

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE KRAJINY**



**Uplatnění místních surovin a netradičních materiálů pro stavby  
nízkoenergetických domů, studie pro oblast Vodňanska, jižní Čechy.**

**Bakalářská práce**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního  
plánování

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pasák Václav

Územní technická a správní služba - kombinované Březnice

Název práce

**Uplatnění místních surovin a netradičních materiálů pro stavby nízkoenergetických domů, studie pro oblast Vodňansko, jižní Čechy**

Anglický název

**Application of local materials and non-traditional materials for low energy houses, study of Vodňany area, south Bohemia.**

---

### Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit možnosti využití místních surovin ve vymezené oblasti pro stavby obecně, speciálně pak se zaměřením na stavby nízkoenergetických domů.

### Metodika

Práce bude založena na literární rešerši z oblasti využívání přírodních surovin pro stavění. Dále bude zpracován přehled hlavních typů nízkoenergetických staveb s uvedením jejich základních charakteristik. Bakalant zpracuje i úvahu o energetické náročnosti provádění staveb. Následně bakalant provede vytypování a zhodnocení zdrojů místně dostupných surovin ve vymezené modelové oblasti. Výsledkem práce bude studie konkrétních možností využití přírodních surovin pro ekologické stavění v modelové oblasti Vodňansko, jižní Čechy.

### Harmonogram zpracování

konec října - literární rešerše k diskusi s vedoucím práce

konec listopadu - průzkum zdrojů stavebních surovin včetně netradičních ve vymezené oblasti

konec prosince - text ke konzultaci s vedoucím BP.

## **Rozsah textové části**

30 stran

## **Klíčová slova**

Místní suroviny, netradiční stavební materiály, nízkoenergetické stavby, ekologické stavění

---

## **Doporučené zdroje informací**

Grmela D., 2009: Stavební příručka, domy ze slaměných balíků, Překlad

Humm O., 1999: Nízkoenergetické domy. Grada Publishing, Praha.

Chyblík J., 2009: Přírodní stavební materiály. Grada Publishing, Praha

Suske P., 1991: Hliněné domy novej generácie, Bratislava.

Šubrt R., 2008: Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. Praha.

Tywoniak J., 2008: Nízkoenergetické domy 2. Grada Publishing, Praha.

---

## **Vedoucí práce**

Kykal Jiří, Ing., CSc.

---

**Ing. Petra Šimová, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

**V Praze dne 14.4.2013**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem se na bakalářské práci podílel zcela sám, pod dohledem mého vedoucího Ing. Jiřího Kykala, CSc. a veškeré zdroje, které jsem použil pro vytvoření této práce, jsem zahrnul v použité literatuře.

V Praze 14.4.2013

.....

## Poděkování

Touto formou bych chtěl poděkovat mým přátelům a rodině za podporu při studiu a vytváření této práce a především Ing. Heleně Znamenanové za odborné konzultace. V neposlední řadě patří mé poděkování také Ing. Jiřímu Kykalovi, CSc.

V Praze 14. 4. 2013

.....

## Abstrakt

V dnešní moderní architektuře se stavebníci zaměřují na honosnost, rychlost a celkovou účelnost stavby, proto volné plochy ve větších městech stále ustupují urbanizaci obyvatelstva a ceny zbylých míst se tak neúměrně zdražují a stavitelé proto musí hnát své výtvořky k nebesům.

Oproti tomu tam, kde je stále dostatek místa, mohou vytvářet i přízemní domy a jejich konstrukce nemusí tak být nijak zvláště bytelná, aby udržela několik pater nad sebou. Proto se lidé navracejí k původním materiálům a využívají místní zdroje a materiály pro stavby rodinných domů.

Když se rozhlédneme okolo sebe, spatříme nesčetné množství stavebního materiálu, který není příliš finančně nákladný a tak si můžeme s trochou pomoci postavit svůj rodinný dům skoro sami, i když se to zdá celkem nereálné, skutečnosti mluví o opaku.

## Klíčová slova

Nízkoenergetické stavby

Místní suroviny

Netradiční stavební materiály

Přírodní materiály

Ekologické stavění

## Abstrakt

In today's modern architecture promoters focus on a grandeur, rate and general expediency construction, therefore free areas in bigger cities always step back an urbanization of population, so prices the left places disproportionately raise the price and builders therefore have to spindle their creations to upper regions.

Compared to that, there where continues to be still sufficient enough of a free area, they may create single-storied houses and their construction so not have to be too substantive, to hold several floors. Therefore people go back to original materials and derive benefit from local sources and materials for construction family houses.

When we have a look around themselves, we see sight numberless quantity of construction material, that is not particularly costly so we can with a bit assist build its one-family house almost ourselves, even if it seems on the whole unreal, matters talk of opposite.

## Keywords

Low-energy buildings

Local raw materials

Non-traditional building materials

Natural materials

Ecological building

# Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce .....	10
3. Pasivní, nízkoenergetické a nulové stavby obecně .....	10
3.1. Dispozice domu.....	15
4. Stavby ze dřeva .....	15
4.1. Stavby konstrukce srubové .....	15
4.2. Stavby systému two by four .....	17
4.2.1. Základní přehled a popis systému .....	17
5. Stavby ze slámy.....	19
5.1. Tepelná izolace.....	19
5.2. Nízká cena .....	20
5.3. Zdravé životní prostředí .....	20
5.4. Konstrukční systémy .....	20
5.5. Slaměné balíky jakožto stavební materiál .....	21
6. Ekonomické porovnání stavebních materiálů .....	23
6.1. Cihly porotherm .....	23
6.2. Dřevostavby .....	24
6.3. Domy ze slámy.....	24
7. Hliněné omítky.....	25
8. Izolace .....	26
8.1. Korek.....	26
8.2. Konopí.....	28
8.3. Ovčí vlna .....	29
8.4. Ekonomické srovnání izolačních materiálů .....	30
9. Střešní krytiny – doškové střechy .....	30
9.1. Technologie.....	31



9.2. Parametry .....	31
10. Netradiční dům z přírodních materiálů .....	32
10.1. Umístění stavby.....	32
10.2. Koncepce a dispozice domu.....	33
10.3. Konstrukční řešení a použité materiály.....	34
10.4. Technologie.....	35
10.5. Investice a ekonomická návratnost .....	36
11. Závěr a výsledky .....	36
11.1. Ekonomické zhodnocení materiálů .....	38
Použitá literatura .....	41
Internetové zdroje.....	42

# 1. Úvod

Práce poukazuje na znovu využívání, takřka zapomenutých a nyní již netradičních materiálů pro stavby nízkoenergetických domů. Jejich energetické výhody, ekologické zatížení, cenu a dostupnost. Některé z nich jsem vybral a popsal na začátku své práce. Na konci práce se zaměřím na stavbu domu z přírodních materiálů, jak je stavba konstrukčně i finančně náročná a jaké má výhody a nevýhody oproti klasickým zděným domům.

## 2. Cíle práce

Ve své práci se budu zabývat především přírodními zdroji na stavby nízkoenergetických domů a také poukáži na ekonomické srovnání stavebních materiálů, jejich výhody a nevýhody. Mou snahou je připomenout jednoduchost a celkovou efektivnost výstavby domů z těchto přírodních materiálů, která se dostala takřka do zapomnění.

Jelikož mé zvolené území je jihočeský kraj, oblast Vodňanska, tak se zaměřím i na tamní zdroje stavebních materiálů.

## 3. Pasivní, nízkoenergetické a nulové stavby obecně

V germánských zemích se začaly prosazovat úspory energií poněkud dříve než u nás a tehdy se z propagačních důvodů začaly domům dávat různé přívlastky. Pro stavby s nízkou potřebou energie se používalo označení nízkoenergetický. A poněvadž je v těchto zemích pravidlem hodnotit potřebu tepla na vytápění v kWh za rok přepočtenou na 1 m<sup>2</sup> vnějšího půdorysu podlah (i se zdivem), stanovilo se postupně, že stavba je nízkoenergetická, pokud má potřebu tepla na vytápění nižší než 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok. Jak šel čas, tak se začaly projektovat a stavět domy s výrazně nižší potřebou tepla, než vytoužených 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok. Ty se pak začaly nazývat pasivními. Zde dosahuje maximální potřeba tepla na vytápění 15 kWh/m<sup>2</sup> za rok. Postupně se však zjistilo, že u těchto domů jsou nároky na příkon energie na vytápění tak malé, že je nutné se zaobírat domem jako celkem. Vznikl požadavek stanovující největší potřeby energií na celý provoz domu. (Šubrt, 2006)

<b>Hodnocená energetická náročnost</b>	<b>Maximální hodnota</b>
maximální potřebný příkon	10 W/m <sup>2</sup>
maximální roční potřeba tepla na vytápění	15 kWh/m <sup>2</sup> za rok
maximální celková roční potřeba energie pro provoz domu	42 kWh/m <sup>2</sup> za rok
maximální celková roční potřeba primární energie pro pokrytí energetických nároků domu	120 kWh/m <sup>2</sup> za rok

Tab.č. 1: Energetická náročnost

Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/3001-pasivni-nizkoenergeticke-a-nulove-domy>

Souhrnná roční potřeba energie obsahuje nejen vytápění, ale i praní, chlazení, vaření, osvětlení, provoz motorů a podobně. Primární energie pak navíc zahrnuje ztráty, jež při výrobě energie pro dům vznikají, je zde tedy zohledněna nízká efektivita tepelných elektráren, či různé výroby energie dále pak v domě používané. Zde je nezbytné si uvědomit, že uvedená čísla, jež charakterizují pasivní dům, nejsou striktně definována a zařazení do skupiny pasivní či nízkoenergetický dům závisí nejen na stavbě jako takové, ale i na jejím umístění a u pasivních domů i na způsobu jejich užívání. Uvažujeme-li s odlišnými klimatickými podmínkami, můžeme velmi lehce zvýšit či snížit výpočtovou potřebu tepla a tím dům do kategorie dostat, nebo z ní naopak vyloučit. Určitá stavba domu může mít v závislosti na klimatických a dalších podmínkách vyčíslenou potřebu tepla na vytápění např. od 12 do 19 kWh/m<sup>2</sup> za rok.

I potřebu tepla vymezenou pro pasivní domy lze ještě pečlivějším projektováním, maximalistickým používáním tepelných izolací a využíváním nejmodernějších materiálů a postupů snížit, což vedlo ke zrodu další kategorie - domy s nulovou potřebou energie. Tyto domy jsou z pohledu potřeb tepla na vytápění zcela soběstačné a není nutné je vytápět dalšími systémy. Jak je vidět, rozřídění domů do jednotlivých skupin má sice velmi přísné hranice, které jsou však závislé nejen na vlastním technickém řešení, ale i na lokalitě stavby, případně na jejím uživateli. V praxi to tedy znamená, že by úsilím každého rozumného investora

mělo být mít potřebu energie co nejnižší a není důležité, zda dům bude ještě v kategorii nízkoenergetický dům, či se překlopí do kategorie pasivní dům, popřípadě zda půjde o rozmezí mezi pasivním domem a nulovým domem. Podstatné je soustředit pozornost na veškerou možnost spoření energie, tedy nejen na kvalitní, dostatečně silnou tepelnou izolaci, ale i na tepelné mosty a regresivní využití tepla při větrání apod. Je nezbytné si uvědomit, že zvýšení ceny při stavbě má z pohledu celkových nákladů na provoz domu po dobu, kdy v něm žijeme, velmi pozitivní vliv na ekonomiku. Stojí za to spočítat si například, kolik stojí stavba domu a kolik zaplatíme za vytápění po dobu 30 a více let, kdy v něm budeme bydlet.

Pokud se jedná o cenu stavby, tak nelze hovořit o úměře mezi cenou stavěného domu a úsporami energie. Obvykle se konstatuje, že nízkoenergetický dům je o cca 10 až 15 % dražší než běžný dům. Tato čísla vycházejí z různých rakouských studií porovnávajících obvyklou konstrukci domu s domem se zesílenou tepelnou izolací. U nás je konvenčním domem dům postavený z cihel typu THERM pero + drážka, je tudíž možné vhodnou záměnou této konstrukce za jinou, např. bloky SUPERTHERM 24 (30) STI se zateplením, betonové tenkostěnné tvárnice se zateplením, dřevostavba, apod., použít levnějších konstrukcí s nižší potřebou doplňkových konstrukcí, jako jsou překlady a podobně. Tím je možné cenu nosné konstrukce natolik snížit, že přidání kvalitní tepelné izolace cenu celého domu nezvýší nad úroveň běžné ceny stavby. Může se i stát, že celá stavba bude nakonec při započítání všech kladů levnější než klasická stavba, která má ostatní užité atributy stejné.

Při snížení investičních nákladů na hrubou stavbu se současným snížením potřeby energie na vytápění si můžeme jako stavebníci dovolit neinvestované peníze použít jinde, třeba na zesílení tepelné izolace stropu nebo, na okna s lepšími parametry.

Je důležité zvolit i vhodný způsob vytápění. Např. teplovzdušné vytápění, u něhož budou pořizovací výdaje téměř srovnatelné s klasickým teplovodním vytápěním zemním plynem u klasického domu. Tento způsob vytápění je u takto energeticky málo náročných domů efektivní a přinese další provozní úspory a větší užité vlastnosti domu, například možnost šíření tepla z místností s jeho přebytkem (obývací pokoj s hořícím krbem, dětský pokojíček s rozpáleným počítačem, věží a televizí), čistší vzduch, možnost jeho filtrace, chlazení, zvlhčování apod.

Pasivní či nulové domy jsou pochopitelně mírně dražší, než normální či nízkoenergetické domy, ale při vhodně zvolené koncepci může jít ve svém výsledku o nedrahý dům. Na jeho pořízení je vhodné pohlížet nejen z hlediska provozních nákladů, ale i z hlediska image. Pokud bychom všechno chtěli měřit z ekonomického hlediska, určitě by mnozí podnikatelé neměli co prodávat. Kupovaná auta by byla výrazně jednodušší, koupelny v domech by byly výrazně menší a rozhodně bez drahých obkladů. Masážní vany či sprchové kouty by byly pouze pro lázeňské centra. (Šubrt, 2006)

Kategorie	Potřeba tepla na vytápění (kWh/m <sup>2</sup> a)
Starší domy	Často více než dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby
Obvyklá novostavba (splňující současné požadavky)	80 až 140
Nízkoenergetický dům	méně než 50
Pasivní dům	méně než 15
Dům s nulovou potřebou tepla na vytápění	méně než 5*
Energeticky nulový dům	Potřeba konečné energie pro provoz domu = 0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Dům s energetickým přebytkem, Energy-plus	Potřeba konečné energie pro provoz domu < 0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Energeticky nezávislý dům	Nelze jednoznačně stanovit nezávislost na obvyklém energetickém zásobování

\*Tady už do vytápění domu nemusíte investovat ani korunu, tu minimální potřebu tepla nám dodá slunce prostřednictvím solárních kolektorů.

Tab. č. 2: Srovnání potřeby tepla na vytápění u jednotlivých kategorií staveb

Zdroj: Nízkoenergetické domy 2

Nízkoenergetický ani pasivní, případně nulový dům nejsou výlučně doménou dřevostaveb. Jedná se o skupinu staveb vůbec, které pro svůj provoz potřebují podstatně méně energie, než jsme zvyklí u běžných staveb. Dřevostavby pak umí splnit tyto podmínky efektivně a vzhledem k tomu, že používají více materiálů

z obnovitelných zdrojů než např. zděné stavby, zapadají lépe do celkové koncepce úspory energie v celém životním cyklu a využití obnovitelných zdrojů.

Nízkoenergetické stavění je odvětvím, které se rozvíjí velice dynamicky a které má bezesporu budoucnost. Pro základní orientaci uvádím některé údaje z knihy *Nízkoenergetické domy - principy a příklady* (Tywoniak, 2005).

U jednotlivých druhů staveb porovnáváme množství tepla, které potřebujeme na vytápění budovy vztažené k jednotce  $m^2$  podlahové plochy za rok ( $kWh/m^2 \cdot a$  – kilowatthodina na metr čtvereční za rok). (Růžička, 2006)

Každý z nás by asi chtěl vlastnit dům, který by nebyl menší než běžný dům a kde jeho náklady za rok na topení nepřesáhly 3000 Kč, respektive, kde náklady na vytápění a na ohřev teplé vody budou ještě nižší. Každého pak asi překvapí, že náklady na takový dům nemusí být výrazně vyšší než u běžného domu. Otázkou tedy je, jak takový nízkoenergetický dům postavit. V podstatě to není zase tak složité: Konstrukci musíme mnohem lépe zaizolovat než je dosud běžné, to ale není zase takový problém a cenový rozdíl. Například 50 mm a 250 mm tepelné izolace se v ceně stavby výrazně neprojeví, kvalita stavby se ale změní zásadně. Tepelné mosty je třeba podstatně omezit, nejlépe je zcela vyloučit. To je ale žádoucí u všech typů staveb. Znamená to jen trochu více o konstrukci a detailech uvažovat, ty se pak samy jakoby vyčistí, zjednoduší a co je hodně důležité, také zlevní. Obálku domu (obvodový plášť) je třeba dokonale utěsnit – splněním této podmínky záleží především opět na složitosti detailů a také na preciznosti realizace. Použijeme kvalitní okna – tady musíme také počítat s vyšším výdajem. Zlepšit tepelně technické parametry oken je totiž o dost složitější, než dát více izolace do konstrukce obvodového pláště.

Dům bude větrán a vytápěn nuceným větráním s rekuperací, s ohřevem větracího vzduchu, které umožňuje několik větracích režimů a systém bude doplněn zemním výměníkem a solárními kolektory pro ohřev teplé vody, Jako doplňkový zdroj mohou být použity ta nejmenší kamna na dřevo nebo peletky. (Růžička, 2006)

### 3.1. Dispozice domu

Dispozice, tedy projekt a umístění, je také velice důležitá věc a dá se na ní ušetřit velké množství ekonomických nákladů. Vhodná orientace ke světovým stranám, včetně míry a orientace prosklených ploch, ušetří spoustu energie. Jako další důležitý faktor je dispozice domu. Tady platí, čím jednodušší konstrukce, tím je snadnější a úspornější dům na vytápění a také je zde méně předpokládaných tepelných mostů. Na celý projekt by měl dohlížet někdo, kdo věci opravdu rozumí a má už přímé zkušenosti s návrhem a realizací takových staveb. Opět potvrzují, že nízkoenergetický ani pasivní dům nemusí být výrazně dražší, než běžná stavba klasického zděného domu. (literatura uvádí, že oprávněný nárůst ceny se pohybuje v relaci 5-15 %).

První stavba s pasivním standardem byla postavena v roce 1976, od té doby bylo realizováno už asi 7000 pasivních staveb, nejvíce v Rakousku a Německu. Mezi realizacemi jsou kromě rodinných domů významně zastoupeny bytové domy, školy, školky a administrativní budovy. Tato efektivní forma stavění se rozmáhá i u nás a jde rychle kupředu a lze tedy přepokládat, že nastane doba kdy přinejmenším nízkoenergetický = standardní a pasivní = obvyklý. (Růžička, 2006)

## 4. Stavby ze dřeva

Domy ze dřeva se dělí do několika kategorií, jakožto stavby montovaných domů v systému two by four a lisovaných dřevěných desek OSB, tak i jako stavby z celých kmenů stromů tzv. sruby. Máme i dřevěné domy montované z nejrůznějších dřevěných profilů, například i z dřevěných vojenských beden od munice.

### 4.1. Stavby konstrukce srubové

Ty v současnosti prožívají jistou renesanci. Atmosféra srubu je zcela jedinečná a neopakovatelná. Srub si nepožízuje každý a není dost dobře možné ho postavit všude. Pokud se však sejde místo, vlastní stavba a její majitel, dostáváme něco, co neumí žádná jiná stavební technologie. I zde je ale vysoký podíl lidské práce a poměrně vysoká spotřeba materiálu. Samo masivní dřevo už také jen obtížně splňuje stále se zvyšující nároky na tepelné izolační vlastnosti konstrukcí a často se

tak sruby doplňují další vrstvou tepelné izolace. Masivní srubové stavby se ale chovají velice inteligentně, především pokud jde o kvalitu vnitřního klima, a jsou-li správně provedeny, protopíme v nich méně, než bychom očekávali a než by odpovídalo výpočtům a teoretickým poznatkům. Dřevo jako by samo vědělo, co je třeba a co se od něj očekává. Tyto přímé zkušenosti volají po aktualizaci teoretických předpokladů. I přesto, že právě zmíněné systémy netvoří a patrně nikdy nebudou tvořit značný a rozhodující podíl na trhu, přimlouvám se za ně a za jejich zachování a podporu a to z jednoho prostého důvodu. Podmínkou pro jejich existenci je dobré řemeslo. A řemeslo je pak spojení lidského důmyslu, zkušeností generací, dovednosti a umu lidských rukou. Nositelem dobrého a poctivého řemesla nemůže být nepoctivý člověk. Dobré a poctivé řemeslo kultivuje a vychovává.

(Růžička, 2006)



Obr. č. 1: Srub

Zdroj: <http://srubybernat.cz/plouznice-u-lomnice-nad-popelkou-srub-jako-bungalov/>





Obr. č. 2: Interiér srubového pokoje

Zdroj: [http://www.stockphotos.cz/image.php?img\\_id=2505412&img\\_type=1](http://www.stockphotos.cz/image.php?img_id=2505412&img_type=1)

## 4.2. Stavby systému two by four

Název two by four (dva x čtyři) pochází ze základního a nejběžnějšího průřezu, který je pro tento systém používán. Ten byl původně opravdu 2 x 4 palce, tedy cca 50 x 100 mm. Dnes je původní průřez 2 x 4 hoblován na 1,5 x 3,5“, tedy 38 x 90 mm, název two by four už ale zůstal.

Stejný systém se někdy nazývá také **PlatformFrame** – stavba v tomto systému skutečně vzniká po patrech a „platforma“ – stropní deska, je pro něj charakteristická, případně **StickFrame** - i našinec někdy popisuje konstrukci, jako že je z „klacků“ nebo ze „špejlí“. (Růžička, 2006)

### 4.2.1. Základní přehled a popis systému

Stavba a konstrukce v systému two by four vzniká přímo na staveništi, podobně tedy jako zděná stavba, na kterou jsme u nás zvyklí. Pracujeme s co nejmenším počtem standardních prvků, nestandardní prvky vytváříme kombinací prvků standardních. To se týká vlastních konstrukčních prvků, ale také jejich spojování a většiny konstrukčních detailů a návazností.

Základní prvky konstrukce jsou fošny z jehličnatého dřeva (u nás smrk), nejlépe uměle dosušeného a čtyřstranně ohoblovaného a dále deskové materiály na bázi dřeva (OSB, překližka), které sice nejsou pro všechny aplikace nezbytné, jsou však vhodné a umožňují efektivnější a rychlejší montáž. Prvky jsou k sobě spojovány téměř výhradně na tupo, bez oslabení. Spojovacím prvkem je především hřebík. Základní konstrukcí je rám z fošen, pro jednotlivé typy konstrukcí volíme odpovídající šíři fošen a jejich vzdálenosti, který je jednostranně pobitý (případně ještě přilepený) deskovými materiály. Desky mají především funkci statickou, ztužující a pak obalovou, kdy tvoříme obálku konstrukce. Tento rám pak v podstatě používáme:

- Pro obvodové stěny – na svislo,
- Pro stropy – na vodorovno,
- Pro střechy – na šikmo.
- Pro vnitřní stěny

Po-té použijeme tentýž rám, který ale většinou není nutné opatřovat deskami. Pokud ano, je to především z důvodů statických, pro dosažení větší tuhosti konstrukce. Důležitý je princip provázanosti a vzájemného překrývání a vazeb prvků. Pokud se v jednom místě napojuje fošna, nesmí se ve stejném místě napojovat deska, spoje dvou prvků musí mít mezi sebou minimální předepsanou vzdálenost apod. Jednotlivé prvky se tak vzájemně převazují a tvoří kontinuální konstrukci, podobně jako např. zděná stavba.

Využití lokálních podmínek stavby je další v seznamu výhod systému two by four. Tím, že konstrukce vzniká, až přímo na stavbě je možné využívat lokální zdroje materiálů a i některých pracovních sil. Lze tím podstatně redukovat náklady na dopravu a ekologickou zátěž, kterou vyvolává a přispívá to i k lepšímu využití pracovní síly, podpoře místního podnikání a tím i k lepším mezilidským vztahům. Sociální aspekt, právě uvedený, považují v dnešní době za zvláště důležitý.

Rychlost výstavby – střední rodinný dům co do velikosti a komplikovanosti není problém ve stavební sezóně (mimo základové desky) postavit na klíč za dva až tři měsíce. Doba celého procesu (od podpisu smlouvy po předání klíčů) je tak srovnatelná např. s prefabrikovanými dřevostavbami a může být i kratší.

Možnost recyklace – při zásazích do konstrukce, ať už v rámci oprav, adaptaci anebo při konečné likvidaci stavby, ji můžeme rozebrat v podstatě v opačném pořadí, než v jakém byla sestavena a většinu materiálů a prvků lze dále použít. (Růžička, 2006)

## 5. Stavby ze slámy

Stavění z balíků slámy je stavění moudré. Je to více než jen technika stavění zdí, která ještě nebyla doceněna. Jako všechny novátorské myšlenky byl tento nový přístup propagován nadšenci a pokusně užíván těmi, kdo byli schopni vidět jeho možnosti. Základy má ve venkovském svépomocném stavění. Vychází z principu udržitelného "zeleného" stavění, který přinesl do stavebního průmyslu mnoho nových a užitečných myšlenek z hlediska efektivity využití přírodních zdrojů a zvláště zodpovědnosti k životnímu prostředí. Práce se slámou a přírodními materiály vůbec je jiná než s materiály konvenčními. Je jednoduchá, zábavná, nic nemusí být provedeno příliš přesně a vše se dá přizpůsobit. Sláma je vynikajícím, vysoce rentabilním a energeticky hospodárným stavebním materiálem.

### 5.1. Tepelná izolace

Potencionálního majitele domu budou také jistě zajímat nízké náklady za teplo. Sláma poskytuje vysoký tepelně izolační standart za nízkou cenu. Její součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  (K) v balíku je 0,09 W/mK. Což pro zeď tloušťky 450 mm dává hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,13$  W/m<sup>2</sup>K, to je 2 - 3 x méně než pro zeď ze současných materiálů a mnohem méně, než požaduje norma. Lze na nich tedy ušetřit až 75 % oproti konvenčnímu modernímu domu. Normové požadavky na součinitel prostupu tepla  $U$  se neustále zpřísňují. Ten vyjadřuje, kolik wattů tepla nám "uniká" skrze plochu 1 m<sup>2</sup> obvodové konstrukce při rozdílu teplot na její vnitřní a vnější straně 1 °C (K). Sláma v balících má hodnotu  $U$  typicky kolem 0,13 W/m<sup>2</sup>K, tedy výrazně lepší, než standartní doporučená hodnota u novostavby, která byla stanovena dle [ČSN 73 0540]  $U = 0,38$  W/m<sup>2</sup>K. Zdi ze slaměných balíků mají nejen vynikající tepelnou, ale i akustickou schopnost. V Evropě i USA se proto používají i jako protihlukové stěny. Nutno také dodat, že pokud si postavíme stěny domu ze slámy, máme zároveň stěny stavební konstrukce a izolaci vjednom.

## 5.2. Nízká cena

Sláma je v současnosti v zemědělství produkován přebytek. Je považována za odpadní produkt a tak je cena velice nízká, přijde průměrně na 30 Kč za balík. Na zdi dvoupodlažního rodinného domu 3 + 1 je potřeba asi 400 balíků slámy, tedy 12 000 Kč, což je výrazně méně, než na zdi z cihel nebo tvárnic. Navíc lze častěji než na běžných stavbách využít pomoci dobrovolníků, čímž klesá také cena za práci. Ty nejpodstatnější úspory při stavbě domu ze slámy jsou však díky jejím výborným tepelně izolačním vlastnostem v dlouhodobém snížení spotřeby paliv.

## 5.3. Zdravé životní prostředí

Sláma, zejména organicky pěstovaná, je zdravou alternativou k moderním materiálům. Je materiálem přirozeným a zdravotně nezávadným. Nezpůsobuje ani sennou rýmu, jak by se někdo mohl domnívat. To proto, že sláma není seno a neobsahuje žádné pyly. Naopak je pro alergiky vhodná. Pobyt ve slaměném domě zvyšuje kvalitu vzduchu, který dýcháme, protože na rozdíl od mnoha moderních materiálů nevypouští škodlivé páry, jako např. formaldehydy apod. Sláma je navíc prodyšná, čímž pomáhá udržovat vzduch v místnostech čerstvý. Ve spojení s použitím přírodních materiálů pro dokončovací práce a otevíratelnými okny může poskytnout velmi kvalitní vnitřní mikroklima. Prostředí slaměného domu je tiché, útulné a plné pohody.

## 5.4. Konstrukční systémy

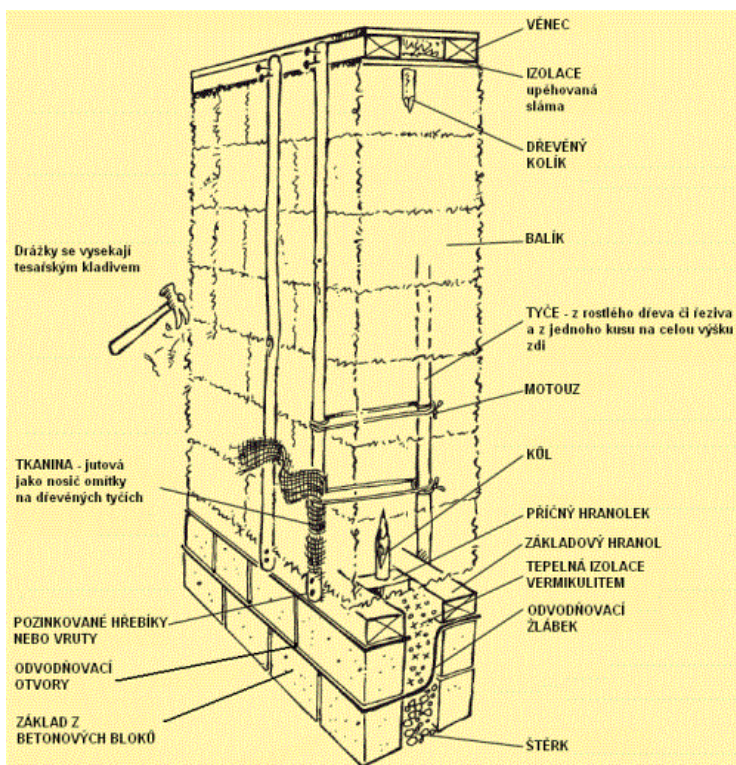
Opět máme na vybranou z několika stěnových systémů jako u staveb ze dřeva.

- Stěnový systém (též Nebraský styl, či nosná sláma)
- Stěnový systém s lehkým skeletem (hybrid)
- Skeletový systém
- Smíšený systém

Nyní se zaměříme na stavby ze slaměných balíků obecněji.

## 5.5. Slaměné balíky jakožto stavební materiál

Pokud necháme balík slámy na poli zmoknout, rychle nasákne a stane se příliš těžkým pro zvedání. Zůstane už vhodný k použití nejspíše jen pro mulčování stromů. Avšak podložíme-li stoh balíků tak, aby balíky neležely přímo na poli a ještě je shora zastřešíme, odolá sláma vlivu povětrnosti snadno, přestože bude na okrajích stohu opakovaně vlhnout a vysychat. Kterýkoli starší farmář Vám potvrdí, že takto bývá sláma (a seno také) tradičně uložena – přímo na poli tam, kde je k ní snadný přístup. Poznámka: Je důležité nenechat zvlhnout střed balíku ať už odshora či odspoda, protože by již pro použití na stavbě asi dostatečně nevyschl, zatímco vlhnutí ze stran nebývá problémem. Slámou voda nevzlíná, tak jako např. betonem. Jednoduše zvlhne pouze do takové hloubky, do jaké je dešť' zahrán větrem. Po dešti balíky vyschnou díky přirozenému pohybu vzduchu kolem stohu. Cyklus vlhnutí/vysychání balíky nepoškozuje. Obvykle používáme balíky tvaru kvádrů o nejdelší hraně do cca 1 m, stažené dvěma provazy. Balíky mají být suché, dobře slisované, pevně stažené, jednotné velikosti a nemají obsahovat klasy se zrnem. Musí být během celého stavebního procesu chráněny proti vlhku. Balíky mají být co možná nejvíce stlačené. Komprese balícího stroje má být nastavena na maximum. Takto obsahují balíky až o třetinu více slámy než normálně. Hmotnost se má pohybovat mezi 16 – 30 kg. Je vhodné, aby délka balíků byla asi dvojnásobkem jejich šířky. Větší jsou lepší. Většina lisů na slámu balí balíky o rozměrech 450 x 350 x 900 až 1125 mm. Pro stavbu hodně velkých objektů, jako např. skladů, se používají balíky dlouhé i přes dva metry. Provazy musí být dotaženy tak, aby bylo velmi obtížné pod ně dostat prsty. Měly by být vzdáleny asi 100 mm od okrajů balíku a neměly by sklouzávat přes rohy. Měl by se použít polypropylenový, sisalový nebo konopný provázek, ne drát. Při dodržení těchto pokynů není důležité, jaký typ slámy bude použit. Lze použít pšenici, ječmen, rýži, oves atd. Má být pokud možno 300 – 450 mm dlouhá, 150 mm je minimum. Sláma je balena ze suchých stvolů sklizeného obilí. Odstraněny jsou prakticky všechny klasy se zrny a neobsahuje ani žádné listy nebo květy. Je to zcela inertní materiál, chemickým složením podobný dřevu. Je docela obtížné jej rozložit a obvykle to vyžaduje přidání nitrátů. (Grmela, 2009)



Obr. č. 3: Průřez stěnou z balíků slámy

Zdroj: stavební příručka (Grmela, 2009)



Obr. č. 4: Stavba domu ze slámy

Zdroj: <http://www.zijemenaplno.cz/Clanky/a35-Slamene-obrozeni.aspx>

## 6. Ekonomické porovnání stavebních materiálů

Když se zamyslíme, z jakého materiálu bychom chtěli začít stavět, musíme si uvědomit, jaké máme nároky na konečnou stavbu, její prostornost a vnější vzhled. Zde zvažujeme rozmanitost různých prvků a segmentů, ale také, jestli zvolíme dům přízemní, patrový nebo i podsklepený. Vše jde samozřejmě ruku v ruce s finanční náročností, tedy když budeme chtít podsklepený dům, musíme si uvědomit, že nás to vyjde finančně hodně podobně jako stavba druhého nadzemního podlaží.

Jestliže jsme si ujasnili kompozici domu, tak se zaměříme na materiál, tedy z čeho bude postaven a jak bude ekonomicky náročný na provoz.

### 6.1. Cihly porotherm

Jestliže si vybereme stavbu z klasických dutých cihel, porotherm, atd. počítáme tedy s přidáním tepelné izolace, abychom se dostali na hodnoty odpovídající našemu nízkoenergetickému domu. Závěrem pak bude to, že stěny domu budou vypadat na pohled velice mohutně, a ona stavba bude působit navenek monstrózně, ale opak bude pravdou, získáme mohutnou stavbu s malými prostory uvnitř. Výrobce se nad touto myšlenkou zamyslel a na trhu se již nabízí cihla porotherm 36,5 T Profi, která je ve svých dutinách vyplněná izolační minerální vatou, ale náklady na celou stavbu z tohoto materiálů jsou přibližně o třetinu až polovinu vyšší. Pokud bych se nezamýšlel nad ekologickou a finanční nákladností stavby, pak by byla stavba z tohoto materiálu ideální.

#### Výhody cihly

- Snadná výstavba
- Prověřený materiál
- Nehořlavost, pevnost, stabilita

#### Nevýhody cihly

- Rychlost konečné stavby
- Horší termoizolační vlastnosti, (zde nemyslím 36,5 T Profi, zhruba o třetinu dražší)
- Vyvrání stavby, každý zděný dům by se měl po dokončení hrubé stavby nechat ideálně vymrznout.



## 6.2. Dřevostavby

Když vezmeme v potaz, že dřevostavba je především ekologická a hlavně dřevo je kvalitní tepelný izolant, prověřený stovkami let, tak myslím, že nenajdeme lepšího konkurenta na stavbu rodinného domu, než je právě dřevo.

Samozřejmě, druhů dřevostaveb je celá řada a tak je důležité zvážit a vybrat právě tu, která je pro nás dizajnem i ekonomicky přijatelná.

Hlavní výhody dřeva:

- Rychlá stavba
- Prověřený materiál
- Dobré tepelněizolační vlastnosti
- Přírodní materiál (dýchá, zdravotně nezávadný)
- Nižší cena

Nevýhody dřeva

- Slabší hluková izolace
- Nízká akumulární schopnost (rychle vytopíme, ale také rychleji vychladíme)

## 6.3. Domy ze slámy

Jakožto jeden z nejpřírodnější a nejekologičtějších materiálů je sláma. Patří také k nejlevnějším stavebním prvkům. Její tepelná izolace se řadí k nejúčinnější a disponuje i výbornou zvukovou izolací.

Výhody:

- Velice nízké náklady
- Výborné tepelněizolační vlastnosti
- Dobrá zvuková izolace
- Rychlost a jednoduchost stavby
- Ekologická nenáročnost

Nevýhody

- Malá tuhost materiálu
- Menší trvanlivost (v řádech desetiletí)
- Nízká akumulární schopnost

(mujdum, 2008) Zdroj:<http://mujdum.pise.cz/11204-porovnaní-stavebních-materialů-vyber-konstrukce.html>



Tak tedy pokud se odhodláme k nízkoenergetickému domu z přírodních materiálů, můžeme jej realizovat podle stavebních příruček skoro samostatně. Tím ušetříme mnohé finance za dělnické práce.

## 7. Hliněné omítky

Když už si zvolíme stavbu z přírodního materiálu, jak ze dřeva nebo slámy, tak by bylo vhodné tento koncept nijak nenarušovat a zůstat i v dokončování stavby u přírodních materiálů. Protože vnitřní i vnější stěny domu musíme nějak zakončit, nabízí se nám pro tento koncept jako nejpříhodnější hliněné omítky.

Hlína je ideální pro omítnutí slaměných, ale i dřevěných domů. Je to čistě přírodní materiál, který zachovává v domě příjemné klima, stavbu nezalepí a tak může dům nezištně dýchat.

Ten správný jíl, vhodný k výrobě hliněné omítky, lze často nalézt v blízkém okolí stavby, hned pod vrstvou ornice. Obecně lze říci, že k jednomu dílu jílu stačí přidat 4 díly písku a máte základ pro výrobu hliněné omítky.

Na povrch slaměné stěny se pak hliněná omítka aplikuje ve třech vrstvách. První vrstva se nanáší rukama. Je tenká a obsahuje hodně jílu. Do dalších vrstev je vhodné přidat nasekanou slámu k omezení smršťovacích trhlin a zvýšení pevnosti. Pro poslední vrstvu se pro její hladší vzhled použije jemnější písek. Jako finální povrchová úprava jsou hliněné omítky velmi vhodné do interiéru. V exteriéru je lze použít pouze na dobře chráněných plochách. Hliněné omítky je v exteriérech potřeba chránit několikerým přetřením vápnem. K dostání jsou nyní již i komerčně vyráběné směsi dodávané v suchém stavu v pytlích. Stačí přidat vodu. Do České republiky se dováží z Německa. Fungují bezchybně. I zbytky, které při aplikaci upadnou na zem a zaschnou, lze jednoduše znova rozmíchat s vodou a použít. Dodává se jako hrubá podkladová omítka a jako jemná vrchní. Cena je však asi 1,5x vyšší oproti běžné pytlivé směsi omítky. (Grmela, 2009)



Obr. č. 5: Hliněná omítka

Zdroj: [http://www.jakbydlet.cz/clanek/450\\_tradicni-hlinene-omitky-a-stavebni-prvky.aspx](http://www.jakbydlet.cz/clanek/450_tradicni-hlinene-omitky-a-stavebni-prvky.aspx)

## 8. Izolace

Když už jsme si vybrali ekologickou nízkoenergetickou stavbu, tak se musíme především zamyslet nad tím, jak ji nejlépe zateplit, čili izolovat, aby ona nízkoenergetická stavba dosáhla svého jména. Pozor si ale musíme dát na to, abychom dům dobře izolovali, ale nezalepili a nedosáhli tak skleníkového efektu, kde se dobře daří vlhkosti a plísním.

Aby byla stavba co nejvíce ekologická, musíme vybírat izolaci z přírodního materiálu - korek, konopí, ovčí vlna. Tyto materiály mají vynikající tepelněizolační vlastnosti a přitom jsou prodyšné a umožňují stavbě dýchat.

### 8.1. Korek

Je výborný izolační materiál k udržení tepla, tlumení vibrací a tak i hluku. Je to v podstatě kůra korkového dubu, která se dá získat i bez nutnosti porážení stromu. Díky tomu je to stálý a obnovitelný zdroj materiálu s velmi nízkou hustotou.

Korkové pletivo obsahuje 89,7% plynných látek a tak je díky své struktuře dobře stlačitelný a zároveň velice flexibilní. Pro své vlastnosti se dá využívat v podstatě na veškeré izolační materiály

- K zateplení pláště budovy
- K zateplení šikmých i rovných střech
- K izolaci vnitřních prostor tepla a zvuku (podlahy, stěny, příčky a stropy)
- K izolaci chladících prostor – udržuje velice nízké teploty

Vlastnosti korku jsou i antibakteriální, takže zabraňuje vzniku a případnému šíření plísní a hub, taktéž odpuzuje dřevokazný hmyz a škůdce (myši a krysy). Proto vidím jeho uplatnění s nízkoenergetickým domem ze dřeva, kde se výborně doplňují a ochraňují ony přírodní materiály. Tepelně izolační vlastnosti nejsou sice nejdokonalější, oproti polystyrénu a minerální vatě, avšak nejsou ani nijak zanedbatelné. Když ještě přihlídneme ke schopnosti akumulace tepla a jeho odolnosti proti vlhkosti a tvarové stabilitě, řadí se mezi nejlepší přírodně izolační materiály. Korková izolace se vyrábí ve dvou formách. Jakožto expandované drť nebo desky, které se vyrábějí za zvýšené teploty v kombinaci s vysokým tlakem, kde se uvolňuje z korkových granulátů pryskyřice, čímž dochází k propojení a lisují se do forem o rozměrech 100 x 50 cm. Jeho snad jedinou nevýhodou je vyšší cena, dováží se z Portugalska a Španělska, kde se nalézají korkové duby vysoké kvality. (Jelínek, 2007)



Obr. č. 6: Izolační desky z korku

Zdroj: <http://www.korek.cz/zbozi/korek-ve-stavebnictvi/izolacni-korkove-desky/>

## 8.2. Konopí

Technické konopí bez návykových látek je ideální surovina na výrobu tkanin, papíru, oleje, potravin a především na výrobu stavebního materiálu. Když zmiňuji stavební materiál, myslím tím především izolační materiál. Pro své vlastnosti, jakožto dobrou akumulaci tepla a vlhkosti, je vynikajícím materiálem na zateplení vnějších i vnitřních stěn, stropu, krovu i podlahy, jeho použití je univerzální.

Konopné termoizolační materiály se zhotovují dvěma způsoby, první z nich jsou izolační rohože, kde je objemová hmotnost od 20 – 40kg/m<sup>3</sup> a složení je v rozmezí 83 – 87 % konopného vlákna, 10 – 14 % BiCo vlákna, které je pojivem izolační rohože a 3 – 5% sody. Dále se vyrábějí izolační desky o objemových hmotnostech okolo 100kg/m<sup>3</sup>, kde se uvádí složení shodné s rohožemi, avšak přidává se konopné pazdeří v 50 – 55% na celkový objem. Sodný roztok se přidává jako ochranný prvek proti plísním a ke snížení hořlavost materiálu.

Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  (K) termoizolačního materiálu z konopí je podle normy ČSN EN 12 667 roven 0,041 W/m K, což je zhruba o polovinu menší, než u balíků slámy. (Škopek, 2010)



Obr. č. 7: Izolační desky z konopí

Zdroj: <http://www.svet-bydleni.cz/stavba-a-rekonstrukce/konopne-izolace-jsou-tradicni-reseni.aspx>



### 8.3. Ovčí vlna

Izolace z ovčí vlny je přírodní ekologický a obnovitelný zdroj na výrobu izolačních materiálů, jehož vynikající vlastnosti jsou především termoizolační, akustické, zdravotně nezávadný a ekologické. Vlna má dlouhou životnost a je energeticky nenáročná.

Vyrábí se ze stříží živých ovcí a využívá se především k izolaci dřevěných domů, roubenek, srubů, ale také na izolaci cihlových domů i k odizolování rozvodových potrubí.

Než je výrobek zcela hotov, musíme podstoupit se syrovou vlnou ještě několik kroků, než bude připravena k izolaci. Zaprvé ostříhanou vlnu třídíme a pereme. Praním se z vlny dostávají nečistoty, jako je pot, přebytečný lanolín a další nečistoty. Jako druhý krok ji musíme usušit a upravit v mykacím stroji, který jí srovná všechna vlákna do stejného směru. Když máme vlákna vyrovnána, skládají se ve vrstvách na sebe, než se dosáhne požadované tloušťky. Finální, takto vyrobený produkt, se nazývá mykané rouno, které je ještě potřeba ošetřit proti, případnému napadnutí moly, mlhovinou zdravotně nezávadného přípravku Molantin SP. Mykané rouno tedy obsahuje kromě vlny ještě zhruba 0,2 – 0,3% tohoto přípravku.

Tepelná vodivost ovčí vlny je přitom jen 0,042 W/mK a je tak srovnatelná s konopnou i korkovou izolací, která se pohybuje na hodnotách 0,04 – 0,05 W/mK. Tento produkt je znovuobjevený a stále více využíváný v environmentálním inženýrství. (Izolacezvlny, 2009)



Obr. č. 8: Izolace z ovčí vlny

Zdroj: (Izolacezvlny, 2009) <http://www.nazeleno.cz/ovci-vlna-jako-izolace-zeleny-vymysl-nebo-uzitecne-reseni.aspx>

## 8.4. Ekonomické srovnání izolačních materiálů

Druh Izolace	Korek	Konopí	Ovčí vlna	Minerální vata
Cena za m <sup>2</sup> o tloušťce 140 mm	425 Kč/m <sup>2</sup> průměrná izolační deska 25mm	308 Kč/m <sup>2</sup>	210 Kč/m <sup>2</sup>	178 Kč/m <sup>2</sup> + 25 Kč parozábrana

Tab. č. 3: Ekonomické srovnání

Zdroj: Vlastní šetření

Toto srovnání nám ukazuje, že je sice nejlevnější minerální vata, ale když přihlídneme k dopadu na životní prostředí, manipulaci a zdraví životní styl, tak vidíme, že kvalitní přírodní izolace není příliš nákladnější než klasické minerální a skelné vaty.

Proto, když chceme mít nízkoenergetický přírodní dům, není nijak složité ani nákladné si ho zateplit přírodními ekologickými materiály.

## 9. Střešní krytiny – doškové střechy

S došky neboli doškovými střechami jsme se setkávali spíše za starých časů, kdy ještě nebyly k dispozici střechy z pálených tašek, ale jak nám historie připomíná, ony došky se dochovaly dodnes, přetrvaly dobu delší jak sta let a tak můžeme nyní říci, že jsou plnohodnotným konkurentem dnešních střešních krytin. Došky se opět vrací do stavebnictví a to zejména díky zájmu o ekologické přírodní materiály. Vyrábějí se především z rákosu, díky lepší trvanlivosti i dostupnosti, ale setkáváme se i s doškami slaměnými. Došková střecha má řadu výhod. Došky si každý hospodář vyráběl sám, a tak oprava poškozené střechy tak byla velice levná a jednoduchá, navíc rákosová krytina se pouze doplňuje bez nutnosti odstranění původní krytiny. Tato střešní krytina má i nejlepší tepelněizolační vlastnosti ze všech známých krytin. Na půdách bránila rychlému střídání teplot, je vzdušná, prodyšná, a jestliže je kvalitně provedená, pak její životnost je velice dlouhá.



Obr. č. 9: Došková střecha

Zdroj: <http://www.krytiny-strechy.cz/aktuality/?nid=7046>

## 9.1. Technologie

Pokládka rákosu se provádí ručně, rovnoměrným přišíváním a nabíjením rozpuštěných rákosových svazků k dřevěné střešní konstrukci. Výška střechy pak byla až dvě třetiny stavení. Vzdálenost krokví cca 1 metr, vzdálenost laťování od sebe se upravovala tak, aby každý došek ležel na třech latích, konečná tloušťka střechy pak byla 30 – 40 cm, což zaručuje jak dokonalou izolaci proti vodě a slunečním paprskům, tak i izolaci tepelnou. Sklon sedlové střechy se doporučuje minimálně  $37^{\circ}$ , přičemž norma udává  $45^{\circ}$ . Garantovaná doba na materiál je 10 let a životnost střechy dosahuje 25 i více let.

## 9.2. Parametry

Tepelný odpor zhotovené doškové krytiny musí odpovídat ČSN 730540-1-4 a novelizaci této normy. Dobrá tepelná vlastnost vyplívá z toho, že jednotlivá stébla rozdělená tzv. kolínkem, jsou v podstatě krátkými kapilárami, v nichž je uzavřen vzduch. (Otáhl, 2009)

## 10. Netradiční dům z přírodních materiálů

Nyní srovnám náročnost a ekonomičnost domu z přírodních materiálů s klasickým zděným domem. Porovnávaný dům je postavený v jižních Čechách, v Kruplově u Jarošova nad Nežárkou.

Majitel si tento netradiční materiál vybral převážně proto, že je zdravotně nezávadný, ekologický, nemá dopad na životní prostředí a celkově splývá s přírodou. Architektonické a konstrukční řešení domu si majitel navrhoval, vzhledem ke svému vzdělání, sám. Na konstrukční řešení ekologického, nízkonákladového domu se nechal inspirovat v minulých dobách a způsobem života dávných generací. Se stavbou, díky znalostem a zkušenostem z dřevostaveb, si poradil sám, tedy s pomocí rodiny a blízkých přátel. Jediné, s čím potřeboval pomoci od odborníků, byla rákosová střecha zhotovená na míru a hlíněná pec na vytápění celého domu.

### 10.1. Umístění stavby

K dispozici měl majitel tříhektarový pozemek na okraji vesnice končící v zalesněném prostoru. Pozemek se nachází v obci Kruplov u Jarošova nad Nežárkou v okrese Jindřichův Hradec.

Stavba je umístěna v severní části mírně svažitého pozemku. Na dalších prostorech pozemku je zahrada a pro zbytek volného místa majitelé plánují drobné hospodářství.





Obr. č. 10: Slaměnka v Kruplově

Zdroj: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/konstrukce-a-prvky-ze-dreva/stavba-domu-z-prirodnich-materialu-2314.html>

## 10.2. Koncepce a dispozice domu

Koncepční řešení bylo plánováno jako dvoupatrový jednogenerační obdélníkový dům se zastavěnou plochou 129 m<sup>2</sup>, s myšlenkou velkých vzdušných prostor a především splynutí s přírodou.

Dolní patro, díky obdélníkovému tvaru, rozděluje přízemí na dvě části - soukromou a společenskou. V soukromé nalezneme ložnici s koupelnou a ve společenské je hlavní obytná místnost s hliněnou pecí, která má úlohu kuchyně, jídelny a návštěvní místnosti. Do tohoto hlavního pokoje vedou dva vchody, jeden z jižní strany a druhý s protilehlé severní, který má zabudované zápraží vedoucí do zahrady. Uprostřed domu se nacházejí dřevěné točité schody vedoucí do patra, kde se nachází rozlehlá místnost, která je majiteli plánována jako dětský pokoj. Schody jsou zakryty stěnou z nepálených cihel. V celém domě se o dostatek světla starají dostatečně velká špaletová okna z modřínu, po celém domě rozmístěna z obou stran. V domě se nachází i malý sklípek pro uchování potravin.

### 10.3. Konstrukční řešení a použité materiály

Rozměry domu jsou 16,8m x 8m, tloušťka stěn je pak 50cm, tudíž vnitřní rozměry jsou o metr menší jak na šířku tak délku. Ke stavbě se použily výhradně přírodní materiály, jako jsou: kameny, dřevo, hlína, sláma a rákos. Typ konstrukce je velmi podobný dřevostavbám, ale jelikož použité materiály jsou odlišné, tak i stavební technologie se mírně liší.

Klasickou betonovou základní desku nahradily kamenné základy, kde je třiceticentimetrová vzdušná vrstva. Podloží je vyspárováno od středu ke krajům, aby se pod domem nedržela voda.

Nosný systém je tvořen dřevěným nosným skeletem bez použití jakýchkoliv kovových spojovacích materiálů, jako jsou hřebíky, kramle, šrouby apod. Na skelet podlahy a záklopy se použilo dřevo smrkové, na spodní záklop a prahy dřevo dubové.

Stěny jsou vyplněny padesáticentimetrovou vrstvou slaměných balíků, které jsou potaženy z vnitřní i venkovní strany hliněnou omítkou. Střecha je tvořena čtyřiceticentimetrovou vrstvou rákosu a je opatřena proti zatékání metr širokým šindelovým krovem.

Vnější omítka je pro větší pevnost a odolnost opatřena králičím pletivem přichyceným na skelet domu anebo rovnou na slaměné balíky. Hliněnou omítku tvoří směs rozředěné jílové hlíny, písku, pilin a hnoje. Po úplném vyschnutí se na fasádě objeví trhliny, které se zamáznou stejným materiálem. Na téměř dokonalou omítku se nanese pískovo-jílový štuk a doladí se poslední nerovnosti. Konečným krokem bude vápenný nátěr, který ponechá zdi možnost dýchat a nezalepí póry ve zdi.

Vstupní i interiérové dveře i jejich zárubně jsou dřevěné, stejně jako prostorná špaletová okna. Podkroví osvětlují rovněž špaletová okna ze západního a východního směru a prosklené světlíky zabudovaný přímo do krovu a vikýře. Příčky oddělující místnosti uvnitř jsou postaveny z nepálených cihel a spojeny speciální hliněnou maltou. Dominující pec a vyvložkovaný komín je postaven z plných pálených cihel, spojených hliněnou maltou a omítkou.



Obr. č. 11: Hliněná pec

Zdroj: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/konstrukce-a-prvky-ze-dreva/stavba-domu-z-prirodnich-materialu-2314.html>

#### 10.4. Technologie

O vytápění a příjemné klimatické podmínky uvnitř domu se starají kamna, která slouží jak na vytápění, tak také jako pec na vaření. Výškově dosahují až ke stropu, a tam přecházejí plynule do komína. Naakumulovaná kamna vydrží sálat teplo až 12 hodin. Jako zdroj teplé vody jsou ve východní části domu druhá kamna s výměníkem napojeným na tepelný zásobník, což pokryje teplou vodu na mytí a jiné účely. Dům je sice přírodní, takřka soběstačný, ale moderní doba se neobejde bez elektřiny, která je do domu zavedena pro umělé osvětlení, pohon domácích spotřebičů a vodní čerpadlo. Zdrojem pitné vody, jak už to na vesnicích bývá, je studna, která slouží rovněž pro vodu užitkovou. Větrání je zde zajištěno především použitým přírodním materiálem a tak probíhá automaticky za dobrých termoizolačních podmínek.

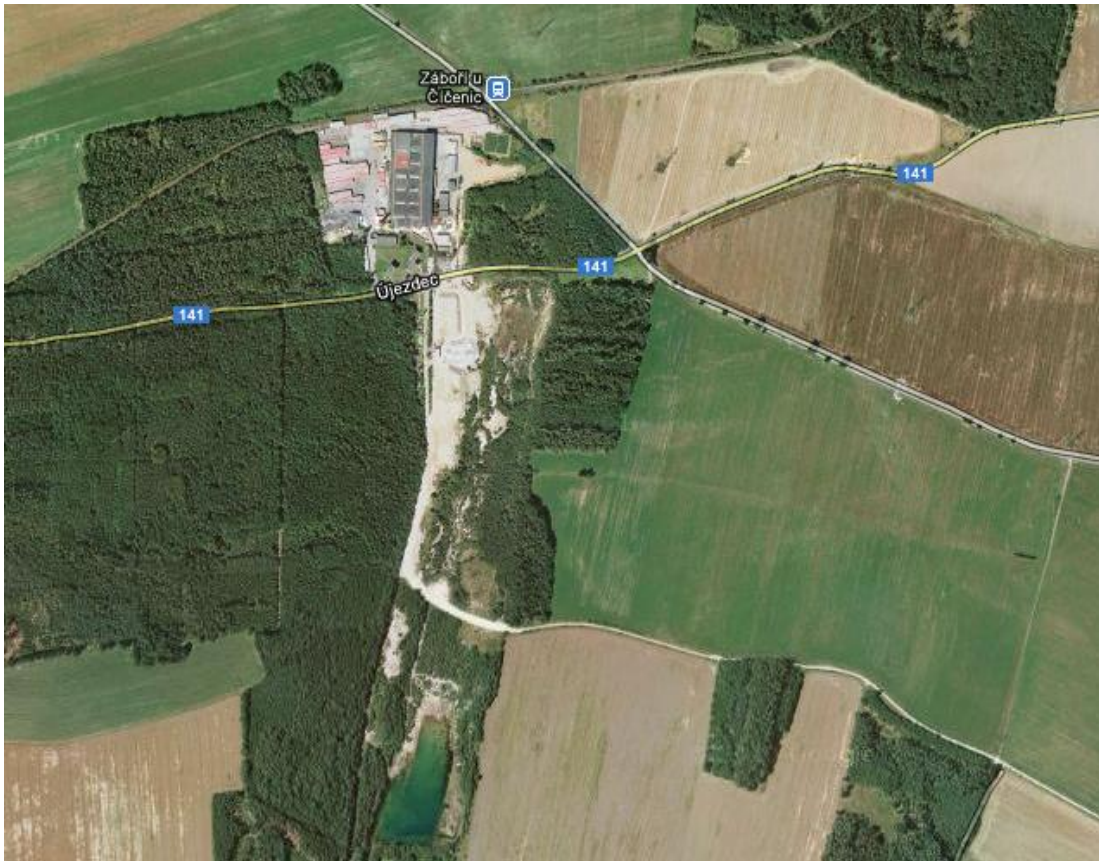
## 10.5. Investice a ekonomická návratnost

Celková výstavba onoho přírodního ekologického domu vyšla majitele přibližně na 2,5 milionu korun. V tomto směru je to srovnatelné se stavbou z klasických materiálů. Jisté finance by se daly ušetřit při použití klasické střešní krytiny a místo nákladné pece by se mohla použít krbová vložka. V takovém případě bychom se dostali o pár set tisíc méně. (Šlechtová, 2011)

## 11. Závěr a výsledky

Když akceptujeme vyšší náklady, dostaneme za ně víc, než si na první pohled myslíme. Zdravé, krásné, ekologické bydlení z přírodních materiálů má v sobě neobyčejnou atmosféru a příjemné klimatické podmínky. A když pomyslíme na to, že máme za nijak zvlášť vyšší cenu dům kategorie pasivní, tak návratnost mírně vyšších nákladů se nám vrátí v podobě úspor za energii. Toto vše je důležitá myšlenka pro nové generace.

Využívání místních surovin v jižních Čechách se zaměřuje především na těžbu hlíny pro hliněné omítky a hrncířskou hlínu. V okolí vodňanské pánve se těží jedna z nejkvalitnějších hliněných směsí a to u obce Záboří. Zde najdeme nepřehlédnutelné jámy po těžbě této suroviny, viz obrázek.



Obr. č. 12: Mapa těžby hlíny v Jižních Čechách u obce Zábouř

Zdroj: Google earth 2012

V této oblasti se také využívá pro environmentální inženýrství a stavby z přírodních materiálů - dřevo a sláma. Jihočeský kraj je jedním z nejvíce využívaných krajů pro zemědělství a tak se zde nachází i spousta odpadního materiálu v podobě slámy. Ta se sice dál zpracovává pro zemědělské i chovatelské účely, ale jelikož je jí stále dostatek, čím dál více se využívá i ve stavebnictví.

Pro tyto účely se využívá i dřevo ze smrkových lesů na dřevostavby i sruby. Pro ty se sice hodí spíše dřevo ze skandinávských zemí, ale experimentuje se i se dřevem tuzemským.



## 11.1. Ekonomické zhodnocení materiálů

Příklad: Menší přízemní rodinný dům o zastavěné ploše 120 m<sup>2</sup>, se střechou o rozloze 200 m<sup>2</sup>, o objemu vnitřních prostor 320 m<sup>3</sup> a obvodové zdi bez oken a dveří o velikosti 250 m<sup>2</sup>.

	Druh obvodového zdiva	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr	Izolace	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr	Základní deska	Průměrná cena za 1m <sup>2</sup>	Střešní krytina	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr
<b>Klasický dům</b>	Dutá cihla	1000 Kč	Skelná vata	30 Kč	Beton	1800 Kč	Pálená taška	1500 Kč
	Porobeton	1100 Kč	Minerální plst'	350 Kč	Beton	1000 Kč	Pálená taška	1500 Kč
			Pěnový polystyren	200 Kč				
Celkové náklady	250m <sup>2</sup> bez oken a dveří	250000 Kč	250 m <sup>2</sup>	50000 Kč	120 m <sup>2</sup>	220000 Kč	200 m <sup>2</sup>	300000 Kč
Průměrná suma celkem	820000 Kč							
<b>Ekologický dům</b>	Obvodový materiál	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr	Izolace	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr	Základní deska	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr	Střešní krytina	Cena za 1m <sup>2</sup> průměr
Cenové náklady (Slaměný dům)	Montovaná dřevostavba	600 Kč	Korková drť	425 Kč	Beton	1800 Kč	Pálená taška	1500 Kč
	Srubový typ	10000 Kč	Ovčí vlna	170 Kč	Kameno-betonová	1200 Kč	Dřevěný šindel	1800 Kč
			Konopí	160 Kč	Betonové patky	500 Kč	Slaměné došky	300 Kč
	Slaměné balíky	200 Kč	-	-	Kameno-betonové patky	1200 Kč	Slaměné došky	300 Kč
	Samonosné slaměné panely	4000 Kč	-	-	Beton	1800 Kč	Slaměné došky	300 Kč
Celkové náklady	250 m <sup>2</sup> bez oken a dveří	50000 Kč	-	-	Na 120 m <sup>2</sup> 30 patek	36000 Kč	200 m <sup>2</sup>	60000 Kč
Celkem ekon. var.	146000 Kč							
Celkem lux. var.	1204000 Kč							

Tab. č. 4: Ekonomické zhodnocení materiálů

Zdroj: Vlastní šetření

Příkladem bylo porovnat ekologické stavební materiály s těmi obyčejnými. Již na první pohled je zřejmé, že vždy záleží na druhu zvoleného materiálu. U ekologického domu ze slaměných balíků můžeme vidět, že se dá ušetřit hodně peněz na obvodových zdích, ale musíme také brát v potaz, že v tabulce nejsou zahrnuty veškeré materiály, které jsou ke stavbě potřeba, proto když jsem vybral u ekologického domu slaměné balíky. Dále musíme ještě připočítat nosnou část stropu, potažmo střešní krytiny. Tuto nosnou konstrukci tvoří dřevěné trámy. Taktéž musíme počítat s hliněnými omítkami, které tvoří rovněž podstatnou finanční stránku věci, jelikož stěny z balíků slámy nejsou nijak zvlášť rovné. Tím pádem musíme počítat s velkou spotřebou tohoto materiálu a to i uvnitř domu, abychom dosáhli rovných stěn v místnostech.

Zvolená došková střecha není jen položené rákosí, či svázané slaměné stvoły, ale promyšlený dřevěný skelet půdních trámů a nemalé délky vázacích materiálů.

Když se nad tímto vším zamyslíme a spočítáme veškeré materiály, pomůcky a práci, tak se dostaneme zhruba na stejnou finanční částku jako u zděného domu. Otázkou však zůstává, co si člověk vybere, jak moc je zatížen na ekologii, a jak hledí do budoucna.

Když vezmeme v úvahu také součinitel tepelné vodivosti, který je u stavebních materiálů velice odlišný, můžeme se poté podle tabulek dopočítat roční spotřeby energie u příkladového domu o velikosti 120 m<sup>2</sup>.

Rodinný dům	Součinitel tepelné vodivosti [W/m <sup>2</sup> K]	Roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> při průměrné teplotě 20°C	Roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> při průměrné teplotě 20°C s izolací
z Porothermu	0,25	185	150
z betonu	1,0	300	225
ze dřeva	0,2	165	130
ze slámy	0,13	150	120

Tab. č. 5: Součinitel tepelné vodivosti

Zdroj: Vlastní šetření

Z této tabulky je možné si představit, kolik se dá ušetřit financí u správně zvolených stavebních materiálů a tepelné izolace. Samozřejmě fungují ještě dotace v rámci „Zelená úsporám“, a tak lze získat i desetitisíce korun na kvalitnější zateplení domu.

Liší se i stavební a řemeslné práce, což můžeme porovnat opět v tabulce.

Stavební díly a řemeslné obory	% stanovená sazba zděný dům	% stanovená sazba beton	% stanovená sazba dřevo
Zemní práce	1,7 %	0,2 %	0,9 %
Zakládání	3,8 %	7,3 %	5,6 %
Svislé a kompletní práce	15,7 %	21,8 %	21,2 %
Vodorovné práce	9,4 %	9,1 %	10,9 %
Komunikace	-	-	-
Úpravy povrchů, podlahy, osazení	10,2 %	4,9 %	5,8 %
Rourové vedení	0,1 %	0,0 %	0,1 %
Ostatní práce – bourání	7,4 %	2,0 %	2,7 %
Přesun hmot – HS	2,9 %	4,9 %	3,7 %
HS – celkem	51,2 %	50,2 %	50,9 %

Tab. č. 6: Procentuální zhodnocení prací

Zdroj: Ing. Helena Znamenánová

Z této tabulky je patrné, že lze na některých pracích finančně ušetřit, ale oproti tomu některé práce stojí více. V konečném důsledku se dostáváme na zhruba stejné procentuální hodnoty stavebních a řemeslných prací u hrubé stavby.



## Použitá literatura

- BROTÁNEK A., BROTÁNKOVÁ K., 2012: Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech. Grada Publishing, Praha.
- GRMELA D., 2009: Stavební příručka, domy ze slaměných balíků, Překlad.
- HUDEC M., 2008: Pasivní rodinný dům. Grada Publishing, Praha.
- HUDEC M., 2013: Pasivní domy z přírodních materiálů. Grada Publishing, Praha.
- HUMM O., 1999: Nízkoenergetické domy. Grada Publishing, Praha.
- CHYBLÍK J., 2009: Přírodní stavební materiály. Grada Publishing, Praha.
- MÁRTON J., 2010: Stavby ze slaměných balíků. Copyright.
- PREGIZER D., 2009: Zásady pro stavbu pasivního domu. Grada Publishing, Praha.
- RŮŽIČKA M., 2006: Stavíme dům ze dřeva. Grada Publishing, Praha.
- SMOLA J., 2007: Stavba rodinného domu krok za krokem. Grada Publishing, Praha.
- SUSKE P., 1991: Hliněné domy novej generácie. Alfa, Bratislava.
- ŠUBRT R., 2005: Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. BEN– technická literatura, Praha.
- TYWONIAK J., 2005: Nízkoenergetické domy - principy a příklady. Grada Publishing, Praha.
- TYWONIAK J., 2008: Nízkoenergetické domy 2. Grada Publishing, Praha.

## Internetové zdroje

- JELÍNEK K., 2007: *Korková izolace*. Online: <http://www.korek.cz>  
cit. 29. 1. 2012
- LABOUTKA K., SUCHÁNEK T., 2001: *Hodnoty fyzikálních veličin vybraných stavebních materiálů*. Online: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/58-hodnoty-fyzikalnich-velicin-vybranych-stavebnich-materialu#t05>  
cit. 26. 3. 2013
- MUJDUM 2008 *Ekonomické srovnání*. Online: <http://mujdum.pise.cz/11204-porovnani-stavebnich-materialu-vyber-konstrukce.html>cit. 14. 3. 2012
- OTÁHL P., 2010: *Rákosové střechy*. Online: <http://www.rakosovestrechy.cz>,  
cit. 8. 2. 2012
- REINBERK Z., ŠUBRT R., ZELENÁ L., 2013: *On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám*. Online: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>  
cit. 5. 4. 2013
- ŠLECHTOVÁ V., 2011: *ekologické bydlení – nízkoenergetický dům z přírodních materiálů*. Online: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/konstrukce-a-prvky-ze-dreva/stavba-domu-z-prirodnich-materialu-2314.html>, cit. 14. 2. 2012.
- ŠKOPEK J., 2010: *Konopná izolace*. Online: <http://www.konopna-izolace.cz>  
cit. 28. 1. 2012
- ŠUBRT R., 2006: *Pasivní, nízkoenergetické a pasivní domy*. Online: <http://www.tzb-info.cz/3001-pasivni-nizkoenergeticke-a-nulove-domy>  
cit. 27. 1. 2012
- WRONOVÁ M., 2010: *Izolace z Ovčí vlny*. Online: <http://www.izolacezvlny.cz>, cit. 28. 1. 2012

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Srub

Obrázek č. 2: Interiér srubového pokoje

Obrázek č. 3: Průřez stěnou z balíků slámy

Obrázek č. 4: Stavba domu ze slámy

Obrázek č. 5: Hliněná omítka

Obrázek č. 6: Izolační desky z korku

Obrázek č. 7: Izolační desky z konopí

Obrázek č. 8: Izolace z ovčí vlny

Obrázek č. 9: Došková střecha

Obrázek č. 10: Slaměnka v Kruplově

Obrázek č. 11: Hliněná pec

Obrázek č. 12: Mapa těžby hlíny v Jižních Čechách u obce Záboří

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Energetická náročnost

Tabulka č. 2: Srovnání potřeby tepla na vytápění u jednotlivých kategorií staveb

Tabulka č. 3: Ekonomické srovnání

Tabulka č. 4: Ekonomické zhodnocení materiálů

Tabulka č. 5: Součinitel tepelné vodivosti

Tabulka č. 6: Procentuální zhodnocení prací