

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Vzájemné porovnání dřevěných exteriérových saun

Bakalářská práce

Autor: Vojtěch Ruso
Vedoucí práce: Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

- Autor práce: Vojtěch Ruso
Studijní program: Lesnictví
Obor: Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství
- Vedoucí práce: Ing. Kamil Trgala, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí
Jazyk práce: Čeština
- Název práce: **Vzájemné porovnání dřevěných exteriérových saun**
Název anglicky: **Mutual comparison of wooden exterior saunas**
- Cíle práce: Cílem práce je konstrukční, technické a technologické porovnání exteriérových saun včetně ekonomické analýzy. Dalším cílem bude definice třech faktorů z každé hodnotící fáze a tyto faktory budou mezi sebou porovnány.
- Metodika:
1. Rešerše dané problematiky
 2. Výběr pěti typů exteriérových saun
 3. Výběr třech faktorů z konstrukční, technické a technologické fáze
 4. Analýza konstrukčního, technického a technologického provedení vybraných saun
 5. Návrh nejvhodnějšího řešení
 6. Vyhodnocení jednotlivých faktorů
 7. Závěr
- Doporučený rozsah práce: 40-50 stran včetně textu a příloh
- Klíčová slova: exteriérová sauna, konstrukce, vytápění, dřevo, médium
- Doporučené zdroje informací:
1. Dřevostavby. 1. vyd. Editor Eva Škrabalová. Brno: ERA group, 2002, 118 s. Edice 21. století. ISBN 80-86517-39-x.

2. KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2. aktualiz. vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011, 317 s. ISBN 978-80-247-4071-3.
3. LETOŠNÍK, Roman. Sauna. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 96 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-0849-3.
4. MIKOLÁŠEK, Antonín. Česká sauna: saunování a stavba sauny. 2. rozš. vyd. Praha: Grada, 1999, 149 s., [4] s. barev. obrazových příloh. Profi & hobby. ISBN 80-7169-847-4.
5. POSPÍCHAL, Zdeněk a Josef PAVLOVSKÝ. Sauny. 3. vyd. Brno: ERA, 2005, x, 142 s. Stavíme. ISBN 80-7366-034-2.
6. Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

Předběžný termín obhajoby: 2016/17 LS - FLD

Elektronicky schváleno: 18. 1. 2017
Ing. Kamil Trgala, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 27. 1. 2017
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vzájemné porovnání dřevěných exteriérových saun vypracoval samostatně pod vedením Ing. Kamila Trgaly, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V

dne

Poděkování

Děkuji panu Ing. Kamilovi Trgalovi, Ph.D. za ochotu při konzultacích ohledně bakalářské práce. Dále své rodině a všem, kteří mě podporovali při zpracování této práce.

Vzájemné porovnání exteriérových dřevěných saun

Abstrakt:

Tato práce popisuje vliv hustoty na dřeviny, informace o dřevě jako materiálu a jako o tepelném izolantu a na různé typy sauny, které jsou v dnešní době k dispozici. Detailně je práce zaměřená na dřeviny použité jak na saunové příslušenství, nábytek, obklady vnitřních, tak venkovních prostorů v současných venkovních saunách. Dále jsou popsány fyzikální i mechanické vlastnosti u určitých typů dřevin.

Součástí práce je charakteristika pěti vybraných venkovních saunových kabin a jejich porovnání na základě fyzikálních vlastností. Výstupem práce je vyhodnocení saun z několika hledisek.

Klíčová slova:

fyzikální vlastnosti dřevin, saunové dřevo, obklad sauny, exteriérové sauny

Mutual comparison of exterior wooden saunas

Abstract:

This paper describes the influence of wood density, information about wood as a material and as a thermal insulator. Work is focused on the wood used on sauna accessories, furniture, tiles indoor and outdoor spaces in contemporary outdoor saunas. Further there are described the physical and mechanical properties in certain types of wood.

Part of this work is to characterize the five selected outdoor sauna cabins and their comparison based on their physical characteristics. The outcome of this work is to evaluate several aspects of saunas.

Keywords:

physical properties of trees, wood sauna, facing saunas, outdoor saunas

Obsah

1. ÚVOD	11
2. CÍL PRÁCE	12
3. TEORETICKÁ ČÁST	13
3.1. SAUNOVÁNÍ OBECNĚ	13
3.1.1. <i>Historie</i>	13
3.1.2. <i>Konstrukční zásady stavby venkovní sauny</i>	14
3.1.3. <i>Dělení saun podle velikosti</i>	15
3.2. DŘEVO	15
3.2.1. <i>Co je dřevo</i>	15
3.2.2. <i>Dřevo jako materiál</i>	16
3.2.3. <i>Vlastnosti dřeva</i>	16
3.2.4. <i>Sesychání dřeva</i>	18
3.3. POROVNÁVACÍ PARAMETRY	22
3.3.1. <i>Hustota</i>	22
3.2. <i>Koeficient tepelné vodivosti</i>	25
4. EXTERIÉROVÉ SAUNY	28
4.1. OVÁLNÁ SAUNA - HORAVIA S.R.O.	28
4.1.1. <i>Materiál vnitřního a vnějšího interiéru</i>	28
4.1.2. <i>Izolace stěn</i>	30
4.1.3. <i>Konstrukce střechy</i>	30
4.1.4. <i>Podklad sauny</i>	30
4.1.5. <i>Způsob ohřevu</i>	30
4.2. SUDOVÁ SAUNA – HORAVIA S.R.O.	30
4.2.1. <i>Materiál sauny</i>	31
4.2.2. <i>Izolace stěn</i>	35
4.2.3. <i>Konstrukce střechy</i>	35
4.2.4. <i>Podklad sauny</i>	35
4.2.5. <i>Způsob ohřevu</i>	36
4.3. SAUNASYSTEM S.R.O. – NATIVE VENKOVNÍ SAUNA	36
4.3.1. <i>Materiál sauny</i>	37
4.3.2. <i>Izolace stěn</i>	39
4.3.3. <i>Konstrukce střechy</i>	39
4.3.4. <i>Podklad sauny</i>	39
4.3.5. <i>Způsob ohřevu</i>	40
4.4. VENKOVNÍ SAUNA VARIANTA Č.1 - SAUNY TLAMKA	40
4.4.1. <i>Materiál sauny</i>	41
4.4.2. <i>Izolace stěn</i>	42
4.4.3. <i>Konstrukce střechy</i>	42
4.4.4. <i>Podklad sauny</i>	43
4.4.5. <i>Způsob ohřevu</i>	43
4.5. SUDOVÁ SAUNA 660 - SAUNATOP S.R.O.	43
4.5.1. <i>Materiál sauny</i>	44
4.5.2. <i>Izolace stěn</i>	45
4.5.3. <i>Konstrukce střechy</i>	45
4.5.4. <i>Podklad sauny</i>	45
4.5.5. <i>Způsob ohřevu</i>	45
5. POROVNÁNÍ PARAMETRŮ	45
5.1. HUSTOTA	46
5.2. TEPelná VODIVOST.....	47

6. DISKUZE.....	48
7. ZÁVĚR.....	48
8. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	50

Seznam obrázků

Obrázek 1 První veřejná sauna v Československu	14
Obrázek 2 Směry a řezy ve dřevě	17
Obrázek 3 Změna vzdálenosti dvou sousedních povrchů celulósových řetězců v důsledku navázání a vypaření molekul vody	19
Obrázek 4 Zmenšování rozměru dřeva podél a napříč při různém úhlu mikrofibril	20
Obrázek 3 Vliv hustoty a vlhkosti dřeva na modul pružnosti.....	25
Obrázek 6 Oválná sauna	28
Obrázek 7 Severský smrk	29
Obrázek 8 Sudová sauna	31
Obrázek 9 ThermoWood.....	35
Obrázek 10 sauna Native - Saunasytem s.r.o.	37
Obrázek 11 Abachi	38
Obrázek 12 Osika.....	39
Obrázek 13 Venkovní sauna varianta č.1 - sauny Tlamka.....	40
Obrázek 14 Znárodnění profilů Softline a Klasik	41
Obrázek 15 Hemlock	42
Obrázek 16 Sudová sauna 660 - SaunaTop s.r.o.	43
Obrázek 17 Červený cedr.....	45

Seznam tabulek

Tabulka 1 Seschnutí jarního a letního dřeva.....	21
Tabulka 2 Hustota hospodářsky nejvýznamnějších dřevin.....	23
Tabulka 3 Tepelná vodivost vybraných materiálů	27

Seznam grafů

Graf 1 Obsah rovnovážné vlhkosti	32
Graf 2 Klasifikace odolnosti různých druhů dřeva.....	33
Graf 3 Tepelná vodivost a tepelná izolace.....	34
Graf 4 Porovnání dřevin dle hustoty	47
Graf 5 Porovnání dřevin na základě tepelné vodivosti	48

1. Úvod

Saunu v exteriéru tvoří přehřívárna a její přírodní okolí. Jde tu o nejbližší napodobení prapůvodní srubové sauny, jaká je dosud rozšířena na finském venkově či slovanské lázně typu sauny (důl). Nelze popřít, že jde o napodobení případně i o věrné provedení prastaré kouřové sauny. Taková stavba ze dřeva stála kvůli nebezpečí požáru v dostatečné vzdálenosti od ostatních obydlí. Ve Finsku je většinou na břehu jezera nebo moře a je skryta za terénní vlnou, případně za stromy či keři, takže neporušuje přírodní linii terénu. A to je vhodné kvůli ekologickému pohledu, ale i pro snahu v tak málo obydlené severské přírodě dosáhnout vysokou míru soukromí. Zdá se, že tento typ sauny vyhovuje v našich podmínkách pouze tehdy, pokud navazuje na obydlí, které zajišťuje zázemí s určitým komfortem hygieny, možností odpočinku i pohybové aktivity. Optimální podmínky jsou při lokalizaci této sauny v těsné blízkosti například rekreačního obydlí v přírodním prostředí nebo rodinného obydlí na zahradě. Nejúčelněji zřízení této sauny je v blízkosti bazénu na zahradě obydlí. I když ne doslova, naplňuje to do jisté míry princip sauny ve finské přírodě, lokalizované většinou na okraji vodní plochy. Zajímavým řešením tohoto typu je mobilní přehřívárna, kterou lze přenést na saunování kamkoliv do přírody. Nenahraditelná hodnota výše popsaného typu sauny je v tom, že umožňuje plné využití přírodního okolí k bezprostřednímu styku s čerstvým vzduchem, sluncem, klidem a krásou přírody, a to po celou dobu saunování.

2. Cíl práce

Cílem této práce je představit vybrané venkovní sauny, jejich materiál používaný na vnější či vnitřní plášť, způsob ohřevu, složení podkladu pro vybudování sauny, zdali je použita izolace při zhotovení sauny a jakým způsobem se utvořena střešní část sauny.

Další část této práce je zaměřená na porovnání vybraných saun z hlediska fyzikálních vlastností použitého materiálu. Výsledkem porovnání bude sestavení vhodnosti saun podle použitého materiálu.

3. Teoretická část

3.1. SAUNOVÁNÍ OBECNĚ

3.1.1. Historie

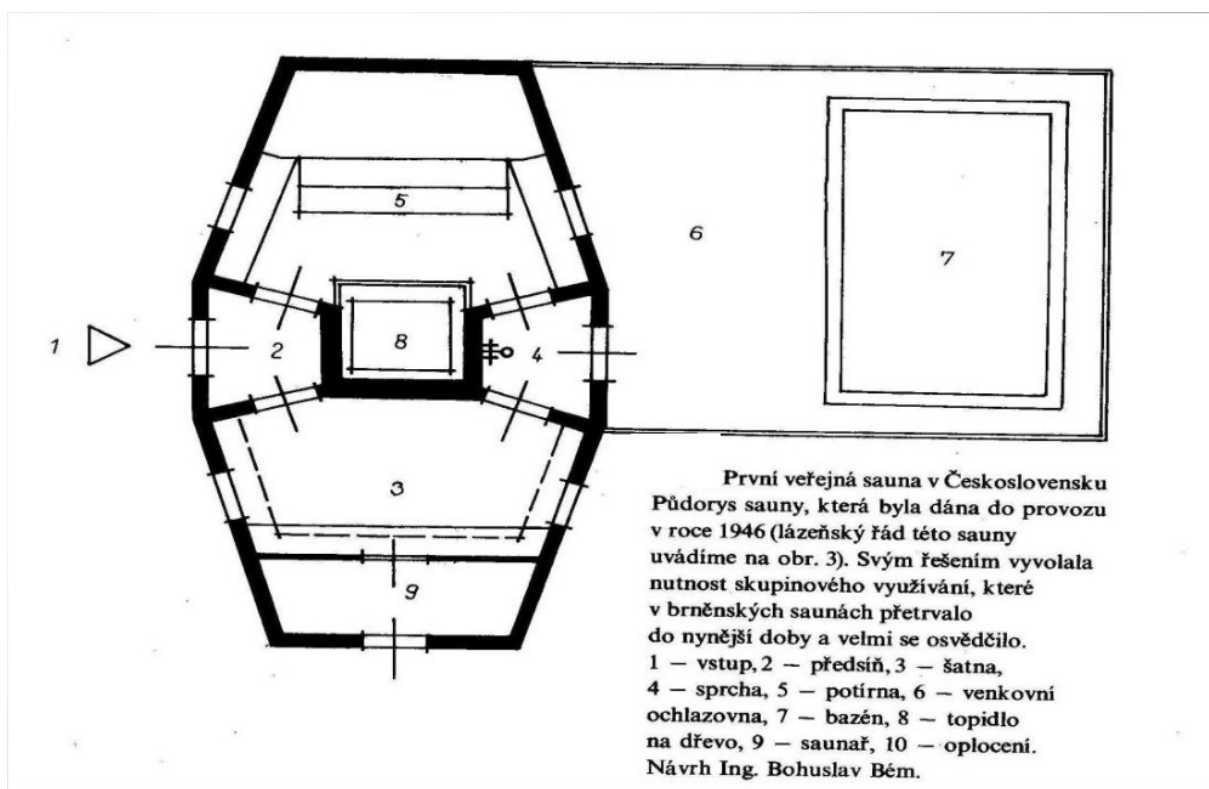
Na základě dochovaných archeologických nálezů a záznamů lze tušit, že horkovzdušná koupel byla známa mnoha národům, a to nejenom severským. Již v 5. stol. př. n. l. popisuje řecký spisovatel Herodotos horkovzdušnou lázeň u Skytů, kdy do stanu z houní byly z blízkého ohniště přeneseny rozpálené kameny. V Nestorových letopisech, které zachycují události do roku 1206, najdeme zprávy o starých lázních v Rusku, kde patřily k běžnému životnímu standardu. Další zmínka pochází z 11. stol. a hovoří o tom, jak „v zemi slovanské viděl lázně dřevěné, vytopené náramně, kde lidé se svlekou, oblijí se kvasem, vezmou na sebe metly nebo proutí, bijí se sami...“ (překlad K. J. Erben, 1867). Řadu zmínek o sauně najdeme i ve slavném finském eposu KALEVALA, který sestavil roku 1835 lékař Ellias Lonnot.

Severoameričtí indiáni budovali potní chýše ve stanech z bizoních kůží s dřevěnou kostrou. Mnohde se bičovali metlami a proceduru vždy končili koupelí ve studené vodě. Eskymáci využívali naopak ke koupeli horké termální lázně.

Finové nejdříve hloubili na březích četných jezer a řek jámy či díry, jejichž základem byla hromada ohřátého kamení. Na horké kameny se nalévala voda, která tvořila páru (pro toto polévání kamenů existuje asi nepřeložitelné finské pojmenování löyly). Často byla tato činnost doprovázena k podpoře pocení šleháním březovými větvíčkami či metlami (ve finském originále vasta či vichta).

Důležitou roli má v historii saunování i sport, konkrétně olympijské hry. V roce 1924 si finští sportovci během olympiády v Paříži vybudovali vlastní saunu, a od olympiády v Berlíně v roce 1936 byla sauna a její účinky běžně přístupná všem sportovcům. V roce 1948 na olympiádě v Londýně již saunu využívali sportovci ze 70 zemí, na olympijských hrách v Helsinkách v roce 1952 ji pak vyzkoušelo i 1200 novinářů a 400 rozhlasových reportérů.

V Čechách Podle dostupných informací byla pravděpodobně první saunou ta, kterou postavil v roce 1936 v letním táboře v Borovci u Štěpánova známý dětský lékař doc. František Vojta. Pro sportovce pak byla postavena první sauna v roce 1938 v tělovýchovném středisku v Třeboni. Široká veřejnost měla příležitost vyzkoušet saunu v roce 1946 v Brně Pisárkách, pro převážně lékařské účely byla v roce 1948 otevřena sauna v Karlově Studánce.¹



Obrázek 1 První veřejná sauna v Československu

(zdroj: Ing. Ilona Koubková, Ph.D přednáška - Technologické celky – TECE)

3.1.2. Konstrukční zásady stavby venkovní sauny

Dle ustanovení § 34 odst. 1. vyhlášky Ministerstva zdravotnictví 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, ve znění pozdějších předpisů („dále jen

¹ Roman Letošník - Sauna, Vydavatel: Grada, 2005, Počet stran: 100, ISBN: 8024708493

vyhláška“) připadá na jednoho návštěvníka sauny minimálně 2 m³ prostoru. Dle ustanovení § 34 odst. 2. Prohřívárna musí být vybavena alespoň jedním stupněm dřevěných prýčků o šířce nejméně 50 cm, přičemž nejvyšší stupeň musí být umístěn nejméně 120 cm od stropu. Na osobu se podle kapacity prohřívárny počítá s 1 m délky plošiny.

3.1.3. Dělení saun podle velikosti

Sauny na sezení - používají se tam, kde se na zřízení sauny dá využít pouze malý prostor. Vnější rozměry těchto saun jsou maximálně do 160 cm šířky a hloubky sauny. Jsou to sauny pro 1, 2 nebo 3 sedící osoby (1 osoba potřebuje k sezení v sauně cca 60-70 cm šířky lavice).

Sauny na ležení - jsou nejrozšířenější pro jejich pohodlí při saunování, neboť saunování v ležící poloze je nejpohodlnější, nejučinnější a nejméně zatěžující organismus. Vnější šířka takových saun musí být minimálně 200 cm, resp. musí být taková, aby si v ní mohl pohodlně lehnout člověk průměrné výšky. Hloubka sauny vždy závisí na pohodlí při saunování, ale vždy je minimálně 160 cm (je to součet lavice na druhém stupni, lavice na prvním stupni a kamen s ohrádkou).

3.2. DŘEVO

3.2.1. Co je dřevo

Dřevo je organická hmota, kterou tvoří rostlinná pletiva z velké části se zdřevnatělými buněčnými stěnami nacházející se u dřevin, tedy stromů, keřů a polokeřů. Dřevo, též xylém, se nachází mezi vrstvou kambia a dřevní. Kambium je dělivé pletivo, které xylém produkuje. Dřevo zaujímá většinu objemu dřeviny, přibližně 70 – 90 %. Z chemického hlediska je dřevo komplexem biopolymerů celulosy, hemicelulos (polysacharidický podíl) a ligninu (polyfenolický podíl). Tyto polymery tvoří přibližně 95 % chemického složení dřeva, tudíž jsou označovány jako hlavní složky dřeva. Celulosa zaujímá asi 35

– 55 %, hemicelulosity 20 – 35 % a lignin 15 – 35 %. Kromě hlavních složek můžeme v chemické struktuře najít doprovodné složky dřeva, což jsou například soli, terpeny nebo třísloviny. Na mikroskopické úrovni můžeme dřevo definovat jako soubor mikroskopických anatomických elementů, které na makroskopické úrovni tvoří hmotu a texturu dřeva a ovlivňují jeho vlastnosti. (Šlezingerová a Gandelová, 2002)

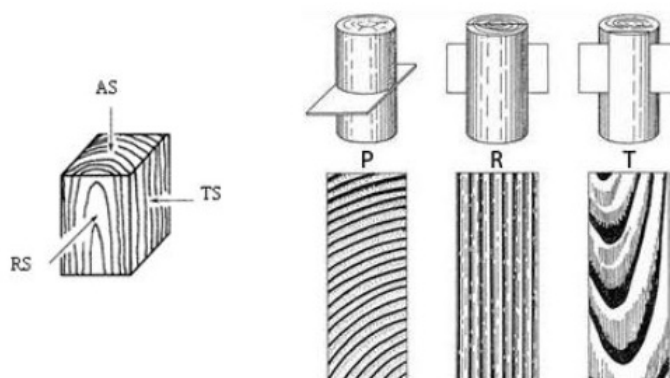
3.2.2. Dřevo jako materiál

Dřevo je jako materiál s širokými možnostmi užití používán už od nepaměti. Lidstvo se jej naučilo využívat zpočátku jako zdroj energie, k výrobě nástrojů a stavbě obydlí. Později se spektrum dřevěných výrobků a produktů, jejichž základem je dřevní surovina, ještě rozšířilo. Dřevo nacházíme u dřevnatých rostlin, a to jak v kořenech, tak v kmeni a koruně. Dřevěná hmota z každé části stromu má různé využití, přičemž v architektuře a stavitelství se nejčastěji setkáme s dřevem pocházejícím z kmene stromů. Kmen tvoří přibližně 60 až 90 % objemu stromu (Perelygin, 1965; Ugolev, 1986 via Šlezingerová a Gandelová, 2002). Masivní dřevo lze definovat jako surové dřevo, které není kompozitním materiálem na bázi dřeva, tedy materiálem vzniklým spojením drobných dřevěných částí jako jsou třísky, vlákna či dýhy.

3.2.3. Vlastnosti dřeva

Dřevo je nehomogenní anizotropní látka. Jeho vlastnosti tedy závisí na směru. Tento základní rys má vliv na většinu dalších vlastností dřeva a vyplývá z uspořádání a tvaru anatomických elementů. Pro posuzování vlastností dřeva používáme tři základní směry: axiální, rovnoběžný s osou kmene; tangenciální, tečný k letokruhům; a radiální, kolmý na tangenciální; a z těchto vycházející řezy. (Šlezingerová a Gandelová, 2002)

AS – axiální směr
RS – radiální směr
TS – tangenciální směr



Obrázek 2 Směry a řezy ve dřevě

P – příčný (transversální) řez, R – radiální řez, T – tangenciální řez (Balabán, 1955 a NIS [1], 2013)

Dřevo je hygroskopický materiál, který mění svou vlhkost dle stavu prostředí. Tato vlastnost úzce souvisí s rozměrovými změnami, tedy s bobtnáním a sesycháním, a změnami mechanické odolnosti při změnách vlhkosti dřeva. Dřeva můžeme rozdělit na různě sesychavá, přičemž středně sesychavá dřeva dosahují koeficientu sesychání kolem $K\beta = 0,45$ (Horáček, 2008). Poměry bobtnání a sesychání pro jednotlivé směry jsou $\alpha T : \alpha R : \alpha L = 20 : 10 : 1^2$. Přítomnost vody ve dřevě je vyjadřována jako absolutní vlhkost nebo jako relativní vlhkost. Absolutní vlhkostí rozumíme poměr hmotnosti obsažené vody k hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu. Naopak relativní vlhkostí rozumíme poměr hmotnosti vody k hmotnosti mokrého dřeva.

Hustota dřeva se u jednotlivých druhů velmi různí. Středně hustá dřeva mají při vlhkosti 12 %, tedy při dlouhodobém vystavení běžným podmínkám v místnosti, hustotu mezi 540 kg/m^{-3} a 750 kg/m^{-3} . U dřeva můžeme sledovat také jeho pórovitost, která se určuje jako poměr objemu pórů ve dřevě a objemu suchého dřeva. Pórovitost u našich dřev se pohybuje okolo 40 – 80 % (Horáček, 2008). Dřevo má dobré tepelně-izolační vlastnosti při malé teplotní roztažnosti. Je však také materiálem známým pro svou hořlavost. Bod vzplanutí³ se pohybuje okolo 180 – 275° C, bod hoření okolo 260 – 290° C a bod zápalnosti kolem 330 – 520° C. Přestože je dřevo hořlavé, patří mezi obtížně zápalné

² Index T označuje bobtnání a sesychání v tangenciálním směru, index R ve směru radiálním a index L v podélném.

³ 2 Horáček (2008) definuje, že bod vzplanutí je „teplota dřeva, při které se v důsledku termického rozkladu vyvine dostatečné množství plynů, které ve směsi se vzduchem při přiblížení plamene vzplanou a po jeho oddálení uhasnou“, bod hoření je „teplota, při které dřevo po oddálení vnějšího zdroje plamene samo dále hoří“ a bod zápalnosti

materiály a v případě plně rozvinutého požáru se u něj tvoří ochranná vrstva dřevěného uhlí s tepelně-izolačními vlastnostmi, která navzdory zmenšení profilu nosného prvku zajišťuje zachování určité únosnosti. Dřevo se dá povětšinou snadno opracovat a spojovat, jeho trvanlivost se u jednotlivých druhů dřev různí.

3.2.4. Sesychání dřeva

V literatuře se často setkáváme se záměnou významově rozdílných pojmů, jako je vysychání, sesychání a seschnutí a je třeba jich dále definovat.

Vysycháním dřeva rozumíme proces, při kterém se z dřeva vypařuje voda. Sesychání je proces, při kterém se rozměry dřeva zmenšují v důsledku úbytku vázané vody z dřeva. Sesychání je kvantitativně vyjádřená změna rozměrů, plochy a nebo objemu tělesa, která nastane po zakončení procesu sesychání dřeva.

Sesychání dřeva můžeme definovat jako proces, při kterém se zmenšují lineární rozměry , plocha nebo objem dřeva (a některých dřevěných kompozitních materiálů) v důsledku úbytku vázané vody. Vyjadřuje se podílem příslušné změny a původní hodnoty veličiny. Když tento podíl násobíme 100, vyjadřujeme sesychání v %. Tedy:

$$a_i = \frac{a_{i\max} - a(w)}{a_{i\max}} \cdot 100 [\%]$$

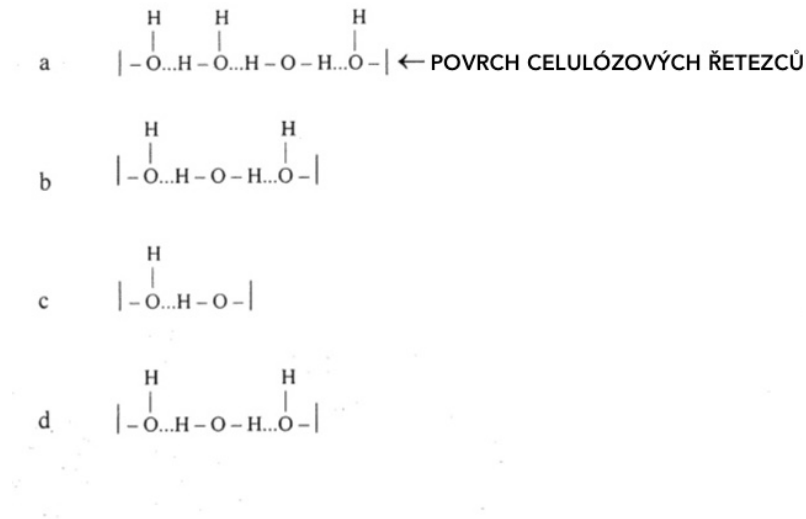
Kde $a_{i\max}$ může představovat lineární rozměr v libovolném směru, plochu nebo objem před sesycháním.

$a_i(w)$ ta samou veličinu po seschnutí.

Volná voda se vypařuje z dřeva poměrně rychle a nevyvolává zmenšování rozměrů, přičemž se zmenšuje jen jeho hmotnost. Vypracování vázané vody je o mnoho pomalejší a jak již bylo uvedeno, je spojené se sesycháním dřeva, které se začíná od okamžiku, když vlhkost dřeva začne klesat pod BNV.

Sesychání se vysvětluje tím, že vázaná voda v buněčných stěnách je uložena

v mezifibrilárních prostorech, přičemž molekuly vody roztlačují fibrily. Při unikání vázané vody se fibrily přibližují, čímž se zmenšují buněčné stěny jednotlivých elementů a dřeva jako celku. Schematicky tuto situaci znázorňuje model na obr. č.3.



Obrázek 3 Změna vzdálenosti dvou sousedních povrchů celulózy v důsledku navázání a vypaření molekul vody

(REGINÁČ a kol. 1990)

Uvedený model znázorňuje:

- Situaci v rostoucím stromě, kdy je více molekul navázaných na přilehlé OH skupiny povrchu celulózy.
- Navázání jen jedné molekuly vody na sousední OH skupiny molekul celulózy. Při sesychání dřeva se molekuly vody odpařují do okolního prostředí. Zmenšováním počtu molekul vody se zmenší vzdálenost celulózy, což se projeví zmenšením rozměrů dřeva jako celku a dřevo začne sesychat.
- Dřevo vysušené do absolutně suchého stavu, když se v něm už voda nenachází. Hydroxylové skupiny jsou na sebe přímo navázané sekundárními vazbami přes OH skupiny dvou sousedních povrchů celulózy.
- Opětovné navázání molekuly vody mezi povrchy dvou celulózy, které se opět navzájem vzdálí.

Lze ukázat, že objemové seschnutí dřeva je přímo úměrné jeho redukované hustotě v čerstvém stavu. Platí tedy

$$a_v = \frac{\rho_r \cdot w_{BNV}}{\rho_{H_2O}}$$

kde w_{BNV} je vlhkost při bodě nasycení vláken

ρ_r - redukovaná hustota dřeva v čerstvém stavu

ρ_{H_2O} - hustota vody

Sesychání dřeva má anizotropní charakter, důkazem čehož jsou rozdílné hodnoty seschnutí v jednotlivých anatomických směrech. Příčiny anizotropie můžeme hledat především ve struktuře dřeva, a to na úrovni jeho makroskopické, mikroskopické a submikroskopické struktury. Jeho rozměry se nejvíc zmenšují napříč vlákny a v nepatrné míře podél vláken, což lze z hlediska submikroskopické struktury vysvětlit rozdílným úhlem sklonu fibril od podélné osy buňky. Při větším úhlu sklonu fibril v podélném směru je seschnutí menší. V příčných směrech je úhel sklonu fibril menší, v důsledku čehož může dřevo sesychat ve větší míře.



Obrázek 4 Zmenšování rozměru dřeva podél a napříč při různém úhlu mikro fibril

(PERELYGIN 1965)

Dřevo sesychá rozdílně i napříč vlákny. V tangenciálním směru je sesychání 1,5 až 2 krát větší nežli v radiálním směru.

Z hlediska mikroskopické struktury si tyto rozdíly můžeme vysvětlit tím, že jednotlivé elementy dřeva neschnou stejně. Rozměry cév s parenchymatických buněk se obvykle zmenšují v tangenciálním směru. Dřevní vlákna seschnou v obou směrech přibližně

stejně. Dřeňové paprsky sesychají více do šířky – v tangenciálním směru, nežli po délce – v radiálním směru. Na jehličnanech se zjistil takovýto rozdíl mezi seschnutím jarního a letního dřeva podle tabulky č. 1.

Tabulka 1 Seschnutí jarního a letního dřeva

(Požgaj et l. 1993)

Dřevina	Zóna ročního kruhu	Seschnutí [%]			
		radiální	tangenciální	podélné	objemové
Modřín	jarní	3,23	7,11	0,27	10,34
	letní	10,19	12,25	0,13	20,96
Borovice	jarní	2,91	8,05	0,19	10,86
	letní	8,22	11,26	0,10	18,97
Smrk	jarní	2,41	6,19	0,19	8,38
	letní	6,25	8,81	0,15	14,63

V letním dřevu je nevýrazný rozdíl mezi radiálním a tangenciálním seschnutím, zatímco v jarním dřevu je seschnutí v tangenciálním směru 2 – až 3-krát větší nežli v radiálním směru. Letní dřevo celkově sesychá více, jak jarní, zatímco seschnutí podél vláken má opačnou tendenci. Letní dřevo jehličnatých dřevin v podélném směru seschne méně nežli jarní.

Rozdíly mezi seschnutím v radiálním a tangenciálním směru si můžeme vysvětlit z hlediska submikroskopické struktury tím, že v radiálních stěnách dřevních vláken je úhel sklonu fibril od podélné osy buňky větší, nežli v tangenciálních. V tangenciálním směru se proto mohou fibrily pohybovat v širším rozmezí nežli v radiálním, důsledkem toho nastává větší seschnutí v tangenciálním než v radiálním směru. Kromě sesychání podél a napříč vláken, které se nazývá také lineární seschnutí, se uvažuje i s objemovým seschnutím, které charakterizuje zmenšení objemu dřeva.

Seschnutí od BNV do absolutně suchého stavu se nazývá celkové seschnutí. Průměrné hodnoty celkového seschnutí našich dřevin jsou v jednotlivých anatomických směrech takovéto:

- radiální směr $\alpha_r = 3$ až 6% ,
- tangenciální směr $\alpha_t = 6$ až 12% ,
- podélný směr $\alpha_l = 0,1$ až $0,6 \%$ ⁴

3.3. POROVNÁVACÍ PARAMETRY

3.3.1. Hustota

Hustota dřeva udává hmotnost jeho objemové jednotky, přičemž se nejčastěji vyjadřuje v kg.m^{-3} nebo g.cm^{-3} .

Hustota dřeva byla předmětem výzkumu mnoha prací, protože jde o charakteristiku, která významně ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Například těžké dřevo je pevnější, tvrdší a odolnější proto opotřebenější než lehké dřevo.

Hustota dřeva nabývá na významu při jeho mechanickém a chemickém zpracování, kde se klade důraz na hmotnostní množství dřevní hmoty a kde je potřebné vědět, kolik dřevní hmoty obsahuje konkrétní objemová jednotka. Dále je ukazatelem vhodnosti použití dřeva na takové účely, kde se vyžaduje například nízká hmotnost při vysoké pevnosti nebo pružnosti (stavebnictví), při použití dřeva na výrobu hudebních nástrojů a jinde. Z uvedeného vyplývá, že poznatky o hustotě dřeva mají nejen teoretický, ale i praktický význam.

Hustota dřeva udává hmotnost jednotkového objemu dřeva při určité vlhkosti. Vypočítá se z podílu hmotnosti m_w a objemu dřeva V_w , přičemž hmotnost a objem dřeva je při té samé vlhkosti.

⁴ Prof. Ing. Alexander Požgaj, DrSc., Spoluautoři: Prof. Ing. Dušan Chovanec, DrSc., prof. Ing. Stanislav Kurjatko, DrSc., Doc. RNDr. Marián Babiak, CSc. ISBN 80-07-00960-4
str.221 – 224

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Pro možnost porovnání výsledků a při různých teoretických výpočtech se uvažuje s hustotou dřeva v absolutně suchém stavu ρ_0 , když je hmotnost a objem dřeva při nulové vlhkosti.

Vypočítá se podle vzorce:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Běžně se udává hustota při vlhkosti 12%.⁵

Za nejtěžší dřevo se pokládá dřevo guajaka (*Piratinera quaianensis*) s hustotou v absolutně suchém stavu $\rho_0 = 1\,363 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a za nejlehčí dřevo balzy (*Ochroma lagopus*) s hustotou $\rho_0 = 130 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.⁶

Tabulka 2 Hustota hospodářsky nejvýznamnějších dřevin

Požgaj et al. 1993)

Dřeviny	Hustota ρ_0 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
Smrk, jedle, topol	350 - 400
Lipa, Osika	400 - 450
Borovice	500
Douglaska, vrba, olše, bříza, modřín	500 - 600
Jasan, javor, kaštan	630
Dub, jilm	640 - 650
Buk	680
Akát, habr	730 - 800

⁵ Stanovení metody zjišťování hustoty dřeva upraveno normou ČSN 49 0108; třídící znak: 490108; katalogové číslo: 32074; vydáno: 1.2.1993; Počet stran: 8

⁶ Prof. Ing. Alexander Požgaj, DrSc., Spoluautoři: Prof. Ing. Dušan Chovanec, DrSc., prof. Ing. Stanislav Kurjatko, DrSc., Doc. RNDr. Marián Babiak, CSc. ISBN 80-07-00960-4 str. 157 – 158

3.3.1.1. Vliv hustoty dřeva na fyzikální a mechanické vlastnosti

Pro posouzení fyzikálních a mechanických vlastností dřeva a materiálů na bázi dřeva má velký význam jejich hustota. Ta je považována za nejlepší kritérium pro posouzení vlastností dřeva. Hustější dřevo je převážně pevnější, tvrdší a odolnější proti opotřebování než dřevo méně husté. Hustota dřeva nabývá na významu při mechanickém a chemickém zpracování, kde se klade důraz na váhové množství čisté dřevní hmoty a kde je třeba vědět kolik dřevní hmoty obsahuje konkrétní hmotnost jednotka. Má dále význam jako ukazatel vhodnosti použití dřeva na takové účely, kde se vyžaduje například nízká hmotnost při vysoké pevnosti nebo pružnosti. Jako například ve stavebnictví nebo letectví.⁷

3.3.1.2. Vliv hustoty dřeva na sesýchání

Ovlivnění sesýchání hustotou dřeva souvisí s větším zastoupením chemických konstituent v jednotkovém objemu hustšího dřeva, tedy s vyšším počtem potenciálních sorpčních míst v tlustších buněčných stěnách elementů dřeva. Vzhledem k neměnnosti rozměru lumenu během hygroexpanze dřeva se vyšší hustota promítá do výraznějších rozměrových a objemových změn. S rostoucí hustotou dřeva dochází také k výraznému modifikování tvaru anatomických elementů a zmenšování rozdílů v radiálním a tangenciálním směru, což způsobuje snížení anizotropie rozměrových změn s nárůstem hustoty dřeva – zmenšení koeficientu diferenciálního sesýchání.⁸

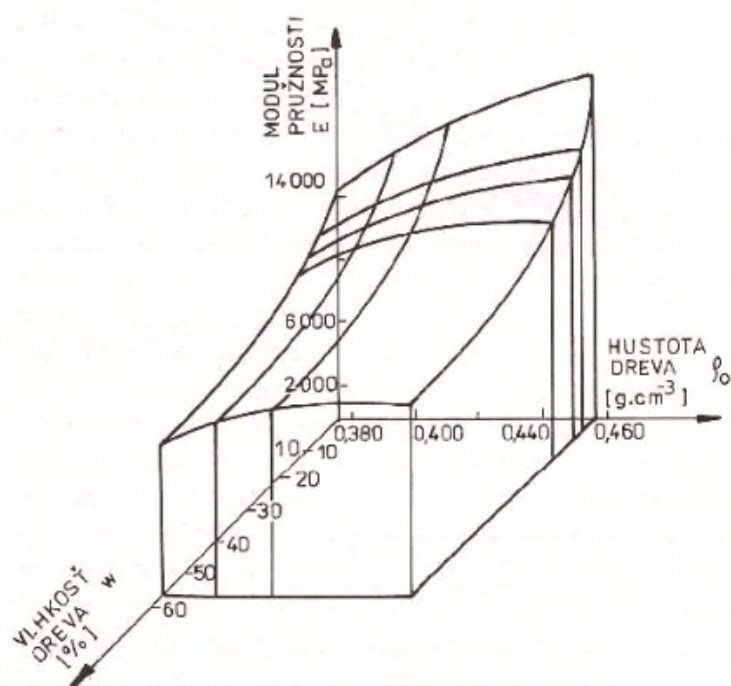
3.3.1.3. Vliv hustoty dřeva na mechanické vlastnosti

Množství buněk umístěných ve stěnách buněk přímo ovlivňuje hodnoty mechanických vlastností. Při sledování vlivu hustoty na pevnost vylučujeme vodu přepočtem hustoty na stejnou vlhkost nebo na 0%. Množství dřevní hmoty přímo závisí na podílu rozměrů mechanických elementů dřeva, jako i na zastoupení letního dřeva a šířky letokruhů. Závislost mezi hustotou dřeva a mechanickými vlastnostmi je složitější proto, že pevnost dřeva závisí nejenom na množství dřevní hmoty, ale i na zvláštnosti v stavbě dřeva. Mezi

⁷ REGINÁČ, L. a kol. *Náuka o dreve II.2.* vydání., Zvolen: VŠLD, Zvolen 1980, 378 s.

⁸ HORÁČEK, P. 2001. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I.* 1. vydání 1998, dotisk 2001. Brno: MZLU, 2001 128 s. ISBN 80-7157-347-7

moduly pružnosti E a hustotou dřeva při tlaku ve směru vláken platí kladný lineární vztah. Nárůst hustoty dřeva smrku, topolu a jasanu o 0,1 g/cm³ způsobí zvýšení modulu pružnosti E podél vláken o 1,9 – 4,4 % a v tangenciálním tlaku o 1,0 – 8,6 %⁹. Analýza doposud nashromážděných dat ukazuje, že nejtěsnější závislost s mechanickými vlastnostmi dřeva se pozoruje u hustoty dřeva. Kdy pro mnohé zkoumané dřeviny dosahuje koeficient korelace (r) je 0,55.¹⁰



Obrázek 5 Vliv hustoty a vlhkosti dřeva na modul pružnosti

(Požgaj et l. 1993)

3.2. Koeficient tepelné vodivosti

Množství tepla, které proteče jednotkovou plochou za jednotku času při jednotkovém gradientu teploty vyjadřuje koeficient tepelné vodivosti. Koeficient vyjadřuje schopnost materiálu vyrovnávat teplotní rozdíly. Hodnoty koeficientu tepelné vodivosti pro některé

⁹ Prof. Ing. Alexander Požgaj, DrSc., Spoluautoři: Prof. Ing. Dušan Chovanec, DrSc., prof. Ing. Stanislav Kurjatko, DrSc., Doc. RNDr. Marián Babiak, CSc. ISBN 80-07-00960-4 str. 157 – 158

¹⁰ PERELYGIN, L. M. Náuka o dreve. Bratislava: SVTL, 1960.

látky uvedené v tab. ukazují, že dřevo – zvláště ve směru napříč vlákny – je relativně dobrým tepelným izolátorem. Na dobrých tepelně-izolačních vlastnostech dřeva se podílí jeho značná pórovitost, a výsledkem je např. značná odolnost konstrukčních dřevěných prvků vůči ohni. Dlouhá doba potřebná ke změně teploty v objemu dřeva společně s měrným teplem činí ze dřeva ideální materiál pro tlusté obvodové zdi.

Vedení tepla ve dřevě ovlivňuje mnoho faktorů, největší vliv však mají anatomická stavba dřeva, hustota a vlhkost dřeva. Vliv anatomické struktury dřeva vyjádřený anizotropií se projevuje rozdílnou tepelnou a teplotní vodivostí v podélném a příčném směru. Na rozdíl od pohybu vody ve dřevě se přenos tepla ve směru a napříč vlákny tolik neliší a v podélném směru je 1,5 – 2,5 krát větší než ve směru příčném. Hodnoty koeficientu tepelné vodivosti se ve směru radiálním a tangenciálním příliš neliší, rozdíl (+15 %) vzniká pouze u dřev s vícevrstevnými dřeňovými paprsky (dub, buk) a u jehličnanů s vysokým procentem letního dřeva (modřín). Se zvyšující se vlhkostí a hustotou tepelná vodivost roste.¹¹

Tepelnou vodivost běžných stavebních materiálů lze převzít bez dalších úprav znormovaných tabulek nebo z hodnověrných podkladů výrobců, pokud podle ČSN 73 0540-3 částečný tlak vodní páry ve vnitřním vzduchu nepřesahuje hodnotu 1538 Pa. Pro vnitřní konstrukce, v nichž nedochází ke kondenzaci vodní páry, lze přitom použít tzv. charakteristickou tepelnou vodivost, zatímco pro vnější konstrukce je vždy nutné použít její návrhovou hodnotu. Pokud je materiál v kontaktu s vlhkým vnitřním prostředím (část tlak vodní páry nad 1538 Pa), je nutné tepelnou vodivost stanovit výpočtem – například pomocí ČSN EN ISO 10456. Problémem je bohužel většinou to, že pro tyto výpočty nejsou pro velkou většinu materiálů k dispozici potřebné údaje. Nezbyvá pak často nic jiného, než odhadem zvýšit známou tepelnou vodivost materiálu (např. její deklarovanou hodnotu) tak, aby byl nepříznivý vliv vlhkého vnitřního prostředí zohledněn. Obvykle v těchto případech postačuje zvýšit tepelnou vodivost materiálů o 2 až 10 % podle druhu materiálu.

¹¹ BRUNECKÝ, P. -- HORÁČEK, P. -- HAVÍŘOVÁ, Z. -- HRÁZSKÝ, J. -- ROUSEK, M. Zpracování dřeva - materiály, výrobky, konstrukce, technologie. 1. vyd. Praha: PRAHA: DASHOFER HOLDING ,ITD, 2009, 250 s. 1., 2009. 250 s. 1. ISSN 1803-8905.

Tabulka 3 Tepelná vodivost vybraných materiálů

(Horáček et. l 2009)

Materiál	Koeficient tepelné vodivosti λ (W.m⁻¹.K⁻¹)
dřevo ⊥ (w = 12 %)	0,12–0,18
dřevo (w = 12 %)	0,25–0,45
dřevní substance ⊥	0,44
dřevní substance	0,88
vzduch	0,024
voda	0,59
cihla	0,70
beton	0,93
sklo	1,05
kámen	1,80
ocel	20,0
hliník	202,0
měď	396,0

TAB.: TEPELNÁ VODIVOST VYBRANÝCH MATERIÁLŮ

4. Exteriérové sauny

4.1. Oválná sauna - Horavia s.r.o

Sauna je opatřena terasou o šířce 474 cm a délce 1800 cm. Uvnitř sauny jsou 2 místnosti - odpočívárna s lavicí a saunová místnost s lavicí, kamny a kulatým oknem. Vnější rozměry: 2,4 x 4 m, Vnitřní rozměry: 2,32 x 3,23 m, Tloušťka stěn: 38 mm. Výška: 2,4 m

Dveře jsou dřevěné s dlouhým proskleným sklem uprostřed o velikosti 1,04 x 1,92 m. Lavice jsou z čené olše. Na výběr jsou 2 druhy materiálu, ze kterého může být oválná sauna vyrobena - buď ze severského smrku, nebo z tepelně upraveného dřeva THERMOWOOD.



Obrázek 6 Oválná sauna¹²

4.1.1. Materiál vnitřního a vnějšího interiéru

Severský smrk – v našem případě Finský smrk – je nejpoužívanější materiál na obkládání stěn sauny, který je vhodný jak do finské sauny, tak i infrasauny. Je velmi oblíbený pro

¹² Zdroj - Horavia s.r.o. - Finskasauna.cz

svou nízkou cenu a dobré vlastnosti. Smrkové dřevo vylučuje malé množství pryskyřice a díky tomu světlá barva dřeva zůstává stálá po mnoho let.

Severský smrk je charakteristický sukátou strukturou a smolníky, které sauně dodávají typickou vůni dřeva. Suky nesmějí být vypadané, sukovitost je jinak žádoucí a je typickým rysem dřeviny. Severský smrk je pevnější a pracuje méně než dřevo z našich klimatických podmínek. Letokruhy dřeva jsou díky nepříznivým severským podmínkám blíže u sebe, a dřevo se tak méně krotí, je stálejší a méně absorbuje vlhkost. Díky tomu vám severské dřevo vydrží v sauně dlouho.

Fyzikální vlastnosti severského smrku

Hustota: 490 kg/m^3

Reakce na oheň: D-s2, d0 podle EN 13 501-1

Tepelná vodivost (λ): $0,13 \text{ W.m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Faktor difuzního odporu (μ): 200/70 (suchý/vlhký)

Měrná tepelná kapacita (c_p): 1600 J/kgK

Emisní třída formaldehydu: E1 podle EN 717-1¹³



Obrázek 7 Severský smrk¹⁴

¹³ Zdroj: PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH č. 1603 AGROP FREE

¹⁴ Zdroj: SAUNADREAM s.r.o.

4.1.2. Izolace stěn

U této sauny se nepoužívá dodatečná izolace.

4.1.3. Konstrukce střechy

Střecha je pokryta černým asfaltovým šindelem Katepal.

4.1.4. Podklad sauny

Pro tuto saunu je zapotřebí pouze zpevněný povrch. Například pomocí dlaždic.

4.1.5. Způsob ohřevu

Saunu je možno osadit elektrickými kamny, tak kamny na dřevo s komínovým setem.

Výhodou elektrických kamen je jejich jednoduchá obslužnost a údržba, s kamny na dřevo zase zažijete autentický pocit z pravé tradiční finské sauny.

4.2. Sudová sauna – Horavia s.r.o.

Sudová sauna je v podstatě klasická venkovní sauna, jenž však mezi ostatními vyčnívá svým designem. Díky němu je možné dokonce saunu považovat i za stylový zahradní nábytek, či dokonce stýlotvorný středobod zahrady.

Tloušťka stěn je 42 mm. Vnější povrch je celý ze dřeva thermowood – borovice. Thermowood je dřevo lépe odolného vnějším vlivům. Lavice jsou o šířce 50 cm.

Sauny jsou napouštěné před dodávkou olejem na dřevo značky Remmers. Střecha je pokryta odolným asfaltovým šindelem Katepal (červený/černý/modrý/zelený), ale může být dodána i bez šindelů, a to buď jako finální povrch nebo příprava pro stříšku například s malým krovem. Vnitřní stěny jsou natřeny ochranným parafinovým olejem, jako ochrana před vlhkostí a šednutím. Konstrukce sudové sauny a správně nadimenzovaná

ventilace udržuje v sauně správnou hladinu kyslíku. Rovnoměrné teplo bez výkyvů a efektivní cirkulace prohřátého vzduchu zajistí příjemný zážitek ze saunování.



Obrázek 8 Sudová sauna¹⁵

4.2.1. Materiál sauny

Sauna je zpracovaná ze dřeva THERMOWOOD borovice.

Výhody této dřeviny:

Pozitivní změna vnitřní struktury dřeva, lepší fyzikální a mechanické vlastnosti, tepelná vodivost je snížena o 20 – 25 %. Vylepšené tepelně izolační vlastnosti. Nízká rovnovážná vlhkost okolo 5 – 7 %. Absorpce vlhkosti je snížena o 30 – 50 %. Vylepšená rozměrová a tvarová stálost. Nekroučí se, snížení průhybu až o 90%. Odstranění pryskyřice a výživných látek. Neobsahuje živiny pro houby a plísně. Odolnosti proti dřevokazným škůdcům. Značné zvýšení odolnosti proti hnilobě. Aplikace možná i bez povrchové úpravy. Životnost použití v exteriéru je 30 let.

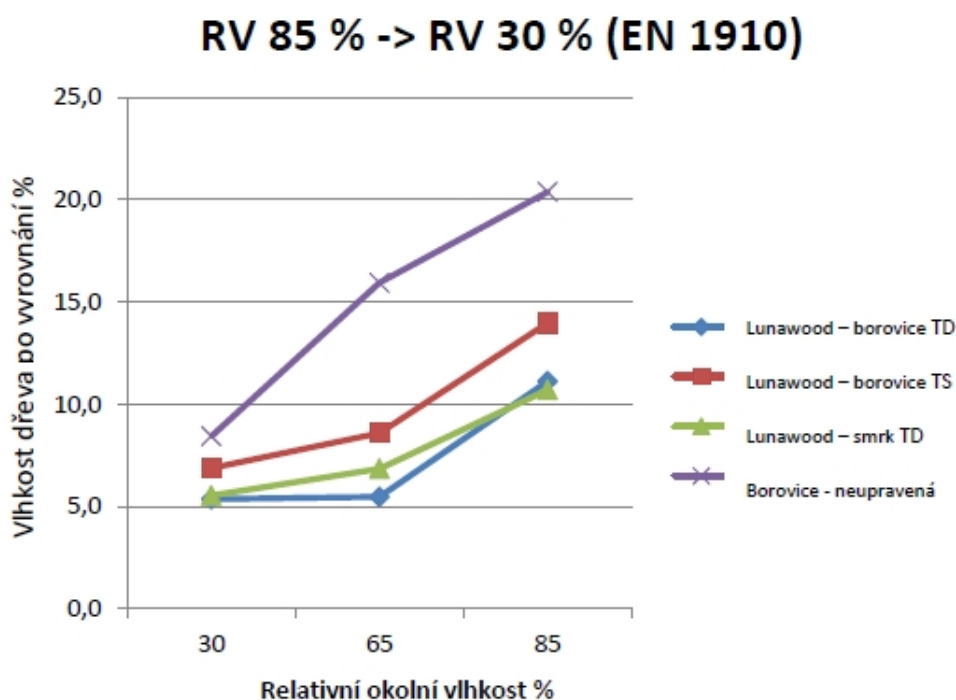
¹⁵ Zdroj: Horavia s.r.o. – Finskasauuna.cz

Vlastnosti

Obsah rovnovážné vlhkosti (EMC)

V důsledku změn v buněčné struktuře se snižuje schopnost dřeva absorbovat vodu z okolního vzduchu. EMC ThermoWood® z měkkého a tvrdého dřeva se snižuje o 40-50% v porovnání s neupraveným dřevem (v závislosti na stupni tepelného zpracování). V důsledku snížení EMC je ThermoWood® stabilnější než normální dřevo v měnících se klimatických podmínkách. Výhodou je i to, že se obsah vlhkosti při skladování na staveništi nemění tak jako je tomu u neupraveného dřeva.

Dřevo je po tepelném zpracování znovu hydratováno, aby obsah vlhkosti byl mezi 6-9%, v závislosti na konečném produktu.



Graf 1 Obsah rovnovážné vlhkosti¹⁶

Biologická odolnost:

Odolnost ThermoWood® je založena na změnách v chemických sloučeninách dřeva. Hemicelulóza (řetězce cukrů) obsažená ve dřevě je degradována a tím nezanechává výživné látky pro houby.

¹⁶ Zdroj: PROKOM R&S s.r.o. – prokom.cz

Vysoká rezistence vlhkosti a odolnost proti rozkladu způsobenému houbami dělá tento materiál excelentním pro použití v zahradách, na terasách a rovněž také při mnoha dalších venkovních aplikacích. Různé úrovně procesu jsou použity v závislosti na požadované trvanlivosti (Thermo-S a Thermo-D). Jako důsledek tepelného zpracování se cukry obsažené ve dřevě dostávají do formy, ve které nemohou být použity jako výživa hub a plísní.

Odolnost proti rozkladu řadí ThermoWood® do 2. kategorie odolnosti proti rozkladu, je to alternativa k AB-jakosti impregnovaného dřeva (KOMO certifikát). ThermoWood® nicméně není doporučen do prostředí, kde by mohl přijít do trvalého kontaktu s vodou nebo zeminou (půdou). Dle výše uvedených informací potvrzuje BRE (Building Research Establishment Limited) předpokládanou životnost pro obkladové a podlahové produkty ThermoWood® v délce minimálně 30 let.

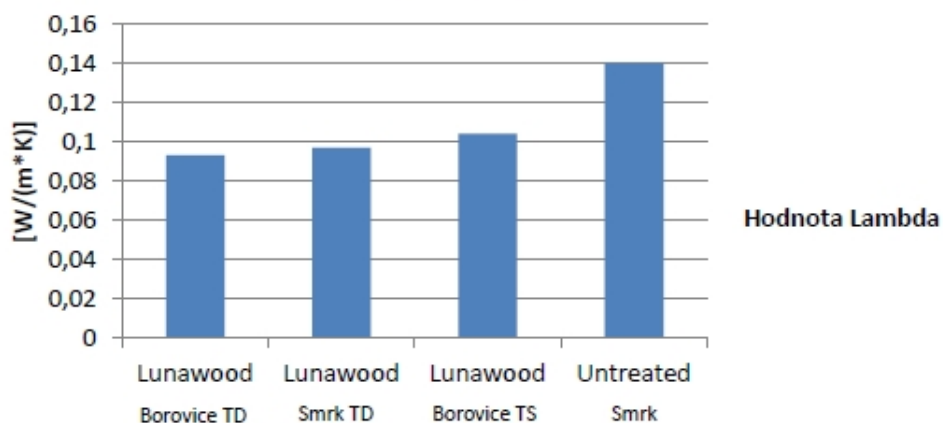
KLASIFIKACE ODOLNOSTI RŮZNÝCH DRUHŮ DŘEVA

	1 (vysoká)	2	3	4	5 (nízká)
DRUH DŘEVINY	Iroko	Iroko			borovice, smrk
		WRC	WRC		
			modřín	modřín	
		Luna-Thermo-D			
			LunaThermo-S		
		Evropský dub			
	CCA impegated		douglaska	douglaska	
		C impegated			

Graf 2 Klasifikace odolnosti různých druhů dřeva¹⁷

¹⁷ Zdroj: PROKOM R&S s.r.o. – prokom.cz

Hodnota lambda [W/(m*K)] - EN 12667



Graf 3 Tepelná vodivost a tepelná izolace¹⁸

Fyzikální vlastnosti¹⁹

Tepelně upravené masivní exteriérové obkladové prkno - Borovice lesní

Třída zpracování tepelné úpravy Thermo-D

Hustota: 390kg/m³

Požární odolnost: D – s2, d0

Propustnost vodních par: 60μ

Tepelná vodivost (λ): 0,11 W.m-1. K-1

Klasifikace biologické odolnosti proti hnilobě: třída 2 Thermo-D

¹⁸Zdroj: PROKOM R&S s.r.o. – prokom.cz

¹⁹Zdroj: PROKOM R&S s.r.o. – prokom.cz

LunaThermo-D (tmavý) (durability—odolnost)
212 °C (±3 °C)
++
++
-
++
Exteriérové konstrukce Vnější obklady budov Terasové a bazénové obklady Lávky a zahradní chodníky Zahradní nábytek Příslušenství saun a koupelen Venkovní okna a dveře

Obrázek 9 ThermoWood²⁰

4.2.2. Izolace stěn

Stěny jsou ponechány bez tepelné izolace a z exteriéru jsou opatřeny ochranným olejo-voskovým nátěrem, pro zvýšení jejich životnosti.

4.2.3. Konstrukce střechy

Stěny svým sklonem postupně přecházejí do střechy a její konstrukce je tedy totožná se stěnami. Jako střešní plášť je použit bitumenový asfaltový šindel, který je přilepen přímo na střešní fošny. Okraj střechy je opatřen okapovou lištou, která zabraňuje stékání dešťové vody po plášti sauny.

Jelikož je sauna vybavena kamny na dřevo, prochází skrz střešní plášť komínové těleso. Jeho průchod střechou je zhotoven s použitím systémové střešní manžety zn. Harvia, která je tvořena spodním nerezovým krytem a elastickou, izolovanou, průchodkou o vnitřním průměru 200 mm.

4.2.4. Podklad sauny

Sauna je založena na šesti žárově zinkovaných zemních vrutech. Výhodou tohoto způsobu založení je rychlost zhotovení a možnost vyrovnání větších terénních

²⁰ Zdroj: Prokom.cz

nerovností. Každý vrut, délky 650 mm, je opatřen závitem a systémem děr, sloužících k uchycení žárově zinkované patky. K patkám jsou uchyceny základové fošny 60 x 120 mm, které slouží jako plnohodnotný podklad sauny. Na takto připravený podklad jsou umístěny tři profilované nosníky zamezující překlopení saunové kabiny. Podlaha v sauně je rovná, zhotovená položením a ukotvením dodaného podlahového roštu.

4.2.5. Způsob ohřevu

Je možnost použít jak elektrická kamna, tak kamna na dřevo. Elektrická kamna mají výhodu v bezobslužnosti, kamna na dřevo vytváří autentickou finskou saunu, tak jak se provozuje již po staletí.

V případě volby elektrických kamen se doporučuje vhodný model kamen Harvia z nabídky, dle velikosti sauny a požadavků.

V případě volby kamen na dřevo jsou zapotřebí ochranné mineritové štíty (zadní a spodní štít) i další dva bočné mineritové štíty. Nezbytnou součástí kamen na dřevo je nerezový komín spolu s nerezovým krycím plechem ke správnému utěsnění komínu ke střeše sauny.

4.3. Saunsystem s.r.o. – Native venkovní sauna

Venkovní sauna Native se od své interiérové verze liší zesílenými stěnami, tepelnou izolací a také zateplenou podlahou. Aby odolala každému počasí, má oplechovanou pultovou střechu a vnější stěny z masivního cedru napuštěného teakovým olejem. Venkovní plášť tvoří široký masivní CEDR napuštěný TEAKovým olejem.



Obrázek 10 sauna Native - Saunasystem s.r.o.²¹

4.3.1. Materiál sauny

Vnější obal

Luxusní materiál s výraznou kresbou a barevností pro ty nejluxusnější sauny. Cedr je díky velkému množství obsažených esenciálních olejů velmi aromatický. Cedrové dřevo lze označit za podpůrné a posilující jak fyzický, tak psychický stav člověka. Má extrémní trvanlivost danou způsobem růstu a již zmíněným obsahem přírodních olejů. Velmi dobře odolává vlhkosti. Jeho barva je od tmavě hnědé až po světlou máslovou a nemá žádné suky. Výhodou cedrového dřeva jsou také výborné tepelně izolační vlastnosti. Jedná se o ideální dřevo pro stavbu sauny.

Vnitřní obal

Uvnitř se nacházejí lavice, anatomické opěrky, podlahový rošt a kryt topidla z africké vrby abachi (africká vrba).

²¹ Zdroj: www.Saunasystem.cz

Abachi je nejpoužívanější materiál pro vnitřní vybavení, převážně lavice. Toto měkké dřevo velice pomalu přijímá okolní vysokou teplotu a tak zůstává po dlouhou dobu příjemně chladivé. Dřevo je krásně čisté bez suků, pryskyřice a třísek. Barva je nažloutle bílá až hnědožlutá. Toto dřevo se vyskytuje výhradně v tropických nížinných lesích v Africe.

Původ dřeviny použité v porovnávaném typu saun je ze západní rovníkové Afriky. Barva je nažloutle bílá, zlatožlutá až hnědožlutá. Případné hnědé fleky nejsou považované za vadu, vznikají přirozeným zráním minerálů během vegetace. Suky jsou zarostlé, zdravé suky jsou přípustné bez omezení, vypadavé a vyhnílé suky jsou nepřípustné. Připouští se koncové trhliny popř. jiné chyby na koncích v délce do 10 cm. Středové trhliny jsou nepřípustné. Zamodránání je přípustné v omezeném rozsahu – tj. do 10 %. Lišty musí být na 3 stranách z 90 % bez vad.



Obrázek 11 Abachi²²

Obložení vnitřního prostoru tvoří Osika.

Osikové dřevo je tradičním materiálem pro stavbu sauny. Oproti exotičtějším materiálům je osikové dřevo světlé, hladké a s jemnou kresbou. Z osiky se také často vyrábí palubky pro podlahu sauny.

Osika kromě klidného vzhledu sauně propůjčí výborné vlastnosti například velmi dobré absorpční schopnosti, je téměř bez suků, sauna vybudovaná z osikového dřeva má velmi dlouhou životnost.

²² Zdroj: Saunsystem s.r.o.

Fyzikální vlastnosti

Hustota: 450 kg/m^3 ²³

Tepelná vodivost (λ): 12% MC $0.12 \text{ W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ²⁴



Obrázek 12 Osika²⁵

4.3.2. Izolace stěn

V této venkovní sauně je použita dvojitá izolace. Ta je složena z minerální vaty o průměru 8 centimetrů a hliníková folie.

4.3.3. Konstrukce střechy

Je použita pultová střecha s oplechováním a okapem na zadní straně.

4.3.4. Podklad sauny

Je tvořen základovou deskou. Pro tuto saunu je ideální do hloubky nezámrzné - 80cm, ale při stabilním podloží stačí 15-20 cm tlustý beton.

²³ NETION, s.r.o..Články. [online],[cit. 2017-0-04-09]Dostupné z:

<https://www.drevostavitel.cz/clanek/mechanicke-vlastnosti-dreva-domacich-drevin>

²⁴ Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 p.

²⁵ Zdroj: Saunasytem s.r.o.

4.3.5. Způsob ohřevu

Tvoří elektrická kamna.

EOS typ THERMAT 7,5 – 9 kW/380V

BI-O THERMAT - topidlo s vyvíječem páry pro BIO saunu 6-9kW

4.4. Venkovní sauna varianta č.1 - sauny Tlamka

Sauna je samostatně stojící kabina sendvičové konstrukce. O vnějších rozměrech 220 x 160cm. Výška je 210 cm v nejnižším místě, 230cm nejvyšší místě. Šířka lavice je 55 cm. Dveře jsou dřevěné s oknem 25x25cm (25x50, 25x100, apod.)

Vnější obložení by bylo z palubek ze severského smrku či modřínu, tloušťky 19mm. Celková tloušťka stěny by byla zesílena na cca 10cm. Podlaha z modřinových terasových čtverců, položena na naimpregnovaných hranolech cca 8cm nad zemí, zateplena.



Obrázek 13 Venkovní sauna varianta č.1 - sauny Tlamka²⁶

²⁶ Zdroj: www.sauny-tlamka.cz

4.4.1. Materiál sauny

Na vnitřní obložení stěn sauny mohou být dle přání použity obkladové palubky z následujících materiálů:

Provedení

Severský smrk - soft

Výběrový topol – soft

Cedr se suky – klasik

Hemlock – soft

Výběrový cedr – soft

Výběrový cedr – klasik



Obrázek 14 Znárodnění profilů Softline a Klasik

Pro hodnocení použití dřevinu Hemlock, palubky o tl.16mm (profil softline)

Vlastnosti

HEMLOCK (Hemlock west)

Exkluzivní saunové dřevo bez suků a pryskyřice s velmi jemnou strukturou. Velice stabilní, minimálně pracuje, a proto je vhodné pro obložení vnějších i vnitřních stěn. Vyskytuje se na západě severní Ameriky (Aljaška).

Původ dřeva použitého v porovnávaném typu sauny je Britská Kolumbie. Barva je světle béžová, růžová až červenohnědá. Kůrové kapsy a zárůsty minerálií v pruzích jsou pro

Hemlock typické a připouští se. Nepřipouští se závrtý od hmyzu, díry po sucích. Připouští se koncové trhliny popř. jiné chyby na koncích v délce do 10 cm Trhliny v ploše nejsou povoleny. Suky (vrostlé) o průměru větším než 1,5 cm se připouští v počtu 1-2. Smolníky nejsou povoleny. Připouští se lehké zabarvení (zamodrání v pruzích není povoleno).

Fyzikální vlastnosti

Reakce na oheň: D-s2, d0

Biologická trvanlivost: Třída 1.²⁷

Hustota: 429 kg/m³²⁸

Tepelná vodivost (λ): 0.14 W.m-1. K-1²⁹



Obrázek 15 Hemlock

4.4.2. Izolace stěn

Izolace je provedena vrstvou minerální izolační vaty. Utěsnění sauny se provádí hliníkovou fóíí, která plní funkci parozábrany a současně odráží teplo zpět do kabiny.

4.4.3. Konstrukce střechy

Střecha je šikmá a je tvořena pískovanou lepenkou.

²⁷ Zdroj: ASKO a.s. Prohlášení o vlastnostech 1393-CPD-0772

²⁸ CarlWood Lumber Ltd. Softwood Lumber - Western Hemlock. [online]. [cit. 2017-0-04-09] Dostupné z: - <http://www.carlwood.com/pdfs/Tree-Species-Western-Hemlock.pdf>

²⁹ Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 p.

4.4.4. Podklad sauny

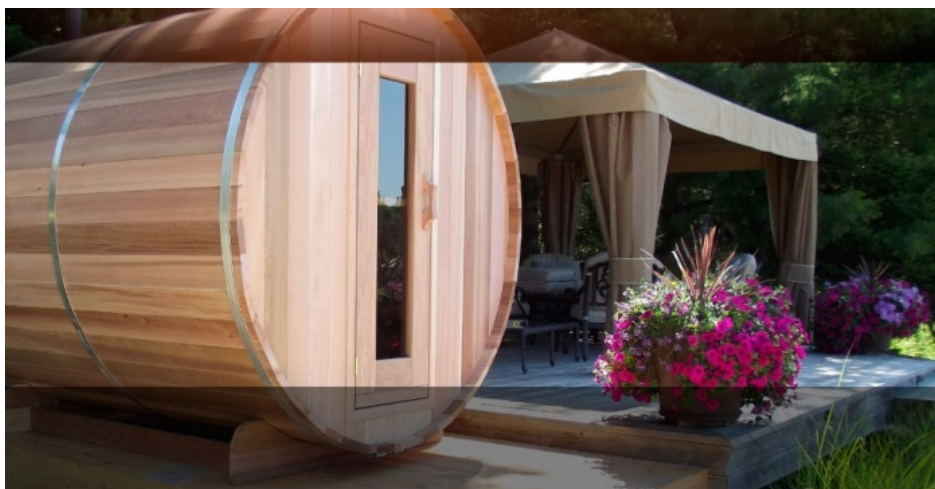
Podlaha je dřevěná z modřínových terasových čtverců, položená na naimpregnovaných hranolech přibližně 8 cm nad zemí, kde je vyštěrkový povrch s nanesenými dlaždicemi.

4.4.5. Způsob ohřevu

SAWO 8kW kamna s ovládáním na plášti a přibližně 20 kg lávovými kameny.

4.5. Sudová sauna 660 - SaunaTop s.r.o.

Tato venkovní sudová sauna čili barrel sauna je vyrobená z kanadského červeného cedru, který je vysoce odolný povětrnostním vlivům. Rozměr sauny je v průměru 182cm, na délku 182cm. Ve vybavení sauny jsou cedrové lavice po obou stranách sauny, elektrické topidlo s regulací na plášti, světlo, celoskleněné dveře a dřevěný podstavec.



Obrázek 16 Sudová sauna 660 - SaunaTop s.r.o.³⁰

³⁰ Zdroj: <http://www.saunatop.cz>

4.5.1. Materiál sauny

Západní červený cedr

Západní červený cedr je jedna z nejtrvanlivějších a nejlehčích měkkých dřev dřevin. Dřevina je současně mnohobarevná, s odstíny od březových až po odstíny pařeného ořechu. Rozdílné barvy nejsou vadou dřeva v žádném ohledu. Velmi stabilní dřevo, nekrouťí se, má malou sesychavost. Odolnost a stabilita je dána dvěma aspekty – malým obsahem vody v buňce a obsahem fenolických pryskyřic nazývaných thujaplicanty. Další výhodou je stáří a rozměry stromů, které poskytují vysokou hustotu letokruhů a tedy rovnoleté vlákno řeziva. Nevýhody - je měkké a má malý modul pružnosti. Používá se na: obklady fasád, venkovní obložení, žaluzie, šindele, stožáry konstrukční dřevo pro nízké mechanické namáhání v interiérech a exteriérech skleníky, bednění, ploty, nábytek.

Trvanlivost je velmi dobrá, dřevo je suché, prosté hub a hmyzu, odolné proti povětrnostním vlivům.

Jako informace ohledně stavba dřeva se udává: textura žilková, pruhovaná, lesklá dekorativní, zřetelná hranice letokruhů. Mezi vady dřeva patří snadná štípatelnost, vady barevnosti /měsíční kruhy/. Z Technologických vlastností toho dřeva je důležité například to, že vysychání probíhá snadno, rozměrová a tvarová stálost velmi dobrá.

Fyzikální vlastnosti

Trvanlivost druhého řádu (Class 2) v Evropě a v Austrálii, což je nejvyšší kategorie trvanlivosti pro uváděná měkká dřeva.

Tepelná vodivost (λ): 0.10 W.m-1. K-1³¹

Hustota: 370-385 kg/m³³²

Objemové sesychání: Tangenciální: 2,6 %

Radiální 1,2 %

³¹ Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 p.

³² Zdroj: ARA - TOVÁRNA NA NÁBYTEK A.S.



Obrázek 17 Červený cedr³³

4.5.2. Izolace stěn

Pro zajištění izolace je použit minerální vata a aluminiová folie.

4.5.3. Konstrukce střechy

Stěny jsou zhotoveny z fošen. Fošny jsou opatřeny půlkulatým žlábkem na straně jedné a půlkulatým perem na straně druhé. Tento systém umožňuje mírné nahnutí každého následujícího prkna a zhotovení kulaté fasády. Po spojení konstrukce poslední střešní fošnou je sauna stažena ocelovými pásky a svorníky.

4.5.4. Podklad sauny

Pro podklad sauny se nejlépe hodí betonový základ s dlažbou.

4.5.5. Způsob ohřevu

Je možnost použít jak elektrická kamna, tak kamna na dřevo

5. Porovnání parametrů

Tato část se zaměřuje na porovnání dřevin použitých pro obklad vnitřního prostoru exteriérových saun. Hlavními parametry pro porovnání jsou hustota a tepelná vodivost. Vychází se z hodnot, které byly poskytnuty výrobcem dřevin, nebo byly převzaty z odborné literatury.

³³ Zdroj: Saunadream.cz

5.1. Hustota

Severský smrk

Hustota: 490 kg/m^3

THERMOWOOD

Hustota: 390 kg/m^3

Osika

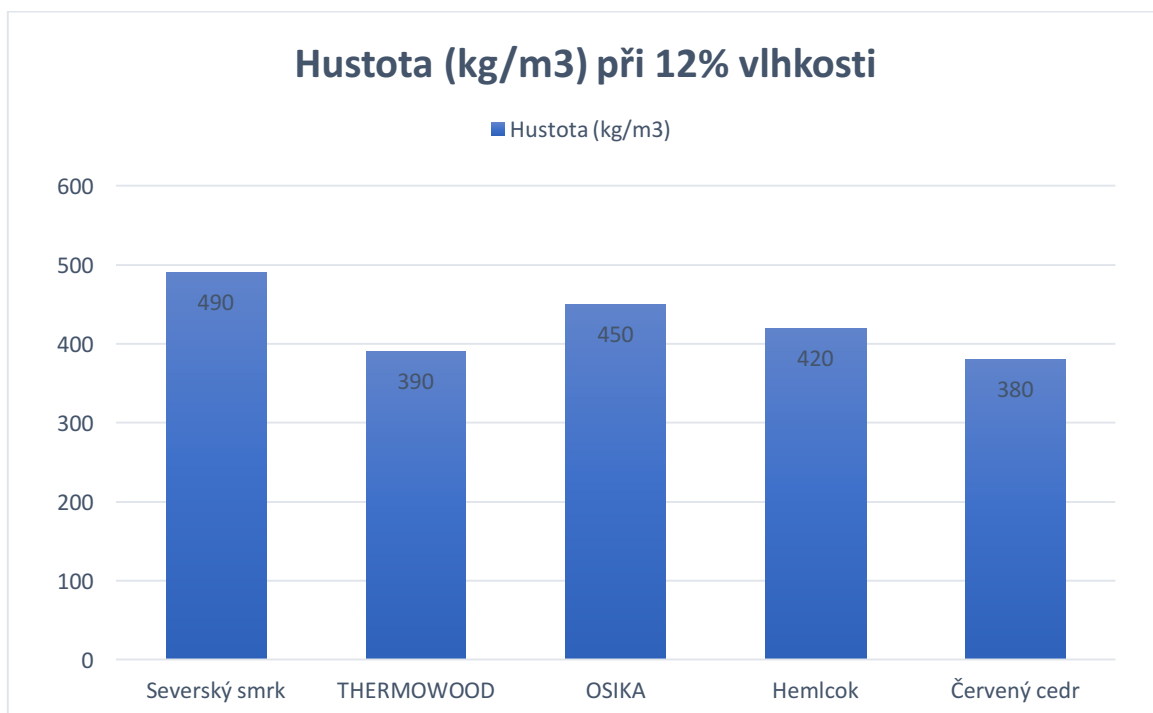
Hustota: 450 kg/m^3

Hemlock

Hustota: 429 kg/m^3

Červený cedr

Hustota: $370\text{-}385 \text{ kg/m}^3$



Graf 4 Porovnání dřevin dle hustoty

5.2. Tepelná vodivost

Severský smrk

Tepelná vodivost(λ): 0,13 W.m-1. K-1

THERMOWOOD

Tepelná vodivost(λ): 0,11 W.m⁻¹. K⁻¹

Osika

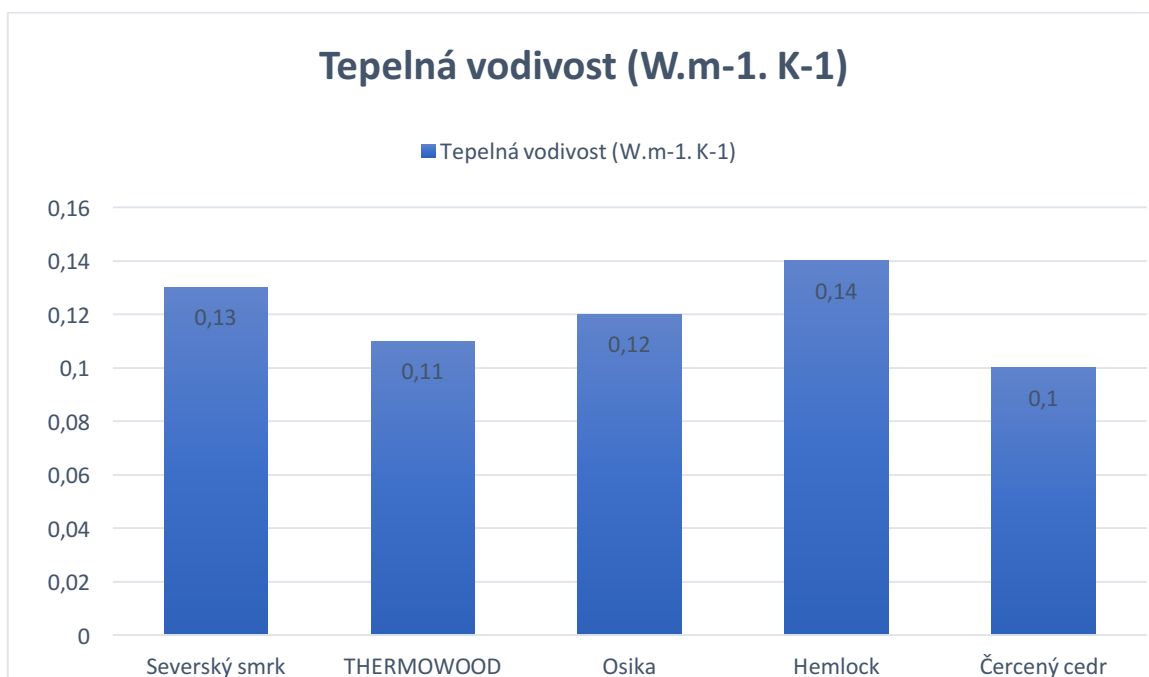
Tepelná vodivost(λ): 0.12 W.m-1. K-1

Hemlock

Tepelná vodivost(λ): 0.14 W.m-1. K-1

Červený cedr

Tepelná vodivost(λ): 0.10 W.m-1. K-1



Graf 5 Porovnání dřevin na základě tepelné vodivosti

6. Diskuze

Výsledky porovnaných dřevin, jsou v souladu s doporučeními uváděnými jednotlivými výrobci exteriérových saun v odborných a propagačních materiálech.

7. Závěr

Z výsledného porovnání hustoty můžeme posoudit dřeviny z několika hledisek.

Pokud se zaměříme na fyzikální vlastnosti, víme, že hustější dřevo je převážně pevnější, tvrdší a odolnější proti opotřebování než dřevo méně husté. Dřevo o nižší hustotě obsahuje více pórů, tedy více vzduchu, a má tak tedy menší odolnost oproti dřevinám s větší hustotou. Z hlediska pevnosti, tvrdosti a odolnosti je nejvhodnější Severský smrk s hustotou 490 kg/m^3 . Na dalších místech v pořadí jsou v návaznosti na klesající hustotu osika (450 kg/m^3), Hemlock (429 kg/m^3) a Thermowood (390 kg/m^3). Naopak dřevina,

u které se předpokládají nižší parametry v těchto oblastech je Červený cedr s hustotou 370-385 kg/m³.

Mechanické vlastnosti se z těchto hodnot nedají přesně určit. Závislost mezi hustotou dřeva a mechanickými vlastnostmi je složitější proto, že pevnost dřeva závisí nejenom na množství dřevní hmoty, ale i na zvláštnosti ve stavbě dřeva.

Koeficient tepelné vodivosti vyjadřuje schopnost materiálu vyrovnávat teplotní rozdíly. Tedy jak je dobrým tepelným izolátorem. Pokud chceme dřevinu, která je dobrým tepelným izolátorem, vybrali bychom z pěti posuzovaných červený cedr s tepelnou vodivostí(λ): 0.10 W.m⁻¹. K⁻¹. Další vhodně zvolenou dřevinou je ThermoWood (λ): 0.12 W.m⁻¹. K⁻¹), osika (λ): 0.12 W.m⁻¹. K⁻¹), severský smrk (λ): 0,13 W.m⁻¹. K⁻¹). Dřevina, u které je zapotřebí nižší doba zahřátí na požadovanou teplotu, ale je zároveň nejhorším tepelným izolátorem, je Hemlock s tepelnou vodivostí(λ): 0.14 W.m⁻¹. K⁻¹.

Při pohledu na oba grafy je zřejmá značná souvislost mezi hustotou a tepelnou vodivostí. Na dobrých tepelně-izolačních vlastnostech dřeva se podílí jeho značná pórovitost. Dřeviny tedy s nižší hustotou mají větší pórovitost, což má za následek vyšší tepelnou vodivost. Je už na každém uživateli zvlášť, zdali preferuje delší trvanlivost a odolnost, nebo dřevinu s lepší izolační vlastností.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

Technické normy

ČSN 49 0108 Drevo. Zisťovanie hustoty.1993.

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. 2005.

Literatura

Roman Letošník - Sauna, Vydavatel: Grada, 2005, ISBN: 8024708493

ŠLEZINGEROVÁ, J. a GANDELOVÁ, L. Stavba dřeva. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. ISBN 80-7157-636-0.

REGINÁČ, L. a kol. Náuka o dreve II.2. vydání,. Zvolen: VŠLD, Zvolen 1980, 378 s.

PERELIGIN, L.M.: Náuka o dreve. 2. vyd. Bratislava 1965. 444 s.

BALABÁN, K. Nauka o dřevě, 1. část: Anatomie dřeva. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955.

HORÁČEK, P. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-169-2

Prof. Ing. Alexander Požgaj, DrSc. , Spoluautoři: Prof. Ing. Dušan Chovanec, DrSc. , prof. Ing. Stanislav Kurjatko, DrSc., Doc. RNDr. Marián Babiak, CSc. ISBN 80-07-00960-4

HORÁČEK, P. 2001. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 1. vydání 1998, dotisk 2001. Brno: MZLU, 2001 128 s. ISBN 80-7157-347-7

BRUNECKÝ, P. -- HORÁČEK, P. -- HAVÍŘOVÁ, Z. -- HRÁZSKÝ, J. -- ROUSEK, M. Zpracování dřeva - materiály, výroby, konstrukce, technologie. 1. vyd. Praha: PRAHA: DASHOFER HOLDING ,ITD, 2009, 250 s. 1., 2009. 250 s. 1. ISSN 1803-8905.

Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 p.

Webové stránky

HORAVIA S.R.O.;Ovalna sauna; [online].[cit. 2017-04-09]. Dostupné z:

<http://www.finskasauna.cz/extra-nabidka/oval-sauny/435.html>

AGROP NOVA a. s.; Prohlášení o vlastnostech AGROP SWP; [online].[cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.agrop.cz/cs/soubory-ke-stazeni/>

HORAVIA S.R.O.;Sudove sauny; [online].[cit. 2017-04-09]. Dostupné z:

<<http://www.finskasauna.cz/extra-nabidka/sudove-sauny/374.html>>

SAUNADREAM s.r.o..Saunové dřeviny.Saunadream [online]. [cit. 2017-04-09].

Dostupné z: <http://www.saunadream.cz/o-saunach/saunove-dreviny/>

PROKOM R&S s.r.o.; Prokom.cz[online].[cit. 2017-04-09]. Dostupné z:

<http://www.prokom.cz/tepelne-upravene-drevo-thermowood/130-thermowood-tepelne-upravene-drevo-charakteristika-vlastnosti>

PROKOM R&S s.r.o. Tepelně upravované dřevो ThermoWood. Certifikáty.

[online].[cit. 2017-04-04]Dostupné z:<http://www.prokom.cz/thermowood-tepelne-upravene-drevo/deklarace-vlastnosti-thermowood-exteriorove-venkovni-obklady-palubky.pdf>

Saunasytem s.r.o. ;Venkovni sauny; [online].[cit. 2017-04-06]Dostupné z:

<http://www.saunasytem.cz/cs/venkovni-sauny/>

NETION, s.r.o..Články. [online].[cit. 2017-04-06]Dostupné z:

<https://www.drevostavitel.cz/clanek/mechanicke-vlastnosti-dreva-domacich-drevin>

CarlWood Lumber Ltd. Softwood Lumber -
Western Hemlock. [online].[cit. 2017-04-06]Dostupné z: -
<http://www.carlwood.com/pdfs/Tree-Species-Western-Hemlock.pdf>

Jan Tlamka; Venkovni sauny; . [online].[cit. 2017-04-05]Dostupné z: <http://sauny-tlamka.cz/wp-content/uploads/2015/11/exterierove-sauny.pdf>

Saunatop s.r.o., Sudove sauny; [online].[cit. 2017-04-05]Dostupné z:
<http://www.saunatop.cz/produkty/sudova-sauna-660-detail-204>

ARA - TOVÁRNA NA NÁBYTEK A.S.; Cervený cedr; [online].[cit.2017-04-03]Dostupné z: <http://www.arakolin.cz/cs/zapadni-cervený-cedr>