ČASOPIS PROFESIONÁLNÍCH I BĚŽNÝCH STAVAŘŮ
odborné články, rady, informace, nabídka stavebních materiálů a technologií

atelier

ATELIÉR otvorových výplní a izolací vybavení staveb

OTVOROVÝCH VÝPLNÍ, IZOLACÍ A VYBAVENÍ STAVEB

Ročník 13 číslo 4/2009 Cena 75 Kč

Environmentální a energetické hodnocení dřevostaveb v pasivním standardu

Ing. Petr MORÁVEK, CSc., a prof. Ing. Jan TYWONIAK, CSc.

1. Úvod

Hodnocení staveb z hlediska dopadu jejich výstavby a provozu na životní prostředí představuje exaktní metodu nezávislou na dnešních zcela deformovaných cenách energií a jejich neodhadnutelným vývojem.

Proto se ve vyspělých zemích postupně zavádí skutečně objektivní kritérium pro návrh a výběr nejúspornějších stavebních systémů z hlediska udržitelného rozvoje metodou LCA (Life Cycle Assessment), vyjadřující mimo souhrnné environmentální dopady výstavby i analýzu souhrnné energetické náročnosti spolu s celkovou bilancí svázaných energií a emisí CO_2 pro výstavbu i provoz budov, která je zároveň objektivní metodou z celospolečenských hledisek. Současná energetická krize vyspělého světa, kde stavebnictví a provoz budov spotřebují přes 50 % všech primárních energetických zdrojů, si nutně vyžádá i zásadní změny v legislativě a povolování staveb zároveň s povinným hodnocením i celospolečenských aspektů.

2. Metodika hodnocení

Metodika LCA zahrnuje souhrn všech energetických nároků stavby včetně těžby surovin, výroby materiálu, dopravy, montáže, provozní energie a likvidace, po celou dobu životního cyklu.

3. Výchozí podklady hodnocení

V tab. 3.1 jsou uvedeny hodnoty svázaných energií, tj. suma všech vynaložených energií na těžbu, výrobu, dopravu, montáž základních stavebních materiálů v přepočtu na běžně používané měrné jednotky ve stavební praxi a hodnoty ekvivalentních emisí CO_2 uvolněných do ovzduší při těžbě, výrobě, dopravě základních stavebních materiálů (případně vázaných do hmoty dřeva), dle lit.[1].

V tab. 3.2 jsou faktory energetické přeměny (pro přepočty konečných spotřeb na primární zdroje) a produkce emisí CO_2 jednotlivých energetických médií používaných v provozu pasivních budov.

Tab. 3.1 – Svázané energie a ekvivalentní emise CO_2 hlavních stavebních materiálů

MATERIÁL	měr. jedn.	kg/m³	MJ/kg	MJ/měr. jedn.	CO_2 (g/kg)	CO_2 (kg/měr. jedn.)
beton	m³	2200	0,69	1518	103	227
celulóza	m³	45	7,03	316	-907	-41
cihelné tvarovky	m³	850	2,49	2116	1760	1496
dřevo	m³	500	2,72	1360	-1409	-704,5
dřevovláknité desky	m³	250	13,7	3425	-183	-46
EPS	m³	15	98,5	1478	3350	50,3
minerální vlna	m³	40	23,3	932	1640	66
ocel. výztuž	t	7800	22,7	22700	935	935
OSB desky	m³	650	9,3	6058	-1168	-759
sádrokarton	m³	900	4,44	3996	200	180

Tab. 3.2 – Faktory energetické přeměny a produkce emisí energetických médií

Energie	faktor energ. přeměny (kWh/kWh)	měrná jednotka	ekv. emise CO_2
elektřina	3,0	kg/MWh	680
biomasa – dřevo (krbová kamna)	0,05	kg/MWh	31
solární systém FT	0,05	-	-
solární systém FV	0,2	-	-
zemní plyn	1,1	kg/MWh	250

4. Technické parametry hodnocených objektů

objekt	:	pasivní rodinný dům s obytným podkrovím
zastavěná plocha	:	9,60 x 8,60 m
celková vnitřní podlahová plocha	:	132 m² - var. A, B; 118 m² - var. C, D
součinitel prostupu tepla	:	U = 0,10 W/(m²K)
měrná potřeba tepla na vytápění	:	14,8 kWh/(m²a)
spotřeba primární energie	:	118 kWh/(m²a)
objemový faktor tvaru	:	A/V = 0,62

5. Popis hodnocených variant řešení pasivního rodinného domu

Všechny hodnocené varianty jsou uvažovány s teplovzdušnou větrací a otopnou soustavou s rekuperací tepla, centrálním zásobníkem tepla (IZT), solárními panely a teplovodními krbovými kamny.

A Dřevoskeletová konstrukce založená na betonových mikropilotách, staveništní integrované prefabrikované vazníky podkroví, bezvaznicový systém, obvodový plášť palubky, izolační výplň stěn, stropů, střech, zafoukávaná celulóza, okna s trojskly.

B Dřevoskeletová konstrukce založená na monolitických betonových pasech, staveništní prefa vazníky, bezvaznicový systém, obvodový plášť s tenkovrstvou omítkou, izolační výplň stěn, stropů, střech, minerální vlna.

C Zděná konstrukce založená na monolitických betonových pasech z lehčených cihelných tvarovek 300 mm s vnějším zateplením EPS, tenkovrstvá omítka, strop přízemí železobetonová deska, krov dřevěný vaznicový, zateplení minerální vlna.

D Monolitická betonová konstrukce založená na monolitických betonových pasech, do ztraceného bednění ze štěpkových desek s vnějším zateplením EPS, tenkovrstvá omítka, strop přízemí železobetonová deska, krov dřevěný vaznicový, zateplení minerální vlna.

6. Souhrnné bilance svázaných energií a emisí CO_2

V tab. 6.1 a 6.2 jsou uvedeny hodnoty svázaných energií ekvivalentních emisí CO_2 všech hodnocených alternativ podle podrobných propočtů [2].

Tab. 6.1 – Souhrnné svázané energie pro varianty A–D

Varianta	Stavební část celkem (GJ)	TZB část (GJ)	Doprava (GJ)	Celkem (GJ)	Celkem (MWh)	Celková hmotnost stavby (t)
A	256	30,8	4,6	291,4	80,9	65,6
B	388	30,8	7,4	426,2	118,4	106
C	465,8	30,8	29,8	526,4	146,2	212,1
D	413,5	30,8	31,1	475,4	132	221,3

Tab. 6.2 – Souhrnné ekvivalentní emise CO_2 pro varianty A–D

Varianta	CO_2 stavební část celkem (t)	CO_2 TZB část (t)	CO_2 doprava celkem (t)	CO_2 CELKEM (t)
A	-14,1	1,4	0,5	-12,2
B	12,8	1,4	0,8	15
C	117,2	1,4	3,4	122
D	43,6	1,4	3,5	48,5

7. Rekapitulace souhrnných hodnot konstrukčních alternativ A/ ÷ D/

NÁKLADNÍ DOPRAVA:

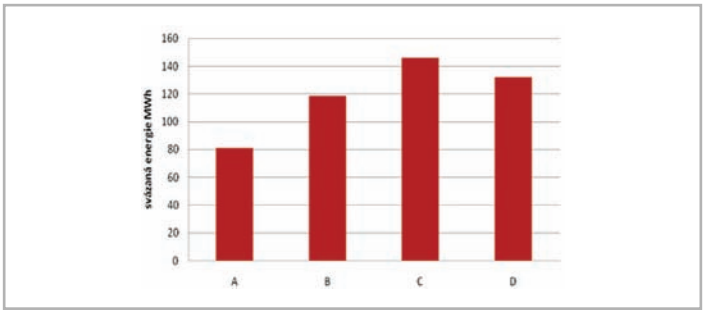
1,4 MJ/tkm: energie z neobnovitelných (primárních) zdrojů (dle GEMIS CZ 2006):

0,16 kg/tkm: emise CO_2, ekv.

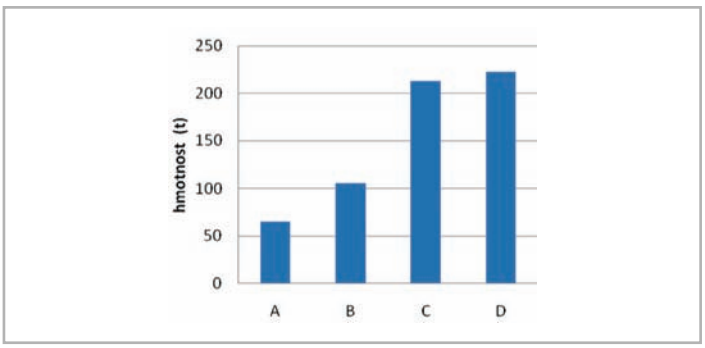
pro alt. A, B: průměrná vzdálenost 50 km (betonárky v místě)

pro alt. C, D: průměrná vzdálenost 100 km (vzdálené cihelny, výrobny)

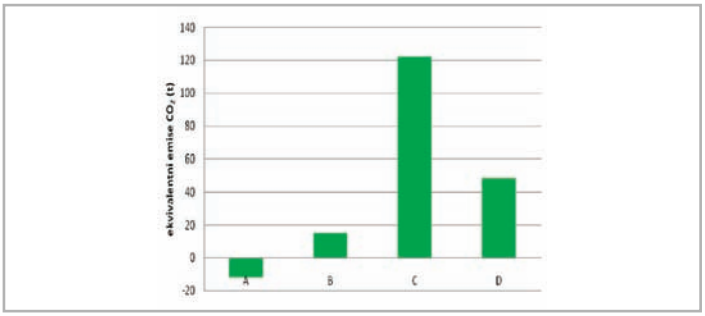
Tab. 7.1 – Souhrnná spotřeba svázaných energií konstrukčních alternativ A/ ÷ D/,včetně dopravy



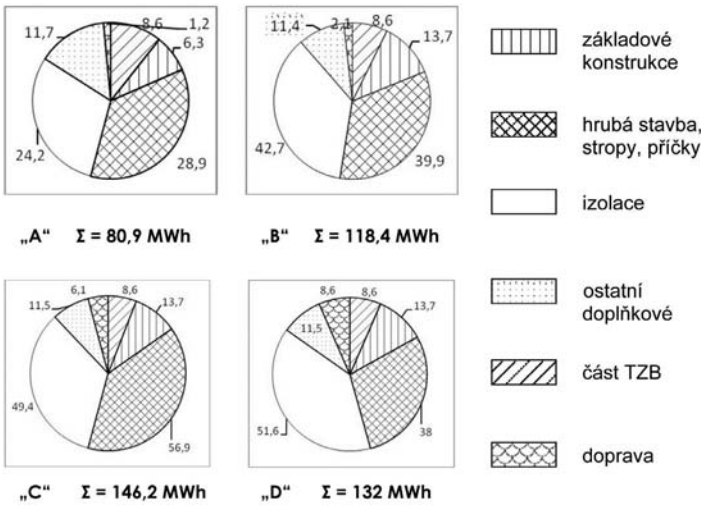
Tab. 7.2 – Souhrnná hmotnost



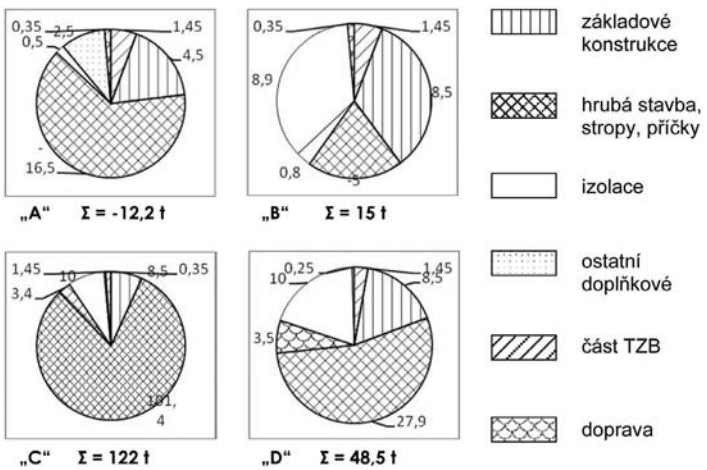
Tab. 7.3 – Ekvivalentní emise CO_2 stavebních konstrukcí



Tab. 7.4 – Podíl hlavních konstrukcí na souhrnné spotřebě vázaných energií pro jednotlivé konstrukční alternativy



Tab. 7.5 – Podíl hlavních konstrukcí na ekvivalentních emisích CO_2 pro jednotlivé konstrukční alternativy



8. Potřeby provozních energií – alternativy A/ ÷ D/

a) vytápění	1966 kWh/r	(24,1 %)
b) příprava teplé vody – 4 osoby x 550 kWh/os/rok	2200 kWh/r	(26,9 %)
c) provozní energie TZB	800 kWh/r	(9,8 %)
d) režijní energie (spotřebiče) - 4 os x 800 kWh/os/rok	3200 kWh/r	(39,2 %)
Potřeba provozních energií – celkem	8166 kWh/r	

9. Spotřeby provozních energií – alternativy A/ ÷ D/

a) vytápění:	– krbová kamna s výměníkem (n = 0,6) s 60% krytím celoroční spotřeby	
	Er = (1966 x 0,60): 0,6 x 10-3	1,97 MWh/r
	– elektroakumulační (n = 0,88) s 40% krytím celoroční spotřeby	
	Er = (1966 x 0,40): 0,88 x 10-3	0,89 MWh/r
b) příprava TV:	– krbová kamna s 20% krytím spotřeby	
	Er = (2200 x 0,2): 0,6 x 10-3	0,73 MWh/r
	– elektroakumulační s 20% krytím	
	Er = (2200 x 0,2): 0,88 x 10-3	0,50 MWh/r
	– fototermální ohřev s 60% krytím	
	Er = (2200 x 0,6): 1,0 x 10-3	1,32 MWh/r
c) provozní energie:		0,8 MWh/r
d) režijní energie:		3,2 MWh/r
Spotřeba provozních energií – celkem		9,41 MWh/r

10. Přepočet spotřeb provozních energií na primární energie – alternativy A/ ÷ D/

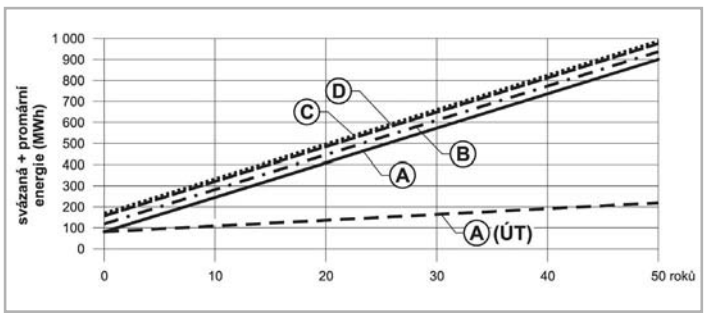
a) vytápění:	– krbová kamna:	1,97 x 0,05	0,10 MWh/r
	– elektroakumulační:	0,89 x 3,0	2,67 MWh/r
b) příprava TV:	– krbová kamna:	0,73 x 0,05	0,04 MWh/r
	– elektroakumulační:	0,50 x 3,0	1,5 MWh/r
	– fototermální:	1,32 x 0,05	0,07 MWh/r
c) provozní energie:		0,80 x 3,0	2,4 MWh/r
d) režijní energie:		3,20 x 3,0	9,6 MWh/r
Souhrnná spotřeba primárních energií – celkem			16,38 MWh/r

11. Přepočet spotřeb provozních energií na emise CO_2

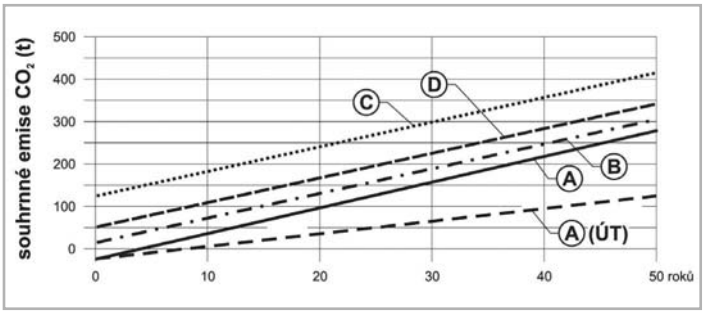
a) vytápění:	– krbová kamna:	1,97 MWh x 0,031	0,06 t/r
	– elektro:	0,89 x 0,680	2,67 t/r
b) příprava TV:	– elektro:	0,2 x 0,68	0,34 t/r
	– solár:	1,32 x 0	0 t/r
	– krbová kamna:	0,73 x 0,031	0,02 t/r
c) provozní energie		0,8 x 0,68	0,54 t/r
d) režijní energie		3,2 x 0,68	2,18 t/r
Celkem emise CO_2			5,81 t /rok

12. Rekapitulace souhrnných hodnot energií a emisí CO_2

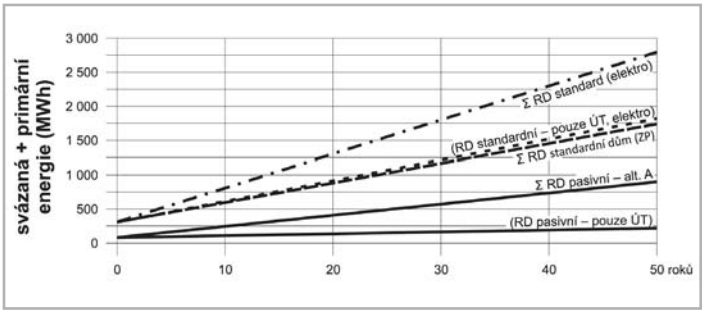
Tab. 12.1 – Souhrnné bilance svázaných a primárních energií konstrukčních alternativ v průběhu životnosti stavby 50 roků



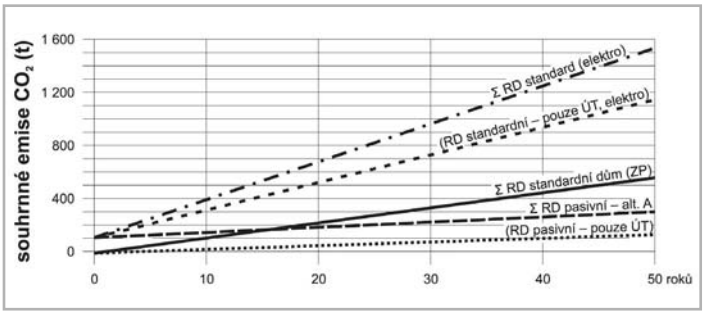
Tab. 12.2 – Souhrnné bilance ekvivalentních emisí CO_2 z výstavby a provozu konstrukčních alternativ v průběhu životnosti stavby 50 roků



Tab. 12.3 – Porovnání souhrnných bilancí svázaných a primárních energií standardního rodinného domu s pasivním domem v průběhu životnosti



Tab. 12.4 – Porovnání ekvivalentních emisí CO_2 standardního rodinného domu s pasivním domem v průběhu životnosti



13. Závěr

Zpracované hodnocení konstrukčních variant zahrnující spotřeby svázaných energií a emisí CO_2 na komplexní realizaci rodinného domu (bez spotřeb na likvidaci stavby) jednoznačně prokazuje environmentální efektivnost úsporných dřevostaveb, zvlášť v kombinaci s izolanty na bázi celulózy. Na rozdíl od všech ostatních konstrukčních soustav zde dochází k vázání CO_2 do hmoty budovy (pro běžný dům až 20 t CO_2). U běžné cihelné budovy dochází naopak k ekologické zátěži při výstavbě a provozu až 122 t CO_2.

Porovnáme-li, budovu v pasivním standardu odpovídající variantě A s běžnou zděnou budovou vybavenou navíc elektrickým vytápěním, můžeme konstatovat: Souhrnné emise CO_2 pro běžnou výstavbu s elektrickým vytápěním činí až 1534 t, tedy až o 500 % více než pro obdobný dům v pasivním standardu.

Ještě zásadnější rozdíly jsou však při srovnání náročnosti vlastního vytápění, kdy svázané energie běžné výstavby jsou až o 700 % vyšší vůči pasivnímu standardu a emise CO_2 dokonce o 800 % vyšší. Při řešení konkrétních projektů rodinných domů se mohou tyto údaje pochopitelně lišit, tendence budou ale shodné.

Literatura:

[1] Waltjen, T.: Ökologischer Bauteilkatalog. Bewertete gängige Konstruktionen, Springer-Verlag/Wien

[2] Souhrnné bilance svázaných energií a ekvivalentních emisí CO_2 jednotlivých stavebních dodávek a prací variant A/÷D/. Nepublikované podklady k výpočtům. ATREA, s. r. o.

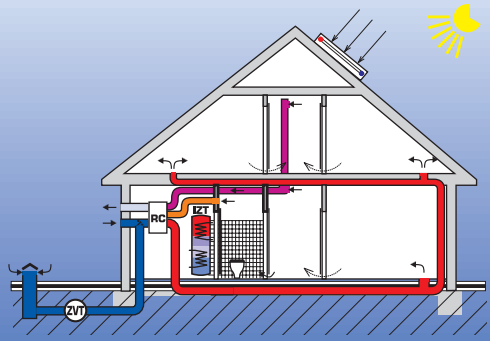
[3] Gemis CZ: Environmentální hodnocení nákladní dopravy

VĚTRÁNÍ
A REKUPERACE TEPLA

kompaktní rekuperační jednotky
kompletní řada univerzálních větracích jednotek s rekuperací tepla pro všechny typy občanských a bytových staveb

větrání velkokuchyní
kompletní systém pro větrání všech typů kuchyní – velkoplošné větrací stropy a digestoře

teplovzdušné vytápění rodinných domů a bytů
ucelený systém teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla pro nízkoenergetické a pasivní domy a byty



ATREA
šetříme Vaši energii

ATREA s.r.o.
V Aleji 20, 466 01 Jablonec nad Nisou
tel.: (+420) 483 368 111
fax: (+420) 483 368 112
e-mail: atrea@atrea.cz
www.atrea.cz