



3., aktualizované
vydání

Josef Kolb

Dřevostavby

Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště

Josef Kolb

Dřevostavby

Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště

3., aktualizované vydání

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Josef Kolb

Dřevostavby

Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště

2., aktualizované vydání v České republice (překlad 3. vydání ve Švýcarsku)

Kniha byla přeložena z originálu

Josef Kolb

Holzbau mit System

Dritte, aktualisierte Auflage

© 2010 Birkhäuser GmbH, P. O. Box 133, 4010 Basel, Switzerland

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 4494. publikaci

Překlad Ing. Bohumil Koželouh, CSc.

Odpovědné redaktorky Jitka Hrubá a Věra Slavíková

Sazba Grafické studio Hozák

Počet stran 320

Druhé, aktualizované vydání, Praha 2011

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Translation © Grada Publishing, a.s., 2011

Cover Design © Ivan Hozák, 2011

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-4071-3 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7115-1 (elektronická verze ve formátu PDF)

ISBN 978-80-247-7116-8 (elektronická verze ve formátu EPUB)

Předmluva

Systémová koncepce určuje strukturu dřevěných staveb. Do poloviny devadesátých let ještě stačilo znát tradiční systémy, jako jsou srubové, hrázděné a sloupkové stavby, a vypořádat se s tehdy novodobými systémy, jako byly rámové a skeletové stavby. Mezitím se situace zcela změnila: stavby jsou výrazně vyšší a také větší. K tomu přistoupily nové nosné systémy. Již nejsou důležité jenom samotné systémy nosných konstrukcí, ale také plášť budovy se stal následkem systémových řešení uzavřenou funkční nosnou soustavou, přizpůsobenou však nosné konstrukci. Totéž platí pro mezipatrové stropy a pro stěny.

Pro úspěšnou dřevěnou stavební konstrukci je rozhodující návrh. Pod pojmem „návrh“ je třeba rozumět architektonickou koncepci, prostorové řešení a technická opatření. Významnou roli hraje včasná volba nosného systému včetně souvisejících koncepčních a konstrukčních úvah týkajících se požární ochrany a zvukové izolace. Současně je třeba uvážit systémy pro tepelnou izolaci, neprůvzdušnost a ochranu proti vlhkosti, požadavky technického vybavení budov, opatření pro trvanlivost, udržování a provoz budovy až do jejího pozdějšího odstranění. Pro stavbaře je rozhodující, aby požadavky vyplývající ze zakázky byly spojeny s možnostmi a mezemi technických koncepcí tak, že se vyvine přesvědčivý celek. Předložená kniha „Dřevostavby – systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště“ vyžaduje a podporuje takové koncepční a projektové práce. Detail musí být vždy částí celku a celek bude dokonalý jen tehdy, pokud jsou všechny detaily v souladu.

Děkuji za podporu a povzbuzení mým spolupracovníkům Stefanu Schuppišserovi, Rico Kaufmannovi, Jakobu Studhalterovi, Ursovi Tappoletovi a Stefanu Ruschovi, kteří jako inženýři, konstruktéři a projektanti specializovaní na dřevěné konstrukce intenzivně spolupracovali na textu, konstrukčním řešení a výkresech. Za revizi rukopisu a za připomínky k technickým otázkám děkuji odborníkům na dřevo Christophu Fuhrmannovi, Bernhardu Furrerovi, Hanspeteru Kolbovi, Klausu Richterovi a Reinhardu Wiederkehrvi a specialistům na stavební fyziku a zvukovou izolaci Markusovi Zumberhausovi, Karlu Mentimu, Georgu Stuppovi a Heinzovi Weberovi a rovněž odborníkům z DGfH (Německá společnost pro výzkum dřeva) a Lignum (Lesní a dřevařské hospodářství Švýcarska). Trpělivě a přesně provázal výrobu tým vydavatelství Birkhäuser. Děkuji odbornému poradnímu sboru za odbornou kritiku a podporu, Ueli

Rhiner za úpravu knihy a Charles von Büren za publicistický doprovod. Díky podpoře „holz 21“, podpůrnému programu spolkového úřadu pro životní prostředí BAFU, a fondu pro podporu lesnického a dřevařského výzkumu bylo teprve vůbec možné tuto knihu realizovat.

Cennou podporu mimoto poskytli Lignum (Lesnické a dřevařské hospodářství Švýcarska), Německá společnost pro výzkum dřeva (DGfH) a firmy dodavatelského průmyslu pro dřevěné stavby.

Uttwill, Švýcarsko, leden 2007

Josef Kolb

K třetímu vydání: První vydání z roku 2007 bylo během jednoho roku rozebrané. Po aktualizovaném druhém vydání (leden 2008) bylo již po dvou letech potřebné třetí vydání. Kniha Holzbau mit System (český název Dřevostavby) zřejmě vyplňuje mezeru v odborné literatuře. Od uveřejnění prvního a druhého vydání mi spontánně potvrdilo mnoho čtenářů, mezi nimi řada odborníků z praxe, že tato kniha odpovídá aktuálnímu stavu ve stavebnictví, dokonce v některých ohledech předbíhá svůj čas. Zejména tam, kde systémová představa o optimalizovaných nosných konstrukcích a energeticky vysoce účinných systémových řešeních pro pláště budov a dělicí konstrukční prvky vede k aktuálním konstrukčním návrhům.

Vydání v němčině jsou současně také základem pro vydání v různých jiných jazycích, mimo jiné v angličtině a francouzštině. Aktualizace proti prvnímu a druhému vydání lze vyhledat na www.holzfachbuch.ch nebo na www.holzbaumitsystem.ch. Na této adrese lze nalézt rovněž odkazy o výrobcích a producentech jakož i o vydáních v dalších jazycích.

Uttwill, Švýcarsko, srpen 2010

Josef Kolb

1

Základy

ve vztahu k materiálu

1.1 Dřevo – Přírodní konstrukční materiál s potenciálem 10

- 1.1.1 Pokrok má kořeny v tradici 10
- 1.1.2 Dřevěné stavby 13
- 1.1.3 Fasáda 15
- 1.1.4 Vnitřní výstavba 17

1.2 Ekologie, trvalé stavění 18

- 1.2.1 Dřevo – konstrukční materiál s ekologickými přednostmi 18
- 1.2.2 Koloběh a řetězec zpracování dřeva 18

1.3 Návrh a konstrukce 22

- 1.3.1 Návrh a konstrukce 22
- 1.3.2 Projektování 25
- 1.3.3 Průběh procesu 27
- 1.3.4 Zabezpečení jakosti 28

1.4 Materiál 32

- 1.4.1 Druhy dřeva 32
- 1.4.2 Vlastnosti dřeva 33
- 1.4.3 Ustanovení pro třídění 34

2

Systémy dřevěných staveb

Nosná struktura, konstrukční struktura, projektování

2.1 Přehled systémů 38

- 2.1.1 Konstrukční systémy dřevěných staveb 38
- 2.1.2 Stěny, stropy, střechy 40
- 2.1.3 Volba konstrukčního systému 41

2.2 Výrobní procesy 42

- 2.2.1 Výrobní procesy ve vztahu ke konstrukčním systémům 42
- 2.2.2 Konstrukční principy 44
- 2.2.3 Výrobní úrovně vztažené na konstrukční prvky 46
- 2.2.4 Stavění s montážními prvky 47

2.3 Srubové stavby 50

- 2.3.1 Všeobecně 50
- 2.3.2 Další vývoj 51

2.4 Hrázďené stavby 54

- 2.4.1 Tradice a současnost 54
- 2.4.2 Konstrukční části 56
- 2.4.3 Míra sednutí 57

2.5 Baloon-Frame, Platform-Frame 60

- 2.5.1 Dva základní typy 60
- 2.5.2 Sloupkové stavby dnes 61

2.6 Rámové stavby 62

- 2.6.1 Všeobecně 62
- 2.6.2 Konstrukční části 64
- 2.6.3 Míra sednutí 65
- 2.6.4 Konstrukční struktura a skladba stěny 66
- 2.6.5 Statika 78
- 2.6.6 Nosná konstrukce 82

2.7 Skeletové stavby 86

- 2.7.1 Všeobecně 86
- 2.7.2 Konstrukční části 88
- 2.7.3 Struktura stavby 90
- 2.7.4 Druhy skeletových staveb 94
- 2.7.5 Statika 106
- 2.7.6 Nosná konstrukce a plášť budovy 108

3

Plášť budovy, stěny, stropy

Funkce, skladba vrstev, konstruování

2.8 Stavby z masivního dřeva 112

- 2.8.1 Všeobecně 112
- 2.8.2 Plné průřezy 114
- 2.8.3 Složené průřezy 128

2.9 Střešní nosná konstrukce 136

- 2.9.1 Všeobecně 136
- 2.9.2 Přehled nosných systémů 140
- 2.9.3 Krokrová střecha 142
- 2.9.4 Vaznicová střecha 146
- 2.9.5 Tradiční střešní stolice 150
- 2.9.6 Střešní vazníky, krokrové vazníky 152
- 2.9.7 Systémy vazníků s primární a sekundární nosnou konstrukcí 154
- 2.9.8 Statika, nosná konstrukce 156

2.10 Stropní nosná konstrukce 158

- 2.10.1 Všeobecně, přehled systémů 158
- 2.10.2 Statika, nosná konstrukce 160
- 2.10.3 Prováděcí detaily 164
- 2.10.4 Materiálově technické požadavky 170
- 2.10.5 Trámové stropy 172
- 2.10.6 Žebrové a skříňové stropy 174
- 2.10.7 Stropy z masivního dřeva: stropy z rostlého dřeva 176
- 2.10.8 Stropy z masivního dřeva: deskové, lepené stropy 178
- 2.10.9 Spřažené stropy ze dřeva a betonu 180

2.11 Vícepodlažní dřevěné stavby 182

- 2.11.1 Všeobecně 182
- 2.11.2 Návrh a konstrukce 184
- 2.11.3 Projektování nosné konstrukce 185
- 2.11.4 Chování s ohledem na sedání 194
- 2.11.5 Konstrukční řezy 198
- 2.11.6 Instalace 200
- 2.11.7 Výroba 200
- 2.11.8 Montáž 200

3.1 Základy, funkce a úkoly 202

- 3.1.1 Všeobecně 202
- 3.1.2 Plášť budovy 204
- 3.1.3 Funkce, úkoly a účinnost 208
- 3.1.4 Stavební standardy 222

3.2 Uspořádání a skladba 224

- 3.2.1 Všeobecně 224
- 3.2.2 Poloha vrstev konstrukčního prvku 225
- 3.2.3 Prostupy konstrukčním prvkem 228

3.3 Vnější stěny 234

- 3.3.1 Systémy vnějších stěn 234
- 3.3.2 Venkovní obklady 238
- 3.3.3 Vnitřní obklady 244

3.4 Šikmé střechy 246

- 3.4.1 Šikmé střechy bez tepelné izolace 246
- 3.4.2 Tepelně izolované šikmé střechy 246

3.5 Plochá střecha 254

- 3.5.1 Ploché střechy bez tepelné izolace 254
- 3.5.2 Tepelně izolované ploché střechy 255
- 3.5.3 Provádění tepelně izolovaných plochých střech 260
- 3.5.4 Sklony 261

3.6 Dělicí stěny budovy, vnitřní stěny 262

- 3.6.1 Úkoly 262
- 3.6.2 Zvuková izolace dělicích stěn 263
- 3.6.3 Přenosy vedlejšími cestami 265
- 3.6.4 Konstrukční návrhy 266

3.7 Mezipatrové stropy 270

- 3.7.1 Úkoly 270
- 3.7.2 Zvuková izolace dřevěných stropů 270
- 3.7.3 Přenosy vedlejšími cestami 275
- 3.7.4 Návrhy konstrukcí 275

4

Rámcové podmínky

Vlhkost dřeva, ochrana dřeva, protipožární ochrana

4.1 Vlhkost dřeva 286

- 4.1.1 Všeobecně 286
- 4.1.2 Požadavky 286
- 4.1.3 Správná vlhkost při zabudování 287

4.2 Ochrana dřeva 288

- 4.2.1 Ohrožení 288
- 4.2.2 Stavebně konstrukční ochrana dřeva 289
- 4.2.3 Povrchové ošetření a chemická ochrana dřeva 291
- 4.2.4 Nový vývoj ochrany dřeva 295

4.3 Protipožární ochrana 298

- 4.3.1 Protipožární ochrana při projektování 298
- 4.3.2 Základní pojmy 298
- 4.3.3 Požadavky 301
- 4.3.4 Konstrukce 306

5

Příloha

Kompetence/pravomoci, odkazy

5.1 Citovaná literatura, odborné instituce 310

5.2 Informace, posouzení výrobce 312

5.3 Předpisy, normy, katalogové listy, pracovní pomůcky 312

- 5.3.1 Švýcarsko 312
- 5.3.2 Německo 313
- 5.3.3 Evropské materiálové a výrobní normy 313

5.4 Doplnující literatura 313

5.5 Přehled obrázků 314

5.6 Znázorněné stavební objekty 315

1

Základy

ve vztahu k materiálu



1.1 Dřevo – přírodní konstrukční materiál s potenciálem

Stavět ze dřeva znamená projektovat, řešit a stavět s materiálem z přírody, který stále dorůstá. Okouzlení, které vychází z lesa, a respekt, který jeho stromy vzbuzují, se přenášejí na dřevo jako materiál.

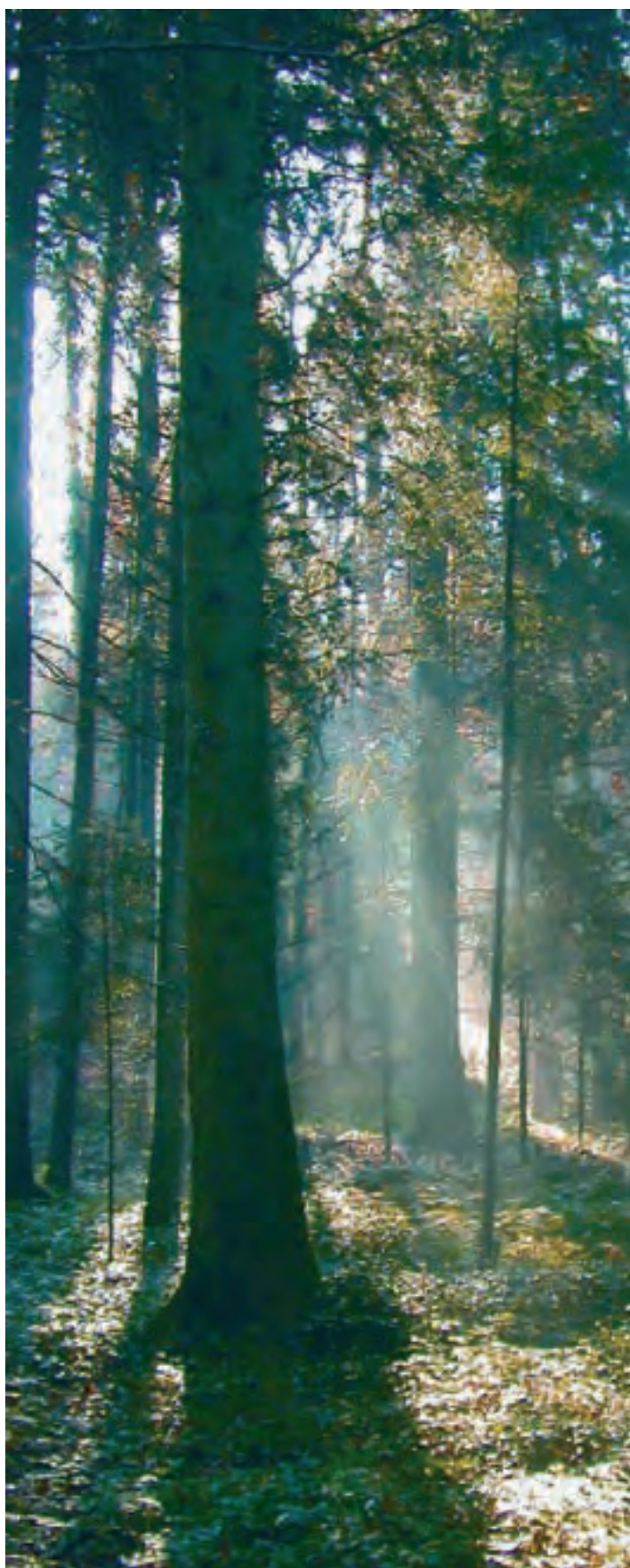
Průzkumy dokládají, že u dětí je dřevo ze všech stavebních materiálů v největší oblibě. Děti mají ze dřeva radost. Jaká kritéria jsou pro tyto sympatie skutečně směrodatná, lze stěží definitivně stanovit. Je to vzhled, vůně nebo struktura? Je to povrchová teplota nebo je to vlastnost přizpůsobovat se vlhkosti? Snad všechny tyto vlastnosti společně dávají dřevu jeho jedinečný charakter.

Architekti, stavitelé, řemeslníci a jejich zákazníci-investoři již po staletí staví se dřevem a tento stavební materiál a přírodní surovinu neustále nově používají, utvářejí a mění. Se dřevem se dá realizovat téměř všechno, od nábytku až po loď, od mlýnu až po dům. Dřevo poskytuje nezměrnou volnost pro navrhování a konstruování a umožňuje realizovat i neobvyklé představy. Žádný div, že četné nové konstrukční varianty vycházejí ze dřeva. Dřevo stanovuje trendy.

1.1.1 Pokrok má kořeny v tradici

Stavění a jeho technika jsou založeny na tradici a zkušenosti a závisí na různých podmínkách. Formy staveb a způsoby stavění jsou podmíněny zvyklostmi, klimatem a kulturními zvláštnostmi, především však závisí na dostupnosti stavebních materiálů, nástrojů a stavu stavební techniky. Do nepříliš vzdálené doby se stavělo téměř výhradně s lokálně dostupnými materiály. Co je s dnešními možnostmi přepravy běžné – celosvětová dostupnost téměř všech stavebních materiálů – bylo ještě před zhruba sto lety buď nemyslitelné, nemožné nebo nákladnou výjimkou.

Tradiční selské formy staveb nebo jednoduché účelové stavby živnostníků svědčí ještě dnes o těchto skutečnostech. Bylo nasnadě, že se ve skalnatých oblastech upřednostňoval přírodní kámen, v lesnatých krajinách se naproti tomu používalo dřevo, v planinách bez lesů hlína a v tropickém pralese rychle rostoucí lehké kmeny a rostliny, které jsou vhodné pro pletivo. V zemích oblasti Středozemního moře všeobecně převažují kamenné stavby, v les-



1.1

1.1 Lesy a stromy fascinují svou přirozenou silou

Obrázek na straně 9: Vysoká škola pro techniku a hospodářství Aalen, D



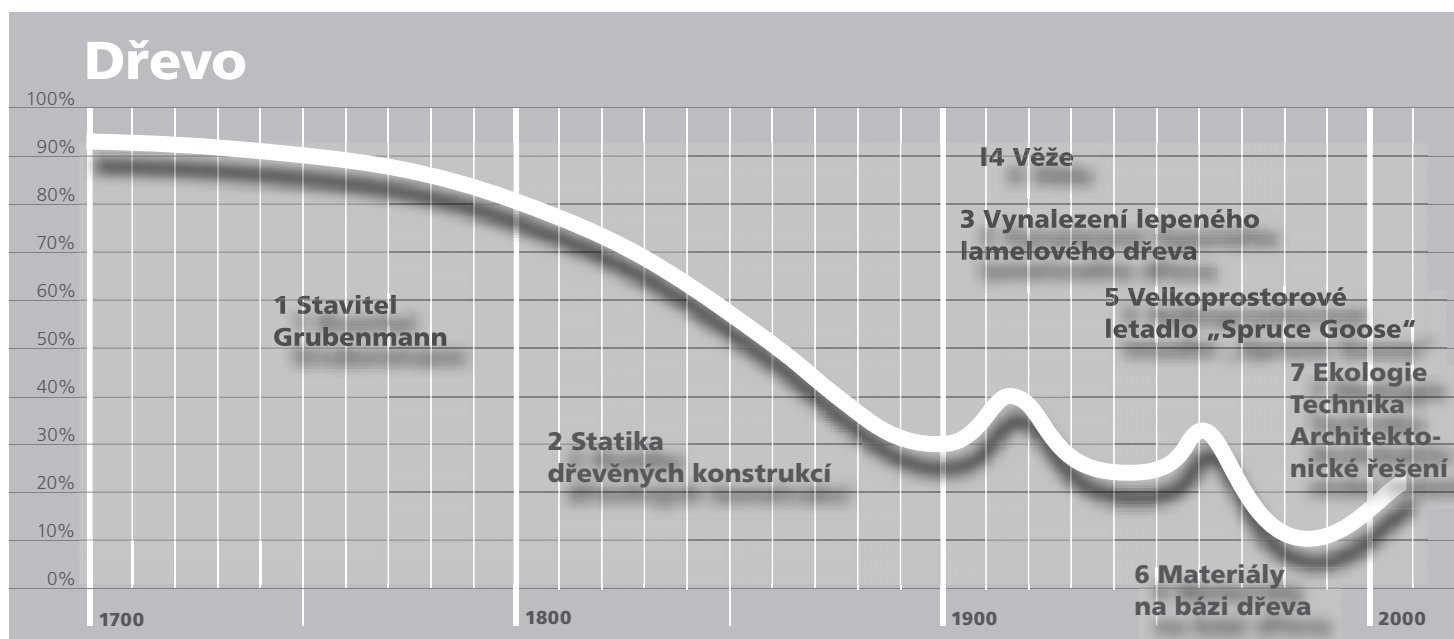
1.2

naté severní a střední Evropě dřevěné stavby. Industrializace v 19. století výrazně ovlivnila stavění a ovlivňuje ho dodnes. Vedla k novým metodám zpracování a stavění (železo, ocel, beton, plasty), jejichž vývoj byl navíc podporován výzkumem, vývojem a výukou. Byla umožněna cenově výhodná přeprava nových materiálů na velké vzdálenosti. Toto vše výrazně zatlačilo tradiční stavění. Ve stejném období došlo k rychlému přírůstku obyvatel ve městech. Souběžně s tím se rychle rozvinula technizace pracovních míst i domácností a došlo k novým a vyšším nárokům na hygienu a komfort bydlení.

Ve 20. století bylo dřevo požadováno zejména v období krize na konci dvacátých a začátku třicátých let a během obou světových válek 1914–1918 a 1939–1945. Omezené zdroje vedly k používání domácí a snadno dostupné stavební suroviny. Na začátku 21. století se dřevo stalo takovým konstrukčním materiálem, který odpovídá trendům vhodným pro stavební praxi. Po konzumní vlně padesátých až osmdesátých let následovalo období hledání podstatného. Zpomalený průběh hospodářského vývoje vedl k zjednodušení architektury i konstrukce a často k minima-

1.2 Dřevo poskytuje volnost pro navrhování a umožňuje tak ukázkovou architekturu. Obytný dům ve Stuttgartu, D

1.1 Dřevo – přírodní konstrukční materiál s potenciálem



1.3

lizovaným řešením. Současně výrazně vzrostly technické požadavky. Stavění úsporné na energii a příznivé pro životní prostředí má nicméně splňovat vysoké nároky obyvatel na komfort.

Novodobá kultura dřevěných staveb

Dnešní dřevěné stavby nemají už nic společného s historickými stavebními systémy, dřívějšími chatami nebo se stavěním pro sociálně slabší vrstvy. Také se neomezují na obytné domy nebo halové konstrukce. Nové je, že dřevěné stavby jsou úspěšné na základě komplexního technického vývoje a konstrukčních metod, ale také díky lepšímu porozumění pro samostatnou aktuální architekturu. Dřevěné stavby učinily skok od čisté řemeslné výroby k racionálním výrobním procesům v závodě, k efektivní industrializaci pomocí polotovarů a přesné a rychlé montáži na staveništi. Z tradičního tesařství se stal závod, který spojuje procesy projektování řízené počítačem s precizními nástroji řízenými robotem. Z dříve řemeslně vyráběných jednotlivých částí se staly konstrukční prvky s předem stanovenými požadavky a definovanou jakostí, které lze na staveništi v nejkratší době a rozměrově přesně spojovat do celku.

Přitom nelze podceňovat příspěvek architektů. Přední zástupci nové kultury dřevěných staveb přispěli k přirozenému (nekřečovitému) vztahu k přírodnímu konstrukčnímu materiálu. Pro ně se staly dřevěné konstrukce samozřejmostí a úspěšně je používají pro stavby, které odpovídají dnešním podmínkám. Nové pojetí staveb a nová kultura dřevěných staveb tak sjednocují konstrukci s návrhem, který je zaměřen na jednoduchá a současně efektivní řešení a pomáhá dnešním stavbám k novým dimenzím.

1.3 Používání dřeva a vývoj dřevěných konstrukcí od r. 1700 [1], [2]

- 1 Mosty velkých rozpětí a dřevěné konstrukce navržené stavitel Grubemannem
- 2 Nosné dřevěné konstrukce lze řešit pomocí statiky stavebních konstrukcí
- 3 Od r. 1906: Vývoj a patentování lepeného dřeva (Hetzerův konstrukční systém), dnešní název lepené lamelové dřevo

- 4 Jako příklad: Radiokomunikační věž ze dřeva v Erdinger Moos, Horní Bavorsko, D, 1932 až 1983, výška 150 m
- 5 „Spruce Goose“, velkoprostorové letadlo ze dřeva, jehož rozpětí křídel 97,5 m nebylo dodnes překonáno
- 6 Použití různých materiálů na bázi dřeva jako desek

- 7 Okolo r. 2000: Všeobecné vlivy na ekologii, techniku a navrhování vedou po poklesu konjunktury v druhé části 20. století ke zvýšenému používání dřeva



1.4

1.1.2 Dřevěné stavby

Programy pro podporování dřeva a dřevěných konstrukcí realizované během osmdesátých a devadesátých let přinášejí výsledky. Široce založený a propojený výzkum a vývoj vedl k výraznému pokroku. Nové materiály na bázi dřeva, moderní spojovací prostředky, racionální metody zpracování a efektivní zdvihadí a přepravní zařízení umožňují nové formy pro stavění se dřevem. Díky vzdělávacím programům pro podporu dřeva v různých evropských zemích a spolehlivým pomůckám pro projektanty a uživatele ve formě informačních, projekčních a výpočetních podkladů, výrazně vzrůstá kvalita dřevěných konstrukcí. Koordinované aktivity dřevařského průmyslu s ohledem na vývoj požárně bezpečnějších dře-

1.4 Současná srubová stavba. Školní budova a víceúčelové zařízení. St. Peter, CH



1.5

věných staveb vedly kromě toho ke změnám při vydání nových předpisů protipožární ochrany. Ještě asi před deseti lety byly větší dřevěné stavby výjimkou. Dnes zaznamenávají vícepodlažní nebo velkoobjemové dřevěné stavby i v hustě osídlených městských oblastech trvale vzestupný trend. U obytných domů je dřevo již po desetiletí v úspěšném kurzu. V oblasti nízkoenergetických a pasivních domů dřevěné stavby udávají směr. Moderní obytné domy jsou technicky vyzrálé a zcela odpovídají takovému obytnému standardu, který se v budoucnosti očekává.

Technický vývoj dřevěných staveb se prosadil také u vícepodlažních staveb. Kancelářské a administrativní budovy, domy pro více rodin nebo školy ze dřeva se staly vážnou alternativou k dosud převládajícím materiálům. Početné realizace to působivě ukazují. Racionálně lze typy dřevěných staveb podle normalizovaných předpisů a návrhů (podle definované osobní a věcné ochrany) provádět jako čtyř až šestipodlažní budovy. U vícepodlažních staveb je vedle požadavků na protipožární ochranu třeba uvážit také technické aspekty jako únosnost, stavební fyziku, zvukovou izolaci a ochranu proti povětrnosti. V dalších kapitolách jsou k tomu obsáhlé informace.

1.5 Moderní návrh fasády. Univerzitní klinika, Tübingen, D

1.1 Dřevo – přírodní konstrukční materiál s potenciálem



1.6



1.8



1.7

1.6 Vzhled nosné konstrukce ze dřeva, loděnice v Minneapolis, USA

1.7 Bezbariérové přechody zevnitř směrem ven. Obytný dům ve Stuttgartu, D

1.8 Výzkum a vývoj nových dřevěných konstrukcí, nosné chování, ETH Zürich, CH [3]



1.9



1.10



1.11

1.9 až 1.11 Dřevo v nosných konstrukcích, novodobá technologie i výraz nosných konstrukcí

1.9 Filigránská zakřivená nosná konstrukce obložená sklem. Zemské zastupitelství v Berlíně, D

1.1.3 Fasáda

Pro architektonický výraz budovy jsou společně s návrhem fasády rozhodující zelená plocha, tvar a velikost. Fasáda dává budově tvář, jejímu návrhu se meze téměř nekladou. Často se hledala závislost mezi nosnou konstrukcí a obkladem fasády: dřevěná stavba se měla i směrem ven ukázat jako dřevěná. To je dnes překonáno. Dřevěné stavby se obkládají i jinými materiály. Naopak stavba z pálených cihel nebo z betonu může mít fasádu ze dřeva. V rostoucí míře se používají kombinace, v nichž jsou nosné prvky skeletové stavby z oceli nebo ze železobetonu a stěny ohraničující prostor a plášť budovy jsou z dřevěných elementů s vysokou izolační schopností. Zásada, že chytrá konstrukce a volba materiálu vyhovují architektonicky náročnému návrhu, platí jako dříve. Pro nosnou konstrukci i pro dílce ohraničující prostor a pro plášť budovy se mají používat takové materiály, které nejlépe odpovídají základním požadavkům. Fasádu lze uvažovat ve značné míře nezávisle na konstrukčním systému nosné konstrukce. Proto je dále probírána nosná struktura a konstrukční struktura (část 2) nezávisle na skladbě vrstev pláště budovy a vnitřních konstrukčních prvků (část 3). Tímto způsobem může být nalezena ideální syntéza mezi nosnou konstrukcí a pláštěm. Úloha navrhnout optimální nosnou konstrukci a tuto nosnou konstrukci opatřit optimálním pláštěm (vnější stěny a střecha) a uvést ji do souladu s vnitřními stěnami a stropy, je tím ulehčena. Dřevo utváří po staletí zevnějšek staveb a staré stavby ukazují trvanlivost dřevěných fasád. V poslední době jsou obklady fasád ze dřeva u architektů a investorů opět oblíbené. Novodobé obklady se projevují pohledově zcela jinak než tradiční typy bednění. Různé druhy dřeva, povrchového opracování a úpravy rozměrů a tvaru průřezu umožňují velkou variabilitu při navrhování.

1.10 Velká dřevěná stavba školní budovy v Mirecourt, F

1.11 Trvalé zastřešení působivé velikostí a řešením, postavené pro Expo 2000 v Hannoveru, D

1.1 Dřevo – přírodní konstrukční materiál s potenciálem



1.13



1.14



1.15



1.16

1.12 až 1.16 Dřevěné fasády

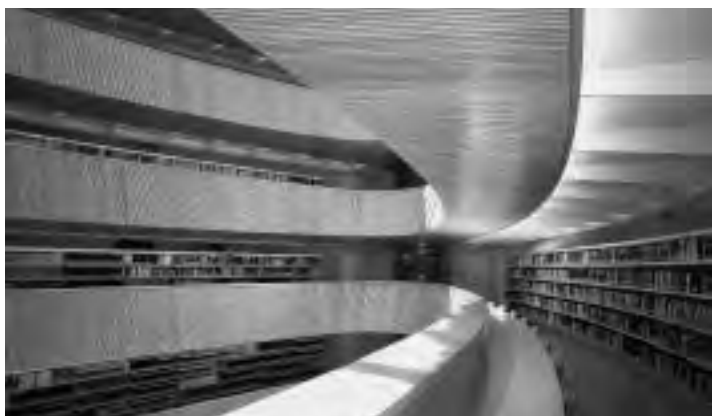
1.12 Průmyslová budova v Triengen, CH
1.13 Domov důchodců v Glarus, CH
1.14 Obytné sídliště v Arlesheim, CH
1.15 Výrobní hala v Böhlen, D
1.16 Administrativní budova v Sursee, CH



1.12



1.17



1.18



1.19



1.20

1.17 až 1.20 Dřevo v interiéru

1.17 Prostory vytvořené ze sádrových desek a desek na bázi dřeva
1.18 Masivní dřevo, druh javor, pro parapetní obklady a zakřivené obklady

1.1.4 Vnitřní výstavba

Vedle nosné konstrukce a fasády je třeba uvážit jako třetí komponent vnitřní výstavbu. Vnitřní výstavba má rozhodující vliv na zdraví obyvatel a uživatelů.

Interiér budovy podléhá módě a trendům. Od jednoduchého, téměř klinicky čistého návrhu, přes výrazné barvy až k více selské vnitřní výstavbě je všechno možné. Při použití v interiéru poskytuje dřevo ještě více volnosti než při řešení fasády, protože jsou k dispozici jiné technické požadavky. Pro interiérové konstrukce se používají ty dřeviny, které jsou pro tento účel speciálně vhodné. Kromě toho řada materiálů na bázi dřeva nabízí speciální efekty a povrchy.

S rozličnými druhy dřeva disponuje architekt, bytový architekt a truhlář jedinečnou paletou barev, struktur a tvarů. V zásadě platí: každá vnitřní konstrukce má svůj vlastní charakter neboť dřevo není nikdy stejné. Volba druhu dřeva je, vedle aspektů řešení a užití, v úzké spojitosti s ekologickými a etickými podněty. Dnes víme, že drancování lesů zejména v jižní polovině zeměkoule má zhoubné účinky. Na trhu jsou sice certifikované druhy tropických dřevin (např. PEFC, FSC), které se považují za nezávadné, avšak v trvale využívaných a obhospodařovaných lesích v naší lokalitě roste velké množství nejrůznějších druhů dřeva. Proto není jistě nesprávné zvolit dřevo pokud možno z bližšího regionu.

1.19 Vestavěné prvky z materiálů na bázi dřeva v kombinaci s viditelnou konstrukcí

1.20 Dřevěná konstrukce a interiéru plavecké haly

1.2 Ekologie, trvalé stavění

Dřevo je velmi účinný přírodní materiál a pozitivně ovlivňuje ekologický koloběh, který hraje vždy důležitou roli v souvislosti s naší živitelkou zemí. Je všeobecně známo, že je nutné starostlivě zacházet s přírodními zdroji, a zajistit tak trvalý vývoj pro budoucnost.

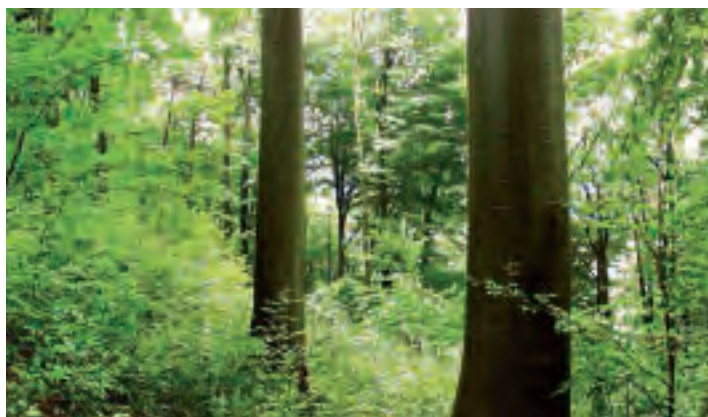
Pojem „trvalý vývoj“ se stal v posledních letech módním slovem, které se různě definuje a interpretuje. Princip trvalosti původně vychází ze středoevropského lesního hospodářství. Například ve Švýcarsku bylo v r. 1870 předepsáno pokácet v lesích pouze tolik dřeva, kolik ho přiroste. Tato zásada spotřebovat pouze tolik, aby pozemek neodebíral kapitál, se osvědčila nejen v dřevařském hospodářství, ale získala dnes význam v globálním myšlení. Princip trvalosti při stavbě a užívání budovy znamená spotřebovat pouze tolik zdrojů (materiál, energie, voda, vzduch, životní prostor apod.), kolik příroda může „doprodukovat“. Kdo staví se dřevem, poskytuje proto v zásadě již významný příspěvek. Kdo kromě toho navrhuje plášť budovy s masivní izolací, používá ekologicky snášenlivé doplňkové materiály, optimalizuje výrobní metody a přepravní a montážní podmínky, dostává se velmi blízko k cíli spotřebovat pouze tolik, kolik může příroda „doprodukovat“.

Dále jsou uvedena fakta ke koloběhu výrobku ze dřeva a jeho pozitivního vlivu na ekologii. Další informace lze získat v řadě publikací nebo odborných knih (např. [4] nebo v publikacích Informationsdienst Holz [5, 6]).

1.2.1 Dřevo – stavební materiál s ekologickými přednostmi

Pojem ekologie sestává z řeckých slov „oikos“ (= dům, domácnost) a „logos“ (= nauka, učení). Znamená tedy „nauka o domácnosti“. Ekologie je dílčí oblastí biologie a označuje vědu o vzájemném působení organismů a také o vzájemném působení mezi organismy a jejich neživým okolním prostředím.

Dřevo je pokládáno, jak bylo uvedeno, za ekologicky příznivý konstrukční materiál. Sledujeme-li jeho růst přesněji, vycházejí najevo překvapivé poznatky. Z vody, oxidu uhličitého (CO_2) a světla vznikají fotosyntézou sacharidy a pro člověka životně důležitý kyslík O_2 . Rosnoucí dřevo tedy váže fotosyntézou stromu oxid uhličitý, pokácené

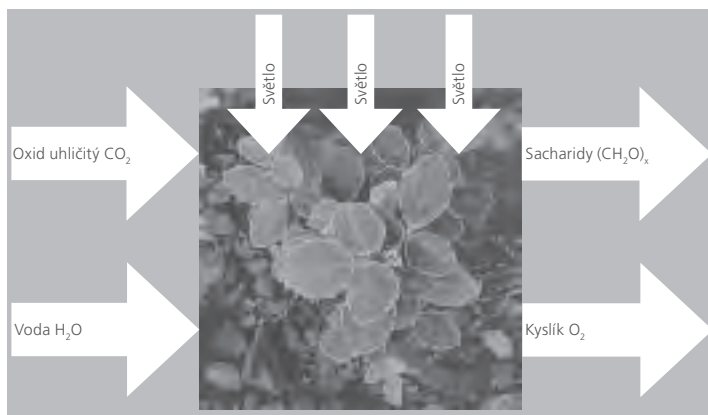


1.21

dřevo ho uchovává (váže). Předpokládá se, že oxid uhličitý má největší vliv na vznik skleníkového efektu. Používáním dřeva se z atmosféry odebere pro dobu životnosti výrobků příslušné množství oxidu uhličitého (obr. 1.22). Dřevěné výrobky s dlouhou životností jsou proto zvláště vhodné. K tomu přistupuje, že spalování dřeva je neutrální na oxid uhličitý a při technickém využití získaného tepla lze ušetřit fosilní zdroje energie. Například výhřevná hodnota jednoho kubického metru vysušeného bukového dřeva odpovídá asi 300 litrům topného oleje.

1.2.2 Koloběh a řetězec zpracování dřeva

Předpokladem pro trvalý vývoj je povědomí o koloběhu. Každý výrobek prochází svým vlastním životním cyklem. Koloběh dřeva obsahuje všechny stupně od růstu dřeva přes získání suroviny, zpracování a použití až po opětovné použití. Dřevo jako tradiční a obnovitelná surovina je znamenitě vhodné k poznání a vysvětlení trvalého vývoje a může tak působit jako příklad pro budoucí stavění.



1.22

1.21 Princip života z úroků pochází z lesního hospodářství

1.22 Fotosyntéza: z vody, oxidu uhličitého a světla vznikají sacharidy a kyslík

	Plocha lesů v % plochy země	Plocha lesů ha/obyvatele	Zásoba dřeva v lesích m³/ha	Přírůstek dřeva m³/ha/rok	Používání dřeva m³/ha/rok (v % přírůstku dřeva)	Spotřeba dřeva m³/rok./hlavu 2001
Německo	30 %	0,13	271	5,9	4,4 (= 75 %)	0,23
Rakousko	47 %	0,50	286	6,6	5,2 (= 79 %)	0,62
Francie	24 %	0,25	140	5,3	3,9 (= 74 %)	0,18
Itálie	22 %	0,15	169	4,1	1,8 (= 44 %)	0,10
Švýcarsko	31 %	0,18	354	9,2	5,1 (= 55 %)	0,21

1.23

1.2.2.1 Les – získávání suroviny

Les je výchozím bodem koloběhu dřeva. Vedle produkce dřeva plní nesčetné funkce, které jsou důležité pro naši společnost a její trvalý vývoj. Používání dřeva a lesní hospodářství ovlivňují kvalitu našich lesů a krajiny, tak i jakost dřevní suroviny.

Les může být označen v koloběhu dřeva jako kapitál a při správném zacházení také dává úroky. Ve Švýcarsku a v Německu je pokryto jehličnatými a listnatými lesy asi 31 % plochy, v Rakousku asi 47 %. Přírůstek dřeva ve Švýcarsku je 8 až 10 milionů krychlových metrů

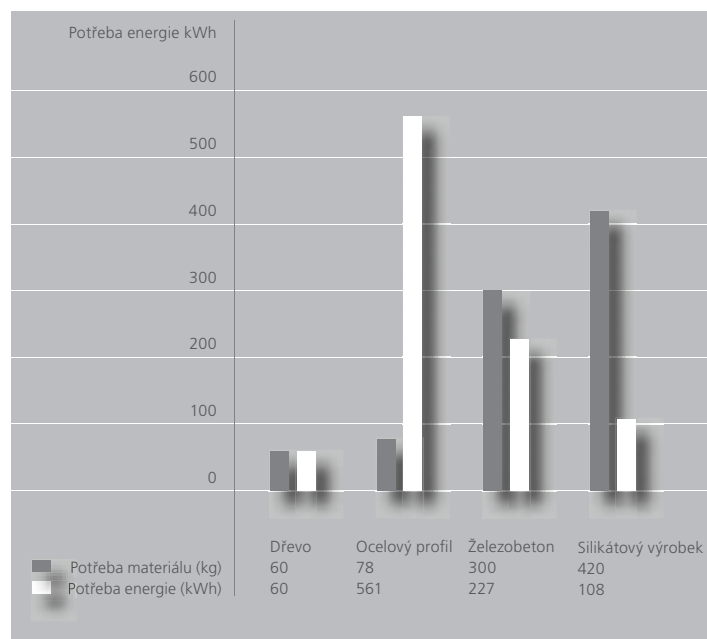
ročně. Nebo jinými slovy: každou sekundu přirůstá 0,30 krychlových metrů. To znamená, že každých 4 až 6 minut může vzniknout jeden dřevěný dům. Využití švýcarských lesů je však pouze asi 5 milionů krychlových metrů ročně, řekněme asi polovina teoretických možností.



1.24

1.23 Porovnání využití lesů a dřeva ve středoevropských zemích: Rakousko využívá svůj kapitál nejlépe [7, 8]

1.24 Pokácený strom lze zcela využít na cenné suroviny. Od jádra až po kůru



1.25

1.25 Porovnání potřeby energie na výrobu sloupu vysokého 3 m při stejném zatížení

1.2 Ekologie, trvalé stavění

1.2.2.2 Dřevo – zpracování suroviny

Dalšími kroky koloběhu dřeva jsou získání a zpracování dřeva. V této oblasti mají velký význam krátké přepravní cesty a regionální zpracovatelské závody. Opracování a zpracování dřeva tvoří základ dřevařského průmyslu. Předpokládá znalosti a zkušenost, lze ho provádět nejjednoduššími, ale i nejnovějšími průmyslovými prostředky.

Pokácený strom lze zcela zhodnotit. Vedle trámů, řeziva a dýh lze vyrábět materiály na bázi dřeva, buničinu, plasty, tříslvinu a barviva aj. Dřevo je konečně užitečné také jako zdroj energie. Surovina má nejenom jedinečné statické vlastnosti, ale vyznačuje se vedle vysoké tahové a tlakové pevnosti ve směru vláken také jedinečnými akustickými a tepelnými vlastnostmi.

1.2.2.3 Budovy a konstrukční prvky – výroba

Stavět a konstruovat se dřevem znamená proměnit přírodní surovinu na užitečný a pěkný výrobek. Technologické inovace a moderní materiály umožňují navrhovat náročné konstrukce a konstrukční prvky. Výsledkem je nová image při architektonickém řešení a návrhu. V začínajícím 21. století je mnoho důvodů pro provádění dřevěných staveb. Nejdůležitější argumenty: surovina neutrální s ohledem na oxid uhličitý je k dispozici ve velkém množství právě v této zemi; dřevo je přírodním produktem a současně materiálem teplým, zdravým, regulujícím vlhkost a s možností opětného zhodnocení; zpracování suroviny málo zatěžuje životní prostředí v porovnání s betonem, cihlami nebo ocelí; dřevěné stavby nevyžadují žádné ekologicky přítěžující materiály; výroba probíhá výlučně ekologicky hodnotným suchým postupem.

1.2.2.4 Použití – užívání

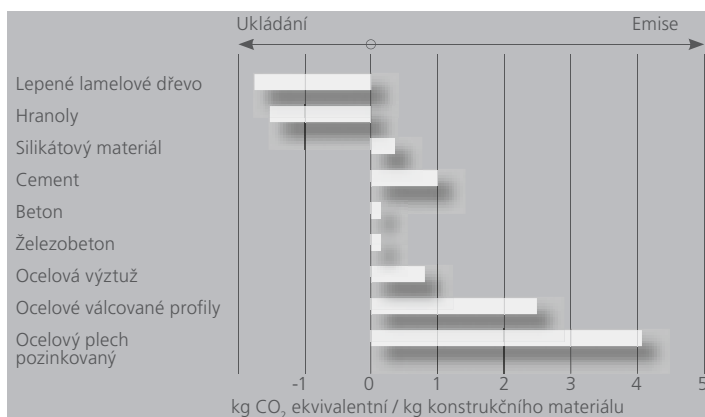
Mít domov a pracovat uspokojuje požadavky člověka. Nakolik může budova vyhovovat požadavkům uživatelů, závisí na architektonické a konstrukční kvalitě a na vybavení. Kvalita místnosti je pozitivně ovlivněna přírodními materiály jako je dřevo a nástavbami konstrukčních prvků promyšlenými z hlediska stavební fyziky. Řada uspořádání, barevných řešení a vůní, schopnost vyměňovat vlhkosti a teple působící povrchy dřeva ovlivňují společně příjemné a zdravé klima v místnosti.



1.26

Útulnost dále zajišťují dobře izolované pláště budovy, které jsou zpravidla zhotoveny z konstrukčních prvků ze dřeva. Vhodně izolované stěny a střechy na jedné straně zabraňují poklesu teploty na vnitřní straně konstrukčního prvku proti teplotě místnosti, na druhé straně mohou dobře izolované domy (nízkoenergetický, pasivní nebo nulový dům) vykazovat nízkou spotřebu energie. Šetří se během celé doby užívání budovy, což je v průměru asi 60 až 100 let (viz obr. 1.29 a 1.30).

Ekologicky hodnotný materiál dřevo poskytuje uživateli vedle uvedených předností nakonec také obytné a užité prostory bez škodlivých látek – celkem vzato pro člověka i pro zvířata stejnou měrou příjemné prostředí.



1.27

1.27 Porovnání emise kyslíčnicku uhličitého při výrobě různých konstrukčních materiálů. Při vzniku dřeva se kyslíčnick uhličitý ukládá. U všech ostatních materiálů je vydán do atmosféry [9]

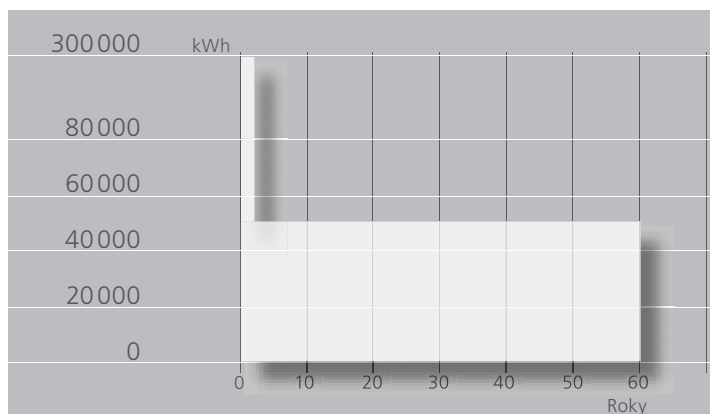
1.26 Palác I' Equilibre švýcarské zemské výstavy Expo 02 je působivým příkladem trvalosti

Po prvním použití (výstava) byla průchozí dřevěná konstrukce rozebrána a v Ženevě u Evropské organizace pro jaderný výzkum (CERN) znovu smontována a uvedena do nového provozu

1.28 Kvalita místnosti je ovlivněna architektonickou a konstrukční kvalitou a používáním přírodních materiálů



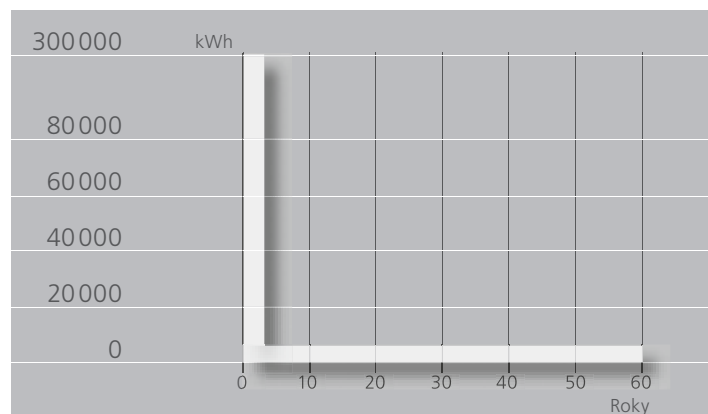
1.28



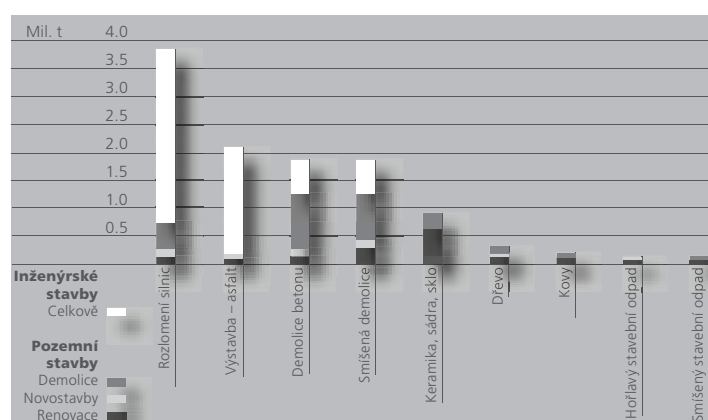
1.29

1.2.2.5 Opětné použití – regenerace

Každý výrobek má na konci svého životního cyklu končit v recyklovacím procesu. Dřevěné konstrukční prvky lze podle jejich použití také materiálově opětně použít. Tato forma kaskádového využití má být používána co nejdéle. Pokud již není materiálové použití účelné, mohou dřevěné prvky i nadále sloužit pro získávání energie. Přitom sice vydávají oxid uhličitý, ten je však dorůstajícím lesem opět přijímán. Koloběh oxidu uhličitého je tímto způsobem uzavřen. Odpad dřeva, které bylo upraveno nesnášenlivými materiály, musí být odborně zlikvidován ve spalovacích zařízeních. Dřevo v přírodním stavu lze však bez obav spálit, popel lze zlikvidovat jako běžný domovní odpad.



1.30



1.31

1.29 a 1.30 Lepší izolací budovy lze výrazně redukovat spotřebu energie na vytápění. Celková spotřeba energie (energie na výrobu a na spotřebu za 60 roků) se redukuje asi na 15 procent

1.29 Celkový požadavek energie (směrné hodnoty) špatně izolované budovy:

- užitná plocha 150 m²
- potřebná energie na výrobu 300 000 kWh
- roční požadavek (energie na vytápění) 50 000 kWh
- celková spotřeba energie za 60 roků 3 300 000 kWh

1.30 Celkový požadavek energie (směrné hodnoty) dobře izolované budovy:

- užitná plocha 150 m²
- potřebná energie na výrobu 300 000 kWh
- roční požadavek (energie na vytápění) 6 300 kWh
- celková spotřeba energie za 60 roků 678 000 kWh

1.31 Stavební odpady ve Švýcarsku [10]

1.3 Návrh a projektování

Dřevěné stavby jsou na základě své struktury určeny systémovou koncepcí. Tradiční systémy byly v průběhu posledních desetiletí doplněny a rozšířeny o systémy nové. Pokud před lety postačovalo rozlišovat tradiční systémy jako srubové stavby, hrázděné stavby a sloupové stavby a znát nové systémy rámové a skeletové stavby, dnes je třeba systémovou koncepcí rozšířit. Vedle systémů pro nosné konstrukce to platí právě tak pro plášť budovy, který se vlivem systémových řešení stal uzavřeným funkčním nosným prvkem, a dále také pro mezipatrové stropy nebo vnitřní dělicí stěny.

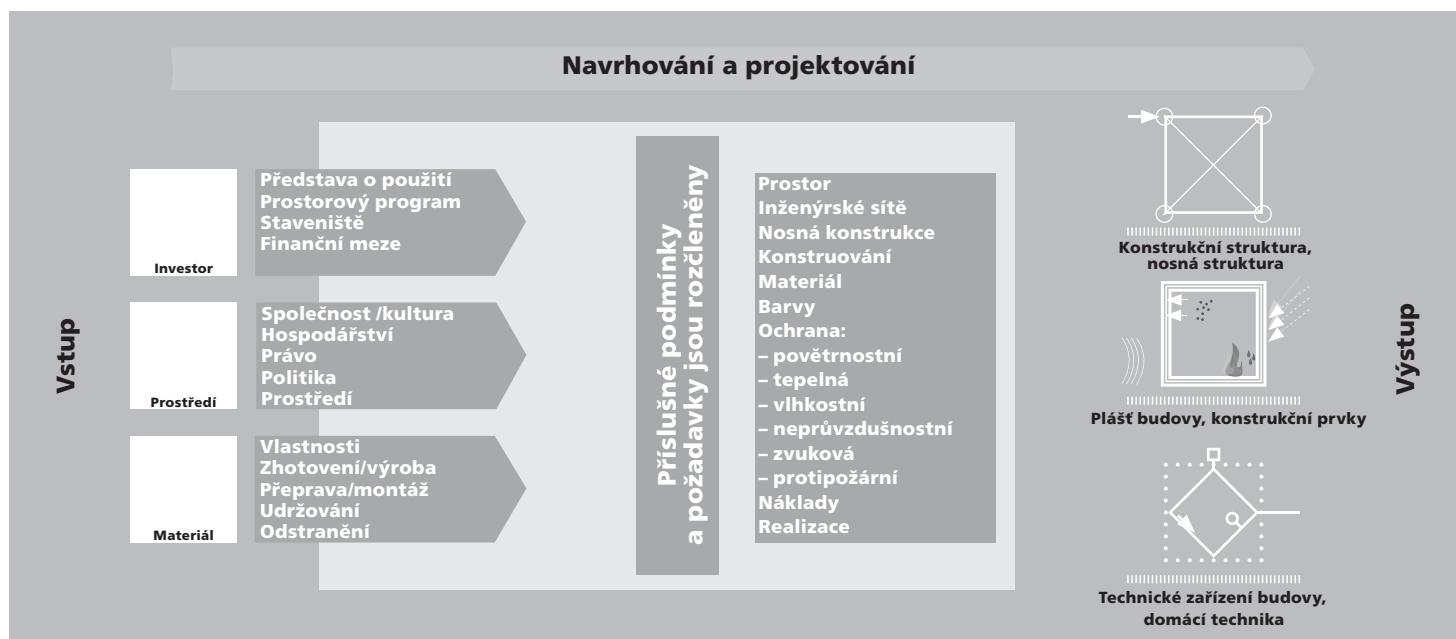
Pro architekty, inženýry a technické projektanty je rozhodující spojit tyto různé jednotlivé systémy do celkového konceptu vztahujícího se k objektu a zhotoveného na míru. Tato koncepční a projekční práce má být pomocí této knihy usnadněna. Proto jsou jednotlivé systémy znázorněny tak, že systémová koncepce je vyjádřena jak v jednotlivém konstrukčním prvku, tak i v celém systému stavby. Dřevěná stavba se tímto způsobem stává architektonicky konstrukční úlohou, která daleko přesahuje přes zvládnutí detailu. Správný detail musí spíše vycházet z konstrukčního systému, který je částí celkového návrhu stavby.

1.3.1 Návrh a projektování

Návrh

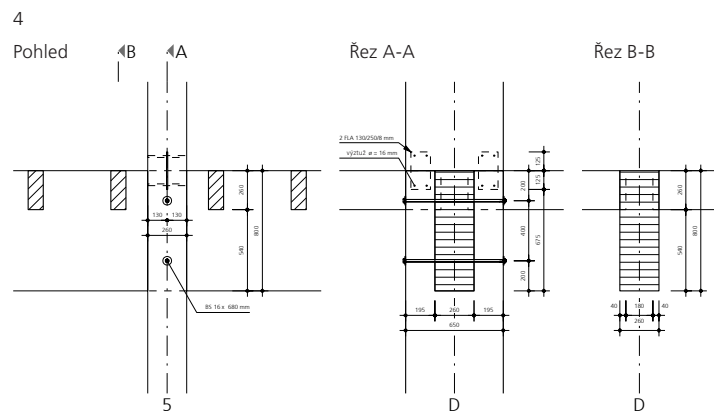
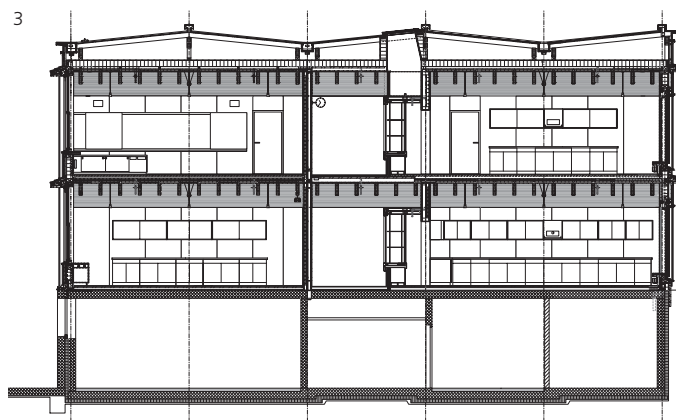
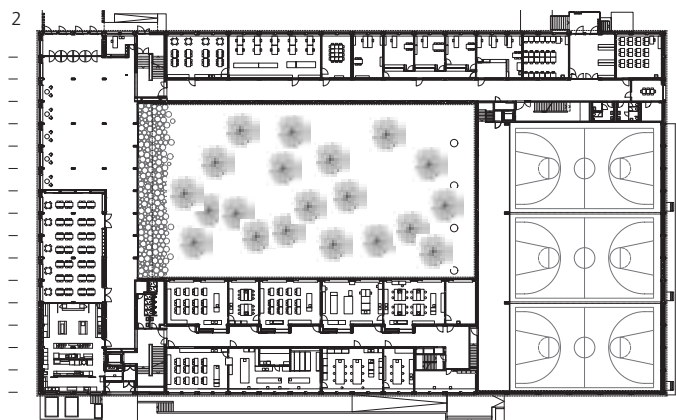
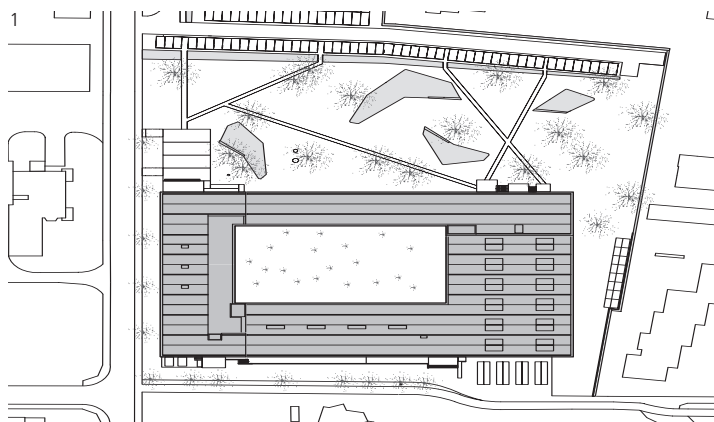
Stavění – buď se dřevem nebo s jinými konstrukčními materiály – je komplexní úlohou, která nepožaduje jednotlivé vědomosti, ale poznání souvislostí v oblasti vzájemných vztahů mezi různými požadavky. Již ve fázi návrhu musí být k dispozici koncepty, které na to berou ohled.

To platí pro projekt jako celek, pro situační plán a místo stavby, funkci a prostor, pro konstrukci a materiál. Shodují-li se koncepty v návrhu, budou zjednodušeny pozdější fáze navrhování, ale i provádění. Na *obrázku 1.32* jsou objasněny vzájemné vztahy mezi zvoleným systémem dřevěné stavby, vývojem stavebních a nosných struktur (včetně pláště stavby, konstrukčních prvků a technického vybavení budovy) a tvaru. Volba konstrukčních a nosných struktur (s pláštěm budovy a řešením konstrukčních prvků) je opět určena systémovými informacemi (otázkami materiálu a techniky, výroby, přepravy, montáže, ekologie a ochranných funkcí). Tyto vykazují podle systému dřevěné stavby rozdílné parametry.



1.32

1.32 Informace, podmínky a závislosti, které ovlivňují stavební návrh



1.33

1.33 Souvislost mezi návrhem a projektováním na příkladu školského zařízení:

- 1 Situační plán: obec
- 2 Půdorys přízemí: prostor, funkce, konstrukční struktura
- 3 Řez: nosná struktura
- 4 Detail: nosná konstrukce

Provedení, celkový pohled a fasáda: obrázky 1.34 až 1.36

Podle těchto úvah je návrh rozhodujícím základem pro úspěšnou dřevěnou stavbu. Již v této fázi se musí – kromě architektonických opatření – zvolit systém dřevěné stavby, který ovlivní volbu nosného systému. K tomu přistupují otázky protipožární ochrany, tepelné izolace, zvukové izolace, ochrany dřeva, neprůvzdušnosti a trvanlivosti i udržování, které je rovněž třeba systémově vyřešit. Rozumí se proto samo sebou, že u architektonických opatření není směřodátný samotný vzhled stavby.

Takové procesy při návrhu a provádění mohou probíhat rozdílně a v každém případě ponechávají volnost pro individuální řešení. Možný průběh je ukázán na příkladu větší dřevěné stavby sledem vyobrazení na *obrázku 1.33*. Již během projektování architekt hledal kontakt s projektanty nosné konstrukce a s nimi konzultoval návrh a volbu systému dřevěné stavby. Zapojení projektantů nosné konstrukce včas objasnilo styčnou plochu mezi návrhem a konstruováním. To zjednodušilo dílenské plánování i provádění a mimoto redukovalo náklady.

Znárodný příklad ukazuje jedno z řady možných řešení. Při jiném návrhu se může dřevěná stavba jevit zcela abstraktně, kubicky nebo plošně a vnější plášť fasády může působit stejnoměrně a homogenně. Také různé barvy a materiály pro obklady mohou utvářet dřevěnou stavbu z vnější i vnitřní strany. Nezávisle na tom platí: dobré projektování vyhovuje architektonickému řešení. Oboje, návrh i projektování, musí být od počátku v souladu.

1.3 Návrh a projektování

Projektování

Při projektování se představy návrhu přemění na jasně definované rozměry, vrstvy a jejich uspořádání a současně se stanoví spoje a detaily. Přitom se musí, jak bylo uvedeno, stále zvažovat vzájemný vztah mezi navrhováním a projektováním. Představy vznikají často z návrhu, proveditelnost se ukazuje při konstruování. Při projektování dostane stavba jasně struktury. U nosné konstrukce jde o to, aby vyhověla požadavkům vzhledem k únosnosti a použitelnosti. U stěn, střechy a stropů je třeba vedle statiky sladit a optimalizovat stavebně fyzikální a energetické požadavky na používání.

Důležitými podmínkami pro jednoduchá styčná místa mezi návrhem a projektováním jsou návrhy odpovídající dřevěné stavbě v půdorysu (rastrové rozměry) a v řezu (výšky poschodí) a z toho odvozené dodržování systémových výšek a rozměrů konstrukčních prvků. Větší konstrukční výšky pro stropy například vedou k jednodušším a hospodárnějším konstrukcím a současně poskytují prostor pro vedení instalací. V kapitole 2.1 „Stropní nosné konstrukce“ jsou uvedeny pro zatížení obytných staveb a pro zatížení kancelářských a administrativních budov směrné výšky systému. Právě tak rozměr rastru ovlivňuje nosný systém velké dřevěné budovy ve vztahu k rozměrům konstrukčních prvků a počtu styčníků.

Jako další pravidlo pro navrhování a projektování platí, že vrstvy konstrukčního prvku a funkční vrstvy v místech připojení stěna – podlaha a základ, stěna – stěna, stěna – strop a stěna – střecha musí být provedeny „beze spár“. Moderní navrhování a projektování proto vyžaduje vzájemný soulad koncepcí nebo systémů na stupni návrh a projektování pro tepelnou izolaci, protipožární ochranu, zvukovou izolaci, ochranu proti vlhkosti, neprůvzdušnost atd. Zručným návrhem půdorysu a řezu lze mimoto již při návrhu bezchybně realizovat požadavky na zvukovou izolaci a protipožární ochranu. Projektováním lze dále zdokonalit a optimalizovat architektonické, technické, ekonomické a ekologické podmínky. Významná jsou také kritéria trvanlivosti a udržování. Dobrá řešení vznikají z volby vhodného tvaru budovy, důkladně promyšlených konstrukcí a inteligentních detailů. K tomu přistupuje volba druhů dřeva a povrchové úpravy. Možná k tomu patří také opatření chemické ochrany.



1.34



1.35



1.36

1.34 až 1.36 Souvislost mezi navrhováním a projektováním na základě kritérií ochrana dřeva, trvanlivost a udržování na příkladě školy kantonu Wil, CH. Zda a jak fasáda zvětrá, je hlavní otázka a musí být zodpovězena na stupni návrhu

1.34 Celkový pohled
1.35 Fasáda: výřez
1.36 Fasáda: detail

Navrhování a projektování: obrázek 1.33

1.3.2 Plánování

Vzhledem k rostoucí průmyslové výrobě dřevěných staveb se mění časové průběhy pro určující rozhodnutí v procesech plánování architektů, inženýrů, projektantů a stavitelů. Co bylo dříve předmětem diskuse teprve na staveništi, musí být dnes stanoveno dlouho před vyrobením stěn, stropů a střechy. Na *obrázku 1.37* je ukázán průběh plánování, výroby a montáže v týdnech pro dřevěnou stavbu střední velikosti v porovnání s tradičním postupem, který se ještě často používá u zděných nebo betonových staveb.

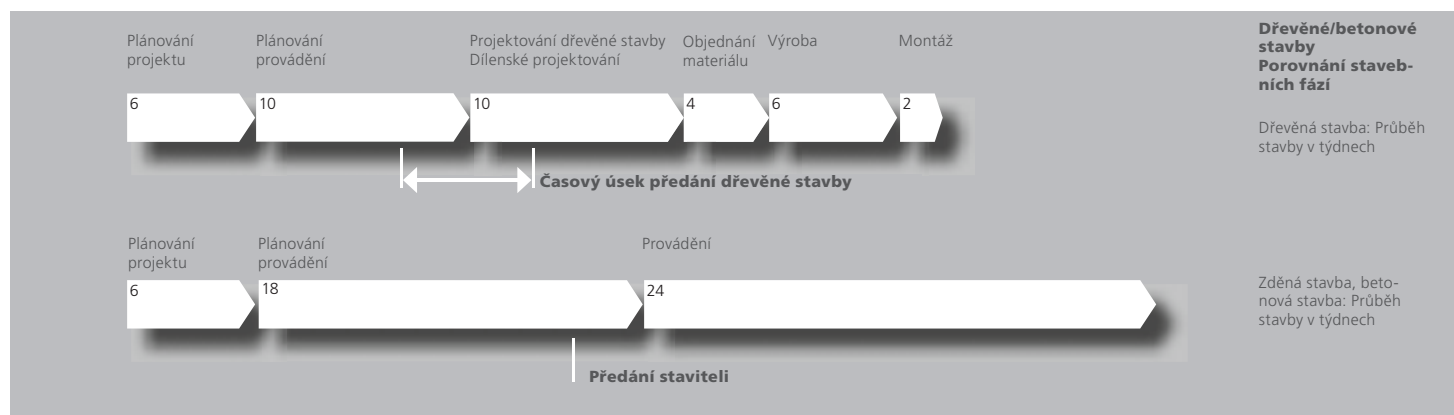
Odborně správné projektování, také při zahrnutí komplexního prováděcího a dílenského projektu, je předpokladem pro úspěšnou dřevěnou stavbu a vede k co největší bezpečnosti pro investora. Na staveništi se konstrukční prvky pouze sestaví. Tento postup napomáhá při správné realizaci uspořít náklady a čas.

Plánování projektu a provádění

Při plánování projektu se rozlišuje mezi úvodním projektem a projektem stavby. V prováděcím projektu se rozlišuje mezi architektonickým návrhem a projektem generálního projektanta, i projektováním dřevěné stavby a dílenskými výkresy projektanta nebo stavitele (*obr. 1.38 a 1.39*). U dřevěných staveb se projekt nosné konstrukce často slučuje s projektem dřevěné stavby a s dílenskými výkresy. To je zcela účelné, protože kompetence a odpovědnosti se dají jasné a jednoduše uspořádat a styčné plochy jsou redukovány. U dřevěné stavby nabývá navrhování dřevěné stavby a dílenské

výkresy – přednostně vyhotovené inženýrem dřevěných konstrukcí nebo projektantem dřevěné stavby – značného významu a často slouží také jako podklad k projektu instalací, nebo dalších stavebních prvků jako jsou např. okna, dveře apod. V prováděcích výkresech vyhotovených architektem musí být vedle kótování v půdorysu, řezech a detailech zejména koordinace všech konstrukčních prvků vzhledem k celé stavbě. Ve výkresech dřevěné stavby pak musí být údaje pro výrobu dřevěných prvků. Obsahy výkresů se přitom mohou vymezit zcela jinak. Prováděcí projekt architekta může být omezen na podrobnou koordinaci rozměrů a stanovení systémových náčrtů a návrhů, má však být úplný na stupni koncepce pro instalace, protipožární ochranu, zvukovou izolaci, tepelnou ochranu, neprůvzdušnost atd. a také s ohledem na architektonicky významné detaily.

Technická detailní řešení jsou v projektu dřevěné stavby. Ukazuje se ovšem, že styčný bod mezi prováděcím projektem architekta a projektem dřevěné stavby a dílenským výkresem někdy nelze jednoduše stanovit. Jsou zde potřebné jasné dohody, neboť existují nejrozumnější možnosti, jak například integrovat dveře a okna do stěn, nebo jak mohou být provedeny přípoje mezi dveřmi, okny a stěnami. Provedení a poloha stavebních prvků a přípojů mají značný vliv na architektonické řešení. Proto je potřebné jasné porozumění a dohoda, jakým způsobem má spolupráce probíhat a kdo za které otázky při plánování odpovídá. Na *obrázku 1.39* je jako doplnění *obrázku 1.38* (plánovací kroky) patrné možné přidělení podle plánovacích míst.



1.37

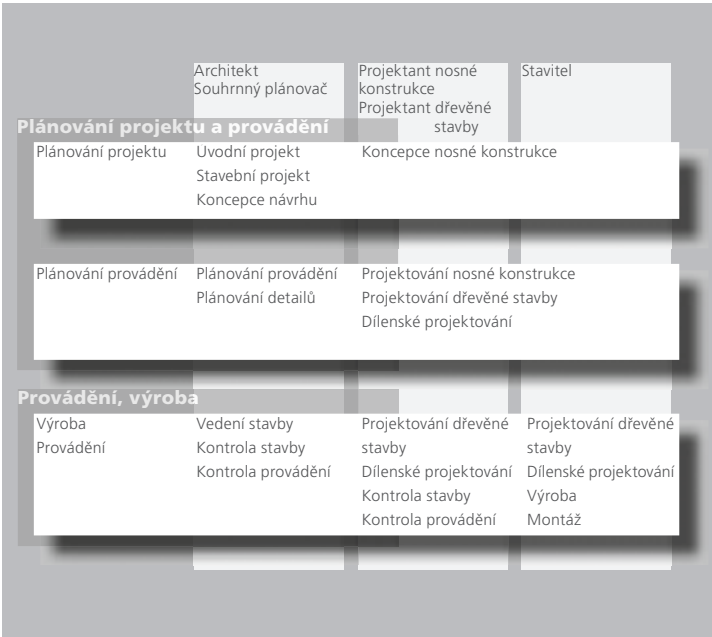
1.37 Možný časový průběh plánování, výroby a montáže v týdnech, pro dřevěnou stavbu střední velikosti v porovnání s tradičním postupem jako např. ve zděných nebo betonových stavbách

1.3 Návrh a projektování

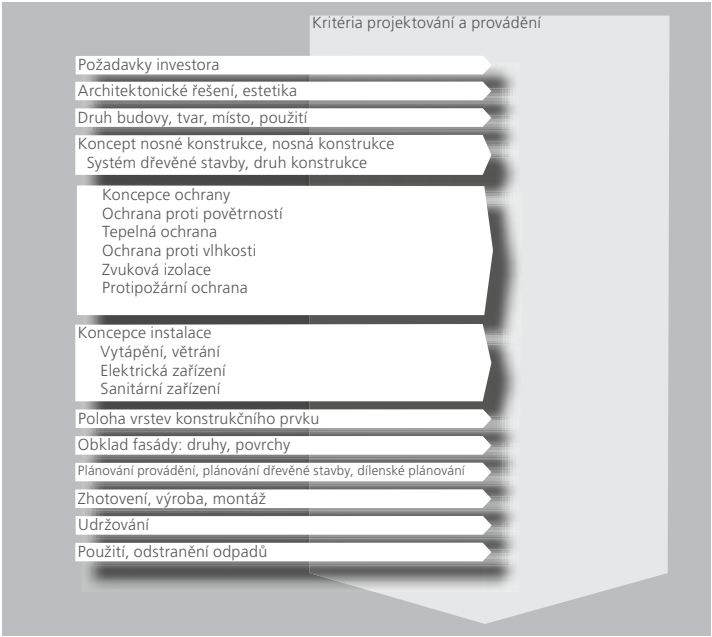


1.38

Na *obrázku 1.40* jsou ukázány závislosti a podmínky, které v zásadě ovlivňují celkovou stavební koncepci a během projektu musí být kontinuálně prověřovány a případně spojeny celkovým cílem. Podle zkušenosti je třeba tyto koncepční úvahy vytvořit již ve fázi návrhu a přípravy a ve fázi projektu je vždy ověřit.



1.39



1.40

1.38 Rozdělení podle projekčního a prováděcího plánování
Poznámka k terminologii: Ve Švýcarsku se používá termín „Holzbauingenieur“ (inženýr dřevěných konstrukcí), jinak pojem projektant nosné konstrukce. Výkresy nosné konstrukce nebo inženýrské výkresy jsou výkresy nosné konstrukce a přehledné výkresy, zatěžovací výkresy, konstrukční výkresy atd.

Plánování dřevěné stavby nebo dílenské plánování zahrnuje konstrukční, prováděcí a dílenské výkresy, výkresy prvků, výkresy drážek, montážní výkresy apod. V praxi se používá jak termín výkresy dřevěné stavby, tak i dílenské výkresy

1.39 Přidělení plánovacích kroků (podle 1.38) podle plánovacích míst. Výkresy dřevěné stavby i dílenské výkresy jsou vyhotoveny vzhledem k objektu podnikatelem nebo projektantem nosné konstrukce

1.40 Vlivy, kritéria a podmínky, které ovlivňují celkovou koncepci stavby a v celém procesu projektování od návrhu až po detaily musí být průběžně prověřovány a zdokonalovány

1.3.3 Průběh procesu

Stavební proces začíná představou stavby a formulací stavebního záměru. Až do dokončení stavby se všechny kroky musí plánovat v podrobném projektu organizace stavby a stanovit postup. Progressivní projektanti kromě toho přijmou v jejich plánování pro celý projekt a stavební fázi také jasné představy pro použití, udržování a odstranění stavby. Průběh procesu tak tvoří kruh (obr. 1.41).

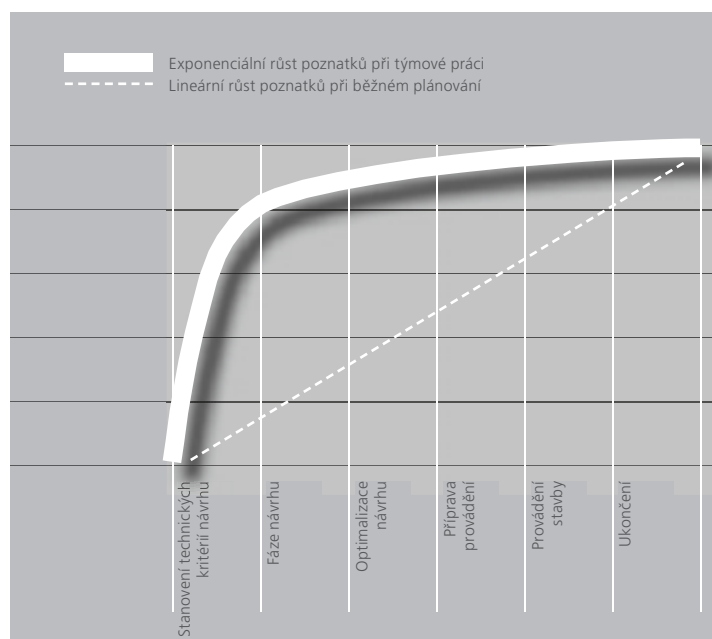
Projektování

Při projektování stavby má největší význam první fáze vzhledem ke kvalitě, nákladům a termínům. Jak je znázorněno na *obrázcích 1.42 a 1.43*, probíhá v počáteční fázi pomocí úzké týmové práce růst poznatků exponenciálně. V tomto období je také optimalizace nákladů mnohem efektivnější. Rozhodnutí provedená v pozdější době, která v extrémním případě vedou ke změnám na staveništi, jsou nevyhnutelně spojena s náklady, zvýšenou spotřebou času a často také s poklesem kvality.



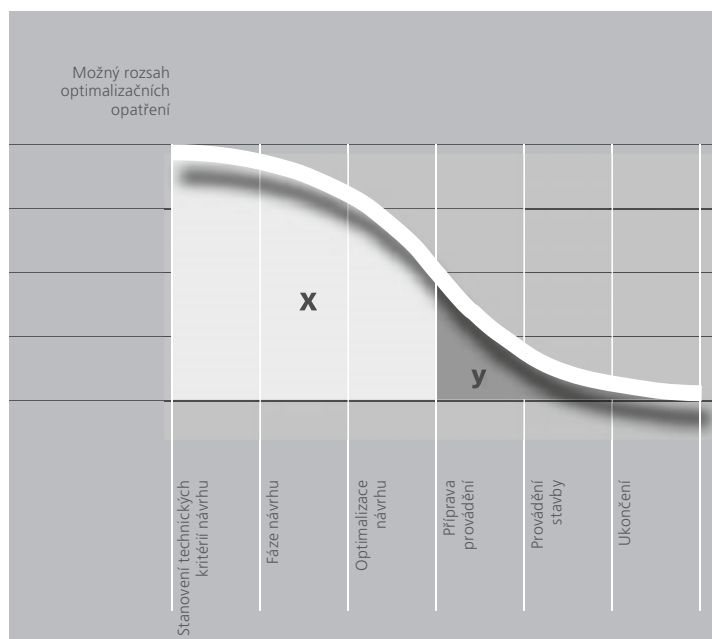
1.41

1.41 Životní cyklus budovy



1.42

1.42 Růst poznatků ve vztahu k fázím projektu [11]



1.43

1.43 Rozsah potenciálu úspory nákladů [11]
x – ve fázi plánování
y – ve fázi provádění

1.3 Návrh a projektování

U dřevěné stavby musí být prováděcí projekt architekta začleněn v brzké fázi do projektu dřevěné stavby. Výroba prvků v závodě vyžaduje předstih. Tento předstih lze plánovat tím lépe, čím dříve jsou stanoveny příslušné prováděcí detaily a styčné body.

Projektovní tým fungující jako elektrický obvod disponuje krátkými komunikačními cestami. Každý člen nese odpovědnost a nasazuje své znalosti pro optimalizaci celého projektu. Důležité je celkové vedení, které odpovídá za koordinaci, tok informací a spojení všech údajů do celku. Je středem otáčení a stěžejním bodem projektu.

Projektování pomocí počítače vstoupilo do řady oblastí architektury a provádění. Současně je zjednodušena komunikace pomocí elektronických medií. Při výrobě mohou být data dále zpracována a použita pro řízení strojů.

Provádění

V dřevěných stavbách se v rostoucí míře používají prefabrikované konstrukční prvky. To přináší mimo jiné výhodu hospodárné a kontrolovatelné výroby, nezávislé na počasí. Montáž je naproti tomu stále závislá na počasí. Jeho vliv je sice minimalizovaný krátkou dobou montáže, přesto se počasí musí uvážit. Konstrukční prvky ze dřeva se musí chránit před vlivy povětrnosti jako např. před srážkami, ale také před UV zářením. Příslušná opatření se musí uvážit v projektu a předpisech pro přepravu, mezisklad a montáž, ale také následně až do dokončení stavby. K tomu také patří dokonalá ochrana konstrukčních prvků před znečištěním nebo poškozením cizím zaviněním.

Užívání

Provedení se má ověřit podle předem vyhotoveného kontrolního plánu. Teprve po převzetí stavby může být tato předána do užívání. Musí se rovněž definovat udržování a provoz stavby. Díky periodickým kontrolám a udržovacím pracím může stavební objekt po řadu desetiletí plnit své funkce. Mezi funkční schopností a zachováním hodnoty a periodicitou intervalů udržování existují jasné prokazatelné vztahy.

Odstranění stavby

Plánované odstranění stavby bude v budoucnosti získávat na významu zejména vzhledem k nákladům a vlivům na životní prostředí u materiálů s obtížnou likvidací. Odstranění stavby se proto musí naplánovat již při stavbě. Dřevěné stavby k tomu poskytují dobré předpoklady.

Pracovní pomůcka pro členění plánování a provádění a pro stanovení jednotlivých pracovních kroků a definování jednotlivých procesů je uvedena na *obrázku 1.44*.

1.3.4 Zajištění jakosti

Integrovanou součástí obsáhlého stavebního procesu je u každého stavebního objektu zajištění jakosti (QS). Velká dřevěná stavba pro čtyřpatrovou administrativní budovu přirozeně vyžaduje jiné zajištění jakosti než dvoupodlažní obytný dům.

Průzkum ukázal, že prováděcí firmy nedosahují samy požadovaného cíle. Plánování a organizace projektu ovlivňují kvalitu stavebního záměru ještě více. Zajištění jakosti se proto musí zajistit pro všechny fáze projektu (od plánování až po použití). Je zaměřeno na všechny aktéry zúčastněné na stavebním procesu: na investory, úřady, odborníky pro projektování, až po plánování provádění a detailů i na prováděcí specialisty.

Dřevařské hospodářství dosáhlo v posledních letech velkého pokroku v bezpečnosti staveb – bylo k tomu na základě omezujících předpisů, zejména v protipožární ochraně, také donuceno. Naučilo se přes používání hořlavého konstrukčního materiálu stavět bezpečně a zejména ve Švýcarsku se postaralo o vybudování účinné kontroly jakosti.

Dokumentace Lignum „Stavby se dřevem – zajištění jakosti a protipožární ochrana“ z roku 2005 [12] rozděluje budovy podle použití a počtu podlaží a podle stupňů zajištění jakosti. Přitom je definováno, co je podle stupně zajištění jakosti potřebné a kdo je za to odpovědný. Používáním tohoto dokumentu je učiněn důležitý krok ke splnění požadavku na kontrolu jakosti, na který národní normativní dokumenty důrazně poukazují. Přitom je zřejmé: přísná kontrola jakosti neznamena vyšší náklady, ale vede přes celý stavební proces efektivně k požadované hladině spolehlivosti a dlouhodobě k vyšší hodnotě budovy.

Systém zajištění jakosti musí plnit tyto úlohy:

- stanovení standardů spolehlivosti vztažených k objektu při projektování a provádění,
- zajištění standardů spolehlivosti (např. nosného chování, protipožární ochrany, tepelné ochrany a ochrany proti vlhkosti, zvukové izolace atd.),
- zajištění a kontrola těchto standardů prostřednictvím kontinuální vlastní a externí kontroly,
- příprava pomůcek pro investory, projektanty a realizátory, pro zamezení chyb při používání předpisů a pro racionalizaci práce.

Při projektování budovy se musí systém zajištění jakosti plánovat. Na *obrázku 1.44* (průběh plánování včetně zajištění jakosti protipožární ochrany) je znázorněna příslušná předloha.

Důležité body, které přispívají k zajištění jakosti, jsou:

Projektování

Kompetentní odborní projektanti

Včasné zapojení kompetentních projektantů a inženýrů vede ke kvalitativně dobrým budovám.

Dohoda o užívání

Slouží projektantům jako základ pro realizaci požadovaného cíle použití a zajišťuje bezchybné porozumění mezi investorem, architektem, projektantem a prováděním.

Plánování termínů

Systémy dřevěných staveb se při plánování termínů odlišují od jiných staveb. Termíny je třeba dohodnout se zkušenými projektanty a podnikateli.

Zkušební a posudkový inženýr

U složitých budov, jako jsou vícepodlažní dřevěné domy, nebo u velkoobjemových velkých dřevěných staveb může být výhodné zapojení posudkového a zkušební inženýra. Pro pěti a šestipodlažní dřevěné stavby předepisují úřady na základě protipožárních předpisů ve Švýcarsku zapojení odborného inženýra jako kontrolního orgánu. V Německu je podle velikosti stavby třeba splnit předpisy ze stavebního práva a předložit stavebně technická posouzení.

Koordinace

Koordinace mezi zúčastněnými musí být jasně rozdělena. Styčné body se musí výrazně označit.

Plánování

Výkresy dřevěné stavby a dílenské výkresy se musí zhotovit podle architektonických plánů s koncepcemi pro instalace, protipožární ochranu, zvukovou izolaci atd. a architektonicky určených detailů a podle výkresů nosné konstrukce projektantů nosné konstrukce. Projekt dřevěné stavby a dílenské výkresy se mají zpracovat teprve po vyjasnění hlavních kroků a všech příslušných detailů. Po schválení výkresů dřevěné stavby a dílenských výkresů architektem nebo vedoucím projektu lze zahájit objednávání materiálů a výrobu. Pouze pomocí podrobného a obsažného plánování s možností archivace lze dosáhnout vysokou jakost provedení.

Výroba

Prohlídka výrobního závodu projektanty a stavebníkem umožňuje nahlédnutí do výroby konstrukčních prvků. Umožňuje dále kontrolu plánování a dovoluje zpětné vazby na představy stavebníka. Je možné prověřit použité materiály a existující výrobní podmínky. Výroba se musí provádět v přiměřeně zařízených závodech.

Montáž

Montáž je závislá na povětrnosti. Působení vlhkosti zhoršuje kvalitu konstrukčních prvků. V návrhu montáže musí být vhodnými ochrannými opatřeními vyloučeny negativní vlivy povětrnosti, ale také jiné možné cizí účinky nebo znečištění. Návrh montáže nutí realizátory, aby se předem zabývali postupem montáže, a má dopad na plánování. Klíčová místa v ohledu plánovitého a odborného provedení musí být odpovědnými pracovníky kontrolována.

Přejímka

Tak jako u běžných staveb je také u dřevěné stavby účelné bezprostředně po průběhu důležitých úseků stavby provést přejímku. Tato je dobrovolná, u určitých použití konstrukčních prvků a provedení také úředně nařízená. Výrobci produktů poskytují v rostoucí míře rozsáhlé služby, v nichž přejímají nejenom instruktáž řemeslníků na staveništi, ale také provedení prací přejímky.

Fáze procesu											
Projektování	Popis pracovních kroků	Stavebník (investor)	Architekt (celkový vedoucí)	Stavitel	Projektant dřevěné nosné konstrukce / specialista na lepené lamelové dřevo	Projektant nosné masivní stavby	Projektant HLKSE, stavební fyzika	Podnikatel dřevěné stavby	Úřad protipožární ochrany	Externí kontrolní orgán protipožární ochrany	
	Příprava										
	Představa, formulace času, užití	x									
	Přípravné práce	x	•								
	Plánovací studie										
	Studie realizovatelnosti dřevěné stavby		•		x						
	Předběžné objasnění protipožární ochrany, rozhodující je stupeň kontroly jakosti (QS)		•		x				•		
	Úvodní projekt										
	Projednávání nabídky a smlouvy s projektantem		x		•						
	Vypracování specifikace systému projektanta		x		•						
	Vypracování katalogu požadavků stavební konstrukce	•	x								
	Stanovení dohody o užívání	•	x		•	•					
	Návrh protipožární koncepce a koncepce kontroly jakosti (QS)	•	x		•						
	Vypracování koncepce nosného a konstrukčního systému		•		x						
	Předběžná statika a detaily systému		•		x	•					
	Návrh koncepce instalací HLKSE		•		•		x				
	Návrh prostorové akustiky a koncepce zvukové izolace		•				x				
	Odhad nákladů		x		•	•	•				
	Organizace plánovačů projektu (termíny, informace)	•	•	x	•	•	•				
	Návrh plánu pro kontrolu a udržování		x	•	•	•					
	Zadání stavby a žádost o povolení stavby	x	•		•				x	•	
	Projekt										
	Definitivní koncepce protipožární ochrany		•			x					
	Přepracování plánu pro kontrolu a udržování	•	x		•	•					
	Definitivní detaily systému (okna, překlady, žaluzie)		x		•						
	Definitivní koncepce instalací		•		•		x				
	Statické výpočty nosného systému					x	x				
	Definitivní koncepce prostorové akustiky a zvukové izolace							x			
	Stavební výkresy dřevěné stavby					x					
	Vypracování kontrolního plánu pro výrobu a montáž		•	•	•	x	•				
	Provizorní plánování termínů	•	•		x	•	•				
	Veřejná soutěž										
	Konstrukční výkresy pro veřejnou soutěž				x						
	Výběrové řízení dřevěné stavby a prospekty		•		x						
	Vypracování kritérií způsobilosti a zakázky	•	•	•	x						
	Předběžné stanovení uchazečů o zakázku	•	•	x	•						
	Shromáždění nabídek		•	x				•			
	Výpočetní kontrola nabídek		•	x	•						
	Technická kontrola nabídek		•		x						
	Rozhovory s podnikateli a posouzení nabídek	•	•	x	•			•			
	Udělení zakázky	•	•	x	•			•			
	Prováděcí projekt										
	Materiály, podrobné plánování, posouzení konstrukční prvků	•	•		x						
	Koordinace technického vybavení budovy		x	•	•	•	•				
	Dílenský plán dřevěné stavby	•		•	•			x			
	Konečná kontrola prováděcích plánů a odsouhlasení							•		x	
	Protokoly a kontrolní seznamy na úřady a investorovi	•	•						•	x	
	Plánování termínů provádění a kontrol		•	x	•	•	•	•	•	•	
	Jednání s partnery projektu		•	x	•	•	•	•			
	Zadání stavby							x			
	Vedení stavby a kontroly										
	Všeobecná kontrola provádění	•		x							
	Dílenské a staveništní interní kontroly podle plánu				•	x	•		x		
	Dílenské a staveništní externí kontroly podle plánu				•		•		•		
	Instrukce firmám pro vnitřní výstavbu			x		•				x	
	Konečná kontrola protipožární ochrany a protokol pro úřady								•	x	
	Kolaudace stavby z hlediska protipožární ochrany a uvolnění do používání								•	x	
	Celková kolaudace		•	x	•				•		
	Kontrola rozsahu jednotkových cen		•			x			•		
	Dokumentace stavby										
	Předání dohod o užívání a definitivního plánu pro kontrolu a udržování		x		•						
Instrukce investorovi o technické údržbě	•	•	x					•			
Archivace stavebních spisů		x		•							
Konečné jednání s partnery projektu	•	•	x	•	•	•	•	•			
Konečná kontrola											
Kontrola garančních prací		•	x								
Konečná kontrola	•		x								
Užívání	Užívání budovy										
	Správa a udržování podle plánu pro kontrolu a udržování	x									
	Periodické kontroly podle užívání budovy	x	•	•					•		
	Odstranění stavby										

Příklad průběhu plánování u (většího) projektu dřevěné stavby. Funkční a pracovní kroky se vztahují na dřevěnou stavbu.

Zúčastněná místa:

x odpovědný

• zúčastněný

Díky takové přejímce dostává stavebník nejenom garanci za výrobek a použití. Přejímka kromě toho zajišťuje, že jak materiál, tak i zpracování jsou v souladu. Lze také ověřit jednotlivé ochranné funkce jako zvukovou izolaci nebo neprůvzdušnost měřením na stavbě. Pro přezkoušení neprůvzdušnosti a tepelné izolace jsou k dispozici technické pomůcky. Pomocí termografických záznamů nebo měřením neprůvzdušnosti lze v hrubé stavbě nebo v hotové stavbě provést zkoušky dřív, než je budova předána investorovi. Tím je ještě možnost realizovat případná vylepšení. Zejména u větších objektů, jako jsou školy nebo bytové domy pro více rodin apod., jsou zkoušky součástí zakázky a v souladu s tím důležitým nástrojem zajištění jakosti.

V této souvislosti je ovšem třeba konstatovat, že otázku jakosti nelze při přejímce zodpovědět. Zda stavba vyhovuje na ni kladeným požadavkům, je patrné již z výkresů. Kontrolní měření, možná vysoké neprůvzdušnosti nevyhnutelně požadované u izolovaných staveb, nemohou přinést uspokojivý výsledek, pokud již projektování bylo chybné. Pokud jsou koncepce a systémy v návrhu, v projektu a provádění správné a řemeslně správně realizovány, jsou dřevěné stavby absolutně těsné a vyžadují kontrolní měření pouze ve výjimečných případech.

Závěr, užívání

Konečná dokumentace se všemi plány, zejména také se sledovanými výkresy dřevěné stavby a dílenskými výkresy, poskytne stavebníkovi nepostradatelnou příručku o jeho stavbě. K předání stavby provozovateli nebo uživateli patří také instrukce, jak budovu používat a udržovat a jak a v jakých časových intervalech je třeba kontrolovat nejdůležitější části jako nosnou konstrukci, plášť budovy atd.

Dohoda o používání, kontrolní a udržovací plány, prováděcí výkresy, ale také výkresy dřevěné stavby a dílenské výkresy jsou důležité dokumenty a základ pro změny nebo rozšíření během užívání trvajícího po desetiletí.

1.4 Materiál

1.4.1 Druhy dřeva

Pro nosné konstrukce se používají převážně tyto domácí druhy dřeva:

Jehličnaté druhy dřeva

- smrk (červená jedle)
- jedle (bílá jedle)
- borovice
- modřín
- douglaska

Největší podíl konstrukčního dřeva představuje smrk a jedle. Mezi druhy dřeva se smrk a jedle v běžném sortimentu nerozlišuje.

Listnaté druhy dřeva

- dub (dub zimní, dub letní)
- buk (červený buk, buk obecný)
- kaštan jedlý

Dub a buk se zpravidla používají pro dřevěné polštáře (prahy), hmoždíky, klíny a jiné vysoce namáhané speciální konstrukční prvky. Dubové dřevo se také používá pro konstrukční prvky, které musí vykazovat zvýšenou odolnost vůči vlhkosti.



1.45



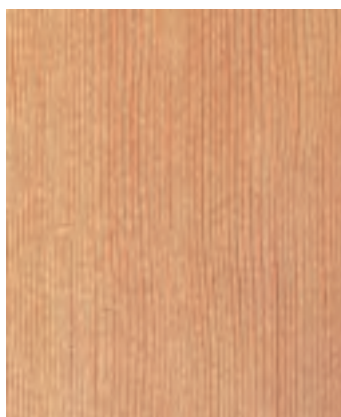
1.46



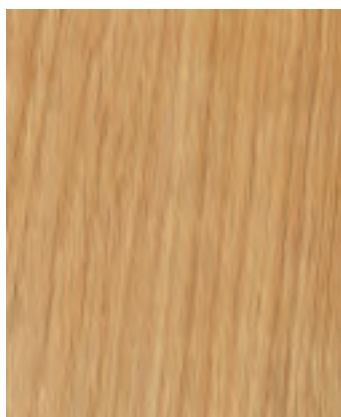
1.47



1.48



1.49



1.50



1.51



1.52

1.45 až 1.49 Jehličnaté druhy dřeva
1.45 Smrk
1.46 Jedle
1.47 Borovice
1.48 Modřín
1.49 Douglaska

1.50 až 1.52 Listnaté druhy dřeva
1.50 Dub
1.51 Buk
1.52 Jedlý kaštan