

Pohled na energetickou bilanci rodinného domu

Miroslav Urban

Katedra technických zařízení budov
Stavební fakulta, ČVUT v Praze

Univerzitní centrum energeticky
efektivních budov
UCEEB



UCEEB



- **Hodnocení energetické náročnosti budov**
 - Obecné legislativní požadavky
 - Princip hodnocení - požadavky

- **Volba typu střešních oken na energetickou náročnost**
 - Případová studie: vliv střešních oken na energetickou bilanci budovy rodinného domu



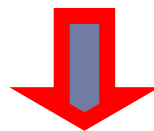
Energetická náročnost budov



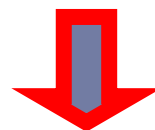
Směrnice 2010/13/ES o energetické náročnosti budov (EPBDII)

Základní požadavky směrnice vedou k novelizaci zákonů a vyhlášek

Novela zákona 406/2000 Sb., nutné k 1. lednu 2009 zavést požadavky směrnice



Novela zákona 406/2000 Sb., - změnové znění: zákon č. 318/2012 Sb.,

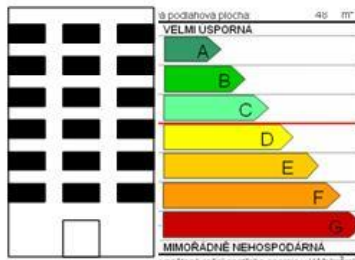


Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

IMPLEMETACE V ČR
OD 1. LEDNA 2009



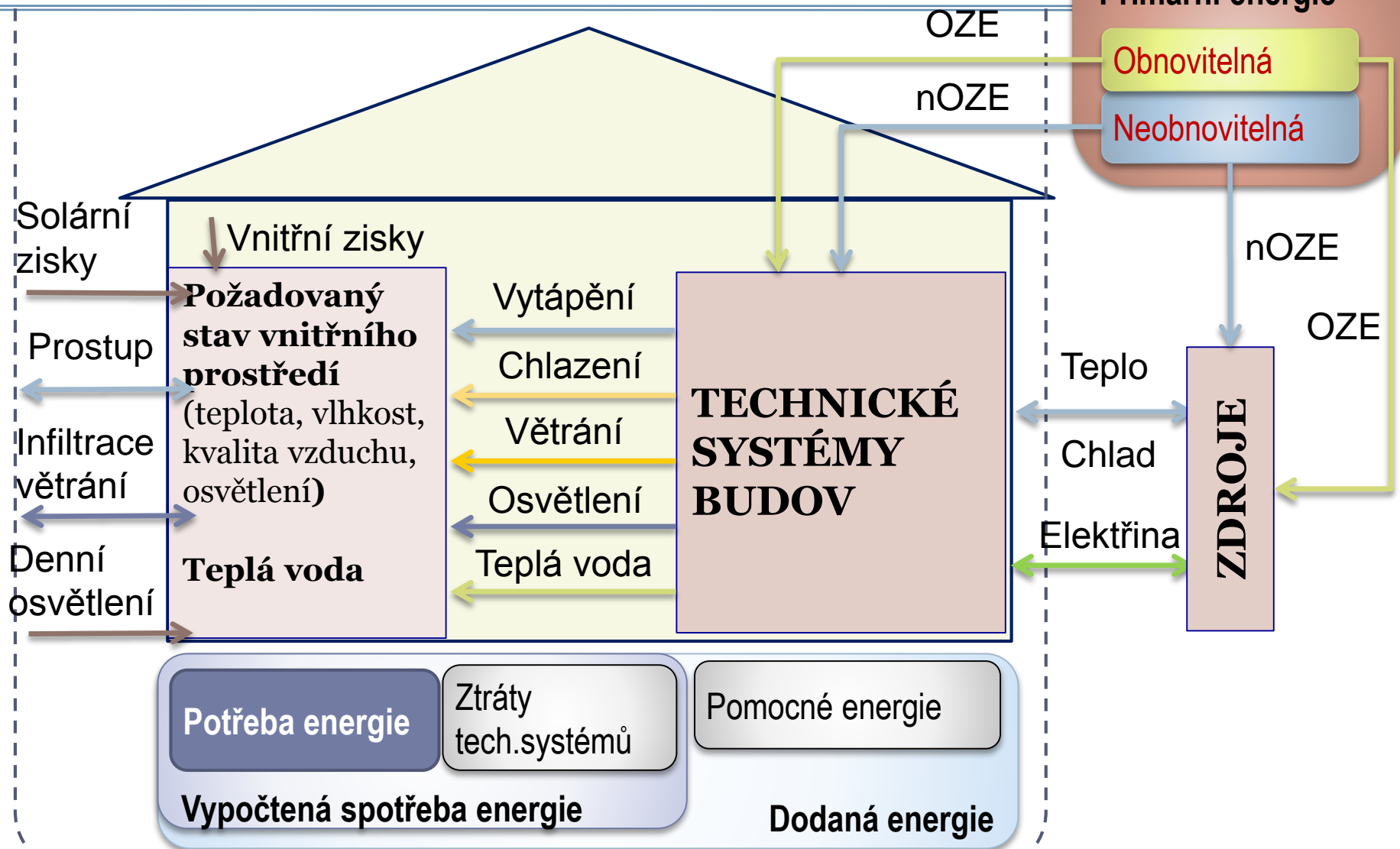
EPBD



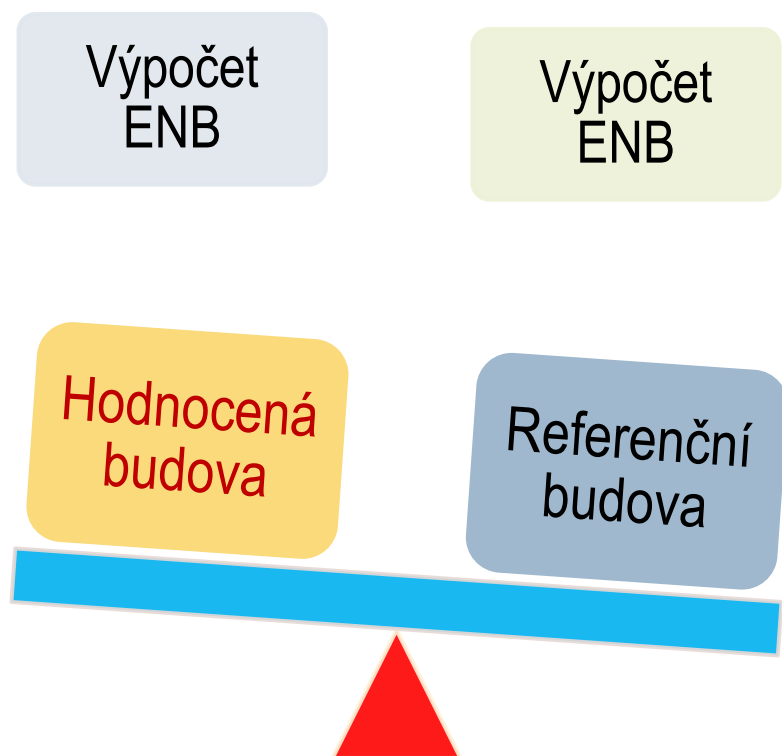
Účinnost prováděcího předpisu od 1.4. 2013

Energetická náročnost budov

Systémová hranice



- Hodnocení ENB bude probíhat na základě referenční budovy



Referenční budova je:

výpočtově definovaná **budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru** a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné **orientace ke světovým stranám**, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se **stejným typem typického užívání** jako hodnocená budova, **avšak s hodnotami referenčních vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy uvedených v příloze vyhlášky** a referenčních klimatických údajů



Pro hodnocenou **NOVOU BUDOVU** výpočet a posouzení:

- **Dodaná energie pro celou budovu (hodnocení)**
 - Hodnocení vyhoví/nevyhoví, třída EN) – podle referenční budovy
- **dílčí dodané energie (nehodnocena)**
 - Vytápění, Chlazení, Větrání (pouze pohon systémů nuceného větrání), Příprava TV, Osvětlení a pomocné systémy
 - třída EN – podle referenční budovy
- **Neobnovitelná primární energie na základě dílčích dodaných energií (hodnocení)**
 - Hodnocení vyhoví/nevyhoví, třída EN – podle referenční budovy
- **Průměrný součinitel obálky budovy U_{em} (hodnocení)**
 - Hodnocení vyhoví/nevyhoví, třída EN – podle referenční budovy

Hodnocení ENB a Třídy EN

■ Průkaz energetické náročnosti budov

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo:
PSC, místo:
Typ budovy:
Plocha obálky budovy: m²
Objemový faktor tvaru A/V: m³/m²
Energetická vztažná plocha: m²

FOTO

Požadavky:

- celková dodaná energie
- neobnovitelná primární energie
- průměrný souč. prostupu U_{em}

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy) Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)

Mimořádně úsporná A	XXX	XXX
Velmi úsporná B	XXX	XXX
Úsporná C	XXX	XXX
Hospodárna D	XXX	XXX
Nehospodárna E	XXX	XXX
Velmi nehospodárna F	XXX	XXX
Mimořádně nehospodárna G	XXX	XXX

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok **XX** **XX**

Informativní:

- dílčí dodaná energie pro danou činnost – energetická náročnost přípravy TV

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Doporučení
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

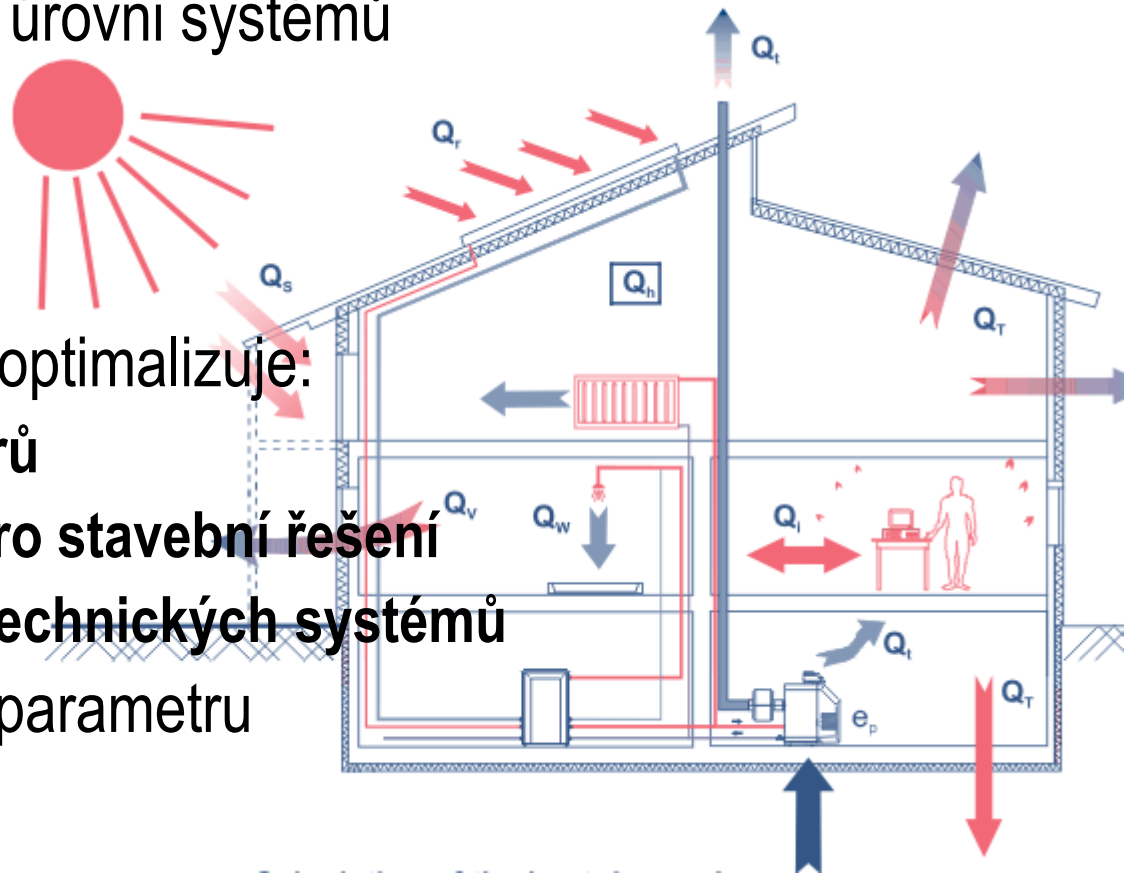
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodaná energie					
Mimořádně úsporná A	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Velmi úsporná B	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Úsporná C	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Hospodárna D	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Nehospodárna E	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Velmi nehospodárna F	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Mimořádně nehospodárna G	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Zpracovatel: Osvědčení č.:
Kontakt: Vyhотовeno dne:
..... Podpis:

Bilanční výpočet roční dodané energie do budovy



- Energetická bilance na úrovni budovy
 - Potřeba energie
- Energetická bilance na úrovni systémů
 - dodané energie
 - primární energie
- Zpracovatel hodnocení optimalizuje:
 - **106 různých parametrů**
 - cca **11 parametrů pro stavební řešení**
 - cca **95 parametrů technických systémů**
- různá citlivost každého parametru





Volba typu střešních oken – typu zasklení



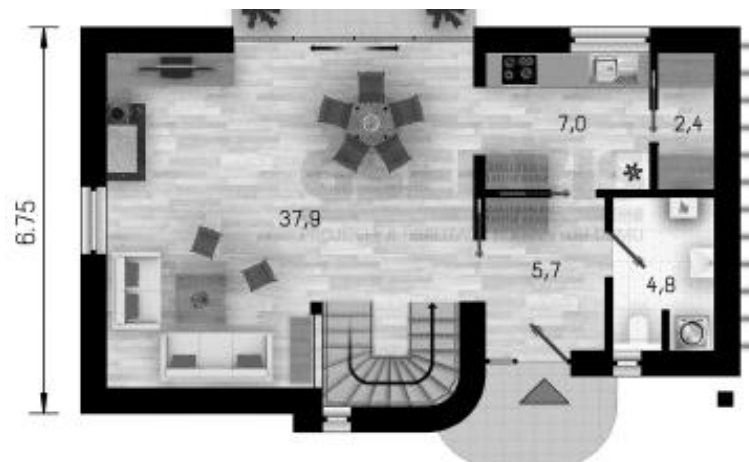
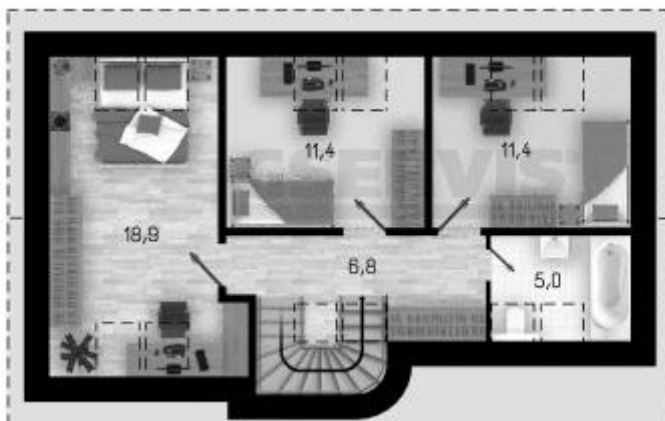
- zpracování analýzy potřeby tepla na vytápění s vlivem použitých VRW obsahující:
 - zpracování bilančního výpočtu potřeby energie na vytápění podle ČSN EN ISO 13790 s měsíčním krokem výpočtu podle požadavků vyhlášky 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov a s okrajovými podmínkami výpočtu podle TNI 730331, Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet
 - variantní provedení výpočtu potřeby energie na vytápění pro různé typy a počty VRW na konkrétním RD
 - vyjádření vlivu definovaných variant na výslednou měrnou potřebu energie na vytápění E_A (kWh/m².rok)



Případová studie – typový RD

UCEEB

- Rodinný dům - katalog G Servis CZ, s.r.o. (typ DOMINO)



zastavěná plocha	78,4 m²
obestavěný prostor	435,0 m³
celková užitková plocha	111,3 m²
užitková plocha přízemí	57,8 m²
užitková plocha podkrovní	53,5 m²
sklon střechy	45°
orientace hl. vstupu	S



Úkol

- stanovit nejnepříznivější variantu řešení tepelně technických vlastností budovy pro tři definované úrovně hodnoty měrné potřeby energie na vytápění E_A
 - 35 kWh/m².rok
 - 55 kWh/m².rok
 - 70 kWh/m².rok.
- Variantní řešení střešních oken představuje prověření 80 kombinací těchto parametrů:
 - počet střešních oken (2, 3, 5, 6),
 - orientace střešních oken (V, J, JZ, Z),
 - typ střešního okna z pohledu zasklení:

Typ střešního zasklení

59 - U_w 1,4 - U_g 1,1 - g 0,6

73 - U_w 1,4 - U_g 1,1 - g 0,56

60 - U_w 1,2 - U_g 1,0 - g 0,3

66 - U_w 1,0 - U_g 0,7 - g 0,5

67 - U_w 0,91 - U_g 0,5 - g 0,5



- Zadavatel nedefinuje parametry tepelně technického řešení budovy. Pro každou hraniční hodnotu měrné spotřeby energie na vytápění E_a (35 kWh/m².rok, 55 kWh/m².rok, 70 kWh/m².rok) je nutné stanovit kombinaci dílčích parametrů obálky budovy tak, aby byly logicky správně a současně splňovaly uvedené kritérium E_a . Parametry obálky budovy v tomto případě představují:
 - součinitel prostupu tepla obvodovou konstrukcí;
 - součinitel prostupu tepla střechou;
 - součinitel prostupu tepla podlahou;
 - součinitel prostupu tepla okny;
 - solární faktor zasklení.



- 1. vybrány kombinace výše uvedených parametrů konstrukcí, resp. vhodných U_{em} , které splňují hraniční podmínky $E_a = 70,55,35 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$
- 2. nalezení z kombinace všech přijatelných parametrů obálky budovy, pro uvedených 80 variant řešení střešních oken nejhorší možné obálky budovy, vůči které bude následně vyjádřen energetický přínos střešních oken
- 55 variací možných kombinací parametrů obálky budovy pro každou z 80 variant řešení střešních oken pro danou úroveň E_a
 - každá úroveň E_a – 4000 variantních výpočtů energetické bilance
 - všechny varianty (E_a) – 12 000 výpočtů energetické bilance

Výpočetní model

- Pomocí výpočetního nástroje NKN verze 3.01

■ Okrajové podmínky podle TNI 730331 a NZÚ



Začátek provozu zóny	hodina	0
Konec provozu zóny	hodina	24
Provozní doba užívání zóny	h	24
Počet provozních dní	d	365
VYTÁPĚNÍ		ano
vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění	°C	20
vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu	°C	20
provozní doba vytápění objektu	hod/den	22
NUCENÉ VĚTRÁNÍ		ne
minimální tok větracího vzduchu	1/h	0,3
měrná jednotka - kritérium pro množství vzduchu		
PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ		ano
minimální tok větracího vzduchu	1/h	0,3
TEPELNÉ ZISKY		
tepelné zisky z osob	W/m ²	1,5
časový podíl přítomnosti osob	-	0,70
tepelné zisky z vybavení	W/m ²	3
časový podíl doby provozu vybavení	-	0,2
OSVĚTLENÍ		
doba využití denního světla za rok	h	900
doba využití bez denního světla za rok	h	600
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	kWh/m ²	4,5

Srovnávací referenční rovina

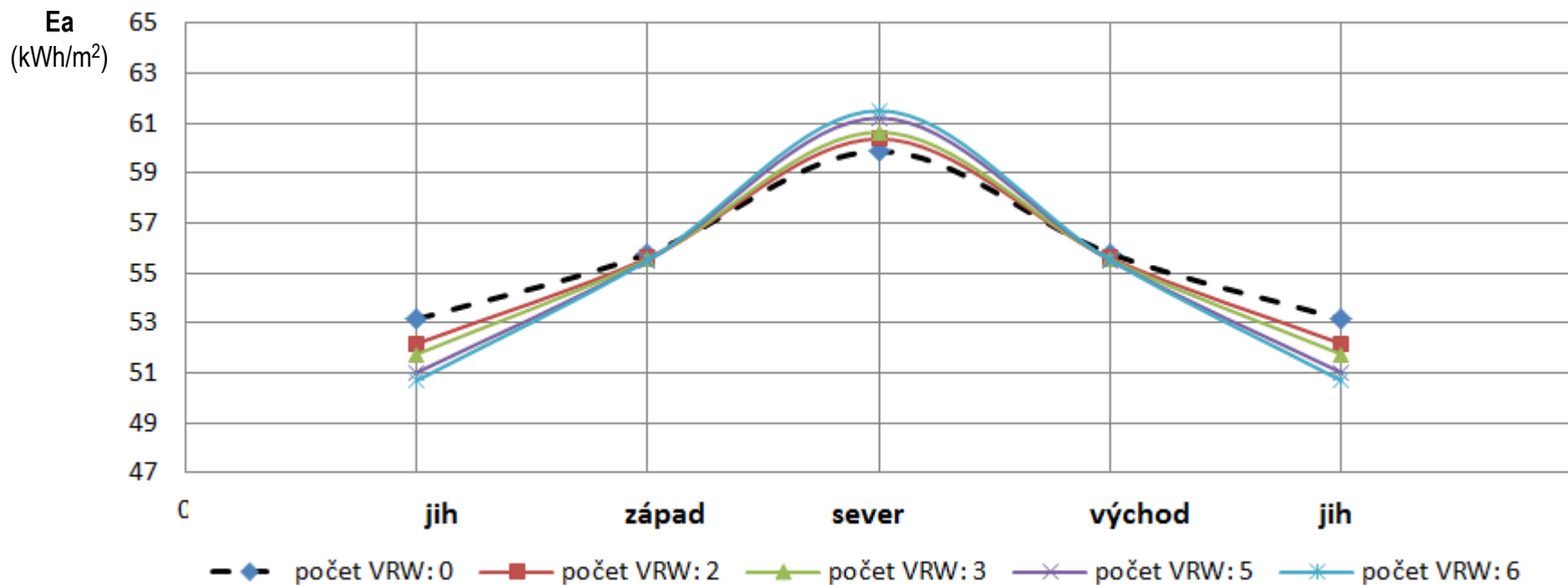
- Srovnávací referenční rovina
 - objekt bez střešních oken
 - Vybrané kombinace obálky budovy

Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna		H_T (W/K)	U_{em} (W/m ² .K)	E_a (kWh/m ²)
$U_{stěna}$ (W/m ² .K)	$U_{podlaha}$ (W/m ² .K)	$U_{střecha}$ (W/m ² .K)	U_{okna} (W/m ² .K)	g_{okna} (-)			
0,28	0,38	0,23	1,34	0,75	117,9	0,38	70
0,2	0,3	0,17	1,1	0,7	89,1	0,3	55
0,2	0,29	0,17	0,9	0,65	85,9	0,29	35

+ řízené větrání se ZZT

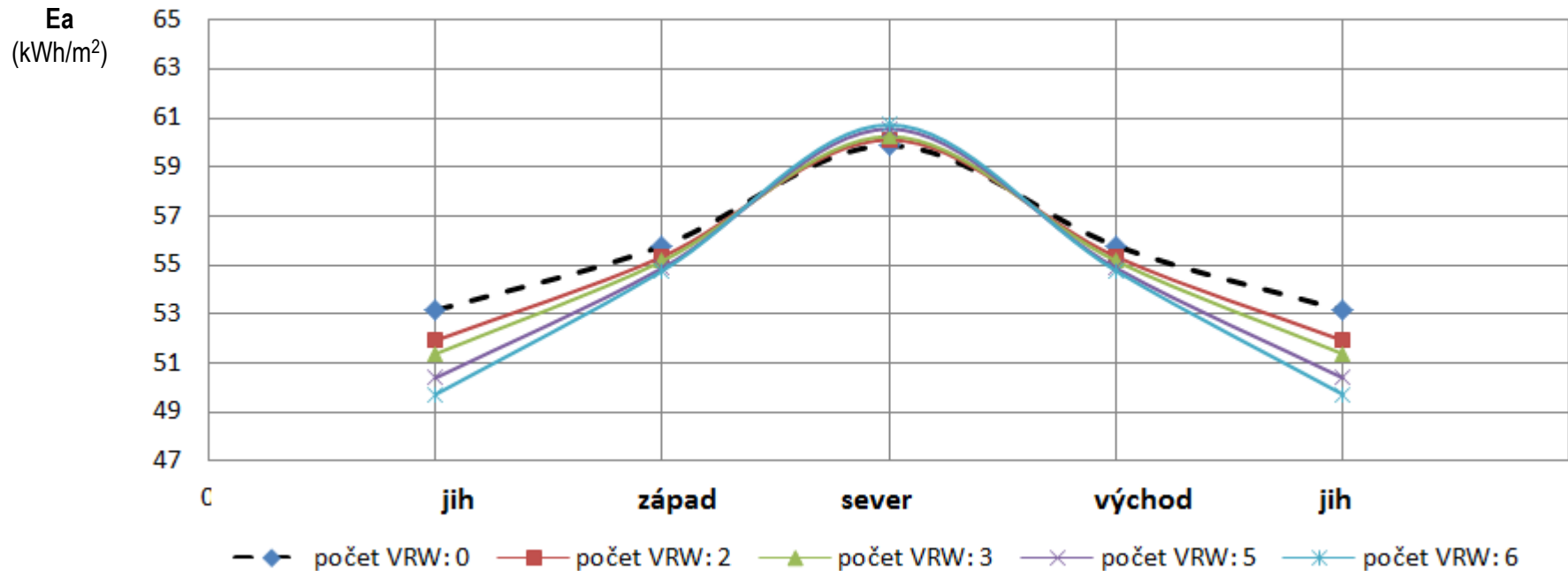
Srovnání jednotlivých typů střešních oken

- Z pohledu zlepšení energetické bilance pomocí střešních oken
 - Typ okna: 59 - Uw 1,4 - Ug 1,1 - g 0,6 (dvojsklo)



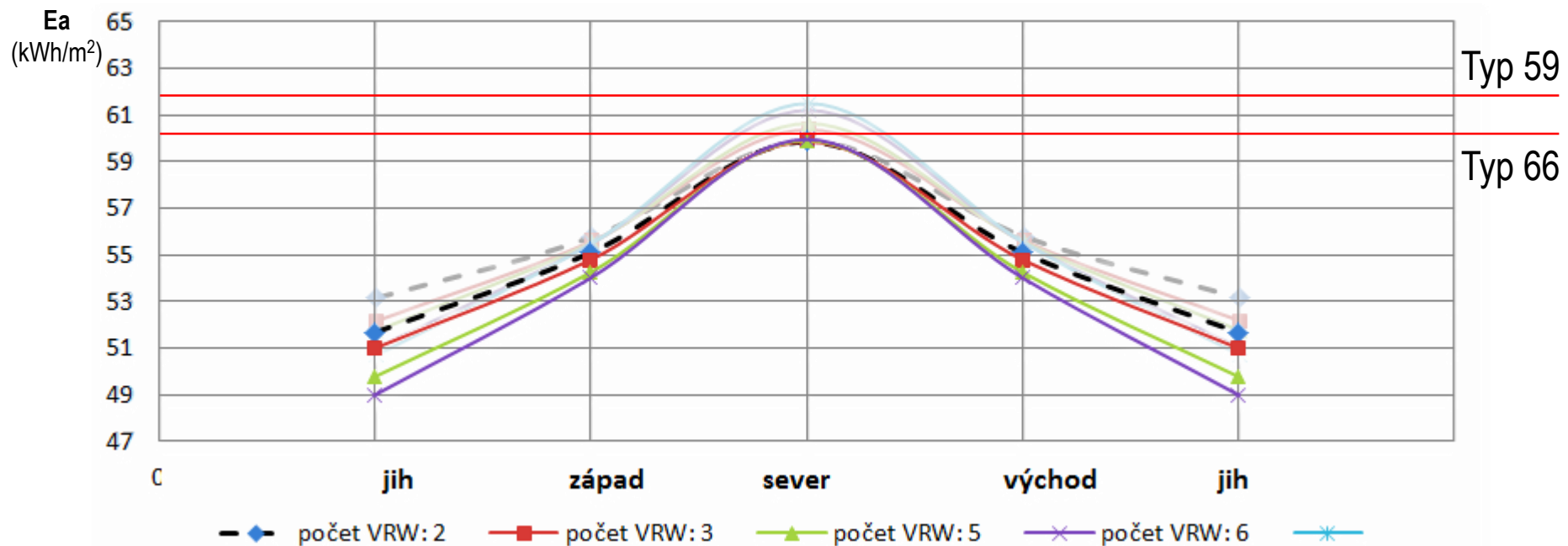
Srovnání jednotlivých typů střešních oken

- Z pohledu zlepšení energetické bilance pomocí střešních oken
 - Typ okna: 60 - Uw 1,2 - Ug 1,0 - g 0,3 (dvojsklo se solární ochranou)



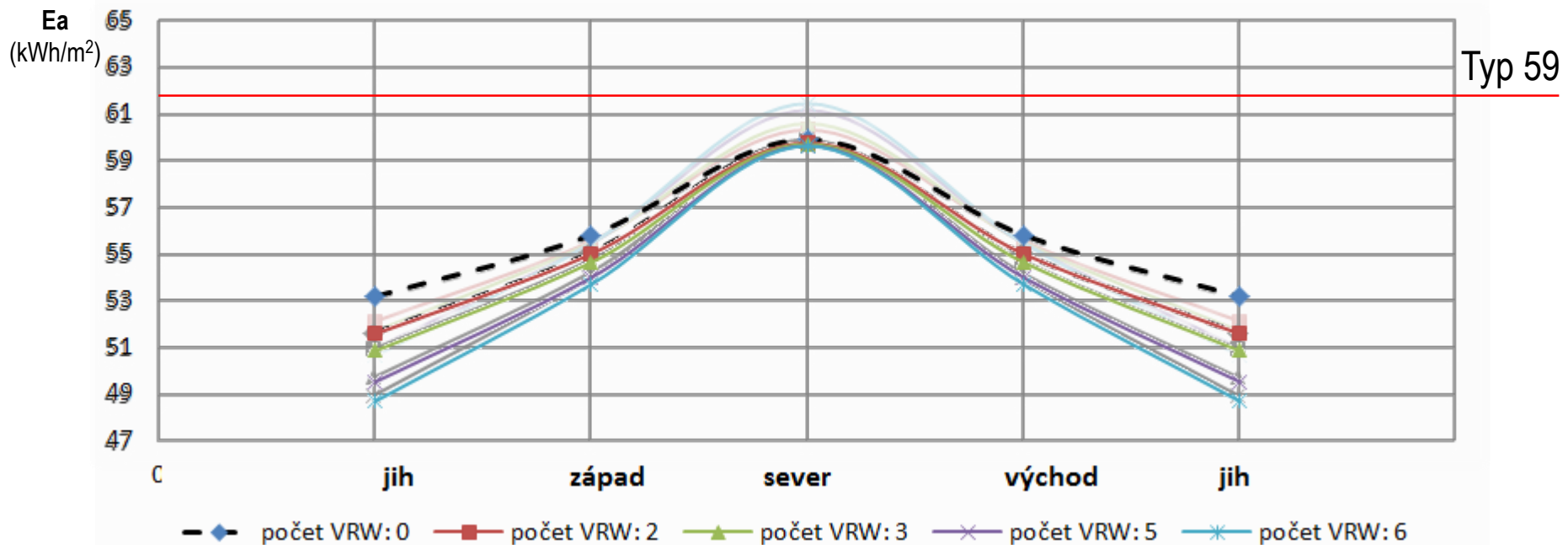
Srovnání jednotlivých typů střešních oken

- Z pohledu zlepšení energetické bilance pomocí střešních oken
 - Typ okna: 66 - U_w 1,0 - U_g 0,7 - g 0,5 (trojsklo)



Srovnání jednotlivých typů střešních oken

- Z pohledu zlepšení energetické bilance pomocí střešních oken
 - Typ okna: 67 - U_w 0,91 - U_g 0,5 - g 0,5 (trojsklo)



Energetická bilance nejnvýhodnější řešení

Referenční srovnávací rovina 0 střešních oken

Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna		H_T (W/K)	U_{em} (W/m ² .K)	E_a (kWh/m ²)		
			U_{okna} (W/m ² .K)	g_{okna} (-)					
$U_{stěna}$ (W/m ² .K)	$U_{podlaha}$ (W/m ² .K)	$U_{střecha}$ (W/m ² .K)	U_{okna} (W/m ² .K)	g_{okna} (-)					
0,28	0,38	0,23	1,34	0,75	117,9	0,38		70	
0,2	0,3	0,17	1,1	0,7	89,1	0,3		55	
0,2	0,29	0,17	0,9	0,65	85,9	0,29		35	

E_A (kWh/m ²)	orientace	počet VRW	typ VRW		U_{em} (W/m ² .K)	E_a (kWh/m ²)	absolutní rozdíl (kWh/m ²)	relativní rozdíl
70	j	6	0,91	0,5	0,34	63	7,7	10,9%
55	j	6	0,91	0,5	0,28	49	7,1	12,7%
35	j	6	0,91	0,5	0,27	29	6,7	18,6%

- Z pohledu vypočtené měrné potřeby tepla na vytápění
 - nejpozitivnější vliv použití 5-6 střešních oken typ 67, resp. typ 66.
 - z pozice investice dostačuje již



- Diskuze:
 - Zasklení **typ 66/67 představují optimální variantu** pro tento typ RD z pohledu **tepelného toku prostupem**
 - Typ zasklení 66/67 v ideální orientaci počet oken neovlivňuje energetickou bilanci (solární zisky vyrovnávají tepelný tok prostupem a větráním)

 - Zasklení typ 59/60 představují optimální variantu z pohledu **využití tepelných zisků a celkové tepelné bilance** za předkladu 3-4 oken
 - více oken znamená horší energetickou bilanci



- Energetická bilance je souhrn energetických potřeb v časovém úseku - měsíc
 - Energetická bilance potřeby tepla, je teoretický předpoklad, na který musí být navržena pružně reagující otopná soustava
 - Větší plocha zasklení s horším parametrem U znamená nutnost většího výkonu systému vytápění a koncových prvků systému vytápění! (viz typ zasklení 59/60)



- Koncepční řešení technického řešení RD umožňuje optimalizaci mnoha dílčích parametrů
- Jedním z parametrů může být kvalita a počet střešních oken.
 - Pohled energetické bilance = větší plocha střešního zasklení **výpočtově** zlepšuje energetickou bilanci v průběhu celého roku
 - Pohled výkonových charakteristik = větší plocha zasklení vyžaduje nutnost instalace většího topného výkonu a nutnost řešit případné chladné sálání v zimní období u horších typů oken.
- *Poznámka na závěr: Nekoncipujeme stavby pro dosažení číselného cíle bilančního výpočtu (mnohdy spekulativnímu), ale pro komfortní bydlení...*

DĚKUJI ZA POZORNOST

Miroslav Urban

miroslav.urban@fsv.cvut.cz



Katedra technických zařízení budov
Stavební fakulta, ČVUT v Praze
<http://tzb.fsv.cvut.cz>

UCEEB)

Univerzitní centrum energeticky
efektivních budov
<http://www.uceeb.cz>