranu například ošetřit kreozotem. Hloubka jámy pro založení bambusu by měla být cca 300 mm. Po instalaci bambusu do jámy by měly být mezery mezi stěnami z bambusu a cementu vyplněny pískem (Obrázek 102). Další variantou je základový sokl s kotevními šrouby. Jedná se o bambus a základ jsou upevněny pomocí šroubů a ocelových úhelníků a kotevních šroubů (Obrázek 103).



Obrázek 102 Založení bambusové tyče



Obrázek 103 Založení bambusové tyče s kotvením za pomoci ocelových úhelníků

4.4.7 Dokončovací práce

Dokončovací práce jsou závěrečnou fází procesu výstavby. Po dokončení hlavní konstrukce a zastřešení bambusové stavby přichází na řadu finální povrchové úpravy. Dokončovací práce pomáhají zlepšit bezpečnost, vizuální vzhled a chrání bambus před povětrnostními vlivy.

- **Upevnění bambusové konstrukce k základům**

Vybudování základů je sice prvním krokem bambusové konstrukce, ale ve skutečnosti se k bambusovým sloupům připevňují až po přidání všech konstrukčních prvků a dokončení střešní krytiny. To poskytuje možnost provádět v případě potřeby během stavby jakékoli konstrukční změny. Po dokončení stavby se konstrukce připevní k základům, čímž se získá stabilita a zcela se omezí pohyb konstrukce.

Za tímto účelem vyřízněte do boku bambusu malý otvor ve vzdálenosti asi 50 cm od základny bambusu. Připravte si směs betonové zálivky v poměru 1:2:3 (cement:písek:štěrk) a přiměřené množství vody.



Obrázek 104 Vysekání otvoru do bambusového sloupu

Pomocí trychtýře nalijte beton až do úrovně otvoru. Poté pomocí kladívka se klepe do boku sloupu, pro správné usazení betonu na dně a odstranění případných vzduchových mezer. Po vylití betonu se otvor opět utěsní bambusem.



Obrázek 105 Lití betonu do otvoru v bambusovém sloupku



Obrázek 106 Usazování betonu za pomocí klepání na stěnu tyče

- **Čištění a detailní údržba**

Druhým krokem je vyčištění a úprava konstrukce a odstraněním přebytečných bambusových kolíků a ocelových závitových tyčí. Po dokončení těchto prací je vhodné přidat kryty na matice, aby nevznikala koroze.



Obrázek 107 Čištění a detailní úprava bambusové konstrukce

Správné zakrytí kovových svorek lany dodává budově také estetický prvek viz Obrázek 108 a Obrázek 109.



Obrázek 108 Zakrytí kovových svorek lany



Obrázek 109 Zakrytí kovových svorek lany

Dalším krokem je ucpání konců bambusových tyčí jako je na Obrázku xx, aby se nevytvářelo vhodné prostředí pro hmyz, a další nežádoucí tvory.



Obrázek 110 Zakrytí konců bambusových tyčí



- **Finální nátěry**

Nakonec před nanesením finálního nátěru je třeba vyklidit staveniště a zbavit ho veškerého prachu, aby se prach nemohl dostat na konstrukci a ulpět na lakovaném bambusu. Nátěr zajistí dodatečnou ochranu konstrukce před povětrnostními vlivy a dodá jí pěkný, vyleštěný vzhled. Bambusové sloupce je třeba nejprve obrousit brusným papírem.



Obrázek 111 Obroušení bambusové konstrukce brusným papírem

Následuje nanesení sodíku na bambusovou tyč, což pomáhá odstranit případné skvrny a plísně. Povrch každé tyče se poté očistí vodou a vysuší hadříkem. Po vysušení se celý povrch konstrukce natře nátěrem na dřevo na bázi akrylu. Je vhodné, aby se aplikace nátěru opakovala každých 3 až 5 let.

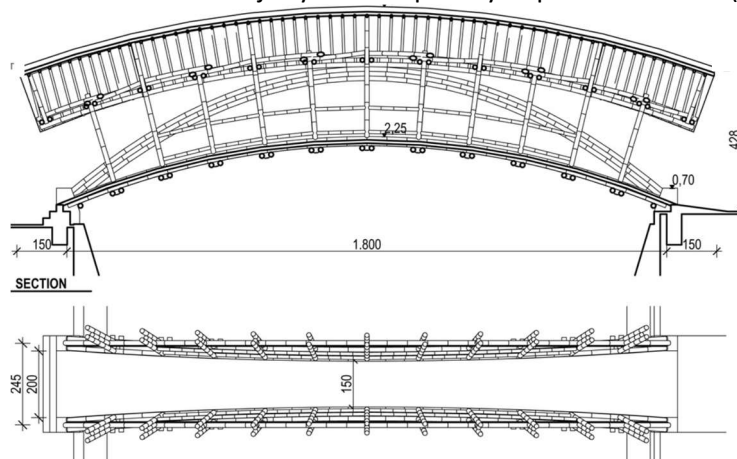


Obrázek 112 Finální nátěr bambusové konstrukce

4.4.8 Další stavební prvky a konstrukce

• **Mostní konstrukce**

Roku 2016 vznikla lávka překlenuje řeku s rozpětím 18 m a se světlou šířkou od 1,5 do 2 m. Na obrázku 113 je vyobrazen půdorys a pohled na lávku (hodnoty jsou uvedeny v cm).



Obrázek 113 Půdorys a pohled na lávku ve městě Solo v Indonésii



Obrázek 114 Finální konstrukce lávky v Solo

• **Okapy**

Další konstrukcí stojící za zmínku jsou okapy. Bambusové dešťové okapy jsou ekologickou alternativou kovových a plastových okapů. Bambusové okapy jsou levnější a poskytují krásný rustikální vzhled, ale jsou méně odolné než běžné žlaby. Obvyklou podobu bambusového žlabu pro odvádění vody ze střechy tvoří podélně rozštípnutý bambus o velkém průměru, z něhož jsou odstraněny všechny kolénka. Ten je připevněn k okapům železnými háky nebo dlouhými kusy dřeva.



Obrázek 115 Ukázka provedení bambusového okapního žlabu

- **Schodiště**

Konstrukce bambusového schodiště je provedena buď úvazem nylonovými pásky jako u lešení, nebo na šroubové spoje. Točité schodiště, jako je na Obrázku 116 je provedeno šroubovými spoji na sloupky kruhového rámu, který je okolo celého schodiště. Nejprve se provede holá kostra schodiště a poté se dělá výplň schodišťových stupňů. Další typ schodiště je jednoramenné přímé schodiště. Nosnou část schodiště tvoří svislé bambusové sloupky, na které jsou následně mechanicky kotveny schodišťové stupně.



Obrázek 116 Točité schodiště z bambusových tyčí



Obrázek 117 Přímé schodiště z bambusových tyčí

4.4.9 Betonové konstrukce s bambusovým vyztužením

Poptávka po oceli jako vyztužném materiálu se ve většině rozvojových zemí den ode dne zvyšuje, a proto dochází k situacím, kdy výroba nestačí poptávce po oceli čelit. Z tohoto důvodu je nezbytné mít alternativu, která je ve srovnání s ocelí hodnotná.

Konstrukce bambusového betonu se řídí stejným návrhem, poměry směsí a konstrukčními zásadami, jaké se používají u klasického železobetonu, pouze ocelová vyztuž je nahrazena bambusovou tyčí. Bambus se jeví jako výbornou náhradou za ocel, protože se jedná o obnovitelný zdroj přírodního původu, a pro srovnání, u výrobě jedné tuny oceli se vyprodukuje dvě tuny CO₂, a je třeba vynaložit 50x více energie.

Pevnost bambusu v tahu je poměrně vysoká a může dosahovat až 230 MPa (jak už bylo zmíněno v kapitole 4.1), což je dalším důvodem pro použití jako náhradu oceli, zejména pokud vezmeme v úvahu poměr mezi odolností v tahu a měrnou hmotností bambusu, která je

šestkrát větší než u oceli. Tuto vlastnost má bambus díky své struktuře. Dutá trubková struktura má v přirozeném prostředí vysokou odolnost proti povětrnostním vlivům. [6]

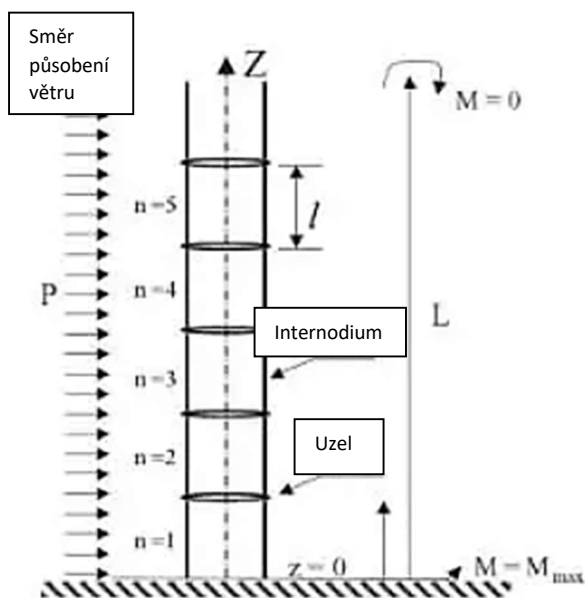
V případě oceli ji vyrábíme v požadovaném poměru a jako kontrolu kvality testujeme základní hodnoty pevnosti. Podobně je třeba postupovat i v případě bambusu. Bambus se v přírodě vyskytuje, mají v různých druzích. Každý druh se liší svými vlastnostmi, strukturou, tloušťkou a pevností. Proto je nezbytné vědět, který druh je pro vyztužení nejvhodnější a který ne.

Výběr bambusu pro vyztuž lze provést na základě těchto faktorů:

- Barva a stáří-je vhodné použít bambus, který má zřetelnou hnědou barvu, což ukazuje, že stáří bambusu je nejméně 3 roky.
- Průměr-nejlepší je použít bambus s dlouhými a velkými stonky.
- Sklizeň-Je dobré se vyhnout těm bambusům, které se sklízí buď na jaře, nebo v létě.
- Druh-Z 1500 druhů bambusu musí být prověřen ten, který je testován, aby splňoval požadavky jako vyztužný materiál.

• Materiálové vlastnosti bambusu pro vyztužený beton

Bambus je svým původem ortotropní materiál. Nabývá vysoké pevnosti podél vláken a nízké pevnosti v příčném směru. Bambus má strukturu kompozitního materiálu s celulózovými vlákny uspořádanými po celé délce. V blízkosti vnější délky bambusu má vysoká tloušťka vláken, což je hlavní důvod, proč odolává obrovským silám větru.

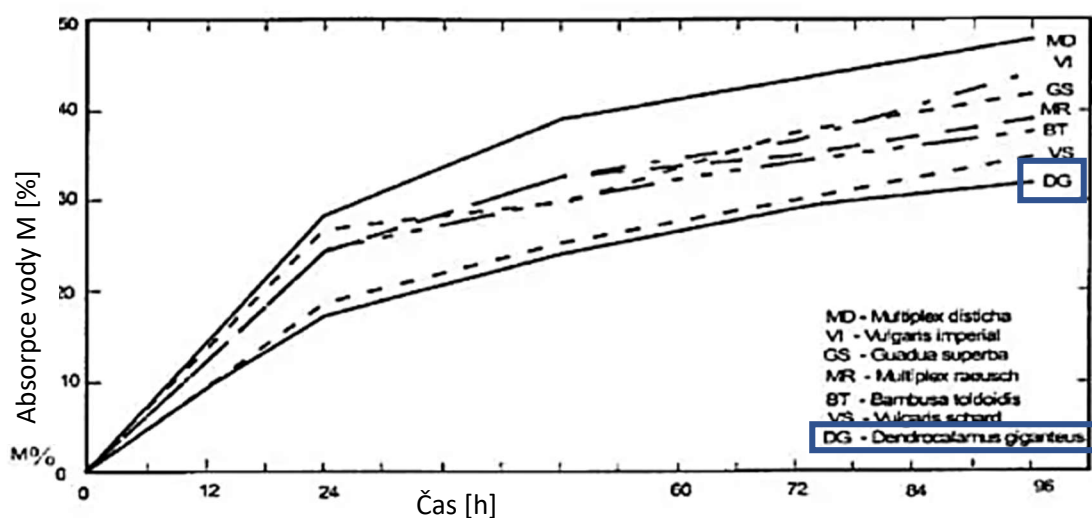


Obrázek 118 Schéma bambusu se středovou osou "Z" a výškou "L"

Na Obrázku 118 je znázorněno schéma vzorku bambusu. Uzel (kolénko), který je vidět na bambusu, je znázorněn symbolem n . Je vystaven bočnímu zatížení " p ", které způsobuje maximální moment na podpoře. Tvoří konzolové uspořádání.



Hlavním požadavkem pro bambus při použití jako výztuž je nasákavost. Schopnost absorpce vody byla studována u různých druhů jako je *Dendrocalamus giganteus* a *Bambusa vulgaris*. Právě tyto dva druhy absorbovaly nejméně vody, a proto se stávají nejvhodnějšími pro tento účel viz Obrázek 119. Míru absorpce vody lze také snížit určitým ošetřením viz kapitola 2.11.



Obrázek 119 Míra absorpce vody u různých druhů bambusu v závislosti na čase

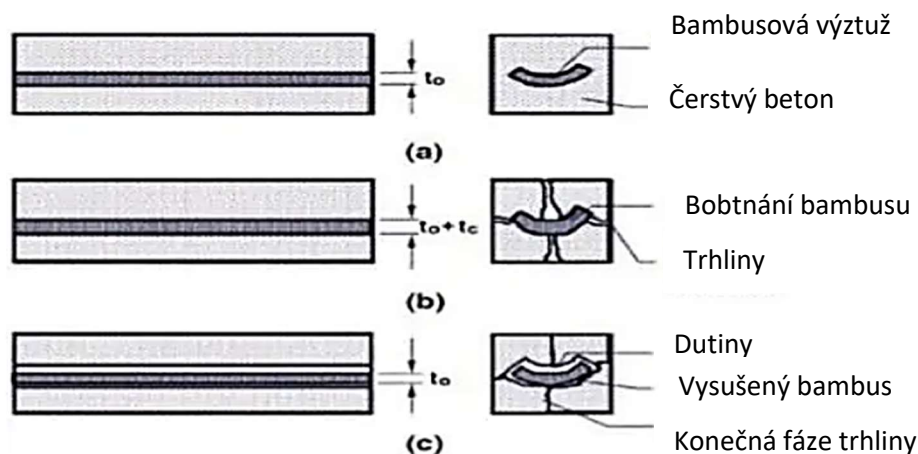
Pro zvýšení jeho účinnosti v nepropustnosti byla provedena určitá úprava. Úpravná látka v bambusovém materiálu by měla zohledňovat tři základní faktory:

- přilnavost materiálu k bambusu a betonu
- vytvoření drsného povrchu na bambusu pro dokonalé spojení s betonem
- vodoodpudivost ošetřující látky

Stejně jako v případě ocelové výztuže s žebrovaním, která dosahuje lepšího spojení s betonem, by i bambus měl mít správnou přilnavost k betonu. Pevnost spoje je založena na adhezni vlastnosti cementu a tlakových silách. Těmto problémům lze dobře čelit vhodnou úpravou bambusu.

Neošetřený bambus ovlivňuje pevnost spoje následujícím způsobem:

- Odtlačováním betonu způsobením bobtnáním bambusu
- Vytvářením dutin v betonu
- Vznikem trhlin jako produktů tvorby dutin



Obrázek 120 Působení neošetřeného bambusu jako výztužného materiálu

- **Trvanlivost bambusového materiálu**

Trvanlivost je u bambusového materiálu hlavním problémem. Kvůli tomu, že se jedná o materiál přírodního původu je více vystavován vlivům prostředí a hmyzu. Nejlepším opatřením proti tomu je vytvrzení bambusu (viz kapitola 2.11). Proces vytvrzování umožňuje úpravu obsahu vlhkosti a škrobu v něm, který je hlavní příčinou výskytu hmyzu. Ošetření musí být provedeno na bambusu v suchém stavu. Proces by neměl mít žádný vliv na jeho chemické složení. Samotné ošetření by mělo být trvanlivé, aniž by došlo k jeho degradování při případném působení vody. Fyzikální a chemické vlastnosti bambusu jsou vysoké při nízkém obsahu vlhkosti v něm. Díky tomuto nízkému obsahu se v bambusu nevyskytují plísňe.

- **Zásady navrhování betonu vyztuženého bambusem**

Navrhování bambusového betonu je podobné jako navrhování železobetonu. Postup a vzorce pro navrhování betonu s ocelovou výztuží lze aplikovat i pro navrhování betonu s výztuží bambusovou, pokud se při výpočtu zahrnou mechanické vlastnosti bambusové. U bambusu v prvcích namáhaných na ohyb, jako jsou nosníky a desky, vznikají při běžném provozním zatížení trhliny v důsledku jeho nízkého modulu pružnosti. Pokud takové trhliny v bambusu nejsou pro konstrukční prvky přípustné, pak lze provést konstrukční návrh. Vazba mezi betonem a bambusem jako výztuží je pro návrh nezbytná. Štípaný bambus (kapitola 4.3.2) poskytuje lepší vazbu s betonem než celé tyče. Štípaný bambus by být dodáván v kompaktnějších vrstvách pro lepší spojení s betonem.

- **Poměry betonové směsi pro beton vyztužený bambusem**

Poměr vody a cementu je důležitým aspektem pevnosti a trvanlivosti. Poměr musí být v betonové směsi pro bambusový beton co nejnižší. Mělo by se také zvážit použití betonu s cementem s vysokou počáteční pevností, aby se minimalizovaly trhliny způsobené bobtnáním bambusu. Vzhledem k tomu, že použití výztuže nemá vliv na požadavek pevnosti betonu v tlaku, může být podíl bambusem vyztuženého betonu stejný jako u betonu vyztuženého ocelí. Všechny ostatní postupy pro stavbu z betonu vyztuženého bambusem zůstávají stejné jako u běžné betonové konstrukce.



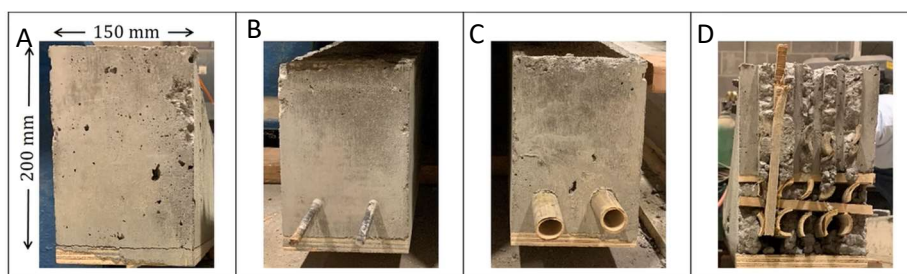
Obrázek 121 Příklad „armovacího koše“ z bambusu u základových pasů



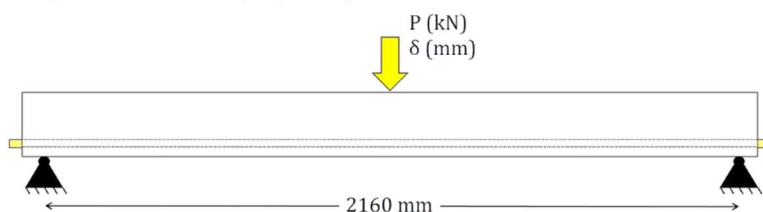
Obrázek 122 Příklad užití bambusových pásek jako výztužné sítě do podlahové konstrukce

- **Zkouška betonového nosníku**

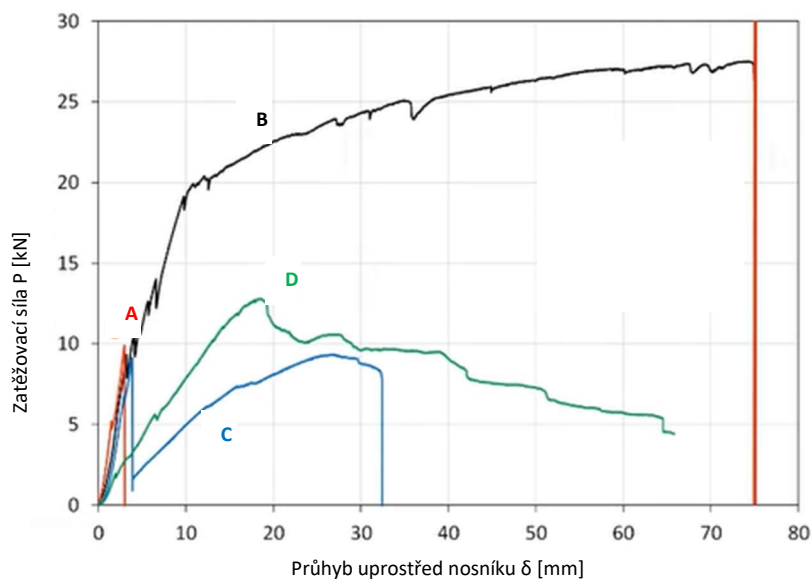
Zkouška byla prováděna na SWANSONOVĚ UNIVERZITĚ na katedře stavebního a environmentálního inženýrství. Na Obrázku 123 jsou vyobrazeny čtyři nosníky stejného rozměru 200x150 mm a rozdílného vyztužení. Nosník A je nevyztužen, nosník B je vyztužen ocelovými pruty při spodním okraji, nosník C je vyztužen bambusovými tyčemi a nosník D je vyztužen bambusovými proužky.



Obrázek 123 Betonové nosníky A-nevyztužen, B-ocelová výtuž, C-vyztužení bambusovými tyčemi, D-vyztužení bambusovými proužky



Obrázek 124 Schéma zatěžování nosníku



Obrázek 125 Graf průběhu zatěžování v závislosti na průhybu

Nosník		A	B	C	D
	Jednotka				
Počáteční trhлина, P_{cr}	kN	9,91	9,35	9,09	-
Průhyb	mm	2,96	3,19	3,86	-
Maximální síla P	kN	9,91	27,5	9,34	12,8
Průhyb	mm	2,96	74	26,8	18,6

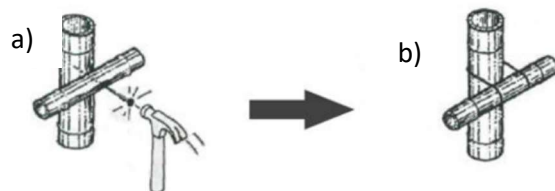
Tabulka 3 Výsledky zkoušky

Z výsledků z Tabulky 3 je zřejmé, že u tohoto vyztužení bambusových tyčí či proužků je třeba zapracovat na správném provedení. Nosníky C a D při vzniku první trhliny vykazovaly prudkou ztrátu únosnosti. Z toho vyplývá že zatím využití bambusu jako výtzuž do betonu lze použít pro menší konstrukce s nižšími provozními zatíženími.

4.5 Spoje

U bambusových spojů je nutné dodržet několik zásad:

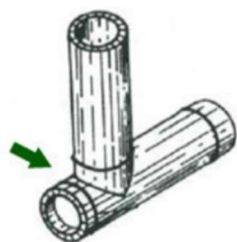
- Nepoužívat zelený, čerstvě nařezaný bambus. Bambus musí být před použitím ve stavebnictví zcela suchý (nejlépe sušený na vzduchu viz kapitola 2.10).
- Ideální je používat vyztužený bambus starý 4-6 let.
- Nepoužívat bambus jakkoli napadený hmyzem. Bambus musí být ihned po sklizni řádně ošetřen směsí bóru (kapitola 2.11.).
- Nepoužívat vykvetlý bambus.
- Nepoužívat bambusové tyče s hlubokými vertikálními prasklinami.
- Výběr vhodného materiálu (druhu bambusu) pro danou konstrukci.
- Vybrání správného spoje pro danou konstrukci.
- Nepoužívat běžné dřevěné kolíky pro bambusové tesařské práce, způsobily by rozštěpení bambusu. Místo nich je lepší použít nylonové, ocelové nebo rostlinné lanko.



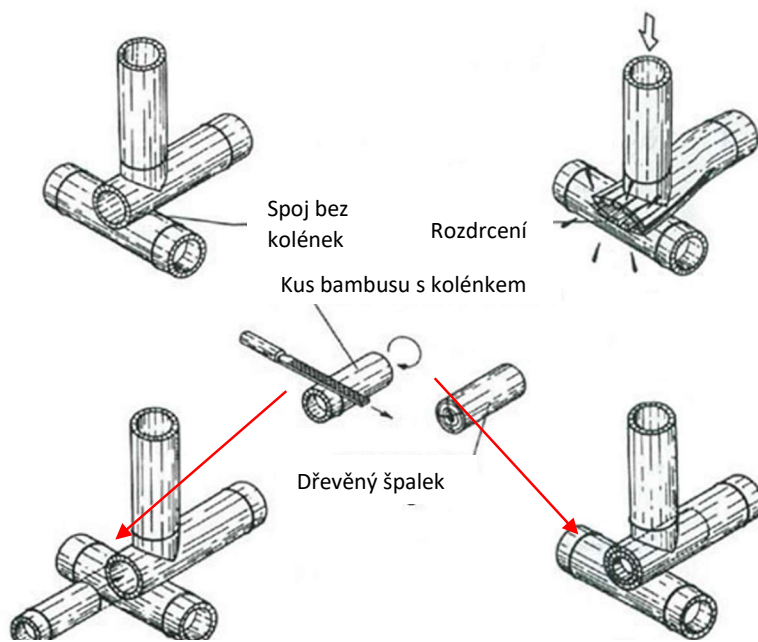
Obrázek 126 a) Nevhodně zvolený typ spoje, b) Vhodně zvolený typ spoje

- Při použití bambusu jako sloupové konstrukce je třeba dbát na to, aby spodní část navazující na povrch byla zakončena uzlem. V opačném případě se bambus při úderu rozštípe.
- Při spojování bambusových sloupků pomocí šroubů je nutné, aby byly sešroubovány mezi 2 kolénky, jinak by se bambus mohl rozdrtit. [5]

Ve stavebnictví je velmi důležité používání bambusových kolének. Bambusové sloupy nebo nosníky musí mít kolénka na obou koncích (nebo co nejbliže ke koncům) viz Obrázek 127, jinak by mohlo dojít vlivem tlaku konstrukce na spoj k rozdrčení. Pokud není možné sehnat takový bambus, je třeba vložit dřevěný válec příslušného průměru nebo přiléhající kus bambusu s uzlem tak jako je uvedeno na Obrázku 128.



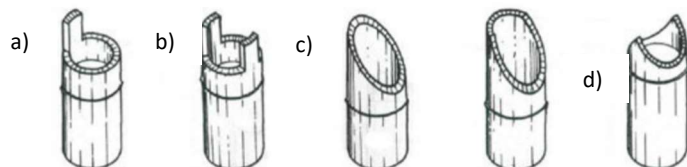
Obrázek 127 Kolénka u spoje na koncích prvků



Obrázek 128 Vložení bambusového špalku/Vložení kusu bambusu s kolénkem

4.5.1 Tradiční tesařské spoje

Vytvoření kvalitních a estetických spojů je poměrně složité, protože bambus je dutý, kuželovitý, kolénka nemá symetricky rozmístěné po stonku a nemá dokonalý kruhovitý tvar. Při navrhování bambusového spoje je důležité brát všechna tato omezení v potaz. To znamená, že pouze pokud se podaří uspokojivě vyřešit a zjednodušit problém bambusových spojů, můžeme očekávat, že se bambus bude mnohem více objevovat ve stavebnictví. Pro správný přenos sil z jednoho prvku na druhý je důležité, aby kontaktní plocha prvků byla co největší a zakončení prvku mělo adekvátní tvar. Na Obrázku 129 jsou zobrazeny tradiční ručně tvášené tesařské spoje. K jejich provedení v není potřeba speciálního náradí, ale postačí několik tradičních ručních nástrojů. [5]



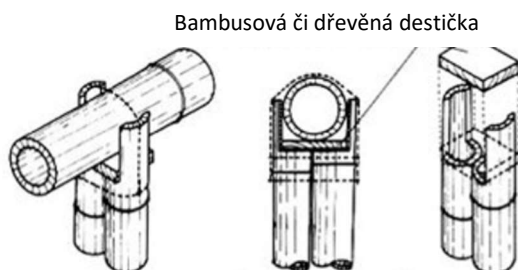
Obrázek 129 Typické používané řezy pro spoje a) s jednoduchým uchem, b) s dvojitým uchem, c) flétnové zkosení, d) řez „rybí ústa“

- Druhy spojů**

Spojování svislých nosných prvků a prvků horizontálních je vyobrazeno na Obrázku 130. Horizontální spoj je proveden za pomoci řezu s uchem. Pro masivnější horizontální prvky se může svislý bambus zdvojit.

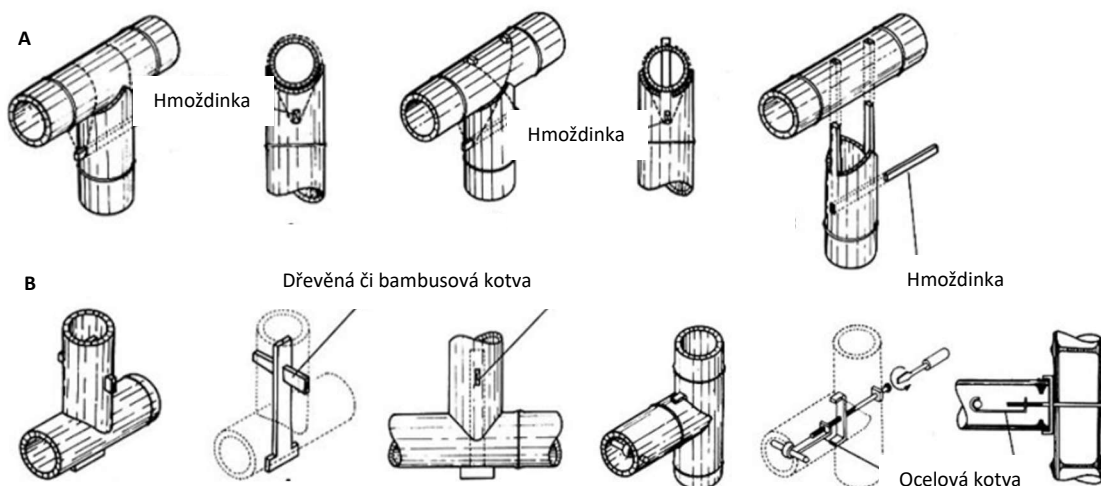


Obrázek 130 Spoj svislého prvku s prvkem horizontálním

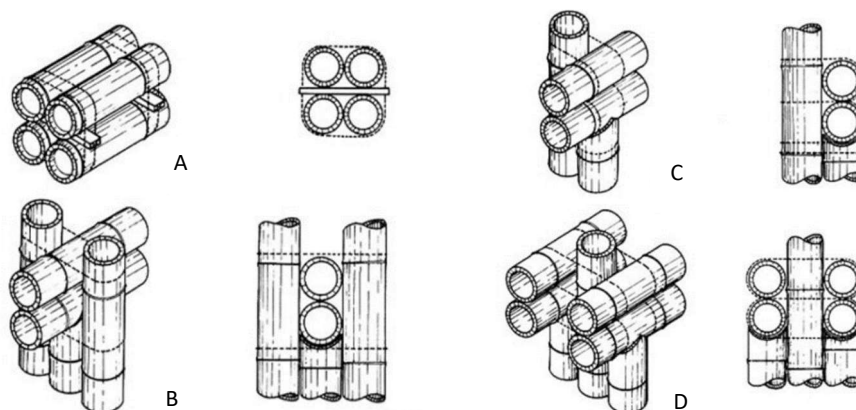


Obrázek 131 Spoj s řezem "rybí ústa" a dvojitou svislou konstrukcí

Další možností spoje svislých a horizontálních prvků je lípnutí viz Obrázek 132. U lípnutí se používají hmoždinky a kotvy. Bambusová tyč je vyřezána do tvaru tzv. rybích úst, aby nesený prvek měl co největší kontaktní plochu s horizontálním prvkem.



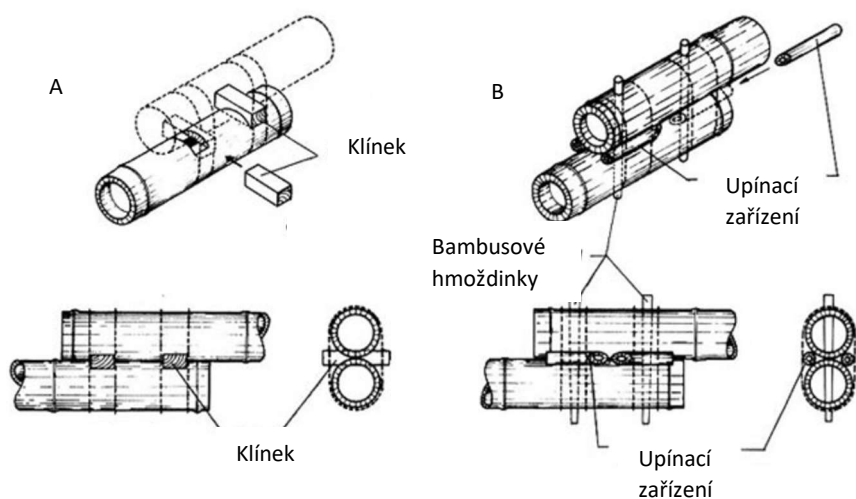
Obrázek 132 Spoje lípnutím A-za pomoci hmoždinky, B-za pomoci hmoždinky a kotvy



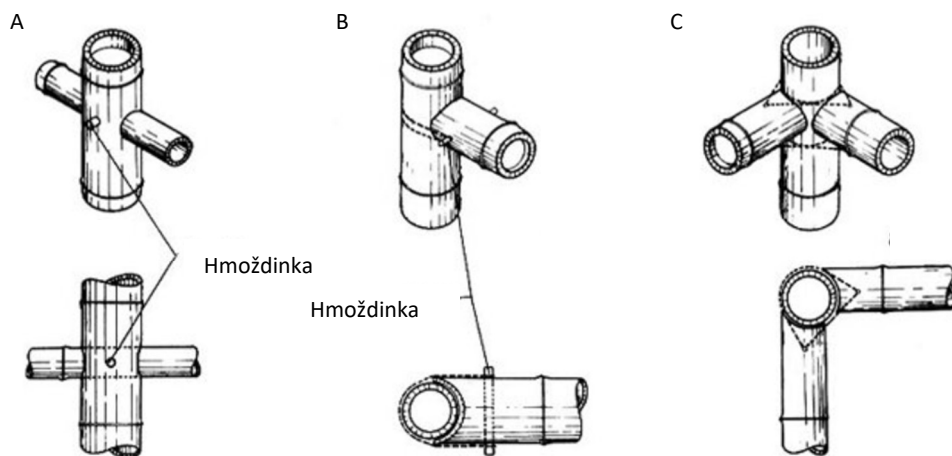
Obrázek 133 Dvojitá a čtyřnásobná bambusová podpěra krokví

Na obrázku 133 jsou zobrazeny dvojitá a čtyřnásobné bambusové podpěry krokví. Typ A jsou trámy tvořené 4 nebo 6 pruty. Horní řada je od spodní oddělena bambusovými nebo dřevěnými lamelami, aby se horní bambusy neposouvaly po spodních. Typ B je centrální dvojitá krokev, která má široké uplatnění při stavbě mostů. U typu C je postranní dvojitá krokev. Každá z krokví je nezávisle upevněna na boční podpoře a na sobě navzájem. Často se také používá při stavbě mostů. Posledním typem je typ D, která má také postranní dvojité krokeve a její využití najdeme také u mostních konstrukcí, anebo u přístřešků.

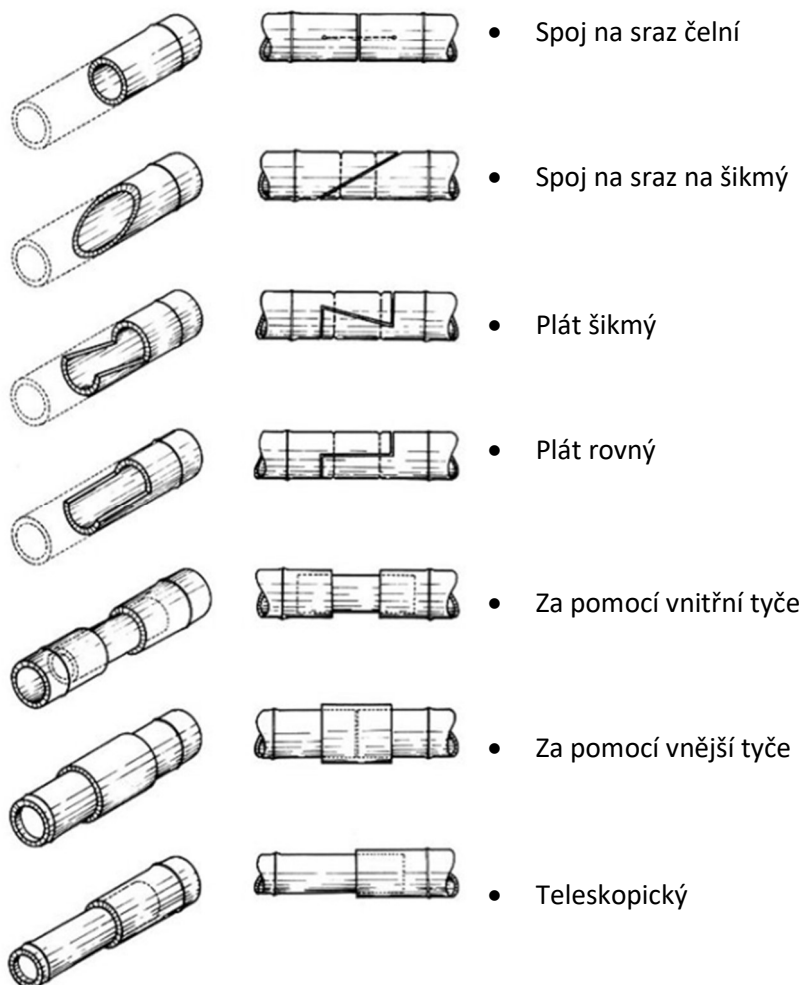
Další spoje, se kterými se často pracuje jsou spoje dvou tyčí, jako je uveden na Obrázku 134. Na obrázku 135 a 136 je pak zobrazeno křížové a čelní spojení bambusových tyčí.



Obrázek 134 Spojení dvou bambusových tyčí A-Spojení dvojitým dřevěným klínem, B-Spoj s hmoždinkami a upínacími kováčnickými



Obrázek 135 Křížové spojení bambusových tyčí A-Křížový spoj s hmoždinkou, B-Příčný spoj s hmoždinkou, C-Rohový spoj



Obrázek 136 Čelní spoje bambusových tyčí

4.5.2 Moderní spoje

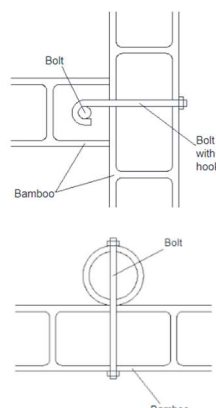
Moderní využití surového bambusu pro stavbu má vyšší nároky. Ve srovnání s tradičními spoji uvedenými výše může použití kovových spojovacích prvků jako prostředku pro spojení bambusu účinně vyřešit problémy s nízkou trvanlivostí. Zásadní rozdíl mezi moderními spoji a tradičními spoji spočívá v tom, že síla je nejprve přenášena na kovové konektory a poté na další součásti surového bambusu, zatímco tradiční spoje přenášejí sílu přímo přes překrývající se bambus. Prefabrikované specifické kovové spojovací prvky mohou také vytvářet složitější formy spoje, aby bylo možné vytvořit bohatší konstrukční a prostorové typy, které splňují praktické a umělecké požadavky moderní architektury.

- **Šroubové spoje**

Šrouby jsou nejpoužívanějším kovovým spojovacím prvkem, který se vyznačuje dobrou hospodárností, vysokou konstrukční účinností, jednoduchým a spolehlivým přenosem síly. U nejjednoduššího šroubového spoje stačí na bambusové tyči vyvrtat otvory vhodné pro průměr šroubu a poté lze odpovídajícími šrouby a maticemi realizovat spojení mezi bambusovými díly.



Obrázek 137 Ukázka šroubového spoje na konstrukci



Ocelové šrouby umožňují vytvořit bambusovou konstrukci mnohem rychleji než vázání, avšak jakmile je konstrukce jednou postavena, je obtížné vyměnit její části.

- **Svorníky**

Jedná se o ne tak známý používaný produkt ke spojování bambusu a vytváření konstrukcí. Většinou jsou tyto svorníky vyráběny na zakázku pro konkrétní projekt, což vede k zvýšení nákladů na výstavbu.



Obrázek 138 Ukázka spoje za pomoci svorníků

- **Uzlové spoje**

Tento druh spoje se obvykle skládá z centrálního kruhového konektoru, který je spojen s bambusem pomocí ocelové desky nebo tyče. Z polyetylenových trubek lze s bambusem vytvořit konektor pro připojení více tyčí, který je následně uprostřed přišroubován. Uzlové spoje je možné taky kombinovat se svorníkovými spoji.



Obrázek 139 Uzlový spoj pro připojení více tyčí

Tento typ spojovacích prostředků je užitečný například při vytváření geodetických kopulí nebo jiných geometrických tvarů. Tyto konektory se obvykle vyrábějí na zakázku pro konkrétní projekty a nejsou snadno dostupné.

- **Deskové a páskové spoje**

Deskové a páskové spoje slouží ke spojení bambusů ve stejné rovině a jsou užitečné například u konstrukce vazníků. Ocelové pásky jsou obvykle ve tvaru písmene L, a jsou přišroubované k bambusu tak, aby vytvořily spojení v úhlu 90°. Desky mohou být vyrobeny z oceli nebo překližky a jejich použití je různé. Nevýhodou těchto spojů je jejich použití pouze v rovině.



Obrázek 140 Použití páskového spoje



Obrázek 141 Použití deskového spoje

- **Bambusová svorka**

Bambusová spojovací svorka je navržena tak, aby usnadnila a urychlila výstavbu konstrukcí z bambusu. Využívá nejlepší aspekty z různých typů spojů popsaných výše. Svorka je vyrobena ze čtyř hrotů, díky čemuž je vhodná pro použití s bambusem různých velikostí a překonává problém nestandardního průměru a zúžení.

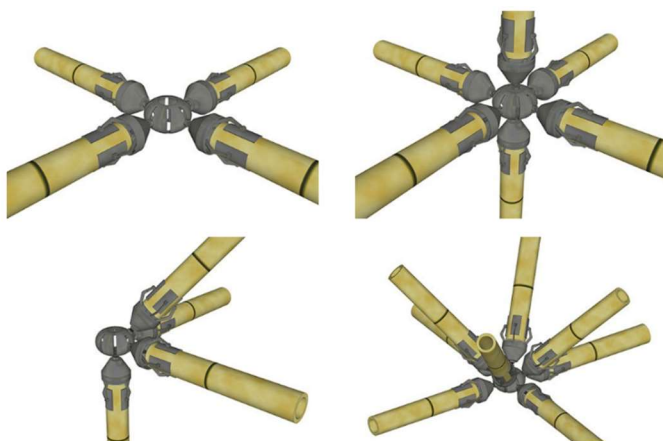


Obrázek 142 Bambusová svorka

Tento druh spoje obsahuje různé komponenty, díky nimž je modulární a flexibilní. Všechny tyto součásti dohromady vytvářejí různé konstrukční možnosti.

Spoj obsahuje:

- Svorku
- Kroužek
- Kruhový disk
- Základová deska



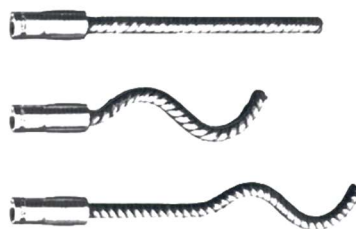
Obrázek 143 Různé použití bambusového svorkového spoje

- **Prostorový spoj (Pan knot space truss)**

Malé bambusové tyče (průměr do 80 mm) mohou přenášet až 50 % maximální tahové síly, pokud jsou do nich zakomponovány závitové tyče.



Obrázek 144 Pan knot space truss



Obrázek 145 Závitové tyče do Pan knot space truss

- **Speciální kombinované spoje**

Na obrázku 146 je vidět kombinovaný spoj šroubový se spojovací ocelovou plošinkou.



Obrázek 146 Kombinovaný spoj

4.6 Požární odolnost

Bambus má velmi podobné vlastnosti při požáru jako dřevo. K zuhelnatění dochází pomalu a předvídatelně a podobně jako u dřeva i bambus špatně vede teplo. Však problémem je malá tloušťka stěny, která zahoří a konstrukce ztratí pevnost.

Požární odolnost se měří požárními zkouškami, při nichž se stavební prvek, jako např. podlaha, stěna nebo nosník, je vystaven standardizovanému režimu ohřevu. Na stavební prvek může být aplikováno zatížení.

Budova se posuzuje odolnost prvku proti třem různým kritériím:

- Odolnost konstrukce, aby se určilo, jak dlouho může prvek přenášet působící zatížení.
- Integrita, aby odolal teplu a horkým plynům procházejícím stěnou nebo podlahou.
- Izolace, aby se zabránilo zvýšení teploty na straně, která není určena k požáru.

4.7 Provedení detailů

Důležité je konstruovat dostatečně velké okapní a soklové výšky v rozmezí alespoň 30-50 cm, tak aby se konstrukce nedostala do přímého kontaktu s deštěm nebo zeminou, protože konstrukce vystavená kontaktu se zeminou je náchylnější k degradaci. Pokud jsou některé části vystaveny dešti, musíme je překrýt buď deskami, stříškou nebo aplikovat nátěr. Detail konce tyče položeného na beton je není nejideálnější řešení, protože za přítomnosti deště může být voda může být nasávána vlákny bambusu. Proto je lepším řešením buď tyč nepřímo zapustit do betonu nebo tyč se základem spojit prostřednictvím železné stojky, jako je to podrobněji probráno v kapitole 4.4.4. Spoje určené pro přenos sil musí být provedeny velmi precizně. Stěny a hrany bambusu musí doléhat na sebe přesně a celou plochou. Není vhodné používat parotěsné nátěry, protože když vlhkost pod nátěrem zkondenzuje, tak oblast, kde je nátěr proveden nabobtná a začne se porušovat. Tyče, by měly být zakryty přepážkou. Pokud to z nějakého důvodu není možné, tak minimální vzdálenost nejbližší přepážky musí být minimálně 12 cm. Konec může být opatřen svěracím páskem jako prevence proti rozštípnutí konce. [5]

4.8 Poruchy bambusových konstrukcí

4.8.1 Plísně a spory

Vznikají hlavně v důsledku nesprávného postupu sklizně, špatného způsobu sušení či při nedostatečné povrchové ochraně. Vznik plísní také může nastat už u přepravy, když se kupříkladu převážejí bambusy z tropického prostředí námořním kontejnerem, kde cesta trvá 30 dní, do chladnějších míst. Takovému jevu se pak říká "pot nákladu" nebo "déšť z kontejneru"-extrémní výkyvy teplot mohou způsobit kondenzaci uvnitř kontejneru. Nejúčinnější produkt na odstranění plísní a spor je Mold Armor nebo RMR-86. Dají se také používat různé alternativy jako například očistit povrch jemným kartáčem a mokrým hadrem, dále potřít citrónovým olejem nebo octovým roztokem. [5]



Obrázek 147 Bambusové tyče napadené plísněmi

Povrchové plísně se obvykle nacházejí na povrchu a na koncích bambusových stonků viz Obrázek 147. Tento druh poruchy má vliv pouze na estetiku.

4.8.2 Biodegradace houbami

Jedno z častých poruch u konstrukcí z bambusu jsou houby. Příčiny jsou obdobné jako pro vznik plísní spor.

Hlavní faktory pro růst hub:

- Sacharidy: Významnou živinou pro houby jsou právě škroby a další sacharidy (cukry), které najdeme u bambusových stonků. V pokročilém stadiu se jejich poškození projeví na povrchu bambusu.
- Kyslík: Jako u každého živého organismu je zapotřebí pro růst hub kyslík. Některé druhy hub však mohou přežít i při velmi nízkém obsahu kyslíku, pokud je přítomna vysoká vlhkost. U většiny druhů zabírá omezení přísunu kyslíku, který zpomalí jejich růst.
- Obsah vlhkosti: Nejideálnější prostředí pro houby je vlhké. Pro jejich rychlý růst je ideální vlhkost 40 až 80 %.
- Teplota: Houby se cítí nejlépe při teplotách mezi 25 °C a 35 °C.

Druhy bambus degradujících hub:

- **Skvrnité houby**

Tyto houby většinou najdeme na uzlech spojů a na místech, kde byly odstraněny větve. Napadení se projevuje modrými/šedočernými odstíny zbarvení na povrchu v podobě skvrn a pruhů. Snižuje estetický vzhled, ale nemá vliv na pevnostní vlastnosti bambusu (s výjimkou neřešeného problému napadení). [5]



Obrázek 148 Napadení skvrnitými houbami

- **Hnilobné houby**

Jedná se o nejzávažnější druh degradujících hub. Enzymy buď rozkládají pouze celulózu a hemicelulózu (lignin zůstává zachován) což vede k hnědé hnilobě, nebo rozkládají i lignin, což vede k bílé hnilobě (častější než hnědá). Je velmi obtížné tuto poruchu zjistit včas. Pokud problém nezaregistrujeme včas, tak bude docházet ke značnému snížení mechanických vlastností, a to hlavně rázové pevnosti v ohybu. Tuto poruchu taky provádí mírná změna barvy a úbytky hmotnosti. [5]

4.8.3 Biodegradace hmyzem

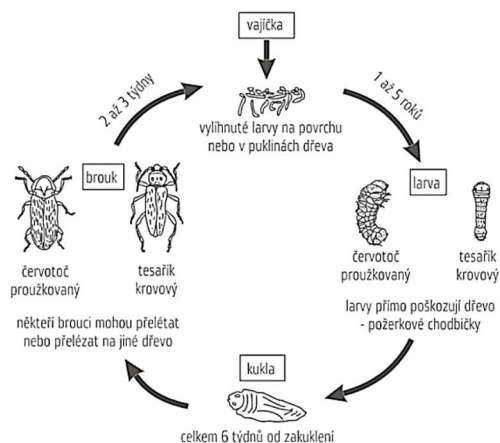
Bambus stejně jako dřevo podléhá biodegradaci hmyzem. Podobně jako u biodegradčních hub tak je zapotřebí přítomnost škrobů a sacharidů. Hmyz získává z bambusu zásoby potravy a rozkládá je, proto by měl být bambus chemicky ošetřen, aby se zamezilo jeho napadení. [5]



Obrázek 149 Napadení bambusové tyče termity

Brouci a termity jsou nejčastěji se vyskytujícím hmyzem v bambusu. Nevyžadují žádné specifické podmínky, kromě teplých a vlhkých klimatických podmínek.

Životní cyklus hmyzu se dělí na čtyři stádia: vajíčko, larva (houseska), kukla a dospělý jedinec viz Obrázek 150. Z vajíček se líhnou drobné larvy, které mechanickým a chemickým působením pronikají prokousáváním tkání. Částice jsou tráveny ve střevě larev a trus je vytlačován ven v podobě pelet na zadním konci. Larva se zakuklí, a nakonec se dospělý brouk prokouše ven z bambusového kmene, přičemž na povrchu zanechá výstupní otvory. Dospělý jedinec může před smrtí opět naklást vajíčka, což vede k opakovanému napadení stejného kmene nebo čerstvě přidaných kmenů. [5]



Obrázek 150 Životní cyklus hmyzu

- **Hrbohlavové**

Bambus má bohužel velké póry a obsahuje vysoké koncentrace škrobu. K prevenci napadení bambusu brouky lze použít prostředky na ochranu dřeva na bázi boru. Hrbohlavé mohou zkonzumovat celý bambusový stonek a při výstupu z něj zanechat pouze tenkou vnější skořápku. Larvy brouků se živí škrobem a cukry. Prach vypadávající z otvorů ukazuje na pokračující napadení bambusovým hmyzem.

- **Termiti**

Termiti žijí v dobře organizovaných koloniích o populaci několika tisíc až několika milionů jedinců. Jsou jedním z mála druhů hmyzu, který je schopen využívat celulózu jako zdroj potravy. Některé druhy termitů (podzemní) potřebují k přežití vysokou vlhkost a přístup k vodě. Jiné druhy (suchomilný typ) přežívají bez kontaktu se zemí a získávají vlhkost ze stonku bambusu. K ohlodávání dochází uvnitř bambusového kmene.



4.9 Bambusová architektura

Tato kapitola se věnuje moderní bambusové architektuře ve světě. Všechny tyto stavby se pyšní různými podobami, protože bambus umožňuje velikou tvarovou variabilitu.



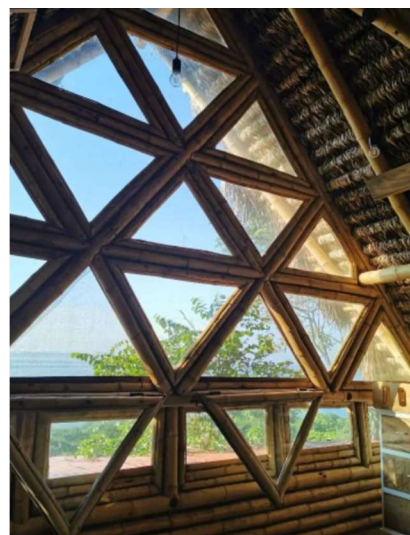
Obrázek 151 DEL MANGO VILLA na Bali



Obrázek 152 Vnitřní prostranství vily DEL MANGO



Obrázek 153 La Reserva Manambi ayampe v Ekvádoru



Obrázek 154 Rodinný domek v La Reserva, Ekvádor



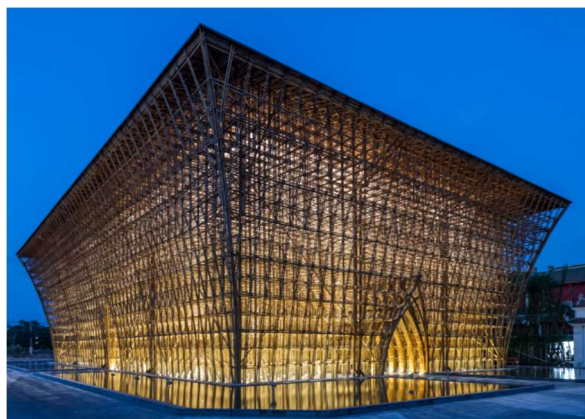
Obrázek 155 Soukromé lázně Seychelles Island, KINPUT



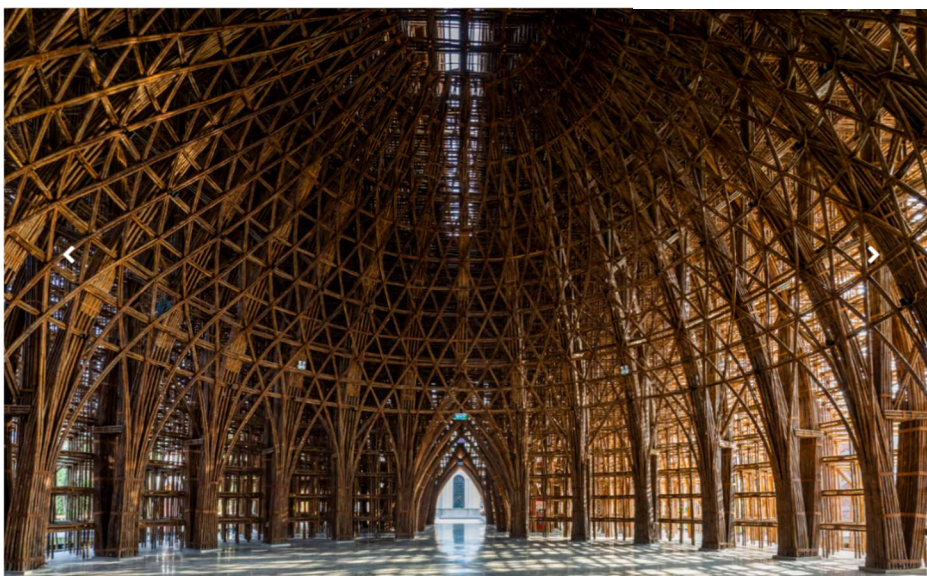
Obrázek 156 Restaurace MUTIA GARDEN, Medan-Sumatra



Obrázek 157 Pavilon s bambusovou konstrukcí (Nantou, Čína)



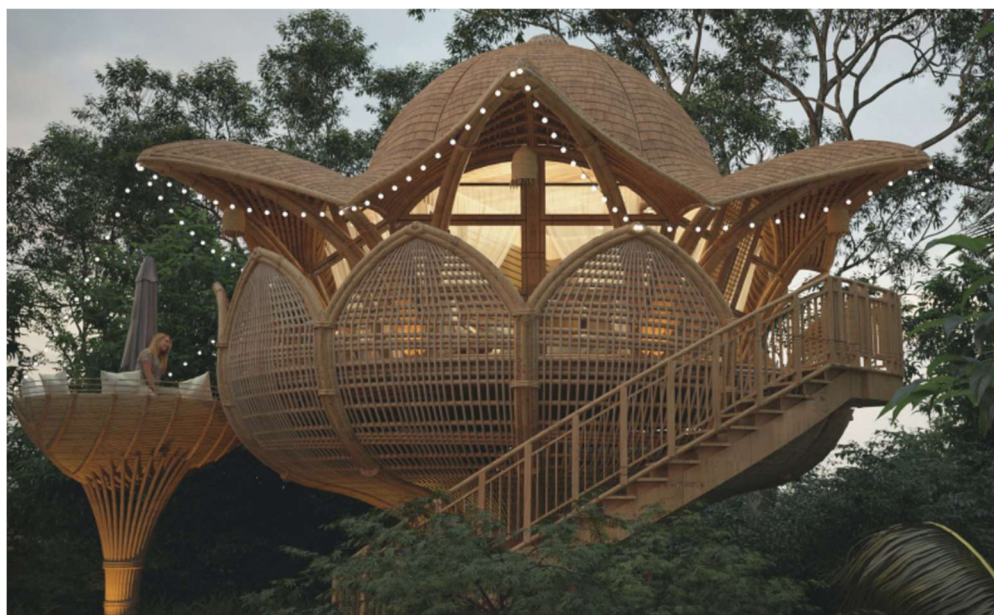
Obrázek 158 Uvítací centrum Grand World Phu Quoc (Ostrov Phu Quoc, Vietnam)



Obrázek 159 Vnitřní struktura Uvítacího centra Grand World Phu Quoc (Ostrov Phu Quoc, Vietnam)



Obrázek 160 Konferenční sál Naman (Danang, Vietnam)



Obrázek 161 Bambusová chata Lotus Forest (Colombo, Sri Lanka)



Obrázek 162 Interiér dětského centra aktivit a vzdělávání, Thajsko



5. Druhy používané pro konstrukce a jejich specifika

V této tabulce jsou zaznamenány nejznámější druhy bambusu používané ve stavebnictví a jejich specifika. Je zde uveden jejich maximální dosažený průměr a délka, a dále také průměrná tloušťka stěny stonku, která je měřená ve spodní části. Často tato tloušťka není lineární.

Nejvhodnější použití u gigantických bambusů s tlustými stěnami je na stavby vícepodlažních budov a konstrukce mostů, a u bambusů s menším průměrem na lehké či dočasné konstrukce.

Obecně za nejvhodnější bambusy pro stavebnictví se pak považují *Guadua angustifolia* a *Dendrocalamus asper*.

Rod	Druh	Maximální délka [m]	Maximální průměr [cm]	Stěna stonku	Skupina	Přirozený výskyt	Lehké konstrukce	Těžké konstrukce	Použití
Apoclada	simplex	8	5	tlustá	I	Brazílie	✓		Stavba domů, obživa pro hospodářská zvířata, řemeslnictví, výroba léků, výroba papíru, okrasná rostlina
Bambusa	balcooa	25	15	velmi tlustá	I	Bangladéš, Indie, Laos, Myanmar, Nepál, Vietnam		✓	Stavba domů, lešení, košíkářství, tkané rohože, rybářské náčiní, papírová buničina, jedlé výhonky, krmivo
	bambos	30	18	velmi tlustá	I	Jihovýchodní Asie		✓	Stavba domů, lešení, krovy, střešní krytiny, řemeslné a umělecké předměty, košíkářství, luky a šípy, nábytek, plovoucí dřevo a vory, kuchyňské náčiní a oplocení
	burmanica	20	10	plná	I	Thajsko	✓		Stavba domů, střešní krytiny, došky, košíkářství
	clavata	20	9	tlustá	I	Bhutan	✓		Stavba domů
	dissimulator	15	7	tlustá	I	Hong Kong	✓		Stavba domů
	eutuldoides	12	6	tlustá	I	Jihovýchodní Asie	✓		Stavba domů
	grandis	15	10	tlustá	I	Jihovýchodní Asie	✓		Stavba domů
	lako	15	8	tenká	I	Indonésie	✓		Stavba domů, okrasná rostlina, krajinné úpravy
	multiplex	9	5	tenká	I	Čína, Vietnam	✓		Stavebnictví, živý plot, rohože, košíky, domácí potřeby, buničina, papír, rukojeti deštníků a na rybářské pruty
	pallidia	20	8	tenká	I	Ásám	✓		Stavba domů, košíkářství, rohože, hračky, nástěnné desky, zástěny a stěnové věšáky
	polymorpha	25	15	tlustá	I	Bangladéš, Čína, Laos, Myanmar, Thajsko		✓	Stavebnictví, nábytek, košíkářství, rohože, ruční práce, papírová buničina, laminované desky
	tulda	20	10	velmi tlustá	I	Bangladéš, Bhútán, Čína, Indie, Laos, Myanmar, Nepál, Thajsko, Vietnam	✓		Stavby domů, lešení, nábytek, košíkářství, rohože, domácí potřeby, řemesla, papírová buničina



	tuldoide	15	5	tenká	I	Čína, Vietnam	✓		lešení, zemědělské stroje, řemeslnictví
	vulgaris	20	10	tenká	I	Kambodža, Čína, Laos, Myanmar, Thajsko, Vietnam	✓		Lehké konstrukce domů, výztuž do betonu, košíkářství, tyče na podporu rostlin, papírová buničina, dekorativní
Dendrocalamus	asper	30	20	tlustá	I	Bangladéš, Čína, Indonésie, Laos, Myanmar, Filipíny, Tchaj-wan, Thajsko, Vietnam		✓	Stavebnictví, nábytek, nádoby na vodu, hrnce na vaření, laminované desky, řemeslné výrobky, hudební nástroje, potraviny
	brandisii	33	20	tlustá	I	Jihovýchodní Asie		✓	Stavby domů, stěžně lodí, nábytek, zemědělské nářadí, nádoby na vodu, košíkářství, řemeslnictví, výroba papíru, výhonky jako potravina
	giganteus	30	30	tlustá	I	Indie, Čína, Laos, Myanmar		✓	Stavebnictví, výztuž do betonu, papírová buničina, laminované dřevo, řemesla, nábytek
	latiflorus	25	20	tlustá	I	Čína, Tchaj-wan		✓	Tyče-stavby domů, dočasné stavby, zemědělské nářadí, vodovodní trubky, košíkářské výrobky, vory pro rybolov, tkané výrobky, nábytek, hůlky, bambusové desky a papírenské výrobky; listy-výrobě klobouků, k vaření rýže, k výrobě střech na lodě a jako obalový materiál; výhonky-ke konzumaci
	sinicus	30	30	tlustá	I	Čína, Laos		✓	Stavebnictví, nábytek, papírenská buničina
	strictus	15	8	plná	I	Jihovýchodní Asie	✓		Tyče-papírenství, lehké konstrukce, nábytek, hudební nástroje, bambusové desky, rohože, tyče, zemědělské nářadí, vory, koše, tkané výrobky a potřeby pro domácnost; Výhonky-ke konzumaci; Listy-krmivo, medicína
Gigantochloa	apus	20	9	tenká	I	Jihovýchodní Asie	✓		Konstrukce střech, lešení, mosty, stěny, ploty, řemeslnictví, nábytkářství
	atter	22	10	tlustá	I	Malajsie	✓		Tyče-stavebnictví, řemeslnictví, hudební nástroje; Výhonky-ke konzumaci
Guadua	aculeata	25	18	tlustá	I	Kostarika, Salvador, Guatemala, Honduras, Mexiko střední, Mexický záliv, Mexiko jihovýchodní, Nikaragua, Panama		✓	Stavba domů, laminátové dřevo, řemeslnictví, krmivo pro zvířata, palivové dřevo, hudební nástroje, léčiva, košíkářství, ochrana proti erozi, okrasné, krajinářství
	angustifolia	25	15	tenká	I	Kolumbie, Ekvádor, Venezuela		✓	Stavba domů, lešení, laminátové dřevo, řemeslnictví, krmivo pro zvířata, palivové dřevo, hudební nástroje, léčiva, košíkářství, ochrana proti erozi, okrasné, krajinářství



	sarcocarpa	20	10	tenká	I	Bolívie, Severní Brazílie, Peru	✓		Stavba domů, řemeslnictví, krmivo pro zvířata, košíkářství, okrasné, krajinářství
	superba	20	15	tlustá	I	Bolívie, Severní Brazílie, Kolumbie, Ekvádor, Guyana, Peru, Surinam		✓	Stavba domů, laminátové dřevo, řemeslnictví, krmivo pro zvířata, palivové dřevo, hudební nástroje, léčiva, košíkářství, ochrana proti erozi, okrasné, krajinářství
Chimonocalamus	delicatus	8	4	tlustá	II	Jižní Čína (jižní Yunnan)	✓		Stavba domů
	pallens	6	3	tlustá	II	Jižní Čína (jižní Yunnan)	✓		Stavba domů
Indosasa	sinica	15	10	tlustá	II	Jižní Čína (Guangxi, Guizhou, Yunnan)	✓		Podpěry, drobné stavby
Oldéania	alpina	20	12	tlustá	II	Etiopie, Zambie	✓		Stavba domů
Phyllostachys	edulis	23	18	tenká	II	Čína, Tchaj-wan		✓	Stavebnictví, "dřevo", oplocení, nábytek, papírová buničina, překližka, podlahové krytiny, hudební nástroje, nádobí, hedvábní, potraviny, dřevěné uhlí, ochrana proti erozi
	reticulata	20	15	tenká	II	Severní střední Čína, Jižní střední Čína, Jihovýchodní Čína	✓		Stavebnictví, nábytek, papírová buničina, hudební nástroje, nádobí, hedvábní, potraviny, dřevěné uhlí, ochrana proti erozi
Thyrsostachys	siamensis	13	6	plná	I	Kambodža, Čína, Laos, Myanmar, Thajsko, Vietnam	✓		Stavebnictví, nábytek, košíkářství, hůlky, násady na deštníky a košťata, rybářské pruty, řemeslné výrobky, papírovina, potraviny, okrasné předměty, větrné zábrany

Tabulka 4 Nejčastěji využívané druhy bambusů pro konstrukční účely a jejich specifika



6. Závěr

Po podrobnějším studiu bambusu jako stavebního materiálu lze dojít k závěru, že právě tento materiál je jedním z nejhodnotnějších z hlediska životního prostředí. Další objevenou výhodou je, že tato travina může vyrůst za den o několik desítek centimetrů a po dvou až šesti letech, záleží na následném užití, ji lze pokácet a použít jako stavební materiál. Lidé bambus využívají ve svém životě již po staletí. Dnes se bambus používá v mnoha oblastech činnosti, od potravinářství a sahá až po stavebnictví, textil a špičkové technologie.

Bambus je navzdory své nízké hmotnosti velmi pružným a odolným materiálem. Bambus má samozřejmě i své nevýhody jako například jeho válcový tvar, dutý prostor uvnitř stonku, a že neroste vždy rovně a při práci s ním se zakřivenou rostlinou je poměrně obtížné. Při správném přístupu a zpracování tohoto materiálu můžete lze postavit dům od základů až po střechu.

Jak vyplívá z této práce, tak bambus má mnoho využití, a to jak v interiéru, tak i v exteriéru. V obou případech by měl být bambus ošetřen před škůdci. Zatím za nejlepší ochranu je považováno použití roztoku bóru, aniž by poškozoval životní prostředí.

Bambus uvolňuje až o 58 % více kyslíku než jehličnaté stromy a zároveň pohlcuje oxid uhličitý. Jelikož se jedná o 100% přírodní produkt, není vynaloženo takové množství energie na jeho přípravu pro svá další použití ať už ve stavebnictví či pro cokoli jiného. Pěstování bambusu poskytuje lidem stavební materiál, textil, potravu, práci a mnohé další. Z ekonomického, ekologického a sociálního hlediska se život lidí stabilizuje.

Bambus je jedinečný materiál, ze kterého lze stavět rozmanité stavby jako domy, školy, restaurace, kostelní pavilony, mosty a další. Ve světě zatím o bambusu jako stavebním materiálu není velké povědomí, ale doufám že touto prací jsem alespoň mírně nastínila jak problematiku bambusu jako takového, tak i vyzdvihla jeho výhody a představila ho jako jeden z možných udržitelných materiálů budoucnosti. Bambus může hrát důležitou roli v budoucnosti lidstva, lidská potřeba dřeva může být nahrazena bambusem, zatímco dřevo bude chráněno před častým odlesňováním, a to kvůli rostoucí poptávce po surovinách pro bydlení a stavbu.



Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 GEOGRAFICKÝ PŘIROZENÝ VÝSKYT BAMBUSŮ	9
OBRÁZEK 2 SYSTÉM PACHYMORFNÍCH ODDENKŮ	12
OBRÁZEK 3 SYSTÉM LEPTOMORFNÍCH ODDENKŮ	12
OBRÁZEK 4 PRŮŘEZ BAMBUSOVÝM VÝHONKEM	13
OBRÁZEK 5 PRŮŘEZ STÉBLEM TRSOVITÝCH BAMBUSŮ	13
OBRÁZEK 6 PRŮŘEZ STÉBLEM VÝBĚŽKATÝCH BAMBUSŮ	13
OBRÁZEK 7 POHLED NA ROD PHYLLOSTACHYS-ŽLÁBEK	13
OBRÁZEK 8 PHYLLOSTACHYT AUREOSULCATA	14
OBRÁZEK 9 FARGESIA JIUZHAIGOU	14
OBRÁZEK 10 PHYLLOSTACHYS NIGRA	14
OBRÁZEK 11 USPOŘÁDÁNÍ VĚTVÍ DLE RODŮ (A-SASA, B-PHYLLOSTACHYS, C-SHIBATEA, D-ARUNDINARIA, E- PLEIOBLASTUS, F-SEMIARUNDINARIA)	14
OBRÁZEK 12 RŮST VĚTVÍ PO DOBU TŘÍ LET	14
OBRÁZEK 13 ČÁSTI STÉBELNÉ POCHVY	15
OBRÁZEK 14 BAMBUSOVÝ LIST	15
OBRÁZEK 15 PŘÍČNÉ ŽILKOVÁNÍ LISTU	15
OBRÁZEK 16 KVETENÍ RODU PHYLLOSTACHYS	16
OBRÁZEK 17 KVETENÍ RODU FARGESIA	16
OBRÁZEK 18 ROZMÍSTĚNÍ DO ČTVERCE A TROJÚHELNÍKU	16
OBRÁZEK 19 METODA VÝSADBY DO SVAZKŮ A PŘÍKOPŮ	17
OBRÁZEK 20 VELIKOST JÁMY PRO VÝSADBU BAMBUSU	17
OBRÁZEK 21 LEPKAVÝ ČERNÝ POVLAK PO NAPADENÍ MŠICEMI	18
OBRÁZEK 22 NAPADENÍ ROZTOČEM	19
OBRÁZEK 23 NAPADENÍ VLNATKOU KRVAVOU	19
OBRÁZEK 24 OKOUSANÉ STÉBLO OD SLIMÁKA	20
OBRÁZEK 25 OKOUSANÉ STÉBLO OD SLIMÁKA	20
OBRÁZEK 26 POŠKOZENÍ MRAZEM	21
OBRÁZEK 27 VÝKVĚT RODU FARGESIA	21
OBRÁZEK 28 KÁCENÍ BAMBUSU-A) NESPRÁVNÝ POSTUP KÁCENÍ; B) SPRÁVNÉ KÁCENÍ	22
OBRÁZEK 29 VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ BAMBUSU	22
OBRÁZEK 30 SUŠENÍ BAMBUSOVÝCH TYČÍ NA VZDUCHU	23
OBRÁZEK 31 SUŠENÍ TYČÍ OPŘENÍM O SEBE	24
OBRÁZEK 32 LOUHOVÁNÍ BAMBUSU V NÁDRŽI	26
OBRÁZEK 33 ENERGETICKÉ PRODUKTY Z BAMBUSU	27
OBRÁZEK 34 RŮSTOVÝ CHARAKTER BAMBUSU A) BAMBUS VÝBĚŽKATÝ B) BAMBUS TRSOVITÝ	28
OBRÁZEK 35 TYP BAMBUSOVÉHO ODDENKU A) LEPTOMORFNÍ B) PACHYMORFNÍ	28
OBRÁZEK 36 ČÁSTI BAMBUSOVÉ ROSTLINY PRO ZKOUŠENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ	35
OBRÁZEK 37 UKÁZKA ZKOUŠKY V TLAKU	38
OBRÁZEK 38 PŘÍSTROJ NA ZKOUŠENÍ BAMBUSU V TAHU	38
OBRÁZEK 39 UKÁZKA ZKOUŠKY SMYKOVÉ PEVNOSTI	39
OBRÁZEK 40 PŘÍPRAVA ZKOUŠKY V OHYBU	39
OBRÁZEK 41 ZKOUŠKA V OHYBU	39
OBRÁZEK 42 BAMBUSOVÉ TYČE PŘIPRAVENÉ NA EXPEDICI	40
OBRÁZEK 43 BAMBUSOVÉ TYČE ČERSTVĚ POKÁCENÉ	40
OBRÁZEK 44 ROZSEKNUTÍ KOLÉNEK A PROVEDENÍ ŘEZU	41



OBRÁZEK 45 OTEVŘENÍ, ROZDRCENÍ A OŠETŘENÍ	41
OBRÁZEK 46 SUŠENÍ ROHOŽÍ NA VZDUCHU	41
OBRÁZEK 47 NOSNÍKY Z BAMBUSOVÝCH ROHOŽÍ	42
OBRÁZEK 48 STROPNÍ PANELY Z BAMBUSOVÝCH ROHOŽÍ	42
OBRÁZEK 49 PODLAHA Z BAMBUSOVÝCH ROHOŽÍ	42
OBRÁZEK 50 KRÁJENÍ BAMBUSU NA PROUŽKY	42
OBRÁZEK 51 BAMBUSOVÉ PROUŽKY	42
OBRÁZEK 52 MASIVNÍ PANELY	43
OBRÁZEK 53 STROPNÍ DESKY	43
OBRÁZEK 54 VÝROBA LANA	44
OBRÁZEK 55 VÁZÁNÍ BAMBUSOVÝCH TYČÍ NYLONOVÝMI PÁSKAMI	45
OBRÁZEK 56 SVÁZANÉ TYČE K SOBĚ NYLONOVÝMI VLÁKNY	45
OBRÁZEK 57 VÁZÁNÍ BAMBUSOVÝCH TYČÍ NYLONOVÝMI PÁSKAMI	45
OBRÁZEK 58 BAMBUSOVÉ LEŠENÍ NA VÝŠKOVÉ BUDOVĚ	46
OBRÁZEK 59 BAMBUSOVÉ LEŠENÍ NA VÝŠKOVÉ BUDOVĚ S MALOU KONZOLOU	46
OBRÁZEK 60 BAMBUSOVÉ LEŠENÍ NA ZAKŘIVENÉ BUDOVĚ	46
OBRÁZEK 61 BAMBUSOVÉ LEŠENÍ NA VÝŠKOVÉ BUDOVĚ	46
OBRÁZEK 62 PŘÍHRADOVÝ BAMBUSOVÝ NOSNÍK	47
OBRÁZEK 63 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE TVOŘENÁ BAMBUSOVÝMI PŘÍHRADOVÝMI NOSNÍKY	47
OBRÁZEK 64 KONSTRUKCE BAMBUSOVÉHO KROVU	48
OBRÁZEK 65 KONSTRUKCE BAMBUSOVÉHO KROVU	48
OBRÁZEK 66 POHLED NA NOSNÍK OBRÁZKU VLEVO	48
OBRÁZEK 67 KONSTRUKCE BAMBUSOVÉHO KROVU	48
OBRÁZEK 68 POHLED NA NOSNÍK OBRÁZKU VLEVO	48
OBRÁZEK 69 BAMBUSOVÝ PÁSEK OBALENÝ SLÁMOU	49
OBRÁZEK 70 LATĚ PŘIPRAVENÉ NA UPEVNĚNÍ KE KROVU	49
OBRÁZEK 71 STŘEŠNÍ KRYTINA BAMBUSOVÉ PREJZY	49
OBRÁZEK 72 SCHÉMA PROVEDENÍ BAMBUSOVÝCH PREJZ	49
OBRÁZEK 73 TERAKOTOVÁ KRYTINA NA BAMBUSOVÉM KROVU	50
OBRÁZEK 74 KRYTINA Z BAMBUSOVÝCH ROHOŽÍ NA ZAKŘIVENÉM KROVU.	50
OBRÁZEK 75 UKÁZKA UPEVNĚNÍ MĚDĚNÉ KRYTINY	50
OBRÁZEK 76 TYPY STĚN Z BAMBUSU A) TKANÁ, B) SVISLÉ ORIENTOVANÉ PŮLENÉ TYČE, C) PLNÁ STĚNA, D) PÁSKY V KOMBINACI S DŘEVĚNÝMI SLOUPKY	51
OBRÁZEK 77 STĚNA Z BAMBUSOVÝCH PÁSKŮ, TYČÍ A S POVRCHOVOU ÚPRAVOU	51
OBRÁZEK 78 RASTR BAMBUSOVÉ NENOSNÉ STĚNY	51
OBRÁZEK 79 BAMBUSOVÁ HRÁZDĚNÁ KONSTRUKCE STĚNY	52
OBRÁZEK 80 MODERNÍ BAMBUSOVÁ STĚNA	52
OBRÁZEK 81 VÝROBA BAMBUSOVÉHO SLOUPU	53
OBRÁZEK 82 SLOUP ZE TŘÍ TYČÍ S PROSTŘEDNÍ TYČÍ KRÁTKOU	53
OBRÁZEK 83 RESTAURACE SON LA V SON LA VE VIETNAMU	54
OBRÁZEK 84 ZABETONOVANÝ SLOUP DO ZÁKLADŮ	54
OBRÁZEK 85 KLOUBOVÝ SPOJ SLOUPU SE ZÁKLADEM	54
OBRÁZEK 86 NAVÁZÁNÍ SLOUPU NA VÝZTUŽ ZÁKLADŮ	54
OBRÁZEK 87 MASIVNÍ SLOUP Z JEDNÉ TYČE U TĚLOCVIČNY V THAJSKÉM ČIANG MAI	55
OBRÁZEK 88 DĚTSKÉ CENTRUM AKTIVIT A VZDĚLÁVÁNÍ V THAJSKÉM KOH KOOD	55
OBRÁZEK 89 JEDNODUCHÝ BAMBUSOVÝ TRÁMOVÝ STROP	56
OBRÁZEK 90 JEDNODUCHÝ BAMBUSOVÝ TRÁMOVÝ STROP S DVĚMA TYČEMI	56



OBRÁZEK 91 BAMBUSOVÝ RASTROVÝ STROP	56
OBRÁZEK 92 BAMBUSOVÝ RASTROVÝ STROP S DŘEVĚNÝMI TRÁMY A BAMBUSOVÝMI PROUŽKY	56
OBRÁZEK 93 VYLEHČENÝ PANEL S BAMBUSOVÝM JÁDREM	56
OBRÁZEK 94 BAMBUSOVÝ PANEL	57
OBRÁZEK 95 BAMBUSOVÝ PANEL	57
OBRÁZEK 96 PROVEDENÍ BAMBUSOVÉHO NOSNÍKU	57
OBRÁZEK 97 NOSNÍK VE STOJANECH PŘIPEVNĚNÝ ŘEMENY	57
OBRÁZEK 98 NOSNÍK Z BAMBUSOVÝCH TYČÍ	58
OBRÁZEK 99 BAMBUSOVÝ LAMINÁTOVÝ NOSNÍK	58
OBRÁZEK 100 PROVEDENÍ BAMBUSOVÉ RÁMOVÉ KONSTRUKCE	58
OBRÁZEK 101 VARIANTY PROVEDENÍ DETAILU U ZÁKLADŮ	59
OBRÁZEK 102 ZALOŽENÍ BAMBUSOVÉ TYČE	59
OBRÁZEK 103 ZALOŽENÍ BAMBUSOVÉ TYČE S KOTVENÍM ZA POMOCÍ OCELOVÝCH ÚHELNÍKŮ	59
OBRÁZEK 104 VYSEKÁNÍ OTVORU DO BAMBUSOVÉHO SLOUPU	60
OBRÁZEK 105 LITÍ BETONU DO OTVORU V BAMBUSOVÉM SLOUPKU	60
OBRÁZEK 106 USAZOVÁNÍ BETONU ZA POMOCÍ KLEPÁNÍ NA STĚNU TYČE	60
OBRÁZEK 107 ČIŠTĚNÍ A DETAILNÍ ÚPRAVA BAMBUSOVÉ KONSTRUKCE	61
OBRÁZEK 108 ZAKRYTÍ KOVOVÝCH SVOREK LANY	61
OBRÁZEK 109 ZAKRYTÍ KOVOVÝCH SVOREK LANY	61
OBRÁZEK 110 ZAKRYTÍ KONCŮ BAMBUSOVÝCH TYČÍ	61
OBRÁZEK 111 OBROUŠENÍ BAMBUSOVÉ KONSTRUKCE BRUSNÝM PAPIREM	62
OBRÁZEK 112 FINÁLNÍ NÁTĚR BAMBUSOVÉ KONSTRUKCE	62
OBRÁZEK 113 PŮDORYS A POHLED NA LÁVKU VE MĚSTĚ SOLO V INDONÉSII	63
OBRÁZEK 114 FINÁLNÍ KONSTRUKCE LÁVKY V SOLO	63
OBRÁZEK 115 UKÁZKA PROVEDENÍ BAMBUSOVÉHO OKAPNÍHO ŽLABU	63
OBRÁZEK 116 TOČITÉ SCHODIŠTĚ Z BAMBUSOVÝCH TYČÍ	64
OBRÁZEK 117 PŘÍMÉ SCHODIŠTĚ Z BAMBUSOVÝCH TYČÍ	64
OBRÁZEK 118 SCHÉMA BAMBUSU SE STŘEDOVOU OSOU "Z" A VÝŠKOU "L	65
OBRÁZEK 119 MÍRA ABSORPCE VODY U RŮZNÝCH DRUHŮ BAMBUSU V ZÁVISLOSTI NA ČASE	66
OBRÁZEK 120 PŮSOBNÍ NEOŠETŘENÉHO BAMBUSU JAKO VÝZTUŽNÉHO MATERIÁLU	67
OBRÁZEK 121 PŘÍKLAD „ARMOVACÍHO KOŠE“ Z BAMBUSU U ZÁKLADOVÝCH PASŮ PŘÍKLAD UŽITÍ	68
OBRÁZEK 122 BAMBUSOVÝCH PÁSEK JAKO VÝZTUŽNÉ SÍTĚ DO PODLAHOVÉ KONSTRUKCE	68
OBRÁZEK 123 BETONOVÉ NOSNÍKY A-NEVYZTUŽEN, B-OCELOVÁ VÝZTUŽ, C-VYZTUŽENÍ BAMBUSOVÝMI TYČEMI, D-VYZTUŽENÍ BAMBUSOVÝMI PROUŽKY	68
OBRÁZEK 124 SCHÉMA ZATĚŽOVÁNÍ NOSNÍKU	68
OBRÁZEK 125 GRAF PRŮBĚHU ZATĚŽOVÁNÍ V ZÁVISLOSTI NA PRŮHYBU	69
OBRÁZEK 126 A) NEVHODNĚ ZVOLENÝ TYP SPOJE, B) VHODNĚ ZVOLENÝ TYP SPOJE	70
OBRÁZEK 127 KOLÉNKA U SPOJE NA KONCÍCH PRVKŮ	70
OBRÁZEK 128 VLOŽENÍ BAMBUSOVÉHO ŠPALKU/VLOŽENÍ KUSU BAMBUSU S KOLÉNKEM	71
OBRÁZEK 129 TYPICKÉ POUŽÍVANÉ ŘEZY PRO SPOJE A) S JEDNODUCHÝM UCHEM, B) S DVOJITÝM UCHEM, C) FLÉTNOVÉ ZKOSENÍ, D) ŘEZ „RYBÍ ÚSTA“	71
OBRÁZEK 130 SPOJ SVISLÉHO PRVKU S PRVKEM HORIZONTÁLNÍM	72
OBRÁZEK 131 SPOJ S ŘEZEM "RYBÍ ÚSTA" A DVOJITOU SVISLOU KONSTRUKCÍ	72
OBRÁZEK 132 SPOJE LÍPNUTÍM A-ZA POMOCÍ HMOŽDINKY, B-ZA POMOCÍ HMOŽDINKY A KOTVY	72
OBRÁZEK 133 DVOJITÁ A ČTYŘNÁSOBNÁ BAMBUSOVÁ PODPĚRA KROKVÍ	73
OBRÁZEK 134 SPOJE DVOU BAMBUSOVÝCH TYČÍ A-SPOJENÍ DVOJITÝM DŘEVĚNÝM KLÍNEM, B-SPOJ S HMOŽDINKAMI A UPÍNACÍMI KOVÁNÍMI	73



OBRÁZEK 135 KŘÍŽOVÉ SPOJENÍ BAMBUSOVÝCH TYČÍ A-KŘÍŽOVÝ SPOJ S HMOŽDINKOU, B-PŘÍČNÝ SPOJ S HMOŽDINKOU, C-ROHOVÝ SPOJ	74
OBRÁZEK 136 ČELNÍ SPOJE BAMBUSOVÝCH TYČÍ	74
OBRÁZEK 137 UKÁZKA ŠROUBOVÉHO SPOJE NA KONSTRUKCI	75
OBRÁZEK 138 UKÁZKA SPOJE ZA POMOCÍ SVORNÍKŮ	75
OBRÁZEK 139 UZLOVÝ SPOJ PRO PŘIPOJENÍ VÍCE TYČÍ	76
OBRÁZEK 140 POUŽITÍ PÁSKOVÉHO SPOJE	76
OBRÁZEK 141 POUŽITÍ DESKOVÉHO SPOJE	76
OBRÁZEK 142 BAMBUSOVÁ SVORKA	77
OBRÁZEK 143 RŮZNÉ POUŽITÍ BAMBUSOVÉHO SVORKOVÉHO SPOJE	77
OBRÁZEK 144 PAN KNOT SPACE TRUSS	77
OBRÁZEK 145 ZÁVITOVÉ TYČE DO PAN KNOT SPACE TRUSS	77
OBRÁZEK 146 KOMBINOVANÝ SPOJ	78
OBRÁZEK 147 BAMBUSOVÉ TYČE NAPADENÉ PLÍSNĚMI	79
OBRÁZEK 148 NAPADENÍ SKVRNITÝMI HOUBAMI	80
OBRÁZEK 149 NAPADENÍ BAMBUSOVÉ TYČE TERMITY	80
OBRÁZEK 150 ŽIVOTNÍ CYKLUS HMYZU	81
OBRÁZEK 151 DEL MANGO VILLA NA BALI	82
OBRÁZEK 152 VNITŘNÍ PROSTRANSVÍ VILY DEL MANGO SOUKROMÉ LÁZNĚ SEYCHELLES ISLAND, KINPUT	82
OBRÁZEK 153 LA RESERVA MANAMBI AYAMPE V EKVÁDORU	82
OBRÁZEK 154 RODINNÝ DOMEK V LA RESERVA, EKVÁDOR	82
OBRÁZEK 155 SOUKROMÉ LÁZNĚ SEYCHELLES ISLAND, KINPUT	82
OBRÁZEK 156 RESTAURACE MUTIA GARDEN, MEDAN-SUMATRA	83
OBRÁZEK 157 PAVILON S BAMBUSOVOU KONSTRUKCÍ (NANTOU, ČÍNA)	83
OBRÁZEK 158 UVÍTAČÍ CENTRUM GRAND WORLD PHU QUOC (OSTROV PHU QUOC, VIETNAM)	83
OBRÁZEK 159 VNITŘNÍ STRUKTURA UVÍTAČÍHO CENTRA GRAND WORLD PHU QUOC (OSTROV PHU QUOC, VIETNAM)	83
OBRÁZEK 160 KONFERENČNÍ SÁL NAMAN (DANANG, VIETNAM)	84
OBRÁZEK 161 BAMBUSOVÁ CHATA LOTUS FOREST (COLOMBO, SRI LANKA)	84
OBRÁZEK 162 INTERIÉR DĚTSKÉHO CENTRA AKTIVIT A VZDĚLÁVÁNÍ, THAJSKO	84

Seznam tabulek

TABULKA 1 PŘEHLED VŠECH ZNÁMÝCH RODŮ BAMBUSŮ	33
TABULKA 2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH DRUHŮ BAMBUSU	36
TABULKA 3 VÝSLEDKY ZKOUŠKY	69
TABULKA 4 NEJČASTĚJI VYUŽÍVANÉ DRUHY BAMBUSŮ PRO KONSTRUKČNÍ ÚČELY A JEJICH SPECIFIKA	87



Citace

- [1] REZL, Pavel. *Bambusy a jejich pěstování u nás*. Praha: Grada, 2006. Česká zahrada. ISBN 80-247-1528-7.
- [2] Bambus – Wikipedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Bambus>
- [3] O bambusech. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.bambusy.com/stranky/binfo.htm>
- [4] ISO 22157-1. Bamboo structures — Determination of physical and mechanical properties of bamboo culms — Test methods. 2019. 25 p.
- [5] Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/>
- [6] Yan, X. (2008). Modern Bamboo Structures Proceedings of first international conference on Modern Bamboo Structures (Icbs-2007), Changsha, China, 28- 30 October 2007. CRC-Press.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- Wikimedia Foundation. (2022, February 12). Bamboo construction. Wikipedia. Retrieved May 15, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Bamboo_construction
- Kuchař, I. M. (2019, June 17). Z bambusu Je Možné Vytvořit Krásné Domy I Bohatě Zdobené Interiéry. Dřevostavby. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.drevostavitel.cz/clanek/dum-z-bambusu>
- The many bamboo uses throughout history to today. amaZulu. (2017, August 17). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.amazuluinc.com/2014/03/03/the-many-bamboo-uses-throughout-history-to-today/>
- Wikimedia Foundation. (2022, April 5). Atomové bombardování hirošimy a Nagasaki. Wikipedia. Retrieved May 15, 2022, from https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A9_bombardov%C3%A1n%C3%AD_Hiro%C5%A1imy_a_Nagasaki
- The many bamboo uses throughout history to today. amaZulu. (2017, August 17). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.amazuluinc.com/2014/03/03/the-many-bamboo-uses-throughout-history-to-today/>
- O bambusech. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.bambusy.com/stranky/binfo.htm>
- Schröder, S. (2021, November 9). How to plant bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-plant-bamboo?rq=how+growing>



- Organikk.cz. (2020, October 31). Jak rychle Roste bambus. organikk.cz. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.organikk.cz/blog/jak-rychle-roste-bambus/>
- Sázení bambusu - KDY sázet, jak, Jak daleko OD sebe. Bambusář.cz. (2020, January 28). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.bambusar.cz/sazeni-bambusu/>
- Types of Bamboo 88 Types of Bamboo used for Building and Construction (n.d.). Guadua bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/>
- Schröder, S. (2021, November 9). When and how to harvest bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/when-and-how-to-harvest-bamboo>
- Schröder, S. (2021, November 9). Chemical Bamboo Preservation. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/chemical-bamboo-preservation?rq=treatment>
- Schröder, S. (2021, November 9). Leaching bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/leaching-bamboo>
- Schröder, S. (2021, October 21). Bamboo produces more oxygen than trees. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-produces-more-oxygen-than-trees>
- Schröder, S. (2021, October 21). Bamboo produces water for rivers and streams. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-produces-water-for-rivers-and-streams>
- Schröder, S. (2021, October 21). Bamboo reduces poverty and provides livelihoods for local farmers. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-reduces-poverty-and-provides-livelihoods-for-local-farmers>
- Schröder, S. (2021, October 24). Bamboo provides biomass for the production of Renewable Energy. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-provides-biomass-for-the-production-of-renewable-energy>
- Schröder, S. (2021, October 21). Bamboo prevents soil erosion and restores degraded land. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-prevents-soil-erosion-and-restores-degraded-land>
- Schröder, S. (2022, April 13). 88 types of bamboo used for building and construction. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/types-of-bamboo-used-for-building>
-



- Schröder, S. (2022, May 6). Mechanical properties of bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Correal D, J. F., & Arbeláez C, J. (n.d.). Influence of age and height position on Colombian guadua angustifolia bamboo mechanical properties. Maderas. Ciencia y tecnología. Retrieved May 15, 2022, from https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2010000200005&script=sci_arttext
- Crushed bamboo mats. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Laminated bamboo production. MOSO® Bamboo specialist. (2021, November 25). Retrieved May 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/bamboo/how-bamboo-products-are-made/laminated-bamboo-production/?lang_selected=true
- Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo cables. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-cables>
- A guide to bamboo scaffolding: What it is, usage, strength ... (n.d.). Retrieved May 14, 2022, from <https://scaffoldpole.com/bamboo-scaffolding/>
- Bamboo truss - modeling web elements' joints & lateral eccentricity - ansys. (n.d.). Retrieved May 14, 2022, from <https://forum.ansys.com/discussion/18250/bamboo-truss-modeling-web-elements-joints-lateral-eccentricity>
- 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings>
- Self - help construction of 1-story buildings: Construction with bamboo: Bamboo for foundations. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0dlsZz-e-00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l-11-en-50---20-home---00-0-1-00-0-0-11--0-0-&a=d&c=dls-e&cl=CL4.8&d=HASH593bba37f3fa9bc1455599.6.1>
- Finishing a bamboo structure. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Sabre, www.sabre.cz. (n.d.). Lávka S Bambusovou nosnou konstrukcí. iMaterialy. Retrieved May 15, 2022, from https://www.imaterialy.cz/rubriky/technologie/lavka-s-bambusovou-nosnou-konstrukci_45386.html
- Schröder, S. (2021, October 4). How to make bamboo rain gutters. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-make-bamboo-rain-gutters?rq=eaves>
- Yan, X. (2008). Modern Bamboo Structures Proceedings of first international conference on Modern Bamboo Structures (Icbs-2007), Changsha, China, 28- 30 October 2007. CRC-Press.
-



Bamboo reinforced concrete - mix proportion, design and construction. The Constructor. (2021, June 18). Retrieved May 15, 2022, from <https://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>

Konstrukce Z Betonu Vyztuženého Bambusem. Přírodní bydlení. (2016, November 9). Retrieved May 15, 2022, from <http://www.prirodnibydeni.cz/beton-bambus/>

Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>

Review on connections for original bamboo structures. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Chaokun-Hong-2/publication/334736861_Review_on_Connections_for_Original_Bamboo_Structures/links/603750d6a6fdcc37a84dc04b/Review-on-Connections-for-Original-Bamboo-Structures.pdf

Munir VahanvatiMunir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>

Sabre, www.sabre.cz. (n.d.). Lávka S Bambusovou nosnou konstrukcí. iMaterialy. Retrieved May 15, 2022, from https://www.imaterialy.cz/rubriky/technologie/lavka-s-bambusovou-nosnou-konstrukci_45386.html

Peñalosa, J. A. P., & Alvarez, F. R. C. (2018, December 13). Publicaciones. BAMBÚ ECUADOR. Retrieved May 15, 2022, from <https://bambuecuador.wordpress.com/normativas/>

Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo insect infestation. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-insect-infestation>

Schröder, S. (2021, November 9). How to remove bamboo mold. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-remove-bamboo-mold>

Administrator, A. (2017, October 7). Bambus, Funkční oblečení a prádlo nejen na sport. BAMBOOSHOP.CZ. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.bambooshop.cz/vlastnosti-materialu-bambus/>

Influence of the quenching rate and step-wise cooling temperatures on ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://sf2m.edpsciences.org/articles/matecconf/pdf/2014/05/matecconf_eurosuperalloys14_21002.pdf

Finishing a bamboo structure. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>



Seznam použitých zdrojů obrázků

- Obrázek 1 Bamboo - bamboo world map transparent PNG - 537X295 - free download on nicepng. NicePNG.com. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://www.nicepng.com/ourpic/u2w7o0w7q8t4a9u2_bamboo-bamboo-world-map/
- Obrázek 2 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 3 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 4 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 5 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 6 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 7 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html> 13
- Obrázek 8 {articleinfo.title}. Hauptseite. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.pflanzeninfothek.de/artikel/2343/phyllostachys-aureasulcata>
- Obrázek 9 Rattay, C. (2019, June 5). Roter Bambus fargesia 'jiuzhaigou 4'. Bambusbörse. Retrieved May 15, 2022, from <https://bambus.de/roter-bambus-fargesia-jiuzhaigou-4>
- Obrázek 10 Bambus – phyllostachys nigra. Ekozahradnictví. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.ekozahradnictvi.cz/produkt/bambus-phyllostachys-nigra/>
- Obrázek 11 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 12 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 13 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 14 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>
- Obrázek 15 Bambusy a jejich pěstování u nás. Pavel Rezl. PDF Stažení zdarma. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://docplayer.cz/19499755-Bambusy-a-jejich-pestovani-u-nas-pavel-rezl.html>



- Obrázek 16 ČLÁNKY: Kvetení Bambusu | Zimovzdorné Bambusy a pěstování ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:kveteni-bambusu>
- Obrázek 17 ČLÁNKY: Kvetení Bambusu | Zimovzdorné Bambusy a pěstování ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:kveteni-bambusu>
- Obrázek 18 Schröder, S. (2021, November 9). How to plant bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-plant-bamboo?rq=how+growing>
- Obrázek 19 Schröder, S. (2021, November 9). How to plant bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-plant-bamboo?rq=how+growing>
- Obrázek 20 Schröder, S. (2021, November 9). How to plant bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-plant-bamboo?rq=how+growing>
- Obrázek 21 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 22 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 23 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 24 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 25 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 26 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 27 ČLÁNKY: Bambusy Skudci nemoci poruchy rustu. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://bambusy.info/?clanky:Bambusy-skudci-nemoci-poruchy-rustu>
- Obrázek 28 Schröder, S. (2021, November 9). When and how to harvest bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/when-and-how-to-harvest-bamboo>
- Obrázek 29 Schröder, S. (2021, November 9). When and how to harvest bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/when-and-how-to-harvest-bamboo>
- Obrázek 30 Schröder, S. (2021, November 9). Drying bamboo poles. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/drying-bamboo-poles>
- Obrázek 31 Schröder, S. (2021, November 9). Drying bamboo poles. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/drying-bamboo-poles>
- Obrázek 32 Schröder, S. (2021, November 9). Leaching bamboo. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/leaching-bamboo>
- Obrázek 33 Schröder, S. (2021, October 24). Bamboo provides biomass for the production of Renewable Energy. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-provides-biomass-for-the-production-of-renewable-energy?rq=products>



- Obrázek 34 *Clumping vs running bamboo*. Lewis Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://lewisbamboo.com/pages/clumping-vs-running-bamboo>
- Obrázek 35 *Bambus: Zajímavá Fakta*. Bambus - Použití, vlastnosti, zajímavosti.. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://optolov.ru/cs/the-walls-in-the-bathroom/bambuk-interesnye-fakty-bambuk-primenenie-svoistva-interesnye.html>
- Obrázek 36 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 37 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 38 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 39 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 40 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 41 Schröder, S. (2022, May 6). *Mechanical properties of bamboo*. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/mechanical-properties-of-bamboo>
- Obrázek 42 *Globalsources.com*. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.globalsources.com/Bamboo-pole/Bamboo-Pole-1158215074p.htm>
- Obrázek 43 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 44 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 45 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 46 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 47 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 48 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 49 *Crushed bamboo mats*. Guadua Bamboo. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/crushed-bamboo?rq=construction>
- Obrázek 50 *Laminated bamboo production*. MOSO® Bamboo specialist. (2021, November 25). Retrieved May 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/bamboo/how-bamboo-products-are-made/laminated-bamboo-production/?lang_selected=true
- Obrázek 51 *Laminated bamboo production*. MOSO® Bamboo specialist. (2021, November 25). Retrieved May 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/bamboo/how-bamboo-products-are-made/laminated-bamboo-production/?lang_selected=true



- Obrázek 52 *Laminated bamboo production. MOSO® Bamboo specialist. (2021, November 25). Retrieved May 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/bamboo/how-bamboo-products-are-made/laminated-bamboo-production/?lang_selected=true*
- Obrázek 53 *laminated bamboo production. moso® bamboo specialist. (2021, november 25). retrieved may 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/bamboo/how-bamboo-products-are-made/laminated-bamboo-production/?lang_selected=true*
- Obrázek 54 *Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo cables. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/bamboo-cables>*
- Obrázek 55 *A guide to bamboo scaffolding: What it is, usage, strength ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://scaffoldpole.com/bamboo-scaffolding/>*
- Obrázek 56 *A guide to bamboo scaffolding: What it is, usage, strength ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://scaffoldpole.com/bamboo-scaffolding/>*
- Obrázek 57 *A guide to bamboo scaffolding: What it is, usage, strength ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://scaffoldpole.com/bamboo-scaffolding/>*
- Obrázek 58 *A guide to bamboo scaffolding: What it is, usage, strength ... (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://scaffoldpole.com/bamboo-scaffolding/>*
- Obrázek 59 *Fung, D. (n.d.). Bamboo scaffolding Hong Kong stock Fotografie 626983190. Shutterstock. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.shutterstock.com/cs/image-photo/bamboo-scaffolding-hong-kong-626983190>*
- Obrázek 60 *Lynch, P. (2016, August 15). Watch how bamboo scaffolding was used to build Hong Kong's skyscrapers. ArchDaily. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.archdaily.com/793364/watch-how-bamboo-scaffolding-was-used-to-build-hong-kongs-skyscrapers>*
- Obrázek 61 *Lynch, P. (2016, August 15). Watch how bamboo scaffolding was used to build Hong Kong's skyscrapers. ArchDaily. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.archdaily.com/793364/watch-how-bamboo-scaffolding-was-used-to-build-hong-kongs-skyscrapers> 46*
- Obrázek 62 *Bamboo truss - modeling web elements' joints & lateral eccentricity - ansys. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://forum.ansys.com/discussion/18250/bamboo-truss-modeling-web-elements-joints-lateral-eccentricity>*
- Obrázek 63 *Lark. (2020, April 28). Final building pictures!, lark on the move. Lark on the Move. Retrieved May 15, 2022, from <https://larkonthemove.com/2020/04/28/final-building-pictures/>*
- Obrázek 64 *Nightowl. (n.d.). Bamboo roof summer gazebo foto stok 703668610. Shutterstock. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.shutterstock.com/id/image-photo/bamboo-roof-summer-gazebo-703668610>*
- Obrázek 65 *Bamboo structure VI. BambuBuild. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bambubuild.com/en/bamboo-structures>*
- Obrázek 66 *Bamboo structure VI. BambuBuild. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bambubuild.com/en/bamboo-structures>*
- Obrázek 67 *Bamboo structure VI. BambuBuild. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bambubuild.com/en/bamboo-structures>*
- Obrázek 68 *Bamboo structure VI. BambuBuild. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bambubuild.com/en/bamboo-structures>*



- Obrázek 69 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings/>
- Obrázek 70 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings/>
- Obrázek 71 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings/>
- Obrázek 72 Bamboo halved roofing schematic diagram -source unknown. Pinterest. (2019, March 9). Retrieved May 15, 2022, from <https://cz.pinterest.com/pin/753227106407623165/> 49
- Obrázek 73 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings
- Obrázek 74 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings
- Obrázek 75 5 roofing systems for bamboo buildings. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://bamboou.com/projects/5-roofing-systems-for-bamboo-buildings
- Obrázek 76 iindhu567 Follow. (n.d.). Bamboo as a building material. SlideShare a Scribd company. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.slideshare.net/iindhu567/bamboo-as-a-building-material-83733949>
- Obrázek 77 Www.nzdl.org. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0hdl--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-8-00&d=HASH01892cac2d55b0cd522e7c12.7.7.1>=1>
- Obrázek 78 Www.nzdl.org. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0hdl--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-8-00&d=HASH01892cac2d55b0cd522e7c12.7.7.1>=1>
- Obrázek 79 Quan, H., & Bonarini, A. (2022, May 13). PyHAPT: A python-based human activity pose tracking data processing framework. *Software Impacts*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665963822000446>
- Obrázek 80 Why bamboo is more stronger than steel reinforcement? *Engineering Discoveries*. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.engineeringdiscoveries.net/2019/05/why-bamboo-is-more-stronger-than-steel.html>
- Obrázek 81 Research Bank Home. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://researchbank.ac.nz/>
- Obrázek 82 Research Bank Home. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://researchbank.ac.nz/>
- Obrázek 83 Materials - bamboo style. <https://www.spabusiness.com/>. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.spabusiness.com/spa-business-magazine/Materials-Bamboo-style/30649>
- Obrázek 84 Why bamboo is more stronger than steel reinforcement? *Engineering Discoveries*. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.engineeringdiscoveries.net/2019/05/why-bamboo-is-more-stronger-than-steel.html>



- Obrázek 85 *Why bamboo is more stronger than steel reinforcement? Engineering Discoveries.* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.engineeringdiscoveries.net/2019/05/why-bamboo-is-more-stronger-than-steel.html>
- Obrázek 86 *Why bamboo is more stronger than steel reinforcement? Engineering Discoveries.* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.engineeringdiscoveries.net/2019/05/why-bamboo-is-more-stronger-than-steel.html>
- Obrázek 87 *To musíte vidět: V Thajsku Postavili snovou školní tělocvičnu Z bambusu, Ve Které Není Ani Kousek Kovu.* Reflex.cz. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.reflex.cz/galerie/fotogalerie/84024/to-musite-videt-v-thajsku-postavili-snovou-skolni-telocvicnu-z-bambusu-ve-ktere-neni-ani-kousek-kovu?foto=0>
- Obrázek 88 *24H architecture: Children's activity and Learning Center, Thailand.* designboom. (2014, June 20). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.designboom.com/architecture/24h-architecture-childrens-activity-and-learning-center-thailand/>
- Obrázek 89 *Ceiling bamboo angle N1 / corner bamboo ceiling - other decorative objects - 3D models.* 3dsky. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://3dsky.org/3dmodels/show/ceiling_bamboo_angle_n1_potolok_iz_bambuka_uglo_voi
- Obrázek 90 *Ceiling bamboo angle N1 / corner bamboo ceiling - other decorative objects - 3D models.* 3dsky. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://3dsky.org/3dmodels/show/ceiling_bamboo_angle_n1_potolok_iz_bambuka_uglo_voi
- Obrázek 91 Xiao, B., & Handley, E. (2019, November 1). *Why the 'bamboo ceiling' is still alive and well in Australia.* ABC News. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.abc.net.au/news/2019-11-02/asian-australians-struggling-to-break-bamboo-ceiling/11665288>
- Obrázek 92 *Limited, A.* (n.d.). *Bamboo ceiling stock photo.* Alamy. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.alamy.com/bamboo-ceiling-image7366793.html>
- Obrázek 93 Ždára, V. *Nosne konstrukce II_03_Prehled_Ohyb*, 2020th ed.; k124 katedra konstrukcí pozemních staveb, 2020.
- Obrázek 94 [hot item] *100% 8mm bamboo wall panel and Bamboo Ceiling Board. Made.* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://m.made-in-china.com/product/100-8mm-Bamboo-Wall-Panel-and-Bamboo-Ceiling-Board-899746425.html#>
- Obrázek 95 *S wall panel.* Hunan Taohuajiang Bamboo Science & Technology Co., Ltd. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://www.bamboohood.com/outdoor-bamboo/outdoor-bamboo-ceiling/s-wall-panel.html>
- Obrázek 96 *Examination of bamboo as a construction material a thesis submitted to ...* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://docs.neu.edu.tr/library/6689870068.pdf>
- Obrázek 97 *Examination of bamboo as a construction material a thesis submitted to ...* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://docs.neu.edu.tr/library/6689870068.pdf>
- Obrázek 98 *Examination of bamboo as a construction material a thesis submitted to ...* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <http://docs.neu.edu.tr/library/6689870068.pdf>



- Obrázek 99 *Bamboo solid beam*. MOSO® Bamboo specialist. (2020, April 1). Retrieved May 15, 2022, from https://www.moso-bamboo.com/product/bamboo-solid-beam/?lang_selected=true
- Obrázek 100 *Flooring with composite beams of bamboo sticks*. Mediamatic. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.mediamatic.net/en/page/151312/flooring-with-composite-beams-of-bamboo-sticks>
- Obrázek 101 *iindhu567 Follow*. (n.d.). *Bamboo as a building material*. SlideShare a Scribd company. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.slideshare.net/iindhu567/bamboo-as-a-building-material-83733949>
- Obrázek 102 *Katarzyna Krawczuk Follow this publisher - current follower count: 144*. (2013, October 10). *Bamboo as a sustainable material for future building industry*. Issuu. Retrieved May 15, 2022, from <https://issuu.com/katarzynakrawczuk/docs/bamboo/22>
- Obrázek 103 *Katarzyna Krawczuk Follow this publisher - current follower count: 144*. (2013, October 10). *Bamboo as a sustainable material for future building industry*. Issuu. Retrieved May 15, 2022, from <https://issuu.com/katarzynakrawczuk/docs/bamboo/22>
- Obrázek 104 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 105 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 106 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 107 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 108 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 109 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 110 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 111 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 112 *Finishing a bamboo structure*. Bamboo U. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://bamboou.com/projects/finishing-a-bamboo-structure/>
- Obrázek 113 *Sabre*, www.sabre.cz. (n.d.). *Lávka S Bambusovou nosnou konstrukcí*. iMaterialy. Retrieved May 15, 2022, from https://www.imaterialy.cz/rubriky/technologie/lavka-s-bambusovou-nosnou-konstrukci_45386.html
- Obrázek 114 *Sabre*, www.sabre.cz. (n.d.). *Lávka S Bambusovou nosnou konstrukcí*. iMaterialy. Retrieved May 15, 2022, from https://www.imaterialy.cz/rubriky/technologie/lavka-s-bambusovou-nosnou-konstrukci_45386.html
- Obrázek 115 *Schröder, S.* (2021, October 4). *How to make bamboo rain gutters*. *Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-make-bamboo-rain-gutters?rq=roof>



- Obrázek 116 *Why bamboo is more stronger than steel reinforcement? Engineering Discoveries.* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.engineeringdiscoveries.net/2019/05/why-bamboo-is-more-stronger-than-steel.html>
- Obrázek 117 *PNG images and cliparts for web design. PNG images | 100 000+ Free PNG images.* (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://pngimg.com/>
- Obrázek 118 *Bamboo reinforced concrete - mix proportion, design and construction. The Constructor.* (2021, June 18). Retrieved May 15, 2022, from <https://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>
- Obrázek 119 *Bamboo reinforced concrete - mix proportion, design and construction. The Constructor.* (2021, June 18). Retrieved May 15, 2022, from <https://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>
- Obrázek 120 *Bamboo reinforced concrete - mix proportion, design and construction. The Constructor.* (2021, June 18). Retrieved May 15, 2022, from <https://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>
- Obrázek 121 *Bamboo reinforced concrete - mix proportion, design and construction. The Constructor.* (2021, June 18). Retrieved May 15, 2022, from <https://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>
- Obrázek 122 *Witthayanant, S. (n.d.). Bambooreinforced concrete stock Fotografie 424861912. Shutterstock.* Retrieved May 15, 2022, from <https://www.shutterstock.com/cs/image-photo/bambooreinforced-concrete-424861912>
- Obrázek 123 *pittengineering.* (2022, March 3). *Bamboo reinforced concrete.* YouTube. Retrieved May 15, 2022, from https://www.youtube.com/watch?v=vn_5ae5-HdA&ab_channel=pittengineering
- Obrázek 124 *pittengineering.* (2022, March 3). *Bamboo reinforced concrete.* YouTube. Retrieved May 15, 2022, from https://www.youtube.com/watch?v=vn_5ae5-HdA&ab_channel=pittengineering
- Obrázek 125 *pittengineering.* (2022, March 3). *Bamboo reinforced concrete.* YouTube. Retrieved May 15, 2022, from https://www.youtube.com/watch?v=vn_5ae5-HdA&ab_channel=pittengineering
- Obrázek 126 *Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo.* Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 127 *Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo.* Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 128 *Schröder, S. (2021, November 9). Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo.* Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>



- Obrázek 129 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 130 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 131 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 132 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 133 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 134 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 135 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 136 Schröder, S. (2021, November 9). *Bamboo Joints and joinery techniques. Guadua Bamboo*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/joining-bamboo>
- Obrázek 137 (PDF) review on connections for original bamboo structures. ResearchGate. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/334736861_Review_on_Connections_for_Original_Bamboo_Structures
- Obrázek 138 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). *The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>
- Obrázek 139 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). *The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>
- Obrázek 140 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). *The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>



- Obrázek 141 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>
- Obrázek 142 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>
- Obrázek 143 Munir Vahanvati Munir is the Co-founder and Design Director of Giant Grass with a keen interest in sustainability and good design. Over past 17yrs he has designed a wide variety of projects includings cities. (2021, March 30). The challenge of Connecting Bamboo. Giant Grass. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.giantgrass.com/2021/03/31/the-challenge-of-connecting-bamboo/>
- Obrázek 144 Not because of all the steel involved, but because the tapering is a great idea, so as to insert one beam ...: Bamboo structure, bamboo house design, Bamboo Building. Pinterest. (2018, January 23). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.pinterest.se/pin/50735933286868329/>
- Obrázek 145 Author Anushri Kulkarni Anushri Kulkarni is a 24-year-old, Kulkarni, A. A., & 24-year-old, A. K. is a. (2022, January 27). Construction techniques used in bamboo architecture - RTF: Rethinking the future. RTF | Rethinking The Future. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.re-thinkingthefuture.com/materials-construction/a2293-construction-techniques-used-in-bamboo-architecture/>
- Obrázek 146 Bamboo joints in house. INBAR. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.inbar.int/inbar-pavilion-architect-mauricio-cardenas-laverde/bamboo-joints-in-house/>
- Obrázek 147 Schröder, S. (2021, November 9). How to remove bamboo mold. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-remove-bamboo-mold>
- Obrázek 148 Schröder, S. (2021, November 9). How to remove bamboo mold. Guadua Bamboo. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.guaduabamboo.com/blog/how-to-remove-bamboo-mold>
- Obrázek 149 Peñaloza, J. A. P., & Alvarez, F. R. C. (2018, December 13). Publicaciones. BAMBÚ ECUADOR. Retrieved May 15, 2022, from <https://bambuecuador.wordpress.com/normativas/>
- Obrázek 150 Prof. Ing. Jiří Witzany, DrSc., Dr.h.c.; Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.; Prof. Ing. Richard Wasserbauer, DrSc.; Ing. Radek Zigler, Ph.D. PDR-Poruchy, degradace a rekonstrukce, 2010th ed.; Nakladatelství ČVUT, 2010
- Obrázek 151 Veeko. (2015, March 19). Delmango Villa Estate - Bali, Indonesia situated... veeko. Retrieved May 15, 2022, from <https://veeko.com/post/114053277577/delmango-villa-estate-bali-indonesia>
- Obrázek 152 Delmango Villa: Seminyak, Bali: Indonesia. Ministry of Villas. (2019, April 17). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.ministryofvillas.com/villas/delmango-villa/>



- Obrázek 153 Ebner, B. (2019, February 10). *Land for Sale Archives. Coastal Living Ecuador*. Retrieved May 15, 2022, from <https://coastallivingecuador.com/tag/land-for-sale/>
- Obrázek 154 Instagram. (n.d.). Retrieved May 15, 2022, from <https://l.instagram.com/>
- Obrázek 155 Admin. (2021, July 26). *Kinput - Asali Bali Bamboo Construction Engineering. Asali Bali*. Retrieved May 15, 2022, from <https://asalibali.com/portfolio/bamboo-kinput-spa/>
- Obrázek 156 Admin. (2022, March 8). *Mutia Garden - Asali bali bamboo construction engineering. Asali Bali*. Retrieved May 15, 2022, from <https://asalibali.com/portfolio/bamboo-restaurant-mutia-garden/>
- Obrázek 157 VTN3. (n.d.). *Bamboo structure pavilion. VTN3*. Retrieved May 15, 2022, from <https://vtnarchitects.net/bamboo-structure-pavilion-pe288.html>
- Obrázek 158 VTN3. (n.d.). *Grand World Phu Quoc Welcome Center. VTN3*. Retrieved May 15, 2022, from <https://vtnarchitects.net/grand-world-phu-quoc-welcome-center-e289.html>
- Obrázek 159 VTN3. (n.d.). *Grand World Phu Quoc Welcome Center. VTN3*. Retrieved May 15, 2022, from <https://vtnarchitects.net/grand-world-phu-quoc-welcome-center-pe289.html>
- Obrázek 160 VTN3. (n.d.). *Bamboo structure pavilion. VTN3*. Retrieved May 15, 2022, from <https://vtnarchitects.net/bamboo-structure-pavilion-pe288.htm>
- Obrázek 161 Behance. (n.d.). *Lotus Forest Bamboo Cabin. Behance*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.behance.net/gallery/135956523/Lotus-Forest-bamboo-Cabin>
- Obrázek 162 24H architecture: *Children's activity and Learning Center, Thailand. designboom*. (2014, June 20). Retrieved May 15, 2022, from https://www.designboom.com/architecture/24h-architecture-childrens-activity-and-learning-center-thailand/?utm_campaign=daily&utm_medium=email&utm_source=subscribers