

POROVNÁNÍ KVALITY REALIZOVANÝCH PASIVNÍCH DOMŮ V ČR Z ENVIRONMENTÁLNÍCH HLEDISEK



Ing. Karel Srdečný
Ing. Miroslav Purkert
Ing. Jitka Klinkerová

prosinec 2011



*Projekt byl podpořen Ministerstvem životního prostředí.
Materiál nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.*

Ministerstvo životního prostředí
České republiky



Porovnání kvality realizovaných pasivních domů v ČR z environmentálních hledisek

Ing. Karel Srdečný, Ing. Miroslav Purkert, Ing. Jitka Klinkerová

Vydal: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Grafická úprava: studio Žaket

Praha 2011

ISBN 978-80-87333-08-2

Projekt byl finančně podpořen v grantovém řízení MŽP.

Materiál nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

OBSAH

1. ÚVOD.....	5
2. HODNOCENÍ VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	5
3. PASIVNÍ DŮM	6
3.1. Kritéria pasivního domu	6
3.1. Spotřeba energie na provoz pasivního domu	7
3.2. Primární energie	8
3.3. Globální emise	10
3.4. Ostatní kritéria	11
4. STAVEBNÍ MATERIÁLY	11
4.1. Výstavba domu	11
4.2. Materiály	11
5. ENERGETICKÁ NÁROČNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	12
5.1. Provozní energie	13
5.2. Energetická návratnost tepelné izolace	14
5.3. Emise z výroby a při provozu	15
6. POROVNÁNÍ VYBRANÝCH DOMŮ	16
6.1. Popis jednotlivých objektů	17
6.1.1. Pasivní dům Koberovy, ATREA	17
6.1.2. Pasivní dům Úvaly – Praha-východ, EKORD	17
6.1.3. Pasivní dům Litvínovice – Šindlovy Dvory, MAKY	17
6.1.4. Pasivní dům Lysá nad Labem, ENEUS	17
6.1.5. Pasivní dům Varnsdorf, K-KONTROL – Czech Pan	18
6.1.6. Pasivní dům Komorní Dvůr, KOP KD	18
6.2. Zabudovaná energie	19
6.3. Zabudovaná a provozní energie	20
6.4. Zabudované emise a emise z vytápění	21
7. ZÁVĚR	23
Seznam tabulek	24
Seznam obrázků	24
Seznam použité literatury	24
Seznam souvisejících právních předpisů	24
Příloha č. 1 – Parametry vybraných obvodových konstrukcí	25
Příloha č. 2 – Environmentální data hlavních konstrukčních materiálů a tepelných izolací	31

SEZNAM ZKRATEK

CZT	centrální zásobování teplem
ČSÚ	Český statistický úřad
EA	energetický audit
EK	elektrokotel
EPS	expandovaný polystyren
IBO	Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie
KZS	kontaktní zateplovací systém
MW	minerální vlna
nn	nízké napětí
NP	nadzemní podlaží
OZE	obnovitelné energetické zdroje
PHPP	Passive House Planning Package
PP	podzemní podlaží
TČ	tepelné čerpadlo
TNI	technická normalizační informace
TV	teplá užitková voda
ÚT	ústřední vytápění
VYT	vytápění
VZT	vzduchotechnika
XPS	extrudovaný polystyren
ZP	zemní plyn

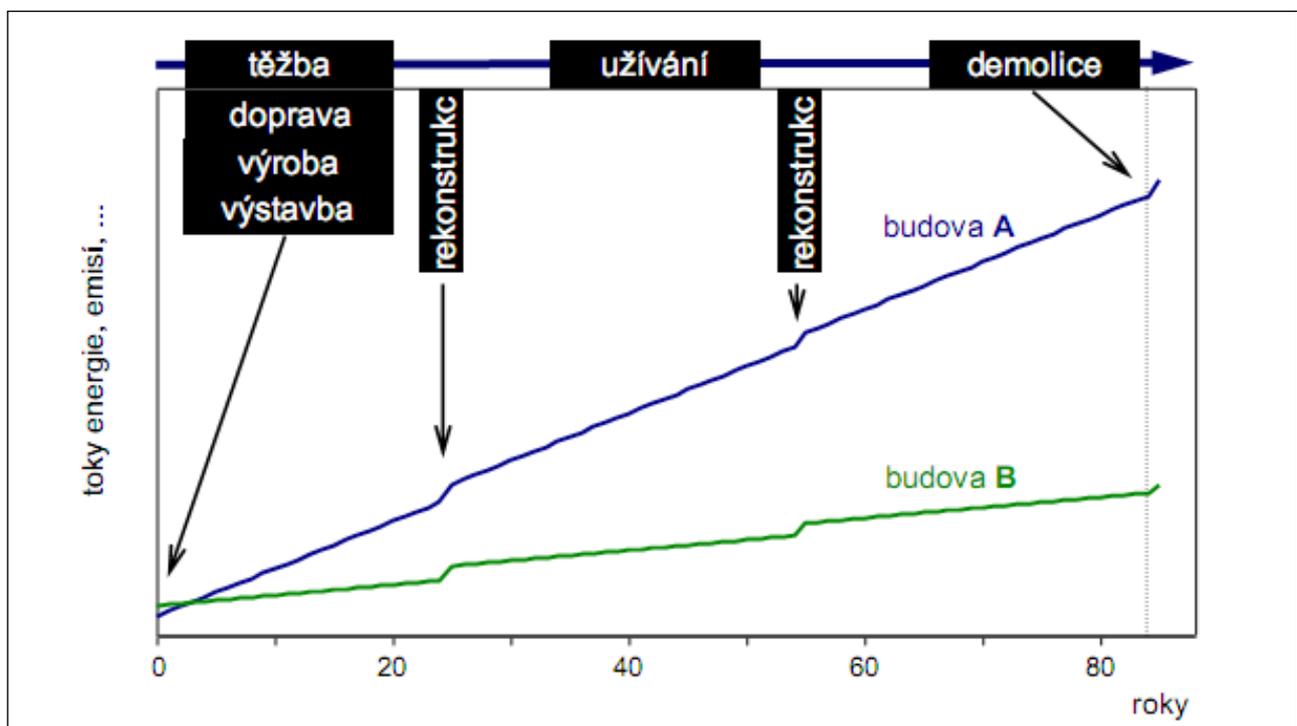
1. ÚVOD

Trend výstavby pasivních domů lze chápat jako odpověď na rostoucí ceny energií, snahu o větší energetickou nezávislost a snahu snížit zátěž životního prostředí.

První pasivní domy si pořizovali hlavně lidé, kteří tím chtěli vyjádřit svůj pozitivní vztah k životnímu prostředí. Dnes se pasivní dům stává standardem. Otázka již nezní „Proč stavět dům jako pasivní?“, ale „Proč vůbec stavět jinak, než v pasivním standardu?“. Jsou k dispozici vhodné technologie a materiály, a to za běžné ceny. Jsou známy zásady projektování a stavební postupy. Důležité je i to, že pasivní dům je dům kvalitní. Nemí-li dům kvalitně navržen a postaven, nemůže být nikdy pasivní. To je dalším důležitým hlediskem pro mnoho investorů.

Do popředí dnes vystupují i další otázky. Jednou z nich je energetická náročnost výstavby, respektive vliv vlastní stavby na životní prostředí. Toho si je vědoma i část investorů a projektantů. Proto se u pasivních domů setkáme se solárními systémy pro ohřev vody, s využíváním dešťové vody, s kořenovými čistítkami a jinými ekologicky přínosnými řešeními, ačkoli nejsou „povinné“ pro dosažení pasivního standardu.

V této studii se budeme zabývat zejména energetickou a ekologickou náročností vlastní výstavby a provozu pasivního domu. Použité materiály při svém vzniku zatěžují životní prostředí, hovoří se o zabudované nebo šedé energii. U starší konvenční výstavby spotřeboval dům během až 80 let svého života řádově více energie, než bylo potřeba na jeho vznik. U pasivních domů, kde je spotřeba na vytápění až 10x menší, je objem šedé energie významnější. Totéž platí o emisích, jak z vlastního provozu, tak emisí svázaných s výstavbou.



Obrázek 1: Rámcové porovnání „standardní“ budovy (A) a nízkoenergetického domu (B). Zdroj: [1]

2. HODNOCENÍ VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Veškeré činnosti spojené s budovami, jako návrh, výstavba, užívání, rekonstrukce a demolice mají přímý i nepřímý vliv na životní prostředí. V sektoru stavebnictví a v užívání budov se naskýtá velký potenciál pro zlepšení, či zmírnění vlivu staveb na životní prostředí. Budova na jedné straně spotřebovává přírodní zdroje (materiály, energie, půda, voda), na straně druhé produkuje řadu odpadů a škodlivin (zpravidla jako důsledek krytí energetických potřeb).

Vliv budov lze posuzovat na několika úrovních, ve kterých vystupují do popředí různé faktory:

- globální úroveň (např. poškozování ozónové vrstvy, globální oteplování – skleníkový efekt),
- regionální úroveň (např. okyselování prostředí, eutrofizace vod, smog),
- lokální úroveň (např. spotřeba zdrojů – materiály, půda, voda).

Hodnotící metody na posuzování environmentálního dopadu stavby se liší svým zaměřením, šířkou záběru a podrobností hodnocení. Tím, že neexistuje na národní úrovni žádná předepsaná a jednotná metodika,

může docházet a také dochází k netransparentním výsledkům a nerelevantním srovnáváním environmentální kvality hodnocených budov. Proto je dobré při analýzách alespoň dodržovat základní metodické postupy a pravidla. Zásadním přístupem je využití metody LCA (hodnocení životního cyklu) a použití základních indikátorů, které vhodně poukazují na výši environmentálního dopadu (např. primární energie a ekvivalentní emise oxidu uhličitého).

3. PASIVNÍ DŮM

3.1. KRITÉRIA PASIVNÍHO DOMU

Standard pasivního domu vznikl jako technický úzus. Z německého prostředí se postupně šíří do dalších zemí. Česká legislativa tento pojem nezná. I proto se stále lze setkat s neseříznými dodavateli, kteří za pasivní dům vydávají stavbu s parametry dobrými leda pro psí boudu. Právně je takovéto jednání těžko postižitelné.

Nejčastěji se pasivní dům definuje jako budova, kde je spotřeba energie na vytápění nanejvýš 15 kWh/m²·rok. Tato definice je snadno srozumitelná. Má velký praktický význam pro uživatele budovy, neboť se jasně projeví v účtech za energie. Kromě toho by však pasivní dům měl splňovat i další kritéria.

U starších domů utíkalo nejvíce energie stěnami, okny a dalšími konstrukcemi. Pozornost se proto soustředila na zvýšení tepelně-izolačních vlastností konstrukcí. Z toho tedy vyplynuly požadavky na konstrukce, které v pasivním domě musí být asi dvakrát až třikrát lepší než předepisuje platná norma pro běžnou výstavbu. Podobně se zvýšily požadavky na okna, která by v pasivním domě měla opět být asi dvakrát lepší, než požaduje norma. U pasivních domů, kde hraje roli i množství sluneční energie dopadající okny do interiéru, se u oken klade důraz i na schopnost propouštět sluneční energii.

Součinitel prostupu tepla [W/m ² ·K]	Požadavek normy ČSN 730540	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
Vnější stěna	0,30	0,18 až 0,12
Šikmá střecha	0,30	0,18 až 0,12
Plochá střecha	0,24	0,15 až 0,10
Podlaha na terénu	0,45	0,22 až 0,15
Okna	1,5	0,8 až 0,6

Tabulka 1: Tepelně izolační parametry vybraných konstrukcí.

V konstrukci domu jsou místa, kde je izolace zeslabená – například v místě osazení okna do stěny. Může zde vzniknout tzv. tepelný most, kterým uniká poměrně velké množství tepla. Například při špatně vyřešeném osazení balkonových dveří do stěny může být ztráta tepelným mostem stejně velká jako únik tepla celou zbývající plochou stěny. Tepelné mosty musí eliminovat projektant již při návrhu domu; pro laika je obtížné zkontrolovat správnost řešení. Pasivní dům by měl být navržen tak, aby vliv tepelných mostů byl minimální (správně by tak měl být navržen každý, i ne-pasivní dům).

V určité chvíli se ukázalo, že další přidávání tepelné izolace do stěn (a dalších konstrukcí) již nemá velký smysl. Teplo unikající obálkou budovy je již velmi malé. Dům se však musí i větrat a s větracím vzduchem odchází i významné množství tepla. Proto se pozornost soustředila na větrání s rekuperací tepla z odváděného vzduchu. To je významný rozdíl oproti ne-pasivní výstavbě: domy pro bydlení musí mít větrací zařízení (strojní větrání s ventilátory, potrubím, výměníky atd.), které se dosud používalo v administrativních a výrobních budovách. Vznikl tedy požadavek na větrací zařízení s rekuperačním výměníkem, který by měl mít účinnost nejméně 75 %.

Aby bylo získávání tepla z odpadního vzduchu účinné, nesmí do domu „táhnout“ netěsnostmi ve stěnách, okolo oken a podobně. Proto vznikl požadavek na těsnost domu. Těsnost domu se měří pomocí tzv. blower-door testu a jde o poměrně snadno prokazatelnou veličinu. Těsnost slouží jako velmi dobrý indikátor kvality stavby. Nekvalitně postavený dům stěží dosáhne požadované těsnosti. Požadavek je $n_{50} \leq 0,6$. To znamená, že při rozdílu tlaku 50 Pa (odpovídá zhruba stavu, kdy na dům fouká vítr s rychlostí cca 30 km/h) se veškerý vzduch v domě vymění za 0,6 hodiny.

Základní vlastností pasivního domu je to, že se obejde bez vytápěcího systému (např. ústřední vytápění s radiátory). Teplo je zajišťováno pouze dohřevem větracího vzduchu. Tímto způsobem lze pokrýt tepelnou ztrátu místnosti 10 W/m^2 . Jinak by teplota přiváděného vzduchu musela být nezdravě vysoká nebo by množství větracího vzduchu způsobovalo nepříjemný průvan. V ČR se používá i koncept pasivního domu s vytápěním (např. podlahovým), kdy se větrací vzduch už nedohřívá. Podmínka měrné tepelné ztráty 10 W/m^2 v tomto případě nemusí být splněna.

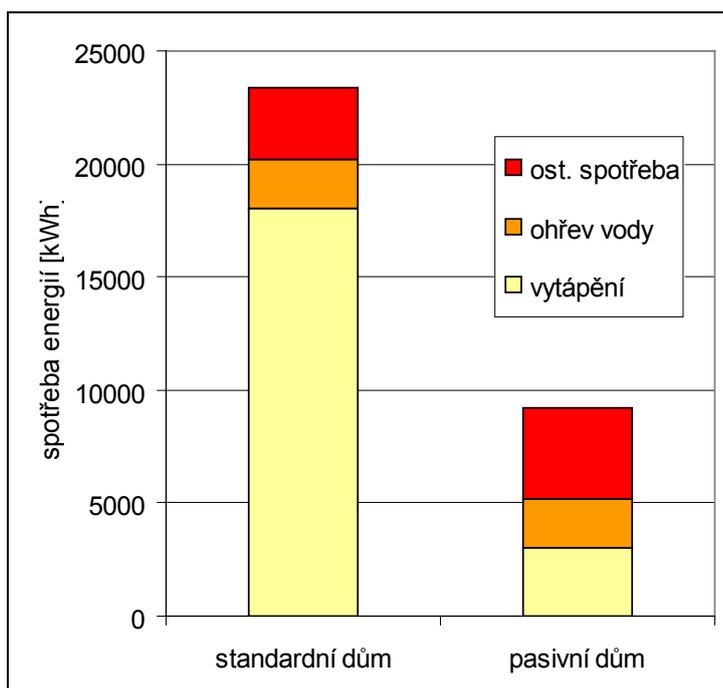
Kritéria pro pasivní dům v ČR shrnuje technická normalizační informace (TNI 730329 pro rodinné domy a TNI 730330 pro bytové domy). Vznikla především na základě požadavku dotačního programu Zelená úsporám, kde bylo možno získat dotaci při výstavbě pasivního domu.

TNI 730329, která platí pro rodinné pasivní domy, se od německého (resp. mezinárodně uznávaného) standardu označovaného PHPP poněkud liší. Nejvýznamnější rozdíly jsou tyto:

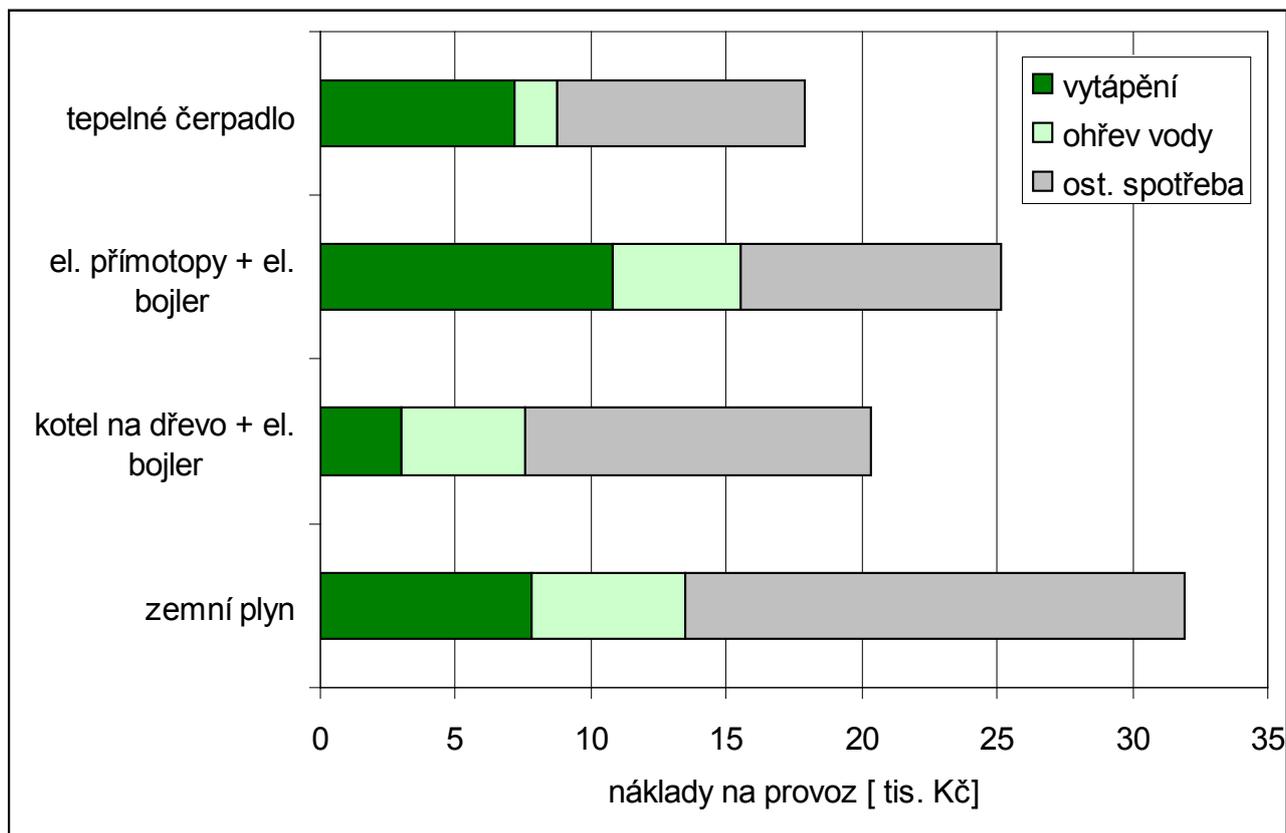
- TNI požaduje pro rodinné domy hodnotu spotřeby tepla na vytápění $20 \text{ kWh/m}^2\text{-rok}$ (pro bytové domy $15 \text{ kWh/m}^2\text{-rok}$). To vychází z odlišného způsobu výpočtu.
- Spotřeba se rozpočítává na celkovou podlahovou plochu, tj. včetně příček a dalších ploch. Naproti tomu německý způsob výpočtu rozpočítává spotřebu na čistou plochu místností (tj. na menší plochu).
- Ve výpočtech se uvažuje tzv. výpočtová hodnota tepelné vodivosti jednotlivých materiálů, která by měla odpovídat vlastnostem zabudovaného materiálu. Tato hodnota je o něco vyšší, než tzv. deklarovaná hodnota tepelné vodivosti, která se používá v německém výpočtu.
- Ztráty zeminou (u podlah na terénu nebo u suterénních stěn) se počítají odlišným způsobem.
- Nejdůležitějším rozdílem je to, že podle TNI se ve výpočtu uvažují průměrná klimatická data pro ČR. To je vhodné pro porovnání jednotlivých domů mezi sebou, což se hodí třeba právě pro dotační řízení. Stavebník domu by však mělo zajímat, kolik energie spotřebuje jeho dům postavený v konkrétní lokalitě. Proto také způsob výpočtu dle německé metodiky PHPP zásadně uvažuje místní klimatická data. Může se tedy stát, že dům, který dejme tomu na Hané bez problémů splní kritérium spotřeby, na Šumavě již pasivní nebude.

3.1. SPOTŘEBA ENERGIE NA PROVOZ PASIVNÍHO DOMU

Je-li pasivní dům definován spotřebou energie na vytápění, nemusela by spotřeba ostatních energií projektanta zajímat. Proč by se architekt měl zajímat o to, kolik peněz se v budoucím domě zaplatí za provoz chladničky? Přitom třeba rozhodnutí pro elektrické topení v domě ovlivní i cenu elektřiny pro spotřebiče. Podobně spotřeba tepla na ohřev vody nijak neovlivní to, zda dům nepřekročí onu magickou hranici $15 \text{ kWh/m}^2\text{-rok}$ (ta zahrnuje jen vytápění). Přitom v absolutních číslech může být tato spotřeba i větší než je spotřeba tepla na vytápění. Může nastat situace, kdy by zodpovědný projektant měl v zájmu svého klienta spíše hledat cestu ke snížení spotřeby tepla na ohřev vody (třeba solárním systémem), než navrhovat např. podzemní přívod větracího vzduchu, který sice pomůže snížit spotřebu tepla na vytápění, ale na provozu domu ušetří 10x méně peněz.



Obrázek 2: Příklad spotřeby provozních energií v rodinném domě.



Obrázek 3: Příklad nákladů na provoz pasivního domu při použití různých způsobů vytápění.

3.2. PRIMÁRNÍ ENERGIE

Je zřejmé, že spotřeba tepla na vytápění, případně další spotřeba v domě (na ohřev vody, na provoz domácnosti a další), zajímá zejména majitele domu. To, co „proteče“ přes elektroměr, plynoměr, to se také musí zaplatit.

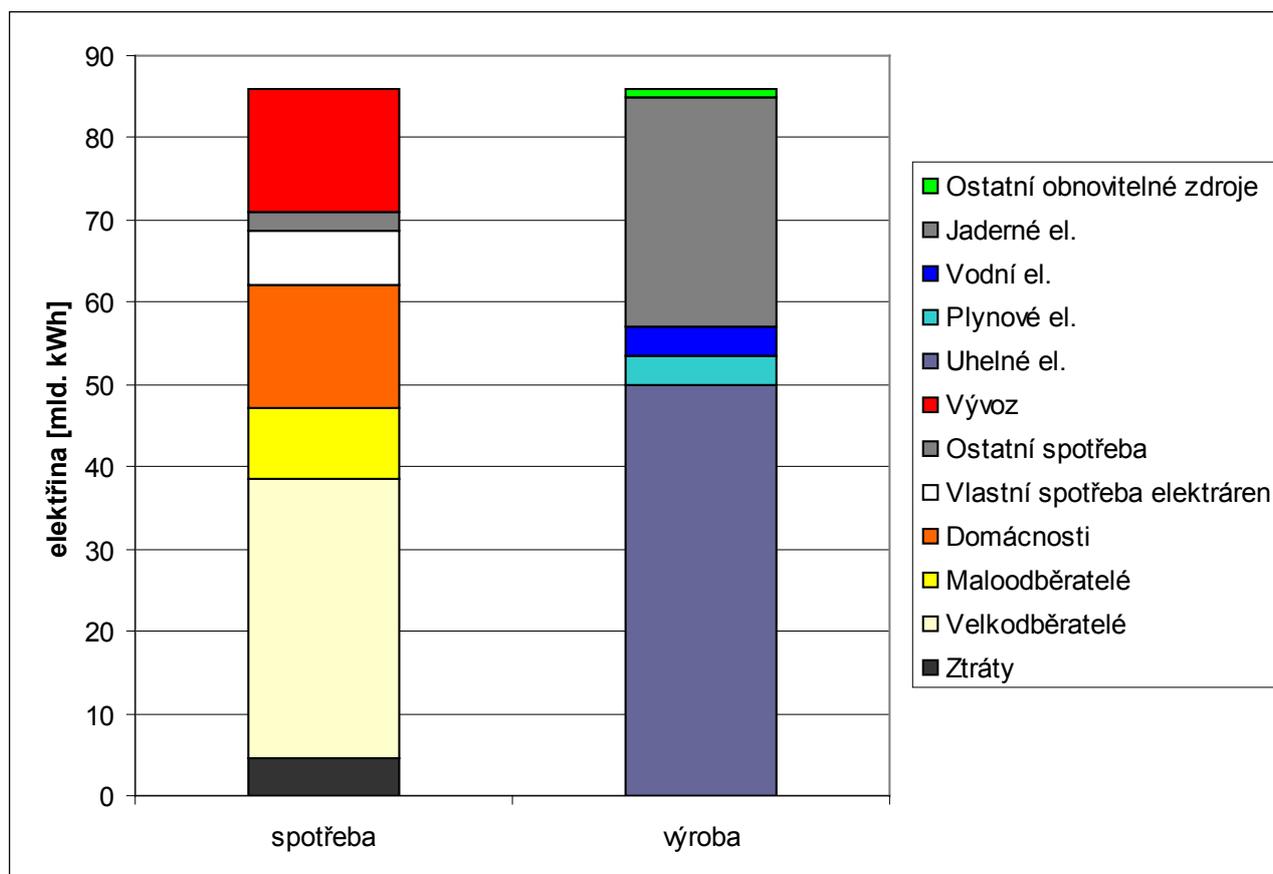
Z globálního hlediska je však důležitá spotřeba primární energie – tj. zejména energie fosilních a jaderných paliv. Různé zdroje přeměňují primární energii na konečné teplo či elektřinu s různou účinností. Například běžná uhelná či jaderná elektrárna má účinnost okolo 32 %. Ale i „čisté“ zdroje, jako je solární kolektor pro ohřev vody, potřebuje ke svému provozu elektřinu (na pohon čerpadel a regulace).

Se spotřebou primárních zdrojů souvisí energetická bezpečnost a i závislost na fosilních a jaderných palivech. Proto se jí příkládá velká důležitost. V různých systémech certifikace budov má kritérium spotřeby primární energie poměrně velkou váhu.

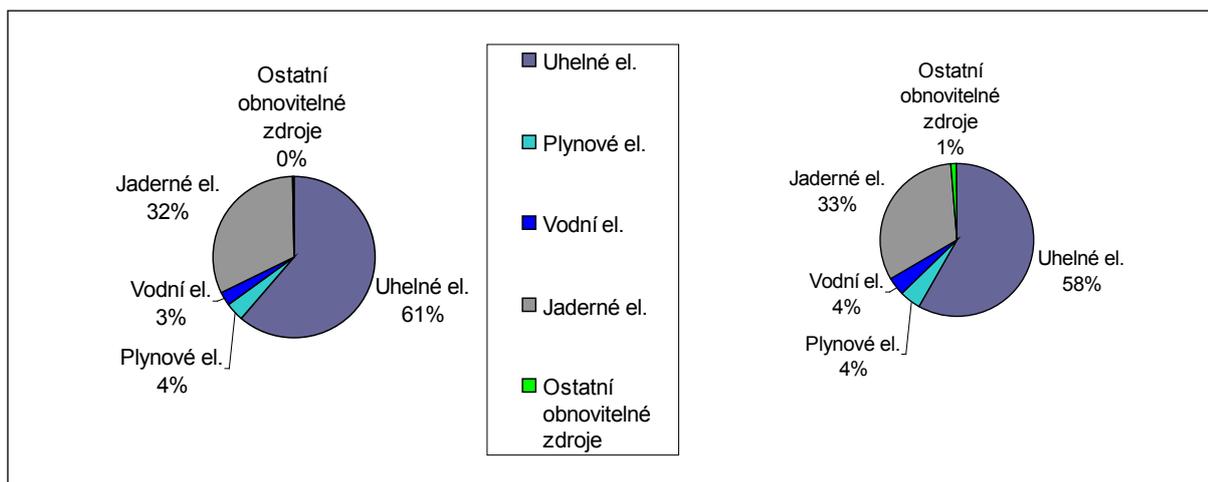
Pro porovnání spotřeby primární energie je k dispozici několik metodik. V současnosti se v ČR připravuje vyhláška k zákonu o hospodaření energií č. 406/200 Sb. Protože v době zpracování této studie dosud byl k dispozici jen pracovní návrh této vyhlášky, použili jsme pro tuto studii metodiku používanou v hodnocení SBTToolCZ. Tato metodika vychází zejména z lineárního bilančního modelu GEMIS, resp. její české databáze GEMIS CZ založené na datech z roku 2008. Je dobré si uvědomit, že zejména u elektřiny se palivový mix mění.

	Zdroj informací / metodika hodnocení		
	TNI 730329 TNI 730330	GEMIS SBToolCZ	Návrh vyhlášky MPO
Zemní plyn	1,1	1,42 až 1,46	1,1
Uhlí	1,1	1,38 až 1,15	1,1
LTO	1,1		1,1
Elektrina (ze sítě)	3,0	3,16	3,0
Dřevo, ostatní biomasa	0,05	0,04	0,05
Dřevěné peletky	0,15	0,15 až 0,11	0,15
Solární systémy termické	0,05	0,15	0,05
Fotovoltaika	0,2	0,52	0,05
Větrná elektrárna		0,15	
Bioplyn		0,13	
CZT (výtopna bez kogenerace)		1,5	
CZT (teplárna s kogenerací 35%)		1,1	
CZT (teplárna s kogenerací 70%)		0,8	
CZT z biomasy		0,13	0,3

Tabulka 2: Konverzní faktory dle různých metodik hodnocení.



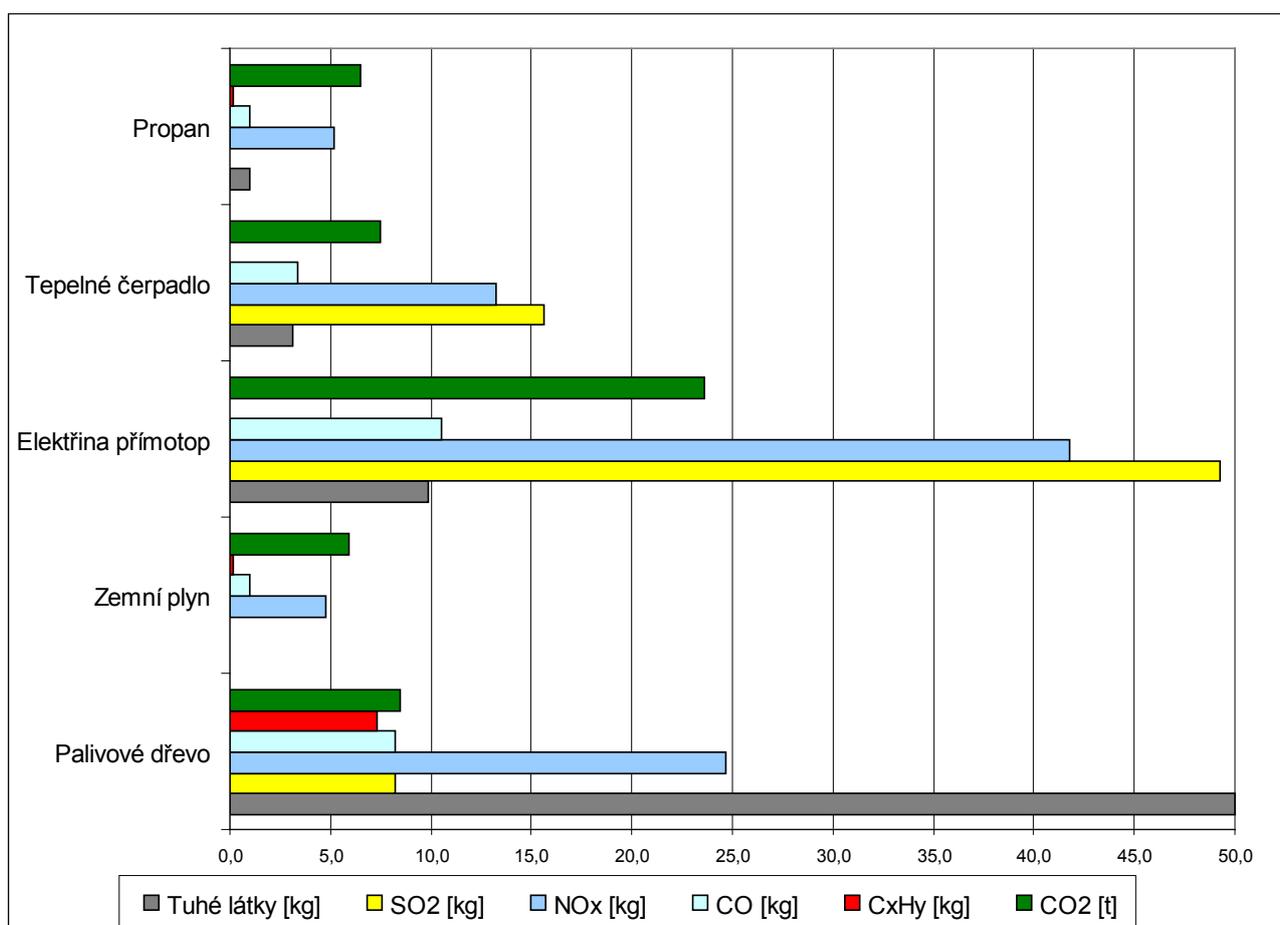
Obrázek 4: Struktura výroby a spotřeby elektřiny v roce 2010. Zdroj dat: ERÚ.



Obrázek 5: Palivový mix pro výrobu elektřiny v roce 2008 a 2010. Zdroj dat: ERÚ.

3.3. GLOBÁLNÍ EMISE

Z globálního i lokálního hlediska je také důležité, jak životní prostředí zatíží výroba energie (přesněji bychom měli mluvit o konverzi primární energie na koncové teplo a elektřinu). Produkce elektřiny v běžných uhelných elektrárnách zatěžuje životní prostředí emisemi oxidů síry, dusíku a dalších plyných látek; i přes instalaci filtrů stále produkuje i popílek. Podobně spalování uhlí v teplárnách nebo dřeva v individuálních kotlích emituje nezanedbatelné množství tuhých látek a samozřejmě i plyné emise.



Obrázek 6: Emise z různých způsobů vytápění při roční spotřebě tepla 90 GJ = 25 MWh.

Emise z produkce energie mají vliv na změnu životního prostředí. Zejména jde o oxidy síry a dusíku, které způsobují okyselení deštěů. Tento vliv se označuje jako potenciál okyselování prostředí a vyjadřuje se v ekvivalentních emisích SO₂.

Podobně celkový vliv emisí plynů ovlivňujících skleníkový efekt se označuje jako potenciál globálního oteplování a vyjadřuje se v ekvivalentních emisích CO₂.

Vliv emisí na zdraví lidí (zejména oxidů dusíku, přízemního ozónu a aromatických těkavých látek) se velmi obtížně kvantifikuje. Obecně nelze stanovit vztah mezi emisemi a imisní zátěží obyvatel – je třeba vždy hodnotit konkrétní situaci. Zdraví lidí je také ovlivněno mnoha dalšími faktory, jako je stres, strava, životní styl. Z těchto důvodů se jím dále nebudeme zabývat, ačkoli to jistě neznamená, že problém neexistuje.

	Emisní faktor		
	CO _{2,ekv} [g/MJ]	SO _{2,ekv} [g/MJ]	NO _{x,ekv} [g/MJ]
Zemní plyn	88,3	0,083	0,107
Uhlí hnědé	143,8	1,089	0,234
Uhlí černé	155,2	1,070	0,114
Elektřina (ze sítě)	207,4	0,464	0,313
Dřevo, ostatní biomasa	3,5	0,203	0,251
Dřevěné peletky	9,2	0,154	0,157
Solární systémy termické	13,3	0,058	0,035
Fotovoltaika	37,5	0,080	0,050
Fotovoltaika	37,5	0,080	0,050

Tabulka 3: Vybrané emisní faktory dle GEMIS.

3.4. OSTATNÍ KRITÉRIA

Kromě výše uvedených kritérií je možné zabývat se i dalšími faktory, které mají vliv na životní prostředí. Může to být například:

- produkce pevných a kapalných odpadů
- vliv na ozónovou vrstvu
- zábor půdy
- spotřeba vody
- znečištění vody
- vliv na biodiverzitu

Některá z výše uvedených kritérií a mnohá další se sledují při environmentálním hodnocení konkrétních budov. Mnoho z nich totiž specificky závisí na umístění budovy v konkrétním místě.

Hodnocení těchto kritérií by přesáhlo rozsah této studie, proto se jimi dále nezabýváme.

4. STAVEBNÍ MATERIÁLY

4.1. VÝSTAVBA DOMU

Vlastní proces výstavby domu je vždy nevratným zásahem do životního prostředí (až na výjimky). Domy se však obvykle staví v intravilánech obcí, v místech která nejsou ekologicky příliš cenná. Vlastní proces výstavby je pak regulován mimo jiné předpisy pro ochranu životního prostředí a kontrolován. Lze tedy prohlásit, že vlastní proces stavby (nedojde-li k porušení příslušných předpisů nebo k havárii) má na životní prostředí vliv spíše malý.

4.2. MATERIÁLY

Těžba surovin, doprava, spotřeba energie a vody na výrobu stavebních materiálů, produkce odpadů a další vlivy jsou pro různé materiály stanoveny pomocí LCA. Stavebních materiálů je velké množství a proces LCA je poměrně náročný.

To je důvod, proč se v ČR obecně používají zahraniční databáze. Například národní nástroj pro environmentální hodnocení budov SBToolCZ využívá databázi IBO, kterou spravuje Rakouský institut pro biologii a ekologii staveb (Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie – IBO). Katalog je publikován např. v [2].

Katalog obsahuje základní fyzikální technická data materiálů nebo celých konstrukcí (okna, stěny, stropní konstrukce, podlahy, resp. tepelných izolací), jako např. součinitel prostupu tepla, vzduchová neprůvzdušnost, hustota, plošná hmotnost, apod. Dále pak jsou uvedeny environmentální indikátory (spotřeba primární energie na výrobu materiálů/konstrukcí (PEI – Primary Energy Intensity), svázaná produkce ekvivalentních emisí CO₂ pro stanovení potenciálu globálního oteplování (GWP – Global Warming Potential) a ekvivalentní emise SO₂ jako potenciál acidifikace (AP – Acidification Potential).

Je zřejmé, že přebírání zahraničních hodnot není bez problémů. Například hodnoty součinitele prostupu tepla λ se v katalogu IBO udávají jako tzv. deklarované hodnoty. Naproti tomu v ČR se používají tzv. výpočtové hodnoty λ , které jsou zpravidla o něco vyšší (respektují reálnou vlhkost zabudovaného materiálu) – viz ČSN 730540. Podobně spotřeba energií na výrobu materiálu může být v ČR jiná. Podle údajů ČSÚ vychází u některých výrobků spotřeba energie na výrobu až 10x menší, než udává katalog IBO. Rozdíl je zřejmě v metodice a dále v tom, že výrobky nejsou zcela srovnatelné (např. stavební papír oproti papíru obecně). Údaje ČSÚ pochází z roku 2004, v současnosti lze předpokládat, že energetická náročnost bude o něco menší.

	svázaná energie dle IBO [MJ/kg]	energie na výrobu dle ČSÚ [MJ/kg]
prostý beton	0,80	0,31
plná cihla	2,70	2,86
střešní taška	3,60	4,80
expandovaný polystyren	95,00	9,55
deska z celulosových vláken	22,00	2,11
řezivo, prkna	3,60	0,55
stavební papír	19,00	9,4

Tabulka 4: Srovnání en. náročností vybraných výrobků.

V této studii budeme používat katalog IBO, a to z hlavně proto, že nic lepšího není k dispozici. Národní údaje jsou k dispozici jen pro velmi málo výrobků a nezahrnují např. svázané emise CO₂. Katalog IBO používá i národní hodnotící nástroj SBToolCZ. Pracuje s ním česká odborná veřejnost, údaje z této studie tedy mohou být porovnatelné s jinými studiemi.

V porovnání s ne-pasivní výstavbou hraje větší roli energie a emise svázané s tepelnou izolací. Pokud porovnáme parametry různých izolací při tloušťce vrstvy s ekvivalentním tepelně-izolačním účinkem, ukazuje se že polystyren (EPS) je asi 4x energeticky náročnější než izolace ze skelných vláken a asi 8x náročnější než izolace z celulosových vláken.

	svázaná energie [MJ/m ²]	svázané emise CO _{2,ekv} [kg/m ²]	svázané emise SO _{2,ekv} [g/m ²]
Polystyrenová izolace (EPS)	570	14	120
Izolace ze skelných vláken	142	10	42
Izolace z celulosových vláken	69	3	41
Izolace z ovčí vlny	111	0	41

Tabulka 5: Svázaná energie a emise izolací při tloušťce, která odpovídá $U = 0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

5. ENERGETICKÁ NÁROČNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Porovnali jsme několik vybraných konstrukcí, běžně používaných v pasivních i „běžných“ domech. Jde o konstrukce obvodových stěn. Těmto konstrukcím stavebníci věnují největší pozornost. Neustále se setkáváme s otázkou „z čeho postavit pasivní dům?“. Přitom většina stavebníků přehlídí, že obvodové stěny tvoří jen jednu z konstrukcí; zejména u menších domů je někdy plocha střechy, stropu a podlahové konstrukce zhruba stejně velká jako plocha obvodových stěn.

Ze srovnání vyplývá, že většina konstrukcí běžně používaných při pasivní výstavbě má zhruba stejný obsah zabudované energie. Výjimkou jsou konstrukce na bázi dřeva, které je jako surovina jednak méně náročné na spotřebu energie při výrobě a současně – jakožto přírodní materiál – má nízkou produkci CO₂ při výrobě.

V porovnání s ne-pasivní výstavbou hraje větší roli energie a emise svázané s tepelnou izolací. Pokud porovnáme parametry různých izolací při tloušťce vrstvy s ekvivalentním tepelně-izolačním účinkem, ukazuje se že polystyren (EPS) je asi 4x energeticky náročnější než izolace ze skelných vláken a asi 8x náročnější než izolace z celulosových vláken.

Byly stanoveny hodnoty pro 35 konstrukcí, a to jak pro ne-pasivní domy, tak pro domy pasivní a nízkoenergetické. Údaje jsou v Příloze 2.V tabulce jsou uvedeny vybrané konstrukce. Podrobná skladba konstrukcí je v Příloze 2.

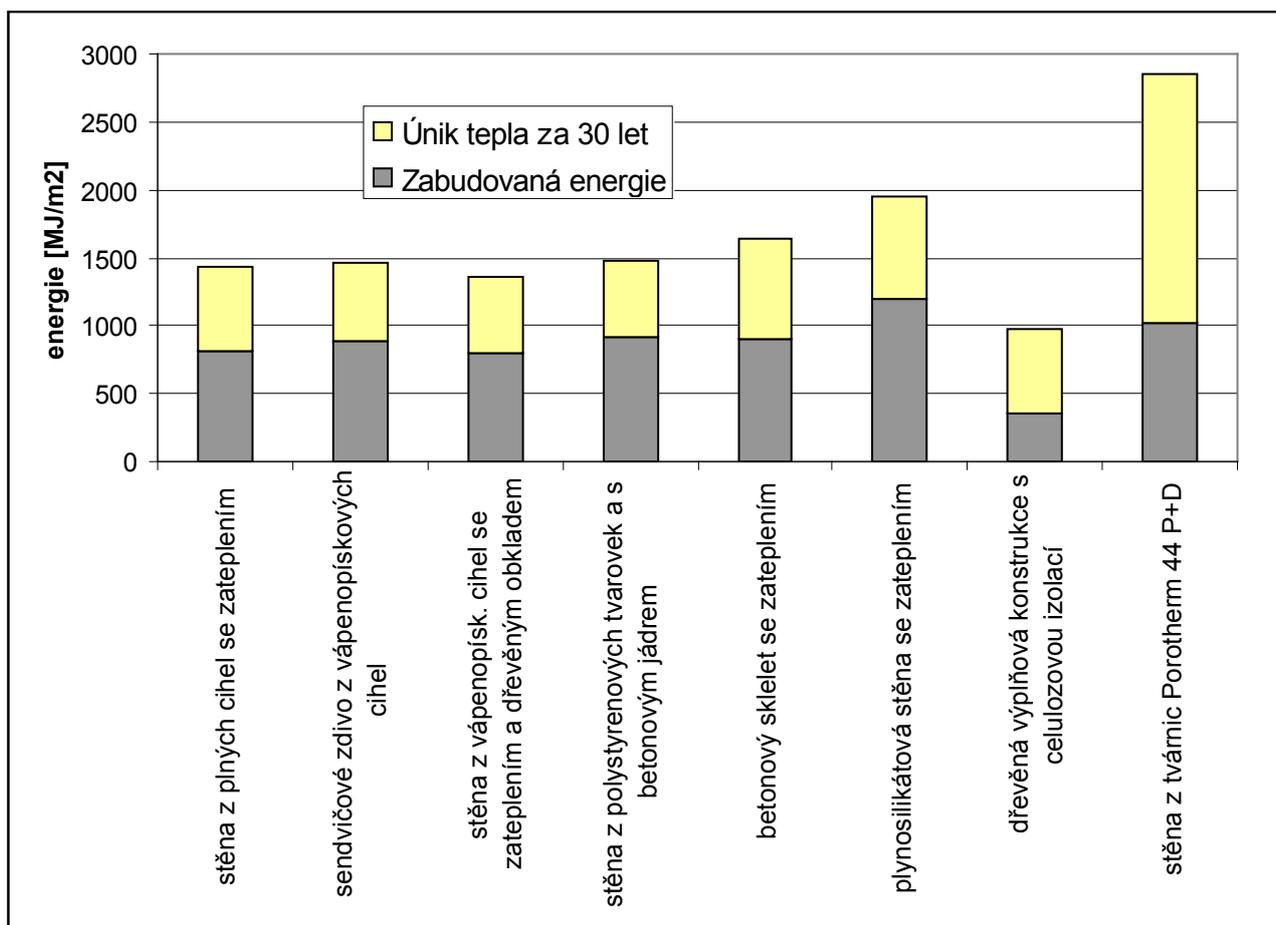
	součinitel prostu tepla U [W/m ² ·K]	svázaná energie [MJ/m ²]	svázané emise CO _{2,ekv} [kg/m ²]	svázané emise SO _{2,ekv} [g/m ²]
stěna z plných cihel se zateplením	0,11	808	74	213
sendvičové zdivo z vápenopískových cihel	0,10	885	80	213
stěna z vápenopísk. cihel se zateplením a dřevěným obkladem	0,10	793	67	212
stěna z polystyrenových tvarovek a s betonovým jádrem	0,10	911	62	219
betonový skelet se zateplením	0,13	902	80	385
plynosilikátová stěna se zateplením	0,13	1202	108	356
dřevěná výplňová konstrukce s celulózovou izolací	0,11	353	26	150
stěna z tvárnic Pototherm 44 P+D	0,32	1021	68	195

Tabulka 6: Svázaná energie a emise vybraných stavebních konstrukcí.

5.1. PROVOZNÍ ENERGIE

Hodnoty svázané energie byly porovnány s energií, která je potřeba na pokrytí tepelných ztrát danou konstrukcí. U pasivních domů je prostup tepla konstrukcí asi 3x menší, než u ne-pasivní výstavby, kde jsou pouze splněny požadavky normy. Z porovnání vyplývá, že během 30 let života domu (předpokládaná střední doba do první rekonstrukce) je energie na vytápění srovnatelná se zabudovanou energií. Naproti tomu u konstrukce, která pouze splňuje požadavek normy, je spotřeba provozní energie cca 3x vyšší. Přitom většina porovnávaných konstrukcí pasivního domu má zabudovanou energii nižší než srovnávací ne-pasivní stěna.

Spotřeba tepla odpovídá průměrným klimatickým podmínkám ČR. Skutečná spotřeba domu vždy závisí kromě aktuální venkovní teploty také na uživatelském chování.



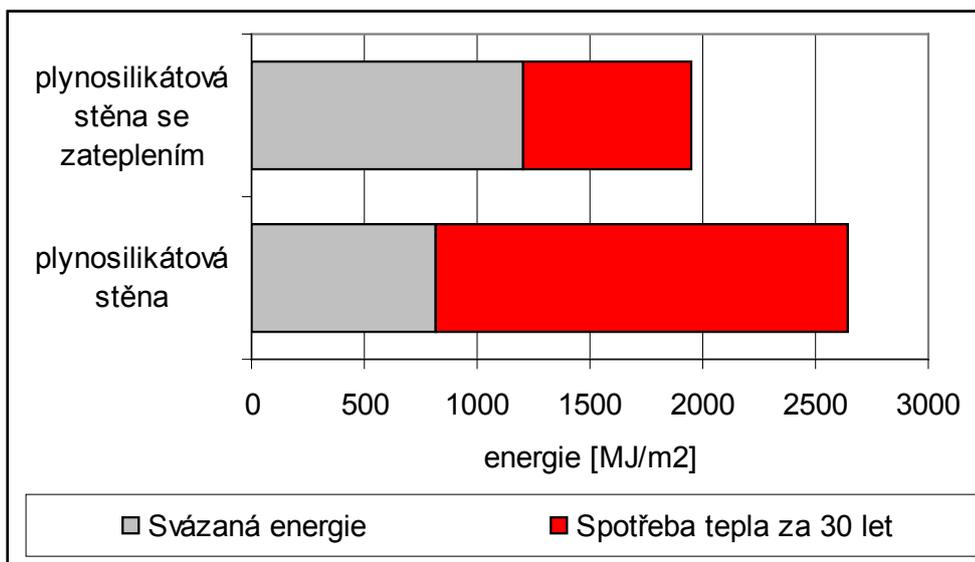
Obrázek 7: Svázaná a provozní energie pro vybrané konstrukce.

5.2. ENERGETICKÁ NÁVRATNOST TEPELNÉ IZOLACE

Lze se setkat s otázkou, zda má silnější vrstva tepelná izolace v konstrukci pasivního domu opodstatnění z hlediska použitých energií. Porovnali jsme proto dvě konstrukce, které se liší pouze tloušťkou tepelné izolace. První z nich vyhovuje požadavku normy, druhá odpovídá parametrům pasivního domu. Nosná konstrukce se uvažuje z plynosilikátových tvárníc. Jde o energeticky náročný materiál, což však v tomto případě nehraje roli, protože se uvažuje pouze energie „navíc“ obsažená v tepelné izolaci. Jako izolant se uvažuje polystyren, což jednak dobře odpovídá stavební praxi a jednak jde o energeticky nejnáročnější izolant. Ukazuje se, že energie spotřebovaná na výrobu polystyrenu se během 11 let vrátí na úsporách na vytápění. U energeticky méně náročných izolací, jako je např. izolace z ovčí vlny, je návratnost ještě nižší.

	součinitel prostupu tepla U [W/m ² ·K]	svázaná energie [MJ/m ²]	roční spotřeba tepla na vytápění [MJ/m ²]
Plynosilikátové tvárnice tl. 375 mm, vnější a vnitřní stěrková omítka	0,32	813	61
Plynosilikátové tvárnice tl. 375 mm, kontaktní zateplovací systém EPS 200 mm, stěrková omítka	0,13	1202	25
Rozdíl		- 389	36
Energetická návratnost zateplení			11 let

Tabulka 7: Energetická návratnost zateplení EPS.

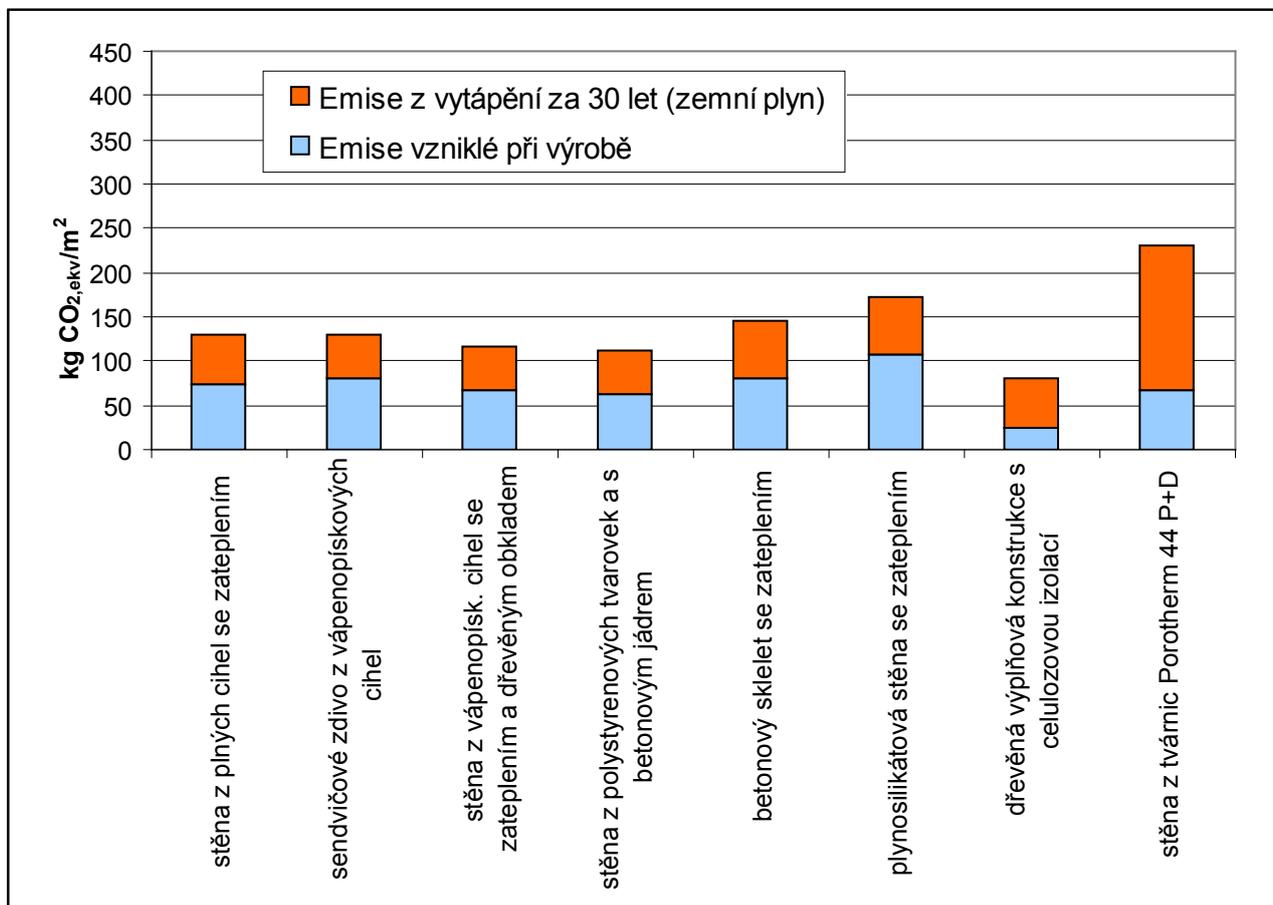


Obrázek 8: Svázaná a provozní energie pro zateplení 200 mm EPS.

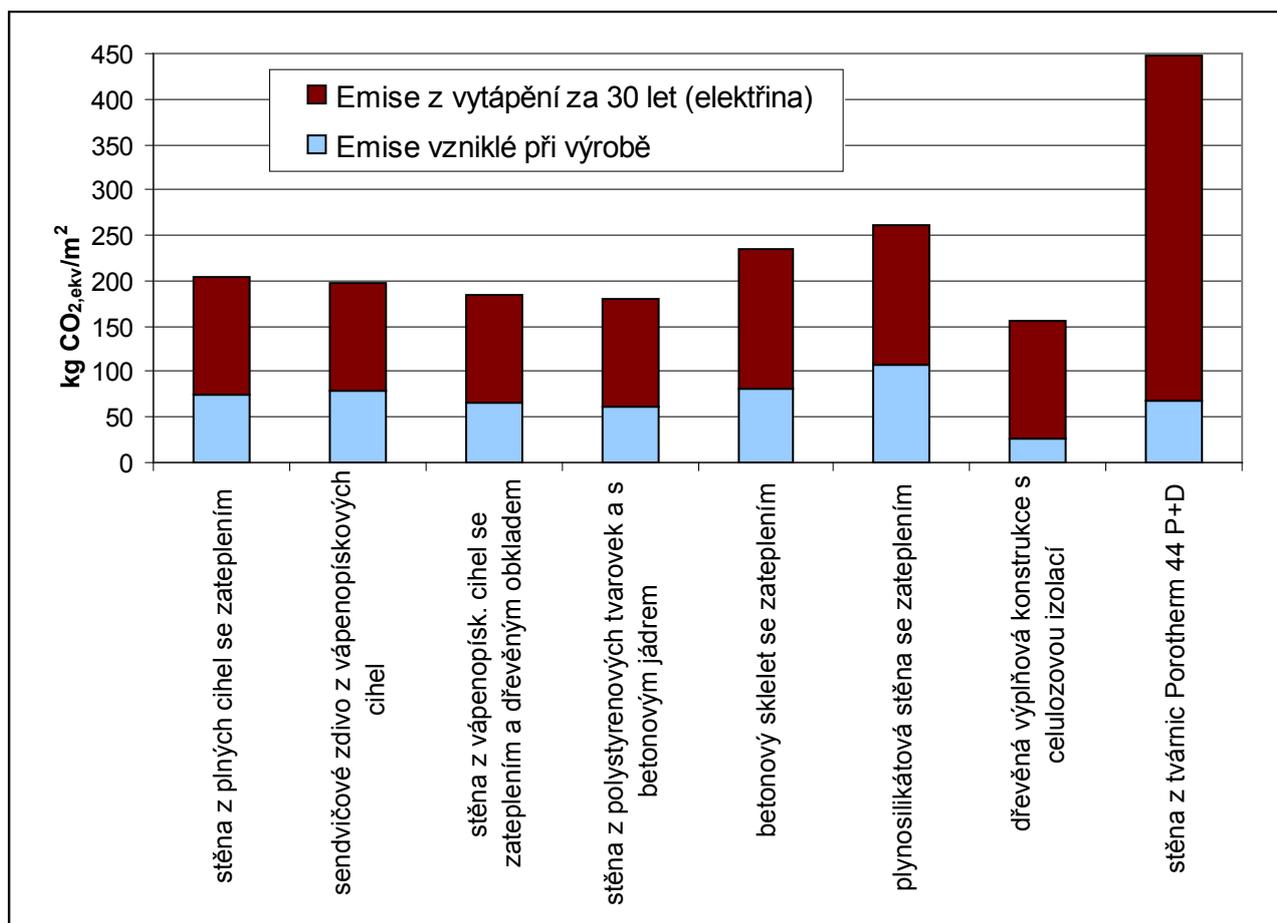
5.3. EMISE Z VÝROBY A PŘI PROVOZU

Pro vybrané konstrukce byly dále stanoveny svázané emise CO₂ a emise vzniklé při vytápění během 30 roků. Jsou srovnány emise z vytápění elektřinou a zemním plynem. Emise odpovídají spotřebě energií uvedené v kap. 5.1.

Podle metodiky SBTool CZ jsou emise CO_{2,ekv} z elektřiny asi 3x vyšší než ze zemního plynu. Při elektrickém vytápění jsou provozní emise za 30 let vždy vyšší, než emise vzniklé při výrobě materiálu.



Obrázek 9: Svázané a provozní emise při vytápění zemním plynem.



Obrázek 10: Svázané a provozní emise při vytápění elektřinou.

6. POROVNÁNÍ VYBRANÝCH DOMŮ

Protože každý dům obsahuje jedinečnou kombinaci nejrůznějších materiálů, snažili jsme se porovnávat typová řešení. Ve skutečnosti je typových pasivních domů na českém trhu velmi málo. Pouze několik dodavatelů nabízí typové projekty. Ty je samozřejmě možno upravit dle požadavků stavebníka. Změny se však předpokládají relativně nevýznamné, které jen málo ovlivní koncepci domu (např. řešení vnitřní dispozice). Většina pasivních domů dosud postavených v ČR je řešena jako individuální návrh, i když samozřejmě jednotliví architekti a projektanti opakovaně používají vlastní řešení (např. zakládání stavby, řešení detailů tepelných mostů v osazení oken atd.). Porovnávat takováto individuální řešení je jistě zajímavé, ale má nízkou vypovídací hodnotu.

Z tohoto důvodu je ve studii uvedeno jen 6 domů, které dodavatelé nabízejí také jako typové. Podrobnější popis a fotografie jednotlivých domů jsou v Příloze 1.

Byly hodnoceny pouze energie a emise které připadají na obvodové konstrukce domů. Hodnocení tedy nezahrnuje vnitřní přičky, obklady a nášlapné vrstvy podlah, střešní krytina a další. Nemají totiž vliv na spotřebu energie. Nehodnotily se ani instalace a technické zařízení budovy, neboť takovéto hodnocení je poměrně náročné a přesahuje rozsah této studie. Hodnoty pro okna byly převzaty z literatury [3].

dům číslo	lokalita	dodavatel
1	Koberovy	Atrea, s. r. o.
2	Praha-východ	EKORD
3	Šindlovy Dvory	MAKY s. r. o.
4	Lysá nad Labem	ENEUS s. r. o.
5	Varnsdorf	Czech Pan s. r. o.
6	Komorní Dvůr	KOP KD s. r. o.

Tabulka 8: Hodnocené domy.

6.1. POPIS JEDNOTLIVÝCH OBJEKTŮ

6.1.1. PASIVNÍ DŮM KOBEROVY, ATREA

Dům tvoří kompaktní hmota na obdélníkovém půdorysu a je zastřešen sedlovou střechou o sklonu 45° s orientací hřebene ve směru přibližně východ–západ. Výška hřebene je na úrovni 8,15 m od podlahy v přízemí.

Konstrukční systém tvoří dřevěný rámový skelet v přízemí a velkorozponový dřevěný vazník v podkroví. Obvodová stěna je skládaná, její základ tvoří z vnitřní strany OSB desky a z vnějšku dřevovláknité desky. Mezi těmito vrstvami konstrukce je vzduchová mezera, která se následně vyplní izolací z foukané celulózy. Vnitřní úprava je zpravidla ze sádrokartonu. Vnější úpravu potom tvoří dřevěný obklad. Strop podkroví je založen na podobném principu, kdy se mezi dvě OSB desky nafouká tepelná izolace z foukané celulózy. Vnitřní povrchovou úpravou jsou sádrokartonové desky. Šikminy v podkroví tvoří opět OSB desky a parotěsná folie. Tepelná izolace z celulózy je nafoukaná do mezery v konstrukci, vnitřní povrch tvoří sádrokarton. Podlaha je tvořena nášlapnou vrstvou, dřevovláknitou deskou, tepelnou izolací z pěnového polystyrenu, hydroizolace a betonové desky. Průsvitné výplně okenních otvorů tvoří dřevěná okna s izolačním trojsklem, dveře jsou potom standardní, používané pro pasivní domy.

Objekt je vytápěn teplovzdušným vytápěním pomocí větrací jednotky se zpětným získáváním tepla. Zdrojem tepla pro jednotku je akumulční nádrž s topnou spirálou na elektřinu a tepelné čerpadlo. Doplňkově zde mohou být nainstalována krbová kamna, nebo solární kolektory.

6.1.2. PASIVNÍ DŮM ÚVALY – PRAHA-VÝCHOD, EKORD

Jedná se o jednopodlažní nepodsklepený rodinný dům nepravidelného tvaru. Budova nemá podkroví. Výška hřebenu střechy nad úrovní přízemí je 6,4 m. Výrobní označení posuzoveného domu je EKORD 256j3X.

Obvodovou stěnu v přízemí tvoří sendvičová konstrukce, kde nosnou funkci přebírají betonové skořepinové tvárnice. Vnitřní povrch tvoří sádrové tvárnice, na kterých je z vnější strany parozábrana, poté tepelná izolace z minerální vlny. Poté následují výše zmíněné betonové tvárnice a vnější omítka. Strop tvoří sádrokartonový podhled, uzavřená vzduchová dutina se sádrokartonářskými profily, parozábrana a tepelná izolace z minerální vlny mezi a nad vazníky. Protože typově se zde používá izolace z celulózové vaty, je provedeno hodnocení pro tento materiál. Podlahu tvoří nášlapná vrstva, anhydrit, tepelná izolace z pěnového polystyrenu, polyethylenové folie, hydroizolace a betonové desky.

Objekt je vytápěn pomocí teplovodního podlahového vytápění a větrán pomocí větrací jednotky se zpětným získáváním tepla. Hlavním zdrojem tepla pro vytápění je tepelné čerpadlo. Teplá voda je pro objekt připravována pomocí akumulčního zásobníku.

6.1.3. PASIVNÍ DŮM LITVÍNOVICE – ŠINDLOVY DVORY, MAKY

Objekt je pravidelného obdélníkového půdorysu o rozměrech 10,5 x 8,75 m. Budova je zastřešena sedlovou střechou o sklonu 10° a výška hřebene nad podlahou prvního podlaží je 6,375 m.

Nosná konstrukce domu je tvořena cihlobetonem, kde se používá recyklovaný cihlářský střeš. Z vnější strany jsou nosné stěny zatepleny kontaktním zateplovacím systémem, se šedým polystyrenem. Vnější povrchovou úpravu tvoří venkovní omítka, vnitřní omítka pro interiéry. Strop podkroví je tvořen sádrokartonovým podhledem, krokvemi, mezi a nad které je vložena tepelná izolace z pěnového polyuretanu. Ta je poté překryta prkenným záklopem a hydroizolací, nad kterou je plechová krytina. Podlaha na zemině se skládá z nášlapné vrstvy, podkladní betonové mazaniny, tepelné izolace z pěnového polystyrenu, hydroizolace a podkladní betonové desky.

Dům je vytápěn teplovzdušně pomocí dohřevu ve vzduchotechnické jednotce pomocí tepelného čerpadla vzduch-vzduch, které je zároveň hlavním zdrojem tepla pro vytápění. Větrání je zajišťováno vzduchotechnickou jednotkou se zpětným získáváním tepla. Příprava teplé vody je v objektu zajišťována pomocí akumulčního zásobníku teplé vody.

6.1.4. PASIVNÍ DŮM LYSÁ NAD LABEM, ENEUS

Objekt je čtvercového půdorysu o straně 9,975 m. Je dvoupodlažní, zastřešený valbovou střechou. Výška hřebene nad podlahou prvního podlaží je 7,65 m. K objektu je ze západní strany přistavěna zimní zahrada, která jej spojuje s garáží.

Nosnou konstrukci domu tvoří zdivo z vápenopískových cihel. Z vnější strany jsou obvodové stěny zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z šedého polystyrenu. Vnější povrchovou úpravu tvoří venkovní omítka, vnitřní poté omítka pro interiéry. Nosnou konstrukci stropu druhého nadzemního

podlaží tvoří železobetonová deska, nad kterou je umístěna parotěsná zábrana a tepelná izolace z šedého polystyrenu. Vnitřní povrchovou úpravu tvoří buď omítka, nebo sádrokartonový podhled. Podlaha na zemině se skládá z nášlapné vrstvy, betonové mazaniny, systémové desky z polystyrenu pro podlahové vytápění, tepelné izolace z šedého polystyrenu, separační polyesterové textilie, hydroizolační folie. Nosnou funkci má železobetonová deska, pod kterou je ochranná polyetylenová folie a další vrstva tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu.

Objekt je vytápěn stěnovým topením. Hlavním zdrojem tepla pro vytápění je centrální registr s elektrickou topnou spirálou, na který jsou napojeny solární panely a krb. Větrání objektu je zajišťováno větrací jednotkou se zpětným získáváním tepla. Příprava teplé vody je řešena pomocí výměníku pro přípravu teplé vody umístěném v centrálním registru.

6.1.5. PASIVNÍ DŮM VARNSDORF, K-KONTROL – CZECH PAN

Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům (přízemí na terénu + podkroví) se sedlovou střechou se sklonem 48°. Objekt je nepodsklepený. Součástí domu je garáž, která je koncipována jako samostatný přístavek. Garáž slouží zároveň jako opěrná stěna svahu, do kterého je dům zaříznut. Je navržena z bednicích tvárníc vylitých betonem.

Obytná část domu je navržena z lehké sendvičové konstrukce stavebního systému K-KONTROL. Základní konstrukční prvek je samonosný sendvičový panel. Panel se skládá ze dvou OSB desek a izolační výplně ze stabilizovaného samozhášivého polystyrenu EPS nebo Neopor. Hlavní prosklení domu je směřováno jihozápadním směrem. Okna jsou plastová, profil Deceunick Prestige s izolačním trojsklem Stratobel $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na JZ fasádě jsou instalovány předokenní žaluzie Climax C80 pro zastínění prosklených ploch. Vchodové dveře jsou z hliníkového profilu Heroal 110E, U rámu je $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izolační výplň dveří je z XPS tl. 40 mm. $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, boční prosklení je z izolačního trojskla Stratobel $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V celém objektu je podlahové vytápění. Dále je použita je VZT jednotka Viessmann Vitovent. Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je multivalentní akumulární zásobník na topnou vodu se směsným nabíjecím systémem a integrovaným ohřevem užitkové vody Viessmann Vitocell 360-M o objemu 750 l. Primárně je akumulární zásobník nabíjen solárními kolektory Viessmann Vitosol 300-T o celkové ploše absorbéru $6,14 \text{ m}^2$. V období bez dostatečných solárních zisků je vrchní část akumulárního zásobníku ohřívána vloženou elektrickou topnou vložkou o výkonu 6 kW. Maximální provozní teplota multivalentního akumulárního zásobníku je v případě nabíjení pomocí elektrické energie nastavena na hodnotu 70 °C. Druhým, sekundárním zdrojem tepla na vytápění je krb na pevná paliva, který je umístěn v hlavním obytném prostoru domu. Na jihozápadní straně střechy domu jsou instalovány dva solární kolektory Viessmann Vitosol 300-T s plochou absorbéru $3,07 \text{ m}^2$. Celková plocha kolektorového pole je $6,14 \text{ m}^2$.

6.1.6. PASIVNÍ DŮM KOMORNÍ DVŮR, KOP KD

Jedná se o rodinný dům venkovského typu s jedním nadzemním podlažím a obytným podkrovím. Objekt se vyznačuje jednoduchým obdélníkovým půdorysem a sedlovou střechou. K východnímu štítu je přistavěn přístřešek pro stání automobilu.

Rodinný dům má půdorysné rozměry $9,70 \times 8,70 \text{ m}$. Výška objektu od podlahy v přízemí ke hřebeni je $7,20 \text{ m}$. Sedlová střecha má sklon 45°.

Konstrukční systém tvoří dřevěný rámový skelet v přízemí a velkorozponový dřevěný vazník v podkroví. Obvodová stěna je skládaná, její základ tvoří z vnitřní strany OSB desky a z vnějšku poté dřevovláknité desky. Mezi těmito vrstvami konstrukce vznikne vzduchová mezera, která se následně vyplní izolací z foukané celulózy. Vnitřní úprava je zpravidla ze sádrokartonu. Vnější povrch tvoří omítka. Strop podkroví je založen na podobném principu, kdy se mezi dvě OSB desky nafouká tepelná izolace z foukané celulózy. Vnitřní povrchovou úpravou jsou opět sádrokartonové desky. Šikminy v podkroví tvoří OSB desky a parotěsná folie do mezery je opět nafoukaná izolace z celulózy a vnitřní úpravu opět sádrokarton. Podlaha je tvořena nášlapnou vrstvou, dřevovláknitou deskou, tepelnou izolací z pěnového polystyrenu, hydroizolace a betonové desky. Průsvitné výplně okenních otvorů tvoří dřevěná okna s izolačním trojsklem, dveře jsou standardní výrobek pro pasivní domy.

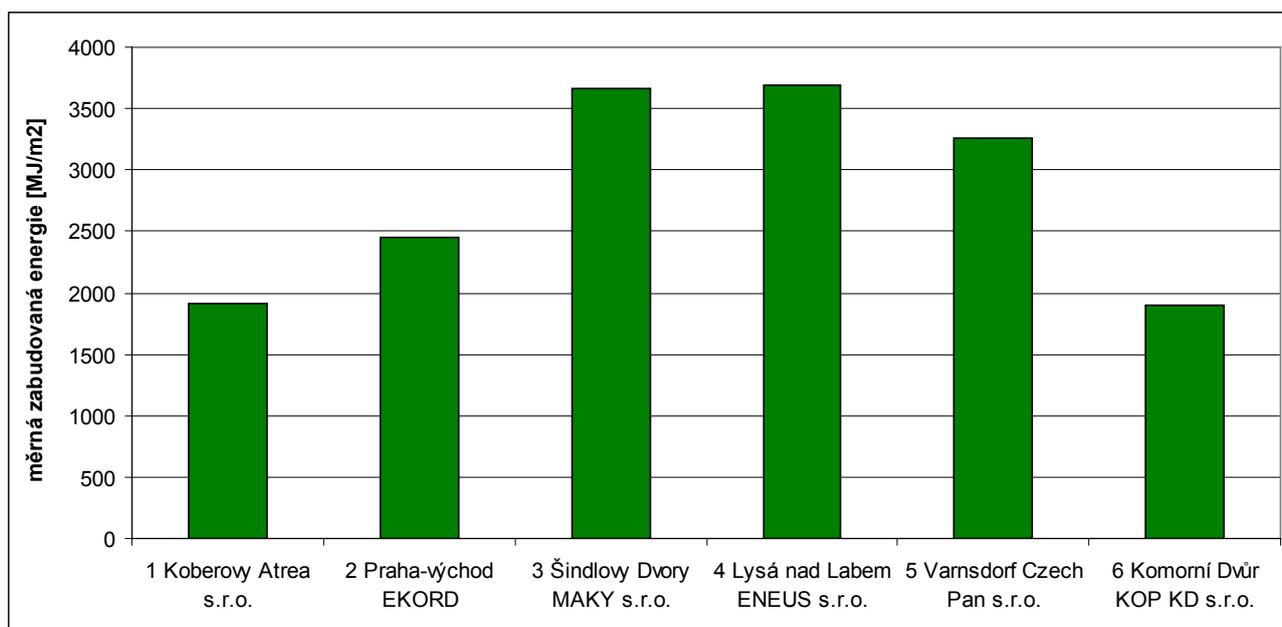
Tepelné ztráty objektu budou kryty teplovzdušným vytápěním pomocí rekuperační jednotky, která obstarává i větrání objektu. Teplá voda je připravována pomocí průtočného výměníku v akumulární nádrži s topnou spirálou na elektřinu, která je také hlavním zdrojem energie pro vytápění. Doplnkově jsou v objektu využívána krbová kamna.

6.2. ZABUDOVANÁ ENERGIE

Pro jednotlivé domy bylo stanoveno množství zabudované energie. Tato energie byla také přepočtena na užitnou plochu domu, aby bylo možno domy vzájemně porovnat. Při porovnávání je třeba vzít v úvahu, že na výstavbu malého domu je potřeba relativně větší množství materiálů. Množství svázané energie je ovlivněno zejména použitím obnovitelných materiálů (dřevo, celulózová izolace), resp. materiálů s vyšší energetickou náročností (beton, polystyren, polyuretan).

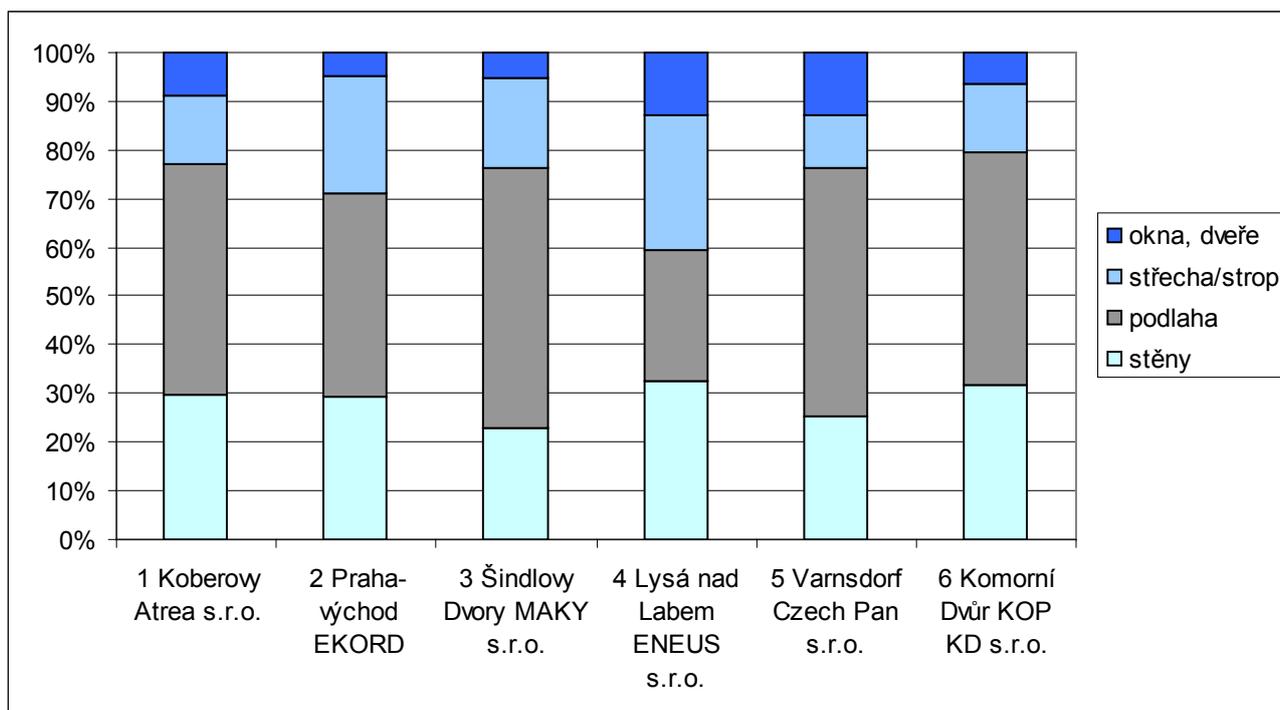
			užitná podlahová plocha [m ²]	svázaná energie [MJ]	měrná svázaná energie [MJ/m ²]
1	Koberovy	Atrea, s. r. o.	131	250 837	1913
2	Praha-východ	EKORD	268	657 511	2451
3	Šindlovy Dvory	MAKY s. r. o.	146	537 648	3683
4	Lysá nad Labem	ENEUS s. r. o.	162	599 800	3694
5	Varnsdorf	Czech Pan s. r. o.	145	473 347	3262
6	Komorní Dvůr	KOP KD s. r. o.	130	248 176	1905

Tabulka 9: Svázaná energie při výstavbě domů.



Obrázek 11: Zabudovaná energie vztážená na podlahovou plochu.

Největší množství energie připadá u všech domů na konstrukci podlahy. To je dáno poměrně velkou spotřebou betonu a extrudovaného polystyrenu v základové konstrukci. Naproti tomu například použití dřevěných oken oproti energeticky náročnějším plastovým hrají v celkové energetické bilanci poměrně malou roli.



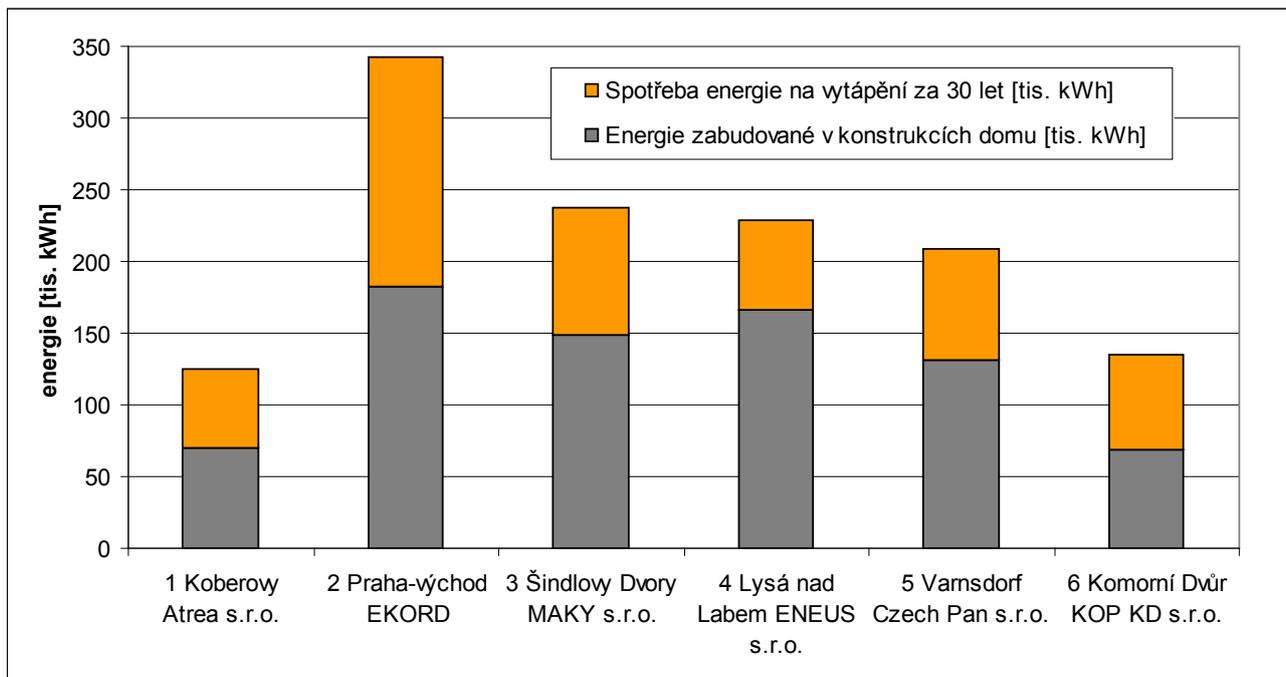
Obrázek 12: Zabudovaná energie podle jednotlivých konstrukcí.

6.3. ZABUDOVANÁ A PROVOZNÍ ENERGIE

U jednotlivých domů byla porovnána spotřeba energie na vytápění se zabudovanou energií. Spotřeba energií na ohřev vody, provoz domácnosti se neuvažuje, neboť velmi málo souvisí se stavební částí domu. Uvažuje se spotřeba za 30 let provozu, což je odhadovaná střední doba do rekonstrukce domu. U všech domů byla tato energie menší než zabudovaná energie.

			měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² ·a)]	zabudovaná energie [tis. kWh]	spotřeba energie na vytápění za 30 let [tis. kWh]
1	Koberovy	Atrea, s. r. o.	14	69,7	55,7
2	Praha-východ	EKORD	20	186,2	159,5
3	Šindlový Dvůr	MAKY s. r. o.	20	148,7	88,3
4	Lysá nad Labem	ENEUS s. r. o.	13	166,6	62,0
5	Varnsdorf	Czech Pan s. r. o.	18	131,5	77,7
6	Komorní Dvůr	KOP KD s. r. o.	17	68,9	65,7

Tabulka 10: Zabudovaná a provozní energie jednotlivých domů.



Obrázek 13: Zabudovaná a provozní energie jednotlivých domů.

6.4. ZABUDOVANÉ EMISE A EMISE Z VYTÁPĚNÍ

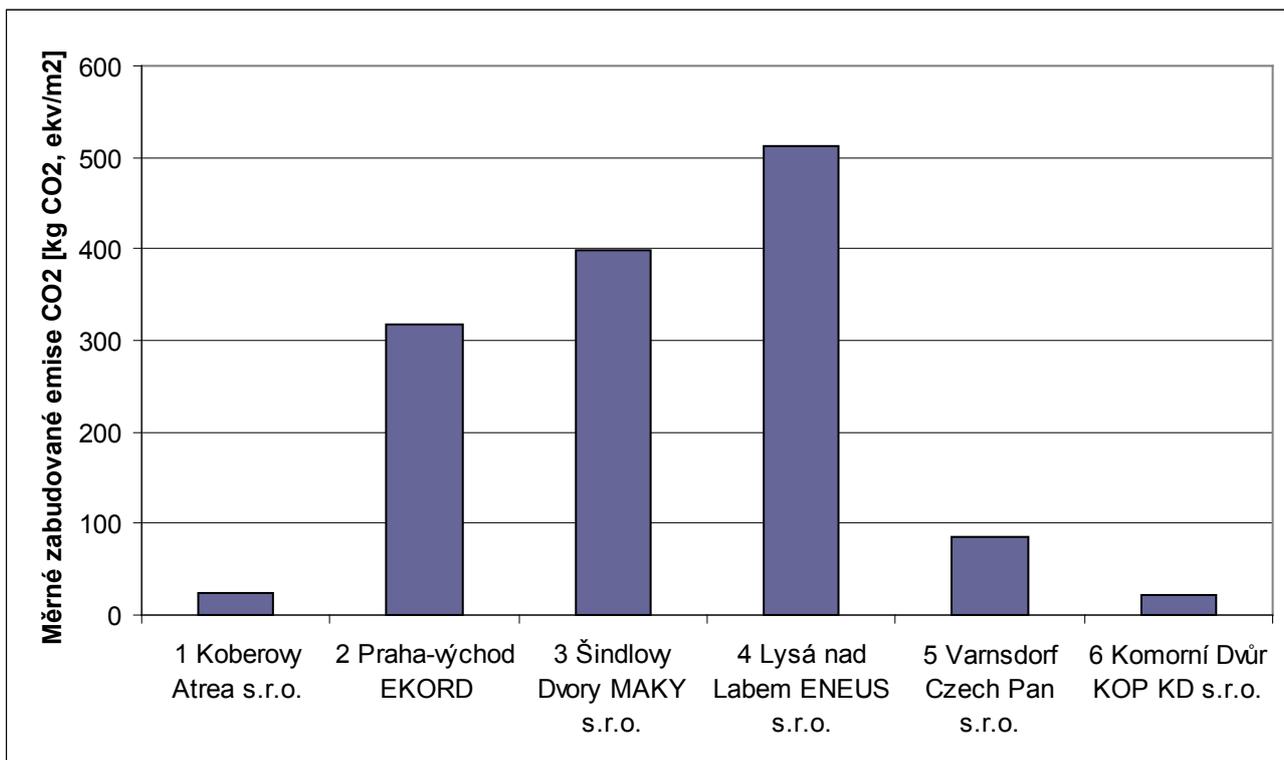
U jednotlivých domů byla porovnána spotřeba energie na vytápění se zabudovanou energií. U domů koncipovaných jako dřevostavby (domy 1 a 6) jsou emise CO₂ řádově nižší.

Dom	Stavba	výpočet emisí CO ₂ zabudované v konstrukcích domu [kg CO _{2,ekv}]	výpočet emisí SO ₂ zabudované v konstrukcích domu [g SO _{2,ekv}]
1	Koberovy Atrea, s. r. o.	3 173	67 002
2	Praha-východ EKORD	85 414	244 371
3	Šindlový Dvůr MAKY s. r. o.	58 215	256 267
4	Lysá nad Labem ENEUS s. r. o.	83 159	155 661
5	Varnsdorf Czech Pan s. r. o.	12 459	114 936
6	Komorní Dvůr KOP KD s. r. o.	2 932	62 954

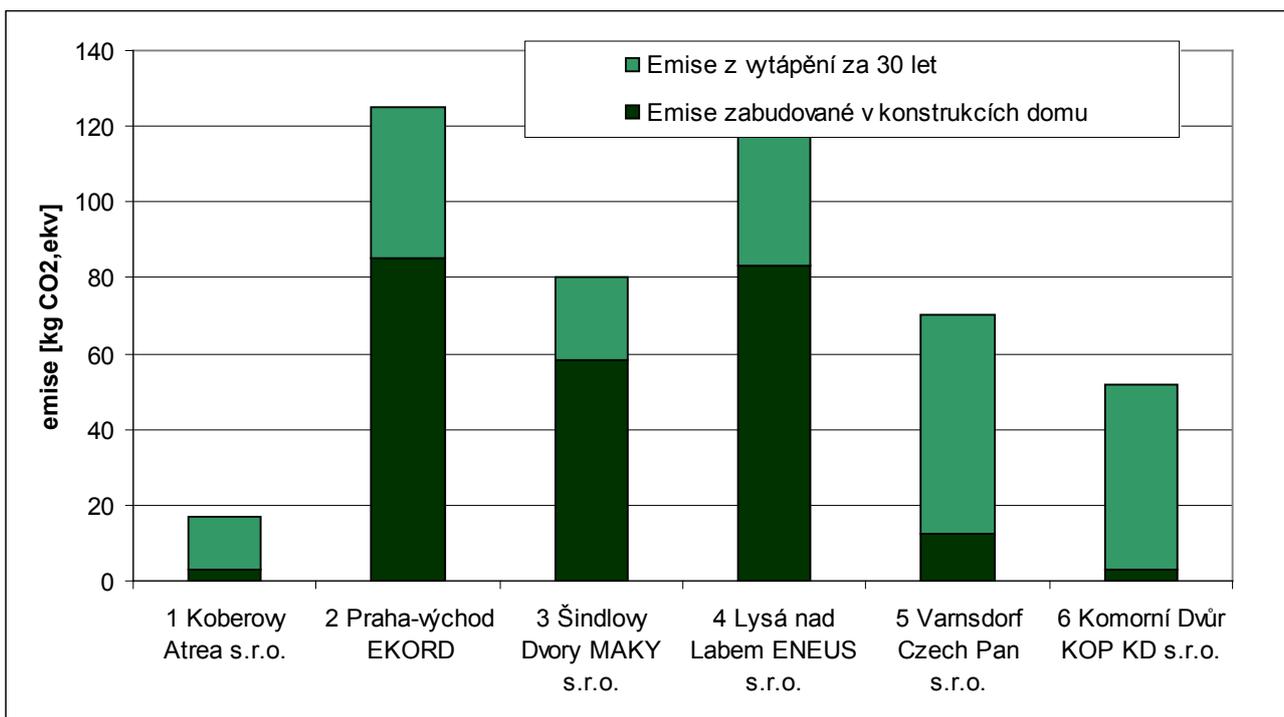
Tabulka 11: Svázané emise při výstavbě domů.

Všechny domy jsou vytápěny elektřinou. U domů 1, 2 a 3 je použito tepelné čerpadlo, elektrické topné spirály slouží jako bivalentní zdroj tepla. U domů 4 a 5 je navrženo použití solárního systému a krbu jako doplňkového zdroje tepla. Při výpočtu se však tyto zdroje neuvažují. Solární systém bude během topné sezóny sloužit zejména k ohřevu vody; přínos krbu závisí na chování uživatele. Ve skutečnosti se tedy u těchto dvou domů dají předpokládat o něco nižší emise z provozu.

Z porovnání je vidět výrazný vliv volby vytápěcího systému na celkovou produkci emisí CO₂.



Obrázek 14: Svázané emise CO₂ vztahované na podlahovou plochu.



Obrázek 15: Emise CO₂ vzniklé při stavbě a provozu domu.

7. ZÁVĚR

Jestliže pasivní dům má být odpovědí na snahu o snížení spotřeby na vytápění domů a snížení emisí z jejich vytápění, je logické zabývat se i spotřebou energií a emisí, které vzniknou při jejich výstavbě. U dosud převládající, ne-pasivní výstavby je takováto otázka podružná, neboť spotřeba energií a emise z provozu jsou násobně vyšší než při výstavbě.

Mezi zkoumanými domy byly jak domy s energeticky náročnými materiály (beton, polystyren), tak domy postavené ze dřeva a „dřevěných“ materiálů jako OSB desky a celulosová tepelná izolace. U všech zkoumaných domů byla spotřeba energií na vytápění během 30 let o něco menší, než energie zabudovaná do konstrukcí. Analýza jednotlivých stavebních konstrukcí pak přesvědčivě ukazuje, že použití stěny s vyšší izolační schopností má krátkou energetickou návratnost. Energie vložená „navíc“ do stěny ve formě tepelné izolace se vrátí na úspore provozní energie asi za 11 let provozu (platí pro energeticky náročný polystyren, pro jiné izolace bude návratnost kratší). Pokud se tedy zaměříme pouze na energii, je pasivní dům vhodným řešením.

Z hlediska emisí CO₂ se výrazně projevuje vliv použitých materiálů. Dřevostavby mají podle očekávání výrazně nižší emise CO₂ než ostatní domy. Stejný vliv má ale i způsob vytápění. Zjednodušeně řečeno: ne-pasivní dům vytápěný zemním plynem bude produkovat zhruba stejné emise CO₂ jako pasivní dům vytápěný elektřinou. Elektřina je přitom v pasivním domě oblíbeným palivem. I když je elektřina drahé palivo, v pasivním domě je spotřeba na vytápění malá a spotřebitel si může dovolit ji zaplatit. Výhodou je navíc nižší cena elektřiny pro osvětlení a domácí spotřebiče – asi poloviční ve srovnání s běžným tarifem pro domácnosti, které elektřinou netopí. Přitom spotřeba elektřiny na provoz domácnosti je v pasivním domě srovnatelná se spotřebou na vytápění! Z hlediska emisí je pasivní dům vhodným řešením, pokud je vytápěn jinak než elektricky. Výjimkou je použití tepelného čerpadla, což ovšem často není ekonomicky příliš výhodné.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tepelně izolační parametry vybraných konstrukcí.	6
Tabulka 2: Konverzní faktory dle různých metodik hodnocení.	9
Tabulka 3: Vybrané emisní faktory dle GEMIS.	11
Tabulka 4: Srovnání en. náročnosti vybraných výrobků.	12
Tabulka 5: Svázaná energie a emise izolací při tloušťce, která odpovídá $U = 0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	12
Tabulka 6: Svázaná energie a emise vybraných stavebních konstrukcí.	13
Tabulka 7: Energetická návratnost zateplení EPS.	14
Tabulka 8: Hodnocené domy.	16
Tabulka 9: Svázaná energie při výstavbě domů.	19
Tabulka 10: Zabudovaná a provozní energie jednotlivých domů.	20
Tabulka 11: Svázané emise při výstavbě domů.	21

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rámcové porovnání „standardní“ budovy (A) a nízkoenergetického domu (B). Zdroj: [1]	5
Obrázek 2: Příklad spotřeby provozních energií v rodinném domě.	7
Obrázek 3: Příklad nákladů na provoz pasivního domu při použití různých způsobů vytápění.	8
Obrázek 4: Struktura výroby a spotřeby elektřiny v roce 2010. Zdroj dat: ERÚ.	9
Obrázek 5: Palivový mix pro výrobu elektřiny v roce 2008 a 2010. Zdroj dat: ERÚ.	10
Obrázek 6: Emise z různých způsobů vytápění při roční spotřebě tepla $90 \text{ GJ} = 25 \text{ MWh}$	10
Obrázek 7: Svázaná a provozní energie pro vybrané konstrukce.	14
Obrázek 8: Svázaná a provozní energie pro zateplení 200 mm EPS.	15
Obrázek 9: Svázané a provozní emise při vytápění zemním plynem.	15
Obrázek 10: Svázané a provozní emise při vytápění elektřinou.	16
Obrázek 11: Zabudovaná energie vztažená na podlahovou plochu.	19
Obrázek 12: Zabudovaná energie podle jednotlivých konstrukcí.	20
Obrázek 13: Zabudovaná a provozní energie jednotlivých domů.	21
Obrázek 14: Svázané emise CO_2 vztažené na podlahovou plochu.	22
Obrázek 15: Emise CO_2 vzniklé při stavbě a provozu domu.	22

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hodnocení vlivu staveb na životní prostředí, Vonka, M., ČVUT Praha 2010
- [2] Passivhaus-Bauteilkatalog, Waltjen, T.: Ökologisch bewertete Konstruktionen, Springer-Verlag/Wien 2008. ISBN 978-3-211-29763-6
- [3] Waltjen, T.: Ökologischer Bauteilkatalog. Bewertete gängige Konstruktionen, Springer-Verlag/Wien 1998. ISBN 3211833706

SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ

- [1] ČSN 730540 Tepelná ochrana budov, ČNI 2002–2007
- [2] ČSN 730542 Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov, ČNI Praha 1995
- [3] ČSN EN ISO 6949 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda, ČNI Praha 1998
- [4] ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody, ČNI Praha 1999
- [5] ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – Měrná tepelná ztráta – Výpočetní metoda, ČNI 2000
- [6] ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění, ČNI Praha 2005
- [7] ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby tepla na vytápění – Obytné budovy, ČNI 2000
- [8] ČSN EN ISO 14683 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Lineární činitel prostupu tepla – Zjednodušená metoda a orientační hodnoty, ČNI Praha 2000
- [9] ČSN 060320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování
- [10] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií v platném znění pozdějších předpisů
- [11] Vyhláška MPO č. 213/2001 Sb. a její novelizace č. 425/2004 Sb.
- [12] Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášku 291/2001 Sb.)
- [13] Vyhláška MPO č. 150/2001 Sb.
- [14] Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášky 151/2001 Sb. a 153/2001 Sb.)
- [15] Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášku 152/2001 Sb.) Sb.

PŘÍLOHA č. 1 – PARAMETRY VYBRANÝCH OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ

č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO ₂	Svázané emise SO ₂
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO ₂ ekv/ m ²	g SO ₂ ekv/m ²
1	nosná cihlová stěna se zateplením	370	0,370	vyhovuje požadavku ČSN	425	614	63	133
	vnitřní omítka	15						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	lepidlo	5						
	izolace skelná/kamenná vata	100						
	vnější stěrková omítka	10						
2	nosná cihlová stěna se zateplením	470	0,200	vyhovuje doporučení ČSN	428	679	66	159
	vnitřní omítka	15						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	lepidlo	5						
	izolace skelná/kamenná vata	200						
	vnější stěrková omítka	10						
3	nosná cihlová stěna se zateplením	670	0,110	lze použít pro pasivní dům	435	808	74	213
	vnitřní omítka	15						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	lepidlo	5						
	izolace skelná/kamenná vata	400						
	vnější stěrková omítka	10						
4	Porotherm 240 P+D se zateplením	420	0,240	vyhovuje doporučení ČSN	238	833	42	160
	vnitřní omítka	15						
	Porotherm 24 P+D	240						
	lepidlo	5						
	izolace polystyren PPS 20	150						
	vnější stěrková omítka	10						
5	Porotherm 240 P+D se zateplením	470	0,170	vyhovuje doporučení ČSN	239	928	44	180
	vnitřní omítka	15						
	Porotherm 24 P+D	240						
	lepidlo	5						
	izolace polystyren PPS 20	200						
	vnější stěrková omítka	10						
6	Porotherm 240 P+D se zateplením	470	0,210	vyhovuje doporučení ČSN	241	677	42	153
	vnitřní omítka	15						
	Porotherm 24 P+D	240						
	lepidlo	5						
	izolace skelná/kamenná vata	400						
	vnější stěrková omítka	10						

č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO2	Svázané emise SO2
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO ₂ ekv/ m ²	g SO ₂ ekv/m ²
7	sendvičové zdivo sendwix L 2420	550	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	493	755	72	160
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	200						
	odvětraná vzd. mezera	35						
	lícové zdivo (VPC / klinker)	65						
8	sendvičové zdivo sendwix L 2410	450	0,330	vyhovuje požadavku ČSN	490	691	69	133
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	100						
	odvětraná vzd. mezera	35						
	lícové zdivo (VPC / klinker)	65						
9	sendvičové zdivo	750	0,100	lze použít pro pasivní dům	499	885	80	213
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	400						
	odvětraná vzd. mezera	35						
	lícové zdivo (VPC / klinker)	65						
10	stěna se zateplením a plastovým obkladem	510	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	429	2728	130	326
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	200						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad z tvarovek Vinyl Siding	25						
11	stěna se zateplením a plastovým obkladem	410	0,330	vyhovuje požadavku ČSN	425	2663	126	300
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	100						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad z tvarovek Vinyl Siding	25						
12	stěna se zateplením a plastovým obkladem	710	0,100	lze použít pro pasivní dům	435	2857	137	380
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	400						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad z tvarovek Vinyl Siding	25						

č.	Składba	tloušťka	Součinitel prostopu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO ₂	Svázané emise SO ₂
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO _{2 ekv} /m ²	g SO _{2 ekv} /m ²
13	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	510	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	404	664	59	158
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	200						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad ze dřeva	25						
14	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	410	0,330	vyhovuje požadavku ČSN	400	599	56	131
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	100						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad ze dřeva	25						
15	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	710	0,100	lze použít pro pasivní dům	410	793	67	212
	vnitřní omítka	10						
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240						
	izolace Rockwool Airrock	400						
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35						
	obklad ze dřeva	25						
17	dřevěná konstrukce výplňová	450	0,130	lze použít pro nízkoenergetický dům	78	504	31	168
	lícové zdivo vnitřní (klinker/nepálená cihla)	10						
	izolace Orsil L mezi vodorovným laťováním	60						
	parotěsná fólie							
	izolace Orsil L mezi svislými nosníky	340						
	OSB desky ve dvou vrstvách	20						
	vnější omítka na rabc. pletivu	20						
18	dřevěná konstrukce výplňová	235	0,220	vyhovuje doporučení ČSN	70	514	38	125
	sádrokarton	20						
	parotěsná fólie							
	izolace Orsil L mezi svislými nosníky	120						
	CETRIS desky ve dvou vrstvách	30						
	izolace polystyren PPS 20	60						
	vnější stěrková omítka	5						
19	dřevěná konstrukce výplňová	335	0,140	lze použít pro nízkoenergetický dům	72	736	49	149
	sádrokarton	20						
	parotěsná fólie							
	izolace Orsil L mezi svislými nosníky	120						
	CETRIS desky ve dvou vrstvách	30						
	izolace polystyren PPS 20	160						
	vnější stěrková omítka	5						

č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO2	Svázané emise SO2
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO ₂ ekv/ m ²	g SO ₂ ekv/m ²
20	stěna z polystyrenových tvarovek	600	0,100	Ize použít pro pasivní dům	396	911	62	219
	vnitřní omítka stěrková	10						
	PPS tvárnice ISORAST	435						
	beton pro výplň tvárnice	150						
	vnější omítka stěrková	5						
21	stěna z polystyrenových tvarovek	545	0,140	Ize použít pro nízkooenergetický dům	404	914	68	320
	vnitřní omítka stěrková	10						
	PPS tvárnice ISORAST	375						
	beton pro výplň tvárnice	150						
	vnější omítka stěrková	5						
22	Ytong 375	384	0,320	vyhovuje požadavku ČSN	205	813	97	272
	vnitřní omítka	4						
	tvárnice z porobetonu YTONG	375						
	vnější stěrková omítka	10						
23	Ytong 375 se zateplením	589	0,130	Ize použít pro nízkooenergetický dům	215	1202	108	356
	vnitřní omítka	4						
	tvárnice z porobetonu YTONG	375						
	lepidlo	5						
	izolace polystyren PPS 20	200						
	vnější stěrková omítka	5						
24	betonový skelet se zateplením	765	0,130	Ize použít pro nízkooenergetický dům	649	902	80	385
	vnitřní omítka							
	nosná železobetonová stěna							
	izolace Orsil L mezi svislými nosníky							
	odvětraná vzd. mezera s nosným roštem							
	obklad ze dřeva							
25	stěna z polystyrenových tvarovek	470	0,100	Ize použít pro pasivní dům	47	911	29	200
	vnitřní omítka stěrková	10						
	PPS tvárnice MEDMAX	450						
	beton pro výplň tvárnice							
	vnější omítka stěrková	10						
26	stěna z polystyrenových tvarovek	270	0,280	vyhovuje požadavku ČSN	459	1070	79	266
	vnitřní omítka stěrková	10						
	PPS tvárnice MEDMAX	250						
	beton pro výplň tvárnice							
	vnější omítka stěrková	10						

č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO2	Svázané emise SO2
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO ₂ _{ekv} /m ²	g SO ₂ _{ekv} /m ²
27	stěna systému Velox	320	0,318	vyhovuje požadavku ČSN	416	539	60	146
	vnitřní omítka	10						
	ztracené bednění Velox 35 + 115 cetris 35mm	35						
	beton	150						
	ztracené bednění Velox 35 + 115 eps 115mm	115						
	vnější omítka	10						
28	stěna systému Velox	440	0,154	lze použít pro nízkoenergetický dům	418	767	65	194
	vnitřní omítka	10						
	ztracené bednění Velox 35 + 235cetris 35mm	35						
	beton	150						
	ztracené bednění Velox 35 + 235 eps 325mm	235						
	vnější omítka	10						
29	stěna z tvárníc LIATHERM	425	0,270	vyhovuje požadavku ČSN	402	1764	161	819
	vnitřní omítka	10						
	stěna z tvarovek LIATHERM	365						
	vnější omítka tepelněizolační	50						
30	stěna z tvárníc LIAPOR S	425	0,210	vyhovuje doporučení ČSN	402	1764	161	819
	vnitřní omítka	10						
	stěna z tvarovek LIAPOR	365						
	vnější omítka tepelněizolační	50						
32	Porotherm 44 P+D s tepelně izolační omítkou	490	0,320	vyhovuje požadavku ČSN	430	1004	64	167
	vnitřní omítka	10						
	Porotherm 44 P+D	440						
	vnější omítka perlitová	40						
33	Porotherm 44 P+D se zateplením	600	0,190	vyhovuje doporučení ČSN	368	896	48	144
	vnitřní omítka	10						
	Porotherm 44 P+D	440						
	lepidlo	5						
	izolace polystyren PPS 20	140						
	vnější stěrková omítka	5						

č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Plošná hmotnost	Svázaná energie	Svázané emise CO2	Svázané emise SO2
	konstrukce/vrstva	mm	W/m ² ·K		kg/m ²	MJ/m ²	kg CO ₂ _{ekv} /m ²	g SO ₂ _{ekv} /m ²
34	betonový skelet se zateplením	560	0,130	Ize použít pro nízkoenergetický dům	640	1159	80	371
	vnitřní omítka	15						
	nosná železobetonová stěna	240						
	izolace polystyren PPS 20	300						
	vnější stěrková omítka	5						
35	dřevěná konstrukce výplňová	500	0,110	Ize použít pro pasivní dům	404	914	68	320
	lícové zdivo vnitřní (klinker/nepálená cihla)	10						
	Izolace Climatizer	60						
	laťování							
	parotěsná fólie							
	Izolace Climatizer nosníky	390						
	OSB desky ve dvou vrstvách	20						
	vnější omítka na rabic. pletivu	20						

PŘÍLOHA č. 2 – ENVIRONMENTÁLNÍ DATA HLAVNÍCH KONSTRUKČNÍCH MATERIÁLŮ A TEPELNÝCH IZOLACÍ

Zdroj: Waltjen, T.: Passivehaus-Bauteilkatalog. Ökologisch bewertete Konstruktionen
Vonka, M.: Metodika SBToolCZ

environmentální hodnoty jsou vztaženy na 1kg materiálu

název	svázaná spotřeba energie [MJ/kg]	svázaná produkce emisí CO _{2ekv.} [kg/kg]	vázaná produkce emisí SO ₂ [g/kg]
beton na podlahu	0,90	0,130	0,20
keramzit-beton, lehké betony	3,40	0,300	2,30
keramický obklad	2,70	0,300	0,90
děrovaná cihla, pórovitá (např. porotherm)	2,60	0,130	0,40
dutinatá betonová tvarovka	1,30	0,160	0,60
šterkopísek, drobný šterk	0,10	0,000	0,05
lehký beton	4,70	0,600	3,00
nepálená hlína – cihla (výroba v místě)	0,05	0,000	0,03
nepálená hlína – cihla (dovoz)	1,80	0,208	0,60
prostý beton	0,80	0,130	0,50
pórobeton	4,20	0,500	1,40
plná cihla	2,70	0,250	0,90
sádro-vláknitá deska	3,80	0,200	1,20
sádro-kartonová deska	5,10	0,300	0,80
sádrová omítka	1,40	0,140	1,30
vápno-sádrová omítka	1,90	0,200	0,90
vápenná omítka	1,50	0,200	0,20
vápno-cementová omítka	1,40	0,200	0,50
omítka ze syntetické pryskyřice	5,10	0,250	1,50
hlinitá omítka	0,50	0,000	0,20
lehká omítka	2,50	0,300	0,90
malta	1,40	0,200	0,60
silikátová omítka	1,50	0,200	0,70
dřevovláknitá deska z měkkého dřeva	15,00	0,000	3,40
perlit	11,00	0,700	2,50
expandovaný polystyren	95,00	2,300	20,00
extrudovaný polystyren	101,00	79,000	23,00
PU-tvrdá pěna	100,00	14,000	58,00

název	svázaná spotřeba energie [MJ/kg]	svázaná produkce emisí CO _{2ekv.} [kg/kg]	vázaná produkce emisí SO ₂ [g/kg]
ovčí vlna	12,30	0,000	4,60
pěnové sklo	67,00	3,700	23,00
deska z rákosí	4,70	0,000	1,80
minerální vata	17,50	1,200	5,20
celulózové vlákno	4,20	0,200	2,50
deska z celulosových vláken	22,00	1,000	8,00
dřevovláknitá deska z tvrdého dřeva	17,50	0,000	4,80
izolační cemento-třísková deska	4,10	0,100	1,80
řezivo, prkna	3,60	0,000	1,95
řezivo, hranol	4,70	0,000	2,20
keramická obkladačka, dlaždice	7,00	0,340	1,20
betonová taška	2,40	0,280	1,10
střešní taška	3,60	0,350	1,20
vláknito-cementová střešní deska	14,00	1,300	5,30
hliníkový plech	230,00	13,000	110,00
hliníkový plech – recyklovaný	23,00	1,300	13,00
hliníkový plech, eloxovaný	127,00	7,200	62,00
měděný plech	97,00	5,400	140,00
mosaz	111,00	5,300	1,30
pozinkovaný ocelový plech	60,00	4,100	21,00
hliníková fólie	714,00	36,000	253,00
stavební papír	19,00	0,430	12,00
armovací ocel	13,00	0,800	3,60
guma, pryž, kaučuk	40,00	2,400	8,60
juta	28,00	0,000	14,00
ocel vysoce legovaná	100,00	5,900	300,00
ocel nízko legovaná	43,00	2,900	14,00
rám okna z polyethylen	97,00	2,600	19,00
rám okna z PVC	63,00	2,200	16,00
sklo	15,00	1,100	2,50

DŮM ATREA

varianta s omítkou



DŮM ATREA

varianta s dřevěným obkladem



Pasivní dům

Atrea®

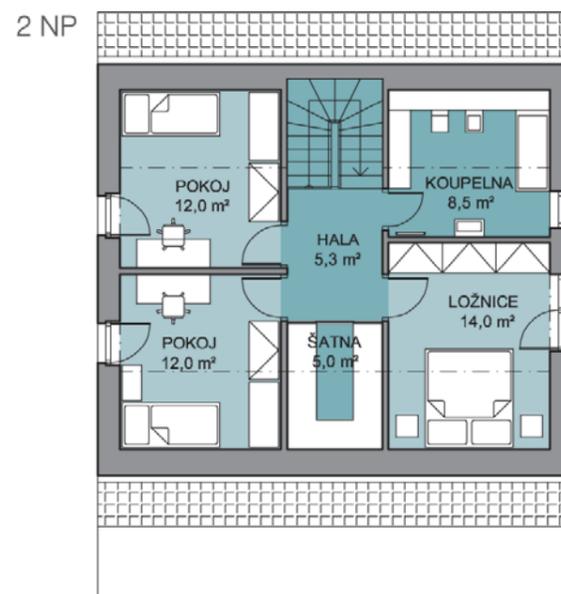
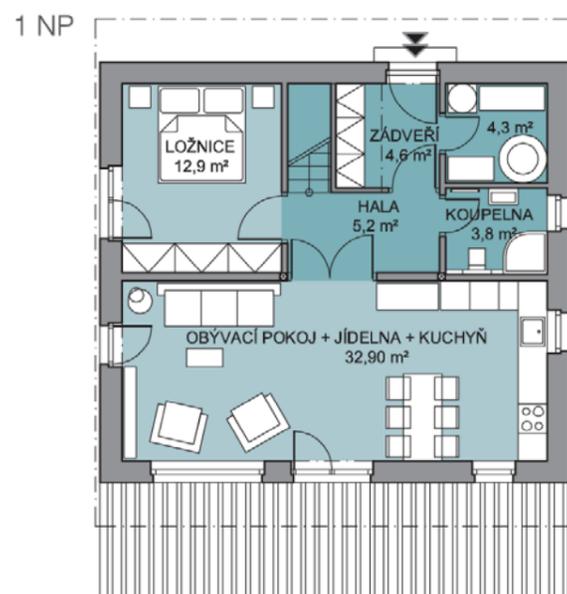
VELIKOST DOMU

zastavěná plocha	84 m ²
podlahová plocha	131 m ²
obytná plocha	82 m ²
obestavěný prostor	464 m ³
dispozice	5 + kk

Energeticky pasivní rodinný dům ATREA

Lokalita: Koberovy, Český ráj – Železnobrodsko

Soubor 13 pasivních domů, vzorový dům, školicí středisko ATREA s. r. o.



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Nosný systém tvoří variabilní dřevoskeletová konstrukce. Obvodová stěna je navržena s difúzně otevřenou skladbou, umožňující kontrolovaný odvod vlhkosti. Vnitřní plášť je tvořen dřevoštěpkovými deskami OSB s instalační předstěnou ze sádkokartonových případně sádrovláknitých desek. Základem vnějšího pláště jsou dřevovláknité desky opatřené tenkovrstvou difúzně propustnou omítkou, alternativně dřevěným obkladem. Pro tepelnou izolaci stěn a střechy je použita zafoukávaná celulóza. Součinitel prostupu tepla obvodové stěny $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Větrání a vytápění, případně chlazení, je řešeno pomocí teplovzdušné vzduchotechnické jednotky s rekuperací (zpětným získáváním tepla) ATREA Duplex RA3 – EC. Vytápění je teplovzdušné, hlavním zdrojem tepla (chlada) je tepelné čerpadlo země voda ATREA TCA 3.1 o výkonu 3,1 kW umožňující i letní chlazení. K akumulaci slouží integrovaný zásobník tepla ATREA IZT, který je navíc vybaven elektrickými spirálami sloužícími jako záložní zdroj. Zásobník rovněž zajišťuje průtočný ohřev teplé vody. Integrovaný zásobník tepla umožňuje připojit další doplňkové zdroje tepla např. krbová nebo peletková kamna, solární kolektory apod.

Orientační náklady na vytápění se pohybují kolem 1700 Kč za rok! Systémy větrání, vytápění a ohřevu teplé vody lze volit zcela individuálně včetně výběru způsobu vytápění (typu otopné soustavy) a různých zdrojů tepla.

Okna a dveře

Okna jsou dřevěná profil 92 mm s izolačním trojsklem $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Střešní okno s izolačním trojsklem a integrovaným zateplovacím rámečkem $U_w = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vchodové dveře dřevěné, sendvičový panel s výplní z polyuretanové pěny, součinitel prostupu tepla $U \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Architektonické, dispoziční řešení a technické vybavení domu lze individuálně přizpůsobit podle potřeb a požadavků klienta a s ohledem na parametry pozemku.

CENA DOMU

cena projektu	cena stavby na klíč	cena hrubé stavby
od 28 000 Kč	2 950 000 Kč	1 500 000 Kč

Ceny jsou bez DPH a spodní stavby. Ceny jsou orientační, přesná cena závisí na velikosti a konkrétním řešení domu. Hrubá stavba (dům k dokončení) je v rozsahu dokončení pro test vzduchotěsnosti (Blower-Door).

SKLADBY KONSTRUKCÍ

obalové konstrukce	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	dřevotřískové desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 320 mm	sádkarton/tenkovrstvá omítka alternativně dřevěný obklad
Podélná stěna 2NP	dřevotřískové desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 480 mm	sádkarton/OSB desky (podbití palubky)
Podélná stěna 2NP u schodiště	dřevotřískové desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 242,5 mm	sádkarton/OSB desky (podbití palubky)
Střeška	sedlová se sbíjených střešních vazníků	foukaná celulóza 400 mm	sádkarton/střešní krytina (Eternit Dacora)
Strop podkroví	OSB desky připevněné k vazníkům	foukaná celulóza 400 mm	sádkarton/OSB desky (volný podstřešní prostor)
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	EPS stabil 200 200 mm	nášlapná vrstva (palubky, lamino)
Vstupní dveře	dřevěné, sendvičový panel s výplní z polyuretanové pěny	součinitel prostupu tepla $U \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna	dřevěná profil 92 mm s izolačním trojsklem	součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Střešní okno	dřevo/plast s izolačním trojsklem a integrovaným zateplovacím rámečkem	$U_w = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$	

ENERGETICKÁ NÁROČNOST A NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
14	6,690/1,858	45	21,236/5,899	2,3

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	250 837	[MJ]	1 913	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	3 173	[kg CO ₂ , ekv]	24	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	67 002	[g SO ₂ , ekv]	511	[g SO ₂ , ekv/m ²]

Variabilita stavebního systému ATREA umožňuje zcela individuální architektonické řešení s ohledem na požadavky klienta a parametry pozemku.



ATREA s. r. o.

V Aleji 20, 466 01 Jablonec nad Nisou
tel.: (+420) 483 317 763, gsm: (+420) 608 644 650
e-mail: domy@atrea.cz, www.atrea.cz



ATREA s. r. o.

Poskytujeme komplexní servis v oblasti výstavby nízkoenergetických a pasivních domů od individuálního architektonického návrhu po realizaci stavby ve vlastním certifikovaném systému. Na přelomu let 2006 a 2007 jsme realizovali pilotní projekt hromadné výstavby dvanácti pasivních domů a školicího střediska v obci Koberovy v Českém ráji. Na tento unikátní projekt navazují desítky úspěšných realizací energeticky pasivních dřevostaveb v systému ATREA po celé České republice.

DOMY ATREA – BYDLET LÉPE

Domy ATREA splňují nejvyšší nároky na moderní bydlení z hlediska komfortu a zdravého vnitřního prostředí, nízké spotřeby energie a vlivu na životní prostředí. Architektura domů ATREA je vedena snahou o kultivovanou jednoduchost, praktičnost a variabilitu. Ke každému projektu přistupujeme zcela individuálně s použitím ověřených řešení a certifikovaných konstrukcí. Systém ATREA je certifikovaný stavební systém optimalizovaný pro výstavbu pasivních a nízkoenergetických dřevostaveb, který zaručuje vynikající technické a energetické parametry domů a umožňuje řešení na míru a dodávku domu v různém stupni dokončení. Nedílnou součástí domů ATREA je integrovaný systém řízeného větrání s rekuperací, vytápění a chlazení, a ohřevu teplé vody vyvíjený a vyráběný rovněž společností ATREA.

VZOROVÝ DŮM, ŠKOLICÍ STŘEDISKO, PORADENSTVÍ

V obytném souboru domů v obci Koberovy v Českém ráji organizujeme prohlídky vzorového pasivního domu. Poskytujeme konzultace a poradenství zaměřené na nízkoenergetické a pasivní stavby. Pořádáme přednášky a odborné semináře s tematikou energeticky úsporné výstavby a kvality vnitřního prostředí budov.

ZKUŠENOSTI MAJITELE DOMU

Rodinný dům v Koberovech, Český ráj.

„V domě ATREA bydlíme už od roku 2007 kdy u nás byly pasivní domy velkou neznámou. Dnes už si však nedokážeme představit bydlet jinak. V domě máme dostatek prostoru a světla. V domě je celý rok příjemná teplota a čerstvý vzduch, který je navíc ve vzduchotechnické jednotce filtrován a v domě se proto mnohem méně praší. V létě vzduchotechniku vypínáme a větráme klasicky okny, hodně také využíváme přímý vstup na zahradu. Díky velmi nízké spotřebě nás netrápí zvyšování cen energií. Kompletní náklady na provoz domu včetně vytápění, ohřevu teplé vody a veškerých spotřebičů nepřesahují 20 tisíc korun za rok.“

Drbalovi

Vzorový dům, školicí středisko ATREA s. r. o.
Soubor 13 pasivních domů v obci Koberovy.



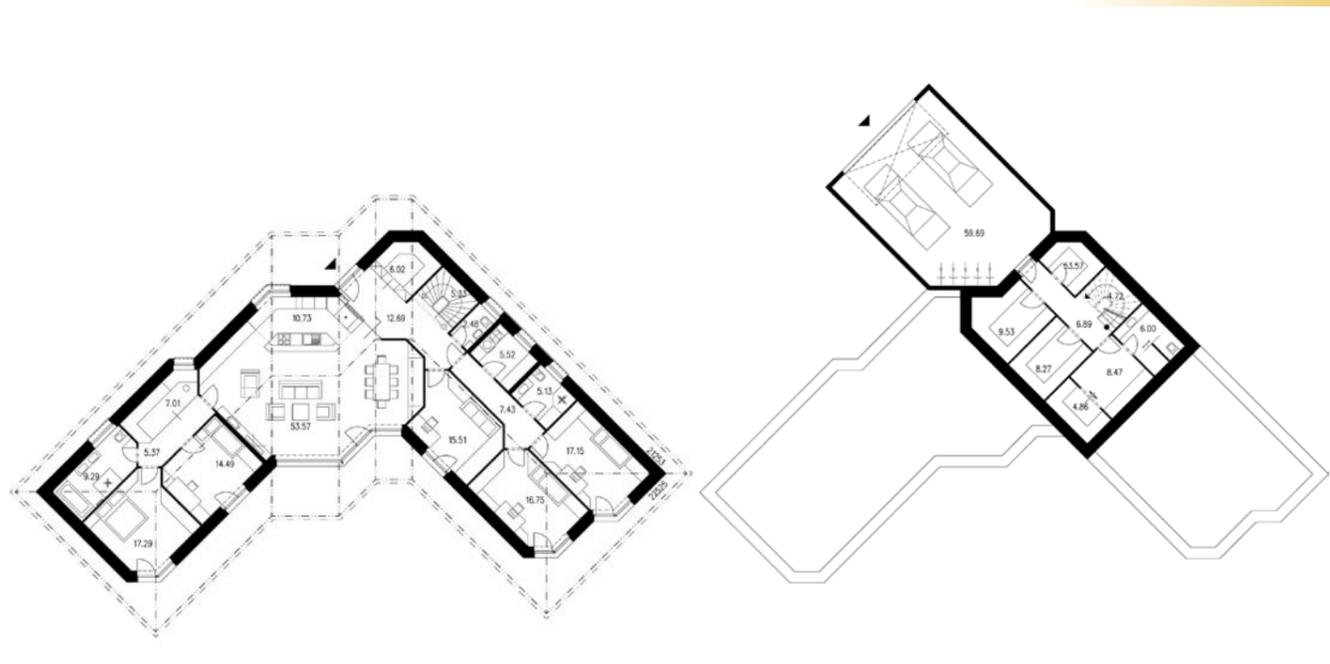
Pasivní dům EKORD 256j3X

VELIKOST PLOCHY DOMU

zastavěná plocha	321 m²
podlahová plocha	268 m²
obestavěný prostor	1960 m³
dispozice	6 + kk

Energeticky pasivní rodinný dům Úvaly, EKORD 256j3X

Lokalita: Úvaly, okr. Praha-východ



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Jedná se o přízemní dům. V tomto konkrétním řešení je kvůli výškovému reliéfu parcely část domu podsklepena (domovní vybavení a posilovna s koupelnou) s předsunutou dvojgaráží. K hlavnímu vstupu je bezbariérový přístup. Jedno křídlo domu je určeno pro rodiče a malé dítě, druhé pro větší děti a hosta (pracovnu), mezi nimi je obytný prostor s kuchyní, vstupní částí a příslušenstvím.

Obvodová konstrukce je sendvičová, tvořená betonovou skořepinovou tvárnici tloušťky 200 mm s tepelnou izolací na bázi minerálních vláken tloušťky 270 mm. Vnitřní vrstvu tvoří sádrové tvárnice o tloušťce 80 mm. Nosná konstrukce střechy je z příhradových dřevěných vazníků. Strop je tvořen sádkokartonovým podhledem a OSB deskami s tepelnou izolací mezi vazníky 600 mm. Variantně se používá celulósová tepelná izolace. Podlaha přízemí bez suterénu je tvořena betonovou deskou na hutněném podsypu a má ve svém souvrství vloženou tepelnou izolaci z pěnového polystyrenu EPS 150S a XPS 300 v tloušťce 100 mm.

Vytápění a příprava teplé vody

Zdrojem tepla pro vytápění i přípravu teplé vody je tepelné čerpadlo Daikin 12 kW systém vzduch-voda. Tepelný faktor čerpadla je 3,4. Dům je vytápěn teplovodním a podlahovým systémem vytápění. Větrání je zajištěno pomocí vzduchotechnické jednotky ATREA se zpětným získáváním tepla (rekuperací).

Příprava teplé vody probíhá v akumulacním zásobníku teplé vody 300l.

Okna a vstupní dveře

Dřevěné dveře s výplní z izolačních trojskel, dřevěná okna s výplní z izolačních trojskel.

CENA DOMU

cena stavby na klíč

6 400 000 Kč

Cena závisí na konkrétních podmínkách a lokalitě, při stavbě na rovině (bez podsklepení) a dodávce na klíč je orientačně od 25 tis. Kč za m² zastavěné plochy přízemí, v konkrétním případě tedy 256 m² x 25 tis. Kč/m² = 6 400 000 Kč.

OBALOVÉ KONSTRUKCE

	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	sendvičová konstrukce Betonové skořepinové tvárnice a vnitřní vrstvu tvoří sádrové tvárnice	minerální vlákna 260 mm	sádrové tvárnice (omítka)/tenkovrstvá omítka
Strop	sádrokartonový podhled a OSB desky	minerální vlákna 600 mm jako varianta celulózová izolace	sádrokarton/minerální vlna (volný podstřešní prostor)
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	EPS 150S a XPS 300 100 mm	nášlapná vrstva (dlažba, lamino)
Vstupní dveře	dřevěné dveře s výplní z izolačních trojskel		
Okna	dřevěná okna s výplní z izolačních trojskel		

POPIS TECHNOLOGIÍ

Větrání	pomocí vzduchotechnické jednotky ATREA se zpětným získáváním tepla
Vytápění	teplovodní, podlahové vytápění
Ohřev TV	příprava teplé vody v akumulacím zásobníku teplé vody 300l
Zdroje energie	tepelné čerpadlo daikin 12 kW

ENERGETICKÁ NÁROČNOST

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
20	19,133/5,315	28	27,087/7,524	4,7

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	657 511	[MJ]	2 451	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	85 414	[kg CO ₂ , ekv]	319	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	256 267	[g SO ₂ , ekv]	956	[g SO ₂ , ekv/m ²]

EKORD – Ing. Marian Groch

Na Vyhlídce 93, 251 65 Ondřejov - Třeblat
tel.: (+420) 777 647 624
e-mail: ekord@ekord.cz, www.ekord.cz



FIRMA EKORD, ING. MARIAN GROCH

Firma EKORD (EKORD – EKologické a EKOnomické Rodinné Domy) se specializuje na návrhy bungalovů a atriových rodinných domů. Od roku 1991 realizovala přes 500 rodinných domů, od roku 1998 ve zděném sendvičovém konstrukčním systému EKORD. Autor architektonického řešení i konstrukčního systému EKORD, který obsahuje patentované řešení střechy, je Ing. Marian Groch, majitel firmy.

U domů EKORD je použit způsob vytvoření projektové dokumentace, který kombinuje výhody „typového“ projektu a individuálního návrhu. Z půdorysné, vzhledové a konstrukční stavebnice, kterou lze upravovat a doplňovat podle potřeby, nejdříve navrhne její autor, Ing. Marian Groch architektonické řešení na míru parcele a investorovi.

Firma získala ocenění Dům roku 2003 a Top Dům 2011.

BUNGALOVY EKORD

Bungalovy EKORD, jak malé, tak i vysoce nadstandardní, jsou navrhovány nejen na maximální statická, tepelně technická, požární a jiná zatížení, ale i na pohodlné bydlení bez schodů v základní části bytu a na bydlení umožňující každodenní relax, jelikož všechny obytné místnosti mají okna do soukromí atria, do zahrady, k výhledům, ke slunci. U konkrétních řešení (např. kvůli výškovému reliéfu parcely) může být část domu podsklepena. U všech domů EKORD je k hlavnímu vstupu bezbariérový přístup.

Měrná potřeba tepla na vytápění je 20 kWh/m² za rok podle TNI, dům tak splňuje parametry pro pasivní domy i přes nekompaktní tvar, který se pro pasivní domy nedoporučuje, ale který na druhé straně poskytuje zřetelně kvalitnější bydlení.

VYJÁDŘENÍ MAJITELE DOMU

Rodinný dům v Úvalech.

„Již před nastěhováním do rodinného domu Ekord jsme od jiných investorů věděli, že bydlení v domech Ekord je úžasně pohodová věc. O to víc jsme se těšili do nového domu. Ale výsledek po nastěhování nás zcela vyvedl z míry. Není si na co zvykat, jste tady doma okamžitě!! To bydlení není úžasně, ale prostě nepopsatelně skvělé... vše funguje ve spojení s přírodou, život na jednom podlaží, tepelná pohoda v domě, přitom minimální účty za energie a 24 hodin denně čerstvý vzduch. Jsem rád, že jsem zvolil tento dům za svůj domov a slova díky všem, jak projektantům, tak i autorizovaným firmám, které rodinné domy Ekord realizují.“

Martin Šatoplet



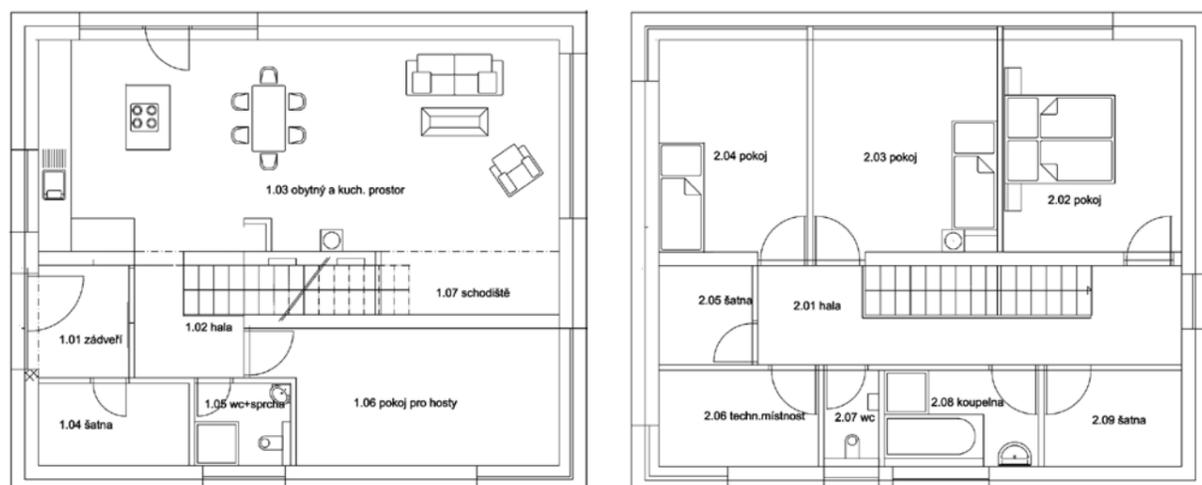
Pasivní dům MAKY

VELIKOST PLOCHY DOMU

zastavěná plocha	83 m²
podlahová plocha	146 m²
obestavěný prostor	495 m³
dispozice	5 + kk

Energeticky pasivní rodinný dům Litvínovice, MAKY

Lokalita: Litvínovice u Českých Budějovic



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Stavba je řešena v konstrukčním systému monolitického cihlobetonu, odlitého do systémového bednění. Díky tomu je stavba velice homogenní a neprůvzdušná a má výborné tepelně-akumulační vlastnosti. Vysoká plošná hmotnost zdi způsobuje útlum hluku, jak z vnějšku domu, tak hluku vznikajícího uvnitř objektu (např. pračka...)

Fyzikální vlastnosti cihlobetonu odpovídají vlastnostem zdiva z plných cihel.

Obvodové stěny jsou zatepleny expandovaným polystyrenem s přídavkem grafitu. Pata zdi je odizolována blokem z pěnového skla Perinsul. Podlaha nad terénem je izolovaná polystyrenem opět s přídavkem grafitu v tl. 24 cm. Izolace střechy je provedena nadkroevním systémem z pěnového polyuretanu tl. 26 cm.

Vytápění a příprava teplé vody

Dům je vytápěn teplovzdušně pomocí dohřevu ve vzduchotechnické jednotce pomocí tepelného čerpadla vzduch-vzduch, které je zároveň hlavním zdrojem tepla pro vytápění. Větrání je zajišťováno vzduchotechnickou jednotkou se zpětným získáváním tepla. Příprava teplé vody je v objektu zajišťována pomocí akumulačního zásobníku teplé vody.

Okna a dveře

Okna jsou dřevěná s izolačním trojsklem. Větrání, vytápění a příp. chlazení je řešeno kompaktní větrací jednotkou Nilan VP18EC. Přiváděný vzduch se ohřívá pomocí tepelného čerpadla vzduch/vzduch, topení je teplovzdušné. Ohřev teplé užitkové vody je kombinovaný – solární kolektory a tepelné čerpadlo.

Vstupní dveře jsou dřevěné s výplní z izolačních trojskel. Okna jsou dřevěná s výplní z izolačních trojskel.

CENA DOMU

cena projektu	cena stavby na klíč	cena hrubé stavby
50 000 Kč	3 000 000 Kč	1 200 000 Kč

Ceny jsou bez DPH a spodní stavby. Ceny jsou orientační přesná cena závisí na konkrétním řešení domu.

OBALOVÉ KONSTRUKCE

	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	konstrukce z cihlobetonu	šedý polystyren 250 mm	vnitřní omítka/tenkovrstvá omítka
Strop	sádkartonový podhled a OSB desky	pěnový polyuretan 260 mm	sádkarton/plechová krytina
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	EPS 220 mm	nášlapná vrstva (dlažba)
Vstupní dveře	dřevěné dveře s výplní z izolačních trojskel		
Okna	dřevěná okna s výplní z izolačních trojskel		

POPIS TECHNOLOGIÍ

Větrání	pomocí větracího zařízení NILAN VP 18 EC se zpětným získáváním tepla
Vytápění	teplovzdušné vytápění pomocí doohřevu ve vzt jednotce pomocí tepelného čerpadla vzduch/vzduch
Ohřev TV	příprava teplé vody v akumulčním zásobníku teplé vody 180l
Zdroje energie	tepelné čerpadlo vzduch/vzduch, IZT

ENERGETICKÁ NÁROČNOST

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
20	10,591/2,942	38,5	20,428/5,674	3,3

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	537 648	[MJ]	3 683	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	58 215	[kg CO ₂ , ekv]	399	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	256 267	[g SO ₂ , ekv]	1 755	[g SO ₂ , ekv/m ²]

MAKY, s.r.o.

Česká 13, 37001 České Budějovice
tel.: (+420) 776 744 065, (+420) 777 113 554
e-mail: vilimek@maky.cz, www.pasivni-stavby.cz



MAKY, s. r. o.

Poskytujeme dodávky stavby na klíč či dodávka stavby v různém stavu rozpracovanosti dle požadavků investora. Naše služby zahrnují veškeré služby související s výstavbou RD:

vyhledávání pozemků vhodných pro stavbu pasivních domů, zpracování projektové dokumentace včetně architektonického a technického řešení, vyřizování stavebního řízení, zajištění vyjádření dotčených orgánů státní správy, dodávku stavby, provádění stavebního dozoru, kolaudaci stavby a její zápis do katastru nemovitostí, developerskou činnost.

Firma MAKY s. r. o. byla založena v roce 2003.

Zabýváme se novostavbami rodinných domů a rekonstrukcemi. Specializujeme se pasivní stavby a nízko-energetické stavby z cihlobetonu, ale velké zkušenosti máme i s klasickými technologiemi jakými jsou zdící materiály všeho druhu.

Provádíme stavby na „klíč“, rekonstrukce domů a bytových jader, monolitické konstrukce, opravy fasád, rekonstrukce historických objektů. Zajistíme projektovou dokumentaci pro stavební povolení i prováděcí projekty, včetně architektonického návrhu.

ZKUŠENOSTI MAJITELE DOMU

Rodinný dům v Litvínovicích u Českých Budějovic.

„V pasivním rodinném domě se nám žije dobře – oceňujeme hlavně soukromí a klid. Díky rekuperaci v podstatě nevětráme okny, ty otevíráme jen v létě, abychom slyšeli zpěv ptáků.“

Znamená to, že zvuky z venku (startování auta, sekačka na trávu, motorová pila, sousedovo rádio...) jsou slyšet minimálně a také se v domě málo práší. Rádi náš dům vytápíme krbovými kamny na dřevo a rekuperace rozvede teplý vzduch do všech pokojů. Posezení u ohně je příjemné.

Náš dům má v obývacím pokoji velká prosklená okna, když zasvítl slunce, nemusíme topit vůbec. V létě, pokud svítí slunce do oken, stáhneme žaluzie, aby nebylo v pokoji příliš horko.“





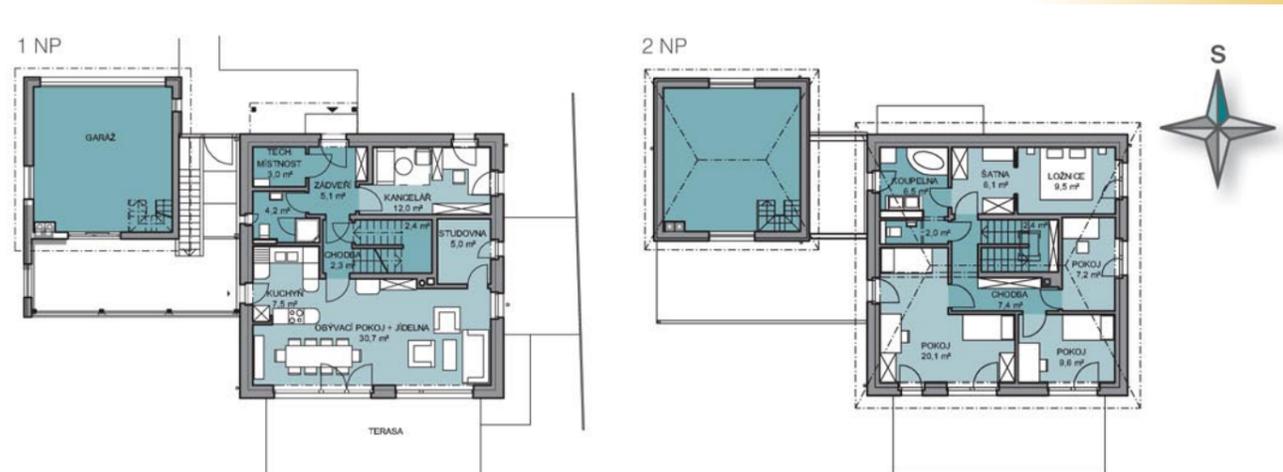
Pasivní dům ENEUS ve stylu feng shui

VELIKOST PLOCHY DOMU

zastavěná plocha	168 m²
podlahová plocha	162 m²
obestavěný prostor	684 m³
dispozice	7 + 1

Energeticky pasivní rodinný dům ENEUS ve stylu feng shui

Lokalita: Lysá nad Labem



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Objekt je čtvercového půdorysu o straně 9,975 m. Je dvoupodlažní, zastřešený valbovou střechou. Výška hřebene nad podlahou prvního podlaží je 7,65 m. K objektu je ze západní strany přistavěna zimní zahrada, která jej spojuje s garáží.

Nosnou konstrukci domu tvoří zdivo z vápenopískových cihel. Z vnější strany jsou obvodové stěny zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z šedého polystyrenu. Vnější povrchovou úpravu tvoří venkovní omítka, vnitřní úpravu omítka pro interiéry. Nosnou konstrukci stropu druhého nadzemního podlaží tvoří železobetonová deska, nad kterou je umístěna parotěsná zábrana a tepelná izolace z šedého polystyrenu. Vnitřní povrchovou úpravu tvoří buď omítka, nebo sádkartonový podhled. Podlaha na zemině se skládá z nášlapné vrstvy, betonové mazaniny, systémové desky z polystyrenu pro podlahové vytápění, tepelné izolace z šedého polystyrenu, separační polyesterové textilie, hydroizolační folie. Nosnou funkci má železobetonová deska, pod kterou je ochranná polyetylenová folie a další vrstva tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu.

Vytápění a příprava teplé vody

Hlavním zdrojem tepla pro vytápění je centrální registr s elektrickou topnou spirálou, na který jsou napojeny solární panely a krb. Objekt je vytápěn stěnovým topením. Větrání objektu je zajišťováno větrací jednotkou se zpětným získáváním tepla (rekuperací s účinností 93%). Příprava teplé vody je řešena pomocí výměníku pro přípravu teplé vody umístěném v centrálním registru.

Letní přehřívání budovy je řešeno automatickými předokenními žaluziemi a nasáváním vzduchu zemním výměníkem.

Okna a vnější dveře

Okna i dveře jsou plastová s výplní z izolačních trojskel.

CENA DOMU

cena projektu	cena stavby na klíč	cena hrubé stavby
500 000 Kč	6 818 000 Kč	5 454 000 Kč

OBALOVÉ KONSTRUKCE

	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	vápenopískové zdivo	šedý polystyren 300 mm	vnitřní omítka/tenkovrstvá omítka
Strop	sádrokartonový podhled a železobetonová deska	šedý polystyren 450 mm	sádrokarton/-
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	šedý polystyren 210 mm + extrudovaný polystyren 120 mm	nášlapná vrstva (dlažba)
Vstupní dveře	plastové dveře s výplní z izolačních trojskel		
Okna	plastová okna s výplní z izolačních trojskel		

POPIS TECHNOLOGIÍ

Větrání	pomocí větracího zařízení se zpětným získáváním tepla
Vytápění	stěnové vytápění napojené na zemní registr
Ohřev TV	příprava teplé vody pomocí výměníku v centrálním registru
Zdroje energie	krb, solární panely a centrální registr

ENERGETICKÁ NÁROČNOST

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
13	7,435/2,065	19,8	11,551/3,209	2,5

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	599 800	[MJ]	3 694	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	83 159	[kg CO ₂ , ekv]	512	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	155 661	[g SO ₂ , ekv]	959	[g SO ₂ , ekv/m ²]

ENEUS s. r. o.

Točitá 1549/35, 140 00 Praha 4

tel.: (+ 420) 777 713 138

e-mail: ertner@eneus.cz, www.eneus.cz

ENEUS s. r. o.

Naši službou je dlouhodobá energetická udržitelnost. Primárně realizujeme projekty energetických úspor v podnicích. Certifikovaný pasivní dům ve stylu feng shui rozšiřuje naši nabídku o novou oblast.

ENEUS House

Certifikovaný pasivní dům ve stylu feng shui aneb budova s téměř nulovou spotřebou energie dle směrnice 2010/31/EU je náročná stavba především na pečlivost provedení. Vybraní partneři přispívají svým dílem tak aby finální výsledek splňoval přísné podmínky pro udělení certifikace pasivního domu.

ENEUS s. r. o. zajišťuje celou výstavbu certifikovaného pasivního domu. Partneři vybraní pro jednotlivé subdávky se osvědčili při realizaci buď prvního certifikovaného pasivního domu nebo v rámci realizace ENEUS House. ENEUS s. r. o. se svým zaměřením na realizaci energetických úspor vnáší své zkušenosti právě do realizace domovní techniky, jmenovitě:

- systém vytápění a přípravy teplé užitkové vody
- solární kolektory
- fotovoltaická elektrárna
- systém měření a regulace
- certifikované žaluzie pro pasivní dům.

ZKUŠENOSTI MAJITELE DOMU

majitel: Jindřich Ertner



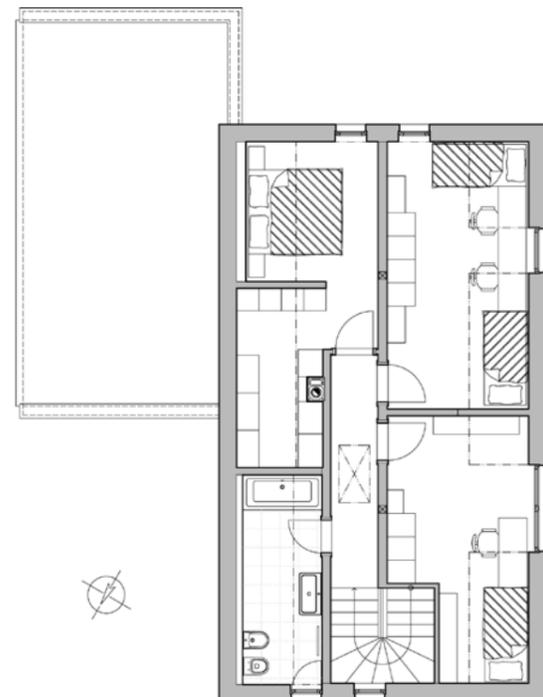
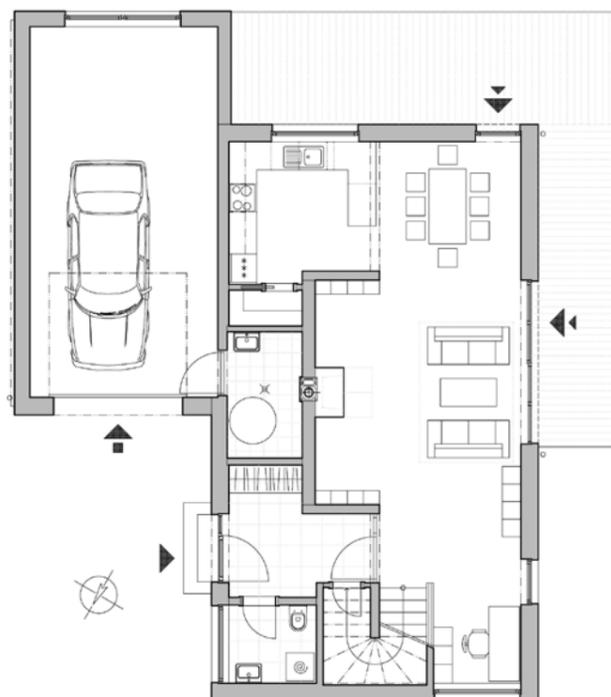
Pasivní dům K-KONTROL – CZECH PAN

VELIKOST PLOCHY DOMU

zastavěná plocha	124 m²
podlahová plocha	140 m²
obestavěný prostor	630 m³
dispozice	5 + 1

Energeticky pasivní rodinný dům Varnsdorf, K-KONTROL

Lokalita: Varnsdorf



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO VYBAVENÍ

Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům (přízemí na terénu + podkroví) se sedlovou střechou se sklonem 48° a dvěma pultovými vikýři. Objekt je nepodsklepený. Součástí domu je nevytápěná garáž, která je koncipována jako samostatný přístavek. Garáž slouží zároveň jako opěrná stěna svahu, do kterého je dům zařiznut.

Obvodové stěny obytné části domu jsou navrženy z lehké sendvičové konstrukce stavebního systému K-KONTROL®. Z vnitřní strany je celý obvodový plášť obložen dřevovláknitými deskami AGEPAN THD 230 tl. 40 mm a zaklopen sádkartonem. Vnější fasáda je tvořena kombinací bílé silikonové omítky na fasádním polystyrenu a dřevěného obkladu s doplňkovou minerální izolací.

Vnitřní středová příčka v přízemí domu, jejíž součástí je komínové těleso, je naopak těžká akumulční konstrukce z vápenopískových bloků SENDWIX, která zajišťuje stabilizaci vnitřního prostředí a dělí interiér domu od strojovny.

Nevytápěná garáž, jako opěrná stěna svahu, je navržena z bednicích tvárnic vylitých betonem.

Na hlavní prosklené plochy domu, které jsou směřovány jihozápadním směrem, jsou instalovány předokenní žaluzie Climax C80.

Při blowerdoor testu bylo dosaženo hodnoty $n_{50} = 0,3$.

Okna a vnější dveře

Okna jsou plastová, profil Deceuninck Prestige s izolačními trojskly Stratobel $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vchodové dveře jsou z hliníkového profilu Heroal 110E, $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izolační výplň dveří je z XPS tl. 40 mm $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zasklení bočního světlíku dveří je z izolačního trojskla Stratobel $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

CENA DOMU

cena projektu	cena stavby na klíč	cena hrubé stavby
89 000 Kč	4 250 000 Kč	1 100 000 Kč

Ceny jsou bez DPH a spodní stavby. Ceny jsou orientační přesná cena závisí na konkrétním řešení domu.

OBALOVÉ KONSTRUKCE

	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	stěnové panely K-KONTROL® 170 mm	pěnový polystyren 140 mm, dřevovláknitá izolace 40 mm a minerální vlna 100, nebo 140 mm	sádrokarton/tenkovrstvá omítka a dřevěné obložení
Strop	střešní panely K-KONTROL® 230 mm	pěnový polystyren 200 mm a dřevovláknitá izolace 40 mm	sádrokarton/střešní taška Bramac Tegalit
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	PERIMETR 50 mm + EPS 30 mm	nášlapná vrstva dlažba, nebo lamino
Vstupní dveře	hliníkové s XPS výplní	součinitel prostupu tepla $U \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna	plastová okna s izolačními trojskly	součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	

POPIS TECHNOLOGIÍ

Větrání	řízené větrání se zpětným získáváním tepla s VZT jednotkou Viessmann Vitovent 300
Vytápění	teplovodní podlahové topení napojené na multivalentní zásobník Viessmann 360-M o objemu 750 l
Ohřev TV	solárními kolektory a elektrinou pomocí multivalentního zásobníku Viessmann 360-M o objemu 750 l
Zdroje energie	termické solární kolektory Viessmann Vitosol 300-T, elektrická topná vložka v multivalentním zásobníku a krb

ENERGETICKÁ NÁROČNOST

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
18	9,367/2,602	55,9	29,179/8,105	2,8

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	473 347	[MJ]	3 262	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	12 459	[kg CO ₂ , ekv]	86	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	114 936	[g SO ₂ , ekv]	792	[g SO ₂ , ekv/m ²]



Další typy energeticky pasivních rodinných domů K-KONTROL

CZECH PAN s. r. o.

Čsl. letců 786, 407 47 Varnsdorf, Czech Republic
tel.: (+420) 412 384 912, fax: (+420) 412 384 915
e-mail: info@czechpan.cz, www.czechpan.cz



VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Vytápění celého objektu je navrženo systémem teplovodního podlahového topení. Větrání domu je nucené a zajišťuje jej VZT jednotka Viessmann Vitovent 300, o max. výkonu 300 m³/h.

Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je multivalentní akumulční zásobník na topnou vodu se směsným nabíjecím systémem a integrovaným ohřevem užitkové vody Viessmann Vitocell 360-M o objemu 750 l. Primárně je akumulční zásobník nabíjen termickými solárními kolektory Viessmann Vitosol 300-T o celkové ploše absorberu 6,14 m². V období bez dostatečných solárních zisků je vrchní část akumulčního zásobníku ohřívána vloženou elektrickou topnou vložkou o výkonu 6 kW. Maximální provozní teplota multivalentního akumulčního zásobníku je v případě nabíjení pomocí elektrické energie nastavena na hodnotu 70 °C. Regulace vytápění je zcela automatická, ekvitermní a zajišťuje ji regulátor Danfoss ECL 100 Comfort.

Druhým, sekundárním zdrojem tepla na vytápění je krb na pevná paliva, který je umístěn v hlavním obytném prostoru domu. Přívod spalovacího vzduchu pro krb je řešen samostatným těsným průduchem v komínovém tělese Schiedel ABSOLUT, takže hoření v krbu není ovlivňováno vnitřním prostředím domu. Krb je zcela autonomní, bez teplovodního výměníku a díky teplovzdušným průduchům vytápí nejen celé přízemí, ale i obytné místnosti v podkroví.

Solární kolektory

Na jihozápadní straně střechy domu jsou instalovány dva trubicové solární kolektory Viessmann Vitosol 300-T, každý s plochou absorberu 3,07 m². Celková plocha kolektorového pole je 6,14 m².

K-KONTROL® – stavební systém

Již mnoho let je na evropském trhu používán stavební systém K-KONTROL®, který vyniká vysokou variabilitou použití, perfektními tepelně izolačními vlastnostmi a stálým technickým rozvojem.

Rychlost stavby, snadná montáž, výrobcem garantované vlastnosti a kvalita základní konstrukce domu a jsou jasnými argumenty, pro které byl K-KONTROL® již mnohokrát základem pro návrh a úspěšnou realizaci pasivního domu. Už v základním provedení vykazuje hrubá stavba domu vynikající těsnost a skvělé tepelně izolační vlastnosti a architektům přitom nechává dostatečný prostor pro kreativitu v jejich návrzích.

Společnost CZECH PAN, která stavební systém K-KONTROL® vyrábí, připravila několik typových projektů rodinných domů. Typová řešení nabízí optimální využití této moderní stavební technologie a zároveň slouží jako inspirace pro individuálně řešené projekty.

ZKUŠENOSTI MAJITELE DOMU

Rodinný dům ve Varnsdorfu.

„Když jsme začali uvažovat o stavbě domu, tak jsme si snažili nalézt řešení, které by bylo vyvážené ve všech směrech. Nehledali jsme řešení, které by od prvopočátku vedlo ke stavbě domu v pasivním standardu. Naopak jsme se snažili využít obrovského potenciálu osluněného pozemku na jihozápadním svahu, který nádherne výhledy na město Varnsdorf a hřebeny Lužických hor.“

To, že se náš dům ve výsledku stal pasivním, vyšlo z přirozeného vývoje a logicky odůvodněných řešeních jednotlivých částí projektu. Jako příklad uvedu orientaci prosklených ploch a celkové vnější proporce domu, volba kvalitního technického vybavení, ale zejména volba základní konstrukce domu – stavební systém K-KONTROL®.

V domě bydlíme půl roku, a za tuto dobu jsme nenalezli nic, co bychom na projektu změnili. Vnitřní prostředí je až neuvěřitelně stabilní a to ve všech fázích ročního období. Ani v parných letních měsících se vnitřní teplota nedostala přes 26 °C, naopak teď v zimě se pohybuje mezi 21 – 23 °C. Elektrickou topnou spirálou, která zajišťuje ohřev akumulčního zásobníku pro vytápění a ohřev vody, jsme zapínali na začátku listopadu, kdy už slunce nebylo schopné zajistit dostatek teplé vody pro naši pětičlennou rodinu. Zrovna tak řízené větrání s rekuperací běží od doby, kdy venku začalo být nevlídné. V létě bylo nucené větrání odstavené a k větrání jsme využívali otevřená okna s výstupem na zahradu.“

Arnošt a Kateřina Haufertovi



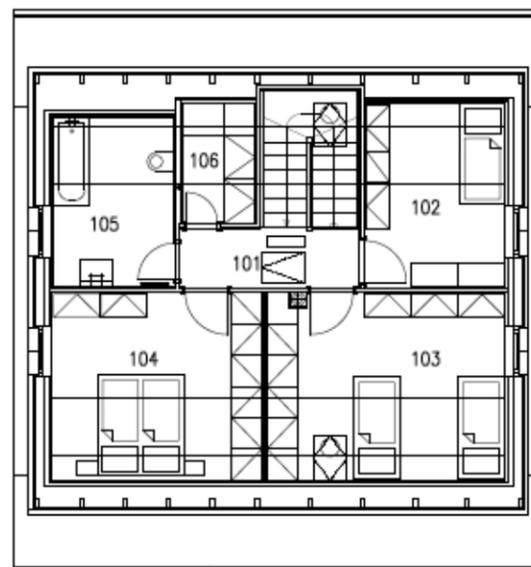
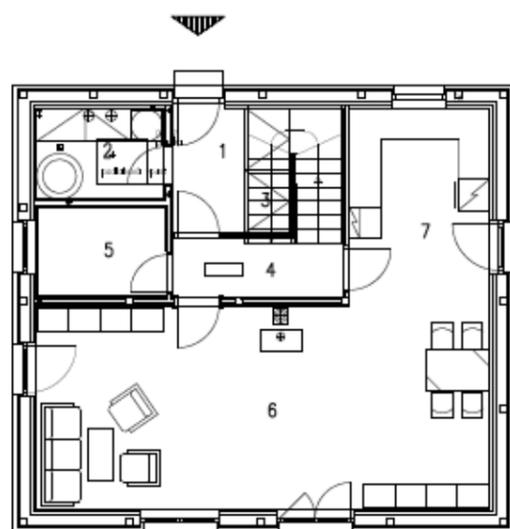
Pasivní dům KOP KD

VELIKOST PLOCHY DOMU

zastavěná plocha	120 m²
podlahová plocha	130 m²
obestavěný prostor	461 m³
dispozice	4 + 1

Energeticky pasivní rodinný dům Komorní Dvůr, KOP KD

Lokalita: Komorní Dvůr, Cheb – Skalka



POPIS KONSTRUKCE A TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Jedná se rodinný dům venkovského typu s klasickým jednoduchým obdélníkovým půdorysem, se sedlovou střechou, k východnímu štítu je umístěn přístřešek krytého stání automobilu, v zadní části přístřešku je část využitá jako zahradní kolna. Velikost rodinného domu je 9,70 × 8,70 m, boční přístřešek stání automobilu má rozměry 10,0 × 3,50–3,70 m. Výška rodinného domu od podlahy přízemí ke hřebeni je 7,20 m, výška bočního přístřešku je 2,85–2,95 m, sklon sedlové střechy rodinného domu je 45°.

Objekt rodinného domu je navržen k potřebám stavebníka a jeho rodiny. Ze závětrí se vstupuje do zádveří domu, zde jsou umístěny šatní skříně a botník pro úschovu vrchních oděvů a bot. Ze zádveří se vstupuje přímo do chodby domu a do samostatné technické místnosti domu, kde je umístěna hlavní rekuperační jednotka domu.

Chodba slouží jako hlavní komunikace domu, vstupuje se z ní do obývacího pokoje, kuchyně a samostatné místnosti koupelny s WC. Dále se z chodby pomocí schodiště vystupuje do obytného podkrovní domu. V podkrovní jsou umístěny dva dětské pokoje, ložnice rodičů, koupelna a šatna. Z kuchyně se dá francouzskými dveřmi přejít do krytého přístřešku pro osobní automobil a dále do kůlny.

Prokázání neprůvzdušnosti obálky budovy bylo provedeno měřením dle ČSN EN 13829, metodou B. Výsledek je $n_{50} = 0,50$ 1/h.

ZKUŠENOSTI MAJITELE DOMU

Rodinný dům Komorní Dvůr.

„Zpočátku, když jsme se s manželkou rozhodovali mezi EPD a klasickou stavbou, jsme si přesně neuměli představit, co to znamená „teplovzdušné vytápění“, nicméně již krátce po nastěhování jsme ocenili všechny klady uvedeného systému. Za uplynulé dvě topné sezóny máme ve srovnání s našimi známými, kteří bydlí nedaleko nás v přibližně stejně velkých, ale klasických domech, o několik týdnů kratší topnou sezónu a až o polovinu nižší náklady na vytápění a ohřev teplé vody.“

Roční spotřeba elektrické energie pro vytápění a ohřev TUV

rok 2010	7,460 kWh
rok 2011	5,950 kWh

OBALOVÉ KONSTRUKCE

	konstrukce	izolace	povrchová úprava vnitřní/vnější
Obvodová stěna	dřevovláknité desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 320 mm	sádrokarton/tenkovrstvá omítka
Podélná stěna 2NP	dřevovláknité desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 480 mm	sádrokarton/OSB desky (podbití palubky)
Podélná stěna 2NP u schodiště	dřevovláknité desky kotvené na dřevěné sloupky	foukaná celulóza 242.5 mm	sádrokarton/OSB desky (podbití palubky)
Střeška	sedlová se sbíjených střešních vazníků	foukaná celulóza 400 mm	sádrokarton/střešní krytina (plastové tvarovky)
Strop podkrovní	OSB desky připevněné k vazníkům	foukaná celulóza 400 mm	sádrokarton/OSB desky (volný podstřešní prostor)
Podlaha na terénu	betonová deska na hutněném podsypu	EPS stabil 200 200 mm	nášlapná vrstva (palubky, lamino)
Vstupní dveře	dřevěný sendvičový panel s výplní z polyuretanové pěny		
Okna	rám z vícevrstvých lamel Euro SL 100 s izolačním trojsklem		
Střešní okno	Roto, typ designo		

POPIS TECHNOLOGIÍ

Větrání	pomocí vzduchotechnické jednotky se zpětným získáváním tepla Atrea Duplex RA3-EC
Vytápění	teplovzdušné, pomocí vzduchotechnické jednotky, zdrojem tepla pro jednotku bude akumulární nádrž s topnou spirálou (IZT) a doplňkově krbová kamna. V koupelnách jsou usazeny žebříky napojeny na IZT.
Ohřev TV	ohřev vody bude zajišťovat průtočný výměník v akumulární nádrži
Zdroje energie	IZT, krbová kamna

ENERGETICKÁ NÁROČNOST

měrná potřeba tepla na vytápění budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková roční potřeba tepla na vytápění budovy [GJ/MWh]	celková měrná dodaná energie do budovy [kWh/(m ² ·a)]	celková dodaná energie do budovy [GJ/MWh]	extrémní tepelná ztráta [kW]
17	7,88/2,189	53,5	25,07/6,97	2,2

ZABUDOVANÉ ENERGIE A EMISE

	celková hodnota pro celý dům		měrné hodnoty na m ² podlahové plochy	
výpočet energie zabudované v konstrukcích domu	248 176	[MJ]	1 905	[MJ/m ²]
výpočet emisí CO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	2 932	[kg CO ₂ , ekv]	23	[kg CO ₂ , ekv/m ²]
výpočet emisí SO ₂ zabudovaných v konstrukcích domu	62 954	[g SO ₂ , ekv]	483	[g SO ₂ , ekv/m ²]

KOP KD, spol. s r. o.

Komorní Dvůr 57, 350 02 Cheb
www.kopkd.cz



FIRMA KOP KD s. r. o.

KOP KD s. r. o. je malá developerská firma, která vlastní pozemky v katastru Skalka u Chebu, lokalitě Komorní Dvůr. Podstatou našeho podnikatelského projektu je, že stavíme na našich vlastních pozemcích a až po kolaudaci dům prodáváme zájemci, který v průběhu výstavby o něj projeví zájem. Čím dříve zájemce svůj zájem projeví, tím má větší možnost ovlivňovat konečnou podobu domu. Není sice možné měnit celkovou koncepci domu, je ale možné udělat drobné úpravy či změny oproti projektu a zvolit vlastní finální řešení, např.:

- dispozici nevyzděných příček
- podlahové krytiny (koberce, dlažby, plovoucí podlahy apod.)
- obklady koupelen
- zařizovací předměty (umyvadla, záchody, vany apod.)
- vnitřní dveře
- je vždy až na volbě budoucího majitele, zda bude mít schody obložené dřevem, dlažbou nebo zátěžovým kobercem

To co je obsaženo v konečné kupní ceně, stanoví podrobný popis standardu domu, který je vždy součástí kupní smlouvy. Stejná pravidla platí i pro stavbu domů v energeticky pasivním standardu, a to jak ve formě dřevostavby, tak klasické konstrukce

VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Celý objekt je větrán a vytápěn jednotkou DUPLEX RB 730/370 fy. ATREA. Jednotka DUPLEX je určena pro dvouzónové cirkulační teplovzdušné vytápění a současně pro komfortní větrání s rekuperací tepla s účinností zpětného získávání tepla 82–83 %.

Jako doplňkový zdroj tepla slouží krbová kamna s teplovodním výměníkem. Cirkulace topné vody je zajištěna čerpadlem Grundfos UPS 20-40 130, které je umístěno ve strojovně nad nádrží IZT.

Solární systém pro vytápění a ohřev TUV

Na střechu rodinného domu byly instalovány 3 kolektory typu ACV SOLAR 300. Okruh kolektorů je napojen do bivalentního zásobníku tepla IZT 615. Tato nádrž slouží jako centrální zdroj tepla pro vytápění a ohřev TUV.

Do integrovaného zásobníku tepla IZT 615 jsou zapojeny dva zdroje. Solární kolektory a krbová kamna s vodním výměníkem. Cirkulace média v solárním okruhu zajišťuje čerpadlová skupina, do které je integrován regulátor solárního systému. Regulátor ovládá chod čerpadla pohonné jednotky. Jako pohonná jednotka je použito odstředivé čerpadlo WILO ST 20/6-3C. K pohonné jednotce jsou na zpětném potrubí připojeny pojistný ventil a expanzní nádoba solárního okruhu.

Teplo získané v solárních kolektorech je odváděno potrubím do spodního spirálového výměníku IZT 615. V horní části je umístěn průtokový CU výměník pro ohřev TUV. V případě nedostatku solární energie je IZT 615 vybaven elektrovložkami, které zajistí ohřev vody pomocí elektrické energie. Z IZT 615 je odebíráno teplo pro teplovzdušný systém vytápění DUPLEX RB, který je provozován jako nízkoteplotní topný systém s nuceným oběhem. Výměník jednotky DUPLEX RB je propojen se zdrojem tepla – bivalentní akumulární nádrží IZT 615, osazené elektrickými vložkami, pomocí oběhového čerpadla VZT jednotky.

Celkový reálný energetický zisk solární soustavy je 2 004 kWh/m²a z toho pro ohřev TUV 1 962 kWh/m²a pro podporu vytápění 42 kWh/m²a

CENA DOMU

cena projektu	cena stavby na klíč
100 000 Kč	3 800 000 Kč
	(cena je vč. nákladů na spodní stavbu)

Uvedené ceny jsou bez DPH. Cenu hrubé stavby neuvádíme.

