



**Středoškolská technika 2009**  
**Setkání a prezentace prací**  
**středoškolských studentů na ČVUT**

## **ALTERNATIVNÍ STAVĚNÍ A BYDLENÍ**

**David Báča, Tomáš Kočka, Nikola Kučerová**

SOŠ a SOU - MŠP Letovice  
Tyršova 500, Letovice

Práce Alternativní stavění a bydlení je zaměřena na ne úplně běžné stavební systémy, jejich využívání v minulosti a návrat k některým zapomenutým v současnosti. Dále jsou v práci popsány novinky na stavebním trhu, které nabízí alternativu ke zděným stavbám.

Praktická část práce se soustřeďuje na výstavbu z Europanelů, popisuje tuto technologii, její výhody a nedostatky. Nedílnou částí práce je studie projektu rodinného domu z tohoto systému. Navržený dům je jak nízkoenergetický, tak také ekonomický. Práce obsahuje také vybrané detaily typické pro tuto technologii, výpočet energetického štítu budovy a fotografie z již stojících domů. Práce si dává za cíl představit novou technologii, která je jednou z cest k efektivnější a ekonomičtější výstavbě a dát také návod na návrh montované domu.

Práce dále obsahuje studii využití slámy jako stavebního materiálu, ukazuje její použití na zahradní chatě.

### **1 Úvod**

V době, kdy se spousta oborů lidské činnosti zaměřuje na ekologii, ochranu přírody a šetření energií, se tyto věci samozřejmě promítají i do stavebnictví a bydlení. Není nikdo, kdo by v poslední době neslyšel o využití alternativních zdrojů energie nebo o nových systémech bydlení, které nám tuto energii šetří.

Použitím alternativních zdrojů jako jsou solární panely, větrné elektrárny, tepelná čerpadla, stanice na bioplyn nebo biomasu, můžeme ušetřit na vytápění objektů tím, že si vlastně elektřinu nebo teplo vyrábíme sami. Pořizovací ceny jsou ovšem velmi vysoké a málokomu se v dnešní době chce čekat, až se mu vynaložené finanční prostředky vrátí. Ale proč si nepostavit dům, který stojí zhruba stejně jako dům s tradičních materiálů (pálená cihla, keramické tvárnice, pórobeton,...) a který nám bude šetřit energii svým provozem nebo tím, že nebude mít vysoké tepelné ztráty? Proč se nenechat inspirovat od našich předků, kteří žili v souladu s přírodou a své domy stavěli úsporně?

Právě na tyto domy se budeme soustředit v naší práci. Na domy, které jsou stavěny ze specifických materiálů, které nám šetří teplo a finance, domy ze dřeva, hlíny, slámy, nízkoenergetické domy z Europanelů a domy pasivní. O některých typech toho bylo už spousta napsáno, některé jsou vyzdvihovány nad ostatní a o některých se vlastně moc neví (systém Europanel). Nabízíme tedy přehled těch nejzajímavějších, jejich charakteristiku a typické vlastnosti. V praktické části předkládáme studii projektu nízkoenergetického domu ze systému Europanel, o kterém si myslíme, že by se měl více dostat do podvědomí odborné i

laické veřejnosti a také zahradní chatku ze slámy, která může být příjemnou alternativou dřevěným domkům.

## 2 Teoretická část práce

### 2.1 Domy pasivní a nízkoenergetické

Ať už je dům postavený z jakéhokoliv materiálu a jakýmkoliv způsobem, neznamená to, že by nemohl patřit mezi domy pasivní nebo nízkoenergetické. Tady předkládáme pár základních podmínek.

#### 2.1.1 Nízkoenergetický dům

Pojem nízkoenergetický dům je stavba s nízkou potřebou energie na vytápění, která je oproti běžným novostavbám, splňujícím české stavebně-energetické předpisy, poloviční nebo i menší. Měrná potřeba tepla na vytápění musí být maximálně 50 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Podmnožinou nízkoenergetických domů jsou pasivní domy.

Úspora energie na vytápění není a neměla by být jediným kritériem pro stavbu nízkoenergetického domu. Rozhodnutí pro stavbu tohoto druhu je rozhodnutím pro budoucnost. Každý, kdo přemýšlí o stavbě domu, by neměl zapomínat také na rostoucí ceny energií, protože ať vytápíte dům čímkoliv, vždy ušetříte. Je to dáno menšími tepelnými ztrátami obvodovými konstrukcemi domů a výplněmi otvorů a také úsporou důsledným odstraněním tzv. tepelných mostů [3].

#### 2.1.2 Pasivní dům

Pasivní dům spotřebuje ve srovnání s běžnou stavbou zhruba desetkrát méně tepla na vytápění. Přesné spotřeby jsou uvedeny v tabulce 1 - Kritéria pasivního domu [1]. Díky tomu se pasivní dům obejde bez klasické topné soustavy, velkou část roku získáváme teplo od osob, spotřebičů, ze slunečního záření, teplem z odpadního vzduchu (rekuperace) apod.

Potřebný měrný topný příkon	max. 10 W/m <sup>2</sup> *
Specifická spotřeba tepla k vytápění	max. 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Specifická celková** spotřeba energie	max. 42 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Specifická celková** spotřeba primární energie***	max. 120 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Tabulka 1 Kritéria pasivního domu

\* Vztažnou plochu v m<sup>2</sup> představuje vytápěná užitná obytná plocha.

\*\* Celková spotřeba energie = spotřeba na všechny služby v domácnosti (topení, teplá voda, větrání, čerpadla, světlo, vaření, domácí elektrospotřebiče).

\*\*\* Primární energie je veškerá energie uvolněná na krytí energetické potřeby domu.

## 2.2 Hliněné domy

Hlína je bezpochyby jedním z nejstarších stavebních materiálů vůbec. V České republice měli hliněné stavby významné postavení. V Čechách jsou tradiční nepálené hliněné cihly pod pojmem vepřovice nebo také kotovice. Právě u vepřovic je hlavním materiálem hlína (nejlépe jílovitá) smíchaná s plevy, slámou a vápnem. Výroba vepřovic je velmi jednoduchá. Vhodné suroviny, které jsou v místě stavby budovy dostupné se promísí s dostatečným množstvím vody. Provádí se homogenizace<sup>1</sup> takové hmoty ušlapáváním nebo dusáním. Potom se hlína v kašovitém stavu dá do připravených forem a nechává vyschnout na slunci. Vepřovice mají poměrně dobré akumulaci vlastnosti, lepší než pálená cihla, stejně tak mají větší schopnost pohlcovat ze vzduchu vodní páry, pachy. Mají však poměrně nízké pevnosti v tlaku. Největší nevýhodou je ale ztráta pevnosti při kontaktu s vodou, která se ukázala při povodních.

Hliněné materiály se dnes dostávají zpět ke slovu. Vyrábějí se hliněné zdící malty, hliněné cihly, hliněné panely, hliněné omítky [5]. Mezi jejich největší výhody patří plastické chování.

Hliněné omítky tvoří povrchovou úpravu stavebních konstrukcí a je možno je aplikovat na savé podklady jako je hliněná cihla, pálená cihla, dřevo, plynosilikát, beton atd. Hliněné cihly dnes není možné při ceně práce vyrábět ve větším množství ručně. Výjimku tvoří ale zakázky pro památkové objekty. Pro stavebníka, který chce použít hliněné cihly v objektu, je cenově přijatelná varianta nepálené cihly průmyslově vyráběné.

Ukazuje se ale také, že ne každá nepálená cihla je z hlediska zdravého bydlení vhodná. Pro výrobu kvalitní nepálené cihly musí být použito čisté cihlářské hlíny (bez přítomnosti nebezpečných záření) a hlavně bez přidání dalších nebezpečných látek jako jsou např. papírenské, kterými velké cihelny ovlivňují vlastnosti cihel při pálení.

Novinkou na českém trhu, ne však v zahraničí, je hliněný panel určený pro suchou výstavbu do interiérů jako obkladová deska dřevěných konstrukcí stěn (nahrazuje OSB desky a sádkarton), stropů, šikmých střech, podkroví apod.

Jak jsme zjistili, hlína jako stavební materiál se pozvolna vrací, dokazují to domy postavené např. v Hradčanech (okres Brno venkov), o kterých se hodně mluví a které ukazují krásu těchto staveb.



Obrázek 1 Hradčany, pasivní rodinný dům

---

<sup>1</sup> postup, jímž se z nestejnorodé látky (směsi) dosáhne dokonalým promícháním jednotná a stejnorodá látka (směs)

S hliněnými domy se můžeme však nejčastěji setkat v Jižní Americe v oblasti And a na pobřeží dnešních států Bolívie, Peru a Chile.

### 2.3 Dřevěné domy

Dřevo patří u nás mezi tradiční stavební materiály a mezi ostatními vyniká především svojí dostupností. Mezi další nesporné výhody dřeva patří určitě malá tepelná vodivost, možnost recyklace, odolnost vůči agresivnímu prostředí, snadná zpracovatelnost a také to, že je to obnovitelný zdroj, v dnešní době velmi skloňovaný termín. Samozřejmě, že má ale také svoje nedostatky a to především anizotropnost (závislost na směru), kolísavá vlhkost a s tím i na ní závislé vlastnosti a také nebezpečí napadení škůdci.

#### 2.3.1 Roubenky

K českým vesnicím patří roubené chalupy odedávna. Horské oblasti si bez nich nedokážeme ani představit.

Hrubá konstrukce je vyrobena z hranolů smrku nebo borovice 230 x 230 mm až 300 x 300 mm případně jiných speciálních rozměrů. Řezivo je ošetřeno proti škůdcům, dřevokazným houbám a plísním.

V současnosti je celý dům nejprve vyroben ve výrobní hale, následně jednotlivé trámy očíslovány a připraveny na demontáž. Při demontáži jsou roubené stěny upraveny pro vedení elektřiny. Díly se následně opět montují na základové desce. Jako tepelní izolace se nejčastěji používá ovčí vlna. Konce trámu, které nejsou ukončeny v rozích, se kolíkují.



Obrázek 2 Typická horská roubenka

#### 2.3.2 Sruby

Jak roubenky patří k našim horám, jsou tyto dřevostavby typické především pro Kanadu, lze se také setkat i s označením Kanadské sruby. V současnosti se na českém trhu objevuje velké množství stavebních firem, které právě tento druh bydlení nabízí.

Sruby jsou krásné a odolné stavby s dobrými tepelně technickými vlastnostmi. Jsou ručně vyráběny z kmenů stromů. Velký důraz je kladen na výběr kvalitní kulatiny, většinou ze smrku nebo borovice [2].

Výroba začíná ve výrobní hale, ve výjimečných případech přímo na staveništi. Pokácené stromy nejprve zbavíme kůry. To provádíme ručně pomocí pořizu nebo vodou pomocí tlakového čističe. Klády zbavené kůry ošetřujeme proti dřevokazným houbám, plísním a dřevokaznému hmyzu chemickou impregnací. Klády se vybírají tak, aby z estetického hlediska na sebe co nejlépe „pasovaly“. Na základovou desku založíme první řadu tzv. prahových klád. Klády se kladou na sebe, do vyřezaných spojů. Klády potom očíslováme a hrubá stavba je rozebrána na jednotlivé klády a převezena na staveniště. Při rozebírání vyvrtáváme do klád svislé prostupy pro vedení vnitřních elektroinstalací. Vnitřní

příčky jsou tvořeny sendvičovou konstrukcí. Nosnou částí je dřevěný rám s izolací a různorodou povrchovou úpravou. K izolaci vodorovných spár používáme ovčí vlnu a voděodolnou komprimační pásku.



Obrázek 3 Hrubá stavba srubu

### 2.3.3 Trámové (rámové) dřevostavby

Základ těchto domů je tvořen nosnými trámy, které s obložením tvoří nosný prvek. Trámy nám vytvářejí nosný rastr stavby, samotná výstavba je tedy potom velmi rychlá. Mezi další výhody těchto konstrukcí patří malá váha konstrukce a možnost typizace.

Mezi dřevěnými rámy je prostor pro tepelnou izolaci a vedení instalací. Při stavbě stěn musí dále následovat vnitřní parozábrana, která chrání tepelnou izolaci před pronikáním vlhkosti a teplého vzduchu před možným orosením. Nakonec přijde vnitřní opláštění ze sádkkartonu, popř. další úpravy v podobě štukových omítek nebo obkladů. Na vnější straně se používá tepelně izolační systém s omítnutou fasádou. Tyto domy jsou tedy k nerozeznání od domů stavěných „klasickými technologiemi“.

Rozšířeným systémem rámové konstrukce je systém nazývaný „two by four“, který má svůj původ v severní Americe. Tento systém je používán především kvůli svojí jednoduchosti a variabilitě. Všechny prvky systému two by four jsou přizpůsobeny rozměru 2×4 palce, to je cca 50×100 mm. Tím se počet různých prvků snižuje na minimum, stavba je tak mnohem rychlejší a bydlení lze tedy pořídit na nízkou cenu.

V Evropě se tento systém prosazuje zatím pomalu, podle našeho názoru je to dáno především myšlením lidí, kteří si pod pojmem dům nedokážou představit dřevostavbu, ale pouze cihlovou stavbu.



Obrázek 4 Systém two by four

### 2.3.4 Skeletové dřevostavby

Narozdíl od rámových konstrukcí je nosná dřevěná kostra tvořena tyčovými prvky (svislé, šikmé a vodorovné sloupky) větších dimenzí a v konstrukci jsou uspořádány ve větších vzdálenostech (1,2 m a více).

### 2.3.5 Panelové systémy dřevostaveb

V České republice patří právě tyto systémy mezi nejrozšířenější dřevostavby. My se této variantě stavění budeme věnovat více v praktické části práci.

## 2.4 Slaměné domy

V dnešní době se staví domy, které poté co doslouží, nemají téměř žádné využití, a proto přijde na řadu demolice a s tím i spojené tuny odpadu, které se odvezou na skládku. Ale proč stavět takovéto domy, když to jde i jinak? Řešením je podle našeho názoru právě návrat k přírodním materiálům jako například sláma, kterou při dosloužení stavby není problém recyklovat nebo odbourat.

Historie slaměných domů je poměrně dlouhá, domy ze slámy se už staví přes sto let. Například v Evropě jsou slaměné domy staré až 80 let, v Americe dokonce až 120 let.



Obrázek 5 Slaměný dům

## 3 Praktická část práce

### 3.1 Návrh rodinného domu

#### 3.1.1 Proč právě Europanel

Návrh domu ze systému Europanel jsme si vybrali poté, co u nás na škole proběhla prezentace od zástupce firmy [9], která se zabývá výstavbou domů z tohoto materiálu. Tento materiál nám připadal jako velmi zajímavý, ale zároveň ne příliš známý, i když podle nás představuje dobré řešení situace pro bydlení a to za rozumnou cenu s ohledem na tepelné ztráty domu. Také jsme měli možnost navštívit domy postavené z tohoto systému a posoudit, jestli to vlastně „domy“ podle českého vnímání domu jsou. Protože nás tyto stavby zaujaly a zanechaly jen kladné dojmy, cílem naší práce se stal především návrh a posouzení rodinného domu po energetické a ekonomické stránce. Další inspirací byl také článek Úloha projektu v úsporné výstavbě, který pojednává o důležitosti návrhu [8].

### 3.1.2 Co je to Europanel

Společnost Europanel s.r.o. je český výrobce lehkých stavebních systémů a materiálů na bázi sendvičových panelů z dřevovláknitých desek a polystyrenu. Společnost je výhradním distributorem stavebního systému Europanel a příslušenství nezbytného k realizaci jednotlivých systémů a konstrukcí na trhu v České republice.

Všechny stavební prvky systému Europanel jsou vyráběny ve výrobním závodě v Liberci. Jako první byla zavedena výroba stavebního systému ProfiDek, který je určen zejména na výstavbu nízkoenergetických rodinných domů. V roce 2005 byla zahájena výroba systému HobbyDek.

Tyto panely mají spoustu předností, které začínají vysokou pevností a stálostí konstrukce, vynikající tepelnou izolací s vyloučením tepelných mostů až k velké variabilitě a různorodosti použití. Jako jeden z mála stavebních systémů řeší jedním prvkem s jedním typem spoje konstrukce stěn, stropů a střech.

Základem pro stavební materiál systému je dřevo (OSB deska) a polystyren (EPS deska). Spojením těchto materiálů, kdy na polystyrénovou desku je z obou stran aplikovaná deska OSB vznikne konstrukční stavební prvek (panel). Teprve otvory pro instalace, způsob spojování a možnosti použití vytvářejí z jednotlivých prvků systému Europanel.



Obrázek 5 Europanel

Jednotlivé prvky (panely) stavebního systému Europanel vzájemně přesně zapadají a umožňují plánování, které se přizpůsobuje individuálním požadavkům.

#### 3.1.2.1 Výhody systému Europanel

Europanel používá na obvodové nosné zdi panely o tloušťce 170 mm, zděné konstrukce mají obvodové stěny o tloušťce 450 mm, tím získáme na domě o rozměrech 10x12m o 11,63 m<sup>2</sup> více místa, což je při cenách pozemků velkou výhodou.

Rychlost výstavby je další výhodou systému Europanel, dům z tohoto systému může stát už za tři měsíce od dokončení základové desky.

Další velkou výhodou tohoto systému je úspora energií a tím i peněz, protože tyto domy lze postavit jako domy nízkoenergetické. Oproti ostatním systémům se ale pořizovací cena nezvedne několikanásobně, jak je ukázáno na naší studii rodinného domu.

Mezi výhody musíme také zařadit rozvody elektroinstalací, které jsou vedeny již připravenými otvory v panelu, a proto nám odpadá bourání drážek, odvoz suti a zpětné zapravení stěny.

### **3.1.2.2 Nevýhody systému Europanel**

Jednou z nevýhod Europanelů je to, že se panel samotný nedá dost dobře omítat. Začínají se sice vyvíjet nové metody<sup>2</sup>, které se ale v praxi zatím neosvědčily. Omítání se tedy provádí tak, že se panely obloží polystyrenem a ten se pak omítá. Tím samozřejmě narůstá cena, získáme tím ovšem další tepelnou izolaci domu.

Dalšími nevýhodami může být pro některé netypičnost materiálů a životnost zaručená na 90 let.

### **3.1.3 Základní zásady pro návrh domu ze systému Europanel**

Při návrhu našeho rodinného domu jsme pracovali s podklady od výrobce stavebního systému, jejich technickými listy [7] a informacemi od stavební firmy Energysystem, která tyto domy staví. Zde je uvedeno několik hlavních zásad pro návrh.

#### **3.1.3.1 Skladba svislých konstrukcí**

Obvodové nosné stěny musí být zhotoveny z panelů tloušťky minimálně 140 mm, lépe je však volit rozměr 170 mm, kvůli požární odolnosti budou z vnitřní strany opatřeny sádkartonovým obkladem tloušťky 2,5 mm. Jak už jsme psali, vnější strana je opatřena EPS, na kterém je provedena klasická fasádní úprava. Systém nevyžaduje vnitřní nosné stěny, pokud délka volného prostoru nepřesáhne 7 m. V tomto případě musí být nosný systém doplněn o vnitřní ztužující stěny, které se zhotovují také z Europanelů, v tomto případě však tloušťky 120 mm [7].

Příčky je možné navrhnout ze všech známých systémů, nejčastější variantou jsou však příčky z materiálů Porotherm 8,5 P+D, Ytong P2 - 500 100x249x599 mm, používaný je ale také sádkarton.

Při návrhu sestavy panelů je nutné myslet na jejich spojování a na každý spoj dvou panelů přidat 3 mm (viz obrázek 6 - Detail spoje panelů), na rohové spojení 1 mm [7].

#### **3.1.3.2 Skladba vodorovných konstrukcí**

Stropní konstrukce se pro tyto stavby volíme dvojího druhu. Pro domy patrové volíme dřevěné stropní nosníky (viz obrázek 7 Zavěšený stropní nosník) se záklopem s OSB deskou a podhledem ze sádkartonu [7]. U domů jednopatrových v kombinaci se střechou z příhradových vazníků lze použít pouze sádkartonový podhled.

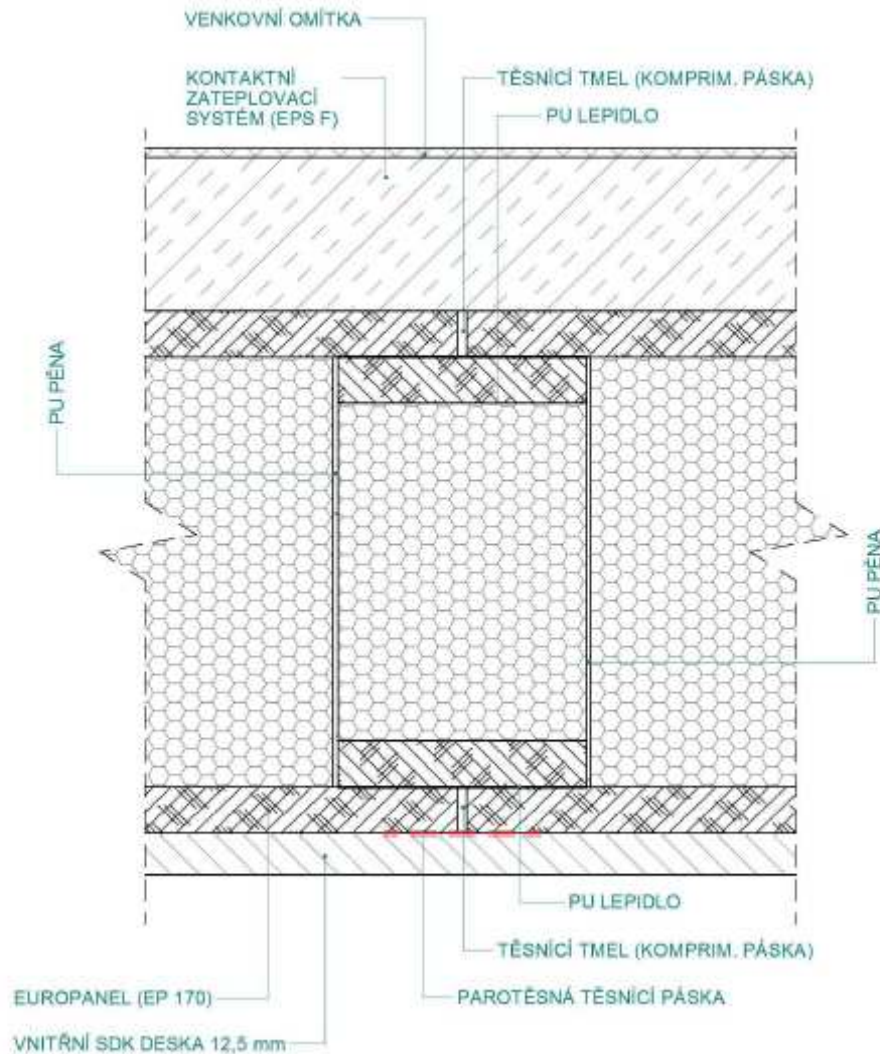
#### **3.1.3.3 Střecha**

Střecha na konstrukčním systému lze provést několika možnými způsoby. A to složením střešní konstrukce sestavou krovů, příhradovými vazníky nebo konstrukcí ze stavebního systému. Střešní konstrukci pro výstavbu určuje zkušený projektant spolu se statikem. Musí brát ohled na vzhled střechy, rozpětí, náročnost montáže pro daný objekt a cenu provedení. Velký důraz se také klade na dokonalou tepelnou izolaci.

---

<sup>2</sup> Např. metoda stěrkování nebo metoda stěrkového můstku a omítání

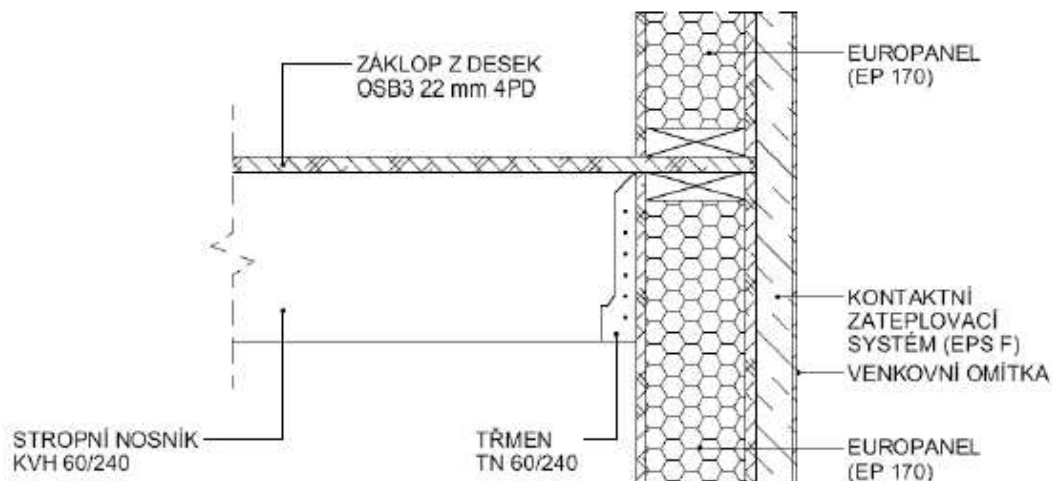




Obrázek 6 Detail spoje panelů

### 3.1.3.4 Základy

Domy se zakládají na konstrukci, která je kombinací základových pasů a železobetonové desky, samozřejmě v nezámrazné hloubce a na únosné zemině. Podkladem základové konstrukce je ztuhlý štěrtek. Viditelná část základové konstrukce je vyzděna z pohledových bloků ze štípaného betonu. V předem určených místech se v základech připraví prostupy pro připojení inženýrských sítí a v ploše domu se položí ležatá kanalizace. Do základové desky se v místech obvodových stěn a nosných příček umístí železné kotvy. Na takto připravenou plochu se položí geotextilie, která slouží jako podklad pro hydroizolační fólii.



Obrázek 7 Zavěšený stropní nosník

### 3.1.4 Studie rodinného domu

Hlavním cílem celé práce bylo ukázat, že ne všechny nízkoenergetické domy musí být také náročné na počáteční náklady. Naším cílem bylo navrhnout rodinný dům tak, aby byl komfortní pro čtyřčlennou rodinu a cena hrubé stavby nepřekročila hodnotu 1 500 000 Kč.

Zvolili jsme jednopatrový dům (někdy označovaný jako bungalov) půdorysu tvaru obdélníků, který je výhodný - má nízkou geometrickou charakteristiku budovy. Další výhodou tohoto typu domu je to, že ušetříme prostor schodiště a náklady na něj a také proto, že nemusíme na stropní konstrukci použít dřevěné nosníky, ale pouze zavěšený sádkokartonový podhled na střešní příhradové vazníky.

Při návrhu jsme se snažili „skládat“ panely tak, abychom zamezili zbytečnému prořezu a tím také zbytečně nezvedali cenu domu. Okna i dveře byla volena stejně. Dům má své technické zázemí a to v podobě technické místnosti, ve které bude umístěn elektrický kotel, který bude ohřívat teplovodní podlahové topení a pro nízkoenergetické domy nezbytná vzduchotechnika.

Rozmístění místností, jejich rozměry a uspořádání jsou uvedeny v půdorysu rodinného domu (viz příloha), podrobnosti uvedeny v technické zprávě. Dále jsou v příloze uvedeny výkresy sestav panelů a to jak pro stěny obvodové, tak pro vnitřní ztužení při překročení délky stěn 7 m. Z výkresů je patrná úspora materiálů, malé množství prořezů a nenáročnost budovy na přípravu a montáž.

Důležitá je také orientace budovy s ohledem na světové strany a to kvůli pasivním tepelným ziskům. My jsme volili natočení, které patrně z výkresu půdorysu v příloze.

#### 3.1.4.1 Výpočet energetického průkaz budovy

Pro doložení energetické náročnosti jsme vypracovali energetický průkaz budovy. Podle vypočteného stupně energetické náročnosti budovy SEN lze budovu zařadit do sedmi skupin označených A - G<sup>3</sup>. Jak je vidět z následujících výpočtů, hodnota energetické náročnosti budovy byla stanovena 46%, tzn., že náš rodinný dům spadá mezi budovy velmi úsporné. Pokud bychom chtěli zařadit budovu do skupiny A, musela by budova mít obnovitelný zdroj vytápění (solární panely, kolektory, tepelné čerpadlo,...) nebo rekuperační jednotku.

<sup>3</sup> Klasifikace dle ČSN 73 0540-2

## Energetický štítek budovy

### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$	349,15 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$	362,57 m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A/V$	1,04
Klimatický činitel pro prostup tepla $h1$	94
Klimatický činitel pro výměnu vzduchu $h2$	13

$V$  [m<sup>3</sup>] - objem budovy (vnější objem vytápěné zóny budovy bez základů)

$A$  [m<sup>2</sup>] - celková plocha (součet vnějších ochlazovaných ploch ohraničujících objem budovy)

$A/V$  geometrická charakteristika budovy

$h1$  = 94 - klimatický činitel prostupu (převažující vnitř.teplota v budově 20°C)

$h2$  = 13 - klimatický činitel pro výměnu vzduchu (převažující vnitř.teplota v budově 20°C)

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$U_i$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_N$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$b_i$ [-]	$H_{Ti}=A \cdot U \cdot b$ [W/K]
Okna a prosklené dveře	10,83	0,65	1,8	1,15	8,10
Dveře	1,89	2,0	2,0	1,15	4,35
Vnější stěna 1	29,97	0,17	0,3	1,00	5,09
Vnější stěna 2	26,81	0,17	0,3	1,00	4,56
Vnější stěna 3	32,14	0,17	0,3	1,00	5,46
Vnější stěna 4	28,17	0,17	0,3	1,00	4,79
Podlaha přilehlá k zemině	116,38	0,18	0,6	0,40	8,37
Strop k půdě	116,38	0,24	0,3	0,83	23,18
celkem	362,57				63,90

$H_{Ti}=A \cdot U \cdot b$  - měrná ztráta prostupem tepla

$U_i$  - součinitel prostupu tepla navrhovanou konstrukcí

$U_N$  - normový součinitel prostupu tepla konstrukcí

### Stanovení energetické náročnosti budovy

$H_T$		63,90 W/K
$E_{VP}$	$H_T \cdot h1=63,90 \cdot 94=6006,60$	6006,60 kWh/a
$E_{vV}$	$V \cdot h=349,15 \cdot 13=4538,95$	4538,95 kWh/a
$E_{vZ}$	$6 \cdot V=6 \cdot 349,15=2094,9$	2094,9 kWh/a
$E_{sZ}$	$3 \cdot V=3 \cdot 349,15=1047,45$	1047,45 kWh/a
$E_R$	$E_{VP}+E_{vV} - 0,9 \cdot (E_{vZ}+E_{sZ})=6006,60+4538,95-0,9(2094,9+1047,45)$	7717,44 kWh/a
$e_v$	$E_R/V=7717,44/349,15$	22,10 kWh/ m <sup>3</sup> a
$e_{v,N}$	$20,64+26,03 \cdot (A/V)=20,64+26,03 \cdot 1,04$	47,67 kWh/ m <sup>3</sup> a

$H_T$  - měrná tepelná ztráta prostupem  
 $E_{VP}$  - potřeba tepla na krytí tepelných ztrát prostupem  
 $E_{VP}$  - potřeba tepla na krytí tepelných ztrát větráním  
 $E_{VZ}$  - tepelné zisky z vnitřních zdrojů  
 $E_R$  - roční potřeba tepla na vytápění  
 $e_v$  - měrná potřeba tepla pro vytápění  
 $e_{v,N}$  - požadovaná měrná potřeba tepla pro vytápění

### Posouzení

$e_v < e_{v,N}$

Stupeň energetické náročnosti: **SEN = 46%**

Klasifikace: **B – Velmi úsporná**

### 3.1.4.2 Technická zpráva stavebního řešení

#### Všeobecné informace

Název: Rodinný dům

Místo: -----

Investor a uživatel: -----

Generální dodavatel stavby: -----

Projektant: David Báča, Nikola Kučerová

Ateliér: S3, SOŠ A SOU MŠP Letovice

Zastavěná plocha: 116,7 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 792 m<sup>2</sup>

Podlahová plocha celkem: 108,57 m<sup>2</sup>

#### Stavebně technické řešení

##### 1. PŘÍPRAVA ÚZEMNÍ A ZEMNÍ PRÁCE

Před zahájením zemních prací bude z původního terénu sejmuta ornice o mocnosti 50 – 100 mm dle výkresu, ornice bude uložena na skládce tak, že ji bude možno využít k následným rekultivacím. Výkopová jáma bude provedena dle budoucího výkresu Výkopů.

##### 2. ZÁKLADY A PODKLADNÍ BETONY

Jak už jsme uvedli, rodinný dům bude založen na kombinaci základových pasů a železobetonové desky. Podkladem základové konstrukce je zhutněný štěrk. Viditelná část základové konstrukce bude vyzděna z pohledových bloků ze štípaného betonu firmy KB - Blok. Na takto připravenou plochu se položí geotextilie GETEX - podklad pro plastovou hydroizolační fólii R-FOL.

##### 3. SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Obvodové steny skládané z Europanelů Profidek tl. 170mm, spojované dřevěnými prvky, dle pokynů výrobce a pěnou.

##### 4. STROPNÍ KONSTRUKCE

Stropní konstrukci bude tvořena zavěšeným sádkartonovým podhledem na příhradové střešní vazníky. Vytvořený prostor vyplnění Climatizer PLUS tl. 300 mm a zaklopený deskami OSB.

##### 5. KROV

Krov je tvořen vazníkovou soustavou - příhradovými nosníky [3].

## **6. STŘECHA**

Střešní plášť valbové střechy je navržen v této skladbě: střešní krytina - betonová taška KM, difusní folie včetně všech systémových prvků pro pokládku a zajištění provětrání střešního pláště

## **7. PŮDNÍ PROSTOR**

Půdní prostor (nad podhledem podkroví) vzhledem k volbě příhradových nosníků nebude využíván.

## **8. PŘÍČKY**

Ztužující příčky jsou z Europanelů ProfiDek tl. 120mm, ostatní z Ytong P2 - 500, 100x249x599 mm .

## **9. PODLAHY**

Podlahy jsou navrženy dle hygienických norem a provozního požadavku investora. Jednotlivé nášlapné povrchy podlah budou dále specifikovány. V podlaze je vedeno podlahové topení.

## **10. HYDROIZOLACE, PAROZÁBRANY A GEOTEXILIE**

Izolace proti zemní vlhkosti: geotextilie GETEX + plastová hydroizolační fólie Borsaelan

Sklonitá střecha: Hydroizolační asfaltový pás A330 a parotěsná zábrana DELTA REFLEX.

## **11. TEPELNÁ, ZVUKOVÁ A KROČEJOVÁ IZOLACE**

Podlahy v přízemí: polystyrénové desky o celkové tl.100 mm

Zateplení stropu: Climatizer PLUS tl. 300 mm nad sádkartonovým podhledem

## **12. OMÍTKY**

vnitřní – omítka štuková opatřena nátěrem

venkovní – probarvená silikátová fasádní omítka, v soklové části objektu do výšky 300 mm mozaiková omítka

## **13. OBKLADY**

V místnostech hygienického zařízení a v kuchyni jsou navrženy keramické obklady - přesnější určení barvy, rozměru, typu obkladu bude upřesněno investorem.

## **14. TRUHLÁŘSKÉ, ZÁMEČNICKÉ A OSTATNÍ DOPLŇKOVÉ VÝROBKY**

Okna jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Bližší specifikace bude uvedena ve specifikaci oken a dveří.

## **15. KLEMPÍŘSKÉ VÝROBKY**

Budou provedeny z pozinkovaného plechu tloušťky

## **16. MALBY A NÁTĚRY**

Všechny malby a nátěry budou upřesněny a vybrány po dohodě s investorem

## 17. VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTÍ

Je navrženo přirozeně – okny a větracími otvory a také pomocí vzduchotechniky.

## 18. VENKOVNÍ ÚPRAVY

Podél objektu bude navržen okapový chodník sypaný z oblázků šíře 500 mm s betonovým obrubníkem.

### 3.1.4.3 Rozpočet

Při zpracování rozpočtu jsme vycházeli z podkladů firmy Energysystem, s kterou byl také celý rozpočet konzultován.

Cena stavby na klíč by byla 2 179 188 Kč, cena stavby hrubé uzavřené by byla 1367584 Kč.

Číslo položky	Název položky	MJ	Množství	Cena / MJ	Celkem Kč
<b>1</b>	<b>Zemní práce, základy, hrubé podlahy</b>				
1.1	Výkopové práce, deponování zeminy, přesuny	soubor	1,00	24 000	24 000
1.2	Základové pasy 1000x400 vyložené lomovým kamenem	bm	44,00	1 200	52 800
1.3	Štěrkopískový podsyp tl. 150 mm strojově zhutněný	m2	116,00	274	31 784
1.4	Podkladní beton 100mm - celoplošně výztuž KARI tl. 6mm, oka 150 x 150 (základová deska)	m2	116,00	400	46 400
1.5	Hydroizolace s protiradonovou ochranou - střední riziko, vytažená 300 mm na fasádu v soklové části	m2	132,00	280	36 960
1.6	Tepelná izolace podlahy 2x50 mm EPS s uložením	m2	110,00	193	21 230
1.7	Betonová mazanina strojově hlazená 50 mm (potěrový beton)	m2	110,00	410	45 100
1.8	Geodetické zaměření	soubor	0,00	6 200	0
	<b>Celkem Zemní práce, základy, izolace, čisté podlahy</b>				<b>258 274</b>
<b>2</b>	<b>Konstrukce systému Europanel</b>				
2.1	Europanel Systém-nosné obvodové konstrukce		1,00	354 000	354 000
2.2	Montáž systému Europanel		1,00	67 000	67 000
2.3	Doprava Systému na stavbu	soubor	1,00	27 400	27 400
2.4	Europanel systém - montážní dokumentace	soubor	1,00	7 200	7 200
	<b>Celkem Konstrukce systému Europanel</b>				<b>455 600</b>

<b>3</b>	<b>Konstrukce střešní, klempířské, zámečnické</b>				
3.1	Klempířské prvky z pozinku - dešťové žlaby a svody, lem střechy	soubor	1,00	27 000	27 000
3.2	Střešní krytina - betonová taška KM, difusní folie včetně všech systémových prvků pro pokládku a zajištění provětrání střešního pláště	soubor	1,00	197 000	197 000
3.3	Příhradové vazníky včetně insekcitidního nátěru +montáž+doprava nadměrný náklad	soubor	1,00	185 600	185 600
3.4	Horní záklop vazníků konstrukčními deskami OSB 20 mm	m2	0,00	290	0
3.6	Zámečnické konstrukce	soubor	1,00	2 200	2 200
	<b>Celkem Konstrukce střešní, klempířské, zámečnické</b>				<b>411 800</b>
<b>4</b>	<b>Výplně otvorů</b>				
4.1	Okna plast bílý	soubor	1,00	71 000	71 000
4.2	Dveře vchodové 2 ks	soubor	1,00	27 000	27 000
4.3	Garážová vrata sekční	ks	1,00	0	0
4.4	Parapety vnitřní DDT Lamino	soubor	1,00	2 340	2 340
4.5	Parapety vnější AL tažené bronz	soubor	1,00	2 350	2 350
4.6	Montáž oken +Systém therm - (difuzní pásy)	soubor	1,00	13 500	13 500
	<b>Vnitřní dveře obložkové včetně kování</b>				
4.1	Dveře - obložková záruběň + křídlo - folie BUK - š. 800	ks	9,00	3200	28 700
4.2	Montáž dveří	ks	9,00	780	6 860
	<b>Celkem Výplně otvorů</b>				<b>151 750</b>
<b>5</b>	<b>Stropní konstrukce</b>				
5.1	SDK podhled tl. 15 mm na závěsných profilech, parotěsná izolace	m2	116,00	610	70 760
5.2	Izolace stropu Climatizer PLUS tl. 300 mm	m3	116,00	410	47 560
5.3	Schody pro výlez do půdního prostoru tepelně izolované	ks	1,00	7 400	7 400
	<b>Celkem Stropní konstrukce</b>				<b>125 720</b>
<b>6</b>	<b>Fasáda</b>				
6.1	Podbití zástřeší palubkami + nátěr lazurou	m2	25,00	860	21 500

6.2	Kontaktní zateplovací systém, tl. 120 mm, silikátový povrch v barvě dle výběru investora, v soklové části objektu do výšky 300 mm mozaiková omítka	m2	123,00	1 020	125 460
	<b>Celkem Fasáda</b>				<b>146 960</b>
7	<b>Povrchové úpravy vnitřních stěn</b>				
7.1	Sádkokarton tl. 12,5 mm - opláštění SDK obvodových i vnitřních panelů Europanel	m2	190,00	230	43 700
	<b>Celkem Povrchové úpravy vnitřních stěn</b>				<b>43 700</b>
8	<b>Příčky Zděné plynosilikát. tvárnice</b>				
8.1	Příčkové tvárnice tl.100mm + povrch štuková omítka	m2	65,00	720	46 800
	<b>Celkem Příčky</b>				<b>46 800</b>
9	<b>Elektroinstalace+ vytápění</b>				
9.1	Elektrokotel + systém podlahového vytápění vč regulace	soubor	1,00	94 000	94 000
9.2	Elektroinstalace kompletní včetně přípojky cca 8 m od domu koncové prvky ABB Tango; bez přípojky telefonu;	soubor	1,00	86 000	86 000
	<b>Celkem Elektroinstalace</b>				<b>180 000</b>
10	<b>ZTI</b>				
10.1	Vodoinstalace - přívod vody v KK ukončen rohovými ventily, dodávka včetně přípojky cca 8 m od domu+ dodávka 2 stěnových modulů pro zavěšení WC včetně připojení	soubor	1,00	14 700	14 700
10.2	Boiler pro ohřev vody 120 l	ks	1,00	7 300	7 300
10.3	Odpady (splašky) včetně přípojky cca 8 m od domu včetně vnitřních rozvodů(neobsahuje dešťovou kanalizaci)	soubor	1,00	9 700	9 700
	<b>Zařizovací předměty</b>				
10.4	Topný žebřík 600 x 1830 včetně topné tyče	ks	1,00	4 300	4 300
10.5	WC	ks	1,00	3 250	3 250
10.6	Umyvadlo včetně polosloupu	ks	1,00	1 690	1 690
10.7	Vana akryl 80-170	ks	1,00	6 700	6 700
10.8	Vodovodní baterie - umyvadlo	ks	1,00	1 620	1 620
10.9	Vodovodní baterie - sprcha	ks	1,00	1 790	1 790
	<b>Celkem ZTI</b>				<b>51 050</b>



<b>11</b>	<b>Povrchové úpravy</b>				
	<b>Podlahy</b>				
11.1	Slinutá dlažba (cca 250,- Kč/m <sup>2</sup> ) na flex. lepidlo, spárovací hmota, penetrace včetně soklu 100 mm	m <sup>2</sup>	16,00	720	11 520
11.2	PVC vč. Pokládky (mat. v hodnotě cca 250,- Kč/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	97,00	360	34 920
	<b>Stěny, podhledy</b>				
11.3	Obklady koupelna+ WC (cca 250,- Kč/m <sup>2</sup> ), lepidlo, spárovací hmota, penetrace	m <sup>2</sup>	27,00	710	19 170
11.4	Malby - penetrace + 2 x nátěr bílý, otěruvzdorný	m <sup>2</sup>	0,00	31	0
	<b>Celkem Povrchové úpravy</b>				<b>65 610</b>
<b>12</b>	<b>Izolace ostříkových ploch</b>				
12.1	Svislé, vodorovné konstrukce	m <sup>2</sup>	4,00	240	960
	<b>Celkem izolace ostříkových ploch</b>				<b>960</b>
<b>13</b>	<b>VZT</b>				
13.1	Vývod pro digestoř na fasádu z KK	ks	1,00	2 800	2 800
	<b>Celkem VZT</b>				<b>2 800</b>

STAVBA CELKEM	1 941 024
VRN 3%	58 231
Mezisosčet	1 999 255
DPH 9%	179 933
<b>CENA vč. DPH</b>	<b>2 179 188 Kč</b>

### 3.1.5 Fotografie

Nakonec práce jsme zařadili několik fotografií z domů, které jsou postavené z tohoto systému a které jsme navštívili. Na fotografiích jsou vidět některé detaily konstrukcí, o kterých jsme psali a na které je během realizace třeba provést velmi pečlivě.



Obrázek 8 Uložení příhradového vazníku na obvodovou stěnu



Obrázek 9 Detail svaru hydroizolace



Obrázek 10 Obvodová stěna



Obrázek 11 Ukončení hydroizolace u dveří



Obrázek 12 Příčka - materiál Ytong



Obrázek 13 Řešení valby

## 3.2 Zahradní chatka ze slámy

### 3.2.1 Popis technologie

Na stavební účely se sláma zpracovává buď jako lisovaný panel anebo jako lisovaný balík, jak ho známe z polí. Lisované panely používají označení ekopanel a na jejich vývoji se pracovalo již před 2. světovou válkou v Anglii. Dnes je tam z těchto panelů postaveno přes 350 000 domů a další stále přibývají a to nejen v Anglii, ale po celém světě. Tyto panely se lisují na výstředníkovém lisu bez použití pojidel, pak se aplikuje impregnační prostředek proti plísním a hlodavcům a nakonec se povrch potahuje recyklovanou lepenkou. Mezi jejich výhody patří suchá montáž, nízká pracnost, vysoká rychlost stavby, nemusíte mít žádné speciální nosné konstrukce či speciální stroje a k montáži lze použít běžného spojovacího materiálu i nástrojů.

Balíky z lisované slámy jsou levnější alternativou oproti panelům a také práce s nimi je zajímavější. Lisované balíky mají široké využití. Mohou sloužit jako izolace budov ale i jako stavební materiál a to jak na nosné zdi, tak na nenosné příčky. Velkou výhodou tohoto zdiva je nečekaně to, že se do něho nepouští hlodavci, protože se jim špatně prokusují. Konstrukce také s použitím pěticentimetrové hliněné omítky výborně odolávají požárům (až 3

hodiny). Stavění z balíků je velmi rychlé a není nijak složité. Při správném založení stavba neakumuluje vlhkost. Konstrukce z balíků slámy má velmi dobré tepelně technické vlastnosti.

### 3.2.2 Vlastní studie slaměné zahradní chaty

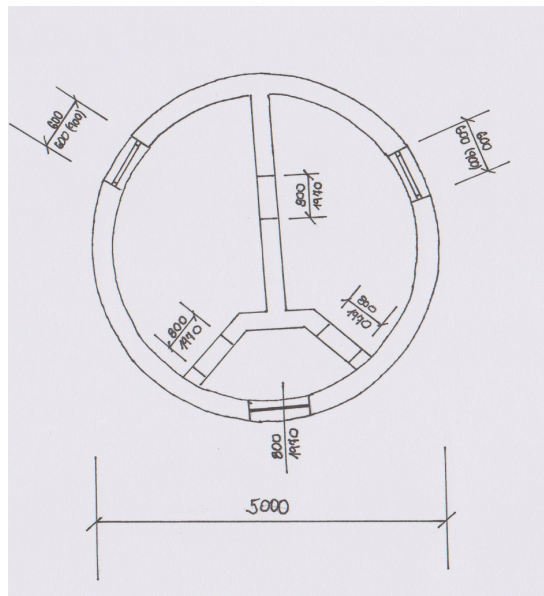
Při návrhu jsme vycházeli z co nejjednodušší půdorysu, a proto jsme použili kruhový půdorys (viz obr. 15). Prostor uvnitř bude rozdělen na tři části - vstup, dvě obytné místnosti. Obvodové stěny jsou tvořeny z balíky tl. 500 mm, vnitřní stěny budou vytvořeny z balíky tl. 300 mm.

Okenní otvory jsou kruhového tvaru poloměru 450 mm, materiál je dřevo. Vchodové dveře jsou plně dřevěné do oblouku, vnitřní stěny jsou opatřeny pouze obloukovými průchody.

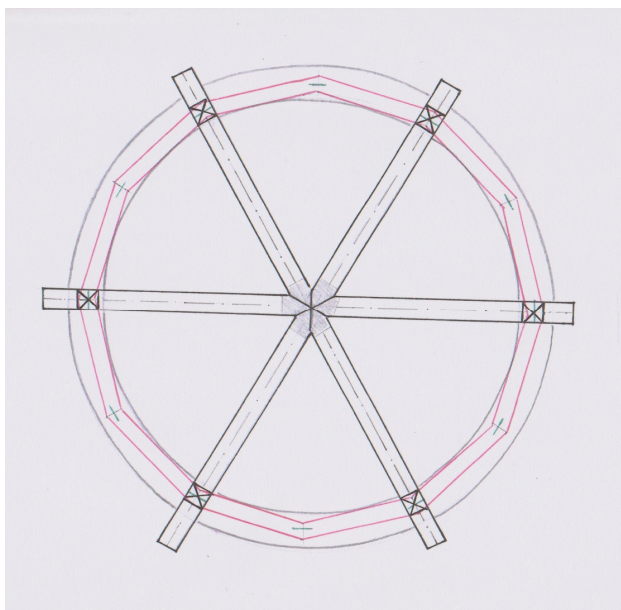
Omítky bude mít objekt hliněné, doplněné příměsí vápna. Konstrukce bude řešena bez stropu, budu viditelný krov ošetřený nátěrem.

Krov se skládá z šesti nosných trámů (viz obrázek 16), je umístěn na věnci tvaru dvanáctiúhelníku. Věnc je sbíjený ocelovými skobami, materiálem je opět dřevo. Věnc je umístěn šesti svislých dřevěných sloupech, které jsou ukotveny v základových patkách (viz obrázek 17). Patky nahrazují použité pneumatiky vylité betonem a vyztužené ocelí.

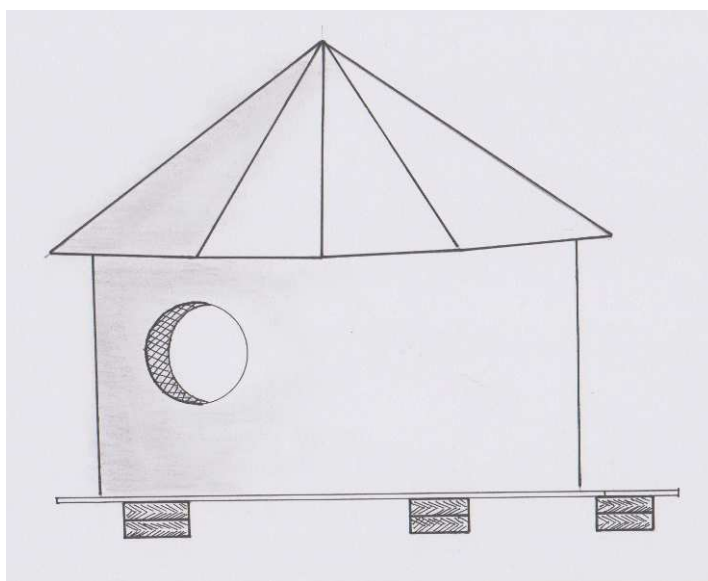
Uprostřed objektu je umístěná velká probetonovaná pneumatika, která přenáší středové zatížení.



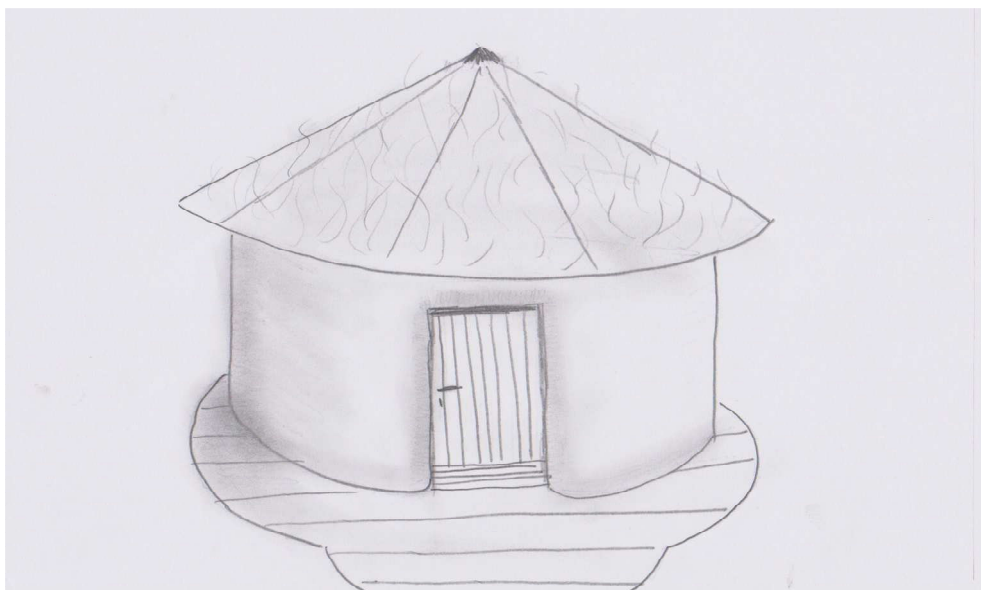
Obrázek 14 Půdorys zahradního domku



Obrázek 15 Rozmístění střešních prvků



Obrázek 16 Pohled



Obrázek 17 Pohled - přední část

#### 4 Závěr

Při zpracovávání všech částí práce jsme se přesvědčili o tom, že nahlížet na stavění rodinných domů pouze jako na „zdění z cihel“ by byla velká chyba. Dozvěděli jsme se spoustu nového o jiných stavebních materiálech a můžeme teď porovnávat navzájem jejich vlastnosti. Říci, jestli je lepší ten či jiný materiál, by ale podle našeho názoru bylo také nepřesné. Jak jsme se přesvědčili, všechno má svoje výhody a nevýhody a budoucí majitel by je měl všechny porovnat. Myslíme si také, že alternativních materiálů je správnou cestou.

Hlavním cílem práce bylo, jak už bylo několikrát napsáno, skloubit dům nízkoenergetické s domem, jehož pořizovací náklady nepřesáhnou několikrát hodnotu domů „klasických“ a rozdíl v ceně bude mít dobrou návratnost.

Při řešení praktické části práce jsme došli k závěru, že dům postavený ze systému Europanel je ve svých tepelně technických vlastnostech několikanásobně lepší než domy stavěné z klasických materiálů jako jsou cihla nebo pórobeton. Toto řešení lze jednoznačně dokázat srovnáním hodnoty součinitelů prostupu tepla a také vypočteným stupněm energetické náročnosti.

Ekonomickou nenáročnost výstavby dokazuje rozpočet. V jeho výši se projevují další výhody systému, jako jsou rychlost výstavby, vyloučení mokrého procesu a určitý typ „unifikace“.

## Seznam použité literatury

- [1] Pasivní dům II – zkušenosti z Rakouska a české začátky, Druhé, přepracované a doplněné vydání, 2008, ZO ČSOP Veronica
- [2] HOUDEK D., KOUDELKA O., Srubové domy z kulatin, 2. doplněné vydání, Brno: ERA group, 2006, ISBN 80-7366-064-4
- [3] HÁJEK V., Stavíme ze dřeva, první vydání, Praha: Sobotáles, 1997, ISBN 80-85920-44-1
- [4] ŠUBRT R., VOLF M., Tepelné mosty, první vydání, Praha: Grada Publishing, 2002, ISBN 80-247-0071-9
- [5] Sdružení hliněného stavitelství [online]. Dostupné z URL: <http://www.hlina.info/cs/onas/zakladni-informace.html>
- [6] Cemix, info[online], Ing. Miroslav Štenko. Dostupné z URL: <http://www.cemix.cz/index.php>
- [7] Europanel s.r.o.: Technické listy [online]. Dostupné z URL: <http://www.europanel.cz/download.php>
- [8] Stavitel, Úloha projektu v ekonomické výstavbě, Ekonomia a.s., prosinec 2008. ISSN 1210-4825
- [9] Energysystem, Montované nízkoenergetické domy, [online]. Dostupné z URL: <http://www.energysystem.cz/galerievse.htm>