

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**UPLATNĚNÍ MÍSTNÍCH SUROVIN A NETRADIČNÍCH MATERIÁLŮ
PRO STAVBY NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ, OBLAST CHEBSKA,
ZÁPADNÍ ČECHY**

Vedoucí práce: Ing. Jiří Sovina, Ph.D.

Bakalant: Veronika Živná

2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Živná Veronika

Krajinářství

Název práce

Uplatnění místních surovin a netradičních materiálů pro stavby nízkoenergetických domů, oblast Chebska, západní Čechy.

Anglický název

The feasibility study of the use of the locally available raw materials for the low-energy building, area around Cheb, Western 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 bakalnt 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 - Chebsko, západní 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

40 až 70 stran

Klíčová slova

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

Doporučené zdroje informací

Chybík J., Přírodní stavební materiály, Praha: Grada, 2009

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

Suske P., Ekologická architektura ve stínu moderny, Praha: Era – vydavatelství, 2008,

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

Tywoniak J., Nízkoenergetické domy, Principy a příklady. Praha: Grada, 2006

Vedoucí práce

Sovina Jiří, Ing., Ph.D.

Konzultant práce

Ing. Jiří Kykal, CSc.

Ing. Petra Šímová, Ph.D.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 16.4.2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jiřího Soviny, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 30.4.2012

.....

Veronika Živná

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat především své rodině a přátelům za jejich podporu a pevné nervy při mém studiu. Dále panu Ing. Jiřímu Sovinovi, Ph.D., za vedení mé práce a panu Ing. Jiřímu Kykalovi, CSc., za konzultaci mé práce.

ABSTRAKT

Záměrem této bakalářské práce je přiblížit možnosti ekologického stavitelství a poskytnout na tuto problematiku pohled ze stavebně-koncepčního i materiálového hlediska.

První část pojednává o trvale udržitelné výstavbě a popisuje základní typy nízkoenergetických staveb včetně jejich charakteristik, díky nimž se dosahuje nízkoenergetického standardu. Dále se bakalářská práce zaměřuje na energetickou náročnost budov a její současnou situaci v České republice. Další část práce specifikuje použití přírodních stavebních materiálů, jejich vlastnosti, možnosti zpracování a využití. Výsledkem bakalářské práce jsou konkrétní možnosti využití přírodních surovin pro ekologické stavění v modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy.

K přínosu práce se řadí sumarizovaná data o přírodních stavebních materiálech nacházejících se v oblasti Chebska, která jsou vyexportována do mapových výstupů, což napomáhá ke snadnější orientaci v možnostech využití místních surovin pro stavby domů v modelové oblasti.

Klíčová slova: nízkoenergetické stavby

ekologické stavění

netradiční stavební materiály

místní suroviny

ABSTRACT

Purpose of this bachelor's thesis is to introduce options of ecological constructions and provide a view into structural-conceptual and material issues.

The first part is dealing with sustainable construction and describes a basic types of low-energy buildings with their characteristics, which provide a low energy norm. Next, the thesis explains a energetic demands of buildings and its current situation in Czech republic. The next part specific using of natural construction materials, their features, manufactory possibilities and utilization. Results of the thesis are specific options of the using natural resources for ecological constructions in the model area - Chebsko, Western Bohemia.

Contribution of the work contains summarized data about natural construction materials which are located at Chebsko, and are exported to map outputs, which help to facilitate orientation in the possibilities of using local raw materials for buildings in the model area.

Key words: low energy buildings

ecological construction

nontraditional construction materials

local raw materials

OBSAH

1. ÚVOD	11
2. CÍLE PRÁCE	12
3. NÍZKOENERGETICKÝ DŮM	13
3.1 HISTORIE ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ	13
3.2 CO JE NÍZKOENERGETICKÝ DŮM.....	14
3.3 ROZDĚLENÍ ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ	15
3.3.1 Energeticky úsporný dům	15
3.3.2 Nízkoenergetický dům	15
3.3.3 Pasivní dům.....	15
3.3.4 Nulový dům	16
3.3.5 Energeticky nezávislý dům	16
3.3.6 Plusenergetický dům	16
4. POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV	18
4.1 SOUČASNÁ SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE.....	19
4.2 PRO DOSAŽENÍ KRITÉRIÍ NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU NAPOMÁHAJÍ TYTO PRVKY	21
4.2.1 Zvýšená tepelná ochrana vnějších stavebních prvků obvodového pláště	21
4.2.2 Dostatečná vzduchotěsnost a větotěsnost obvodového pláště	22
4.2.3 Pasivní využití sluneční energie přes prosklené plochy ve fasádách ..	23
4.2.4 Výběr pozemku.....	24
4.2.5 Koncepční podmínky	24
4.2.6 Vnitřní dispoziční podmínky	25
4.2.7 Optimálně zvolený vytápěcí systém.....	26
4.2.8 Větrání.....	27
4.2.9 Energeticky úsporná výroba teplé vody	28
4.2.10 Efektivní využívání elektrického proudu	28
4.2.11 Chování uživatelů	28
4.2.12 Ekologická bilance nízkoenergetického domu	28
4.3 TEPELNÉ MOSTY	28
4.4 PERSPEKTIVNOST A UŽIVATELSKÁ BEZPEČNOST	31
4.5 ENERGETICKÁ BILANCE.....	31
4.6 NÁVRATNOST INVESTIC.....	32

5.	PŘÍRODNÍ SUROVINY PRO STAVĚNÍ.....	33
5.1	JAK TO BYLO SE STAVEBNÍMI MATERIÁLY DŘÍVE.....	33
5.2	VÝBĚR STAVEBNÍHO MATERIÁLU	33
5.3	PŘÍRODNÍ A NETRADIČNÍ STAVEBNÍ MATERIÁLY.....	34
5.3.1	Přírodní materiály se dělí do tří kategorií	35
5.3.2	Hlavními příčinami, proč investoři volí přírodní stavební materiály jsou	35
5.3.3	Dělení přírodních materiálů do skupin podle původu primární suroviny	36
5.4	ROSTLINNÉ ORGANICKÉ MATERIÁLY	36
5.4.1	Sláma	36
5.4.2	Len	40
5.4.3	Konopí.....	41
5.4.4	Rákos	43
5.4.5	Celulóza	44
5.4.6	Dřevěná vlákna.....	46
5.5	MINERÁLNÍ ANORGANICKÉ MATERIÁLY	47
5.5.1	Hlína.....	47
5.5.2	Pěnové sklo.....	49
5.5.3	Minerální vlna	50
5.6	ZVÍŘECÍ ORGANICKÉ MATERIÁLY	52
5.6.1	Ovčí vlna	52
5.7	MATERIÁLY Z DOVOZU.....	54
5.7.1	Korek.....	54
5.7.2	Bavlna	56
5.7.3	Juta	57
5.7.4	Kokosová vlákna	58
6.	CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	59
6.1	Vymezení modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy.....	59
7.	METODIKA.....	61
8.	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	62
9.	VÝSLEDKY A PŘÍNOS PRÁCE.....	63
9.1	Chebsko – možnost využití produktů orné půdy ve stavebnictví	63
9.2	Chebsko – možnost využití dřeva ve stavebnictví.....	64
9.3	Chebsko – možnost využití rákosu ve stavebnictví	64

9.4	Chebsko – možnost využití nerostných surovin ve stavebnictví	65
9.5	Chebsko – možnost využití ovčí vlny ve stavebnictví	66
10.	DISKUSE.....	67
11.	ZÁVĚR	68
12.	POUŽITÁ LITERATURA.....	70
13.	PŘÍLOHY.....	75

1. ÚVOD

V dnešní době se musí klást důraz na všechny obory lidské činnosti a zabývat se možnostmi, jak méně zatěžovat životní prostředí a jak hospodárněji zacházet se zdroji energie. Stavebnictví představuje velkou zátěž životního prostředí, a proto se zde v první řadě hovoří o tzv. trvale udržitelné výstavbě (*Zahradníček a Horák, 2007*). Trvale udržitelné sídlo je definováno jako ekologicky zdravý a ekonomicky prosperující prostor obývaný lidmi. Místo, na kterém si lidé mohou zabezpečit své potřeby a to bez nadbytečného znečišťování životního prostředí (*Hudec, 2008*). To je realizovatelné dvěma směry. Používají se přírodní ekologické stavební materiály, nebo-li takové které během celého procesu své výroby, zabudování do stavby a likvidace představují výrazně menší zátěž životního prostředí. Pro snížení energetických vstupů, by se měly používat materiály místně dostupné, aby se zamezilo přepravě na dlouhé vzdálenosti. Většina investorů však neví, které konkrétní přírodní suroviny se nachází v blízkosti jejich pozemku. Proto by bylo vhodné zmapovat ložiska přírodních materiálů i s jejich možnostmi využití v ekologickém stavění, čímž se zabývá tato práce. Druhým směrem trvale udržitelné výstavby, je podstatné snížení energií potřebných na provoz staveb. Dnes ke svému provozu stavby spotřebují přibližně 45% z veškeré vyrobené energie, což je obrovské číslo. Proto je zapotřebí omezit energetickou náročnost staveb a stavět v nízkoenergetických standardech a zahájit přestavbu stávajícího nevhodného stavebního fondu na tyto standardy, mezi něž patří domy energeticky úsporné, nízkoenergetické, pasivní a při výhodných podmínkách i domy nulové, energeticky nezávislé a plusenergetické. Nízkoenergetická výstavba je nutností budoucnosti a základním předpokladem pro její aplikaci je návratnost jejích vyšších pořizovacích nákladů, která je již dnes reálná, a proto počet staveb v nízkoenergetickém standardu vzrůstá. (*Zahradníček a Horák, 2007*)

2. CÍLE PRÁCE

Práce poskytne přehled informací, znalostí a zkušeností ekologického stavitelství s důrazem na využití přírodních stavebních materiálů

Cílem práce je zhodnotit možnosti uplatnění místně dostupných materiálů pro stavby obecně, zvláště pak se zaměřením na stavby nízkoenergetických domů, u kterých specifikuje jejich základní typy, charakteristiky a kritéria pro výstavbu. A v neposlední řadě je zapotřebí zmínit energetickou náročnost budov a její současnou situaci v České republice. Cílem práce je tedy shrnout vlastnosti a možnosti uplatnění přírodních stavebních materiálů a zhodnotit využití místních zdrojů surovin ve vymezené modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy.

Za výsledek práce se považuje shrnutí výše uvedených cílů formou literární rešerše a konkrétní možnosti využití přírodních surovin pro ekologické stavění na Chebsku prezentovat pomocí samostatně vypracovaných mapových výstupů.

3. NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

3.1 HISTORIE ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ

Od dávných dob žily lidské kmeny ve význačné symbióze s přírodou. Příroda jim sloužila k obživě a jako zdroj energie. Forma, technologická a energetická náročnost se podřizovala místním materiálovým zdrojům a klimatickým podmínkám (Smola, 2011). Veškerá lidská stavení se budovala za účelem poskytnutí ochrany před povětrnostními vlivy a pro dosažení snížené potřeby energie. Za nejméně praktické z hlediska potřeby energie se považuje „velká“ architektura, k níž se řadí kostely, katedrály, zámky aj. (Humm, 1999)

V Českých zemích se snažili o energeticky úsporné bydlení již ve středověku, kdy se v obytných místnostech kamenných hradů vyskytovaly dřevěné vestavby s tepelnou izolací z kožešin a koberců. (Smola, 2011)

Odezva baroka na klimatické změny a ochlazení se projevila v podobě přidání okenních křídel z vnější strany do líce fasády. Toto se může považovat za předvoj špaletových oken, díky kterým též docházelo k úsporám energie. Dříve v historických budovách žili lidé odlišným způsobem, než dnes. Topilo se jen v určitých místnostech a domácí oblékání se příliš nelišilo od toho venkovního. Z hlediska požární bezpečnosti se budovy vytápěly pouze přes den. (Smola, 2011)

Západní architekti i několik našich začali ve 20. století experimentovat s energeticky nezávislými domy. K jejich „pokusným domům“ je vedla ropná krize.

Tyto projekty měly charakteristické prvky:

- jižní strany domů se řešily jako velké skleníky
- úplné či částečné zapuštění stavby do terénu
- recyklování tepla, vody a odpadů
- využití energie větru a slunce s pokusy jejího nahromadění po delší dobu
- energetické využití bio odpadů

Takto vzniklé stavby se daly považovat za soběstačné, ale zároveň velice technicky náročné, tudíž se pro běžné bydlení, ani pro podnikatelskou výstavbu zatím příliš nepoužívaly. Další nedostatek při realizaci energeticky nezávislých domů se ukazuje při srovnání ceny a výkonu. Náklady zde několikanásobně převyšovaly úspory získané provozem domu za předpokládanou dobu jeho životnosti. (Smola, 2011)

Poválečná doba přinesla velký rozvoj moderních technologií v oboru vytápění a přípravy teplé vody. Lidé v České republice, tedy bývalé ČSSR, nabyli přesvědčení, že energie jsou levné a lehce dostupné, což přispělo k plýtvání s nimi a trvá naneštěstí dodnes. Do roku 1989 byla sice spotřeba energie pro jednotlivé stavební podniky plánována a vyhodnocována, ale nebyl kladen žádný důraz na uplatnění úsporných opatření. (Smola, 2011)

Po listopadu roku 1989 se problematice energeticky úsporných staveb díky prolomení informační bariéry začalo věnovat větší množství inženýrů a architektů.

V současné době je podle odhadů v České republice vybudováno něco okolo sta pasivních domů a řádově stovek domů nízkoenergetických. Téměř ve všech případech se jedná o domy rodinné. Začíná se klást důraz na rozšíření i mezi jiné typologické druhy staveb (stavby občanské vybavenosti, obchodní, sportovní a průmyslové objekty), tak jako je to ve vyspělých zemích Evropy. (Smola, 2011)

3.2 CO JE NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Nízkoenergetický dům je dům, který spojuje a optimalizuje taková kritéria jako energetická úspornost, kvalita stavebních konstrukcí, obytný komfort a ochrana životního prostředí a to vše po celou životnost stavby. (Tywoniak, 2005)

Standardní domy mají relativně nižší vstupní investice na výstavbu, než domy nízkoenergetické. Rozdíl jejich cen je však dorovnatelný v podobě částek za spotřebovanou elektrickou energii a plyn. Nízkoenergetické domy poskytují optimální obytný komfort za velice výhodných finančních podmínek. Předpokládaná úspora na vynaložené energii se pohybuje okolo 65% ve srovnání s náklady pro standardní domy. Vyšší vstupní investice, se krom úspor energií, ukazují i v podobě zdravějšího bydlení, a to především díky rekuperaci (blíže v podkapitole č.4.2.8). (Zahradníček a Horák, 2007)

3.3 ROZDĚLENÍ ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ

Energetická úspornost se posuzuje dle roční potřeby tepla na vytápění metru čtverečního podlahové plochy v kilowatthodinách.

3.3.1 Energeticky úsporný dům (50-70 kWh/(m².a))

Převážná většina dnes realizovaných staveb v lepším standardu spadá mezi energeticky úsporné domy. Nabízí průměrné provozní náklady, většinou bez výrazně vyšších pořizovacích nákladů (*Velfel, 2010*). Roční potřeba tepla na vytápění se pohybuje v rozmezí 50-70 kWh/(m².a), (*Vodičková, 2008*). Energeticky úsporné domy nijak neomezují své uživatele a patří do ekologicky a ekonomicky přijatelných a dostupných. Pro stavbu se volí standardní stavební materiály, popřípadě ty s vylepšenými parametry. (*Velfel, 2010*)

3.3.2 Nízkoenergetický dům (15-50 kWh/(m².a))

Dům s relativně nízkými náklady na provoz a s roční potřebou tepla na vytápění nepřesahující 50 kWh/(m².a), (*Velfel, 2010*). Nekladou se zde až takové nároky na tvar budovy, jako u domů pasivních. Nýbrž u kompaktního tvaru jsou kritéria snáze dosažitelná (*Nagy, 2009*). Takovýto dům lze postavit z jednovrstvých stěn, u nichž není potřebné dodatečné zateplení, jako u domu pasivního, na který jsou kladeny všeobecně větší požadavky. Nízkoenergetický dům je omezen architektonickým řešením a nároky kladenými na životní styl bydlících (*Velfel, 2010*). Nejsou zde pevně stanovena žádná kritéria, přesto se doporučuje koncepční přístup. Zejména se pak jedná o tepelněizolační standard, neprůzvučnost obvodových konstrukcí, zamezení vlivu tepelných mostů, řízené větrání s rekuperací tepla, zvýšení solárních zisků, využití obnovitelných zdrojů energie a použití účinného systému vytápění. (*Nagy, 2009*)

3.3.3 Pasivní dům (5-15 kWh/(m².a))

Roční plošná měrná spotřeba tepla nepřesahuje 15 kWh/(m².a). Obvodové pláště se mohou skládat ze sendvičových konstrukcí, nýbrž i ze stavebních materiálů určených pro jednovrstvé obvodové stěny. U pasivních domů se používají nejlepší tepelně izolační materiály. Celkové množství primární energie potřebné k provozu budovy, čili spojované s vytápěním, ohřevem vody a energií pro spotřebiče, nepřekračuje hodnotu 60 kWh/(m².rok). Za uspořené energie a vysoký tepelný komfort se u pasivních domů vyskytují určitá omezení a to asi o třetinu vyšší náklady na pořízení a vysoké náklady plynoucí z péče o dům a servis technologie. Nutností je nucené a kontinuální větrání vzduchotechnikou s rekuperací

(Velfel, 2010). Díky velkému zamezení tepelných ztrát není v budově zapotřebí tradiční způsob vytápění. Většinou postačí jediný externí zdroj dodávající teplo, čímž je přívod ohřátého vzduchu systémem řízeného větrání (Nagy, 2009). Stavby těchto domů musí přesně splňovat všechny technologické postupy a dodávky technologií. Provoz domu je tomuto technickému hledisku podřízen. (Velfel, 2010)

3.3.4 Nulový dům (0-5 kWh/(m².a))

Spotřeba energie na vytápění se pohybuje od 0-5 kWh/(m².a). U nulových domů se může vynechat aktivní vytápění a tepelný komfort zůstane zachován. To vše díky nahrazení minimálních tepelných ztrát pasivními zisky. Energie spotřebovaná na vytápění je z větší části závislá na klimatických podmínkách. Podmínkou pro nulový dům je řízené větrání s rekuperací. Ve středoevropských podmínkách je velice těžké dosáhnout nulového standardu (Márton, 2010). Proto se zde nulové domy vyskytují jen velice zřídka a to i kvůli velkým investicím spojených s technickým zařízením (Nagy, 2009). Např. nulový dům postavený v Itálii, kde využívá velké množství slunných dnů, se v podmínkách Jižní Moravy bude jevit jako dům pasivní a v Krkonoších bude mít tento stejný dům vlastnosti domu nízkoenergetického. (Márton, 2010)

3.3.5 Energeticky nezávislý dům

Energeticky nezávislý, nebo-li autarktní dům, pokrývá veškeré potřebné energie na vytápění, přípravu teplé vody a provoz elektrospotřebičů. Potřebná energie je získávána pouze z přímého slunečního záření, aniž by se jinak dodávala zvenčí (Deríková, 2010). Takovýto dům není napojen ani na veřejnou elektrickou síť a proto musí být „energeticky předimenzován“ a zásoby energie musí být pro objekt zabezpečeny po celý rok. Namísto elektrické energie se zde uplatňují fotovoltaické systémy, které jsou zde oproti nulovým domům vyžadovány. Energeticky nezávislé domy nalézají své efektivní uplatnění v odlehlých oblastech, případně ve vysokohorských polohách, kde nejsou v dosahu běžných energetických sítí. (Nagy, 2009)

3.3.6 Plusenergetický dům

Plusenergetický dům by se v podstatě dal považovat za dům energeticky nezávislý s tím rozdílem, že má větší plochu fotovoltaických panelů, čímž dosáhne pokrytí vlastní spotřeby energie a zároveň vytváří přebytek energie, který je dodáván do distribuční soustavy a vykupován jejím správcem (Nagy, 2009).

Fotovoltaické panely se většinou montují na povrchy obvodových plášťů, což jsou střechy a fasády. (Deríková, 2010)

V následující tabulce č.1 je shrnuta potřeba tepla na vytápění jak pro stávající stavební fond budov, tak pro novostavby a energeticky úsporné domy:

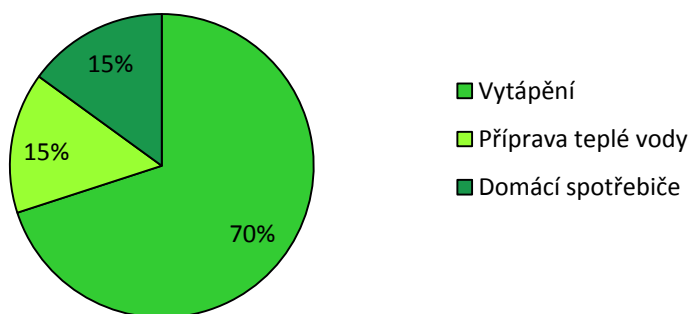
KATEGORIE	POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ
Starší budovy	často dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby a více
Obvyklá novostavba	80-140 kWh/(m ² .a)
Nízkoenergetický dům	≤ 50 kWh/(m ² .a)
Pasivní dům	≤ 15 kWh/(m ² .a)
Nulový dům	≤ 5 kWh/(m ² .a)
Energeticky nezávislý dům	pokrývá si veškeré potřebné energie z vlastních solárních zisků
Plusenergetický dům	pokrývá si veškeré potřebné energie z vlastních solárních zisků

Tab. č. 1: Kategorizace budov dle potřeby tepla na vytápění. (Humm, 1999; Nagy, 2009; Deríková, 2010)

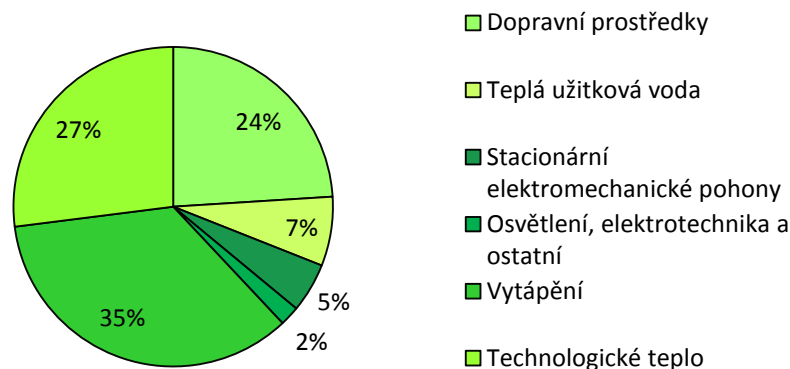
4. POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Energetická náročnost budov je z hlediska legislativy České republiky určována potřebou energie na vytápění, ale i chlazení, ohřev teplé vody, osvětlení a větrání. V právním řádu České republiky jsou minimální požadavky na energetickou náročnost nových i renovovaných budov zpracovány v novele zákona č. 406/2000 Sb. (Laxa a Šváb, 2009)

Nagy (2009) uvádí, že se energie v obytné budově spotřebovává především na vytápění. V menší míře pak na provoz elektrospotřebičů a na přípravu teplé vody. K posouzení energetické náročnosti přípravy tepla pro vytápění se používá více aspektů. K nejčastějším z nich se řadí *měrná potřeba tepla na vytápění*, která se obvykle vztahuje na 1 m² podlahové plochy za jeden rok. Označuje se E_A a její jednotkou je [kWh/(m².a)]. Pro budovy postavené do roku 1990 bylo zapotřebí k vytápění cca 180-220 kWh/(m².a), oproti tomu u novostaveb se zpřísněnými tepelnětechnickými normami se spotřebuje 80-120 kWh/(m².a), což je takřka polovina než u budov postavených do roku 1990. Během roku se v průměrné domácnosti spotřebuje na vytápění 70 % celkové energie (asi 100 kWh/(m².a)). Na přípravu teplé vody asi 15% (25-30 kWh/(m².a)) a zbylých 15% (25-30 kWh/(m².a)) na domácí spotřebiče. V nízkoenergetických domech se spotřeba snižuje o třetinu, čili na 30-50 kWh/(m².a). V grafu č.1 jsou znázorněny přibližné spotřeby energií v průměrné české domácnosti a na grafu č.2 konečné spotřeby energie v České republice.



Graf č. 1: Přibližné rozdělení spotřeby energie v průměrné české domácnosti (v %). (Nagy, 2009)



Graf č. 2: Přibližné rozdělení konečné spotřeby energie v České republice dle účelu (v %). (Halama, 2009)

Pro dosažení snížené energetické náročnosti budov se klade důraz již na výběr stavebního pozemku, koncepci budovy, její umístění, tvar, uspořádání vnitřních prostor, systém domovní techniky, volbu stavebního materiálu a zahrnutí vegetace. To vše vede k ekologicky a energeticky uvědomělé stavbě. Takto promyšlená stavba by se dala považovat i za výsledek ekologického stavění. (Peter a Böckler, 2000)

Cíle ekologické stavby jsou:

- Co možná nejmenší zásahy do přírody.
- Dosáhnout minimálních nároků na zdroje energie a jejich využití při výstavbě a využívání budovy.
- Využití obnovitelných zdrojů energie (pasivní využití slunečního záření, přirozené klimatizace, či rostlinného porostu).
- Minimalizovat množství a koncentraci znečištěného vzduchu, vody, odpadů, odpadního tepla a odpadních vod.
- Zachovat, ba dokonce zvýšit rozmanitost jednotlivých druhů rostlin a živočichů na pozemku.
- Zasadit budovu do krajiny s citem, a tím umožnit zdravé bydlení.

(Peter a Böckler, 2000)

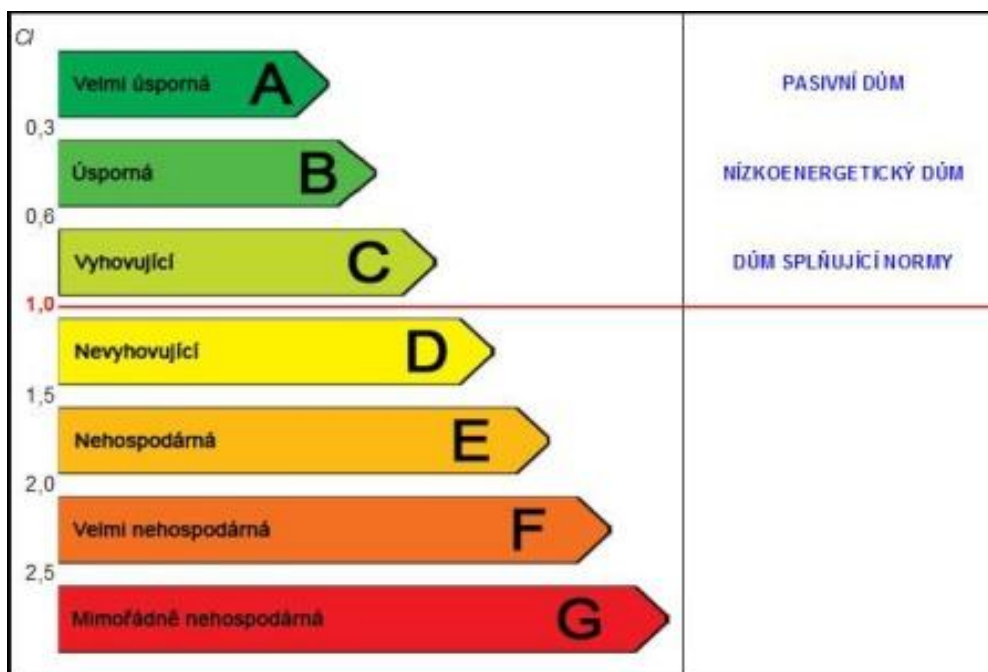
4.1 SOUČASNÁ SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE

Objekty v nízkoenergetickém standardu tvoří zatím malé procento výstavby. Do budoucna budou však nutností. V zahraničí se těší stále větší oblibě, hlavně ve Skandinávii, Německu a Rakousku. V těchto zemích mají zpřísněné legislativní předpisy a všechny nové budovy se musí stavět v nízkoenergetickém standardu (Nagy, 2009). Podle evropské směrnice mají členské státy do roku 2020 zajistit, aby byly všechny nové budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dokud to však

nebude implementované v našich zákonech, či vyhláškách, není to závazné. Na stavbu nízkoenergetického domu se nevztahují státní dotace (Grygera a Kupčecová, 2010). Dotace lze získat na zateplení stávajících domů k dosažení nízkoenergetického standardu a na pasivní domy. (Báčová, 2010)

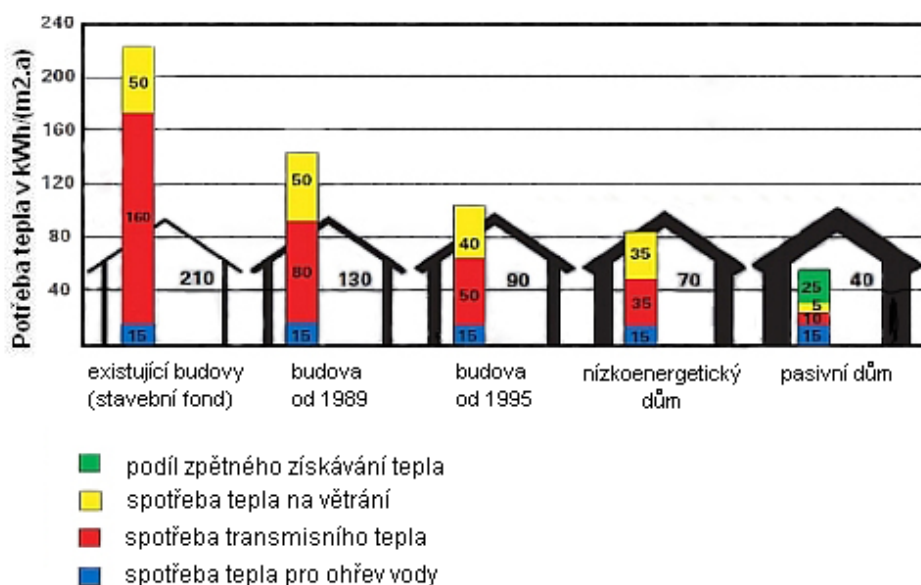
V současnosti se situace v souvislosti se stávajícím fondem budov a novostaveb v České republice člení dle provozní energetické náročnosti budov takto, což je znatelné i z obrázku č. 1:

- Velká část stávajících budov spadá do třídy **E** (nehospodárná) a **F** (velmi nehospodárná) a **G** (mimořádně nehospodárná) – jedná se zpravidla o objekty z masivních konstrukcí bez zateplení.
- Do třídy **D** (nevyhovující) se řadí panelové domy z 80. let 20. století a skoro všechny domy z 90. let 20. století.
- Do třídy **C** (vyhovující) spadají domy stavěné v 90. letech 20. století v lepším standardu a domy splňující normu tepelnětechnických požadavků pro stavební konstrukce, které platily začátkem 21. století.
- Do třídy **B** (úsporné) patří domy splňující požadavky normy začátku 21. století a používající lepší technologická zařízení.
- Do skupiny **A** (velmi úsporné) se řadí domy dosahující lepších hodnot – energeticky pasivní domy. (Nagy, 2009)



Obr. č. 1: Energetický štítek budov. (Debra fabrik, 2010)

V grafu č. 3 jsou znázorněné potřeby tepla pro stávající stavební fond budov i pro novostavby uváděné v kWh/(m².a).



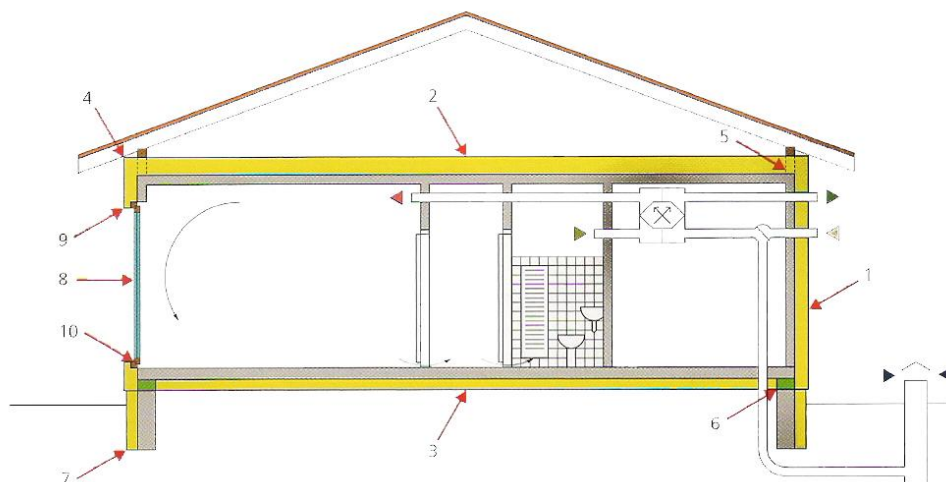
Graf č. 3: Rozdílné potřeby tepla u stávajícího fondu budov a nízkoenergetických staveb. (Encerti, 2011)

4.2 PRO DOSAŽENÍ KRITÉRIÍ NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU NAPOMÁHAJÍ TYTO PRVKY

4.2.1 Zvýšená tepelná ochrana vnějších stavebních prvků obvodového pláště

V mírném klimatickém pásu má kvalita tepelné ochrany stavebních dílů největší vliv na spotřebu energie (Feist a Klien, 1994). Při použití dostatečné vrstvy tepelné izolace se též eliminují obvyklé tepelné mosty (viz. kapitola 4.3). Doporučená vrstva izolace v podlahách na terénu je 150 mm, ve stěnách dle použité technologie 200-250 mm, ve střešních konstrukcích 300-350 mm (Smola, 2011). Z obrázku č.2 je patrné vše, co by mělo být řádně zaizolováno. Tepelná ochrana by se měla používat na obvodové stěny (1), střechu, případně stropy nad nejvyšším podlažím (2), stropy nad nevytápěnými prostory či u podlah na terénu (3). Celá obvodová konstrukce budovy musí být ohraničena nepřerušovanou tepelněizolační vrstvou, aby se potlačily tepelné mosty (4). Tato vrstva nesmí být přerušována ani v místech konstrukčních uzlů, proto se zde používají dilatační konstrukční prvky (5), případně tepelné oddělení masivních konstrukcí (6), které lze provést např. pomocí únosných materiálů s nízkou tepelnou vodivostí. Důležité je tepelně zateplit i základové konstrukce, a to až na úroveň základové spáry (7). Okenní otvory zajišťují díky pasivním solárním ziskům ohřev vnitřních prostor. Pro energeticky úsporné domy byla vyvinuta tepelněizolační

trojskla (8). Okenní rámy (10) se v zásadě překrývají tepelněizolační vrstvou (9). (Nagy, 2009)



Obr. č. 2: Tepelná ochrana energeticky úsporného domu. (Nagy, 2009)

4.2.2 Dostatečná vzduchotěsnost a větotěsnost obvodového pláště

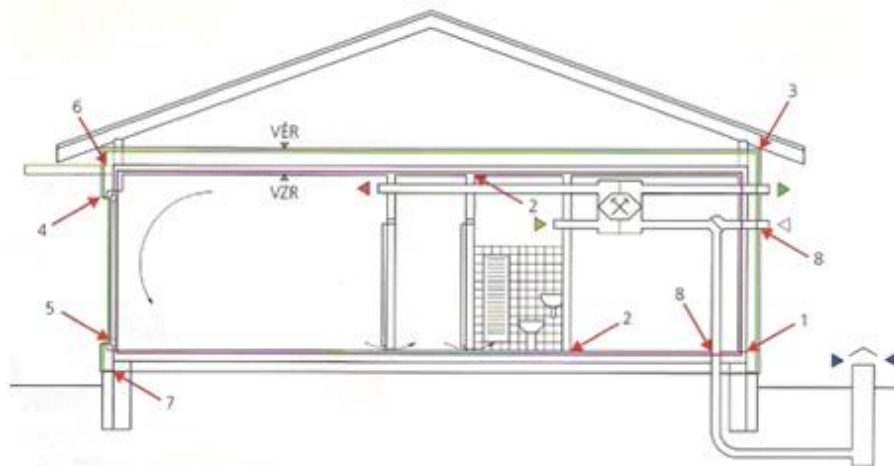
Tepelné ztráty zapříčiňují i obyčejné ventilační průduchy digestoře, spíže, krbu nebo garáže. Pro splnění požadavku vzduchotěsnosti se musí využít dobré parozábrany. U zděných konstrukcí takto může působit např. oboustranné omítnutí. Vzduchotěsnost se dá prověřit pomocí „Blower-door“ testu (Smola, 2011). Tímto testem se zjistí množství uniklého vzduchu z budovy při známém rozdílu tlaku v exteriéru a interiéru, který činí 50 Pa (Ó Sé, 2012). Při samotném testování se na rám otevřených venkovních dveří, případně na otevřené okno, napne fólie s ventilátorem. V domě se tak vytváří podtlak, či přetlak. Zjistí se tempo otáček potřebných k udržení stanoveného tlakového rozdílu (Hollan, 2008). Při zkušebních podmínkách musí výměna vzduchu za hodinu dosáhnout nižší hodnoty než $0,6 \text{ h}^{-1}$ pro pasivní domy (Ó Sé, 2012). Pro nízkoenergetické domy s rekuperací je vyžadována hodnota nižší než 1 h^{-1} , pro nízkoenergetické domy s nuceným větráním musí být hodnota do $1,5 \text{ h}^{-1}$. Pro současné novostavby je zapotřebí dosáhnout hodnoty nižší než $4,5 \text{ h}^{-1}$ a u stávajících staveb hodnoty nižší než 7 h^{-1} (Paleček, 2007). Hodnota se zjistí dělením objemu vzduchu, který projde během hodiny skrz konstrukci a objemem budovy (Ó Sé, 2012). Po dokončení stavby se úniky tepla dají zjistit i snímáním termovizí, ultrazvukovým přístrojem, případně bezdotykovým infračerveným teploměrem. (Smola, 2011)

Neprůvzdušným vrstvám je nutno se věnovat již při návrhu skladeb konstrukcí a dbát na jejich realizaci. Relativní neprůvzdušností je zapotřebí se zabývat jak u staveb energeticky úsporných, tak i u všech ostatních budov.

Netěsnosti v obvodovém plášti zapříčiňují tepelný únik a snižují tepelně izolační schopnosti stavebních materiálů. Pro správnou realizaci obvodového pláště se tedy vyžadují dvě roviny neprůvzdušnosti (Obr.č.3):

- *Vzduchotěsná rovina (VZR)* – nachází se na vnitřní straně pláště a plní funkci dodatečné parotěsné zábrany.
- *Větotěsná rovina (VĚR)* – nalézá se na vnější straně pláště a plní funkci dodatečné povětrnostní ochrany.

Již při návrhu se tedy věnuje pozornost napojení obvodových stěn, základů a podlah na terénu (1). Dále i napojení stěn v interiéru ke stropu a podlaze na terénu (2). Správně řešeno musí být i napojení střešní roviny s obvodovou stěnou (3). Nesmí se opomenout ani osazení oken v obvodové stěně (4) a v okenních rámech (5). Pozornost se věnuje i místům, kde konstrukční prvky vystupují (6). V neposlední řadě se řeší i napojení obvodového pláště s povětrnostní zábranou (7) a prostupy všech technických rozvodů a potrubí skrze obvodový plášť (8). (Nagy, 2009)



Obr. č. 3: Zabezpečení vzduchotěsnosti a větotěsnosti obvodového pláště. (Nagy, 2009)

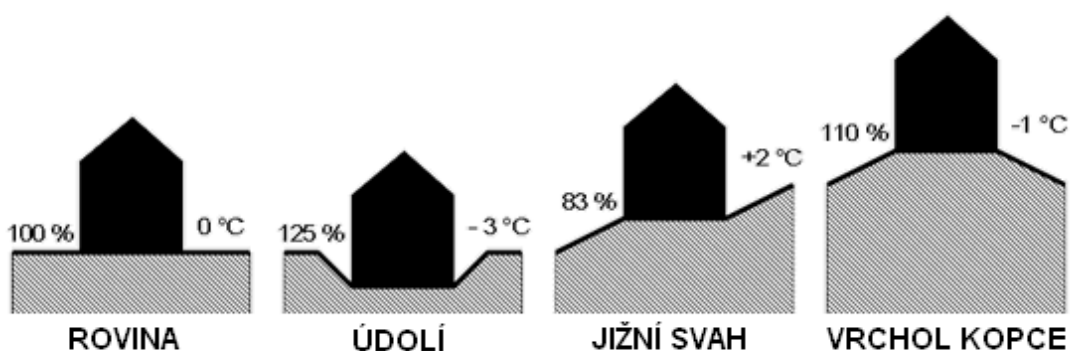
4.2.3 Pasivní využití sluneční energie přes prosklené plochy ve fasádách

Pro dosažení největších solárních zisků je nejlepší umístit budovu u severní a východní hranice parcely. Tehdy je jižní a západní strana domu plně vystavena solárním ziskům (Smola, 2011). Na obrázku č.5 lze vidět dopad slunečních paprsků z jižní strany a to jak v létě, tak v zimě.

4.2.4 Výběr pozemku

Při výběru pozemku se investor může zaměřit na vhodnost lokality s ohledem na kvalitu ovzduší, možnosti rekreace, popřípadě z pohledu dopravního spojení, vzdálenosti od práce, školy a obchodů. (Lukáčová a Urminská, 2007)

Energeticky úsporněji působí pozemky umístěné ve svahu. Dům se v takovémto případě stává „otevřeným“ jen na jedné straně a ze strany druhé je chráněn zapuštěním do svahu. Možnosti umístění stavby spolu se ztrátami tepla jsou znázorněny na obrázku č.4. Energetickou náročnost ovlivňuje i poloha domu v zastavěném území. V intravilánu je vzduch teplejší, než v extravilánu. Zástavba působí jako producent tepla a zároveň i chrání pozemek před povětrnostními vlivy. V České republice převládají severozápadní větry. Když je tedy pozemek z této strany chráněn zástavbou či svahem, stává se z energetického hlediska lepším. (Lukáčová a Urminská, 2007)



Obr. č. 4: Tepelné ztráty budovy v % a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu. (Nagy, 2007)

4.2.5 Koncepční podmínky

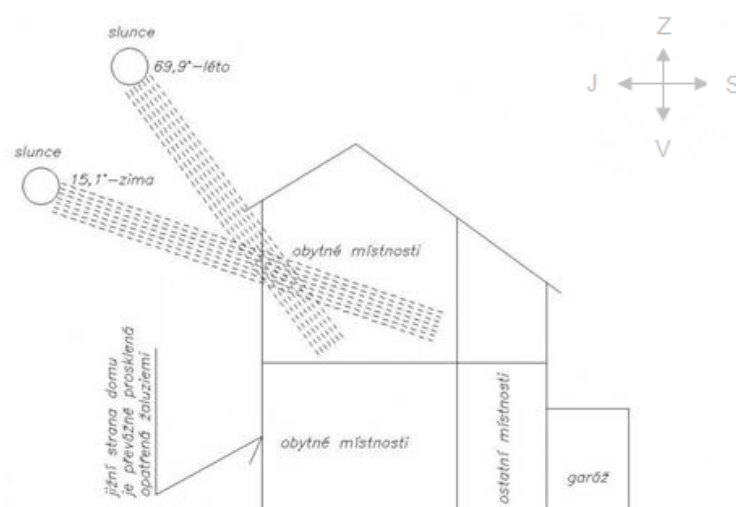
Jedním z předpokladů energeticky úsporného domu je co nejmenší plocha vnější obálky budovy v poměru k vytápěnému objemu. Příliš komplikovaný tvar stavby se tak projeví vyšší spotřebou energie. Nepříznivý vliv přinášejí výstupky, zářezy a ostré úhly v půdorysu. V žádném případě není neoptimálnější tvarem půdorysu čtverec, či obdélník. Za „optimální“ se považuje tvar polokoule ležící na zemi, avšak takový tvar se pro rodinný dům nepoužívá. Návrhem kompaktní budovy se tomu však lze přiblížit (kompaktní budova má při stejném objemu menší vnější ochlazovanou plochu než budova členitější), (Počinková a Čuprová, 2004). Za ustálený tvar se považuje ležatý kvádr, s delší stranou směřovanou k jihu. Střecha by se měla konstruovat plochá, či pultová, méně vhodnou je střecha

sedlová (Smola, 2011). Na energetickou náročnost budovy má tedy vliv tvarové řešení, které se vyjadřuje pomocí tzv. geometrické charakteristiky budovy A/V , což je poměr mezi ochlazovanou plochou obalových konstrukcí budovy (A) a vytápěným objemem (V). Při nižších hodnotách A/V se předpokládá nižší potřeba energie na vytápění, naopak s rostoucím poměrem A/V při stejných tepelněizolačních schopnostech obalových konstrukcí spotřeba energie stoupá.

(Kiss, 1983; Počinková a Čuprová, 2004)

4.2.6 Vnitřní dispoziční podmínky

Dispoziční řešení půdorysu je uspořádáno dle teplotních zón (Obr.č.5). Na severní stranu se umisťují vedlejší prostory (koupelna, garáž, chodby, schodiště, spíže apod.), které vytvářejí tepelně vyrovnávací zónu mezi obytnými místnostmi a exteriérem. Tyto prostory jsou nenáročné na denní osvětlení, proto se do nich navrhuje okenní otvory s minimální plochou, čímž se dosáhne i minimálních tepelných ztrát. Při situování obytných místností na severní stranu dochází k problematickému zajištění osvětlení denním světlem. Na jižní straně bývá vyrovnávacím prostorem zasklená veranda nebo zimní zahrada. Dalšími místnostmi, které je vhodné orientovat na jižní stranu, jsou často užívané obytné prostory, kde lze použít velkoplošné zasklení. V případě, že obytná místnost navazuje na zimní zahradu, nesmí být opomenuté vyřešení jejího větrání. Na ostatní strany se umisťují obytné místnosti dle předpokládané doby jejich užívání např. obývací pokoj je nejčastěji používán v odpoledních a ve večerních hodinách, proto je vhodná orientace na jih, jihozápad a západ. Pro ložnice je optimální východní strana, popřípadě i severovýchodní či jihovýchodní a to z důvodu ranního proslunění (Nagy, 2002). Tzv. „mokrý prostor“ by se měly soustřeďovat nad sebe a nejlépe na jednu stupačku. (Smola, 2011)

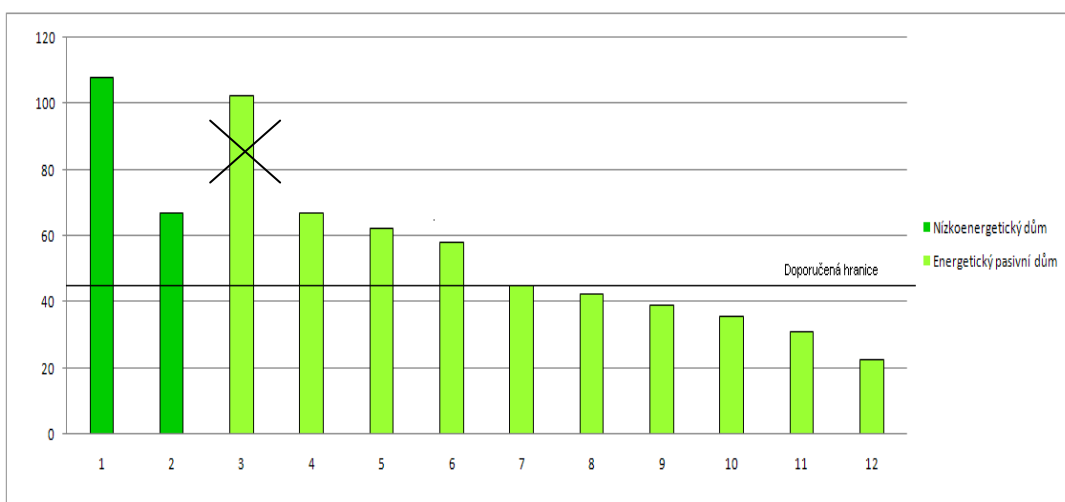


Obr. č. 5: Orientace budovy. (Hartstav, 2011)

4.2.7 Optimálně zvolený vytápěcí systém

Zdroje energie se dělí na neobnovitelné, neboli ty, co mohou být třeba i v brzké době vyčerpány (ropa, uhlí, zemní plyn) a obnovitelné zdroje energie. Evropská unie podporuje vyšší zastoupení obnovitelných zdrojů, do nichž spadá biomasa, sluneční záření, využití nízkopotenciální energie země, vody a vzduchu v tepelných čerpadlech. (Nagy, 2009)

Z grafu č.4 vyplývá potřeba primární energie různých energetických soustav na vytápění a přípravu teplé vody.



Graf č. 4: 1- kondenzační plynový kotel a odtahové větrání; 2- bloková teplárna a odtahové větrání; 3- elektrické vytápění (výhradně přímé elektrické zabezpečení tepla se nedoporučuje); 4- elektrické vytápění + fotometrický solární systém; 5- elektrické vytápění + tepelné čerpadlo na přípravu teplé vody; 6- nízkoteplotní vytápění olejem; 7- kondenzační plynový kotel; 8- certifikovaný kompaktní agregát; 9- solankové tepelné čerpadlo a podlahové vytápění; 10- certifikovaný kompaktní agregát + fotometrický solární systém; 11- blízkovod tepla; 12- kotel na pelety. (Nagy, 2009)

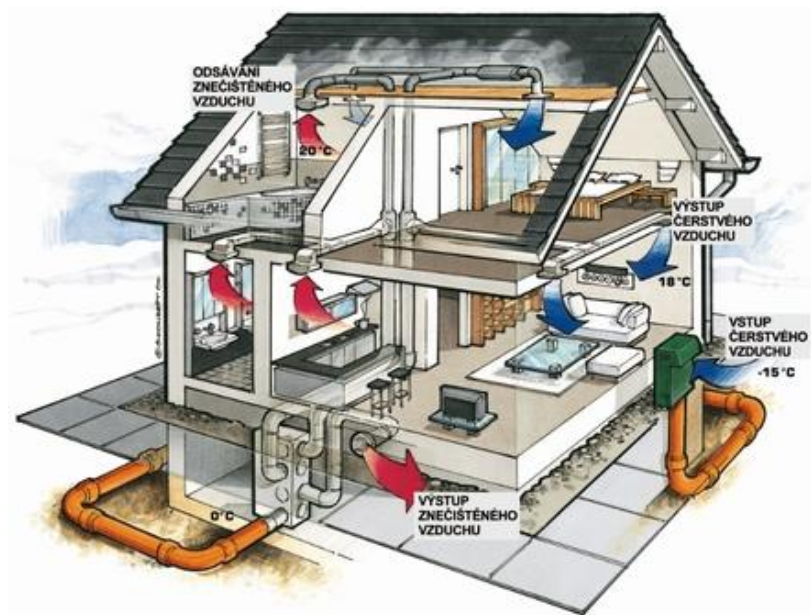
Vysoce energeticky efektivní jsou kombinovaná větrací a otopná zařízení s rekuperací tepla. Při zhodnocení dílčích energetických médií by se měly brát v potaz především faktory energetické přeměny, což je propočet konečné spotřeby pro primární zdroje. Dále by se měla zohledňovat produkce emisí a účinnost přeměny na teplo (Tab.č.2). (Nagy, 2009)

Energetické médium	Faktor energetické přeměny (kWh/kWh)	Ekvivalentní emisní faktor CO ₂ (kg/kWh)
Elektrický proud	2,7-3,0	0,68
Palivové dřevo	0,2	0,05
Solární systém hypotermický	0,05	-
Solární systém fotovoltaický	0,2	-
Zemní plyn	1,1	0,25
Černé uhlí	1,1	0,44
Centrální teplovod (plynová kotelna)	1,5	0,41
Centrální teplovod (plynová kotelna, kogenerační jednotka 70%)	0,7	0

Tab. č. 2: Faktory energetické proměny a produkce emisí energetických médií. (Nagy, 2009)

4.2.8 Větrání

Větrání se rozděluje na přirozené a nucené. U přirozeného větrání dochází k pohybu stejně jako v atmosféře. U nuceného větrání se uplatňuje nucený přívod i odvod vzduchu (Lukáčová a Urmínská, 2007). Požadovaná vzduchotěsnost zcela nevyhovuje hygienickým požadavkům spojených s výměnou vzduchu. Proto se zde většinou uplatňuje řízený systém větrání s rekuperací tepla a možností chladit vzduch. Do budovy je z exteriéru nasáván čerstvý vzduch, který je po průchodu rekuperační jednotkou záměrně rozváděn do místností. Špatný odpadní vzduch je přes rekuperační jednotku odváděn do venkovního prostředí. K nejdůležitější funkci rekuperační jednotky patří obnova a úprava vzduchu v místnosti i s rekuperací tepla. Obnova vzduchu vede k zamezení rozšíření plísní, zápachu a škodlivin, zejména pak CO₂. Úpravou se rozumí filtrace, tepelná úprava a vlhčení. Rekuperace spočívá v předání tepelného potenciálu odpadního vzduchu, vzduchu čerstvému, který přichází do systému řízeného větrání a to většinou prostřednictvím protiproudého výměníku (Obr.č.6). V zimě se vzduch predehřívá a v létě naopak dochází k dílčímu ochlazení. Soustava se vždy navrhuje dle objemu vyměňovaného vzduchu pro obytné a nebytové prostory. Minimální množství vyměňovaného vzduchu za hodinu se různí dle funkčního využívání místností. Rekuperační jednotky by se měly umisťovat do „teplé obálky“ domu. Složky typického systému řízeného větrání se skládají ze vzduchotechnické rekuperační jednotky, vzduchových rozvodů s rozdělovači, tlumičů, výústků, ventilů a ze zemního výměníku. U rodinných domů bývají rekuperační jednotky součástí centrálního a lokálního systému. (Smola, 2011)



Obr. č. 6: Schéma funkce rekuperační jednotky. (Paul, 2011)

4.2.9 Energeticky úsporná výroba teplé vody (aktivní solární zařízení, účinná domácí technika). (Nagy, 2002)

4.2.10 Efektivní využívání elektrického proudu (energeticky úsporné osvětlení a domácí spotřebiče). (Nagy, 2002)

4.2.11 Chování uživatelů (uvědomělá obsluha, přihlednutí k dennímu i ročnímu období a správné ovládání technických zařízení). (Nagy, 2002)

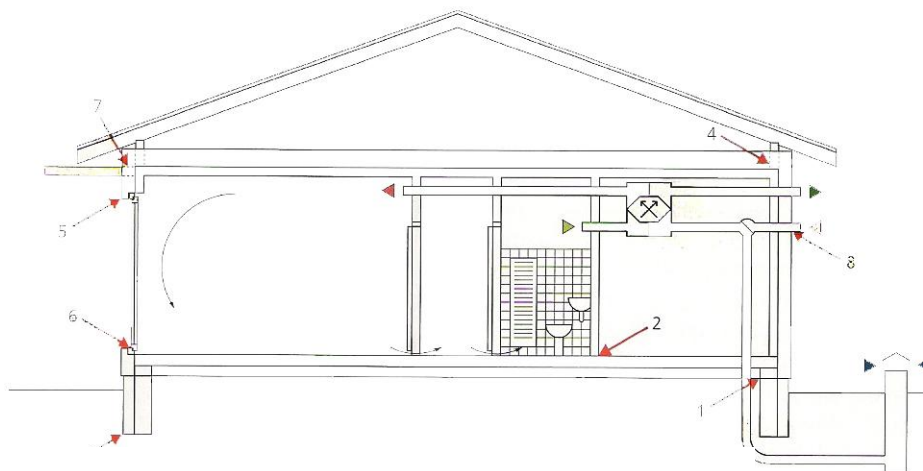
4.2.12 Ekologická bilance nízkoenergetického domu (uvážení jeho celkového životního cyklu, upřednostnění stavebních materiálů s minimálními energetickými nároky na získávání surovin, výrobu, recyklaci a odstraňování, splňujících kritéria zdravotní neškodnosti, s pozitivním vlivem na tvorbu optimálního vnitřního klimatu). (Nagy, 2002)

4.3 TEPELNÉ MOSTY

Tepelné mosty nejčastěji vznikají vedením, dále mohou být způsobeny sáláním a prouděním tepla. Rozdělují se na tepelné mosty v konstrukci a tepelné vazby. *Tepelné mosty v konstrukci* mohou být způsobeny nahodile nebo systematicky. *Tepelné vazby* se tvoří v místě styku dvou odlišných konstrukcí. (Šubrt, 2011)

Při navrhování nízkoenergetického domu je nutné eliminovat tepelné mosty, které mohou zcela znehodnotit jinak dobrou koncepci stavby. V zimě dochází v místě tepelného mostu ke zvýšené tepelné ztrátě, než v jiných místech konstrukcí. V oblasti tepelných mostů většinou dochází k povrchové kondenzaci vodních par, která může být doprovázena rozrůstáním plísní. Dochází k tomu v důsledku rozdílných teplot na vnitřním povrchu a na ploše konstrukce. Tepelné mosty vznikají zejména v místech napojení konstrukcí, při geometrické změně konstrukce atd. Pro nízkoenergetický dům by proto měla platit zásada jednoduššího tvaru domu, čímž vznikne méně ochlazovaných ploch. (Počinková a Čuprová, 2004)

Konkrétně se musí věnovat pozornost konstrukčním uzlům v napojení obvodové stěny se základy a s podlahou na terénu (1). Stejně tak i napojení vnitřních stěn a podlahy na terénu (2). Dále se musí řešit napojení základů s terénem (3), obvodových stěn se střešní konstrukcí (4). U oken se věnuje pozornost osazení do obvodové stěny (5) a do okenních rámců (6). Hledí se i na veškeré vyčnívající konstrukce (7) a na prostupy potrubí a technických rozvodů skrz obvodový plášť (8). To vše je znatelné z obrázku č.7. (Nagy, 2009)

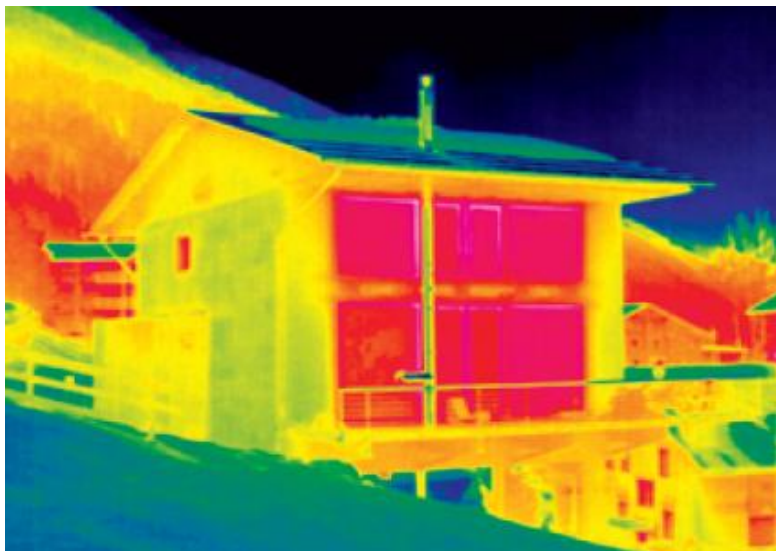


Obr. č. 7: Zamezení tepelných mostů v obvodovém plášti. (Nagy, 2009)

Aby nedocházelo k tvorbě tepelných mostů, musí být splněny následující požadavky pro všechny stavební detaily:

- Po celou životnost stavby se nesmí porušit konstrukce.
- Povrch konstrukce v exteriéru musí mít teplotu, při níž neporostou plísně.
- Vzduchotěsnost.
- Stavební realizovatelnost.
- Detail musí umožňovat plnou funkci stavby, dle umístění musí vykazovat náležitou nosnost.

Při řešení stavebních detailů je nutné, aby se dosáhlo co nejmenšího tepelného toku, tudíž aby v tomto místě docházelo k co nejnižším tepelným ztrátám (Šubrt, 2011). Tepelné ztráty jsou viditelné na snímcích z termovize na obr.č. 8 a 9. Na obrázku č.8 jsou znatelné tepelné mosty v napojení okenního rámu s ostěním.



Obr. č. 8: Snímek rodinného domu z termovizní kamery. (Márton, 2010)



Obr. č. 9: Snímek z termovizní kamery s pohledem na Tančící dům. (MF Dnes, 2009)

4.4 PERSPEKTIVNOST A UŽIVATELSKÁ BEZPEČNOST

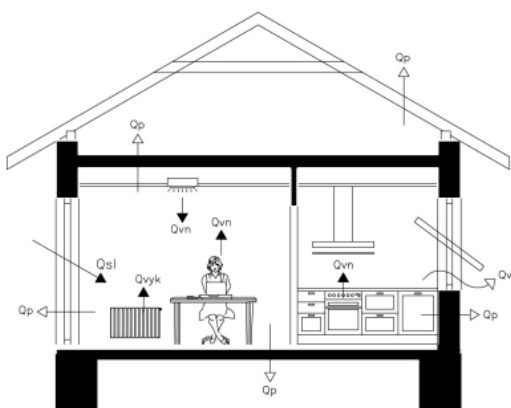
Bydlení v nízkoenergetickém domě představuje bezpečnost do budoucnosti a to zejména díky nezávislosti filtrace čerstvého vzduchu v domě na kvalitě venkovního vzduchu. Takže i když se venku zvýší koncentrace škodlivin, na interiér to nebude mít žádný dopad. Další výhodou, zvláště v dnešní době, je připravenost na cenový růst energií a to v důsledku až o 75% nižších nákladů na energii, než u standardních domů. V našich klimatických podmínkách jsou většinou nízké venkovní teploty spojovány s jasnou oblohou. Sluneční paprsky mohou během dne zajistit potřebný přístup tepla do interiéru a docílit tak tepelnou pohodu. Kvalitní tepelná izolace zabraňuje poklesu vnitřních teplot i za nepříznivého počasí. (Nagy, 2009)

4.5 ENERGETICKÁ BILANCE

Energetická bilance je všeobecně chápána pouze jako náročnost na spotřebu energie po dobu provozu budovy. Tou se však rozumí pouze *provozní energetická náročnost* – PEN. (Nagy, 2002)

Při ekologické energetické bilanci budovy se kalkuluje energetická bilance v průběhu celého životního cyklu budovy, do kterého spadá výstavba, užívání, modernizace, pravidelné údržby, bourání, a recyklace. Tyto cykly se označují jako *investiční energetická náročnost* – IEN. Energetická bilance se nedá vypočítat při návrhu pro každý objekt samostatně, proto je dobré uvažovat již existující principy a hierarchie. (Nagy, 2002)

Spotřeba energie se zjišťuje z rozdílu mezi tepelnými proudy vycházejícími z budovy, což jsou ztráty způsobené vedením a větráním a tepelnými zisky, k nimž patří sluneční záření procházející skrze okna (pasivní solární energie) a vnitřní zdroje tepla (osoby, domácí spotřebiče) viz obr.č.10. (Feist a Klien, 1994 ex. Rouvel, 1983)



LEGENDA:

Q_p -Přechod přes stěnu, okno, strop, střechu, podlahu

Q_v -Větrání

Q_{vyk} -Vytápěcí systém

Q_{sl} -Sluneční záření

Q_{vn} -Vnitřní zdroje (osvětlení, lidé, spotřebiče)

Obr. č. 10: Ztráty a zisky tepla

v domě (Wranders, 2006)

4.6 NÁVRATNOST INVESTIC

Měří se penězi, hodnotí výdaje na realizaci stavby a její provoz ve srovnání s dosaženými příjmy. Vstupními veličinami pro hodnocení jsou: provozní náklady, celkové investiční výdaje, velikost úspor energie a samozřejmě také doba životnosti zařízení. (Počinková a Čuprová, 2004)

Doba návratnosti investic se dá vyjádřit pomocí vztahu: $T_N = I_N / (V - N_P)$ [Kč]

Kde I_N jsou investiční výdaje v Kč, V výnosy (příjmy) z realizace v Kč a N_P roční provozní výdaje. Tento vztah dává přibližnou představu o ekonomické efektivnosti zařízení. Doba návratnosti investic nesmí překročit předpokládanou životnost stavby, jinak by se stavba stala zcela neekonomickou a bez možnosti návratnosti vložených financí. (Počinková a Čuprová, 2004)

5. PŘÍRODNÍ SUROVINY PRO STAVĚNÍ

5.1 JAK TO BYLO SE STAVEBNÍMI MATERIÁLY DŘÍVE

Po dlouhá staletí se ke stavění užívaly hlavně místní přírodní suroviny a území se dělila na tzv. zóny (*Chybík, 2008 ex. Mencl, 1980*). Domy se stavěly dle osvědčených způsobů, podpořených tradičními a časem prověřenými technologiemi. Nejen ve venkovském, ale i v městském prostředí se budovaly stavby v harmonickém souladu s krajinou a zároveň vyhovující životnímu stylu obyvatel. V průběhu historického vývoje, zejména pak kolem roku 1750 s nástupem průmyslové revoluce, nastala proměna způsobu a formy využívání energie (*Chybík, 2008*). S rozvojem dopravní infrastruktury se již prolomila decentralizace výroby přírodních materiálů. Zapříčinilo to určité zvýšení životní úrovně, ovšem za cenu nadměrného zatížení Země (*Márton, 2010*). Železniční a vodní cesty byly na území naší země vybudovány do konce 19. století. Silniční přeprava se vyvíjela pomaleji, až v období 1. světové války s rozvojem techniky se silniční doprava začlenila do běžného života. V tomto období přestalo být obtížné transportovat stavební hmoty na velké vzdálenosti. Místní přírodní materiály spjaté s krajinou začaly být vytlačovány a nahrazovány průmyslovou produkcí. V závislosti na dopravě, dostupnosti skla, oceli, betonu a s uplatněním cementu ztratila celá řada nově postavených i původních domů svůj ráz. Domy se začaly vzdalovat své původnosti (*Chybík, 2008*). Dnešní stavby z přírodních materiálů také již neodpovídají tradicím našich předků. Je však velice chvályhodné, že stavebníci dbají na životní prostředí a snaží se zvýšit využití přírodních materiálů.

5.2 VÝBĚR STAVEBNÍHO MATERIÁLU

Dnes jsou spousty faktorů, které ovlivňují výběr stavebního materiálu. Nejčastějšími kritérii jsou cena, tepelně-izolační vlastnosti, dostupnost, rychlost výstavby a spotřeba materiálu. Výběr materiálu by měl odpovídat dané lokalitě (pozemku). Není tomu tak ale pokaždé, a to díky novým technologiím. Např. v příměstských oblastech se dnes vyskytují i dřevěné domy a v podhorských oblastech domy z keramických tvárnic. V nedávné historii tomu tak nemohlo být kvůli špatné přepravě materiálů a „stavělo se z toho, co bylo“ (*Deríková, 2010*). Především se užívaly materiály dle místně převládajícího ekosystému např.: došky, nepálené cihly, drny, rákosí, kameny, dřevo, cihly, či látky. (*Spiegel a Meadows, 2012*)

Klimatické podmínky se v jednotlivých regionech České republiky razantně neliší, proto platí, že stejné stavební materiály lze uplatnit pro stavbu na celém území České republiky. Není to však ani ekologické, ani ekonomické. U spousty případů staveb rodinných domů se nalézá stavební materiál přímo na pozemku, nebo v jeho těsné blízkosti (sláma, hlína atd.). Hlavní výhodou jsou zde odpadající náklady na přepravu materiálu. (Deríková, 2010)

5.3 PŘÍRODNÍ A NETRADIČNÍ STAVEBNÍ MATERIÁLY

Aleš Brotánek: *„Přírodní materiály mají v sobě krásu živých materiálů, srozumitelných cyklů a zákonitostí a většinou jsou vhodné i pro svépomocnou výstavbu. Mají v sobě cosi těžko uchopitelného, co lze nazvat schopností nebo potenciálem spoluvytvářet teplo domova, osobitost a vědomí toho, co, proč a jak činím v širších souvislostech.“* (Márton, 2010)

Netradiční přírodní stavební materiály se na trhu budou objevovat zřejmě čím dál častěji. Jedním z důvodů je podpora EU při pěstování těchto přírodních zdrojů. Začínají se čím dál víc prosazovat a získávají stále větší oblibu mezi investory. Efektivním využitím vlastností přírodních stavebních materiálů lze dosáhnout moderní stavby s dobrým vlhkostním mikroklimatem a tepelnou pohodou. (Zach a Hroudková, 2010)

V České republice se vzhledem k nízké poptávce moc výrobců přírodních stavebních materiálů nevyskytuje, ale i přesto se jejich počet zvyšuje. Výrobci se mnohdy potýkají s komplikacemi při získávání drahých certifikací. Drobní výrobci pak mají problémy s dovozem a zpracováním menších množství, které se následně promítne ve vyšší ceně. (Márton, 2010)

Přírodní materiály kladou minimální nároky na zdroje neobnovitelné energie a to zejména kvůli tomu, že se povětšinou jedná o odpady ze zemědělské výroby, ať už jde o pěstování plodin nebo lesní hospodářství. Při jejich zpracování se užívá jednoduchých metod, není zde zapotřebí žádných náročných a složitých úprav či mechanizací. Téměř všechny přírodní materiály se dají kompostovat nebo spálit a to s nízkými emisemi škodlivin. Při jejich správném použití je jejich životnost vyšší, než u materiálů syntetických. (Márton, 2010)

Přírodní materiály dodávají člověku pocit zdravého vnitřního prostředí. Odpadají zde obavy z chemických rozborů stavebních hmot, u kterých se až po několika letech zjistí jejich negativní vlivy na zdraví člověka. Proto se takovýmto domům říká – Zdravé budovy. Tyto budovy působí na lidské smysly vesměs

příjemně. Důležitou roli hraje teplo, chlad, tvary, barvy, měkkost, tvrdost, vůně aj. Naopak domy, které uvolňují do vzduchu škodlivé látky a snižují tak kvalitu života např. díky astmatu, alergiím a karcinogenním onemocněním trpí tzv. syndromem nemocných budov. Za syndrom nemocných budov mohou v první řadě chyby již z projektu, nevhodný návrh technického provedení stavby a použití špatných materiálů. (Márton, 2010)

Márton (2010) uvádí i nevýhody přírodních stavebních materiálů. Především je to čas, který se věnuje plánování a shánění materiálů. U běžných stavebních materiálů nezáleží na počasí, ročním období a lidech např. zemědělcích, jako u materiálů přírodních.

5.3.1 Přírodní materiály se dělí do tří kategorií

- *Konstrukční materiály* – vytváří nosné konstrukce (nepálená cihla, lisovaná sláma, slaměné balíky).
- *Izolační materiály* – slouží k tepelnému izolování obvodových plášťů budov, zvukové izolaci podlah, akustickým obkladům (len, konopí, celulóza, rákos, ovčí vlna, sláma, výrobky z dřevěných vláken, bavlna).
- *Doplňkové materiály* – řadí se sem tkanina z juty, tkanina a tapety z ovčí vlny, tkanina z kokosových vláken, linoleum, podlahovina z korku a nátěry z přírodních látek.

(Chybík, 2008 ex. Nagy, 2004)

5.3.2 Hlavními příčinami, proč investoři volí přírodní stavební materiály jsou

- Přírodní materiály reprezentují poměrně snadno obnovitelné zdroje.
- Vlastnosti přírodních materiálů jsou blízké potřebám lidského organismu, zejména z pohledu vnitřního mikroklimatu.
- Přírodní materiály představují místně dostupnou materiálovou základnu.
- Přírodní stavební materiály vykazují značně nižší energetickou náročnost výroby.
- Budovy z přírodních materiálů lze po jejich „dožití“ recyklovat.

(Keprdová, 2011)

5.3.3 Dělení přírodních materiálů do skupin podle původu primární suroviny

- *Rostlinné organické materiály*: sláma, korek, dřevěná vlákna, – celulóza, len, konopí, kokosová vlákna, rákos, bavlna.
- *Minerální anorganické materiály*: keramzit – expandovaný jíl, vermikulit - expandovaná slída, expandovaný perlit, expandovaná břidlice – expandit, siopor, minerální pěna, pemza, vápenný silikát a pěnové sklo.
- Zvířecí organické – ovčí vlna.

(Márton, 2010)

5.4 ROSTLINNÉ ORGANICKÉ MATERIÁLY

5.4.1 Sláma

Za slámu se považují suché stonky vymláceného obilí (pšenice, ječmene, žito, prosa, oves) a prádlných rostlin (lnu, konopí, rýže). K výrobě slaměných balíků pro stavbu domu se nejčastěji používá sláma z pšenice, či žito. Méně vhodnou variantou je sláma z ječmene a oves, protože vykazuje menší stabilitu. (Minke a Mahlke, 2009)

V České republice je nejpoužívanější sláma pšeničná. K jejím předním vlastnostem patří nízká náchylnost k hnití při krátkodobém působení vlhkosti. Příměsí trávy, listů a jiných podobných organických materiálů by mohly za vlhka rychle napomoci k jejímu hnití. (Márton, 2010)

Mezi hlavní výhody slámy se řadí její obnovitelnost a vědomí, že po dosloužení stavby lze slámu lehce a nezávadně likvidovat, neboť se může zkompostovat nebo spálit v kotlích na biomasu (Márton, 2010). Svoboda (2004) dále mezi výhody řadí snadnou možnost výměny jednotlivých prvků v případě jejich poškození. Jako stavební materiál se sláma považuje za velice dostupnou, levnou, naprosto ekologicky nezávadnou a snadně recyklovatelnou možnost stavění. Márton (2010) praví, že jako izolační materiál je sláma téměř ideální a při dodržení všech stavebních metod dosahuje životnosti až stovky let. Báčová (2010) popisuje, že se fyzikální vlastnosti slaměných balíků odvíjí z velké části z kvality a objemové hmotnosti. Kvalitně slisované balíky mající objemovou hmotnost 90-110 kg/m³ dosahují při použití kolmo na stébla hodnoty součinitele tepelné vodivosti $\lambda_D=0,052$ W/(m.K). Berge (2009) radí pro zvýšenou odolnost balíků proti ohni jejich ošetření 5% roztokem vodního skla, případně vápennou kaší.

Na trhu existuje více druhů stavebních produktů ze slámy, za hlavní se považují balíky a panely ze slámy (Obr.č.11), (Minke a Mahlke, 2009). Již při plánování stavby ze slámy, konkrétně pak ze slaměných balíků, nastává pravý čas je shánět. S jejich sháněním by se mělo začít vždy nejpozději rok před stavbou, kdy v záloze zůstává rok další. V ideálním případě by se mohla v témže roce stihnout sklizeň, balíkování, zaizolování a i hliněné omítnutí budovy. Omítat by se mělo nejpozději v září, aby stačily omítky vyschnout ještě před zimou. Nejspolehlivější variantou je však začít stavět na již připravené základy brzy z jara, v létě izolovat a omítat, na podzim v exteriéru provádět pouze dokončovací práce a přes zimu se zabývat už jen interiérem. (Márton, 2010),



Obr. č. 11: Vzhled vnitřku panelu ze slaměných vláken tuzemské produkce (Štastník a kol., 2006)

Při samotném balíkování je důležité, aby byla sláma suchá, nejlépe zlatavé barvy. Dále je třeba eliminovat příměsi trávy, plevelů a nevymláčených klasů, které přitahují hlodavce. Pro zajištění lepší kompaktnosti balíku jsou vhodnější delší stébla. Zemědělci však většinou volí pěstování odrůd s kratšími stébly a to jednak kvůli stabilitě při dešti a větru, ale také pro snížení množství odpadního materiálu. Nejlepší místo pro uschovávání balíků ještě před umístěním na stavbu jsou suché a větrané prostory (Márton, 2010). Sláma se musí chránit před všemi zdroji vlhkosti vždy, nejen před započítím stavby. V realizované stavbě se sláma odděluje od vlhkosti obkladem či omítkou. (Báčová, 2010)

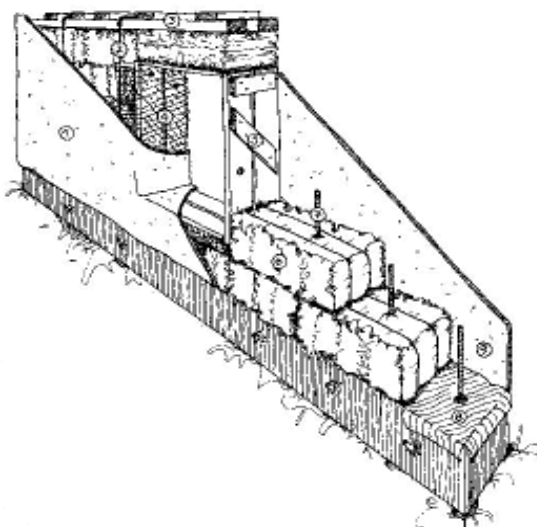
Svoboda (2004), Minke a Mahlke (2009) uvádějí, že stavění ze slámy se začalo rozvíjet v USA spolu s objevem lisů na balíky v 19. století. První slaměné objekty byly stavěny bez dřevěných konstrukcí a střecha spočívala přímo na stěně z balíků slámy.

Dnes se u stěn ze slaměných balíků rozlišují dva zásadně odlišné konstrukční systémy. Prvním je nosná stěna z balíků slámy (Obr.č.12), kdy je tíha stěny přenášena přes balíky přímo do základů a druhým konstrukčním systémem je skeletová konstrukce vyplněná slámovými balíky (Obr.č.13). U skeletové konstrukce, která může být zhotovena ze dřeva, oceli, nebo železobetonu, neplní balíky slámy žádnou statickou funkci, nýbrž funkci tepelněizolační. (Minke a Mahlke, 2009)

Berge (2009) uvádí, že větší množství staveb je s použitím slámy jako výplňového materiálu, než jako nosného konstrukčního prvku.

Nosné stěny ze slaměných balíků:

Stěny z navrstvených slámových balíků přenášejí tíhu střechy do základů bez přídatných podpěr. K jejich přednostem patří jednoduchost konstrukce a s ní spojená krátká doba stavění, či nízké stavební náklady. Problémem při realizaci stavby je zejména postup při vydávání stavebních povolení. Projektová omezení vyplývají z poměru šířky k výšce, která by měla být asi jen pětkrát vyšší. (Minke a Mahlke, 2009)



LEGENDA:

1. Omítka
2. Stahovací drát
3. Kleštinový věnec
4. Rabicové pletivo
5. Okenní otvor
6. Balíky slámy
7. Armování
8. Živičný potěr
9. Omítka

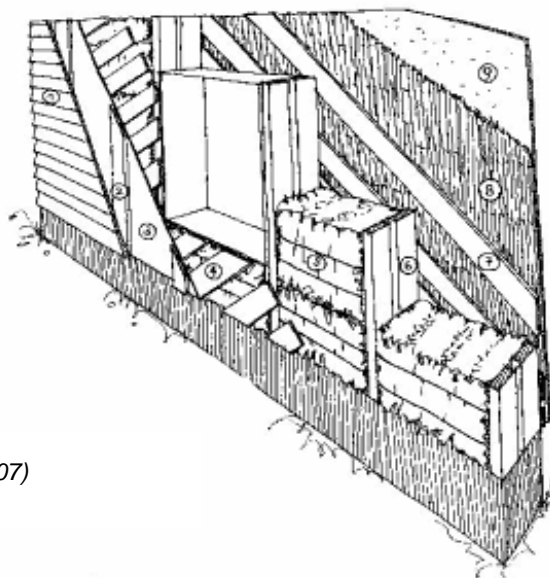
Obr. č. 12: Konstrukce s nosnou slámou (Hudec, 2007)

Nenosné stěny z balíků slámy:

U nenosných slámových stěn přebírají nosnou funkci skeletové konstrukce. Slámové balíky zde bývají uspořádány jako výplň mezi stojinami skeletu, nebo jako průběžná plocha před nebo za skeletovou konstrukcí.

LEGENDA:

1. Překrývané bednění
2. Opěrné laťování
3. Zábrana proti větru
4. Úsporné bednění
5. Balíky slámy
6. Stojiny ze dřeva
7. Úsporné bednění
8. Nosič omítky
9. Omítka



Obr. č. 13: Konstrukce s nenosnou slámou (Hudec, 2007)

Izolace ze slaměných balíků se provádí dvěma způsoby: „Suchý rakouský způsob“ a „Mokrý německý způsob“. (Márton, 2010)

Suchý rakouský způsob se považuje za nejjednodušší použití slámy ve stavebnictví. Jedná se o nahrazení všedních izolací slámou. Nejčastěji tento



způsob uplatňují investoři, kteří se snaží snížit množství energie spojené s její výrobou a případnou recyklací či likvidací po dožití stavby. Balíky jsou ukryty v konstrukci hrubé stavby, tudíž po jejím dokončení nebude zřejmé, že je dům postaven ze slámy. Hrubá stavba se skládá z konstrukce s izolací zakryté nejčastěji deskami (Obr.č.14). Výhodou rakouského způsobu izolování je relativně jednoduchá technologie a snadnější splnění požárních předpisů. Suchým způsobem se nazývá kvůli zakrytí slámy v hrubé stavbě bez použití omítek a mokrých procesů. (Márton, 2010)

Obr. č. 14: Detail izolace ze slaměných balíků „Suchý rakouský způsob“ (vlastní zdroj, 2012)

Mokrý německý způsob se odlišuje od suchého rakouského tím, že balíky neslouží pouze jako výplň, nýbrž jako konstrukční prvek spolupůsobící s dřevěnou konstrukcí. Uplatní se zde soudržnost a únosnost slaměných balíků. Balíky tvoří podklad nejčastěji pro vnitřní hliněné omítky a vnější hliněné případně vápenné omítky, odtud název – „mokrý způsob“ (Obr.č.15) (Márton, 2010). Takto provedená izolace dosahuje díky spojení s hliněnou omítkou požární odolnosti až 90 minut a proto vyhovuje všem typům konstrukcí. (Báčová, 2010)



Obr. č. 15: Detail izolace ze slaměných balíků „Mokrý německý způsob“ (vlastní zdroj, 2012)

Zemědělci stanovují ceny slaměných balíků různě, nejčastěji se pohybují v rozmezí 5-25Kč. Kvůli svým dobrým izolačním vlastnostem cena roste se zvyšující se popularitou slaměného stavění. Dům z nich postavený je na obrázku č.16.



Obr. č. 16: Dům s použitím slaměných balíků (Márton, 2010)

5.4.2 Len

Len setý (*Linum usitatissimum* L.) je užitková rostlina používaná nejen v textilním průmyslu, nýbrž i ve stavebnictví. Ve stavebnictví se k výrobě izolací používají krátká lněná vlákna, která se naopak v textilním průmyslu nevyužijí. (Velfel, 2010)

Lněná izolace překoná svými vlastnostmi i ty nejmodernější izolanty, a to především kvůli životnosti. V historických budovách se nacházejí ještě dnes lněné izolace v neporušeném stavu (Vodičková, 2008).

Díky absenci bílkovin, nepřitahují lněné izolanty moly ani jiný hmyz. (Vodičková, 2008). Ke lnu se pro zvýšení odolnosti vůči požáru, hmyzu a menší lámavosti vláken přidávají příměsi jako je borax, vodní sklo, případně amoniak. (Velfel, 2010)

Len má dobré izolační vlastnosti. Využití lnu jako tepelné izolace je environmentálně velmi vhodné, patří totiž k přírodním surovinám pěstovaným v našich zeměpisných šířkách. Tuto plodinu lze pěstovat i bez aplikace hnojiv. Lněná vlákna jsou pevná v tahu, ale ne příliš elastická. Proto se do lnu kvůli lámavosti přidávají polyesterová vlákna. Tato vlákna jsou však pro životní prostředí nevhodná, proto by jejich obsah měl být co nejnižší (Márton, 2010). Polyesterová

vlákna do jisté míry omezují přírodní podstatu materiálu, nedá se tedy zcela kompostovat. Len se však dá recyklovat a znovu použít. Případně spálit a to bez větších produktů škodlivin. (Chybík, 2009)

Len se dá zakoupit v různých podobách- plst', desky nebo jako volně sypaný. V podobě sypaného granulátu zajišťuje v interiéru regulaci mikroklimatu a má vysokou akumulaci tepla (Velfel, 2010). Dále se dá použít v podobě desek (Obr.č.17), které se vyrábí lepením lněných vláken do vrstev pomocí přírodních lepidel. Díky své vysoké elasticitě se desky dají využít jako izolace mezi dřevěnými trámy, krokviemi či stropními nosníky. Se lnem se dobře manipuluje a len nepůsobí žádné podráždění pokožky, ani sliznice (Vodičková, 2008). Lněné výrobky se musí chránit před vlhkostí a při skladování ukládat do skladů, či přístřešků chránících před deštěm.



(Chybík, 2009)

Obr. č. 17: Lněná tepelná izolace ve formě desek (Thermoflax, 2011)

5.4.3 Konopí

Technické konopí (*Canabis sativa*) patří mezi jednoleté teplomilné rostliny čeledi *Cannabaceae*. Pěstuje se všude v mírném pásmu, mimo púd, které jsou trvale zamokřené nebo naopak trvale přesušené. V České republice je povoleno pěstovat výhradně konopí seté, a to díky svému malému obsahu THC (do 0,3%). Nelze ho tedy zneužívat jako omamnou látku. (Chybík, 2009)

Vodičková (2008) považuje za vynikající vlastnost konopí nepřítomnost bílkovin a obsah hořké látky v konopí, takže je výborně odolné proti různým škůdcům. Při zpracování konopí, se využije celá rostlina, tudíž nevzniká žádný odpad. Vlček (2008) poukazuje na mechanické zpracování konopí, pazdeří i konopných látek, což eliminuje procesy škodící životnímu prostředí.

Pro zlepšení některých vlastností konopných produktů se k nim přidávají cizorodé látky. Například kvůli vylepšení tvarové stálosti u izolačních desek příměs tvoří přibližně 10 % podíl dvousložkového vlákna BIKO. Proti hořlavosti se izolace ošetřují jedlou sodou (Vlček, 2008). Za výhody konopí se považují odolnost proti plísním a snadná manipulace s materiálem. Nejpopulárnější je v podobě rolí či

rohoží, které se uplatňují k izolaci stropů, střech, podlah a vnějších stěn. (Velfel, 2010)

Svémi fyzikálně mechanickými vlastnostmi a tepelně mechanickými charakteristikami se konopí velice přibližuje charakteristikám dřeva, lze tedy předpokládat, že se do budoucna stane jeho alternativou (Chybík, 2009). V porovnání s běžnými izolacemi se tepelně a akusticky izolační vlastnosti konopí neliší. Konopné izolace však nad těmi běžnými vynikají v odolnosti proti vlhkosti a svými kapilárními vlastnostmi při odvodu kapaliny. Tam kde u běžných izolantů dochází již k destrukci, případně zhoršení vlastností, konopí je stále stabilní. (Viček, 2008)

Kombinací vápenocementových pojiv s konopným pazdeřím vzniká řada nových stavebních produktů. Tyto produkty se používají pro tvorbu izolačních zdí, izolačních vrstev pro střechy, podlahy a jako vynikající tepelné i akustické izolace budov. Kvůli své nízké pevnosti v tlaku (0,4-1 MPa) je však nelze použít v nosných konstrukcích. Nejčastěji se používá ve spojení s dřevěným rámem, jako výplňový materiál, který vyniká svou propustností pro páru, čímž ve spojení s dřevěnými konstrukcemi napomáhá ochraně kvality dřeva před zhoršujícími vlivy a prodlužuje její trvanlivost. (Bydžovský a Keprdová, 2010) Tepelná izolace z konopných vláken, která je na obrázku č.18, bývá též doplněna z malé části ovčí vlnou. Ovčí vlna zde slouží jako pojivo při výrobě plstí a desek. Tyto tepelně, nebo zvukověizolační desky nelze zatěžovat, proto jsou vhodné do konstrukcí zdí, střech, stropů či podlah, jako výplňová izolace (Vodičková, 2008). Konopná izolace nalézá široké uplatnění u difúzně otevřených konstrukcí s parobrzdnými systémy. V zimě konopí slouží jako výborný izolant a v létě naopak klimatizuje, zajišťuje fázový posun vnikání tepla do domu. (Viček, 2008)



Obr. č. 18: Konopná tepelná izolace ve formě desky (vlastní zdroj, 2012)

Práce s konopím je příjemná a nehrozí zde žádné poškození pokožky či dýchacích cest. Jelikož mají tepelné izolace již provedené zkoušky a certifikace, projektanti znají přesné parametry pro návrhy staveb a mohou je snadno aplikovat. Tyto parametry, pracovní postupy i ukládání do konstrukcí jsou obdobné, jako u běžných materiálů, proto by zde neměly nastat žádné problémy. (Viček, 2008)

5.4.4 Rákos

Rákos se řadí stejně jako sláma ke stavebním materiálům známým již dlouhá staletí (Velfel, 2010). Rákos roste na březích stojatých vod a pomalu tekoucích řek. Jeho použití je proto omezeno zpravidla těmito oblastmi výskytu. (Svoboda, 2004)

Oproti slámě je tvrdší, nepodléhá biologickému rozkladu a kvůli zvýšenému obsahu kyseliny křemičité má snížené riziko samovznícení (Márton, 2010). Za jeho výhodu se považuje i nízká hmotnost a vědomí, že nepřitahuje hlodavce. Naopak nevýhodou je jeho nižší izolační schopnost (Velfel, 2010). Tepelná vodivost rákosu se pohybuje okolo $\lambda=0,04-0,06 \text{ W/(m.K)}$.

Používá se zásadně jednoleté rákosí a zpracovává se do podoby desek, rohoží a rolí. Ve stavebnictví se uplatňuje pro střešní krytiny, nosiče omítek, tepelně izolační desky a na výstavbu plotů. (Chybík, 2009)

Střešní krytina z rákosu nacházela široké uplatnění a regionům dodávala specifický ráz. Nejčastěji se používá ve formě došek jako krytina na šikmé střechy. Nejexponovanější části se musí po 8 – 10 letech opravit, nebo zcela vyměnit (Svoboda, 2004). Rákosová střecha (Obr.č.19) má dvojí funkci, jednak je to esteticky hodnotná krytina a zároveň tepelný izolant. Hlavní nevýhodou doškové střechy je především její hořlavost, proto se na ni zřizují různá protipožární opatření – lapače jisker na komíny, ochranné nástřiky, případně hasící systémy střech, které se rozšířily v Belgii, Dánsku a Holandsku. (Vlček, 2008)



Obr. č. 19: Ekologický dům s rákosovou střechou (Čejna, 2011)

Výroba rohoží se provádí bez příměsi chemických látek, jen mechanicky. Proto jsou zdravotně nezávadné. Dutiny ve stoncích a vzduchové mezery mezi stéblky plní úkol tepelného izolantu. (Velfel, 2010)

Na obrázku č.20 je k vidění nosič omítek- Drátem svázaná rákosová stébla se na podkladový materiál upevňují pomocí vrutů, nebo se přitloukají hřebíky. Nejčastější použití je u dřevěných stěn a k podbíjení stropů. S renesancí hliněných omítek se zvyšuje poptávka i po tomto přírodním materiálu. (Chybík, 2009)



Obr. č. 20: Rákosová rohož tvořící „nosič“ omítky (Kučerová V., 2006)

5.4.5 Celulóza

Celulóza se získává ze starého tříděného papíru. Základní surovinou je tedy dřevo. Vyrábí se promísením recyklovaného papíru s boritany a jejich následným semletím. Boritany napomáhají zajistit odolnost proti požáru a hnilobě (Báčová, 2010). Technologie pro celulózu se vyvinula začátkem sedmdesátých let v průběhu energetické krize. Nejvíce je využívána v Kanadě a ve skandinávských zemích. (Márton, 2010)

Pozitivní vlastností celulózy je vaznost vzdušné vlhkosti a v suchém období její předávání do interiéru. Přičemž se jedná o izolant cenově dostupný a rychle aplikovatelný. Aplikaci smí však provádět jen certifikovaná firma, svépomoc je zde tedy zcela vyloučena, protože je vyžadována odbornost a certifikace (Smola, 2011). Tento izolační materiál v sobě váže nepatrné množství těžkých kovů, které se zde objevují kvůli tiskařským barvám, jež nelze zcela odstranit. (Nagy, 2009)

Celulóza se užívá v podobě desek nebo vloček (Velfel, 2010). Vločky (Obr.č.21) se nejčastěji aplikují strojovým foukáním do předem připravených dutin stropů či stěn. Umožňují izolování beze spár a jsou řešením pro těžko dostupná a



komplikovaná místa. K dalším technikám izolování celulózu patří volné sypání a sprejování. Sprejování se užívá u jednostranně otevřených konstrukcí. Dle aplikací nabývá celulóza hodnotu $\lambda_D=0,039-0,042 \text{ W}/(\text{K.m})$. (Báčová, 2010)

Obr. č. 21: Celulózové vločky (vlastní zdroj, 2012)

Kvůli odolnosti proti živočišným škůdcům, hnilobě a plísním se celulózové vločky impregnují minerálními solemi. K protipožární odolnosti napomáhá příměs boridu. (Vodičková, 2008)

Celulózové izolační desky (Obr.č.22) jsou elastické, nesmějí se však zatěžovat. Uplatnění nalézají mezi krokvy, u stěnových a stropních konstrukcí (Nagy, 2009). Tepelná izolace z celulózy má schopnost přijímat a vydávat vlhkost, čímž vytváří příjemné prostředí.



Obr. č. 22: Celulózová izolační deska (Schwaebisch-hall,2012)

Dalo by se říci, že se celulóza řadí k prvním hojně používaným tepelným izolacím šetrným k životnímu prostředí. K jejím výborným vlastnostem patří pohlcování hluku a difuzní propustnost. Její životnost se odhaduje na více než padesát let (Márton, 2010). Celulóza obdobně jako jiné přírodní materiály dokáže z navlhlého zdiva absorbovat vlhkost, kterou následně rovnoměrně rozloží po celé izolaci. Při použití do vertikální stěny se musí nafoukat i dvakrát více celulózy než je zapotřebí u horizontálních stropů a to kvůli sesedání materiálu (Báčová, 2010). Celulóza má negativa, kterými jsou prašnost a horší recyklovatelnost, vzhledem k použití příměsí. (Velfel, 2010)

Izolace se využívá u zdí, příček, stropů či střech. U střech je vhodné využití celulózy, protože vynikají velkým fázovým posunem při postupu tepla. Z toho vyplývá, že letní horko poledního slunce se do interiéru dostane až s 5 hodinovým zpožděním ve chvíli, kdy teplota na vnější části střechy dosahuje maximálních hodnot. (Vodičková, 2008)

5.4.6 Dřevěná vlákna

Primární surovinou je dřevo nejčastěji jehličnatých stromů, protože má kvalitnější dřevní vlákna (Obr.č.23). Dřevovláknité desky se vyrábí z krátkých vláken měkkého dřeva, případně štěpky za pomoci působení vodní páry při vysokých teplotách. (Velfel, 2010)



Obr. č. 23: Dřevěná vlákna. (vlastní zdroj, 2012)

Výhodou je šetrnost k životnímu prostředí, využívají se zde odpadní suroviny. Dřevěná vlákna lze buďto spalovat ve speciálních spalovnách, nebo je kompostovat. Vlákna se lepí do desek za pomoci vlastní živice – ligninu. Kvůli větší hustotě se přidávají náhražky na bázi přírodních pryskyřic, popřípadě bitumenů, které jsou odolné proti vlhkosti. (Márton, 2010)

Díky minimálnímu množství lepidel se dají desky z dřevěných vláken (Obr.č. 24 a 25) považovat za čistě ekologický materiál (Báčová, 2010). Tepelně-izolační vlastnosti dřevěných vláken jsou oproti celulóze nebo syntetickým materiálům horší. Při výrobě je nutné velké množství vody, které je zapotřebí k rozvláknění dřeva (Márton, 2010). Zároveň je zapotřebí vynaložit velké množství energie při výrobě, což se řadí k negativům tohoto materiálu. (Velfel, 2010)

Dřevovláknité desky mají dobrou difuzní propustnost a mohou tak sloužit i jako podklad pro omítky (Márton, 2010) či je lze aplikovat jako kročejovou izolaci nebo jako pojistnou hydroizolaci (Báčová, 2010). Báčová (2010) poukazuje na mimořádně vysokou tepelnou kapacitu $c = 2100 \text{ J/(kg.K)}$, díky níž nedochází v letních měsících k přehřívání. Desky mají dobrou paropropustnost a hodnota λ_D se pohybuje okolo $0,038-0,050 \text{ W/(m.K)}$.



Obr. č. 24: Dřevovláknitá izolace ve formě měkké desky. (Tomášek, 2010)



Desky jsou k dostání nejčastěji v tloušťkách 6-100mm, s hladkým či profilovaným okrajem. A své uplatnění nalézají jako střešní izolace, izolace nosných i nenosných stěn, jako vnější izolace pod omítku či v podobě zavěšené fasády. Dají se využít i v interiéru namísto sádkartonových desek. (Velfel, 2010)

Obr. č. 25: Dřevovláknitá izolace ve formě zpevněné desky. (Tomášek, 2010)

5.5 MINERÁLNÍ ANORGANICKÉ MATERIÁLY

5.5.1 Hlína

Již v minulosti převažovala hlína jako stavební materiál téměř ve všech oblastech mírného podnebného pásu. Odhaduje se, že ještě dnes žije jedna třetina obyvatelstva planety v příbytcích z hlíny (Minke, 2009). Hlína je ve většině oblastí světa lehce dosažitelný přírodní stavební materiál a nyní zažívá svou renesanci.

Mezi hlavní výhody hlíny patří např. regulace vlhkosti vzduchu. Hlína poměrně rychle a snadno přijímá vlhkost a pomalu ji opět vydává. Díky tomu přirozeně reguluje vlhkost vzduchu a udržuje vhodné a zdravé mikroklima uvnitř stavby (Minke, 2009). Chybík (2009) uvádí, že zvlhčovače, které se používají u tradiční výstavby, se v domech z hliněného zdiva a s hliněnou omítkou můžou vynechat. Hlína, podobně jako i jiné hutné stavební materiály, akumuluje teplo a napomáhá tím nejen ke zlepšení vnitřního klimatu, ale i při pasivním využívání sluneční energie k úspoře nákladů na vytápění. Ve srovnání s jinými stavebními materiály je energetická náročnost zpracování a úpravy hlíny velmi malá (jedná se o cca 1% energie, které by bylo potřebné pro výrobu zdících cihel nebo železobetonu). Při použití hlíny není třeba vkládat energii do její přepravy, jelikož se nachází přímo na staveništi nebo v jeho blízkém okolí. U hlíny použité na nosné konstrukce se musí nechat surovina prověřit v laboratoři (Chybík 2009). Na rozdíl od jiných stavebních materiálů se může nepálená hlína opětovně a neomezeně používat a navrátit do přírody, aniž by zatěžovala životní prostředí. (Minke, 2009)

Hlína má i své nevýhody. Nepatří mezi normovaný stavební materiál a to z toho důvodu, že se její vlastnosti mění s ohledem na naleziště, na což je třeba dbát při zpracování. Je tedy nutné znát složení hlíny a na jeho základě lze pak posuzovat její vlastnosti a v konkrétním případě je měnit přidáním příměsí. Další zápornou vlastností hlíny je zmenšování objemu při vysychání. Odpařováním záměsové vody hlína zmenšuje svůj objem. Záměsová voda významně ovlivňuje pojivě vlastnosti hlíny a usnadňuje její zpracování. Během procesu odpařování vznikají smršťovací trhliny. Smršťování hlíny se může výrazně snížit redukcí podílu záměsové vody a jílu. Hlína musí být chráněna před deštěm a mrazem, obzvláště tehdy, když je ve vlhkém stavu. Trvalou ochranu hliněných stěn před nežádoucím vlivem vlhkosti lze zajistit některými konstrukčními opatřeními (podezdívka na ochranu před stříkající vodou, přesah střechy, vodorovná izolace na ochranu před vztlínající vlhkostí) a odpovídající povrchovou úpravou. (Minke, 2009)

Hlína má jako konstrukční materiál dva velké nedostatky:

1. Je citlivá na vlhkost, díky které dochází k objemovým změnám a může vést až k trvalému poškození stavby.
2. Ve srovnání s jinými stavebními materiály není hlína příliš odolná proti mechanickému namáhání.

Pro zmírnění těchto nedostatků je zapotřebí hlínu prostorově stabilizovat. Stabilizaci lze provést více způsoby. Základní je stabilizace zhutněním. Čím jsou částičky těsněji uspořádané, tím budou lepší mechanické vlastnosti konstrukcí z hlíny. V praxi se hlína zhutňuje buď prostým tlakem, nebo dynamickým ubíjením. Nejlepších výsledků zhutnění se dosahuje za použití vibračních lisů, které kombinují vibraci a tlak. Dále se hlína může stabilizovat přidáváním různých stabilizátorů. K neznámějším a nejpoužívanějším stabilizátorům se řadí portlandský cement, vzdušná vápna, sádra. Další možností stabilizace je užití armatury. Spočívá v přidání kohezního, nejlépe vláknitého materiálu, který zabezpečí celkovou soudržnost pomocí tření. Tyto materiály působí jako vnitřní kostra. Stabilizace pomocí armatury má však své nevýhody neboť zabraňuje dokonalému zhutnění a nechrání konstrukci proti průniku vody. (Suske, 1991)

Hliněné omítky poskytují širokou škálu povrchů, struktur a možností modelování, které žádné jiné omítky neumožňují (Obr.č.26). Kvůli tomu, že hliněná omítka zůstává dlouho vlhká a tvárná, umožňuje vytlačovat nebo vyrývat do povrchu různé struktury. Barvu omítky lze ovlivňovat základními složkami směsi. Hlína může mít odstíny bílé, hnědé, žluté, šedé i červené a to vše se odvíjí od místa naleziště. Dalších barevných odstínů se dosáhne přidáním písku, či jiných přírodních barviv. V případě dodatečného malování hliněné omítky jsou vhodné přírodní kaseinové barvy (Suske, 1991). Aplikace hliněné omítky na dům je k vidění na obrázku č.27.



Obr. č. 26: Přírodní hliněné omítky různých barev a struktur. (SZH, 2009)



Obr. č. 27: Dům z přírodních materiálů s použitím hliněné omítky (Márton, 2010)

Hlína se dále může uplatnit ve formě nepálených cihel, nebo-li vepřovic. Ty našly velké rozšíření po celém světě. Zhotovují se dusáním hliněné směsi do podložených, nejčastěji dřevěných forem. Po řádném udusání a očištění formy se forma odejme a cihly se nechají pozvolně usychat (cca 2 dny). Jejich použití pro stavbu se doporučuje až po 3 – 4 týdnech, kdy již proběhl smršťovací proces. Z těchto cihel je možno vyzdít dům na hliněnou maltu. (Žabičková, 2002)

Další uplatnění hlína nalézá např. ve formě výplně zdí, což je také známo již z historie a bylo aplikováno u některých římských staveb, nebo při stavbě Velké čínské zdi. (Žabičková, 2002)

5.5.2 Pěnové sklo

Pěnosklo patří k českým vynálezům 60. let minulého století, který bohužel nebyl patentován Čechy, nýbrž Belgičany (Smola, 2011). Pěnové sklo se vyrábí zatavením směsi skleněného a uhlíkového prášku, čímž vznikne materiál s podobnými vlastnostmi, jako má sklo (Báčová, 2010). Márton (2010) tvrdí, že nejlepším způsobem pro získání tohoto materiálu je recyklace samotného skla.

Hlavními výhodami pěnoskla jsou parotěsnost, vodotěsnost, tvarová stálost, odolnost vůči kyselinám a vysoká životnost (Smola, 2011). Dále se ke kladům tohoto materiálu řadí praktická nehořlavost a odolnost proti škůdcům. Mínusy

pěnového skla jsou vysoká spotřeba energie při výrobě a vyšší cena. Z některých výrobků se uvolňují rakovinotvorné aromatické uhlovodíky, proto se je nedoporučuje používat v interiéru. Sklo v podobě šterku se dá bez problémů skládkovat, případně recyklovat, tudíž je relativně šetrné k životnímu prostředí. Považuje se za alternativu extrudovaného polystyrenu (Márton, 2010). Smola (2011) poukazuje na citlivost vůči mrazu, zamrzlý vodní film způsobuje až erozi skleněných buněk.

Pěnové sklo se dodává ve formě černých cihel či desek (Obr.č.28). Výrobkům se dají snadno přiřazovat požadované rozměry pomocí obyčejné pily. Spojovat je lze na maltu nebo asfaltovou zálivkou, která zajišťuje vrstvě požadovanou relativní vzduchotěsnost.



Obr. č. 28: Pěnové sklo ve formě desky (Polách, 2007)

Nejširší uplatnění pěnového skla je v základech, jelikož snáší velké zatížení a je nenasákavé (Márton, 2010). Ze všech doposud používaných tepelných izolací, má pěnosklo nejvyšší únosnost v tlaku (70-160 tun/m²). Do základů se pro tepelně



Obr. č. 29: Pěnové sklo (vlastní zdroj, 2012)

izolační podsyp užívá pěnového skla ve formě šedivých granulovaných úlomků (Obr.č.29), (Smola, 2011). Báčová (2010) poukazuje na použití pěnového skla u základů, díky čemuž se dosahuje celistvé izolační obálky bez vzniku tepelných mostů. Další uplatnění má spíše v průmyslu, kde se aplikuje na podlahy a střechy s extrémním namáháním v tlaku.

Uplatnění nalézá i u ozeleněných střech. Díky své vodotěsnosti a parotěsnosti eliminuje rizika poškození skladby izolace a následné zatékání vody do objektu. (Nagy, 2009)

5.5.3 Minerální vlna

Minerální vlna se vyrábí průmyslovým tavením hornin. Taví se při teplotě 1600°C. Láva produkuje vlákno v okamžiku, kdy se dostane do rozvlákňovací fáze. Poté se ještě na horká vlákna stříkají kapičky pojiva, které následně ztuhne ve tvrdící komoře, kam se pod tlakem a o teplotě 600°C přivádí horký vzduch (Smola, 2011). U nás se řadí mezi nejpoužívanější izolace z přírodních materiálů, dokonce

by se dalo říci, že hned po pěnovém polystyrenu je nejpoužívanějším izolantem v České republice. Minerální vlna se nejčastěji vyrábí z čediče nebo křemene a dalších silotvorných příměsí. (Báčová, 2010)

Čedič, známý též pod názvem bazalt, je přírodní materiál-hornina sopečného původu. Životnost tohoto kamene překonala již tisíciletí. Kvůli své těžké obrobiteľnosti a tvrdosti bylo rozšíření čediče do stavebnictví značně omezeno. S rozvojem peturgie, což je zpracování nekovových rud tavením a odléváním, se ve 20. století tomuto nerostu dostalo uplatnění v průmyslu a ve stavebnictví. (Eutit, 2010)

Čedič má výborné fyzikální vlastnosti, je vysoce chemicky odolný, mrazuvzdorný, jeho pevnost v tlaku se pohybuje od 300-450 MPa a pevnost v ohybu minimálně 45 MPa. Další výhodou čediče je jeho nulová nasákavost a použití do 400°C. Dle Mohsovy stupnice tvrdosti se bazalt řadí minimálně na 8. stupeň. (Eutit, 2010)

Desky zhotovené z minerálního vlákna jsou po celém svém objemu hydrofobizované, i přesto se však nesmí trvale vystavovat vlhku. Hodnota jejich tepelné vodivosti se pohybuje mezi $\lambda_D=0,035-0,040$ W/(m.K). K přednostem minerální vlny patří nehořlavost a odolnost proti vysokým teplotám, mohou se tedy využít k vytváření požárních pásů (Báčová, 2010). Odolává teplotám až 1000°C. Snižuje tedy riziko vzniku požáru i jeho případného šíření. Když teplota přesáhne bod tavení, nevytváří se toxické spaliny, ani dým (Velfel, 2010). Díky nízkému difuznímu odporu má vysokou paropropustnost, proto nalézá široké uplatnění např. u provětrávaných fasád nebo dvouplášťových střeš. Izolace se upevňuje buďto do předem připravených dřevěných roštů, či kontaktním způsobem pomocí lepicí stěrky (Báčová 2010). Minerální vlna je i výhodným zvukovým izolantem, jelikož zabraňuje nesení hluku. Za výborné vlastnosti může její struktura, tvořená jemnými čedičovými vlákny a mikroskopickými vzduchovými dutinkami. Čím jsou vzduchové dutinky menší a v hojnějším počtu, tím materiál vykazuje lepší izolační vlastnosti. Díky svému původu se řadí k materiálům šetrným k životnímu prostředí. Minerální vlna patří k cenově dostupným tepelným izolacím (Obr.č.30). Mínusem je velká spotřeba



Obr. č. 30: Izolace z minerální vlny
(vlastní zdroj, 2012)

energie při výrobě. (Smola, 2011)

Izolace z minerální vlny téměř nepodléhá zkáze, ani vlivu hmyzu, hlodavců a plísním. Izolant je tvarově variabilní a jeho tvar se přizpůsobí tvaru dutiny. Považuje se za zdravotně nezávadný. Manipulace s minerální vlnou je snadná, poněvadž je lehká a přebytečné kusy jsou snadno odříznutelné pomocí běžné pily. (Velfel, 2010)

5.6 ZVÍŘECÍ ORGANICKÉ MATERIÁLY

5.6.1 Ovčí vlna

Ovčí vlna je uplatnitelná nejen v textilním průmyslu, nýbrž i ve stavebnictví, na produkci stavebních izolací. Na tyto izolace nevyužitelná vlna, kterou již v textilním průmyslu nelze použít (Berge, 2009). Na světě je cca 1,2 miliardy ovcí a každá ročně vyprodukuje až 5 kg vlny. (Chybík, 2009)

Tento izolační materiál vyvinula příroda sama. Výhodou ovčí vlny je, že se při jejím získávání nesnižuje stav žádného přírodního zdroje a zároveň při zpracování ovčí vlny a výrobě konečných produktů z ní, je zapotřebí malé množství energie. Výrobky z ovčí vlny jsou po celou dobu svého zpracování šetrné k životnímu prostředí. Materiál má dlouhou životnost a je stabilní (Chybík, 2009). Další výhodou je recyklovatelnost i kompostovatelnost odpadu z ní. Je zdravotně nezávadná a má dobré izolační vlastnosti. Ovčí vlna na sebe váže velké množství vody (až 35% vlastní hmotnosti). Pohlcenou vlhkost následně dokáže postupně uvolňovat a stabilizuje tak vlhkostní klima. Je to dáno jejím vnitřním povrchem (Chybík, 2009). Pevnost se stejně jako u rostlinných vláken zajišťuje jejich zamotáním. Největší výhodou je pak tepelná vodivost samotných vláken, kde $\lambda=0,039 \text{ W/(m.K)}$ (Fernandez, 2006). Díky vysokému obsahu oxidu uhličitého a vlhkosti spadá ovčí vlna mezi těžce hořlavé materiály, její bod hoření se pohybuje okolo 560°C (Vodičková, 2008). Při požáru vlna nehoří, nýbrž se škvaří, neodkapává a ani nevznikají toxické plyny. Ovčí vlákno je z větší části tvořeno hydrofobní bílkovinou, uplatní se tedy na místech s předpokládanou vyšší kondenzační vlhkostí. Na rozdíl od jiných přírodních materiálů nemusí být ovčí vlákno antimykoticky ošetřováno. Je odpudivé pro plísně. (Velfel, 2010)

Kvůli své pružnosti je ovčí vlna výhodná jako výplňová izolace v těžce přístupných dutinách. Před umístěním materiálů na stavbu se musí uskladnit na suchém místě a chránit před vlhkostí (Chybík, 2009). Při výběru izolace z ovčí vlny by se měla věnovat pozornost zemi původu, protože se v České republice vyskytuje na trhu vlna jak z valašských ovcí, tak dovezená z Austrálie či Nového Zélandu.

U dovážené vlny na ekologickou bilanci negativně působí její doprava. (Márton, 2010)

Nečistá, nevypraná vlna se stává lákadlem pro všelijaké škůdce. Nejhorší škody způsobují moli, proto se vlna upravuje pomocí „Molantinu SP“, díky němuž se vlákno stává poddajnějším a vláčnějším (Chybík, 2009). Pro škůdce jako jsou myši, mravenci a jiní drobní živočichové je ovčí vlna nestravitelná (Velfel, 2010). V případě, že izolace není upevněna a je jen volně ložená nebo nasýpaná, může dojít k postupnému sesednutí. To způsobí, že konstrukce nebude zcela vyplněna izolací a změní své předdefinované energetické charakteristiky. Izolace se poté musí stále doplňovat, což je velmi obtížné a vytváří se tím v dolní části stěny pevnější hmota s pozměněnými fyzikálními vlastnostmi. Aby tato situace nenastala, musí se izolace ke stavebním konstrukcím fixovat. Na dřevěný podklad se přidělává za pomoci sponkovaček, či hřebíkovaček. K sádkartonovým nebo dřevěným deskám se připevňuje nalepovacími hroty, nebo samolepící páskou (Chybík, 2009).

Chybík (2009) přiřazuje použití izolace z ovčí vlny zejména k zateplování obytných domů, roubených staveb a památkově chráněných domů. Na obrázku č.31 je vidět aplikace izolace z ovčí vlny na dřevěný podklad. Naopak její použití není vhodné do plovoucích podlah, na izolaci pochůzných střech a na zateplení panelových domů. Izolace z ovčí vlny se uplatňuje u podhledů, příček, akustických stěn a stropů. Lze ji použít i na izolaci technického zařízení budov a rozvody.



Obr. č. 31: Aplikace izolace z ovčí vlny (Wronová, 2010)

5.7 MATERIÁLY Z DOVOZU

Mezi netradiční stavební materiály dovážené do České republiky se řadí např. *bavlna, juta, kokos, bambus* aj. Nad všemi „nedomácími“ materiály však visí ekologický otazník a to kvůli jejich dlouhé přepravní vzdálenosti.

5.7.1 Korek

Materiál se získává odřezáním odumřelé borky korkového dubu (*Quercus suber*). Po odloupení kůry zůstává strom nepoškozen a borka opět dorůstá. Jedná se tedy o přírodní obnovitelnou surovinu (*Chybík, 2009*). Korkový dub je velice odolný a vydrží i krátké lesní požáry (*Márton, 2010*). V České republice se strom kvůli klimatickým podmínkám nepěstuje. V Evropě se dřevina vyskytuje ve Španělsku, Portugalsku, Itálii, jižní Francii a u jadranského pobřeží Chorvatska (*Chybík, 2009*). *Vodičková (2008)* uvádí, že se světová roční produkce kůry pohybuje okolo 320 000 tun, z čehož více než 50% pochází z Portugalska.

Korek dobře odolává opotřebení, nesmršťuje se, je tvarově stálý a elastický. Po stlačení má schopnost nabýt svého původního tvaru. Dobře vzdoruje teplotám a to v intervalu od -200°C až do $+200^{\circ}\text{C}$. Po celou svou životnost nemění své složení, odolává bakteriím a chemickým vlivům (*Chybík, 2009*). Korek se dále cení pro svoji lehkost a nepropustnost. Za lehkost a elasticitu vděčí membránám vyplněným vzduchem. Nepropustnosti napomáhá korkovina, která je složena ze směsi těžkých organických alkoholů a mastných kyselin. Tato směs brání propustnosti tekutin a plynů, díky čemuž korek nehnije a netrouchniví. K další pozitivní vlastnosti korku patří nízká vodivost, čímž se stává dobrým tepelným, zvukovým i vibračním izolantem. Korek jako izolační materiál ocení i astmatici a alergici, poněvadž nepohlcuje prach (*Velfel, 2010*). *Rouseková (2000)* pojednává o dalších výhodách korku, jednou z nich je dobrá odolnost proti vodě. Není samovznětlivý a při jeho hoření nevznikají žádné toxické látky.

Nepříznivě na životní prostředí působí jeho monokulturní pěstování a často nešetrný sběr korkové kůry. Dalším škodlivým vlivem je doprava na dlouhé vzdálenosti (*Márton, 2010*). Mimo to je korek materiálem recyklovatelným a zatížení životního prostředí při jeho zpracování je velice nízké. (*Chybík, 2009*)

Výrobky vytvořené z korku jsou všestranně aplikovatelné po celém domě. Používá se především jako tepelný a zvukový izolant. Izolace z korku jsou 100% přírodním produktem, neboť se získávají ohřevem granulovaného korku pomocí vodní páry. Ohřev probíhá dokud granulovaný korek nenabobtná a nezačne se

uvolňovat pryskyřice, která působí pro jednotlivé granulky jako pojivo. (Vodičková, 2008)

Při použití korku, jako tenkého podkladu, ve formě -izolační role (Obr.č.32) se zvyšuje kročejová neprůzvučnost. Proto je vhodným podkladem pro všechny druhy laminátových, dřevěných a korkových podlah, ale i pro podlahové povlaky z koberců a linoleí. Izolační role zlepšuje také tepelněizolační vlastnosti a zvyšuje komfort chůze po podlaze. (Chybík, 2009)



Obr. č. 32: Korková izolační role (korek-jelinek, 2004)

Korkové desky (broušené i nebroušené) ve formě dlaždic lze použít jako finální podlahovou krytinu, upravenou lazurou z tvrdého oleje a balzámem z tvrdého vosku. Kvůli zdravotní nezávadnosti se vždy lepí přírodními lepidly, nebo alespoň lepidly vyrobenými z přírodních látek. (Chybík, 2009)



Korková drť (Obr.č.33) má frakci 0,5 mm až 2,0 mm, s menší velikostí zrn se nazývá korková moučka a slouží jako přísada do asfaltových tmelů nebo jako zásypová izolace. (Chybík, 2009)

Obr. č. 33: Korková drť (vlastní zdroj, 2012)

Speciálním materiálem na bázi korku je tzv. linoleum. Tato podlahová krytina se vyrábí z lněného oleje, korkové moučky, přírodní pryskyřice, dřevité moučky, vápence, pigmentů a juty. Použití linolea je univerzální, méně vhodné je však použití do prostorů s nadměrnou vlhkostí. Linoleum je velice pružné, trvanlivé s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi. (Svoboda, 2004)

V současné době se ve stavebnictví korek nejčastěji používá na úpravu kontaktně izolovaných i větraných fasád (Obr.č.34). Je použitelný i do plochých a šikmých střech. (Chybík, 2009)



Obr. č. 34: Stěna izolovaná korkovými deskami (Korek-jelinek, 2004)

5.7.2 Bavlna

Získává se z bavlníku bylinného (*Gossypium herbaceum*), případně bavlníku stromového (*Gossypium arboretum*). Pochází převážně z oblasti střední Asie a východní Afriky. Výrobní obchodní značka bavlny je Isocotton (Chybík, 2009). Na obrázku č.35 je květ bavlníku bylinného.



Obr. č. 35: Květ bavlníku bylinného (Natura walk, 2012)

Bavlna má velmi dobré izolační vlastnosti a působí jako regulátor vlhkosti. Velké ekologické mínus se objevuje již při jejím pěstování, používá se příliš mnoho pesticidů a herbicidů. Z pohledu ochrany životního prostředí je to nevyhovující. Další přítěží jsou velké nároky spojené se vzdáleností a dopravou. Proto by se bavlna měla používat jako izolace pouze v oblastech, kde roste přirozeně (Márton, 2010). Pro pěstování bavlny je vhodnější alternativní forma zemědělství, a to bez současných dávek chemických prostředků. Kvůli plísním, hlodavcům a ohni se bavlna napouští boraxem, proto není zcela kompostovatelná (Chybík, 2009). Borax se používá též proti hmyzu, i když už samotná bavlna je pro hmyz špatně stravitelná. (Márton, 2010)

Výhodou bavlny je její schopnost vstřebávat vlhkost. Je samozhášivá a k jejímu vznícení dochází při teplotě okolo 400°C. (Chybík, 2009)

K zateplování budov se nepoužívá příliš dlouho a na českém trhu není až tak dostupná. Výrobky z bavlny jsou rohože, pletence, plstěné proužky a těsnící vaty.

Používá se však i volně sypaná. Při tloušťce 50 mm až 120 mm se může použít pro izolaci stěn a šikmých střech. V příčkách ji lze využít jako zvukovou izolaci. Bavlněné pletence a těsnící vata jsou srovnatelné s montážní pěnou a proto jsou vhodné pro utěsnění spár a dutin (Chybík, 2010). Na obrázku č.36 je znázorněna bavlněná izolace ve formě desky.



Obr. č. 36: Tepelná izolace z bavlny ve formě desky (ICF, 2009)

5.7.3 Juta

Jutové textilní vlákno pochází z jutovníku, který roste v oblastech vlhkých tropů - Bangladéš, Čína, Indie, Thajsko a Vietnam. Roční produkce jutovníku se pohybuje okolo 3 milionů tun, z čehož vyplývá, že je jedním z největších producentů přírodních vláken. A je zároveň nejlevnější přírodní surovinou textilního průmyslu. (Chybík, 2009)

Vlákna výborně odolávají mikroorganizmům. Za nevýhodu se považuje prašnost, vznikající povolením malých vláken. (Chybík, 2009)

Jutové tkaniny slouží jako výztuž pro omítkové vrstvy. Vytváří oddělovací vrstvy, nebo se mohou uplatnit jako geotextilie (Obr.č.37). Ve formě desek se juta používá jako izolační materiál (Obr.č.38). Za výhodu jutových výrobků se považuje jejich zdravotní nezávadnost a také to, že jsou po určitém čase v přírodě biologicky rozložitelné, což napomáhá k ochraně životního prostředí. (Chybík, 2009)



Obr. č. 37: Jutová geotextilie (Agrostis, 2012)



Obr. č. 38: Izolace z juty ve formě desky (vlastní zdroj, 2012)

5.7.4 Kokosová vlákna

V České republice se neřadí k příliš dostupným materiálům, jelikož se k nám dováží až ze Srí Lanky, Tanzánie, Indie, Keni nebo Malajsie. (Márton, 2010)

Kokosová vlákna se nalézají na povrchu kokosových ořechů. Dosahují délky mezi 15-30 cm. Uvnitř jsou dutá a z poloviny vyplněná vzduchem, díky čemuž působí jako izolant. Vlákna se z ořechu po vysušení na slunci sama uvolňují a několik měsíců se máčejí ve vodě nebo bahně. Třísloviny, které takto vznikají, působí jako přirozená ochrana před mikroorganismy. Do výrobků z kokosového vlákna, ke kterým se řadí plsti, rohože a desky, se přidává síran amonný, borax či vodní sklo, aby se snížila jejich hořlavost. (Velfel, 2010)

Výrobky z kokosových vláken mají dobré izolační vlastnosti a odolnost proti mechanickému opotřebení, hmyzu, bakteriím, houbám, ale i vlhkosti (Márton, 2010). Kokos spadá do kategorie obnovitelných surovin, při jejichž pěstování a zpracování nedochází k zatěžování životního prostředí. Jedinou zátěží pro životní prostředí je transport na dlouhé vzdálenosti. K pozitivním vlastnostem dále patří odolnost proti vlhkosti a nízký součinitel tepelné vodivosti $\lambda=0,043 \text{ W/(m.K)}$. Kokosové geotextílie (Obr.č.39) použité na svazích působí po rozkladu jako hnojivo. (Chybík, 2009)

Výrobky z kokosových vláken nalézají své uplatnění jako zvukový izolant podlah, u trámových stropů, nebo mezi jinými konstrukcemi za účelem tlumení zvuku (Chybík, 2009). Na obrázku č.40 je izolant z kokosových vláken.



Obr. č. 39: Detail geotextílie z kokosových vláken (OZRZ, 2006)



Obr. č. 40: Tepelná izolace z kokosu ve formě desky. (Přírodní matrace, 2010)

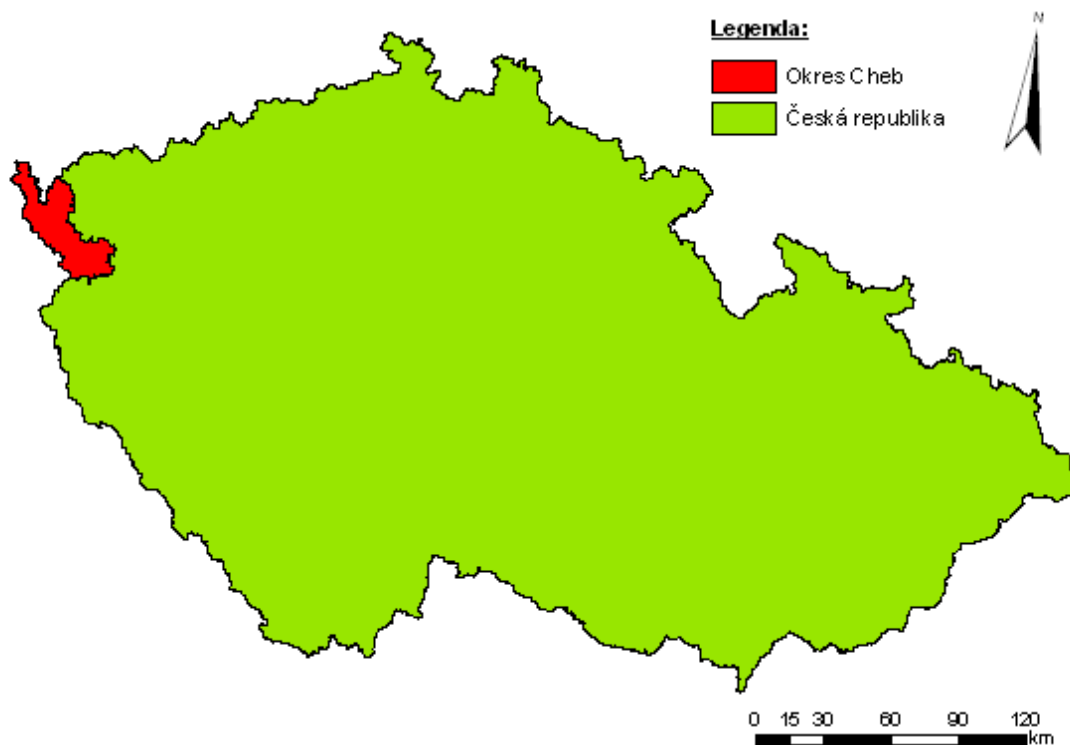
6. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

6.1 Vymezení modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy

Modelová oblast Chebsko, západní Čechy poslouží ke znázornění nalezišť a možností využití místních přírodních materiálů pro ekologické stavění. Oblastí je nejzápadnější okres České republiky – okres Cheb, který spadá do Karlovarského kraje. Modelová oblast je znázorněn na obrázku č.41.

Sledované území se rozprostírá na ploše 933 km² v místech Chebské pánve, která spadá do západní části Podkrušnohorské pánve. Chebsko se nachází v poněkud chladnější a vlhčí zóně Podkrušnohorské pánve s průměrnou roční teplotou pohybující se v rozmezí 6-8 °C (Ndpž, 2007). Chebsko by se dalo považovat za mělkou, lehce zvlněnou kotlinu (Šamánková, 1974). Průměrná nadmořská výška se zde pohybuje kolem 450 m.n.m. (Ndpž, 2007). Na severu a západě je ohraničeno nevysokými a zalesněnými hřbety a jeho středem se vine řeka Ohře a Odava. (Šamánková, 1974)

Většinu modelového území pokrývají zemědělské plochy, v menší míře lesy a vodní plochy.



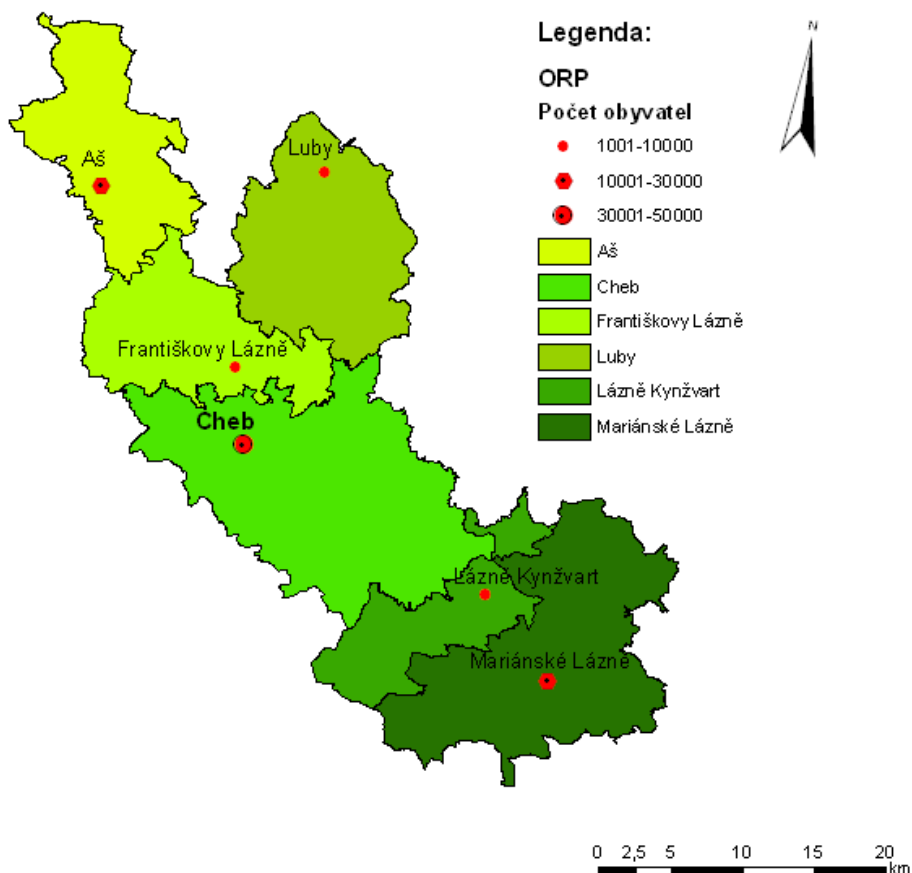
Obr. č. 41: Vyznačení modelové oblasti Chebsko, západní Čechy v rámci České republiky (vlastní zdroj, 2012)

Z pohledu životního prostředí je území okresu relativně čisté, neboť se zde nenachází žádné větší podniky, továrny či elektrárny, které by svou činností prostředí významně znečišťovaly.

Okres Cheb je spravován stavebními úřady v Aši, Chebu, Františkových Lázních, Lubech, Lázních Kynžvart a Mariánských Lázních. Jejich působnost je čitelná z obrázku č.42. Pro splnění účelu této práce postačí brát okres Cheb jako jeden celek a poukázat na možnosti využití přírodních surovin a případně zhodnotit jejich aplikaci ve stavitelství.

Tradiční průmyslová odvětví se v oblasti vážou na místní suroviny. Ve stavitelství by se mohly využívat především materiály získané povrchovou či lesní těžbou. Dále by se z modelové oblasti dala využít sláma získávaná na místní orné půdě, případně i ovčí vlna ze zdejších chovů.

Pro lepší představu a zamyšlení se nad potenciály přírodních stavebních materiálů se bude kapitola č.9 věnovat konkrétním možnostem využití místních surovin pro ekologické stavění v modelové oblasti Chebsko.



Obr. č. 42: Působnost stavebních úřadů v okrese Cheb (vlastní zdroj, 2012)

7. METODIKA

Tato bakalářská práce poukazuje na uplatnění místně dostupných surovin pro stavbu nízkoenergetických domů v modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy. Pro názornou ukázkou konkrétních ložisek přírodních stavebních materiálů Chebska jsou součástí práce mimo textové části i mapové výstupy vyhotovené v programu ArcGIS 9.3 od firmy ESRI.

Publikace pro literární rešerši byly získány zejména v Národní technické knihovně v Praze a v Městské knihovně v Chebu. Pro mapové výstupy byla použita data využívaná a získaná na stavebním úřadě s rozšířenou působností města Cheb. Zde mi byla pro studijní účely, konkrétně pro psaní mé bakalářské práce, poskytnuta data týkající se lesního hospodářství, nerostných surovin s jejich ložisky a data týkající se správních hranic okresu a České republiky. Tato data byla v shapefilové podobě, která je kompatibilní s programem ArcGIS a bylo tedy snazší je zpracovávat. Informace týkající se významných chovů ovcí a zemědělské výroby mi byly poskytnuty na chebské pobočce Ministerstva zemědělství – Agentuře pro zemědělství a venkov. Zde mi byla podána data pouze v textové formě. Do programu ArcGIS jsem je naeditovala za pomoci vrstev, které poskytuje geoportal.gov.cz. Konkrétně se jednalo o vrstvy CENIA/cenia_rt_automapy. Shapefilové vrstvy týkající se orné půdy okresu Cheb mi poskytlo Ministerstvo zemědělství České republiky. Data jsou i veřejně přístupná z webových stránek <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>, kde se dají exportovat dle jednotlivých katastrálních území. Dalším přírodním materiálem Chebska aplikovatelným ve stavebnictví je rákos. Data s výskytem rákosových porostů mi poskytlo krajské středisko Agentury ochrany přírody a krajiny ČR se sídlem v Karlových Varech.

Po zajištění dat potřebných k vyhotovení mapových podkladů jsem za pomoci programu ArcGIS a jeho funkcí zpracovala data tak, aby byla aplikovatelná pro stavitelství z přírodních materiálových zdrojů konkrétní modelové oblasti – Chebsko, západní Čechy.

Pro znázornění obcí s nalezištěm, pěstováním a chovem potencionálních přírodních stavebních materiálů jsem naeditovaná data pro větší přesnost rozdělila a znázornila dle počtu obyvatel. Data týkající se počtu obyvatel jsou k získání na webu Českého statistického úřadu www.czso.cz.

8. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Bohaté, prakticky nabyté zkušenosti zemí západní Evropy se promítly i do stavění v České republice. Díky snahám ekologicky smýšlejících stavebníků prorazila výstavba budov se sníženou spotřebou energie, mezi něž patří domy nízkoenergetické a domy pasivní. Pro jejich výstavbu se inovovaly stavební materiály a vyvíjela se konstrukční řešení tak, aby byla naplněna požadovaná tepelně technická kritéria.

Rozvoj energeticky úsporných staveb nezažívá v Čechách takový boom jako u našich západních sousedů, avšak jejich potenciál stále roste. Většina investorů, kteří se rozhodnou jít cestou ekologického stavitelství, se spíše zaměřuje na energetickou část tohoto problému a část materiálovou stále opomíjí.

Ekologické stavitelství se dnes už dostává do povědomí i širší veřejnosti. Na problematiku energeticky úsporného stavění a uplatnění přírodních stavebních materiálů existuje spousta cizojazyčné i české odborné literatury a pořádají se různé specializované semináře.

I přes to, že existuje spousta literatury zabírající se problematikou ekologického stavění, nepodávají veřejnosti informace o konkrétních možnostech využití přírodních materiálů v dané lokalitě. Toto je cílem předkládané práce, konkrétně pro modelovou oblast – Chebsko, západní Čechy.

V modelové oblasti, jsou již postaveny energeticky úsporné domy. Až na pár výjimek jsou však vystavěny z tradičních stavebních materiálů, které sice napomůžou dosažení nízkoenergetického standardu, ale procesy na jejich výrobu jsou energeticky velmi náročné a tudíž ne zcela ekologické. Z přírodě blízkých materiálů se zde v nízkém počtu nalézají jen dřevostavby.

9. VÝSLEDKY A PŘÍNOS PRÁCE

Výsledkem bakalářské práce jsou vytypované konkrétní lokality zdrojů přírodních materiálů použitelných pro stavitelství v modelové oblasti - Chebsko, západní Čechy. Jedná se o suroviny nerostného, rostlinného i živočišného původu.

Pro lepší představu jsem vyhotovila mapové podklady v ArcGis a přikládám je spolu s fotodokumentací v přílohách. Mapové podklady zahrnují modelovou oblast Chebsko, západní Čechy. Z výsledných dat lze lokalizovat povrchové doly, naleziště surovin, orná půda, hospodářské lesy, významné chovy ovcí a výskyt rákosových porostů.

9.1 Chebsko – možnost využití produktů orné půdy ve stavebnictví

Na Chebsku se nachází cca 160 km² orné půdy. Na 90% této plochy se pěstuje pšenice, která je díky své stabilitě vhodná pro stavbu. Sláma je pro svou tepelnou vodivost vhodným stavebním materiálem pro dosažení nízkoenergetického standardu. Největší plochy obhospodařují zemědělci v Jindřichově, Dolních Dvorech, Dolním Žandově, Křižovatce, Odřavě, Vernéřově a v Žirovicích. Řadí se k nejvýznamnějším pěstitelům obilovin ve zkoumané oblasti. Proto by mohli být schopni navázat slaměné balíky vhodné i pro stavební průmysl. Sláma je v podstatě odpad zemědělského průmyslu, a když ji farmář dále nevyužívá např. jako podestýlku pod svá hospodářská zvířata, případně jako energetický zdroj, mohl by jí poskytnout ekologicky smýšlejícím investorům. Sláma může ve stavitelství posloužit jako nosná konstrukce, tepelná izolace, případně i jako střešní krytina. V příloze č. 1 a 2 jsou vyfocené lokality s ornou půdou nacházející se nedaleko města Cheb při jarním a podzimním výsevu. V mapové příloze č. 13 jsou pak znázorněny veškeré plochy orné půdy s potenciálním využitím slámy ve stavebnictví a s obcemi s nejintenzivnější zemědělskou výrobou.

V menší míře se na orné půdě Chebska pěstuje i len. Pro jeho pěstování zde nejsou kvůli chladnějšímu klimatu zcela příhodné přírodní podmínky. Za zmínku stojí jen pěstování lnu v okolí Dolního Žandova. Len se ve stavitelství stává výborným tepelným izolantem a zároveň je to ekologický materiál vhodný pro zaizolování domů a dosažení nízkoenergetického standardu.

9.2 Chebsko – možnost využití dřeva ve stavebnictví

Na Chebsku se rozprostírá 292 km² lesů, z čehož je 109 km² lesů hospodářských. Zajímavostí této lokality je kolísavá rozloha lesní půdy v důsledku těžby nerostů (kaolíny, jíly, štěrkopísek a písek) a opětovná rekultivace ustálených výsypek. (Ndpž, 2007)

Následkem osídlení Chebska, které je prehistorické, byla značná část území odlesněna, a proto zde v současných porostech převládá druhotná skladba dřevin. Dnešní zastoupení dřevin je velice rozmanité a jehličnaté stromy mírně převažují nad stromy listnatými. (Ndpž, 2007)

S ohledem na chebskou stavební historii se dřevo používalo na stavbu hrázdných domů. Tyto domy byly trendem zejména v západních zemích Evropy. A svou oblibu získaly především díky výrazné úspoře dřevní hmoty.

Na Chebsku se nachází několik dřevozpracujících pil. Nejvýznamnější jsou ve Skalné, Lipné, Podhradí u Aše, Úšovicích u Mariánských Lázní, Staré Vodě, Libé, Velké Hleďsebi a Starém Hrozňatově. Pohled na lesy v okolí Mariánských Lázní naskýtá příloha č.3 a lesy lemující řeku Ohři nedaleko Chebu jsou v příloze č.4. Pila ve Starém Hrozňatově je k vidění v příloze č.5 i s přilehlým lesem v příloze č.6. Pily se zaměřují mimo jiné i na výrobu řeziva a stavebního dřeva. Na pile v Lipné se již specializují i na dřevostavby. Významné obce s dřevozpracujícím průmyslem jsou spolu s lesními plochami znázorněny v mapovém výstupu přílohy č.14.

9.3 Chebsko – možnost využití rákosu ve stavebnictví

Na Chebsku se podél pomalu tekoucích řek a stojatých vod vyskytují i porosty rákosu. Největší výskyt je v okolí obce Kateřina, kde se nachází národní přírodní rezervace SOOS, dále u chovného rybníka Amerika nedaleko Františkových Lázní. Menší porosty se nalézají u obcí Dolní Lomany, Okrouhlá a Stará Voda. Výskyty rákosových porostů jsou znatelné z přílohy č. 15. Jejich množství není nějak významné, ani k jeho kosení příliš často nedochází. Po dohodě s vlastníky a s příslušným orgánem ochrany přírody se naskýtá možnost rákos pokosit a získat tím materiál použitelný ve stavitelství. V příloze č.7 je vyfotografované drobné výskytíště rákosu u břehu přehrady Jesenice.

Rákos se dá zakoupit v podobě desek, rohoží, rolí a došků. Ve stavebnictví se uplatňuje na střešní krytiny, nosiče omítek, tepelně izolační desky a na výstavbu plotů. (Chybík, 2008)

9.4 Chebsko – možnost využití nerostných surovin ve stavebnictví

Modelová oblast - Chebsko vyplňuje podkrušnohorský prolom a jsou pro ni geomorfologicky i geologicky příznačné třetihorní sedimenty (*Ndpž, 2007*). Typickými jsou zde sladkovodní písčité a jílovité sedimenty a alkalické vulkanity. (*Chlupáč a Štroch, 1992 ex. Shrbený*)

V lokalitě se ložiska nerostů vyskytují především v okolí Chebu a na severovýchod od něj. K nejvýznamnějším, zde těženým nerostům, patří čedič, jíl, kaolín, písek a šterkopísek.

Minerální vlna je k výše popisovaným anorganickým materiálům přiřazena i přes to, že patří k materiálům tradičním. Na Chebsku se nachází stále činné čedičové lomy – lom ve Slapanech a lom v Libé. Lom ve Slapanech je zatím jediným známým ložiskem na světě, kde se nachází čedič vhodný ke slévání a zároveň není nutné přidávat cizí příměsi proti deformacím a praskání. Tento lom je k vidění v příloze č. 8 a jeho hrubé opracování v příloze č. 9. Oba tyto lomy prosperují jedním z nejkvalitnějších čedičů na světě, avšak ani jeden z nich se nespécializuje na výrobu izolací z minerální vlny.

Čedič je ve stavebnictví uplatnitelný v podobě minerální vlny jako tepelná izolace, díky níž se u staveb může dosáhnout nízkoenergetického standardu. Dále tavený čedič našel uplatnění u kanalizací, případně v podobě rour. Tyto roury lze díky jejich pevnosti v tlaku protlačit zemí bez nutnosti výkopů pro uložení potrubí. A přitom nepraskají, ani se jinak nedeformují. V interiéru se s čedičem lze setkat ve formě dlažby a obkladů. Nevýhodou čediče je jeho cena, která je vyšší než u betonu či kameniny a proto jsou výrobky z něj méně používány. (*Kločurek a kol., 2011*)

Chebsko lze označit za jednu z nejvýznamnějších lokalit s výskytem jílu v České republice. Hlavní ložiska, ve kterých dochází k těžbě se, nachází poblíž obcí Mlýnek, Nové Vsi u Křižovatky, Nového Hrozňatova, Skalné, Vackova a Velkého Luhu. Jíl byl využíván již v dřívějších dobách jako pojivo pro lomový kámen, vyplňoval spáry a zarovnával nerovnosti. Jílovité, neboli tvárlivé suroviny, patří k cihlářským surovinám. (*Žabičková, 2002*)

Chebsko se dále počítá mezi česká evidovaná ložiska kaolínu. Lokalita se nachází v oblasti obcí Plesná a Velký Luh. Nejčastěji se kaolín používá v keramickém průmyslu na výrobu porcelánu a keramiky. Ve stavebnictví se s ním můžeme setkat v podobě sanitární keramiky a kaolinových omítek. (*ČGS-geofond, 2002*)

Na Chebsku se dále nachází poblíž Velkého Luhu ložisko sklářského písku. A v okolí obcí Dřenice, Hluboká, Obilná a Vrbová probíhá těžba štěrkopísku. Lom u obce Dřenice je zdokumentován v přílohách číslo 10 a 11.

Všechny nerostné suroviny vhodné pro stavební účely, s vazbou na obce a jejich naleziště, znázorňuje příloha č.16. Z tohoto mapového výstupu jsou znatelná ložiska i s jejich stavem využití. Lom může být tedy rezervní, s ukončenou těžbou, se zastavenou těžbou, těžený, v průzkumu, případně se může jednat o chráněné ložiskové území, což je institut zákonné ochrany výhradního ložiska, který legislativně reguluje činnost v území se zřetelem na bezproblémové dobývání výhradního ložiska. Chráněná ložisková území stanovuje MŽP České republiky v součinnosti s dalšími orgány státní správy.

9.5 Chebsko – možnost využití ovčí vlny ve stavebnictví

Některé podhorské pohraniční oblasti s horskými loukami jsou pro intenzivní zemědělství nevhodné, proto se na nich uplatňuje pastevectví. Jak je již popsáno v kapitole č.5.6.1, ovce se nemusí chovat jen kvůli masným výrobkům či pro použití v textilním průmyslu. Své uplatnění nalézají i ve stavebnictví. Na Chebsku je několik velkochovatelů ovčí. Nejvýznamnější chovy se nacházejí v okolí obcí Verněřov, Skalná, Žírovice, Prameny, Mariánské Lázně a Ovesné Kladruby, což je zřetelné z mapové přílohy č. 17. Tyto chovy mají okolo sta kusů ovčí. Menší stádo ovčí na Chebsku, poblíž obce Obilná je vyfoceno v příloze č.12. Téměř ze všech zdejších chovů jde ovčí vlna na prodej, ale nikde se zatím nesespecializují na výrobu tepelných izolací.

Z ovčí vlny se dá tepelná izolace zhotovit bez větších vstupů energie a bez zatížení životního prostředí. Při použití správných dimenzí a skladeb materiálu ovčí vlna napomáhá k dosažení nízkoenergetického standardu.

10. DISKUSE

Jak jsem již zmínila v literární rešerši, k netradičním stavebním materiálům se obecně řadí ty, které jsou při realizaci domů používány výjimečně. Patří sem materiály, které byly známy již v „dávných dobách“ a uplatňovaly se při výstavbě na venkově. Jak uvádí *Suske (2008)*, mnozí lidé si pod ekologickým stavěním představují něco, co již není moderní. Někteří lidé si přírodní materiály spojují dokonce s chudobou, což považují za zcela nemístné. Až na pár výjimek se vůbec nejedná o levné bydlení, spíše naopak. Vyšší ceny ekologických staveb s použitím netradičních materiálů přičítám především malému množství firem, které je realizují. Důležitým aspektem ekologického stavění by měla být též jeho cenová dostupnost. Kdyby se vytvořily nové ekonomické struktury, s výrobci zaměřenými na přírodní stavební materiály, jistě by se dosáhlo konkurenceschopnosti a případného snížení cen.

Využití přírodních materiálů považuji za logické, stejně tak jako Chybík, Márton, Smola, Suske a jiní ekologičtí stavitelé, pokud se jedná o místně dostupné suroviny, které mohou být např. povrchově vytěžené, či vypěstované v dané lokalitě, ba dokonce na vlastním pozemku. Když jsou to přírodní materiály dovážené z ciziny, jejich ekologičnost a šetrnost k životnímu prostředí ztrácí na významu kvůli velkým přepravním vzdálenostem.

Dle mé úvahy dnes netradiční stavební materiály využívají především ti, kteří chtějí žít v bližším spojení s přírodou. Dnešní doba je velmi uspěchaná a valná většina investorů sáhne po typovém katalogovém domě, než aby se zaobírala sháněním alternativních řešení.

V netradičních stavebních materiálech vidím budoucnost, nejen pro mou modelovou oblast Chebska, nýbrž pro celou Českou republiku. Nejvíce si na nich cením jejich celkově nižší energetické náročnosti a možnosti jejich recyklace, případně zkompostování.

Některé z netradičních materiálů jako je sláma, či hlína si však začínají prodírat cestu i ke klasickému stavebnictví. Z přírodních materiálů se již běžně používá dřevo a kameny, které se na své místo dostaly díky komerci.

Užívání místně dostupných přírodních stavebních materiálů by se dle mého názoru dalo nastartovat pomocí dotací. Podpora by byla vhodná na centrální úrovni, případně i na úrovni krajů. Výsledkem by byly energetické úspory, menší množství potřebné dopravy a tím i menší zátěž pro životní prostředí.

11. ZÁVĚR

V současné době se v České republice nachází řádově stovky energeticky úsporných domů a jejich počet se stále zvyšuje i přes jejich vyšší vstupní investice. Nejvíce zastoupeny jsou u nás domy nízkoenergetické a následně domy pasivní. Pro domy nulové, energeticky nezávislé a plusenergetické nejsou v České republice, díky její poloze, příliš příznivé podmínky. Investorům se nejvíce zamlouvá snížená energetická náročnost budov a následné snížení nákladů vynaložených na energii z vytápění, chlazení, ohřev teplé vody, osvětlení a větrání, díky čemuž je vstupní cena návratná.

Pro dosažení trvale udržitelné výstavby se musí krom energetické náročnosti budov sledovat i použití materiálu.

Přírodní stavební materiály se považují za ekologicky nezávadné. Při výrobě a jejich případné likvidaci se nespotřebovává takové množství energie, jako u moderních, více používaných materiálů (ocel, cement, polystyren atd.). Místně dostupné přírodní materiály představují podstatně menší zátěž pro životní prostředí (Suske, 2008). Při získávání přírodních stavebních materiálů se však považuje za nutnost sledovat rovnováhu mezi přírůstkem a těžbou a to jak z pohledu ekologického, tak z pohledu krajinného rázu.

V modelové oblasti Chebsko lze pro ekologické stavění využít přírodních organických materiálů, jako je sláma, dřevo a rákos. Z nerostných surovin to jsou čedič, jíla, štěrkopísek, či písek a ze zvířecích organických materiálů lze použít ovčí vlnu. Tyto materiály se dle svých vlastností dají využívat např. pro nosné konstrukce, jako výplňový materiál, případně mohou své uplatnění nalézt i v interiéru. Při správném použití přírodních materiálů v podobě izolací, se dosahuje nízkoenergetických standardů a napomůže se tím k trvale udržitelné výstavbě.

Tato bakalářská práce se však neomezuje pouze na přírodní stavební suroviny Chebska, nýbrž poskytuje informace i o jiných přírodních surovinách používaných po celém světě. U přírodních stavebních materiálů dovážených z ciziny se „ekologicky nezávadné“ materiály stávají paradoxně neekologickými, a to díky jejich přepravě na dlouhé vzdálenosti. Proto by se od jejich používání, pokud je to možné, mělo upustit a používat pouze materiály místně dostupné.

Dostupnost místních surovin vhodných pro stavění lze stejně tak jako pro modelovou oblast Chebsko, západní Čechy, zhodnotit pro celou Českou republiku, případně i jiné státy, protože se v každé lokalitě nachází jiná surovinová ložiska.

Tímto způsobem by se daly širší veřejnosti ukázat možnosti ekologického stavitelství a případným investorům usnadnit práci při výběru materiálu pro jejich dům.

Lidé v České republice jsou spíše konzervativní a někteří mají vůči bydlení v domě z přírodních materiálů určité předsudky. Bojí se škůdců, plísní a jiných nežádáných vlivů. Když jsou však stavební práce provedené kvalitně a materiály správně ošetřeny, jsou jejich obavy zbytečné.

Ekologické stavitelství, stejně jako šetrné chování k životnímu prostředí dosud není na tak vysoké úrovni jako v sousedních západních zemích, avšak jeho trend se sice pomalu, ale jistě zvyšuje i v České republice.

Po kontaktování všech stavebních úřadů s rozšířenou působností v okrese Cheb jsem zjistila, že do dubna roku 2012 zde nebyla schválena žádná stavba z netradičních přírodních materiálů. Z přírodních materiálů zde stojí jen několik dřevostaveb. Doufám, že se to již v brzké době změní a i v nejzápadnější části naší republiky najde ekologické stavitelství své místo.

12. POUŽITÁ LITERATURA

LITERÁRNÍ ZDROJE:

BÁČOVÁ M. a kolektiv, 2010: Manuál energeticky úsporné architektury. Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů, Praha.

BERGE B., 2009: The Ecology of Building Materials. Architectural Press, Oxford.

BYDŽOVSKÝ J. A KEPRDOVÁ Š., 2010: Nenosné výplňové hmoty na bázi technického konopí. In: Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky IXV. Mezinárodní konference. Výzkumný ústav stavebních hmot, Brno: 117-120.

DERÍKOVÁ M., 2010: Vše o stavbě energeticky úsporného domu. Jaga, Bratislava.

FEIST W., KLIEN J., 1994: Nízkoenergetický dům. HEL, Ostrava.

FEIST W. A KLIEN J., 1994 EX. ROUVEL, 1983: Nízkoenergetický dům. HEL, Ostrava.

FERNANDEZ J. E., 2006: Material architecture : emergent materials for innovative buildings and ecological construction. Architectural Press, Oxford.

HOLLAN J., 2008: Pasivní dům II: zkušenosti z Rakouska a české začátky. Veronica, Brno.

HUDEC M., 2008: Pasivní dům: Proč a jak stavět. Grada, Praha.

HUMM O., 1999: Nízkoenergetické domy. Grada, Praha.

GRYGERA P., KUPČEKOVÁ A., 2010: Bydlete úsporně. Computer Press, Brno.

CHYBÍK J., 2008: Přírodní materiály jako prvek moderní architektury. In: Zdravé domy. FA, Vysoké učení technické, Brno: 71-74.

CHYBÍK J., 2008 EX. MENCL, 1980: Přírodní materiály jako prvek moderní architektury. In: Zdravé domy. FA, Vysoké učení technické, Brno: 71.

CHYBÍK J., 2008 EX. NAGY, 2004: Přírodní materiály jako prvek moderní architektury. In: Zdravé domy. FA, Vysoké učení technické, Brno: 73.

CHYBÍK J., 2009: Přírodní stavební materiály. Grada, Praha.

KISS MIKLOS G., 1983: Energiekonzepte in der Bauplanung. Bauverlag, Berlin.

KLOČUREK V., NEUSTUPNÝ J. A VALENTA J., 2011: Kámen nad ocel. Česká vědeckotechnická společnost, Plzeň.

- LAXA V. A ŠVÁB V., 2009:** Rekonstrukce domu na nízkoenergetický standard. ENVIC, Plzeň.
- LUKÁČOVÁ M. A URMINSKÁ D., 2007:** Vše o úsporách energií. Jaga, Bratislava.
- MÁRTON J., 2010:** Stavby ze slaměných balíků. Jan Márton, Liberec.
- MÁRTON J. EX. BROTÁNEK A., 2010:** Stavby ze slaměných balíků. Jan Márton, Liberec.
- MINKE G., 2009:** Příručka hliněného stavitelství. Pagoda, Bratislava.
- MINKE G. A MAHLKE F., 2009:** Stavby ze slámy. HEL, Ostrava.
- NAGY E., 2002:** Nízkoenergetický ekologický dům. Jaga, Bratislava.
- NAGY E., 2007:** Manuál ekologickej výstavby: navrhovanie a výstavba trvalo udržateľných ľudských sídiel. Permakultúra (CS), Olomouc.
- NAGY E., 2009:** Nízkoenergetický a energeticky pasivní dům. Jaga, Bratislava.
- PETER H., BÖCKLER B., 2000:** Ekologická výstavba domů. Ikar a Knižní klub, Bratislava.
- POČINKOVÁ M., ČUPROVÁ D., 2004:** Úsporný dům. ERA, Brno.
- ROUSEKOVÁ I., 2000:** Stavebné materiály. Jaga, Bratislava.
- SMOLA J., 2011:** Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Grada, Praha.
- SPIEGEL R., MAEDOWS D., 2012:** Green building materials. Wiley, Hoboken.
- SUSKE P., 1991:** Hliněné domy novej generácie. Alfa, Bratislava.
- SUSKE P., 2008:** Ekologická architektura ve stínu moderny. ERA, Brno.
- SVOBODA L., 2004:** Stavební hmoty. Jaga, Bratislava.
- ŠAMÁNKOVÁ E., 1974:** Cheb. Odeon, Praha.
- ŠUBRT R., 2011:** Tepelné mosty - Pro nízkoenergetické a pasivní domy. Grada, Praha.
- TYWONIAK J., 2005:** Nízkoenergetické domy – Principy a příklady. Grada, Praha.
- VELFEL V., 2010:** Energie pro rodinný dům. Paradise Studio, Hradec Králové.
- VLČEK M., 2008:** Hlína, konopí a rákos – znovuobjevené materiály pro zdravé bydlení. In: Zdravé domy. FA, Vysoké učení technické, Brno. 41-43.
- VODIČKOVÁ E., 2008:** Vše o nízkoenergetickém domě. Jaga, Bratislava.

ZAHRADNÍČEK V. A HORÁK P., 2007: Moderní dřevostavby. ERA, Brno.

ZACH J., HROUDKOVÁ J., 2010: Studium chování tepelně izolačních materiálů na bázi přírodních obnovitelných surovinových zdrojů. In: Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky IXV. Mezinárodní konference. Výzkumný ústav stavebních hmot, Brno: 153-154.

ŽABIČKOVÁ I., 2002: Hliněné stavby. ERA, Brno.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

AGROSTIS, 2012: Jutové a kokosové geotextilie. Agrostis Trávníky, s.r.o., Rousínov u Vyškova, online: <http://www.agrostis.cz/?pg=kokosove-a-jutove-geotextilie>, staženo 14.3.2012.

ČEJNA L., 2011: Splněný sen: nízkoenergetický dům ze slámy za 2 mil. korun. ASB, online: <http://www.asb-portal.cz/splneny-sen-nizkoenergeticky-dum-ze-slamy-za-2-mil-korun/galeria/2849/19623>, staženo 12.2.2012.

ČGS-GEOFOND, 2002: Kaolin. Česká geologická služba-geofond, Praha, online: http://www.geofond.cz/dokumenty/nersur_rocenky/rocenkanerudy99/html/kaolin.htm, staženo 16.4.2012.

DEBRA FABRIK, 2010: Energetický štítek obálky budovy (EŠOB). Debra fabrik s.r.o., Praha, online: <http://web.bauexport.cz/list/zajimavosti/esob/index.html>, staženo 25.1.2012.

ENCERTI, 2011: Pasivny rodinný dom. Encerti, Šurany, online: <http://www.encerti.eu/pasivny-rodinny-dom/m145/p59/q1>, staženo 17.4.2012.

EUTIT, 2010: Materiály - tavený čedič a eucor. Eutit, Stará Voda, online: <http://www.eutit.cz/materialy.html>, staženo 7.2.2012.

HALAMA M., 2009: Návrh aktualizace státní energetické koncepce. Ing. Martin Halama, online: http://www.zelenazivotu.com/images/PREZENTACE_AKTUAL_SEK.pdf, staženo 23.2.2012.

HARTSTAV, 2011: Princip pasivního domu ze dřeva. Hartstav projekce/engineering/realizace, Klášterec nad Ohří, online: <http://www.hartstav.wbs.cz/Drevostavby.html?framebreaker>, staženo 20.12.2011.

HUDEC M., 2007: Pasivní domy s použitím slaměných balíků. Tzbinfo, Atelier ELAM, Brno, online: <http://www.tzb-info.cz/4467-pasivni-domy-s-pouzitim-slamenych-baliku>, staženo 25.11.2011.

CHLUPÁČ I. A ŠTORCH P., 1992 EX. SHRBENÝ O.: Regionálně-geologická klasifikace Českého masívu. Praha, online: http://www.geology.upol.cz/Soubory/Regionalne_geologicka_klasifikace_Ceskeho_Masivu.pdf , staženo 30.3.2012.

ICF, 2009: Blue No More. Inner City Farmer, Natural building, online: <http://stormsreback.wordpress.com/2009/01/09/blue-no-more/>, staženo 4.4.2012.

KEPRDOVÁ Š., 2011: Výplňové hmoty pro svislé konstrukce na bázi technického konopí. Vysoké učení technické, Brno, online: http://www.fce.vutbr.cz/veda/JUNIORSTAV2011/pdf/4.2/Keprdova_Sarka_CL.pdf, staženo 11.2.2012.

KOREK-JELINEK, 2004: Korek ve stavebnictví. Jelinek cork group, Rychnov u Jablonce nad Nisou, online: <http://www.korek-jelinek.cz/cz/produkty/korek-ve-stavebnictvi>, staženo 28.10.2011.

KUČEROVÁ V., 2006: Sláma, rákos, konopí. Dům a byt, Studio Arc, Veronika Kučerová, online: http://www.dumabyt.cz/rubriky/dum/materialy-a-technologie/slama-rakos-konopi_18097.html, staženo 20.12.2011.

MF DNES, 2009: Praha termokamerou: když dům září, je tam zima. TMV SS, Praha, online: http://zpravy.idnes.cz/praha-termokamerou-kdyz-dum-zari-je-tam-zima-fme-/domaci.aspx?c=A090410_222212_domaci_dp , staženo 23.11.2012.

NDPŽ, 2007: Podkrušnohorské pánve. Nadace dřevo pro život, mezi stromy, online: <http://www.mezistromy.cz/cz/les/prirodni-lesni-oblasti/podkrušnohorské-panve>, staženo 26.3.2012.

NATURA WALK, 2012: Cotton Couture-Natura walk , online: <http://www.naturawalk.de/>, cit. 10.3.2012.

Ó SÉ G., 2012: Guidelines for Blower Door Testing of Passive Houses. Gavin Ó Sé-Green Build,Wexford, Ireland, online: <http://www.greenbuild.ie/PassiveHouseBlowerDoorTesting.pdf>, staženo 18.4.2012.

OZRZ, 2006: Kokos-Geotextílie. OZRZ spol. s.r.o., Praha , online: <http://www.ozrz.cz/de/catalog/article-id6> , staženo 12.3.2012.

- PALEČEK S., 2007:** Blower door test průvzdušnosti budov - detekční metody. Tzbinfo, RADION - Mgr. Stanislav Paleček, <http://www.tzb-info.cz/3896-blower-door-test-pruvzdusnosti-budov-detekcni-metody>, staženo 15.4.2012.
- PAUL, 2011:** Paul – Rekuperace tepla. Paul, Praha, online: <http://www.paul-rekuperace.cz/>, staženo 30.3.2012.
- POLÁCH J., 2007:** Pěnové sklo v plochých střechách. Colemansi, online: <http://www.coleman.cz/odbinfo.php?id=431>, staženo 15.2.2012.
- PŘÍRODNÍ MATRACE, 2010:** Kokos. MATRACE A POSTELE s.r.o., Praha ,online: <http://www.prirodni-matrace.cz/materialy-pro-prirodni-matrace/kokos-do-matrace>, staženo 23.2.2012.
- SCHWAEBISCH-HALL, 2012:** Chemie und Natur: Der große Dämmstoff-Ratgeber. Schwäbisch Hall, online: https://www.schwaebisch-hall.de/-snm-2887118917-1335186463-053e300000-0000000001-1335186554-enm-ham/bauen-modernisieren/bau-daemmstoffe/artikel/110311_Daemmstoff-Ratgeber.php, staženo 25.3.2012.
- ŠŤASTNÍK S., STEUER R., KMÍNOVÁ H., MAREŠ M., MAREŠOVÁ J., 2006:** Slaměné desky ve stavebnictví . Fakulta stavební, Vysoké učení technické, Brno, online: <http://www.tzb-info.cz/3233-slamene-desky-ve-stavebnictvi>, staženo 20.11.2011.
- SZH, 2009:** Hliněné omítky-přírodní. Stavíme z hlíny, online: <http://www.stavimezhliny.cz/hlinene-omitky-prirodni/>, staženo 20.12.2011.
- THERMOFLAX, 2011:** Wall insulation. Thermoflax, Novosibirsk, online: <http://www.thermoflax.ru/ecohouse/wallinsulation/index.html>, staženo 14.3.2012.
- TOMÁŠEK J., 2010:** Vybíráme tepelnou izolaci pro fasádu staršího domu. Ireceptar, VIZUS & Reader's Digest Výběr, online: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/vybirame-tepelnou-izolaci-pro-fasadu-starsiho-domu/>, staženo 12.2.2012.
- WRANDERS, 2006:** Nízkoenergetické domy. Wrandrers project & architecture, Praha, online: <http://www.domynamiru.cz/nizkoenergetickeDomy.php>, staženo 4.11.2011.
- WRONOVÁ M., 2010:** Ovčí vlna jako izolace: Zelený výmysl, nebo užitečné řešení?. Nazeleno.cz, XBizon, s. r. o., Brno, online: <http://www.nazeleno.cz/ovci-vlna-jako-izolace-zeleny-vymysl-nebo-uzitecne-reseni.aspx> , staženo 10.4.2012.

13. PŘÍLOHY



Příloha č. 1: Orná půda v okolí obce Starý Hrozňatov. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 2: Orná půda nedaleko Hájů u Chebu. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 3: Lesy v okolí Mariánských Lázní. (vlastní zdroj, 2011)



Příloha č. 4: Lesy vinoucí se okolo řeky Ohře. (vlastní zdroj, 2011)



Příloha č. 5: Dřevozpracující pila ve Starém Hrozňatově. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 6: Lesy přilehlé k pile ve Starém Hrozňatově. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 7: Rákosový porost u břehu přehrady Jesenice u Chebu. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 8: Čedičový lom u obce Slapany. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 9: Drtič čediče – lom Slapany. (vlastní zdroj, 2012)



Příloha č. 10: Štěrkopískový lom – Dřenice u Chebu. (vlastní zdroj, 2012)

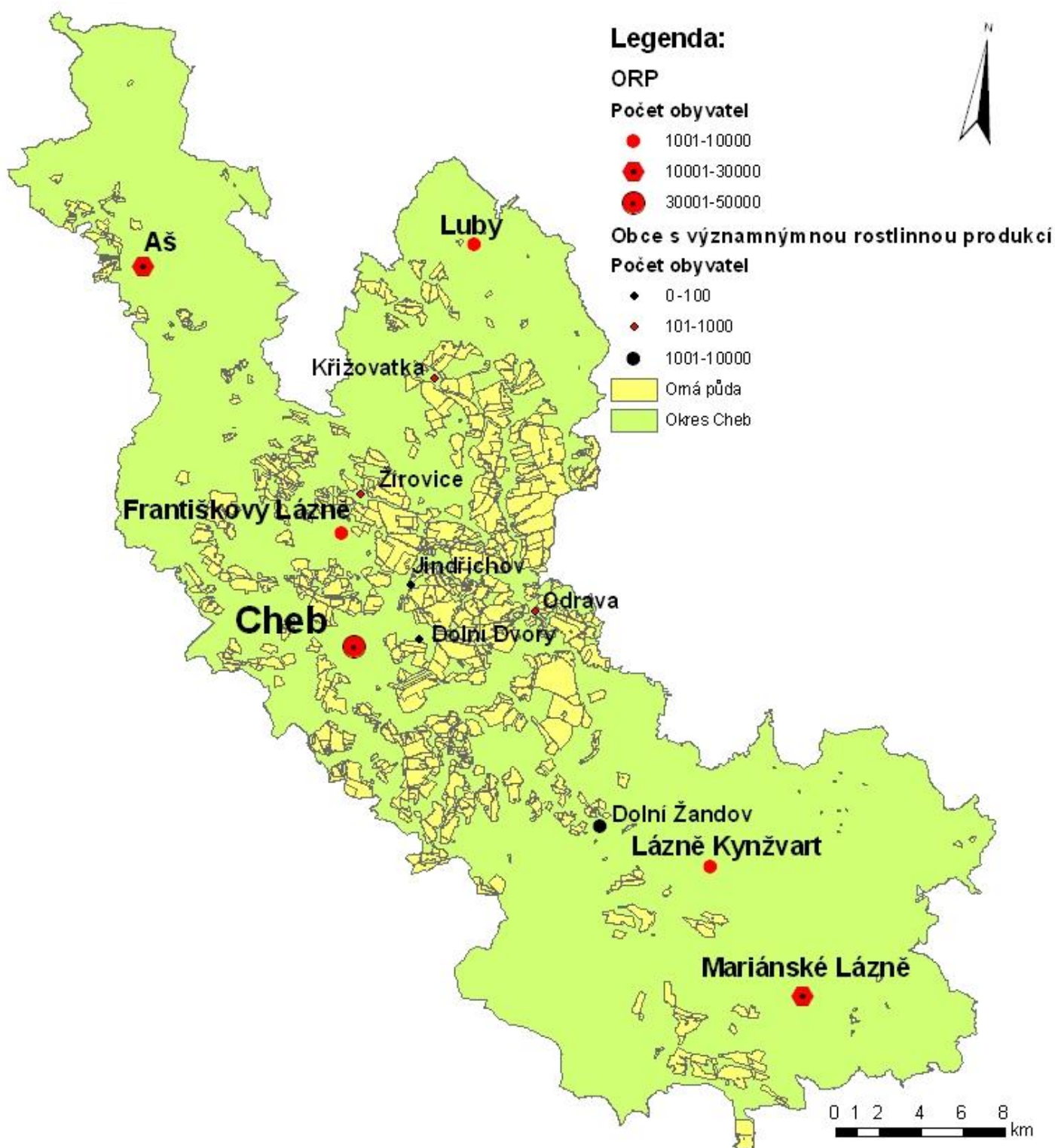


Příloha č. 11: Expedice štěrkopísku – Dřenice u Chebu. (vlastní zdroj, 2012)



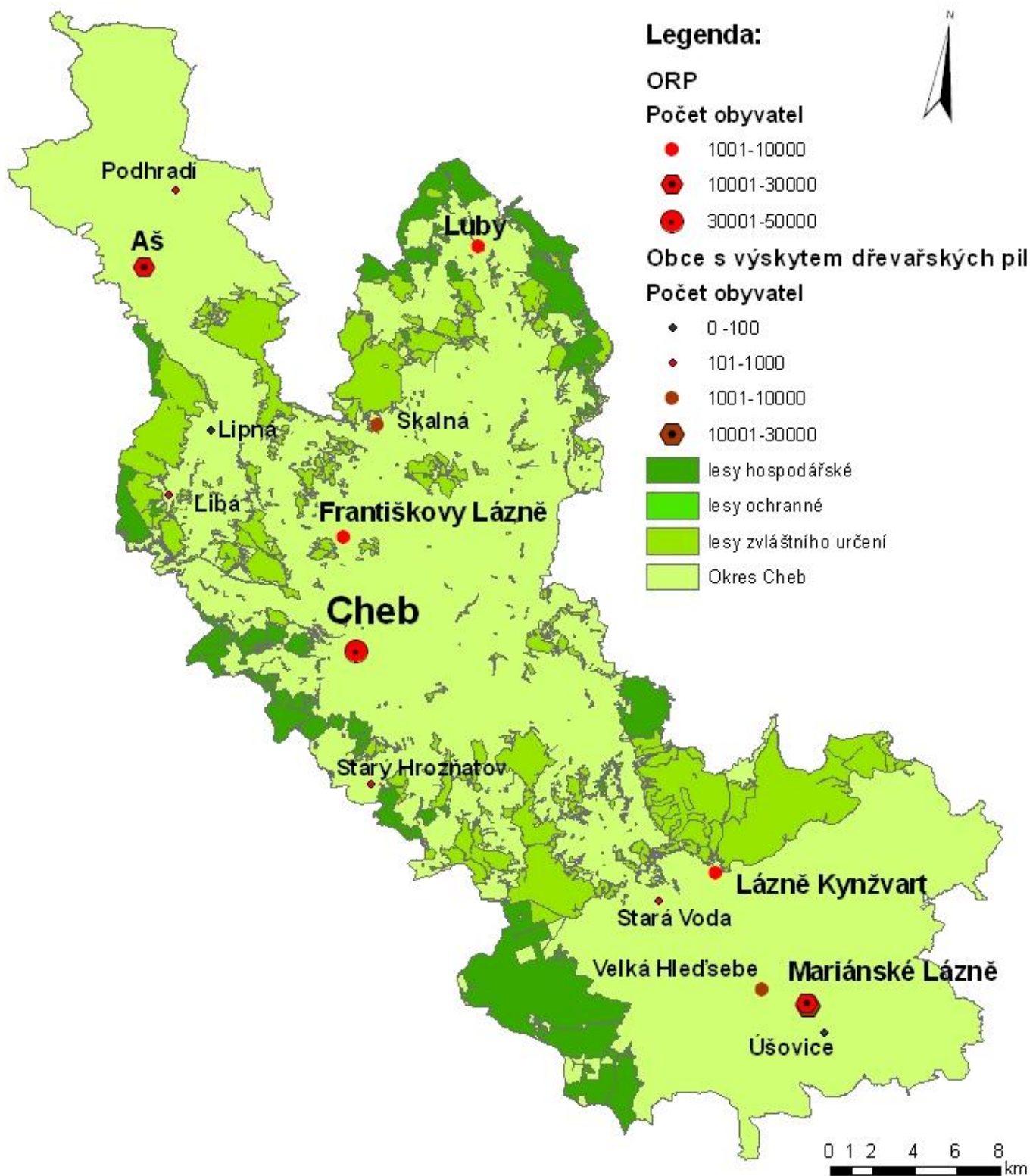
Příloha č. 12: Ovce chované v okolí obce Obilná. (vlastní zdroj, 2012)

CHEBSKO - MOŽNOSTI VYUŽITÍ ORNÉ PŮDY



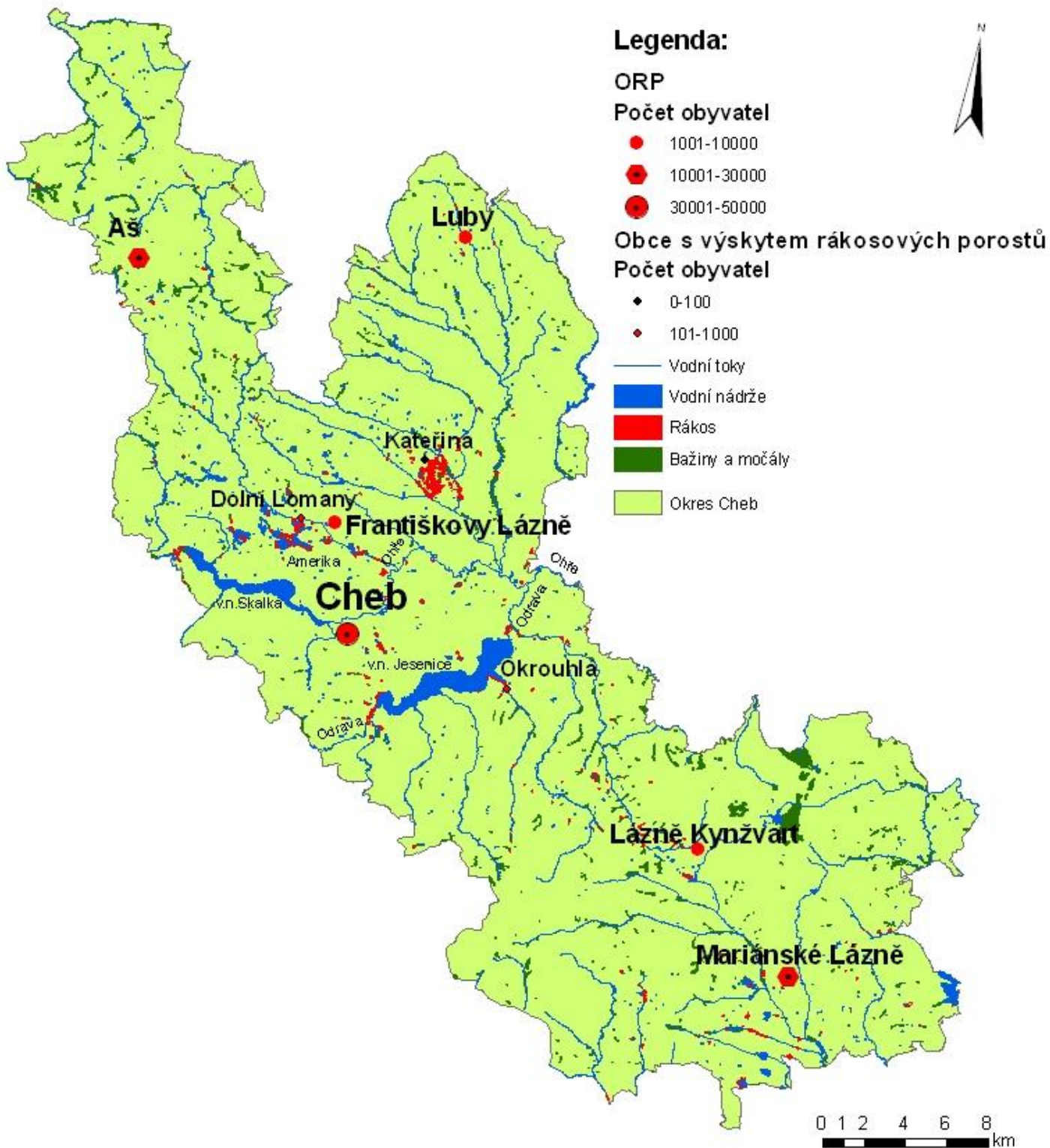
Vypracovala: VERONIKA ŽIVNÁ	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta životního prostředí Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování	
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	Ročník / obor 3/BKRAJ	Příloha č. 13
Název přílohy: CHEBSKO – MOŽNOST VYUŽITÍ PRODUKTŮ ORNÉ PŮDY VE STAVEBNICTVÍ	Rok: 2012	Měřítko: 1:250 000

CHEBSKO - MOŽNOST VYUŽITÍ DŘEVA



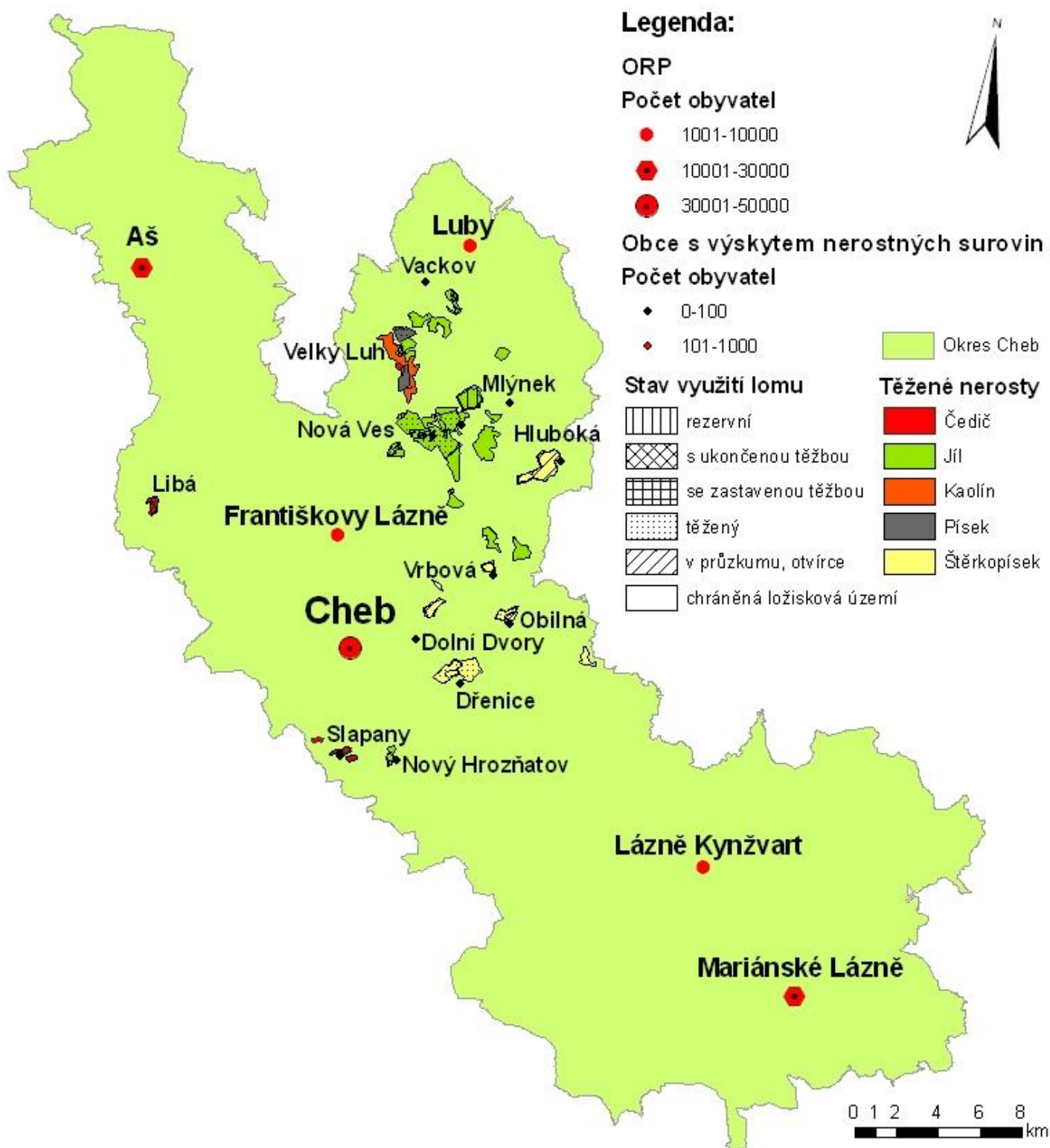
Vypracovala: VERONIKA ŽIVNÁ	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta životního prostředí Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování	
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	Ročník / obor 3/BKRAJ	Příloha č. 14
Název přílohy: CHEBSKO – MOŽNOST VYUŽITÍ DŘEVA VE STAVEBNICTVÍ	Rok: 2012	Měřítko: 1:250 000

CHEBSKO - VÝSKYT RÁKOSOVÝCH POROSTŮ



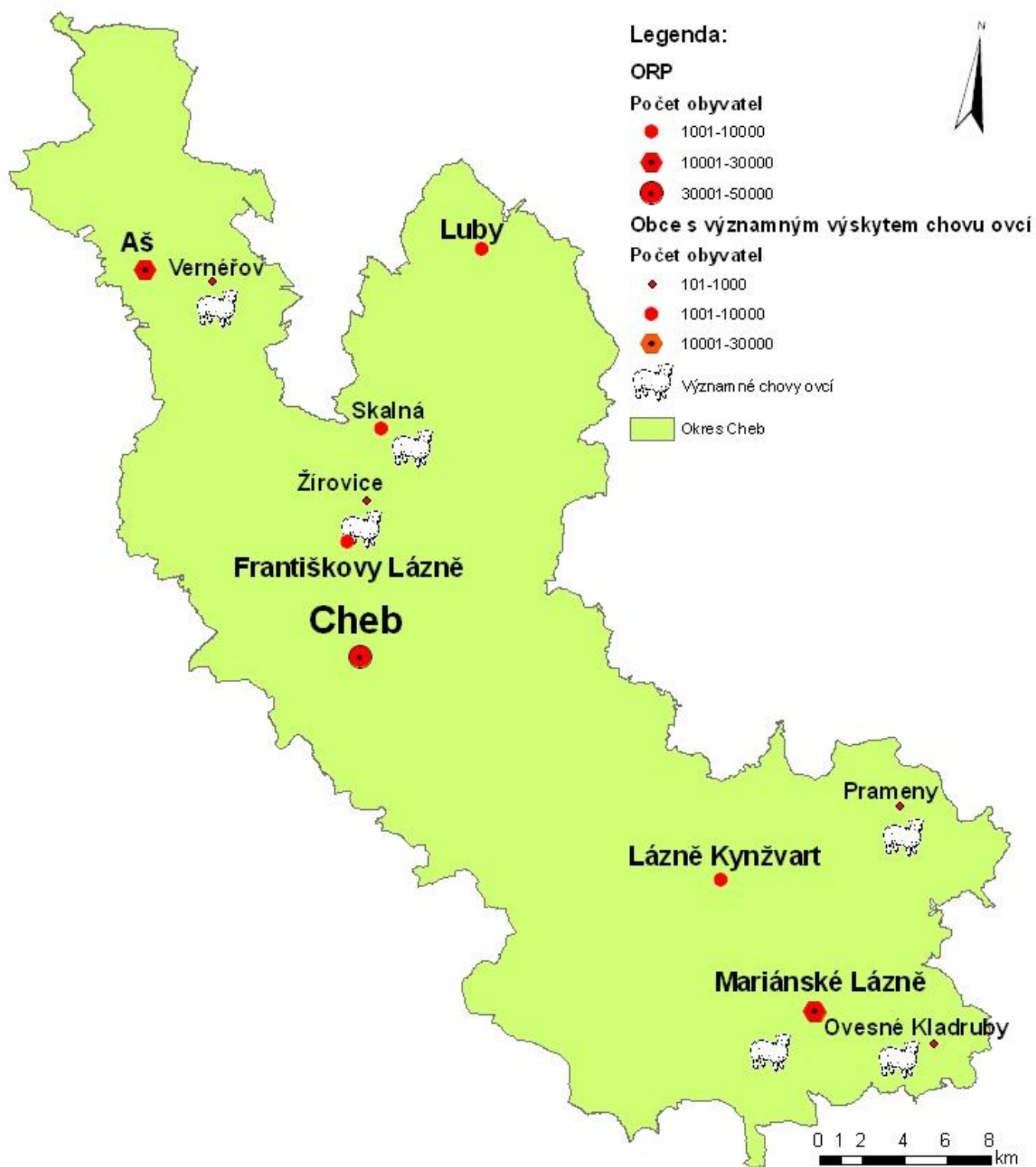
Vypracovala: VERONIKA ŽIVNÁ	ČESKÁ ZEMĚLŠKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta životního prostředí Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování	
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	Ročník / obor 3/BKRAJ	Příloha č. 15
Název přílohy: CHEBSKO – MOŽNOST VYUŽITÍ RÁKOSU VE STAVEBNICTVÍ	Rok: 2012	Měřítko: 1:250 000

CHEBSKO - NALEZIŠTĚ NEROSTŮ



Vypracovala: VERONIKA ŽIVNÁ	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta životního prostředí Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování	
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	Ročník / obor 3/BKRAJ	Příloha č. 16
Název přílohy: CHEBSKO – MOŽNOST VYUŽITÍ NEROSTNÝCH SUROVIN VE STAVEBNICTVÍ	Rok: 2012	Měřítko: 1:250 000

CHEBSKO - VÝZNAMNÉ CHOvy Ovcí



Vypracovala: VERONIKA ŽIVNÁ	CESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE Fakulta životního prostředí Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování	
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	Ročník / obor 3/BKRAJ	Příloha č. 17
Název přílohy: CHEBSKO – MOŽNOST VYUŽITÍ OVČÍ VLNY VE STAVEBNICTVÍ	Rok: 2012	Měřítko: 1:250 000