

Environmentální a energetické hodnocení dřevostaveb v pasivním standardu

ing. Petr Morávek, CSc., ATREA s.r.o.

V Aleji 20, 466 01 Jablonec nad Nisou

tel.: +420 483 368 111, fax: 483 368 112, e-mail: atrea@atrea.cz

prof. ing. Jan Tywoniak, CSc., FSv ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

tel.: +420 224 354 574, fax: +420 233 339 987, e-mail: tywoniak@fsv.cvut.cz

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 nejušpornějších 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 CO₂ 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, montáž, provozní energie a likvidaci, 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 CO₂ uvolněných do ovzduší při těžbě, výrobě, dopravě základních stavebních materiálů (případně vázaných do hmoty dřeva), dle lit.[1].

materiál	měr. jedn.	kg/m ³	MJ/kg	MJ/měr. jedn.	CO ₂ (g/kg)	CO ₂ (kg/měr. jedn.)
beton	m ³	2200	0,69	1518	103	227
celuloza	m ³	45	7,03	316	-907	-41
cihelné tvarovky	m ³	850	2,49	2116	1760	1496
dřevo	m ³	500	2,72	1360	-1409	-704,5
dřevovláknité desky	m ³	250	13,7	3425	-183	-46
EPS	m ³	15	98,5	1478	3350	50,3
minerální vlna	m ³	40	23,3	932	1640	66
ocel. výztuž	t	7800	22,7	22700	935	935
OSB desky	m ³	650	9,3	6058	-1 168	-759

sádkarton	m ³	900	4,44	3996	200	180
-----------	----------------	-----	------	------	-----	-----

Tab. 3.1 Svázané energie a ekvivalentní emise CO₂ hlavních stavebních materiálů

V tab. 3.2 jsou faktory energetické přeměny (pro přepočty konečných spotřeb na primární zdroje) a produkce emisí CO₂ jednotlivých energetických medií používaných v provozu pasivních budov.

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

Tab. 3.2 Faktory energetické přeměny a produkce emisí energetických medií

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, střeš 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, střeš 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 CO₂

V tab. 6.1 a 6.2 jsou uvedeny hodnoty svázaných energií ekvivalentních emisí CO₂ všech hodnocených alternativ podle podrobných propočtů [2].

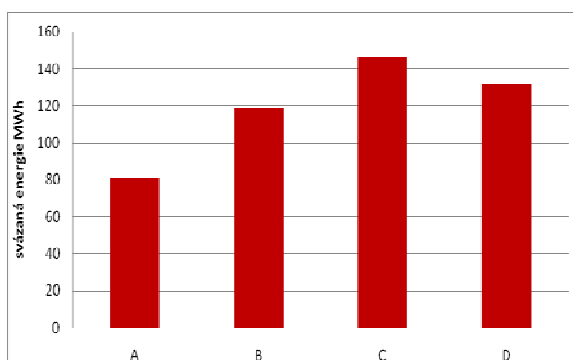
Varianta	Stavební část celkem (GJ)	TZB část (GJ)	Doprava (GJ)	Celkem (GJ)	Celkem (MWh)	Celková hmotnost stavby (t)
A	256	30,8	4,6	291,4	80,9	65,6
B	388	30,8	7,4	426,2	118,4	106
C	465,8	30,8	29,8	526,4	146,2	212,1
D	413,5	30,8	31,1	475,4	132	221,3

Tab. 6.1 Souhrnné svázané energie 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

Tab. 6.2 Souhrnné ekvivalentní emise CO₂ pro varianty A-D

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



Nákladní doprava:

1,4 MJ/tkm ... energie z neobnovitelných (primárních) zdrojů

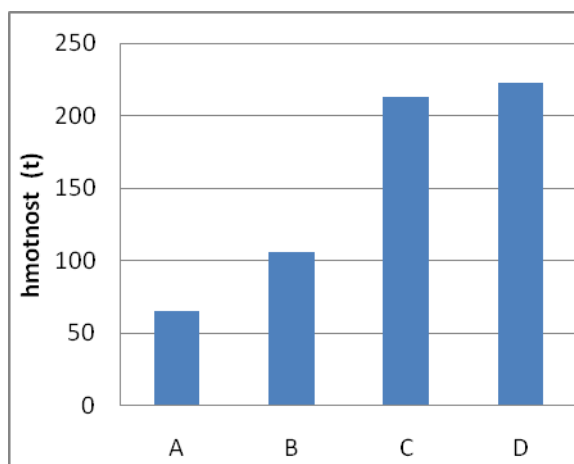
(dle GEMIS CZ 2006):
0,16 kg/tkm ... emise CO₂, ekv.

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

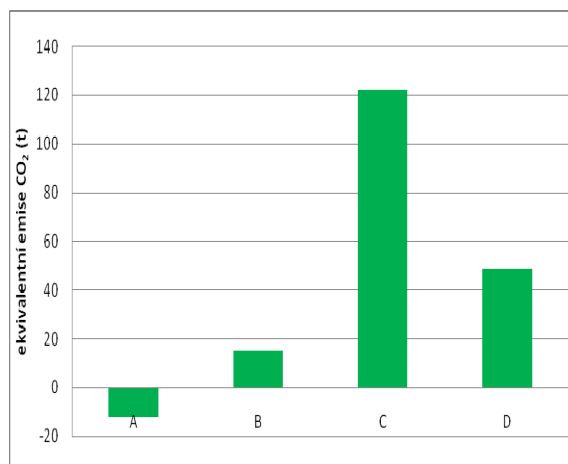
pro alt. C, D: průměrná vzdálenost 100 km (vzdálené cihelny, výroby)

Tab. 7.1 Souhrnná spotřeba svázaných energií

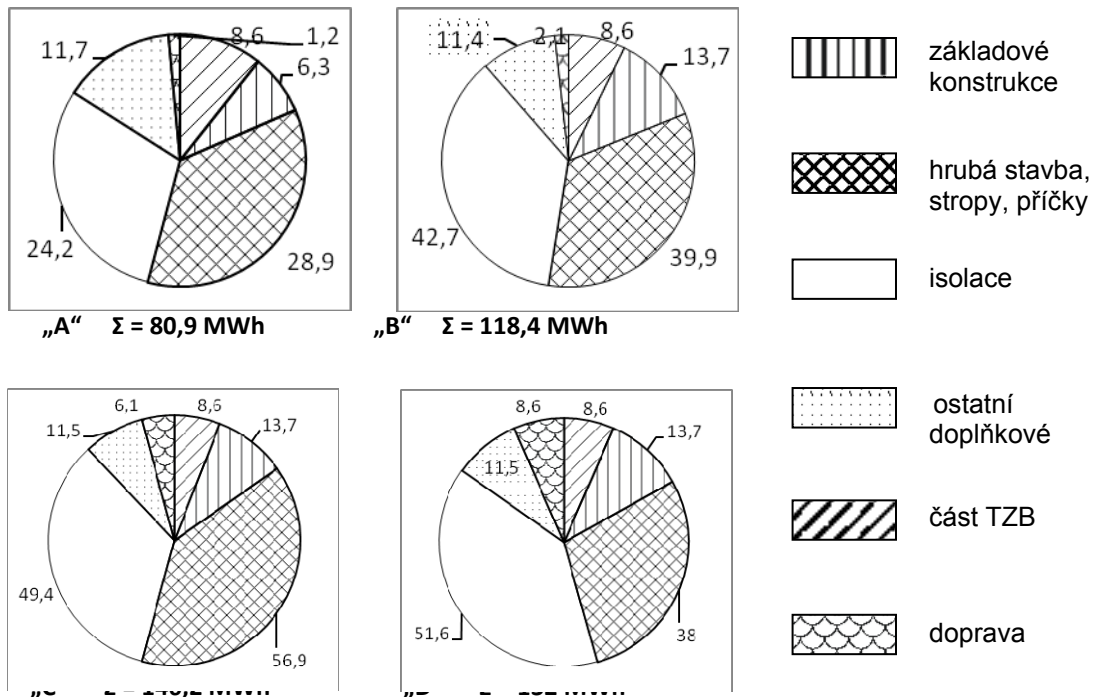
konstrukčních alternativ A/ ÷ D/, včetně dopravy



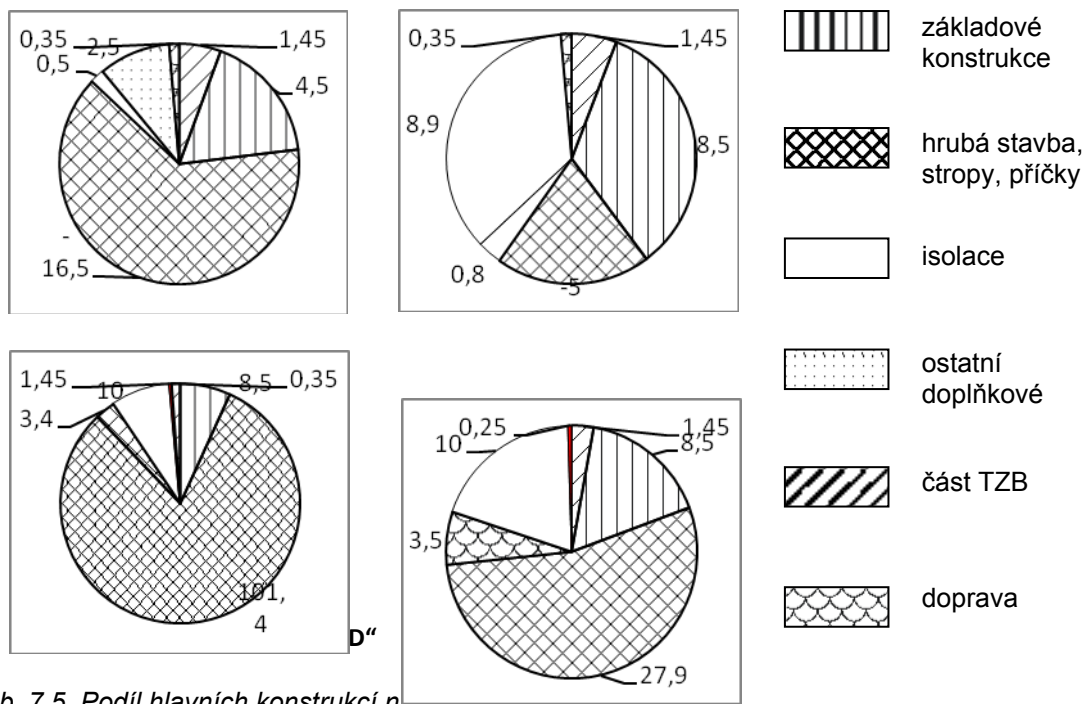
Tab. 7.2 Souhrnná hmotnost stavebních konstrukcí



Tab. 7.3 Ekvivalentní emise CO₂



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 $E_r = (1966 \times 0,60): 0,6 \times 10^{-3}$	.....	1,97	MWh/r
	– elektroakumulační (n = 0,88) s 40% krytím celoroční spotřeby $E_r = (1966 \times 0,40): 0,88 \times 10^{-3}$	.....	0,89	MWh/r
b) příprava TV:	– krbová kamna s 20% krytím spotřeby $E_r = (2200 \times 0,2): 0,6 \times 10^{-3}$	.....	0,73	MWh/r
	– elektroakumulační s 20% krytím $E_r = (2200 \times 0,2): 0,88 \times 10^{-3}$	.....	0,50	MWh/r
	– fototermální ohřev s 60% krytím $E_r = (2200 \times 0,6): 1,0 \times 10^{-3}$	.....	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

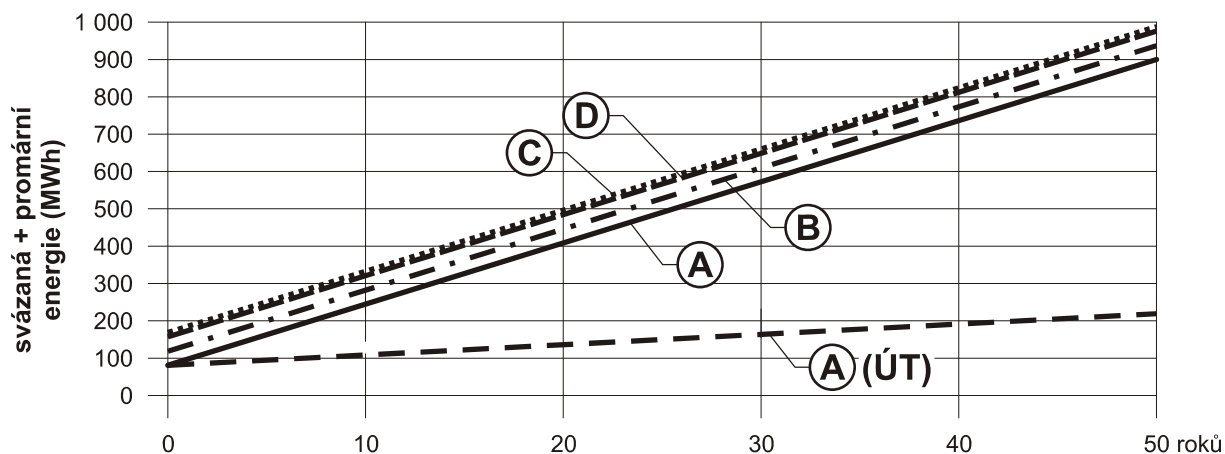
10. Přepočítání spotřeb provozních energií na primární energie – alternativy A/ ÷ D/

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

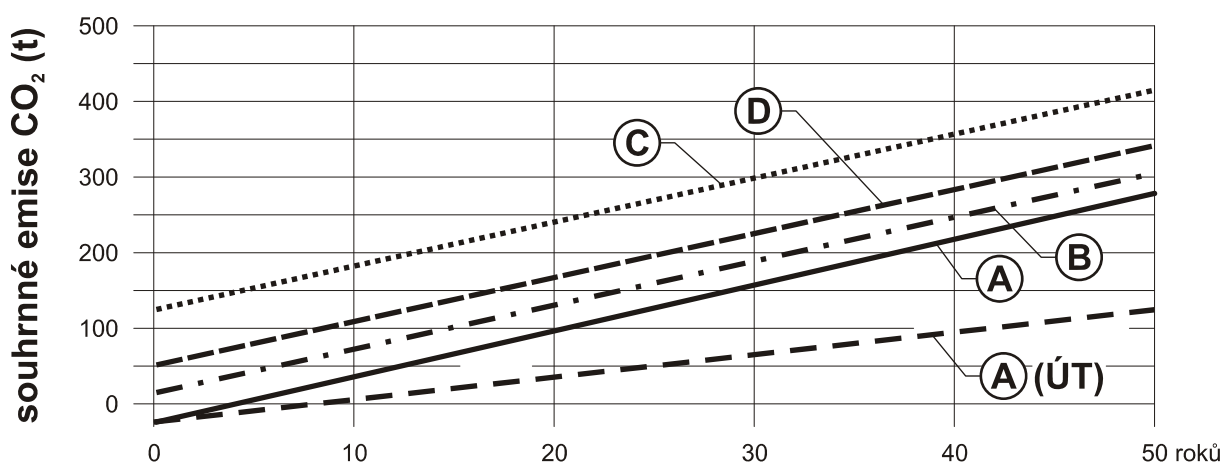
11. Přepočítání spotřeb provozních energií na emise CO₂

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

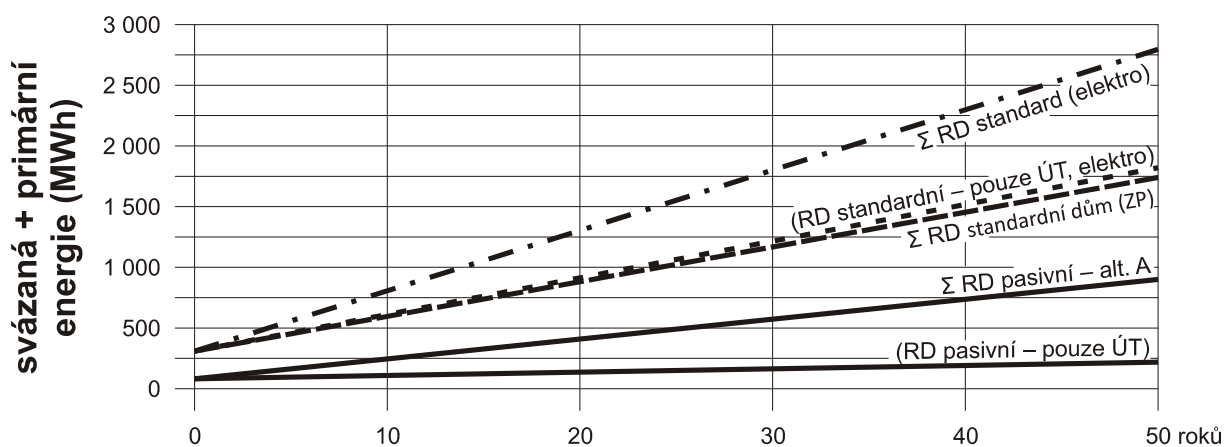
12. Rekapitulace souhrnných hodnot energií a emisí CO₂



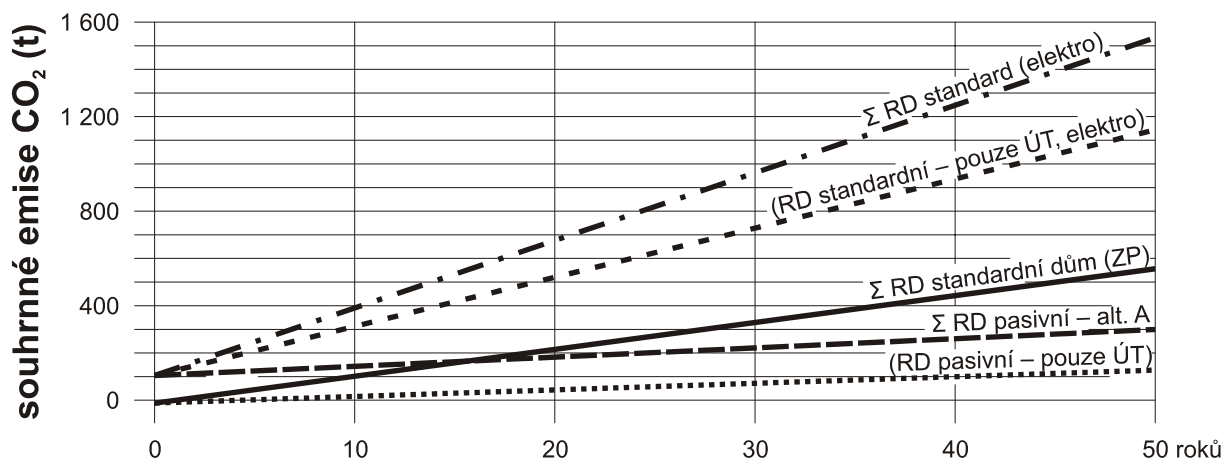
Tab. 12.1 Souhrnné bilance svázaných a primárních energií konstrukčních alternativ v průběhu životnosti stavby 50 roků



Tab. 12.2 Souhrnné bilance ekvivalentních emisí CO₂ 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 CO₂ standardního rodinného domu s pasivním domem v průběhu životnosti

13. Závěr

Zpracované hodnocení konstrukčních variant zahrnující spotřeby svázaných energií a emisí CO₂ na komplexní realizaci rodinného domu (bez spotřeb na likvidaci stavby), jednoznačně prokazuje environmentální efektivnost úsporných dřevostaveb, zvláště v kombinaci s izolanty na bázi celulózy. Na rozdíl od všech ostatních konstrukčních soustav zde dochází k vázání CO₂ do hmoty budovy (pro běžný dům až 20 t CO₂). U běžné cihelné budovy dochází naopak k ekologické zátěži při výstavbě a provozu až 122 t CO₂.

Porovnáme-li, budovu v pasivním standardu odpovídající variantě A s běžnou zděnou budovou vybavenou navíc elektrickým vytápěním, můžeme konstatovat: Souhrnné emise CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ jednotlivých stavebních dodávek a prací variant A/÷D/. Nepublikované podklady k výpočtům. ATREA, s.r.o.
- (3) Gemis CZ: Environmentální hodnocení nákladní dopravy