

MENDELOVA UNIVERZITA
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV ZÁKLADNÍHO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

ARCHITEKTONICKÝ NÁVRH DOMU NA BÁZI DŘEVA
S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE
DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015/2016

Bc. TERÉZIA ORENIČOVÁ

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Terézia Oreničová**
Studijní program: Dřevařské inženýrství
Obor: Dřevařské inženýrství
Název tématu: **Architektonický návrh domu na bázi dřeva s téměř nulovou spotřebou energie**
Rozsah práce: 50 až 60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Cílem práce je navrhnout víceúčelovou turisticko-informační stavbu na bázi dřeva s téměř nulovou spotřebou energie, která bude umístěna v dostupné vzdálenosti od okružné cyklotrasy procházející CHKO Východné Karpaty – SR. Součástí návrhu je zasazení stavby do okolního prostředí a vizualizace. V práci budou zhodnoceny použité materiály, ekonomické aspekty a vhodnost použití dřevěných materiálů vzhledem k umístění stavby.
2. Dřevěné stavby s téměř nulovou spotřebou energie v ČR a SR, jejich lokalizace a stručný popis konstrukce.
3. Použití materiálů na bázi dřeva v navrhované stavbě, včetně ochrany dřeva.
4. Architektonický návrh domu a jeho realizační podmínky s řešením dispozice pro účely samoobslužného hostelu a lokálního muzea. Projektová dokumentace a vizualizace.
5. Ekonomické zhodnocení – pořizovací náklady na výstavbu dle lokálního trhu, výsledné tabulkové zhodnocení celkového návrhu.

Seznam odborné literatury:

1. BÖHM, M. – BOMBA, J. – REISNER, J. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: ČESKÁ ZEMEDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, 2012. 183 s. ISBN 978-80-213-2251-6.
2. GERNER, M. a kol. *Tesařské spoje*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 220 s. ISBN 80-247-0076-X.
3. ŠTEFKO, J. – REINPRECHT, L. – KUKLÍK, P. *Dřevěné stavby : konstrukce, ochrana a údržba*. 2. vyd. Bratislava: Jaga, 2009. 196 s. ISBN 978-80-8076-080-92009.
4. TYWONIAK, J. a kol. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. 195 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.

Datum zadání diplomové práce: březen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Terezie Oreničová
Autorka práce




Ing. Martin Sviták, Ph.D.
Vedoucí práce


Ing. Karel Krontorád, CSc.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
Děkan LDF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Architektonický návrh domu na bázi dřeva s téměř nulovou spotřebou energie vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 13.4.2017

Podpis

Chcem poďakovať Ing. Martinovi Svitákovi, Ph.D. za inšpiráciu pri výbere zaujímavej témy, ďalej za citlivé smerovanie a odborné vedenie tejto diplomovej práce. Oceňujem ústretovosť a pochopenie svojho zamestnávateľa, mojej rodiny, priateľa a blízkych, bez ktorých by moje štúdium malo nepomerne náročnejší priebeh.

Architektonický návrh domu na bázi dreva s téměř nulovou spotřebou energie

The architectural design of the wood-based nearly zero-energy house

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá vytvorením architektonického návrhu stavby na báze dreva s takmer nulovou spotrebou energie. Táto práca ukazuje, že nulové domy sa dajú bežne stavať aj v našich podmienkach, a že to nie je finančne náročnejšie, než stavba bežného domu.

Prvá časť, sa venuje teoretickému rozboru dreva a materiálov na báze dreva a ich použitiu v stavebníctve. Konkrétne sú rozobrané vlastnosti, spôsob využitia a ich ochrana. V teoretickej časti práce je venovaný priestor aj stavbám s takmer nulovou spotrebou energie v Česku a na Slovensku, taktiež vymedzenie pojmu nulový dom.

Praktická časť je venovaná vlastnému architektonickému návrhu stavby na rekreačno turistické účely. Je popísaný účel stavby, technické konštrukčné riešenie a realizačné podmienky, dispozičné usporiadanie objektu. Bola spracovaná projektová dokumentácia a 3D vizualizácie. Záveru práce je venovaná časť s ekonomickým odhadom realizácie. Návrh stavby korešponduje s podmienkami pre domy s takmer nulovou spotrebou energie.

Kľúčové slová: nulová stavba, drevostavba, drevo, materiál na báze dreva, rekreácia.

Architektonický návrh domu na bázi dřeva s téměř nulovou spotřebou energie

The architectural design of the wood-based nearly zero-energy house

ABSTRACT

The thesis consists of an architectural design of a building of wood-based materials which is also to be the nearly zero energy building. The thesis proves that zero energy buildings could become more often to encounter in our country, and that to own such a building is not more financially demanding in comparison with regular optionality.

Monitoring the current professional literature, the thesis in its first part deals with the description of the wood as such and the wood-based materials, their characteristics and their utilization in construction. The thesis also contains a research of nearly zero energy building in both, Czech and Slovak republics, also the very definition of the term 'nearly zero energy building.'

The thesis also contains original architectural design, interior disposition, construction technology, implementation details, project documentation and three-dimensional visualisation and estimated costs of the realisation of the building for tourist and recreational purposes. The design satisfies the conditions for nearly zero-energy buildings.

Keywords: nearly zero energy building, wood, construction of wood, wood-based materials, recreation

Obsah

1 Úvod	3
2 Cieľ práce.....	5
3 Domy s takmer nulovou spotrebou energie; kategorizácia budov.....	6
3.1 Princípy hodnotenia.....	6
3.2 Kategórie budov.....	7
3.2.1 Nízkoenergetické budovy.....	7
3.2.2 Pasívne budovy.....	7
3.2.3 Energeticky nulové budovy.....	8
4 Stavby na báze dreva.....	11
4.1 Historicky prvé stavby z dreva.....	11
4.2 História domov so zníženou spotrebou energie.....	14
4.3 Použitie materiálu na báze dreva v stavbách, ochrana dreva.....	16
4.3.1 Drevo	16
4.3.2 Rastené drevo	17
4.4 Materiály na báze dreva.....	19
4.4.1 Lepené lamelové drevo.....	19
4.4.2 Križom lamelované drevo.....	19
4.4.3 Preglejky.....	20
4.4.4 Vrstvené drevo.....	20
4.4.5 OSB dosky.....	21
4.4.6 Cementoštiepkové dosky.....	22
4.4.7 Trieskové dosky.....	22
4.4.8 Vlákňité dosky.....	22
4.4.9 Zhustené drevo.....	23
4.4.10 Modifikované drevo.....	23
4.5 Ochrana dreva a materiálov na báze dreva.....	24
4.6 Konštrukčné riešenie drevostavieb.....	25
4.6.1 Súčasné trendy drevostavieb – výhody použitia dreva	25
4.6.2 Súčasné konštrukčné systémy.....	26
4.6.3 Novatop systém.....	26
5 Drevené stavby s takmer nulovou spotrebou energie	28
5.1 Dom u Velkého Meziříčí	28
5.2 Nulový dom pri Žiari nad Hronom	31
5.3 Nulový dom v Čeladnej.....	33
5.4 Rodinný dom v Rothwell.....	36
6 Metodika spracovania architektonickej štúdie.....	38
7 Architektonický návrh.....	39
7.1 Popis návrhu stavby	39
7.2 Urbanistické riešenie.....	39
7.3 Architektonické riešenie.....	40
7.4 Výber pozemku.....	41
7.5 Dispozičné usporiadanie objektu.....	42
7.5.1 Vstupná hala 1.01.....	43

7.5.2	Rekreačná miestnosť 1.02.....	43
7.5.3	Hygienické zázemie 1.03.....	43
7.5.4	Galéria, výstavný priestor 1.04.....	44
7.5.5	Priestor pre uloženie samoobslužného terminálu 1.05.....	44
7.5.6	Medziposchodie 2.01.....	44
7.6	Vonkajšie zariadenia.....	45
7.6.1	Zdroj elektrickej energie.....	45
7.6.2	Koreňová čistička odpadných vôd.....	46
8	Výpočet tepelných strát.....	48
9	Realizačné podmienky.....	50
9.1.1	Legislatívne podmienky.....	50
9.1.2	Stavebné podmienky.....	51
9.2	Projektová dokumentácia.....	51
10	Ekonomické aspekty.....	53
10.1	Steny a strešné prvky.....	53
10.2	Základová doska.....	54
10.3	The Quantum.....	54
10.4	Otvorové výplne.....	54
10.5	Koreňová čistička.....	55
10.6	Cena práce	55
11	Diskusia.....	56
12	Záver	58
13	Summary.....	59

1 Úvod

Výrazným trendom v stavebníctve je za posledné roky znižovanie energetickej náročnosti prevádzky hotovej stavby. Vyvíjajú sa stále kvalitnejšie syntetické stavebné materiály, opačná vývojová línia je vedená využívaním prírodných stavebných a izolačných materiálov. Motiváciou takéhoto vývoja sa javia byť faktory ekonomické a faktory ekologické.

Motiváciou autorky pre výber témy práce a jej následnú realizáciu je jednak vyjadrenie súhlasu s týmto nastoleným trendom a jednak náväznosť ne jej bakalársku diplomovú prácu, v ktorej v cieľovom území navrhla cyklistickú trasu.

Domy s takmer nulovou spotrebou energie sú vrcholom takéhoto trendu. V postkomunistickej ére, ale aj ako dedičstvo z predchádzajúcich období a architektonických trendov, stoja na území strednej Európy obrovské, zle zateplené a teda na prevádzku náročné obytné stavby. Za príčiny takéhoto stavu je možné označiť nedostatok technológií, nízku úroveň ekologického povedomia, nižšiu cenu energií (suroviny pre výrobu energií boli dovážané zo Sovietskeho zväzu za cenu úmernú politickej odovzdanosti). Je ku prospechu veci, že šetrenie v rovine prevádzky hlavne obytných stavieb je dnes aktuálnou a diskutovanou témou.

V rámci tejto práce bude vypracovaná štúdia viacúčelovej budovy s takmer nulovou spotrebou energie. Hlavným stavebným materiálom v predkladanom architektonickom návrhu budú materiály na báze dreva. Súčasťou tejto práce je aj ekonomické vyhodnotenie nákladov na vyhotovenie stavby. Práca sa ďalej venuje vyhotoveniu projektovej dokumentácie, ktorá má slúžiť ako podklad pre vydanie územného a stavebného povolenia, popis technických a konštrukčných prvkov a ich riešenie u tejto stavby,

Architektonická štúdia a ďalšie podklady, ktoré umožnia realizáciu stavby a ktoré sú súčasťou tejto práce teda smeruje k finálnemu produktu – viacúčelovej stavbe, ktorá bude spomenutú cyklotrasu dopĺňovať o ďalšie služby, ktoré zatriktívnia cieľové územie. Samotná navrhovaná budova tak bude v jednej svojej

časti pozostávať zo stálej muzeálnej expozície rusínskej ľudovej kultúry, v tej druhej sa bude nachádzať samoobslužný hostel pre 4 ľudí.

2 Cieľ práce

Cieľom práce bude navrhnuť viacúčelovú stavbu na báze dreva s takmer nulovou spotrebou energie. Stavba bude dispozične rozčlenená na dve časti, prvá časť bude slúžiť ako samoobslužný hostel pre turistov, druhá časť ako stála expozícia rusínskej ľudovej kultúry.

Stavba bude umiestnená v dostupnej vzdialenosti od okružnej cyklotrasy, ktorá prechádza CHKO Východné Karpaty – SR. Súčasťou návrhu je zasadenie stavby do prostredia a jej vizualizácia. V práci budú zhodnotené použité materiály, ekonomické aspekty a vhodnosť použitých drevených materiálov vzhľadom k umiestneniu stavby.

Ďalej práca lokalizuje stavby s takmer nulovou spotrebou energie v Českej a Slovenskej republike a bude obsahovať stručnú charakteristiku ich konštrukcie.

3 Domy s takmer nulovou spotrebou energie; kategorizácia budov

3.1 Princípy hodnotenia

Hodnotenie vlastností budov podľa Tywoniaka [2012] (z pohľadu stavebne-energetických parametrov) sa realizuje na viacerých úrovniach:

- *súčiniteľ prestupu tepla*– sú stanovené limitne, prípadne doporučená pre jednotlivé teplosmerné konštrukcie; konštrukcie oddelujúce vytápaný priestor od vonkajšieho prostredia, susedného nevytápaného priestoru, a/alebo stanovený limit pre strednú hodnotu súčiniteľa prestupu tepla obálkou budovy
- *merné potreby tepla na vytápanie*– bez vplyvu účinnosti topnej sústavy
- *merné potreby energie na vytápanie*– vrátane vplyvu účinnosti topnej sústavy
- *merné potreby primárnej energie na vytápanie*
- *merné potreby energie na prevádzku budovy*
- *merné potreby primárnej energie na prevádzku budovy*
- *merných ekvivalentných emisií CO₂ pri prevádzke budovy*

Primárne energie (bežne sa používa aj pojem prvotná energia) môžu byť rôznorodé. Odlišujú sa hlavne tým, či zahrňujú všetku energiu, alebo oddelene jej obnoviteľnú alebo neobnoviteľnú časť. Ďalej sa môžu odlišovať tým, či zahrňujú iba procesnú energiu potrebnú na ťažbu, dopravu, transformáciu atď. predvoleného paliva energetického nosiča, alebo aj ďalšie, tzv. zviazané energie.

Zviazané energie sú také, ktoré boli použité k tomu, aby bol vyrobený a pripravený materiál, vznikla stavba a ďalšie technologické prvky, v tomto prípade potrebné pre energetické účely (teda budova elektrárne, príjazdové cesty, komíny, úložiská odpadu).

3.2 Kategórie budov

3.2.1 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy podľa ČSN 73 0540-2 sú charakterizované nízkou spotrebou tepla na vytápanie. To je dosiahnuté hlavne optimalizovaným stavebným riešením obálky budovy. Za nízkoenergetickú budovu sa obvykle považuje stavba, ktorej potreba na vytápanie je výrazne nižšia než aktuálny požiadavok národných predpisov.

Ďalej Tywoniak uvádza, že podľa normy je obvyklá hodnota mernej potreby tepla na vytápanie do 50 kWh/(m².a), ďalej bez upresnenia píše, aby budova mala účinnú topnú sústavu.

3.2.2 Pasívne budovy

a Pasívne obytné budovy

Pasívne obytné budovy musia spĺňať odpovedajúce požiadavky podľa tabuľky 3.1. Vetrание čerstvým vzduchom musí byť zabezpečené v každej pobytovej miestnosti. Vzduchotechnické jednotky musia byť vybavené zariadením pre spätné získavanie tepla s čo najvyššou možnou účinnosťou.

b Pasívne neobytné budovy

Pasívne neobytné budovy s prevažujúcou vnútornou teplotou v rozmedzí 18 až 22 °C musia splňovať odpovedajúce požiadavky podľa tabuľky 3.1.

	Priemerný súčiniteľ prestupu tepla U_{em} [W/(m ² .K)]	Merná potreba tepla na vytápanie [kWh/(m ² .a)]	Merná potreba energie na chladenie [kWh/(m ² .a)]	Merná potreba primárnej energie [kWh/(m ² .a)]
Obytná budova: rodinný dom	≤ 0,25 požadované ≤ 0,20 doporučené	≤ 20 požadované ≤ 15 doporučené	0 ²⁾	≤ 60
Obytná budova: bytový dom	≤ 0,35 požadované ≤ 0,30 doporučený	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s prevažujúcou Teplotou 18-22 °C	≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatné budovy	Požiadavky stanovené individuálne s využitím aktuálnych poznatkov odbornej literatúry			≤ 120
¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, musí však byť nanajvýš rovná				
²⁾ Stavebné riešenie musí byť také, aby nebolo potrebné strojové chladenie. Pokiaľ by výnimočne použité bolo, musí byť zahrnuté do hodnotenia primárnej energie, a to aj				

Tab. 1. Základné vlastnosti pasívnych budov.¹

3.2.3 Energeticky nulové budovy

Hodnotenie vychádza z ročnej bilancie energetických potrieb a celkovo energetickej produkcie v budove a jej okolí, vyjadrené v hodnotách primárnej energie. Predpokladom je, že budova je štandardne pripojená na všetky energetické siete. Jedná sa teda o bilančne nulovú budovu. Je výhodné, ak stavebné riešenie a technické zariadenia budovy sú navrhnuté tak, aby odpovedala štandardu pasívnych budov. Tywoniak definuje dve základné úrovne hodnotenia:

a Úroveň A

Do energetických potrieb budov sa zahrnie potreba tepla na vytápanie, chladenie, energia na prípravu teplej vody, elektrická energia na prevádzku energetických systémov budov, umelé osvetlenie a elektrické spotrebiče.

1 ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov- Část 2: Požadavky, ÚNMZ, 2011

b Úroveň B

Do energetických potrieb budov sa zahrňuje všetko ako v úrovni A, ale bez zahrnutia energie na elektrické spotrebiče.

V tabuľke 3.2² je uvedené, čo sa považuje sa dosiahnutie úrovne energeticky nulovej budovy, a čo za dosiahnutie úrovne blízke energeticky nulovej budovy.

Závaznosť kritéria	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podľa zvolenej úrovne hodnotenia	
			Úroveň A	Úroveň B
	Priemerný súčiniteľ prestupu tepla U_{em} [W/(m ² .K)]	Merná potreba tepla na vytápanie [kWh/(m ² .a)]	Merná ročná bilancia potreby a produkcie energie vyjadrená v hodnotách primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov [kWh/(m ² .a)]	
<i>Obytné budovy</i>				
Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 0,20	0	0
Blízky nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 0,15	80	30
<i>Neobytné budovy¹⁾</i>				
Nulový	≤ 0,35	≤ 0,30	0	0
Blízky nulovému			120	90
¹⁾ Neobytné budovy s úroveňujúcou návrhovou vnitornou teplotou 18 až 22°C vrátane. Pre iné budovy nie je stanovené.				

Tab. 2. Základné požiadavky na energeticky nulové budovy

Zjednodušene,³ v článku *Co jsou nulové domy* na stránkach *nulovedomy.org* sa uvádza, že sa jedná o v podstate o pasívny dom, ktorého spotreba energie je krytá v maximálnej možnej miere z obnoviteľných zdrojov. Podľa normy⁴ je obvyklá hodnota mernej potreby tepla na vytápanie do 5 kWh/(m².a).

Do hodnotenia primárnej energie sa zahrňujú ročné energetické potreby (podľa Tabuľky 3.3). Obsahuje hodnoty dodanej energie na vytápanie a chladenie⁵. Tiež hodnoty dodanej energie pre prípravu teplej vody, pomocnej elektrickej

2 ČSN 73 0540–2 *Tepelná ochrana budov– Část 2: Požadavky*, ÚNMZ, 2011

3 Nulové domy. *Co je "nulový dům"?* [online]. [cit. 2016–02–11]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-jsou-nulove-domy/co-je-nulovy-dum.htm>

4 ČSN 73 0540–2 *Tepelná ochrana budov– Část 2: Požadavky*, ÚNMZ, 2011

5 ČSN EN ISO 13790 *Energetická náročnost budov– Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*, ÚNMZ, 2009

energie na prevádzku energetických systémov budovy a hodnoty elektrickej energie na elektrické spotrebiče^{6,7}.

	Obytné budovy		Neobytné budovy	
	Úroveň A	Úroveň B	Úroveň A	Úroveň B
Vytápanie	+	+	+	+
Chladenie a úprava vlhkosti	- ¹⁾	- ¹⁾	+	+
Príprava teplej vody	+	+	+	+
Pomocná elektrická energia na prevádzku energetických systémov bufov	+	+	+	+
Umelé osvetlenie	+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Elektrické spotrebiče	+	-	+	-
¹⁾ Stavebné riešenie musí byť také, aby nebolo potrebné strojné chladenie. Pokiaľ by výnimočne dodatočne bolo použité, musí byť odpovedajúcim spôsobom zahrnuté v hodnotení primárnej energie. ²⁾ Zámere odlišné od hodnotenia pasívnych neobytných budov.				

Tab. 3. Prehľad energetických potrieb zahrnutých do hodnotenia primárnej energie energeticky nulovej budovy

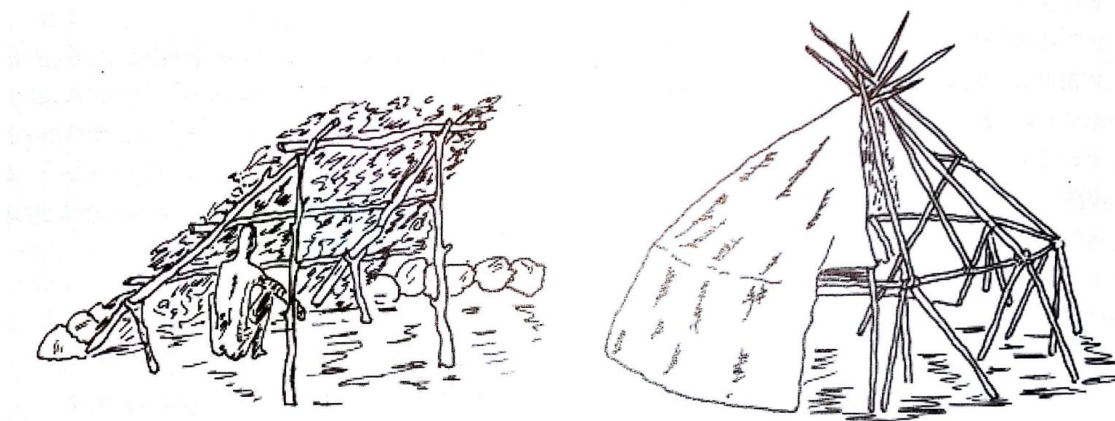
6 TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnotenie a klasifikácie obytných budov s veľmi nízkou potrebou tepla na vytápění– Rodinné domy, ÚNMZ,2010

7 TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnotenie a klasifikácie obytných budov s veľmi nízkou potrebou tepla na vytápění– Bytové domy, ÚNMZ,2010

4 Stavby na báze dreva

4.1 Historicky prvé stavby z dreva

Drevo a kameň sú rozhodne najstarším stavebným materiálom, ktoré človek používal k budovaniu svojich obydlí. Najstaršie nálezy dokazujúce využitie dreva pri budovaní ľudských obydlí pochádzajú zo staršej a strednej dobe kamennej v podobe prístreškov a stanov, ktoré si budovali rybári a lovci z dreva kôry, vetví a koží ulovených zvierat.



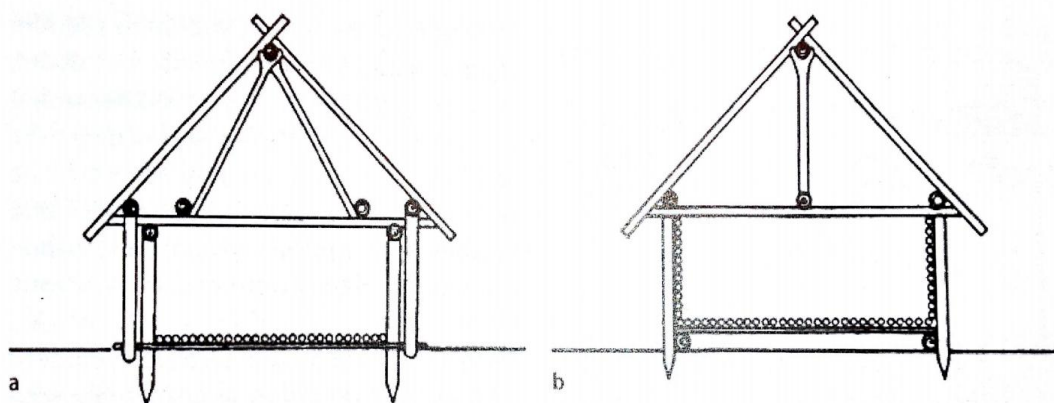
Obr. 1. Prvá ochrana človeka pred poveternostnými vplyvmi – obydlie z vetví, lístia a koží ulovených zvierat (Vaverka a kol., 2008)

Ďalšie nálezy svedčia o nástupe konštrukcie domu so zvislými stenami a konštrukčne oddelenou strechou v období mladšej doby kamennej. Spôsob život ovplyvňoval usporiadanie budov v osadách a sídliskách a celá osada bola ohraničená jednoduchou drevenou palisádu. Steny domu boli vyplatené prútím a medzery vymazané hlinou. (Buchvaldek a Sklenařová 2002)

Postupný vývoj týchto stavieb odpovedá celkovému vývoju života na zemi. Prvé stavby so zvislými stenami sa stavali vo vode na koloch, zarazených do dna. Nad hladinou vody, niekedy vo výške aj dva metre, bola plošina, na ktorej stáli drevené chatrče, pevne spojené s plošinou.

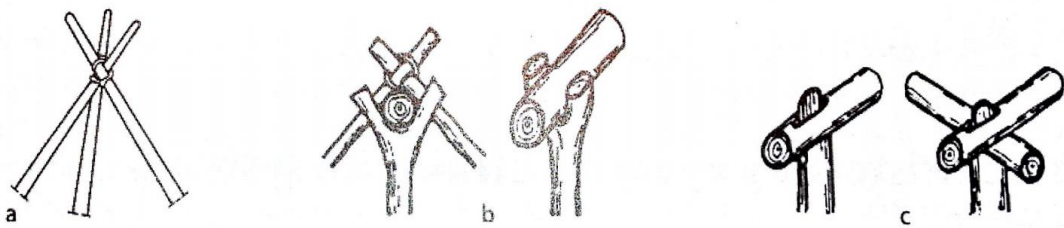
V miestach, kde sa vyskytovala rašelina, sa stavali palisádové stavby. Ich zvislé steny tvorili koly zarazene vedľa seba do zeme, v podstate priamo na podloží

z rašeliny bola podlaha, vytvorená ako podlahový rošt, pevne spojený so stenami z klov. Neskôr, v mladšej dobe kamenne vznikli pletivové stavby, ktoré si vyžadovali už pevný podklad. Na ňom ležali 3–4 priečne trámy, nesúce povalový rošt, ktorý tvoril podlahu. Okolo takto vytvoreného roštu bolo vo vzdialenosti zhruba jedného metru zarazené koly zvislo do zeme. Priestor medzi kolmi bol vypletaný prútím a takto vytvorené steny sa z oboch strán vymazávali hlinou. (Batran 1994)



Obr. 2. a – stavba palisádová, b – stavba pletivová (Vaverka a kol., 2008)

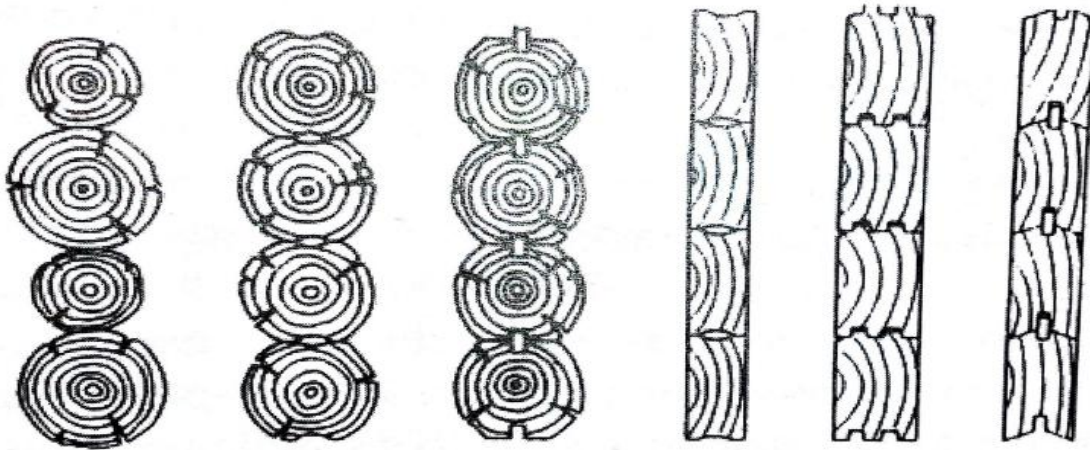
Postupný vývoj stavieb z dreva súvisel s vývojom schopností človeka a zároveň s vynálezom prvých nástrojov, ktoré mu umožnili drevo opracovať. Prvými pokusmi o spojovanie dreva v stavbách bolo zväzovanie tyčoviny pomocou lyka. Neskôr začal človek používať ako podporu prirodzenú vidlicu vo vetvách. Za počiatok konštrukčných spojov, z ktorých sa neskôr vyvinuli dnešné tesárske spoje, sa dá považovať vytvorenie otvoru a čapu pre spojenie dvoch tyčových prvkov v konštrukcii.



Obr. 3. a – spojenie tyčovínou pomocou lyka, b – vetvová vidlica a spojenie lykom, c – prvý otvor a čap (Vaverka a kol., 2008)

Nahradením vonkajšej steny vyplatenej prútím stenou z guľatiny vznikli prvé zrubové stavby, u ktorých bola podlaha tvorená ešte povalovým roštom. Jednotlivé výrezy guľatiny o priemere 15– 20 centimetrov sa kládli vodorovne na seba a v rohoch sa vzájomne spojovali, Takto vytvorená stena plnila nielen funkciu ochrany interiéru pred poveternostnými podmienkami, ale súčasne i funkciu nosnú. Neskôr sa pre konštrukciu stien používala guľatina väčších priemerov a hranené, alebo polohranené profily, súčasne sa postupne zdokonaľovali i rohové spoje. Táto technika stavby sa používa dodnes.

Pravdepodobne počiatkom minulého storočia sa objavili konštrukcie hrázdene s pomerne vyspelými tesárskymi spojmi tyčových prvkov drevenej kostry. Pôvodne boli steny týchto stavieb rovnako ako u stavieb pletivových vypletané prútím a omazávané hlinou, až neskôr boli murované.



Obr. 4. Zvislý rez stenou zrubovej stavby (Vaverka a kol., 2008)

4.2 História domov so zníženou spotrebou energie

Vzniku stavieb označovaných dnes ako pasívne domy, predchádzala výstavba s koncepciou solárnych domov. Domy boli navrhované s veľkými zásobníkmi tepla (voda, kameň, murivo), ktoré akumulovalo teplo zo Slnka prostredníctvom vody a vzduchu. Menší dôraz bol kladený na tepelnú ochranu budovy a vhodné vetranie. Technicko-stavebné experimenty viedli k tomu, že takéto domy sa objavili ako prototypy v USA poprvýkrát v roku 1939 a ďalšími stavbami predovšetkým v severnej Amerike postavených do konca 20. storočia.

Skutočný návrh a realizáciu štvorjadrových domov vytvorili pre súkromných klientov architekti Bott, Ridder a Westemeyer. Boli postavené v nemeckom meste Darmstadt v roku 1990. Ďalšie boli realizované v roku 1993 v meste Stuttgart a 1997 v Naumburgu, Hessenu, Wiesbadenu. (www.passiv.de) Pre overenie funkčnosti konceptu pasívneho domu bola v roku 1996 založená nadácia Passivhaus-Institut pre propagáciu standardu pre pasívne domy. Ďalej bola založená pracovná skupina pre projektovanie pasívnych stavieb, vývoj technológií (predovšetkým okien a vetracích systémov).

Koncept bol od roku 1998 financovaný prostredníctvom Európsky projekt CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European Standards*), ktorý oslovil päť

európskych štátov, kde bola prevedená výstavba 250 stavieb v pasívnom štandarde. Osvetovú činnosť zaisťuje v Českej republike od roku 2000 Ekologický inštitút Veronica, približne od roku 2005 funguje občianske združenie Centrum pasívneho domu. Od doby prvého prototypu boli postavené tisíce pasívnych domov, prevažne v nemecky hovoriacich krajinách a Škandinávii. V severnej Amerike bol postavený prvý pasívny dom v roku 2003 v štáte Illinois.

V Českej republike bol postavený prvý pasívny dom v roku 2004, do roku 2008 ich boli uvedené do prevádzky desiatky. V roku 2008 bol postavený sériový súbor 13 pasívnych domov v obci Koberovy u Turnova. V roku 2010 EÚ svojou smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetickej náročnosti budov stanovila požiadavok na novostavby od roku 2020 de facto na úroveň pasívneho domu.



Obr. 5. Koberovy u Turnova (www.atrea.cz)

4.3 Použitie materiálu na báze dreva v stavbách, ochrana dreva

4.3.1 Drevo

V ČR sa nachádzajú priemyslovo využívané lesy ihličnaté, listnaté aj zmiešané. V súčasnej dobe prevažujú ihličnaté lesy, pričom je veľká pravdepodobnosť, že do budúcnosti porastie podiel listnatých drevín.

V súčasnej dobe dochádza k veľkému používaniu konštrukčného dreva ale aj materiálov na báze dreva. Drevo, surovina získaná výrezom z kmeňov, prípadne vetví, drevín, býva označovaná termínom konštrukčné/*rostlé* drevo. Podľa Lokaja a Vavrušovej [2012] technologického hľadiska je drevo všestranným materiálom, ktorý je možno opracovávať mechanicky, tepelne, hydrotreemicky, chemicky a biochemicky. Drevo vyžaduje približne 70–krát menej technologickej energie ako hliník, 17–krát menej ako oceľ a 3–krát menej ako betón či pálená tehla.

Drevo má vzhľadom k smeru distribúcie vlákien rozdielne vlastnosti. Vlastnosti sledované rovnobežne s vláknami sú veľmi odlišné od vlastností sledovaných kolmo na vlákna. Najväčšej pevnosti a tuhosti a najmenej deformácie závislej od účinku vlhkosti a teploty má drevo v smere rovnobežnom s vláknami.

Drevo sa v konštrukciách používa hlavne kvôli jeho pomerne dobrým fyzikálne–mechanickým vlastnostiam, estetickému vzhľadu, ale tiež vďaka jeho cene, jednoduchému použitiu a dostupnosti. K nevýhodám konštrukčného dreva, ako materiálu, ktorý má organický pôvod, patria jeho obmedzené rozmery, výskyt prirodzených väd (suky, trhliny, odklon vlákien) a pomerne nízka prirodzená odolnosť voči požiarom a drevokazným biotickým činiteľom. Z tohto dôvodu boli vyvinuté nové, priemyselne vyrábané materiály na báze dreva, tzv. aglomerované drevo, ktoré určité nevýhody rasteného dreva potlačujú.

Okrem rasteného dreva vo forme guľatiny a hraneného reziva tak dnes nachádza stále širšie uplatnenie v drevostavbách a drevených konštrukciách aj lepené lamelové drevo a rada aglomerovaných materiálov na báze dreva (preglejky, vrstvené drevo z dýh, ale tiež tyčové a doskové prvky zo skřížených *prken*, triesok a vlákien).

4.3.2 Rastené drevo

Medzi najdôležitejšie vlastnosti rasteného dreva, používaného v nosných aj nenosných prvkoch drevených konštrukcií, patria fyzikálno-mechanické vlastnosti (hlavne pevnosť, tuhosť, hustota, vlhkosť), ďalej tepelné, akustické a elektrické vlastnosti.

Drevo si neustále vymieňa vodu s okolitým prostredím vo forme pary aj kvapaliny. Vlhkosť dreva sa udáva ako pomer množstva vody k množstvu sušiny drevnej hmoty. Drevo obsahuje vodu v stenách bunky (viazaná forma) aj v dutinách bunky (voľná). Hypotetický stav, keď sú bunkové steny úplne nasýtené vodou a bunkové dutiny sú úplne bez vody nazývame bodom nasýtenia vlákien (BNV). BNV u drevín kolíše medzi 23 až 35 %. Celková vlhkosť dreva môže dosiahnuť až 200%. Vlhkosť výrazným spôsobom ovplyvňuje mechanické vlastnosti dreva. So zvyšovaním vlhkosti dreva klesá pevnosť a tuhosť dreva. Po dosiahnutí bodu nasýtenia vlákien už k ďalšiemu poklesu prakticky nedochádza.

Hustota dreva je najdôležitejšia fyzikálna charakteristika dreva. Väčšina mechanických vlastností dreva a únosnosti spojov je pozitívne korelovaná s hustotou. Hustotou dreva sa rozumie hmotnosť v kg/m^3 pri danej vlhkosti. Hustota dreva značne kolíše vplyvom vlhkosti. Hustota samotnej drevnej hmoty je u všetkých drevín približne 1540 kg/m^3 . Charakteristické hodnoty hustoty uvádzané v normách sa vzťahujú k objemu a hmotnosti pri rovnovážnej vlhkosti ustálené pri teplote $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a vlhkosti 65%, čomu zodpovedá vlhkosť dreva 12%.

Mechanické vlastnosti dreva (hlavne tuhosť a pevnosť) vyjadrujú jeho schopnosť odolávať vonkajšiemu zaťaženiu. Je potreba rozlišovať vlastnosti bezchybného dreva (teda v podstate drevnej hmoty) a rasteného – konštrukčného. Vlastnosti bezchybného dreva vykazujú značný rozptyl, ktorý je u konštrukčného dreva ešte umocnený rastovými nepravidelnosťami, rozmermi, vlhkosťou, teplotou, charakterom zaťaženia, dobou trvania účinku zaťaženia, negatívnymi vplyvmi prostredia. Taktiež vykazujú rozptyl medzi jednotlivými stromami rovnakého druhu dreviny, ale aj vo vnútri prierezu kmeňa (v priečnom priereze aj

po dĺžke kmeňa); v rámci letokruhov (medzi jarným a letným drevom). Vzhľadom k anizotropii vykazuje drevo odlišné vlastnosti v smere troch hlavných osí.

Pokles pevnosti u prvkov konštrukčných rozmerov s výskytom prirodzených väd dreva sa dá pozorovať aj u pevnosti v ťahu, tlaku, šmyku a točení. Pevnosti dreva sú stanovené pri teplote okolo 20°C. Vplyv teploty je výraznejší pri vyššom obsahu vlhkosti dreva. Pri dlhodobom pôsobení zvýšenej teploty (približne 65°C) nedochádza k ovplyvneniu mechanických vlastností dreva. Pri dlhodobom pôsobení zaťaženia nad touto hranicou už dochádza k poklesu pevnosti (u listnatých drevín je výraznejší ako u ihličnatých). Pri teplote približne 90°C dochádza k trvalému poklesu pevnosti a tuhosti aj pri krátkodobom teplotnom zaťažení. Pri poklese teploty výrazne pod bod mrazu pevnosť dreva stúpa.

Pri dlhodobom pôsobiacich účinkoch zaťaženia klesá pevnosť dreva výrazne v porovnaní s pôsobením účinkov krátkodobého zaťaženia – tento pokles je výraznejší s narastajúcou vlhkosťou. Podobný vplyv má doba trvania zaťaženia spolu s deformáciou prvkov, pri dlhodobom zaťažení sa deformácie drevených prvkov zväčšujú aj pri konštantnom zaťažení.

K tepelným vlastnostiam dreva patrí tepelná vodivosť a teplotná dĺžková rozťažnosť. Tepelná vodivosť je nízka, je však rozdielna v smere vlákien a kolmo k vláknam (takto je približne polovičná) a zvyšuje sa so vzrastajúcou objemovou hmotnosťou a vlhkosťou. Teplotná dĺžková rozťažnosť je menšia než pri kovoch a betónoch.

K akustickým vlastnostiam dreva zaradujeme zvukovú pohltivosť a priezvučnosť. Vďaka anatomickej stavbe dreva je rýchlosť pozdĺžnych vĺn v smere vlákien výraznejšie vyššia než kolmo na vlákna. Rýchlosť pozdĺžnych vĺn pozdĺž vlákien je u ihličnanov približne 5000 m/sek, u listnatých stromov cca 3500 m/sek. Zvuková pohltivosť dreva činí približne 50% dopadajúcej energie a je priamo úmerná hmotnosti materiálu. Kombináciou hutných a pórovitých materiálov dosiahneme najlepší útlm.

4.4 Materiály na báze dreva

Pri stavbách domov sa často používajú materiály na báze dreva. Ďalej v tejto kapitole sa nachádza prehľad často využívaných materiálov, v konkrétnom návrhu sa v konštrukcii používa materiál CLT, vid' nižšie.

4.4.1 Lepené lamelové drevo

Lepené lamelové drevo (LLD) je konštrukčný materiál, ktorý svojou akosťou predčí výrobky z neupraveného dreva. Prvá z konštrukcií z LLD („Hetzer systém“) bola použitá v roku 1893 vo Švajčiarsku (sála v Bazileji). Boli použité kazeínové lepidlá. Pokrok v oblasti lepidiel nastal behom 1. a hlavne 2. svetovej vojny (syntetické lepidlá). LLD sa vyrábajú zlepením subtílnych drevených lamiel maximálnej hrúbky 30 – 50 mm, šírky 280 mm a dĺžky až 5 m. Lamely sú v pozdĺžnom smere plnohodnotne spojované úkosom alebo častejšie zúbkovitým spojom – vzniká nekonečný profil. Miesta obsahujúce vady sú z lamiel odstránené. Ak je šírka profilu vyššia než 280 mm, lamely sa bočne spájajú na zraz (tupý). Pre výber suroviny na výrobu lamiel je potrebné uprednostniť strojné triedenie na základe hustoty či modulu pružnosti dreva. Veľkou výhodou LLD je možnosť vyrábať konštrukčné prvky rozmanitých prierezov a tvarov. Je to v súčasnosti najpoužívanejším materiálom na stavbu halových, skeletových konštrukcií, veľkorozpňových strešných konštrukcií a drevených lávok a mostov – dajú sa z neho vyrobiť konštrukčné prvky veľkých rozmerov a rozličných tvarov. Tento materiál je výrazne lepší než rastlinné drevo.

4.4.2 Krížom lamelované drevo

V poslednej dobe sa pri drevostavbách (hlavne v Nemecku a Rakúsku) v konštrukcii začína presadzovať nový kvalitný masívny plošný drevený prvok – CLT/KLH (Cross-Laminated-Tomber/Kreuz-Laminierten-Holtz). Je vyrobený zlepením nepárneho počtu vrstiev *prken* či fošien ihličnatých drevín (smreku). Takto vzniká konštrukčná doska s hrúbkou max. 500 mm, šírkou max 2,95 m a dĺžkou max. 16,5 m. Tieto dosky majú dobré pevnostné a pretvárne vlastnosti

a nosné prvky z týchto dosiek majú pomerne vysokú požiarnu odolnosť. Nevýhodou je však vysoká cena a výrobná náročnosť.

Komponenty NOVATOP sa vyrábajú z vysušených smrekových lamiel skladaných do vrstiev, jednotlivé vrstvy sú k sebe otočené o 90°. Podľa www.novatop-system.cz počet vrstiev môže byť rôzny a určuje konečnú hrúbku panelu. Drevo je sušené na vlhkosť cca 8%, to zaisťuje vysokú stabilitu komponentov a zabraňuje tvorbe trhlín. Lamely sa medzi sebou lepia vo všetkých smeroch, pri výrobe sa používajú najčastejšie polyuretánové lepidlá, ktoré sú podľa európskych noriem schválené pre zhotovenie nosných drevených stavebných dielov pre interiér aj exteriér. Všetky panely sa vyznačujú vysokou pevnosťou, stabilitou a mimoriadnu statickou únosnosťou - vytvára masívnu, bezpečnú a skutočne celodrevenú konštrukciu. Vzhľadom k technológii sušenie a lepenie vykazujú tvarovú stálosť aj pri zmenách vlhkosti.

4.4.3 Preglejky

Priemyselne sa vyrábajú približne 100 rokov. Vyrábajú sa z nepárneho počtu (min. 3 kusy) lúpaných dýh ihličnatých alebo listnatých drevín hrúbky 2 – 4 mm, ktoré sa ukladajú jedna na druhú pod pravým uhlom a lepia sa pod tlakom v lisoch. Majú všestranne použitie ako veľmi pevný a stabilný materiál pre plošné nosné prvky, ich širšie používanie je limitované pomerne vysokou cenou. (Lokaj a kol., [2012])

4.4.4 Vrstvené drevo

Podľa Lokaja a Vavrušovej [2012] sa v súčasnej dobe výrobou tohto dreva zaujíma väčšinou USA, v Európe zas Fínsko a Rusko. Vrstvené drevo (LVL – Laminated Veneer Lumber) je materiál podobný preglejke s rozdielom, že dýhy sú kladené tak, aby smer ich vlákien bol rovnobežný.

Trh s LVL je zastúpený predovšetkým týmito výrobkami:

Parallam (PSL – Parallel Strand Lumber) – Vývoji tohto materiálu predchádzal jeden z najrozsiahlejších testovacích programov pre Konštrukčné

prvky z dreva; technológia jeho výroby je chránená 14 medzinárodne registrovanými patentmi. (Böhm a kol. 2012)

Parallam sa vyrába najmä z jedle, duglasky alebo kanadskej južnej borovice. Pásky dýh (o šírke okolo 13 mm, hrúbkou 3 mm a dĺžke cca 2 m) sa po nanosení fenol-formaldehydového (PF) lepidla skladajú do blokov paralelne s vláknami a lisujú. Pre lisovanie sa používajú pásové lisy s mikrovlnným ohrevom. Týmto postupom sa obvykle vyrábajú nosníky v hrúbkach 9 – 18 cm, šírkou 24 – 45 cm a dĺžkou 20 m. Parallam je ľahko rozpoznateľný podľa svojej typickej textúry, kedy sú na povrchu veľmi dobre viditeľné spoje medzi jednotlivými páskami dýh lepené červeno sfarbeným PF lepidlom.

Intrallam – Böhm a kol. [2012] popisujú, že Intrallam sa od Parallamu líši tým, že miesto dyhových pásov sa vyrába z veľkých triesok (prevažne z osikového dreva) dlhých až 300 mm a širokých až 30 mm. Po nanosení bezfarebného polyuretánového lepidla sa triesky formujú, lisujú a z plošných materiálov (dosiek) o hrúbke až 14 cm sa neskôr vyrábajú prířezy požadovaných rozmerov. Intrallam slúži predovšetkým ako náhrada za drahšie vrstvené drevo a je vhodné ho používať aj na oblúkové prvky.

Kerto – vrstvené drevo z dýh zo severského smreku v dvoch prevedeniach. Kerto-S – všetky dyhy vykazujú súbežný smer vlákien. Kerto-Q – každá piata dyha prebieha s kolmým smerom dosky. (Lokaj a Vavrušová 2012)

4.4.5 OSB dosky

OSB dosky (Oriented Strand Board / Oriented Structural Board) boli vyvinuté v 40. rokoch 20. storočia v Nemecku, najväčšie rozšírenie ale dosiahli v USA. Sú to veľkoplošné dosky z orientovaných veľkoplošných triesok – pásov, „strands.“ Vyrábajú sa najčastejšie trojvrstvé, menej päťvrstvé. Krajné vrstvy majú pásky orientované kolmo, ich rozmery sú: dĺžka 60–150 mm, šírka 5–15 mm a hrúbka 0,4–0,6 mm. Materiálov pásov sú rôzne dreviny, hlavne južné borovice, tulipánovníky, topole, borovice. Lepidlá sa používajú v tekutej (fenolformaldehydové) alebo práškovej (izokyanátové) forme a po ich nanosení sa

dosky lisujú za súčasného pôsobenia tepla. Hustota OSB dosiek je 600–800 kg/m³, ich hrúbka sa pohybuje v rozmedzí 6 – 25 mm. OSB dosky sú využívané predovšetkým ako prvky výplňové a prvky zaistujúce priestorovú tuhosť konštrukcie.(Lokaj a Vavrušová, 2012)

4.4.6 Cementoštiepkové dosky

Sú vyrobené z drevitých štiepok ihličnatého dreva (89%), cementu a roztoku vodného skla. Lokaj [2012] uvádza, že sa tento materiál používa predovšetkým v oblasti výstavby rodinných a bytových domov ako plošné stužujúce prvky a pre výstavbu protihlukových stien.

4.4.7 Trieskové dosky

Podľa Lokaja ide o plošný materiál vyrábaný z malých drevených častíc (triesok) pôsobením tepla, tlaku a lepidla. Lepidlo je buď organické (syntetické živice) – drevotrieskové dosky, alebo anorganické (portlandský cement) – cementotrieskové dosky. Najčastejšie sa vyrábajú trojvrstvové dosky. Krajné vrstvy tvoria jemnejšie triesky dĺžky 30 mm pre hladší povrch, strednú vrstvu tvoria hrubšie triesky a má teda menšiu pevnosť a nižšiu hustotu. Dosky sa vyrábajú v rozmeroch 1,2 x 2,4 m, s hrúbkou 6 – 40 mm. Hustota drevotrieskových dosiek je 400 – 850 kg/m³, hustota cementotrieskocokových dosiek je približne 1200 – 1350 kg/m³.

4.4.8 Vlákňité dosky

Je to obecný názov pre niekoľko rôznych typov dosiek líšiacich sa spôsobom výroby aj svojimi vlastnosťami. Základným prvkom je drevené vlákno, ktoré sa získa mechanickým roztrieskovaním a rozvláknením drevenej suroviny. Lokaj uvádza, že tieto dosky sa vyrábajú mokrým alebo suchým spôsobom, pridaním lepidla, ďalších prísad a lisovaním pod rôznym tlakom (dosahuje sa tak rôzna hustota). Mokrým spôsobom sa vyrábajú mäkké vlákňité dosky (SB), polotvrdé vlákňité dosky (MBL) a vysoké hustoty s jednou hladkou a jednou drsnou stranou

(MBH), tvrdé vláknité dosky (HB) a veľmi tvrdé vláknité dosky (HB.I). Suchým spôsobom sa vyrábajú polotvrde vláknité dosky (MDF).

4.4.9 Zhustené drevo

Je všeobecne známe, že s rastom objemovej hmotnosti rastie pevnosť materiálu. Nízka objemová hmotnosť dreva je daná jeho štruktúrou. Ak chceme preto u dreva jeho objemovú hmotnosť výrazne zvýšiť, musíme štruktúru dreva zmeniť. V článku *Materiály na bázi dreva* na webe agros.cz „jednou z možností je drevo zlisovať približne na polovičný objem pri teplote 140 až 160 C a tlaku 10 až 15 MPa.“ Rýchlosť lisovania je pritom okolo 1 mm za minútu. Vznikne tak nový materiál zhustené drevo. Zhustené drevo je v súčasnosti najviac rozšírené v podobe zhustených preglejok, ktoré majú objemovú hmotnosť okolo 1 400 kg.m⁻³. Tieto preglejky sa používajú najviac ako tenké príložky a vložky do exponovaných spojov drevených konštrukcií.

4.4.10 Modifikované drevo

Nahradením hydroxylovej skupiny OH v molekulárnej štruktúre dreva väčšími metylovými skupinami OH je podstatne zvýšená odolnosť dreva voči drevokazným hubám, drevo takmer nebobtná a nevysychá. Takto upravené však podľa Lokaja drevo získava trvanlivosť tropických drevín, na druhú stranu však modifikácia negatívne ovplyvňuje pevnosť a ďalšie charakteristiky dreva.

Cieľom modifikácie dreva je podľa článku *Modifikované drevo* na webe *Nábytkárskeho informačného systému* zachovanie alebo zlepšenie existujúcich pozitívnych vlastností ako je pevnosť, pružnosť, nízka hmotnosť atď. Súčasne sa snaží o elimináciu vlastností negatívnych, medzi ktoré patrí napríklad rozmerová nestabilita, opotrebitelnosť pod. Modifikácia prináša aj možnosti farebných zmien a to v celom priereze. Modifikácia dreva nie je výtvarný produkt modernej doby. Už v praveku bola používaná tepelná modifikácia, keď si pravekí ľudia opaľovali hroty oštepov.

Modifikované drevo je ďalej podľa webu agris.cz vhodné na výrobu okien,

okeníc, lepených prvkov pre mostné konštrukcie a pod.

4.5 Ochrana dreva a materiálov na báze dreva

Ultrafialové žiarenie, teplo, dážď, sneh, mráz a zmeny vlhkosti pôsobia na drevo rozdielnou intenzitou nielen v priebehu roka, ale aj dna. V dreve dochádza k tvarovým a objemovým zmenám následkom pracovania dreva. Drevo môže byť pri zvýšenej vlhkosti vystavené pôsobeniu biotickými činiteľmi– napadnutie hubami a drevokazným hmyzom. Trvanlivosť rôznych druhov dreva sa výrazne líši. Z drevín užívaných v ČR má najdlhšiu životnosť dub, ktorý odoláva pri zvýšenej vlhkosti, ale aj v suchom prostredí je napadaný menej ako hubami, tak hmyzom. Dubové drevo je však cenovo náročnejšie na zaobstaranie. Veľmi trvanlivý je agát a gaštan. Najlepšie použiteľnou drevinou je smrek pre svoje minimálne tvarové odchýlky. Ďalšou vhodnou drevinou je smrekovec opadavý, ktorý je odolnejší voči hubám a drevokaznému hmyzu vďaka vyššiemu obsahu živice, ktorá drevo chráni. Životnosť dreva a materiálov na báze dreva je možné predĺžiť:

a Konštrukčnou ochranou

Proti biologickému napadnutiu (hnilobe, drevokaznému hmyzu) a poveternostným vplyvom je zapotreby vhodne zvoliť konštrukčný systém vrátane detailov. Salát [2014] uvádza, že sa nesmie používať drevo so zbytkami kôry, aby sa do konštrukcie nezaniesol drevokazný hmyz.

Konštrukčná ochrana proti ohňu sa aplikuje napríklad zamedzeniu priameho styku s komínom, prípadne iným zdrojom priameho tepla.

Konštrukčná ochrana proti mechanickému opotrebeniu spočíva v navrhnutí konštrukcie v mieste, kde hrozí nebezpečenstvo opotrebenia z oceli, prípadne železobetónu.

b Ochrana impregnáciou a nátermi

Trvanlivosť sa podľa Kotáskovej [2009] dá podstatne predĺžiť vhodne použitou povrchovou úpravou. Z jednocelových špeciálnych prostriedkov sú to

hlavne hydrofóbne roztoky (pre drevo, ktoré je v trvalom kontakte s vlhkom), fungicidné roztoky (proti plesniam a hubám) a aglicidné prípravky (bránia tvorbe rias).

Pre drevené konštrukčné prvky určené pre vonkajšie prostredie sa doporučuje impregnácia tlakom, pri ktorej sa hlboko do drevnej hmoty vpravujú látky chrániace drevo komplexne: proti vlhkosti, hnilobe, hubám a drevokaznému hmyzu. Pokiaľ rozhodujeme o vhodnom nátere, je potreba zvážiť výhody a nevýhody (napríklad v CHKO použijeme prírodu nezaťažujúce prostriedky, napr. na báze voskov, olejov a roztokov živíc.

4.6 Konštrukčné riešenie drevostavieb

4.6.1 Súčasné trendy drevostavieb – výhody použitia dreva

Aj v strednej Európe tvorilo drevo najčastejšie používaný stavebný materiál našich predkov. Jedným z primárnych dôvodov jeho použitia bol pravdepodobný nadbytok v týchto končinách. Nebolo ho potrebné dovážať z veľkej diaľky. Šlo o drevo, ktoré bolo vyťažené pri získavaní ornej pôdy.

Drevo je najvýznamnejší obnoviteľný rastlinný materiál. Medzi jeho pozitívne vlastnosti patria dobré účinky na vnútornú klímu, príjemná vôňa, regulovanie vlhkosti, zvýšenie pocitu tepla a vynikajúce fyzikálne stavebné vlastnosti. To že drevo ako stavebný materiál v súčasnej spoločnosti obsadzuje stále prednejšie miesto je dané viacerými faktormi:

- jeho ťažené množstvo v ČR stále narastá
- jeho využitie vo výstavbe má v ČR aj historické korene
- energetická náročnosť na ťažbu dreva, jeho spracovania do objektu a likvidácia tohto objektu po skončení jeho životnosti je 3–5 krát nižšia, ako u materiálov ako betón, tehla a pod.
- z dreva sa dá postaviť celý objekt od podlahy až po krytinu

- výstavba objektov z dreva je v ČR zastúpená menej než 2 % (napríklad v USA 50%, Nórsko 95%, Rakúsko 22%)

4.6.2 Súčasné konštrukčné systémy

Konštrukčné systémy rozdeľujeme do troch skupín: elementárne, skeletové (základom týchto stavieb sú hrádzené stavby) a masívne stavby (základom sú zrubové stavby).

4.6.3 Novatop systém

NOVATOP je ucelený stavebný systém z veľkoformátových komponentov vyrábaných z krížom vrstveného masívneho dreva (CLT - *cross laminated timber*).

Vlastnosti systému NOVATOP umožňujú odvážna konštrukčné riešenie a sú pre architektov inšpiráciou i výzvou. Stavebné firmy pretvára tieto zaujímavé projekty v skutočne masívne drevostavby a tým priťahujú pozornosť aj tých, ktorí drevostavbám nedôverovali z dôvodu ich subtílnosti.

NOVATOP eliminuje nedostatky bežných drevostavieb a zásadne tak zvyšuje kvalitu hotových stavieb. Výrazným plusovým argumentom je jednoduchosť prevedenia konštrukčných detailov, minimálny počet montážnych spojov a jednoduché skladby stien. Jednoduchosť prevedenia sa premieta nielen do rýchlosti výstavby ale predovšetkým do ekonomickej stránky celej stavby. Úsporne a pasívne NOVATOP ponúka osvedčené a vysoko efektívne riešenie pre úsporné i pasívne drevostavby a od roku 2009 je podporujúcim členom združenia Centrum pasívneho domu. Systém je vhodný pre rodinné a bytové domy, ale aj pre rekonštrukcie, prístavby, nadstavby a pod. Umožňuje vyhovieť čiastkovej dodávke stien či strechy rovnako ako komplexnému riešeniu celej stavby.

Z estetického hľadiska je výhodou tejto technológie je možnosť ponechať odhalenú nosnú konštrukciu ako finálne riešenie vnútorných povrchov. Pohľadové drevo ponúka nové možnosti pri utváraní architektúry. Zvyšuje to však nároky na koordináciu projektu a stavby.

NOVATOP sa vyrába v Českej republike prevažne z dreva slovenských

ihličnanov pri dodržiavaní prísnych ekologických predpisov. Výrobný proces spĺňa náročné kritériá pre celý rad certifikácií (PEFC, Natureplus, ETA ...). Pre opracovanie komponentov sa používa najmodernejšie CNC zariadenia, ktoré pracuje podľa CAD dát, a celý výrobný proces je kontrolovaný digitálne. Všetko sa vyrába v Českej republike, systém bol vyvinutý a overený vo Švajčiarsku.

5 Drevené stavby s takmer nulovou spotrebou energie

Aj napriek tomu, že drevené konštrukcie sa v ČR už celkom bežne používajú pri stavbách, tejto sfére stavebníctva vo väzbe na znižovanie energetickej náročnosti prevádzky stavieb nie je venovaná náležitá pozornosť. Podľa článku zverejnenom na webe Novatopu bola prvá stavba v ČR s takmer nulovou spotrebou energie postavená v roku 2010.

5.1 Dom u Velkého Meziříčí

Zadaním od investora bolo navrhnuť stavbu rodinného domu, pre 5 osôb s celoročne prevádzkovaným krytým bazénom, lokalizovanú na Vysočine v Českej republike.

V článku na webe www.novatop-system.cz je uvedené, že celý nosný konštrukčný systém stien, stropov a strechy je drevostavba z masívnych smrekových panelov českého výrobcu (Novatop). V interiéri je drevená konštrukcia čiastočne priznaná. Tepelná izolácia stien a stropov je z drevovláknitých dosiek (Steico), jedná sa o rozvláknené drevo o hrúbke 300 mm. Na vnútornom povrchu boli použité hlinené systémové omietky (Hlinený dom / PICASSO) v hrúbke 25 mm, ktorých spojivom nie je vápno ani cement, ale hlinený íl.

Do podhládov je vložená čistá ovčia vlna (Isolena) hr. 40 mm, ktorá je ošetrená proti hmyzu, moliam a plesniam. Recyklované sklo: tepelná izolácia základov je z granulátu penového skla (REFAGLASS / geoCell). Ide vlastne o štrk, ktorého kamienky sú zo speneného recyklovaného skla, nasypané do výkopu v hrúbke 500 mm.

Tento projekt sa skladá z dvoch objektov, ako vidno na Obr.6, rodinného domu a bazénu. Tie sú od seba oddelené tepelne izolačnou a vzduchotesnou rovinou, ale susedia spolu a sú prepojené dverami a možno ich teda posudzovať spoločne alebo aj samostatne. Ak posudzujeme objekt rodinného domu a bazéna súčasne, potom možno povedať, že sa jedná o nulový dom.

Nemenej podstatné posúdenie je aj posúdenie samostatných prvkov

objektu. Ak budeme posudzovať len rodinný dom a nebudeme počítat' zisky z obnoviteľných zdrojov (teda ako by stál dom osamote bez bazéna a nemal ani fotovoltaické panely ani tepelné čerpadlo), potom sa jedná o dom pasívny s mernou potrebou tepla na vykurovanie 15 kWh / m²rok. Na dosiahnutie týchto výsledkov bolo nutné dom optimalizovať v dimenzačnom programe PHPP (Passive House Planning Package).



Obr. 6. Nulový dom na Vysočine (www.pasivnidomy.cz)

V dome je použitý systém rekuperácie vzduchu pre dve oddelené prevádzky (dom a bazén) a zdrojom energie pre vykurovanie je tepelné čerpadlo (IVT) so zemným vrtom. Z integrovaného zásobníka tepla je vyvedené teplovodné kúrenie, ktoré je zabudované v stenách. Na streche sú osadené fotovoltaické panely transformujúcu slnečné žiarenie na elektrinu pomocou amorfných trubíc (Solyndra). Pri riešení sa kládol veľký dôraz aj na zníženie nákladov na prevádzku bazénovej časti.

Pre vetranie priestorov rodinného domu je použitá vzduchotechnická jednotka s rekuperáciou tepla a vlhkosti (spätným získavaním tepla a vlhkosti)

s účinnosťou 93% pre teplo a 65% pre vlhkosť (Paul–Novus). Priestory sú preto 24 hodín denne vetrané čerstvým vzduchom tak, že v priemere raz za 3 hodiny dôjde k výmene všetkého vzduchu v dome. Rekuperácia vlhkosti napomáha predovšetkým v zime, kedy je vlhkosti najmenej.

Prijateľná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu je pre človeka medzi 35 až 65%. V dome sú použité materiály ako hlinené nepálené tehly, hlinené omietky, ovčia vlna a sadrovláknité dosky (Fermacell–greenline) s látkou na báze kreatínu. Tieto materiály dokážu vlhkosť rýchlo akumulovať, keď jej je nadbytok (pri kúpaní, varenie, sušenie bielizne atp.), a potom pozvoľna vydávať, keď je jej v miestnostiach nedostatok. Ďalej v sebe tieto materiály obsahujú kreatín alebo látky na báze kreatínu, ktorý je schopný pohlcovať nečistoty z ovzdušia (formaldehyd, ozón, a pod.).

Na vykurovanie je použité stenové vykurovanie ukryté v hlinených omietkach. Tento druh kúrenia je v porovnaní s inými, ako napríklad podlahové kúrenie, hodnotený ako najpríjemnejšie vďaka rovnomernému ohrevu vzduchu po celej výške miestnosti, teploty v miestnostiach sú veľmi vyrovnané ako pri strope, tak pri podlahe.

Pre príjemný pocit obyvateľov domu je dôležité, aby teplota v miestnostiach príliš nekolísala. Preto v dome boli použité materiály, ktoré dokážu teplo akumulovať. Železobetónová základová doska je vo vnútri tepelnej obálky domu a dokáže akumulovať energiu sezónne. V lete, keď sú okolité teploty vyššie, doska chladí a pritom sa ohrieva, naopak v zime, keď sú okolité teploty nižšie, doska teplo vydáva a pritom chladne. Ďalšie materiály ako masívne drevo, anhydrit a hlina dokážu akumulovať teplo ďaleko rýchlejšie a preto regulujú teploty pri náhlych zmenách počasia (slnko svieti / zamračené, deň / noc, atp.).

Aby človek cítil tepelnú pohodu, je dôležité, aby teploty okolitých povrchov boli čo najviac vyrovnané a ich rozdiel bol max. 3 ° C. Ak sú teploty v nerovnováhe a ich rozdiel je vyšší, človek sa snaží dorovnať tento diskomfort teplotou vzduchu a kúri na viac ako 22 °. V tomto dome sú povrchové teploty obvodových konštrukcií

stien, stropov, a podláh okolo $19,5^\circ$ (u bežných domov bývajú okolo 15°) a pri oknách okolo $16,5^\circ$ (u bežných okien bývajú okolo 9°). Pre docielenie týchto teplôt sú obvodové konštrukcie zateplené viac ako 30 cm tepelnou izoláciou ($U_m = 0,167 \text{ W / m}^2\text{K}$), pre okná sú použité trojskla s argónom ($U_g = 0,5 \text{ W / m}^2\text{K}$) a všetky konštrukcie sú na seba napojené bez tepelných mostov.

5.2 Nulový dom pri Žiari nad Hronom

Ide o samostatne stojaci nepodpivničený rodinný dom jednoduchého kompaktného tvaru s obdĺžnikovým pôdorysom, s dvomi nadzemnými podlažiami a plochou strechou, vid' Obr. 7. Je situovaný v obývanej oblasti Stará Kremnička, okres Žiar nad Hronom na Slovensku.

Podľa článku na webe www.stavba.tzb-info.cz je dom optimalizovaný z hľadiska orientácie k svetovým stranám. Na severnej strane domu sú situované miestnosti s krátkodobým pobytom, hlavne komunikačné priestory a vchod. Na južnej strane domu je obytná zóna, z tejto strany sú navrhnuté veľké zasklené plochy i východ na terasu domu. Obytná plocha je $159,6 \text{ m}^2$.

Podlaha rodinného domu je tepelne izolovaná pod úrovňou základovej dosky, vo forme 40 cm granulátu z penového skla. Na dome bola navrhnutá plochá zelená strecha, na ktorej sú umiestnené fotovoltaické panely na výrobu elektriny. Nosná časť strechy i obvodových stien je vytvorená z prvkov zloženého skriňového prierezu. Hlavnú izolačnú rovinu tvorí priestor vyplnený minerálnou vlnou medzi nosníkmi. Izolácie v stene sú doplnené o inštalačnú vrstvu a v streche o spádovú vrstvu. V strope a vnútornej priečke je akumulčná vrstva z nepálených tehál.



Obr. 7. Nulový dom pri Žiari nad Hronom (www.asb-portal.cz)

Okrem núteného vetrania s rekuperáciou, ktoré spolu s dôkladnou izoláciou obvodových konštrukcií minimalizujú tepelné straty, je v dome aj stenové vykurovanie s rozvodom pod sadrokartónovým obkladom. Tepelná energia prostredníctvom tepelného čerpadla Ochsner Europa Mini EWT E4/W15-55 s vykurovacím výkonom 3 kW ohrieva vodu v zásobníku pomocou spodnej špirály. Prostredníctvom hornej špirály je teplo zo zásobníka odoberané na vykurovanie objektu. Vykurovací okruh slúži aj na letné chladenie. Výparník tepelného čerpadla je zakopaný v zemi v hĺbke 1,2 m pod terénom nad potrubím solankového výmenníka.

Ako vzduchotesná rovina slúži OSB doska s prelepením spojov páskami Airstop. Blower-door test bol vykonaný počas výstavby s výslednou hodnotou $n_{50} = 0,58 \text{ h}^{-1}$. Vetrание so spätným získavaním tepla zabezpečuje vetracia a rekuperačná jednotka Santos 370DC s maximálnym výkonom $100 \text{ m}^3/\text{hod}$. Je umiestnená v technickej miestnosti spolu s tepelným čerpadlom.

Na plochej streche rodinného domu je umiestnených 23 fotovoltaických polykryštálických panelov s rozmermi $1642 \times 994 \times 40 \text{ mm}$. Celkový výkon

všetkých panelov je 4,83 kW. Zariadenie výroby elektriny zo slnečnej energie bolo uvedené do prevádzky v decembri 2011. Úradom pre reguláciu sieťových odvetví na Slovensku bolo vydané rozhodnutie o výške výkupnej ceny elektriny od majiteľa domu, pre rok 2011 bola pevná cenu elektriny pre stanovenie doplatku vo výške 259,17 €/MWh. Dom je zariadený spotrebičmi s nízkou spotrebou elektriny. Napriek tomu, že sa v budove nachádzajú spotrebiče s nízkou spotrebou energie, počet týchto zariadení je v domácnosti pomerne vysoký. V celom dome sa nachádza osvetlenie z LED žiaroviek, čo sa podieľa na znížení spotreby elektrickej energie, ale i znížení tepelných ziskov.

Pri kolaudácii bol rodinnému domu vystavený energetický certifikát. Rodinný dom bol zaradený do kategórie A, s vypočítanou hodnotou globálneho ukazovateľa – celkovej dodanej energie 14 kWh/(m².rok), avšak s hodnotou primárnej energie 0 kWh/(m².rok), keďže podľa európskej technickej normy STN EN 15603 „Energetická hospodárnosť budov...“, ktorá bola v dobe výstavby budovy platná, predávaná energia do siete neovplyvňuje dodanú energiu, ale len primárnu energiu, pretože je to odvádzaná energia. Primárna energia z výpočtu k energetickému certifikátu vyšla záporná. Vzhľadom na to, že v energetickom certifikáte nebolo možné pri preukázaní primárnej energie uvádzať záporné čísla, bola budova zaradená do nulového štandardu z hľadiska primárnej energie.

5.3 Nulový dom v Čeladnej

Rodinný dom v Čeladnej je nízkoenergetický dom - vychádza z malej spotreby energie bez rozvodov vzduchotechniky či odberu energie zo zeme. Pre rodinný dom Čeladná sú vyberané prírodné materiály a výrobné procesy, po ktorých zostáva minimálne uhlíková stopa, a tak sa stáva z tohto rodinného domu ekologicky šetrná stavba. Jedná sa o drevostavbu z masívnych lepených panelov s vonkajším dreveným obkladom bez povrchovej úpravy.

Podľa článku *Téměř nulová stavba rodinného domu v Beskydech* na www.stavba.tzb-info.cz je teplo zo slnečného žiarenia vďaka orientácii domu a presklených plôch k svetovým stranám efektívne využívané na prikurovanie domu.

Solárne zisky dokážu pokryť výraznú časť potreby tepla rodinného domu. Najväčšie zisky tepla zo slnka sú na južnej časti domu a v menšej miere potom na strane východnej a západnej. Obytné miestnosti sú preto orientované na juhovýchod až juhozápad a ostatné miestnosti ako sú kúpeľne, chodby a parkovacie státie sú situované na severnej strane domu.

Pri orientácii presklených plôch smerom na juh dochádza najmä v letnom období k prehrievaniu interiéru. Tomu sa predišlo vhodne zvoleným presahom strechy, ktorý sa stáva zaujímavým architektonickým prvkom a vytvára úplne prirodzenú ochranu pred letným slnkom.

V zimných mesiacoch sa Slnko nachádza nízko, a preto zvolená dĺžka presahu nebráni prieniku slnečných lúčov do interiéru. Je tak umožnený prestup tepla cez presklené plochy do interiéru rodinného domu.

Presah strechy plní nielen funkciu tieniaceho prvku, ale vytvára čiastočne krytý a "čistý" medzipriestor, ktorý je prechodom medzi vlastným domom a záhradou. Toto riešenie má inšpiráciu v histórii. Príkladom môže byť rajský dvor lemovaný ambitu, staroveký rímsky dom s peristylom, ale tiež má tento prvok svoje miesto v ľudovej architektúre. Bolo však nutné ho modifikovať pre potreby dnešnej doby. Na základe skúseností, kedy garáž po určitej dobe slúži skôr ako dielňa a na ukladanie nepotrebných vecí z domácnosti, bolo zvolené parkovacie státie pred domom, ktoré je kryté iba presahom strechy.

Vzhľadom k tomu, že dom musí svojim užívateľom po celý život zaisťovať pohodlie a bezpečnosť, bol rodinný dom Čeladná navrhnutý ako jednopodlažný, vid' Obr.8. Svojím dispozičným usporiadaním a po drobných úpravách WC a kúpeľne je dom vhodný aj pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu, pretože dom Čeladná neobsahuje žiadne schodisko, ani iné prekážky.



Obr. 8. Rodinný dom Čeladná (www.zerodomy.cz)

Plochá strecha domu je čiastočne vysadená extenzívne zeleňou. Dažďová voda neodtečie bez úžitku do kanalizácie, ale je tak zadržaná v substráte, kde je postupne odoberaná vegetáciou a dochádza k odparovaniu späť do atmosféry. Zelená strecha zvyšuje tepelnoizolačné vlastnosti strechy a obmedzuje prehrievanie strešnej konštrukcie. Spolu s využitím solárnej energie a kvalitným zateplením domu, tvoria komplexné zelené riešenia. Strechu možno osádzať napríklad bylinkami, ktoré obyčajnú svojou prítomnosťou prispievajú k formovaniu príjemnej atmosféry.

Rodinný dom je drevostavba z celostenových CLT panelov hr. 100 mm s celkovou hrúbkou obvodových konštrukcií 370 mm. Cross laminated timber - krížom lepené drevo - jedná sa o viacvrstvové masívne drevené panely. Skladajú sa minimálne z troch k sebe navzájom kolmých zlepených vrstiev dreva, ktoré staticky spolupôsobia a vytvárajú tak tuhý panel. Tieto panely majú vysokú pevnosť najmä vo vzpere a ohybe. CLT panely sú použité aj ako pohľadová konštrukcia v interiéri. Vyššia hmotnosť zaisťuje výborné akustické vlastnosti, a vďaka tomu sú vhodné aj

pre stropné konštrukcie.

Pre zateplenie domu bola zvolená minerálna vata v hrúbke 200 mm. Vonkajšia povrchová úprava stien je tvorená obkladom zo sibírskeho smrekovca hrúbky 20 mm bez povrchovej úpravy. Súčiniteľ prestupu tepla je rovný $0,19 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Strešná konštrukcia je tvorená z CLT panelov hrúbky 180 mm s tepelnou izoláciou z expandovaného polystyrénu hrúbky 400 mm. Plochá strecha je vysadená zeleňou, čo prispieva k lepším tepelnoizolačným a akumuláčnym schopnostiam. Súčiniteľ prestupu stropnej konštrukcie činí $0,15 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Ďalším faktorom bolo vylúčenie kondenzácie vodných pár v konštrukcii. Priamou voľbou z hľadiska kondenzácie a stavebného prevedenia bola difúzne otvorená skladba obvodových stien.

Nemenej dôležitá je tepelná pohoda, tj. rovnomerná teplota vzduchu a teplota povrchov v interiéri, čo sa podarilo dosiahnuť vhodnou voľbou konštrukcie s technológiami. Pre stavbu sú zvolené hliníkové okná s izolačnými trojsklami s prerušeným tepelným mostom, ktoré majú dobré tepelnoizolačné vlastnosti aj zvukovú nepriezvučnosť. Z vyššej tepelnej izolácie plynie menšie ochladzovanie interiérového skla a tým zníženie rizika rosenie. Pre zvýšenie vonkajších tepelných ziskov boli použité izolačné trojsklá so zvýšenou schopnosťou solárnych ziskov.

5.4 Rodinný dom v Rothwell

U tejto stavby vo Veľkej Británii bola dosiahnutá nulová bilancia energie, bez toho aby bola využívaná fotovoltaika alebo nepretržitý chod mechanickej ventilácie s rekuperáciou tepla. Ohrev teplej úžitkovej vody a vykurovanie v domoch zaisťuje systém kombinácie solárnych kolektorov a tepelného čerpadla vzduch / voda. Domy sú vykurované nízkoteplotnými radiátory, ktoré sú napájané z vyrovnávacej nádrže a ohrievané kombináciou solárnych tepelných kolektorov a vzduchového tepelného čerpadla. Nezastupiteľnú úlohu z hľadiska energetickej sebestačnosti hrajú aj pasívne solárne zisky.

Pre túto stavbu je podľa www.velux.com typická dôkladne izolovaná stavebná konštrukcia s hodnotou $U = 0,11 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ pre všetky steny, podlahu

i strechu, tesná obálka budovy, okná s trojsklami na chladnejšej (východnej) strane pre zabezpečenie dokonalej tepelnej ochrany a okná s dvojsklami na teplejšej (západnej) strane pre ideálne využitie pasívnych solárnych ziskov. Ohrev teplej vody a vykurovanie je zabezpečené pomocou solárnych kolektorov, tepelného čerpadla a mechanickej ventilácie s rekuperáciou tepla. K náročnosti projektu prispela orientácia domu na východ / západ, ktorá dokazuje, že pre dosiahnutie optimálneho riešenia nie je nutný pozemok orientovaný na juh.

Tvar domu na Obr. 9 umožnil vytvoriť priestrannú záhradu. Priestor záhrady pôsobí ako prirodzené predĺženie interiéru, nie ako obyčajné okolie domu, čím je podporená snaha o prelínanie exteriéru s interiérom.



Obr. 9. Rodinný dom Rothwell (www.activehouse.info)

Dom má pod záhradou nádrž na zber dažďovej vody s objemom 3500 litrov, do ktorej je zvedená dažďová voda zo strechy domu. Dažďová voda slúži na splachovanie toaliet, pre prevádzku práčky a pre stabilné hasiace zariadenia, ak by bolo spustené.

6 Metodika spracovania architektonickej štúdie

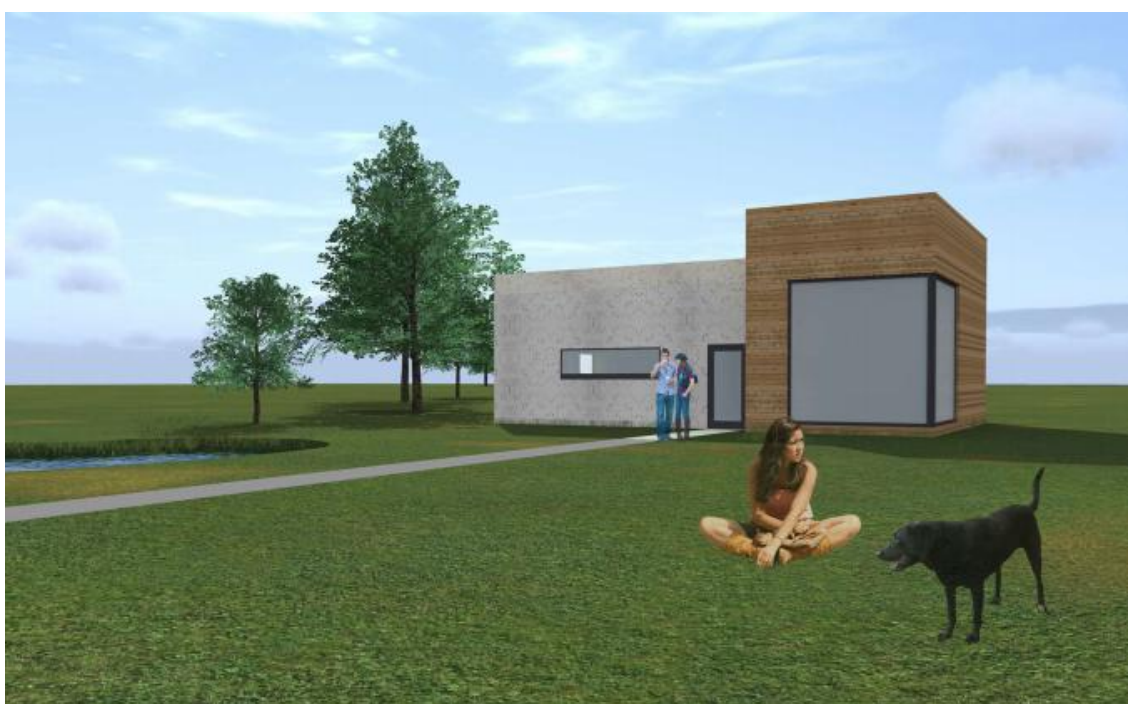
Koncepcia procesu architektonického navrhovania budovy pre turisticko – informačné účely zohľadňuje potrebu dosiahnutia čo najvyššej efektivity z hľadiska, enviromentálneho, estetického ďalej z hľadiska konštrukčného riešenia, účelu budovy a v neposlednom rade z hľadiska nákladov na samotnú realizáciu a následnú prevádzku a údržbu budovy.

Dispozícia budovy bola navrhnutá tak, aby táto mohla byť využívaná ako múzeum so stálou expozíciou rusínskej ľudovej kultúry a zároveň ako tzv. *self – check* hostel pre návštevníkov navrhovanej príľahlej cyklotrasy. Pre samotnú realizáciu budovy boli zvolené materiály a postupy, ktorých použitie korešponduje s požiadavkami takmer nulovej úrovne energetickej spotreby v spojení s nárokmi na životnosť stavby, nákladnosť jej realizácie a údržby. Návrh vnútorného vybavenia budovy rešpektuje jej vyššie zmienený účel. Návrh vonkajšieho vizuálu stavby a jej okolia potom rešpektuje vzhľad a ráz krajiny, do ktorej je budova zasadená tak, aby ju dopĺňovala bez rušivého aspektu.

7 Architektonický návrh

7.1 Popis návrhu stavby

Naviazaním na zadanie bola spracovaná architektonická štúdia, v ktorej vznikla konečná podoba objektu s rozmiestnením samotnej stavby, príjazdovej komunikácie, parkoviska, koreňovej čističky a The Quantum. Súčasne s návrhom bola vybraná vhodná dispozícia s ohľadom na svetové strany a umiestnenie The Quantum, aby bolo v smere vetra.



Obr. 10. Celkový pohľad na stavbu

7.2 Urbanistické riešenie

Ako umiestnenie stavby na bázi dreva bolo vybrané miesto v dostupnej vzdialenosti od okružnej cyklotrasy v CHKO Východné Karpaty.

Konkrétne parcela, na ktorej je prevedný návrh sa nachádza v obci Kečkovce, číslo parcely 323/1.



Obr. 11. Umiestnenie navrhovanej stavby pri cyklotrase

7.3 Architektonické riešenie

Objekt má pôdorys dvoch spojených obdĺžnikov, jedna časť bude slúžiť ako stála expozícia (vonkajší rozmer 7.98 m x 4.24 m a výškou 5,05 m), druhá ako samoobslužný hostel (vonkajší rozmer 7,854 m x 6.98m a výškou 4,05 m).

Hlavný vstup do objektu je zo západnej strany. Hlavné vstupné dvere do budovy sú jednodíldové hliníkové, presklené, vo farbe tmavo šedej RAL 7012, zasklené izolačným trojsklom ($U=1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$). Okná a presklené fasády sú navrhnuté hliníkové z profilov Schuco, vo farbe tmavo-šedej RAL 7012. Zasklené budú izolačným trojsklom ($U=0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$). Objekt je navrhnutý ako prízemná jednopodlažná stavba, tvorená konštrukciou NOVATOP. Jeho najväčšou devízou je že sa uňho používa minimálny počet spojov, ale je aj ekonomicky výhodný a časovo nenáročný na výstavbu. Všetky panely sa vyznačujú vysokou pevnosťou a stabilitou. Konštrukcia sa skladá ako stavebnica, všetka panely sa vyrábajú už v presných formátoch a otvormi na okná a dvere.

Opláštenie objektu v expozičnej časti je tvorené obkladom zo smrekovca (*Larix decidua*) ktorý je impregnovaný proti biologickým škodcom. Fasáda ubytovacieho zariadenia je omietnutá dekoratívnou omietkou. Vo fasáde budú okenné a dverné prestupy tmavo šedej farby.

Na objekte je navrhnutá plocha jednoplášťová strecha ohraničená atikou v úrovni 5,55; 4,55 nad podlahou 1.NP. Strecha je spádovaná k vtokom spádom 3%.

7.4 Výber pozemku

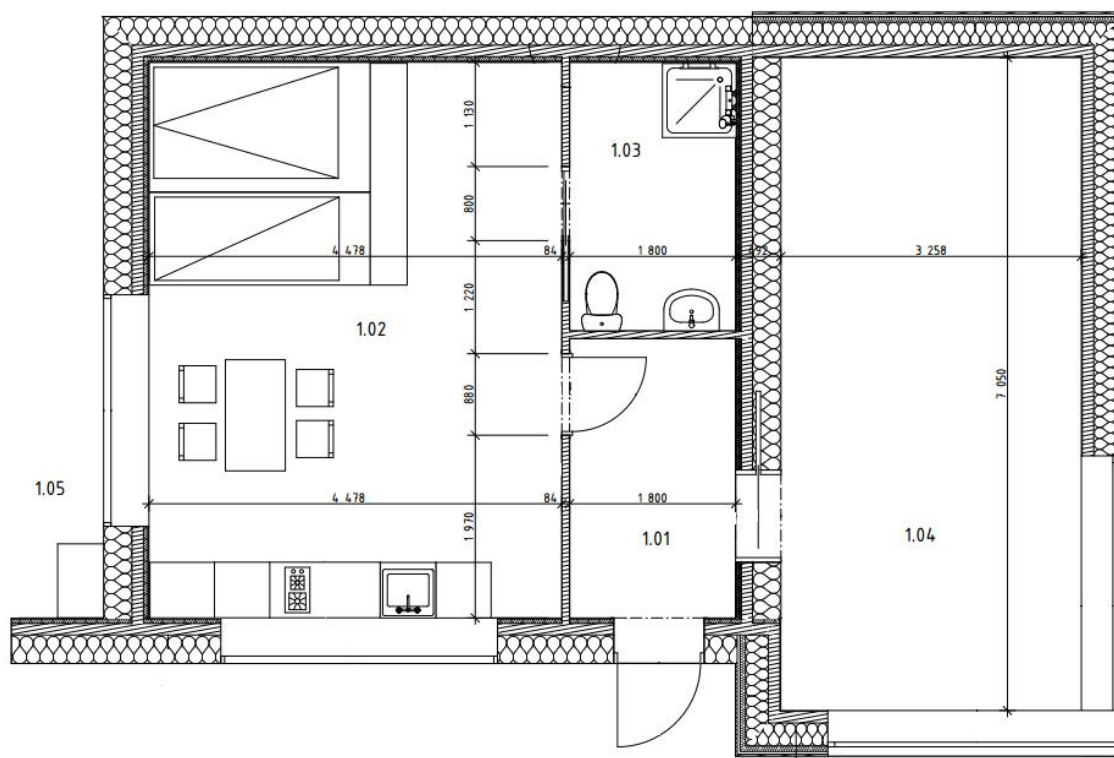
Pre budúcu stavbu bol vybraný pozemok v katastrálnom území obce Kečkovce. Jedná sa o parcelu 323/1, ktorý je klasifikovaný ako záhrada. Rozhodujúce pre výber tohto pozemku bola lokalizácia v blízkosti cyklotrasy, a principiálne podľa dispozícií v rámci obce s ohľadom na možnosť pripojenia sa k inžineirským sieťam.

Vzhľadom na to, je potreba zažiadať o prekvalifikáciu na stavebný pozemok. Aby mohol byť pozemok použitý na výstavbu stavby pre rekečno-turistické účely s takmer nulovou spotrebou energie, je nutné zabezpečiť potrebnú dokumentáciu. O realizáciu výstavby by sa starala obec Kečkovce. Celý postup vychádza reflektuje slovenskú legislatívu.

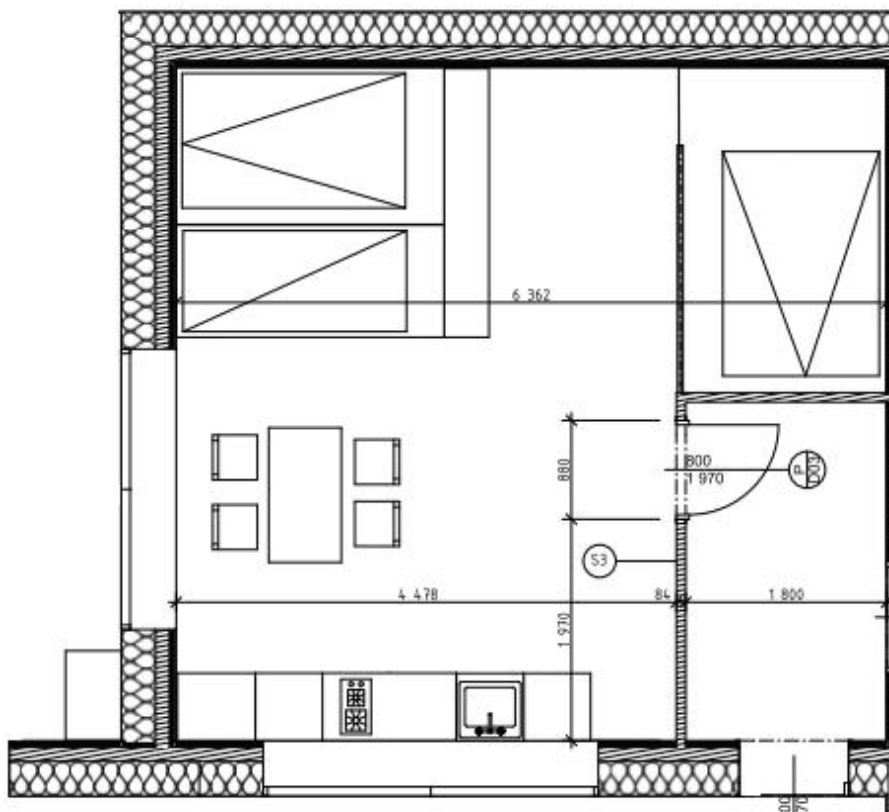
7.5 Dispozičné usporiadanie objektu

Dispozičné riešenie objektu je zámerne jednoduché. Pri návrhu sa dbalo na to, aby ubytovacia časť mohla plniť svoju hlavnú funkciu – ubytovanie až 4 osôb.

Na obrázku 12 a 13 je znázornený pôdorys stavby.



Obr. 12. Pôdorys stavby



Obr. 13. Medziposchodie

7.5.1 Vstupná hala 1.01

Priestor hned' za dverami, slúžiaci ako vstupná hlava, samotný vstup je zabezpečený tzv. *self-check* kartou.

7.5.2 Rekreačná miestnosť 1.02

Miestnosť, ktorá slúži pre ubytovanie cyklistov alebo turistov je vybavená aj drobným kuchynským kútom a jedálenským stolom, nájdú tu miesto na spanie dvaja hostia.

7.5.3 Hygienické zázemie 1.03

Je jednoducho zariadené. V tejto kúpeľni sa nachádza sprchový kút, toaleta a umývadlo.

7.5.4 Galéria, výstavný priestor 1.04

Tento priestor je k videniu aj pre externých návštevníkov, nie len pre hostí, a to vďaka presklennej ploche. Bude slúžiť na prezentáciu rusínskej ľudovej kultúry.

7.5.5 Priestor pre uloženie samoobslužného terminálu 1.05

Tento priestor slúži na umiestnenie tzv. samoobslužného terminálu. Tieto terminály sa bežne používajú napríklad v severských krajinách. Fungujú na princípe bankomatu, v ktorom keď návštevník zaplatí platobnou kartou, automat vydá kartu, ktorá bude slúžiť ako kľúč od ubytovacej časti. Táto karta bude platná na otváranie dverí po dobu, za ktorú návštevník zaplatí. Tento *self-check* bude prepojený s obecným úradom, kde zamestnanci dostanú informáciu o čase, dokedy sú hostia ubytovaní, a po ich odchode zariadenia upratanie tejto časti.



Obr. 14. Príklad *self-checku*

(www.futuretravelexperience.com)

7.5.6 Medziposchodie 2.01

Je to priestor nad hygienickým zariadením, kde sú uložené ďalšie dva lôžka na spanie. Prístup do tohto priestoru je po rebríku, stojacom vedľa vstupných dverí do hygienického zariadenia.

7.6 Vonkajšie zariadenia

7.6.1 Zdroj elektrickej energie

Kvôli vylepšeniu energetickej bilancie navrhovanej multifunkčnej stavby bolo prijaté rozhodnutie o umiestnení generátora v blízkosti stavby, ktorý transformuje veternú energiu na energiu elektrickú. Konkrétne sa jedná o tri veterné turbíny The Quantum s technológiou Vortex od výrobu Kohilo z amerického New Yorku.

The Quantum je turbína s výškou 122 cm, priemerom 350 cm, ktorá je z praktických dôvodov usadená na 365 cm vysokej veži (www.kohilowind.com). Turbína generuje elektrickú energiu v operačnom rozsahu rýchlosti vetra $1,3 \text{ ms}^{-1}$ – 56 ms^{-1} pri hlasitosti menej ako 38 db, čo je ekvivalent tichej miestnosti. Pri rýchlosti vetra 10 ms^{-1} turbína generuje 2,9 kW, maximálne potom 6,2 kW. Technológia Vortex spočíva v použití systému difúzorov, ktorý stabilizuje turbulentné prúdenie vzduchu. Tieto difúzory usmerňujú vietor do stredu turbíny, čím zvyšujú hybnosť veterného prúdu, keďže je vháňaný do kanála s malým priemerom; tento kanál ústi priamo priamo na lopatky turbíny. V dôsledku toho tak difúzor vytvára konštantný prietok vzduchu.⁸

Medzi ďalšie výhody The Quantum patrí jednoduchá inštalácia – celá elektronika zariadenia sa montuje priamo v závode, kde podlieha náležitej kontrole kvality. Systém teda nie je potrebné zložito montovať, výrobca garantuje „*plug and play*“ montáž. Systém ďalej obsahuje batérie, ktoré sa pri nižšej spotrebe ako je aktuálny výkon turbíny nabíjajú, a ktoré potom slúžia ako zásobáreň elektrickej energie. Systém je možné monitorovať cez WiFi sieť.

⁸ „*KOHILO's VORTEX Technology Invented by the founder of KOHILO, the "VORTEX" wind turbine yields the lowest Levelized Cost of Electricity (LCOE) and highest Capacity Factor in the wind energy market. This increase in power production is made possible by the employment of a diffuser system that stabilizes turbulent airflow. These precision diffusers channel wind into the core of the "VORTEX" turbine thereby increasing the velocity of this harvested wind by compressing a large volume of flow into a small channel; this channel directs airflow perfectly into the blades of the turbine. Consequently, the large diffuser channels create a head pressure yielding a strong, constant airflow.*“ (www.kohilowind.com)



Obr. 15. The quantum (www.kohilowind.com)

7.6.2 Koreňová čistička odpadných vôd

Vzhľadom na to, že obec nemá vlastnú kanalizáciu, bolo rozhodnuté, že túto funkciu v danom projekte zastúpi koreňová čistička odpadných vôd.

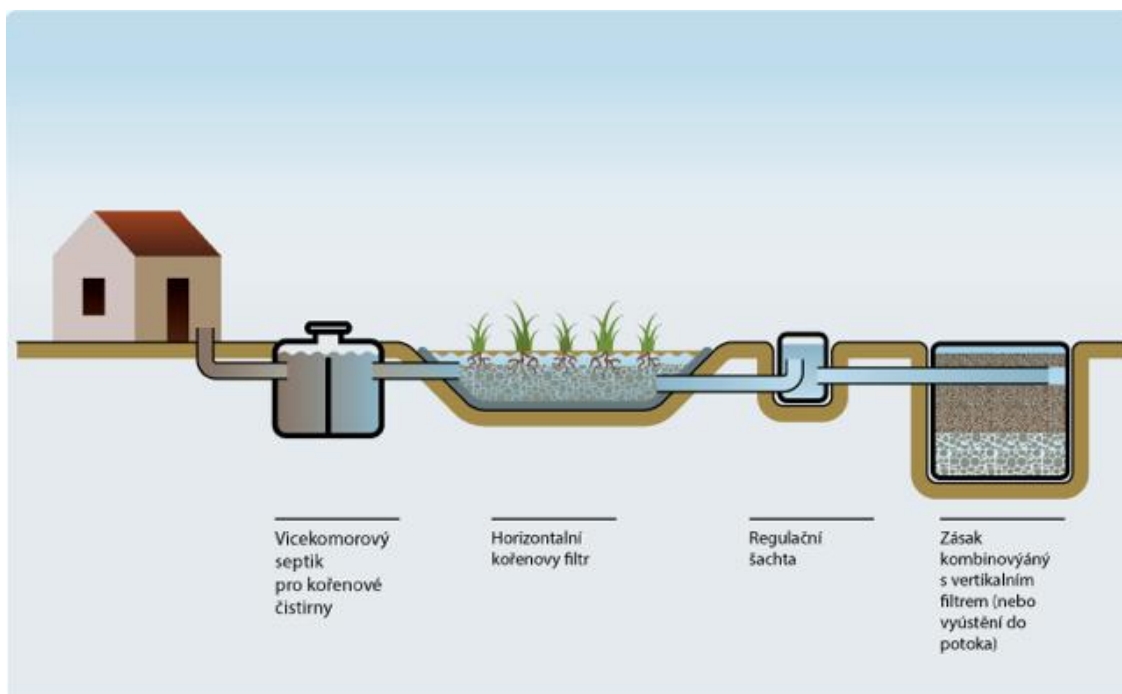
Princíp

Koreňové (vegetačné) čističky odpadových vôd fungujú na rovnakých princípoch ako prirodzené mokrade, kde prebieha samočistiaci procesy. Podľa článku *Kořenová čistička – funkce* zverejnenom na webe www.korenova-cisticka.cz je základným princípom koreňovej čističky prietok predčistenej odpadovej vody koreňovým filtrom. Koreňový filter je naplnený jemnými kamienkami, na povrchu ktorých sídli baktérie, ktoré zaisťujú čistiaci proces. Rastliny vysadené na koreňovom filtri majú doplnkovú funkciu - čiastočne odsávajú živiny, dodávajú kyslík, na ich koreňoch sídli baktérie a v zime pôsobia ako tepelná izolácia.

Predčistenie vody

Ešte pred prietokom koreňovým filtrom musí byť voda zbavená mechanických nečistôt a prípadne anaeróbne predčistená. To prebieha vo viackomorovom septiku, alebo (v prípade obcí) v sedimentačných nádržiach. Potom už vteká voda do koreňového filtra, kde pomaly putuje cez filtračný materiál osadený mokradovou vegetáciou. Doba zdržania - doba, po ktorú sa voda v systéme čistí - je približne 10 dní. Táto čistička odpadných vôd bola hlavne kvôli svojim

pozitívam, že neptorebuje žiadnu ďalšiu elektrickú energiu, vyžaduje minimálnu údržbu a skvelo znáša nestály prítok vody.



Obr. 16. Schéma koreňovej čističky (www.korenova-cisticka.cz)

8 Výpočet tepelných strát

Táto stať sa zaoberá výpočtom tepelných ztrát, z dát od výrobcov/dodávateľov a samotného návrhu.

Lokalita

Obec	Kečkovce
Vonkajšia návrhová teplota v zimnom období θ_e	-17 °C
Dĺžka otopného obdobia d	255 dní
Priemerná vonkajšia teplota v otopnom období θ_{em}	2.7 °C

Tab.4. Výpočet tepelných strát: Lokalita

Charakteristika objektu

Prevažujúca vnútorná teplota v otopnom období θ_{im}	20 °C
Objem budovy	140.01 m ³
Celková plocha A	307.36 m ²
Celková podlahová plocha A_c	79 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	2.2 m ⁻¹
Trvalý tepelný zisk H_+	140 W
Solárne tepelné zisky H_{s+}	378 kWh / rok

Tab.5. Výpočet tepelných strát: Charakteristika objektu

Konštrukcia objektu

Konštrukcia	Súčiniteľ prestupu tepla U_i [W/m ² K]	Hrúbka zateplenia d [mm]	Plocha A_i [m ²]	Činiteľ teplotnej redukcie b_i	Merná strata prestupom tepla $HT_i = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Stena obytná časť	0.11	492	55.73	1	2.6
Stena „múzejná časť“	0.12	492	53.56	1	2.6
Podlaha	0.25	800	88.66	1	3.7
Strecha	0.13	507	75	1	4.4
Okenné výplne	0.9		19.64	1	17.7
Dvere	1.2		1.77	1	2.1

Tab.6. Výpočet tepelných strát: Konštrukcia objektu

Lineárne tepelná mosty [W/m ² K]	0.02
Vetranie h ⁻¹	0.4

Tab.7. Výpočet tepelných strát: Lineárne tepelné mosty a vetranie

Zhodnotenie

Typ konštrukcie	Tepelná strata [W]
Vetranie	990
Strecha	195
Podlaha	188
Okná, dvere	396
Obvodový plášť	251
Iné konštrukcie	0
Celkom	2020

Tab.8. Výpočet tepelných strát: Zhodnotenie

9 Realizačné podmienky

Realizačné podmienky sa dajú rozdeliť na dve skupiny – z hľadiska stavebného a legislatívneho. Jedná sa o zložitý proces, ktorý môže trvať dlhšie časové obdobie- aj niekoľko mesiacov.

9.1.1 Legislatívne podmienky

O výstavbu by sa starala obec Kečkovce. Celý postup vychádza zo slovenskej legislatívy.

Obec by musela požiadať Okresný Úrad vo Svidníku, Pozemkový a lesný odbor o vydanie súhlasu s použitím pozemku na nepoľnohospodársku pôdu. K tejto žiadosti je potrebné doložiť požadované doklady:

- doklad o vlastníctve – LV a kópiu katastrálnej mapy
- stanovisko obce, súhlasné, pre použitie poľnohospodárskej pôdy na stavebný účel
- stanovisko stavebného úradu (Spoločný obecný úrad Svidník), či zámer je v súlade s plánom rozvoja obce
- stanovisko Okresného úradu Odboru starostlivosti o životné prostredie

Ak Orgán ochrany poľnohospodárskej pôdy vydá súhlas, tento slúži ako podkladová dokumentácia pre územné konanie, teda vydanie územného rozhodnutia. Ten neskôr slúži spolu so stavebným povolením a kolaudačným rozhodnutím pre Katastrálny odbor, ktorý zapíše zmenu druhu pozemku na zastavanú plochu, zmena sa zaeviduje v liste vlastníctva a katastrálnej mape. Vydaním územného rozhodnutia príslušný pozemok bude preklasifikovaný na stavebný pozemok.

Následne je potreba získať stavebné povolenie a po nadobudnutí právnej moci je možné zahájiť stavbu. Po realizácii je nutné zažiadať o kolaudačné rozhodnutie. Následne na to, je možné stavbu začať využívať.

9.1.2 Stavebné podmienky

Dôležité je pre stavbu zohnať investora, následne na to vybrať hlavného dodávateľa stavby. Potom je možné zahájiť stavbu. Potom čo dodávateľ dokončí stavbu ju následne predá investorovi.

9.2 Projektová dokumentácia

Projektová dokumentácia bola spracovaná na základe prílohy č.4 vyhlášky č. 62/2013 Sb., ktorou sa mení vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb.

Projektová dokumentácia je súčasťou tejto diplomovej práce a obsahuje dokumenty:

. Sprievodná správa

A. Sprievodná správa

B. Súhrnná technická správa

C. Situačné výkresy

C1 Situačný výkres širších vzťahov

C2 Celkový situačný výkres stavby

C3 Koordinačný situačný výkres

C4 Katastrálne situačný výkres

C5 Vyznačenie úsekov cyklotrasy

D. Technická správa

D1.1.2 Výkres základovej

D1.1.3 a Pôdorys 1NP

D1.1.3 b Pôdorys medziposchodie

D.1.1.4 Výkres strechy

D.1.1.5 Rezy

D.1.1.6 Pohľady

D.1.1.7 Pohľady

D.1.1.8 Detail

D.1.1.9 Vizualizácie

10 Ekonomické aspekty

Táto kapitola bude obsahovať nacenenie jednotlivých prvkov stavby pri prípadnej realizácii architektonickej štúdie. Ceny boli zisťované prieskumom u rôznych dodávateľov v období 11/2015 až 3/2016 na českom trhu, s výnimkou dodávky technológie The Quantum.

10.1 Steny a strešné prvky

Pre stavbu obvodových stien a strešnej konštrukcie a krovu boli zvolené prefabrikáty od spoločnosti Novatop.

Obvodové stěny (Novatop Solid 84 mm)	Plocha: 56,02 m ²	93.329,32 Kč
Obvodové stěny (Novatop Solid 84 mm)	Plocha: 56,02 m ²	93.329,32 Kč
Obvodové stěny (Novatop Solid 84 mm)	Plocha: 40,3 m ²	67.139,80 Kč
Obvodové stěny (Novatop Solid 84 mm)	Plocha: 40,3 m ²	67.139,80 Kč
Vnitřní stěny (Novatop Solid 62 mm)	Plocha: 27,72 m ²	30.464,28 Kč
Střešní elementy (Novatop Element)	Plocha: 88,05 m ² výška elementu: 160 mm	173.370,45 Kč

Tab.9. Ceny komponentov NOVATOP

Výsledná cena 524 773 Kč bez DPH, s daňou 634975 Kč, zahrňuje základné opracovanie a porez výrobcom, naopak nie sú od nej odčítané plochy otvorov, ktoré

sa ale štandardne odčítavajú. Cena rovnako nezahrňuje náklady na prepravu a montáž. Údaje o cene pochádzajú z kalkulačky nákladov, ktorú na svojej webovej stránke spoločnosť Novatop zverejnila. (www.novatop-system.cz)

10.2 Základová doska

Do výslednej ceny základovej dosky je zarátaná práca aj materiál a cena je vyrátaná jako priemer cien získaných z elektronického prieskumu trhu. Pod položku základovej dosky teda spadá výkop, polozenie základových pásov, stratené bednenie, montáž odpadov, priechody pre média (voda, elektrina, vzduch), betonáž a vyrovnanie dosky a hydroizolácia.

Zistené ceny pre takúto dosku s plochou 79m^2 sa pohybovali v rozmedzí 142 000 Kč až do sumy 230 000 Kč. Vzhľadom na to, že pre potreby tejto práce sa síce jedná o stavbu v jednoduchom teréne, musíme však kvôli *nulovej* charakteristike stavby počítat' s dražšou izoláciou, konkrétne penosklom, pre tento návrh bude vhodné počítat' s cenou pri hornej hranici zisteného intervalu. 1 m^3 penoskla sa cenovo pohybuje okolo 1800 Kč.

Základová doska bude stát' cca 300000 Kč.

10.3 The Quantum

Cenu The quantum Kohilo na webe nezverňuje, na serveri alibaba sa jeden kus predáva za 500.000 Kč. Pri troch kusoch je potreba počítat' s nákladmi na veternú turbínu zhruba 1.500.000 Kč.

10.4 Otvorové výplne

Pre otvorové výplne boli zvolené hliníkové okná a dvere s trojsklom. Prieskumom elektronických obchodov rôznych dodávateľov bola zistená cena od 5000 Kč/m² do 8200 Kč/m² okenných výplní. Pri celkovej ploche okien 27,34 m² bol zistený interval 136 700 Kč až 224 188 Kč. Pre dvere bola rovnakou metódou zistená cena v intervale 15 000 Kč/m² až 22 000 Kč/m². Pri celkovej

ploche vonkajších dverí 1,93 m² tak bola zistená cena v intervale 28 950 Kč až 42 460 Kč.

10.5 Koreňová čistička

Elektronickým prieskumom cien boli pre realizáciu koreňovej čističky zistené náklady v rozsahu 150 000 Kč až 200 000 Kč. Náklady zahrňujú predčistenie priestoru, kde bude čistička umiestnená (cca 25% ceny), vlastné filtračné pole (60 %) a šachty, rozvody a oplotenie (v súčte 15% z celkovej ceny). S ohľadom na jednoduchosť a prístupnosť terénu sa bude cena koreňovej čističky približovať k spodnej hranici intervalu zisteného v elektronickom prieskume.

10.6 Cena práce

Rovnakou metódou ako pri ostatných položkách, cena práce na stavbe domu bola zistená prieskumom elektronických obchodov dodávateľov zameraných na český trh. Zistená cena za prácu na stavbe bola v intervale 970 Kč/m² až 1480 Kč/m². Pri celkovej ploche 67,64 m² bola zistená celková cena za prácu na stavbe v intervale 65 611 Kč až 100 107 Kč.

11 Diskusia

Práca obsahuje historický exkurz do používania dreva a materiálov na báze dreva v stavebníctve a taktiež sa venuje histórii znižovania energetickej náročnosti na prevádzku budov. Rovnako je táto kapitola venovaná použitiu dreva a materiálov na báze dreva ako vhodného stavebného materiálu v súčasnosti, zvláštna pozornosť bola venovaná tým vlastnostiam týchto materiálov, ktoré vplyvajú na energetickú efektivitu prevádzky navrhovanej stavby a ich ochrane pred poveternosťnými a ďalšími vplyvmi, ktoré by boli faktorom zhoršovania sledovaných vlastností.

V práci je analyzovaných päť domov s takmer nulovou spotrebou energie. Vlastný architektonický návrh je potom vyhotovený tak, aby zodpovedal vybraným technologickým postupom a pritom rešpektoval zadanie s výsledkom takmer nulovej spotreby energie na prevádzku. Materiál použitý na tepelnú izoláciu základovej dosky, penosklo, by bolo možné nahradiť lacnejšími alternatívami, keďže sa jedná o najdrahší takýto izolačný materiál. Penosklo sa však javí ako najvhodnejší tepelnoizolačný materiál.

Pri vypracovávaní architektonického návrhu stavby s takmer nulovou spotrebou energie bola dodržiavaná metodika hodnotenia podľa Tywoniaka (2012), avšak neboli realizované všetky úrovne hodnotenia. Pre návrh boli zvolené také technológie a stavebné postupy, ktoré garantujú naplnenie požiadaviek na takmer nulovú spotrebu energie na prevádzku budovy – nízka tepelná prestupnosť stien, strechy a otvorových výplní, technológia základovej dosky, vlastný zdroj elektrickej energie.

Objekt je navrhnutý ako prízemná jednopodlažná stavba, tvorená konštrukciou NOVATOP. Jeho najväčšou devízou je len že sa uňho používa minimálny počet spojov, ale je aj ekonomicky výhodný a časovo nenáročný na výstavbu. Podľa článku Výhody na webe www.novatop.cz sa všetky panely sa vyznačujú vysokou pevnosťou a stabilitou. Konštrukcia sa skladá ako stavebnica, všetka panely sa vyrábajú už v presných formátoch a otvormi na okná a dvere.

Práca obsahuje aj komplexné zhodnotenie ekonomických aspektov prípadnej realizácie. Ceny jednotlivých komponentov boli zisťované prieskumom elektronických obchodov rôznych dodávateľov, ktorí sa zameriavajú na predaj v Českej republike. Pri skutočnej realizácii by do jej výslednej ceny bolo potrebné započítať náklady na dopravu, alebo vyhľadávať dodávateľov použitých technológií bližšie k miestu realizácie návrhu.

12 Záver

V medziach tejto diplomovej práce bola vytvorená architektonická štúdia viacúčelovej budovy s takmer nulovou spotrebou energie. V samotnej štúdii boli primárne pre konštrukčné a dekoratívne prvky navrhnuté materiály na báze dreva.

Teoretická časť práce obsahovala historický exkurz do konštrukčných a ďalších riešení stavieb z dreva a materiálov na báze dreva. Ďalej práca v tejto časti obsahla popis dreva samotného, ako aj materiálov na báze dreva z pohľadu ich využitia ako stavebných materiálov a ich následnú ochranu. Nasledoval súčasná situácia konštrukčných riešení drevostavieb. V teoretickej časti tejto práce bola ďalej riešená problematika kategorizácie budov na základe spotreby energie na ich prevádzku. Teoretickú časť práce uzatvárala prezentácia dvoch domov s takmer nulovou spotrebou energie ktoré sa nachádzajú na území Česka a Slovenska. V časti praktickej boli aplikované poznatky z teoretickej časti k vytvoreniu návrhu domu s takmer nulovou spotrebou energie. Z hľadiska materiálov boli pre tento návrh využité drevo a materiály na báze dreva. Ďalej diplomová práca v tejto časti obsahovala výpočet nákladov na jej prípadnú realizáciu. Samotná vyššia cena stavby je z dlhodobého hľadiska s ohľadom na jej nízke prevádzkové náklady prijateľná.

Vizualizácia návrhu ukazuje jednak samotnú viacúčelovú budovu, jednak aj jej situáciu – teda umiestnenie v centre obce pri obecnom úrade a pri parkovisku, ktoré je jedným z východiskových bodov súvisiacej cyklotrasy tak, aby bol turistický potenciál oboch kombinovateľný.

13 Summary

Between the margins of this thesis there was created architectural study of multipurposal nearly zero-energy buildings. In the actual study, primarily the wood-based materials were used for structural and decorative elements of the building.

The thesis in its theoretical part contains a historical guide to design and other solutions of structures made of wood and wood-based materials. Furthermore, work in this contains part of the comprehensive description of the timber itself, as well as wood-based materials in terms of their use as construction materials and their subsequent protection. Consequently, the present situation, wood building design follows. The theoretical part of this work was further focussed on the issue of categorization of buildings based on energy consumption for their operation. The theoretical part is concluded with the presentation of two nearly zero energy buildings in the region.

In the practical part of the thesis there were applied findings from the theoretical part of the thesis to design a nearly zero energy building. From the set of materials mostly wood and wood-based materials were chosen for the design. Furthermore, diploma thesis in this section contained a calculation of the cost in the event of its realisation. The relatively higher cost of construction were to be compensated in the long term viewpoint regarding low operating costs.

Design visualization shows both the actual multi-purpose building, and secondly, the situation - that location in the center of the village near the municipal office and the car park, which is one of the starting points of a related bicycle path, so that the tourist potential of the two is being combined.

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obr. 1. Prvá ochrana človeka pred poveternostnými vplyvmi – obydlie z vetví, lístia a koží ulovených zvierat.

Obr. 2. a – stavba palisádová, b – stavba pletivová

Obr. 3. a – spojenie tyčoviny pomocou lyka, b – vetvová vidlica a spojenie lykom, c – rvý otvor a čep

Obr. 4. Zvislý rez stenou zrubovej stavby

Obr. 5. Koberovy u Turnova

Obr. 6. Nulový dom na Vysočine

Obr. 7. Nulový dom pri Žiari nad Hronom

Obr. 8. Rodinný dom Čeladná

Obr. 9. Rodinný dom Rtothwell

Obr. 10. Celkový pohľad na stavbu

Obr. 12. Umiestnenie navrhovanej stavby při cyklotrase

Obr. 13. Pôdorys stavby

Obr. 14. Medziposchodie

Obr. 15. Príklad *self-check*

Obr. 16. Schéma koreňovej čističky

Tab. 1. Základné vlastnosti pasívnych budov.

Tab. 2. Základné požiadavky na energeticky nulové budovy

Tab. 3. Prehľad energetických potrieb zahrnutých do hodnotenia primárnej energie energeticky nulovej budovy

Tab. 4. Výpočet tepelných strát: Lokalita

Tab. 5. Výpočet tepelných strát: Charakteristika objektu

Tab. 6. Výpočet tepelných strát: Konštrukcia objektu

Tab. 7. Výpočet tepelných strát: Lineárne tepelné mosty a vetranie

Tab. 8. Výpočet tepelných strát: Zhodnotenie

Tab.9. Ceny komponentov NOVATOP

Zoznam príloh

Príloha 1: **Architektonická štúdia**

1. Textová časť
 - Sprievodná správa
2. Situácia
 - Situácia širších vzťahov
 - Situácia miesta stavby
3. Výkresy
 - Pôdorys
 - Rezy
 - Pohľady
4. Vizualizácia
 - Vizualizácie exteriéru
 - Vizualizácia interiéru

Príloha 2: **Projektová dokumentácia**

- A. Sprievodná správa
- B. Súhrn technická správa
- C. Situačné výkresy
 - C1 Situačný výkres širších vzťahov
 - C2 Celkový situačný výkres stavby
 - C3 Koordinačný situačný výkres
 - C4 Katastrálne situačný výkres
 - C5 Vyznačenie úsekov cyklotrasy
- D. Technická správa
 - D1.1.2 Výkres základovej
 - D1.1.3 a Pôdorys 1NP

D1.1.3 b Pôdorys medziposchodie

D.1.1.4 Výkres strechy

D.1.1.5 Rezy

D.1.1.6 Pohľady

D.1.1.7 Pohľady

D.1.1.8 Detail

D.1.1.9 Vizualizácie

Zoznam literatúry a online zdrojov

BATRAN, B. a kol. *Stavební nauka – Tesař*. Walhberg Praha: Správa přípravy učňů Praha, 1994.

BUCHVALDEK, M., SKLENÁŘOVÁ, Z. *Pravěké stavby a počátky urbanizace ve střední Evropě*. In: *Dřevěné domy v bytové výstavbě*. Brno: EXPO DATA, spol. s r.o., 2002.

HUDEC, Mojmír, Blanka JOHANISOVÁ a Tomáš MANSBART. *Pasivní domy z přírodních materiálů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4243-4.

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.

KOTÁSKOVÁ, Pavla. *Krajinné stavitelství pro rekreační využití*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 978-80-7375-342-9.

KOTTJÉ, Johannes. *Jak se staví dřevěný dům: od projektu k nastěhování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2531-4

LOKAJ, Antonín a Kristýna VAVRUŠOVÁ. *Dřevo a materiály na jeho bázi ve stavebnictví*. Moravskoslezský dřevařský klastr. 2012, 1(1), 1–11.

NAGY, Eugen. *Nízkoenergetický ekologický dům*. 1. vyd. Bratislava: Java group, v.o.s., 2002, s. 25. ISBN 80-88905-74-5.

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, s. 15. ISBN 978-80-247-3832-1.

VAVERKA, J., HAVÍŘOVÁ, Z., JINDRÁK, M. a kol. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008.

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy: principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-1101-X.

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2061-6.

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, s. 15. ISBN 978-80-247-3832-1.

Hlavní principy nízkoenergetické výstavby [online]. Brno, 2001 [cit. 2016-01-29]. Dostupné z: www.veronica.cz/energie/jih/MU-PADSSI.PDF.

Vzorový pasivní dům ATREA [online]. 2016 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.atrea.sk/sk/vzorovy-pasivni-dum-atrea-fotogalerie>

Materiály na bázi dřeva [online]. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012 [cit. 2016-04-04]. ISBN 978-80-213-2251-6. Dostupné z: http://fld.czu.cz/~bohm/materialy_na_bazi_dreva.pdf

Nábytkářský informační systém [online]. 2013 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/modifikovane-drevo/page/217/>

MK projection: Výber stavebného pozemku [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.pmkprojection.sk/novinka/127-vber-stavebneho-pozemku.html>.

Stavební komunita: Výběr pozemku pro výstavbu nízkoenergetického a ekologického domu [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/vyber-pozemku-pro-vystavbu-nizkoenergetickeho-a-ekologickeho-do>

Nulové domy. Co je "nulový dům"? [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-jsou-nulove-domy/co-je-nulovy-dum.htm>

První nulová dřevostavba v ČR [online]. 2011 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/prvni-nulovy-dum-z-novatopu/>

První nulová dřevostavba rodinného domu s krytým bazénem z plně ekologických materiálů v ČR [online]. 2011 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/prvni-nulova-drevostavba-rodinneho-domu-s-krytym-bazenem-z-plne-ekologicky-ch-materialu-v-cr/t592>

Prvý preukazateľne nulový dom na Slovensku [online]. 2014 [cit. 2016-03-

25]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/smernice-2010-31-eu/12029-prvy-preukazatelne-nulovy-dom-na-slovensku>

NULOVÝ DŮM [online]. 2014 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/architektura/stavby-a-budovy/pasivni-domy/nulovy-dum>

ORENIČOVÁ, Terézia. *Návrh prvků návštěvnické infrastruktury pro zvýšení atraktivity území v okolí Svidníku*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Vedoucí práce Ing. Pavla Kotásková, PhD.

NOVATOP [online]. 2015 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/system-novatop/vyhody/>

Jetstar offers discounts for self-service check-in [online]. 2011 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.futuretravelexperience.com/2011/12/jetstar-offers-discounts-for-self-service-check-in/>

The Quantum. KOHILOWIND. Online. [cit. 20. 3. 2016]. dostupné z <http://kohilowind.com/technology/quantum/>

Kořenová čistička – funkce [online]. 2016 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93funkce.html>

Kořenová čistička – funkce [online]. 2016 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93schema-fungovani.html>.

Slovak statistics: Obyvatelstvo a migrácia. *Slovak statistics* [online]. [cit. 2016-02-09]. Dostupné z: http://slovak.statistics.sk/wps/wcm/connect/5e23ea37-8b0a-457d-b91d-28bba69bbda4/Obce_2014.pdf?MOD=AJPERES

Téměř nulová stavba rodinného domu v Beskydech [online]. 2015 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/13636-temer-nulova-stavba-rodinneho-domu-v-beskydech>

CarbonLight Homes Kettering, UK [online]. 2015 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.velux.com/solutions/demo-buildings/carbonlight-homes-uk>

Píše se o rodinném domě v Čeladné [online]. 2015 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.zerodomy.cz/rodinny-dum-v-celadne-media/>

CARBONLIGHT HOMES LAUNCHED [online]. 2011 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://activehouse.info/>

ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov- Část 2: Požadavky*, ÚNMZ, 2011

ČSN EN ISO 13790 *Energetická náročnost budov- Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*, ÚNMZ, 2009

TNI 73 0329 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění- Rodinné domy*, ÚNMZ, 2010

TNI 73 0330 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění- Bytové domy*, ÚNMZ, 2010

Téměř nulová stavba rodinného domu v Beskydech [online]. 2015 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/13636-temer-nulova-stavba-rodinneho-domu-v-beskydech>