



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



ČESKÁ ASOCIACE LPG



**KATEDRA
TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV**

STUDIE KONCEPTŮ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU VE VZTAHU K LEGISLATIVNÍM POŽADAVKŮM NA UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV S VYUŽITÍM LPG

Miroslav Urban

Katedra technických zařízení budov

ČVUT v Praze



OBSAH



- **Požadavky na energetickou náročnost budov**
- **Vhodná systémová řešení konceptu TZB pro novostavbu RD využívajícího LPG**
- **Zpracování hodnocení energetické náročnosti případových studií**
 - posouzení energetické náročnosti budov prověří definované varianty řešení technických systémů pro vytápění, přípravu TV a ohledem na
 - způsob větrání,
 - nutnosti využití doplňkových technických systému (FV systém, lokální zdroj tepla).

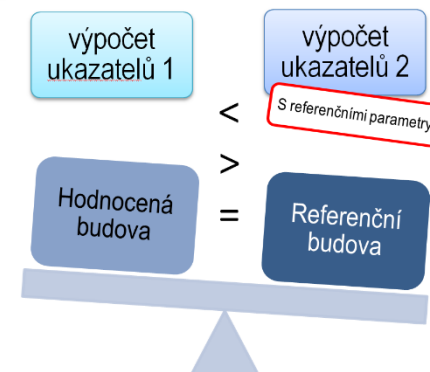
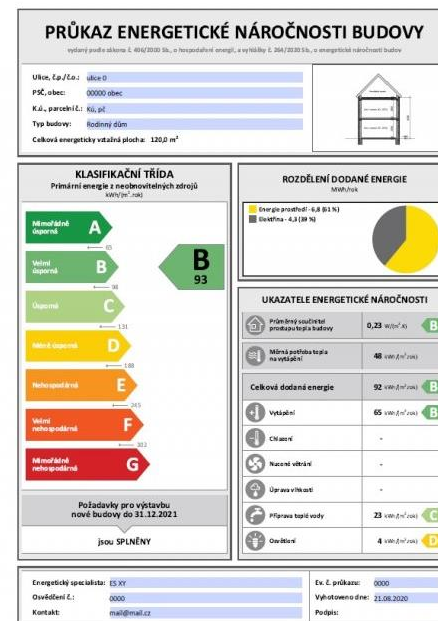


ENB V ČR



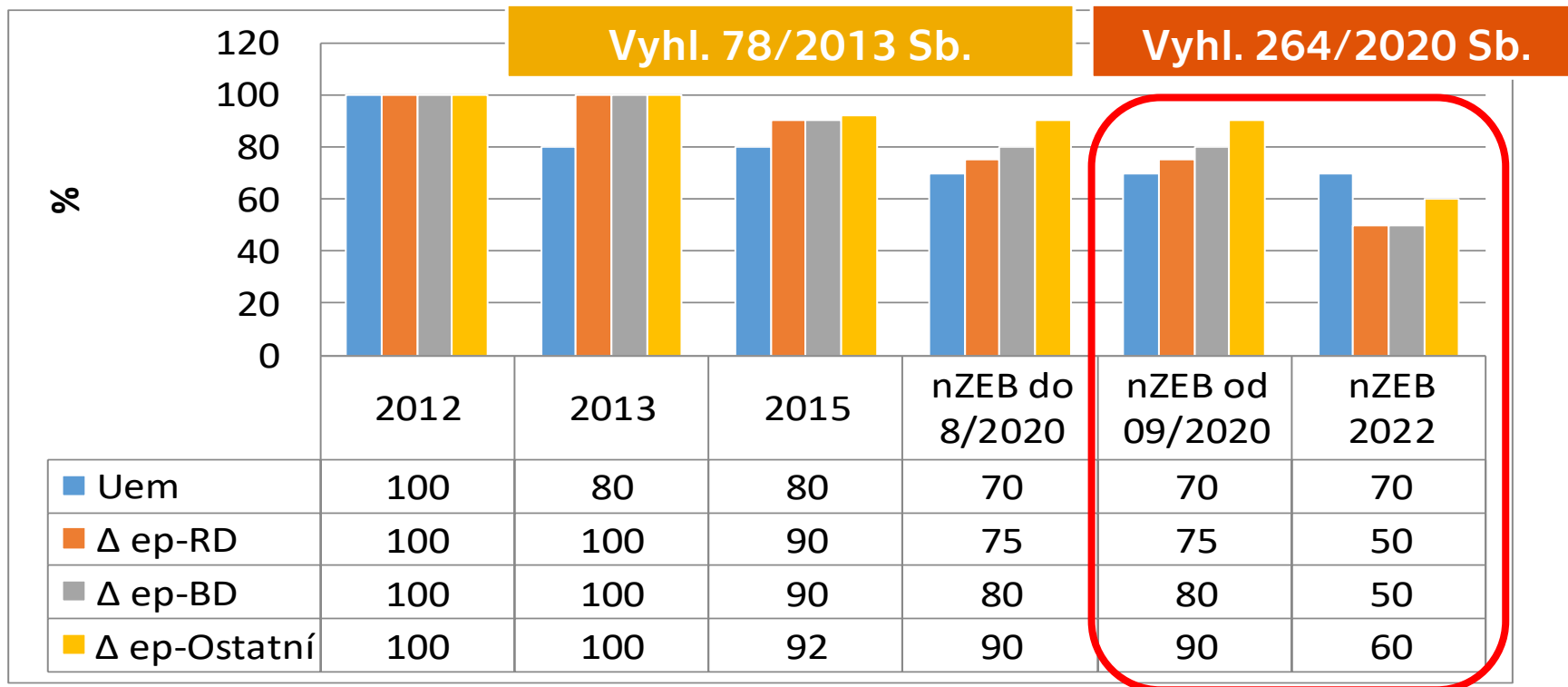
Legislativní normy

- **Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření energií novela – účinnost 25.1.2020**
- **nová vyhláška 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov účinnost od 1.9.2020**
- **ČSN 730331-1 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data účinnost 1.11.2020**
- Požadavky na ENB jsou splněny pokud jsou splněny požadavky pro ukazatele energetické náročnosti
- Hodnocení založeno na referenční budově
- **Požadované ukazatele energetické náročnosti pro novostavby**
 - Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}
 - Celková dodaná energie Q_{fuel}
 - Neobnovitelná primární energie Q_{nPE}





CESTA K BUDOVĚ S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE – ČR (2012 – 2020)



Pozn.:

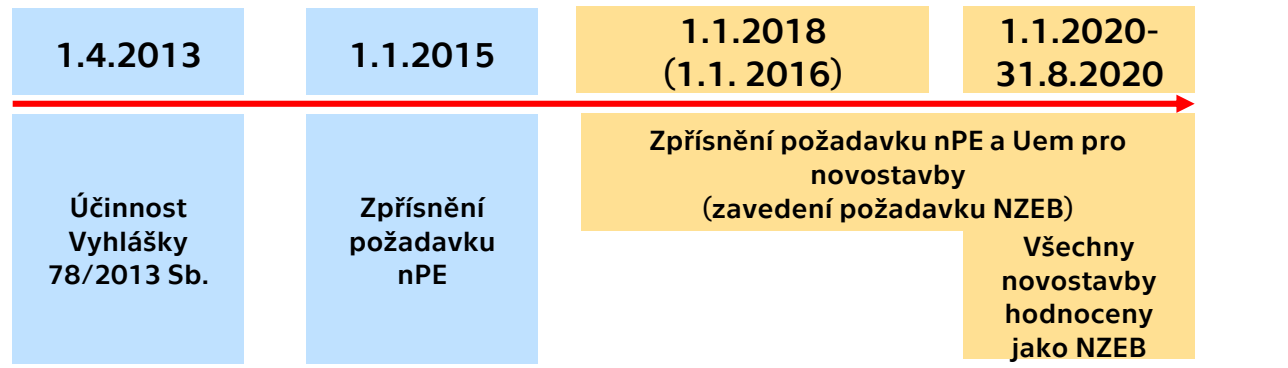
- RD – rodinný dům
- BD – bytový dům
- Uem – průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Δep – úroveň požadavku ve vztahu k roku 2012



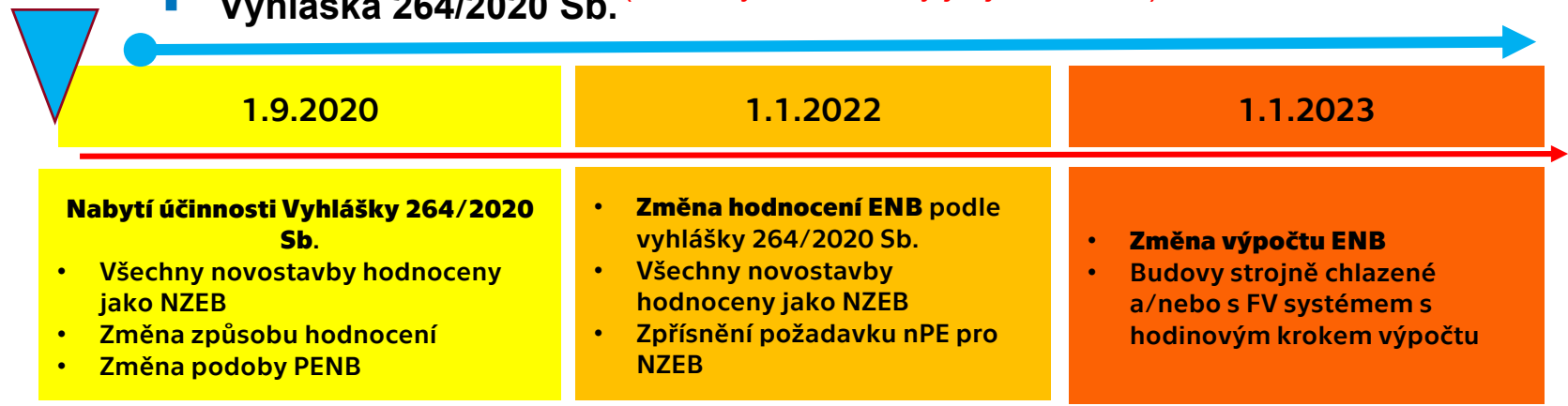
ČASOVÁ OSA POŽADAVKŮ PRO NOVOSTAVBY



- Vyhláška 78/2013 Sb. (zavedení pojmu NZEB)



- Vyhláška 264/2020 Sb. (všechny novostavby již jako NZEB)





BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE OD 1.9.2020



- Primární energie z neobnovitelných zdrojů
 - % snížení (zprůsnění) požadavku pro NZEB odlišné pro rekonstrukce, nové budovy do 1.1.2022 a nové budovy od 1.1.2022

Parametr			Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a změna dokončené budovy	Budova s téměř nulovou spotřebou u energie	Budova s téměř nulovou spotřebou u energie po 1.1.2022
Snížení hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Obytná zóna v rodinném domě	3	25	Pro obytné stavby podle měrné potřeby tepla na vytápění referenční budovy a energeticky vztažené plochy
			Obytné zóny v ostatních budovách	3	20	
		%	jiná než obytná zóna	3	10	(20 – 60 %, reálně 40 – 55 %) Pro ostatní 40%



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – REŽIMY HODNOCENÍ



- Požadavky na splnění ukazatelů EN podle zákona 406/2000 Sb.

Ukazatel energetické náročnosti	Požadavek na splnění ukazatele energetické náročnosti				
	Hodnocení A	Hodnocení B			
		možnost 1	možnost 2	možnost 3	možnost 4
Neobnovitelná primární energie Q_{nPE}	x	x			
Celková dodaná energie Q_{fuel}	x	x			
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	x	x			
Účinnosti měněných prvků TZB			x		
Dílčí U_i měněných prvků obálky budovy				x	

Poznámka:
Hodnocení A - nová budova nebo přístavba, či nástavba zvešující energeticky vztahnou plochu o více než 25 %
Hodnocení B - větší změna dokončené budovy nebo jiná, než větší změna dokončené budovy

Od 1.9. 2020

Od 1.9. 2020

Od 1.1. 2022

Hodnocení **renovace** podle požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.

Hodnocení **NZEB** podle požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.

Hodnocení **NZEB 2022** podle požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.



PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VYHLÁŠKA 264/2020 SB.



- Grafické znázornění PENB od 1.9.2020

Vzor průkazu energetické náročnosti budovy

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮKAZU

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, č.p./č.o.:
PSČ, obec:
K.ú., parcelní č.:
Typ budovy:
Celková energeticky vztažná plocha: m²

FOTO

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA
Primární energie z neobnovitelných zdrojů kWh/(m²·rok)

Mimořádně úsporná **A**
Velmi úsporná **B**
Úsporná **C**
Méně úsporná **D**
Nehospodárná **E**
Velmi nehospodárná **F**
Mimořádně nehospodárná **G**

Požadavky pro výstavbu nové budovy po roce 2022
jsou SPLNĚNY

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE
MWh/rok

■ Energetická síť – XX,X
■ Slunce a en. prostředí – XX,X
■ Zemní plyn – XX,X
■ Biomasa – XX,X

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	XXX kWh/(m ² ·rok)	C
Měrná potřeba tepla na vytápění	XXX kWh/(m ² ·rok)	B
Celková dodaná energie	XXX kWh/(m ² ·rok)	B
Vytápění	XXX kWh/(m ² ·rok)	A
Chlazení	XXX kWh/(m ² ·rok)	C
Nucené větrání	XXX kWh/(m ² ·rok)	D
Úprevek	XXX kWh/(m ² ·rok)	C
Příprava teplé vody	XXX kWh/(m ² ·rok)	C
Osvětlení	XXX kWh/(m ² ·rok)	F

Energetický specialista:
Osvědčení č.:
Kontakt:

Ev. č. průkazu:
Vyhотовeno dne:
Podpis:

Zatřídění požadavků:

- primární energie z neobnovitelných zdrojů
- průměrný součinitel prostu U_{em}
- celková dodaná energie do budovy

Informativní:

- podíl energonositelů (paliv)
- dílčí dodaná energie pro danou činnost
- měrná potřeba tepla na vytápění

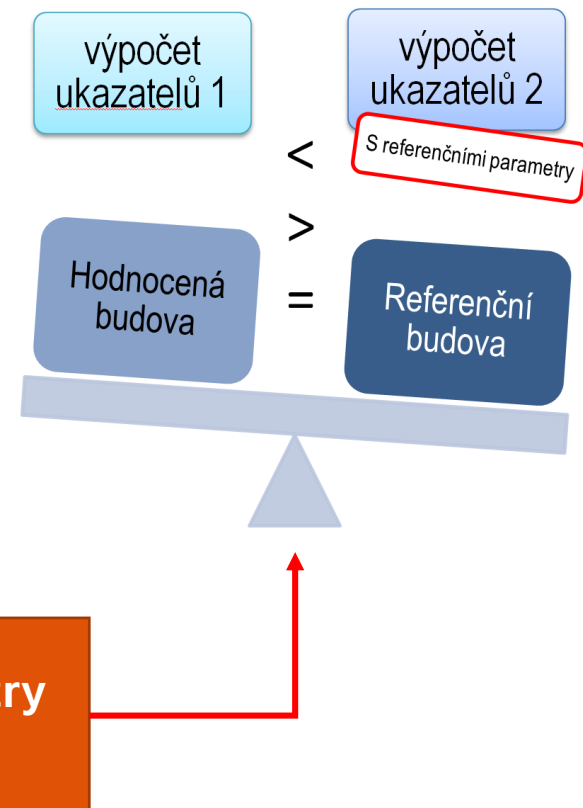
Grafické znázornění PENB uvádí splnění požadavků na ENB (splněno/nesplněno)



ENERGETICKÁ NÁROČNOST – POŽADAVKY



- Požadavky na ENB jsou splněny pokud jsou splněny požadavky na **některé** ukazatele EN
- Hodnocení založeno na referenční budově
- Důležité ukazatele EN**
 - Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}
 - Celková dodaná energie Q_{fuel}
 - Neobnovitelná primární energie Q_{nPE}





PŘÍPADOVÁ STUDIE



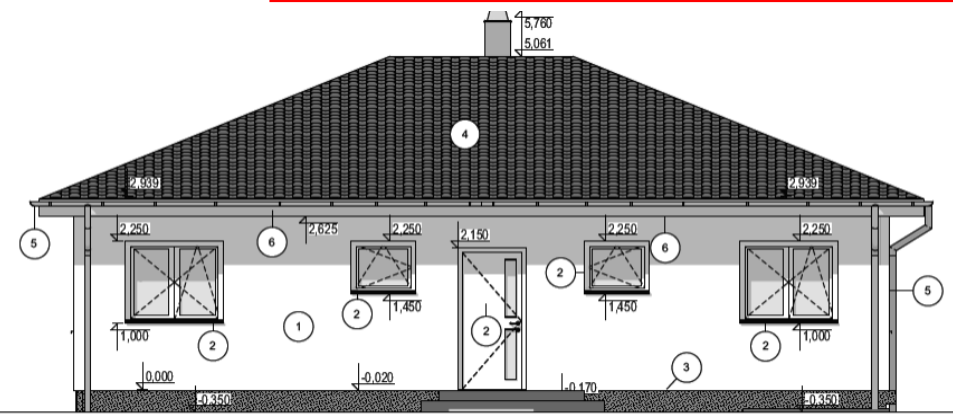
- Nový rodinný dům
- Režimy hodnocení:

Od 1.9. 2020

Od 1.1. 2022

Hodnocení NZEB
podle požadavků
vyhlášky 264/2020
Sb.

Hodnocení NZEB
2022 podle
požadavků vyhlášky
264/2020 Sb.



	RD v režimu NZEB od 1.9.2020 - 31.12.2021	RD v režimu NZEB_2022 od 1.1.2022
$U_{em,R}$ (W/m ² .K)	0,26	0,26
$Q_{fuel,R}$ (kWh/rok)	17 245	17 245
$Q_{nPE,R}$ (kWh/rok)	14 359	11 105

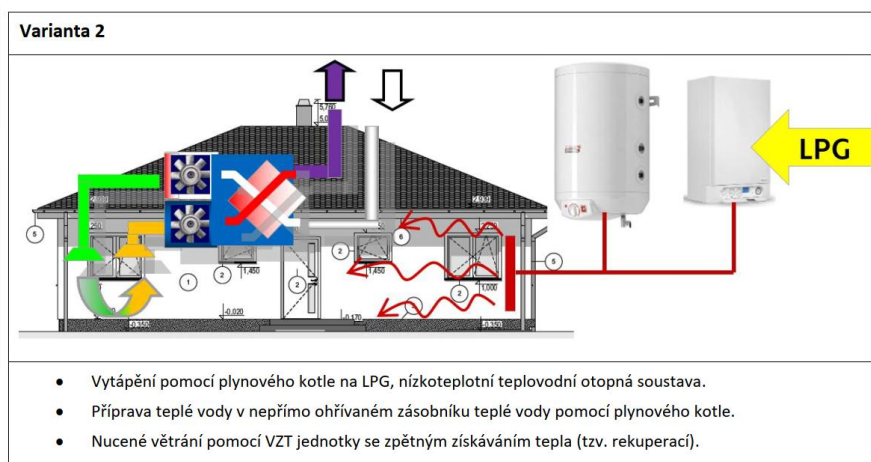
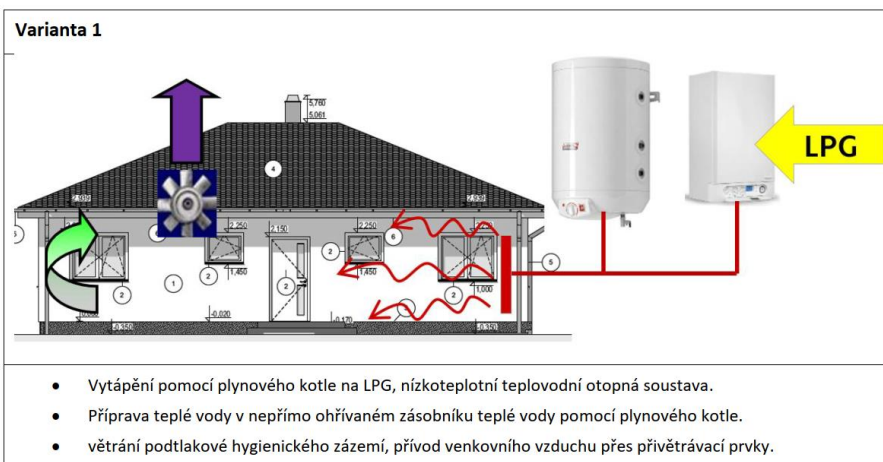


PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



▪ Rodinný dům

varianta č.	Způsob vytápění	Způsob přípravy TV	Způsob větrání
1	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Přirozené
2	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Nucené se zpětným získáváním tepla

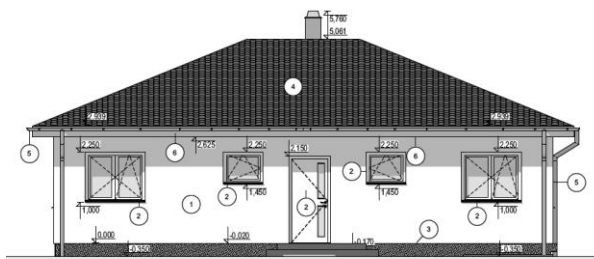




PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- Rodinný dům



varianta č.	Způsob vytápění	Způsob přípravy TV	Způsob větrání
1	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Přirozené
2	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Nucené se zpětným získáváním tepla

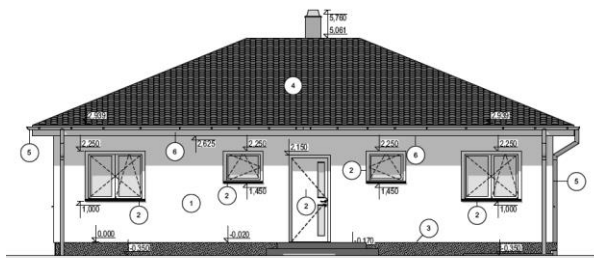
- Splnění ukazatele primární energie z neobnovitelných zdrojů v závislosti na obálce budovy
 - Standard 2** - nastavení na doporučené hodnoty ČSN 730540-2:2011, v tomto případě se jedná prakticky o shodný požadavek, jako pro NZEB $U_{em} = 0,26 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
 - Standard 3** - nastavení na spodní mez požadavku pro obálku pasivních domů podle ČSN 730540-2:2011, $U_{em} = 0,21 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (lepší stavební standard),
 - Standard 4** - nastavení na horní mez požadavku pro obálku pasivních domů podle ČSN 730540-2:2011 $U_{em} = 0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (nejlepší stavební standard).



PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV

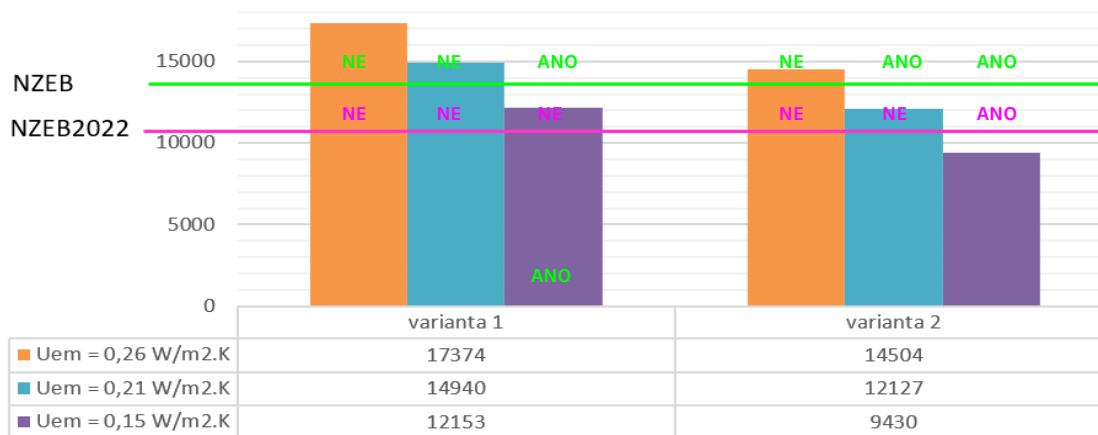


- Rodinný dům



varianta č.	Způsob vytápění	Způsob přípravy TV	Způsob větrání
1	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Přirozené
2	Plynový kotel na LPG a teplovodní vytápění	Nepřímo ohříváný zásobník ze zdroje tepla pro vytápění	Nucené se zpětným získáváním tepla

- Splnění ukazatele primární energie z neobnovitelných zdrojů v závislosti na obálce budovy



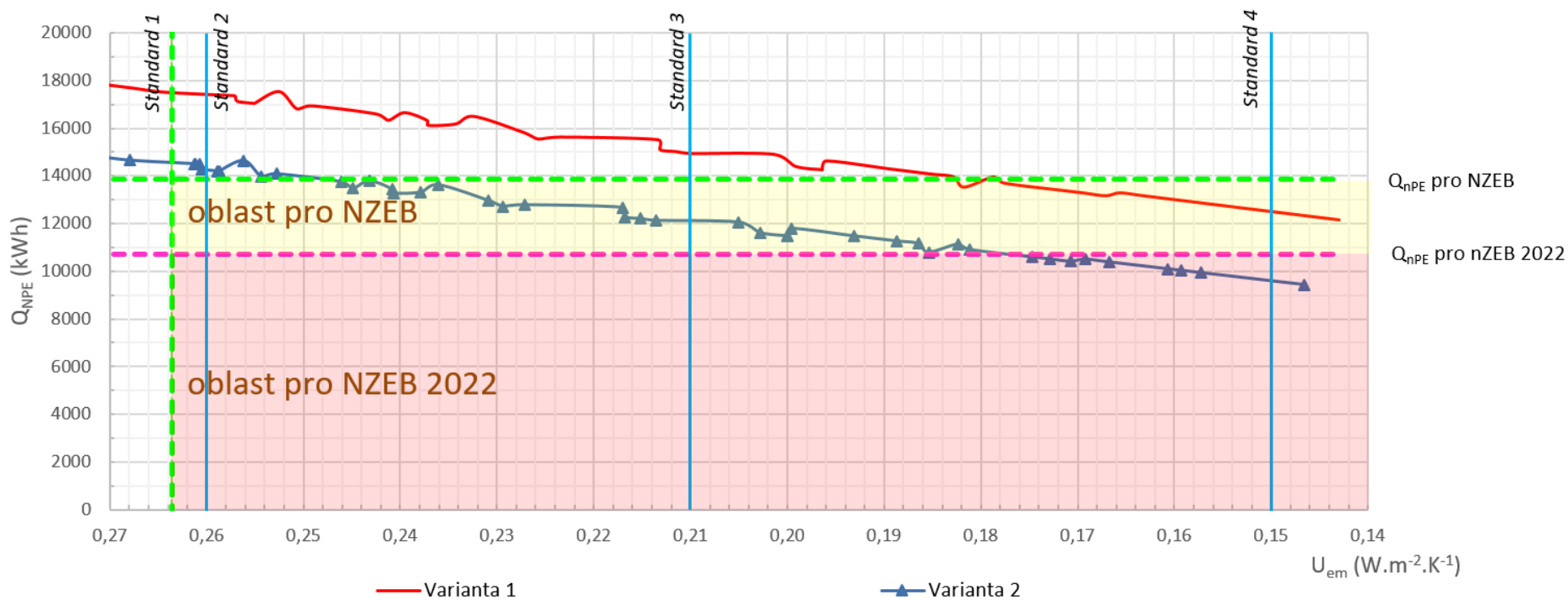
Minimální leg. požadavek
 Spodní mez pas. domů
 Horní mez pas. domů



PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- Hodnocení primární energie z neobnovitelných zdrojů v závislosti na obálce budovy





PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- V případě že není splněn požadavek na primární energii z neobnovitelných zdrojů je nutné zvýšit podíl obnovitelné energie
 - Obálka budovy v lepším standardu
 - Výroba elektřiny ve FV systému
 - Pokrytí části potřeby tepla na vytápění biomasou – tzn. lokální zdroj tepla (krbová kamna, akumulční kamna, apod..)
 - Fototermický systém na přípravu TV (výpočtový potenciál cca 2500 kWh/rok)



PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- Pokud varianta nesplňuje požadavky je potřeba:
 - obálka budovy v lepším standardu
 - doplňkový zdroj tepla využívající primární energie s vysokým podílem obnovitelné energie (kusové dřevo, pelety)
 - výroba energie z obnovitelných zdrojů – fotovoltaika, fototermika

stavební standard	Varianta	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	Rozdíl NPE pro NZEB	Rozdíl NPE pro NZEB 2022
		Q_{PEn} [kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Uem = 0,26 W/m².K	1	17374	3497	6642
	2	14504	627	3772
Uem = 0,21 W/m².K	1	14940	1063	4208
	2	12127	-1750	1395
Uem = 0,15 W/m².K	1	12153	-1724	1421
	2	9430	-4447	-1302
Referenční hodnota nZEB		13 877		
Referenční hodnota nZEB 2022		10 732		

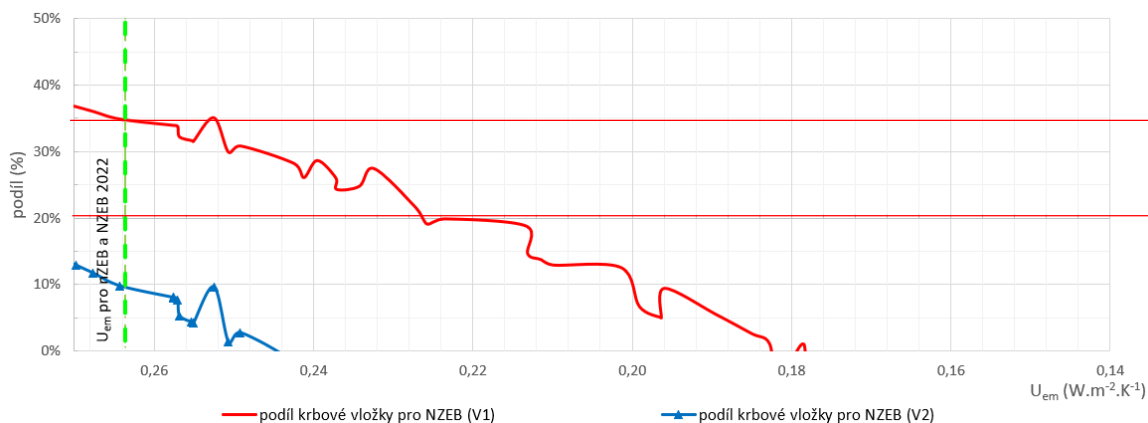


PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV

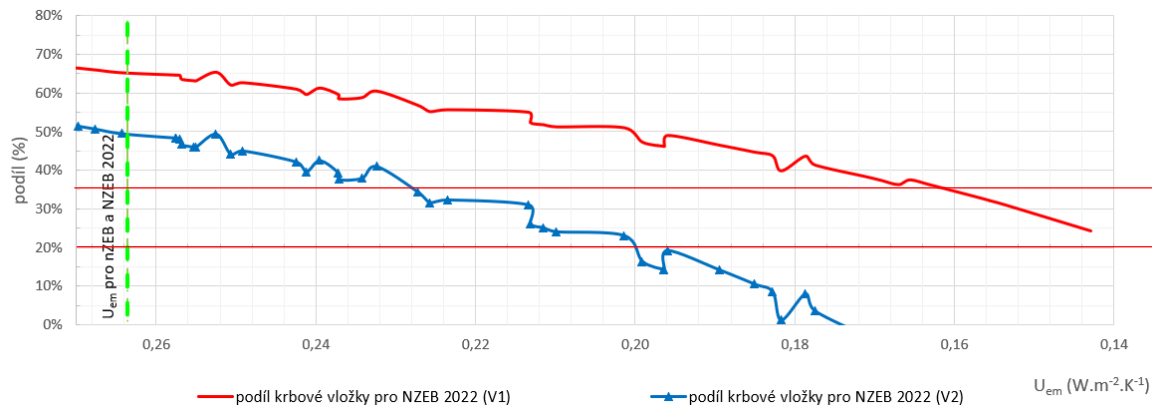


- Pokrytí potřeby tepla na vytápění biomasou – krbová kamna

NZEB



NZEB 2022



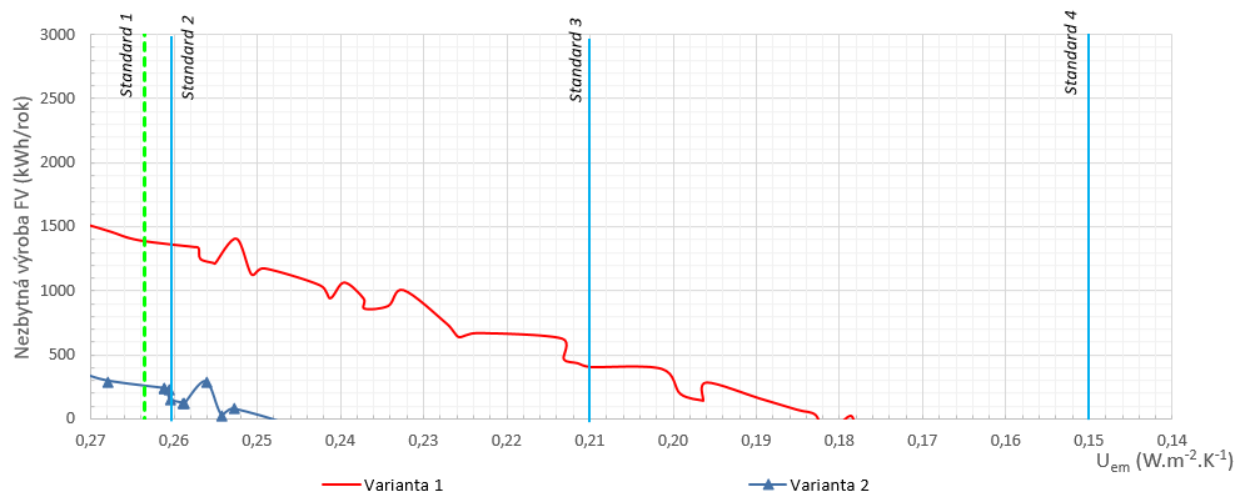


PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV

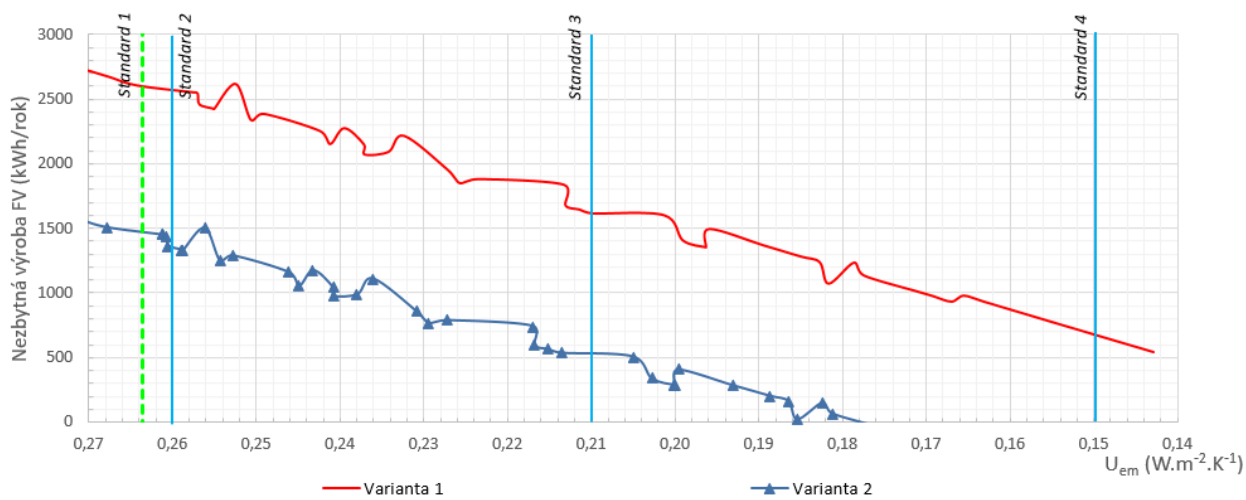


■ Potřebná výroba FV

NZEB



NZEB 2022





PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- Pokud varianta nesplňuje požadavky je potřeba:
 - obálka budovy v lepším standardu
 - doplňkový zdroj tepla využívající primární energie s vysokým podílem obnovitelné energie (kusové dřevo, pelety)
 - výroba energie z obnovitelných zdrojů – fotovoltaika, fototermika

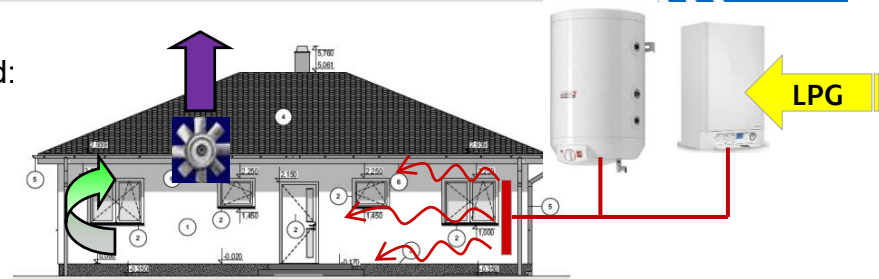
stavební standard	Varianta	Primární energie z obnovitelných zdrojů	Rozdíl NPE pro NZEB	Další potřebná roční výroba elektřiny pro NZEB	Rozdíl NPE pro NZEB 2022	Další potřebná roční výroba elektřiny pro NZEB2022
		Q_{PEN} [kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
U _{em} = 0,26 W/m ² .K	1	17374	3497	1345	6642	2555
	2	14504	627	241	3772	1451
U _{em} = 0,21 W/m ² .K	1	14940	1063	409	4208	1619
	2	12127	-1750	0	1395	536
U _{em} = 0,15 W/m ² .K	1	12153	-1724	0	1421	547
	2	9430	-4447	0	-1302	0
Referenční hodnota nZEB		13 877				
Referenční hodnota nZEB 2022		10 732				



PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- **Varianta 1** – splňuje požadavky na ENB, pokud:



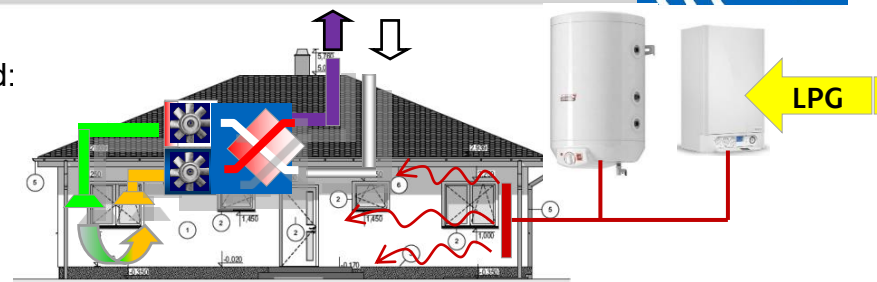
	požadavek NZEB Do 1.1. 2022	požadavek NZEB 2022 Od 1.1. 2022
Minimální stavební standard	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 + FV systém o cca min 1,5 kWp ▪ Varianta 1 + krbová kamna s automatickým doplňováním paliva (pelety) a teplovodním výměníkem, nebo akumulční kamna na pelety, případně dřevo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 + FV systém o cca min 2,5 kWp ▪ Varianta 1 + jakákoliv krbová kamna – NEVYHOVUJE (pozn. vyhoví pouze za předpokladu výjimečného případu - otevřené dispozice RD a centrálních akumulčních kamen)
Spodní mez pasivního RD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 + FV systém o cca min min 0,5 kWp ▪ Varianta 1 + krbová kamna na kusové dřevo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 + FV systém o cca min 1,6 kWp ▪ Varianta 1 + peletová kamna s automatickým doplňováním paliva s teplovodním výměníkem napojeným na teplovodní otopnou soustavu
Horní mez pasivního RD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 splňuje požadavky bez dalšího doplňkového systému 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Varianta 1 + FV systém o cca min 0,5 kWp ▪ Varianta 1 + krbová kamna na kusové dřevo



PŘÍPADOVÁ STUDIE – RD TYPU BUNGALOV



- **Varianta 2** – splňuje požadavky na ENB, pokud:



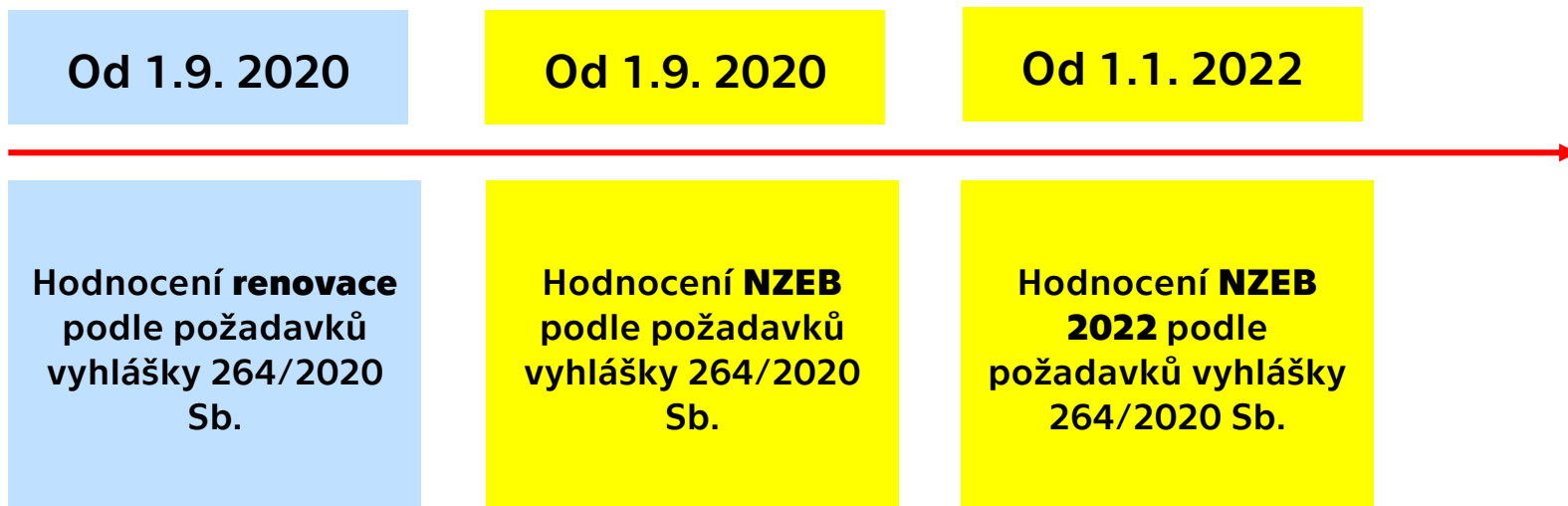
	požadavek NZEB Do 1.1. 2022	požadavek NZEB 2022 Od 1.1. 2022
Minimální stavební standard	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 + FV systém o cca 0,25 kWp▪ Varianta 2 + krbová kamna na kusové dřevo	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 + FV systém o cca 1,5 kWp▪ Varianta 2 + peletová kamna s automatickým doplňováním paliva s teplovodním výměníkem napojeným na teplovodní otopnou soustavu
Spodní mez pasivního RD	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 splňuje požadavky bez dalšího doplňkového systému	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 + FV systém o cca 0,5 kWp▪ Varianta 2 + krbová kamna na kusové dřevo
Horní mez pasivního RD	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 splňuje požadavky bez dalšího doplňkového systému	<ul style="list-style-type: none">▪ Varianta 2 splňuje požadavky bez dalšího doplňkového systému



PŘÍPADOVÁ STUDIE



- Stávající rodinný dům / Novostavba RD
- Režimy hodnocení:

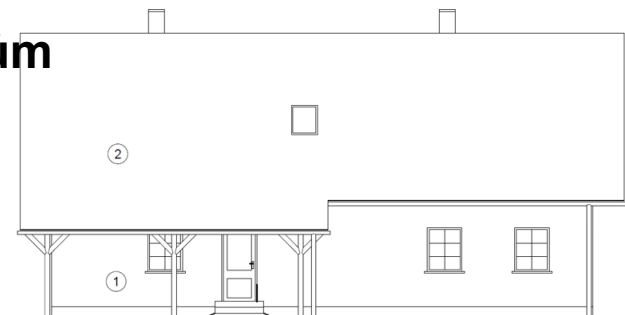




PŘÍPADOVÁ STUDIE VENKOVSKÝ RD



▪ Venkovský rodinný dům



Jižní pohled



Západní pohled

▪ Režimy hodnocení:

Od 1.9. 2020

Od 1.9. 2020

Od 1.1. 2022

Požadavky pro ukazatele energetické náročnosti referenční budovy	Změna dokončené budovy	Budova s téměř nulovou spotřebou energie	Budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022
$U_{em,R}$ (W/m ² .K)	0,4	0,28	0,28
$Q_{fuel,R}$ (kWh/m ² .rok)	124,1	100,4	100,4
zpřísnění požadavku $Q_{fuel,R}$ vzhledem k rekonstrukci	-	19 %	19 %
$Q_{nPE,R}$ (kWh/m ² .rok)	132,8	90,5	75
zpřísnění požadavku $Q_{nPE,R}$ vzhledem k rekonstrukci	-	32 %	44 %



PŘÍPADOVÁ STUDIE VENKOVSKÝ RD



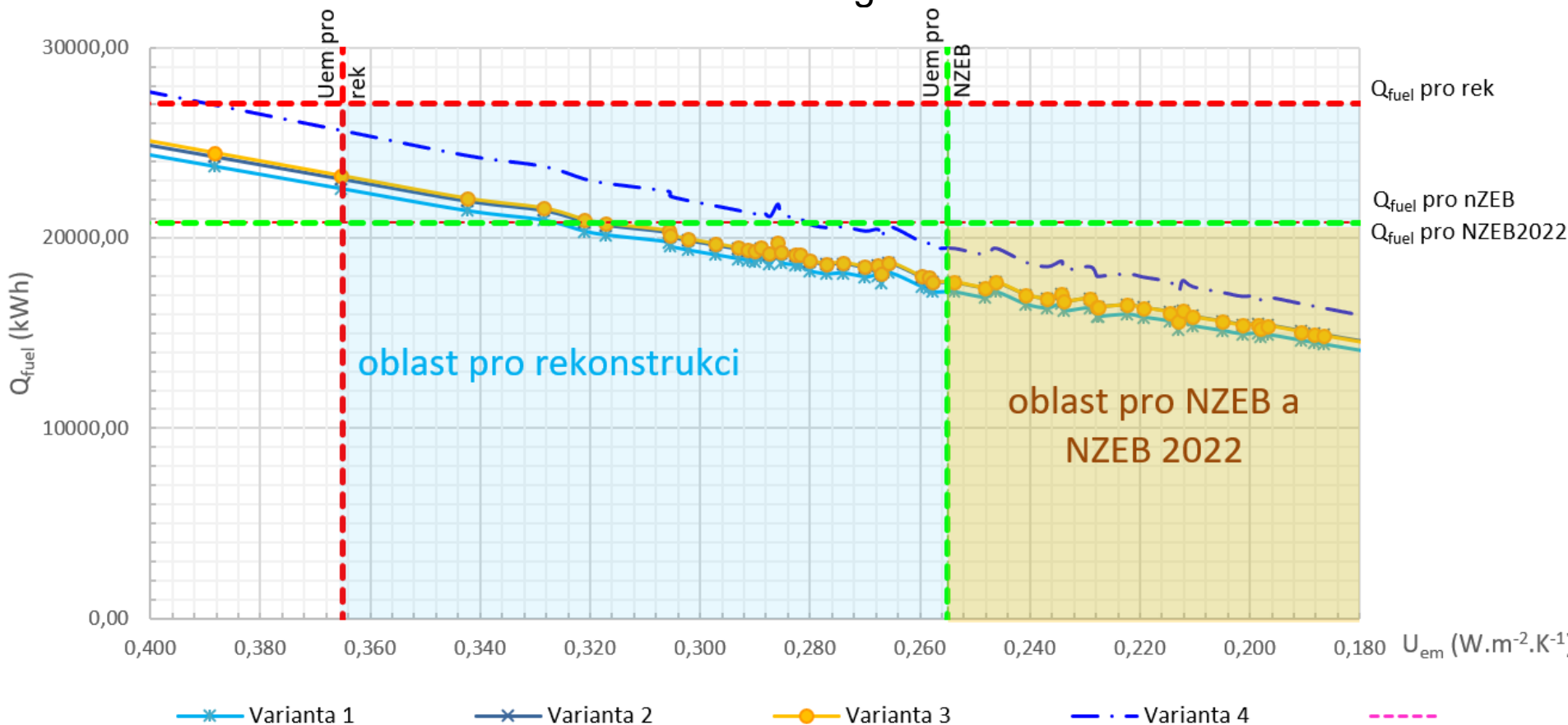
- Varianty technických systémů
 - Větrání – podtlakové
 - Zdroje tepla:
 - Varianta 1 – kotel na LPG
 - Varianta 2 – kotel na zemní plyn
 - Varianta 3 – tepelné čerpadlo vzduch/voda
 - Varianta 4 – automatický kotel na pelety



PŘÍPADOVÁ STUDIE VENKOVSKÝ RD



■ Hodnocení celkové dodané energie

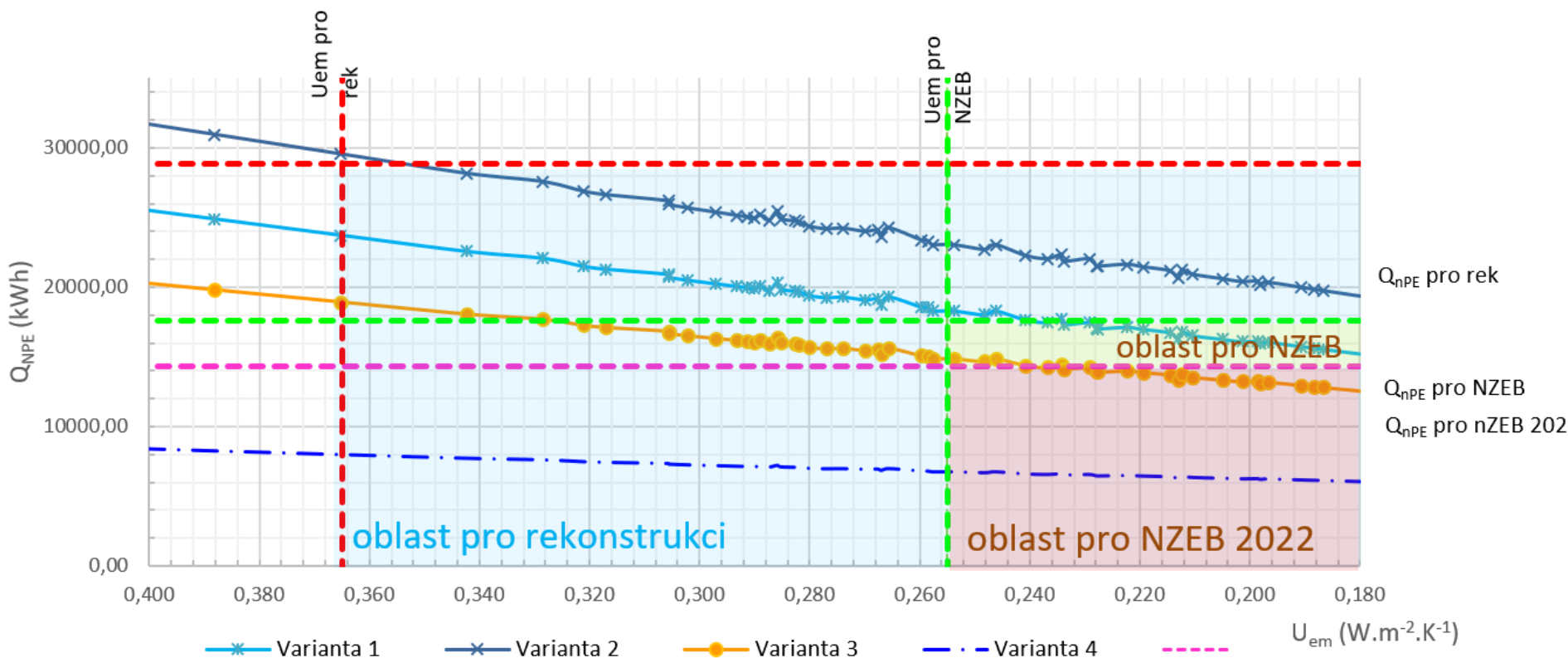




PŘÍPADOVÁ STUDIE VENKOVSKÝ RD



- Hodnocení primární energie z neobnovitelných zdrojů





ZÁVĚR



- **Pro běžnou renovaci lze předpokládat**, že při splnění minimálního požadavku na kvalitu obálky v podobě požadavku U_{em} **vyhoví prakticky jakékoliv technické řešení** a záleží pouze na požadované úrovni energetické úspory a požadavku na kvalitu vnitřního prostředí.
- **Pokud budova musí plnit požadavky pro novou budovu - budovu s téměř nulovou spotřebou energie**, ať už v blízké době (1.9.2020 – 31.12.2021), případně vzdálenější budoucnosti (od 1.1.2022) je nezbytné předpokládat
 - **lepší tepelně technické řešení obálky budovy**, než u základního požadavku na renovaci budovy
 - v případě teplovodní otopné soustavy v kombinaci s kondenzačním plynovým kotlem, nebo tepelným čerpadlem je vhodné **od 1.1.2022 uvažovat o systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla**



Děkuji za pozornost

Miroslav Urban

miroslav.urban@fsv.cvut.cz

Katedra technických zařízení budov

Fakulta stavební, ČVUT v Praze

