

# ÚVOD

Pokud bychom posuzovali dřevo jako stavební materiál z hlediska komplexu mechanických, tepelnotechnických, estetických vlastností a dopadu na životní prostředí, zřejmě bychom mezi ostatními materiály nenašli konkurenci.

Vlastnosti přírodního dřeva jsou příjemné pro člověka: nízká tepelná akumulace, schopnost přijímat nadměrnou vlhkost z prostředí a naopak uvolňovat ji do suchého prostředí, schopnost pohlcovat škodlivé látky z interiéru, příjemnou vůni, rychlé zvýšení vnitřních povrchových teplot stěn při vytápění, schopnost udržovat příjemné klima i v letním období. Srubové obytné domy našly uplatnění díky přitažlivému tvaru a navíc mohly být postaveny, aniž by prostý stavitel měl znalosti ze stavební fyziky, ekologie či architektonické kompozice. Přírodní dřevo je materiál příjemný na pohled, na dotyk, pěkně voní a navíc má i velmi dobré akustické vlastnosti.



Dochované srubové obytné domy jsou dokladem stavitelského umění a uměleckého nadání předchozích generací [1]



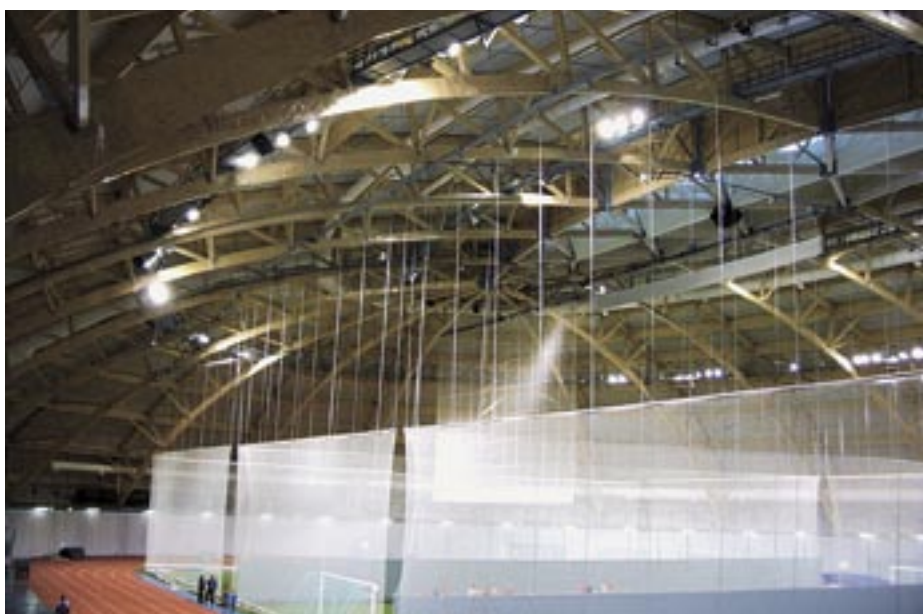
Krása konstrukčního detailu srubové stavby [1]



Dřevo je vděčný materiál pro zhmotnění uměleckých představ prostého stavitele [1]



Dřevo je svými vlastnosti předurčeno k zastřešení sportovních objektů (plovárna Rothelheim-Bad, Erlangen) [22]



Velkorozponové zastřešení sportovní haly je ekonomicky a ekologicky příznivě bilancováno (Joensuu, Finsko) [11]



Rekreační a oddychové centrum s využitím tradiční roubené konstrukce (Lotyšsko) [9]

Dnešní fenomén dřevěné architektury v mnohých zemích Evropy (hlavně německy hovořících) neznamena jen návazání na tradici, snahu návratu k přírodě a původním hodnotám nebo touhu pobývat v přitažlivém a pohodovém prostředí. Důvodem je i trend šetření energií a snaha snižovat zatížení životního prostředí.

Dřevo je pro své příznivé působení přímo předurčeno k použití v některých konstrukcích. Z hlediska tepelnotechnických vlastností a vlhkostního režimu je dřevo vhodné například pro realizaci nosných konstrukcí plováren a sportovních halových objektů. Neopakovatelné je použití dřeva v architektonickém ztvárnění interiéru sakrálních budov, staveb pro kulturu a rekreaci.

Novodobé budovy na bázi dřeva jsou zároveň charakteristické nízkou spotřebou energie pro vytápění, vynikajícími tepelněizolačními vlastnostmi obalového pláště i nízkou celkovou energetickou bilancí včetně energie na výrobu a přepravu stavebních dílců. Samotné dřevo ve stavební konstrukci má zápornou bilanci emisí (po přepočtu spotřeby energie při výstavbě, provozu a likvidaci budovy na produkci skleníkového plynu  $\text{CO}_2$ ), protože během růstu stromu pohltí nebo reguluje více škodlivin, než jich po zabudování vyprodukuje. Nezůstává tak nic dlužno životnímu prostředí.

Prefabrikované budovy na bázi dřeva se vyznačují bezkonkurenčně krátkou dobou výstavby, což má příznivý dopad na dobu vázanosti investic vložených během výstavby.

Trend renesance dřevěných konstrukcí lze sledovat už i v Čechách a na Slovensku. Kromě architektonického ztvárnění dřeva jako esteticky velmi vděčného materiálu je však nutné respektovat jeho vlastnosti a technologie. Při navrhování dřevěných konstrukcí je třeba brát ohled na specifické výpočtové postupy a respektovat příslušné normy. Dřevěné konstrukce mohou překvapivě vykazovat velmi dlouhou životnost, pokud se při jejich realizaci zohlední zásady konstrukční ochrany a v nutných případech i jejich chemická ochrana.

Dřevěné stavby, v nichž je přiznaná přirozená krása dřeva, v sobě nesou působivý estetický náboj. V době vyspělých informačních technologií a virtuální reality tak dřevo přibližuje člověka jeho původnímu přírodnímu prostředí.



I moderní výstavba může skloubit tradici a klasické materiály s aktuálními požadavky na obytné prostředí [43]



Touha po návratu k autentickému přírodnímu prostředí je zhmotněna v novodobých dřevostavbách [20]

# 1 HISTORIE A PERSPEKTIVY DŘEVĚNÝCH STAVEB

## 1.1 Historie dřevěných staveb

Používání dřeva jako stavebního materiálu už v dávné minulosti umožňovalo lidem vytvářet hodnoty, které sloužily nejen jejich materiálním potřebám, ale díky přirozené spojitosti dřeva s přírodou a jeho vynikajícím vlastnostem umožňovaly dotvářet obytné prostředí a obohacovat ho o prvky, které vzbuzují v lidech pocit všestranné pohody a mocného estetického zážitku.

Díky dobré opracovatelnosti a tvarovatelnosti dřeva nacházejí dřevěné konstrukce svoje uplatnění prakticky ve všech historických obdobích lidské společnosti, všech architektonických slozích, v lidové architektuře, v sakrálních i měšťanských stavbách. Známé jsou archeologické nálezy dřevěných obranných valů z dob prvního osídlování našich území, rekonstrukce jednoduchých srubových obydlí postavených na kůlech či dřevěné pevnosti z doby Velké Moravy. Dřevo najdeme v dřevěných kazetových stropích raněkřesťanské sakrální architektury, v mohutných románských střešních konstrukcích, v důmyslných konstrukcích gotických krovů, v působivých hrázděných stavbách pozdněgotického a renesančního období, v barokních věžích.

Estetický zážitek poskytují dřevěné historické staroruské nebo severské konstrukce sakrálních staveb nebo historické dřevěné mosty.

Exotické záběry neobyčejných a bohatě zdobených střech asijských chrámů, ladné interiéry původní japonské dřevěné architektury, důmyslné prostorové konstrukce mongolských jurt, strohá, ale krásná konstrukce původních kanadských srubů dokládají přítomnost dřevostaveb všude tam, kde bylo dřevo jako stavební materiál dostupné – i když si dřevěná architektura v jednotlivých regionech nacházela vlastní vývoj.

Představy o stavbách a bydlení v pravěku – například že paleolitičtí lovci bydleli jen v jeskyních – vyvracejí archeologické nálezy. Například objevem kůlové jamky a jejich seskupení byl rozpoznán prvotní půdorys obytného domu. Ojedinelá naleziště neposkytují ucelený obraz o vrchní stavbě, nejvíc se



Obr. 1.1 Historický dřevěný krov kostela Église Saint-Pierre v Gallardon (Francie) [1]



Obr. 1.2 Průčelí kostela Proměny Páně v Kiji (Rusko) [1]



Obr. 1.3 Ortodoxní kostel v Joensuu (Finsko) [11]

z nich dozvíme o základech a podlahách. Dosavadní, především poválečná bádání ukazují, že základní způsoby výstavby a vnitřní dispozice vznikaly v mladší době kamenné: za základní předěl se považuje nástup domu se svislými stěnami a konstrukčně oddělenou střechou. Domy v tomto období byly budované většinou ze dřeva a hlíny. Setkáváme se tu s různými sídlištními formami, které ovlivňovaly půdorys domu a uspořádání osady. Například v jihovýchodní Evropě vznikaly tzv. telly, jejichž principem bylo opakované obnovování zástavby na stejném místě na troskách starých domů, které měly dřevěnou konstrukci. Planýrováním na troskách stavby (například vyhořelé) vznikla vyvýšenina. Ochrana osady často zabezpečovala jednoduchá dřevěná ohrada – palisáda. V střední oblasti Evropy je známá kultura s lineární keramikou – domy z tohoto období měly pravděpodobně dřevěnou skeletovou konstrukci z kmenů, které měly rozsochy zatesané pro vaznice krovu.



Obr. 1.4 Renesanční hrázděné domy v Německu [9]

Stěny tvořila řada hustě osazených kmenů, vypletených dřevem a omazaných hlínou, nebo byly tvořeny štípanými fošnami – trhanicemi. Podle vykopávek lze usuzovat, že už měly i poschodí nesené samostatnými sloupy. Specifický způsob výstavby na zamokřeném a málo úrodném terénu dokumentují poměrně zachované evropské nálezy z eneolitu i doby bronzové v rašelinách a v nánosích na dně jezer (Švýcarsko, jižní Německo, východní Francie). Pro tyto stavby je charakteristická základová deska, která rozkládala zatížení do plochy a bránila propadnutí. Tvořilo ji několik vrstev dřeva – odspodu byly obvykle kladené tenčí větve a kůra, na nich rošt z tyčoviny a vlastní podlaha z kmenů, často ležících kvůli izolaci na příčných polštářích. Stěny bývaly vyplétané a vymazané hlínou nebo palisádové. Na březích jezer a řek se stavěla sídliště tak, aby byla odolná kolísání vody a zároveň poskytovala bezpečí a ochranu proti požárům. Domy stály na pilotách – zahrocených kmenech



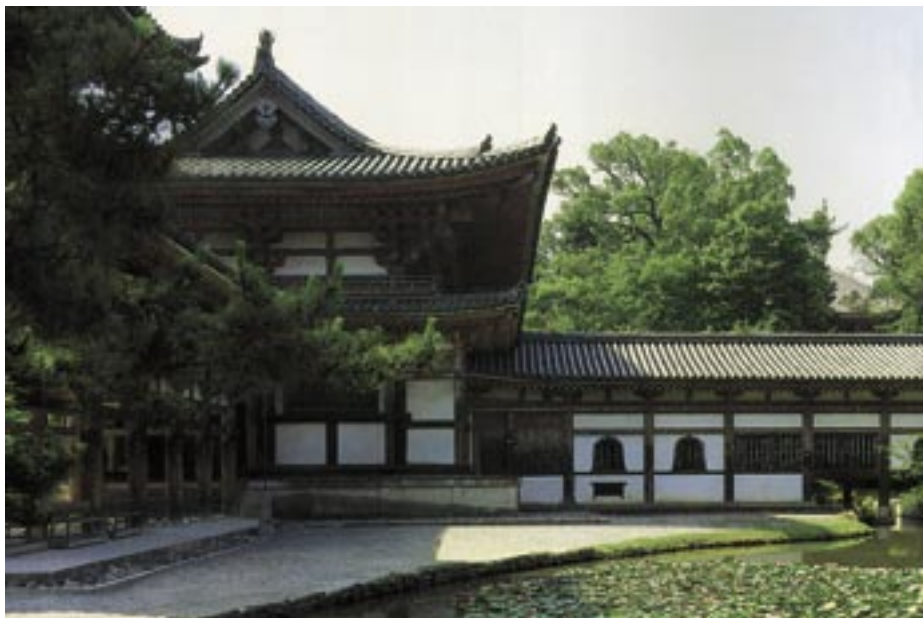
Obr. 1.6 Historický most z roku 1240 v Heinfels (Tyroly)



Obr. 1.5 Rekonstrukce původního dřevěného obydlí stojícího na pilotách [1]



Obr. 1.7 Impozantní dřevěná konstrukce kostela z roku 1150 v Borgund (Norsko) [1]



Obr. 1.8 Původní dřevěná konstrukce buddhistického chrámu v působivém prostředí japonské zahrady (Byodo-in v Uji, Japonsko) [1]



Obr. 1.9 Zlatý pavilon u Kjota (Japonsko) [1]

stromů, zaražených do značné hloubky. Podle nálezů ve Švýcarsku z počátku eneolitu byl kmen zároveň v dolní části pilotou a v horní části nosným sloupem. Piloty nemusely být zaražené až do podloží, ale mohly být zasazené do otvorů v naplocho položených štípaných fošnách, z čehož později v době bronzové vznikaly svérázné základové pásy a rošty. Zdokonalení nástrojů v starší době bronzové – zejména sekery ovlivnilo i dokonalejší zpracování dřeva. Z tohoto období jsou známé domy unětické kultury (naleziště v Postoloprtech u Loun) – dlouhé stavby z třech řad sloupů v pravidelných rozestupech, které zřejmě nesly hřebenovou a okapovou vaznici, ale i budování hradišť na vyvýšeninách (Slánská hora ve Slaném). Několik nalezišť sídlišť ze střední doby bronzové svědčí o charakteru zemědělských osad s pevnými a velkými dřevěnými domy. Pravděpodobně ve starší době bronzové se objevuje nový způsob výstavby, který v pozdějším období tzv. popelnicových polí zobecněl na širokém území Evropy – jde o drážkovou konstrukci stěny. Nacházíme z něho půdorys tvořený velkými sloupovými jámami ve vzdálenosti od sebe 1 až 2 m. Do sloupů byly oboustranně vytesané drážky, do kterých se zasunula krátká vodorovná břevna, otesaná na koncích tak, aby zapadla do drážek. Paralelně s drážkovou konstrukcí stěny (jako sloupovým nosným systémem) se vyvíjela i srubová stěnová a později hrázděná konstrukce – stavební systémy, které přetrvaly až dodnes.

I když v dalších obdobích se při konstrukcích stěn preferovala materiálová báze kamene a keramické cihly, z ekonomických důvodů a kvůli přístupnosti stavebního dřeva zejména v hornatých regionech se uplatňovaly srubové konstrukce, hlavně při výstavbě obytných, ale i sakrálních budov.

Začátkem 20. století byl v USA vyvinut sloupkový systém „two by four“, který znamenal přelom ve vývoji úsporných dřevěných konstrukcí a umožnil pokrýt narůstající potřebu rychlé, ekonomické výstavby a zdravého bydlení. Název je odvozený z dimenze základního konstrukčního prvku 2 × 4 palce.

Principy úsporné sloupkové soustavy se uplatňují v dřevostavbách doposud. Velký rozmach dřevěných tesařských konstrukcí halových staveb – rámových, příhradových a spřažených dřevo-ocelových konstrukcí nastal v 19. a 20. sto-

letí v souvislosti s rozvojem průmyslu. V tomto období byly vynalezeny průkopnické tesařské konstrukce: vzpěradlové a věšadlové soustavy, sbíjené nosníky (např. Stephanův systém), hřebíkované příhradové nosníky, příhradové rámy (Küblerova, Hetzerova-d'Arduinova soustava), samonosné střešní konstrukce (lamelová, Záhorského nebo Kroherova soustava), soustavy skruží či spřažené dřevo-ocelové konstrukce nosníků a rámu. Začátkem 19. století už začalo být využíváno i lepené lamelové dřevo.

Zvláštním vývojem přešly dřevěné konstrukce krovů – od původní krokevní soustavy a soustavy vaznic, položených na rozsochách tesaných sloupů, později původní hambalkové soustavy s výměnami a námětky v místě okapu přes kombinované soustavy gotických krovů, vaznicovou soustavu až po současnou úsporné krovky příhradové nebo hambalkové.

Moderní dřevěná architektura vychází z estetického odkazu původních dřevostaveb s přiznáním dřeva jako přírodního materiálu. Zároveň se využívají progresivní konstrukční prvky a materiály na bázi dřeva s lepšími fyzikálními a užitkovými vlastnostmi:

- velkorozponové přímopásové nebo obloukové nosníky a rámy z lepeného lamelového dřeva nebo nosníky či rámy složených průřezů s využitím progresivních velkoplošných materiálů (obr. 1.11),
- prostorové příhradové konstrukce s prvky z lepeného lamelového dřeva (obr. 1.10),
- úsporné nosníky a rámy ze spřažených průřezů (dřevo a ocel, dřevo a uhlíková vlákna),
- spřažené dřevobetonové stropní a mostní konstrukce,
- úsporné příhradové konstrukce se styčníky z desek s prolisovanými trny,
- úsporné příhradové nosníky s diagonálami z profilovaných plechů,
- ve funkčním a estetickém designu pojednané stavebnětruhlářské výrobky, např. dřevěné schody, obklady, okna, zimní zahrady.

V současné architektuře dřevostaveb lze sledovat i trend návratu k původním technologiím a materiálům (přírodní dřevo) uplatněným v moderním přitažlivém tvaru a při respektování současných požadavků na tvorbu prostředí.



Obr. 1.10 Prostorová příhradová konstrukce zastřešení z lepeného lamelového dřeva [29]



Obr. 1.11 Obloukové rámy z lepeného lamelového dřeva [1]

se vstupním portálem, které lze také přiřadit k hodnotným památkám lidové architektury. Byly tvořené ze sloupkové konstrukce, se ztužidly, se zajímavě řešenými tesařskými spoji a ozdobnou konstrukcí střechy.

### 1.3 Přednosti a nedostatky staveb ze dřeva

Ve vědomí laické veřejnosti (ale i mezi některými odborníky) obytné domy na bázi dřeva stále představují provizorní konstrukci s nízkou trvanlivostí, slabou izolací proti ztrátám tepla, proti požáru a proti hluku. Jsou přirovnávané k provizorním budovám rané éry dřevostaveb, k „maringotkám“ či „kontejnerům“.

Přitom konstrukce rodinných domů vyráběné v současnosti na bázi dřeva sloupkové konstrukce nebo z prefabrikovaných panelů mají srovnatelné fyzikální vlastnosti jako mají konstrukce na silikátové bázi. Standardní stavební systémy dřevěných staveb mají dokonce výrazně lepší parametry z hlediska tepelné ochrany. Z pohledu rychlosti výstavby nabízejí ekonomičtější alternativu. Znamenají i přínos v snižování energetické náročnosti a zátěže životního prostředí. Základní surovinou na jejich výrobu je obnovitelný, v Čechách tradiční a strategický stavební materiál – dřevo.



Obr. 1.25 Hrázděná konstrukce v architektuře v architektuře Dušana Jurkoviče [1]

Z pohledu tepelné ochrany budov a při současných zpřísněných normativních kritériích na tepelnětechnické vlastnosti obalového pláště a energetickou

efektivnost budov se začínají uplatňovat sendvičové obalové pláště na bázi dřeva s vrstvou vysokoúčinné tepelné izolace. Standardně vyráběná stěna na bázi dře-

Tab. 1.1 Porovnání energetické náročnosti na výrobu krokve délky 7,3 m

Materiál	Objem prvku	Hmotnost	Energetická náročnost na výrobu a dopravu
Dřevo (smrk)	0,125 m <sup>3</sup>	87,5 kg	55,8 MJ
Železobeton	0,173 m <sup>3</sup>	440 kg	1 660 MJ



Obr. 1.26 Panelový rodinný dům na bázi dřeva s nízkou spotřebou energie – opláštění kontaktní fasádou zabezpečí fyzikální celistvost, tepelnou a akustickou ochranu [4]



Obr. 1.27 Ekonomická řadová zástavba je vhodnou alternativou k bydlení v panelovém bytovém domě [1]



Obr. 1.28 Porovnání doby výstavby v praxi (dřevostavba v pozadí je již zabydlená) [1]



Obr. 1.29 Dřevěná okna a zimní zahrada jsou významným nástrojem v architektonické kompozici [1]

va se skládá z dřevěného nosného rámu, vyplněného tepelnou izolací a zvenku je ještě opláštěná kontaktní tepelněizolační fasádou nebo tepelněizolačním obkladem s odvětranou mezerou. Skladba takové stěny je bez zjevných tepelných mostů a má nízkou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Co se týká provozní energetické náročnosti budov, snahou projektantů je ovlivnit pozitivně celkovou energetickou bilanci a v určitých případech dosáhnout tzv. kvazi nulové energetické bilance, resp. dosáhnout úrovně tzv. nízkoenergetického domu. Zvětšováním tloušťky tepelné izolace nebo přidáním izolační vrstvy v interiéru lze ekonomickým způsobem snížit hodnotu součinitele prostupu tepla až na hranici nízkoenergetických nebo pasivních domů, součinitel prostupu tepla  $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Ukazuje se, že neekonomičtějším řešením hrubé stavby budovy s nízkou spotřebou energie (vedle aplikací technických zařízení na využití zpětného získávání tepla a sluneční energie) je právě uplatnění konstrukcí na bázi dřeva.

Při porovnání celkové energetické náročnosti budov začíná stále větší úlohu hrát i energetická náročnost na jejich výstavbu. Zvýšení cen energie se výrazně projevilo i ve výrobní sféře a v dopravě. Zde je zajímavé porovnání energetické náročnosti při výrobě různých stavebních hmot a konstrukcí a při jejich dopravě (závisící na hmotnosti přepravovaných hmot a dílů). Při porovnání měrné spotřeby energie na výrobu 1 t následujících materiálů vzhledem ke dřevu vychází následující bilance:

- pálená cihla – 3násobně,
- cement – 4násobně,
- beton – 6násobně,
- konstrukční ocel – 24násobně,
- slitiny hliníku – 126násobně.

Nízká hodnota energetické náročnosti dřevěných nosných konstrukcí se ještě zřetelněji projeví v porovnání s ostatními materiály, pokud bereme v úvahu nízký poměr hmotnosti nosného prvku k jeho únosnosti. Na příkladu typického prvku konstrukce střechy – krokve s délkou 7,3 m a se stejnou únosností – vidíme jasný 29násobný rozdíl energetické náročnosti (tab. 1.1).

A to ještě nebereme v úvahu energii spotřebovanou na likvidaci prvku po skončení životnosti – u dřevěného prvku bychom ji právě naopak získali.

Podle některých studií při výstavbě dvojpodlažní budovy s lehkou dřevěnou konstrukcí místo železobetonové s užitkovou plochou 5 000 m<sup>2</sup> lze uspořit až 1/3 energie, což představuje úsporu okolo 5 800 GJ.

Z hlediska stavební ekologie je nutné konstatovat, že všechny hmoty použité na stavební dílo se po určité době stávají „odpadem“, přičemž se stále víc zdůrazňuje hledisko ekologické rovnováhy. Při porovnání výrobní energetické náročnosti různých materiálů a při přepočtu množství emisí vytvořených při výrobě vychází pro dřevěné konstrukce pasivní bilance emisí a vázanosti oxidů uhlíku.

Z hlediska celospolečenského dopadu lze definovat přednosti využití dřeva jako strategické suroviny v stavebnictví:

- Využívání dřeva vede ke snížení skleníkového plynu CO<sub>2</sub> v ovzduší.
- Dřevo je obnovitelná surovina produkovaná v lese. Les je přitom považován jako krátkodobě regenerativní systém – jeho obnova je porovnatelná s délkou lidského života.
- Dřevo má všestranné použití v stavebních konstrukcích nosných a výplňových i v konstrukcích dokončovacího cyklu (stavebnětruhlářských výrobcích).
- Dřevo je významný nosič energie, samotná výroba a spotřeba výrobků ze dřeva vede ke snížení spotřeby energie a ke snížení zatížení životního prostředí.
- Výroba dřevěných konstrukcí vylučuje tvorbu nezpracovatelného odpadu.
- Dřevo a výrobky ze dřeva jsou látkově a termicky užitkovatelné, biologicky rozložitelné a následně se opět začleňují do přírodního řetězce.
- Použití dřeva ve stavebnictví má v zemích s bohatou tradicí důležitý kulturněhistorický význam.

Další pozitivní fyzikální, hygienické a užitkové vlastnosti dřeva a dřevěných konstrukcí jsou:

- dobré tepelnětechnické vlastnosti – nízká tepelná vodivost, tepelná jí-mavost povrchu, příznivá emisivita povrchu;
- nízká objemová hmotnost (hustota) dřeva a plošná hmotnost stavebních dílů;
- velmi dobré akustické vlastnosti – pohltivost povrchu a útlum hluku v materiálu;



Obr. 1.30 Pohled na úspornou konstrukci zastřešení (výrobní svítidel Černochovo Praha) [2]



Obr. 1.31 Interiér, který nepřipomíná strohé průmyslové prostředí (část interiéru předchozí haly) [1]



Obr. 1.32 Rekreační dům na bázi dřeva [17]



Obr. 1.33 Dřevěná konstrukce rozhledny na Boubíně [1]

- schopnost regulovat vlhkost v interiéru prostřednictvím rovnovážné vlhkosti;
- příznivé mechanické vlastnosti, které se ještě víc projeví v poměru k hmotnosti konstrukčního prvku;
- technologické vlastnosti – opracovatelnost, dělitelnost, spojovatelnost, lehká montáž, přeprava a skladování;
- estetické vlastnosti – přírodní textura, barva a aroma příznivě působí na psychiku člověka;
- neutrální magnetické a elektromagnetické vlastnosti. Dřevo je dobrý izolant, ale při určité zbytkové vlhkosti (asi 10 %) je slabě elektrostaticky vodivé, což stačí na svedení náboje přirozeného elektrického pole země z budov, případně z člověka;
- materiály obkladů na bázi dřeva mohou pohlcovat elektromagnetický smog;
- nízká úroveň přírodní radiace přírodního dřeva;
- příznivé ekonomické parametry dřevěných konstrukcí (ještě víc se projeví po zdražení cen energie);
- možnost výstavby svépomocí, s nižšími nároky na odborné profese a stavební mechanizmy. Zároveň dostupný hobby program dřevoobráběcích strojů a nástrojů;
- maximální vyloučení mokrého procesu ve výstavbě, a tím i poruch vlivem technologické vlhkosti.

Na druhé straně mají dřevěné stavební konstrukce následující negativní vlastnosti:

- nižší životnost vlivem omezené trvanlivosti dřevního materiálu v náročných expozicích a s tím související náročnější údržba;
- nižší protipožární odolnost proti silikátovým materiálům (beton, cihla);
- objemové a tvarové změny vlivem vlhkosti;
- anizotropnost dřeva, přítomnost chyb materiálu, např. suků, trhlin a smolníků;
- reologické vlastnosti dřeva (dodatečné dotvarování, tečení dřeva);
- uměle nadsazená vysoká cena některých materiálů – součástí dřevěných stavebních konstrukcí, která se nepříznivě promítne do celkových nákladových položek;
- nižší odolnost proti účinkům živelných pohrom, například uragánů.

Většinu nepříznivých vlastností dřevěných staveb však umíme eliminovat správným konstrukčním návrhem, použitím vhodných druhů dřeva a dřevních materiálů, použitím dalších materiálů s protipožárními, zvukověizolačními nebo tepelněizolačními vlastnostmi v konstrukčních skladbách a ošetřením dřevěných konstrukcí chemickými ochrannými prostředky. Příkladem možnosti dlouhodobé životnosti dřevostaveb jsou doposud funkční 200- až 400leté konstrukce historických staveb (např. dřevěné krovny, srubové stavby, dřevěné kostelíky, mosty a lávky). Otázkou je, zda je nutné na tak dlouhou dobu dimenzovat životnost obytných nebo jiných budov, jejichž doba morálního opotřebení je přibližně 50 let. (Kdo by si dnes postavil dům podle projektu z doby před 100 lety?)

Vhodnou konstrukční skladbou umíme docílit porovnatelných akustických parametrů dřevěných stropů a dělicích konstrukcí jako u masivních konstrukcí na silikátové bázi. Obdobně lze pomocí obkladů a retardérů hoření zvýšit i požární odolnost dřevěných konstrukcí. Poruchy dřevostaveb vlivem tvarových změn a chyb dřeva lze vyloučit technologií výroby progresivních konstrukcí (např. z lepeného lamelového dřeva).

Přes mnohé přednosti i možnosti odstranění nedostatků je v Čechách a na Slovensku nízký podíl zrealizovaných dřevěných staveb. Zkušenosti z praxe naznačují, jak by se investoři a architekti neodůvodněně báli dřevěných konstrukcí. Pominuly už doufejme i sociální důvody nedůvěry k dřevěným rodinným domům jako výrazu chudoby a nižšího postavení v minulosti. Současné konstrukce obalového pláště dřevostavby mají kvalitativně úplně jinou úroveň než provizorní montované stavby.

Situace ve vyspělých státech v oblasti využití dřeva je podstatně odlišná než u nás. V německy hovořících zemích zastupují rodinné domy na bázi dřeva 30 až 50 % (podíl se neustále zvyšuje), ale ve Skandinávii a USA až do 90 %. V některých zemích už plánují docílit zvýšení podílu dřevostaveb rodinných domů formou národního programu prostřednictvím dotací a veřejných kampaní – jako výraz zodpovědnosti společnosti k přírodním a energetickým zdrojům. V Evropě je současný podíl nosných stavebních konstrukcí ze dřeva 10 % (ocel 20 %, železobeton a ostatní materiály 70 %) s prognózou zdvojnásobení. Pro



Obr. 1.34 Nízkoenergetický dům na bázi dřeva [1]



Obr. 1.35 Rodinný dům na bázi dřeva [21]

širší uplatnění dřeva se vytvářejí vládní podpůrné programy i v USA (např. vládní podpůrný program „Národní mosty ze dřeva“, kde od roku 1988 se při obnově existujících mostů počítá s 20 % zastoupením dřeva).

V Německu v rámci vládního programu „Iniciativa les a dřevo“ se zaměřují na vývoj rodinných a bytových víceposchodových objektů, zejména v Bavorsku (bavorská vláda podporuje program „Nájemní byty ze stavebních systémů ze dřeva“). Podobný trend je i v Rakousku, ve Švýcarsku, Velké Británii a skandinávských státech. Ve všech těchto zemích se na uplatnění dřeva klade důraz ve výuce, vý-

zkumu, architektuře a legislativě. Vývojová pracoviště v Evropě intenzivně řeší v úzké spolupráci s architekty kromě problémů biodegradace, hořlavosti a požární ochrany dřevěných konstrukcí i otázky zvukové izolace, stability a ekologie.

Produkce dřevěných prefabrikovaných domů mnoha našich výrobců (jde řádově o stovky realizací ročně) většinou putuje na německý, rakouský a švýcarský trh, na nichž by si náročný zákazník sotva vybral nekvalitní výrobek – v tomto případě dřevěný prefabrikovaný rodinný dům, který by nesplňoval fyzikální kritéria a požadavky na nízkou spotřebu energie a pohodu bydlení.

## 2 TYPOLOGIE DŘEVĚNÝCH STAVEB

### 2.1 Konstrukční systémy dřevěných staveb

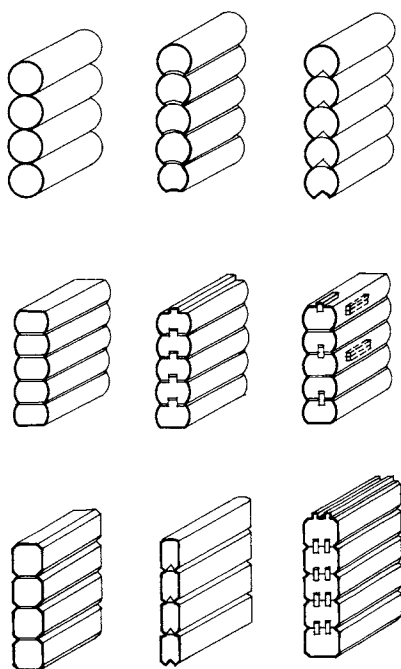
V dřevěných stavbách se v závislosti na konstrukci stěny uplatňují tyto konstrukční systémy:

- srubová stěnová konstrukce,
- sloupková soustava,
- skeletová soustava,
- panelová konstrukce,
- hrázděná konstrukce,
- stěnová soustava z prefabrikovaných tvarovek.

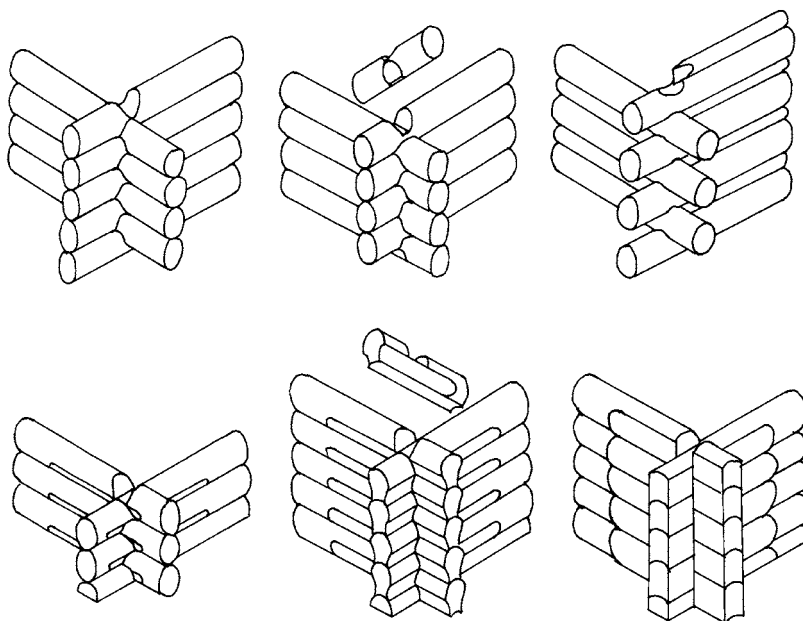
#### Srubová konstrukce

Nosný prvek – stěna se skládá z vodorovně ukládaných trámů – srubů z nehraněného, polohraněného nebo hraněného řeziva (kuláče, polokuláče, hranoly). Sruby se spojují navzájem:

- systémem spojů srubů v ložní spáře (obr. 2.1) – na tupo s výřezem tvaru V, spojem na pero a drážku, vloženým perem, ozubeným spojem, spojovacím prostředkem;
- rohovým spojem – s přeplátováním srubu se zhlavím přesahujícím 100 až 200 mm (obr. 2.2), nárožním rovným plátem s kolíkem (obr. 2.3a), prostorovým rybinovým spojem (obr. 2.3b až d) a zámkovým spojem (obr. 2.3e až f).



Obr. 2.1 Systémy spojů srubů v ložní spáře



Obr. 2.2 Spoj s přeplátováním při přesahujícím zhlaví srubu

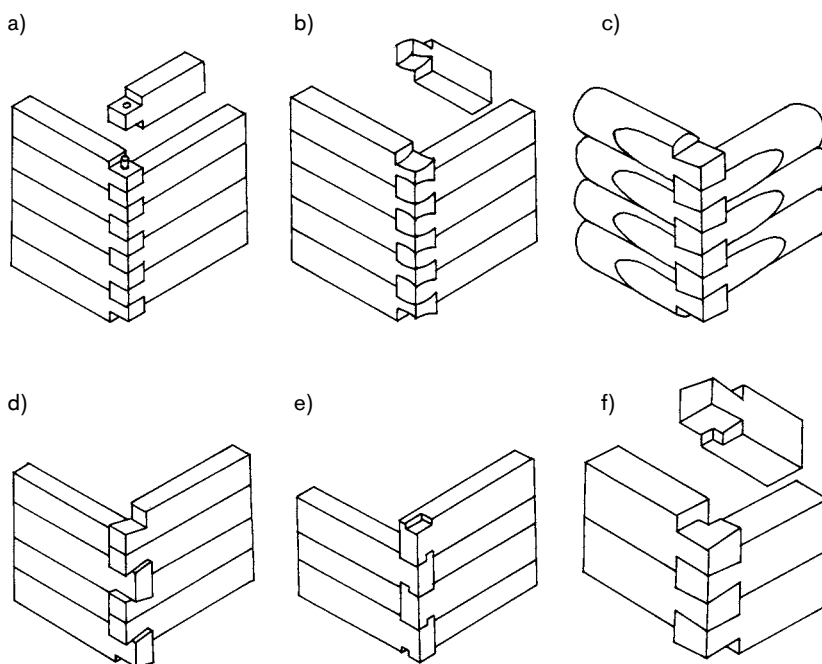
Obdobně se spojují i obvodové a vnitřní stěny.

U systému s rohovým spojem sruby doléhají na sebe po celé délce nebo se mezi nimi nechávají mezery.

Podle základní suroviny a technologie se volí i konstrukční detaily srubových stěn. U tesaných nehraněných a polo-

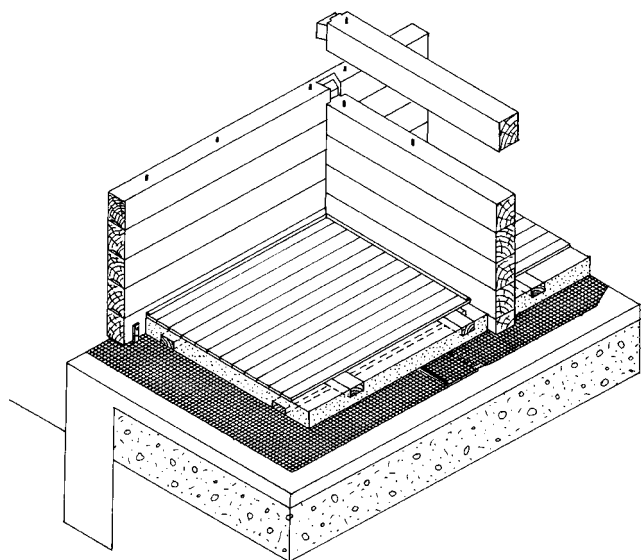
hraněných srubů jsou rohové spoje, ale i spoje vnější stěny s příčkou realizované zpravidla s přesahem a s přeplátováním.

Tloušťka srubu (obvodových a příčkových stěn) se pohybuje v rozmezí 150 až 300 mm. Tím byla v minulosti plněna tepelněizolační funkce objektu. Nedoléhající styky se těsnily vloženým mechem

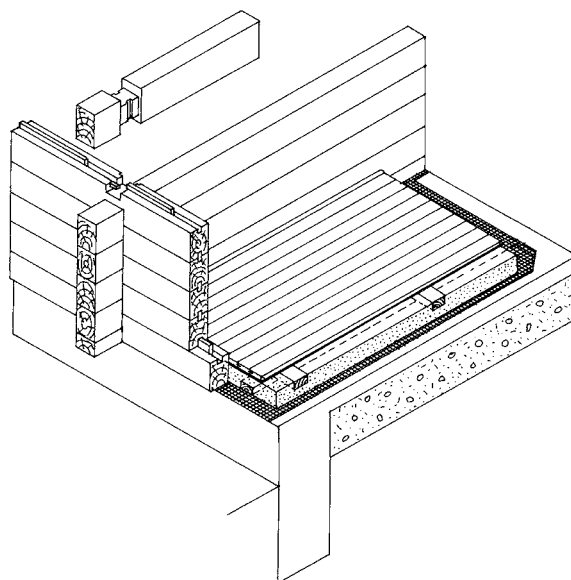


Obr. 2.3 Rohový spoj srubu

a) s nárožním rovným plátem s kolíkem, b) s prostorovým rybinovým spojem se zakřivenou plochou, c) s prostorovým rybinovým spojem s rovnou plochou, d) s dvojitém rybinovým spojem, e) se zámkem (tyrolský řez), f) prostorovým rybinovým zámkem



Obr. 2.4 Rybinový spoj obvodové a vnitřní stěny



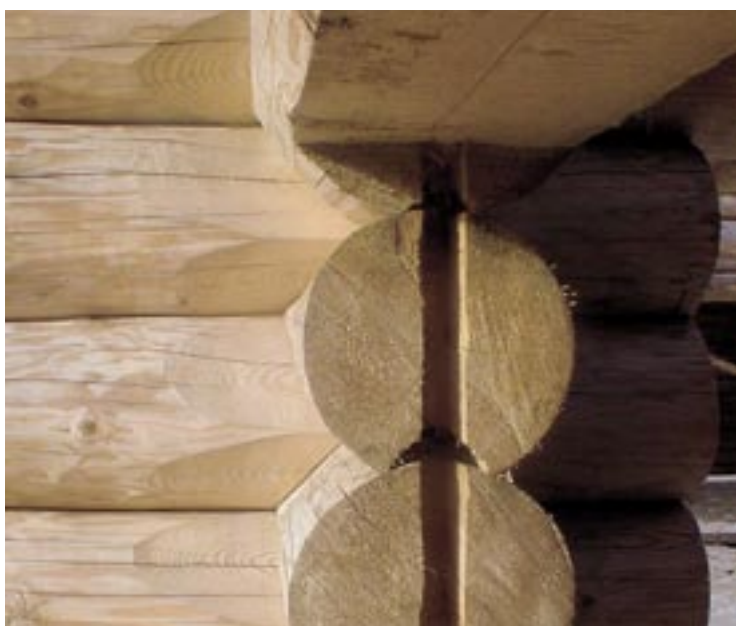
Obr. 2.5 Zámkový spoj obvodové a vnitřní stěny



Obr. 2.6 Detail alternativního rohového spoje hraněného srubu [8]

nebo dřevní vlnou, která se olištovala nebo vymazala mastnou hlinou. Pro slabou účinnost těsnění se srubové stěny pokrývaly z interiéru nebo i z exteriéru hliněnou mazaninou, později vápenocementovými omítkami na dřevěný šikmý rošt. Současné nehraněné sruby (tzv. kanadská technologie) se v místě ložní spáry opatří výřezem tvaru U a výplní z tepelné izolace. Těsnost stěny závisí na přesnosti doléhání styků a rohových spojů.

Stěny nehraněných srubů se zpravidla realizují z čerstvě vytěženého dřeva s vysokou vlhkostí, proto se musí počítat s vysušením stěny po výšce řádově několika cm (běžné je seschnutí stěny 150 mm na výšku podlaží po první sezóně).



Obr. 2.7 Drážka v ostění nehraněného srubu [1]



Obr. 2.8 Těsnění ložné spáry hraněného srubu na bázi kokosové vlny [8]



Obr. 2.9 Spoj nehraněného srubu v místě ložní spáry s výřezem tvaru U [43]



Obr. 2.10 Ztužení ostění proti vyboulení [43]

ně). Tomu se musejí přizpůsobit i detaily ostění otvorů, nadpraží, styk s komínem. V bočním ostění se vkládá osazovací rám okna nebo dveří do drážky, ideálně se svlakem. U velkých výplní otvorů je důležité zabezpečení prostorové tuhosti stěny vůči vyboulení.

V nadpraží je třeba počítat s dilatací. Obzvláště problematická je kombinace srubové stěny z mokrého dřeva s nosnými sloupy – sesychání dřeva v podélném směru je řádově menší než ve směru kolmém k vláknům, čímž dochází k nerovnoměrnému dosedání stropní konstrukce. Proto je nutné patku nebo hlavici sloupu opatřit rektifikací, která se má pravidelně provádět až po úplné seschnutí srubu.

Výhodou hraněných srubů je rovný vnější i vnitřní povrch a možnost opatřit vodorovné styky srubů těsnějším a únosnějším typem spoje – ozubem, vloženým perem nebo perem a drážkou.

Při typu spoje s ozubem je možné použít stlačený těsnicí profil. Stěny hraněných srubů lze realizovat z čerstvě vytěženého dřeva, předsušeného dřeva nebo vysušeného dřeva – tomu je nutno přizpůsobit příslušné detaily. Moderní konstrukce srubu využívá vysušené čtyř-

stranné hraněné lepené lamelové dřevo na bázi nekonečného vlýsu. U jednoplášťového srubu se tloušťky pohybují okolo 100 až 200 mm.

Z hlediska současných normativních požadavků na tepelnou ochranu budov

ani masivní srubová stěna nedokáže zabezpečit dostatečnou tepelnou ochranu pro trvale obydlenou nebo vytápěnou budovu. Maximální tloušťky nehraněných srubů jsou 400 mm. Při výpočtu součinitele prostupu tepla  $U$  pro reálnou



Obr. 2.11 Polohraněná konstrukce srubu [1]



Obr. 2.12 I klasická srubová stavba může působit moderním dojmem díky přitažlivému architektonickému designu a atypické povrchové úpravě [1]

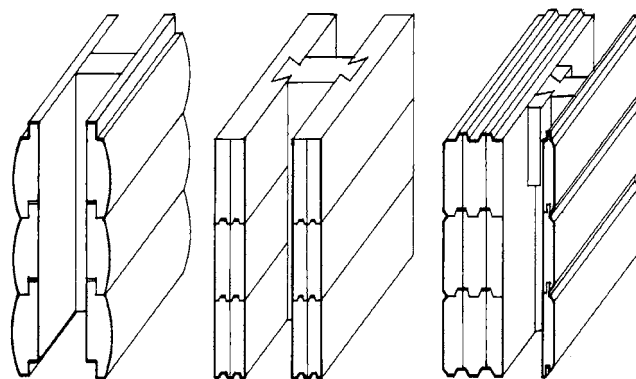
konstrukci takového srubu s uvážením tepelných mostů v zúžených místech styků a s uvážením reálné tepelné vodivosti nedosáhneme ani 70 % požadované hodnoty. Tomu odpovídají i skutečné tepelné ztráty a vyšší náklady na vytápění ve stávajících objektech. Proto moderní srubová konstrukce počítá s vrstvou účinné tepelné izolace – buď ve zdvojené spřážené konstrukci hraněného srubu tloušťky 68 + 68 mm, nebo u vnitřního obkladu sendvičové konstrukce s nosnou vrstvou hraněného srubu tloušťky přibližně 100 mm.

Stropy srubového konstrukčního systému jsou klasické trámové konstrukce (viz kapitola 2.2).

Určitou obdobou srubových stěnových systémů jsou konstrukce stěn z velko-



Obr. 2.13 Srubová konstrukce nemusí být překážkou pro návrh rodinného domu, který splňuje požadavky na zdravé bydlení s ohledem na vnitřní osvětlení a insolaci [43]



Obr. 2.15 Zateplené skladby srubové stěny



Obr. 2.14 Srubová stavba ideálním způsobem zapadá do okolního přírodního prostředí [19]



Obr. 2.16 V přitažlivém tvaru srubového domu se spojuje tradice se současným „bio“ trendem v architektonickém navrhování

plošných klížených materiálů Lignotrend (obr. 2.18) nebo z hraněných srubů na bázi křížových nosníků Starwood. Těmto materiálům se věnujeme i v kapitole 3.



Obr. 2.17 Stěny z velkoplošných klížených materiálů Lignotrend [28]



Obr. 2.18 Příklad srubového rodinného domu nabízeného stavbou na klíč [8]

## Sloupkové soustavy

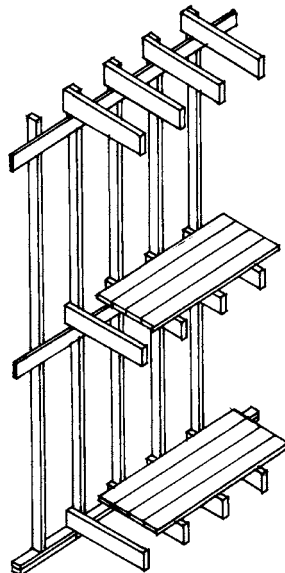
Sloupkové nosné soustavy byly vyvinuty z amerického systému „two by four“, což je průřez nosného sloupku v palcích. Tomu odpovídá v metrické míře sloup průřezu 50/100 mm. Sloupky jsou osově vzdálené 400 až 600 mm, kotvené jsou do základového prahu zpravidla stejné dimenze a jejich délka závisí na typu stavebního systému. Sloupky probíhají od základového prahu k okapu a stropní nosníky jsou přiložené k sloupkům (systém Balloon frame – obr. 2.19), nebo jsou sloupky přerušeny u stropů a stropní nosníky jsou uloženy na vrchní hranol rámu (systém Platform frame – obr. 2.20).

Stropy u tohoto systému jsou fošnové a v tradiční soustavě se proti klopení zabezpečovaly rozepřením křížovými latěmi ve vzdálenostech 2 m.

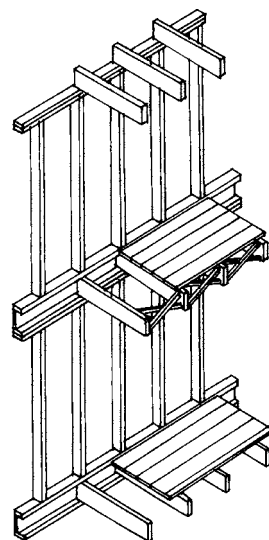
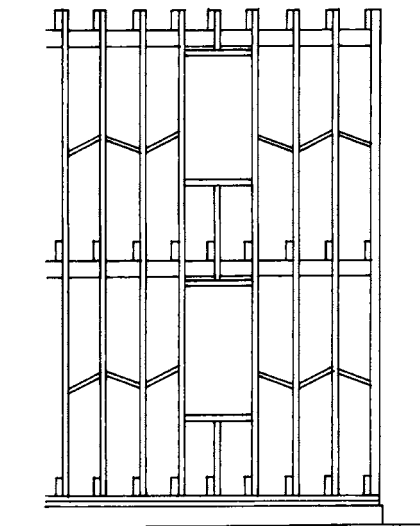
Základem současného standardního sloupkového systému jsou profily sloupků se šířkou profilu 50 až 60 mm s ohledem na typ opláštění a technologii jeho spojování se sloupky, a s výškou profilu 100, 120, 140 mm s ohledem na nároky na izolační výplň (v interiérových stěnách stačí 100 mm, v obvodových stěnách je ovlivněná požadovanou tloušťkou tepelné izolace).

Pokud ze statického hlediska sloupek nevyhovuje, vytvářejí se potřebné profily sdužováním nebo vytvořením sloupků členěného nebo složeného průřezu.

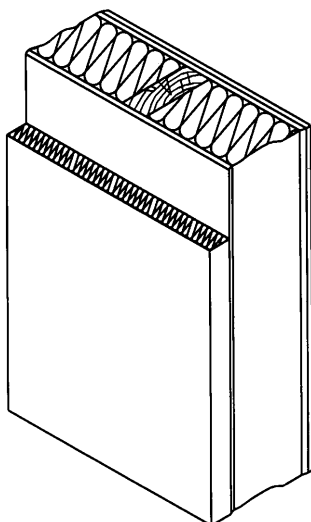
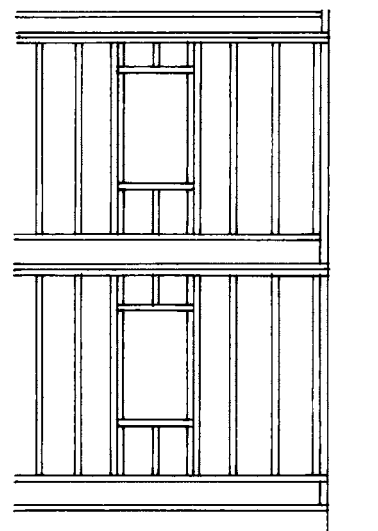
Pro zvýšení požární odolnosti a finální úpravu vnitřního povrchu se stěny obkládají sádkovkartonovými deskami ze strany interiéru.



Obr. 2.19 Systém Balloon frame



Obr. 2.20 Systém Platform frame



Obr. 2.21 Skladba sloupkové konstrukce stěny s kontaktním zateplovacím systémem



Obr. 2.22 Schéma sloupkové soustavy [32]

Kvůli přerušení tepelných mostů, zvýšení tepelného odporu stěny a zvýšení teploty uvnitř konstrukce nad hodnotu rosného bodu (pod difúzně méně propustným záklopem rámu) se vnější strana obkládá kontaktním zateplovacím systémem nebo tepelnou izolací a obkladem s odvětranou mezerou.

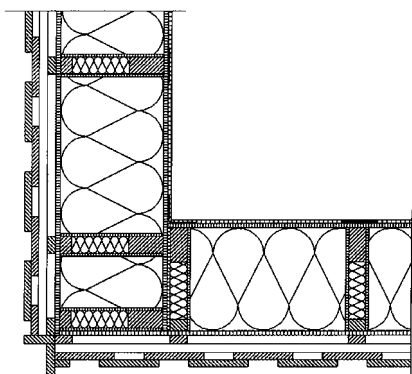
Ze strany interiéru je také vhodné realizovat dodatečnou tepelněizolační a instalační vrstvu tloušťky 60 až 80 mm. Místo vnějšího obkladu je možné použít přízdívku o tloušťce přibližně 110 mm z režného nebo omítnutého zdiva. Výhodou této konstrukce je lepší izolační a akumulační schopnost konstrukce. Kvůli spřažení se přízdívka kotví k rámu dilatovanými kotvami.

Speciální konstrukci vyžadují sloupkové konstrukce stěn s extrémní tepelnou ochranou – např. pro pasivní domy. Požadovaná tloušťka tepelné izolace je dokonce 280 až 300 mm, proto jsou plnostěnné průřezy sloupků z ekonomického a statického hlediska, i z hlediska deformace dřevěného prvku nahrazené složeným průřezem tvaru I nebo skříňovým průřezem s použitím stěn z desky OSB.

### Skeletové soustavy

Skelet je prostorový nosný systém vytvořený ze sloupů a vodorovných nosných prvků průvlaků (obr. 2.29). Výplně obvodové stěny a vnitřní příčky jsou nenosné s výjimkou zabezpečení prostorové tuhosti objektu.

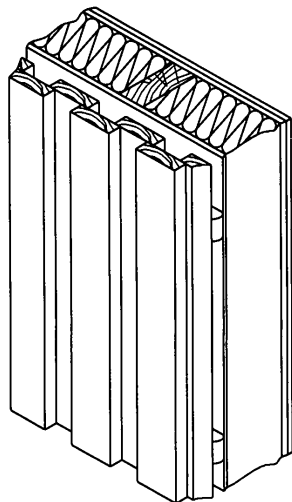
Jako nosné prvky se používají plnostěnné průřezy z lepeného lamelového dřeva (sloupy průřezu čtvercového, obdélníkového, tvaru H a průvlaký obdélníkového průřezu), složené průřezy tvaru I, příhradové nosníky lepené nebo kombinované s diagonálami z profilovaných plechů.



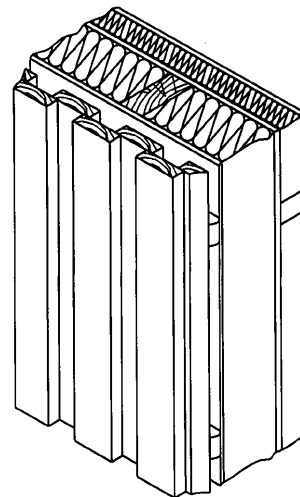
Obr. 2.26 Detail rohu sloupkové soustavy s použitím skříňového průřezu



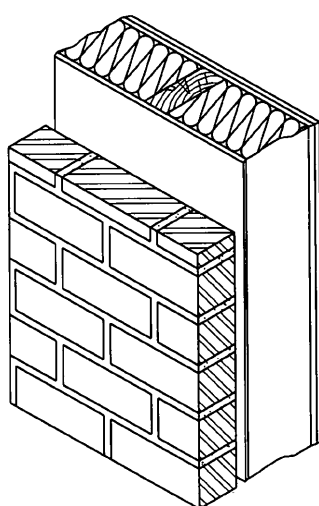
Obr. 2.23 Příklad výstavby v sloupkové soustavě [5]



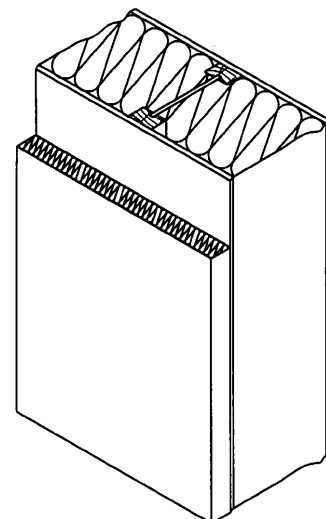
Obr. 2.24 Skladba sloupkové konstrukce stěny s odvětranou fasádou



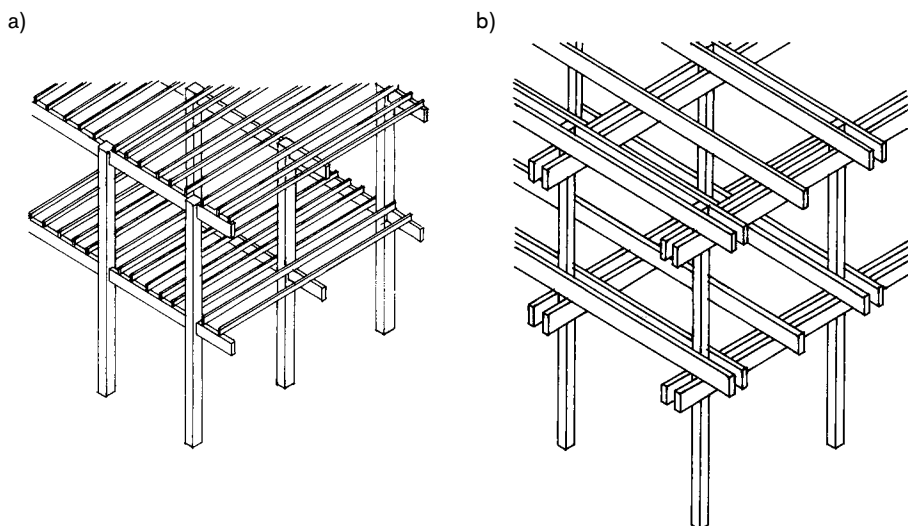
Obr. 2.25 Dodatečná instalační vrstva s izolací zvyšuje tepelnou ochranu



Obr. 2.27 Skladba stěny s vnější přízdívkou

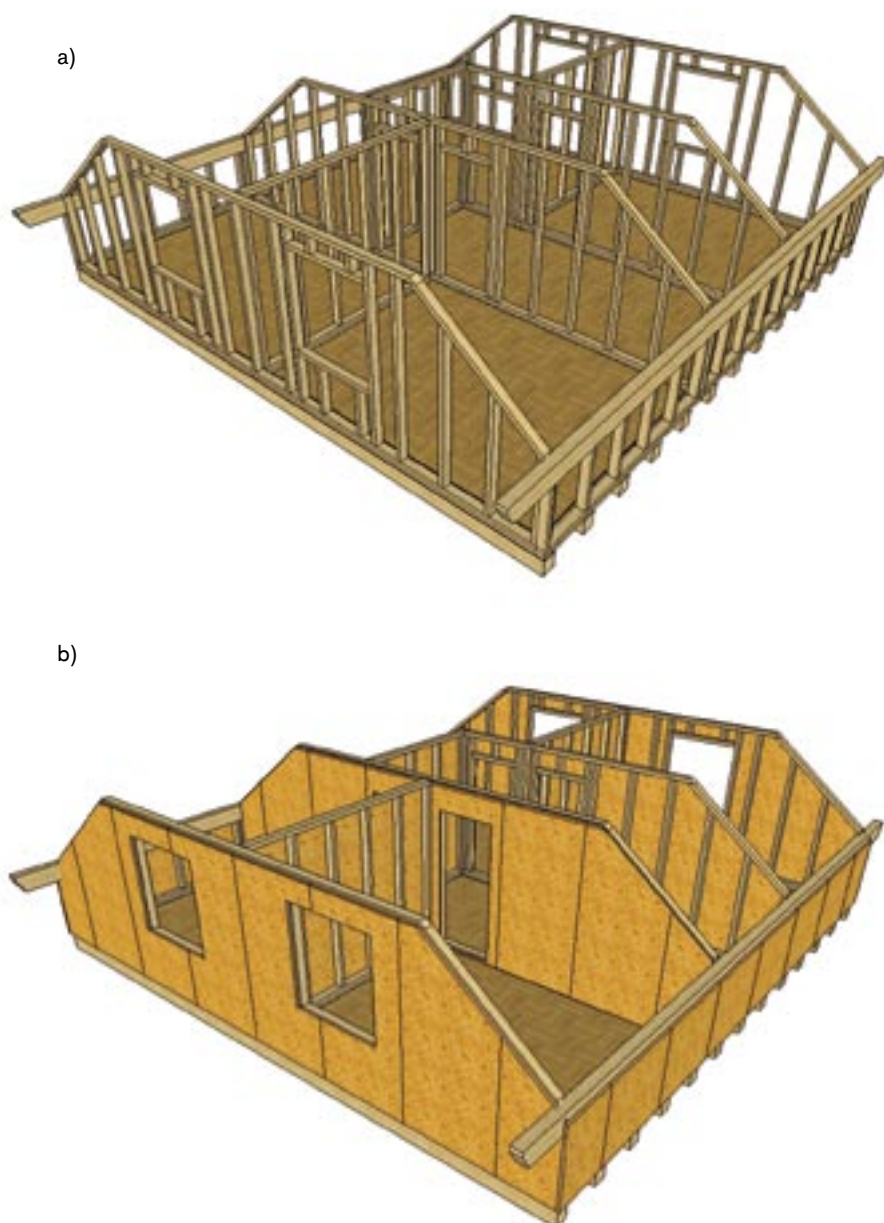


Obr. 2.28 Skladba sloupkové konstrukce stěny pro pasivní domy



Obr. 2.29 Skelet

a) s jednoduchými průvlaky a sloupy, b) s dvoudílnými průvlaky a jednoduchými sloupy



Obr. 2.30 Panel opláštěný nahrubo velkoplošným materiálem [32]

a) dřevěný rám panelu, b) opláštění

Výhodou skeletu je možnost překrytí větších rozponů, velká variabilita rozmístění příček, jejich možná změna v průběhu užívání. Příčky se zhotovují lehké, např. ze systémů sádkartonových nebo sádrovláknitých programů.

### Panelový konstrukční systém

Jedním z nejrozšířenějších dřevěných stavebních systémů budov v praxi je panelový konstrukční systém. Základem konstrukce panelů je dřevěný rám. Dřevěný rám panelu je konstrukčně přizpůsobený s ohledem na funkci, kterou plní v stavební konstrukci. Konstrukční rozdíly jsou v návrhu rámu pro panel stropní, stěnový, obvodový, příčkový nosný nebo příčkový nenosný.

Dřevěný rám je opláštěvaný vhodným velkoplošným materiálem, např. dřevotřísková deska, deska OSB (z angl. Oriented Strand Board), sádrovláknitá deska. Podle rozdílné funkce panelu je přizpůsobena konstrukce a dimenze rámu. Prostor mezi žebry je vyplněný tepelnou a zvukovou izolací. Panely mohou být ve výrobě dokončené na hrubo nebo finálně s exteriérovým a interiérovým opláštěním, případně se zabudovanými okny a dveřmi.

Podle funkce v konstrukci dřevěné stavby se vyrábějí panely podlahové, obvodové, příčkové, stropní, štítové, střešní.

Z hlediska statického působení, tepelné ochrany a vzduchotěsnosti platí stejné konstrukční zásady jako pro sloupkové konstrukce, ale kromě toho se musí počítat s dopravním a montážním zatížením. Rozměry panelů závisí i na nárocích na dopravu a montáž, ale i na způsobu výstavby. Pohybují se od modulu šířky 1,2 m (montáž svépomocí s hmotností panelu do 80 kg a bez nároků na mechanismy) až po celostěnové panely dlouhé až 12 m.

### Hrázděný konstrukční systém

Hrázděná konstrukce je vytvořená z dřevěné kostry, jejichž jednotlivá pole jsou vyplněna nejčastěji cihlovým zdivem. Svislé zatížení se přenáší přes sloupky. Smykovou tuhost zajišťují diagonální prvky a případně spolupůsobení kostry a zdiva. Kostra se skládá z prahu, sloupů, vzpěr, vaznic, překladů. Prahový věnec bývá vyrobený z trvanlivějšího dřeva (např. dubu, modřínu). Kostra je přízná a je dominantním architektonickým prvkem dané konstrukce – to klade zvýšené nároky na její oprávcování a povrchovou úpravu (obr. 2.33). V současnosti



Obr. 2.31 Opláštění panelů deskami OSB svými vynikajícími mechanickými vlastnostmi zabezpečí objektu dostatečnou prostorovou tuhost. Fasádu uzavře kontaktní zateplovací systém [1]



Obr. 2.32 Montáž kompletovaných panelů [4]



Obr. 2.33 Lázeňská architektura hrázděných domů od Samuela Jurkoviče (Luhačovice) [1]

se o hrázděné konstrukci hovoří zejména v souvislosti s ekologickou výstavbou – používá se v kombinaci dřeva a nepálené hlíny. Kvůli tepelné ochraně se uplatňuje skladba s vrstvou účinné tepelné izolace z vnitřní strany stěny.

### Stěnové soustavy z prefabrikovaných tvarovek

Systém stavění z prefabrikovaných tvarovek je odvozený z vyzdívání stěn z velkoformátových cihel – jde však o suchý způsob montáže, založený na jednoduché modulové výstavbě ze standardizovaných a průmyslově vyráběných dřevěných modulů.

Základní kus je tvořen z lehkého, dutého, 5 až 10 kg vážícího modulu s délkou 600 mm a výškou přibližně 300 mm. Kromě toho se vyrábějí doplňkové poloviční nebo čtvrtinové moduly a doplňkové prvky (obr. 2.35). Tvarovky zapadají do sebe systémem pero a drážka nebo kolíkovými spoji. Stěna je ztužená po výšce vloženými hranoly nebo zvenku nabíjenými latěmi.

Tvarovky jsou vyrobené z vysušených desek a ekologického lepidla. Dutiny

jsou následně vyplněné vysokoúčinnou tepelnou izolací (na bázi recyklovaného papíru, korku nebo perlitu). Z vnější strany obvodové stěny se obkládají kontaktní fasádou nebo přírodní tepelnou izolací s odvětranou mezerou. Konstrukce tak splňuje náročná ekologická kritéria při dodržování vysokého standardu tepelné ochrany a zvukové izolace. Průmyslově vyráběné moduly byly speciálně vyvinuty a vyzkoušeny z hlediska únosnosti na tlak a ve smyku. Montáž nevyžaduje složité mechanické a dopravní prostředky, je efektivní a rychlá.



Obr. 2.34 Detail hrázděné stěny [1]

### Statické působení konstrukcí stěn na bázi dřeva

U srubové stěny je svislé zatížení spolehlivě přenášené plnostěnnými profily po výšce (stěny z hraněného srubu a masivní kuláče spojované na tupo) nebo uzlovými body v místě rohových spojů (stěny ze srubů, které nedoléhají po délce).

Prostorovou tuhost – smykovou tuhost a odolnost stěny proti vyboulení zabezpečuje systém spojů srubů v ložní spáře (V-profil, pero a drážka, vložené pero, ozubený spoj nebo spojovací prostředek) a/nebo pevný rohový spoj.

Problémem může být otlacení v místě uložení průvlaku nebo stropnice vlivem překročení únosnosti dřeva ve směru kolmo na vlákna – při větších reakcích je potřeba posouzení spoje.

U sloupkového, skeletového, panelového a hrázděného systému jsou nosné sloupky zatížené kombinací centrického tlaku a ohybu. Pokud ze statického hlediska sloupek nevyhovuje, vytvářejí se potřebné profily sdružováním nebo vytvořením sloupků členěného nebo složeného průřezu – jedná se o místa se soustředěným zatížením průvlaku, případně vrcholovou vaznicí nebo nadpraží.

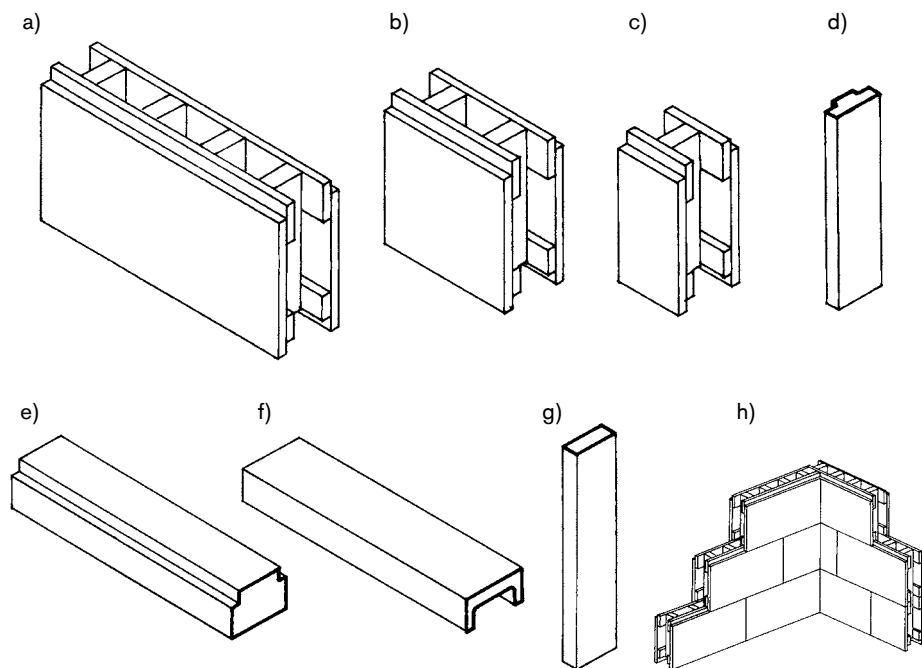
Z hlediska vodorovných účinků zatížení větrem je nutné zabezpečit únosnost sloupků z hlediska ohybu při tlaku větru, který působí přes roznášecí plochu záklopu, dále smykovou tuhost rámu uložných rovnoběžně se směrem větru a celkovou stabilitu objektu proti překlopení.

Sloupky jsou zabezpečeny proti vybočení ve směru roviny stěny buď opláštěním, nebo paždíky. Prostorovou tuhost s ohledem na vodorovné účinky zatížení (vítr) zabezpečují smykové stěny – smykovou tuhost zabezpečuje zpravidla tuhý záklop ve stěnách a stropech. Používají se progresivní velkoplošné materiály: desky OSB nebo sádrovláknité desky. Další možností je diagonální nabíjené bednění z desek nebo fošen nebo zavětrování prostřednictvím diagonál z dřevěných hranolů či ocelových pásů.

Prostorovou stabilitu a celkovou stabilitu objektu na překlopení zabezpečuje i kotvicí úhelník, který je místy připojený k prahovému profilu rámu a k sloupku.

### Konstrukční skladby stěny s ohledem na kondenzaci uvnitř konstrukce a vzduchovou nepropustnost

Důležitým předpokladem správné funkce stěny je vyloučení nebo eliminace kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce



Obr. 2.35 Prefabrikované tvarovky

a) základní kus, b) poloviční kus, c) doplňkový kus, d) ostění, e) práh, f) vrchní uzavírací překlad, g) vkládaný výztužný hranol, h) vazba stěny

ce (viz kapitola 5). Vyloučení kondenzace v konstrukci lze zabezpečit pomocí kvalitní a vzduchotěsně realizované parozábrany ze strany interiéru nebo sestavením konstrukce tak, aby difuzní odpory jednotlivých vrstev klesaly ve směru toku vodní páry – z interiéru k exteriéru. Vhodná je odvětraná mezera pod vnějším obkladem, který zpravidla představuje difuzní překážku při chladném povrchu stěny.

Z hlediska současných požadavků na vzduchovou nepropustnost pláště je v každém případě vhodná konstrukce stěny s množstvím spojů a styků ošetřit proti infiltraci chladného a vlhkého vzduchu těsnými spoji ve fragmentu stěny (lze využít i stlačené těsnicí profily), protivětrovými fóliemi (jejich funkci splňují i parozábrany nebo difuzně propustné fólie pod vnější odvětranou mezerou) a těsněním styku stěny s otvorovými výplněmi (okny, dveřmi).



Obr. 2.36 Typická německá architektura hrázděných domů

Zvláště vysoké požadavky jsou kladeny na nízkoenergetické a pasivní dřevěné domy – vzduchotěsnost objektů je testovaná po realizaci tzv. blower-door testu, kde se zjišťuje pokles tlaku v celém objektu po jeho vystavení přetlakové zkoušce. Nejslabší místa z hlediska vzduchotěsnosti představují rohové spoje, připojení otvorových výplní (oken a dveří) a instalační prostupy, např. elektroinstalační krabice prostupující přes parozábranu a větrnou zábranu.

## 2.2 Dřevěné stropy

Úlohou stropních konstrukcí je rozdělení budovy po výšce. Svými nosnými prvky by měly přenášet převážně svislé zatížení od vlastní tíhy konstrukce, nenosných příček, zařízení a osob, případně mimořádné zatížení. Kromě toho by měly splňovat požadavek požární odolnosti, akustické a tepelné izolace.

Dřevěné stropy se podle konstrukce rozdělují na:

- klasické stropy
  - povalové,
  - trémové (s příznanými trámy, s příznanými trámy a zapuštěným podbitím, s rovným podhledem na stropních trámech, s podhledem na trémčích – rákosnicích – do ocelových válcovaných nosníků, s křížovými vzpěrami),
  - kazetové,
  - fošnové (se šikmými rozpěrami, ze sbíjených fošen);
- současné stropy
  - fošnové,
  - z nosníků složeného průřezu,
  - krabicové,
  - z masivního dřeva,
  - dřevobetonové.

### Povalové stropy

Nosnou funkci povalových stropů plní povalové trámy (obvykle trojstranně hraněné), kladené na sraz a vzájemně spojené buď ocelovými skobami, nebo šikmo zaráženými dřevěnými klíny vzdálenými od sebe 1 až 1,5 m (obr. 2.38). Tímto spojením trámů vzniká stropní soustava, která funguje jako souvislá deska. Potřebná tloušťka povalových trámů se vypočítá přibližně podle empirického vztahu  $h = 20 \cdot l + 60$  (mm), kde  $l$  je rozpětí v metrech.

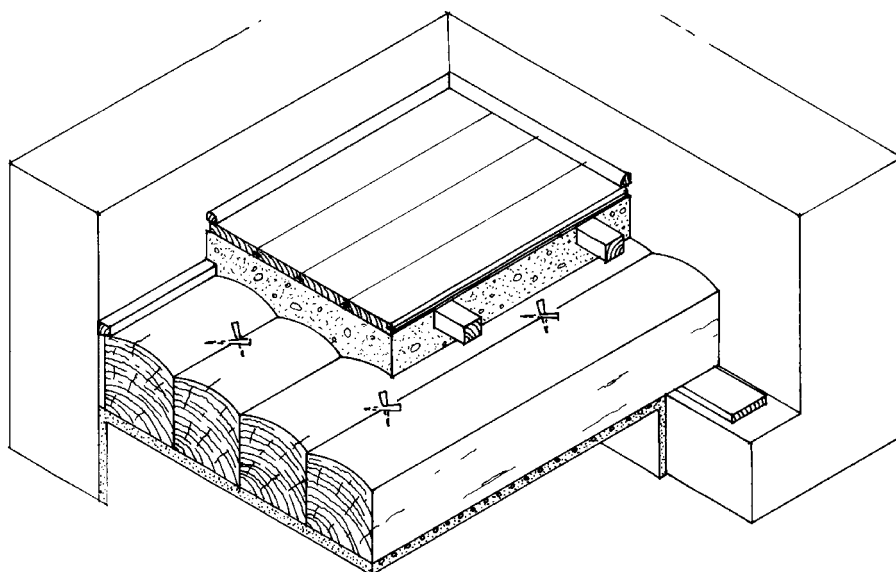
Trámy se kladou do drážky nebo na římsu v nosné stěně při minimální délce



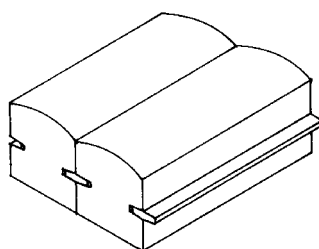
Obr. 2.37 Stěna z prefabrikovaných tvarovek pro pasivní dům [1]

uložení 80 mm. V místě komínového zdiva se dává výměna, která se s povalovými trámy váže formou šikmých plátovaných spojů. Konstrukce povalo-

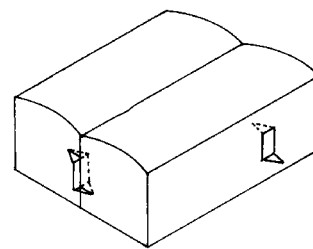
vých stropů jsou poměrně náročné na spotřebu dřeva. Při větších rozpětích se povalové trámy kladou do ocelových válcovaných profilů.



a)



b)

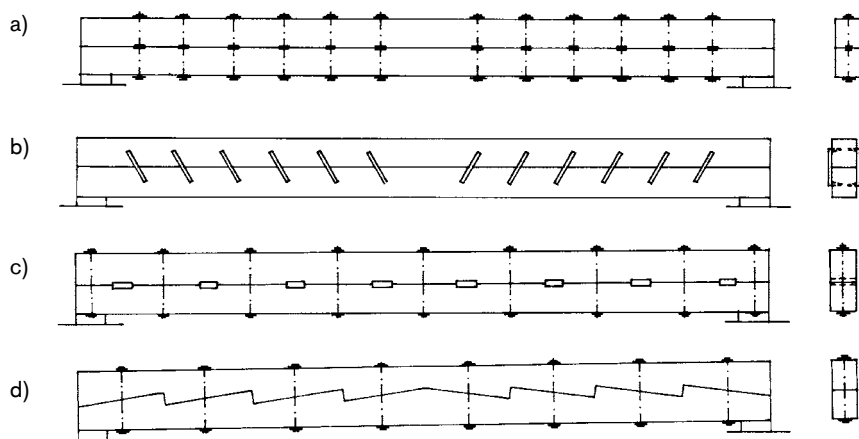


Obr. 2.38 Dřevěný povalový strop

a) spřažení prostřednictvím vloženého pera, b) spřažení prostřednictvím klínů

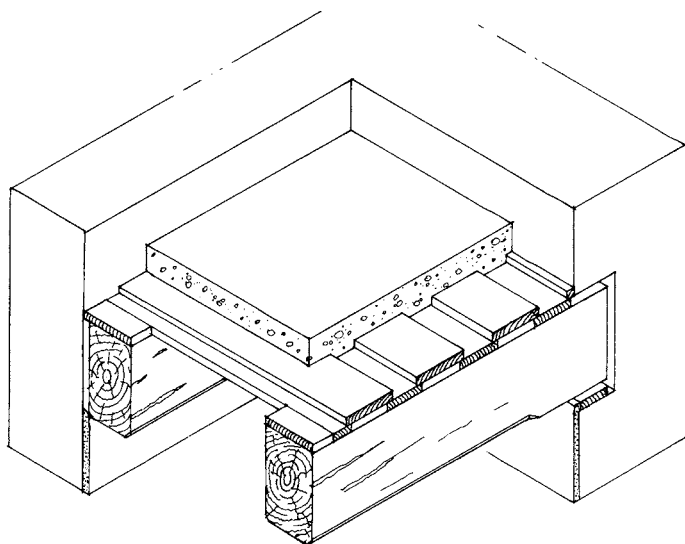


Obr. 2.39 Přírodní dřevo v příznané konstrukci trámového stropu [8]



Obr. 2.40 Možnosti spřažení dvou trámů

a) svorníky s profilovanými hmoždíky, b) spřažení prostřednictvím klínů, c) vložené hmoždíky z tvrdého dřeva, d) zazubený styk se svorníky



Obr. 2.41 Trámový strop s příznanými trámy

## Trámové stropy

Nosnou funkci trámových stropů plní stropní trámy (tzv. stropnice), pravidelně rozmístěné v osové vzdálenosti 0,9 až 1,2 m. V případě nepravidelného půdorysu se rozmisťují vějířovitě. Průřez stropnic – šířka  $b = 80$  až  $200$  mm, výška  $h = 120$  až  $300$  mm – je daný rozpětím stropu a jeho zatížením. Výška profilu se vypočítá přibližně podle empirického vztahu  $h = 20 \cdot l + 180$  (mm), kde  $l$  je rozpětí v metrech.

Poměr výšky stropnice k šířce bývá od  $7/5$  do  $2$ . U velkých rozpětí a namáhání je možné spráhnout dva i více průřezů na výšku prostřednictvím svorníků a hmoždíků (obr. 2.40). V současnosti se však výhodně používají i profily z lepeného lamelového dřeva.

Délka uložení stropnic na nosnou stěnu se volí od  $150$  do  $200$  mm. Kvůli ochraně před vlhkostí a následným bioporoškozením se zhlaví trámu klade na podložky ošetřené biocidem. Mezi zdívkou a trámem musí být ze všech stran vzduchová mezera min.  $50$  mm na dobré odvětrávání jeho zhlaví.

Pokud nejsou nároky na tepelnou izolaci, dá se případně zajistit i intenzivnější odvětrání přes štěrby v obvodové stěně. Naopak, dodatkovou tepelnou izolaci vloženou před čelo trámu je možné zabránit kondenzaci vodní páry. Spřažení stropní konstrukce s nosnou stěnou se řeší spojením zhlaví stropnice s trámovými kleštěmi.

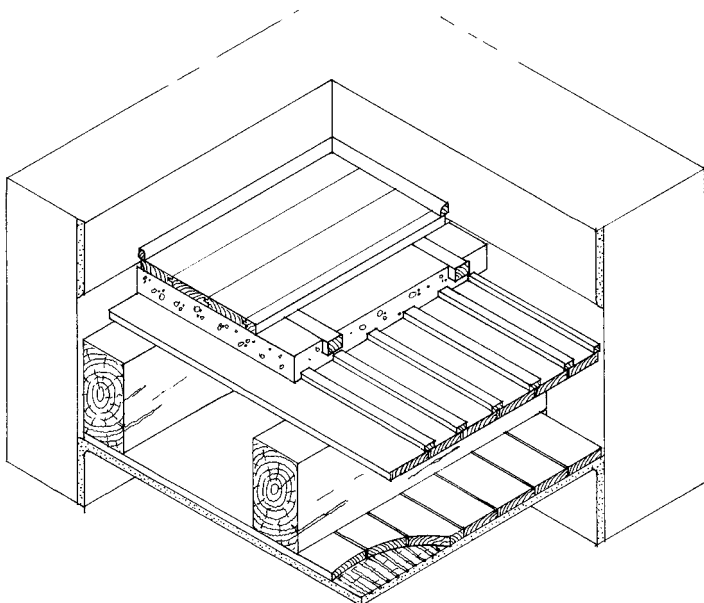
## Trámový strop s příznanými trámy

V případě příznaní stropnic se svrchně na ně nabíjejí buď přímo podlahová prkna o tloušťce  $30$  až  $45$  mm, nebo záklop z prken o tloušťce kolem  $25$  mm s násypem, ve kterém jsou uloženy podlahové trámy rozměrů  $120/60$  mm na přibití podlahy.

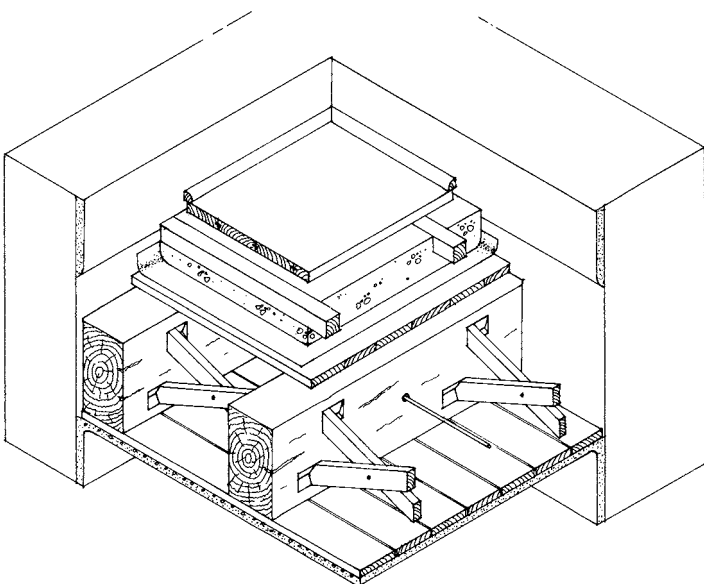
Nejtypičtější konstrukcí jednopodlažních sedláckých obytných domů je trámový strop s příznanými stropnicemi, se záklopem z překládaných prken o tloušťce  $25$  mm a s násypem nebo hliněnou mazaninou.

Podlahu stropů ve vícepodlažních budovách tvoří obvykle prkna uložená na pero a drážku nebo na půldrážku. Styk záklopových prken se překrývá těsnicími pásy z lepenky a samotný násyp zvyšuje požární odolnost konstrukce.

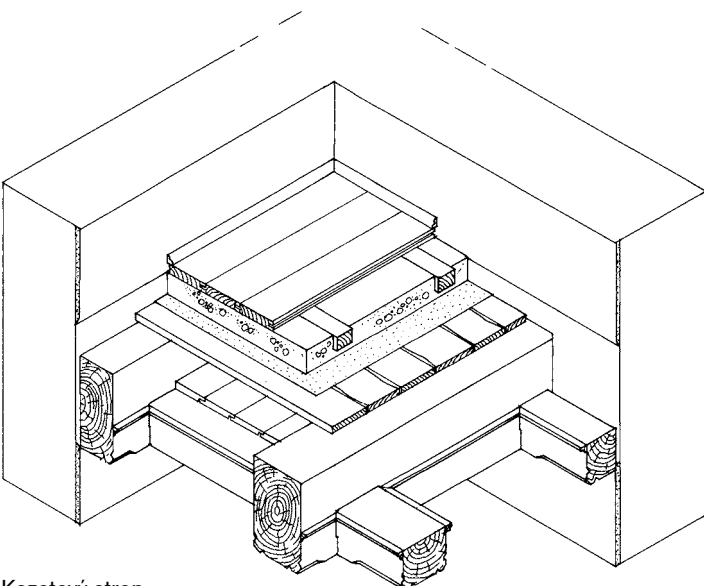
V současnosti se realizují plovoucí podlahy trámových stropů na tepelně a zvukoivězolačných minerálněvláknitých deskách



Obr. 2.42 Trámový strop s rovným podhledem



Obr. 2.43 Trámový strop s křížovými vzpěrami



Obr. 2.44 Kazetový strop

### Trámový strop s rovným podhledem

U klasických trámových stropů s rovným podhledem se stropnice od spodní strany obkládají buď prkny o tloušťce 25 mm a omítkou na rákosovém pletivu, nebo dřevěným obkladem.

Trámové stropy s podhledem na trámčích představují dvojitou nosnou konstrukci. Spodní trámky (rákosníky) dimenze přibližně 100/180 mm slouží pouze pro přenos zátěže samotného podhledu. Případné průhyby stropnic se v tomto případě nepřenášejí do podhledu. Konstrukce stropu je vhodnější i z pohledu požární odolnosti a neprůzvučnosti.

### Trámový strop s křížovými vzpěrami

Tento strop je vhodný pro větší rozpětí (6 až 10 m). Jeho základním nosným prvkem jsou stropnice s dimenzí 100 až 180/240 až 420 mm, kladené v osové vzdálenosti 600 až 800 mm. Stropnice jsou navzájem rozepřeny křížovými ztužidly profilu 40/80 mm, umístěnými ve vzdálenosti 1 až 1,5 m. Pevné rozepření zabezpečuje ocelové táhlo s rektifikačním článkem. Vzniká tak prostorová soustava, která umožňuje rovnoměrné rozložení zatížení do jednotlivých nosníků.

### Kazetové stropy

Kazetový strop vzniká vložením příčných trámů (výměn) mezi stropní trámy (stropnice). Výměny mají obvykle poloviční výšku stropnic, do nichž jsou začepované.

Stropnice a výměny jsou zpravidla přiznané, někdy obložené dřevěným obkladem, případně rákosovým pletivem se štukovou omítkou. U obkládaných stropů jsou výměny falešné, sbíjené z truhlíků. Kazetová struktura stropu se používala v případě náročnějších estetických požadavků, s využitím obkladů ze vzácných dřevin nebo s polychrómovanou štukaturou. Známé jsou kazetové stropy s portréty a vyobrazeními erbů, případně s ornamentálními malbami. U některých stropů i samotné kazety vytvářely zajímavé vzory.

### Fošnové stropy

Fošnové stropy jsou poměrně modernějšími konstrukcemi, které byly vynucené potřebou úspory řeziva. Nosnou funkci „fošnového stropu amerického typu“ přebírají fošny s dimenzí přibližně 60/240 mm. Jsou kladené v osové vzdálenosti 600 mm a zabezpečené proti klopení křížovými vzpěrami vzdálenými od sebe 1,5 až 2 m. Fošny jsou obvykle obou-

stranně obité prkny o tloušťce 24 mm, tj. svrchu záklopem a zespodu podbíjením.

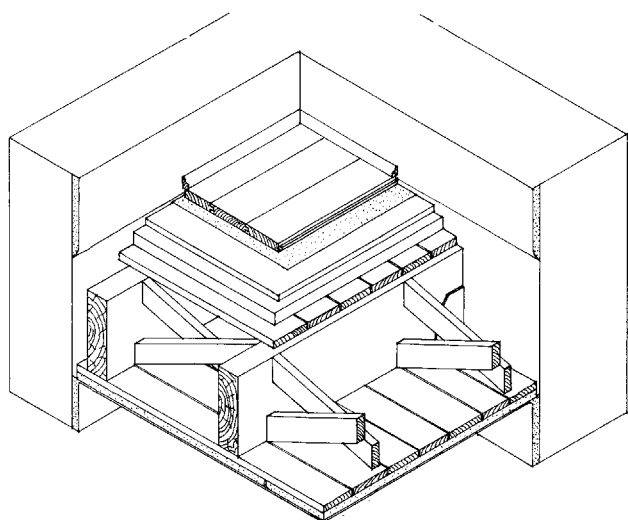
### Současné trémové a fošnové stropy

Při rozpětí do 6 m jsou nejčastěji používané dřevěné trémové nebo fošnové stropy z rostlého nebo lepeného lamelového dřeva plnostěnného průřezu dimenze přibližně 80/200 mm nebo nosníky z lisovaného dřeva (Parallam) nebo nosníky Starwood. Stropnice se kladou s osovou vzdáleností přibližně 600 mm (hlavně kvůli zvýšení požární odolnosti ve fragmentu stropu). Poměrem stran maximálně 1 : 6 a bedněním z tuhých desek je zabezpečena stabilita stropnice proti klopení. Skladba je zpravidla i ze spodní strany opláštěná a obložena sádkartonovými deskami. V mezeře je uložena zvuková izolace tloušťky 60 mm.

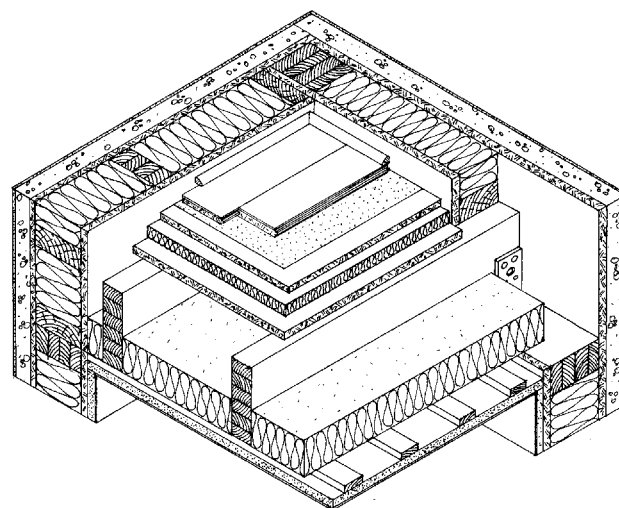
Pokud strop odděluje vytápěný a nevytápěný nebo vnější prostor, tloušťka izolace se zvětšuje minimálně na výšku stropnice.



Obr. 2.47 Kvůli tepelné ochraně v místě stropu nad vnějším prostředím se celý prostor mezi stropnicemi vyplní tepelnou izolací [1]



Obr. 2.45 Fošnový strop



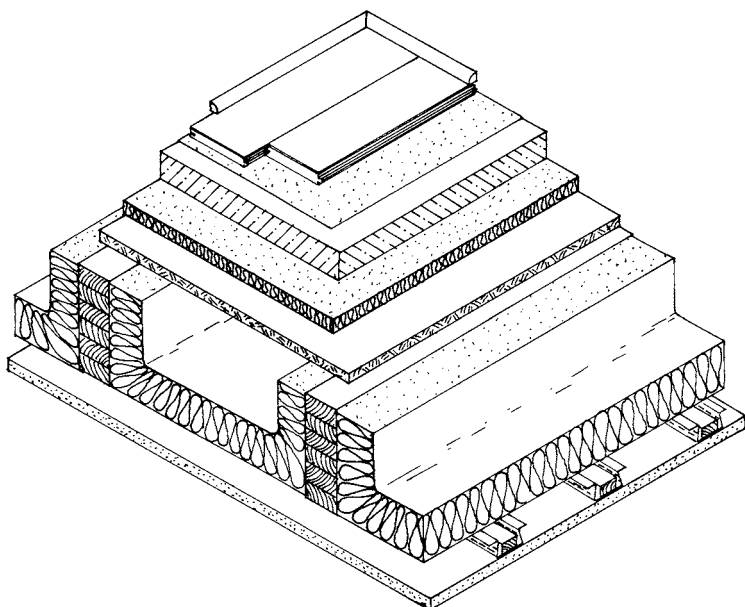
Obr. 2.48 Aktuální konstrukce stropu dřevostavby



Obr. 2.46 V případě velkého namáhání na ohyb (větší rozpon, nosná stěna nad stropem) je nutné použít průvlak z válcované oceli [1]



Obr. 2.49 Trémová výměna v místě komínu [2]



Obr. 2.50 Vrstvou železobetonové skořepiny lze zlepšit zvukověizolační vlastnosti stropu



Obr. 2.51 Stropní konstrukce s I-profilý [5]



Obr. 2.52 Strop z lepených dutých tvarovek [27]

Neprůzvučnost dřevěných stropů je možné podstatně zvýšit umístěním zvukověizolační desky pod roznášecí a nášlapnou vrstvu podlahy – tzv. plovoucí podlahy, zařazením vrstvy s velkou plošnou hmotností (například železobetonové skořepiny, která je potřeba i u podlahového topení) spolu se zvukověizolační deskou (obr. 2.50), nezávislým nosným systémem podhledu, pružným závěsným systémem podhledu – např. prostřednictvím ocelových profilovaných pružných lišt, nebo pružným připevněním bednění k stropnicím.

### Stropy s nosníky složeného průřezu

U větších rozponů jsou klasické stropnice efektivně nahrazovány prvky se složeným průřezem nejčastěji I-profilý se stěnou z desky OSB a pásnicemi z nekonečného vlysu nebo lisovaného dřeva.

Výhodou I-nosníků je vyšší únosnost vlivem většího momentu setrvačnosti a možnost prostupů pro instalace přes stěnu nosníku – avšak jen v místech s nejmenší posouvající silou. Efektivní jsou i nosníky se složeným průřezem se stěnou z vlnitého plechu nebo kombinované příhradové nosníky s diagonálami z profilovaných plechů. Nevýhodou I-nosníků je menší stabilita proti klopení a menší požární odolnost.

### Krabicové stropy

Díky moderním způsobům zpracování a lepení řeziva bylo možné vyvinout i prefabrikované prvky pro stropní konstrukce s lepšími mechanickými a akustickými vlastnostmi. Takový je systém krabicových stropů z lepených dutých tvarovek, které se spojují navzájem prostřednictvím pera a drážky, čímž vznikne tuhá deska. Strop má dobrou zvukovou izolaci, kterou je možné ještě zlepšit pomocí izolační výplně v dutinách nebo pomocí přidání vrstvy s velkou plošnou hmotností na izolační desce nebo nezávisle zavěšeným podhledem. Dutiny a případné otvory ve stěně tvárnice jsou přístupné pro instalační rozvody.

### Stropy z masivního lepeného dřeva

Jsou obdobou dřevěných povalových stropů, ale místo povalu z masivního dřeva se používají plnostěnné lepené profily opatřené perem a drážkou.

### Dřevobetonové stropy

Spřažené dřevobetonové průřezy vzniknou spojením dřevěného trámového,

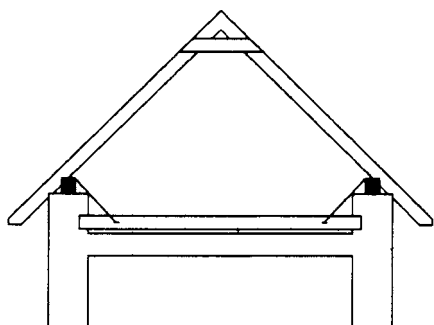


Obr. 2.53 Spřažený dřevobetonový strop [24]

krabicového nebo masivního stropu s vrchní betonovou skořepinou prostřednictvím různých spojů – klínů, desek s prolisovanými hroty apod. Přednostmi dřevobetonových stropů jsou lepší mechanické vlastnosti – využívají vytížení betonové části průřezu na tlak a dřevěné části průřezu na tah, podstatně lepší akustické vlastnosti – betonová vrstva s vysokou plošnou hmotností zlepšuje dynamickou tuhost konstrukce a tlumí horní část spektra hluku – a vyšší požární odolnost. Po podrobném prozkoumání chování spřažených dřevobetonových stropů (zejména působení spojovacích prostředků) se jeví jako velmi perspektivní konstrukce.

### Statické působení stropů

Při posuzování stávající konstrukce nebo návrhu sanace je nutné určit statické působení v konstrukci, tj. stanovit účinky zatížení na konstrukci. Ty závisí na



Obr. 2.54 Jednoduchá krokevní soustava pro rozpon do 4,5 m

velikosti zatížení, statickém schématu, dimenzi, rozponu a rozložení nosných prvků a na způsobu uložení.

U většiny klasických dřevěných stropů jde o prutovou konstrukci, kterou lze idealizovat na staticky určitou soustavu prostých nebo spojitých nosníků, i když dřevěný záklop prostřednictvím deskového efektu vždy roznese část zatížení na ostatní trámy. Při rovnoměrném zatížení je trám namáhaný ohybovým momentem a posouvající silou.

Stropnice s průřezem, který má velký poměr výšky k šířce (fošnové stropy) je namáhaná i klopením, proto se zabezpečuje diagonálními kříži nebo kolmo vkládanými prkny. Povalové a krabicové stropy staticky působí jako desky. Při posouzení je možné statické schéma desky nahradit nosníkem šířky 1 m, který je uložený rovnoběžně s povalovými trámy.

## 2.3 Dřevěné krovny a konstrukce zastřešení

Konstrukce zastřešení šikmých střech se většinou realizují pomocí dřevěných konstrukcí krovů. Umožňují překlenutí poměrně velkých rozponů, různých tvarů a sklonů střešních rovin podle architektonického návrhu a funkčních požadavků.

Hlavní funkcí střechy je ochrana budovy před srážkovou vodou. Tomu je přizpůsobený sklon střešních rovin a systém odvodnění, případně zachycení sněhu. Vedle vlastní hmotnosti musí konstrukce

ce střechy přenášet zatížení sněhem, větrem, náhodným břemenem, případně užitkové zatížení. U obytných podkroví musí skladba střešního pláště splňovat nároky na tepelnou ochranu a vlhkostní režim v skladbě střechy tak, aby kondenzace vodní páry v konstrukci nezpůsobila následné poruchy (viz kapitoly 5 a 6).

Současné konstrukce zastřešení měly své předchůdce v prosté krokevní a hambalkové soustavě.

Krovové konstrukce se podle systému nosné soustavy dělí na:

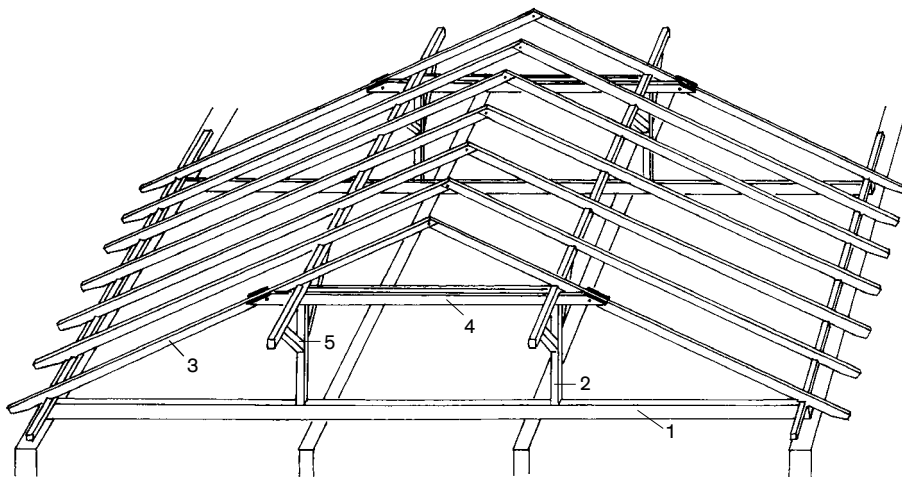
- vaznicové soustavy (stožatá stolice, ležatá stolice atd.),
- hambalkovou soustavu,
- vlašskou soustavu,
- soustavy pilových střech,
- d'Arcontovu soustavu,
- soustavy krovů věží,
- vaznicové soustavy,
- rámové soustavy,
- skruže,
- úsporné soustavy samonosných střešních rovin,
- kombinované soustavy.

### Vaznicové soustavy

Základním nosným prvkem vaznicových soustav je vodorovně uložený hranol – vaznice. Podepřená je zpravidla sloupky nebo je uložena na obvodovou nosnou stěnu (potom se nazývá pozednice). Na vaznici se kladou krokve ve směru největšího spádu střechy. Střešní plášť nese podle typu krytiny laťování nebo bednění. Sloupky pod vaznicemi jsou kotvené do vazného trámu nebo do stropu v místě nad podporou – nosnou stěnou nebo pilířem.

Vzhledem k efektivnímu využití řeziva se empirickou zkušeností dospělo k optimální vzdálenosti podpor nosných prvků, z nichž jsou odvozené i charakteristické rozměry a rozmístění jednotlivých prvků. Vzdálenosti podpor jsou dané pro tenké prvky (laťování, bednění) 0,9 až 1,2 m, pro středně silné prvky (vaznice, krokve) 3,0 až 4,5 m a pro silné prvky (vazné trámy) 6,0 až 8,0 m.

Krokve, které podepírají laťování, jsou vzdálené od sebe 0,9 až 1,2 m. Vaznice je podepřená sloupky vzdálenými 3 až 4,5 m, tj. pod každou třetí až čtvrtou krokvi. Soustava krovů se sloupky (a samozřejmě i vaznicemi a podle typu vaznicové soustavy i vazným trámem) se nazývá plná vazba. Ostatní vazby se nazývají prázdné. Při rozponu nad 8 m je nutné vazný trám podepřít nad nosnou



Obr. 2.55 Prvky vaznicové soustavy

1 – vazný trám, 2 – sloupek, 3 – krokve, 4 – kleština, 5 – zavětrovací pásek



Obr. 2.56 Podepření vrcholové vaznice sloupkem, zavětrování diagonálními pásky [8]

stěnou (zatížení se nesmí přenášet do stropní konstrukce) nebo ho odlehčit soustavou věšadel nebo vzpěradel. Prostorovou tuhost u vaznicových soustav v příčném směru zabezpečuje vyztužená plná vazba s kleštinami a v podélném směru zavětrovací pásky.

V místě komínů a vikýřů je přerušení krokvi řešené prostřednictvím výměn. Krokve jsou u valeb, půlvaleb a průnicích střešních rovin (na složitějších střeších) zkrácené podle tvaru plochy a podepřené nárožními, případně úžlabními krokvemi se zvětšeným průřezem. Horní plocha nárožních a úžlabních krokvi je opatřena šikmými výřezy pro položení latí. Pro jednotlivé spojení prvků jsou vzhledem k technologii montáže a mechanickému namáhání charakteristické

různé typy spojů. Vaznicové soustavy se podle polohy sloupků a dalšího rozložení nosných prvků dělí na:

- stojatou stolici,
- ležatou stolici,
- věšadla,
- vzpěradla,
- mansardové krovky,
- kombinované soustavy.

#### Stojatá stolice

Vaznice jsou u stojaté stolice podepřené svislými sloupky, ukotvenými ve vazných trámech. U složitějších tvarů střešních je to jediný možný způsob vyvážení krovu klasickou soustavou. Podle rozponu a sklonu střešního se mění počet a rozložení vaznic tak, aby byly respektované optimální vzdálenosti podepření krokvi,

kteří by neměly přesáhnout 4,5 m mezi vaznicemi a 2,5 m mezi vaznicí a hřebem (s pevným spojem krokvi v hřebenu bez podpory). Počet vaznic se tedy mění v závislosti na rozponu a sklonu střešního. Nejvíce se vyskytují vazby stojaté stolice s následnými rozloženími vaznic:

- pro sedlovou střešnici
- dvě pozednice a jedna vrcholová vaznice pro rozpon 6 až 8 m,
- dvě pozednice a dvě boční vaznice pro rozpon 7 až 12 m,
- dvě pozednice, dvě boční a jedna vrcholová vaznice pro rozpon 12 až 16 m;
- pro pultovou střešnici
- pozednice, boční a vrcholová vaznice pro rozpon 6 až 8 m,
- pozednice, dvě boční vaznice a jedna vrcholová pro rozpon 8 až 12 m.

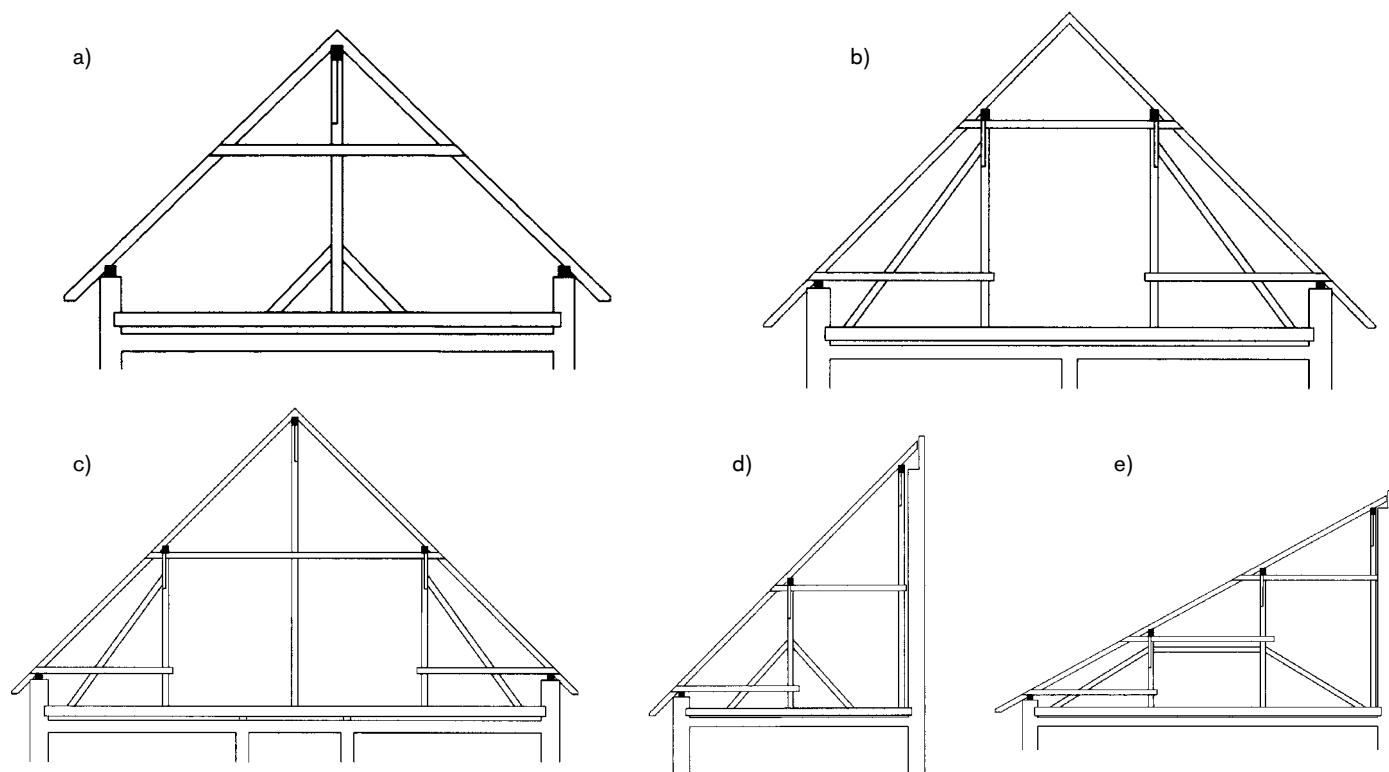
Plná vazba je doplněná o dvojici kleštin, umístěných nad pozednicí a pod vaznicí. Zpravidla je doplněná i o šikmou vzpěru kvůli prostorové tuhosti. Plná vazba u štítové stěny se nahrazuje uložením na nosné zdivo nebo pilíře. U valbové střešnice probíhá vaznice po celém obvodu. Rohy vaznic jsou vyztuženy vodorovnými pásky a podepřeny sloupky nebo krakorci podle rozložení plných vazeb. V případě průniků střešních s neregulárním rozponem je vhodné umístění vaznic ve stejné výšce.

Vazné trámy jsou někdy uloženy šikmo k obvodovým stěnám nebo jsou zkrácené a začepované do tvaru T (výměny) – zejména u členitých půdorysných tvarů nebo u valbových střešních. V každém případě musí být odděleny od ostatní konstrukce stropu mezerou přibližně 50 mm kvůli průhybu. Vhodné uložení do obvodových stěn je v kapsách na podložkách ošetřených biocidem tak, aby zhlaví nepodléhalo vlivu vlhkosti (analogie s uložením stropnic).

Speciálním případem stojaté stolice je krov stanové střešnice. Vaznice probíhá po obvodu do čtverce a v rozích je uložena na sloupky. Kleštiny jsou umístěny u nárožních krokvi.

#### Ležatá stolice

Podepření vaznic šikmými sloupky na ležatou stolici umožňuje snížení namáhání na ohyb ve vazném trámu, protože při kotvení sloupků blíže k podpoře se vyvozuje menší ohybový moment, případně se úplně vyloučí. Tím se snižují i nároky na spotřebu řeziva. U symetrické středod-



Obr. 2.57 Přehled plných vazeb stojaté stolice na různé rozpony a tvary střech

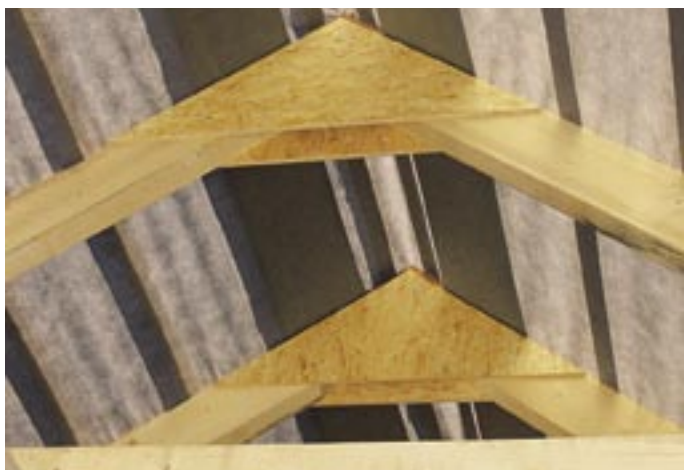
a) sedlová střecha s rozponem 6 až 8 m, b) sedlová střecha s rozponem 7 až 12 m, c) sedlová střecha s rozponem 11 až 16 m, d) pultová střecha s rozponem 6 až 8 m, e) pultová střecha s rozponem 7 až 12 m



Obr. 2.58 Osedlání vaznice ve spojení s kleštinou [1]



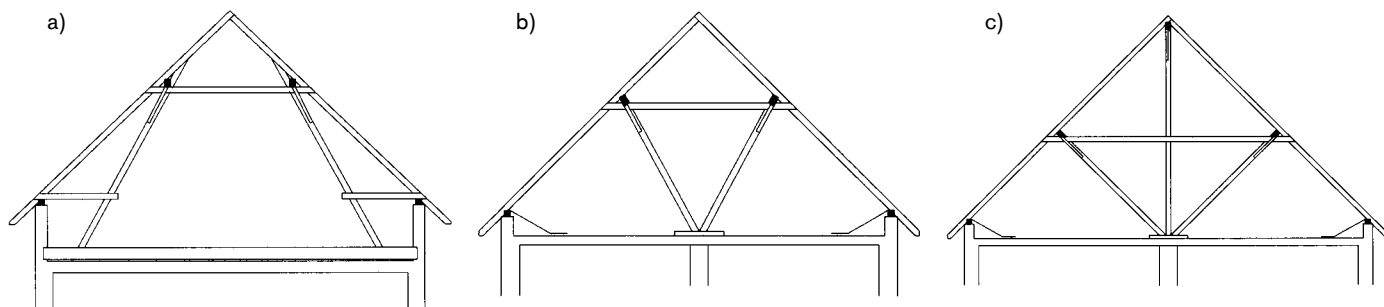
Obr. 2.60 Podepření vaznic při vyložení [1]



Obr. 2.59 Alternativní spoj krokvi v místě hřebene pomocí desek OSB [1]

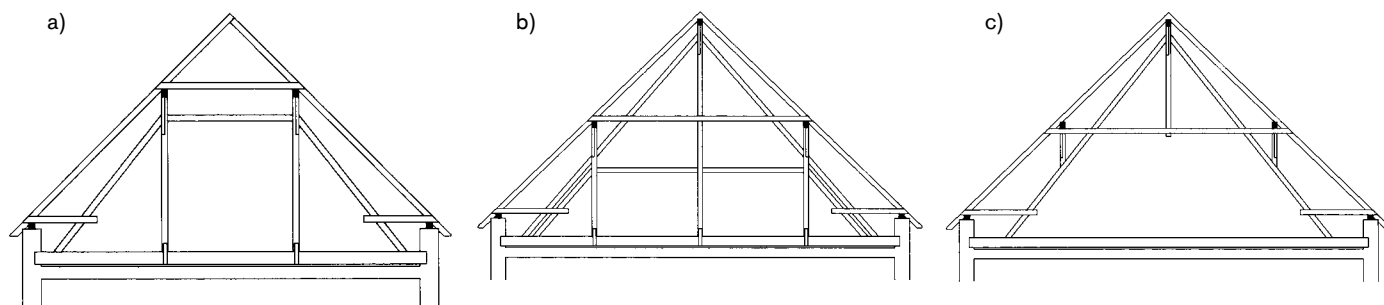


Obr. 2.61 Vyložení vaznice je nutné při přesahu střechy více než 40 cm [1]



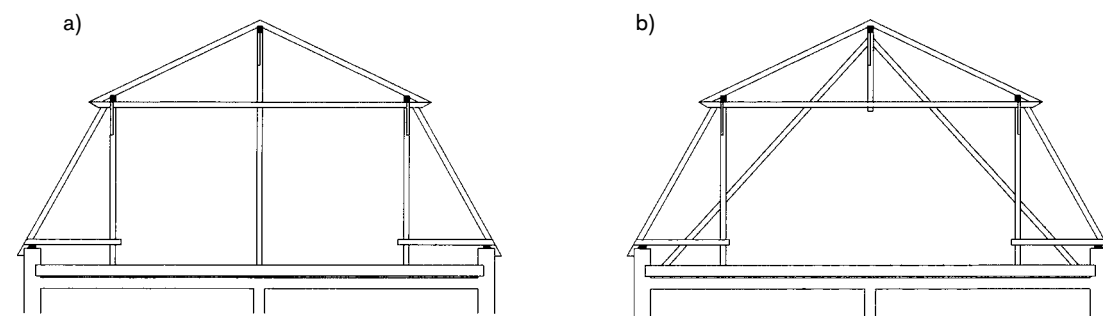
Obr. 2.62 Přehled plných vazeb ležaté stolice na různé rozpony

a) sedlová střecha s rozponem 7 až 12 m, b) sedlová střecha s rozponem 7 až 12 m a středovou nosnou stěnou, c) sedlová střecha s rozponem 11 až 16 m a středovou nosnou stěnou



Obr. 2.63 Přehled plných vazeb věšadlového a vzpěradlového krovu

a) dvojité věšadlo, b) trojitě věšadlo, c) jednoduché vzpěradlo, d) dvojité vzpěradlo



Obr. 2.64 Plné vazby mansardového krovu

a) stojatá stolice, b) ležatá stolice

vé nosné stěny je možné sloupky kotvit přímo do bačkory nad stěnou. Šikmá poloha sloupků vyžaduje speciální tesařské spoje. Pozednice v ležaté stolici bez vazného trámu je potřeba ukotvit i v horizontálním směru proti rozevření vazby. Rozmístění a počet vaznic, podobně jako u stojaté stolice, závisí na rozponu a sklonu střechy. Nejčastěji se vyskytují vazby:

- s dvěma bočními vaznicemi a šikmými sloupky, které jsou kotvené do vazného trámu, pro rozpon 7 až 12 m,
- s dvěma bočními vaznicemi a šikmými sloupky, které jsou kotvené do stropu nad středovou stěnou, pro rozpon 9 až 12 m,
- s dvěma bočními a jednou vrcholovou vaznicí a se šikmými sloupky, které

jsou kotvené do stropu nad středovou stěnou, pro rozpon 12 až 16 m.

### Věšadla

Dispozice podlaží s velkým rozponem bez nosných stěn (např. u sálových prostorů) neumožňuje, aby se dlouhý vazný trám vhodně podepřel. V takovém případě se dá použít konstrukce věšadla. Princip spočívá v odlehčení vazného trámu prostřednictvím roznosu zatížení přes šikmé vzpěry – co nejlíže k podpoře. Sloupky jsou namáhané na tah a vazný trám je na nich vlastně zavěšený. Kotvení sloupku do trámu je realizované spojem přenášejícím tah. Věšadla se podle počtu vaznic rozdělují na jednoduché, dvojité nebo trojitě a odpovídá jim řešení příslušných charakteristických detailů,

poměrně náročných na provedení. U dvojitého a trojitěho věšadla se mezi sloupky umísťuje vodorovná rozpěra na symetrický roznos zatížení.

### Vzpěradla

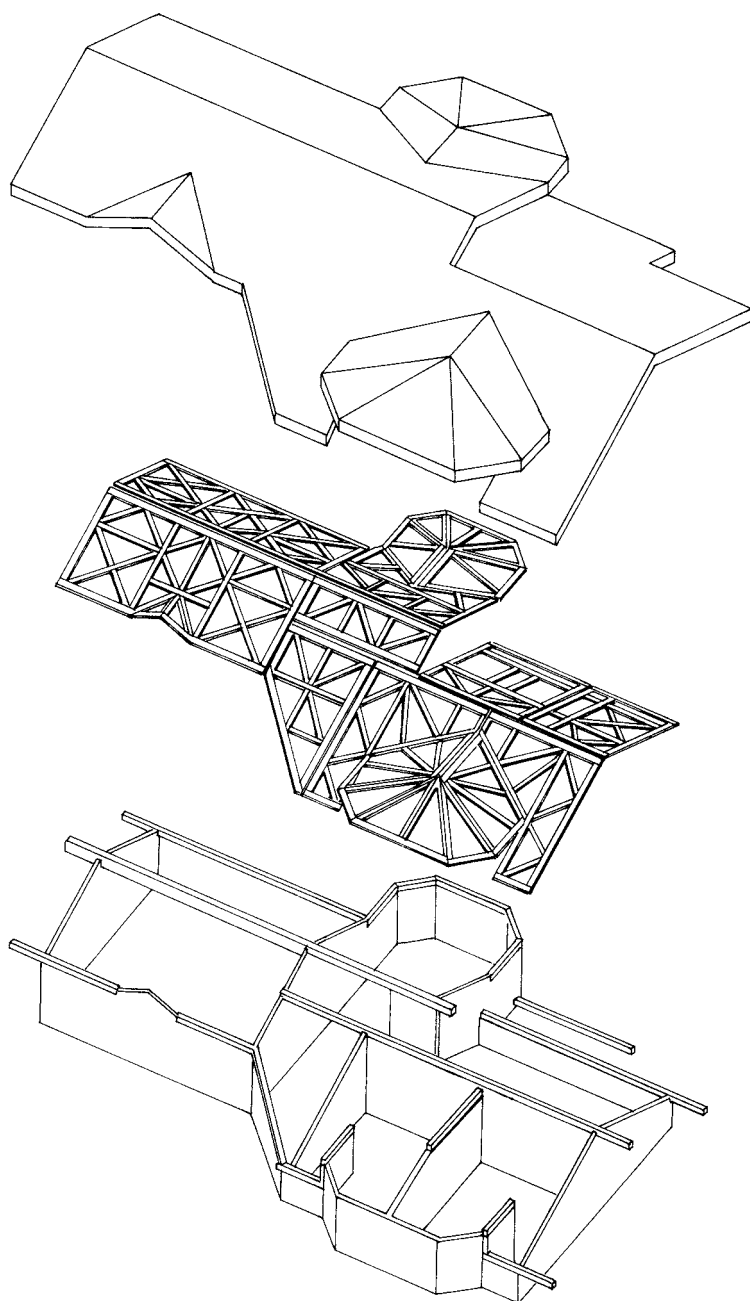
Vycházejí z obdobného principu odlehčení vazného trámu jako u soustavy věšadla. Do šikmých vzpěr, případně rozpěr jsou ukotveny zkrácené sloupky, podepírající vaznice.

### Mansardové krovy

Mansardová střecha má lomené střešní plochy, zejména kvůli využití podkrovních prostorů a architektonickému ztvárnění střechy. V místě lomu je zpravidla umístěna střední vaznice, na kterou jsou osedlané krokve obou střešních rovin.



Obr. 2. 65 Vazba hambalkového krovu [1]



Obr. 2.66 Krov se samonosnými střešními deskami

Plnou vazbu, obdobně jako u předešlých soustav, střídají tři až čtyři prázdné vazby, které se skládají pouze z krokví a vaznic. Prostorovou tuhost zabezpečují kleštiny, šikmé vzpěry a pásy. Důležité je ukotvení pozednic, poněvadž střecha je vystavená většímu účinku větru.

### Hambalková soustava

U hambalkové soustavy, na rozdíl od vaznicové soustavy, je každá vazba plná. Tvoří ji trjúhelník, jenž se skládá z krokví a vodorovné výztuhy – hambalku, který je tuhý v rovině vazby. Tato soustava přímo nevyžaduje vazný trám, s výjimkou funkce stropnice. Vazby jsou vzdálené 0,9 až 1,2 m. Počet hambalků je daný rozponem střechy.

Prostorovou tuhost v podélném směru zabezpečuje zpravidla ztužení v rovině střešního pláště, a to ondřejské kříže, šikmo nabitá prkna, diagonálně nabíjený prkenný záklop nebo tuhý záklop z velkoplošného materiálu, např. desek OSB. Prostorovou tuhost v některých případech zabezpečuje i ztužidlo, umístěné ve spoji mezi kleštinou a hambalkem.

U hambalkové soustavy je důležité zachycení horizontálních sil v místě osedlání krokví nad stěnou, a to buď prostřednictvím kovových kotev, nebo u úplné soustavy se stropnicí prostřednictvím spolehlivého tesařského spoje (např. šikmé zapuštění). U krovů s větším rozponem je vodorovná složka reakce značná a například u zděné spodní stavby může být proto problematické nadimenzovat železobetonový věnec.

### Soustava krovu se samonosnými střešními deskami

Samonosné střešní desky se skládají z rámu vyztužených diagonálami. Výhodou těchto střech je spolehlivé zabezpečení prostorové tuhosti, úspora řeziva a zajímavý architektonický vzhled – při přiznání prvků v interiéru evokují dojem hrázděných staveb.

### Vazníková soustava

Vazníkovou nosnou soustavu tvoří vazníky, které jsou příčně uloženy ve vzdálenosti 0,9 až 1,2 m (v případě, že se na vazníky přímo nabíjí laťování nebo bednění pod krytinu) nebo 3,5 až 4 m (v případě, že střešní plášť nesou vazníčky). Podle konstrukce se vazníky rozdělují na:

- příhradové (hřebíkované, svorníkové a lepené),
- plnostěnné (hřebíkované a lepené).



Obr. 2.67 Hambalkový krov vyztužený vaznicí [17]



Obr. 2.68 Tuhý spoj krokve a hambalků je zabezpečen dvojicí svorníků (příčný hranol na obrázku plní funkci ztužidla, nikoli vaznice) [1]



Obr. 2.70 U hambalkové soustavy je problematické řešení složitějších tvarů střech [1]



Obr. 2.69 Realizace příhradového vazníku se stýčnickovými deskami s prolisovanými hroty [2]

Pro zastřešení vazníky je důležité zabezpečení prostorové tuhosti v podélném směru a v rovině střechy. Podélné zavětrování se nejčastěji realizuje ondřejskými kříži. V rovině střechy se zavětruje první, poslední a aspoň každé páté pole.

Vazníkové střešní konstrukce mají nízkou spotřebu řeziva, s výhodou se uplatňují pro střechy s malým spádem a velkým rozpětím, avšak podkrovní prostor je u nich nevyužitelný.

### Rámové soustavy

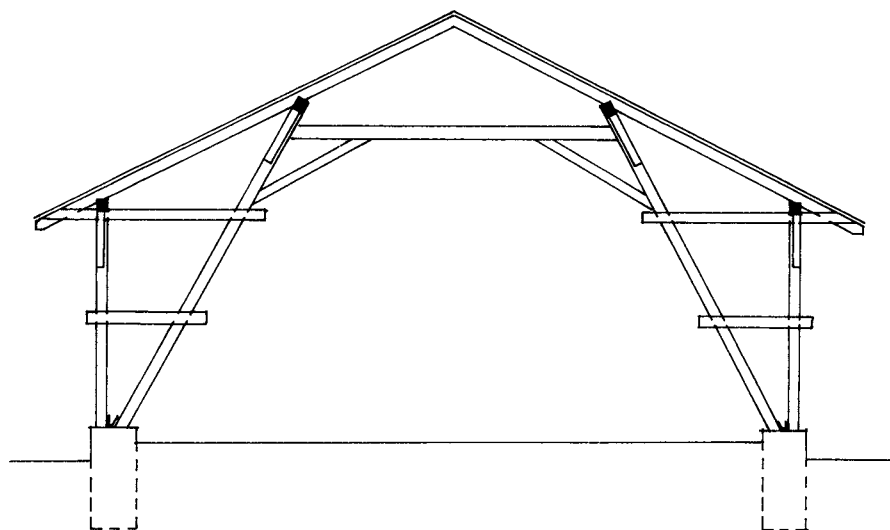
Doplněním vazníků o stojky, které jsou ukotvené do základu a tvoří zároveň oporu pro obvodové stěny, vzniká rámová soustava. Vzdálenost ráků je průměrně 4 m. Podle konstrukce se tyto soustavy rozdělují obdobně jako soustavy vazníků. Pro zabezpečení prostorové tuhosti je navíc potřeba zavětrování v rovině stěny.

### Úsporné soustavy samonosných střešních rovin

Sice historické, na svou dobu průkopnické, ale dosud aktuální soustavy sa-

monosných střešních rovin byly zkonstruované na základě nároků na úsporu řeziva a požadavků na překrytí velkých halových prostorů. Nejznámější jsou

rovinné samonosné střešní konstrukce (Záhorského a Kroherova soustava) a samonosné konstrukce se zakřivenou plochou (lamelová soustava).



Obr. 2.72 Historická rámová konstrukce zastřešení



Obr. 2.71 Spřažený příhradový dřevo-ocelový vazník [1]

Konstrukčním prvkem Záhorského soustavy je úhlopříčná příhradovina, která se skládá z horního a dolního pásu s rozměry 40/40 až 60/60 mm, kladeného v promítnuté osové vzdálenosti 0,4 až 0,6 m a z diagonál s průřezem 20/100 mm, kladených pod úhlem 90° kolmo na rovinu střechy. Vznikne tak prostorová, tuhá konstrukce se subtilními prvky a s nízkou spotřebou řeziva.

Samonosné konstrukce se zakřivenou plochou, nazývané i dřevěné střešní klenby, působí jako skořepiny a při značných rozponech umožňují poměrně nízkou spotřebu řeziva. Nejstarší soustavou tohoto typu je lamelová skořepina, jejímž jediným nosným a zároveň ztužujícím elementem je stejně velká lamela, přičesaná do požadovaného tvaru. Tím se umožňuje jednoduchý spoj a vytvoření kosočtvercové sítě. Rozměry lamel jsou: šířka 25 až 60 mm, výška 150 až 250 mm, délka 1,5 až 2,5 m. V místě spoje jsou spojené najednou tři lamely. Na spoj se používají svorníky s podložkami nebo ocelové spojovací pásy.



Obr. 2.73 Detail spřaženého vazníku [1]



Obr. 2.74 Přiznaný obloukový příhradový vazník [1]

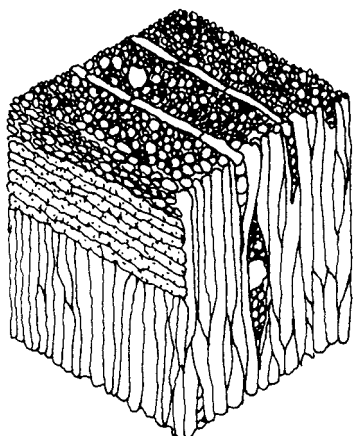
# 3 MATERIÁLOVÁ BÁZE STAVEB ZE DŘEVA

## 3.1 Dřevo – jeho struktura a vlastnosti

Pro dřevo je charakteristická vláknitá struktura, anizotropie a nehomogenita. Struktura dřeva předurčuje jeho fyzikální a mechanické vlastnosti.

### Vláknitá struktura dřeva

Dřevo je vytvořené z lineárních vláken celulózy, z větvených vláken hemicelulóz a z prostorově síťovaných makromolekul ligninu. Uspořádané jsou do buňkových stěn různých typů buněk, které mají převážně vláknitý tvar a většinou jsou orientované v podélném směru kmene (obr. 3.1). Buňky s vyztužující – nosnou funkcí jsou tzv. dřevní vlákna. Vlastnosti dřeva jsou výrazně ovlivňované tloušťkou a stavbou buňkových stěn jednotlivých dřevních vláken, ale i jejich podílem a uspořádáním v objemu dřeva.



Obr. 3.1 Vláknitá struktura dřeva

### Anizotropie dřeva

Anizotropie ve struktuře dřeva se promítá do odlišných pevnostních, vlhkostních a jiných vlastností dřeva ve třech hlavních směrech: rovnoběžně s vlákny (rovnoběžně s podélnou osou kmene), kolmo na vlákna v radiálním směru k letokruhům, kolmo na vlákna v tangenciálním směru. Ve stavební praxi se u konstrukčních prvků víceméně rozlišuje pouze směr podél vláken a napříč vlákny.

### Nehomogenita dřeva

Nehomogenita dřeva je způsobena nerovnoměrnou makroskopickou stavbou dřeva s ohledem na šířku letokruhů. Jed-

ná se o výskyt tzv. přirozených vad dřeva (např. suky, smolníky, odklon vláken apod.). V důsledku nehomogenity má dřevo relativně širokou škálu vlastností ve srovnání s kovy, plasty nebo mnohými minerálními materiály.

### Pevnostní vlastnosti dřeva

Při namáhání dřeva ohybem nebo tahem rovnoběžně s vlákny je poměr jeho pevnosti a hmotnosti porovnatelný s hliníkovými slitinami, to znamená výrazně příznivější než u oceli. Pevnost dřeva v tahu kolmo na vlákna a ve smyku rovnoběžně s vlákny je ale relativně nízká.

### Reologické vlastnosti dřeva

Pevnost a deformace dřeva jsou ovlivněny časem a rychlostí zatížení. Reologické vlastnosti dřeva se projevují nejvýrazněji při namáhání ohybem a v souvislosti se změnami vlhkosti a teploty. Dřevo dobře odolává krátkodobému zatížení a velmi dobře absorbuje účinky rázového zatížení.

### Opracovatelnost dřeva

Dřevo je v porovnání s jinými konstrukčními materiály mimořádně vhodné pro obrábění, a to jak jednoduchými ručními nástroji, tak i průmyslovým způsobem.

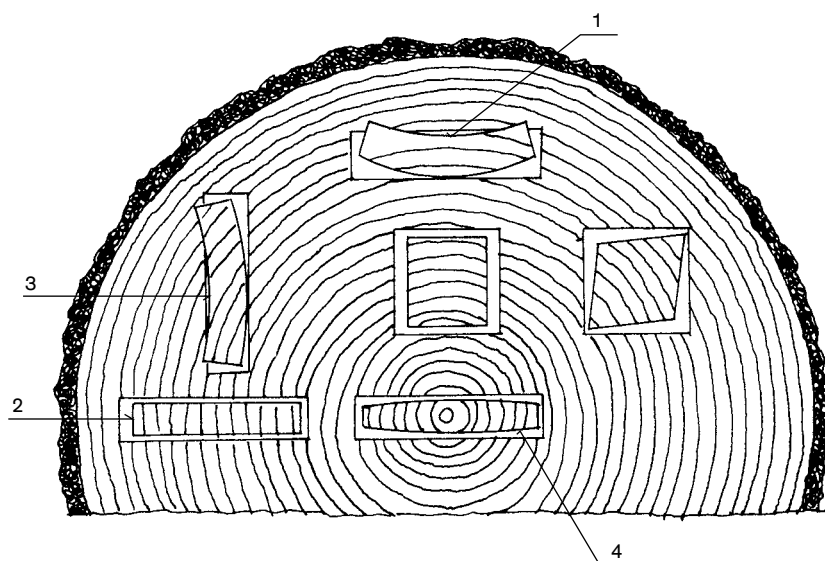
### Vlhkostní vlastnosti dřeva

Vlhkost je podíl hmotnosti vody, kterou obsahuje dřevo, vyjádřený v procentech (rozlišuje se tzv. absolutní a relativní vlhkost dřeva). U vlhkého dřeva (čerstvě

vytěžené, případně máčené ve vodě) rozlišujeme tzv. volnou vodu, která se nachází v dutinách buněk a mezibuňkových prostorech, a tzv. vázanou vodu obsaženou v buňkových stěnách. Při vysychání se nejdříve vypařuje volná voda, přičemž změnami obsahu volné vody se prakticky neovlivňují mechanické vlastnosti ani rozměry dřevěných prvků. Stav, při kterém dřevo teoreticky neobsahuje volnou vodu a buněčné stěny přitom mají maximální vlhkost, se označuje jako tzv. bod nasycení vláken, což je u většiny dřevin obvykle 25 až 30 % vlhkost dřeva.

Změny vlhkosti dřeva pod bodem nasycení vláken jsou doprovázené změnami objemu. Zmenšování rozměrů při úbytku vlhkosti se označuje jako sesychání dřeva, naopak zvětšování rozměrů následkem přibírání vlhkosti je bobtnání dřeva. Následkem anizotropní struktury dřeva jsou vlhkostní deformace rozdílné v různých směrech k vláknům a letokruhům a závisí také na hustotě dřeva. V praxi je nutné přihlížet především k deformacím ve směru kolmo k vláknům (obr. 3.2). Takové změny vlhkosti dřeva mají velký vliv i na jeho pevnost (při poklesu vlhkosti pevnost všeobecně stoupá) a rozměry (při poklesu vlhkosti dřevo sesychá). Správný odhad klimatických podmínek v dřevěné stavbě a jejím okolí je proto důležitý pro zajištění únosnosti i tvarové stálosti dřevěných prvků.

Provozní vlhkost dřeva by měla být o něco vyšší než naprojektovaná rov-



Obr. 3.2 Tvarové změny výřezů dřeva vlivem sesychání

1 – tangenciální, 2 – radiální, 3 – mezilehlé, 4 – dřevěné

novázná vlhkost (přibližně o 2 %), aby výrobky neseschly (např. u spojů by to mohlo znamenat jejich uvolňování).

**Spojovatelnost dřeva**

Vzájemné spoje dřevěných konstrukčních prvků nebo jejich připojování k jiným materiálům je velmi jednoduché, buď pomocí různých spojovacích prostředků – hřebíků, svorníků, kolíků, sponek, šroubů, styčnickových desek – nebo lepenými spoji.

**Trvanlivost dřeva**

Dřevo je organický materiál, který může být v nevhodných podmínkách použitím znehodnocen biotickými škůdci (hniloba houbami, požerky hmyzem). Při správném konstrukčním návrhu, popřípadě při použití chemické ochrany je trvanlivost dřevěných prvků ve stavbě mimořádně vysoká.

**Hořlavost dřeva**

Dřevo má velkou hořlavost, ale na druhé straně relativně vysokou požární odolnost masivních průřezů (obr. 3.3).



Zuhelnatělá vrstva eliminuje další průnik plamene



Zkušební vzorek po 90 min. přímého účinku plamene

**Obr. 3.3** Masivní průřezy dokážou vlivem zuhelnatělé vrstvy déle odolávat působení ohně – příklad zkoušky požární odolnosti srubové stěny po 1hodinovém zatížení [8]

dvojnásobek tloušťky. Podle tloušťky se dělí na polštáře – řezivo o tloušťce nejvíc 100 mm, a trámy – řezivo o tloušťce větší než 100 mm, jeho nejmenší šířka odpovídá 2/3 tloušťky.

Podle způsobu výroby se řezivo rozděluje na neomítané deskové – vyrobené s neořezanými nebo jen částečně ořezanými boky, omítané deskové – vyrobené rovnoběžným obráběním řeziva na čty-

**3.2 Materiály pro dřevěné stavby**

**3.2.1 Deskové a hraněné řezivo**

K výrobě dřevěných stavebních konstrukcí se používá dřevo vhodných fyzikálních a mechanických vlastností ve formě řeziva nebo kulatiny. Domácí dřeviny, které se používají k výrobě řeziva, jsou uvedeny v tab. 3.1.

Podle tvaru a rozměrů příčného průřezu a s ohledem na poměr tloušťky (výšky) řeziva k jeho šířce se řezivo rozděluje na deskové, tj. prkna a fošny, hraněné, tj. především hranoly, a polohraněné, tj. trámy a polštáře.

Deskové řezivo zahrnuje všechno omítané a neomítané řezivo o tloušťce do 100 mm, jehož šířka je větší nebo rovná dvojnásobku tloušťky (u fošen větší trojnásobku tloušťky). Podle tloušťky se dělí na prkna – řezivo tloušťky do 40 mm, a fošny – řezivo tloušťky větší než 40 mm.

Hraněné řezivo zahrnuje všechno řezivo pravouhlého příčného průřezu, jehož výška je menší nebo rovná trojnásobku šířky. Hranoly přitom musí mít šířku větší než 40 mm a výšku minimálně rovnu šířce.

Polohraněné řezivo zahrnuje dvojitě řezané řezivo o šířce menší než

**Tab. 3.1** Rozdělení dřevin použitých na výrobu řeziva a jejich označení

Řezivo	Dřevina	Označení
Jehličnaté	smrk	SM
	jedle	JD
	douglaska	DG
	borovice	BO
	borovice vejmutovka	VJ
	modřín	MD
Listnaté tvrdé	dub zimní, letní	DB
	cedr	CER
	buk	BK
	jasan	JS
	javor mléč, horský, babyka	JV
	akát	AK
	habr	HB
	jilm – polní, horský	JM
	ořešák vlašský	OR
	bříza	BR
	švestka	SV
	třešeň	TR
	hrušeň	HR
	jabloň	JB
hloh	HL	
jeřáb	JR	
	ostatní – břek, muk, oskeruše, kaštan jedlý	
Listnaté měkké	lípa – malolistá, velkolistá	LP
	olše – lepkavá, šedá	OL
	topol – bílý, červený	TP
	osika	OS
	jírovec	KS
	vrba	VR

Tab. 3.2 Doporučené použití tříd pevnosti dřeva pro nosné prvky v stavbách

Poř. číslo	Způsob namáhání a druh nosných prvků	Doporučená třída pevnosti podle ČSN 49 1531		
		deskové a hraněné řezivo	lamely pro lepené lamelované prvky <sup>1), 2)</sup>	výřezy pro stavební účely
1.	prvky namáhané dostředným a mimostředným tahem (táhla, tažené pruty příhradových nosníků, tažená část s výškou nejméně 0,1 h lepených lamelovaných nosníků, tažené pásy profilovaných nosníků apod.)	SI	SA, SB	SP
2.	prvky namáhané tlakem nebo ohybem (sloupy, vzpěry, tlačené pásy profilovaných nosníků, tlačená část s výškou nejméně 0,1 h lepených lamelovaných nosníků apod.)	SI (SII)	SB, SC	
3.	vedlejší nosné prvky nebo části	SII	SC, SD	

Poznámky:

<sup>1)</sup> Ostatní, tj. nelamelované lepené prvky (např. jednoduché nosníky profilovaného průřezu, pruty příhradových konstrukcí s lepenými styčnickovými spoji apod.) se navrhují z řeziva SI (SII).<sup>2)</sup> Lamely vysoké pevnosti (třída SA) se navrhují (po dohodě s výrobcem konstrukce) ve výjimečných případech pro prvky tam, kde jsou požadované ze statických důvodů.

řech delších stranách vzájemně na sebe kolmých, jinak upravené – např. získané orientovaným pořezem výřezů (radiální nebo tangenciální řezivo) a egalizované řezivo, avšak bez úprav na jiný než čtvercový nebo obdélníkový průřez.

Jedním ze základních požadavků na kvalitu stavebního dřeva je vlhkost. Doporučená vlhkost řeziva a výrobků ze dřeva na stavební konstrukce je dána jejich použitím (tab. 3.3).

Požadovaná vlhkost dřeva konstrukčních prvků nebo částí musí být uvedena v projektové dokumentaci.

Dalším požadavkem je pevnost dřeva. Pro dřevěné stavby se zpravidla používá dřevo zvláště vybrané pro tento účel na základě třídy pevnosti (tab. 3.2).

U deskového a hraněného řeziva se rozlišují tyto třídy pevnosti: třída S 13 – řezivo vysoké pevnosti, třída S 10 – řezivo normální pevnosti, třída S 7 – řezivo nízké pevnosti.

Při použití dřeva ve stavbách platí dále tyto zásady:

- výběr nebo kontrolu dřeva na stavební konstrukce podle jakosti provádí její výrobce s ohledem na druh a způsob namáhání nosných prvků;
- rozměry a jakost dřeva na stavební konstrukce, ale i jeho ošetření při dopravě a skladování musí odpovídat příslušným normám;
- jakost polohraněného řeziva musí vyhovovat I. jakosti hraněného řeziva;
- dřevěné spojovací součásti (hmoždíky, kolíky apod.) musejí být ze zdravého rovně rostlého dřeva a bez suků a jiných chyb;
- v jedné konstrukci se na hlavní nosné prvky má použít jen jeden druh jakosti řeziva (tj. buď tříd pevnosti nebo obchodní jakosti);
- jakost a třída pevnosti konstrukčních prvků se musí zřetelně vyznačit v projektu (ve statickém výpočtu, na každém výkresu a ve výkazu materiálů);

Tab. 3.3 Dovolena vlhkost dřeva u stavebních konstrukcí

Absolutní vlhkost dřeva (%) <sup>1), 2)</sup>	Použití dřeva
Nejvíce 10 %	spojovací součásti (hmoždíky, kolíky, klíny apod.) a prvky vystavené dlouhodobě zvýšeným teplotám nepřevyšujícím 55 °C
Nejvíce 15 %	lepené prvky
Nejvíce 20 %	konstrukční prvky a části spojované hřebíky <sup>3)</sup> , svorníky, prstencovými nebo ozubenými hmoždíky
Nejvíce 25 %	prvky vystavené nechráněné expozici, u nichž vysychání dřeva není na závadu
Bez omezení	prvky, které jsou trvale ve vlhkém nebo mokřém prostředí

Poznámky:

<sup>1)</sup> Uvedené vlhkosti platí pro zpracování dřeva (výrobu konstrukce).<sup>2)</sup> Nepovažuje se za závadu, když nejvíce 10 % zpracovaného množství vykazuje vlhkost vyšší maximálně o 2 %.<sup>3)</sup> Hřebíkové konstrukce se doporučuje vyrobit ze dřeva vysušeného na vlhkost nejvíce 18 %.

Tab. 3.4 Přehled profilů běžně dodávaného konstrukčního jehličnatého řeziva

Typ řeziva		Tloušťka (mm)	Šířka (mm)	Délka (m)
Fošny	I. skupina	38	100 až 300	4,0 až 6,5
		45		
		50		
	II. skupina	60	125 až 300	
		75	150 až 300	
		100	200 až 300	
Hranoly		100	120	
		120	140	
		160	140	
		180	160	
			180	
			180	



Obr. 3.4 Příklad velkorozponové konstrukce z lepeného lamelového dřeva [7]



Obr. 3.5 Příklad rámové konstrukce z lepeného dřeva [21]



Obr. 3.6 Obloukový vazník z lepeného dřeva [7]

- dřevo se třídí v rozměrech odpovídajících jeho konečnému použití až po jeho vysušení na požadovanou vlhkost;
- nezávisle na předepsané jakosti dřeva se doporučuje při výběru dřeva na jednotlivé nosné prvky dbát na to, aby dřevo v částech namáhaných na tah mělo orientaci vláken pokud možno rovnoběžnou s podélnou osou prvku, obsahovalo co nejméně suků a kazových míst, zejména pokud je průřez malý nebo oslabený zářezy, otvory apod., prvky namáhané na ohyb měly co nejméně suků a kazových míst na tahové straně, dřevo v místech největších smykových namáhání a v místech spojů bylo pokud možno bez trhlin.

Na dřevěné stavební konstrukce se používá hlavně jehličnaté dřevo smrku, jedle nebo borovice, případně i listnaté dubové nebo akátové dřevo. Řezivo se dodává v určitých typizovaných tloušťkách, šířkách a délkových skupinách (tab. 3.4).

Nejpoužívanější rozměry nosných prvků v konstrukcích z masivního dřeva jsou tyto:

- srubový trám 68/200 až 150/150
- sloupek rámu 50 až 60/100 až 140
- stropní trám 75 až 140/140 až 220
- vazný trám 160/200 až 180/260
- vaznice 120 až 160/160 až 200
- krokev 100 až 160/140 až 220
- sloupek krovu 120/120 až 160/160
- kleština 38/140 až 80/160
- pozednice 75/120 až 160/140 (nebo profil krokve naležato)
- hambalek 38 až 60/140 až 200

### 3.2.2 Lepené lamelové dřevo

Nosné konstrukční prvky z lepeného lamelového dřeva se již staly charakteristickou součástí moderních dřevostaveb. Mnohé odvážné a esteticky přitažlivé tvary nosné konstrukce bylo možné navrhnout a realizovat právě díky vynikajícím vlastnostem lepeného dřeva, mezi něž patří výrazné omezení tvarových deformací vlivem vlhkosti, významné vyloučení vad dřeva, tvarová volnost – možnost vyrobit nosný prvek s různým tvarem, rozponem a průřezem, vyšší únosnost vlivem vyšší pevnosti lepeného dřeva a dobrý estetický dojem.

Při výrobě nosníků z lepeného lamelového dřeva je nutné dodržovat technologické předpisy, z nichž nejvýznamnější se týkají vlhkosti a kvality lamel (s ohledem na technologii lepení by vlhkost lamel neměla klesnout pod 15 %).

Vytríděné, vysušené a ohoblované lamely se při výrobě délkově napojují (prostřednictvím spoje na tupo, s úkosem nebo zubovitého spoje) a lisují do potřebného tvaru – to umožňuje například i výrobu obloukových nosných prvků na velké rozpory.

Lepené dřevo se výhodně uplatňuje při výrobě nosníků a rámců, lepených sрубů a konstrukčních prvků stavebnětruhlářských výrobků (okenních vlysů – eurohranolů, schodnic, dveřních rámců).

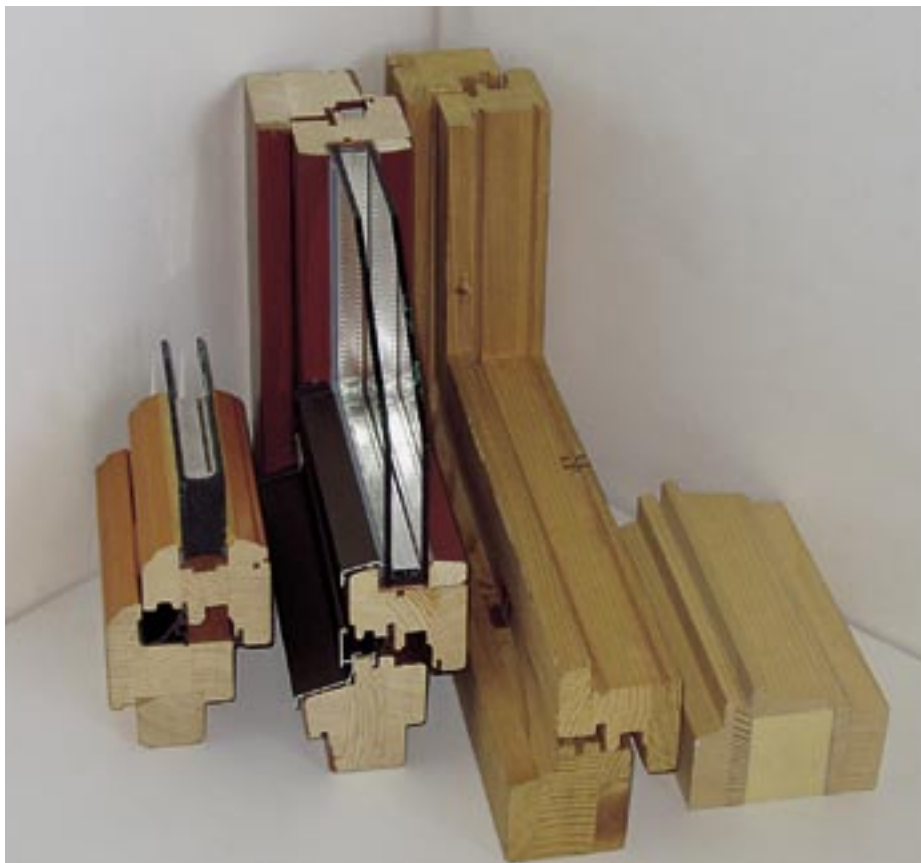
Z lepených prvků ze dřeva jsou odvozené i další nosné konstrukční prvky:

### Nosníky s dutým středem

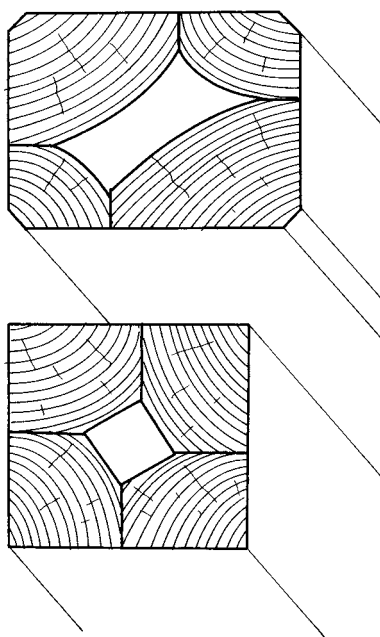
Technologie výroby nosníků s dutým středem (Starwood) využívá lepších mechanických a užitkových vlastností speciálně zpracovaného dřeva – při jejich výrobě se kmen křížově rozřeže, vyřeže se středová část (nejvíc náchylná k tvorbě trhlin), přřezy se obrátí a následně slepí (obr. 3.8). U prvků namáhaných na ohyb (nosníků), které jsou ve středu průřezu blízko neutrální osy minimálně namáhané, tak dojde k jejich efektivnějšímu využití. Nosníky s dutým středem mají minimální zastoupení hlubokých i mělkých trhlin, nepodléhají podstatným deformacím ani při kolísání vlhkosti z 10 na 30 %. Proto jsou vynikajícím konstrukčním dřevem na viditelné části stavby nejen v interiéru, ale i v exteriéru.

### Duté lepené dřevěné sloupy

Dutý dřevěný sloup je konstrukční prvek vyrobený slepením několika (zpravidla dvanácti) kusů přířezů lichoběžníkového průřezu. Mezi jednotlivé přířezy se může vložit po celé délce cizí pero, které má zabránit posunutí přilehlých opracovaných přířezů a vymezuje jejich polohu. Tvar čelních průřezů sloupu by měl mít jednotný geometrický tvar znázorněný na obr. 3.9. Vylehčením středu prvku a přesunutím hmoty dále od neutrální osy získá nosný prvek velmi dobré průřezové charakteristiky – např. při porovnání s plným průřezem se stejnou průřezovou plochou má řádově vyšší moment setrvačnosti. Navíc se použije lepené dřevo s odstraněnými vadami. Duté dřevěné sloupy vzhledem ke svým fyzikálně-



Obr. 3.7 Řezy eurooken a okna pro pasivní dům z lepeného dřeva [1]



Obr. 3.8 Konstrukční prvky s dutým středem (Starwood)

mechanickým, užitkovým a estetickým vlastnostem mají poměrně široké pole použití v reálných konstrukcích – zvláště u prvků namáhaných na centrický tlak (vzpěry), např. jako podpůrné prvky podlaží, schodiště v interiérech, podpory teras, balkónů apod.



Obr. 3.9 Průřez dutého dřevěného sloupu [1]



Obr. 3.10 Nosník z lisovaných dýhových pásků [5]

### Nosníky z lisovaných dýhových pásků

Materiál PSL (Paralled Strand Lumber, Parallam) se skládá z přibližně 200 mm dlouhých dýhových pásků o tloušťce několika mm, lisovaných s fenolickým lepidlem. Používá se k výrobě plnostěnných nosníků (obr. 2.60) nebo jako pásnice ve složených průřezích se stěnou z desek OSB. Jejich výhodou je velmi dobrý poměr pevnosti k hmotnosti prvku a faktické vyloučení vad dřeva.

#### Vylehčené lepené nosníky

Vyrábějí se obdobným způsobem jako plnostěnné lepené prvky – mají však krabicový průřez (obr. 2.52). Používají se hlavně ve skladbě stropů.

## 3.2.3 Velkoplošné materiály

### Laťovky

Základem laťovek je střed slepený z latí z jehličnatého dřeva (smrk, jedle), na které jsou nalepeny dýhy z ušlechtlejších tvrdších dřevin. Dřevní vlákna ve vrstvě latí a dýh jsou orientována pod pravým úhlem. Používají se víceméně pouze v interiérových konstrukcích jako opláštějící materiál. Výhodou laťovek je možnost vytvoření zaoblení.

Charakteristické rozměry a vlastnosti laťovek:

- tloušťka: 16, 18, 19, 22, 25, 26, 30, 35 mm;
- šířka: 920, 1 200, 1 220, 1 100 mm;
- délka: 1 100 až 2 440 mm;

- pevnost v ohybu ve směru vláken latí: 40 až 60 MPa;
- pevnost v ohybu kolmo na vlákna latí: 25 až 41 MPa;
- hustota: 440 až 550 kg/m<sup>3</sup>.

### Biodesky

Vyrábějí se obdobným způsobem jako laťovky, ale místo vrchní dýhy jsou na laťovkový střed nalepené tenké lamely o tloušťce 5 až 8 mm. Vzhledem k tomu, že se na lepení používá lepidlo s nízkým obsahem škodlivin (polyuretanové nebo akrylátové), jde o ekologický materiál s vysokým podílem přírodní hmoty a charakteristickým aroma. Dalšími výhodnými vlastnostmi jsou dobré mechanické vlastnosti, přírodní textura, ušlechtilý povrch, lehké opracování a spojování, nízká hustota, odolnost proti deformacím při změně vlhkosti, možnost tvorby velkých ploch.

Vyrábějí se z jehličnatých dřevin (smrk, jedle, borovice). Mají univerzální použití jako opláštějící materiály v interiéru, konstrukční materiály pro stavebnětruhlářské výrobky (podlahy, schody), ale také jako exteriérové obklady s vodovzdornou úpravou.

Charakteristické rozměry a vlastnosti biodesek:

- tloušťka: 16, 19, 22, 27, 30, 40 mm;
- šířka: 1 830 mm;
- délka: 1 900 až 5 950 (!) mm;
- pevnost v ohybu ve směru vláken středových latí: 30 až 35 MPa;
- pevnost v ohybu kolmo na vlákna středových latí: 25 až 30 MPa;
- hustota: 420 až 520 kg/m<sup>3</sup>.

### Překližky

Překližky se vyrábějí slepováním dýh, kladených s kolmou orientací vláken sousedních vrstev. Jsou minimálně trojvrstvé, počet nepárových vrstev se odvíjí od tloušťky desky, která může být až 40 mm. Jde o objemově a tvarově stálý materiál s vynikajícími mechanickými vlastnostmi – porovnatelnými v obou směrech. Vlastnosti závisejí na použité dýze (z jehličnatých dřevin hlavně smrk a jedle, z listnatých buk, bříza a topol), na lepidle (močovinoformaldehydové nebo vodovzdornější fenolformaldehydové), na zhuštění při lisování a na povrchové úpravě (např. fenolickou fólií). Nevýhodou překližek je vyšší cena.

Z výrobního sortimentu se v dřevostavbách využívají překližky truhlářské pro všeobecné použití a vodovzdorné překližky pro stavebnictví. Aplikují se jako

oplašťující materiál pro stěny složených průřezů nosníků (I-nosníky a krabicové nosníky), jako styčnickové desky v příhradových nosnicích a také ve stavebně-truhlářských výrobcích.

Charakteristické rozměry a vlastnosti překližek:

- tloušťka: 4, 5, 8, 12, 15, 18, 22, 25, 28, 32, 35, 40 mm;
- šířka: 1 200, 1 220, 1 500 mm;
- délka: 2 400, 2 440, 2 500 mm;
- pevnost v ohybu v podélném směru: 40 až 70 MPa (130 MPa zhuštěné překližky);
- hustota: 600 až 900 kg/m<sup>3</sup> – podle druhu dýhy, 1 300 kg/m<sup>3</sup> zhuštěné překližky.

### Dřevotřískové desky

Dřevotřískové desky (DTD) vznikají slepáním jemných dřevěných třísek pod tlakem. Příznivá cena, dobré mechanické a jiné vlastnosti podmiňují jejich velký rozsah použití v dřevostavbách na opláštění rámových konstrukcí stěn, jako roznášecí desky v podlahách, resp. ve stavebně-truhlářských výrobcích. Kromě desek pro všeobecné použití (DTD V 20 – desky pro použití v suchém prostředí) se vyrábějí desky technické a desky se speciálními vlastnostmi:

- pro prostředí s vyšší relativní vlhkostí (ne však vystavené povětrnostním vlivům) – desky označené DTD V 70,
- vodovzdorné – pro konstrukce vystavené vzdušné vlhkosti, pro opláštění vnějších stěn pod obklad – desky označené DTD V 100,
- s fungicidní ochranou – desky označené DTD V 100 G,
- se sníženým obsahem formaldehydu – pro konstrukce ve styku s interiérem,
- s protipožárním retardérem – např. v skladbě dveří se zvýšenou požární odolností,
- s kombinací uvedených vlastností.

Technologií výroby lze dosáhnout jemného a hladkého povrchu nebo se povrch opatřuje nalepenou vrstvou dýhy či fólie. Foliované dřevotřískové desky (lisované do profilů) se používají jako parapetní desky, desky dveřních křídel nebo interiérové obklady.

Charakteristické rozměry a vlastnosti dřevotřískových desek:

- tloušťka: 6, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 22, 30, 32, 38 mm;
- šířka: 1 830, 2 135 mm;

- délka: 2 750, 3 600, 5 500 mm;
- pevnost v ohybu: přibližně 15 MPa;
- hustota: 730 až 880 kg/m<sup>3</sup>.

### Desky OSB

Jedná se o progresivní velkoplošný konstrukční materiál. Název je zkratkou charakteristiky z anglického výrazu Oriented Strand Board – vyrábějí se obdobným způsobem jako DTD, avšak z větších třísek, kladených v několika vrstvách orientovaným způsobem, díky čemuž se dosahuje lepších mechanických vlastností. Technologie výroby zabezpečuje minimální obsah lepidla, přesné rozměry a větší rozměrový sortiment (po dohodě s výrobcem je možná individuální dodávka), což umožňuje jejich ekonomické využití s minimálním odpadem. Desky OSB se dají velmi dobře opracovávat a spojovat. Mají vysokou objemovou a tvarovou stálost. Vzhledem k jejich velmi dobrým mechanickým vlastnostem lze počítat s jejich spolupůsobením v kombinovaných nosných prvcích při tlakovém a ohybovém či smykovém namáhání. Svoji cenou představují optimální řešení mezi drahými překližkami s lepšími mechanickými vlastnostmi a lacinějšími DTD. V dřevěných konstrukcích mají všestranné využití: opláštění rámových stěn (ideální pro zabezpečení prostorové tuhosti a rozměrové stálosti – stačí tloušťky 10 až 12 mm), roznášecí vrstva v podlaže (20 mm), střešní záklop (18 mm), stěny I-nosníků a krabicových nosníků nebo sloupů (pro pasivní domy). Broušené

lakované desky OSB se používají jako podlahová i nášlapná vrstva. Desky OSB mají definovanou nosnou osu určenou orientací třísek, díky které jsou zaručeny jejich mechanické vlastnosti při namáhání na ohyb a tah.

Vyrábějí se ve čtyřech třídách podle expozice: OSB/1 – všechny typy desek, desky pro interiéry a desky pro suché prostředí, OSB/2 – nosné desky pro suché prostředí, OSB/3 – nosné desky pro vlhké prostředí, OSB/4 – desky s velkou zátěží pro vlhké prostředí.

Charakteristické rozměry a vlastnosti OSB desek:

- tloušťka: 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 22, 25, 28, 30, 34, 38 a 40 mm (tloušťky 10, 12, 18 a 22 jsou standardní);
- standardní formáty pro opláštění stěn: 1 250/2 650, 1 250/2 800 mm;
- standardní formáty pro záklopy s perem a drážkou: 675/2 500, 1 230/2 600 mm;
- maximální šířka pro individuální dodávku: 2 800 mm;
- maximální délka pro individuální dodávku: 7 500 mm;
- pevnost v ohybu v nosné ose: 22 až 38 MPa podle tloušťky a třídy OSB;
- hustota: 600 až 640 kg/m<sup>3</sup>;
- součinitel tepelné vodivosti: 0,13 W/(m · K);
- faktor difuzního odporu: 350 až 450;
- obsah formaldehydu: méně než 8 mg/100 g (zařazení do třídy E1);
- součinitel délkového sesychání: 0,030.



Obr. 3.11 Konstrukce s deskami OSB [1]

## Dřevovláknité desky

Dřevovláknité desky (DVD) se vyrábějí rozvlákněním dřevní hmoty na jemná vlákna a jejich následným slisováním. Rozdělují se podle tvrdosti: na měkké, polotvrdé – MDF (z angl. Medium Density Fiberboard) a tvrdé – HDF (High Density Fiberboard) a podle technologie: na desky vyráběné mokrým způsobem a na desky vyráběné suchým způsobem.

Dřevovláknité desky mají velmi dobré tepelnětechnické a akustické vlastnosti, avšak nízkou požární odolnost a obvykle nízkou odolnost proti působení vody. Desky MDF a HDF se i přesto využívají jako vynikající opláštující a výplňový materiál, protože vynikají mnohými dobrými vlastnostmi: objemová a tvarová stálost, pevnost, nízká tepelná vodivost, vysoká difuzní propustnost. V dřevěných stavbách se používají proto do skladeb rámových obvodových stěn k vnějšímu povrchu pod obklad, jako nosné jádro pro prefabrikované podlahy, dveřní desky a prefabrikované skládané zárubně. Vnitřní obklady na bázi MDF mají velmi dobrou pohltivost zvuku.

Měkké DVD mají horší mechanické vlastnosti, avšak výborné tepelnětechnické vlastnosti (tepelná vodivost porovnatelná s vysokoučinnými tepelnými izolacemi) a jsou difuzně propustné. Využívají se ve skladbách stěn místo minerálních vláknitých izolací jako ekologický izolační materiál. Speciální hydrofobizované DVD je možné použít v difuzně otevřených stěnách jako vnější opláštění pod obklad nebo jako pojistnou difuzně otevřenou, ale vodovzdornou izolaci pod skládanou krytinu.

Charakteristické rozměry a vlastnosti tvrdých DVD vyráběných mokrým způsobem:

- tloušťka: 3,3, 4, 5, 6 mm;
- šířka: 1 220 mm;
- délka: 3 600, 5 490 mm;
- pevnost v ohybu: 39 MPa;
- hustota: 850 kg/m<sup>3</sup>.

Charakteristické rozměry měkkých DVD:

- tloušťka: 12, 16, 20 mm (větší tloušťky lze docílit slepením);
- šířka: 600, 1 220 mm;
- délka: 1 220, 2 440 mm;
- pevnost v ohybu: 2 až 3 MPa;
- hustota: přibližně 200 kg/m<sup>3</sup>;
- součinitel tepelné vodivosti: 0,05 až 0,06 W/(m . K).



Obr. 3.12 Dřevocementové desky jako uzavírací podklad pod omítkou [1]

Charakteristické rozměry a vlastnosti MDF a HDF desek:

- tloušťka: 8 až 30 mm;
- šířka: 1 830 mm;
- délka: 2 750 mm;
- pevnost v ohybu: 20 až 30 MPa;
- hustota: 600 až 800 kg/m<sup>3</sup>.

## Dřevocementové desky

Jak vyplývá z názvu, pojivem u těchto materiálů je cement, který kromě příznivého vlivu na některé mechanické vlastnosti (tlak, tvrdost) chrání i dřevní hmotu před degradací. Podle technologie, velikosti a tvaru dřevních částic rozlišujeme dřevocementové desky na bázi dřevní vlny (lehké izolační desky), cementotřískové desky (tvrdé opláštující desky) a dřevocementové desky a tvárnice na bázi štěpků.

Dřevocementové desky na bázi dřevní vlny mají poměrně dobré tepelněizolační vlastnosti, velmi dobré akustické, ale horší mechanické vlastnosti. Jsou vhodné pro použití jako vrchní uzavírací podklad pod klasickou omítkou – právě kvůli vynikajícím vlastnostem z hlediska difuze vodní páry. Při použití objemově nestálého podkladu je ale nutná výztužná síť. Zvýšené tepelněizolační efektivity se dosáhne, pokud se kombinují s deskami z pěnového polystyrénu nebo s minerálně vláknitými deskami.

Cementotřískové desky mají podstatně lepší mechanické vlastnosti a v opláštění konstrukce nahrazují azbestocementové desky. Avšak při velké změně vlhkosti

nejdou úplně rozměrově stálé – potřebná je dilatace v místě styků desek (přiznané styky).

Charakteristické rozměry a vlastnosti dřevocementových desek na bázi dřevní vlny

- tloušťka: 25, 35, 50, 75 mm;
- šířka: 500, 600 mm;
- délka: 2 000 mm;
- hustota: 400 až 450 kg/m<sup>3</sup>;
- součinitel tepelné vodivosti: 0,07 až 0,08 W/(m . K) ;
- faktor difuzního odporu: 6 až 4.

Charakteristické rozměry a vlastnosti dřevocementových desek na bázi třísek

- tloušťka: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 a 40 mm;
- šířka: 1 250 mm;
- délka: 3 350 mm;
- hustota: 1 250 až 1 350 kg/m<sup>3</sup>;
- pevnost v ohybu: 9 MPa a více.



Obr. 3.13 Exteriérový dřevocementový obklad

### Sádrovláknité desky

Sádrovláknité desky (FERMACELL) se vyrábějí ze sádry a papírových vláken, která se získávají recyklací. Po přidání vody se homogenní směs těchto dvou přírodních surovin stlačuje pod vysokým tlakem na pevné desky, které se suší a řezou na příslušné formáty. Výrobní proces je ekologicky nezávadný. Sádrovláknité desky se dodávají v různých formátech (maximálně 2,54 m x 6,00 m), což umožňuje jejich široké využití. Tloušťka desek se pohybuje v rozmezí 10 až 18 mm, podle typu desky a jejího použití. Jsou vhodné nejen pro vnitřní výstavbu, ale i do vlhkého prostředí. Jejich především mechanické vlastnosti jsou výrazně lepší než u klasických sádrokartonových desek. Proto nacházejí široké uplatnění jako nosné opláštění stěnových, stropních a střešních konstrukcí všeho druhu včetně domů na bázi dřeva. Jsou velmi vhodné i pro realizaci suchých podlah. Při jejich použití odpadá mokrá proces spojený s betonáží a též s nebezpečím vniknutí vlhkosti do konstrukcí. Umožňují maximálně zkrátit dobu výstavby, protože pokládku podlahové krytiny lze zahájit ihned po vytvrnutí lepidla, kterým jsou desky spojeny. Výhodou těchto desek, nejen v případě rekonstrukcí starých trámových stropů, je i jejich nízká objemová hmotnost, dobré akustické vlastnosti a požární odolnost.

### Křížem lepené lamelové dřevo

Křížem lepené lamelové dřevo (KLH) se vyrábí z křížem na sebe naskládaných dřevěných lamel, které jsou spolu plošně slepeny. Panely KLH mají tři, pět nebo sedm vrstev. Jelikož jsou jednotlivé vrstvy lamel uloženy kolmo na sebe, je bobtnání a sesychání, typické pro dřevo, redukováno na minimum, a tak se zvyšuje tvarová stabilita panelů. Podle rozměrů panelů se tloušťky lamel pohybují v rozmezí 19 až 34 mm. V závislosti na očekávaném rovnovážném stavu vlhkosti mají použitá prkna vlhkost 12 % (+/- 2 %). Pro lepení KLH panelů se používá PUR lepidlo, které se smí používat pro nosné dřevěné stavební díly a ostatní konstrukce do vnějšího i vnitřního prostředí. Nános lepidla je celoplošný a lepidlo tvoří 0,2 kg/m<sup>2</sup> a spáru.

KLH panely mají tyto maximální rozměry:

- tloušťka 0,5 m,
- šířka 2,95 m,
- délka 16,5 m.

Svími rozměry plně vyhovují požadavkům současného trhu. Nízká objemová hmotnost panelů nejen usnadňuje jejich transport, ale i urychluje osazení na staveništi. Díky tomu lze ve velmi krátkém čase postavit hrubou stavbu, která je připravená pro další instalace, a následně rychle realizovat jednopodlažní i vícepodlažní budovy. Velkou předností KLH panelů je jejich vysoká smyková a ohybová tuhost, jakož i velká odolnost proti požáru. Proto jsou tyto panely dnes považovány za jeden z nejprogresivnějších stavebních systémů současnosti. Navíc mají certifikát podle norem Evropské unie.



Obr. 3.14 [26] (NOVÝ)



Obr. 3.15 [26] (NOVÝ)



Obr. 3.16 [26] (NOVÝ)

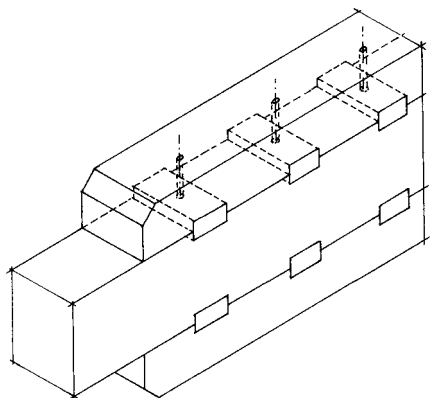
## 3.3 Spojovací prvky

### 3.3.1 Dřevěné spojovací prostředky

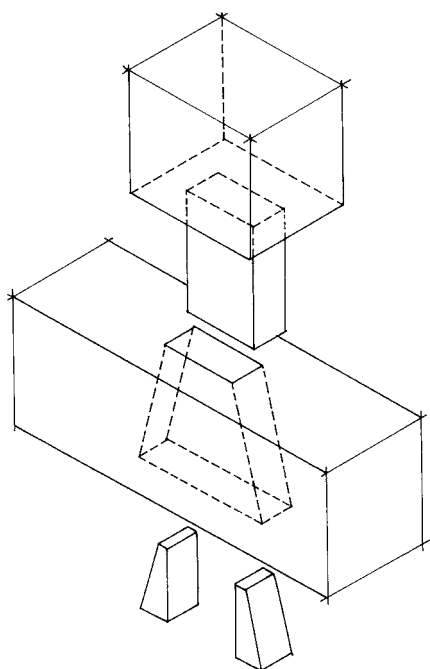
Základní dřevěné spojovací prostředky jsou kolíky, hmoždíky, spony, klíny, vložná pera, příložky, vložky a svlaky.

#### Kolíky

Jsou nejjednodušším dřevěným spojovacím prostředkem. Zatloukají se do předvrtaného otvoru menšího o 1 mm, než je rozměr kolíku, který je zpravidla 20 až 30 mm. Houževnatost a vysoká životnost spoje se zabezpečuje jejich zhotovením z tvrdého a trvanlivého dřeva (nejčastěji dub).



Obr. 3.17 Spoj s použitím hmoždíků



Obr. 3.18 Spoj s použitím klínů



Obr. 3.19 Spoj s příložkami [2]

#### Hmoždíky

Používají se zpravidla se svorníky. Nejmenší dovolená výška hmoždíků je 4 cm, největší se rovná  $1/5$  tloušťky spojovaných dřevěných prvků. Zhotovují se z tvrdého dřeva.

#### Klíny

Používají se zpravidla se svorníky, a to jednotlivě nebo ve dvojicích. Jejich účelem je pevné dolehnutí ploch tesařského spoje. Seříznutí se rovná  $1/6$  až  $1/10$  šířky klínu.

Podle počtu seříznutých boků jsou klíny jednostranné nebo dvojstranné.

#### Vložná pera

Vkládají se do drážek vytvořených ve spojovaných dřevěch. Tloušťka vložených per se může rovnat maximálně  $1/3$  šířky spojovaných dřevěných prvků.

Pera dělíme podle počtu na jednotlivá, dvojítá, případně několikanásobná a podle průběhu na přerušovaná a nepřerušovaná.

#### Příložky

Používají se vždy se svorníky nebo hřebíky. Jejich délka se zpravidla rovná 6- až 8násobku tloušťky nebo průřezu spojovaných prvků.

Příložky se rozlišují podle umístění: nasazené, zapuštěné, a to částečně nebo úplně, podle použitých kusů jsou jednostranné, dvojstranné, čtyřstranné a podle tvaru příložky jsou rovné, ozubené, se zubem.

#### Vložky

Vkládají se zpravidla mezi dva nebo několik delších dřevěných prvků a slouží k jejich spojení a vyztužení. Zabezpečují se hřebíky nebo svorníky.

#### Svlaky

Používají se většinou k zabezpečení deskového řeziva. Podle způsobu umístění je dělíme na nasazené, zapuštěné (rovné, rybinové), a to částečně nebo úplně, a okrajové, a to oboustranně lícované, jednostranně lícované a nelícované.

### 3.3.2 Kovové spojovací prostředky

U kovových spojovacích prostředků se využívá vysoké pevnosti oceli, případně slitin oceli a hliníku, která je řádově vyšší než u dřeva. Z hlediska technologického je zároveň výhodná jejich tvrdost. Případnou nižší životnost kvůli korozi je možné eliminovat použitím nerezavějícího materiálu a povrchovými úpravami galvanizací a nátěry. Základními kovovými spojovacími prostředky jsou: hřebíky, šrouby,



Obr. 3.20 Kovové spojovací přípravky ve velkorozponové konstrukci [1]

svorníky, tesařské skoby, kolíky, plechy, pásové objímky, desky a spojky s prolisovanými trny a další speciální prvky.

### Hřebíky

Na konstrukční spoje měkkého dřeva se nejčastěji používají stavební hřebíky se zapuštěnou hlavou. Hřebíkové spoje spolehlivě přenášejí zatížení na smyk, ale jsou málo únosné na tah.

Rozmístění hřebíků je stanovené normou s přihlédnutím ke stavbě dřeva v konkrétním spoji. U hřebíků s větším průměrem, u tvrdého dřeva náchylného na štípaní nebo když se požaduje vyšší únosnost spoje se pro hřebíky předvrtávají otvory s menším průměrem, než je průměr hřebíků.

### Šrouby (vruty)

Šroubové spoje mají na rozdíl od hřebíkových vyšší únosnost na tah. Na dřevěné konstrukce se používají šrouby se zapuštěnou a šestihrannou hlavou.

### Svorníky

Umožňují pevné spojení prvků s velkými dimenzemi (např. napojení krokve a hambalků). Zakončené jsou na jednom konci pevnou hlavou a na druhém závitem pro matici, která je opatřena podložkou. Po seschnutí dřeva by se měly dotáhnout. Průměr otvoru by neměl být větší než průměr svorníku. Pro zvýšení únosnosti svorníku na smyk, případně pro zabezpečení spoje proti pootočení se v místě spojení dřevěných prvků osazují profilované hmoždíky.

### Tesařské skoby

Slouží k zabezpečení tesařských spojů proti rozevření. Charakteristické jsou pro spoje prvků stojaté stolice a trámové výměny.

### Plechy

Na konstrukční spoje, případně na kotvení prvků se používají plechy tloušťky 4,5 mm a více. U rekonstrukcí je z estetického hlediska výhodný skrytý spoj prvků prostřednictvím plechu, který se vkládá do vyřezané drážky, se současným použitím kovových kolíků.

### Desky a spojky s prolisovanými trny

Jedná se vlastně o skupiny hřebíků, které jsou jednostranně nebo oboustranně vylisované z tenkých ocelových pozinkovaných plechů. Původně byly vyvinuté pro spojení prutů příhradové konstrukce,



Obr. 3.21 Svorníkový spoj [1]

ale v současnosti existuje sortiment dalších výrobků, např. na nastavování dřeva apod. Pro provedení spoje je nutná technologie lisování.

### Systémové kovové přípravky pro dřevěné konstrukce

V současnosti je na trhu běžně dostupný sortiment dalších speciálních přípravků

pro spojování nebo kotvení dřevěných konstrukčních prvků a dílců. Jsou zpravidla opatřené předvrtanými otvory, případně vylisovanými výztuhami a předem povrchově upravené. Jako příklad uvádíme: úhelníkové spojky, trámové bačkory, trámové patky, zavětrovací pásy, ploché spoje, integrální spoje, patky krokví, patky do betonu apod.



Obr. 3.22 Kovové přípravky mají v dřevěných konstrukcích široké uplatnění [1]

# 4 REALIZACE DOMŮ A KONSTRUKCÍ NA BÁZI DŘEVA

Dřevěné stavební konstrukce mají šanci stát se ekonomicky zajímavými a pro uživatele přitažlivými i v našich regionech, ale jen za předpokladu, že bude efektivně zvládnutá projekce, technologie, logistika a systém řízení kvality při výrobě či výstavbě. Na území České republiky se v současnosti nejvíce realizují tyto typy dřevěných staveb: menší stavby (zahradní domky, přístřešky, altánky), prefabrikované rodinné domy na bázi dřeva, konstrukce krovů, konstrukce zastřešení na střední a velké rozpětí, dřevěné mosty a lávky. Každá z těchto staveb klade specifické nároky na projektovou přípravu, výrobní kapacity, logistické zabezpečení (subdodávka řeziva, skladové hospodářství, doprava apod.) a montážní zabezpečení.

Konstrukční systémy dřevěných staveb jsou popsány ve 2. kapitole. V této části se budeme blíže zabývat technologickou stránkou nejčastěji používaných dřevěných konstrukčních systémů – panelového a srubového.

## 4.1 Panelový konstrukční systém

Důvodem rozšířeného uplatnění panelového konstrukčního systému jsou jeho konstrukční, výrobní a montážní přednosti, jakož i možnost efektivní a kvalitní finalizace. Zúžitkované přednosti se promítají do ceny výrobku, což je pro většinu stavebníků důležitým faktorem při rozhodování o realizaci konstrukčního systému stavby. Hlavní předností konstrukce panelového systému je možnost maximální přípravy stavby ve výrobním provozu, rychlá montáž a dokončení stavby na staveništi – řádově několik dní od zahájení montáže na předem připravené spodní stavbě (základové desce). Ekonomický dopad tohoto způsobu výstavby se projeví ve vysoké kvalitě stavby (chráněný výrobní prostor, výrobní kontrola, efektivní využití technologie od jednodušších nástrojů, např. pneumatikových sponkovaček až po automatizované linky), ve zkrácené době výstavby (urychlí se návratnost kapitálu vloženého do nákupu pozemku, vybudování infrastruktury



Obr. 4.1 Příklad montáže panelového prefabrikovaného domu [4]



Obr. 4.2 Panely dovezené na staveniště těsně před montáží [4]

ry a samotné výstavby) a v centrálním logistickém zabezpečení (zásobování několika roztroušených staveb materiálem, spojovacími prostředky a nástroji je organizačně komplikovanější a náročnější na dopravní kapacity). Tyto přednosti se optimálně využívají hlavně při realizaci rodinných a obytných domů.

Panelový konstrukční systém je založený na výrobě jednotlivých druhů panelů stavební konstrukce (panely – podlahové, obvodové, příčkové, stropní, štítové, střeš-

ni) ve výrobní hale. Panely se dopravují kamionem na staveniště a rychle se montují. Konstrukční systém umožňuje využívat pokrokové výrobní technologické linky s uzly automatizace a využít kapacitu vyšších tříd kamionových tahačů na jednorázovou dopravu vyrobeného dřevěného objektu na místo staveniště. Panelový systém využívá pro rychlou a pohodlnou montáž moderní techniku schopnou bezproblémově zvládnout výstavbu objektu i v náročnějších terénních podmínkách.

Dřevěné panely rozdělujeme:

- podle velikosti na:
  - malorozměrové – maloformátové,
  - velkorozměrové – celostěnové;
- podle stádia dokončení ve výrobě na:
  - hrubé panely,
  - finální panely;
- podle plánovaného účelu v konstrukci objektu na:
  - podlahové,
  - obvodové,
  - příčkové,
  - stropní,
  - štítové,
  - střešní;
- podle plánované funkce v objektu na:
  - staticky nosné (obvodové, příčkové),
  - dělicí (příčkové) standardních vlastností,
  - dělicí zvukoizolační (se zvýšenými zvukoizolačními vlastnostmi),
  - požárně dělicí (se zvýšenou požární odolností),
  - dělicí tepelněizolační (se zvýšenými tepelněizolačními vlastnostmi).



Obr. 4.3 Skladba celostěnového panelu [34]

DTD V100, DTD V100 G, desky OSB 3, cementotřískové desky, překližky apod.),

- opláštující materiály (sádkartonové desky, sádrovláknité desky, dřevěný obklad),
- tepelné izolace výplňové (na bázi skleněných nebo minerálních vláken, celulózové izolace, nelisované dřevovláknité desky),
- tepelné izolace pro vnější zateplovací obklad (pěnoplastické, na bázi minerálních vláken, desky na bázi cementu a dřevní vlny),
- parozábrany a parobrzdry (z vnitřní strany) a paropropustné fólie (z vnější strany),
- velkoplošné materiály pro finální opláštění – interiér (sádkarton

### Konstrukční skladba dřevěných panelů

Základem konstrukce dřevěného panelu je dřevěný rám, zhotovený z vodorovných, svislých a diagonálních prvků ze smrkového nebo jedlového řeziva (průřezu např. 50/120 mm, 50/118 mm, 60/140 mm a pod). Prvky (vodorovné, svislé, diagonální) jsou spojené na tupo pomocí sponek nebo hřebíků. Dřevěný rám je následně opláštěný, obvykle na hrubo z vhodných velkoplošných materiálů. Prostor mezi žebry je vyplněný tepelnězvukovou izolací.

Z interiérové strany obvodových panelů nebo z vnitřní strany vlhkých provozů, jako je koupelna, pracovna, kuchyně, je daná parozábrana. Panely mohou být ve výrobě dokončené na hrubo nebo finálně s exteriérovým a interiérovým opláštěním a se zabudovanými okny a dveřmi.

Ukázky konstrukční skladby a technologie panelového konstrukčního systému na bázi dřeva jsou na obr. 4.2 až 4.4.

### Přehled materiálů pro dřevěné panely

(značení jednotlivých materiálů je vysvětlené ve 3. kapitole):

- řezivo SM/JD, třídy SI a SII, lepené lamelové dřevo vlhkost  $w = 15 \% \pm 2 \%$ ,
- velkoplošné materiály pro hrubé konstrukce (dřevotřískové desky



Obr. 4.4 Montáž stěnových panelů [4]



Obr. 4.5 Finální úprava montovaného objektu [2]

GKB, GKF, GKF I, cementotřískové desky, sádrovláknité desky, dřevěný obklad apod.),

- kovový spojovací a jiný materiál (sponky, hřebíky, šrouby, svorníky, nosná oka apod.),
- lepidla,
- chemické ochranné látky.

### Způsob spojování – konstrukční spoje při výrobě a montáži

Při výrobě panelů se používá spoj prvků dřevěného rámu na tupo, který se fixuje sponkováním nebo hřebíkováním (mechanickými nebo pneumatickými sponkovačkami, hřebíkovačkami).

Při montáži objektu z panelů se ke spojení panelů se základem používají kotvy do betonu a kovové úhelníky (obr. 4.6 a 4.7) a ke spojení panelů navzájem svorníky (obr. 4.8) nebo kovové destičky s prolisovanými hroty.

Stropní panely se spojují s panely přízemí svorníky, šrouby nebo spojovací úhelníky a na montáž krovu se používají tesařské spoje, hřebíky, šrouby do dřeva, svorníky, úhelníky, ocelové přípravky, zavětrovací pásy.

### Výrobní prostory a zařízení

K výrobě panelů je třeba obvykle mít tyto výrobní prostory: zastřešená a temperovaná hala pro technologickou linku výroby panelů, prostory na uskladnění řeziva, velkoplošného materiálu, kovového materiálu ručního a elektrického nářadí, dalších materiálů a surovin, kancelář pro projekční a předvýrobní přípravu a prostor pro uskladnění panelů a nakládku.

Technické zařízení závisí na řešení technologického postupu pro výrobu daných druhů panelů. Podle míry techniky a vybavení můžeme technologie pro výrobu panelů dělit na:

- a) technologii s nejmenší mírou technických zařízení a vybavení (bez překlápečího pracovního stolu, bez dopravníků apod.),
- b) technologii s vyšší mírou technických zařízení a vybavení (s překlápečím pracovním stolem, s dopravníky apod.),
- c) technologii s vysokou mírou technických zařízení a automatizací – jako u technologie b) – s maximální automatizací, např. sponkováním, automatickou linkou, číslicově řízenými stroji (CNC), dřevoobráběcím centrem apod.



Obr. 4.6 Kotvení základového prahu [1]



Obr. 4.7 Speciální zavětrovací prostředek slouží k zabezpečení celkové stability dřevostavby [2]



Obr. 4.8 Spoje panelů pomocí svorníků [2]



Obr. 4.9 Technologická linka na výrobu panelů [7]



Obr. 4.10 Vodorovná plošina – pódium pro opláštování panelů [23]



Obr. 4.11 Skladování hotových panelů [23]

### Přehled technických zařízení pro výrobu dřevěných panelů

Základní zařízení a přístroje pro úroveň technologie a), b), c) jsou: vlhkoměr, čtyřstranná fréza, kapovací pila, stolová kotoučová pila na podélné dělení, formátovací pila pro velkoplošné materiály, jeřáb s příslušnou nosností, pracovní stůl s jedním pravým úhlem, případně vyrovnaná dřevěná podlaha – pracovní pódium, sponkovací a hřebíkovací nářadí, manipulační vozík.

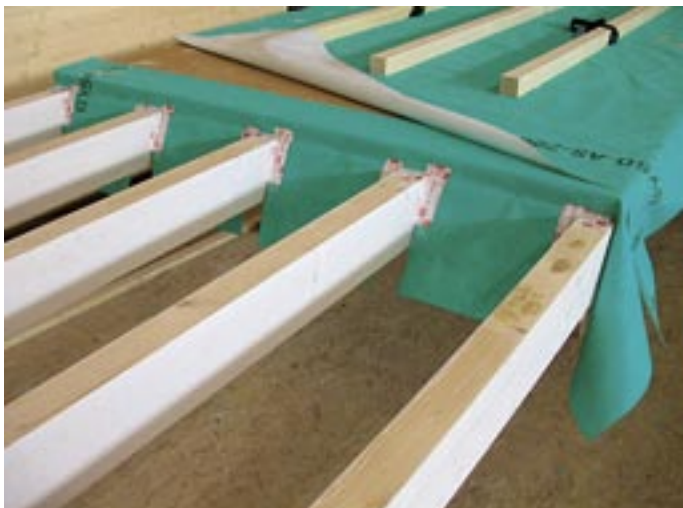
Další technická zařízení a přístroje pro úroveň technologie b): překlápěcí pracovní stůl, dopravníky technologie, sponkovací a hřebíkovací nářadí, manipulační vozík a namáčecí nádrž na impregnaci.

Další technická zařízení a přístroje pro úroveň technologie c): automatizovaná kapovací pila, překlápěcí pracovní stůl, sponkovací, resp. hřebíkovací automatický systém, dopravníky technologie, vysokozdvížený manipulační vozík, namáčecí nádrž nebo vakuová impregnační

komora, případně linka na výrobu lepených prvků.

### Technologie výroby dřevěných panelů

Konkrétní technologický postup výroby žebrových panelů závisí na vyřešené úrovni technologie a technických zařízeních (úroveň a, b, c). Pro technologii výroby panelů lze obecně rámcově stanovit technologický postup skládající se ze tří hlavních částí, a to: příprava hraněného



Obr. 4.12 Prefabrikovaný způsob výroby usnadňuje těsné provedení protivětrových fólií a parozábran [7]



Obr. 4.13 Finální sádkartonový obklad panelu provedený na stavbě [1]



Obr. 4.14 Finalizace panelového domu z exteriéru [4]

řeziva na výrobu rámu a výroba žebrové konstrukce panelu (dřevěného rámu), provedení hrubé konstrukce panelu – opláštění dřevěného rámu základním velkoplošným materiálem, finální dokončení panelu – z exteriérové a interiérové strany.

#### Přeprava panelů na staveniště

Přeprava se realizuje různými druhy a typy kamiónů. Důležité je promyšlené uložení panelů, využití přepravního místa,

bezpečnost během přepravy a vyloučení poškození panelů. Proto se panely určené k hrubému dokončení ukládají vodorovně nebo svisle a panely určené k finálnímu dokončení svisle.

#### Montáž objektů z panelů

Pro montáž objektů z dřevěných velkoformátových panelů je nutné mít na staveništi jeřáb. Typ jeřábu se volí podle panelu maximální hmotnosti a situace staveniště (přístup, náročnost terénu apod.).

Pro stavbu svépomocí jsou vhodné maloformátové panely (s délkou do 1,2 m), které nevyžadují montážní techniku.

Montážní postup můžeme shrnout do těchto bodů:

- sestava a montáž vodicích – základových prahů pro obvodové a příčkové panely přízemí na připravený základ stavby (základovou desku) podle montážního výkresu;
- sestavování a spojování obvodových a příčkových panelů přízemí pomocí

jeřábu podle montážního výkresu sestavy panelů přízemí ve vyznačeném pořadí;

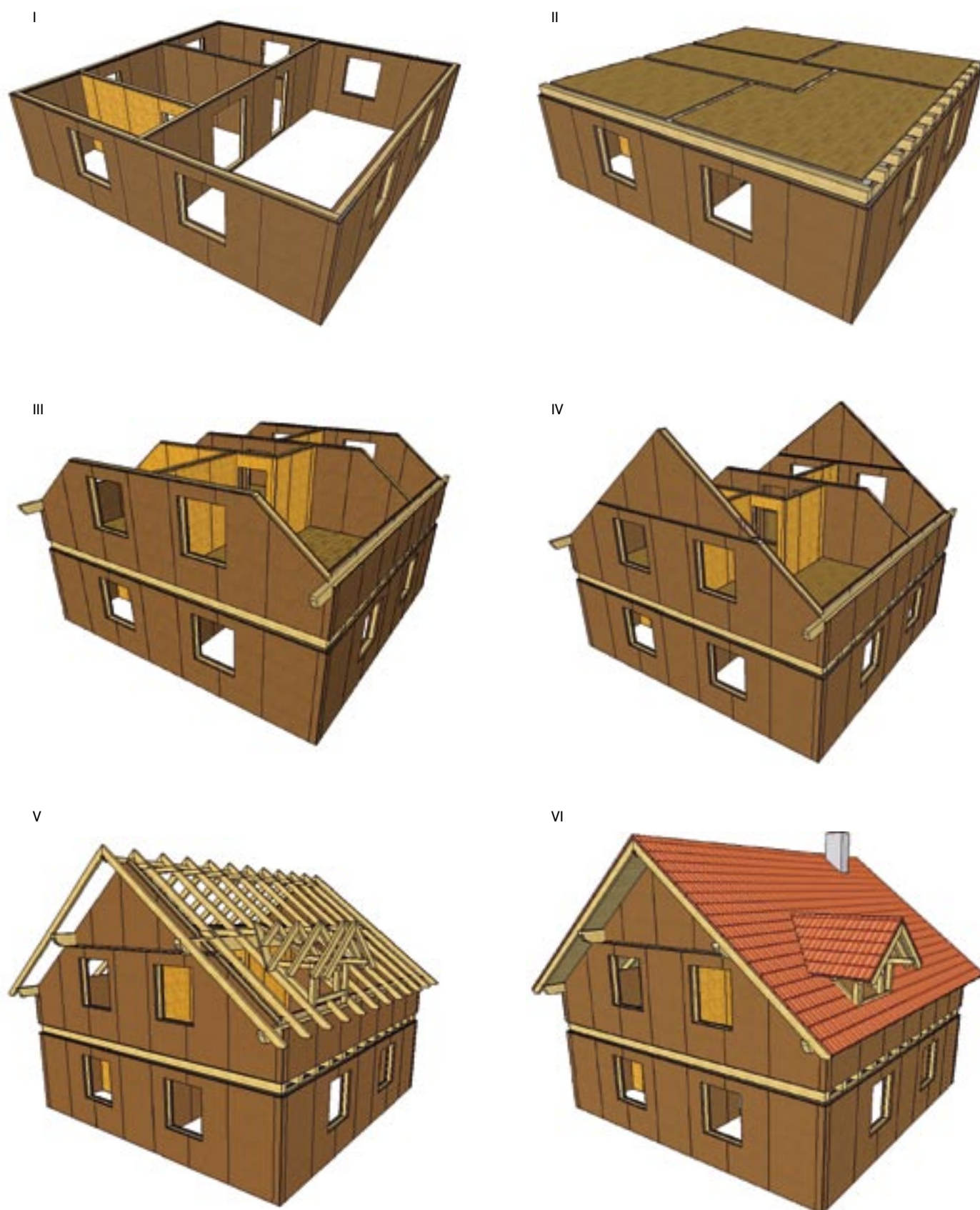
- montáž vrchního ztužujícího věnce

panelů přízemí podle montážního plánu ztužujícího věnce;

- sestavování a spojování stropních panelů pomocí jeřábu podle mon-

tážního výkresu sestavy panelů stro-

- sestava a montáž vodicích prahů pro obvodové a příčkové panely nadstav-



Obr. 4.15 Postup montáže panelového domu [34]



Obr. 4.16 Montáž stropních panelů [4]

- by na stropní panely podle montážního plánu vodicích prahů podkroví;
- sestavování a spojování panelů nadstavby pomocí jeřábu podle montážního výkresu sestavy panelů nadstavby ve vyznačeném pořadí;
- sestavování a spojování přípravených částí krovové konstrukce pomocí jeřábu podle montážního plánu krovové konstrukce (montáž pozdnic, stolice krovu, krokví apod.);
- zakrytí střešní konstrukce pojistnou hydroizolací;
- pokrytí střechy krytinou spolu s klempířskými pracemi;
- osazení oken a vchodových dveří;
- exteriérové dokončení panelů – zateplením, obkladem;
- interiérové dokončení konstrukcí – hrubé podlahy, rošty stěn pro obklady, obklady stěn, podhledy stropů, zateplení a obklady podkroví, nášlapné vrstvy podlah, dlažby, keramické obklady, montáž interiérových zárubní s dveřmi, montáž obložek otvorů, montáž schodů.

S montáží objektů z panelů je spojená montáž zděných konstrukcí (např. komínu a krbu), montáž elektroinstalace – silnoproud, slaboproud, montáž rozvodů a zdravotnické, montáž vytápěcího systému, montáž centrálního odsávacího systému apod.



Obr. 4.17 Montáž konstrukce krovu [2]



Obr. 4.18 Montáž rozvodů zdravotnické je ve dřevostavbě poměrně jednoduchá [1]



Obr. 4.19 a 4.20 Ukázky rozmanitosti rodinných domů z panelů na bázi dřeva [22, 36]



Obr. 4.21 Na první pohled masivní cihlová budova, ve skutečnosti dřevostavba z panelů [22]



Obr. 4.22 K pocitu pohody v moderně řešené dřevostavbě přispívá i vynikající tepelná ochrana v opláštějících konstrukcích [15]

## 4.2 Srubový konstrukční systém

Mezi atraktivní a působivé konstrukce pro bydlení, rekreaci i cestovní ruch patří srubové stavby. Srubový konstrukční systém se využívá i pro stavbu zahradních domků. Z hlediska technologie výroby je můžeme rozdělit na pravé srubové konstrukce – tradiční sruby (z masivního dřeva) a novodobé sruby (z masivního dřeva a lepeného dřeva) a na sendvičové – falešné srubové konstrukce.

### 4.2.1 Pravé srubové konstrukce

#### Tradiční srubové konstrukce z masivu

Tradiční srubové konstrukce jsou zhotovené ze srubových obvodových a příčkových stěn. Konstrukční prvky tradičních srubů jsou z kmenů stromů opracovaných řemeslným způsobem. Hlavními nástroji na opracování je sekera, tzv. pobíječka (od normální sekery se liší tím, že má jednu stranu rovnou, přizpůsobenou na pravou nebo levou ruku řemeslníka, podle toho, kterou rukou je zvyklý pracovat), a ruční pily různého typu (např. k seříznutí kmenů nebo jejich zkrácení je vhodná tzv. „břichatka“, truhlářské s dřevěným nebo kovovým rámem, „ocaska“ apod.). Srubová konstrukce se spojuje a prostorově ztužuje tesařskými spoji, např. spoje rohů obvodových stěn pomocí vnitřních tesařských zámků (rybinový spoj, jiné speciální tvary spojů) nebo vnějších tesařských zámků (přesah srubových prvků za rovinu stěny).

Vodorovné spáry mezi srubovými prvky se utěsňují různými těsnicími materiály a různými konstrukčními způsoby – v minulosti pouze mechem nebo mech s dřevěným krytím, v současnosti těsnicími profily a tmely.

U tradiční srubové konstrukce z mokrého dřeva dochází k dosednutí kon-



Obr. 4.23 Tradiční konstrukce srubu, na které jsou vidět rohové spoje [20]



Obr. 4.24 Tradiční srubový dům [2]



Obr. 4.25 Konstrukce dvojstranně opracovaného srubu z mokrého dřeva – po dosednutí konstrukce se spáry utěsni [17]



Obr. 4.26 Dilatační spára v nadpraží se vyplní izolačním materiálem [20]



Obr. 4.27 Instalace elektrických, vytápěcích či vodovodních rozvodů, jakož i vyvrtání otvorů pro osvětlení, elektrické zásuvky a vypínače nemusí být problém, použije-li se správný vyvrtávací systém [Narex]



Obr. 4.28 Vhodné řešení napojení kachlových kamen na komín [17]



Obr. 4.29 Novodobá srubová konstrukce [Drevodom Orava]



Obr. 4.30 Stavba srubového domu novodobé soustavy z cedrového dřeva [17]

strukce vlivem sesychání dřeva, které může dosáhnout až 15 cm na výšku podlaží. V prvních třech letech užívání je proto potřeba zabezpečit servis s ohledem na rektifikace případných sloupů, přelištování, dotěsnění a opravy trhlin. Je to nutná daň za výběr tohoto atraktivního konstrukčního systému. Obložky zárubní a nadpraží je vhodné realizovat až po prvním roce užívání. Zároveň se nesmí zapomenout na dilatační spáry v místě nadpraží (obr. 4.26).

Problémem bývají instalační rozvody, které se z estetických důvodů snažíme ukryt v konstrukci. Kromě využití tepelněizolační vrstvy v podlaže na vodorovné rozvody je možné umístit svislé části v podélně vyvrtných rozvodech. V zásadě je nutné vyvarovat se rozvodů vody v obvodové stěně.

Srubová stavba může mít (přes značnou nedůvěru neodborné veřejnosti) vysokou požární odolnost, jsou-li ovšem dodržena pravidla požární ochrany a bezpečnosti. Vztahuje se to zejména na otopná tělesa, komíny a napojení spotřebičů přes sopouchy. Zde je vhodné realizovat komín jako samostatný dilatační a prostřednictvím izolace oddělený celek (obr. 4.28).

### Novodobé srubové konstrukce z masivu a lepeného dřeva

Konstrukce novodobých srubů jsou ovlivněné vyššími požadavky člověka na bydlení, vyššími normativními kritérii na kvalitu konstrukcí, širokými technologickými možnostmi dřevařské průmyslové výroby, výzkumem konstrukcí, vývojem stavebních materiálů (tepelněizolačních, opláštovacích apod.) a jejich cenovou dostupností. Konstrukce novodobých srubů se skládá ze stavebních prvků z masivního dřeva nebo lepeného dřeva – lepených bloků.

U srubových konstrukcí z masivu je základním konstrukčním prvkem strojově profilované dřevo. Masivní srubový prvek může být z jednoho kusu (okrouhlé profily apod.) nebo prodloužený pomocí různého typu spoje (nejčastěji zubovitého). Aby byly eliminované objemové změny, měly by už být částečně prosušené (přírodně, uměle), případně úplně vysušené pro klimatickou oblast, v níž budou použité k výstavbě objektu. Kvůli zabezpečení vzduchotěsnosti stavby se u novodobých srubových konstrukcí používají těsnicí profily ve vodorovných spárách nebo difuzní fólie. Z hlediska požadavků tepelné ochrany se sruby

konstrukčně vyrábějí jako jednoplášťové konstrukce (tloušťky 15 až 20 cm), s přídatnou vrstvou tepelné izolace a obkladem, nebo dvojitě konstrukce s tepelněizolačnou výplní.

Srubové konstrukce z lepeného dřeva jsou technicky nejmodernější. Srubové lepené prvky jsou vyrobené slepením z několika částí. Lepení se provádí na tloušťku, výšku a délku prvku. Srubové lepené prvky mají různé dimenze a tvar příčného profilu. Příčný profil může být čtvercového, obdélníkového nebo okrouhlého tvaru (lepené kuláče, které se tvarově z vnějších stran shodují s při-



Obr. 4.31 Těsnění spojů vypěnitelným tmelem [17]

rozeným tvarem kmenů). Výroba lepených srubových prvků je náročnější a tyto prvky jsou dražší než srubové prvky z masivu. Mají však svoje přednosti, jako je např. vyšší kvalita dřeva v lepeném prvku, rozměrová stabilita prvku, estetický vzhled srubu bez trhlin na exteriérové i interiérové straně, zlepšení tepelně-technických vlastností samotné srubové stěny (do tepelného odporu je zapojená celá tloušťka prvku bez trhlin).

#### 4.2.2 Sendvičové sruby

Falešné sendvičové sruby tvarem připomínají tradiční srubové konstrukce, avšak jejich skladba je přizpůsobená zvýšeným nárokům na tepelnou ochranu – mají zakomponovanou vrstvu vysoce účinné tepelné izolace. Vzhledem k velké investiční náročnosti, komplikovanému řešení detailů a náročné výrobě jsou málo rozšířené.



Obr. 4.32 a 4.33 Současné rekreační srubové stavby navazující na původní architekturu [Drevodom Orava,17]

### 4.3 Porovnání konstrukčních systémů dřevěných staveb

Dřevěné stavební systémy mají při vzájemném porovnání z různých hledisek určité přednosti i nedostatky. V tab. 4.1 je rámcový přehled předností a nedostatků dřevěných stavebních systémů, přičemž při vzájemném porovnávání jsou uvážena hlediska architektonická, výrobní a montážní.

Výběr konkrétního systému je často ovlivněn různými faktory, např.:

- sezónou výstavby, nároky uživatele v maximální míře potlačit povětrnostní vlivy, z toho vyplývá požadavek na prefabrikovaný panelový systém podle individuálního projektu;
- požadavkem na rychlou návratnost investic (výstavba velkých obytných celků realitní firmou), z toho vyplývá požadavek na prefabrikovaný dům podle typového projektu, realizace renomovanou firmou s velkokapacitní výrobou;
- požadavkem na urychlenou výstavbu (zabezpečení ubytovacích kapacit při rozběhu velkých investičních akcí, živelných pohromách, ozbrojených konfliktech apod.), z toho vyplývá požadavek na buňkový systém;

- ekonomickými ukazateli, např. možností snížit náklady při výstavbě svépomocí, což směřuje k upřednostnění sloupkového systému, který je realizovaný přímo na stavbě, nebo systému prefabrikovaných tvarovek;
- módními trendy, tendence uplatnit v maximální míře přírodní materiály v exteriéru i interiéru vyústí do uplatnění tradičních nebo novodobých srubů.

Podstatnou výhodou prefabrikovaných domů je, že jsou z velké části zhotovené ve výrobě, a proto samotná montáž probíhá velmi rychle. Vzhledem k lehkému zpracovatelným materiálům při výrobě lze operativně realizovat i změny, které jsou ale limitované nosným systémem. V praxi se stává, že investor se v poslední chvíli rozhodne pro poměrně rozsáhlé zásahy do dispozice nebo konstrukce. Pokud nejsou zasaženy nosné prvky, jako např. stěny nebo průvlaky, u panelového systému se často nabízí flexibilní přizpůsobení se novým požadavkům. Změny přímo na stavbě jsou ale většinou už nemožné bez předcházejícího projektování, hlavně se to týká statického posouzení.

Dobře naplánované přípravné práce ve výrobě umožňují rychlou montáž, která u rodinného domu trvá jen několik dní. To ale platí pouze v případě, že přípravné práce byly optimální. Pokud se řemeslní-

ci při montáži delší dobu zabývají přizpůsobováním a přepracováváním, plánovací práce byly nedostatečné a ztrácejí se tak výhody prefabrikace.

Výrobní montovaných domů mohou být různé velikosti a vybavení. Od malé řemeslné výroby, ve které se vyrábějí výlučně maloplošné prvky (protože chybí zdvihací zařízení), přes výrobu ve svislé poloze ve větší výrobě až po výrobní halu dílců velké výroby, v níž se spojují stěnové, střešní a podlahové prvky domů. Z hlediska kvality výsledného produktu – domu na bázi dřeva – je jedno, jak velký je výrobní podnik, jak racionálně pracuje a jaké zařízení vlastní. Důležité je pouze to, že ho řídí odborníci, že jsou dodržovány všechny předpisy v příslušných normách stavebních prací a zohledňována všeobecně uznávaná pravidla stavební techniky.

### 4.4 Dřevostavby s nízkou spotřebou energie a pasivní domy

Dřevo je obecně uznávané jako nízkokoenergetický stavební materiál. Právě budovy na bázi dřeva však poskytují ekonomickou alternativu pro dosažení velmi nízké spotřeby energie na vytápění. Uplatňuje se několik standardů budov s nízkou spotřebou energie: nízkokoenergetický dům,

Tab. 4.1 Některé přednosti a nedostatky dřevěných stavebních systémů

Konstrukční systém	Přednosti	Nedostatky
panelový	maximální finalizace ve výrobě, automatizace uzlů výroby, rychlá hrubá nebo finální montáž stavby, možnost lepší kontroly kvality	potřeba dopravní techniky ve výrobě a při montáži, omezená výstavba v náročnějších podmínkách terénu, vyšší režie (vyplývá z provozu výrobních hal a výrobní techniky)
sрубový	vysoký stupeň přípravy hrubé stavby ve výrobě, menší nároky na montážní a dopravní techniku, působivý architektonický výraz, plné uplatnění dřeva jako přírodního materiálu	vyšší pracnost při montáži, vysoký podíl dokončovacích prací při montáži, objemové a tvarové změny stavby, vyšší cena
hrázděný	působivý architektonický výraz, menší nároky na montážní a dopravní techniku, lepší akumulací vlastnosti stěny	větší výrobní náročnost (opracování dřeva, tesařské spoje apod.), vysoký podíl dokončovacích prací při montáži,
sloupkový	výrobní a montážní technická nenáročnost, pružné řešení problémů a změn při montáži odbourání vysoké režie výroby	výroba a montáž na staveništi – konstrukce vystavená povětrnostním vlivům, potřebná vyrovnaná plocha na staveništi pro výrobu sloupkových stěn
skeletový	ekonomičtější zakládání, variabilnost uspořádání příček, možnost vytvoření velkých vnitřních prostorů	potřeba náročnější techniky při montáži, vyšší pracnost při montáži, vyšší nároky na dřevěné nosné prvky
z prefabrikovaných tvarovek	možnost výstavby svépomocí, rychlá montáž, nenáročná doprava	vyšší náročnost výroby
buňkový	vysoký stupeň finalizace ve výrobě, rychlá montáž	architektonicky nepružný konstrukční systém, omezený architektonický výraz

pasivní dům, nulový dům. Kromě toho je možné se např. v Německu setkat s tzv. třílitrovým domem (podle měrné spotřeby topného oleje), ve Švýcarsku zase se standardem Minergie apod. V současnosti jsou vymezeny kategorie:

- nízkoenergetický dům – budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění  $e_A$  nepřesahující  $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a využívající velmi účinný vytápěcí systém;
- pasivní dům je budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění  $e_A$  nepřesahující  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ , kterou lze pokrýt bez klasické otopné soustavy, při použití zpětného získávání tepla při výměně vzduchu a malého zařízení pro doplňkový ohřev vzduchu při extrémních venkovních teplotách;
- nulový dům, tj. dům s nulovou bilanční spotřebou „placené“ energie, ve kterém se prakticky využívají pouze obnovitelné zdroje energie.

Tato zjednodušená kritéria ještě doplňují požadavky na vzduchotěsnost, maximální měrnou tepelnou ztrátu přes opláštějící konstrukce, maximální podíl zasklených ploch orientovaných na jih (kvůli nadměrným tepelným ziskům v létě) apod.

Nízké spotřeby energie lze docílit souborem opatření, přičemž nejdůležitější je velmi dobrá izolace vnějších stavebních prvků, pečlivý návrh a provedení tepelné ochrany budovy v detailech (předcházení výskytu tepelných mostů a jejich redukce

vání), kompaktnost budovy v samotném návrhu geometrie tvaru, těsnost vnějších stavebních prvků, optimalizované větrání v závislosti na skutečné spotřebě, optimální využívání solárních zisků, dobrá a pružná regulace rozvodů tepla a vhodný výběr zdroje tepla na vytápění.

Snížení ztrát tepla prostupem se dosáhne konstrukcí obalového pláště budovy s velmi nízkými hodnotami součinitele prostupu tepla  $U$  při použití vysokoúčinných tepelných izolací v tloušťkách  $14 + 10 \text{ cm}$  nebo  $6 + 12 + 10 \text{ cm}$  u rámové konstrukce stěny a  $28$  až  $36 \text{ cm}$  ve skladbě střechy.

Výhodou lehkého stavebního systému na bázi dřeva je, že vysokého standardu tepelné ochrany lze docílit malými tloušťkami konstrukce nebo že podstatnou

část skladby pláště tvoří právě vysokoučinná tepelná izolace.

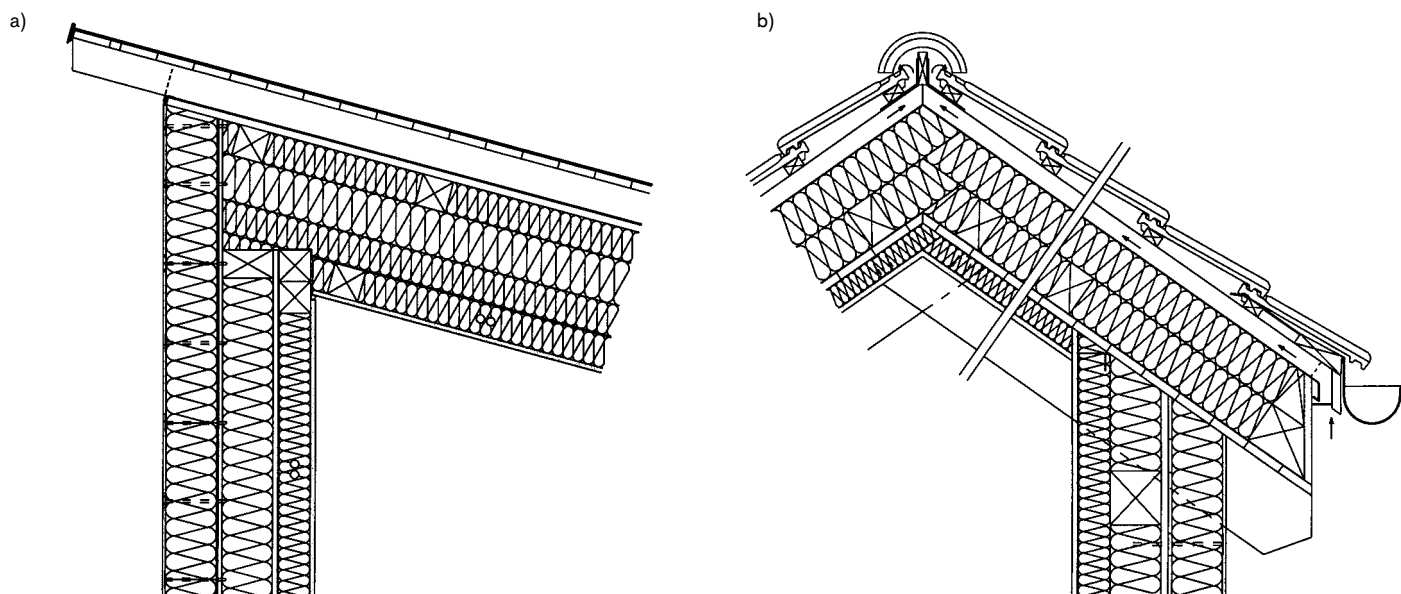
Hodnota součinitele prostupu tepla  $U$  stěny pasivního domu by neměla překročit  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – pro střechu by neměla překročit  $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Zároveň se navrhuje transparentní systémy s použitím izolačního trojskla s hodnotou  $U$  pod  $0,8 \text{ W}$ . U těchto „superizolovaných“ budov by většina tepelných ztrát vznikla větráním.

Pokud máme zároveň zabezpečit nutnou výměnu vzduchu v interiéru, dalšího podstatného snížení spotřeby energie se dá dosáhnout zpětným získáváním tepla například zařízením rekuperačního výměníku při regulovaném systému větrání.

Princip pracuje na samostatném okruhu umělého větrání s přívodem čerstvé-



Obr. 4.34 Nízkoenergetická výstavba v podobě prefabrikovaného domu na bázi dřeva [17]



Obr. 4.35 Řez konstrukcí energeticky úsporných domů ukazuje vícevrstvou tepelnou izolaci

a) řez stěnou a střešním pláštěm pasivního domu, b) řez pláštěm sedlovou střechou obyčejného podkroví nízkoenergetického domu

ho vzduchu do obytných místností a samostatným okruhem pro odvod vzduchu z místností s nadměrnou produkcí škodlivin a zápachu. Oba okruhy se spojují v rekuperačním výměníku, kde jsou sice vzduchotěsně oddělené, ale odevzdávají si teplo. Do budovy se tak vrací až 70 % tepla, které by jinak uniklo ven. Předpokladem úspěšné funkce je ale vzduchotěsnost obalového pláště. Intenzitu větrání je možno měnit (nebo programovat) podle momentální potřeby čerstvého vzduchu a přítomnosti osob. Zkušenosti uživatelů ukazují, že případný negativní psychologický efekt umělého větrání bude časem bohatě kompenzován příjemným pocitem z kvalitního čerstvého vzduchu. Do přívodního okruhu je samozřejmě možné osadit filtry proti mikročásticím nebo alergenům.

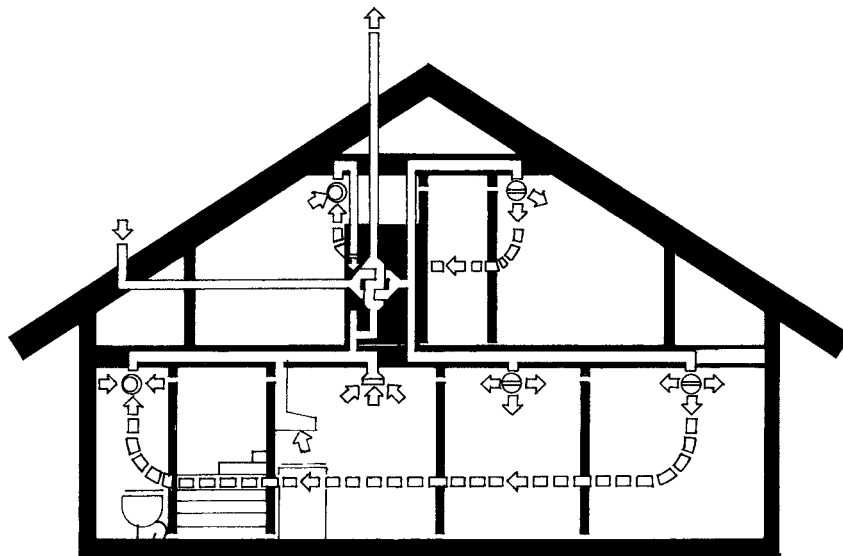
Dalšími progresivními prvky, které využívají pasivní zisky ze slunečního záření v budovách s nízkou spotřebou energie, jsou:

### Solární okno nebo zasklená stěna

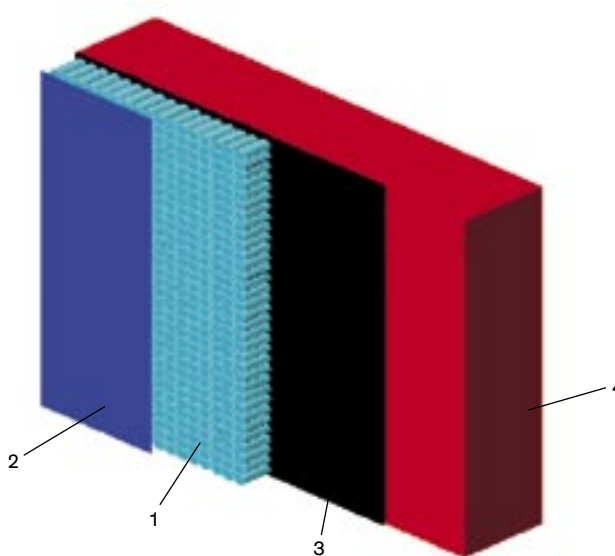
Je to transparentní konstrukce, která je orientovaná na jih, má součinitele přechodu tepla  $U$  méně než  $1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , přijatelnou propustnost slunečního záření (hodnota součinitele energetické propustnosti  $g$  více než 0,5) a v průběhu otopné sezony pasivní bilanci tepelných ztrát a zisků. Problém však nastává při přehřívání z nadměrných zisků v létě.

### Trombeho stěna

Pracuje na principu skleníkového efektu, tj. transformace krátkovlnného slunečního záření na dlouhovlnné tepelné záření



Obr. 4.36 Schéma umělého větrání s rekuperací



Obr. 4.37 Konstrukce stěny s transparentní tepelnou izolací

1 – transparentní tepelná izolace, 2 – sklo se speciálními vlastnostmi, 3 – pohltivý materiál, 4 – obvodová stěna



Obr. 4.38 Vhodný návrh zimní zahrady bez šikmých ploch [22]



Obr. 4.39 Vnější roleta je nejúčinnější ochranou proti nadměrnému přehřívání v létě [22]

při nahřívání povrchů. Prvek je účinnější při konstrukčním řešení s akumulací tepla. Na podobném principu fungují i zisky ze slunečního záření v zimní zahradě.

### Transparentní tepelné izolace

U transparentních systémů se vzduchovou mezerou mezi sklem a pohltivým povrchem dochází k značným ztrátám získaného tepla zpět přes zasklení. Pokud mezeru vyplníme materiálem, který propouští sluneční záření, velké množství získaného tepla zůstane v konstrukci pod pohltivým povrchem. V této konstrukci jsou však obdobně velkým problémem nadměrné tepelné zisky v létě.

## 4.5 Zimní zahrady jako pasivní solární systém

O zimních zahradách z hlediska typologického jsme se zmínili v 2. kapitole. Je třeba ale upozornit na jejich často přeceňovaný efekt z energetického hlediska. Mohou být sice značným zdrojem pasivních solárních zisků, avšak ekonomické náklady vynaložené jen za tímto účelem jsou značně nerentabilní. Prvořadým přínosem je vytvoření příjemného prostředí s prakticky celoročním provozem, které je opticky přímo propojené s vnějším prostředím. Jako u každého pasivního solárního systému je nutná ochrana před tepelnou nepohodou v létě, kdy se teplota v nich může vyšplhat až k hodnotě 50 °C. Správný návrh zasklené plochy z hlediska letního období by se měl vyvarovat šikmých ploch, které jsou vystavené přímo jižním expozicím a měl by počítat s intenzivní výměnou vzduchu. Nejúčinnější ochranou proti nadměrným ziskům je stínící zařízení umístěné na vnější straně konstrukce (obr. 4.38 a 4.39).

## 4.6 Realizace konstrukcí zastřešení

Tesařské práce při realizaci šikmých střech patří k nejstarším řemeslům. Výsledný efekt v podobě působivé, staticky únosné, prostorově tuhé konstrukce krovu s dlouhodobou životností vyžaduje důkladnou projektovou a výrobní přípravu, výběr kvalitního řeziva, řemeslnou zručnost při montáži a důsledný mechanismus kontroly kvality na stavbě.

Projekt krovu je třeba svěřit kvalifikovanému projektantovi a statikovi, zvláště



Obr. 4.40 Moderní kreslicí programy umožňují vizualizaci konstrukce v prostorovém zobrazení [22]

u novodobých soustav a způsobech spojů, kde již neplatí dlouhodobě vyzkoušená empirická pravidla. Důkladně zpracovaná projektová dokumentace v konečném důsledku ušetří prostoje na stavbě, zabrání zbytečnému plýtvání materiálu a odstraní případné problémy z nesprávně provedených spojů a kotvení. Proto by měla kromě statického výpočtu a základních výkresů – půdorysů a řezů – konstrukce obsahovat přehledně zpracované schéma rozmístění prvků, u složitějších krovů axonometrické zobrazení konstrukce, podrobný a přehledný rozpis jednotlivých prvků, u složitějších prvků jejich přesné vykreslení a zakótování, detaily spojů a kotvení s rozpisem materiálu a požezové plány.

To všechno dokážou přesně a efektivně zpracovat počítačové CAD programy, speciálně vyvinuté pro projektování krovů. Kromě toho může rychle sestavit samotnou konstrukci a také vkládat celé konstrukční prvky (např. vikýře) z grafických knihoven při praktickém vyloučení chyb z nepřesnosti.

Na druhé straně je ale nutné při realizaci respektovat předepsanou projektovou dokumentaci, zejména pokud se týká spojů a rozmístění spojovacích prostředků – jinak hrozí jejich nesprávná funkce v reálné konstrukci. V praxi se často setkáváme se šetřením na rozměrech nebo s redukcí počtu svorníků ve spojích, konkrétně u spoje hambalku vznikne pouze u jednoho svorníku místo vetknutí typické kloubové uložení. Často se zanedbává i prostorové ztužení konstrukce (zvláště u novodobých subtilních soustav).

### Hambalková soustava

Konstrukce hambalkového rámu se klade v osových vzdálenostech 0,8 až 1,2 m na pozednice. Rám je vytvořený z páru krokví, z dolního pásu ve funkci stropnice a z hambalku. Tuhé rámy působí na podpěry jen svislými tlaky (nemusejí být kotvené do podpěr) a podstřešní prostor zůstává do výšky hambalku úplně volný. Proto je možné pochozí prostor vhodně využít na podkroví, kde hambalky slouží jako nosníky pro přibití podhledové konstrukce. V případě železobetonové nebo keramické stropní konstrukce se dolní pásy vynechávají a krokve se ukládají přímo na pozednice (obr. 2.65). Pro tyto statické soustavy je ale v místě uložení vyvozená značná horizontální reakce vlivem deformace krovu, proto musí být pozednice spolehlivě ukotvená do stropu, resp. do nadimenzovaného železobetonového věnce. V případě vysoké nadezdívky jsou nutné diagonální kotvy nebo ztužující stěny.

U hambalkové soustavy je zvláště důležité prostorové a podélné ztužení. Základní konstrukční princip se skládá ze soustavy samostatných krokrových elementů, vzájemně propojených hambalkem ve formě hambalkové rozpěry s příložkami (nebo aplikací dvojice kleštin), čímž je zabezpečeno příčné ztužení konstrukce. Podélné ztužení se realizuje úhlopříčně přibitými deskami ze strany pochozího prostoru ve střešních rovinách, v současnosti jsou populární ocelové zavětrovací pásy nebo bednění z velkoplošných materiálů.



Obr. 4.41 Montáž celého hambalkového rámu [17]



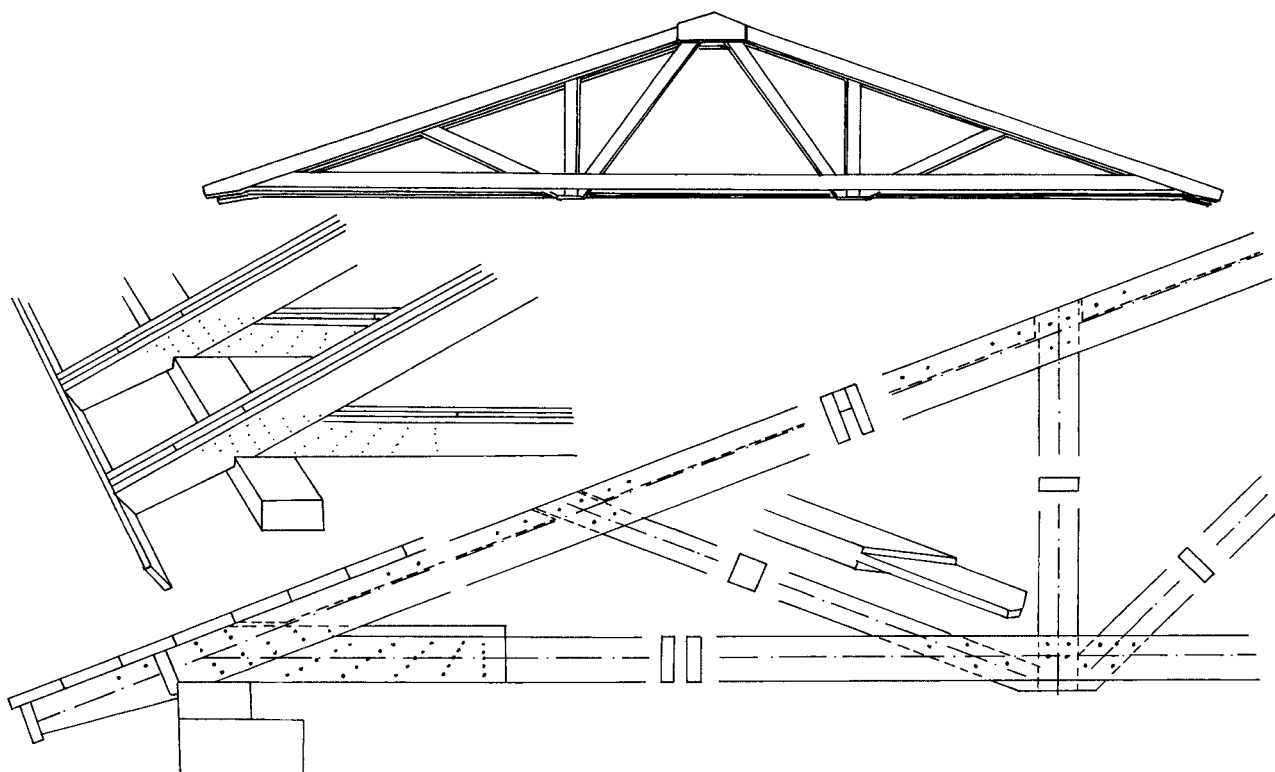
Obr. 4.42 Lepené prvky se s výhodou uplatňují všude tam, kde je potřeba přiznat dřevo v interiéru [22]

### Lepené konstrukce krovu

Lepené konstrukce jsou velmi výhodné pro velké rozpory. Vyhovují nejen z hlediska úspornosti materiálu (dřeva), ale i po stránce statické. Jejich předností je malá hmotnost při značné únosnosti. Jsou ekonomicky efektivní z hlediska dopravy i montáže. Lepené konstrukce krovu se používají k zastřešování výstavních pavilónů, sportovních hal, ale i k zastřešení výrobních hal chemického a potravinářského průmyslu, zemědělských objektů a obytných staveb.

Průřez lepených vazníků (nosníků) bývá obdélníkový nebo ve tvaru I. Průřezy tvaru I se používají pro typizované krokve menších rozpětí a pro stropní konstrukce. Plně obdélníkové převýšené průřezy používáme pro krovky větších rozpětí. Kromě toho se někdy používají i nosníky skříňové, které se uplatňují zejména na průmyslových a halových stavbách, kde se vyžaduje hladký povrch nosné konstrukce.

Lepené konstrukce jsou v porovnání s vaznicovým krovem mnohem úspornější, umožňují prefabrikaci, rychlou montáž a dovolují použít prvky menších rozměrů, které nejsou zeslabené ve spojích.



Obr. 4.43 Konstrukce sbíjeného příhradového vazníku

### Příhradové vazníky sbíjené

Příhradové vazníky sbíjené jsou jednoduché z hlediska výroby a levné. V minulosti se vyráběly jako typizované pro rozpětí 6, 9,8 a 12 m pro sedlové střechy a 6 m pro pultové střechy. Kladou se na osovou vzdálenost 1,2 m, 1,5, případně 3,0 m. Vazníky jsou ze dvou tlačných horních pásů a taženého pásu spodního. Pásky (pásnice) jsou navzájem spojené příhradovinou, tj. vzestupnými a sestupnými diagonálami a svislicemi. Sbíjené vazníky jsou z desek dlouhých 2,5 až 3,5 m a širokých 100 až 180 mm. Horní a dolní pás bývá ze dvou nebo ze tří desek, příhradovina z jedné, resp. ze dvou desek.

Příhradovina z jedné desky může být podle namáhání ještě zesílená přibitou latí. Konce vazníků bývají zapažené úhlopříčnými deskami naplno. Vazníky se ukládají na průběžné desky nebo na jednotlivé podklady z fošen (řádně zakotvené a impregnované). Při výrobě je nutné pamatovat na převýšení spodního pásu vazníku, které se rovná  $1/200$  rozpětí. Převyšuje se proto, aby spodní pohled vazníku i při plném zatížení zůstal vodorovný. Výška vazníku sedlového tvaru bývá  $1/5$  až  $1/6$  rozpětí.

Rozdělení a uspořádání výtuzky příhradovinou mezi pásy se volí podle zatížení. Zásadou je, aby břemena působila do

stýčniců. Velmi důležité je podélné vyztužení krovu, protože zabezpečuje svislou polohu vazníků. Vyztužuje se kříží z desek nebo fošen (tzv. ondřejskými kříží) ve dvou svislých rovinách, symetricky od podélné osy, případně i v střešní rovině. Spodní pás vazníků může nést konstrukci lehkého podhledu. Zde je nutné pa-

matovat na potřebnou tepelnou izolaci, např. z rohoží ze skleněné vaty. Horní pás sedlových vazníků nese bednění s lepenkovou krytinou, případně cementovláknitou vlnitou krytinou. Podkrovní prostor je nepřístupný; pokud není přirozeně odvětrávaný, musí se zabezpečit dokonalé větrání.



Obr. 4.44 Zajímavě řešená střešní konstrukce zahradního altánu [(Drevodom Orava)]



Obr. 4.45 Příklad vazníku s deskami s prolisovanými hroty [22]



Obr. 4.46 Vazníky se styčníky z vložených ocelových plechů [7]

### Příhradové vazníky svorníkové s hmoždíky

Pro větší rozpory (více než 12 m) jsou vhodné příhradové vazníky svorníkové s hmoždíky. Vyrábějí se zpravidla ze silnějšího řeziva než konstrukce sbíjené, a to z fošen o tloušťce 50 až 80 mm a šířce 140 až 240 mm. Ve spojích styčnicků jsou svorníky, kterými je konstrukce sešroubovaná v osách prutů. Vysokou tuhost spoje zabezpečují hmoždíky, které se při sešroubování zatlačí do dřeva. Průměr svorníků matice i podložky hlavy musí mít vzhledem k namáhání potřebnou velikost.

Celkové půdorysné uspořádání vazníků je dvojitý. Nejčastěji se vazníky se sklonem  $20^\circ$  ukládají do půdorysné vzdálenosti 3,6 m, přičemž nesou vazničky rovnoběžné s okapem a krytinu z vlnitých desek. Pro sklon od  $33^\circ$  (krytina keramická) jsou vazníky opět v osové vzdálenosti 3,6 m, ale mezi nimi ve vzdálenosti 900 mm jsou jalové vazby z fošen 60/120 mm stažené kleštinami. Jalové vazby jsou podepřeny vaznicemi (ze sbíjených profilů  $2 \times 60/140$  rovnoběžných s okapem). Vaznice tvoří zároveň podélné vyztužení krovu. Krytina je z obyčejných nebo drážkovaných tašek na laťování.

Častěji se používají vazníky s menším sklonem (do  $20^\circ$ ), jejichž spodní pás má navýšení rovné  $1/200$  rozpětí. Vazníky se osadí na podložky z tvrdého dřeva o tloušťce 30 mm, šířky 150 až 250 mm a délce 300 až 400 mm nebo do ocelových kotvicích prvků. Impregnované podložky se řádně zakotví do zdiva.

### Příhradové vazníky s deskami s prolisovanými hroty

Při tomto typu vazníků jsou jednotlivé styčníky oboustranně spojované plechovými ocelovými a pozinkovanými deštičkami s trny (sponami), které se zalisují do spojů. Vznikne tak tuhý spoj, který umožňuje jejich efektivní prefabrikovanou výrobu. Tyto příhradové vazníky jsou proto cenově velmi výhodné. Vazníky v rozpětí 3,6 až 7,2 m se vyrábějí vcelku, ostatní se skládají ze dvou částí, které se spojují až při montáži. Doporučená osová vzdálenost vazníků je 1,2 m. Tvar vazníku je sedlový, se sklonem střešních rovin  $22^\circ$ .

### Lepené příhradové vazníky

Vyznačují se styčníky lepenými pomocí styčnickových desek z překližek nebo OSB desek. Vyznačují se přesností výro-

by a tuhostí konstrukce, takže konstrukce časem nemění podstatně tvar, jako např. u poddajných spojů hřebíkových vazníků. Alternativou styčnickových desek z materiálů na bázi dřeva jsou ocelové plechy, vkládané do vyřezaných drážek v pásnicích a diagonálách. Plechy jsou tak úplně zakryté dřevěnou konstrukcí. Spoje jsou realizované kovovými kolíky.

### Dřevěné příhradové kombinované vazníky

U těchto vazníků se používají různé prvky tak, aby se maximálně využily vlastnosti materiálů. Ohýbané prvky jsou lepené, tlačené prvky jsou z hraněného řeziva a tažené prvky z oceli. Jsou velmi ekonomické – průměrná spotřeba řeziva při zastřešení s použitím vazníků tohoto typu je  $0,025 \text{ m}^3$  na  $1 \text{ m}^2$  půdorysné plochy zastřešení. Tvary vazníků se řídí velikostí rozponu, potřebou vytvořit stropní podhled a druhem použitých krytin.

### Skořepinové dřevěné konstrukce

Efekt skořepiny se projeví i v úsporných dřevěných konstrukcích, zvláště když se při jejich výrobě vhodně použijí progresivní velkoplošné materiály. U tohoto typu zastřešení se vychází se zaokrouhlené střešní plochy tvaru válce, kulového vrcholíku nebo přímkové plochy. Horní celoplošný záklop z překližky nebo podobného materiálu je vyztužen žebry z lepeného lamelového dřeva. Vznikne tak subtilní a prostorově tuhá konstrukce. Vodorovné reakce v místě uložení skořepiny zachytávají ocelová táhla, v případě rámové podpůrné konstrukce je potřeba zabezpečit podélné ztužení objektu, např. diagonálními táhly.

### Konstrukce stropů a krovů z kombinovaných nosníků s diagonálami z profilovaných plechů

Tento kombinovaný systém využívá velmi dobré konstrukční a montážní vlastnosti dřeva, z něhož jsou vyrobené pásnice. Ty jsou vysušené a ohoblované na přesný rozměr a jsou v přímém kontaktu s podlahou (nebo záklopem pod krytinou) a podhledem stropní nebo střešní konstrukce. Vylehčení, ale zároveň zabezpečení vysoké únosnosti je realizované pomocí ocelových nerezavějících prvků – diagonál. Diagonály jsou vyrobené z profilovaného galvanizovaného plechu o tloušťce  $1 \text{ mm}$  a mají tvar V. V místech styčnicků s dřevěnými pásnicemi mají prolisované hroty, kterými jsou zalisované do



Obr. 4.47 Příklad realizace krovu z kombinovaných nosníků s diagonálami z profilovaných plechů [40]



Obr. 4.48 Zastřešení haly lamelovou skořepinou [1]

dřevěných pásnic hydraulickým lisem. Touto velmi jednoduchou technologií je vyrobený příhradový nosník s vysokou variabilitou použití – nosník lze použít jako stropnici, krokev, vaznici, případně při spřažení několika nosníků dohromady jako vazník (obr. 4.47).

Konstrukční výška nosníků se pohybuje od  $234$  do  $551 \text{ mm}$ , možné zatížení je  $0,5$  až  $6,0 \text{ kN/m}^2$ . Osová vzdálenost ukládání nosníků je závislá na statických

předpokladech konstrukce a běžně se pohybuje od  $0,3$  do  $1,2 \text{ m}$ . Hmotnost jednoho běžného metru nosníku je od  $3,5$  do  $6,0 \text{ kg}$ . Tento nosný systém je možné z hlediska statiky použít jako prosté nosníky, spojitě nosníky nebo rámové konstrukce. Rámové styky se provádějí pomocí styčnickových překližek. Při dodržení vysoké kvality a únosnosti lze tímto systémem ekonomicky překrýt rozpětí až do  $12 \text{ m}$ .



Obr. 4.49 Silniční most z roku 1840 přes říčku Zdobnici u osady Peklo [1] (NOVÝ)



Obr. 4.50 Lávka ve Vikýřovicích [1] (NOVÝ)



Obr. 4.51 Lávka v Českých Budějovicích [1] (NOVÝ)

## 4.7 Dřevěné lávky a mosty

V průběhu uplynulých několika let se v Evropě zvýšilo použití dřeva na lávky a mosty. Přispěl k tomu i vývoj nových způsobů zvyšování užitných vlastností dřevěných konstrukcí – např. pomocí nových typů spojů na bázi dřeva a oceli, vyztužování dřeva ocelí, spřahování dřeva s betonem apod. Zpracované byly rovněž nové progresivní postupy pro navrhování dřevěných konstrukcí.

Dřevěné konstrukce se nejvíce používají:

- na lávky pro pěší a pro cyklisty,
- na silniční mosty
  - přes cesty pro pěší a pro cyklisty,
  - přes vodní toky a jezera.

Dřevěné lávky a mosty jsou vhodné především z architektonických, estetických a ekologických hledisek. Vyznačují se nízkými výrobními, přepravními a montážními náklady. Náklady na jejich zakládání, podpěry a opěry jsou také nízké. Kromě toho je jejich výhodou i malá vlastní tíha a jednoduchá a rychlá montáž.

### Konstrukce lávek a mostů

Z hlediska vnějšího vzhledu rozdělujeme dřevěné lávky a mosty na nekryté a kryté. Zastřešení lávky či mostu je v zásadě nejjednodušší a zároveň nejučinnější způsob, jak zajistit jejich dlouhodobou životnost (obr. 4.49).

Za účelem dosažení co nejlepších užitných vlastností lávek a mostů musíme při jejich navrhování uvážit tyto podmínky a požadavky:

- polohu a tvar terénu,
- rozpětí,
- zatížení,
- podjezdnou výšku a světlý profil,
- základové podmínky,
- architektonický tvar.

Nosná konstrukce dřevěné lávky či mostu může být provedena mnoha různými způsoby. Většina dřevěných mostních konstrukcí však vychází z osvědčených základních konstrukčních systémů nebo jejich kombinací, ke kterým patří:

- prosté (obr. 4.50 a 4.51), spojitě a spojitě kloubové nosníky,
- věšadla, vzpínadla a vzpěradla,
- rámy, oblouky a řetězovky (obr. 4.52);
- zavěšené a visuté konstrukce (obr. 4.53).

Hlavní konstrukční prvky těchto konstrukčních systémů mohou být přítomny plnostěnné nebo příhradové.