



Ministerstvo
zemědělství

Využití dřeva ve stavebních zakázkách

Jak na dřevostavby?



Metodika k podpoře využití dřeva ve veřejných zakázkách

Využití dřeva ve stavebních zakázkách – Jak na dřevostavby?

Metodika k podpoře využití dřeva ve veřejných zakázkách

Zpracovatel:

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

České vysoké učení technické v Praze

Třinecká 1024, 273 43 Buštěhrad

www.uceeb.cz

Laboratoř udržitelné výstavby

Autoři: Ing. Jan Růžička, Ph.D., Ing. Julie Železná, Ph.D., Ing. arch. Licia Felicioni, Ph.D.,

Vydalo Ministerstvo zemědělství

Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

www.mze.gov.cz

info@mze.gov.cz

ISBN 978-80-7434-861-7

Praha 2026

Obsah

Úvod	2
1. Dřevo a udržitelná výstavba	3
1.1 Co je udržitelná výstavba	3
1.2 Význam dřeva a přírodních obnovitelných materiálů pro udržitelnou výstavbu	3
1.3 Životní cyklus staveb a jeho posuzování	4
1.4 Uhlíková stopa dřeva a stavebních materiálů na jeho bázi	5
2. Komplexní kvalita staveb	6
2.1 Architektonická kvalita staveb	6
2.2 Technická kvalita staveb	7
2.3 Nástroje hodnocení komplexní kvality budov a SBToolCZ	10
3. Dřevostavby a konstrukce na bázi dřeva	12
3.1 Přínosy a rizika dřevostaveb a konstrukcí na bázi dřeva	12
3.2 Co je dřevostavba a co je konstrukce na bázi dřeva	13
3.3 Trh dřevostaveb a množství dřeva ve stavbách	14
3.4 Množství dřeva ve stavbách	15
3.5 Konstrukční systémy dřevostaveb	16
3.6 Konstrukce, prvky a materiály na bázi dřeva ve stavbách	18
4. Dřevostavby a jak na to?	20
4.1 Příprava projektu a tvorba zadání	21
4.2 Návrh stavby, studie technického řešení, projekt	24
4.3 Proces výstavby	27
4.4 Uvedení stavby do provozu a užívání stavby	27
5. Příklady dřevostaveb a materiálově kombinovaných staveb s využitím dřeva a dalších přírodních materiálů	29
5.1 Dřevo pro drobné stavby a infrastrukturu	29
5.2 Administrativní budova Lesní správy Hořice	30
5.3 Pasivní administrativní budova BUDEX HUB	31
5.4 Střední škola COTH Českobrodská – obnova budovy	32
5.5 Budova UCEEB – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT	33
5.6 Nástavba ZŠ a MŠ Oty Pavla v Buštěhradě	34
5.7 Jahodárna Vraňany	35
Závěrečné slovo	36
Literatura a zdroje	36

Úvod

Cílem této publikace je poskytnout veřejným zadavatelům, provozovatelům budov, institucím i soukromým investorům návod a inspiraci, jak v rámci připravovaných investičních záměrů zohlednit využití dřeva a dalších přírodních materiálů s cílem snížit negativní dopady výstavby na životní prostředí.

Každý investiční záměr, ať již stavba nové budovy, dílčí stavební úprava, nástavba, přístavba, dostavba nebo renovace stávající stavby nebo její části, je příležitostí uplatnit principy udržitelné výstavby v praxi a tím přispět ke kvalitnějšímu životnímu prostředí. Stavebnictví je specifické tím, že operuje s obrovským množstvím materiálu a tím je jeho význam z hlediska environmentálních dopadů značný. S budovami, jejich výstavbou a provozem, ale i s koncem jejich životního cyklu je spojováno až 40 % veškeré vyrobené energie a tím i produkce emisí skleníkových plynů. Proto jakékoliv opatření, které dokáže snížit tyto negativní vlivy, má svůj význam.

Dřevo a další přírodní obnovitelné materiály jsou se snižováním negativního dopadu staveb na životní prostředí logicky spojovány. Je ale třeba vnímat budovy v širším kontextu, jejich kvalitu je třeba vnímat nejen z technického, ale i z hlediska architektonického a provozního. Pouze stavby, které tyto principy komplexní kvality naplňují, je možné skutečně považovat za udržitelné. Přitom realizace stavebního záměru je složitý a časově náročný proces zohledňující široké spektrum požadavků. Orientovat se v tomto procesu a zároveň orientovat se v široké nabídce materiálových a technologických řešení je nesmírně obtížné. Tato publikace by měla napomoci v základní orientaci v technologických možnostech využití dřeva v současném stavebnictví a architektuře a zároveň jednoduše popsat celý proces přípravy stavebního projektu a tvorby celkové koncepce.

Cílem mají být budovy architektonicky a provozně kvalitní, udržitelné, zajišťující kvalitní vnitřní prostředí s minimem energie, budovy cenově dostupné. Dřevo, konstrukce a materiály na jeho bázi pak mohou k naplňování těchto požadavků významným způsobem přispět. Tato publikace má být zároveň inspirací k možným způsobům využití dřeva a dalších přírodních obnovitelných materiálů v souladu s principy udržitelné výstavby. Pokud Vám tato brožura v tomto procesu pomůže, splní svůj účel.

Za tým autorů

Jan Růžička

1. Dřevo a udržitelná výstavba

1.1 Co je udržitelná výstavba

Udržitelná výstavba je definována na základě principů udržitelného rozvoje a představuje takové nastavení stavebního sektoru, které bude pozitivně ovlivňovat společnost. Udržitelná výstavba představuje v oblasti architektury a stavitelství obor s nejširším záběrem, integruje požadavky urbanismu, architektury a všech oborů stavebnictví, má přesah do socioekonomických a kulturních témat společnosti, má globální přesah a uplatňuje se v různých formách v regionech s různým sociálně ekonomickým i kulturním backgroundem.

Udržitelná výstavba stojí na třech základních pilířích a ovlivňuje společnost ve třech základních oblastech:

- **Environmentální oblast** – posuzuje negativní dopad staveb a jejich provozu na životní prostředí v celém jejich životním cyklu, tj. při výstavbě, provozu i po skončení životnosti,
- **Sociální a kulturní oblast** – posuzuje kvalitu vnitřního prostředí budov, architektonickou i provozní kvalitu, flexibilitu a variabilitu a hodnotí i širší sociální dopady na jednotlivce i komunitu a zároveň hodnotí i kulturní kontext, např. z pohledu kulturního dědictví, památkové péče atd.,
- **Ekonomika a management** – hodnotí pozitivní dopady výstavby do místní i národní ekonomiky, zabývá se efektivitou provozu budov i úrovní zapojení uživatelů i komunit v jednotlivých fázích stavebního projektu.

Udržitelná výstavba představuje v současnosti jediný koncept stavebnictví, který umožňuje naplňovat potřeby zadavatele a zároveň minimalizovat negativní dopady výstavby na životní prostředí.

Definice trvale udržitelného rozvoje [1]: Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní potřeby, a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystému.

1.2 Význam dřeva a přírodních obnovitelných materiálů pro udržitelnou výstavbu

Stavebnictví je specifické zpracováváním velkého množství materiálů. Význam dřeva a dalších materiálů z obnovitelných zdrojů z pohledu udržitelné výstavby je zejména v těchto oblastech:

- Náhrada neobnovitelných materiálů ve stavebnictví,
- Efektivnější řešení na konci životního cyklu,
- V některých případech i nižší tzv. uhlíková stopa.

Ve stavebnictví se využívá obrovské množství materiálů z neobnovitelných zdrojů. Jedná se např. o suroviny pro výrobu konstrukčních materiálů (beton, zdivo, malty a lepidla), pro výrobu izolací tepelných i proti spodní i srážkové vodě, suroviny pro výrobu kompletačních konstrukcí i technických systémů v budově atd. **Dřevo a další přírodní obnovitelné materiály mohou v řadě případů plnohodnotně nahradit materiály neobnovitelné** a tím přispět k snížení negativních environmentálních dopadů.

Součástí principů udržitelné výstavby je i otázka nakládání s materiály a konstrukcemi po jejich dožití, tj. po konci životního cyklu. Stavby sice navrhujeme s minimální normovou životností 50 let, avšak

jejich skutečná životnost je často daleko vyšší. Řešení otázky, co s materiálem a konstrukcí po jejich dožití logicky závisí na tom, z čeho je daná konstrukce navržena již ve fázi návrhu stavby. **Dřevo a další přírodní materiály nabízí po dožití stavby jednodušší recyklaci**, případně využití jako energetické suroviny a tím snižují negativní dopady výstavby v rámci posuzování celého životního cyklu staveb.

I když je naprostá většina dřeva pro stavební účely průmyslově zpracovávána (těžba suroviny, doprava, sušení, obrábění, další zpracování atd.), zejména konstrukční dřevo může vykazovat nižší uhlíkovou stopu v porovnání s jinými stavebními materiály. Příznivým faktorem je i nižší objemová hmotnost dřeva a tím nižší spotřeba materiálu [kg] proti jiným stavebním materiálům. **Dřevo tak může vykazovat tzv. nižší uhlíkovou stopu v porovnání s jinými konstrukčními materiály, vždy ale záleží na konkrétním výrobku a konkrétním procesu výroby.** Environmentální parametry výrobků pak udávají tzv. Environmentální prohlášení o produktu.

EPD Environmentální prohlášení o produktu (Environmental Product Declaration):

Je standardizovaný dokument, který na základě analýzy životního cyklu konkrétního výrobku (LCA) transparentně a srovnatelně deklaruje jeho environmentální dopady po celou dobu jeho životnosti, od těžby surovin až po likvidaci. Ověření EPD provádí akreditované organizace, certifikační orgány. Databáze EPD dostupných pro ČR je k dispozici na webových stránkách provozovaných MŽP ČR <https://www.ekoznacka.cz/database-epd-v-cr/>

1.3 Životní cyklus staveb a jeho posuzování

Základní metodou využívanou pro posuzování environmentálních dopadů stavebních materiálů, konstrukcí i celých budov je tzv. posuzování životního cyklu – Life Cycle Assessment (LCA) [2]. LCA budov zahrnuje všechny fáze životního cyklu budovy, tj.:

- **Fázi výroby (moduly A1–A3) a fáze výstavby (moduly A4–A5)** – environmentální dopady spojené s použitými staveními materiály a konstrukcemi, zahrnující těžbu surovin, výrobu, dopravu a vlastní výstavbu,
- **Fázi užívání (moduly B1–B7)** – veškeré energetické nároky a s nimi spojené environmentální dopady související s vytápěním, chlazením, větráním, osvětlením, se spotřebou provozní energie v průběhu využívání stavby, přičemž tzv. studované období, kdy se provozní nároky sledují, je 50 let [2],
- **Fáze konce životního cyklu (moduly C1–C4)** – i samotná demolice stavby představuje environmentální zátěž. Proto zahrnout úvahy o konci životního cyklu je metodologicky logické a správné a pro hodnocení životního cyklu nezbytné. Zároveň je třeba připomenout, že tyto úvahy jsou teoretické a jsou možné různé scénáře konce životního cyklu od prostého skládkování, které představuje největší environmentální zátěž až po různé možnosti recyklace či znovuvyužití materiálů či celých konstrukcí, případně jejich energetického využití.

Posuzování LCA staveb je složitý proces, neboť se zpracovává velký objem dat a zároveň je nutné predikovat různé teoretické scénáře provozu budovy i různé scénáře konce životního cyklu. Vlastní výpočet je tak zatížen jistou mírou nejistoty, nicméně výpočet je jasně metodicky popsán a shodnou míru nejistoty vykazují všechny podobné výpočty, takže je možno výsledky vzájemně porovnávat. Nicméně je třeba vnímat skutečnost, že skutečný stav popisuje tento výpočet jen částečně. Na druhou stranu LCA hodnocení popisuje míru dopadu stavby na životní prostředí v celém jejím životním cyklu a dává tak ucelenou informaci o jejích environmentálních dopadech.

Je zřejmé, že v celkovém hodnocení environmentálních dopadů stavby hraje roli mnoho aspektů. Na jedné straně vliv stavebních materiálů, na druhé straně provozní energie a jejich uhlíková stopa po dobu tzv. studovaného období 50 let a, jak již bylo zmíněno, teoretický scénář konce životního cyklu. **Je třeba připomenout, že volba stavebních materiálů, tedy i např. volba materiálů na bázi dřeva a jiných přírodních materiálů, je pouze jedním ze střípků složité skládáčky komplexního návrhu stavby z pohledu udržitelné výstavby, proto je třeba vždy hodnotit konkrétní projekt komplexně.**

1.4 Uhlíková stopa dřeva a stavebních materiálů na jeho bázi

Výrobky na bázi dřeva mohou při hodnocení životního cyklu přinášet významné klimatické přínosy, protože často vykazují nižší celkovou uhlíkovou stopu (GWP) než srovnatelné výrobky z materiálů, které neukládají biogenní uhlík. Aby byly tyto přínosy popsány správně a transparentně, je nutné postupovat podle odpovídajících norem, zejména EN 15804+A2, EN ISO 14067 a EN ISO 21930, které jsou závazné pro EPD. Tyto normy vyžadují, aby se dopady biogenního uhlíku vykazovaly odděleně od emisí fosilního uhlíku. V celkovém indikátoru GWP se však obě složky sčítají, a proto je rozhodující výsledná bilance za celý životní cyklus výrobku.

U výrobků z biomasy, například ze dřeva, se na začátku životního cyklu obvykle vykazuje záporná hodnota biogenního GWP odpovídající sekvestraci CO₂ během růstu biomasy (modul A1). Na konci životního cyklu se tento uhlík podle způsobu nakládání s odpadem znovu uvolní a vykáže jako kladná hodnota emisí (modul C3 nebo C4). Zásadní je, že celková bilance biogenního uhlíku musí být nulová – tedy co se zachytí, musí se také vrátit. Tento princip -1/+1 platí i tehdy, když uhlík zůstává v produktu uložen déle než 100 let. Proto samotná přítomnost biogenního uhlíku neznamena automaticky uhlíkovou neutralitu výrobku.

Prokazování environmentálních výhod stavebních konstrukcí musí být prováděno korektně, v souladu s výše uvedenými normami. Zároveň je důležité porovnávat celé konstrukční skladby, které zajišťují technické i uživatelské požadavky, nikoliv porovnávat pouze dílčí materiály. Některé stavební konstrukce a konstrukční skladby na bázi dřeva mohou ve srovnání s konstrukcemi na silikátové bázi vykazovat lepší environmentální parametry, jiné nikoliv i s ohledem na výrobu a technologické procesy konkrétních výrobků a materiálů. Nesporným faktem zůstává, že konstrukce na bázi dřeva jsou z obnovitelného materiálu, umožňují prefabrikaci a zrychlují výstavbu a jsou jednoduše recyklovatelné. Na druhou stranu je nesporné, že konstrukce a prvky na bázi dřeva vykazují při nesprávné údržbě nebo chybném návrhu vyšší míru rizika vlivem degradace, což se v hodnocení LCA projevuje jejich nižší životností.

Celková bilance biogenního uhlíku dřeva a konstrukcí na jeho bázi musí být při posuzování celkového životního cyklu staveb nulová – co se z atmosféry zachytí, to se do ní musí i vrátit. Specificky se započítává recyklované dřevo.

2. Komplexní kvalita staveb

Každý plánovaný stavební projekt nebo plánovaná stavební úprava je unikátní příležitostí k vytvoření kvalitní architektury, dotvoření kvalitního veřejného prostoru a vytvoření kvalitního prostředí pro uživatele. Proto je důležité při tvorbě celkové stavební koncepce reflektovat komplexní požadavky na stavby a nezaměřovat se pouze na jednotlivé technické aspekty.

Cílem procesu tzv. integrovaného návrhu stavby je zohlednění všech požadavků a hledání optimálního řešení případně přiměřených kompromisů, které zachovají celkový koncept, požadavky na kvalitu, ale vyhoví dílčím uživatelským a technickým požadavkům.

Důležitým aspektem a velkou zodpovědností zadavatele je pak tvorba zadání projektu. Samotná definice zadání má být výsledkem odpovědného přípravného procesu a má reflektovat skutečné potřeby uživatelů. Je třeba věnovat procesu tvorby zadání náležitý prostor, čas a tím i prostředky pro kvalitní diskusi o objektivních potřebách zadavatele. Významným nástrojem v tomto procesu je participativní plánování.

Komplexní kvalita budovy je dána jejím architektonickým, provozním a technickým řešením. Všechny tyto části musí být ve vzájemném souladu.

2.1 Architektonická kvalita staveb

Architektonická kvalita představuje významnou společenskou hodnotu. Budova svým jedinečným architektonickým výrazem má tvořit estetický odkaz doby. Nejedná se přitom jen o vnější vzhled budovy, ale také o kvalitní interiéry a funkční provozní řešení zajišťující uživatelskou kvalitu, dále variabilitu a flexibilitu vnitřního řešení s ohledem na možné úpravy v průběhu životnosti stavby. Zejména u veřejných staveb je požadavek na dispoziční variabilitu důležitý, jelikož požadavky na stavbu se mohou v čase proměňovat.

Architektonická kvalita stavby je jedním z důležitých aspektů udržitelné výstavby. Architektonická kvalita je chápána jako ucelená harmonie estetických kvalit, funkčnosti, hospodárnosti, trvanlivosti, technické vyspělosti, investiční a provozní náročnosti atd.

Ideálním postupem je dosažení architektonické kvality prostřednictvím architektonické soutěže. Ta může mít různý rozsah a její forma by měla odpovídat společenskému významu zakázky.

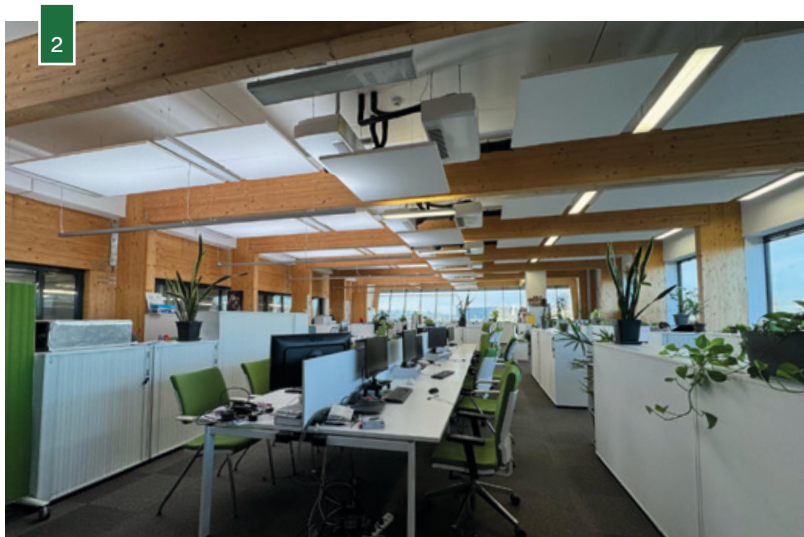
Z hlediska kvality zastavěného prostředí je důležitá i kvalita veřejného prostoru v bezprostřední blízkosti stavby, před hlavním vstupem a podobně. To by mělo být součástí celkové koncepce budovy jak po stránce estetické, tak po stránce provozní. Podobně by měl být kultivován i tzv. soukromý parter a technické zázemí stavby. I v rámci řešení parteru je možno podle kontextu zvážit využití mobiliáře a doplňků v parteru z materiálů na bázi dřeva.



Obr. 1 Přístavba školní družiny ZŠ Újezd v Plzni, Projektstudio8, 2018. Moderní přístavba soudobou formou doplňuje původní historickou neoklasicistní budovu školy z 2. pol. 19. století, obvodový plášť přístavby je řešen dřevěným obkladem, využívá tak dřevo jako přírodní materiál a zároveň tvoří odkaz na soudobou architekturu a stavební detail (zdroj: www.archiweb.cz)

2.2 Technická kvalita staveb

Také po technické stránce by veřejné stavby měly prezentovat aktuální i budoucí technické trendy a inovace a být tak inspirací pro návštěvníky. Toto poslání může naplňovat heslo „The Building as a Teaching Tool“, kdy technické řešení budovy nebo jejích částí může být vhodně vizuálně prezentováno, vysvětleno a okomentováno, případně přímo využito v rámci osvěty. Tímto způsobem lze prezentovat např. konstrukční a statické principy dřevostaveb, využití přírodních a recyklovaných materiálů v konstrukci budovy, energetické systémy v budově, využití OZE, hospodaření s vodou a odpady atd. Pro návštěvníky budovy pak technologické řešení může sloužit jako zajímavá inspirace.



Obr. 2 Interiér administrativní části budovy Univerzitního centra energeticky efektivních budov UCEED ČVUT v Buštěhradě. Nosná rámová konstrukce z lepeného lamelového dřeva včetně konstrukčních detailů je plně přiznaná a je součástí designového řešení interiéru. Společně s dalšími přiznanými technickými systémy naplňuje koncept „The Building as a Teaching Tool“. Kromě viditelných systémů vytápění, větrání a chlazení stojí za povšimnutí také práce se zelení v interiéru. Celkové řešení interiéru přispívá ke komplexní kvalitě vnitřního prostředí.

Technická opatření se soustřeďují na snižování energetické náročnosti budov, šetrné hospodaření s vodou a modrou infrastrukturu, zelenou infrastrukturu, podporu šetrné dopravy. Motivace k šetrnému a odpovědnému chování uživatelů k životnímu prostředí jsou stručně rozvedeny níže. Při aplikaci těchto technických opatření je třeba vždy respektovat a akcentovat celkový koncept budovy a soulad technického, estetického a funkčně provozního řešení.

Snižování energetické náročnosti budov

Snižování spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů se sleduje jak při samotné výstavbě, tj. v tzv. výrobní fázi, tak při vlastním provozu budovy. **Ve výrobní fázi** je snahou **maximální využití materiálů s nízkou uhlíkovou stopou, materiálů obnovitelných, tedy i materiálů na bázi dřeva, dále materiálů recyklovaných a recyklovatelných.**

Ve fázi provozu budovy je cílem:

- **Minimalizace energie na vytápění:** Pasivní energetický standard budovy nebo její části, zateplení obálky budovy, výměna/repase/renovace/přesklení okenních otvorů, vzduchotěsnost obálky budovy.
- **Minimalizace energie na chlazení:** Instalace efektivních systémů stínění velkých prosklených ploch, systémy automatického ovládání stínících prvků.
- **Minimalizace energie na větrání a důraz na kvalitu vnitřního vzduchu:** Instalace systémů mechanického větrání se zpětným získáváním tepla.
- **Využití obnovitelných zdrojů energie:** Solární panely pro ohřev teplé vody, fotovoltaické systémy pro krytí provozních energií, zdroje energie na biomasu atd.
- **Úsporná koncová zařízení:** Spotřebiče, osvětlení, systémy automatického ovládání atd.



Obr. 3 Mateřská škola v Líšnici jako dřevostavba (zdroj: www.haas-fertigbau.cz). Obr. 4 Centrum ekologické výchovy Sluňákov – vyzdívky z nepálených cihel v železobetonovém skeletu kombinovaném s dřevěnými lepenými vazníky (zdroj: archiv autorů). Obr. 5 Přestavba střední školy COPTH v Praze – nový lehký obvodový plášť ENVILOP na bázi dřeva (zdroj: archiv autorů)

Šetrné hospodaření s vodou a modrá infrastruktura

Šetrné hospodaření s pitnou vodou a využití dešťové vody pro provoz i údržbu budovy, pozemku a zeleně na pozemku představují důležitá opatření proti klimatické změně, která snižují spotřebu pitné vody, zadržují vodu v krajině a pomáhají snižovat tepelnou zátěž prostředí.

K technicky nejjednodušším a finančně nejméně náročným, a přesto velmi efektivním opatřením, která podporují snižování spotřeby vody, patří **instalace úsporných koncových prvků**, např. dvojí intenzita splachování WC, perlátory a stop ventily na umyvadla nebo bezdotykové baterie apod.

Dalším možným technickým řešením je zadržování dešťové vody na pozemku a její využití pro provoz a údržbu budovy a okolí. Tato opatření patří již k technicky náročnějším, neboť je třeba dešťovou kanalizaci vybavit akumulační nádrží a dále zřídit rozvody využívající naakumulovanou vodu. Technicky jsou tato opatření realizována následovně:

- **Dešťová voda je akumulována a odpařována z volné hladiny nebo vegetačních ploch budovy a okolí:** K akumulaci slouží jezírka, vodní plochy, ale také vsakovací průlehy nebo propustné povrchy zpevněných a manipulačních ploch, dále zelené střechy, fasády, případně zeleň v interiéru.
- **Dešťová voda je akumulována k dalšímu využití pro údržbu venkovních ploch:** Úklid, zálivka atd.
- **Dešťová voda je akumulována, přečištěna a využita pro provoz v budově:** Vnitřní využití představuje zejména splachování WC, úklid atd.

Nejnáročnějším technickým řešením je **využití tzv. šedé vody**. Jedná se o odpadní vody, které neobsahují fekálie a moč a které odtékají z umyvadel, van, sprch, dřezů apod. Šedou vodu, zejména z koupelen, je možné po úpravě použít jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů a pisoárů nebo pro údržbu venkovních ploch, zálivku atd., čímž se snižuje spotřeba pitné vody.

Zelená infrastruktura

Zeleň se **příznivě projevuje snížením tepelné zátěže prostředí a budov** vč. tepelného stresu, **má pozitivní vliv na čistotu vzduchu, snižuje akustickou úroveň hluku prostředí** atd. Podstatný je i **pozitivní vliv zeleně na psychiku člověka**. Výhled do zeleně redukuje stres, podporuje pozitivní pocity, potlačuje negativní emoce a evokuje příjemné estetické prožitky, zvyšuje soustředěnost a zrychluje psychické zotavení. **To je velmi podstatné pro pobyt v budovách, soustředění na pracovní výkon nebo kvalitu odpočinku v budovách.** Zelenou infrastrukturu je možné realizovat následujícími opatřeními:

- **Maximalizace zelených ploch na pozemku:** Zatrávnění, výsadba vzrostlé zeleně, použití zatravnovacích tvárnic a šablon pro realizaci zpevněných ploch.
- **Zelené střechy:** Extenzivní s tloušťkou substrátu do cca 15 cm, osazované trvalkami, skalničkami, travinami či mechorosty, které snesou střídání tepla, sucha a mrazu, nebo intenzivní zelené střechy vytvářející zahrady s použitím bylin, keřů či nízkých stromů.
- **Zelené fasády:** Řešeny popínavými rostlinami, nebo rostlinami v nádobách se substrátem.
- **Zeleň v interiéru budovy:** Zelené stěny, vzrostlá zeleň v centrálních prostorách.
- **Výsadba vzrostlé zeleně na pozemku:** Vzrostlé stromy dotváří s budovou celkovou funkční a estetickou kompozici, opadavé stromy před jižními, východními a západními fasádami mohou přispět k efektivnímu stínění oken či fasád, samotné stromy pak vytvářejí v parteru stinná místa k odpočinku a relaxaci.
- **Prvky zeleně s původním rostlinným materiálem dané lokality:** Přispívají k zachování původní biodiverzity.

Součástí konceptu zeleně na budově a pozemku by měl být i plán péče a údržby zeleně, z něhož lze i odvozovat finanční náročnost správy zeleně. Je nanejvýš vhodné kombinovat tato opatření s opatřeními pro modrou infrastrukturu a úspory pitné vody.

Podpora šetrné dopravy

Cílem těchto opatření by měly být taková stavebně technická řešení stavby, která podporují šetrné formy dopravy, např. **bezpečné a bezkolizní pěší trasy** s možností využití alternativních forem dopravy, např. jednokolek, skateboardů, kolečkových bruslí, segwayů atp. Pro ně je pak třeba zajistit v budově bezpečné a zabezpečené prostory pro jejich odkládání.

Podpora cyklo dopravy je realizována zejména zajištěním zabezpečeného a ideálně krytého odstavení kol a koloběžek. Přitom je třeba vyřešit způsob jejich odstavení, např. venkovní stojan, krytý venkovní stojan, kolárna uvnitř budovy atd., případně vybavení odstavných míst, např. zařízením pro huštění kol a drobným dílenským vybavením pro opravu kol. Dále je třeba se zaměřit na navazující infrastrukturu pro cyklisty, tj. v prostorách školy nebo kolárny sprchy a převlékárny nebo šatny pro cyklisty a možnost uskladnění cyklistických potřeb, např. dostatečně kapacitními šatními skříňkami.

Podpora elektromobility může být realizována jednak instalací stojanu na elektrokola s dobíjecí stanicí a jednak vytvořením parkovacích stání pro elektromobily. V souvislosti s těmito opatřeními je vhodné řešit instalaci fotovoltaických systémů.

Podpora a motivace pro sdílenou dopravu je také jednou z forem, která snižuje dopravní zatížení a tím přispívá ke snížení dopadů na změnu klimatu.

Motivace k šetrnému a odpovědnému chování uživatelů k životnímu prostředí

K ochraně životního prostředí a ke snižování dopadů klimatické změny lze přispívat každodenním šetrným chováním. **Ve veřejných zakázkách je třeba podporovat a prezentovat dobré příklady tohoto chování.** Motivační opatření mohou být velmi různorodá např. ukazatel aktuální výroby energie z FV systémů, aktuální stav využití dešťové vody atd. Prezentace systémů může být přímo v budově nebo jejím okolí, ale také na webových stránkách nebo sociálních sítích instituce apod.



Obr. 6, 7 Rekonstrukce školy a přístavby tělocvičny, Allentsteig, Rakousko, 2003. Budova byla realizována jako pilotní projekt a první veřejná stavba s použitím slámy v zemích EU. Při realizaci byl kladen důraz na to, aby všechny použité materiály (dřevo, sláma) pocházely z místních zdrojů (foto: A. Brotánek).

Synergické efekty

Investiční akce, a to i ty menšího rozsahu, často představují příležitost zlepšit celkovou kvalitu budovy nebo jejího okolí i v jiném ohledu, než je samotný předmět stavby. Může se jednat např. o úpravu **architektonického řešení budovy, estetické řešení interiéru, dispoziční a provozní úpravy**. Důležité je, aby zadání těchto úprav vycházelo z objektivních námětů stávajících uživatelů, ideálně na základě průzkumu potřeb cílových skupin, a aby jejich návrh zpracovala kvalifikovaná osoba – architekt.

2.3 Nástroje hodnocení komplexní kvality budov a SBToolCZ

Z výše uvedeného přehledu je patrné, že hodnocení komplexní kvality budov zahrnuje velké množství kritérií a že se jedná o komplexní proces. Při něm je důležité jednak identifikovat všechna podstatná kritéria a dále mezi nimi nastavit váhy pro objektivní vyhodnocení. Právě z důvodu náročnosti celého procesu je vhodnější použít zavedené a certifikované metodiky.

Mezi globálně nejpoužívanější patří mezinárodní certifikační nástroje LEED a BREEAM, zároveň ale existují národní nástroje, např. německý DGNB, italský Protocollo ITACA, australský Green STAR, japonský CASBEE apod.

Pro podmínky ČR je již více jak 15 let k dispozici **národní metodika hodnocení komplexní kvality budov SBToolCZ** [3]. Metodika SBToolCZ patří do mateřského systému metodik SBTool, který vyvíjí mezinárodní nezisková organizace International Initiative for Sustainable Built Environment (iisBE). Metodika SBTool je používána v mnoha zemích světa. Certifikace SBTool se na národní úrovni provádí ve Španělsku, Itálii a Portugalsku. Metodika SBToolCZ je založena na multikriteriálním principu, kdy do hodnocení vstupuje sada různých kritérií z oblasti udržitelné výstavby, která jsou rozdělena do čtyř skupin – (i) environmentální, (ii) sociální, (iii) ekonomika a management a (iv) lokalita. Z hlediska hodnocení komplexní kvality budovy je potřeba hledat optimální řešení z pohledu více kritérií. V současnosti je Metodika SBToolCZ k dispozici pro pět typologických druhů – administrativní budovy, bytové domy, rodinné domy, školské budovy, budovy terciárního vzdělávání. Metodiku je možno použít v návrhu budovy ve formě metodického nástroje pro dosažení komplexní kvality budovy. Nebo je možné projít certifikačním procesem a získat na základě vyjádření certifikačního orgánu výsledný certifikát, který hodnotí dosaženou úroveň budovy z hlediska udržitelné výstavby.



Obr. 8 Rekonstrukce Centra odborné přípravy technickohospodářské COPT, Českobrodská, Praha – komplexní rekonstrukce školy s využitím obvodového pláště z prefabrikovaných dřevěných panelů ENVILOP, vyvinutých na UCEEB ČVUT. Metodika SBToolCZ byla použita jako optimalizační nástroj pro dosažení komplexní kvality stavby. Při vlastní certifikaci budova obdržela nejvyšší ocenění Zlatý certifikát SBToolCZ. Stavba dostala za technickou a komplexní kvalitu řadu dalších ocenění (zdroj: www.ecoten.cz).

3. Dřevostavby a konstrukce na bázi dřeva

Dřevo se ve stavebnictví využívá od nepaměti jak na celé stavby, tak na jejich konstrukční části. V současnosti je na trhu k dispozici nepřehledná nabídka stavebních materiálů a technologií a orientace mezi nimi je pro laika velmi složitá. Zároveň technologických a konstrukčních možností, jak pro moderní konstrukce využít dřevo a další přírodní materiály, je celá řada. Proto je důležitý základní přehled o možnostech využití dřeva a dalších přírodních materiálů ve stavbách.

3.1 Přínosy a rizika dřevostaveb a konstrukcí na bázi dřeva

Dřevostavby i konstrukce na bázi dřeva mají oproti jiným stavebním materiálům jistá specifika, která je třeba vnímat již při tvorbě zadání a ideového konceptu stavby. Konstrukce na bázi dřeva mají řadu nesporných výhod, ale také řadu objektivních rizik. Výhody i rizika je nutné při koncepčních úvahách zohledňovat.

Přínosy dřevostaveb a konstrukcí na bázi dřeva jsou zejména:

- Jedná se o **obnovitelný materiál**, při zodpovědném hospodaření je dostatek surovinových zdrojů, přírodní obnovitelné materiály snižují množství použitých materiálů z neobnovitelných zdrojů.
- Jedná se o **lokální surovinu s možností místního, resp. regionálního zpracování**.
- Dřevo má malou objemovou hmotnost, **je lehké a v poměru k statickým parametrům velmi efektivní**.
- Dřevo s ohledem na nízkou objemovou hmotnost **vykazuje nízkou uhlíkovou stopu**.
- Dřevo **je snadno zpracovatelné**, konstrukční spoje jsou mechanické, **konstrukce na bázi dřeva lze prefabrikovat** – z těchto hledisek má dřevo nesporné technologické výhody.
- Dřevo a další přírodní materiály jsou **jednoduše recyklovatelné**, lze je na konci životního cyklu využít jako energetickou surovinu, zároveň jsou **biologicky rozložitelné**, takže nepředstavují žádnou zátěž z hlediska tvorby stavebního odpadu.
- Stavby na bázi dřeva jsou lehké, mají malou akumulaci schopnost, což umožňuje **dynamický provoz** a může být velmi výhodné u staveb používaných nárazově.

Rizika dřevostaveb a konstrukcí na bázi dřeva jsou zejména:

- Dřevo a další přírodní obnovitelné materiály jsou **citlivé na vlhkost a biotické škůdce**, pro zajištění srovnatelné životnosti s jinými stavebními materiály je **nutná pečlivá projektová příprava, důsledná kontrola při realizaci a důsledná údržba**. Je vhodné využít **systémy automatické detekce vlhkosti** v kritických stavebních detailech, které zajistí průběžnou kontrolu a odhalí možné defekty.
- Dřevo je **hořlavý materiál**, což přináší limity z hlediska výstavby, na druhou stranu běžné nízkopodlažní a středněpodlažní stavby lze na bázi dřeva realizovat bez limitů.
- Dřevo **vykazuje objemové změny vlivem vlhkosti**, s dílčími deformacemi je třeba počítat zejména při řešení stavebních detailů.
- **Vodorovné konstrukce na bázi dřeva vykazují větší deformace**, prvky musí být mohutnější.
- Stavby na bázi dřeva jsou lehké, **mají malou akumulaci schopnost**, což není výhodné z hlediska snižování energetických nároků staveb s kontinuálním používáním. Tento aspekt lze řešit s kombinací s materiály s vysokými akumulacími schopnostmi.
- Stavby na bázi dřeva jsou lehké, u staveb členěných do různých provozních celků, např. bytů, je třeba důsledně řešit problematiku akustiky.



Obr. 9 Rizikům dřevostaveb lze předcházet např. instalací čidel do kritických míst konstrukce. Čidla monitorují vlhkost a teplotu a dokážou upozornit na vlhkostní defekty případně požár a umožňují snadno a rychle detekovat poruchu a zajistit její opravu (zdroj: www.senzomatic.cz)

3.2 Co je dřevostavba a co je konstrukce na bázi dřeva

Jelikož je oblast moderních dřevostaveb relativně mladá a dynamicky se vyvíjející, nejsou pojmy a terminologie v oblasti dřevostaveb v naší legislativě přesně kodifikovány. Nicméně lze vycházet z teorie konstrukcí pozemních staveb, ze zvyklostí a ze zahraničních zdrojů. Terminologie a její správné používání je důležité z hlediska definování zadání smluvních závazků atd. Pro oblast dřevostaveb, konstrukcí na bázi dřeva a přírodních materiálů z obnovitelných zdrojů jsou důležité následující pojmy:

Stavba na bázi dřeva:

„Stavbou na bázi dřeva se rozumí stavba, jejíž nosné prvky konstrukce jsou z převážné části zhotoveny ze dřeva nebo materiálů na bázi dřeva.“

V zásadě se jedná o jakoukoliv stavbu s nosnou dřevěnou konstrukcí. Nevylučuje se kombinace materiálů nosné konstrukce (např. dřevo + železobeton). Může se jednat např. o stavby dřevěných rozhleden, dřevěných mostů, lávek, jezů, dřevěných altánů, útulen, přístřešků, pergol atd.

Dřevostavba:

„Dřevostavbou se rozumí budova nebo její ucelená část, jejíž nosné prvky konstrukce nadzemní části jsou z převážné části zhotoveny ze dřeva nebo materiálů na bázi dřeva.“

Pojem dřevostavba je tak vyhrazen pro budovy, které vytvářejí vnitřní kontrolované prostředí a jejichž převážná část nosné konstrukce nadzemní části, tj. svislé a vodorovné, je tvořena ze dřeva nebo materiálů na jeho bázi. Dřevostavby jsou podmnožinou staveb na bázi dřeva. Nevylučuje se kombinace materiálů nosné konstrukce (např. dřevo + železobeton), což je typické právě u vícepodlažních dřevostaveb, kde z důvodů zajištění prostorové tuhosti stavby, požárních požadavků či akustických požadavků jsou součástí např. tzv. dřevobetonové stropy, ztužující zděná nebo železobetonová jádra zpravidla v prostoru schodiště nebo jiné ztužující prvky. Typicky jsou dřevostavbami nízkopodlažní stavby pro individuální bydlení či rekreaci – rodinné domy, chaty atd., dále bytové a administrativní domy se ztužujícími konstrukcemi.

Konstrukce a prvky na bázi dřeva:

„Dílčí stavební konstrukce a prvky využívající dřevo nebo materiály na jeho bázi.“

Stavebnictví je nemírně variabilní obor. Využití dřeva nebo materiálů na jeho bázi může mít mnoho podob. Zatímco *dřevostavby* a *stavby na bázi dřeva* mají mnohá specifika a pro řadu aplikací nejsou vhodné, *stavební konstrukce a prvky na bázi dřeva* lze využít téměř v jakékoli stavbě. Hlavním cílem by měla být obecná podpora využití dřeva ve stavebních zakázkách nejen podpora dřevostaveb. Materiálové kombinace mohou vést k efektivnějšímu, a tedy udržitelnějšímu řešení.

Přírodní obnovitelné stavební materiály:

„Jsou stavební materiály rostlinného nebo živočišného původu, které během svého zpracování neprošly zásadní chemickou přeměnou, zachovaly si svoji původní podstatu a mohou se po skončení životnosti volně biologicky rozložit v přírodě, aniž by negativně kontaminovaly své okolí.“

Materiálů na bázi přírodních obnovitelných zdrojů se již nyní ve stavebnictví používá celá řada. Nejčastějšími jsou přírodní tepelné izolace z rozvlákněné dřevní hmoty, z konopí, slámy, sena atd. Specifickým příkladem je tepelná izolace z celulózy, která se nejčastěji aplikuje zafoukáváním do dutin nebo nástřikem. Z tepelných izolací na přírodní bázi lze pak použít korek nebo ovčí vlnu, jejichž specifikem je odolnost proti vodě a vlhkosti. Dále lze využít přírodní tkaniny, např. jutové, jako výztužné prvky do omítek.

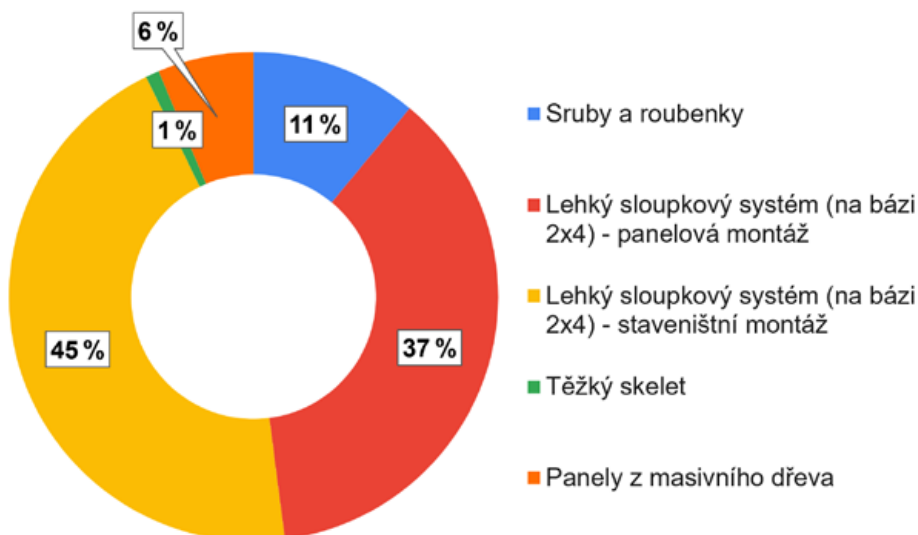
3.3 Trh dřevostaveb a množství dřeva ve stavbách

Podíl dřevostaveb na trhu v ČR má podle zdrojů ADMD (Asociace dřevěných montovaných domů) [4] stále vzrůstající tendenci. I přes drobnou stagnaci v letech 2020–23 je podíl dřevostaveb mezi novostavbami na trhu cca 15 %, dřevostaveb v roce 2024 bylo v ČR realizováno cca 1 900. Za posledních 25 let bylo v ČR realizováno cca 36 000 dřevostaveb, naprostou většinu tvoří rodinné domy, ale zastoupeny jsou také bytové domy, školy, školky, hotely, ale také nástavby, dostavby a přístavby.

Z hlediska použitých konstrukčních variant má převahu cca 80 % lehký dřevěný skelet na bázi „2x4“, kde lehce přes polovinu tvoří staveništní montáž a méně než polovinu panelová prefabrikace. Cca 6 % tvoří CLT panely, zhruba 1 % tzv. těžký dřevěný skelet. Překvapivě vysoký je podíl roubených staveb, který představuje cca 11 %.

Cílem je dosáhnout srovnatelného podílu dřevostaveb jako nám blízkým trhům s podobnými surovinovými zdroji, tj. cca 20–25 %. Vzorem mohou být okolní státy, zejména Německo, Rakousko, Švýcarsko.

Konstrukce dřevostaveb 2024



Statistika dřevostaveb na trhu v ČR podle zdrojů ADMD [4]

3.4 Množství dřeva ve stavbách

Cílem je v souladu s principy udržitelné výstavby zvyšovat podíl obnovitelných materiálů ve stavbách. Jednou ze základních otázek tedy je, kolik je vlastně dřeva v dřevostavbách a ve stavbách? Zároveň se nabízí otázka, jak dřevo ve stavbách vykazujeme.

Zjednodušeně řečeno můžeme ve stavbách rozlišovat 3 základní typy materiálů na bázi dřeva:

- **Surové dřevo** – dřevo, které neprošlo zásadní úpravou, tj. je možno jej jednoduše recyklovat, použité zejména na nosné konstrukce na bázi dřeva jako jsou svislé nosné konstrukce, krovy, dřevěné stropy, dřevěné obklady atd., které jsou zhotoveny z hraněného řeziva, KVH nebo lepeného dřeva atd.
- **Materiály na bázi dřeva** – jedná se o široký výčet materiálů zahrnující prvky a konstrukce a konstrukční vrstvy, které jsou na bázi dřeva, ale prošly zásadnější úpravou; tato skupina zahrnuje např. výplně otvorů (okna a dveře) na bázi dřeva, dřevěné podlahy, tepelné izolace z rozvlákněné dřevní hmoty nebo z celulózy atd.
- **OSB desky** (Oriented Strand Board – desky z orientovaných plochých třísek) – představují specifický stavební materiál, který je v současném stavebnictví a u dřevostaveb hojně využíván. Desky se vyrábějí lisováním velkých dřevěných třísek a štěpků ve více vrstvách pod vysokým tlakem a teplotou za použití pojiva na bázi pryskyřic. Ve výkazu výměr jsou OSB desky zpravidla jednoznačně vykázané, tj. je možno získat přehled o jejich celkovém množství v projektu.

V každém případě všechny výše zmíněné materiály na bázi dřeva efektivním způsobem ve stavbách nahrazují jiné neobnovitelné materiály. Jsou obnovitelné, relativně snadno recyklovatelné, a proto z hlediska environmentálních dopadů je jejich použití vždy přínosem.

Otázkou tedy zůstává, kolik takových materiálů ve stavbách a v dřevostavbách vlastně je? Klíčové je stanovit, v jakých jednotkách množství dřeva vzhledem k ostatním materiálům porovnáváme. Můžeme porovnávat objem [m^3] nebo hmotnost [kg]. Z hlediska hodnocení uhlíkové stopy budov, které bude v ČR brzy povinné, se všechny konstrukce vykazují výhradně hmotnostně [kg]. Nicméně hmotnostní porovnání není pro konstrukce na bázi dřeva vzhledem k jejich nízké objemové hmotnosti výhodné. Zároveň hodnocení LCA zohledňuje celou budovu včetně konstrukcí z materiálů s velkou objemovou hmotností, např. základů, dlažeb a obkladů, ocelové výztuže atd.

Podle zpracovaných studií [5] může u dřevostaveb podíl dřeva v nosné konstrukci tvořit cca 8–13 % z celkové hmotnosti použitých materiálů. To se sice může zdát jako malé množství, ale v absolutních hodnotách to představuje nezanedbatelných cca 18–22 t rostlého dřeva! Při použití materiálů na bázi dřeva pro kompletační konstrukce, např. tepelné izolace z dřevní hmoty, vnitřní a venkovní povrchové úpravy, může podíl dřeva vzrůst až na 20 %, což představuje až 45 t materiálu.

Zajímavý je i podíl dřeva u ostatních stavebních technologiích, kde je dřevo použité, např. na konstrukce zastřešení a dále na fasády, podlahy, okna atd. Na první pohled nevýznamný podíl cca 1–4 %, ale může v absolutních hodnotách představovat stovky tun dřeva!

Z výše uvedeného plyne, že vykazování podílu dřeva ve stavbách je třeba zasadit do kontextu stavebnictví. Stávající metody platné pro jiné oblasti stavebnictví, např. pro rozpočtování nebo vykazování uhlíkové stopy budov, neposkytují dobře interpretovatelná data. Zároveň není cílem zbytečně komplikovat stavební a projekční praxi novými způsoby hodnocení. Proto je kromě procentuálního podílu zajímavé sledovat i absolutní hodnoty množství jednotlivých materiálů, stejně tak jako je relevantní využívat dřevo v kombinaci s jinými technologiemi.

3.5 Konstrukční systémy dřevostaveb

Z konstrukčního hlediska dnes dřevostavby rozdělujeme podle charakteru svislých nosných konstrukcí přenášejících svislé zatížení na **systémy stěnové** a **systémy skeletové (sloupové, sloupkové)**, případně tzv. **konstrukční hybridy**.

Mezi skeletové systémy patří u nás nejběžnější používaná konstrukční varianta **lehkých sloupkových systémů označovaných „2x4“ (two by four) systémy**. Označení vychází z typické velikosti svislých sloupků „2x4“ (cca 50x100 mm) z anglosaské měrné soustavy. Rozměry svislých sloupků mohou být různé a závisí na statickém návrhu, proto se tyto systémy označují „na bázi 2x4“. Dále sem patří tzv. **těžké dřevěné skelety** a také **hrázděné stavby**, které jsou kombinací skeletových systémů a vyzdívek zajišťujících prostorovou tuhost stavby.

Mezi stěnové systémy patří jednak tradičními historickými stavbami inspirované **roubené stavby (roubenky)** a naopak moderní progresivní stěnové prefabrikované **panelové systémy z vrstveného lepeného dřeva, tzv. CLT panely** (cross laminated timber = křížem lepené dřevo).

Specifickou konstrukční variantu tvoří tzv. **konstrukční hybridy** inspirované velkorozponovými halovými stavbami nebo superkonstrukcemi.



Obr. 10 Lehká sloupková konstrukce na bázi „2x4“ (zdroj: www.kubus.cz). Obr. 11 Těžký dřevěný skelet (zdroj: www.archdaily.com).



Obr. 12 Panelový stěnový systém CLT (www.novatop.cz). Obr. 13 Konstruktivní hybrid inspirovaný halovou konstrukcí s tuhými rámy (zdroj: www.kubus.cz). Obr. 14 Hrázděná stavba (zdroj: www.pinterest.com). Obr. 15 Roubenka (zdroj: www.archiv.hn.cz).

Lehké sloupkové konstrukce na bázi „2x4“

Systémy na bázi „2x4“ tvoří 80 % produkce dřevostaveb v ČR. Jsou ekonomicky efektivní, dokáží reagovat na architektonické požadavky. Realizují se jak ambulantní výstavbou na staveništi, tak formou prefabrikovaných dřevostaveb. U prefabrikované varianty nabízí bezkonkurenční rychlost výstavby a s tím spojené benefity. Používají se na rodinné domy, ale za určitých podmínek je lze použít pro středněpodlažní stavby. Subtilní dřevěné sloupky jsou spojovány do podoby tuhých stěn s opláštěním konstrukčními deskami nejčastěji z OSB. Systém se hodí pro stavby, kde není požadována vysoká dispoziční variabilita, neboť jednotlivé stěny plní funkci prostorového ztužení budovy.

Těžký dřevěný skelet

Jedná se o specifické konstrukční řešení, které lze uplatnit jak u drobných staveb, tak u středněpodlažních i výškových dřevostaveb, kde masivní, zpravidla lepené sloupky a průvlaky, tvoří konstrukční systém analogický s železobetonovými nebo ocelovými skelety. Systém je třeba vždy navrhovat individuálně pro konkrétní stavbu. Hodí se zejména tam, kde je požadována vysoká dispoziční variabilita.

Hrázděná stavba

Je inspirována historickými stavbami. Kombinuje těžký dřevěný skelet s vyzdívkami, které mohou plnit funkci ztužení. Mokřý proces zdění není z dnešního pohledu s dřevěnými konstrukcemi zcela

kompatibilní, neboť u dřeva dochází vlivem vlhkosti k výrazné objemové změně (bobtná, krouť se), proto se tato technologie používá ve velmi specifických případech. Výhodou může být zvýšení akumulačních schopností lehké dřevostavby a tím energetická optimalizace.

Panelový stěnový systém CLT

CLT systém představuje velmi progresivní řešení dřevostaveb. Je robustní, velice únosný, vykazuje vysokou prostorovou tuhost, proto se hodí pro středně a vícepodlažní stavby. K jejich specifickým patří i možnost využít pohledové dřevo v interiéru jako součást architektonického konceptu. S ohledem na větší množství dřeva jsou v porovnání se systémy „2x4“ finančně náročnější, ale nabízejí specifická architektonická řešení v interiérech.

Konstrukční hybridy inspirované tuhými rámy

Jedná se o specifická řešení inspirovaná zejména velkorozponovými halovými stavbami případně superkonstrukcemi, zpravidla jako součást silného architektonického konceptu. Navrhují se individuálně dle konkrétních požadavků.

Roubenky

Jedná se o stavby inspirované historickými stavbami. Z hlediska současných tepelně technických požadavků na stavby nejsou v tradiční variantě jednovrstvé konstrukce zcela efektivní. Požadavky lze řešit různými vrstvenými konstrukcemi, ale rapidně roste cena a zároveň je třeba řešit komplikované stavební detaily. Roubenky má smysl realizovat, pokud jsou k tomu specifické požadavky, např. architektonické, kdy je záměrem navrhnout stavbu jako repliku historických venkovských stavení.

3.6 Konstrukce, prvky a materiály na bázi dřeva ve stavbách

Dřevo a materiály na jeho bázi se mohou ve stavbách vyskytovat v mnoha variantách. Typickým příkladem jsou historické dřevěné krovy na zděných budovách, dnes velmi často novodobé konstrukce zastřešení střešními vazníky lepenými nebo příhradovými, kombinované halové a jiné velkorozponové konstrukce atd. Pro konstrukční účely se dále využívají různé druhy vylehčovacích desek a systémů ztraceného bednění z materiálů na bázi dřeva. Široký potenciál nabízí prvky na bázi dřeva u tzv. kompletačních konstrukcí – dřevěná schodiště, balkony, markýzy, pergoly, dřevěné fasády, terasy, podlahy, okna, vnitřní vybavení atd.



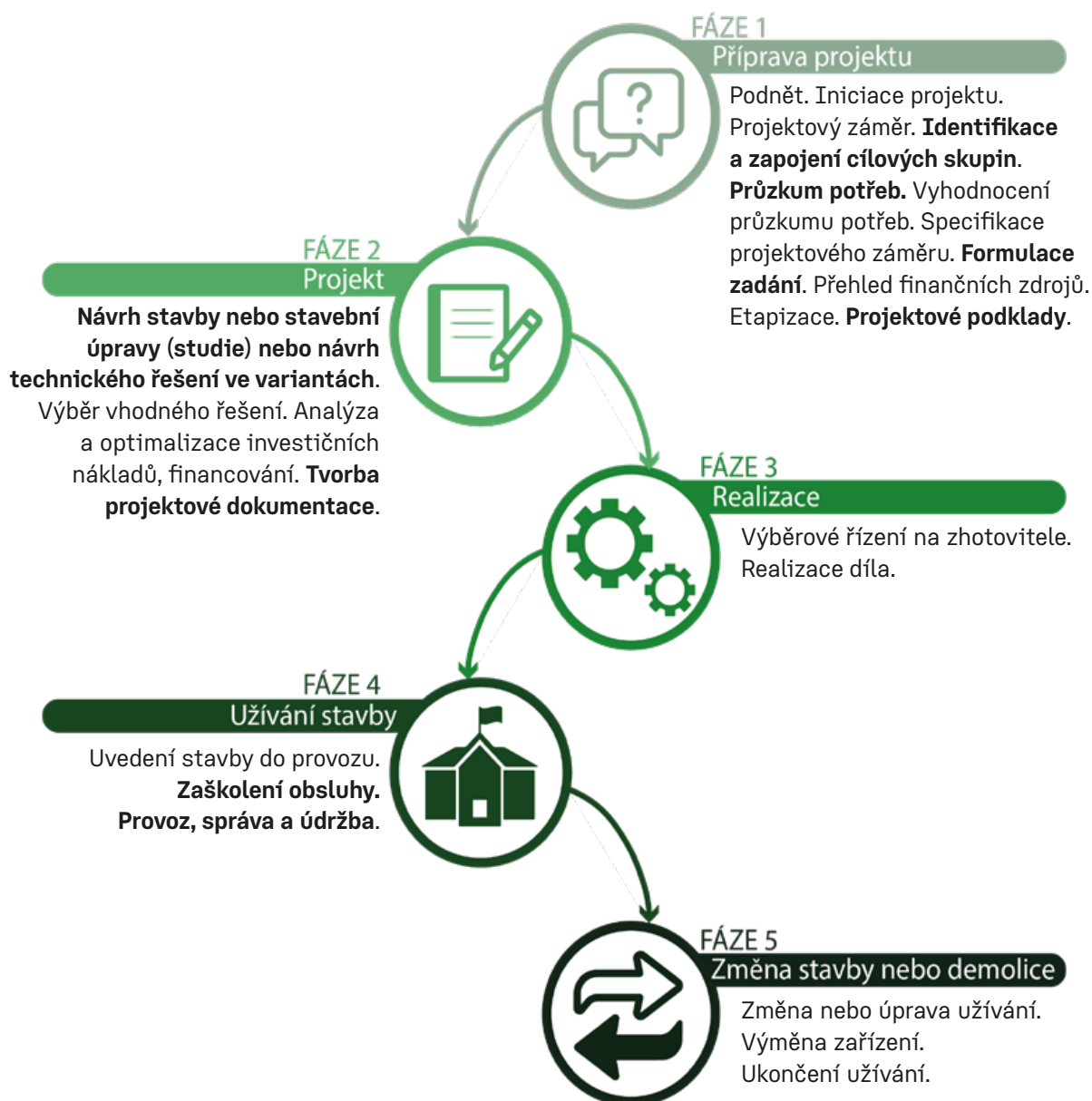
Obr. 16 Tradiční dřevěný krov na zděné konstrukci (zdroj: www.drevovyrobawimmer.cz). Obr. 17 Dřevěné střešní vazníky na zděné konstrukci (zdroj: www.palis.cz). Obr. 18 Ztracené bednění ze štěpkocementových desek pro železobetonové konstrukce (zdroj: www.velox.cz). Obr. 19 Ztracené bednění z drevoštěpkových vložek pro železobetonové stropy nosník-vložka (zdroj: www.rectolight.cz). Obr. 20 Tepelná izolace z rozvlákněné dřevní hmoty (zdroj: www.kubus.cz). Obr. 21 Tepelná izolace z foukané celulózy (zdroj: www.ciur.cz). Obr. 22 Dřevěné samonosné schodiště (zdroj: archiv autora). Obr. 23 Dřevěná laťovaná fasáda ocelové haly školní jízdárny Střední školy chovu koní a jezdeckví v Kladru nad Labem (zdroj: www.admd.cz). Obr. 24 ENVILOP – environmentálně optimalizovaný lehký obvodový plášť na bázi dřeva použitý při rekonstrukci školy COPTH, Českobrodská (zdroj: archiv autora).

O způsobu využití dřeva a dalších stavebních materiálů má vždy rozhodovat celkový koncept stavby, její architektonické a provozní řešení. Tento koncept zpravidla vzniká pod taktovkou architekta a ve spolupráci s klientem/zadavatelem případně dalšími konzultanty, kteří v rámci společné diskuse tvoří celkový koncept stavby. Rozhodnutí o materiálově technologické variantě, tedy např. o tom, zda bude stavba realizována jako dřevostavba by mělo být součástí celkového ideového konceptu, zároveň by mělo být účelné a ekonomicky odůvodnitelné. Je důležité reflektovat požadavky na komplexní kvalitu stavby.

4. Dřevostavby a jak na to?

Jedním ze specifík výstavbového procesu je jeho délka i množství účastníků. Projekt od ideového záměru po realizaci a uvedení do provozu trvá podle povahy několik měsíců až let. Přitom je třeba v jeho průběhu a v různých fázích komunikovat s celou řadou účastníků a koordinovat jednotlivé kroky. Výstavbové projekty, novostavby i renovace, přístavby či nástavby patří k manažersky velmi komplikovaným úkolům. K jejich specifikám patří:

- (i) náročný proces přípravy i vlastní realizace,
- (ii) neopakovatelnost a jedinečnost celého projektu, individuální architektonické a technické řešení každého konkrétního projektu,
- (iii) velké množství a široká paleta účastníků a cílových skupin, se kterými je nutno v průběhu projektu komunikovat,
- (iv) specifika veřejných zakázek,
- (v) specifika renovací a adaptací stávajících budov. Celý proces realizace stavebního (investičního) záměru zahrnuje 5 hlavních fází [6], které obsahují další dílčí kroky:



Z uvedeného přehledu je zřejmé, že předprojektová a projektová příprava zahrnuje řadu důležitých kroků a rozhodnutí, které jsou pro další směřování projektu zcela zásadní. Na řadě z nich se přímo podílejí uživatelé a cílové skupiny, které pomáhají definovat zadání a přímo se tak podílejí na výsledku. Na jedné straně mohou svými preferencemi ovlivnit směřování projektu, na druhé straně pak nesou spoluzodpovědnost za výsledek. Bohužel v současnosti bývá tato přípravná fáze často podceňována.

Jak zadat dřevostavbu v souladu s ZZVZ?

Zadavatel může využití dřeva v souladu se zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek ZZVZ [7] zohlednit některým z těchto způsobů:

1. **Vymezením předmětu zakázky (technické podmínky)** – přímo je požadována dřevostavba nebo využití konstrukcí na bázi dřeva.
2. **Předběžnou tržní konzultací (PTK) nebo průzkumem trhu** – proces prověří možné využití dřeva nebo konstrukcí na jeho bázi pro konkrétní zakázku, když si nejste jisti vhodností dřeva.
3. **Variantním zpracováním zakázky (§ 102 ZZVZ)** – zadavatel nechá zpracovat technickou variantu „dřevo vs. jiné řešení“ a nechá varianty objektivně zhodnotit.
4. **Požadavkem na hodnocení pomocí certifikačních nástrojů pro komplexní kvalitu stavby** (LEED, BREEAM, SBToolCZ) – tyto nástroje posuzují využití dřeva jako environmentálně efektivního a obnovitelného materiálu.
5. **Požadavkem na hodnocení LCA** – analýza LCA umožní vybrat environmentálně nejšetrnější materiálově technologickou variantu stavby.
6. **Stanovením podmínek účasti/plnění veřejné zakázky** – požadavky na zkušenost, řízení kvality, environmentální management, původ a certifikace dřeva, EPD apod.

4.1 Příprava projektu a tvorba zadání

Jedním z klíčových kroků projektu je **formulace zadání**. Jakkoliv se to nezdá, jedná se o náročný a zodpovědný proces, klíčový pro úspěšný projekt. Dobré zadání dělá dobrý projekt, špatné zadání logicky nevede k uspokojivému výsledku. I zdánlivě úzce ohraničené investiční akce se mohou dotýkat širšího okruhu účastníků, a je proto vhodné jednak zjistit jejich potřeby a náměty a jednak je informovat o přípravě a průběhu akce. Prostřednictvím průzkumu potřeb dávají jednotliví aktéři podněty k předběžnému projektovému záměru. Na jejich základě je pak projektový záměr podrobněji rozpracován a precizován. Jedná se o tzv. proces participativního plánování.

Na co nezapomenout při procesu formulace zadání:

1. **Definovat provozní náplň stavby a funkce** – ideálně formou tzv. stavebního programu – požadavky na jednotlivé místnosti, jejich typy, případně velikost.
2. **Definovat způsob využívání a speciální požadavky** – trvalý vs. nárazový provoz, specifika provozu a způsobu využívání.
3. **Stanovit požadované kapacity** – počet uživatelů, návštěvníků, požadavky na skladování, úložné prostory, včetně výhledu do budoucna případně včetně různých scénářů....
4. **Stanovit specifické požadavky z hlediska komplexní kvality budovy** – řešení z hlediska adaptability, flexibility, etapizace, sociálních aspektů udržitelné výstavby (architektura, tradiční technologie, historický kontext...).
5. **Formulovat požadavky a preference z hlediska použití dřeva** – např. preference kompletní dřevostavby, dílčí část stavby na bázi dřeva, nosné konstrukce na silikátové bázi, ale s prověřením využití dřeva na dílčích stavebních konstrukcích, dřevo v kompletačních konstrukcích (fasáda, vnitřní povrchy, výplně otvorů...).
6. **Formulovat cíle z hlediska udržitelnosti** – požadavky na komplexní kvalitu budov, uhlíkovou stopu, využití OZE, certifikaci budov BREEAM/LEED/SBToolCZ/WELL, NZEB, cirkularita,

rozebiratelnost, použití dalších přírodních, recyklovaných, recyklovatelných materiálů, použití certifikovaných materiálů...).

7. **Určit předpokládané investiční náklady a časový plán.**
8. **Specifikovat okrajové podmínky projektu** – podmínky lokality, požadavky územního plánu, památková ochrana, možná rizika, lhůty, stav stávajících konstrukcí při renovacích atd.
9. **Specifikovat požadavky na specifická technická řešení** – např. požadavky na rychlost výstavby a prefabrikaci, požadavky na kontrolu provozu stavby, monitoring atd., dále pak na požadavky na instalaci systémů a návrh opatření motivujících k šetrnějšímu chování uživatelů, např. úsporné koncové prvky, vizualizace energetických systémů v budově apod.

Participativní plánování je jedním z nástrojů pro dosažení komplexní kvality budovy nebo stavební úpravy, v optimálním případě prochází všemi fázemi projektu od přípravné, přes fázi návrhu stavby a projektování, v rámci výstavby i při uvedení stavby do provozu. Participativní plánování vyžaduje čas, energii i finanční prostředky, vše se ale bohatě vrátí návrhem, který bude odpovídat skutečným potřebám uživatelů stavby. Zapojení cílových skupin do projektu pomůže:

- Lépe formulovat zadání na základě skutečných potřeb uživatelů.
- Všem zúčastněným lépe porozumět širšímu kontextu návrhu.
- Při aktivním zapojení do procesu se mohou cílové skupiny lépe identifikovat s navrženými řešeními, případně lépe pochopit nutná kompromisní řešení.
- Při znalosti harmonogramu a průběhu stavby se připravit na možná provozní omezení.
- Lépe se připravit na vlastní provoz stavby, svými postřehy a komentáři pozitivně ovlivnit navržená řešení pro provoz stavby, údržbu, kontrolu, měření a regulaci.
- V rámci tzv. post occupancy evaluation přispět ke správnému nastavení provozních systémů.

V úvodní etapě participativního plánování je klíčovým nástrojem **tzv. průzkum potřeb**. Identifikované cílové skupiny, např. budoucí uživatelé, komunita atd. mohou svými komentáři a postřehy významným způsobem přispět k formulaci zadání. Tyto náměty je možné v dalších fázích projektu prezentovat, diskutovat a vysvětlovat navržená řešení. Do participativního procesu by měly být odpovídající formou zapojeny všechny cílové skupiny, přitom forma participace může zahrnovat dotazníkové šetření (papírové, online...), tematické tvůrčí workshopy, přednášky, besedy, diskusní schůzky, kontrolní dny projektu atd.

Participativní plánování v rámci procesu formulace zadání:

1. **Identifikace dotčených cílových skupin** – zpravidla budoucí uživatelé stavby (zaměstnanci), zaměstnanci správy a údržby budovy, v případě veřejné stavby případně místní komunita, veřejnost atd.
2. **Plán procesu participace v jednotlivých fázích projektu**, vyčlenit odpovídající finanční i lidské zdroje pro proces participace a přesně časově ohraničit.
3. **Volba vhodné formy participace** pro příslušnou cílovou skupinu a fázi projektu.
4. **Vhodná a systematická formulace otázek pro úvodní průzkum potřeb** – zejména požadavky provozní a kapacitní požadavky a požadavky z hlediska uživatelské kvality.



Obr. 25 Zapojení koncových uživatelů při přípravě zadání – mapování potřeb formou diskuse se zaměstnanci a formou řízené besedy Obr. 26 Výstava návrhů rozšíření kapacit školy v prostorách školy – projekt nástavby školy v Buštěhradě formou prefabrikované dřevostavby Obr. 27 Participativní plánování formou řízené diskuse a hodnocení návrhů z architektonické soutěže. Obr. 28 Představení navržených řešení v rámci besedy s místní komunitou (zdroj: archiv autorů).

4.2 Návrh stavby, studie technického řešení, projekt

Podle povahy investičního záměru je v první fázi zpracována **architektonická studie** nebo **studie technického řešení**, které by v ideálním případě **měly být zpracovány ve variantách**. Výběr vhodného řešení je v gesci zadavatele, případně na základě konzultace s nezávislým odborníkem nebo předmětem hodnocení odborné komise. Výběr vhodného řešení může být také součástí procesu participativního plánování.

Architektonická kvalita stavby je jedním z důležitých aspektů udržitelné výstavby. Architektonická kvalita je chápána jako ucelená harmonie estetických kvalit, funkčnosti, hospodárnosti, trvanlivosti, technické vyspělosti, investiční a provozní náročnosti atd. Architektonicky kvalitní budova musí interagovat se svým okolím, měla by být soudobá, neotřelá a inspirativní. Současně se ale musí jednat o architekturu funkční, jak po provozní, tak i po konstrukční stránce.

Architektonická soutěž – cesta k architektonické kvalitě

Kvalitní architektura není jen věc subjektivního estetického názoru, ale souborem přesně popsaných kritérií popisujících kvalitu architektonického, provozního i technického řešení stavby v daném kontextu.

Architektonický návrh stavby, změnu vnějšího výrazu stavby, nebo i dispoziční a provozní úpravy by měla vždy provádět kvalifikovaná osoba, tj. autorizovaný architekt. Koncepční návrh by měl být vždy předložen ve variantách, ideálně formou architektonických soutěží [8]. Procesně je možno architektonickou kvalitu zajistit v následujících úrovních [3].

1. **Návrh zpracoval architekt** – jedná se o základní procesní stupeň zajišťující kvalitu architektonického řešení. Zadavatel vybírá architekta na základě referencí, zkušeností z předchozí spolupráce, garancí ceny či kvality apod.
2. **Autor návrhu byl vybrán na základě výběrového řízení zohledňujícího konceptní přístup, hlavní myšlenky návrhu a portfolio účastníka řízení** – výhodou je oslovení více potenciálních tvůrců a vlastní diskuse vedená s uchazeči o zakázku nad konceptním přístupem k investičnímu záměru. Zadavatel sice neobdrží v rámci tohoto procesu konkrétní návrhy řešení, ale cenná může být i samotná odborná debata nad koncepcí a dalším směřováním investičního záměru.
3. **Návrh byl vybrán z více předložených návrhů od více autorů** – může být realizováno tzv. souběžnou zakázkou malého rozsahu, bývá označováno jako tzv. „malá architektonická soutěž“, kdy zpracovatelé předkládají základní architektonický koncept. Vybrané řešení je následně i s připomínkami hodnotitele/zadavatele dopracováno do podoby architektonické studie, která slouží jako podklad pro navazující projektové fáze; tento postup je vhodný pro zakázky malého rozsahu, kdy architekt může dále zpracovávat projekt bez nutnosti výběrového řízení. Pozn.: Pokud je riziko, že projekční práce přesáhnou rozsah VZMR, je třeba při vypsání soutěže ošetřit případný převod autorských práv.
4. **Architektonická soutěž s výhradou od ČKA** – například s výhradou o výši odměn.
5. **Architektonická soutěž dle regulí ČKA** – představuje procesně nejkvalitnější postup s předpokladem řešení nejvyšší kvality návrhu. Je také časově a organizačně nejnáročnější. Základní informace o tom, jak postupovat, podává Česká komora architektů (ČKA).

Architektonický koncept – nastiňuje základní architektonické ztvárnění stavby, provozní vazby, technické řešení. Zpravidla bývá zpracován objemovým modelem, axonometrickým zobrazením, příklady použitých materiálů, provozními diagramy nebo základními dispozičními schématy, řezy, případně pohledy v měřítku 1:500, 1:200.

Architektonická studie – standardy výkonů a dokumentace, obvyklý rozsah a jednotlivé etapy výkonu profese architekta jsou k dispozici na webu České komory architektů (www.cka.cz). Architektonická studie – návrh stavby standardně obsahuje zejména průvodní zprávu, soulad s územním plánem

a dalšími podmínkami v území, situaci s osazením stavby na pozemku, půdorysy, řezy, fasády, předběžný rozpočet podle m² nebo m³. Nadstandardním výstupem je např. vizualizace a animace, fyzický model, dále pak odborné studie a rozborů (denní osvětlení, akustické studie, likvidace odpadů, zásady řešení energeticky úsporného návrhu stavby, příprava údajů pro posuzování vlivu stavby na životní prostředí, příprava údajů pro certifikaci stavby, projednání záměru s veřejností nebo budoucími uživateli apod.).

Studie technického řešení – podle povahy zadání navrhuje koncepční technické řešení. Může se jednat např. o návrh energetických systémů v budově, návrh stavebně energetické sanace budovy, návrh využití OZE, návrh konstrukčního a technologického řešení s využitím dřeva atd.

Participace v průběhu návrhu stavby:

Cílem je zejména projednání návrhů architektonického nebo technického řešení s cílovými skupinami a porovnání zadání s navrhovaným řešením, případně vysvětlení nutných kompromisních řešení nebo daných limitů návrhu. Může být provedeno různou formou, např. výstavou návrhu, besedou, projednáním s veřejností, autorským představením návrhů atd.

Projektová dokumentace – pro jednotlivé fáze projektu je její rozsah definován ve vyhlášce č. 131/2024 Sb., o dokumentaci staveb. Architektonická studie – návrh stavby slouží jako zadávací podklad pro další fáze projektování. Důležité je **před zahájením projekčních prací formulovat soupis požadavků na stavbu, který by měl vycházet z požadavků formulovaných v rámci zadání stavby**, případně je doplňuje, či koriguje, pokud nastaly v průběhu návrhu stavby změny.

Participace a role zadavatele v průběhu projektu:

Jedná se o odbornou záležitost, laická veřejnost se tohoto procesu neúčastní. U rozsáhlejších zakázek je **na straně zadavatele odborný konzultant nebo tým konzultantů**, který v rámci **tzv. kontrolních dnů projektu** komentuje navržená detailní technická řešení. Součástí týmu konzultantů může být odborník v oblasti dřevostaveb, energetický poradce, konzultant v oblasti certifikace staveb, pokud je taková certifikace požadována. **Důležité je, aby byl v týmu přítomen budoucí provozovatel stavby – facility manager**. Součástí kontroly projektu má být i kontrola rozpočtu navržených řešení v jednotlivých fázích projektu.

Pro hladký průběh je vhodné nastavit termíny pro předložení dílčích částí PD a její rozpracovanosti pro projednání v rámci kontrolních dnů projektu. Od týmu zadavatele je vyžadována součinnost, zároveň je nutné podněty předkládat tak, aby nebyly ohroženy dohodnuté termíny a rozsah projekčních prací. Pokud charakter připomínek vede k jinému řešení, než bylo původně předmětem zadání, je nutno termíny a rozsah projektu po dohodě všech stran upravit.

Projekt dřevostavby má jistá specifika. Degradace stavby nebo jejích částí vlivem působící vody a vlhkosti může mít v případě dřevostavby fatální následky. Podobně některé požadavky na stavbu z hlediska tepelné techniky, akustiky apod. se v případě dřevostavby řeší specifickým způsobem. Zadavatel by měl v rámci výběrového řízení na projekt požadovat od uchazeče prokazatelné zkušenosti s projektováním dřevostaveb a příslušné reference z předchozích projektů.

Dřevostavba? Na co myslet a na co nezapomenout!

Statika a volba nosné konstrukce – dřevo je specifický konstrukční materiál a podle toho je třeba s ním pracovat. Pro běžné typy konstrukcí jsou vhodnější rozpory cca do 4,5–5,0 m, speciální konstrukce halového typu nebo konstrukční hybridy umožňují i velkorozponová řešení. **Konstrukční řešení musí být součástí architektonického konceptu stavby.**

Požární odolnost dřevostaveb – od 1. srpna 2025 mohou být vícepodlažní dřevostavby navrhovány až do výšky 22,5 m. Toto omezení vyhovuje naprosté většině běžných staveb. Splnění požadavků příslušné legislativy a návrh řešení je pak věcí odborného návrhu a posouzení požárního specialisty. U vícepodlažních staveb je běžné kombinovat konstrukce na bázi dřeva s nehořlavými konstrukcemi pro požární únikové cesty (schodiště, chodby atd.). U dřevostaveb je třeba dbát na požadované odstupové vzdálenosti od hranic pozemku a od sousedních budov. Problematika požární bezpečnosti je komplexně prověřena v rámci projektové dokumentace v části PBŘS – požárně bezpečnostní řešení stavby. **Základní koncept je vhodné řešit již v úrovni architektonické studie.**

Prefabrikace – rychlost výstavby je jedním z největších benefitů moderních dřevostaveb. Rychlá výstavba snižuje rizika nežádoucích klimatických vlivů na stavbě, zejména vliv vody a vlhkosti. Rychlá výstavba zároveň zkracuje negativní vliv výstavby na okolí stavby (hluk, prašnost...) – proto by mělo být snahou dřevostavby nebo konstrukce na bázi dřeva v maximální míře prefabrikovat.

Konstrukční ochrana dřeva – koncepce využití dřeva ve stavbě má být provedena tak, aby dřevo bylo použito bezpečně z hlediska vlivu vody a zemní vlhkosti. Vhodné je navrhovat části stavby, kde hrozí vlhkost, na silikátové bázi (podzemní podlaží, částečně podsklepené části stavby) a konstrukce na bázi dřeva v nadzemní části. Detaily nosných i kompletačních konstrukcí na bázi dřeva musí být řešeny tak, aby vliv srážkové vody byl v maximální míře eliminován. Jedná se zejména o vliv odstřikující vody u paty stěny, zatékání v úžlabí a nároží, detaily osazování oken a střešních oken, vliv hnaného deště atd.

Stavebně energetický standard dřevostaveb – dřevostavby umožňují vysoký energetický standard návrhu, tzv. **pasivní standard** je u dřevostaveb běžně dosažitelný. Výhodou lehkých dřevostaveb je jejich efektivní dynamický provoz, energetickou efektivnost průběžně užívaných dřevostaveb je možno zlepšit zvýšením jejich akumulačních schopností.

Tepelně vlhkostní jevy v dřevostavbách – pro dlouhodobou životnost dřevostaveb je klíčové správné řešení stavebních detailů z hlediska rizika vlhkosti a kondenzace vodní páry. **Správné řešení stavebních detailů patří mezi klíčové úkoly projektanta** a je třeba mu věnovat patřičnou pozornost.

Monitoring vlhkosti a teploty v dřevostavbách – vlhkostní a požární bezpečnost a trvanlivost dřevostaveb lze významně zvýšit použitím systémů detekce vlhkosti a monitoringu teploty. Vlhkostní a teplotní čidla se osazují v kritických konstrukčních detailech, umožňují rychlou detekci případných problémů a včasnou opravu.

Akustika dřevostaveb – u lehkých konstrukcí na bázi dřeva (stropů, mezibytových stěn, příček...) je akustika velké téma. Zadavatel by měl vyžadovat použití certifikovaných skladeb nebo průkazné splnění normových požadavků, a to **nejen u typických skladeb konstrukcí, ale také u stavebních detailů.**

Systémy TZB v dřevostavbách – pro dřevostavby je vhodné volit takové systémy TZB, které eliminují rozvody kapalných médií a minimalizují množství spojů v rozvodech. Trasy rozvodů by měly být ideálně vedeny tak, aby byly v dřevěné konstrukci kontrolovatelné.

Správa a údržba – součástí projektu by měl být manuál ke správě a údržbě stavby, kontrole a monitoringu konstrukcí a detailů. Tento výstup zatím není běžnou součástí dokumentace, ale významným způsobem pomáhá zvýšit trvanlivost dřevostaveb a konstrukcí na bázi dřeva.

4.3 Proces výstavby

Vlastní realizace díla může probíhat různou formou. Doposud je v našem prostředí nejběžnější **model D-B-B (Design-Bid-Build)**, známý jako „vyprojektuj–zadej–postav“. Investor uzavírá oddělené smlouvy s projektantem a stavební firmou. Tento postup zajišťuje vysokou transparentnost nákladů, ale je organizačně náročnější a pomalejší než novější metody. Z hlediska procesů je objednatel zodpovědný za kvalitu projektu, na jehož základě zhotovitel dílo naceňuje. Případné vyvolané změny v projektu pak představují zpravidla vícenáklady.

Další možností je metoda **Design & Build (D&B)**, která spojuje projekční fázi (Design) a samotnou výstavbu (Build) do jedné zakázky pod jednoho zhotovitele. Projektant i stavební firma jsou součástí jednoho týmu, což eliminuje spory mezi projekcí a realizací. Investor tak komunikuje pouze s jedním partnerem, který nese plnou odpovědnost za návrh, cenu i termín. Tato metoda zrychluje proces a snižuje rizika pro investora. Podkladem pro zhotovitele je projekt pro povolení stavebního záměru, který deklaruje, že danou stavbu lze v daném rozsahu v dané lokalitě realizovat. Klíčovou úlohou zadavatele je pak nadefinování standardů stavby, které zhotovitel projektem a vlastní realizací díla naplňuje.

Výběr zhotovitele je předmětem samostatného výběrového řízení. Zadavatel může požadovat prokazatelnou zkušenost s realizací dřevostavby obdobného rozsahu, dále může formulovat v rámci výběrového řízení další specifické požadavky, např.:

- Zpracování BIM modelu pro realizaci a následnou správu a údržbu objektu (nadležitelná veřejná zakázka).
- Zajištění kolaudace stavby.
- Prokázání dokladů o původu dřeva (FSC/PEFC) – certifikační systémy, které zaručují, že dřevo pochází z šetrně obhospodařovaných, udržitelných lesů.
- Součinnost při dokládání certifikace kvality stavby, pokud je požadována.
- Provedení výsledných měření dokládajících kvalitu provedení stavby a dosažení cílových parametrů apod.

Vlastní **realizace stavby** je odbornou technickou záležitostí. Zájmy zadavatele by měl chránit **tzv. TDI – technický dozor investora**, který kontroluje soulad stavby s projektovou dokumentací a se zadávacími podmínkami, případně komunikuje změny a úpravy projektu. Vzhledem ke specifikům dřevostaveb by i výběr TDI měl být proveden na základě prokazatelných zkušeností s realizací dřevostaveb. Dřevostavby i konstrukce na bázi dřeva jsou citlivé vůči vlivům vlhkosti, důležité je, aby dřevěné prvky s nadměrnou vlhkostí nebyly zabudovány do skladeb, případně aby byla zajištěna možnost vysychání. Je odpovědností odborné realizační firmy, případně TDI technického dozoru investora, aby správnost zabudování dřeva do konstrukcí v souladu s projektovou dokumentací zajistili, případně zkontrolovali.

Participace a role zadavatele při výstavbě:

Laická veřejnost se tohoto procesu neúčastní, **technickou kontrolu zadavatele zajišťuje TDI**. Z hlediska participace je důležité **seznámit cílové skupiny s harmonogramem výstavby, s případnými omezeními stávajícího provozu**. Důležité je aktivně **kommunikovat případné změny v řešení, či změny a úpravy harmonogramu omezující stávající provoz nebo termín předání stavby**.

4.4 Uvedení stavby do provozu a užívání stavby

Proces uvedení stavby do provozu a předání k užívání by měl z hlediska uživatele zahrnovat zejména podrobné proškolení na ovládání technologií v budově. Z **pohledu dřevostaveb je důležitý podrobný návod na pravidelnou údržbu a kontrolu kritických míst a detailů**. Důležité je seznámit majitele/provozovatele/uživatele s kritickými místy v konstrukci a ideálně zavést systém pravidelných kontrol.

I zde však musí být údržba budovy proškolená, aby informace z kontrolních míst jednak zaznamenávala a jednak dokázala vyhodnotit.

Zhotovitel předá stavbu k provozu v rámci **předávacího řízení**. V rámci tohoto procesu může zhotovitel požadovat **provedení odpovídajících měření a předání odpovídající dokumentace**. Jejich soupis a přehled musí být předmětem smlouvy o dílo. Jedná se zejména o:

- Funkční zkoušky všech zařízení.
- Měření akustických parametrů vybraných konstrukcí – stěny, stropní konstrukce.
- Kontrola tepelně technické kvality obálky budovy termokamerou.
- Kontrola vzduchotěsnosti obálky budovy tzv. Blower-door testem.
- Dokumentace o kontrole kvality provedených prací – stavební deník a fotodokumentace trvale zakrytých konstrukcí ve stavbě a jejich provádění.
- Vyhodnocení funkčnosti stavby po roce používání – certifikace kvality vnitřního prostředí.
- Doklady pro správu a údržbu objektu – návod údržby, servisní smlouvy na zařízení, revize a ostatní dokumenty ke stavbě, BIM model pro správu a údržbu objektu (pokud bylo předmětem smlouvy) atd.

Dnes se v rámci zkušebního provozu staveb provádí tzv. „**post occupancy evaluation**“, **kdy se hodnotí funkčnost stavby a jejích systémů z pohledu uživatelského komfortu** po prvních zkušenostech. Zejména u složitých energetických systémů je často třeba na základě zkušebního provozu jejich nastavení zkontrolovat, případně přenastavit. Tento proces se provádí zpravidla během prvního roku provozu stavby tak, aby byly systémy a chování stavby ověřeny v různých klimatických podmínkách.

Participace a role zadavatele při uvedení stavby do provozu:

Jedná se zejména o proškolení pracovníků a správy nemovitosti a zároveň proškolení uživatelů z hlediska ovládání koncových prvků systému v budově. Součástí procesu je i vyhodnocení kvality vnitřního prostředí a nastavení a regulace systémů tak, aby uživatelům stavby vyhovoval. Jakkoliv může být nastavení systému v souladu s normami a předpisy, pokud je to možné a není v rozporu s dalšími požadavky, měly by být systémy v budově nastaveny tak, aby reflektovaly konkrétní subjektivní požadavky uživatelů. Na druhou stranu je třeba uživatele motivovat k efektivnímu užívání stavby, což vyžaduje i dílčí zaškolení. Vhodná je uživatelská vizualizace systémů v budově, která může motivovat uživatele k šetrnějšímu chování a tím k úsporám energie.

5. Příklady dřevostaveb a materiálů kombinovaných staveb s využitím dřeva a dalších přírodních materiálů

Prezentované příklady pokrývají široký rozsah veřejných staveb s využitím dřeva, zahrnují různé stavební typologie, různé způsoby využití i rozličná konstrukční řešení a technologické zpracování dřeva. Jsou prezentovány jak drobné stavby a stavby plnící doplňkovou funkci, tak stavby pro administrativu, vzdělávání i stavby pro zemědělství. Jsou prezentovány jak novostavby, tak nástavby a dostavby, komplexní renovace.

Cílem je prezentovat kvalitní architekturu, různá technická řešení i různé procesy a postupy v rámci veřejných zakázek. Smyslem tak není přesně opakovat prezentovaná řešení a postupy. Každý projekt je jedinečný, specifický a je realizován v různých podmínkách. Cílem je především ukázat možnou cestu. Inspirací tak může být nejen vlastní použití dřeva pro různé účely, ale také vlastní proces přípravy projektu i jeho realizace. Technická řešení odpovídají době svého vzniku.

5.1 Dřevo pro drobné stavby a infrastrukturu

Následující ukázky prezentují využití dřeva pro drobné stavby a infrastrukturu. I tyto drobné intervence, ať již jako součást řešení parteru větších staveb nebo vestavby a objekty v přírodě nebo ve veřejném prostoru – vybavení parteru, altány, přístřešky, mosty, rozhledny atd., dokumentují široké možnosti využití dřeva, jsou šetrné k životnímu prostředí a zároveň ukazují i estetiku dřeva. Důležité je, aby tyto objekty byly správně konstrukčně navrženy a vykazovaly dlouhou životnost a aby byly odpovídajícím způsobem ztvárněné a měly vysokou estetickou kvalitu. I tyto drobné objekty mohou vznikat na základě architektonické soutěže.



Obr. 29 Drobné stavby ve veřejném prostoru, nouzový přístřešek Bukovec (Lesní správa Jablunkov), rozhledna Velký Javorník (Lesní správa Frýdek-Místek), dřevobetonový silniční most v Třebíči, osazen automatickým vážením a autodiagnostikou technického stavu (zdroj: www.lesy.cz)

5.2 Administrativní budova Lesní správy Hořice

Lokalita: Hořice v Podkrkonoší, Gothardská 2276

Účel stavby: Administrativní budova – sídlo Lesní správy Hořice pro Lesy ČR

Popis projektu: Projekt „Výstavba nové administrativní budovy LS Hořice“, realizovaný v letech 2015–2017, je příkladem řešení neúměrně vysokých provozních nákladů a nepraktických vnitřních dispozic historické budovy hořického zámku přemístěním provozního zázemí do nové energeticky úsporné dřevostavby přizpůsobené současným potřebám organizace. Cílem návrhu byla provozní efektivita a vytvoření reprezentačního zázemí s jedinečným autentickým řešením.

Navržený objekt je dvoupodlažní s plochou střechou a vzhledem ke sklonu terénu a osazení má polozapuštěný suterén. Hmota vstupní haly a jednací místnosti vystupuje nad úroveň hlavní hmoty. Snahou bylo umístit většinu kanceláří s orientací po svahu a s výhledem do kraje. Taktéž polozapuštěný suterén (1.PP) má v jižním traktu do zahrady orientované kanceláře lesnického personálu.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Nosné stěnové a stropní prvky jsou z KVH řeziva. Hlavní svislá konstrukce horní stavby je tvořena lehkým stěnovým systémem na bázi „2x4“ s konstrukčním plášťováním z OSB desek. Nosná konstrukce byla prefabrikací vytvořena a montážně spojena v dílně a následně jako celek byla přivezena bez opláštění na stavbu. V projektu je v maximální míře navrženo dřevo nejen jako konstrukčního prvku, ale i jako designového pohledového materiálu. Fasáda je ve větší míře pojednána z prken ze sibiřského modřínu a ve vnitřních prostorech vstupních hal v 1. PP, 1.NP a v zasedací místnosti je na stěnách použit prkenný obklad z javorového dřeva.

Proces výstavby: V rámci projektu byla organizována tzv. „malá architektonická soutěž“ formou souběžné zakázky malého rozsahu, které se účastnily 3 vyzvané architektonické týmy. Pro zpracování dalších stupňů projektové dokumentace byl hodnotitelskou komisí doporučen návrh ateliéru BREAK POINT spol. s r.o. Samotná realizace novostavby trvala 14 měsíců, přičemž ostrý provoz v budově byl zahájen s odstupem dalších 6 měsíců od dokončení stavby, zejména z důvodu kolaudace objektu a vybavení kancelářským nábytkem.



Obr. 30 Nové sídlo Lesní správy Hořice v Podkrkonoší (zdroj: <https://lesy-cr.cz/nej-drevostavby-lesu-cr/>)

5.3 Pasivní administrativní budova BUDEX HUB

Lokalita: Planá u Českých Budějovic

Účel stavby: Administrativní budova – sídlo společnosti

Popis projektu: Čtyřpatrová dřevěná budova ze Studia Perspektiv je reprezentativním sídlem společnosti BudexHUB a poukazuje na schopnost zkombinovat udržitelnost i moderní technologie. Administrativní budova je v pasivním energetickém standardu a byla dokončena v roce 2024. Je jednou z nejvyšších dřevostaveb v Česku a je tak důkazem, že je možné dřevo využít i na vyšší a rozmanitější budovy, než jsou pouze rodinné domy.

Možnost co nejefektivnějšího získávání sluneční energie představuje solární tracker, umístěný na vzdálenější zatravněné ploše. Přísun tepelné energie pro chlazení nebo podlahové vytápění objektu je primárně zajišťován geotermálními vrty a tepelným čerpadlem, dále je na střeše administrativní budovy a přístřešků umístěna FVE. Dešťové vody jsou odváděny do podzemní nádrže o objemu 100 m³ a využívány pro závlahu skleníku.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Konstrukce z dřevěných komůrkových stropů a stěnových systémů NOVATOP i CLT panelů se vine kolem vnitřního železobetonového jádra ve čtyřech nadzemních podlažích administrativní budovy. Oba materiály těchto konstrukcí jsou v dominantních plochách řešeny jako pohledové. Deskové nosné materiály zde byly voleny s ohledem na preferovanou dispozici, velikost objektu a zamýšlený vizuál prostoru.

Proces výstavby: Volba dřevostavby přinesla benefity v podobě velmi rychlé výstavby, hrubá stavba nosné dřevěné konstrukce trvala cca 2 měsíce a díky rychlosti je šetrnější také finančně.



Obr. 31 Administrativní budova BUDEX HUB (zdroj: www.archiweb.cz)

5.4 Střední škola COPTH Českobrodská – obnova budovy

Lokalita: Praha, Českobrodská 32a

Účel stavby: Školská stavba

Popis projektu: Školní budova byla postavena v 70. letech 20. století v konstrukčním systému KORD, v 90. letech byla provedena zděná přístavba. Budova byla před zahájením revitalizace morálně i technicky zastaralá.

V rámci celkové sanace bylo navrženo nové dispoziční řešení a moderní architektonický výraz stavby. Energetický koncept zahrnuje návrh chytré, udržitelné a energeticky aktivní budovy. Společně s budovou jsou revitalizovány venkovní plochy, které umožňují relaxaci žáků a učitelů včetně sportovních aktivit. V areálu školy jsou řešena krytá i nekrytá stání pro kola včetně dobíjecích stanic i parkovací stání pro elektromobily s dobíjením. Koncept výrazně pracuje se zelení. Jižní fasáda v atriu s třídami a západní chodbou je v celé ploše krytá popínavkami a ve vegetačním období tak tvoří příjemnou světelnou atmosféru. Mimo vegetační období listy opadají a umožňují přístup dennímu světlu a solárním ziskům. Části plochých střech jsou řešeny jako zelené. Budova tak je jako živý organismus, který se v čase proměňuje.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Původní nosná konstrukce budovy je opatřena lehkým zavěšeným obvodovým pláštěm na bázi dřeva ENVILOP v pasivním energetickém standardu, který je výsledkem aplikovaného výzkumu pracovišť na UCEEB ČVUT v Praze.

Proces výstavby: Projekt je příkladem komplexní sanace s využitím principů udržitelné výstavby, který zároveň aplikuje opatření pro klimatickou změnu. Projekt je hodnocen zlatým certifikátem SBToolCZ.



Obr. 32 Přestavba střední školy COPTH Českobrodská v Praze – celkový pohled na budovu, pohled na východní fasádu, osazování LOP na bázi dřeva systému ENVILOP (zdroj: www.ecoten.cz)

5.5 Budova UCEEB – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT

Lokalita: Buštěhrad

Účel stavby: Multifunkční budova – výzkumné laboratoře s administrativním zázemím

Popis projektu: Hlavní hmotou budovy je 9 metrů vysoký blok testovací haly, ke které jsou na severní a východní straně připojeny nižší přízemní části s 21 specializovanými laboratořemi a výukovou místností. Dominantu tvoří administrativní křídlo, položené na střechu laboratoří jako dřevěný hranol se šikmo seříznutými čely. Jednoznačná orientace podélné osy stavby západ–východ umožňuje umístění solárních zařízení na k jihu obrácené části stavby, a naopak příznivé osvětlení specializovaných laboratoří a testovací haly (světlíky) od severu.

Stavebně-energetická koncepce budovy byla navržena v souladu s moderními nároky na úspornost a šetrnost k životnímu prostředí. Obvodové konstrukce rozhodující vytápěné části byly navrženy na úrovni obvykle odpovídající pasivnímu standardu. Halový prostor s navazujícím blokem laboratoří je ve výpočtovém modelu považován za sousední nevytápěný prostor, i když i jeho obvodové konstrukce byly tepelně izolované.

Důležitou součástí architektonického řešení bylo i programové využívání zeleně. Mimo sadové úpravy byla zeď také navrhována aktivní součástí vlastní budovy – především v podobě extenzivní zeleně na některých střešních konstrukcích, ale také jako popínavá zeď na severní a východní straně budovy.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Pro hlavní nosnou konstrukci bylo zvoleno lepené lamelové dřevo, a to jak na halovou, přízemní, tak i dvoupodlažní část budovy. Dřevo bylo hlavním materiálem také pro většinu obalových konstrukcí – především pro fasády haly a administrativy.

Proces výstavby: V roce 2019 byla budova ČVUT UCEEB hlasováním členů České rady pro šetrné budovy vybrána mezi TOP 10 přelomových šetrných staveb v ČR. Projekt je unikátním příkladem využití dřeva pro nestandardní provozy a jeho kombinace s jinými materiály pro specializované laboratoře.



Obr. 33 Budova UCEEB (zdroj: www.uceeb.cz)

5.6 Nástavba ZŠ a MŠ Oty Pavla v Buštěhradě

Lokalita: Buštěhrad u Prahy

Účel stavby: Školská stavba

Popis projektu: Projekt Rozšíření kapacit ZŠ a MŠ Oty Pavla v Buštěhradě realizovaný v letech 2015–16 je příkladem komplexního přístupu k návrhu stavby. Cílem projektu bylo rozšíření kapacit školy a školní jídelny, synergickými efekty se však podařilo naplnit i širší aspekty kvality stavby.

Architektonický návrh ateliéru ADR, který vzešel z tzv. „malé architektonické soutěže“, našel řešení pro klíčový provozní problém napojení staré a nové školy a související dopravní kolize mezi pěší dopravou a zásobováním. Navrhovaná nástavba je již dispozičně i konstrukčně řešena tak, že v budoucnu umožní provozní napojení obou budov.

Projekt v maximální míře reflektoval principy udržitelné výstavby. Nástavba je řešena jako prefabrikovaná dřevostavba, což mj. umožnilo velmi krátkou dobu realizace. Hlavní stavební práce proběhly během letních prázdnin a v září byla stavba předána k užívání. Nástavba je navržena v nízkoenergetickém standardu, důraz byl mj. kladen také na řešení letního přehřívání venkovním stíněním, pro nové učebny, kabinety a jídelnu byl navržen systém nuceného větrání s rekuperací. Na střechu nástavby byla navržena FV instalace pro lokální spotřebu bez nutnosti bateriového úložiště.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Prefabrikovaný lehký sloupkový systém.

Proces výstavby: Projekt je příkladem komplexního přístupu u veřejné zakázky. I přes velmi omezený čas se podařilo s týmem z UCEEB realizovat průzkum potřeb, který identifikoval provozní potřeby učitelů a žáků. Na jeho základě bylo formulováno zadání projektu – návrh nástavby měl umožnit možné budoucí provozní napojení budov v areálu školy a zároveň pomoci řešit dopravní kolize mezi pěšími zónami a zásobováním. Koncept tzv. „malé architektonické soutěže“ realizované souběžnou zakázkou malého rozsahu, které se účastnily 3 vyzvané architektonické týmy, ukázal přínosy variantního zpracování zadání. Zároveň se jedná o koncept velmi vhodný pro zakázky malého rozsahu. Management projektu byl zpracován ve spolupráci s týmem architektů, sociologů a energetických specialistů z UCEEB ČVUT.



Obr. 34 ZŠ a MŠ Oty Pavla v Buštěhradě – upravené venkovní plochy před nástavbami a jídelnou (zdroj: facebook ZŠ a MŠ Oty Pavla, Buštěhrad)

5.7 Jahodárna Vraňany

Lokalita: Vraňany

Účel stavby: Farmářská prodejna s bistroem

Popis projektu: Nová budova rodinné farmy ve Vraňanech (Farma Hanč) představuje moderní multifunkční objekt, který tvoří zázemí pro farmářskou prodejnu s bistroem a tvoří komerční a reprezentační zázemí firmy. Architektonický koncept z ateliéru Fusion Architects efektivně propojuje tradiční zemědělský účel s moderními trendy multifunkčního a variabilního využití stavby. Realizace stavby byla svěřena zkušené jihočeské společnosti Nema, s.r.o.

Konstrukční systém a způsob využití dřeva: Konstrukce budovy je tvořena těžkým dřevěným skeletem, který zajišťuje statiku stavby a vnáší do interiéru žádoucí přírodní charakter. Hlavní nosné prvky a stropní konstrukce s velkými rozpory jsou tvořeny BSH nosníky, které garantují vysokou tvarovou stálost a únosnost. Vizualní identitu objektu dotváří vnější obklad ze sibiřského modřínu, dřeviny vyznačující se vysokou přirozenou odolností a dlouhou životností. Přízemní část odlehčuje rozsáhlá prosklená fasáda.

Proces výstavby: Projekt plně využil výhod moderních dřevostaveb v podobě vysokého stupně prefabrikace. Po dvouleté architektonické přípravě a tříměsíční tvorbě detailní výrobní dokumentace proběhla výroba rámových konstrukcí. Ty byly s maximální přesností sešroubovány v kontrolovaném prostředí výrobní haly, čímž se eliminoval negativní vliv počasí.

Realizace, zahájená v roce 2021, trvala celkem necelých sedm měsíců. Pro efektivní transport byly rámy částečně rozebrány a na staveništi následně s vysokou přesností sesazeny pomocí velkého množství ocelových spojů. Samotná montáž hlavního dřevěného nosného skeletu tak představovala ukázkou časové efektivity a zabrala pouhý jeden měsíc. Precizně zpracovaná dřevěná obálka budovy se úspěšně vypořádala s vysokými nároky na akustiku a vzduchotěsnost.



Obr. 35 Farma a jahodárna Vraňany (zdroj: www.nema-drevostavby.cz)

Závěrečné slovo

Budovy představují významný potenciál ke snížení negativního dopadu lidské činnosti na životní prostředí. Zároveň je ale třeba vnímat budovy komplexně, včetně jejich architektonické a provozní funkce a zejména z pohledu potřeb jejich uživatelů. Komplexní přístup k navrhování budov, jak novostaveb, tak renovací a adaptací stávajících budov přesahuje hranice technických opatření a je třeba zohlednit široký okruh témat.

Cílem této publikace je ukázat celou šíři problematiky dřevostaveb, vyvrátit některé mýty, objektivně vyzdvihnout jejich výhody a upozornit na možná rizika, ale zejména inspirovat k vyššímu využití dřeva ve stavbách a tím napomáhat ke snížení negativního dopadu výstavby na životní prostředí. Zároveň je cílem publikace ukázat komplexnost a náročnost celého procesu navrhování staveb, význam kvalitní projektové přípravy a význam komplexního přístupu k dosažení požadované kvality staveb. Cílem je také ukázat vysoký potenciál využití dřeva a přírodních materiálů v oblasti renovací a adaptací staveb. Roční přírůstek nových budov, které mohou potenciálně uplatnit nejnovější trendy a principy udržitelné výstavby představuje pouze cca 1 % budov. Proto vysoký podíl na snížení negativního dopadu budov na životní prostředí a uplatnění dřeva a dalších přírodních stavebních materiálů mají právě renovace a adaptace stávajících staveb.

Pokud tato publikace inspiruje a pomůže k lepší orientaci pro zadavatele ve složitém procesu stavebních zakázek a přispěje k vyššímu využití dřeva, byť jen u jediného projektu, pak splnila svůj účel. Přejme si však, aby takových projektů bylo co nejvíce.

Literatura a zdroje

1. Zákon o životním prostředí č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, § 6
2. ČSN EN 15978:2012 – Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda – definuje metody pro hodnocení environmentálních vlastností budov během celého jejich životního cyklu včetně stanovení emisí CO₂ ekvivalentu.
3. SBToolCZ Národní nástroj pro certifikaci komplexní kvality budov z hlediska principů udržitelné výstavby, www.sbtool.cz
4. ADMD asociace dřevěných montovaných domů – Statistiky dřevostaveb
5. Využití dřeva ve stavebních zakázkách – analýza množství dřeva v konstrukcích pozemních staveb, výzkumná studie, zpracovatel Univerzitní centrum energeticky efektivních budov UCEEB ČVUT v Praze, 2025
6. Metodika adaptace školských staveb na změnu klimatu v Praze, zpracovatel Univerzitní centrum energeticky efektivních budov UCEEB ČVUT v Praze, 2022
7. Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek. K dispozici <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-134/zneni-20220101>
8. Soutěžit se vyplatí, zpracovatel Institut plánování a rozvoje hl. města Prahy, k dispozici https://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/soutezit_se_vyplatí.pdf

Vydalo Ministerstvo zemědělství
Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1
www.mze.gov.cz
info@mze.gov.cz
ISBN 978-80-7434-861-7
Praha 2026

