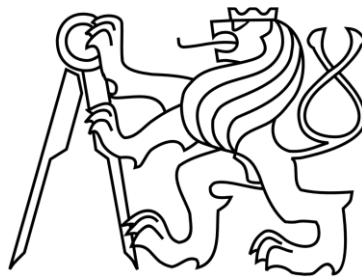


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Využití prefabrikovaných instalačních  
jader ve výstavbě jednopodlažních  
rodinných dřevostaveb**

**Alice Kremerová**

**2018**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto Técnico**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 27. 5. 2018

.....

Alice Kremerová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Tomáši Váchalovi, Arquitecto Técnico za jeho cenné rady a vedení při vypracování této bakalářské práce. Dále panu Ing. Ludřku Liškovi z firmy EUROPANEL, s.r.o. za poskytnutí podkladů a podnětných odborných konzultací. Zvláště bych ráda poděkovala své nejbližší rodině za psychickou, finanční i odbornou podporu nejen při vypracovávání této práce, ale v průběhu celého mého dosavadního studia.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kremerová Jméno: Alice Osobní číslo: 423153

Zadávací katedra: Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Využití prefabrikovaných instalačních jader ve výstavbě jednopodlažních rodinných dřevostaveb

Název bakalářské práce anglicky: Use of pre-manufactured plumbing cores in the construction of single-storey family wooden structures

Pokyny pro vypracování:

Popsání a porovnání jednotlivých konstrukčních systémů dřevostaveb

Popsání způsobu zakládání a řešení hydroizolace spodní stavby u dřevostaveb

Historie a systém využití prefabrikovaných jader v bytových stavbách

Vypracování a porovnání harmonogramů výstavby jednopodlažních rodinných domů

Návrh dispozičních řešení dřevostavby s využitím prefabrikovaných instalačních jader

Seznam doporučené literatury:

Kolb, Josef: Dřevostavby, Grada publishing, Praha 2011, ISBN 978-80-247-4071-3

Veverka, Jiří; Habířová, Zdeňka; Jindrák, Miroslav; a kol.: Dřevostavby pro bydlení, Grada publishing, Praha 2008, ISBN 978-80-247-2205-4

Materiály poskytnuté firmou EUROPANEL

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto Técnico

Datum zadání bakalářské práce: 19.02.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## Obsah

Úvod .....	9
Cíle bakalářské práce .....	9
1. Konstrukční systémy dřevostaveb .....	11
1.1. Hrázděné dřevostavby .....	12
1.2. Roubené dřevostavby .....	15
1.3. Sruby .....	18
1.4. Skeletové systémy .....	21
1.4.1. Lehký skeletový systém .....	22
1.4.2. Těžký skeletový systém .....	27
1.5. Panelové systémy .....	29
1.5.1. Panel s dřevovláknitou deskou a dřevěným rámem .....	30
1.5.2. SIP panel .....	34
1.5.3. CLT panel .....	39
2. Způsob zakládání a řešení hydroizolace spodní stavby u dřevostaveb .... .....	44
2.1. Základová deska .....	46
2.2. Zemní vruty .....	50
3. Prefabrikovaná instalační jádra .....	55
3.1. Historie prefabrikovaných jader v bytových stavbách .....	55
3.2. Vlastnosti prefabrikovaných jader .....	57
4. Dřevostavba s konstrukční technologií SIPs panelů založená na zemních vrutech s prefabrikovaným instalačním jádrem .....	59
4.1. Prefabrikované instalační jádro EUROPANEL CORE .....	59
4.2. Instalace prefabrikovaného instalačního jádra EUROPANEL CORE .....	60
4.3. Metodika návrhu .....	61

4.4.	Postup výroby prefabrikovaného instalačního jádra.....	63
4.5.	Princip osazení prefabrikovaného instalačního jádra.....	63
4.6.	Výhody tohoto systému.....	65
5.	Harmonogram výstavby .....	66
5.1.	Výstavba zděného jednopodlažního rodinného domu založeného na železobetonové základové desce .....	66
5.2.	Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na železobetonové základové desce .....	66
5.3.	Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech.....	66
5.4.	Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech s využitím prefabrikovaného instalačního jádra .....	66
5.5.	Porovnání doby výstavby jednotlivými technologiemi .....	67
6.	Návrh dispozičních řešení s využitím prefabrikovaných instalačních jader .....	68
	Závěr.....	69
7.	Zdroje a použitá literatura .....	70
7.1.	Použitá tištěná literatura .....	70
7.2.	Použité elektronické dokumenty .....	71
7.3.	Seznam zkratk .....	74
7.4.	Seznam obrázků .....	75
7.5.	Seznam grafů.....	77
7.6.	Seznam příloh.....	77

## **Anotace**

### ***Využití prefabrikovaných instalačních jader ve výstavbě jednopodlažních rodinných dřevostaveb***

Autorka se v této bakalářské práci zabývá popisem jednotlivých typů konstrukčních systémů dřevostaveb, způsobů zakládání a řešení hydroizolace spodní stavby. Dále popisuje prefabrikovaná instalační jádra nejen z historického hlediska, ale především z hlediska jejich uplatnění v soudobé výstavbě rodinných domů. Autorka v této práci ukazuje možnost spojení konstrukčně izolovaných panelů SIP, zakládání pomocí zemních vrutů a využití instalačních prefabrikovaných jader jako efektivní a časově výhodné pro výstavbu jednopodlažních rodinných domů. Součástí práce je porovnání výstavby dřevostaveb výše uvedeným způsobem s tradičním zděným rodinným domem.

#### **Klíčová slova:**

Konstrukční systémy dřevostaveb, zakládání dřevostaveb, prefabrikovaná instalační jádra, harmonogram výstavby

## **Abstract**

### ***Use of pre-manufactured plumbing cores in the construction of single-storey family wooden structures***

The author of this bachelor thesis deals with description of individual types of construction systems of wooden structures, ways of construction and solution for hydro isolation of the substructure. It further describes pre-manufactured plumbing cores not only from the historical point of view, but especially from the point of view of their application in current construction of family houses. The author points out the possibilities of connecting constructional isolated SIP panels, construction by using ground screws and usage of pre-manufactured cores as a way of effective and time saving construction of single-storey family houses. Part of the thesis is a comparison of the time needed for construction of wooden structures in the way described above and traditional brick family house.

## **Keywords**

Construction systems of wooden structures, foundation of wooden structures, pre-manufactured plumbing cores, construction schedule



## Úvod

Instalační prefabrikované jádro je technickým centrem celé stavby. Nachází se zde elektrický rozvaděč, veškeré vodovodní a kanalizační potrubí, zásobníkový ohřívač teplé vody a sanitární zařizovací předměty. Výstavba instalačního jádra na staveništi je časově náročná a jedna z nejsložitějších částí celé stavby. Přenesením těchto procesů do zastřešené a temperované haly je možné vyloučit většinu chyb při provádění a zkrátit čas výstavby celého díla.

V minulosti byla prefabrikovaná instalační jádra hojně využívána při výstavbě panelových sídlišť, kde výrazně urychlovala a zjednodušovala jejich realizaci. V České republice bylo v letech 1958 až 1990 vyrobeno a použito na 1,18 milionu instalačních jader v panelových domech. Z dnešního pohledu jsou však tato jádra již absolutně nevyhovující. V případě spojení základních principů jejich výstavby s moderními technickými a technologickými poznatky je možné instalační prefabrikovaná jádra efektivně využívat při současné výstavbě jedno- i vícepodlažních jak rodinných, tak bytových domů.

Bohužel je však nutno konstatovat, že literatura zabývající se tématem dřevostaveb, jejich zakládáním a spojením dřevostaveb s instalačním prefabrikovaným jádrem je na českém knižním trhu značně omezená. Díky internetu je možné získat množství informací, je však nutné přejímat informace pouze z dostatečně ověřených zdrojů.

### ***Cíle bakalářské práce***

Cílem bakalářské práce bude rešerše konstrukčních systémů dřevostaveb, jejich charakteristických znaků, historie, statického působení konstrukce, výhod a nevýhod konstrukce jako celku. Bude popsán způsob zakládání a řešení hydroizolace spodní stavby v současné době nejvíce využívané u dřevostaveb – základová deska a zemní vruty. Dále bude představeno prefabrikované instalační jádro z hlediska historie, jeho vlastností a způsobu využití v soudobých rodinných dřevostavbách. Poté bude prezentováno spojení dřevostavby postavené technologií SIPs panelů,

založení na zemních vrutech a využití instalačního prefabrikovaného jádra z hlediska metodiky návrhu, použitých materiálů, postupu výroby a principu výstavby. V praktické části bakalářské práce budou vypracovány harmonogramy 4 referenčních objektů – tradiční zděný rodinný dům založený na základové desce, dřevostavba ze SIPs panelů založena na základové desce, tatáž stavba založena na zemních vrutech a jako poslední dřevostavba ze SIPs panelů založena na zemních vrutech s využitím instalačního prefabrikovaného jádra. Pro názornost budou vypracovány 3 návrhy dispozičních řešení rodinné dřevostavby s využitím instalačního prefabrikovaného jádra.

## 1. Konstrukční systémy dřevostaveb

Pod pojmem dřevostavba se rozumí stavební dílo, jehož nosnou konstrukci i další doprovodné konstrukce tvoří v převážné míře dřevo spolu s materiály na jeho bázi. Nosná konstrukce zajišťuje přenos zatížení, celkovou prostorovou tuhost a celistvost. Nosná konstrukce je doplněna dalšími materiály a díly podle konkrétních požadavků a podmínek. [3] [4] [6]

Dřevostavby mají své specifické konstrukční systémy, jejichž úkolem je spolehlivým způsobem přenést zatížení vrchní stavby do základové konstrukce. Konstrukční systémy dřevostaveb jsou dány charakterem nosného prvku, dimenzemi a vzdálenostmi nosných prvků, dispozičním řešením stavby a také požadavky investora na celkové náklady. Konstrukční systémy jsou velmi rozmanité, od lehkých rámových konstrukcí přes těžké skelety až po masivní konstrukce. Setkáváme se s tradičními roubenkami a sruby, lehkými typy konstrukcí importovanými ze zámoří i s moderními masivními panely a lepenými dřevěnými prvky. Základní rozdělení je zjednodušené, jednotlivé konstrukční systémy se mohou nadále prolínat a kombinovat. [5] [8]

Z technologického hlediska se dřevěné konstrukce vyznačují následujícími charakteristickými vlastnostmi.

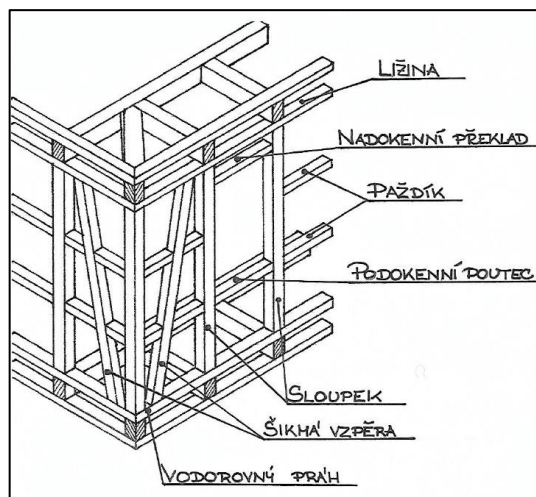
- Dřevo je v porovnání s jinými konstrukčními materiály mimořádně vhodné pro obrábění jak jednoduchými ručními nástroji, tak i průmyslovým způsobem.
- Dřevo je velmi dobře spojitelné rozebíratelnými i nerozebíratelnými spoji.
- Dřevo a dřevní materiály jsou mimořádně vhodné pro prefabrikaci a vytváření celků složených z více materiálů. [8]

## 1.1. Hrázděné dřevostavby

Hrázděné stavby jsou v českých zemích spíše ojedinělé, široce rozšířeny jsou především ve městech západní Evropy – Německu, Dánsku a Nizozemsku v regionech, v nichž dřevo nebylo k dispozici v takovém množství. Typická hrázděná stavba je zobrazena na obrázku č.1. Spotřeba dřeva u hrázděné dřevostavby je řádově menší než například pro srubové stavby. Od druhé poloviny 19. století se hrázděné stavby začaly omítat, aby co nejvíce imitovali masivní stavby z kamene a zdiva. Měšťané se domnívali, že tak zabezpečí své domy proti požáru. Díky omítce měli majitelé pocit, že „venkovskému“ stavení propůjčili „městskou“ tvář. [2]



Obr. č. 1 – Hrázděná dřevostavba



Obr. č. 2 – Základní prvky hrázděné stavby

Zdroj: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/2524-prave-hrazdene-stavby- jsou- jiz- histori>

Zdroj: Převzato z [1] a upraveno

Hrázděnou konstrukci tvoří viditelná dřevěná kostra, skládající se ze spodního vodorovného prahu, svislých sloupků, šikmých vzpěr a horního rámu – ližiny. Jednotlivá pole dřevěné kostry jsou vyplněna nejčastěji cihlovým zdivem. Svislé zatížení se přenáší přes sloupky do základů. Smykovou pevnost zajišťuje spolupůsobení kostry a zdiva. Ztužení je provedeno pomocí šikmých vzpěr. Kostra hrázděné stavby s popisem jednotlivých konstrukčních prvků je popsána na obrázku č.2. [1] [9]

Vodorovný práh ohraničuje hrázděnou stěnu směrem dolů a tvoří spojovací část mezi základem a stěnovou konstrukcí. Práh je podepřen v celé

délce nebo v krátkých vzdálenostech, takže jeho pevnost se požaduje pouze v případě tlaku kolmo k vláknům. [2]

Sloupky hrázděné konstrukce mají čtvercový průřez a jsou vždy pouze na výšku jednoho podlaží. Rozdělení sloupků v půdorysu vychází z uspořádání okenních a dveřních otvorů. Běžné vzájemné vzdálenosti sloupků jsou mezi 800 a 1200 mm. V dolní části jsou začepovány do základového prahu, v horní části do ližiny. Mezi sloupky jsou začepována další vodorovné dílce, tzv. paždíky, které rozdělují plochu vyzdívky mezi sloupky a slouží jednak jako její opora, jednak rozdělením této plochy se snižuje množství a velikost trhlin, které ve vyzdívce vznikají. Paždíky v místě otvorů tvoří překlad nad otvorem a u okenního otvorů podokenní poutec. [1] [2]

K zachycení vodorovných sil slouží v konstrukci šikmé vzpěry, které přenáší zatížení od větru přes spodní práh do základové konstrukce. Pomocí šikmých vzpěr získává hrázděná stěna potřebnou tuhost v rovině stěny. Vzpěry se umisťují do krajních polí stěny, většinou stačí dvě vzpěry pro celou stěnu, pouze u velmi dlouhých stěn je nutné doplnit další vzpěry. Sklon vzpěry musí být takový, aby byly horizontální síly přeneseny co nejkratší cestou do spodního prahu, následně do základů a nedocházelo k namáhání celé stěny horizontálními silami. [1] [2]

Ližiny vyrovnávají a zajišťují sloupky a vzpěry a tvoří horní uzavření hrázděné stěny. Horní rámy kromě toho tvoří podpory pro nosníky nebo krokve. Přenášejí tím zatížení horních poschodí a střechy do spodních sloupků a vzpěr. [2]

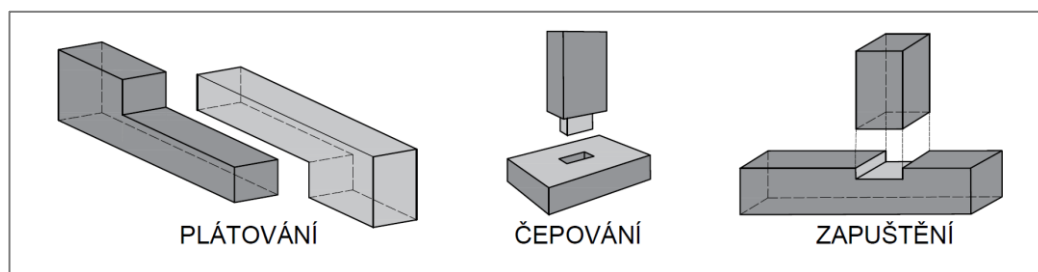
Dodatečně prováděná vyzdívka je staticky nevýznamná, plní pouze funkci ochrany interiéru před povětrnostními vlivy. Nevýhodou byly spáry mezi vyzdívkou a hrázděním. [1] [2] [9]

Prahový věnec bývá vyroben z odolnějšího modřínového nebo dubového dřeva. Lze použít i dřevo bukové, ovšem pouze v podmínkách trvale chráněných před vlhkostí. Sloupky a vzpěry hrázděné kostry se provádějí převážně ze smrkového a jedlového dřeva. [2] [9]

Původní technologie hrázděných konstrukcí byly velmi pracné, konstrukce se nejprve vyráběla v tesařské dílně a poté se na staveništi

smontovala. Při montáži na staveništi je nutné chránit konstrukci před povětrnostními vlivy. [1]

Prováděné spoje dřeva mohou přenášet síly z prutu na prut, nikoliv však tahové síly. Vaznice a prahy se plátují, sloupky, vzpěry a příčné prvky se spojují výlučně čepovými spoji, při čemž u více namáhaných vzpěr se používá zapuštění viz obrázek č.3. Pro zajištění spojů proti posunutí dnes slouží hřebíky, ve výjimečných případech také vruty do dřeva, přesné svorníky nebo vkládané hmoždíky. Všechny spoje byly prováděny jako tesařské, a protože dřevěná kostra zůstávala v hotové stavbě přiznaná a viditelná, byly na ni kladeny zvýšené nároky na pečlivost, opracování a povrchovou úpravu. [1] [2]



Obr. č. 3 – Tesařské spoje

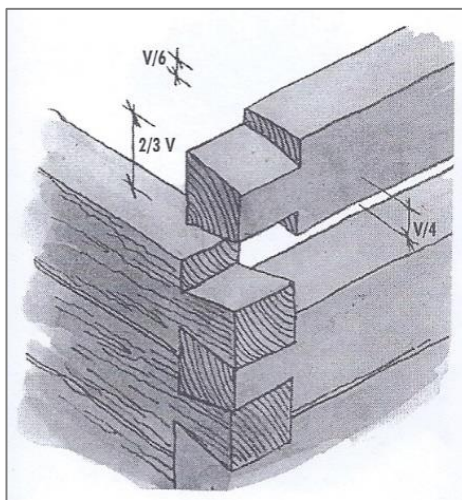
Zdroj: Vlastní zpracování

Jako sednutí je označován rozdíl rozměrů ve výšce hrázděné stěny, který vznikne v čase mezi zabudováním a ustáleným stavem. Ustálený stav nastává ve chvíli, kdy se dřevěné prvky přizpůsobí ustálené rovnovážné vlhkosti. Čím vyšší je vlhkost dřevěných prvků při zabudování, tím větší je míra sednutí hrázděné stěny, kterou je třeba očekávat. U hrázděných staveb je deformace dřeva sesycháním a bobtnáním ve směru kolmo k vláknům 10x až 20x větší než ve směru podélném. Opatření proti sednutí a deformacím konstrukce je zabudování již vysušeného dřeva do konstrukce. Všeobecně se požaduje, aby stupeň vysušení dřeva byl již při zpracování přizpůsoben pozdějšímu účelu použití. [2]

Klasické hrázděné stavby s nosnou konstrukcí viditelnou z venkovní strany se dnes u novostaveb téměř nepoužívají. Současné skeletové stavby se od hrázděných staveb liší tím, že nosnou kostru – skelet – tvoří pouze vodorovně a svisle uspořádané prvky, šikmé vzpěry jsou vynechány a klasické tesařské spoje jsou nahrazeny spoji inženýrskými pomocí spojovacích prostředků. [1] [2]

## 1.2. Roubené dřevostavby

Roubené dřevěné domy jsou jednovrstvé konstrukce sestavené z masivních profilů opracovaných do tvaru trámů. Název je odvozen od slovesa roubit, tedy od technologie provádění styků. Charakteristické je roubení tzv. na rybinu (obrázek č.4), kdy se konce trámů seříznou šikmo tak, aby do sebe pevně zapadly a přirozeně tak zabránily jakémukoliv vybočení do stran. Toto zajišťuje stabilitu stěny a prostorovou tuhost objektu. [7]



Obr. č. 4 – Roubení na rybinu



Obr. č. 5 – Roubená stavba č.p. 53

Zdroj: <http://www.drevostavby-rychle.cz/cs/roubenky-7.html>

Zdroj: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Rtyn%C4%9B\\_v\\_Podkrkono%C5%A1%C3%AD\\_venkovsk%C3%BD\\_d%C5%AFm\\_01.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Rtyn%C4%9B_v_Podkrkono%C5%A1%C3%AD_venkovsk%C3%BD_d%C5%AFm_01.jpg)

Historie roubených dřevostaveb sahá až do doby železné a bronzové. Díky dostupnosti bylo dřevo uplatňováno především při stavbě venkovských stavení. Velký rozvoj byl zaznamenán ve středověku zejména ve 14. století, kdy se hojně uplatnilo při výstavbě venkovských sídlišť. Nejstarší dochovanou roubenkou v Čechách je památkově chráněný dům č.p. 53 ve Rtyni v Podkrkonoší postavený v letech 1547 až 1548 (viz obrázek č.5). [w6]

Roubené dřevostavby se dělí na klasické a moderní z lepených hranolů.

Pro klasické roubené domy jsou používány především kmene jehličnatých stromů – horského smrku, jedle, borovice a modřínu. Průměry kmene se pohybují mezi 200 a 350 mm, ve stáří 80 až 100 let a dokonale zbavené kůry. Pro dolní řadu, tzv. prahový trám, roubené stěny uložené na základ se s ohledem na zemní vlhkost a lepší mechanické vlastnosti používají kmene listnatých stromů – dubu nebo jilmu. Dřevěné trámy bývaly na povrchu konzervovány volskou krví, tmavě červenou, hnědou až černohnědou směsí

hovězí krve a vápenného mléka. Mezery mezi kládami byly vykládány mechovou nebo slaměnou výplní, na ni byla uložena jílovitá hlína, do níž byly přidávány zvířecí chlupy, lněné a konopné pazdeří nebo vlákna z kopřivových stonků. Hliněný výmaz spár byl na povrchu urovnán, vyhlazen a opatřen vápenným nátěrem. Míra sedání vlivem dotvarování a doschnutí dřeva se u roubenek pohybuje v rozmezí 3 až 5 centimetrů na podlaží. [7] [w1] [w6]

Základním konstrukčním prvkem moderní roubenky jsou hranoly o šířce obvykle 20–25 cm a výšce podle typu použitého hranolu 24–28 cm. Délkovým nastavením jednotlivých profilů pomocí zubovitého spoje lze dosahovat délek až 16 m. Výroba roubené dřevostavby probíhá na CNC stroji. Kompletní model stavby je sestaven pomocí speciálního počítačového programu a CNC centrum pak vyrobí všechny potřebné spoje, prostupy pro elektroinstalaci, detaily a podobně. Montáž probíhá až na pozemku zákazníka. V případě moderních roubených dřevostaveb jsou používány výhradně lepené profily typu BSH či KVH zobrazené na obrázku č. 6 a č.7.



Obr. č. 6 – BSH hranol

Zdroj: <https://www.dek.cz/produkty/detail/3020203700-bsh-lep-profil-si-zakazka-pohledova-kvalita>



Obr. č. 7 – KVH hranol

Zdroj: <https://www.centrumdreva.cz/40x60-mm/kvh-hranoly/>

Lepené lamelové dřevo BSH se vyrábí ze dvou nebo více lamel z masivního dřeva vzájemně plošně slepených melaminovými lepidly. Jednotlivé lamely jsou technicky vysušeny na vlhkost 10-12 % ( $\pm 2$  %). Výsledné profily jsou dodávány hoblované a mají sražené hrany. Standardní vstupní surovinou je smrkové dřevo. Alternativně lze k výrobě použít sibiřský modřín případně borovicové dřevo. Profily KVH z masivního dřeva jsou čtyřstranně hoblované profily z jehličnatého (převážně smrkového) dřeva se sraženými hranami. Profily jsou technicky vysušeny na vlhkost 15 % ( $\pm 3$  %). Podle kvality povrchů se rozdělují na pohledové (KVH-Si) a nepohledové



(KVH-NSi) hranoly. Velkou výhodou použití těchto vysušených dřevěných profilů je naprostá eliminace sedání stavby vlivem sesychání dřeva a další technicky nežádoucí vlastnosti nevysušeného masivu (praskání, kroucení, rozvoj dřevokazného hmyzu a růst plísní), které se jinak běžně vyskytuje u roubenek zhotovených ze surového dřeva. Těsnost podélných spár je zcela dokonalá a není nutné spáry dodatečně tmelit. Problematika ochrany dřevěných prvků je řešena vhodnými nátěry a impregnacemi.

U moderních roubených domů z masivních trámů lze využít dvě možnosti nosné stěny. V prvním případě se jedná o variantu tradičního plného profilu (obr. č. 8), v druhém případě je mezi dvě roubené stěny svisle vložena tepelná izolace (obr. č. 9). Díky tomuto konstrukčnímu řešení je možné u roubených stěn dosáhnout doporučených hodnotu součinitele prostupu tepla pro nízkoenergetické domy. [w1] [w6] [w7] [w8] [w9]



Obr. č. 9 – Jednoplášťová stěna



Obr. č. 8 – Dvouplášťová stěna

Zdroj: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/moderni-roubenky-z-lepenych-hranolu/2180>

Zdroj: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/moderni-roubenky-z-lepenych-hranolu/2181>

Stabilita roubené konstrukce je řešena provázáním jednotlivých prvků v rozích stavby. V případě potřeby zvýšené stability je možné konstrukci v zhlaví doplnit o svislé kůly zaražené do země. [w6]

Při realizaci roubenky ze sušeného lepeného dřeva odpadá technologická přestávka po výstavbě z důvodu seschnutí dřeva. Díky přesné výrobě konstrukčních prvků je možné například okna vyrobit dřívě, než je

roubenka postavena. Dokončení stavby lze provést zhruba tři až čtyři měsíce po montáži roubeného skeletu. [3]

Mezi výhody roubených dřevostaveb patří materiálová čistota stavby, ekologičnost a také neopakovatelná atmosféra uvnitř i navenek. Nevýhodami jsou naopak poměrně vysoká spotřeba řeziva, horší protihluková izolace stavby a značná omezení, pokud jde o podlažnost staveb. Z důvodu odlišných rozměrů jednotlivých trámů se u klasických roubenek nedocílí bílé, dokonale rovné stěny v celém interiéru objektu. [3]

### 1.3. **Sruby**

V minulosti byly srubové konstrukční systémy nejrozšířenějšími konstrukčními systémy dřevostaveb. Tradiční srubová stavba je zobrazena na obrázku č. 10. V Rusku, ve Skandinávii a ve středoevropských horách, především v Alpách se setkáváme se srubovými stavbami určujícími obraz tamního tradičního prostředí. Ještě dnes se v horských oblastech staví srubové stavby. Srubové stavby postavené do stavebního prostředí, v němž nejsou tradičně zdomácněny, se ovšem nehodí do současného urbanistického rozvoje. Tradiční srubová stavba patří do adekvátního prostředí – tedy do horského či podhorského regionu. [2] [9]



Obr. č. 10 – Srubová stavba

Zdroj: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/jak-se-zije-v-kanadskem-srubu/2298>

V dřívějších dobách se plášť budovy srubových staveb sestával z jedné vrstvy, který měla současně obkladovou, nosnou a prostor vytvářející funkci.

Zvýšené požadavky uživatelů na izolaci a pohodu prostředí vedly k dnes běžným pláštům budovy a dřevěným konstrukčním prvkům s více vrstvami. Konstrukční systém srubových staveb není vhodný u budov s větší vzdáleností stěn a půdorys je pevně uspořádán. [2] [8]

Srubové konstrukce se dělí z hlediska technologie výroby na pravé, novodobé a falešné.

Pravé srubové konstrukce z masivu jsou zhotoveny ze srubových obvodových a příčkových stěn. Nejpoužívanějšími způsoby spojování srubových trámů je spojování pomocí přeplátování, prostorového rybinového spoje, případně pomocí zámkového spoje. Tloušťka obvodových a příčkových stěn se pohybuje od 150 do 300 mm, čímž byla dříve zajištěna tepelněizolační funkce objektu. Vodorovné spáry mezi jednotlivými srubovými prvky se utěšňovaly různými těsnícími materiály a různými konstrukčními způsoby, např. mechem, hlínou, dřevní vlnou nebo dřevěným krytím. Pro zvýšení celkové prostorové tuhosti stavby je doporučeno vytvořit vnitřní výztužnou stěnu přibližně v polovině délky stavby. Tato stěna je pomocí tesařského spoje odpovídající rohovým spojům, připojena k obvodovým stěnám. [9] [11]

Novodobé srubové konstrukce se skládají ze stavebních prvků masivního dřeva (tzv. kanadské sruby), nebo ze dřeva lepeného (z lepených bloků). Jednotlivé délkové prvky mohou být z jednoho kusu nebo mohou být délkově napojeny. [9]

Prvky nehraněných kanadských srubů se nejčastěji zhotovují z kulatiny z čerstvě pokácených stromů s vysokou vlhkostí, nebo mohou být částečně nebo zcela vysušeny ještě před vyhotovením jednotlivých prvků stěn. Těsnění vodorovných spár se řeší pomocí různých typů profilů masivního prvku, například výřezem ve tvaru V nebo U a v místě úložné spáry vyplněním tepelnou izolací. Konstrukci je možno doplnit vnějším těsněním. Těsnost stěny závisí na přesnosti opracování v místě styků a spojů. Z tepelně technického hlediska se novodobé sruby konstruují jako jednoplášťové o tloušťce 150 až 400 mm či se zateplením jako sendvičové nebo dvojité konstrukce. [9]

Novodobé srubové konstrukce z lepeného dřeva, tzv. prefabrikované sruby, jsou technicky nejmodernější. Jednotlivé prvky se slepují z několika

částí, a to na tloušťku, výšku i délku prvku. Tyto prvky mají různé dimenze a tvar příčného profilu, který může být čtvercového, obdélníkového nebo okrouhlého tvaru. Výroba těchto srubů je náročnější a ekonomicky dražší než sruby z masivu. Mezi přednosti těchto srubů patří výhodnější rozměrová stabilita prvku, srub je na exteriérové i interiérové straně bez trhlin a samotná srubová stěna má lepší tepelně technické vlastnosti. Novodobé sruby z masivu se konstruují jako jednoplášťové o tloušťce stěny do 210 mm nebo se zateplením jako sendvičové. Při výstavbě je důležité správné osazení základových trámů, aby vlivem zemní nebo atmosférické vlhkosti nenavlhly. [9]

Falešné srubové konstrukce různým způsobem a v různé míře imitují pravé sruby. Hlavním důvodem stavby těchto konstrukcí je obvykle estetické hledisko. Falešná srubová konstrukce se skládá ze dvou hlavních částí, a to exteriérové falešné srubové konstrukce imitující pravý srub a staticky nosné konstrukce – sloupkové, panelové, betonové i zděné. [9]

K výrobě srubových staveb je používána jehličnatá kulatina zbavená kůry, především smrková. Spotřeba dřeva u těchto staveb je velmi vysoká. Výroba tradičních srubů se provádí výhradně manuálně – pouze pomocí motorové pily a ručního náradí. Srub je nutné nejdříve kompletně postavit ve výrobním areálu, následně ho rozebrat a opětovně složit na pozemku zákazníka. Novodobé srubové konstrukce jsou stavěny pomocí jeřábu a těžké stavební techniky, zobrazené na obrázku č. 11. Celková doba výstavby srubu



Obr. č. 11 – Montáž srubové stavby

Zdroj: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4487-srby-vs-roubenky>

je v případě použití syrové kulatiny prodloužena o dobu nutnou pro vyschnutí a sesednutí srubu. Tato doba se pohybuje od šesti měsíců do jednoho roku, kdy je nutné nechat srub stát bez uzavření okenních a dveřních otvorů. Teprve poté je možné stavbu uzavřít a začít pracovat na dokončení interiéru. [9] [w1]

U srubových staveb má míra sedání mimořádný význam. Míra vysychání závisí na počáteční vlhkosti dřeva a klimatických podmínkách v místě stavby. Sedání stavby se běžně pohybuje kolem 150 mm, maximálně až 250 mm na výšku jednoho podlaží v první sezoně. Na obrázku 12 je zobrazená konstrukce srubu z mokrého dřeva s ponechanými spárami, po dosednutí konstrukce se spáry utěsní. Pomocí konstrukčních opatření je možné toto sednutí akceptovat, je však nutné přizpůsobit detaily otvorů osazení oken a dveří, nadpraží a styku s komínem. K výšce oken a dveří je nutné připočítání dilatační nadmíry pro kompenzaci sesychání, popřípadě použití osazovacích rámců. [1] [2] [8] [9] [w1]



Obr. č. 12 – Konstrukce srubu z mokrého dřeva

Zdroj: [10]

#### **1.4. Skeletové systémy**

Skeletový systém je prostorový rámový nosný systém skládající se ze sloupů, vodorovných nosných prvků – průvlaků, ukládaných zpravidla v jednom směru, a ztužidel ukládaných kolmo. Na průvlaků jsou následně uloženy stropní trámy nebo desky. Primární konstrukce skeletové stavby vykazuje velké rozměry rastru, do něhož jsou vsazeny vnitřní a vnější stěny v libovolném uspořádání vrstev a provedení. Takovým způsobem se vyvinuly



moderní skeletové stavby s jasným oddělením úloh mezi nosnou konstrukcí a stěnami uzavírajícími prostor. [2] [8]

Skeletové systémy jsou dle stylu skladby prvků a průřezů s jakými se pracuje děleny na lehké a těžké.

#### 1.4.1. Lehký skeletový systém

Vznik lehkého skeletového systému se datuje od počátku novodobého osídlování severoamerického kontinentu, kdy si přistěhovalci přinesli s sebou z Evropy znalost stavění hrázděných staveb ze dřeva. Postupným vývojem došlo ke značnému zjednodušení tohoto systému stavění a ve druhé polovině 19. století vznikl v Americe systém, který je používán dodnes a známý pod názvem Two by Four, v češtině označován jako lehký skeletový systém zobrazený na obrázku č. 13. Hlavními podmínkami pro vznik lehkého skeletového systému byla potřeba konstrukčního systému založeného na místním a snadno dostupném materiálu, vynález strojově vyráběného hřebíku a v neposlední řadě nezatíženost amerického prostředí tradicí a lpěním na tradičním řemesle. V Evropě vznikly kolem roku 1930 první systémy převzaté dle amerických vzorů s označením sloupkové stavby.

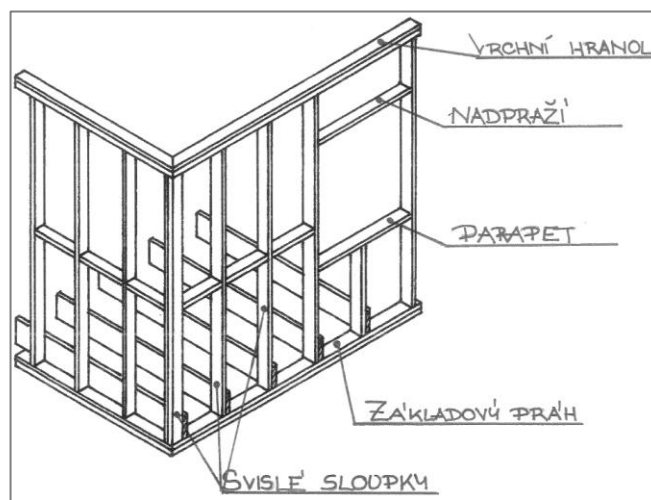


Obr. č. 13 – Lehký skeletový systém

Zdroj: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/caste-dotazy/1756-naucte-se-znat-druhy-a-typy-drevostaveb>

Od začátků výstavby prošel tento systém dlouhým a důkladným vývojem a v současnosti se s ním setkáváme v nejrůznějších klimatických podmínkách a s využitím pro nejrůznější účely, včetně rozsáhlých bytových komplexů. [1] [2] [3] [4]

Základním prvkem konstrukce lehkého skeletu jsou subtilní tyčové prvky – fošny obdélníkového průřezu z jehličnatého, především smrkového dřeva a dále deskové materiály na bázi dřeva. Nosnou konstrukcí je pak rám z fošen, který je pobitý (případně ještě podlepený) deskovými materiály. Dřevěná nosná konstrukce není po dokončení stavby viditelná. Z vnější strany obvodových stěn se provádí vrstvy další tepelné izolace a fasádní konstrukce. Základní prvky lehké skeletové konstrukce jsou zobrazeny na obrázku č. 14. [6] [w2]



Obr. č. 14 – Základní prvky lehkého skeletu

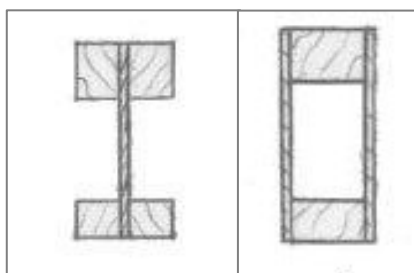
Zdroj: převzato z <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/10919-montovane-domy-na-bazi-dreva-vyvoj-a-zakladni-typy-1-dil> a upraveno

Svislé sloupky přenášejí svislé zatížení do vodorovného základního prahu tvořící propojení mezi základovou konstrukcí a vlastní konstrukcí lehkého skeletu. Vodorovné prvky mezi svislými sloupky vymezují parapety a nadpraží budoucích otvorů ve stěnách. Šikmé vzpěry zajišťují zavětrování celé konstrukce. Konečná tuhost stěn je dosažena až po doplnění rastru deskovými materiály, většinou cementovláknitými nebo dřevoštěpkovými. Prostor mezi jednotlivými sloupky rastru se vyplňuje tepelnou izolací. Z tyčových a deskových materiálů se vytváří i strop. [2] [3] [4]

Hlavním prvkem lehkého skeletového systému Two by Four je subtilní tyčový prvek obdélníkového průřezu o velikosti v palcích 2x4“, čemuž odpovídá v metrické míře hranol o průřezu 50x100 mm. Sloupky jsou od sebe osově vzdáleny 400, 600 popřípadě 625 mm. V České republice jsou základem současného standardního sloupkového systému profily sloupků o šířce 50 až 60 mm (s ohledem na typ opláštění a technologii jeho spojování

se sloupky), o výšce 100, 120 a 140 mm (s ohledem na nároky na izolační výplň a požadovanou tloušťku tepelné izolace) a v délkách od 2 do 6 metrů (dle použití daného sloupku v konstrukci). Sloupky jsou kotveny do spodního hranolu rámu, tzv. prahu, a shora přeložené vrchním hranolem rámu zpravidla téže dimenze. V případě vyššího lokálního zatížení, například nadokenní překlad většího okna, jsou sloupky spojovány do dvou-, tří-, nebo vícenásobně sdruženého průřezu. Sloupkový stavební systém umožňuje vytvoření i složitějšího členěného nepravoúhlého půdorysu, obloukové stěny či šikmé stěny podkroví. [6] [8]

V současné době se z hlediska deformace dřevěného prvku, ekonomického a statického důvodu plnostěnný průřez nahrazuje složeným průřezem ve tvaru I či skříňovým průřezem (viz obrázek č. 15). [8]



Obr. č. 15 – I průřez a skříňový průřez

Zdroj: [http://www.slavetind.cz/stavba/konstrukce/kridlo/Konstr\\_nosniku.aspx](http://www.slavetind.cz/stavba/konstrukce/kridlo/Konstr_nosniku.aspx)

Spodní hranol rámu, tzv. základový práh je fošnový prvek zajišťující propojení mezi základovou konstrukcí a fošnovým rámem. Základový práh je nutné spolehlivě ukotvit do základu stavby, aby odolal účinkům větru. V případě nerovností v základové konstrukci je možné základový práh využít pro vyrovnání nerovností. [4] [8]

Součástí systému jsou průvlaky umožňující překlenutí větších rozměrů místnosti, dále parapetní hranoly pod okny a nadokenní hranoly nebo překlady. [8]

K zajištění integrity celé konstrukce, prostorové tuhosti a smykové únosnosti stěny proti bočnímu tlaku větru je stěna opláštěna tuhým velkoplošným materiálem a může být doplněna diagonálními zavětrovacími prvky. Z interiérové strany se stěny pro zvýšení požární odolnosti a finální úpravy vnitřního povrchu obkládají sádrovláknitými či OSB deskami silnými 12



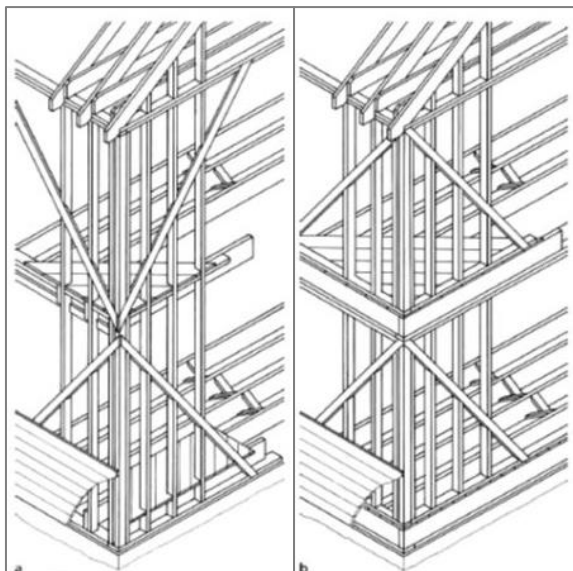
nebo 15 mm. Dále je také vhodné realizovat dodatečnou tepelněizolační a instalační vrstvu v šířce od 60 do 80 mm. Mezery mezi fošnami v rámu jsou souvisle vyplněny tepelnou izolací z měkkého materiálu (minerální či rostlinná vlna), foukanými či napěňovanými izolacemi. Exteriérová strana se zpravidla obkládá kontaktním zateplovacím systémem nebo tepelnou izolací a obkladem s odvětranou mezerou. Namísto vnějšího obkladu je možné použít přízdívku silnou asi 110 mm z příznaného nebo omítnutého zdiva. Všechny tyto možnosti zajišťují překrytí sloupku a přerušení tepelného mostu, zvýšení tepelného odporu stěny a zabránění kondenzace uvnitř konstrukce. [3] [8]

Mezi výhody tohoto systému patří především značná flexibilita, jednoduchost, přehlednost, čitelnost a rozsáhlé spektrum možností využití. Ještě v průběhu výstavby nosné konstrukce je možné snadno změnit dispozici a polohu otvorů, každou změnu je nutné ověřit z hlediska statiky a dalších požadavků. Nevýhodami jsou naopak relativně malá možnost předvýroby a vysoká pracnost na staveništi. [2] [3] [4] [w2]

Dřevo pro výrobu fošen by mělo být vysušené, a to i s pomocí umělého dosušení. Jednotlivé prvky jsou spojovány natupo nenáročnými spojovacími prvky, především hřebíky a šrouby, případně pomocí ocelových spon. Důležitý je princip provázanosti a vzájemného překrývání a vazeb prvků. Pokud se v jednom místě napojuje fošna, nesmí se ve stejném místě napojovat deska, spoje dvou prvků musí mít mezi sebou minimální předepsanou vzdálenost. Jednotlivé prvky se tak vzájemně převazují a tvoří kontinuální konstrukci. [3] [6] [8]

Z hlediska stavebního systému lze lehké skeletové systémy rozdělit do dvou podskupin, systému Ballon-Frame a Platform-Frame, oba zobrazené na obrázku č. 16.

U systému Ballon-Frame probíhají stěnové sloupky průběžně přes dvě nebo více podlaží od základového prahu až k okapu. Spodní a horní uzavření tvoří vodorovná prkna – prahy a vaznice v každém jednotlivém patře. Stropní nosníky jsou uloženy na stojaté fošně, která je zapuštěna do zářezů stěnových sloupků.



Obr. č. 16 – Ballon-Frame a Platform-Frame

Zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/2957004/>

V případě systému Platform-Frame jsou sloupky přerušeny stropem každého podlaží. Stropní nosníky jsou uloženy na horní ztužující rám stěny podlaží pod stropem. V Severní Americe je toto rozšířená a běžná metoda pro jedno a dvou podlažní domy. [1] [2] [9]

Sloupkový systém se zhotovuje přímo na stavbě do rastru, který tvoří základní dispozici domu. Zhotovení na staveništi umožňuje úsporu nákladů na potřebu předvýrobního závodu, může být však i nevýhodou. U složitějších staveb je výroba pracná a zdlouhavá. V případě, že je konstrukce během montáže vystavena nepříznivému počasí a povětrnostním vlivům, mohou být negativně ovlivněny její vlastnosti. Výstavbu je možné provést bez potřeby těžké techniky, jako je jeřáb a kamion, což je často podmínkou pro panelové dřevostavby. Velký důraz je kladen na uskladnění materiálu na staveništi během výstavby z důvodu možného napadení škůdci a nadměrnou vlhkostí. Konstrukce je závislá na kvalitě výstavby a technologické kázni. Možným řešením je přenesení některých pracovních činností do dílny, například nařezání dřevěných prvků na požadované rozměry. [8] [9] [w2] [w3]

### 1.4.2. Těžký skeletový systém

Těžký dřevěný skelet je konstrukčně velmi podobný lehkému dřevěnému systému, použité dřevěné prvky jsou však dva- až tři a půl- krát hmotnější. Hlavními charakteristikami těžkého skeletu je možnost přiznání masivních dřevěných prvků jak v interiéru, tak v exteriéru stavby, variabilita dispozice a eventuální zakomponování velkých ploch zasklení. Těžké skeletové stavby umožňují větší rozpětí s malým počtem vnitřních sloupů, což ponechává značnou volnost pro řešení koncepce půdorysu. [2] [w5]

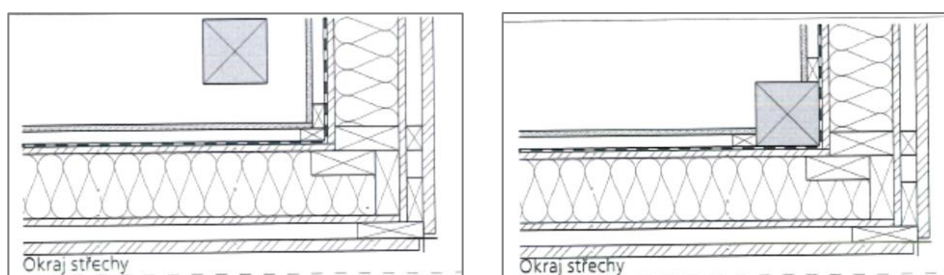
Nosnou konstrukci tvoří kostra z masivních dřevěných profilů. Nosná kostra je funkčně oddělena od konstrukčních prvků uzavírajících prostor. Tím je konstrukce rozdělena na hlavní nosnou konstrukci a vedlejší nosnou konstrukci. Hlavní nosná konstrukce sestává z nosných prvků sloupu a nosníku a je uspořádána ve zvoleném základním rastru. Nosná konstrukce těžkého skeletu je zobrazena na obrázku č. 17. Hlavní nosná konstrukce přejímá zatížení z vedlejších nosných konstrukcí a odvádí je bodově dále do základů. Vedlejší nosné konstrukce z trémového stropu nebo plošných, prefabrikovaných konstrukčních prvků přenášejí zatížení ze střechy, stropů nebo stěn do hlavních nosných prvků. Vodorovné ztužení těžkého skeletu může být vytvořeno zavětrovacími pásy, diagonálami z ploché oceli a deskami na bázi dřeva. Svislé ztužení může být vytvořeno ocelovými kříži (plochá nebo kruhová ocel), diagonálami z rostlého dřeva, deskami na bázi dřeva (plné tabule) či masivními vestavbami (schodiště, větrací šachty, požární stěny). [2] [w4]



Obr. č. 17 – Těžký dřevěný skelet

Zdroj: <https://www.estav.cz/img/ /3415/christian-delbert--fotolia.com.png>

Nosná konstrukce se umísťuje uvnitř izolační vrstvy především z důvodu ochrany proti povětrnosti a neprůzvučnosti pláště budovy. Vnější plášť se skládá od interiéru z vnitřního obkladu stěny, parozábrany, neprůvzdušného těsnění, izolace a obkladu fasády. Vnější plášť může být osazen „beze spár“ okolo budovy, čímž je zabráněno tepelným mostům. Způsoby vhodného umístění nosné konstrukce vůči obvodovému plášti jsou ukázány na obrázku č. 18. V obvodovém plášti je také umožněno vytvářet velké, otevřené a často prosklené části, čímž se těžké skeletové stavby značně odlišují od ostatních konstrukčních systémů dřevostaveb. [2] [w4]



Obr. č. 18 – Způsoby umístění nosné konstrukce

Zdroj: [2]

Skeletové stavby se plánují ve vodorovném a svislém rastru. Jednou zvolený základní modul určuje uspořádání nosné konstrukce s půdorysným a výškovým rastrem, závislejícím na prostorovém uspořádání, na účelu stavby a na konstrukčních zásadách. Dimenze jednotlivých prvků je podřízena statickým požadavkům v závislosti na dispozici, vzdálenosti sloupů a rozpětí průvlastku. Osvědčené rozměry základního rastru jsou 1250/1250 mm, 2500/2500 mm, 5000/5000 mm atd. Tyto rozměry pocházejí z modulu 625 mm. Sloupy těžkého skeletu mohou díky vysoké únosnosti dřeva v podélném směru přenášet i velmi vysoká zatížení. [2] [w2]

Vnitřní stěny rozdělující místnosti nepřenášejí zatížení. Tyto stěny mohou být rozmístěny variabilně a nezávisle na nosné konstrukci, což zaručuje velkou kompoziční volnost a originalitu stavby. I po dokončení stavby lze upravit dispozici lehkými sádkartonovými či sádrovláknitými příčkami. [2] [w4]

V důsledku větších rozpětí a zvýšených požadavků na viditelné dřevěné prvky se ve skeletových stavbách přednostně používá lepené lamelové dřevo či vrstvené dýhové dřevo. Jako spojovací prostředky slouží

často viditelné, přednostně také zapuštěné a tím neviditelné, ocelové prvky nebo ojediněle také čisté spoje dřeva. V případě pohledových spojů dřevěných prvků je kladem velký důraz na jejich dokonalé zpracování. [2] [w2] [w4]

Obvodový plášť je možné konstruovat na stavbě, pak se podobá lehkému skeletu, nebo se na skelet zavěšují obvodové panely předem připravené ve výrobě. [w2]

Těžký dřevěný skelet je vhodný především pro větší stavby bytového charakteru, školy, administrativní i průmyslového objekty. [w5]

### **1.5. Panelové systémy**

Dřevostavby z prefabrikovaných panelů dnes zaujímají největší podíl na trhu dřevostaveb v Evropě. [w10]

Mezi přednosti dřevostaveb z prefabrikovaných panelů patří především možnost maximální přípravy stavby ve výrobě, extrémně rychlý způsob výstavby (běžný čas montáže vrchní stavby rodinného domu je 3 až 10 dnů), suchá montáž bez mokrých procesů na staveništi, vysoká kvalita stavebních dílců a maximální vyloučení povětrnostních vlivů během výstavby. Panelové dřevostavby umožňují vysoký stupeň prefabrikace – výrobu konstrukčních dílů v továrních podmínkách, tzn. v krytých, temperovaných halách za stálé vlhkosti, kde nehrozí navlhnutí nasákavých materiálů. Obecně je prefabrikace vhodná pro opakující se sortiment a pro podmínky, kdy je žádoucí zkrátit staveništní pracnost na minimum. Díky prefabrikaci stavebních dílců je možná rychlá montáž na stavbě a vzhledem k tovární výrobě také nižší nároky na kvalitu pracovní síly. Průmyslová výroba umožňuje dokonaleji sledovat dodržování předepsaných normových nebo kvalitativních požadavků na výrobek. Vzhledem k relativně krátké době výstavby není dřevo vystaveno povětrnostním vlivům po delší čas. Nejvyšším stupněm prefabrikace je pak výroba prostorových buněk, které se na staveništi pouze osadí na předem připravený základ. [1] [3] [8]

Mezi nevýhody pak patří nutnost počáteční investice do výrobního závodu. V některých případech je potřebné pořídit speciální přepravní a zdvihací prostředky. [1] [3]

Rozmanitost v panelové technologii je obrovská, systémy ale vycházejí ze tří základních konstrukčních principů panelů, které budou probrány dále.

### **1.5.1. Panel s dřevovláknitou deskou a dřevěným rámem**

Panel s dřevovláknitou deskou a dřevěným rámem je nejstarším konstrukčním principem panelových dřevostaveb, který byl patentován již v roce 1880 dánským rytmistrem Johannem Gerhardem Clementem Döckerem. Hlavním důvodem pro zdokonalování těchto staveb byla potřeba stavět a opět demontovat vojenské lazarety použitelné i v zimních měsících, které by zajistili co nejlepší hygienické podmínky pro raněné. První stavby z panelů měly dřevěný rám, na který byl připevněn „lisovaný Döckerův materiál“ – pravděpodobně předchůdce lignátu, tedy cementovláknité desky. Panely svislých stěn byly spojovány zámkem se západkou a na spoje panelů se připevňovaly lišty pomocí šroubů s křídlovými maticemi. Spoj střešních panelů ve vrcholu byl řešen speciální šroubovou svorkou. V roce 1882 získali oprávnění na výrobu mobilních Döckerových domků dánský konzul Ch. F. Christoph a architekt Ch. R. Unmack. Výroba byla zahájena v roce 1882 v Kodani, v témže roce byla přesunuta do Niesky (Německo). V roce 1891 byla otevřena továrna v Boleslavi, která v roce 1915 vyhořela a výroba se přesunula do Černous v severních Čechách. Na obrázku č. 19 je zobrazen 1. dům postavený technologií panelových dřevostaveb pro ředitele továrny Christoph & Usmanov v Černousích, který stojí dodnes. První domky byly využívány při humanitárních krizích, při epidemiích tyfu a neštovic a při živelných katastrofách. V roce 1899 byla vybudována první škola, církve začala domky využívat jako nouzové kostely a modlitebny. V průběhu se vyprofilovaly dva základní typy staveb. První byla lehká, snadno demontovatelná a transportovatelná konstrukce, tzv. „létající domky“, určené pro armádu a humanitární akce. Druhým typem byly těžší stavby, u kterých



Obr. č. 19 – Dům v Černousích, fotografie z roku 1926

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0085/008545o1.jpg>

byla demontovatelnost zachována, nehrála však prioritní roli. Po první světové válce ustala výroba velkých zakázek pro export, továrna v Černousích přestala těžká poválečná léta díky orientaci na lokální trh. Hlavním výrobním programem se staly rodinné domy. Po připojení Sudet k Velkoněmecké říši získala továrna zakázky, nové moderní vybavení a byla rozšířena. Velkým technologickým pokrokem byla výstavba umělých sušáren řeziva. Během druhé světové války byla i v této továrně zorganizována výroba domů pro německou armádu, pro pracovní a koncentrační tábory. Ve druhé polovině 20. století se průmyslová výroba panelových dřevostaveb rozvinula prakticky v celé Evropě. Původní Döckerův panel s čepovými a klíženými spoji byl nahrazován rámem skládaným natupo. Různí výrobci se v dnešní době liší velikostí vyráběných panelů, stupněm prefabrikace, stupněm typizace a použitými materiály. [w10]

Základem panelové konstrukce je dřevěný rám s opláštěním z velkoplošné dřevovláknité desky a s výplní z tepelně-zvukové izolace. Nosný rám přenáší svislá zatížení ze střechy a případných mezipatrových stropů, opláštění z desek přenáší vodorovná zatížení vznikající účinkem větru. Charakteristickými znaky těchto dřevostaveb je jednoduchý konstrukční systém, opakující se detaily a oboustranně obložená konstrukce. [2] [8] [9]

Základní dřevěný rám je zhotoven z vodorovných, svislých a diagonálních prvků na výšku jednoho podlaží. Pro tyto prvky se používá hoblovaný, sušený KVH hranol převážně ze smrkového či jedlového řeziva.



Základní průřez tohoto prvku je používán především 60/120 mm. S ohledem na požadavek tloušťky izolace často větší než 120 mm je možnost buďto průřez zvětšit na 160, 180 či 200 mm nebo se pro izolaci použije druhá izolační vrstva nezávislá na nosné konstrukci. Tato varianta se často upřednostňuje i s ohledem na eliminaci tepelných mostů. Stejný rám, pouze s rozdílnými tloušťkami izolace, je využíván ve vodorovné či šikmé poloze pro konstrukci stropu a střechy. [1] [2]

Dřevovláknitá deska (viz obrázek č.20) je vyrobena pomocí suchého procesu z dřevěných vláken – jehličnatých pilin a štěpek pocházejících z pilařské výroby – slepených pod tlakem za vysoké teploty. Konečná objemová hmotnost desky závisí na tlaku použitém při výrobě. Dle objemové hustoty jsou desky děleny na ty s nižší, střední a vysokou hustotou. Měkké dřevovláknité desky mají hustotu nižší než  $400 \text{ kg/m}^3$ , v současnosti kolem  $250 \text{ kg/m}^3$ . Tyto desky jsou po impregnaci bitumeny používány k opláštění nosných konstrukcí dřevostaveb. Izolace z desek má dobré akustické vlastnosti a konstrukci je možné navrhovat jako difuzně otevřenou, kdy deska propouští vodní páru z interiéru do exteriéru. Polotvrdé dřevovláknité desky jsou desky se střední hustotou od  $350$  do  $850 \text{ kg/m}^3$ . Převažuje výroba jednovrstvých desek, mohou se ale vyskytovat i vícevrstvé. Tvrdé dřevovláknité desky mají hustotu vyšší jak  $850 \text{ kg/m}^3$ . Polotvrdé a tvrdé desky se využívají v nábytkářském průmyslu. [w11] [w18]



Obr. č. 20 – Dřevovláknitá deska

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/deskove-materialy-na-bazi-dreva/10679-drevovlaknite-desky-pavatex-v-konstrukcich-spolocnosti-insowool>



V případě vedení instalací v obvodových stěnách je vhodné použití tzv. instalační předstěny. U běžné rámové konstrukce tím lze předejít poškození parozábrany při instalačních rozvodech, nebo vyloučit nebezpečí vzniku netěsností okolo prostupů při špatném provedení jejich utěsnění. [1]

Jednotlivé prvky jsou spojovány natupo pomocí sponek nebo hřebíků.

Při výrobě je předem ve výrobní hale na pracovní ploše sestaven dřevěný rám, provede se jeho opláštění z jedné strany a dílec se na speciálním zařízení překlápí na druhou stranu. Následuje kompletace dílce ve vodorovné poloze vložením izolace mezi stojky rámu (viz obrázek č.21), případně provedou se potřebné rozvody instalací a opláštění dílce z druhé strany. Pokud je předepsána parozábrana, natáhne se ještě před opláštěním velkoplošným materiálem. Takto připravený dílec se zvedne do svislé polohy a další vrstvy a kompletační práce jako jsou povrchové úpravy, vnější zateplovací systém a osazování oken a dveří se již provádí ve svislé poloze. Hotové panely se transportují na staveniště, kde se na předem připravenou základovou desku osadí pomocí těžké zdvihací techniky a smontují. Montáž takové dřevostavby je zobrazena na obrázku č.22. Důležité je provést kontrolu rovinnosti a svislosti jednotlivých prvků. [1]



Obr. č. 21 – Výroba panelu ve výrobní hale

Zdroj: [https://img.ceskyinternet.cz/clanky/odstavce/6865-534958-2\\_02b-Vyroba\\_14.jpg](https://img.ceskyinternet.cz/clanky/odstavce/6865-534958-2_02b-Vyroba_14.jpg)



Obr. č. 22 – Montáž dřevostavby

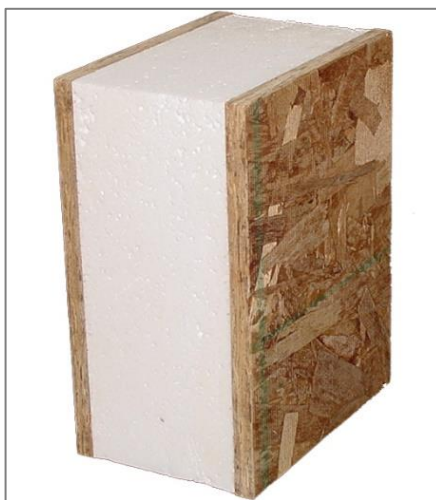
Zdroj: [https://img.ceskyinternet.cz/clanky/odstavce/6865-534951-1\\_01.jpg](https://img.ceskyinternet.cz/clanky/odstavce/6865-534951-1_01.jpg)

Dřevěné rámové stavby jsou díky standardizaci průřezů, rastrových rozměrů, spojů a prováděných detailů jednoduchým konstrukčním systémem vhodným pro prefabrikovanou, opakující se výstavbu. Díky široké výrobní

možnosti a technologických vlastností dřevěných materiálů výstavba nepůsobí unifikovaným dojmem, umožňuje velkou variabilitu a rozmanitost. [2] [8] [9]

### 1.5.2. SIP panel

Název SIP pochází z anglického výrazu structural insulated panels, tedy konstrukčně izolované panely. Panel je zobrazen pro ilustraci na obrázku č. 23. Ve třicátých letech 20. století v reakci na světovou hospodářskou krizi navrhl Frank Lloyd Wright v USA cenově dostupné domy, některé byly vyrobeny z prvních SIPs panelů. Tyto panely byly vytvořeny slepením jádra z několika vrstev lepenky s pláštěm z překližky. Technologie byla nadále rozvíjena a v roce 1952 staví žák F. L. Wrighta, architekt Alden P. Dow první domy ze SIPs panelů v Michiganu. Ve světě si SIPs panely získaly největší pozornost v 70. letech 20. století. Na českém trhu jsou však stále relativní novinkou. [w12] [w13] [w14]



Obr. č. 23 – SIP panel

Zdroj: <https://mahouse.ru/sip-tehnologiya/7-sip-panel>

Základním prvkem SIP je panel vyrobený celoplošným slepením desek z velkoplošných materiálů na bázi dřeva na pevné jádro z tepelného izolantu, čímž vznikne velice tuhý prvek chovající se jako krabicový nosník. SIP panel bývá označován také jako sendvičový izolovaný panel bez výztužných žebek. Z důvodu, že panel neobsahuje žádné další ztužující prvky, musí být zajištěna dostatečná pevnost jádra panelu. Z jednotlivých panelů jsou prováděny obvodové stěny, nosné příčky, ale i prvky podlahové, stropní a střešní.

Univerzální použitelnost panelů zjednodušuje jak navrhování staveb, tak logistiku výstavby. Plošné stavební dílce jsou vyráběny průmyslově s velkou přesností, tudíž i vlastní stavby jsou velmi přesné. [w12]

Konkrétním příkladem technologie SIPs vyráběné v České republice v Liberci je stavební systém EUROPANEL. Dřevostavba ze systému EUROPANEL je zobrazena na obrázku č. 24. Základní panelový prvek systému je vyráběn slepením OSB desek s jádrem ze stabilizovaného samozhášivého polystyrenu. Panel má po celém obvodu montážní drážku hlubokou 42 mm, která je vytvořena přesahem desek OSB přes polystyrenové jádro a slouží pro provádění spojů panelů. Nosné panely jsou provedeny v základním typovém rozměru 1250 x 3000 mm, od kterého jsou odvozené další šířky panelů 312 mm, 415 mm a 625 mm. Panely jsou vyráběny v tloušťkách 120 mm (nosné příčky), 170 mm (obvodové stěny), 210 mm a 270 mm (střešní pláště). [w12]



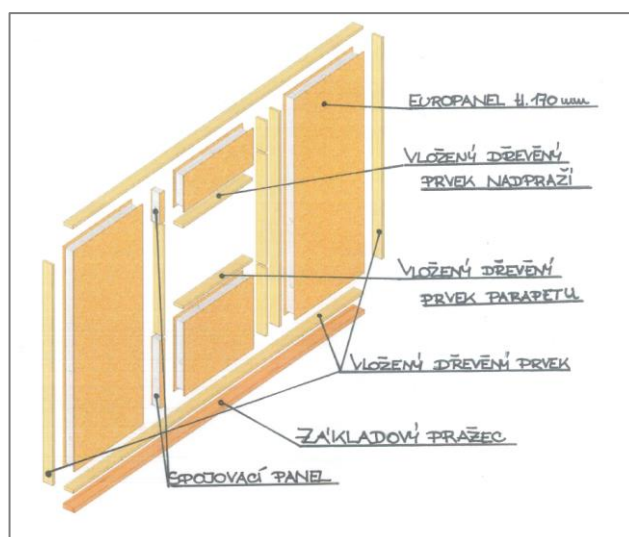
Obr. č. 24 - Dřevostavba ze SIP panelů

Zdroj: materiály firmy EUROPANEL

Ucelený stavební systém EUROPANEL pro provádění hrubých staveb technologií SIPs zahrnuje kromě panelů následující prvky, pro ilustraci zobrazené na obrázku č.25:

- Základové pražce – modřínové impregnované fošny, sloužící k vytvoření základového rámu stavby, alternativně jsou dodávány neimpregnované modřínové čtyřstranně opracované profily

- Vložené dřevěné prvky – čtyřstranně opracované dřevěné profily tloušťky 40 mm, šířkou odpovídající šířce drážky v panelu, které slouží k vyplnění montážních drážek panelů a k provádění některých typů spojů
- Spojovací panely – v podstatě spojovací pera, vkládaná do montážních drážek dvou sousedních panelů; konstrukčně jsou shodná s panelem (desky OSB nalepené na polystyrenovém jádru)
- Sloupy, průvlaky, prvky krovu – lepené lamelové profily v potřebných délkách a dimenzích
- Stropní nosníky – čtyřstranně opracované, délkově nastavované stavební profily ze smrkového dřeva
- Dřevěné I-nosníky – nosníky s pásnicemi ze smrkového dřeva, spojenými stojinou z aglomerovaného materiálu, např. OSB
- Spojovací kování – speciální typy vrtů s talířovou hlavou pro spojování sendvičových panelů a masivních dřevěných profilů bez předvrtání, běžné vrtuty a spony, tesařské kování, jako jsou třmeny pro zavěšení stropních nosníků nebo rektifikační patky pod sloupy
- Montážní PU lepidlo a PU pěna – slouží pro lepení a těsnění spojů panelů



Obr. č. 25 – Prvky systému EUROPANEL

Zdroj: převzato z <http://docplayer.cz/68011156-Stavebni-system-europanel.html> a upraveno

Panely je možné použít i pro konstrukci střešního pláště. Toto řešení zjednoduší konstrukci krovu, protože se panely krokvi podírají pouze v místě spoje, tedy ve vzdálenostech 2500 – 3000 mm. Výhodou je i větší prostor v podkroví, izolace střešního pláště je umístěna nad krokvi. Systém

EUROPANEL absolvoval povinnou certifikaci podle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky. Systém certifikace a dohledu garantuje odběratelům i investorům dodržení předepsaných vlastností všech prvků systému. [w12]

Pro všechny výrobce stavebních systémů na bázi SIPs je společná konstrukce vlastního sendvičového panelu. Mezi sebou se však panely liší použitými materiály pro výrobu, technologií výroby, rozměry, typem spojů panelů apod. Dalším rozdílem mezi jednotlivými výrobci je stupeň prefabrikace. SIPs panely se dají vyrábět jako velkoplošné prvky s připravenými otvory pro okna a dveře. Tyto velkoplošné prvky se na staveništi přepravují speciálními návěsy a manipuluje se jimi pomocí jeřábu. Výhodou tohoto systému je rychlá montáž domu na staveništi. Nevýhodou velkoplošných panelů je složitější výrobní technologie, skladování, přeprava a manipulace s dílci ve výrobě i na staveništi. Další problém může nastat, pokud základová deska neodpovídá předepsaným rozměrům nebo pokud investor požaduje dodatečné změny v projektu. Druhým používaným způsobem je výroba typizovaných maloformátových panelů. Tento způsob odstraňuje všechny nevýhody velkoplošných panelů za cenu delší doby montáže hrubé stavby, přesto se čas montáže hrubé stavby pohybuje v rámci dnů až týdnů podle velikosti a složitosti stavby. [w12]

Hrubé stavby ze systémů SIPs jsou velmi „přívětivé“ pro navazující práce. Jsou smontovány přesně, stěny jsou hladké, rovné, svislé a pravoúhlé. Pro osazení oken a dveří jsou připraveny přesné, čisté otvory. Hrubé stavby se nejčastěji zateplují kontaktními zateplovacími systémy na bázi polystyrenu. Nosné konstrukce ze SIPs panelů spolu s kontaktním zateplovacím systémem a interiérovou sádkartonovou deskou splňují náročné požadavky na tepelně izolační vlastnosti obálky nízkoenergetických a pasivních domů. Všechny instalace se rozvádějí vodorovně v podlahách nebo stropěch. Ve svislém směru jsou instalace provedeny v sádkartonových příčkách a předstěnách a pro elektroinstalace jsou připraveny kanály v panelech. Interiér se ve většině případů dokončuje sádkartonovými deskami. [w12] [w13]

Panely mohou být vyráběny z různých materiálů. Jako plášť panelů se dnes nejčastěji používají desky OSB. Ty mají vynikající mechanické vlastnosti

při nízké hmotnosti, jednoduše se zpracovávají jak při výrobě panelů, tak na stavbě, a jsou cenově dostupné. Další alternativou jsou stavební překližky, dřevotřískové desky, cementotřískové nebo cementovláknité desky. Mohou být použity i materiály neobvyklé pro dřevostavby jako je nerezová ocel, plast s výztužnou tkaninou či hliník. Jádra panelů se vyrábějí z expandovaného polystyrenu, je možné použít i extrudovaný polystyren nebo polyuretan. Některé firmy vyrábějící SIPs panely používají pro jádro zemědělské vlákno, jako je například pšeničná sláma. [w12] [w13] [w14]

Panel SIP neobsahuje žádná výztužná žebra, tedy dřevěné prvky, je v celé ploše homogenní a dá se libovolně dělit v podélném i příčném směru nebo šikmými řezy při zachování stejných pevnostních vlastností přířezů, jako měl celý panel. Přímo na staveništi lze vyrábět dělením základních panelů panely parapetní, nadokenní, šikmé panely štítů nebo nakoso říznuté pozednicové stěny. Dokonce lze stavbu provádět tak, že se postaví vnější obálka domu z plných panelů a následně se do ní vyřežou otvory pro okna. Vyřezané díly se dají použít např. pro zhotovení schodiště, které je vidět na obrázku č. 26. Stavební systém se podřizuje architektuře objektů, ne naopak. [w12]



Obr. č. 26 – Schodiště ze SIPs panelů

Zdroj:[https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/drevne-a-montovane-konstrukce/stavebni-system-z-konstrukcni-izolovanych-panelu-sips\\_102151.html](https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/drevne-a-montovane-konstrukce/stavebni-system-z-konstrukcni-izolovanych-panelu-sips_102151.html)

Vytvoření samotného panelu probíhá ve výrobě za vždy příznivých a stálých klimatických podmínek. Montáže staveb systémem SIPs jsou velmi jednoduché a rychlé. Z důvodu využití jednoho typu panelu pro svislé, vodorovné i šikmé konstrukce zjednodušuje práci montážním četám, snižuje nároky na jejich proškolení a kvalifikaci při zachování vysoké kvality výstavby.



SIPs je ve své podstatě technologií suché výstavby a nevyžaduje žádné speciální vybavení staveniště ani montážních čet. [w12]

Domy postavené ze SIPs panelů jsou velmi odolné a pevné. V roce 2004 bylo v USA na základě provedených testů povoleno používat stavební technologii SIPs ve všech seizmicky ohrožených oblastech. Podle údajů asociace sdružující producenty SIPs v USA byla tato technologie vládou doporučena pro obnovu oblastí postižených hurikány. [w12]

### 1.5.3. CLT panel

Název CLT je zkratkou anglického výrazu cross-laminated timber, v českém jazyce označován jako dřevěný křížem lepený panel z masivních vrstvených lamel. Technologie CLT vznikla v Rakousku v polovině devadesátých let 20. století za spolupráce vědeckých pracovišť a dřevozpracovatelských podniků. V prvních letech byl nástup nové technologie jen pozvolný, k širšímu uplatnění došlo až po roce 2000. CLT panely se dají považovat za moderní pokračování srubových a roubených dřevostaveb se všemi jejich výhodami, odstraňují se však jejich nežádoucí vlastnosti v podobě sesychání, vzduchotěsnosti a špatné tepelné izolace. [5] [w15] [w17]

Základem nosného systému je dřevěný panel, zobrazený na obrázku č. 27, složený zpravidla z lichého počtu na sebe kolmých vrstev, přičemž každá jednotlivá vrstva je složena z masivních lamel. Jednotlivé lamely jsou



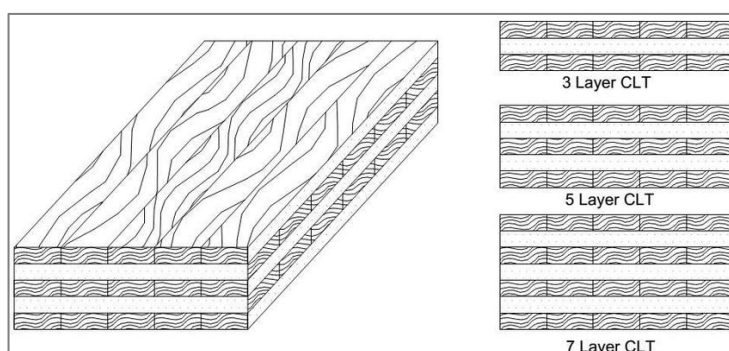
Obr. č. 27 – Dřevostavba z CLT panelů

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/360710251384913323/?autologin=true>

nastavovány pomocí zubovitého spoje. Vrstvy z lamel jsou k sobě za studena lepeny a pod vysokým tlakem lisovány. Vzniká tak křížem lepená deska, kterou lze dle požadovaných vlastností použít pro nosnou konstrukci stěn, stropu a střechy. [1] [5] [w15]

Použití panelů pro jednotlivé části nosné konstrukce se vyznačuje určitými specifiky.

Počet vrstev v panelu je vždy lichý zpravidla v počtu 3, 5 nebo 7 (viz obrázek č. 28.). Tloušťka jednotlivých lamel tvořících jednotlivé vrstvy panelu se pohybuje od 10 do 50 mm. Tloušťka stěnových panelů se pohybuje od 60 do 160 mm. Při větších tloušťkách by se již projevovaly příliš vysoká hmotnost stěn a značná spotřeba materiálu. Zatížení je přenášeno především svisle orientovanými vrstvami. Kolmé horizontální vrstvy zajišťují prostorovou tuhost panelu a jeho tvarovou stálost. Lamely povrchových vrstev stěnových panelů mají vždy svislou orientaci. Stěnové panely jsou zpravidla osazovány podélně, tedy kratším rozměrem na výšku. [5] [w15]



Obr. č. 28 – CLT panel

Zdroj: [https://www.researchgate.net/figure/CLT-panel-configuration\\_fig1\\_309159725](https://www.researchgate.net/figure/CLT-panel-configuration_fig1_309159725)

Stropní panely mají obdobnou skladbu jako stěnové elementy, vyznačují se ovšem vyšší tloušťkou kolem 240 mm, případně vyšším počtem vrstev. Zatížení je přenášeno především vrstvami s lamelami ve směru rovnoběžném s rozpětím. [5]

Stejně jako pro provedení stropu lze CLT panely uplatnit pro konstrukci šikmých i plochých střech. Stropní elementy lze při běžném zatížení použít pro rozpon okolo 6 až 7 metrů. Při potřebě vyšších rozponů lze dřevěnou konstrukci kombinovat s ocelovými prvky nebo využít vícevrstvý systémový panel se středním nosným roštem. Žebra roštu jsou navržena v podélném i



příčném směru, dutiny jsou vyplněny akustickou či tepelnou izolací, popřípadě mohou sloužit pro vedení instalací. [5] [w15]

Rozměrová omezení panelů vycházejí především z možností výrobních linek a z dopravních limitů. Maximální výška panelů bývá zpravidla 3 m, maximální délka se pohybuje od 16 do 18 m. Při návrhu extrémních rozměrů panelů je nutné předem zhodnotit dopravní situaci z místa výrobní linky na staveništi. [5] [w15]

I přes částečné plnění tepelně izolační funkce dřevem, samotná dřevěná stěna není schopna zaručit požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dané normou. Z tohoto důvodu jsou stěny doplněny vrstvou tepelné izolace. V obvodovém plášti se z vnější strany doplňuje tepelná izolace a vnější povrchová úprava, vnitřní strana může zůstat s viditelným dřevem nebo je obložena sádkartonem. Nosnou část stropu tvoří masivní deska, na ni se provádí skladba podlahy tak, aby celkově stropní konstrukce vyhovovala požadavkům na ni kladeným, především z hlediska zvukově izolačních vlastností. [1] [5]

Stěnové panely jsou dodávány v různých pohledových kvalitách dle požadavků investora. Konstrukční (nepohledová) kvalita se využívá při dodatečném obložení panelu. Povrch je hoblovaný a může obsahovat pohledové vady jako jsou například vypadané suky, zamodrání, trhliny apod. Tyto vady však ovlivňují jen estetické vlastnosti, mechanické vlastnosti jsou zcela zachovány. V případě pohledové kvality se panely přímo podílejí na architektonickém ztvárnění interiéru. Již při výrobě je používáno výběrové dřevo a povrch je broušený beze spár a zbytků lepidla. Panel je opatřen ochranným nátěrem chránící dřevo a po čase nedochází ke změnám barvy panelu. [w15] [w17]

CLT panely jsou primárně využívány pro difuzně otevřenou konstrukci. Při vhodně zvolené skladbě obvodových konstrukcí nedochází ke vzniku rizika kondenzace vodních par, k přirozené regulaci vlhkosti v interiéru a odpadá nebezpečí nevhodného provedení fóliové parozábrany, nejrizikovějšího místa difuzně uzavřených staveb. [5] [w17]

Výhodou tohoto systému je možnost provádění elektroinstalačních rozvodů do vyfrézovaných drážek v masivním dřevěném bloku. Panel obsahuje méně skrytých dutin, což výrazně zvyšuje požární odolnost celé konstrukce. Vysokou odolnost proti zemětřesení zajišťuje rozměrová stabilita a tuhost panelu. Nevýhodou může být cena této konstrukce. V porovnání s tradičním rámovým systémem je třeba počítat se zvýšením investičních nákladů zhruba o 20 %. [1] [w15] [w16]

Pro výrobu CLT panelů se používá zejména smrkové dřevo, částečně také modřín, jedle a borovice. Použité lepidlo je především polyuretanové, neobsahující formaldehyd. Lepení je možné provádět dvěma způsoby. První způsob představuje lepení jednotlivých lamel i vrstev, což zajišťuje dostatečnou vzduchovou neprůvzdušnost. V případě druhého způsobu jsou lepeny pouze sousedící vrstvy, jednotlivé lamely v rámci jedné vrstvy lepeny nejsou. U třívrstvých panelů nižší tloušťky může být problémem jejich nedostatečná vzduchová neprůvzdušnost. [5] [w15]

Spoje jednotlivých panelů jsou prováděny suchou montáží, nejčastěji se využívají vruty či ocelové kotvy. Velkou výhodou především u pohledového panelu je možnost provedení spojů skrytě. Na tyto spoje mohou být použity speciální neviditelné oboustranné vruty, případně je možné překrýt spoj kusem lamely. [w15]

Panely jsou vyráběny ve výrobním závodě tvarující panely s milimetrovou přesností. Výsledkem je sada stavebních bloků. Výstavba budov z masivních CLT panelů probíhá vždy s použitím těžké zdvihací techniky, zobrazené na obrázku č. 29. Díky snadné montáži a použití velkoformátových elementů je zajištěna vysoká rychlost sestavení. Výstavbu lze provádět i během zimních měsíců. Chyby při montáži jsou eliminovány technickou vyspělostí výroby, jednoduchostí provedení konstrukčních detailů a minimem montážních spojů. Při montáži je nutné dbát na nepoškození jednotlivých panelů. Například uštípnutý roh desky se jen velmi obtížně opravuje a v interiéru by byl nepříjemně viditelný. [5] [w15] [w16]



Obr. č. 29 – Montáž dřevostavby z CLT panelů

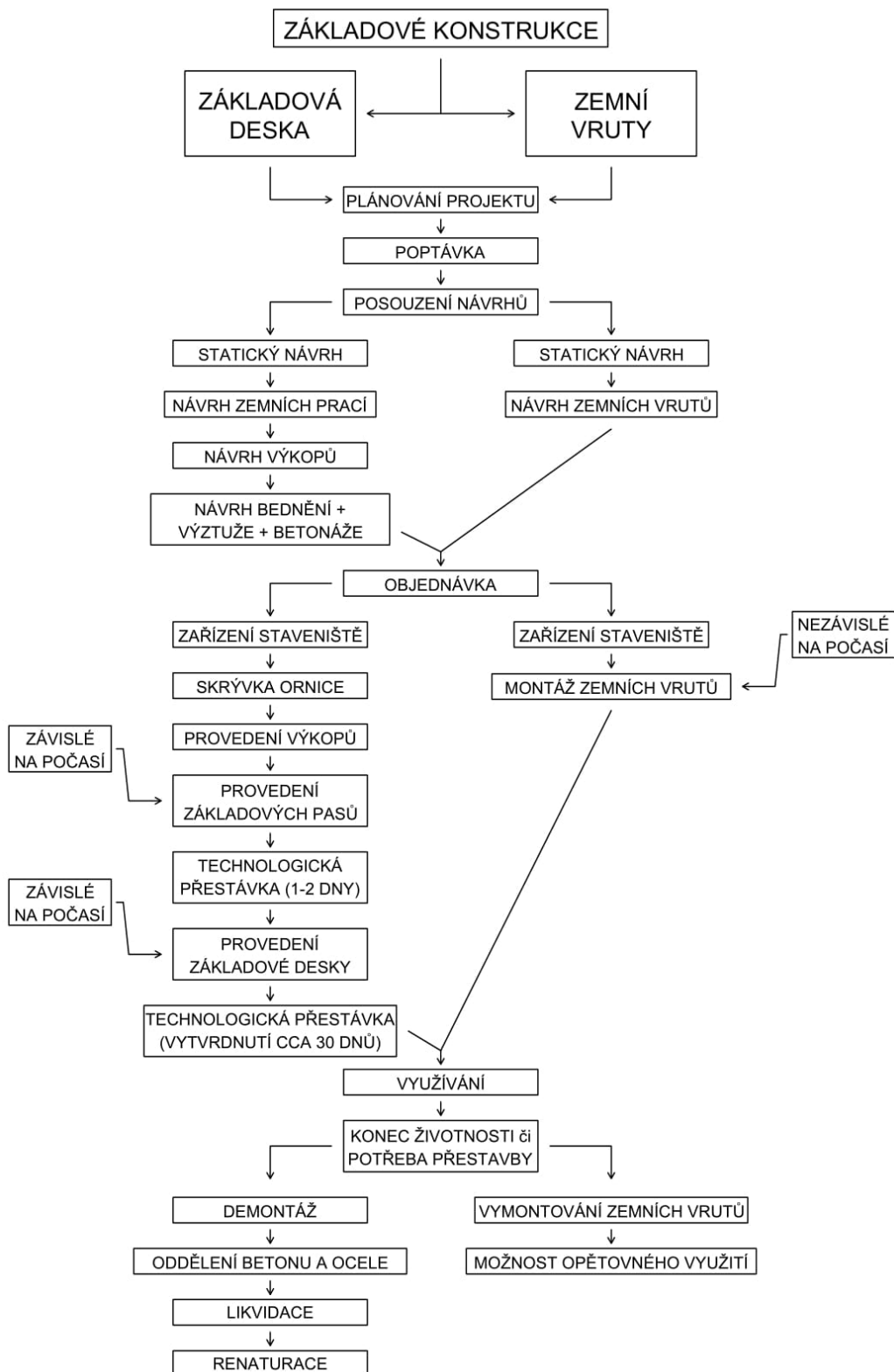
Zdroj: <https://medium.com/wagovernor/new-timber-product-helps-schools-manage-crowding-class-size-c0464003fdd0>

Konstrukční systém z CLT panelů je vhodný nejen pro výstavbu rodinných domů, ale i pro výstavbu vícepodlažních dřevostaveb a staveb občanské vybavenosti jako jsou školky a školy. V letošním roce by měla být dokončena stavba 24 podlažního bytového domu HoHo ve Vídni. Podíl dřeva, především CLT panelů, by měl dosahovat 75 %. [w15]

## **2. Způsob zakládání a řešení hydroizolace spodní stavby u dřevostaveb**

Jako základy jsou označovány konstrukce přenášející zatížení horní stavby do základové půdy v základové spáře. Je nezbytné, aby základové konstrukce spolu se základovou půdou zajistily stabilitu celé stavby a ochránily stavbu před pronikáním vlhkosti a radonu z podloží. Tradičně se základové konstrukce dělí na plošné (patky, pasy, rošty, desky), hlubinné (zemní vruty, mikropiloty, piloty, studny, pilíře) a speciální (kesony). V následujícím textu se autorka omezí na konstrukce nejčastěji používané v případě zakládání dřevostaveb, a to na základové desky uložené na základových pasech a zemní vruty. [5] [12]

V následujícím grafu je pro ilustraci zobrazen postup při návrhu a při realizaci základů pomocí základové desky či zemních vrutů.



Graf č. 1 – Základové konstrukce

Zdroj: vlastní zpracování

## 2.1. Základová deska

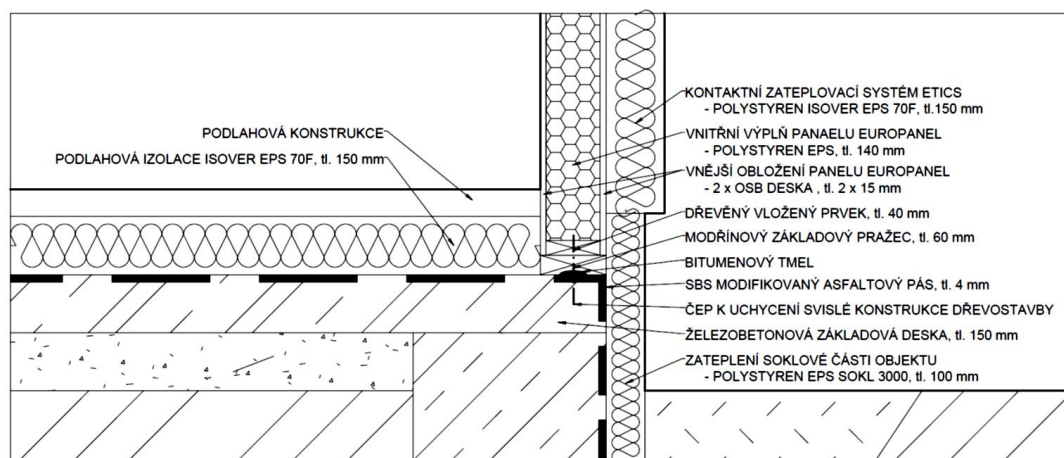
Zatížení vrchní stavby je přenášeno přes železobetonovou základovou desku do základových pasů až na úroveň základové spáry. Tento způsob založení představuje tradiční, v České republice dnes nejpoužívanější a osvědčené řešení, přestože zanechává velkou ekologickou stopu a je velmi náročné. [5] [w23]

Základová deska přenáší plošně zatížení celého stavebního objektu nebo jeho souvislé části. Základová deska umožňuje účinné vodorovné ztužení objektu, snížení kontaktního napětí při zakládání na málo únosné půdě, snížení nerovnoměrného sedání a provedení celoplošné izolace suterénu stavby proti pozemní vodě a ochraně proti pronikání radonu z podloží. Plocha základové desky obvykle odpovídá ploše půdorysu budoucí stavby. Základová deska je zpravidla podsypána štěrkopískem, štěrkem či kačírkem. Tato vrstva je zhutněna na tloušťku cca 200 mm. [12] [w20]

Základové pasy jsou obdélníkové základy s poměrem délky ku šířce  $L/B \geq 6$ , přičemž platí, že šířka je menší než délka. Základové pasy jsou obvykle vedeny pod budoucími nosnými stěnami. Jejich konečné rozměry vyplývají z druhu zeminy, ze zatížení, které působí na základovou půdu, a z přípustného namáhání základové půdy. Je důležité, aby stavby byla založena do nezámrzné hloubky. U obvodových pasů se jejich hloubka pohybuje obvykle 800 až 1000 mm, v extrémních případech až 1400 mm, u vnitřních pasů cca 500 mm pod upraveným terénem. Šířka základových pasů se pohybuje od 300 do 500 mm. V propustných a nesoudržných zeminách jsou základy podsypány vrstvou štěrkopísku. V zeminách nepropustných a soudržných se podsyp neprovádí z důvodu zvodnění. Je nutné dbát na to, aby hloubka založení byla dostatečná a rovnoměrná. V opačném případě bývá základová spára zdrojem možných poruch. [12] [w19] [w20]

Hydroizolace spodní stavby zabraňuje nežádoucímu pronikání podpovrchové vody do konstrukcí budovy. Založení obvodové stěny dřevostavby a její odpovídající hydroizolace je zobrazena na obrázku č.30. Hydroizolace spodní stavby se dělí na vodorovnou a svislou. Vodorovná hydroizolace je umístěna na železobetonové základové desce v celé ploše,

svislá hydroizolace se nachází v soklové části na exteriérové straně konstrukce. Mezi nejčastěji používané patří povlakové izolace, vytvářené převážně na bázi asfaltů či plastů. Hydroizolační pásy se dle charakteru výrobku na podklad nalepují, natavují plamenem či horkým vzduchem, mechanicky kotví nebo se volně kladou a zatěžují. Mezi sebou jsou pásy spojovány v ploše i ve stycích lepením nebo natavením. V dnešní době se využívají i hydroizolační stěrky na bitumenové nebo silikátové bázi. Stěrky jsou však velmi náročné na technologickou kázeň při provádění. Ochrana proti radonu je nejčastěji vyřešena již v rámci hydroizolace. V případě zvýšeného výskytu radonu v dané lokalitě je nutné použití speciální fólie, obsahující tenkou hliníkovou vrstvu. Každé nevyhnutelné přerušení celistvosti povlaku otvory nebo tělesy musí být vhodně hydroizolačně zabezpečeno zvláštními konstrukcemi, např. tmely. Správným návrhem hydroizolačního souvrství jsou eliminovány možné, často závažné a obtížně odstranitelné vady a poruchy v oblasti spodní stavby. [12] [w20] [w22]



Obr. č. 30 – Hydroizolace spodní stavby

Zdroj: vlastní zpracování

Svislá tepelná izolace základových částí se provádí pomocí desek z extrudovaného polystyrenu (XPS) či z expandovaného polystyrenu (EPS) určeného speciálně pro zateplení soklové části objektu. Desky se spojují na pero a drážku a od zasypu jsou odděleny netkanou textilií. V případě nepodsklepeného rodinného domu se vnější boky obvodových základových pasů izolují od úrovně základové desky až po ložnou spáru základů v nezámrazné hloubce. V tomto případě postačí 50 až 100 mm tepelně izolační vrstvy. [w19] [w20]

Při provádění železobetonové základové desky je nejprve sejmuta ornice nejen na ploše pod budoucí stavbou ale na dvoj- až trojnásobné ploše z důvodu pohybu techniky. Poté jsou stavební technikou vyhloubeny základové pasy. Zásadní je však pečlivé manuální dočištění, spojené s dodržáním stability stěn. Stěny budoucích pasů se nesmí provalit, neměly by být zabahněny a zaplaveny vodou. Betonáž by tudíž měla probíhat co nejdříve po jejich vyhloubení. V případě potřeby se základová spára podsype vrstvou štěrkopísku, nesmí se však hutnit. Položí se zemnicí pásek, který je součástí bleskosvodu. Dle konkrétního projektu se vybední potřebné prostupy, do základových pasů se vloží výztuž a zalijí se betonem. Základová deska je podsypána vrstvou štěrkopísku, štěrku či kačírku a zhutněna. Následně je položena ležatá kanalizace v potřebném spádu a vodovodní přípojky. Pro ilustraci je toto zobrazeno na obrázku č. 31. Těsnost a nepropustnost položeného potrubí se ověřuje zkouškou vodotěsnosti naplněním vodou. Přípojky jsou obsypány pískem chránícím je před poškozením a zpevněny zhutněnou štěrkovou drtí.



Obr. č. 31 – Rozvody inženýrských sítí pod železobetonovou základovou deskou

Zdroj: [http://macho.cz/stavba/images/Kanalizace\\_dokonceni\\_2\\_z\\_4.jpg](http://macho.cz/stavba/images/Kanalizace_dokonceni_2_z_4.jpg)

Požadovaný obvod desky se vybední, plocha se vylije betonem a položí se na ní po celé ploše kari síť. Nalitý beton se zhutní a uhladí, respektive strhne hliníkovou latí. Povrch desky by měl být rovný a hladký především kvůli bezproblémovému provedení vodorovné izolace proti zemní vlhkosti. Základovou desku je nutné nechat po dobu cca 28 dnů vyžrát, ve kterých je potřeba ji dostatečně zvlhčovat, aby nedošlo ke vzniku a následnému rozvoji

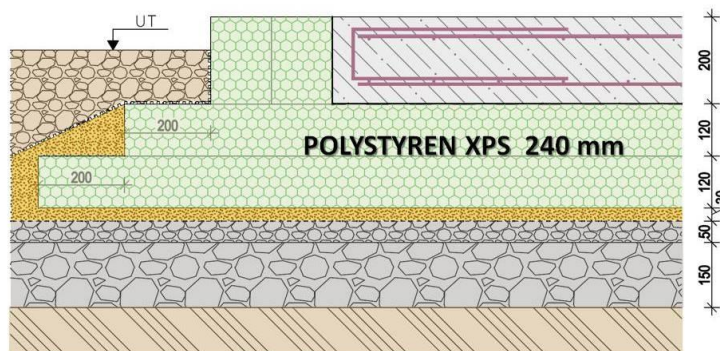


trhlin. Poté se navaří hydroizolace, případně i radonová izolace, a je možné začít s montáží svislých stěn. Kompletně provedená železobetonová základová deska si díky své pracnosti a technologickým přestávkám potřebným pro zrání betonu vyžádá cca 2 měsíce. Po dokončení zemních prací a samotné stavby následují další zemní práce, rozhrnutí zeminy, srovnání pozemku a založení zahrady. [w19] [w20] [w21]

Základová deska pro dřevostavbu musí splňovat několik základních požadavků. Vrchní hrana základové desky musí být minimálně 300 mm nad upraveným terénem z důvodu konstrukční ochrany dřeva. Rovinnost základové desky by neměla přesáhnout 15 mm ve vertikálním směru mezi dvěma naměřenými body po ploše desky. Rozměrová nepřesnost základové desky (rozdíl hodnot úhlopříček) by neměla překročit 30 mm. [w23]

V souvislosti se železobetonovou základovou deskou je potřeba zmínit také aspekt životního prostředí. V tomto případě založení budou základy nejhmotnější částí stavby. Založení pomocí základové desky představuje přesun množství zeminy v rámci zemních prací, přepravu betonové směsi, oceli atd. a v zemi vznikne prakticky neodstranitelné dílo. V případě demolice desky po skončení užívání stavby proběhne samotná demolice, odvoz a recyklace materiálu. Mimoto po odstranění desky zůstane zdevastovaný pozemek. [5] [w19]

Výjimečně je možné setkat se se založením stavby na tzv. plovoucí desce, viz obrázek č. 32. Základová deska je v tomto případě uložena na vrstvě tepelné izolace z polystyrenu či pěnového skla. Důležité je, aby tepelná izolace obíhala celou konstrukci bez přerušení zaručující vysokou tepelnou



Obr. č. 32 – Založení stavby na plovoucí základové desce

Zdroj: [http://www.elegohouse.cz/files/uploads/Zakladova\\_deska\\_na\\_XPS.JPG](http://www.elegohouse.cz/files/uploads/Zakladova_deska_na_XPS.JPG)

stabilitu. Díky vrstvě tepelného izolantu má založení velmi nízkou tepelnou ztrátu podlahou. Tento způsob založení je vhodný téměř výhradně do rovinných poměrů. Provedení je technologicky náročné z důvodu vysoké míry zhutnění zeminy pod základovou deskou a tudíž i nejdražší. V České republice je toto řešení poměrně neobvyklé. [5] [w23]

## 2.2. Zemní vruty

Jednou z mnoha výhod dřevostaveb je jejich nízká hmotnost. Toho efektivně využívají zemní vruty, které jsou vhodné pouze pro lehké stavební systémy. Zatížení z vrchní stavby je přenášeno bodovými prvky do podloží. Zemní vruty se využívají v málo únosných či jinak komplikovaných podmínkách, při obtížné přístupnosti stavby či při potřebě omezit zemní, výkopové a betonářské práce a za určitých podmínek tím snížit celkové náklady na základovou konstrukci. [5] [w19] [w25]

Kónický zemní vrut, zobrazen na obrázku č. 33, je do zeminy zavrtán pomocí speciálního pásového stroje (viz obrázek č. 34). Zemní vruty fungují na stejném principu jako betonové piloty, jedná se však o suchý stavební



Obr. č. 33 – Zemní vrut

Zdroj: <http://www.zemni-vruty.com/public/js/kcfinder/upload/files/M-76x800-M12.JPG>



Obr. č. 34 – Pásový stroj pro zavrtání vrutů

Zdroj: vlastní zpracování

proces. Vrut je vyráběn z běžné oceli a je ošetřen nejkvalitnějším žárovým zinkováním, díky čemuž dosahuje jeho životnost až 150 let. Rozměry vrutů jsou přizpůsobeny druhu stavby, jejím statickým potřebám a únosnosti dané zeminy. Vlastnosti konkrétní zeminy jsou stanoveny tahovou zkouškou, zobrazenou na obrázku č. 35. Standardně jsou vruty vyráběny v délkách od 450 do 4000 mm, pro potřeby zakládání dřevostaveb se využívají vruty o délkách cca 2100 mm. O dobrý průnik vrutu se stará kovaná ocelová špička, v případě, že je terén hodně kamenitý je nutné příslušné otvory předvrtat diamantovou korunkou. Po umístění všech vrutů následuje geodetická kontrola pomocí laseru. [5] [w24] [w25]



Obr. č. 35 – Provádění tahové zkoušky

Zdroj: vlastní zpracování

Založení domu nad terénem je rychlé, moderní a zanechává malou ekologickou stopu. Největší výhodou této technologie je nepotřebnost betonování základové desky a urychlení stavebních procesů díky absenci dlouhých technologických přestávek po betonáži základových pasů a desky. Základy pro rodinnou dřevostavbu mohou být dle složitosti stavby, skladby podloží a morfologie terénu hotovy v řádu několika hodin a lze je provádět celoročně bez ohledu na počasí. Díky tomu, že ze stavebního pozemku není potřeba před realizací odstraňovat ornici a vykopávat rýhy pro základové pasy, odpadá časová náročnost a náklady na odvoz zeminy a na další terénní práce. Konstrukci lze uskutečnit téměř na jakémkoliv typu podloží a v jakýchkoliv terénních podmínkách. Jednotlivý zemní vrut je možné délkově nastavit či zašroubovat na požadovanou výšku a tím srovnat terénní nerovnosti či založit celou stavbu i v příkrém svahu. Výhodou je také snadná demontáž vrutů po

skončení životnosti stavby a možnost opakovaného použití vrutů. Nevýhodou stavby na zemních vrutech může být malé rozšíření tohoto způsobu zakládání a s tím související předsudky, tedy iracionální špatný pocit z toho, že dům není po celé podlahové ploše spojen se zemí. Výška podlahy nad terénem je vyšší než u tradičního způsobu zakládání, což je však v záplavovém území považováno za velkou výhodu. [5] [12] [w22] [w23] [w24]

Při provádění zemních vrutů stačí pouze zašroubovat zemní vruty a prakticky ihned se může začít vytvářet vrchní stavba. Po umístění všech vrutů následuje geodetická kontrola rozměrů pomocí laseru. Nejdůležitější je zkontrolovat umístění jednotlivých vrutů jak polohově, tak výškově a polohu instalační šachty dle projektové dokumentace. Následně se na jejich vrchní část připevní lepené BSH hranoly (viz obrázek č. 36), které již ve stavbě dále nepracují, nevysychají, tudíž nemění svůj rozměr a nepraskají. Pro BSH hranoly je využíváno modřínové dřevo především z důvodu, že z jehličnatých dřevin má modřínové dřevo největší část jádrového, vždy zdravého dřeva. Jádrové dřevo je vytvořeno odumřením živých buněk dřeva, je málo vodivé pro vodu a vzduch a díky tomu odolné vůči dřevokazným houbám, z nichž se následně může vytvořit dřevokazný hmyz. Modřínové jádrové dřevo je starší, sušší, tvrdší a tmavší než zbylá část kmene, tzv. bělové dřevo. Po montáži BSH hranolů se našroubují podlahové panely dle typu konstrukce. Takto vzniklý prostor mezi masivním dřevěným rámem a terénem se nazývá Crawl space, čímž je splněn i požadavek, aby dřevostavba nebyla přímo spojena



Obr. č. 36 – Zemní vruty s modřínovými KVH hranoly

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/lightbuilding/s\\_lightbuilding-02-podkladni-hranoly.jpg](https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/lightbuilding/s_lightbuilding-02-podkladni-hranoly.jpg)

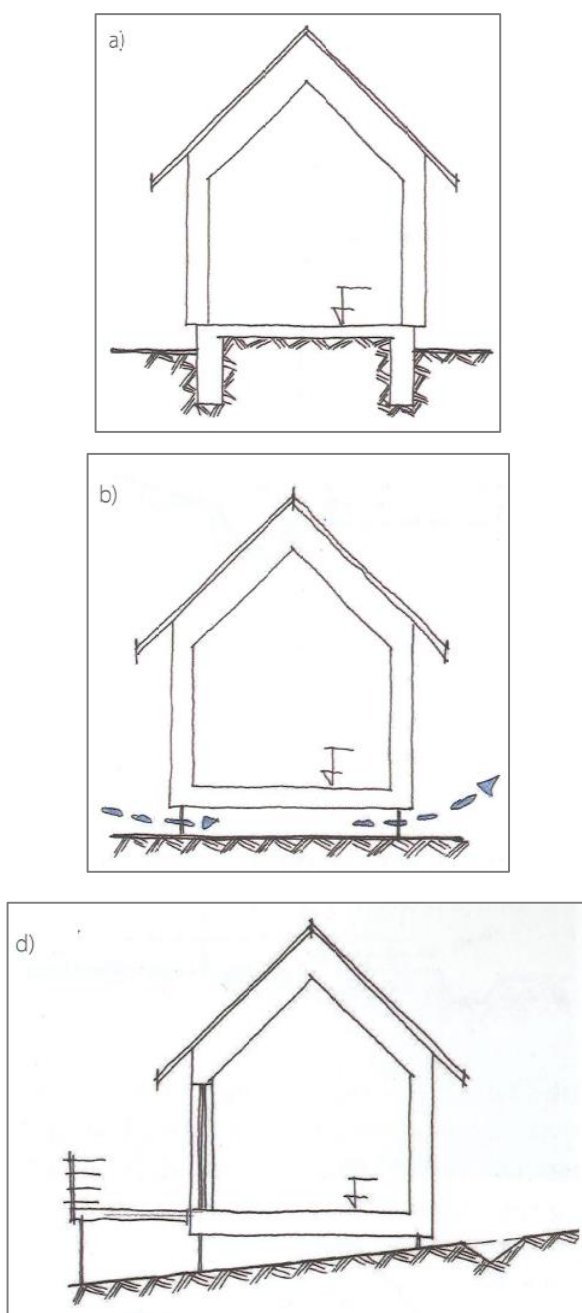


s terénem. Crawl space je provětrávaná, průlezná a kontrolovatelná vzduchová mezera. Výška této mezery bývá obvykle od 300 do 600 mm. Je však nutné posoudit potřebné množství lepené izolace podlahové části konstrukce, protože ta má charakter obvodové stěny. [5] [w19] [w24] [w25]

Konceptem provětrávané mezery je vyloučena potřeba hydroizolační vrstvy a ochrany proti radonu v rámci konstrukce. Provětrávaný prostor je ze své podstaty dokonalou ochranou proti pronikání radonu z podloží a odvětrávaná mezera vylučuje přímé vzlínání či obecně pronikání vody z podloží do konstrukce, včetně případů, kdy je hladina spodní vody v malé hloubce, či kdy jde o vodu tlakovou. Důležitá je však dokonalá izolace přípojek v úsecích vedených přes vzduchovou mezeru a vzduchotěsné ošetření prostupů rovinou konstrukce podlahy nad terénem. [5] [w23]

Podmínkou pro správné a efektivní odvětrávání prostoru pod domem je zajištění proudění vzduchu kolem dřevěné konstrukce. Tím se odvětrá případná vlhkost, která by mohla na konstrukci kondenzovat a tím jí ohrožovat. U tohoto typu založení se setkáváme s třemi základními zdroji vlhkosti. Prvním zdrojem je vlhkost vzlínající z podloží, tedy z terénu. Množství a intenzita tohoto zdroje závisí na konkrétních podmínkách podloží a rovněž na klimatických podmínkách. Druhým zdrojem je vlhkost vnášená do prostoru pod domem odvětrávacím vzduchem. Vzduch může na spodním povrchu dřevostavby kondenzovat, především v letním období. Jakkoliv jde vždy o dočasný jev a následně je vlhkost odvětrána, je nutno s tímto jevem počítat a konstrukci podle toho navrhovat. Posledním typem je vlhkost pronikající z interiéru (platí především pro difuzně otevřené skladby). Odvětrání prostoru pod domem funguje především na základě rozdílných teplot v prostoru pod domem a ve vnějším prostoru a na základě rozdílných teplot na různých stranách domu (jižní, severní). V některých případech, například na prudších svazích, je možné těžit i z komínového efektu daného rozdílnými tlaky v případě, kdy sání vzduchu a jeho výdech z odvětrávaného prostoru jsou v různých výškových úrovních. [5]

Na obrázku č. 37 a) je zobrazen způsob založení na základových pasech a železobetonové základové desce, tedy tradiční a dosud nejčastěji používaný způsob zakládání staveb. Na obrázku č. 37 b) je načrtnuto založení stavby na zemních vrtech s pomocí Crawl Space a zajištění efektivního provětrávání. Na obrázku č. 37 d) zobrazené řešení pro svažité podmínky. Svažitost terénu může podpořit efekt odvětrání a odvod dešťové i podpovrchové vody.

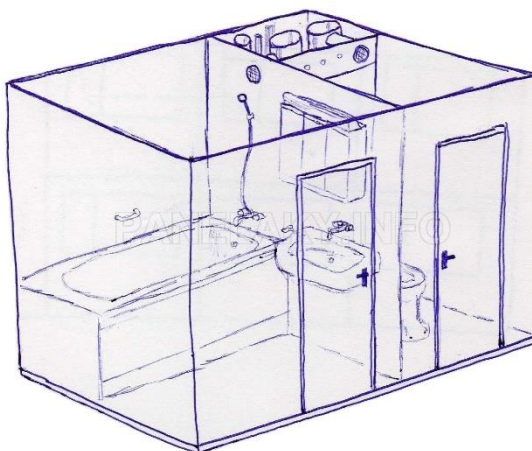


Obr. č. 37 – Schéma založení na Crawl Space

Zdroj: [5]

### 3. Prefabrikovaná instalační jádra

Pojmem prefabrikované instalační jádro se označuje předpřipravený celek koupelny, WC a instalační šachty (viz obrázek č. 38) vyrobený mimo bytovou jednotku ve specializovaném výrobním závodě. Jádro je určujícím prvkem dispozice a jeho poloha je vázána na instalační šachtu. V instalační šachtě jsou umístěna stoupačí potrubí vody, kanalizace, dle potřeby plynu a elektřiny. V případě bytových domů také dvě potrubí vzduchotechniky, jedno pro odvod vzduchu z koupelen a WC a druhé pro samostatný odvod z kuchyňské digestoře. Velikost prefabrikovaného instalačního jádra je nejvíce limitována rozměry dopravního prostředku, přepravujícího jádro z místa výrobního závodu do místa staveniště. Předpokladem použití je také přítomnost odpovídajícího zdvihacího prostředku. S využitím prefabrikovaného instalačního jádra je nutné počítat již ve fázi návrhu stavby. [13] [w26]



Obr. č. 38 – Prefabrikované instalační jádro

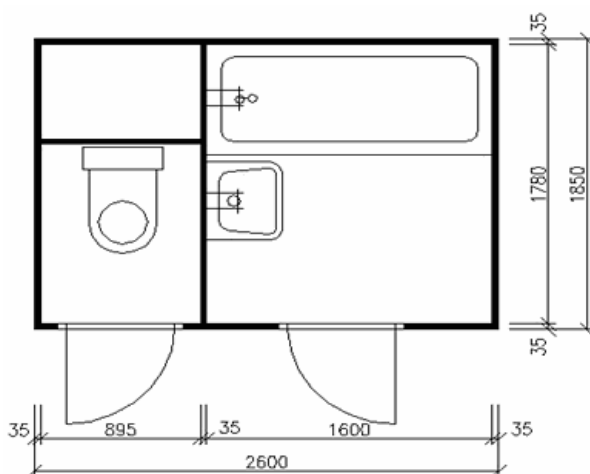
Zdroj: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS\\_KRm5fxaB8e9bit5tcdwQ5dXK7M8kC\\_QUIWNXpJvFqrQQcAZS](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS_KRm5fxaB8e9bit5tcdwQ5dXK7M8kC_QUIWNXpJvFqrQQcAZS)

#### 3.1. Historie prefabrikovaných jader v bytových stavbách

Prefabrikovaná instalační jádra se poprvé začala masivně využívat na konci 50. let 20. století při výstavbě panelových domů. Tento typ výstavby usnadňoval a výrazně zrychloval budování nových staveb. V České republice bylo v letech 1958 až 1990 vyrobeno a použito na 1,18 milionu instalačních jader v panelových stavbách. V těchto stavbách dnes žije zhruba 30 % obyvatelstva. [13] [w26]

Životnost panelových domů byla projektována na 40 let, čemuž také odpovídaly zvolené materiály vnitřní vybavenosti. Typická půdorysná řešení jader lze rozdělit dle velikosti bytu. U malých bytů bývá WC propojeno s koupelnou, u větších je WC odděleno a má samostatný vstup. [13] [w27]

Nejrozšířenějším typem instalačního jádra u panelových domů byla jádra umakartová. Jedná se o samonosné jádro se sendvičovou konstrukcí složenou z kostry ze smrkových hranolů, do které jsou umístěny hliníkové vodiče elektroinstalace. Prostor je následně vyplněn polystyrénovými deskami a překryt pláštěm z umakartu. Umakart je obchodní název pro lisovaný dřevitý papír tvrzený umělou pryskyřicí. Na podlahu jsou použity dřevotřískové desky a povrchová úprava z PVC. Nosnost umakartové stěny mimo kostru je téměř nulová, proto jsou zařizovací předměty ze strany koupelny upevňovány na podlahu. Ze strany kuchyně je umístěna kuchyňská linka. Spodní skříňky jsou připevněny k podlaze, horní jsou přikotveny do dřevěné nosné kostry. Umakartová jádra jsou nenáročná na prostor, tloušťka stěny je cca 30 mm, dokáží tak uspořit místo, které by při zděném jádru bylo potřeba. Tato jádra jsou označována písmenem „B“, pomlčkou a číslem. Jádro B-10 BA, nejrozšířenější typ umakartového jádra v panelových stavbách, je zobrazeno na obrázku č. 39: Jedná se o jádra monoblokového typu, kdy jsou bytová jádra do bytů osazována jako jeden samostatný celek. V tomto případě je jádro umístěno pomocí zdvihací techniky do každého bytu před začátkem výstavby dalšího podlaží. [13] [w26] [w27]



Obr. č. 39 – Nejrozšířenější typ umakartového jádra B-10 BA

Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/koupelny-a-wc/3398-modernizace-bytovych-jader>



Z dnešního pohledu jsou umakartová instalační jádra absolutně nevyhovující. Akustické vlastnosti jsou vzhledem k tloušťce stěny a použitým materiálům minimální. Stěny jsou vyrobeny z hořlavých materiálů, uvnitř kterých se nachází potenciální zapalovač v podobě hliníkových elektrických rozvodů. Pokud se tyto rozvody zatíží výrazně většími proudy, než na které byly dimenzovány, dojde k jejich zahřátí. Zahřátí může dosáhnout zápalné hodnoty materiálu jádra. [13] [w26] [w27]

Umakartová instalační jádra byla vytvářena jako samonosná, osazována mezi železobetonové stěny. Mezi konstrukcí jádra, stěnami a stropem vznikl volný prostor, do něhož mohla dlouhodobě bez zpozorování zatékat voda. Z tohoto důvodu docházelo k hnilobným procesům a výskytu plísní na zdech a podhledech. Umakart se postupem času začal kroutit a prohýbat. [13] [w26] [w27]

Druhým, méně často vyráběným typem jader jsou jádra železobetonová, odpovídající základnímu konstrukčnímu materiálu celé stavby. Jejich výhoda spočívá v delší životnosti, nevýhodu však představuje jejich vysoká hmotnost a s tím spojená horší manipulace. Při výstavbě je nutné dodržet maximální přesnost vazby na celou stavbu. Tato jádra byla označována „ŽB“ nebo „H“. [w26] [w27]

### **3.2. Vlastnosti prefabrikovaných jader**

Hlavní výhodou všech prefabrikovaných instalačních jader je jejich rychlá výroba a nízká cena díky opakovatelnosti výrobku. Jádra jsou vyráběna ve specializovaných výrobních a na stavbu dodávána již předpřipravená. Vzhledem k tomu, že výroba probíhá v zastřešených temperovaných halách, je dosaženo maximální produktivity a efektivnosti práce. Ve výrobní hale je možnost zajistit montérům a profesantům podílejícím se na zhotovení jádra lepší podmínky pro práci než na stavbě. Kontrola efektivity práce a využití celé pracovní doby k plnění zadaných úkolů je zde jednodušší.

Nedílnou součástí celého výrobního procesu je kontrola kvality daného díla, která se daleko lépe provádí ve výrobně než později na staveništi. Dodání hotového a kompletního výrobku na stavbu zajišťuje možnost minimalizace

spotřeby konstrukčních materiálů, není nutné materiál na staveništi vhodně skladovat a chránit před případnou krádeží.

Nevýhodou je potřeba výrobního závodu. Tato investice je však jednorázová a dlouhodobá.

## **4. Dřevostavba s konstrukční technologií SIPs panelů založená na zemních vrutech s prefabrikovaným instalačním jádrem**

Dřevostavba s konstrukční technologií SIPs panelů založená na zemních vrutech s prefabrikovaným instalačním jádrem spojuje všechny výhody jednotlivých technologií v jeden celek. Na rozdíl od prefabrikovaného umakartového instalačního jádra je prefabrikované jádro ze SIPs panelů rovnocenným prvkem ostatních nosných a zavětrovacích konstrukcí. Díky tomu nevznikají mezi nosnými prvky a jádrem dutiny, kam může voda nekontrolovatelně po dlouhou dobu zatékat. Dřevostavba ze SIPs panelů využívá jednotné panely pro podlahové, stěnové i stropní konstrukce, lišící se pouze tloušťkou jádra panelu ze samozhášivého polystyrenu. Stavba založená na zemních vrutech je časově nenáročná a je možné jí realizovat v jakémkoliv ročním období. Prefabrikované instalační jádro zaručuje další zkrácení celé výstavby.

Instalační jádro je technickým centrem celého objektu. Do jádra jsou směřovány veškeré sítě – kanalizace, voda a elektřina. Součástí jádra je koupelna s toaletou, je zde umístěn elektrický zásobníkový ohřívač teplé užitkové vody a pračka. Z vnější strany je na jádro ukotvena kuchyňská linka.

### **4.1. Prefabrikované instalační jádro EUROPANEL CORE**

Prefabrikované instalační jádro EUROPANEL CORE se vyrábí v maximálních rozměrech 2,5 x 3 metry, což je optimální pro manipulaci a přepravu. V případě požadavku na větší rozměr jádra je možná jednotlivá jádra skládat k sobě a vytvářet tak větší celky. Jádro je vyrobeno z konstrukčně izolovaných panelů SIPs odpovídající tloušťky dle projektové dokumentace. Stěnové panely se používají tloušťky 120 mm či 170 mm, s možností použití panelu s prostupy pro elektroinstalaci. Podlahové panely se na rozdíl od zbytku stavby používají pouze tloušťky 170 mm z důvodu možnosti rozvodů ležaté kanalizace v podlaze jádra. Po provedení všech ležatých rozvodů se

podlaha vyplní tepelnou izolací a přiklopí OSB deskou. Díky tomu je výška podlahy v celém objektu jednotná.

Prefabrikované instalační jádro EUROPANEL CORE je možné objednat ve třech způsobech vyhotovení:

- 1) Panel odpovídající tloušťky dle projektové dokumentace, kde je předpřipraveno potrubí k osazení na instalační šachtu, dále je osazen elektrický rozvaděč, popřípadě konstrukce pro osazení závěsného WC.
- 2) Prefabrikované instalační jádro bez vnitřních úprav a bez sanitárních zařizovacích předmětů. V tomto případě je jedná o holou „kostru“ ze SIPs panelů, kde jsou vyhotoveny rozvody vody a elektřiny a je zde umístěn sestavený elektrický rozvaděč.
- 3) Prefabrikované instalační jádro s všemi vnitřními úpravami a zařizovacími předměty.

Prefabrikovaná instalační jádra se vyznačují malou variabilitou „vizáže“ a malou přizpůsobivostí katalogových řešení individuálním požadavkům investora. I přes to je možné určité klientské změny ve vybavení provádět, musí však být kontrolované a dle předem stanovených limitů, aby byla zachována ekonomičnost daného projektu a aby byly zaplacené náklady spojené s vývojem.

#### **4.2. Instalace prefabrikovaného instalačního jádra EUROPANEL CORE**

Hlavním požadavkem na instalace v prefabrikovaném instalačním jádru je jejich celková minimalizace. Již v půdorysném řešení a dispozičním návrhu jádra je snaha o co nejkratší jak vodovodní (studená a teplá užitková voda), tak kanalizační potrubí.

Vodoinstalace v instalačním jádru zajišťuje zásobování studenou a teplou užitkovou vodou zařizovacích předmětů a uzavíracího ventilu, na něž se připojuje přívod vody do pračky. Vodoinstalace zahrnuje nejen rozvody trubek, ale i upevnění a zapojení ohříváče vody, vodovodních baterií, izolaci potrubí atd. Rozvody trubek v instalačním jádru jsou vedeny v instalačních

stěnách. Pro rozvody vody se dnes obvykle používají plastové trubky. Veškeré potrubí dopravující vodu je nutné izolovat z důvodu rosení potrubí studené vody, ochlazování teplé vody a proti mechanickému poškození. [13] [14]

Kanalizační potrubí zahrnuje odpadní trubky, tvarové kusy, zápachové uzávěrky připojené k zařizovacím předmětům atd. sloužící k odvádění odpadních vod od zařizovacích předmětů a případně i od pračky. Nejčastěji používané materiály jsou dnes plasty. Při instalaci odpadního potrubí je nutné dodržení odpovídajícího průměru a spádu potrubí 3 %. [13] [14]

Elektroinstalace prováděné v jádrech se řídí zvláštními předpisy. V instalačním jádru je nutné rozvést samostatně zásuvkový a světelný elektrický obvod. Každý z nich má své vlastní jištění. Při návrhu koupelny je nutné především zohlednit bezpečnostní zóny, ve kterých mohou být jen spotřebiče a zásuvky v závislosti na vzdálenosti od vany. [13] [14]

#### **4.3. Metodika návrhu**

1. Zajištění dostatečné opakovatelnosti instalačního jádra
2. Rozměry prefabrikovaného instalačního jádra
  - 2.1. Možnosti přepravy, aniž by byla potřeba nadměrného nákladu
  - 2.2. Počet lidí, kteří budou sanitární zařízení využívat
3. Počet koupelen a WC a oddělených WC v objektu
  - 3.1. Potřebný počet instalačních šachet
4. Způsob vytápění prefabrikovaného instalačního jádra
5. Způsob přípravy teplé užitkové vody
6. Způsob větrání prefabrikovaného instalačního jádra
7. Návrh vany či sprchového koutu
8. Návrh toalety, bidetu či kombinace toalety s bidetem
9. Návrh umyvadla či umyvadlové skříňky a umyvadlové baterie
10. Návrh pračky, sušičky či kombinace pračky se sušičkou
11. Návrh osvětlení a rozmístění zásuvek v instalačním prefabrikovaném jádře
12. Návrh podlahové krytiny
13. Návrh úpravy stěn, včetně barvy výmalby

Na obrázcích č. 40 a č. 41 jsou zobrazeny možnosti řešení vnitřní dispozice a vnitřního vybavení instalačního prefabrikovaného jádra.



Obr. č. 40 - Možnost řešení vnitřní dispozice prefabrikovaného instalačního jádra

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/europanel-core/s\\_jadro-cervene.jpg?v=1509093778](https://www.europanel.cz/images/gallery/europanel-core/s_jadro-cervene.jpg?v=1509093778)



Obr. č. 41 – Možnost řešení vnitřní dispozice prefabrikovaného instalačního jádra

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/europanel-core/s\\_jadro-oranzove.jpg?v=1509093780](https://www.europanel.cz/images/gallery/europanel-core/s_jadro-oranzove.jpg?v=1509093780)

#### **4.4. Postup výroby prefabrikovaného instalačního jádra**

Ve výrobní hale je instalační jádro nejprve sestaveno z konstrukčně izolovaných panelů SIPs, je provedena potřebná hydroizolace, jsou rozvedena potrubí studené a teplé vody, kanalizační potrubí a elektroinstalace. Dále je podlaha jádra vyplněna tepelnou izolací a zaklopena OSB deskou. Stěny jádra jsou obloženy příslušnými SDK deskami a je provedeno pohledové obložení stěny. Jádro je vybaveno zařizovacími předměty a odzkoušeno. Po dokončení ve výrobní hale je jádro opatřeno neprůhlednou voděodolnou fólií z důvodu odolnosti vůči povětrnostním vlivům a nepřízní počasí. Na obrázku č. 42 je zobrazena expedice prefabrikovaného instalačního jádra na dopravní prostředek, který zaveze jádro na místo staveniště.



Obr. č. 42 – Expedice prefabrikovaného instalačního jádra

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/clanky/if-4-nymb-nova/img\\_20160419\\_125914.jpg](https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/clanky/if-4-nymb-nova/img_20160419_125914.jpg)

#### **4.5. Princip osazení prefabrikovaného instalačního jádra**

Po dodání instalačního prefabrikovaného jádra na staveniště je nutné zkontrolovat údaje uvedené na objednávce dle projektové dokumentace s dodacím listem. Zejména se jedná o vnitřní úpravy, rozvody elektroinstalace a veškeré zařízení instalačního jádra. Před samotným osazením prefabrikovaného instalačního jádra je nutné zkontrolovat shody geodetických bodů, provedení založení stavby a instalací v instalační šachtě. Při kontrole geodetických bodů jsou zaměřeny provedené body. Tyto jsou porovnány s body uvedenými v projektové dokumentaci. Kontrola provedení založení



stavby spočívá v kontrole poloh podkladových dřevěných hranolů tvořících základy pro prefabrikované instalační jádro. Instalace v instalační šachtě (viz obr. č. 43) jsou kontrolovány dle polohy a rozměrů jednotlivých vedení a dle předepsaného způsobu zateplení. Prefabrikované jádro se instaluje ihned v prvních fázích výstavby domu. Osazením jádra defacto začíná výstavba vrchní hrubé dřevostavby. Instalační prefabrikované jádro je osazeno pomocí zdvihacího prostředku na určené místo dle projektové dokumentace (viz obr. č. 44).



Obr. č. 44 – Instalace v instalační šachtě

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/lightbuilding/s\\_lightbuilding-03-sachta.jpg](https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/lightbuilding/s_lightbuilding-03-sachta.jpg)



Obr. č. 43 – Osazení instalačního prefabrikovaného jádra

Zdroj: [https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/clanky/lif-4-nymb-nova/img\\_20160420\\_144521.jpg](https://www.europanel.cz/images/gallery/domy/clanky/lif-4-nymb-nova/img_20160420_144521.jpg)

Po osazení je nutné provést kontrolu umístění instalačního prefabrikovaného jádra, které se může lišit max. o  $\pm 15$  mm od projektovaného místa. Dále se provede propojení instalací mezi instalační šachtou a jádrem. Veškeré sítě je nutné napojit před zasypaním instalační šachty izolačním materiálem lehčným kamenivem Liapor.

Na obrázku č. 45 je pro ilustraci zobrazeno prefabrikované instalační jádro po osazení během výstavby hrubé stavby a totéž jádro po dokončení objektu.



Obr. č. 45 – Instalační prefabrikované jádro EUROPANEL CORE

Zdroj: <https://www.europanel.cz/core/cz/proc/>

#### 4.6. Výhody tohoto systému

Hlavní výhodou použití instalačního prefabrikovaného jádra je celkové zrychlení výstavby dřevostavby. Při výrobě v temperovaných halách je možné dostatečně kontrolovat kvalitu. Vyloučením časově a kvalitativně náročných prací profesantů na staveništi je možno dosáhnout vyšší efektivity výstavby.

## **5. Harmonogram výstavby**

Podklady pro výpočet celkové doby výstavby jsou uvedeny v jednotlivých přílohách k následujícím bodům. Každá příloha obsahuje technologický rozbor, technologický normál, harmonogram výstavby, půdorys a řez posuzovaného objektu.

Referenční objekt je jednopodlažní rodinný dům 4+kk, se sedlovou střechou a využívaným půdním prostorem. Celková zastavěná plocha je 104,42 m<sup>2</sup>.

### **5.1. Výstavba zděného jednopodlažního rodinného domu založeného na železobetonové základové desce**

Viz Příloha č. 1 k bodu 5.1.

### **5.2. Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na železobetonové základové desce**

Viz Příloha č. 2 k bodu 5.2.

### **5.3. Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech**

Viz Příloha č. 3 k bodu 5.3.

### **5.4. Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech s využitím prefabrikovaného instalačního jádra**

Viz Příloha č. 4 k bodu 5.4.

### **5.5. Porovnání doby výstavby jednotlivými technologiemi**

Výstavba zděného jednopodlažního rodinného domu založeného na železobetonové základové desce trvá celkem 146 dnů. Z důvodu technologické pauzy po betonáži základové desky není nutné cihly HELUZ objednávat v časovém předstihu. U zděné stavby je bezpečnější objednávat okna až po vyzdění obvodových stěn dle skutečných rozměrů.

Výstavba panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na železobetonové základové desce trvá celkem 112 dnů. Díky technologické pauze po betonáži základové desky není nutné konstrukčně izolované panely SIPs od společnosti Europanel objednat před začátkem výstavby. Panely SIPs jsou dodávány v přesných rozměrech, při jejich montáži nehrozí změny rozměrů okenních otvorů a tudíž je možné okna objednat již před začátkem výstavby. Jelikož je technologická pauza po betonáži základové desky dostatečně dlouhá, není nutné v tomto případě objednat okna před započítáním výstavby objektu.

Celková doba výstavby panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech trvá 71 dnů, především díky absenci zemních prací a technologické přestávce po betonáži základové desky. Aby dodávka BSH modřínových nosníků a oken nezpůsobila zdržení stavby, je nutné je objednat 2 týdny před samotným začátkem výstavby. SIPs panely musí být objednány 6 dnů před začátkem výstavby.

Celková doba výstavby panelového jednopodlažního rodinného domu ze SIPs panelů založeného na zemních vrutech s využitím instalačního prefabrikovaného jádra trvá celkem 64 dnů. Aby dodávka BSH modřínových nosníků nezpůsobila zdržení stavby, je nutné je objednat 2 týdny před samotným začátkem výstavby. Prefabrikované instalační jádro EUROPANEL CORE a okna musí být objednány 13 dnů před začátkem výstavby. SIPs panely musí být objednány 5 dnů před začátkem výstavby.

## **6. Návrh dispozičních řešení s využitím prefabrikovaných instalačních jader**

Grafické přílohy jsou zobrazeny v Příloze č. 5 k bodu č. 6. Jsou navrženy 3 možnosti dispozičního řešení objektu z konstrukčně izolovaných SIPs panelů, založeného na zemních vrutech a s využitím prefabrikovaného instalačního jádra.

V půdoryse č. 1 se prefabrikované instalační jádro o velikosti 2,5 x 3 m nachází uprostřed objektu. Místnost koupelny je konstrukčně oddělena od místnosti toalety. Každá z místností má svůj vlastní vchod. V koupelně se nachází umyvadlo, pračka a vana. V místnosti toalety se nachází instalační šachta, závěsné WC a zásobníkový ohřívač TUV.

V půdoryse č. 2 se prefabrikované instalační jádro o velikosti 2,5 x 3 m nachází u severního okraje budovy. Celé prefabrikované instalační jádro je řešeno jako jedna místnost, toaleta je od zbytku koupelny oddělena dispozičně příčkou s posuvnými dveřmi. Koupelna má jeden okenní otvor a pouze jeden vchod. V koupelně se nachází umyvadlo, sprchový kout, závěsné WC, instalační šachta a zásobníkový ohřívač TUV.

V půdoryse č. 3 jsou prefabrikovaná instalační jádra dvě. První prefabrikované instalační jádro o velikosti 2,5 x 3 m se nachází uprostřed objektu. Místnost koupelny je konstrukčně oddělena od místnosti toalety. Každá z místností má svůj vlastní vchod. V koupelně je umístěno umyvadlo, pračka a vana. V místnosti toalety je umístěna instalační šachta, závěsné WC a zásobníkový ohřívač TUV. Druhé prefabrikované instalační jádro má velikost 1,6 x 1,29 m. Místnost obsahuje toaletu a instalační šachtu.

## **Závěr**

V této bakalářské práci byly představeny konstrukční systémy dřevostaveb, způsoby jejich zakládání a možnost využití prefabrikovaného instalačního jádra při současné výstavbě jednopodlažních dřevostaveb. Spojením dřevostavby postavené technologií SIPs panelů, založené na zemních vrutech a využitím instalačního prefabrikovaného jádra je dosaženo maximální výkonnosti výstavby jak z hlediska času, tak z hlediska eliminace chyb při zachování kvality provádění. Produktivita ve stavebnictví vůči ostatním odvětvím trvale klesá, díky tomuto řešení je však možné celou výstavbu zrychlit a zefektivnit.

Z výsledků praktické části bakalářské práce je zřejmé, že díky využití instalačního prefabrikovaného jádra při soudobé výstavbě jednopodlažního rodinného domu technologií konstrukčně izolovaných panelů SIPs je možné zkrátit celkovou dobu výstavby. Oproti zděné stavbě založené na základové desce je výstavba kratší o cca 60 %.

Aby bylo využití instalačního prefabrikovaného jádra efektivní, je nutné budťo využít typová, avšak variabilní instalační jádra či zajistit dostatečný odbyt pro samostatně vyprojektované jádro.

## 7. Zdroje a použitá literatura

### 7.1. Použitá tištěná literatura

- [1] VAVERKA, Jiří. *Dřevostavby pro bydlení*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- [2] KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.
- [3] ŠKRABALOVÁ, Eva, ed. *Dřevostavby*. Brno: ERA group, 2002. Edice 21. století. ISBN 80-865-1739-X.
- [4] RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3298-5.
- [5] PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: technologie CLT*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0055-2.
- [6] RŮŽIČKA, Martin. *Stavíme dům ze dřeva*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1461-2.
- [7] BÍLEK, Vladimír. *Dřevostavby: navrhování dřevěných vícepodlažních budov*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-010-3159-4.
- [8] OSVALD, Anton, Ladislav REINPRECHT a Jozef ŠTEFKO. *Moderní dřevostavby + nízkoenergetické domy: vše o bydlení*. Bratislava: JAGA Group, 2014. ISBN: 977-1-359-1730-1.
- [9] Kolektiv autorů. *Vše o dřevě v interiéru a exteriéru*. Bratislava: JAGA Group, 2008. ISBN (BROŽ.): 977-13-359-1715-8.
- [10] ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Petr KUKLÍK. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Bratislava: JAGA, 2009. Home. ISBN 978-80-8076-080-9.
- [11] HAVÍŘOVÁ, Zdeňka. *Dům ze dřeva*. 2. vyd. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-736-6060-1.
- [12] SKULINOVÁ, Darja a Karel KUBEČKA. *Základy rodinných domů: tradiční i moderní typy zakládání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4720-0.



## 7.2. Použité elektronické dokumenty

- [w1] Ing. Javorský, David. Sruby vs. roubenky. In: dřevostavby.cz [online]. 17.2.2018 [cit. 8.3.2018, 12:45]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4487-sruby-vs-roubenky>
- [w2] TZB-info.cz. Konstrukční systémy dřevostaveb: Lehký a těžký dřevěný skelet. In: estav.cz [online]. 25.5.2016 [cit. 8.3.2018, 12:02]. Dostupné z: <http://www.estav.cz/cz/3415.konstrukcni-systemy-drevostaveb-lehky-a-tezky-dreveny-skelet>
- [w3] Jiříček DiS, Petr. Stavba dřevostavby systémem two by four. In: drevoostavitel.cz [online]. 8.3.2012 [cit. 18.3.2018, 15:02]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/two-by-four-system>
- [w4] Čechová, Dagmar. 5 důvodů pro těžký dřevěný skelet. In: dřevostavby.cz [online]. 9.9.2014 [cit. 17.3.2018, 8:25]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/archiv-aktualit/151-o-drevostavbach/2881-5-duvodu-pro-tezky-dreveny-skelet>
- [w5] Kaštanová, Andrea. Skeletové dřevostavby (těžký dřevěný skelet). In: dřevostavby.cz [online]. 9.9.2014 [cit. 17.3.2018, 7:57]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/jak-na-drevostavbu/co-je-drevostavba-a-jake-jsou-jeji-druhy/3007-skeletove-drevostavby-lehky-a-tezky-dreveny-skelet>
- [w6] Wikipedie: Otevřená encyklopedie. Roubená stavba. In: cs.wikipedia.org [online]. 3.5.2006 [citováno 8.3.2008, 14:32]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rouben%C3%A1\\_stavba](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rouben%C3%A1_stavba)
- [w7] Almáši, Petr. Moderní roubené domy z lepených hranolů. In: drevoostavitel.cz [online]. 1.1.2018 [cit. 24.3.2018, 17:05]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/moderni-roubenky-z-lepenych-hranolu>
- [w8] <https://dekwood.cz/produkty/bsh>
- [w9] <https://dekwood.cz/produkty/kvh>

- [w10] Ing. Liška, Luděk. Historie panelových dřevostaveb. In: stavba.tzb-info.cz [online]. 29.4.2012 [cit. 20.1.2018, 15:15]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/8545-historie-panelovych-drevostaveb>
- [w11] Wikipedie: Otevřená encyklopedie. Dřevovláknitá deska. In: cs.wikipedia.org [online]. 23.6.2009 [citováno 24.3.2018, 20:51]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evovl%C3%A1knit%C3%A1\\_deska](https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evovl%C3%A1knit%C3%A1_deska)
- [w12] Ing. Liška, Luděk. Stavební systém z konstrukčních izolovaných panelů (SIPs). In: imaterial.dumabyt.cz [online]. 5.11.2010 [cit. 25.3.2018, 12:14]. Dostupné z: [https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/drevene-a-montovane-konstrukce/stavebni-system-z-konstrukcnich-izolovanych-panelu-sips\\_102151.html](https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/drevene-a-montovane-konstrukce/stavebni-system-z-konstrukcnich-izolovanych-panelu-sips_102151.html)
- [w13] Ing. Liška, Luděk. SIPs technologie konstrukčních izolovaných panelů. In: asb-portal.cz [online]. 9.12.2011 [cit. 25.3.2018, 12:46]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/tepelne-izolace/sips-technologie-konstrukcnich-izolovanych-panelu>
- [w14] Wikipedia: The Free Encyclopedia. Structural insulated panel. In: en.wikipedia.org [online]. 2.6.2004 [citováno 24.3.2018, 23:15]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Structural\\_insulated\\_panel](https://en.wikipedia.org/wiki/Structural_insulated_panel)
- [w15] Nešporová, Kristina. CLT panely: Vrstvené masivní panely, které voní dřevem. In: drevostavitel.cz [online]. 18.10.2017 [cit. 24.3.2018, 22:26]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/clt-panely>
- [w16] Jakoubková, Dana. Technologie dřevostaveb: CLT panel je 5krát lepším izolantem než beton. In: drevostavby.cz [online]. 18.9.2017 [cit. 24.3.2018, 22:35]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4724-technologie-drevostaveb-clt-panel-je-5krat-lepsim-izolanem-nez-beton>
- [w17] Urbancová, Marie. Moderní dřevostavby z masivních dřevěných panelů (CLT) In: asb-portal.cz [online]. 4.7.2016 [cit. 24.3.2018, 22:51]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/drevostavby/moderni-drevostavby-z-masivnich-drevenych-panelu-clt>

- [w18] Verlag Dashöfer – publikace Dozor a kontrola na stavbě. Montované nosné konstrukce – dřevěné konstrukce. In: stavba.tzb-info.cz [online]. 2.3.2009 [cit. 3.4.2018, 08:26]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/5455-montovane-nosne-konstrukce-drevene-konstrukce>
- [w19] Ing. Liška, Luděk. Srovnání železobetonové základové desky a desky z panelů na zemních vrutech pro pasivní dřevostavbu. In: stavba.tzb-info.cz [online]. 10.8.2017 [cit. 5.4.2018, 18:15]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zaklady/16115-srovnani-zelezobetonove-zakladove-desky-a-desky-z-panelu-na-zemnich-vrutech-pro-pasivni-dum>
- [w20] Pojar, Petr. Základová deska. In: ceskestavby.cz [online]. 2.3.2016 [cit. 1.4.2018, 10:16]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/zakladova-deska-5194.html>
- [w21] Ing. Novák, Petr. Stavba dřevostavby krok po kroku 5.Díl – Základová deska. In: drevostavitel.cz [online]. 27.6.2013 [cit. 1.4.2018, 9:50]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/stavba-drevostavby-krok-po-kroku-5-dil>
- [w22] Ing. Peřina, Zdeněk. 5. Hydroizolace spodní stavby. In: fast.vsb.cz/cs/ [online]. [cit. 14.4.2018, 17:14]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/perina/ps1esf/hydroizolace.html>
- [w23] Šimonová, Dagmar. Jak nejlépe izolovat základy dřevostavby. In: drevoastavby.cz [online]. 25.7.2016 [cit. 1.4.2018, 10:00]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/zaklady/3881-jak-nejlepe-izolovat-zaklady-drevostavby>
- [w24] Doležel, Michal. Zemní vruty – rychlé a moderní zakládání dřevostaveb. In: drevoastavby.cz [online]. 31.8.2015 [cit. 1.4.2018,10:01]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/zaklady/3350-zemni-vruty-n-rychle-a-moderni-zakladani-drevostaveb>
- [w25] Houška, Petr. ZEMNÍ VRUTY KRINNER: Jde to i bez betonu. In: drevoastavby.cz [online]. 5.9.2012 [cit. 1.4.2018,9:57]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/zaklady/1833-zemni-vruty-krinner-jde-to-i-bez-betonu>

- [w26] Firemní článek: Sygnex Development, s.r.o.. Rekonstrukce bytového jádra. In: [novejadro.com](http://www.novejadro.com) [online]. 5.9.2012 [cit. 15.4.2018,11:15]. Dostupné z: <http://www.novejadro.com/cs/rekonstrukce-bytoveho-jadra/?mt=3>
- [w27] Firemní článek: Beta Control s.r.o.. Bytová jádra. In: [stavba.tzb-info.cz](http://stavba.tzb-info.cz) [online]. 17.6.2011 [cit. 15.4.2018,11:23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/7570-bytova-jadra>
- [w28] Horčík, Jan. Nízkonákladové bydlení – prefabrikované jádro Europanel. In: [ekologickebydleni.eu](http://ekologickebydleni.eu) [online]. 25.5.2011 [cit. 15.4.2018,11:13]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/domy/nizkonakladove-bydleni-prefabrikovane-jadro-europanel>
- [w29] Rejl, Ondřej. Výroba prefabrikovaných koupelen. In: [voda.tzb-info.cz](http://voda.tzb-info.cz) [online]. 9.3.2011 [cit. 15.4.2018,11:15]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/7217-vyroba-prefabrikovanych-koupelen>

### **7.3. Seznam zkratk**

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
BSH	vícevrstvé lepené lamelové dřevo
CLT	dřevěný křížem lepený panel z masivních vrstvených lamel (cross-laminated timber)
CNC	počítačem řízený obráběcí stroj (Computer Numerical Control)
č.	číslo
EPS	expandovaný (pěnový) polystyren
ETICS	vnější tepelněizolační kompozitní systém (External Thermal Insulation Composite Systems)
KVH	masivní konstrukční dřevo
např.	například
Obr.	obrázek

OSB	dřevoštěpková deska (Oriented Strand Board)
PVC	polyvinylchlorid
SDK	sádrokarton
SIP	konstrukčně izolovaný panel (structural insulated panel)
tzv.	takzvaný
XPS	extrudovaný polystyren

#### **7.4. Seznam obrázků**

Obr. č. 1 – Hrázděná dřevostavba.....	12
Obr. č. 2 – Základní prvky hrázděné stavby .....	12
Obr. č. 3 – Tesařské spoje .....	14
Obr. č. 4 – Roubení na rybinu .....	15
Obr. č. 5 – Roubená stavba č.p. 53.....	15
Obr. č. 6 – BSH hranol .....	16
Obr. č. 7 – KVH hranol .....	16
Obr. č. 9– Dvouplášťová stěna.....	17
Obr. č. 8 – Jednoplášťová stěna .....	17
Obr. č. 10 – Srubová stavba.....	18
Obr. č. 11 – Montáž srubové stavby.....	20
Obr. č. 12 – Konstrukce srubu z mokrého dřeva .....	21
Obr. č. 13 – Lehký skeletový systém.....	22
Obr. č. 14 – Základní prvky lehkého skeletu.....	23
Obr. č. 15 – I průřez a skříňový průřez .....	24
Obr. č. 16 – Ballon-Frame a Platform-Frame .....	26
Obr. č. 17 – Těžký dřevěný skelet.....	27
Obr. č. 18 – Způsoby umístění nosné konstrukce .....	28

Obr. č. 19 – Dům v Černousích, fotografie z roku 1926 .....	31
Obr. č. 20 – Dřevovláknitá deska .....	32
Obr. č. 21 – Výroba panelu ve výrobní hale .....	33
Obr. č. 22 – Montáž dřevostavby.....	33
Obr. č. 23 – SIP panel .....	34
Obr. č. 24 – Dřevostavba ze SIP panelů .....	35
Obr. č. 25 – Prvky systému EUROPANEL .....	36
Obr. č. 26 – Schodiště ze SIPs panelů.....	38
Obr. č. 27 – Dřevostavba z CLT panelů .....	39
Obr. č. 28 – CLT panel .....	40
Obr. č. 29 – Montáž dřevostavby z CLT panelů .....	43
Obr. č. 30 – Hydroizolace spodní stavby .....	47
Obr. č. 31 – Rozvody inženýrských sítí pod železobetonovou základovou deskou.....	48
Obr. č. 32 – Založení stavby na plovoucí základové desce.....	49
Obr. č. 33 – Zemní vrut.....	50
Obr. č. 34 – Pásový stroj pro zavrtání vrutů .....	50
Obr. č. 35 – Provádění tahové zkoušky .....	51
Obr. č. 36 – Zemní vruty s modřínovými KVH hranoly .....	52
Obr. č. 37 – Schéma založení na Crawl Space .....	54
Obr. č. 38 – Prefabrikované instalační jádro.....	55
Obr. č. 39 – Nejrozšířenější typ umakartového jádra B-10 BA .....	56
Obr. č. 40 - Možnost řešení vnitřní dispozice prefabrikovaného instalačního jádra .....	62
Obr. č. 41 – Možnost řešení vnitřní dispozice prefabrikovaného instalačního jádra .....	62
Obr. č. 42 – Expedice prefabrikovaného instalačního jádra .....	63

Obr. č. 44 – Osazení instalačního prefabrikovaného jádra.....	64
Obr. č. 43 – Instalace v instalační šachtě .....	64
Obr. č. 45 – Instalační prefabrikované jádro EUROPANEL CORE ...	65

### **7.5. Seznam grafů**

Graf č. 1 – Základové konstrukce .....	45
--	----

### **7.6. Seznam příloh**

Příloha č. 1 k bodu č. 5.1.

Příloha č. 2 k bodu č. 5.2.

Příloha č. 3 k bodu č. 5.3.

Příloha č. 4 k bodu č. 5.4.

Příloha č. 5 k bodu č. 6.