

Martin Růžička

Moderní dřevostavba



fošnový systém Two by Four
pasivní stavění a pasivní dřevostavby
difuzně otevřené a uzavřené skladby konstrukcí
netradiční způsoby zakládání dřevostaveb

Moderní dřevostavba

Martin Růžička

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

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

MODERNÍ DŘEVOSTAVBA
Martin Růžička

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ VERZE

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
jako svou 5431. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková
Redigovala Marta Chovančíková
Jazyková korektura Martina Mojzesová
Sazba Martina Mojzesová
Fotografie na obálce realizace firmy PENATUS s. r. o.
Kresby a fotografie Martin Růžička, není-li uvedeno jinak (viz str. 154)

Počet stran 160
První vydání, Praha 2014
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2014
Cover Design © Martin Sodomka 2014

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

ISBN 978-80-247-3298-5

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE

ISBN 978-80-247-8995-8 (elektronická verze ve formátu PDF)
ISBN 978-80-247-8996-5 (elektronická verze ve formátu EPUB)

■ Obsah

Úvod	7
1 Dřevostavba?	13
1.1 Systém Two by Four (TBF) – základní popis	14
1.1.1 Fošnový rám	17
1.1.2 Stěnový rám	19
1.1.3 Stropní rám	21
1.1.4 Rám krovu	21
1.1.5 Prostorová konstrukce	22
1.2 Konstrukce TBF	24
1.2.1 Základové prahy	24
1.2.2 Svislé konstrukce – stěny	26
1.2.3 Průvlaky v rámci konstrukce stěn	30
1.2.4 Stropní konstrukce	31
1.2.5 Konstrukce krovu	37
1.3 Ochrana dřeva v konstrukcích, životnost dřevostaveb	43
1.3.1 Dřevokazné houby	43
1.3.2 Dřevokazný hmyz	44
1.4 Způsoby ochrany dřeva v konstrukci	44
1.4.1 Chemická ochrana dřeva	45
1.5 Hlavní zásady konstrukční ochrany dřeva v praxi	47
1.5.1 Přesahy střech	47
1.5.2 Upravený terén kolem stavby	48
1.5.3 Odvětrání a proudící vzduch	49
1.6 Povrchová úprava dřeva	51
1.7 Technologická úprava dřeva	56
1.8 Two by Four a ostatní konstrukční systémy	56
1.9 Provoz a údržba dřevostavby	58
1.10 Rekonstrukce a adaptace dřevostavby	59
1.11 Rekonstrukce a adaptace pomocí dřevostavby	60
1.12 Likvidace dřevostavby	61
2 Pasivní stavění	63
2.1 Nízkoenergetické a pasivní stavění	63
2.2 Energetické souvislosti	69
2.3 Mýty o pasivních domech	71
2.4 Cena pasivního domu, financování	72
2.5 Čtyři ceny domu	74
2.5.1 Zaplatit to musíme	75
2.6 Základní parametry pasivního domu	78
2.7 Zadání pasivní stavby	79
2.8 Optimalizace	80
2.9 Příprava pasivní dřevostavby	82
2.10 Realizace stavby	83
2.11 Podpora pasivního stavění – program Zelená úsporám	83
2.12 Pasivní dřevostavba TBF v praxi	86

6 Moderní dřevostavba

2.12.1	Tepelné mosty	86
2.12.2	Tepelná izolace a její množství v konstrukci	88
2.12.3	Prosklené plochy a jejich orientace ke světovým stranám (fenestrace)	93
2.12.4	Těsnost objektu	94
2.12.5	Technologie pasivního domu	96
2.13	Užívání pasivní stavby	96
2.13.1	Provoz domu	96
2.13.2	Běžná údržba	97
2.13.3	Přestavby, přístavby, adaptace (rekonstrukce)	97
2.14	Zkušenosti s bydlením v pasivní dřevostavbě, shrnutí	97
2.14.1	Zkušenosti ze zahraničí	98
2.15	Rekonstrukce staveb do nízkoenergetického nebo pasivního standardu	98
3	Kvalita vnitřního prostředí	100
3.1	Vnímání teploty	101
3.2	Akumulace tepla	103
3.3	Tepelná stabilita	105
3.4	Těsnost objektu a přívod čerstvého vzduchu	105
3.5	Obsah CO ₂ ve vzduchu	107
3.6	Vlhkost vzduchu	107
4	Skladby obvodových konstrukcí – obvodový plášť	110
4.1	Difuzně otevřené a uzavřené skladby konstrukce	112
4.2	Rosný bod	113
4.3	Difuzně otevřené skladby (DOK)	114
4.4	Difuzně uzavřené skladby konstrukcí (DUK)	115
4.5	Instalační předstěna	116
4.6	Tepelné izolace	118
4.6.1	Druhy tepelné izolace	120
4.7	Skladby obvodových konstrukcí a optimalizace versus certifikace	127
5	Okna	128
5.1	Stínění oken	132
5.2	Stínění teras	133
6	Technologie	134
6.1	Zdroj energie (zdroj tepla)	135
6.2	Větrání	136
6.3	Teplovzdušné vytápění	138
6.4	Instalace rozvodů	139
7	Založení stavby	142
7.1	Optimalizace základových konstrukcí	143
7.2	Základové pasy a deska	143
7.3	Plovoucí deska	144
7.4	Bodové, liniové zakládání, Crawl Space	145
	Závěr	152
	Zdroje ilustrací	154
	Použitá literatura	155
	Slovo o autorovi	156

■ Úvod

Když jsem ve své první knížce „*Stavíme dům ze dřeva*“, kterou vydalo nakladatelství GRADA v roce 2005, lehkověrně slíbil její pokračování, neuvědomoval jsem si plně a se všemi důsledky, že nastane okamžik, kdy bude nutné slib dodržet. Stejně jako v prvním případě nebyl hlavním problémem vydání nového titulu nedostatek témat nebo snad nechuť knihu napsat, ale především nedostatek času, který je potřeba připravit knihy věnovat.

Po vydání předchozí publikace se na mě obrátila řada lidí. Chtěl bych zde všem poděkovat za to, že knížku přečetli a ještě byli ochotni věnovat čas, aby získali kontakt a spojili se se mnou. Až na jednu výjimku byly ohlasy příznivé. Řada čtenářů se po přečtení rozhodla pro dřevostavbu, i když předtím uvažovali o stavbě zděné. Mnohým knížka poskytla základní informace, přestali se staveb ze dřeva bát a začali jim více věřit. Pozitivní ohlasy sklidily i části, kde se zamýšlím nad obecnými souvislostmi, a řadě čtenářů byl sympatický i můj pohled na věci a dění okolo nás.

Na publikaci se v dobrém odkazovala i řada těch, kteří se na mne obrátili a stali se klienty naší firmy. Zde považuji za korektní uvést, že existuje přímá spojitost mezi mojí osobou a společností PENATUS s. r. o., jejíž služba spočívá v návrhu a především realizaci moderních dřevostaveb. V předchozí knize jsem se snažil tuto souvislost a toto spojení záměrně neuvádět, veden pohnutkou nedělat z knihy firemní prezentaci a udržet si, pokud možno, nezávislý status autora. V této knize jsem i nadále veden stejnou pohnutkou, spojení však přiznávám a potvrzuji.

Rád bych ještě zvlášť poděkoval všem, které knížka přiměla, aby se za mnou dokonce vypravili. A to pak byla moc příjemná a užitečná, pozitivní energií nabitá setkání. Setkání nadšenců, kdy mizí okolí a my se noříme do našeho světa, jenž nás baví a v němž nacházíme naplnění a smysl.

Děkuji i za jedinou negativní reakci od slovenského čtenáře, která však stála za to. Vše bylo špatně, čtenář doporučoval knížku stáhnout z prodeje a nepřímo pak jejího autora poslat za mížce.

Původně jsem zamýšlel věnovat se v knize především konstrukčnímu systému *Two by Four*. S odstupem času jsem však tento svůj záměr upravil. Konstrukční systém sám o sobě ale nemá téměř žádný smysl (podobně jako třeba peníze). Je pouze prostředkem pro vyšší cíl – v tomto případě většinou vytváří nosnou konstrukci pro stavbu. Stavbu samu pak vytváří řada dalších prvků a součástí, z nichž některé (okna, množství a kvalita tepelné izolace, systémy větrání, vytápění a ohřevu vody a další) nabývají v současné stavbě stále více na významu, především v souvislosti s nízkoenergetickým a pasivním stavěním. S tím souvisí další aspekty, jako jsou těsnost objektu, difuzní vlastnosti materiálů apod. Od stavby pak očekáváme, že bude dobře fungovat jako celek.

V knize proto v některých případech zmiňuji i širší souvislosti a zabývám se otázkami, které s vlastním konstrukčním systémem dřevostavby *Two by Four* zdánlivě nesouvisejí. Já jsem však přesvědčen, že opak je pravdou, a to v daleko větší míře a s daleko významnějšími důsledky, než by se na první pohled mohlo zdát. Navíc zaznamenávám obecně celkem rychlý

pokles schopnosti, především mladé generace, vnímat věci a děje v souvislostech a podle toho i jednat. Stavba je ze své podstaty velice integrální a reálné dílo, a nevznikne tím, že si koupím nový mobilní telefon, stáhnou si do něj různé aplikace a budu o tom obšírně informovat na sociální síti. Stavba jako jeden z mála současných produktů vzniká někdy i v bahně, v dešti nebo za mrazu, v naprosto reálných podmínkách, teď a tady.

Jak už jsem uvedl, tato publikace je volným pokračováním titulu „*Stavíme dům ze dřeva*“. K některým tématům se zde budu vracet podrobněji, některá témata a okruhy jsou zcela nové. Hlavním cílem je poskytnout podrobnější informace o nejrozšířenějším a nejpoužívanějším konstrukčním systému moderních dřevostaveb *Two by Four* včetně potřebných souvislostí a návazností technických. Mým cílem bylo rovněž zdůraznit již zmíněnou potřebu dívat se na stavbu jako na celek, ve kterém vše souvisí se vším a logicky do sebe zapadá. Potřebu „oprášit“ tento pohled a přístup, který se už začal z našich životů, a tedy i z problematiky staveb, vytráčet, našťastí vyvolalo především pasivní stavění, kterému věnuji samostatnou část knihy. Věnuji se i některým tématům, která přesahují téma dřevostaveb směrem k obecnějším potřebám jedince a společnosti, neboť ani obor dřevostaveb tady není samoučelně a sám pro sebe, nýbrž měl by mít nějaký smysl a měl by být někomu a něčemu užitečný, a i on je součástí celku.

Obor dřevostaveb zaznamenal za zhruba osm let od vydání mé první knihy významný rozvoj. Rostoucí počet fungujících dřevostaveb a spokojených uživatelů tím nejlepším způsobem prokazuje, že dřevostavby jsou dobrým řešením a vhodnou volbou pro stále větší spektrum zadání.

Příznivý vývoj u nás je částečně podporován i dalším významným rozvojem dřevostaveb v zahraničí. Použití dřeva jako stavebního a konstrukčního materiálu, včetně materiálů a prvků na jeho bázi, prožívá ve světě skutečný boom. V souvislosti s tím se příslušným způsobem upravují a přizpůsobují předpisy a legislativa. Jejich podřízení se potřebám a poznatkům praktického života je zvláště příjemným momentem a jistě bychom uvítali zesílení tohoto trendu i v naší zemi.

V našich podmínkách je rozvoj dřevostaveb ve srovnání s vývojem ve světě výrazně skromnější. Podíl na tom má jednak počáteční zpoždění, které se nepodařilo dohnat, dosud přetrvávající nedůvěra značné části společnosti považující stavby ze dřeva za něco méně hodnotného, jednak velice pomalý a zdlouhavý vývoj předpisů a norem v této oblasti, které si navíc, jak je naším národním zvykem, dále komplikujeme a zamotáváme. Naše požární předpisy obecně, a ještě výrazněji v souvislosti s použitím dřeva jako konstrukčního materiálu, představují co do složitosti, komplikovanosti, nejednoznačnosti a přísnosti světový unikát a dřevostavby a jejich další rozvoj velmi komplikují a brzdí. Obor dřevostaveb u nás navíc nemá cílený a koordinovaný výzkum, a nevím ani o žádné spolupráci se zahraničím produkující reálné a upotřebitelné výsledky pro praxi. Stav a úroveň výuky oboru dřevostaveb na odborných školách je, až na opravdové výjimky, rovněž velice neuspokojivý a pro praxi komplikovaný.

Přesto se obor dřevostaveb i u nás rozvíjí a postupuje. Majitelé dřevostaveb už nejsou považováni za podivíny, ale stávají se stále více předmětem respektu a zdravé závisi ostatních, především pro kvalitu vnitřního prostředí staveb vnímanou jako příjemný pocit v interiéru, čistota a vůni, rychlost výstavby a samozřejmě i náklady na provoz domu, protože právě

dřevostavby mají významné zastoupení v rodině nízkoenergetických a pasivních staveb. Předchozí despekt a soucit většiny se postupně mění ve prospěch dřevostaveb. I jejich zapřísáhlí odpůrci jsou postupně konfrontováni s realitou a reálnými prožitky, na jejichž základě mění svoje názory a přesvědčení. V řadě případů pak dokonce přiznávají, že předchozí odmítavý a kritický postoj a názor nebyly ničím podloženy, rozhodně ne reálnou zkušeností a znalostí.

Stejně tak jsem dosud neměl možnost poznat člověka, který by v oboru dřevostaveb delší dobu působil a opustil by jej zklamán a s tím, že v dřevostavby a obecně „dřevěné stavění“ ztratil důvěru a nevidí v něm další perspektivu.

A potkal jsem i několik lidí, kteří se v již celkem zralém věku rozhodli opustit své dosavadní profese, vždy značně vzdálené od dřevostaveb, v nichž nenacházeli uspokojení a naplnění, a dále se věnovat právě dřevostavbám. Někteří se dokonce vracejí do školních let a dálkově studují odbornou školu ve Volyni – onu výjimku, kde je výuka našeho oboru na dobré úrovni a kde má škola snahu o propojení s praxí, což je v našem oboru naprosto nezbytné. Setkání s nimi ve mně vždy zanechala velice příjemný a hluboký dojem. Tyto skutečnosti a zkušenosti jsou pro náš obor a především pro naši společnost a pro jejich další rozvoj příjemné a příznivé.

Za uplynulých osm let se významnou měrou profilovalo i tzv. nízkoenergetické stavění a na jeho vrcholu pasivní dům, jejichž podpora a další rozvoj se stále více promítají i do platných předpisů a požadavků na energetickou kvalitu stavění. Významným momentem na tomto poli byl bezesporu program *Zelená úsporám* z roku 2009 a jeho pokračování z roku 2013, které způsobily, že se témata pasivní dům a moderní dřevostavba, která spolu těsně a přirozeně souvisejí, dostala na pořad dne široké veřejnosti.

Na rozdíl od ostatních stavebních materiálů a konstrukčních technologií, které se musejí často na parametry nízkoenergetických a pasivních požadavků klopotně dopracovávat a jejichž výrobci mocně lobují za mírnější podmínky a parametry, moderní dřevostavba nejenže nemá žádný problém jim vyhovět, ale je schopna dokonce ponoukat k dalším výzvám a možnostem energetických úspor a rozumných a smysluplných řešení.

Nízkoenergetické stavění ve spojení s dřevostavbami otevřely novou kapitolu možností a souvislostí, z nichž můžeme vybírat a které dávají smysl, přesahující daleko vlastní stavbu, ale mající dopady do řady dalších oblastí našeho života.

Kromě úspor při provozu stavby poskytuje dřevostavba široký prostor úspor daných podstatou základního materiálu – dřeva. Dřevo je typickým reprezentantem obnovitelného materiálu s minimálními energetickými nároky na zpracování, přepravu a zapracování do stavby a je ve stále větší míře doprovázeno v rámci dřevostavby materiály a prvky na podobné obnovitelné a přírodní bázi.

Zásoby dřeva v naší republice stále narůstají, a není tedy třeba se obávat argumentů, že začneme-li více stavět ze dřeva, přijdeme v dohledné době o naše lesy. Uplatnění dřeva ve stavebních konstrukcích patří mezi smysluplné možnosti jeho využití a v současnosti představuje zanedbatelný podíl. Jde o mnohem smysluplnější využití, než používat dřevo na výrobu papíru pro obaly, do kterých se balí zmetky, anebo na tiskoviny, které pak nikdo nečte. Dalším neodpovědným využitím dřeva je jeho spalování, aniž se však předtím snažíme

snížit energetické potřeby objektů a dále pokračujeme v plýtvání a mrhání, pouze elektrickou energií nebo plyn nahradíme dřevem.

Jako stavařská rodina včetně architektů máme ohromnou odpovědnost. Stavby v naší zemi spotřebovávají především pro svůj provoz, ale rovněž v rámci výroby stavebních materiálů a realizace staveb, cca 40 % veškeré vyrobené energie. To je nejen ohromné číslo, ale rovněž obrovský prostor pro možné úspory a především další projevy těchto úspor i v jiných oblastech, než jsou pouze výroba a provoz staveb.

Nízkoenergetické a pasivní stavění umožňuje tuto dosud vysokou potřebu energie výrazně redukovat. Určitě na pětinu, častěji i na desetinu s tím, že tento trend v podstatě nemá hranici a potřeba energie staveb se nejen limitně může blížit k nule, ale existuje potenciál dalších možností, kdy stavby budou schopny více energie vyprodukovat, než kolik jí budou potřebovat pro svůj provoz.

Na několika málo řádcích otevíráme možný potenciál energetických úspor v řádech desítek procent, aniž však jde o nějakou vizi budoucnosti nebo zbožné přání snílka. Jde o reálný koncept opakovaně v praxi potvrzený. Ve stejném okamžiku však, a opět zcela reálně, existují mocné a vlivné síly, v jejichž zájmu energetické úspory, a tedy pokles jejich zisků, moci a vlivu, rozhodně nejsou. Řešení tohoto střetu je především v gesci politiků, a jakkoli o tom současný stav naší společnosti příliš nesvědčí, pevně věřím, že zvítězí zdravý rozum a zájem a odpovědnost společnosti, tedy jednoho každého z nás.

Na rozdíl od reálného života si můžeme v této knize dovolit alespoň občas zjednodušení, které nám umožní zabývat se pouze částí celku. Možné energetické úspory poskytují zároveň nové možnosti a varianty, o nichž se nám dosud ani nezdálo, anebo jsme o nich na teoretické rovině věděli, v dosavadních praktických podmínkách však byly nereálné a neuskutečnitelné. V nových podmínkách však dávají smysl a ovlivňují řadu dalších oblastí našeho života.

Myšlenka snížit spotřebu a potřebu energie staveb na minimum a to málo, co pak bude nutné dodat, pokrývat ve zvýšené míře, případně plně z obnovitelných zdrojů (sluneční energie, biomasa), je při dnešním nastavení naší společnosti na jedné straně průlomová a revoluční, na druhé straně nám umožňuje uvědomit si, jak jsme se vzdálili od přirozených a udržitelných principů a zákonů fungování přírody a vesmíru, a tedy i našeho života. To, že nám vyčlenění z řádu působí stále větší problémy ve všech oblastech lidského působení, už víme. Budiž to příkladem, že nejenom víme, ale máme i reálnou možnost, jak v případě staveb změnu uskutečnit. Pokud je to možné zde, je to jistě možné i v jiných oblastech. Ostatně, stále více se ukazuje, že jinou možnost ani nemáme. Vlastně ano, máme volbu rozhodnout se pro změnu a jako výzvu a šanci ji uskutečnit, anebo si zvolit, že k ní budeme velice bolestně přinuceni, aniž si však budeme vědomi, že to byla naše volba a že jsme měli i jiné možnosti.

Dřevostavby a pasivní stavění pak představují alespoň v určitém segmentu, který však rozhodně není nevýznamný, alternativu rozumného a smysluplného řešení.

Můžeme se tak přiblížit genialitě nastavení přírody, které je ze své podstaty trvale udržitelné, pro svůj provoz nepotřebuje žádné umělé zdroje energie a neprodukuje rovněž žádné trvalé odpady.

Smysluplně tvořit, což je mimochodem jeden z hlavních smyslů našeho života, znamená dělat dobře dobré věci. Dělat věci dobře je v gesci racionálního uvažování, manuální zručnosti, schopnosti improvizovat. Avšak dělat dobré věci a rozpoznat a určit, co je dobré a co má smysl, co je taky etické, mravné a slušné, je především záležitostí vnitřních hodnot, charakteru, mravnosti a etiky.

Tyto dvě oblasti, odpovídající našim mozgovým hemisférám, pak musejí být ve vzájemné rovnováze a harmonii a musejí se vzájemně doplňovat a vyvažovat. Nerovnováha představuje poruchu a z té vznikají problémy. Naše současná „západní“ společnost, orientovaná téměř výhradně na materii a konzum, pak výrazně podceňuje a zanedbává oblast ducha, a tedy i vnitřních hodnot a schopnosti přirozeně rozpoznávat, co je dobré a vhodné. A přitom k tomu máme velice účinné nástroje – intuici a svědomí. Ty však už dlouhodobě a cíleně nerozvíjíme, a dokonce potlačujeme. Komunistický režim, plenící naši společnost po řadu generací, systém hodnot a oblast etiky, morálky a charakteru rozvrátil zcela. Důsledky neseme dodnes. Projevuje se to třeba tak, že děláme sice dobře, avšak špatné věci – a tak se u nás dobře podvádí, dobře rozkrádá, dobře korumpuje apod. Pokud bychom uměli onu energii a potenciál věnovat těm dobrým věcem, vyřešili bychom mimo jiné spoustu problémů a jako společnost, a tedy i každý její člen, bychom se dostali na zcela jinou vývojovou úroveň.

Dobrá věc, byť z počátku s některými nedokonalostmi, je mnohem důležitější a smysluplnější, než k dokonalosti dovedená a precizně provedená špatnost.

Píšu tyto řádky s upřímným přesvědčením, že dřevostavby a nízkoenergetické a pasivní stavění jsou tou dobrou věcí, která má smysl a je hodna člověka a jeho postavení v přírodě, včetně související odpovědnosti, která takovému postavení přísluší a které se nemůžeme zříci.

V historii lidské společnosti se setkáváme s obdobími úžasného rozvoje a vyspělosti jednotlivých civilizací a kultur, o jakých se té dnešní ani nezdá, střídaných s obdobími totálního úpadku a rozvratu, rovněž hluboko pod hranici naší běžné představivosti.

Rodíme se jako tvůrci na břehu oceánu možností a můžeme vytvářet a ovlivňovat skutečnost mnohem více, než nás cíleně učí a než nám dovolují. Jsem pak natolik ješitný a sobecký, že si uzurpuji právo žít právě v takovém vyspělém období a mít onu úžasnou možnost, svobodu a právo tvořit a svojí troškou přispět k celku.

Máme nádhernou zemi a jsem zatím ještě hrdý na to, že jsem Čech. Máme nádhernou planetu a jsem vděčný za to, že jsem člověk. Můžeme se poučit z naší nesmírně pestré historie, právě proto, že byla a je v mnohém obtížná a často tragická – to jsou však podmínky a šance pro rozvoj a růst, ne pro pokles a úpadek. To vše je závazek a z něho vyplývající odpovědnost! A taky příslib naší přítomnosti a budoucnosti, včetně té, kterou připravíme my sami, jeden každý z nás, sobě i našim potomkům.

V hluboké úctě se alespoň tímto způsobem chci poklonit všem poctivým a slušným lidem v naší zemi, kteří se ani v současném nastavení společnosti nenechávají zlomit, zastrašit a ovládat a jsou úspěšní. Dělalí a vytvářejí něco, co má smysl a co je někomu užitečné, ať už je to v oblasti hospodářství, umění a kultury nebo sociální, ve smyslu skutečné pomoci těm,

kteří pomoc opravdu potřebují, a jsou i ve svém okolí považováni za vzory hodné respektu, úcty a následování. Moc jim fandím a držím palce.

Chtěl bych poděkovat rovněž všem těm, kteří se na vzniku této knížky buď přímo podíleli a pomáhali mi s její přípravou, anebo do nějaké míry přispěli k tomu, že jsem ji napsal. Zvláštní dík patří členům mého týmu, především za trpělivost a ochotu převzít některé mé běžné povinnosti, abych se mohl psaní a přípravě knihy věnovat. I oni však, spolu s našimi externími spolupracovníky a dodavateli, mají velikou zásluhu na jejím vzniku. Při psaní jsem mohl čerpat z naší společné mnohaleté zkušenosti, kterou bych sám nikdy neměl šanci obsáhnout.

■ 1 Dřevostavba?

Otazník za názvem kapitoly není omylem ani náhodou. Obecně totiž není zcela jasné, co pojem *dřevostavba* znamená. Spojení slov působí dojmem, že jde o označení pro stavbu ze dřeva – tedy pro stavby typu masivních srubů nebo dřevěnic. Tyto stavby ale tvoří jen mizivý podíl z celkového množství staveb označovaných jako *dřevostavba*. V odborné stavební terminologii není termín definován. Abychom nepoužívali označení, pod nímž si každý může představovat něco trochu jiného, budeme pro účely této knihy pod pojmem *dřevostavba* rozumět **takovou stavbu, která pro svou nosnou konstrukci, zajišťující přenos zatížení a celkovou prostorovou tuhost a integritu, využívá v převážné míře dřevo a materiály na jeho bázi.**

Vyjdu-li ale z právě uvedené definice, může dřevo v rámci stavby představovat pouze malý podíl jejího objemu, a pak je označení jednoznačně preferující dřevo matoucí. Je to pak trochu podobné známé hříčce o paštice ze slavičích jazýčků, kde se však k jazýčkům přidává koňské maso v poměru jeden kůň na jeden slavičí jazýček.

Jsem přesvědčen, že ani dřevo není ideálním materiálem pro všechny stavby a konstrukce, a je zbytečné snažit se ho za každou cenu uplatnit i v situacích, kdy by daný úkol lépe splnil jiný materiál (ocel, beton, zdivo apod.). Pak už ale nosnou konstrukci nemusí tvořit převážně dřevo a obtížně bychom naplňovali výše uvedenou definici dřevostavby. Jakkoli je mi použití dřeva jako konstrukčního prvku staveb velice blízké a často se ukazuje jako opravdu výhodné, ne vždy je tomu tak. V takových případech není nutné, aby duše „dřevostavbaře“ byla zatěžována pocitem viny, že ne vše je ze dřeva.

Stavba je komplexní, integrální a především reálné dílo, vznikající v konkrétních a často velice specifických podmínkách, ve kterém je nosné konstrukci ponecháván stále menší podíl jak fyzicky, tak významově. Cílem není, aby výsledkem byla stavba ze dřeva nebo z oceli či betonu, případně stavba zděná. Úkolem stavařů je navrhovat a stavět kvalitní stavby, které dobře slouží svému účelu a umějí se co nejjednodušeji přizpůsobit měnícím se potřebám. Stavby jsou ale zároveň výsledkem odpovědného přístupu jejich tvůrců, pokud jde o vliv na životní prostředí, a to jak při jejich vzniku, tak během provozu, případně likvidaci.

Hledat cestu k naplnění výše uvedeného cíle nám bohužel komplikuje dosavadní přístup a obecně trend ve společnosti, kdy se stále častěji pod modlou specializace ztrácí původní smysl stavby jako celku. Pokud jde o základní nosné konstrukce, je pak odborný svět rozdělen na „oceláře“, „betonáře“ a „dřevaře“, kteří byli po léta vychováni ke vzájemnému despektu a nedůvěře a kteří teď jen velice obtížně nacházejí společnou řeč při hledání ne „toho jejich“, ale v konkrétním případě nejvhodnějšího řešení. Doplníme-li „odborný“ svět ještě o politiko-ekonomický, a tedy mocenský, ve kterém se vlastní stavba a její technické řešení, smysl a cíl často zcela vytrácejí, dostaneme se k zajímavému, většinou však rovněž velice smutnému mixu. O tom ale tato kniha není.

Ve světě se však naštěstí stále častěji a ve stále větší míře, setkáváme s případy, kdy jsou dřevěné konstrukční anebo výplňové prvky na bázi dřeva velice úspěšně a efektivně kombinovány a integrovány s konstrukcemi na jiné materiálové bázi. Také tomuto tématu se budeme podrobněji věnovat.

■ 1.1 Systém Two by Four (TBF) – základní popis

Jak již bylo uvedeno, systém *Two by Four* (dále TBF) je název pro konstrukční systém dřevostavby. Mám-li se se čtenáři této knihy podělit o své zkušenosti, musím objasnit aspekt, který s TBF úzce souvisí. Často se ve své profesní praxi setkávám s přístupem, kdy se od konstrukčního systému očekává jakási jeho uzavřenost, jasná ohraničenost, dané detaily, jednoznačná řešení a nad tím vším, jako symbol boží přítomnosti, certifikace. Zklamání všechny, kdo něco takového očekávají i od TBF.

TBF, alespoň tak, jak jsem ho já poznal, je spíše konstrukční filozofie postavená na obecných, avšak trvale platných zásadách a pravidlech, z nichž je vždy možné vycházet a kam se lze vždy vracet. Má pevný, jasný základ a na druhé straně umožňuje nekonečné množství různých variant a aplikací, integraci s jinými konstrukčními prvky a konstrukčními systémy. Systém je právě kvůli své geniální jednoduchosti otevřený a flexibilní, a to mu umožňuje jít neustále s dobou a reagovat na vývoj požadavků, doprovodných materiálů, systémů a technologií. TBF má v sobě zakódován jakýsi „samorozvoj“, což mu umožňuje chovat se udržitelně a být neustále „in“. To je ale do značné míry v rozporu se současnou stavební praxí založenou na uzavřených a certifikovaných systémech, jejichž změna nebo úprava podle potřeb situace je buď nemožná, anebo velice obtížná. Architekt, projektant ani realizační firma tak nejsou motivováni k pochopení konkrétní stavby a jejímu vyhodnocení směrem k hledání toho nejvhodnějšího řešení. Naopak, jsou spíše vedeni nastavit řešení tak, aby vyhovovalo certifikovanému systému, s nímž jsou zvyklí pracovat a který se třeba i osvědčil, možná ale ve zcela odlišných podmínkách.

Rozsáhlá „masáž“ odborné i laické veřejnosti, že pouze to, co bylo certifikováno jako ucelené řešení, je možné použít a jiná řešení musejí být zaručeně špatná, dále omezuje kreativitu především architektů a projektantů.

Přestáváme být tvůrci a stáváme se aplikátory připravených a někým jiným vymyšlených řešení. Je třeba mít na paměti, že stavbu jako takovou ze své podstaty certifikovat nelze, pouze snad její některé části. Ani sebelepší a sebekvalitnější části však nejsou zárukou kvalitního celku. Nezbyvá tedy než znovu připomenout, že by nám vždy mělo jít také o celek a podle toho přistupovat i k volbě částí a toho, co je propojuje. Žádný certifikovaný, uzavřený systém nemůže reagovat na množství potřeb v rozmanité a různorodé praxi – podobně jako příliš podrobné zákony nemohou řešit všechny případy a jejich kombinace, které přináší běžný život.

Certifikované řešení, jakýsi protipól řešení optimálního, znamená jedno konkrétní, „zabetonované“ na dlouhou dobu a vylučující jakoukoli alternativu nebo obměnu. V takových případech se běžně postupuje tzv. „na jistotu“, kdy toto jedno konkrétní řešení musí vyhovět i v nejhorších (nejnáročnějších) možných případech. Ve všech ostatních, a těch je drtivá většina, je pak ale zbytečně předimenzované, a tedy i zbytečně nákladné. Certifikace znamená rovněž nemalé náklady spojené s vlastním jejím procesem, který může trvat i několik let, a tedy celkem přirozenou snahu certifikované řešení už pak dále neměnit a co nejdéle jej používat. To je ale v přímém rozporu s jiným současným trendem, který velí chrlit na trh stále nové a nové materiály, výrobky a produkty.

Na obou pólech tohoto rozporu se však dá úžasně vydělávat. A protože i zde platí obecný zákon harmonie a zachování energie, a tedy i ceny, jednu miskou vah těchto výdělků nutno



Obr. 1.1 Základní fošnová konstrukce TBF, na horním obrázku zatím bez opláštění deskami OSB. Deskový ztužující efekt nahrazuje provizorní diagonální zavětrování. Na pravém obrázku se opláštění provádí z vnější strany a spolu s rámem stěny.

vyrovnat miskou druhou, a tou jsou pak ceny staveb, vlastní certifikační procesy, neustálé změny pravidel, a zbytečné a neefektivní mrhání a plýtvání jak materiály, tak i lidskou energií a potenciálem lidských schopností, které by mohly, a především měly, být využívány mnohem smysluplněji a ve prospěch člověka a přírody, ne na jejich úkor. Není na světě ale jiný tvor, který by byl schopen dělat takové hlouposti a tolik si komplikovat život, jako právě člověk.

Nechci však působit jako zarytý odpůrce certifikace. V dnešní době, kdy je trh zaplavován novými výrobky, technologiemi a materiály, je jistě vhodné usnadnit a zjednodušit stavební praxi orientaci v této záplavě a upozornit na výhody, případně úskalí některých řešení. Certifikace by se ale měla týkat především obecných postupů, které nepodléhají rychle se měnícímu vývoji a jejichž dodržením a respektováním bude zaručen dobrý výsledek. Certifikace v tomto smyslu pak bude velice jednoduchá, ale zároveň jednoznačná a srozumitelná.

Stavební obor je součástí celku, který svým dílem vytváří. Zároveň je jím ale ovlivňován. Promitají se do něj i společenské problémy a vzhledem k tomu, že se ve „stavařině“ točí celkem slušné peníze, lze jen očekávat tomu úměrné tlaky a snahy o prosazení dílčích zájmů, bez ohledu na zájem celku. Až příliš často dokonce proti němu.

Ve stavební praxi se samozřejmě projevuje i vliv reklamy, marketingu a obecný trend „prodat“. Není neobvyklé, že se do popředí dostávají prvky, materiály a technologie, které zdaleka nepatří technicky k nejlepším. Často jsou rovněž opouštěny ověřené postupy a produkty, jen aby se vyhovělo silnému volání po neustálé „inovaci“. V našem oboru jsou tyto trendy zvláště problematické, protože předpokládaná životnost stavby je přirozeně podstatně delší než životnost většiny komodit, které běžně kupujeme. Pro projektanta a především pro realizační firmu není jednoduché převzít odpovědnost za výběr a aplikaci produktu nebo postupu, který sice má „certifikát“, na trhu však není ani rok, nejsou s ním vlastně žádné zkušenosti, a přitom má ve stavbě fungovat řadu desetiletí.

Práce s TBF může být hodně odlišná od běžné stavební praxe. Na druhé straně nám dává možnost tvořit a dále tento jedinečný vklad, kterým se jako lidské bytosti odlišujeme od zvířat, rozvíjet. Nabízí značnou míru svobody při hledání nevhodnějšího řešení pro daný případ – právě proto, že ho svázat nelze. Ale i zde jsou nezávislost a tvůrčí svoboda podmíněny znalostí problematiky, zkušeností a příslušnou mírou osobní odpovědnosti.

Systém dřevostavby *Two by Four* (také *Stick Frame*, *Platform Frame*) vznikl ve druhé polovině 19. století v USA a je dosud nejpoužívanějším systémem moderních dřevostaveb. Přesněji řečeno dřevostaveb, u nichž je základním konstrukčním prvkem fošna vytvářející rovinný rám, a to nezávisle na případné míře prefabrikace. Většina současných prefabrikovaných systémů dřevostaveb tedy vychází rovněž z TBF.

Hlavní podmínky vzniku TBF byly tři:

- Potřeba konstrukčního systému založeného na místním a snadno dostupném materiálu, který by byl zároveň jednoduchý a efektivní a nevyžadoval by v té době standardní řemeslnou zručnost, znalost a zkušenost.
- Vynález strojně vyráběného hřebíku, který byl na rozdíl od hřebíku ručně kovaného podstatně levnější a umožnil místo klasických tesařských spojů aplikovat spoje hřebíkové. S tím souvisí i další přirozený krok, a sice využití fošny namísto trámu.

- Nezátíženost amerického prostředí tradicí a lpěním na tradičním řemesle. V Evropě se dosud vyvíjejí drahé a komplikované, dnes počítači řízené stroje (CNC), které bez zásahu lidské ruky umějí standardní tesařské spoje na trámech. TBF stále využívá lidské mozky a ruce, ale nepotřebuje ani trámy, a tedy ani standardní tesařské spoje a v dnešní době drahé a výkonné CNC stroje a technologie, které mimo jiné mohou výrazně omezit potřebu lidské práce a snižovat požadavky na kvalifikovanost pracovníků. Říkáme tomu rovněž efektivita.

Přeložíme-li názvy užívané pro TFB přesně, dobře vystihují podstatu: *Two by Four* – „dva krát čtyři“ (rozměr průřezu základního konstrukčního prvku – fošny – v palcích: 2" × 4"), *Stick Frame* – „rám z klacků“, *Platform Frame* – „rámování s platformou, stropní deskou“. Přesto se doposud nepodařilo najít vhodný český ekvivalent. V běžné praxi se tak můžeme setkat s následujícími názvy:

- **Lehký skelet.** Skelet obecně je definován jako konstrukční systém sloupů, průvlaků, desek a ztužujících stěn. TBF však tuto definici nespĺňuje ani v jednom z parametrů, a proto považují za nepřesné, nevhodné a matoucí používat toto označení.
- **Sloupkový systém.** Sloup je konstrukční prvek, který většinou nahrazuje stěny a přenáší především svislá osová zatížení (v případě betonových či ocelových konstrukcí i zatížení ohybovými momenty). Na sloup navazuje vodorovný průvlak nebo deska se skrytým průvlakem. Ani tuto definici však TBF nespĺňuje, a rozhodně nejde ani o žádný systém sloupů či sloupků.
- **Letmá montáž.** Tento název mi zatím nikdo nevysvětlil a neznám ani jeho původ. Osobně mi žádný smysl nedává.
- **Fošnový rámový systém dřevostavby.** Název je asi nejbližší skutečnosti, protože základním konstrukčním prvkem je skutečně fošna sbíjená do rámu. V odborných textech jsem se ale s tímto označením nikde nesetkal.

Pro potřeby této knihy zůstanu proto i nadále u zažitého a osvědčeného názvu *Two by Four* (TBF). Budu přitom mít na mysli ještě jeho původní formu, kdy je konstrukce vytvářena z jednotlivých prvků přímo na místě stavby.

■ 1.1.1 Fošnový rám

Fošnový rám je jednoduchý rovinný konstrukční prvek. Tvoří jej fošny uspořádané do dvou na sebe kolmých směrů v podobě vodorovných prahů a svislých „stojek“. Ve své rovině je však taková konstrukce měkká a je třeba ji zabezpečit. To můžeme udělat opět jednoduše. Buď diagonálními prvky, prkny – což byl způsob používaný v počátcích TBF, kdy ještě nebyly k dispozici deskové materiály. Nebo deskovými prvky, což je obvyklejší způsob. Opláštění pak zajišťuje nejen tuhost v rovině vlastního rámu, tedy funkci konstrukční, ale rovněž funkci opláštění a u obvodových konstrukcí často i funkci parobrzdné a vzduchotěsné roviny (viz kapitola 4 *Skladby obvodových konstrukcí*).

Tuhost rámu a jeho schopnost přenášet zatížení ve své rovině a rovněž v rámci prostorové konstrukce stavby závisí na několika parametrech:

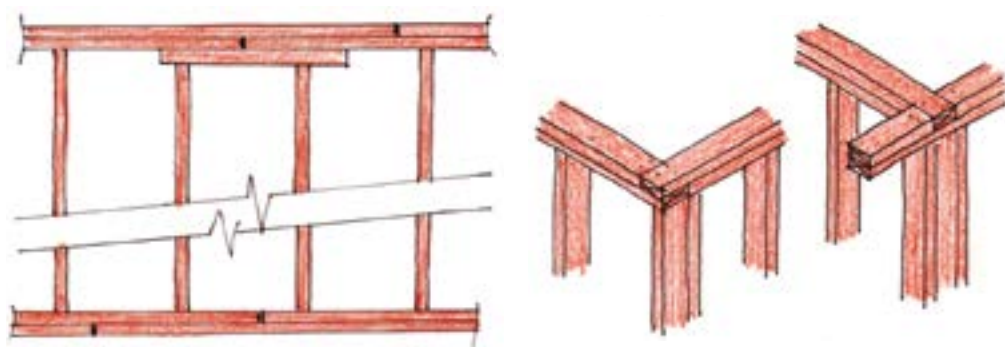
- dimenzi a tuhosti spojení fošnových prvků,
- dimenzi a tuhosti opláštění,
- tuhosti spojení mezi fošnovým rámem a opláštěním.

Uvedené parametry by měly být ve vzájemné harmonii. Pokud tuhé opláštění připojíme k fošnovému rámu měkce, tedy sem tam nějakým hřebíkem, bude právě toto měkké připojení nejslabším článkem. Fošnový rám i opláštění odolají, ale dojde k jejich oddělení v místě připojení. Stejně tak pokud tuze připojíme měkké opláštění, funkci nejslabšího článku přebírá právě opláštění. Vlastní spojení potom odolá, ale dojde k porušení prvků opláštění.

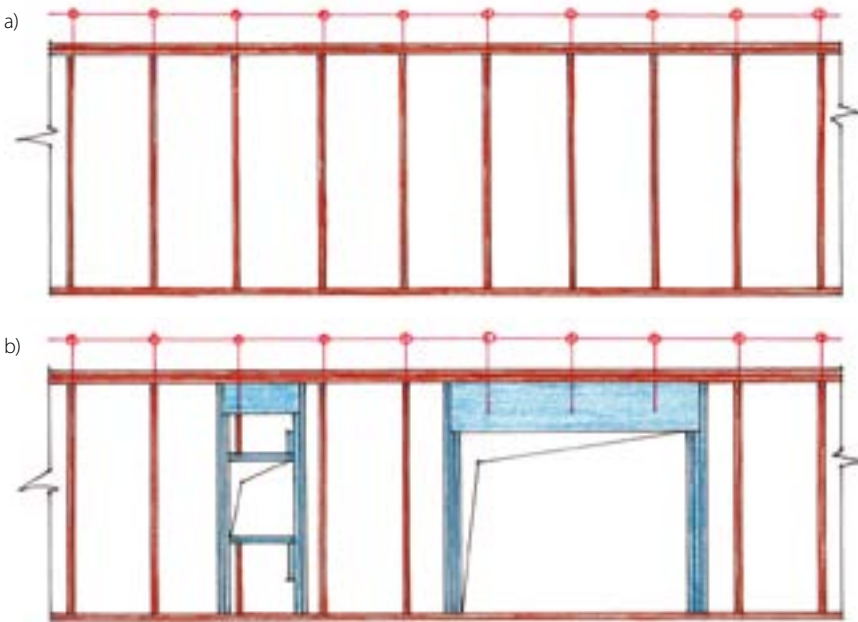
Budeme-li deskové materiály opláštění spojovat na fošně rámu, musíme zohlednit jejich připojovací požadavky. Z konkrétních požadavků jednotlivých deskových materiálů vyplývá minimální tloušťka fošny, na které se prvky opláštění spojují. Požadovaná šířka fošny už tedy nemusí být dána statickými důvody z hlediska přenosu například svislého zatížení, ale požadavkem na minimální požadovanou šířku pro spoj opláštění. Vzdálenost a dimenze fošnových prvků tedy závisí rovněž na požadavcích na spojení prvků opláštění. Dalším aspektem, který určuje vzdálenost fošnových prvků, mohou být rozměry desek na opláštění, ale také například zvolená modulová síť a šířka, v níž se vyrábí tepelná izolace, která má být do konstrukce použita, aby bylo možné jí aplikovat bez nutnosti dodatečných úprav, což zbytečně zvyšuje prožer a spotřebu materiálu a také pracnost.

Princip převazování a provazování prvků

Pro TBF je typický princip převazování a provazování prvků, což významně přispívá ke kontinuitě, tuhosti a integritě konstrukce. Spoje či návaznosti musejí být vždy prostřídány, stykové spáry dvou po sobě jdoucích vrstev nesmějí být v jednom místě apod. Rovněž například obvodové stěny jsou provázány s vnitřními stěnami a příčkami. Princip převazování platí pro vodorovné kladení desek opláštění stěnových rámu, pro aplikaci deskového opláštění na stropní konstrukci, stejně tak pro více vrstev tepelné izolace, křížové rošty a v řadě dalších případů. Jde o svým způsobem obecný a obecně aplikovatelný princip a pravidlo TBF, které lze se znalostí věci i porušit, avšak pak je nutno aplikovat dodatečná opatření. V případě prefabrikované varianty TBF nelze tento princip zcela dodržet. Minimálně ve styku prefabrikovaných dílů je pak třeba zajistit vazbu garantující potřebnou tuhost a spojitost konstrukce jiným způsobem, včetně celistvosti a kontinuity některých důležitých vrstev (parotěsná, parobrzdňá).



Obr. 1.2 Příklad převazování prvků v rámci fošnové konstrukce – vazba vrchních prahů v rohu, provázání vnitřní stěny s obvodovou, napojování prahů stěnového rámu. Princip převazování a překládání se uplatňuje v mnoha dalších případech.



Obr. 1.3 Stěnový rám TBF: a) základem stěnového rámu jsou vodorovné (prahové) a svislé (stojkové) fošnové prvky. Principiálně shodný rám používáme pro svislé, vodorovné i šikmé konstrukce; b) konstrukci otvorů vkládáme do standardní modulace prvků.

■ 1.1.2 Stěnový rám

Stěnový rám je svislá konstrukce s funkcí obvodové stěny stavby. Prioritně přenáší svislé zatížení od stropní konstrukce a ze stěn vyšších podlaží. Stojkové fošnové prvky rámu jsou namáhány především na tlak, a je tedy třeba hlídat vzpěr těchto prvků a rovněž otláčení prahových vodorovných prvků. Vodorovné prvky se nazývají prahy, svislé pak stojky. V dnešní době je rám většinou opláštěn deskovými materiály na bázi dřeva (OSB desky) nebo sádrovláknitými, případně jinými deskami, které zajišťují potřebnou tuhost rámu v jeho rovině. Desky se připojují v případě OSB hřebíky, v případě sádrovláknitých desek nejčastěji sponkami nebo vruty.

Vzdálenost stojek se pohybuje nejčastěji v rozmezí 400–650 mm. Rám je pochopitelně „narušen“ okenními a dveřními otvory.

- Na *obrázku 1.3* je patrná skrytá modulace systému TBF. Stojky základního rámu jsou umístěny v předepsaném modulu. Okno nebo jiná konstrukční úprava však může tento modul narušit, aniž se to negativně projeví. TBF má tedy svůj, jakýsi vnitřní modul a řád, aniž tím omezuje související prvky a ostatní části stavby.

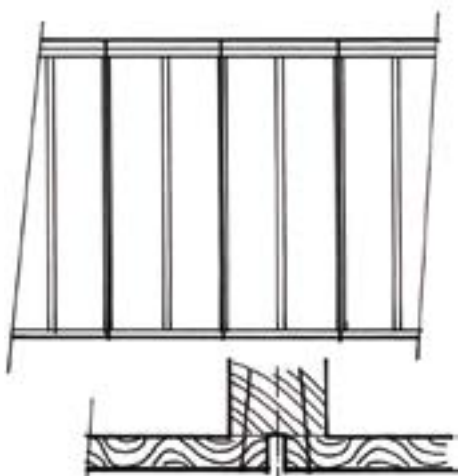
Při opláštění stěnového rámu rozlišujeme tři základní způsoby kladení desek:

- **Svislé kladení.** Desky formátu většinou na celou výšku stěny a bez úpravy pero – drážka jsou napojovány na stojky. Šířka stojky musí odpovídat požadavkům na připojení desek a v běžných případech je nutno použít sloupky s minimální tloušťkou 60 mm, což není jinak ze statického hlediska nutné a znamená to zbytečně vysoký podíl konstrukčních prvků ve

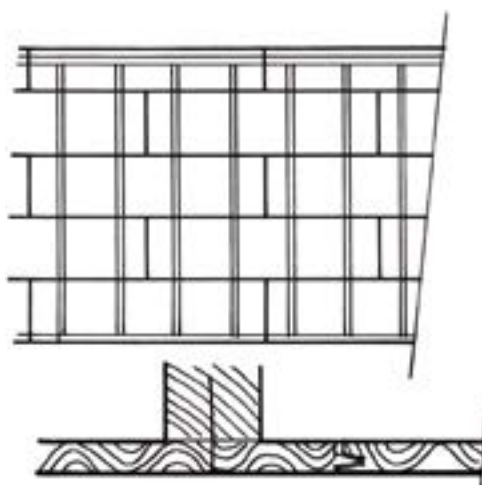


Obr. 1.4 Běžná konstrukce stěn na stavbě

stavbě, což není například z tepelnětechnického hlediska žádoucí. V některých případech, zvláště u sádrovláknitých desek, se svislá spára mezi deskami lepí předepsaným lepidlem, což přispívá k větší tuhosti spoje a tím i celého rámu. Stojky, na kterých se desky nenapojují, jsou pak zbytečně široké, protože není v praxi obvyklé, aby se používaly různé tloušťky stojkových prvků pod spoj desek a mimo něj. Stojky, na kterých se desky napojují, a stojky bez tohoto spoje jsou pak namáhány odlišným způsobem.



Obr. 1.5 Svislé kladení desek bez perem a drážky – desky musejí být spojeny vždy na fošně rámu a musí být dodržena potřebná úložná plocha pod krajem desky.



Obr. 1.6 Vodorovné kladení desek s perem a drážkou – spoje s perem a drážkou nemusejí být přímo podepřeny prvky rámu. Svislé spoje je třeba vystřídat minimálně přes jedno pole. V případě, že desky jsou ve spojích lepeny, což vyplývá často z požadavku na vzduchotěsnost, vytvářejí desky spojitý kontinuální prvek a rovnoměrně přenášejí i zatížení.