

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY - OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK 2017/2018

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Koncepce výstavby po roce 2020

Vypracovala:

Bc. Monika Volencová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Monika VOLENCOVÁ**

Osobní číslo: **A16N0123P**

Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Stavatelství**

Název tématu: **Koncepce výstavby po roce 2020**

Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rešerše směrnice EU - EPBD II a souvisejících vyhlášek.
2. Porovnání tepelně technické koncepce výstavby v historii, dnes a po roce 2020.
3. Stavebně technické řešení požadavků.
4. Řešení požadavků z hlediska TZB.
5. Důsledky a souvislosti přijetí směrnice EU - EPBD II.

Rozsah grafických prací: **Práce skládající se z výkresů a textových částí**

Rozsah kvalifikační práce: **úvodní část 50 - 60 stran A4**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

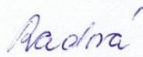
1. Zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.
2. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.
3. Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií.
4. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU.
5. Soubor norem ČSN EN 1990-1997

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.**

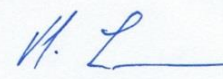
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **3. července 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **5. ledna 2018**


Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka




Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 3. července 2017

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci s názvem „Koncepce výstavby po roce 2020“ jsem vypracovala samostatně pod odborným vedením pana doc. Ing. Jana Paška, Ph.D. a za použití odborné literatury, kterou uvádím v seznamu použité literatury, jež je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý použitý software pro zpracování diplomové práce je legální.

V Plzni, dne 21. 5. 2018

.....

Bc. Monika Volencová

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat především vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Janu Paškovi, Ph.D. za rady, cenné připomínky, ochotu a čas, který mi věnoval při konzultačních hodinách. Poděkování si také zaslouží Bc. Klára Motejzíková, která mi díky svým zkušenostem s energetickými programy DEKSOFT od společnosti DEK a.s., dokázala v těžkých chvílích tvorby praktické části dělat technickou podporu.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině, kolegům a nejbližším přátelům, kteří se mnou měli trpělivost a poskytovali mi podporu po celou dobu a zejména na samém konci mého studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou výstavby po roce 2020. Jde o celkový průřez informací o nastávajících změnách ve výstavbě po roce 2020 v oblasti normativní legislativy, energetiky a metodiky hodnocení energetické náročnosti budovy, dále doporučení stavebně technického řešení a technického zařízení budov, s úvodním vysvětlením, z jakého důvodu musí k těmto změnám dojít.

V praktické části diplomové práce je vytvořena případová studie rodinného domu navrženého ve variantách současné výstavby a výstavby po roce 2020, na kterých jsou změny názorně aplikovány. Následně jsou varianty energeticky vyhodnoceny a porovnány. V samotném závěru této části práce je vytvořeno shrnutí předpokládaných důsledků, které nastanou nebo mohou nastat ve výstavbě po roce 2020.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Směrnice 2010/31/EU, budova s téměř nulovou spotřebou energie, koncepce výstavby, energetická náročnost budov, obnovitelné zdroje energie, technologické systémy.

ABSTRACT

This dissertation work addresses the issue of the building industry after the year of 2020. It covers the basic information about the upcoming changes of the legislation, the energy conservation and the methodology of evaluation of energy efficiency of the building. Consequently it suggests the solution of the building construction and the building services. It also covers the explanation of the reasons for these upcoming changes.

The practical part of the thesis consists of a case study of a family house designed in accordance with the present legislation and similarly with the proposed legislation valid from 2020. The differences are illustratively applied on both options. The energy efficiency of both cases is consequently evaluated and compared.

The conclusion of this thesis summarizes the presumed consequences of the proposed changes in the building industry in 2020.

KEYWORDS:

Directive 2010/31 / EU, nearly zero energy building, construction concept, energy performance of buildings, renewable energy sources, technological systems.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

VOLENCOVÁ, Monika. *Koncepce výstavby po roce 2020*. Plzeň, 2018. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra mechaniky. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce Chyba! Záložka není definována.	
3	Hypotéza.....	2
	TEORETICKÁ ČÁST	3
4	Úvod do problematiky a rešerše souvisejících legislativ	3
4.1	Důvod vzniku směrnice 2010/31/EU	3
4.2	Strategický cíl směrnice 2010/31/EU.....	5
4.3	Implementace směrnice 2010/31/EU do českých norem	6
4.4	Nástroje k naplnění cílů směrnice 2010/31/EU.....	8
4.4.1	Průkaz energetické náročnosti budovy	9
4.4.2	Energetický audit.....	13
4.4.3	Energetický posudek	13
4.4.4	Finanční podpora.....	14
4.5	Porovnání přístupu ČR se zahraničím k implementaci směrnice 2010/31/EU	19
5	Vývoj tepelně technické koncepce výstavby do roku 2020	22
5.1	Vývoj tepelně technických norem v České Republice	23
5.2	Přehled současných typů energetických standardů staveb	25
5.2.1	Nízkoenergetický standard.....	26
5.2.2	Pasivní standard.....	27
5.2.3	Dům s velmi nízkou energetickou náročností	28
5.2.4	Energeticky nulový dům a standard blízký energeticky nulovému.....	28
5.2.5	Energeticky plusový (aktivní) dům	29
5.2.6	Energeticky nezávislý dům (ostrovní dům).....	29
6	Budovy s téměř nulovou spotřebou energie	31
6.1	Definice budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obálky budovy (první část definice).....	34
6.2	Definice budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obnovitelné energie (druhá část definice)	36
6.3	Zásadní stavebně technické parametry výstavby budov s téměř nulovou spotřebou energie ³⁸	
6.3.1	Orientace a umístění na pozemku	39
6.3.2	Tvar a dispozice stavby	41
6.3.3	Zónování.....	42
6.3.4	Zastínění	43

6.3.5	Vhodný konstrukční systém	43
6.3.6	Tepelně izolační obálka budovy	48
6.3.7	Vzduchotěsnost	58
6.3.8	Větrání	60
6.4	Řešení budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska technického zařízení staveb 62	
6.4.1	Neobnovitelné zdroje energie	63
6.4.2	Technologické systémy využívající neobnovitelné zdroje energií	65
6.4.3	Obnovitelné zdroje energie	66
6.4.4	Druhy technologických systémů využívající obnovitelné zdroje energie	74
7	Metodika hodnocení energetické náročnosti budov v ČR	83
7.1	Princip výpočtu energetické náročnosti budov a stanovení celkové primární energie	85
7.2	Stanovení referenční budovy	89
7.3	Problematika hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy	94
7.4	Problematika zařídění ukazatelů energetické náročnosti budovy	97
	PRAKTICKÁ ČÁST	100
8	Případová studie	100
8.1	Základní popis rodinného domu případové studie	101
8.1.1	Orientace a umístění RD na pozemku	101
8.1.2	Tvar a dispozice RD	102
8.1.3	Konstrukční systém a materiálové řešení RD	103
8.2	Varianta A – novostavba rodinného domu v běžném standardu současné výstavby (výstavba před rokem 2020)	104
8.2.1	Výpis skladeb obálky budovy	105
8.2.2	Energetická bilance budovy	107
8.2.3	Odhadované náklady pro variantu A	108
8.3	Varianta B – novostavba rodinného domu ve standardu budova s téměř nulovou spotřebou energie (výstavba po roce 2020) – nízká úroveň	109
8.3.1	Výpis skladeb obálky budovy	109
8.3.2	Energetická bilance budovy	111
8.3.3	Odhadované náklady pro variantu B	113
8.4	Varianta C – novostavba rodinného domu ve standardu budova s téměř nulovou spotřebou energie (výstavba po roce 2020) – vysoká úroveň	113
8.4.1	Výpis skladeb obálky budovy	114
8.4.2	Energetická bilance budovy	116
8.4.3	Odhadované náklady pro variantu C	117
9	Diskuze výsledků praktické části	118

9.1	Porovnání výsledků měrných ztrát prostupem tepla všech variant	119
9.2	Porovnání hodnot energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB všech variant.....	121
9.3	Porovnání odhadované výše rozdílných nákladů všech variant	123
10	Důsledky a souvislosti přijetí směrnice 2010/31/EU	125
11	Závěr.....	128
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	129
	DOPROVODNÝ MATERIÁL.....	135

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1	Cíle v oblasti energetiky do roku 2030	6
Obrázek 2	Schéma všech nástrojů k naplnění cílů	8
Obrázek 3	Postupný vývoj hodnocení energetické náročnosti budov po roce 2000	9
Obrázek 4	Jak číst průkaz energetické náročnosti budovy	12
Obrázek 5	Princip pasivního domu	38
Obrázek 6	Příklad ideálního umístění domu na pozemku	39
Obrázek 7	Natočení objektu v závislosti na solárním zisku	40
Obrázek 8	Vliv umístění stavby v terénu na potřebu tepla na vytápění	40
Obrázek 9	Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění	42
Obrázek 10	Příklad zónování rodinného domu	42
Obrázek 11	Pozice slunce v letním a zimním období	43
Obrázek 12	Lehká dřevěná stěna s tepelnou izolací a provětrávanou mezerou (vlevo) a lehká dřevěná stěna doplněná vnější kontaktní tepelnou izolací (vpravo)	44
Obrázek 13	Novodobá masivní dřevěná stěna s vnějším kontaktním zateplovacím systémem (vlevo), s vnější tepelnou izolací v roštu (uprostřed) a s vnější tepelnou izolací v roštu a provětrávanou fasádou (vpravo)	46
Obrázek 14	Zdících prvky pro masivní zděné konstrukce	47
Obrázek 15	Správné a špatné provedení tepelně izolační obálky budovy	48
Obrázek 16	Vhodné způsoby založení lehkých dřevostaveb	50
Obrázek 17	Vhodné způsoby založení masivních (panelových) dřevostaveb	50
Obrázek 18	Vhodné způsoby založení masivních zděných staveb (ze zdících prvků)	50
Obrázek 19	Vhodné způsoby založení masivních zděných staveb (ze ztraceného bednění a monolitické stěny)	51
Obrázek 20	Příklady skladeb vnějších stěn pro pasivní domy při $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	52
Obrázek 21	Vhodné způsoby zateplení střešní konstrukce	53
Obrázek 22	Řez oknem a rámy certifikované v Passivhaus Institutu v Německu	55
Obrázek 23	Porovnání běžných okenních ráků $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a ráků nové generace $U_f = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	56
Obrázek 24	Doporučené osazení oken pro různé konstrukční systémy	56
Obrázek 25	Tepelné mosty rodinného domu na termogramu	57
Obrázek 26	Správné a špatné provedení vzduchotěsnosti obálky budovy	59
Obrázek 27	Princip nuceného větrání s rekuperací	60
Obrázek 28	Rekuperační výměník	61
Obrázek 29	Proces výroby energie a dodání ke spotřebiteli	62
Obrázek 30	Rozložení světových zásob fosilních paliv v roce 1993	63
Obrázek 31	Závislost obnovitelných zdrojů energie na slunečním záření	66
Obrázek 32	Intenzita slunečního záření na území ČR	67
Obrázek 33	Průměrná rychlost větru ve 40 m v ČR (vlevo) a mapa aktuální instalace větrných elektráren v ČR (vpravo)	70
Obrázek 34	Schéma využití biomasy	71
Obrázek 35	Cyklus energetického využívání odpadů v Evropě 2010	73
Obrázek 36	Možnosti instalace tepelných čerpadel	74
Obrázek 37	Princip tepelného čerpadla	75

Obrázek 38	Instalační schéma fotovoltaického systému.....	76
Obrázek 39	Systém pro výhradní prodej elektrické energie (vlevo) a systém pro vlastní potřebu s prodejem přebytku do sítě (vpravo).....	77
Obrázek 40	Ostrovní systém s přímým napájením (vlevo) a ostrovní systém s akumulací energie (vpravo).....	78
Obrázek 41	Hybridní systém s akumulací a záložním zdrojem	78
Obrázek 42	Řez solárním kolektorem.....	79
Obrázek 43	Rozdělení solárních (termických) kolektorů.....	79
Obrázek 44	Schéma zapojení solárního termického kolektoru	80
Obrázek 45	Produkty z biomasy vhodné k vytápění.....	81
Obrázek 46	Princip hodnocení energetické náročnosti budov pomocí referenční budovy	83
Obrázek 47	Výpočet celkové, neobnovitelné a obnovitelné primární energie.....	86
Obrázek 48	Bilance primární energie.....	87
Obrázek 49	Princip výpočtu energetické náročnosti budov	88
Obrázek 50	Princip hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy	95
Obrázek 51	Princip hodnocení obálky budovy	95
Obrázek 52	Princip stanovení klasifikačních tříd pro ukazatele energetické náročnosti budovy ..	97
Obrázek 53	Princip hodnocení obálky budovy	98
Obrázek 54	Vizualizace RD – podklad pro případovou studii.....	100
Obrázek 55	Půdorys 1.NP rodinného domu pro případovou studii.....	102
Obrázek 56	Půdorys 2.NP rodinného domu pro případovou studii.....	103
Obrázek 57	Příčný řez rodinného domu pro případovou studii	104
Obrázek 58	Specifika výroby energie z obnovitelných zdrojů energie.....	126

Tabulky

Tabulka 1	Porovnání požadavků na energetickou náročnost budov v původní a přepracované směrnici.....	4
Tabulka 2	Stručné shrnutí průběhu implementace směrnice do legislativy ČR.....	6
Tabulka 3	Přehled programů podpory dotací v České republice	14
Tabulka 4	Implementace směrnice do své legislativy podle členských států (1. část).....	20
Tabulka 5	Implementace směrnice do své legislativy podle členských států (2. část).....	21
Tabulka 6	Přehled požadovaných součinitelů prostupu tepla U ve vybraných zemích Evropy z roku 2005.....	22
Tabulka 7	Vývoj hodnot součinitelů prostupu tepla	25
Tabulka 8	Základní požadavky na energeticky nulové budovy	29
Tabulka 9	Zjednodušený přehled pro předběžnou kategorizaci energetického standardu.....	30
Tabulka 10	Porovnání požadavků jednotlivých energetických standardů	33
Tabulka 11	Parametry a hodnoty referenční budovy	34
Tabulka 12	Součinitele prostupu tepla konstrukce s redukčním součinitelem f_R	35
Tabulka 13	Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu ..	36
Tabulka 14	Datum platnosti požadavku pro posuzování budovy v režimu NZEB.....	37
Tabulka 15	Porovnání různých druhů tepelných izolací.....	49
Tabulka 16	Energetický potenciál různých druhů biomasy	82
Tabulka 17	Závislost obsahu vody na výhřevnosti biomasy.....	82
Tabulka 18	Požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti pro nové a rekonstruované budovy.....	84

Tabulka 19	Klasifikační třídy pro ukazatele energetické náročnosti	85
Tabulka 20	Hodnoty faktoru primární energie pro hodnocenou budovu	87
Tabulka 21	Parametry a hodnoty referenční budovy pro obálku budovy	90
Tabulka 22	Parametry a hodnoty referenční budovy pro technické systémy budov	91
Tabulka 23	Hodnoty faktoru primární energie pro referenční budovu	93
Tabulka 24	Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu (dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů nebo zvýšením parametrů stavebních prvků obálky budovy nebo technických systémů budovy).....	93
Tabulka 25	Referenční parametry a hodnoty pro měněné stavební prvky obálky budovy	93
Tabulka 26	Referenční parametry a hodnoty pro měněné technické systémy budov	94
Tabulka 27	Skladba střešní konstrukce – varianta A	105
Tabulka 28	Skladba obvodové stěny – varianta A	105
Tabulka 29	Skladba podlahy na terénu – varianta A.....	106
Tabulka 30	Výplně otvorů – varianta A.....	106
Tabulka 31	Měrné tepelné ztráty obálkou budovy	107
Tabulka 32	Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB	108
Tabulka 33	Přehled odhadovaných nákladů pro variantu A	108
Tabulka 34	Skladba střešní konstrukce – varianta B	109
Tabulka 35	Skladba obvodové stěny – varianta B	110
Tabulka 36	Skladba podlahy na terénu – varianta B.....	110
Tabulka 37	Výplně otvorů – varianta B.....	111
Tabulka 38	Měrné tepelné ztráty obálkou budovy	111
Tabulka 39	Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB	112
Tabulka 40	Přehled odhadovaných nákladů pro variantu B.....	113
Tabulka 41	Skladba střešní konstrukce – varianta B	114
Tabulka 42	Skladba obvodové stěny – varianta C	114
Tabulka 43	Skladba podlahy na terénu – varianta C.....	115
Tabulka 44	Výplně otvorů – varianta C.....	115
Tabulka 45	Měrné tepelné ztráty obálkou budovy	116
Tabulka 46	Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB	117
Tabulka 47	Přehled odhadovaných nákladů pro variantu C.....	117
Tabulka 48	Porovnání měrných ztrát prostupem tepla všech variant.....	120
Tabulka 49	Porovnání hodnot energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB všech variant.....	121
Tabulka 50	Přehled předpokládaných nákladů rozdílů i jednotlivě navržených variant.....	124

Grafy

Graf 1	Vývoj spotřeby energie v zemích podle Mezinárodní agentury pro energii (IEA) v Evropě v letech 1972 – 2008	3
Graf 2	Celkové emise skleníkových plynů na obyvatele v zemích EU v roce 2015.....	19
Graf 3	Podíl energie z OZE v roce 2015 a závazek k roku 2020 zemí EU	19
Graf 4	Typické parametry stavebních konstrukcí	26
Graf 5	Škála energetické náročnosti budov	28
Graf 6	Porovnání energetických standardů rodinných domů s nZEB	32

Graf 7 Vývoj požadavků na ukazatele energetické náročnosti budovy ve vztahu k výchozímu stavu požadavků v roce 2012. Požadavky roku 2020 odpovídají splnění požadavku na budovy s téměř nulovou spotřebou energie.	37
Graf 8 Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění.....	41
Graf 9 Vývoj výroby elektřiny z OZE a její podíl na brutto spotřebě v ČR	67
Graf 10 Vývoj výroby elektřiny ve fotovoltaických elektrárnách v ČR	68
Graf 11 Vývoj plochy solárních kolektorů v ČR	68
Graf 12 Vývoj výroby elektřiny ve vodních elektrárnách v ČR	69
Graf 13 Vývoj výroby elektřiny ve větrných elektrárnách v ČR	70
Graf 14 Vývoj výroby elektřiny z biomasy v ČR	72
Graf 15 Vývoj výroby tepla z biomasy v ČR.....	72
Graf 16 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy.....	107
Graf 17 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy.....	112
Graf 18 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy.....	116
Graf 19 Porovnání měrných ztrát prostupem tepla všech variant	120
Graf 20 Závazné cíle podílu OZE a stav plnění pro jednotlivé země EU	125

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

- EPBD ... Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov
- EPBD II ... Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepracování)
- PENB ... průkaz energetické náročnosti budovy
- EA ... energetický audit
- EP ... energetický posudek
- nZEB ... budova s téměř nulovou spotřebou energie (nearly zero energy building)
- OZE ... obnovitelné zdroje energie
- EU ... Evropská unie
- ČR ... Česká republika
- RD ... rodinný dům
- U_{em} ... průměrný součinitel prostupu tepla
- f_R ... redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla
- $\Delta e_{p,R}$... snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanoveným pro referenční budovu

1 Úvod

Současným tématem číslo jedna, nejenom v oboru stavebnictví, se stala problematika snížení dopadu negativního vlivu na životní prostředí. Neuplyne dlouhá doba a dojde ke změnám ve výstavbě, o kterých velké procento odborníků v praxi, natož nezasvěcená veřejnost, nemají téměř žádné informace. A pokud ano, tak s největší pravděpodobností jde o informace značně zkreslené. Nejedná se o závratné změny, které by uváděly na trh úplné stavebně konstrukční a technologické novinky. Jde o nepatrné, ale zato zásadní změny, s kterými projektanti budou muset uvažovat již od samotného návrhu novostaveb či větších rekonstrukcí.

Prvním impulzem pro vytvoření této podoby diplomové práce se stal fakt, že téměř 90% mediálních zdrojů neberou ohled na správnost svých uváděných informací a neuvědomují si, že tyto fámy mohou výrazně ovlivnit pohled neoborných a bohužel i odborných čtenářů, kteří snadno uvěří hlásajícím titulům, jako například „Pozor! Po roce 2020 se budou stavět pouze pasivní či nulové domy“ nebo jejich jiné variace podobných tvrzení. Avšak po hlubším proniknutí do tématu a nelaxnímu přístupu k věci, vychází díky odborným věrohodným zdrojům jasně najevo, že tomu tak rozhodně není.

Všechny nastávající a v některých případech staveb již v současnosti platné změny mají počátek v přijetí směrnice s názvem Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřacování), která se stala výchozím dokumentem pro novelizaci a aktualizaci současné legislativy, a následně pak i pro tuto diplomovou práci.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částech oddělující teoretický a praktický pohled na problematiku tématu. Teoretická část obsahuje normativně legislativní a stavebně technický pohled, zatímco praktickou část tvoří případová studie tří variant zpracování návrhu rodinného domu a jeho následného vyhodnocení s porovnáním výsledných zjištěných hodnot definující rozdíl mezi současně standardní výstavbou a výstavbou po roce 2020. Na závěr diplomové práce je přiložen doprovodný materiál, objasňující a obhajující získání konkrétních použitých hodnot a tvrzení praktické části.

Tato diplomová práce byla vytvořena jako přehledný průřez informací o nastávajících změnách ve výstavbě po roce 2020, týkající se oblasti normativní legislativy, energetiky, doporučení stavebně technického řešení, technického zařízení budov a metodiky hodnocení energetické náročnosti budovy pro ty, kteří se navzdory své odborně naměřené profesi či

studiu doposud nesetkali s konkrétními informacemi o těchto změnách ve výstavbě nebo jednoduše pro veškeré zájemce o tuto problematiku.

2 Cíle práce

Hlavními cíli diplomové práce je vytvořit stručný přehled informací a doporučení o tom, jak by měla vypadat výstavba po roce 2020 a objasnit důvod, proč vůbec ke změnám ve výstavbě musí dojít.

Dalším neméně důležitým cílem je uvést na pravou míru všeobecně kolující fámu, že budova s téměř nulovou spotřebou energie je synonymum pro pasivní nebo nulový dům a následné vyvrácení tohoto tvrzení dokázat na jednoduchém příkladu rodinného domu.

3 Hypotéza

Pro tuto diplomovou práci by stanovena hypotéza, která tvrdí, že:

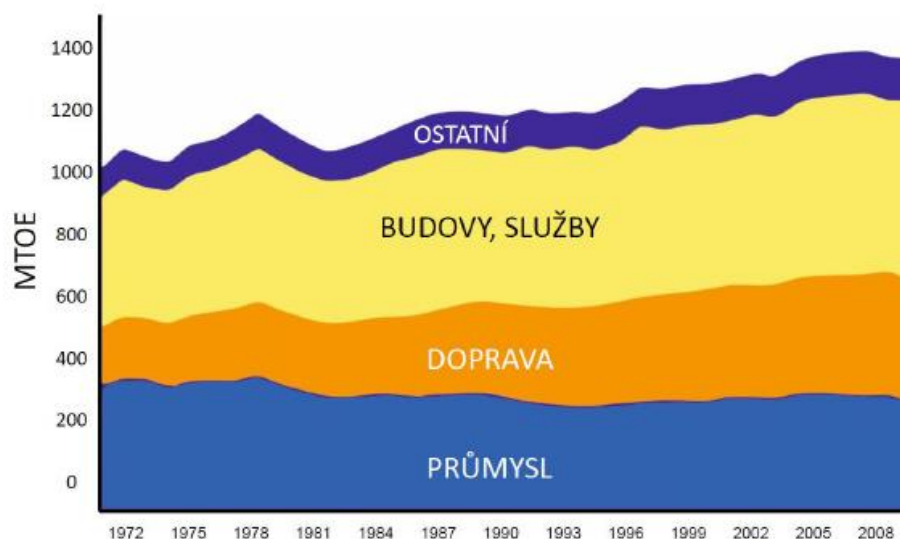
Po roce 2020 se budou stavět stavby pouze v energeticky pasivním standardu a nulové domy.

TEORETICKÁ ČÁST

4 Úvod do problematiky a řešerše souvisejících legislativ

4.1 Důvod vzniku směrnice 2010/31/EU

Jedním z hlavních témat, kterým se Evropská unie aktivně zabývá, je snížení dopadů na životní prostředí a jeho celkové a dlouhodobé zlepšení. Díky analýzám bylo zjištěno, že podíl budov na celkové spotřebě vyrobené energie tvoří až 40 % [1], což předčilo hodnoty podílu na spotřebované energii využitě v dopravě nebo průmyslu.



Graf 1 Vývoj spotřeby energie v zemích podle Mezinárodní agentury pro energii (IEA) v Evropě v letech 1972 – 2008

(Zdroj: Erhorn-Kluttig, H.; Erhorn, H.; Bergmann, A.: NZEB Apartment Building – Codierstraße 4, 60326 Frankfurt am Main. CA EPBD 3, Tallin 2015. - <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>)

Tato fakta zapříčinila rozhodnutí Evropské unie řešit situaci vypracování a následným vydáním směrnic zabývajících se energetickou náročností budov. Koncem roku 2002 byla vydána jako první směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov (Energy Performance of Buildings Directive, zkráceně EPBD), která byla po čase nahrazena a stala se podkladem pro současně platnou směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepracování).

„Směrnice 91/2002/ES (EPBD) promítnutá do národní legislativy vešla v plném rozsahu v ČR v platnost dne 1.1.2009, kdy se naplno rozeběhlo vydávání průkazů energetické náročnosti budov na nové budovy na základě Zákona 406/2006 o hospodaření energií a Vyhlášky 148/2007 o energetické náročnosti budov. V souladu s EPBD se v ČR zákonem předepisuje certifikace budov metodou hodnocení energetické náročnosti budov.

V roce 2010 schválila Evropská rada na půdě Evropského parlamentu revizi směrnice 91/2002/ES s názvem Směrnice o energetické náročnosti budov (přepracování) z 19.5.2010 pod číslem 31/2010/EU. Revidovaná směrnice vytyčuje cíle evropského společenství v oblasti energetiky do roku 2020 rozpracováním a úpravou kroků vedoucích ke snížení energetické spotřeby energie v Evropě. Tato směrnice ruší a nahrazuje směrnicí 91/2002/ES v plném rozsahu a upřesňuje a v některých bodech zpřísňuje požadavky na energetickou náročnost budov.“ [2]

Původní směrnice 2002/91/ES zahrnovala 4 hlavní body, které přepracovaná směrnice 2010/31/EU zachovala a některé body definovala podrobněji.

Tabulka 1 Porovnání požadavků na energetickou náročnost budov v původní a přepracované směrnici

Směrnice 2002/91/ES	Směrnice 2010/31/EU
1. Požadavky v oblasti energetická náročnost budov	1. Požadavky v oblasti energetická náročnost budov
- metoda výpočtu	- metoda výpočtu
- požadavky na EN	- min. požadavky na EN
- požadavky na nové a stávající budovy	- nákladově optimální úroveň EN
- certifikace EN budov	- požadavky na nové a stávající budovy
	- budovy s téměř novou spotřebou energie
	- finanční pobídky pro nulové budovy
	- certifikáty EN budov a jejich obsah, vydávání a vystavení
2. Požadavky v oblasti kontroly kotlů	2. Požadavky v oblasti kontroly otopných soustav
Pravidelné inspekce	Pravidelné inspekce
- kotle 20 až 100 kW	- kotle 20 až 100 kW
- nad 100 kW – 1 x 2 roky	- nad 100 kW – 1 x 2 roky
- nad 100 kW plyn – 1 x 4 roky	- nad 100 kW plyn – 1 x 4 roky
Jednorázové kontroly	+
- zařízení nad 20 kW, stáří 15 let- Možnost různé četnosti kontroly (typ a výkon)	
- posouzení dimenzování kotle	- posouzení dimenzování kotle (opakovat pouze při změně)
	- možnost snížení četnosti

	(je-li elektronický monitorovací a řídicí systém)
3. Požadavky v oblasti kontroly klimatizačních systémů	3. Požadavky v oblasti kontroly klimatizačních systémů
Pravidelné inspekce	Pravidelné inspekce
- nad 12 kW	- nad 12 kW
- posouzení účinnosti a velikosti zařízení v porovnání s požadavky na chlazení budovy	- posouzení účinnosti a velikosti zařízení v porovnání s požadavky na chlazení budovy
	+
	- posouzení dimenzování klimatizačního systému (opakovat pouze při změně)
	- možnost snížení četnosti kontroly (je-li elektronický monitorovací a řídicí systém)
4. Požadavky v oblasti odborníků oprávněných instalovat vybrané druhy obnovitelných zdrojů v budově	4. Požadavky v oblasti nezávislých odborníků a nezávislého kontrolního systému
- podle směrnice 2009/28/ES	- podle směrnice 2010/31/EU
- nová povinnost pro osoby, které budou oprávněně provádět v malém rozsahu instalaci kotlů a kamen na biomasu, solárních fotovoltaických a solárních tepelných systémů, mělkých geotermálních systémů a tepelných čerpadel	- požadavky na odborníky, kteří mohou provádět kontrolu, kontrolu klimatizačních systémů a vypracovávat průkaz energetické náročnosti budovy (zákon č. 406/2000 Sb. v § 6, § 6a, § 10 a § 11a)
- soubor ustanovení podobně konstruovaných jako u energetického specialisty	- požadavek na nezávislý kontrolní systém (zákon č. 406/2000 Sb. v § 12, 12a a 12b) - kontrolním orgánem je Státní energetická inspekce (ustanovení - zákon č. 406/2000 Sb. v § 13a)

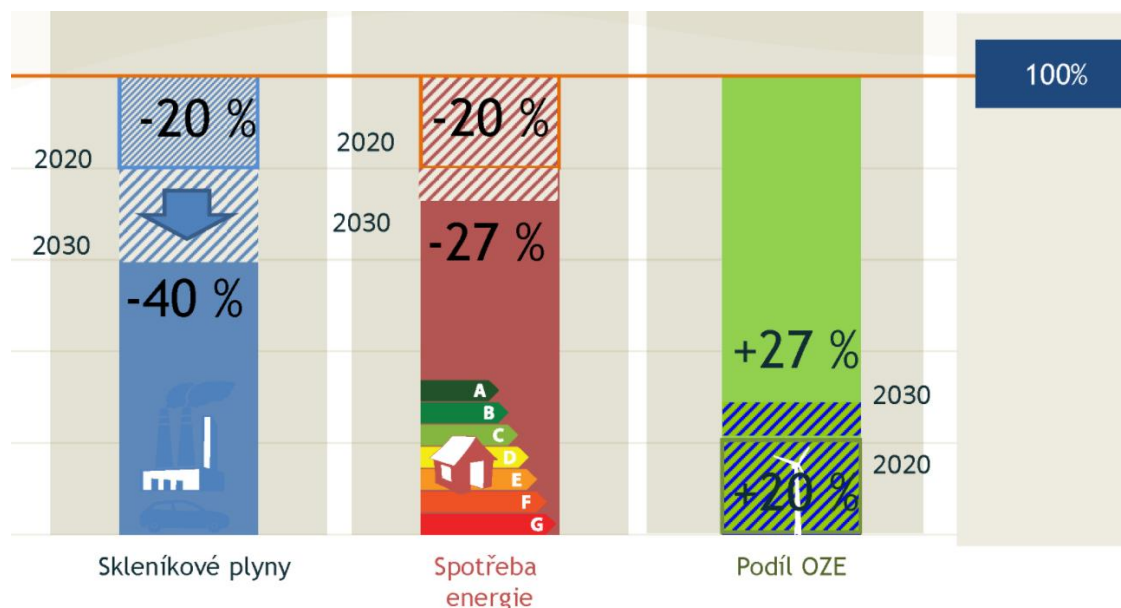
(Zdroj: autorka DP podle <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/8952-implementace-smernice-c-2010-31-eu-o-energeticke-narocnosti-budov-a-novela-zakona-c-406-2000-sb-o-hospodareni-energie-i-dil>)

4.2 Strategický cíl směrnice 2010/31/EU

Pro hlavní myšlenku směrnice 2010/31/EU vznikl slogan 20-20-20, který vystihuje tři ze čtyř základních bodů strategického cíle. Přijetím směrnice se členské státy zavázaly společně dosáhnout do roku 2020 celkové snížení spotřeby energie v EU o 20 %, dále snížení emisí skleníkových plynů CO₂ v EU alespoň o 20 %, a také zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie o 20 % na celkové výrobě energie v Evropě, v porovnání s rokem 1990. Posledním hlavním požadavkem směrnice je, aby členské státy zajistily, že od 1. 1. 2018 budou veškeré nové stavby, jejichž vlastníkem a uživatelem je orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci, splňovat požadavek na budovu s téměř nulovou spotřebou energie a od 1. 1. 2020 všechny ostatní nové stavby.

Tím plány Evropské unie v oblasti energetické náročnosti budov nekončí. Do budoucna se počítá s dalším zpříšňováním do roku 2030, kdy by se podíl skleníkových plynů měl

snížit o dalších 20 % a spotřeba energie v EU o 7 %. Zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie je naplánováno o dalších 7 %. [3]



Obrázek 1 Cíle v oblasti energetiky do roku 2030

(Zdroj: databáze TZB-info - <http://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>)

4.3 Implementace směrnice 2010/31/EU do českých norem

Schválením směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU se členské státy staly povinnými implementovat tuto směrnici do národní legislativy prostřednictvím právních předpisů - zákonů, vyhlášek a norem apod.

Tabulka 2 Stručné shrnutí průběhu implementace směrnice do legislativy ČR

19. května 2010	schválení směrnice
do 9. července 2012	termín na implementaci do legislativy členských států
leden až září 2011	práce na návrhu novely směrnice
září 2011	předloženo do MPŘ
listopad 2011	předloženo do vlády
29. února 2012	předložení vládou PSP
13. března 2012	1. čtení
12. června 2012	2. čtení
20. června 2012	3. čtení → hlasování
26. června 2012	předložení do senátu
19. července 2012	Hlasování v senátu (na plénu)
27. července 2012	Předložení panu prezidentovi → negativní
9. srpna 2012	Vráceno zpět do PSP

19. září 2012	znovu hlasování na plénu PSP → schváleno
1. ledna 2013	Účinnost zákona – zákon 3318/2012 Sb.
1. dubna 2013	Vyhláška č. 78/2013 Sb.

(Zdroj: autorka DP podle <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/8952-implementace-smernice-c-2010-31-eu-o-energeticke-narocnosti-budov-a-novela-zakona-c-406-2000-sb-o-hospodareni-energii-i-dil>)

„Zavádění směrnice 2010/31/EC o energetické náročnosti budov v České republice se dostalo do své závěrečné fáze. Od 1. 1. 2013 je účinná změna zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve smyslu změnového znění pod č. 318/2012 Sb., která výrazně změnila a upřesnila stávající pohled na problematiku hospodaření s energií. Zákon řeší především následující oblasti a stanovuje některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie; požadavky na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, požadavky na uvádění spotřeby energie a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích výrobků spojených se spotřebou energie, požadavky na informování a vzdělávání v oblasti úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů.

K zákonu se vydává soubor prováděcích vyhlášek, které rozpracovávají jednotlivé oblasti zákona a upřesňují způsob jejich provádění. Jedná se o následující vyhlášky:

- *Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (nahradila vyhlášku č. 148/2007 Sb.), účinná od 1. 4. 2013*
- *Novela vyhlášky o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie (nahradí vyhlášku č. 276/2007 Sb.)*
- *Novela vyhlášky o kontrole klimatizačních systémů (nahradí vyhlášku č. 277/2007 Sb.)*
- *Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a posudku (částka 182, 31. 12. 2012, nahradila vyhlášku č. 213/2001 Sb.)*
- *Nová vyhláška o energetických specialistech a osobě oprávněné provádět instalaci zařízení vyrábějící energii z OZE (nahradí zkušební řád, části vyhl. 148/2007, 213/2001, 276/2007 a 277/2007 Sb.)*
- *Novela vyhlášky o vydávání stanovisek k SŘ, ÚŘ, ÚPD, ÚP, RP (novelizuje vyhlášku č. 195/2007 Sb.)*

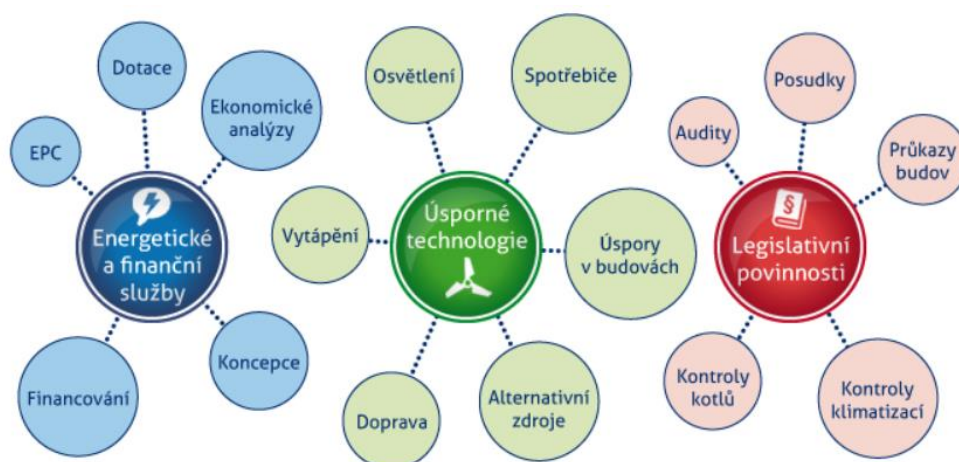
- Nová vyhláška č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie (nahradila vyhlášku č. 349/2010 Sb.)

Změnové znění zákona č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů vyšlo ve sbírce zákonů na podzim roku 2012 pod označením 318/2012 Sb. Vyhláška č. 148/2007 Sb. byla nahrazena koncem března 2013 vyhláškou č. 78/2013 Sb. Vyhláška č. 78/2013 Sb. je prováděcí vyhláškou k §7 a §7a zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, jejíž účinnost nabývá 1. dubnem 2013. Vyhláška č. 78/2013 Sb. stanovuje:

- nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov, jiné než větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie,
- metodu výpočtu energetické náročnosti budovy,
- vzor posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,
- vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy,
- vzor a obsah průkazu a způsob jeho zpracování, a
- umístění průkazu v budově.“ [4]

4.4 Nástroje k naplnění cílů směrnice 2010/31/EU

Hlavními nástroji pro zajištění a kontrolu naplnění strategických cílů směrnice 2010/31/EU se stal průkaz energetické náročnosti budovy (oficiální zkratka PENB), energetický audit (oficiální zkratka EA), energetický posudek (oficiální zkratka EP) a finanční podpora ve formě dotací.

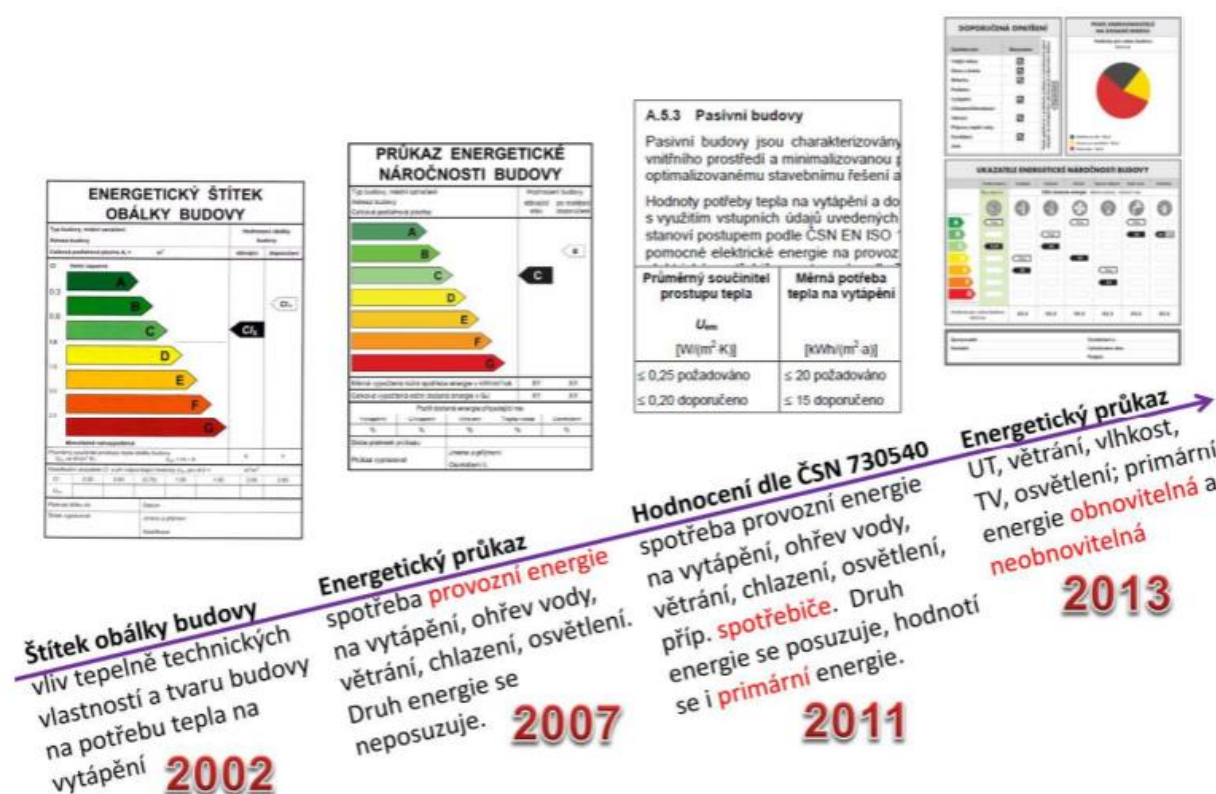


Obrázek 2 Schéma nástrojů k naplnění cílů

(Zdroj: <http://www.svn.cz/cs/homepage-2015>)

4.4.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

V případě průkazu energetické náročnosti budovy se nejedná o žádné zcela nové opatření. Do naší legislativy byl zaveden počátkem roku 2009 vyhláškou č. 148/2007Sb., v souvislosti se zavedením první směrnice 2002/91/ES a jeho zpracování bylo povinné pro novostavby a významné rekonstrukce budov o podlahové ploše větší než 1000 m². Od 1. 4. 2013 vstoupila v platnosti vyhláška č. 78/2013 Sb. a s ní i nová podoba průkazu energetické náročnosti budovy, která starou podobu průkazu nahrazuje. Průkazy vydány před i po roce 2013 jsou platné po dobu 10ti let od data vyhotovení a nová vyhláška platnost průkazů před rokem 2013 neruší.



Obrázek 3 Postupný vývoj hodnocení energetické náročnosti budov po roce 2000

(Zdroj: publikace mpo-efekt.cz - https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/4582_sfvut_brno_energeticke-hodnoceni-budov.pdf)

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) lze definovat jako „dokument, který hodnotí budovu z hlediska všech energií, které do budovy vstupují, tedy energie na vytápění, chlazení, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. PENB podrobně upravuje vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, vydaná podle zákona 406/2006 Sb. Průkaz energetické náročnosti budovy nahradil dříve užívaný „Energetický průkaz

budovy“ podle vyhlášky č. 291/2001 Sb., který však hodnotil budovu pouze z hlediska potřeby energie na vytápění.“ [5]

Zavádí se nová metodika hodnocení přes referenční budovu a jsou nově stanoveny ukazatele energetické náročnosti. Tato metodika by měla docílit mnohem přesnějšího hodnocení odpovídající skutečnému stavu a provozu budoucí nebo stávající stavby.

Nový vzhled provedení dostává i obsah průkazu energetické náročnosti budovy, jímž zůstává protokol a barevné grafické znázornění energetické náročnosti budov, které zahrnuje sedm klasifikačních tříd v rozsahu A (mimořádně úsporná) až G (mimořádně neúsporná), přičemž novostavby mohou nejhůře spadat do klasifikační třídy C (úsporná), což odpovídá referenční budově.

Budovy užívané orgánem veřejné moci mají povinnost jít veřejnosti příkladem a viditelně umístit grafické znázornění průkazu na stěnu u hlavního vchodu do budovy nebo ve vstupním prostoru uvnitř budovy navazující na hlavní vchod. Také realitní kanceláře mají povinnost sdělit klasifikační třídu energetické náročnosti budovy ve svých inzercích a informačních materiálech. V případě, že tuto informaci realitní kancelář nemá do doby sepsání kupní smlouvy, musí do inzerátů uvést nejhorší možný případ energetické třídy G.

Povinnost zpracování průkazu je v případě:

- výstavby nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy (tzn. změna více než 25% celkové plochy obálky budovy)
- pro budovu užívanou orgánem veřejné moci s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m² od 1. 7. 2013 a plochou větší než 250 m² od 1. 7. 2015
- pro stávající administrativní budovy nebo bytové domy s celkovou energeticky vztaženou plochou: nad 1500 m² od 1. 1. 2015, nad 1000 m² od 1. 1. 2017 a menší než 1000 m² od 1. 1. 2019
- při prodeji budovy nebo ucelené části budovy od 1. 1. 2013
- při pronájmu budovy od 1. 1. 2013 nebo ucelené části budovy od 1. 1. 2016 [6]

Výjimky, při kterých nemusí být průkaz zpracován:

- *„u budov s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 50 m²*
- *u budov, které jsou kulturní památkou, anebo nejsou kulturní památkou, ale nacházejí se v památkové rezervaci nebo památkové zóně, pokud by s ohledem na zájmy státní památkové péče splnění některých požadavků na energetickou*

náročnost těchto budov výrazně změnilo jejich charakter nebo vzhled; tuto skutečnost stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek doloží závazným stanoviskem orgánu státní památkové péče

- *u budov navrhovaných a obvykle užívaných jako místa bohoslužeb a pro náboženské účely*
- *u staveb pro rodinnou rekreaci, které jsou užívány jen část roku a jejichž odhadovaná spotřeba energie je nižší než 25 % spotřeby energie, k níž by došlo při celoročním užívání*
- *u průmyslových a výrobních provozů, dílenských provozoven a zemědělských budov se spotřebou energie do 700 GJ za rok*
- *při větší změně dokončené budovy v případě, že stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek prokáže energetickým auditem, že to není technicky nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provozní účely*
- *u budov zpravodajských služeb*
- *u budov důležitých pro obranu státu, které jsou určeny ke speciálnímu využití*
- *u budov, které jsou stanoveny objektem nebo ve kterých je stanoven objekt sloužící k ochraně utajovaných informací stupně utajení Přísně tajné nebo Tajné*
- *u vybraných budov k zajištění bezpečnosti státu, určených vedoucím organizační složky státu, která je s nimi příslušná hospodařit nebo je užívá*
- *Průkaz se neopatřuje při prodeji nebo pronájmu budovy nebo ucelené části budovy, pokud se tak obě strany písemně dohodnou a jde o budovu, která byla vystavěna a poslední větší změna dokončené budovy na ní byla provedena před 1. lednem 1947.“ [7]*

Průkaz energetické náročnosti budovy může zpracovávat pouze energeticky specializovaná osoba vlastníci oprávnění udělené Ministerstvem průmyslu a obchodu a musí být zapsána v seznamu energetických expertů.

Jak číst průkaz energetické náročnosti

Nová vyhláška nahradí původní vyhlášku č. 148/2007 Sb., podle které se průkazy zpracovávaly do roku 2012. Hodnocení energetické náročnosti se podle ní počítalo méně vypovídajícím způsobem, proto se hodnoty ukazatelů energetické náročnosti nemusejí ani pro stejný dům shodovat. Důvodem změny byla potřeba jednoznačného výpočtu. Pokud se například v reklamních materiálech budou uvádět hodnoty podle původního průkazu, musejí tak být vždy označeny.

Tato hodnota říká, jak je budova kompaktní. Čím nižší hodnota, tím má budova v poměru ke svému objemu méně ploch, kterými uniká teplo. U stávajících budov již není možné tento faktor změnit. Ovlivnit jej lze při projektování nové budovy ve stádiu architektonického návrhu. Hodnota faktoru se běžně pohybuje zhruba mezi 0,2 (velmi kompaktní budova) a 1,2 (nekompatní budova).

Celková dodaná energie je hlavním ukazatelem energetické náročnosti budovy. Zjednodušeně řečeno se jedná o energii, která vstupuje do budovy nebo v některých případech na pozemek. Jde tedy například o množství elektřiny, které by protékalo elektroměrem při typizovaném užívání domu. Obdobně se může jednat o plyn či dálkové teplo. V případě pevných paliv, jako je biomasa či uhlí, se jedná o množství energie obsažené v palivu, které vám dovezou do domu. Do dodané energie se také počítá solární zařízení dopadající na sluneční kolektory nebo fotovoltaické panely a energie prostředí, kterou může využívat tepelné čerpadlo.

Všechny měrné hodnoty jsou vztaženy na jeden metr čtvereční energeticky vztažené plochy. Ta je uvedena v záhlaví průkazu.

Černá šipka s bíle vepsanou hodnotou ukazuje vždy stav hodnocené budovy a její zařazení do třídy energetické náročnosti. V případě prodeje či pronájmu jde o stávající budovu, v případě výstavby či renovace jde o hodnotu, kterou dosáhne nová resp. renovovaná budova. Zobrazená měrná hodnota zařazená do příslušné třídy slouží k porovnání energetické náročnosti jednotlivých budov mezi sebou.

Bílá šipka s černě vepsanou zkratkou slova "Doporučení" ukazuje, jak by se mohla zlepšit energetická náročnost budovy realizováním doporučených opatření (pokud jsou stanovená).

Tato část průkazu ukazuje energetickou kvalitu obálky a jednotlivých technických systémů budovy. Z toho lze vyčíst, zda nejvíc energie připadá na vytápění, nebo třeba na osvětlení, a na co se má vlastník soustředit, pokud chce energii a peníze ušetřit. Význam šipek je obdobný jako u hodnocení celkové dodané a neobnovitelné primární energie na první straně průkazu.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vypracován podle zákona č. 406/2008 Sb., o hospodářství energií, a vyhlášky č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSČ, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: _____ m²
 Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
 Celková energeticky vztažená plocha: _____ m²

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vše prokazatelná budovou na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/m ² /rok			
<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	Dop.	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	Dop.
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	XXX
<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	XXX
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	XXX
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	XXX
<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	XXX
<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	XXX	<div style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	XXX
Hodnoty pro celou budovu kWh/m ² /rok		XX	

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanoveno
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střešní:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahy:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizace:	<input checked="" type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Příprava teple vody:	<input checked="" type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Případně opatření je v průkazu vyhodnoceno vzhledem k jejich dopadu na energetický výkon stavby (je-li stanoveno šipkou).

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu kWh/m²/rok

■ Elektřina ze sítě
■ Slunce a energie prostředí
■ Zemní plyn

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Ukazatel	Odhadnutá hodnota	Dílečtí dodané energie					
		Vytápění	Chlazení	Větrání	Operační služby	Teplá voda	Osvětlení
<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	Dop.	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">A</div> Množství nejnižší
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	XXX	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">B</div> Množství nízké
<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	XXX	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">C</div> Množství střední
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	XXX	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">D</div> Množství vysoké
<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	XXX	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké	<div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">E</div> Množství velmi vysoké
<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	XXX	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">F</div> Množství extrémně vysoké
<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	XXX	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší	<div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">G</div> Množství nejnižší
Hodnoty pro celou budovu kWh/m ² /rok		XX	XX	XX	XX	XX	XX

Zpracovatel: _____
Kontakt: _____

Osvědčení č.: _____
Vyhотовeno dne: _____
Podpis: _____

Plocha obálky budovy je součet ploch vnějších stěn, oken, střechy a podlahy domu. Je to tedy plocha hranice, přes kterou uniká teplo do okolí.

Energeticky vztažená plocha je měřena po jednotlivých podlažích vždy k vnějším okrajům obvodových stěn. Je proto větší, než běžně uváděná užitná plocha. Její přesný výpočet stanoví vyhláška. Na energeticky vztaženou plochu se vztáží všechny měrné hodnoty uvedené v tomto průkazu. Měrnou hodnotu daného ukazatele energetické náročnosti lze získat vydělením hodnoty pro celou budovu právě energeticky vztaženou plochou.

Neobnovitelná primární energie zjednodušeně říká, jaký je vliv budovy na životní prostředí. Tedy kolik neobnovitelné energie dodáme, aby se do budovy dodala třeba elektřina. Pokud do budovy dodám 1 MWh elektřiny ročně, pak potřebujeme 3x1 MWh primární energie k její výrobě (protože elektrárny fungují s určitou účinností). Naopak pokud využíváme solární energii, pak na 1 MWh dodané energie nepotřebujeme žádnou neobnovitelnou primární energii (ta je tedy 0 MWh).

Vynásobením měrných hodnot energeticky vztaženou plochou získáme výsledné hodnoty pro celou budovu. Ty odpovídají jejímu typizovanému užívání. Pokud budeme přetápět nebo přijde tuhá zima, pak skutečná spotřeba uvedené hodnoty převyšuje. Pozn.: hodnoty pro celou budovu jsou v megawatthodinách, kdežto měrné hodnoty jsou v kilowatt hodinách na metr čtvereční za rok. Jedna megawatthodina je tisíc kilowatt hodin.

Zde je vidět, zda zpracovatel stanovil doporučená opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy. Ze zákona má tuto povinnost pouze u větší renovace, nicméně vlastník budovy si tuto službu může objednat i v ostatních případech. Podrobný popis opatření je v několikastránkovém protokolu, který vždy doprovází grafickou podobu průkazu.

Podle tohoto grafu si vlastník budovy či zájemce o její koupi nebo pronájem může udělat představu o ročních nákladech na energii při jejím typizovaném užívání. Hodnoty dodané energie za rok podle jednotlivých tzv. energonositelů si jednoduše vynásobí běžnou cenou megawatthodiny. Cena energie se liší podle dodavatele a tarifu, lze ji dohledat například v poslední fakturu. Pro položku „Slunce a energie prostředí“ se pak hodnota přirozeně násobí nulou.

Zpracovatel průkazu získává svou autorizaci od Ministerstva průmyslu a obchodu. Musí mít příslušné vzdělání, zkušenost a projít úspěšně zkouškou. Při chybně zpracovaném průkazu mu hrozí odebrání autorizace a pokuta. Ke svému podpisu nemusí dávat razítko, k příslušné autorizaci se žádné nepřiděluje. Pokud je razítko otřeseno, jde o osobní razítko nebo razítko související s jinou odbornou činností zpracovatele. V případě pochybnosti lze jméno zpracovatele ověřit podle čísla osvědčení na internetových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu.

Pozn.: Uveden je vzor průkazu energetické náročnosti

Obrázek 4 Jak číst průkaz energetické náročnosti budovy

(Zdroj: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/47812/58821/617435/priloha002.pdf>)

V mnoha případech je pojem průkaz energetické náročnosti budovy zaměňován s pojmem energetický štítek obálky budovy. Energetický štítek obálky budovy je zaměřený pouze na hodnocení úrovně tepelně izolační obálky budovy pomocí ukazatele, který se nazývá průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$W/(m^2 \cdot K)$] a neříká nic o celkové energetické náročnosti budovy. Obsahuje protokol a grafické barevné znázornění výsledků, které je hlavním důvodem pro zaměňování s PENB. Důležité je, že energetický štítek obálky budovy je nedílnou součástí průkazu energetické náročnosti budovy a povinnou součástí energetického auditu, ale jako samostatný dokument je v podstatě nepoužitelný.

Zpracovatel energetického štítku nepotřebuje pro vypracování žádné speciální oprávnění v oboru energetiky, stačí autorizovaný inženýr nebo technik v oboru pozemní stavby, technika prostředí apod.

4.4.2 Energetický audit

Energetickým auditem se rozumí vypracovaná písemná zpráva, jejíž obsah slouží pro odborné vyhodnocení efektivního využívání energie daného objektu. Cílem je zhodnocení stávajícího stavu využívání energií budovy a následný návrh opatření, které dosáhnou optimální úspory energií z ekonomického, ekologického a technického hlediska.

Energetický audit se zpracovává především pro větší budovy a výrobní provozy s vyšší spotřebou energie (kde to vyžaduje zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií), pro získání dotace nebo úvěru na modernizační projekt budovy a může být zpracován i jako podklad pro plánovanou rekonstrukci budovy.

Energetický audit musí být zpracováván podle zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, související vyhláškou č. 213/2001 Sb. a její novelizací č. 425/204 Sb. a může být zpracován pouze odpovědnou certifikovanou osobou (energetickým auditorem), která je zapsána v seznamu energetických expertů a vlastní osvědčení Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. [8]

4.4.3 Energetický posudek

Jedná se o nově zavedený typ dokumentu, který je definován v novele zákona o hospodaření energií č. 318/2012 Sb.: *"Energetický posudek je písemná zpráva obsahující informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení."* [9] Zjednodušeně řečeno se dá energetický posudek chápat jako úzce zaměřený energetický audit, který není tak rozsáhlý a je méně náročný z hlediska pracnosti





a také i po finanční stránce. Energetický posudek v žádném případě nemůže nahradit energetický audit a lze ho vidět v několika typech zpracování, podle zákonem vymezené oblasti a to 5 oblastí povinných a 5 oblastí doporučených pro vypracování.

Stejně jako u energetického auditu, může být zpracován pouze odpovědnou certifikovanou osobou, která je zapsána v seznamu energetických expertů a vlastní osvědčení Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

4.4.4 Finanční podpora

Velkou motivací pro rozhodnutí začít s rekonstrukcí nebo novostavbou za daných zpřísněných podmínek na obálku budovy a využití ekologičtějšího technického zařízení budov využívající obnovitelné zdroje energie se staly dotační programy. Již dnes běží v plném proudu velké množství dotačních programů zacílených na všeobecné zlepšení životního prostředí a většina z nich má přinejmenším jednu prioritní oblast zaměřenou na snížení energetické náročnosti budov. Níže jsou stručně popsány jedny z nejznámějších a nejrozšířenějších dotačních programů využívaných v České republice. Více druhů, možností, podmínek, výše podpor a podrobných informací o investičních a neinvestičních programech lze nalézt na portálech <http://www.renovujdum.cz/> a <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/>.

Tabulka 3 Přehled programů podpory dotací v České republice

Situace v České republice		ŠANCE PRO BUDOVY			
	 Rodinné domy	 Bytové domy	 Veřejné budovy	 Komerční budovy	
Renovace Praha	Nová zelená úsporám	Nová zelená úsporám	OPŽP OP Praha		
Renovace mimo Prahu	Nová zelená úsporám	IROP	OPŽP	OP PIK	
Novostavba	Nová zelená úsporám	Nová zelená úsporám	OPŽP (mimo Prahu)	OP PIK (mimo Prahu)	
Výměna zdroje	OPŽP (kotlíkové dotace) Nová zelená úsporám	IROP Nová zelená úsporám	OPŽP	OP PIK (mimo Prahu)	
Ostatní		Panel 2013+ Jessica (IPRM)	Efekt	Efekt	

(Zdroj: Šance pro budovy - http://www.renovujdum.cz/assets/pdf/Tabulka_A3_CZ.pdf)

Operační program Životní prostředí 2014 - 2020

Tento program navazuje na předchozí Operační program Životního prostředí 2007-2013, ale oproti první vlně dotačního programu došlo ke snížení podporovaných aktivit. „Hlavním cílem Operačního programu Životní prostředí 2014-2020 je ochrana a zajištění kvalitního prostředí pro život obyvatel České republiky, podpora efektivního využívání zdrojů, eliminace negativních dopadů lidské činnosti na životní prostředí a zmírňování dopadů změny klimatu.“ [10] Program je rozdělen do pěti prioritních os se svými specifickými podprogramovými cíli podle zaměření dané prioritní osy. Prioritní osy jsou rozděleny do těchto kategorií:

- 1) Čistota vody – zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní
- 2) Kvalita ovzduší – zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech
- 3) Zpracování odpadu – odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika
- 4) Ochrana přírody – ochrana a péče o přírodu a krajinu
- 5) Energetické úspory

Řídícím orgánem Operačního programu Životního prostředí 2014-2020 je Ministerstvo životního prostředí, zprostředkujícími subjekty jsou Státní fondy životního prostředí ČR a Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a cíleno je na celé území České republiky.

Pod druhou prioritní osou zaměřenou na kvalitu ovzduší a prvním specifickým cílem „Snížit emise z lokálního vytápění domácností podílející se na expozici obyvatelstva nadlimitním koncentracím znečišťujících látek“ [11] je ukryty všeobecně známější název Kotlíkové dotace. Jedná se o celorepublikový dotační program, který si spravují jednotlivé kraje samostatně a je zaměřený na výměnu nevyhovujících kotlů (nejčastěji na uhlí) za moderní a ekologičtější způsob vytápění pro rodinné domy.

Program Nová zelená úsporám

Jedná se o program Ministerstva životního prostředí, zprostředkujícím subjektem je Státní fond životního prostředí ČR a cíleno je na rodinné domy na území celé České republiky a také na bytové domy pouze na území hlavního města Prahy. Dotační program Nová zelená úsporám „podporuje energeticky úsporné rekonstrukce rodinných domů a bytových domů, výměnu nevyhovujících zdrojů na vytápění a využívání obnovitelných zdrojů energie. Představuje ekonomicky nejlepší prorůstové opatření pro českou ekonomiku, pro rozvoj podnikatelské sféry ve stavebnictví, strojírenství a dalších souvisejících oborech.“ [12]

Program je zaměřen na snížení produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů, čímž se snaží docílit celkového zlepšení stavu životního prostředí. Také podporuje úsporu v konečné spotřebě energií a zlepšení ekonomiky ze sociálního hlediska z pohledu kvality bydlení nebo vzhledu měst a obcí.

Dotační podpora v oblasti pro rodinné domy:

A) Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů

- Zateplení obálky budovy
- Podpora komplexních i dílčích opatření

B) Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností

- Dotace na výstavbu nových velmi nízkoenergetických RD

C) Efektivní využití zdrojů energie

- Dotace na výměnu zdroje vytápění na tuhá fosilní paliva s horší než 3. emisní třídou za ekologicky šetrný a efektivní zdroj
- Dotace na výměnu elektrického zdroje vytápění za systém s tepelným čerpadlem
- Dotace na instalaci zařízení se systémem nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu
- Podpora na využití tepla z odpadní vody [12]

Dotační podpora v oblasti pro bytové domy:

A) Snižování energetické náročnosti stávajících bytových domů

- Zateplení obálky budovy, které lze kombinovat s výměnou neekologických zdrojů tepla a ekologicky šetrný a efektivní zdroj, instalací technologií využívajících obnovitelné zdroje energie a zpětného získávání tepla a další

B) Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností

- Dotace na výstavbu velmi nízkoenergetických bytových domů
- Dotace na výstavbu zelených střech
- Dotace na využití tepla z odpadní vody

C) Efektivní využití zdrojů energie

- Dotace na výměnu zdroje vytápění na tuhá fosilní paliva s horší než 3. emisní třídou za ekologicky šetrný a efektivní zdroj

- Dotace na výměnu elektrického zdroje vytápění za systém s tepelným čerpadlem
- Dotace na instalaci zařízení se systémem nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu
- Podpora na využití tepla z odpadní vody [12]

Program EFEKT 2017 - 2021

„Státní program na podporu úspor energie, tedy " program EFEKT “, vyhláší Ministerstvo průmyslu a obchodu se záměrem podílet se na naplňování Státní energetické koncepce. Jeho realizace a financování bude zabezpečováno v souladu se schválenou dokumentací a v návaznosti na ustanovení § 13 odst. (2) písm. b) zákona č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech, ve znění pozdějších předpisů. Je jedním z nástrojů Ministerstva průmyslu a obchodu k dosažení aktuálního cíle stanoveného evropskou směrnicí č. 2012/27/EU o energetické účinnosti. Program EFEKT je doplňkovým programem k operačním a národním energetickým programům s cílem zvýšit úspory energie.“ [13]

Program EFEKT má vyhrazený rozpočet na celé období maximálně 750 mil. Kč, které plánuje uvolňovat postupně a to 150 mil. Kč ročně. Je rozdělen na dva podprogramy a to na investiční a neinvestiční.

Integrovaný regionální operační program (2014 - 2020)

Jedním z operačních programů České republiky je i Integrovaný regionální operační program (ve zkratce IROP), jehož stanovené působící programové období je 2014 – 2020. Stal se nástupcem za sedm regionálních operačních programů a částečně i Integrovaného operačního programu z předešlého programového období 2007 - 2013. Integrovaný regionální operační program je zaměřený na zkvalitnění infrastruktury, zlepšení veřejných služeb a veřejné správy (podpora sociálního podnikání, energetické podpory bytových domů, zlepšování zdravotní péče a vzdělávání, zpřístupnění kulturních památek, knihoven, muzeí apod.), zajištění udržitelného rozvoje v obcích, městech a regionech a celkově se snaží umožnit vyvážený rozvoj území. Na programové období je vyhrazeno zhruba 17 miliard Kč.

Integrovaný regionální operační program je rozdělen do pěti prioritních os, které jsou rozděleny do těchto kategorií:

- 1) Konkurenceschopné, dostupné a bezpečné regiony

- 2) Zkvalitnění veřejných služeb a podmínek života pro obyvatele regionů
- 3) Dobrá správa území a zefektivnění veřejných institucí
- 4) Komunitně vedený místní rozvoj
- 5) Technická pomoc [14]

V tomto rozsáhlém dotačním programu se snížením energetické náročnosti budov zabývá druhá prioritní osa podporovaných oblastí programu.

Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (2014 - 2020)

„Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost byl schválen Evropskou komisí dne 29. 4. 2015. Je zaměřen na rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace, rozvoj podnikání a konkurence schopnosti malých a středních podniků, energetické úspory a rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních a komunikačních technologií. [15] Řídícím orgánem je Ministerstvo průmyslu a obchodu, zprostředkujícím subjektem je Agentura pro podnikání a inovace. Program je cílen na celé území České republiky kromě hlavního města Prahy. Na programové období je z evropských fondů vyhrazeno zhruba 20,5 miliard Kč.

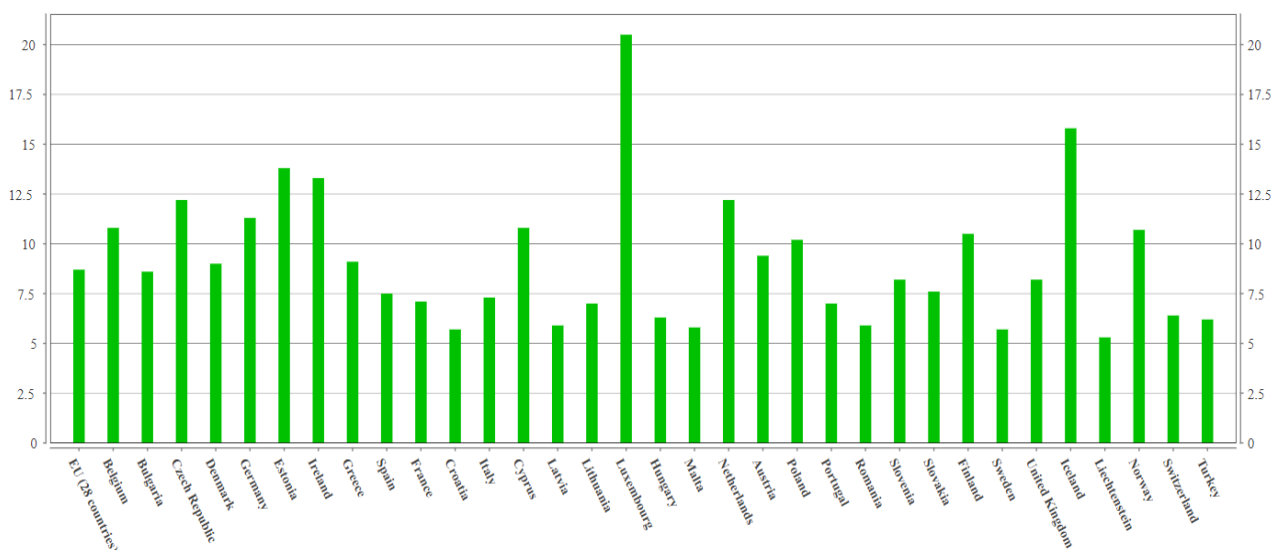
Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK) je rozdělen do pěti prioritních os, které jsou rozděleny do těchto kategorií:

- 1) Rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace
- 2) Rozvoj podnikání a konkurenceschopnosti malých a středních firem
- 3) Účinné nakládání energií, rozvoj energetické infrastruktury a obnovitelných zdrojů energie, podpora zavádění nových technologií v oblasti nakládání energií a druhotných surovin
- 4) Rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních a komunikačních technologií
- 5) Technická pomoc [15]

V Operačním program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost se snížením energetické náročnosti budov z hlediska úspor zabývá třetí prioritní osa podporovaných oblastí s tematickým cílem s názvem Snižování energetické náročnosti ekonomiky.

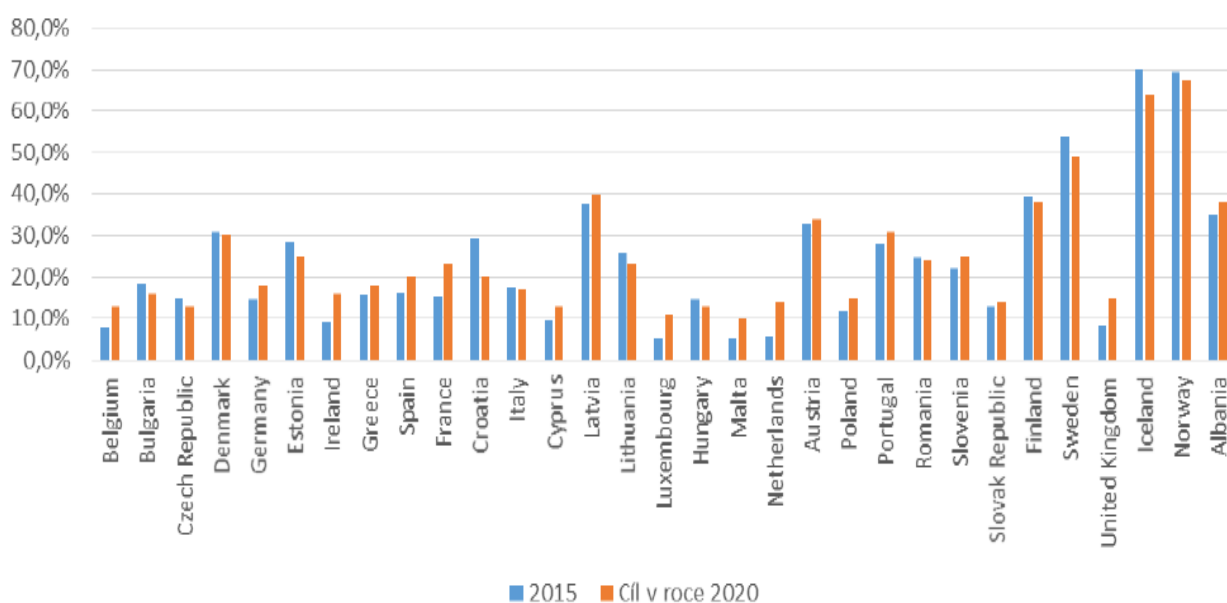
4.5 Porovnání přístupu ČR se zahraničím k implementaci směrnice 2010/31/EU

Jak již bylo zmíněno, bylo čistě na členských státech, jakým způsobem si směrnici 2010/31/EU implementují do své legislativy, aby splnily směrnici stanovené cíle. V níže uvedených grafech a tabulkách je vidět porovnání rozdílného přístupu jednotlivých členských států k implementaci.



Graf 2 Celkové emise skleníkových plynů na obyvatele v zemích EU v roce 2015

(Zdroj: EUROSTAT - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)



Graf 3 Podíl energie z OZE v roce 2015 a závazek k roku 2020 zemí EU

(Zdroj: EUROSTAT - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Tabulka 4 Implementace směrnice do své legislativy podle členských států (1. část)

Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement		EPBD scope of nZEB definition [1]	Numerical indicator	nZEB definition for new buildings		Share of renewable energy	Other indicators	nZEB definition for existing buildings	
			Public	Non-public			Residential buildings	Non-residential buildings			Residential buildings	Non-residential buildings
Austria	✓	OIB Guidelines 6	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	160	170 (from 2021)	Minimum share proposed in the draft of OIB guidelines for all buildings	EP, CO ₂	200	250 (from 2021)
Belgium - Brussels	✓	Amended Decree of 21/12/2007	1/01/2015	1/01/2015	✓	✓	45	~90 [2]	Qualitative	EP, OH	54	~ 108 [2]
Belgium - Flanders	✓	Regulation of 29/11/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	30% PE [5]	40% PE [5]	Quantitative [4]	EP, OH	Under development	
Belgium - Wallonia	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2019	1/01/2019	✓	Under development			Quantitative	EP	Under development	
Bulgaria	Still to be approved	National nZEB Plan, BPIE study	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	~30-50	~40-60	Quantitative	EP	As for new buildings	~30-50
Croatia	✓	Regulation OG 97/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	33-41 [3]	Under development	Minimum share in current requirements for all buildings	EP	ND	Included in the calculation; building needs to comply with class A
Cyprus	✓	Decree 366/2014, Law 210(IV)/2012	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	100	125	Quantitative	EP	✓ As for new buildings	100
Czech Republic	✓	Regulation 78/2013 Coll.	2016-2018 depending on size	2018-2020 depending on size	✓	✓	75-80% [2,5]	90% [5]	Quantitative	EP, TS	✓ As for new buildings	75-80% [2,5]
Denmark	✓	Building Regulations 2010	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	20	25	Qualitative	EP, OH, TS	✓ As for new buildings	20
Estonia	✓	Regulation 68:2012	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	50-100 [2]	90-270 [2]	Quantitative		✗	
Finland	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2018	1/01/2021	✓ [7]	ND			ND		ND	
France	Definition of Positive Energy Buildings under development [8]	Thermal Regulation 2012, National nZEB Plan	28/10/2011	1/01/2013	✓	✓	40-65 [2,3]	70-110 [2,3]	Quantitative [4]	EP, OH, TS	✓	80 [3]
Germany	Under development	KW Efficiency House, National nZEB plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	40% PE [5]		Minimum share in current requirements for all buildings	EP	Under development	55% PE [5]
Greece	Under development	Law 4122/2013	1/01/2019	1/01/2021	ND	ND			Minimum share in current requirements for all buildings		Under development	
Hungary	Under development	Amended decree 7/2006, study by University of Debrecen	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	50-72 [2]	60-115 [2]	Quantitative	EP	Under development	
Ireland	✓	Draft definition in National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	45	~60% PE [5]	Quantitative [4]	CO ₂	Under development	75-150

(Zdroj: BPIE - http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf)

Tabulka 5 Implementace směrnice do své legislativy podle členských států (2. část)

Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement		EPBD scope of nZEB definition [1]	Numerical indicator		Maximum primary energy [kWh/m ²]		Share of renewable energy	Other indicators	nZEB definition for existing buildings	
			Public	Non-public		Residential buildings	Non-residential buildings	Residential buildings	Non-residential buildings			Status of the definition	Maximum primary energy [kWh/m ²]
Italy	Still to be approved (under publication)	Draft of the new EPBD decree	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	Included in the upcoming updated version of the National nZEB Plan [2,3]	95	95	Quantitative	EP, TS	As for new buildings	Included in the upcoming updated version of the National nZEB Plan [2,3]
Latvia	✓	Regulation 383/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	95	95	✓	Quantitative	EP	As for new buildings	95
Lithuania	✓	Regulation STR 2.01.09 :2012	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	Included in the calculation; building needs to comply with class A++	Included in the calculation; building needs to comply with class A++	✓	Quantitative	EP	As for new buildings	Included in the calculation; building needs to comply with class A++
Luxembourg	✓ Details to be fixed	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✗ [6]	✓	Included in the calculation; building needs to comply with class A-A	Included in the calculation; building needs to comply with class A++	✓	Qualitative	EP, CO ₂	ND	
Malta	Under development	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Current values to be revised	40	60		Qualitative	EP	ND	
Netherlands	✓	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	Included in the calculation; building needs to comply with energy performance coefficient = 0			✗	EP	ND	
Norway	Under development	Presentation by Research Centre on Zero Emission Buildings	1/01/2021	1/01/2021	✓	Under development				Minimum share in current requirements for all buildings	CO ₂ (main indicator), EP, TS	ND	
Poland	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	60-75 [2]	45-70 [2]		✗		ND	
Portugal	Under development	Law 118/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	In current requirements for buildings				✗		ND	
Romania	✓	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	93-217 [2,3]	50-192 [2,3]	✓	Quantitative	CO ₂	ND	
Slovakia	✓	Decree 364/2012	1/01/2019	1/01/2021	✗ [6]	✓	32-54 [2]	34-96 [2]	✓	Quantitative	EP	ND	
Slovenia	Still to be approved	Official Journal 17/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	45-50 [2]	70		Under development	EP	Still to be approved	70-90 [2]
Spain	Under development	Decree 235/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	Included in the calculation; it is foreseen that buildings will need to comply with class A			Minimum share in current requirements for all buildings	CO ₂ (main indicator)	Under development	
Sweden	Under development	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	30-75 [2,3]	30-105 [2,3]		✗		ND	
UK (England)	✓ Details to be fixed	National nZEB Plan, presentation by Zero Carbon Hub	1/01/2018 (from 2016 for residential buildings) [9]	1/01/2019 (from 2016 for residential buildings) [9]	✓	✓	--44 (2)	ND	✓	Qualitative	CO ₂ (main indicator), EP, TS	ND	

(Zdroj: BPIE -

http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf)

5 Vývoj tepelně technické koncepce výstavby do roku 2020

Sledování energetické náročnosti budov a kladení důrazu na důležitost tohoto tématu nemá příliš hlubokou historii, oproti jiným zaměřením ve stavebním inženýrství, jako jsou například konstrukční, technické, statické nebo materiálové řešení. S pokrokem technologie a zvyšováním potřeby technického zařízení budov, vznikla i potřeba stanovit základní tepelně technické vlastnosti obálky budovy, které by podpořily účinnost a efektivnost těchto zařízení a tím i provozních nákladů. Důležitým aspektem pro zavedení a rychlost vývoje normativních požadavků na tepelně technické vlastnosti konstrukcí se staly především klimatické podmínky zeměpisné lokality daného státu. Proto jsou například severské státy Skandinávie v trendu zpřísnování těchto požadavků a využívání moderní technologie obnovitelných zdrojů energie výrazně napřed, oproti České republice nebo jiným jižněji situovaným státům Evropské unie. Pro představu je to patrné z tabulky níže.

Tabulka 6 Přehled požadovaných součinitelů prostupu tepla U ve vybraných zemích Evropy z roku 2005

Země	Vnější stěna	Okno	Dveře	Stěna u nevytápěného prostoru	Strop pod nevytápěným prostorem; střecha	Podlaha
Česká republika	lehká: 0,30	nové: 1,7	nové: 1,7	0,60	0,30	0,60
	těžká: 0,38	uprav.: 2,0	uprav.: 2,0			
Česká republika *)	lehká: 0,20	nové: 1,2	nové: 1,2	0,40	0,20	0,40
	těžká: 0,25	uprav.: 1,4	uprav.: 1,4			
Slovensko	0,46	2,0	4,3	0,8 - 2,75	0,30	0,40-0,60
Slovensko *)	0,32	1,7	3,0	0,4 - 1,7	0,20	0,40-0,45
Rakousko	0,35	1,7	1,7	0,50	0,20	0,40
Belgie	0,4 - 0,6	2,5 - 3,5	3,5	0,60	0,4 - 0,6	0,6 - 1,2
Dánsko	0,3	1,5	1,8	0,40	0,15	0,20
Finsko	0,28	1,8	0,7	0,28	0,22	0,22
Francie (EC)	0,39	2,45	1,3	0,39	0,20	0,44
Francie (Elec)	0,28	2,45	1,3	0,28	0,20	0,37
Německo	0,50	1,65	2,0	0,50	0,22	0,35
Řecko	0,60	3,5	3,5	0,70	0,60	0,60
Itálie	0,58	2,75	3,66	0,58	0,75	0,74
Irsko	0,45	3,3	3,3	0,63	0,25	0,45
Lucembursko	0,40	2,0	2,0	0,50	0,40	0,50
Holandsko	0,20 - 0,40	1,5 - 2,5			0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
Norsko	0,22	1,6	1,6	0,22	0,15	0,15
Portugalsko	0,95	4,2	3,5	0,95	0,75	0,75
Švédsko	0,22	1,6	1,6	0,22	0,15	0,15
Velká Británie	0,35	2,2	2,2	0,35	0,16 - 0,25	0,25
Skotsko	0,3	2,2	2,2	0,3	0,16 - 0,25	0,25

*) doporučené hodnoty

(Zdroj: Veverka, Jiří a kolektiv. Stavební tepelná technika a energetika budov. Vysoké učení technické v Brně, 2006. ISBN 80-2014-2910-0.)

5.1 Vývoj tepelně technických norem v České Republice

V roce 1949 se jako první jednoznačně formulovanou normou, kde v úvodní části byly uvedeny technické požadavky na součinitele prostupu tepla daných konstrukcí, stala norma ČSN 1450-1949 „*Výpočet tepelných ztrát budovy při navrhování ústředního vytápění*“.[16] Do té doby se vycházelo z tradiční empirie, kterou představovala hodnota zvaná „cihelný ekvivalent“. Tato hodnota odpovídala tepelně izolačním vlastnostem cihelného zdiva o tloušťce 450 mm, což bylo vzato jako standard. [17]

Druhou normou s platností **od roku 1955 do března roku 1963** byla také technická norma s číslem ČSN 73 0020:1958 „*Obytné budovy*“. Během působení této normy v roce 1961 se vývoj tepelně technické a topenářské normy rozdělil, vznikla samostatná topenářská norma a o rok později vznikla i první samostatná pouze tepelně technická norma s názvem ČSN 73 0540 „*Navrhování stavebních konstrukcí z hlediska tepelné techniky*“, s platností od dubna 1963. Revize této první samostatné normy proběhla dle očekávání poměrně záhy, a to už **v prosinci 1964**, pod novým názvem ČSN 73 0540 „*Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí*“. V platnost vešla v září 1965. [18]

„Po třiceti letech byly v březnu 1977 vydány na svou dobu nebývale přísné požadavky v ČSN 73 0540 „Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Názvosloví. Požadavky a kritéria“ s platností od ledna 1979. Tato norma velmi nadčasově hodnotila kromě jednotlivých vlastností konstrukcí (včetně povrchových teplot a teplotního útlumu) i letní a zimní tepelnou stabilitu, spotřebu energie na vytápění a tepelně ekonomickou tloušťku izolací. Právě přínos a komplexnost požadavků zřejmě pozdržela vydání normy až do doby, kdy bylo třeba reagovat na energetickou krizi. Norma byla totiž připravena již od roku 1972, kdy ve VÚPS Praha vyšly s téměř stejným obsahem dva díly „Směrnice pro navrhování a posuzování obytných panelových budov z hlediska stavební tepelné techniky“. Přestože to nebylo v normě výslovně uvedeno, byla koncipována pro bytové a občanské stavby, jak to následně zmínil Komentář.

Současně s požadavky (a se stejnou účinností) byly poprvé v rámci uceleného souboru tepelně technických norem vydány samostatně – v ČSN 73 0542 „Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Vlastnosti materiálů a konstrukcí“ a ČSN 73 0549 „Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Výpočtové

metody“. [18] **V roce 1980, 1983 a 1986** byly postupně vydány další drobné změny normy.

V roce 1990 vyšlo usnesení vlády ČSFR č. 132/1990, která navýšila hodnoty tepelných odporů o přibližně 50 % u neprůsvitných konstrukcí, o přibližně 27 % snížení hodnoty součinitele prostupu tepla oken a nakonec snížení hodnoty spotřeby tepla na vytápění o cca 21 %. Toto usnesení vlády bylo implementováno do tehdy platné normy ČSN 73 0540: 1977 v podobě změny č. 4, která byla uvedena v platnost od května roku 1992. [17]

Od roku 1995 byl v CEN (Evropská komise pro normalizaci) přijat obsahově rozsáhlý a našim zavedeným zvyklostem velmi podobný soubor evropských tepelně technických norem, který byly povinni přijmout a implementovat do svých norem všechny členské státy Evropské unie. Do našich norem se soubor promítnul pod technickým značením ČSN EN, resp. ČSN EN ISO. Až v **listopadu roku 2002** byla vydána další revize normy pod názvem ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“. Zde bylo patrné promítnutí zpřísněných požadavků na prostup tepla, ale také „došlo ke změně stavebně energetického požadavku - v souladu s tehdy novou vyhláškou se hodnotila měrná potřeba tepla na vytápění e_v a jako způsob vyjádření se doporučoval energetický štítek budovy s využitím *Stupně energetické náročnosti SEN*“. [17] [18]

Od roku 2005 byla vydána změna Z1 k ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“ a zároveň došlo v návaznosti na evropské normy k novelizaci dalších tří její částí 1,3 a 4. Změna Z1 přinesla nové hodnotící veličiny lineární a bodové činitele prostupu tepla, tepelných vazeb mezi konstrukcemi, přibyly požadavky na součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, došlo k úpravě požadavků na průvzdušnost konstrukcí, byl zrušen stupeň energetické náročnosti SEN nahradil ho stupeň tepelné náročnosti STN a nakonec pomocí průměrného součinitele prostupu tepla vznikl požadavek na stavebně energetické vlastnosti budov. [18] **V dubnu 2007** byla vydána další revize druhé části normy v souladu s vazbami na nové předpisy stavebního zákona a dalších platných a závazných předpisů, norem a novel zákonů. Revizí nedošlo k zásadnímu zpřísnění požadavků a norma začala využívat klasifikační ukazatel (CI), který vychází z průměrného součinitele prostupu tepla k hodnocení energetickým štítkem. Tím

jsou pak budovy na základě tohoto parametru zařazeny do klasifikační energetické třídy v rozmezí A až G. [17]

Posledním podkladem pro novelu současné normy ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“, která vyla v říjnu 2011, se stala již zmíněná směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU s průběhem implementace, která byla popsána v kapitole 4.3 Implementace směrnice 2010/31/EU do českých norem.

Pro přehled jsou do tabulky sepsány požadované hodnoty součinitele prostupu tepla na některé základní jednotlivé konstrukce.

Tabulka 7 Vývoj hodnot součinitelů prostupu tepla

	Rok 1962	Rok 1964	Rok 1977	Rok 1992	Rok 1994	Rok 2002		Rok 2005		Rok 2007		Rok 2011		2020
	Norma vydání 1962	Norma vydání 1963	Norma vydání 1977	Norma vydání 1992	Norma vydání 1994	Norma, vydání 2002		Norma, změna 2005		Norma, změna 2007		Norma, změna 2011		Směrnice - ČSN 73 0540-2:2007
	U_n [W/(m ² ·K)]					U_n [W/(m ² ·K)]		U_n [W/(m ² ·K)]		U_n [W/(m ² ·K)]		U_n [W/(m ² ·K)]		U_n [W/(m ² ·K)]
						Požad.	Dopor.	Požad.	Dopor.	Požad.	Dopor.	Požad.	Dopor.	cca (Dopor.)
střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně *	0,67	0,67	0,51	0,33	0,32	0,30 (0,24)	0,20 (0,16)	0,24	0,16	0,24	0,16	0,24	0,16	0,16
podlaha nad venkovním prostorem	0,96	0,96	1,04	0,67	0,32	0,6	0,4	0,6	0,4	0,24	0,16	0,24	0,16	0,16
strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,67	0,67	0,97	0,37	0,33	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
stěna vnější *	1,09	1,08	0,89	0,50	0,46	0,38 (0,30)	0,25 (0,20)	0,38 (0,30)	0,25 (0,20)	0,38 (0,30)	0,25 (0,20)	0,30 (0,30)	0,25 (0,20)	0,2
okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí **			3,70 (4,76)	3	2,9	1,80 (2,00)	1,2 (1,35)	1,7	1,2	1,7	1,2	1,5	1,2	1,2
Podlaha a stěna přilehlá k zemině					0,80	0,60	0,40	0,60	0,40	0,45	0,30	0,45	0,30	0,3

Hodnoty platí pro -15 °C venkovní teploty a +20 vnitřní teploty (platí především pro starší hodnoty)

* Hodnoty pro těžké konstrukce (v závorce pro lehké konstrukce)

** Hodnoty pro novostavby (v závorce hodnoty pro rekonstrukce)

(Zdroj: http://www.mmr.cz/getmedia/e80a3392-2612-4591-8504-73f51cfc96fd/8-2_Analyzy-dopadu-pravnich-predpisu-MMR.pdf)

5.2 Přehled současných typů energetických standardů staveb

„Zorientovat se v nastavení energetických standardů budov není v podmínkách českého informačního prostoru jednoduché ani pro energetického specialistu či architekta, natož pro stavebníka. Vzájemná podobnost některých standardů a jejich časté nesprávné používání v médiích vede ke zmatení a nesprávné interpretaci výsledků.“ [19]

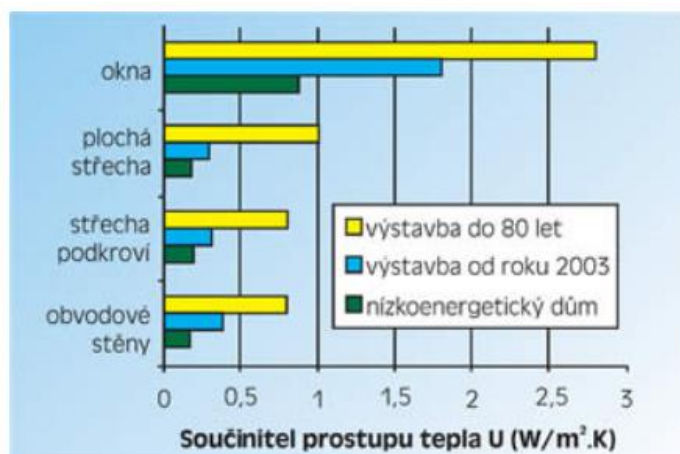
Některé energetické standardy nelze zcela porovnávat, protože jsou definovány jinými technickými kritérii, další jsou definovány na základě odlišných vstupních okrajových podmínek nebo se pro výpočet použila jiná metodika. Stanovení konkrétního

energetického standardu nevychází z reálně naměřených hodnot, ale pouze z vypočítaných čísel, které reálné spotřebě nemusí zcela přesně odpovídat. Z tohoto důvodu je zásadně důležité pro stanovení co nejpřesněji odpovídajícího modelu stanovit přesné okrajové podmínky a metodiku výpočtu. Níže uvedený přehled se snaží stanovit pomyslnou stupnici energetických standardů.

Je nutné upozornit na to, že v podmínkách České republiky není žádný z níže uvedených standardů legislativně závazný a jejich klasifikace je čistě dobrovolná. [19]

5.2.1 Nízkoenergetický standard

Jedná se o vůbec první energetický standard zavedený v České republice, který je definován normou ČSN 73 0540-2: 2011 a technickými normalizačními informacemi TNI 73 0329 pro rodinné domy a TNI 73 0330 pro bytové domy. Nejznámějším charakteristickým znakem pro nízkoenergetický standard je stanovení měrné potřeby tepla na vytápění, která nesmí překročit 50 kWh/(m²a). Dalšími doporučenými požadavky jsou splnění maximální hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$ W/(m²K) a neprůvzdušnosti obálky budovy $n_{50} = 1,5$ 1/h. Pro představu z grafu níže jasně vyplývá, že zavedení prvního energetického standardu se zpřísnil požadavek na součinitel prostupu tepla o víc jak třetinu oproti klasické výstavbě z 80. let.



Graf 4 Typické parametry stavebních konstrukcí

(Zdroj: <http://ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-nizkoenergetickych-domu>)

S tím co se dnes považuje za běžný návrh obálky budovy a technologickým pokrokem výstavby by se dalo říct, že téměř každá novostavba se dá pokládat za nízkoenergetickou, aniž by tak cíleně byla navržena. Z těchto faktů se dá předpokládat, že nízkoenergetický

standard zanedlouho zanikne, vzhledem ke svým nízko nastaveným hodnotám a postupným zpříšňováním legislativních požadavků.

5.2.2 Pasivní standard

Jedná se o zatím nejlépe technicky a konstrukčně vyřešený typ stavby, který se v současné výstavbě již běžně využívá. V dnešní době lze v České republice provést definici a posouzení pasivního domu podle dvou metodik, které jsou od sebe odlišné způsobem výpočtu a požadovanými parametry.

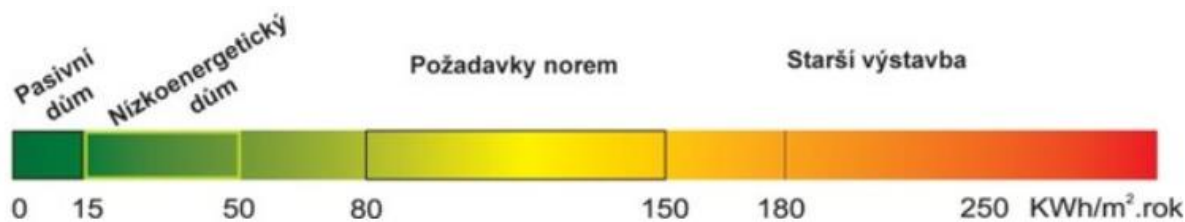
„Pasivní dům podle TNI 73 0329 (TNI 73 0330)

Jedná se o národní metodiku (TNI – technická normalizační informace), která stanovuje jednotný postup hodnocení domů s velmi nízkou energetickou náročností, zejména nízkoenergetických a pasivních domů podle přílohy A ČSN 73 0540-2:2011“. [20]
Tato definice využívá termín *energeticky pasivní standard*, který byl závazkem v některých dotačních titulech programu Zelená úsporám.

„Pasivní dům podle PHPP (plánovací nástroj pro pasivní domy)

Metodika PHPP vznikla v Passivhaus Institutu v německém Darmstadtu a jako první definovala pojem pasivní dům. Návrhový nástroj PHPP (Passive House Planning Package) je v Evropě nejčastěji užívaný nástroj pro optimalizaci návrhu a hodnocení energetické bilance pasivních domů.“ [20]

Obecně však lze definovat základní parametry pasivního domu, které požadují měrnou potřebou tepla pro vytápění maximálně 15 kWh/(m²a) (20 kWh/m²a při hodnocení podle TNI 73 0329 a TNI 73 0330), celkovou roční potřebu primární energie spojenou s provozem nižší než 60 kWh/(m²a) pro obytné budovy a 120 kWh/(m²a) pro ostatní budovy (včetně vytápění, chlazení, ohřevu teplé vody a provozu pomocných a domácích spotřebičů), průměrný součinitel prostupu tepla celkovou obálkou budovy $U_{em} \leq 0,22$ W/(m²K), neprůvzdušnost obálky budovy maximálně $n_{50} = 0,6$ h⁻¹, maximální teplota uvnitř budovy 27 °C v letním období a v neposlední řadě využití řízeného strojního větrání s využitím systému zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu s účinností alespoň 75 %. [19] [20]



Graf 5 Škála energetické náročnosti budov

(Zdroj: <http://ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-pasivnich-domu>)

5.2.3 Dům s velmi nízkou energetickou náročností

Další typ energetického standardu *dům s velmi nízkou energetickou náročností* (stejně jako energeticky pasivní standard) je jednou z možností pro splnění dotačního programu Nová zelená úsporám. V požadavcích se velmi přibližuje k obecným principům návrhu pasivního domu. Musí splnit jednu ze dvou úrovní přísně nastaveného požadavku měrné potřeby tepla na vytápění 20 nebo 15 kWh/(m²a). Oproti výpočtovým metodám pasivního standardu a energeticky pasivního standardu je metoda výpočtu tohoto standardu odlišná a provádí se „v souladu s platnou vyhláškou č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů a s využitím vstupních údajů uvedených v metodických pokynech programu Nová zelená úsporám pro tuto oblast podpory.“ [19]

5.2.4 Energeticky nulový dům a standard blízký energeticky nulovému

Ač by se tak mohlo podle názvu těchto energetických standardů zdát, nejedná se o budovy, které by neměly vůbec žádnou potřebu tepla na vytápění. Jedná se o budovy, které by měly mít parametry nastaveny na úrovni pasivního domu, ale musí být doplněny o technologii, která by měla být schopna pokrýt v ročním součtu spotřebovanou energii.

Požadavky na tento typ budov jsou také stanoveny v normě ČSN 73 0540-2: 2011 a hodnotí se z roční bilance energetických potřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí za předpokladu, že je budova připojena na klasické energetické síť. Vyjádření je v hodnotách primární energie. [21]

- „Úroveň A – do energetických potřeb budovy se zahrne potřeba tepla na vytápění, potřeba energie na chlazení, energie na přípravu teplé vody, pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy, elektrická energie na umělé osvětlení a elektrické spotřebiče.“

- Úroveň B – jako A, ale bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče. “[21]”

Tabulka 8 Základní požadavky na energeticky nulové budovy

Závaznost kritéria →		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A ¹⁾ [kWh/(m ² a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízký nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	≤ 0,35 ¹⁾	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě doporučené $U_{em,rec}$ podle článku 5.3.2 [2].

²⁾ Neobytné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

(Zdroj: ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2 - Požadavky, 4. návrh revize, 2011)

V jiných publikacích je možné se setkat s definicí nulového domu vycházejících z mezinárodních standardů, která říká, že měrná potřeba tepla na vytápění nulového domu má být v rozmezí 0 – 5 kWh/(m²a). Dále má být provedena vynikající tepelná izolace s kvalitními výplněmi otvorů bez tepelných mostů, dodržení preciznosti při navrhování a provedení stavebních detailů, využití solárních tepelných zisků získaných především skrze okna a dalšími požadavky známými pro pasivní domy, pouze se zvýšenými nároky.

5.2.5 Energeticky plusový (aktivní) dům

Zjednodušeně řečeno se jedná o typ nulového domu (nebo pasivního domu v nadstandardní kvalitě), který je vybaven takovým kvalitním technickým systémem, že dokáže vyprodukovat větší množství vlastní energie z obnovitelných zdrojů, než kolik potřebuje na pokrytí vlastního provozu. Nejen že dům není závislý na veřejné elektrické síti, ale naopak přebytek vyprodukované energie dodává do veřejné sítě a prodává jejímu distributorovi. To znamená, že takovýto dům má měrnou potřebu tepla na vytápění 0 kWh/m²a a nezanechává žádnou uhlíkovou stopu během celého svého životního cyklu.

5.2.6 Energeticky nezávislý dům (ostrovní dům)

Jedná se o dům, který dokáže pokrýt veškerou potřebu energie vlastními zdroji bez napojení na veškeré veřejné sítě. Tento typ domu byl původně navržen pro výstavbu

v odlehlých a špatně dostupných oblastech, kde nebyla možnost připojení na veřejné sítě. Postupem času, kdy se téma ekologie a problematika plýtvání s dopadem na životní prostředí stala jedním z nejvíce rozhodujících faktorů ve všech oblastech moderního světa, vznikla úvaha budoucí výstavby ostrovních domů v běžné zástavbě jako možným řešením.

Největším propagátorem tohoto typu staveb u nás se stal populární architektonický projekt s názvem Český ostrovní dům, který v loňském roce získal dvě prestižní ocenění za společenskou odpovědnost a za energetické inovace. Více informací o tomto inovativním projektu lze nalézt na <http://www.ceskyostrovnidum.cz/>.

Nepovinných energetických standardů budov je celá škála, mají podobné nebo zaměnitelné či dokonce zavádějící názvy a je složité se v nich orientovat jak pro odborníky pohybující se ve stavebnictví, natož pak pro laiky. Níže uvedená tabulka stručně shrnuje charakteristiku a předpokládanou hodnotu potřebu tepla na vytápění jednotlivých energetických standardů, které jsou výše podrobněji rozepsány.

Tabulka 9 Zjednodušený přehled pro předběžnou kategorizaci energetického standardu

domy běžné ve 70.-80. letech	současná novostavba	nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům, dům s přebytkem tepla
charakteristika				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]				
většinou nad 200	80 - 140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

(Zdroj: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2?chapterId=1634>)

6 Budovy s téměř nulovou spotřebou energie

Budova s téměř nulovou spotřebou energie (zkráceně nZEB – nearly zero energy building) se stala prvním povinným energetickým standardem, který je v České republice legislativně závazný. Jak už bylo zmíněno v předchozích kapitolách, tento energetický standard vychází ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepracování), která říká, že:

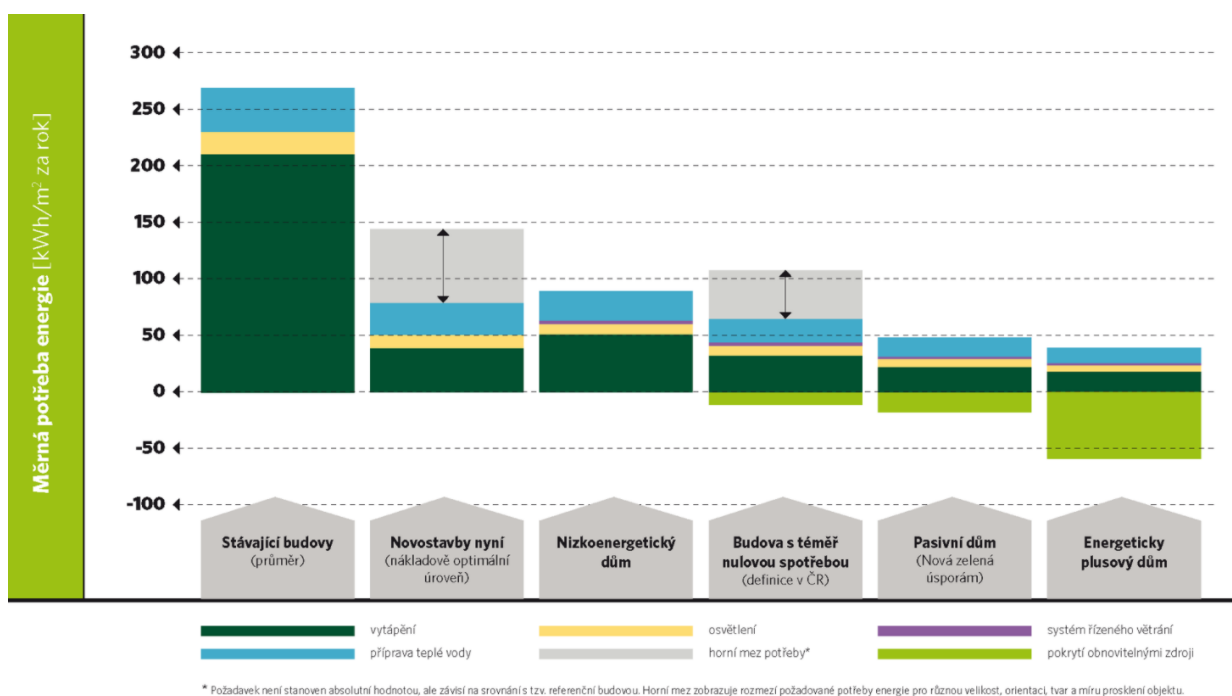
„Je třeba přijmout opatření s cílem zvýšit počet budov, které nejenže splňují současné minimální požadavky na energetickou náročnost, ale jsou i energeticky účinnější, čímž dojde ke snížení spotřeby energie i emisí oxidu uhličitého. Za tímto účelem by členské státy měly vypracovat vnitrostátní plány na zvýšení počtu budov s téměř nulovou spotřebou energie a pravidelně o těchto plánech předkládat zprávy Komisi.“ [1]
A definuje budovu s téměř nulovou spotřebou energie jako budovu, *„jejíž energetická náročnost určená podle přílohy I je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí“.* [1]

Takto nejasně stanovená definice nechává na členských státech, jak si pojmy *velmi nízká energetická náročnost* nebo *téměř nulová či nízká spotřeba energie* a *značný rozsah pokrytí z obnovitelných zdrojů* stanoví a implementují do svých legislativ, což v případě české legislativy se implementace promítla do zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů a technické parametry specifikuje vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.). [19]

Definice v české implementaci nebyla nijak více rozváděna oproti původnímu znění. První pojem *téměř nulová či nízká spotřeba energie* byl formulován pouze jedním kritériem a to redukčním činitelem požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $f_R = 0,7$. Druhý pojem *značný rozsah pokrytí z obnovitelných zdrojů* byl formulován požadavkem na snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanoveným pro referenční budovu ($\Delta e_{p,R}$) v rozpětí 10 – 25 % podle druhu budovy nebo zóny, definované ve zmíněné vyhlášce č. 78/2013 Sb. [19]

Jak již bylo řečeno v předešlé kapitole, vzhledem k odlišným metodikám a vstupním parametrům nelze jednoznačně a přesně porovnávat jednotlivé energetické standardy, přesto se aliance oborových asociací podporující energeticky úsporné stavebnictví

s názvem Šance pro budovy o to alespoň přibližně pokusila. „V následujícím grafu je uvedena orientační měrná potřeba tepla na vytápění, přípravu teplé vody, osvětlení a pomocné energie. Absolutní hodnota požadavku pro novostavbu a NZEB odpovídající měrné potřebě tepla na vytápění referenční budovy může nabývat v závislosti na tvaru budovy, míře prosklení fasád a jejich orientaci velmi rozdílných hodnot, proto je graficky uvedeno jejich běžné rozpětí.“ [19]



Graf 6 Porovnání energetických standardů rodinných domů s nZEB

(Zdroj: <http://www.sanceprobudovy.cz/assets/files/Energeticke%20standardy.pdf>)

Z níže uvedené tabulky je patrné, že představa evropské komise o spotřebě primární neobnovitelné energie budovy je podstatně přísnější, než jak si tuto hodnotu nastavila ve své legislativě Česká republika. Přes to, jak se díky svému nešťastně udělenému názvu může zdát, že jde o budovu s téměř nulovou spotřebou energie, tak svými hodnotami převyšuje spotřebu i nízkoenergetické budovy a nulové spotřebě je na míle vzdálená. A co se týče obnovitelných zdrojů energie, jejich povinné využití je nastaveno jen okrajově. Orientační hodnota požadavku na neobnovitelnou primární energii klesla oproti stávajícímu požadavku na novostavby jen nepatrně a zároveň je to téměř 5x vyšší hodnota, než kterou doporučuje evropská komise pro toto kontinentální klima. [19]

Jelikož se jedná o výpočtovou metodiku pomocí referenční budovy, není projektant při návrhu limitován požadavky na tvarovou kompozici stavby, dispozičním uspořádáním apod., jako je tomu například u pasivních domů. Z tohoto důvodu může být stavba

nevhodně koncipována a už jen svým nevhodným návrhem spadne zbytečně do horší klasifikační třídy energetické náročnosti stavby.

Tabulka 10 Porovnání požadavků jednotlivých energetických standardů

Název energetického standardu budovy	Definice	Orientační hodnota požadavku na potřebu tepla na vytápění (kWh/m ² za rok)	Orientační hodnota požadavku na neobnovitelnou primární energii (kWh/m ² za rok)
Stávající požadavek na novostavby (tzv. nákladově optimální úroveň) dle zákona o hospodaření energií (resp. vyhlášky č. 78/2013 Sb.)	Legislativně závazné hodnocení budov podle průkazu energetické náročnosti s uváděnou třídou A-G nemá parametry stanovené v absolutních hodnotách. Požadavek na novostavby je energetická třída C a závisí na srovnání s tzv. referenční budovou stejného tvaru, orientace a prosklení.	40 - 90 dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 100)	120 - 200 dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 240)
Nízkoenergetický dům	Je označení pro objekt, jehož měrná potřeba tepla na vytápění nepřekročí 50 kWh/m ² za rok.	50	-
Budova s téměř nulovou spotřebou energie dle zákona o hospodaření energií (resp. vyhlášky č. 78/2013 Sb.)	Legislativně závazný požadavek, který nabíhá postupně od 1. ledna 2016 (velké veřejné budovy) do 1. ledna 2020 (všechny budovy, vč. rodinných domů). Přestože je v názvu uvedena „téměř nulová spotřeba“, ve skutečnosti tomu tak není. Často jde o úspornější budovu než je nízkoenergetický dům, někdy to tak ale není.	30 - 70 dle typu a tvaru budovy, část může být pokryta z obnovitelných zdrojů (malé objekty > 80)	100 - 160 dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 200)
Pasivní dům	V ČR tento standard není legislativně závazný. Požadavek je stanoven v absolutní hodnotě podle metodiky Passivhaus institutu v Darmstadtu. Zhruba však odpovídá požadavkům programu Nová zelená úsporám na novostavby.	15, část může být pokryta z obnovitelných zdrojů	≤ 60 v programu Nová zelená úsporám
Budova s téměř nulovou spotřebou - definice na Slovensku	Na Slovensku je budova s téměř nulovou spotřebou legislativně definována jako daleko úspornější, než je tomu v České republice. Požadavek na jejich výstavbu naběhne mezi lety 2018 (veřejné budovy) a 2020 (soukromé budovy).	13, část může být pokryta z obnovitelných zdrojů	≤ 54
Budova s téměř nulovou spotřebou - doporučení Evropské komise	Doporučení EK ze dne 29. 7. 2016 o pokynech na podporu budov s téměř nulovou spotřebou energie.	-	20 - 40 pro kontinentální klima, tedy i ČR
Energeticky plusový dům	Jde o definici, která zatím není nikde legislativně zakotvena. Běžně se jí rozumí pasivní či ještě úspornější dům, který vyrobí z obnovitelných zdrojů umístěných na budově či v jejím bezprostředním okolí více energie, než sám spotřebuje.	< 15, více energie musí pocházet z obnovitelných zdrojů	< 0

Vysvětlivky:

Potřeba energie - Charakterizuje kvalitu návrhu energetického konceptu budovy z architektonického i stavebního hlediska za standardizovaného způsobu užívání bez ohledu na účinnost využití zdrojů energie a využití obnovitelných zdrojů.

Spotřeba neobnovitelné primární energie - Charakterizuje vliv budovy na životní prostředí, tedy celkové množství energie, kterou budova spotřebuje z neobnovitelných zdrojů.

(Zdroj: <http://www.sanceprobudovy.cz/assets/files/Energeticke%20standardy.pdf>)

Všechna výše uvedená fakta jasně naznačují tomu, že definice budovy s téměř nulovou spotřebou v této podobě je nedostačující. Jak bude dále podrobněji vysvětleno,

požadavky stanovené směrnicí sice splňuje, bohužel ale v té nejnížší možné formě. Načež se dá předpokládat, že dojde k navýšení a zpřísnění legislativních požadavků na nZEB směrem k doporučením evropské komisi.

6.1 Definice budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obálky budovy (první část definice)

Prvním požadavkem budovy s téměř nulovou spotřebou energie je *velmi nízká energetická náročnost*, která je definovaná pouze jedním kritériem a to redukčním činitelem požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla f_R , jehož hodnoty znázorňuje tabulka 9. „Hodnota f_R znamená násobek hodnoty U_{em} , které je dosaženo při použití požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 730540-2 a referenční přírážky na vliv tepelných vazeb.“ [22]

Tabulka 11 Parametry a hodnoty referenční budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	f_R	-	1,0	0,8	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla jenzónové budovy nebo dílčí zóny vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	Výpočet dle vyhlášky, vychází z požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540		
Průměrný součinitel prostupu tepla vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	Výpočet dle vyhlášky, vychází z požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540		
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	0,02		

(Zdroj: autorka DP podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

Tabulka 12 Součinitele prostupu tepla konstrukce s redukčním součinitelem f_R

Konstrukce	$U_{N,20} \cdot 1,0$ (požadovaná hodnota)	$U_{N,20} \cdot 0,8$ (požadovaná hodnota snižená o 20%)	$U_{N,20} \cdot 0,7$ (požadovaná hodnota snižená o 30%)	$U_{rec,20}$ (doporučená hodnota)	$U_{pas,20}$ (doporučené pro pasivní domy)
Stěna vnější	0,30	0,24	0,21	0,25	0,18 - 0,12
Střecha do 45°	0,24	0,19	0,17	0,16	0,15 - 0,10
Strop	0,30	0,24	0,21	0,20	0,15 - 0,10
Podlaha	0,45	0,36	0,32	0,30	0,22 - 0,15
Okna	1,50	1,20	1,05	1,20	0,8 - 0,6
Dveře	1,70	1,36	1,19	1,20	0,9

(Zdroj: autorka DP, vlastní přepočítání podle – ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky)

Výchozí hodnota $f_R = 1,0$ platí pro dokončenou budovu a její změnu, což se v nejčastějším případě týká renovace obálky budovy. To znamená, že při dodržení současně platných požadovaných hodnot prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi $U_{N,20}$ a uvažování přírážky na vliv tepelných vazeb $\Delta U_{em,R} = 0,02$, bude požadavek na dokončenou budovu a její změnu splněn.

Výchozí hodnota $f_R = 0,8$ platí pro novou budovu po 1. 1. 2015. To znamená, že požadavek splní dodržení současně platných požadovaných hodnot prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi $U_{N,20}$ a přírážky na vliv tepelných vazeb sníženými o 20 %.

Pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie je stanovena výchozí hodnota $f_R = 0,7$. To znamená, že požadavek splní dodržení současně platných požadovaných hodnot prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi $U_{N,20}$ a přírážky na vliv tepelných vazeb sníženými o 30 %. Z tabulky 10 je jasně patrné, že hodnoty $U_{N,20}$ přepočítané redukčním součinitelem $f_R = 0,7$ téměř přesně odpovídají současně platným doporučeným hodnotám prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi s výjimkou pro okna, která mají výrazně přísnější požadavek.

S nadsázkou se dá říct, že první část definice obálky budovy s téměř nulovou spotřebou energie bude splněna, pokud je obálka navržena na doporučené hodnoty prostupu tepla a jsou použita kvalitní okna s trojskly.

Je nutné upozornit na to, že požadavek redukčního činitele je kladen na průměrný součinitel prostupu tepla. Proto přepočítané hodnoty uvedené v tabulce 10 nemusí být splněny pro každou jednotlivou konstrukci zvlášť. Takže pokud u některé z jednotlivých konstrukcí bude hodnota prostupu tepla horší, musí být naopak na jiné nebo více konstrukcích použila lepší hodnota než $U_{N,20} \cdot 0,7$ tak, aby celkový výsledek průměrného součinitele prostupu tepla byl nižší o požadovaných 30 %. [22]

6.2 Definice budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obnovitelné energie (druhá část definice)

Druhá část definice zavádí pojem *značný rozsah pokrytí z obnovitelných zdrojů*, který je definován ve vyhlášce č. 78/2013 Sb., a je vyjádřen požadavkem na snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanoveným pro referenční budovu ($\Delta e_{p,R}$) v rozpětí 10 – 25 % podle druhu budovy nebo zóny.

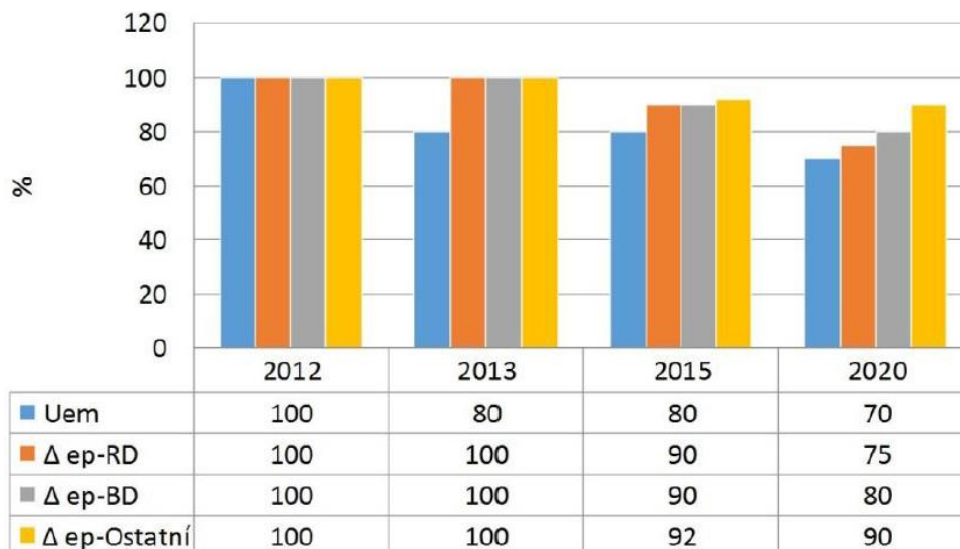
Tabulka 13 Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu

Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1.2015	Nová budova po 1.1.2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanoveným pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
			Bytový dům	3	10	20
		%	Ostatní budovy	3	8	10

(Zdroj: autorka DP podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

„Prakticky to znamená, že výpočet referenční budovy proběhne s patřičnými parametry obálky ($f_R = 0,7$, viz výše) a dalšími vstupy pro referenční budovu (např. účinnost zdroje tepla pro vytápění 80 %, atd.). Takto stanovenou spotřebu primární neobnovitelné energie referenční budovy je následně pro splnění požadavku třeba o $\Delta e_{p,R}$ procentuálně snížit. Snížení je možné dosáhnout například využitím zdrojů energie o nižším faktoru primární neobnovitelné energie nebo o vyšší účinnosti, případně zdrojů obnovitelných nebo alternativních. Daného snížení $\Delta e_{p,R}$ je však možné docílit také dalším zlepšením

parametrů obálky nad rámec minima potřebného pro téměř nulovou budovu, tedy při hodnotách f_R menších nežli 0,7. V některých případech může být dostačující použití hodnot doporučených pro pasivní domy $U_{pas,20}$ bez dalších změn v části TZB oproti referenční budově.“ [23]



Graf 7 Vývoj požadavků na ukazatele energetické náročnosti budovy ve vztahu k výchozímu stavu požadavků v roce 2012. Požadavky roku 2020 odpovídají splnění požadavku na budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

(Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>)

Graf 5 shrnuje výše zmíněné požadavky na ukazatele energetické náročnosti budov v čase, pro různé typy budov. Hodnoty uvedené v grafu pro rok 2020 se na některé budovy vztahují již od dřívějšího data (podle tabulky 14), v závislosti na velikosti energeticky vztažené plochy a vlastníkov. [3]

Tabulka 14 Datum platnosti požadavku pro posuzování budovy v režimu NZEB

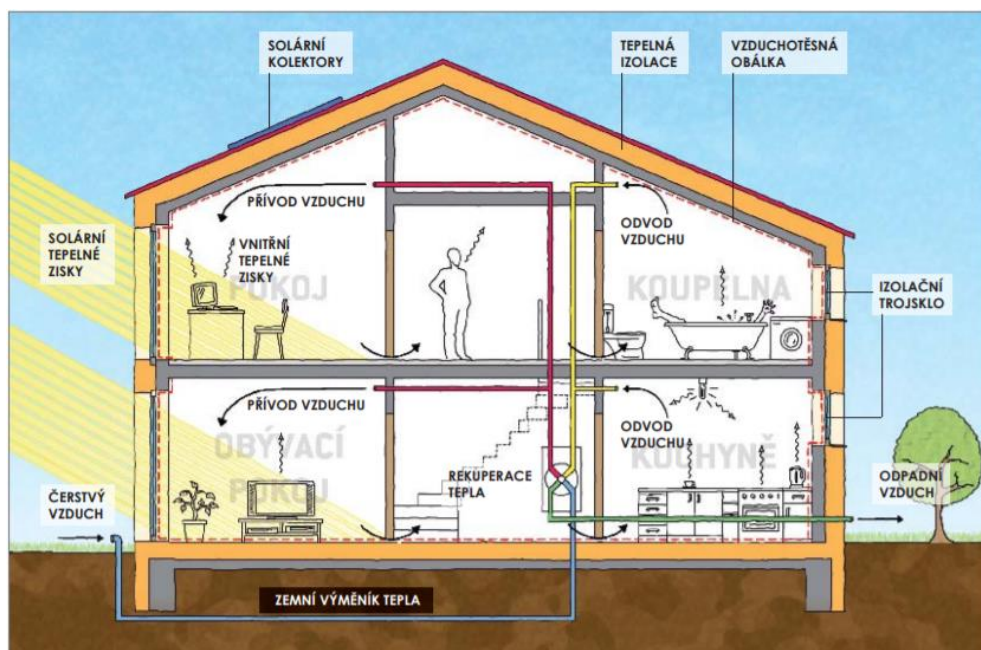
Energeticky vztažená plocha	> 1500 m ²	> 350 m ²	< 350 m ²
Budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci	od 1. 1. 2016	od 1. 1. 2017	od 1. 1. 2018
Ostatní	od 1. 1. 2016	od 1. 1. 2017	od 1. 1. 2020

(Zdroj: autorka DP podle - <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>)

6.3 Zásadní stavebně technické parametry výstavby budov s téměř nulovou spotřebou energie

Vzhledem k tomu, že budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou posuzovány výpočetní metodikou podle referenční budovy, nejsou na projektanta či architekta kladeny požadavky na tvarovou kompozici stavby nebo orientací dispozičního uspořádání místností, na rozdíl od pasivních domů, které mají jasně stanovená pravidla. Jedná se o základní, ale zásadní parametry výstavby, díky kterým může stavba hodně získat, ale při nedodržení těchto pravidel zároveň hodně ztratit a už jen svým nevhodným návrhem může stavba zbytečně spadnout do horší klasifikační třídy energetické náročnosti budovy.

Z přibližného porovnání energetických standardů bylo jasně vidět, že budova s téměř nulovou spotřebou energie, tak jak si jí nastavila Česká republika ve své legislativě, má orientační hodnotu požadavku na neobnovitelnou primární energii větší o více jak polovinu, než je požadováno u pasivního domu. Z toho vyplývá, že pasivní domy jsou v současnosti stále technicky i konstrukčně nejpokročilejším energetickým standardem a čím více se návrh budovy s téměř nulovou spotřebou energie bude držet pravidel pro pasivní domy, tím lepší energetickou třídu bude splňovat. K tomuto účelu slouží takzvané “desatero pasivního domu“, které shrnuje v deseti bodech základní princip správného návrhu pasivního domu.



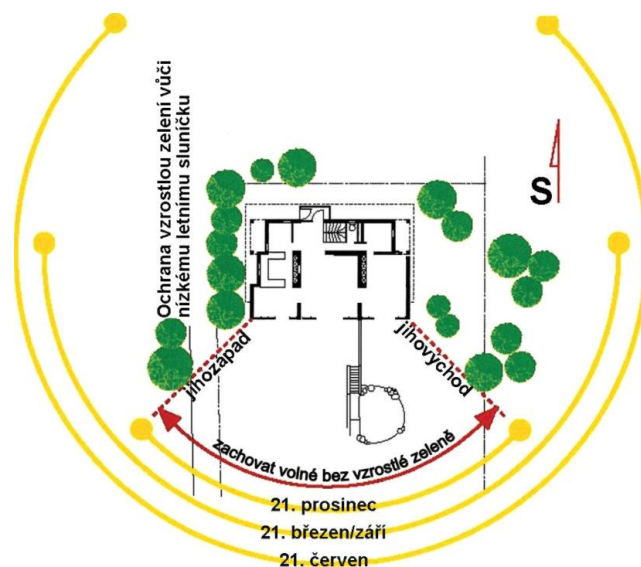
Obrázek 5 Princip pasivního domu

(Zdroj: <http://www.drevostavby.cz/drevostavby-archiv/pasivni-domy/3282-co-jste-mozna-nevedeli-o-pasivnich-domech-1>)

- 1) Volba pozemku – poloha a orientace, zastínění, ...
- 2) Optimalizace tvaru budovy – dodržet poměr A/V (poměr ochlazované plochy budovy vůči obestavěnému prostoru)
- 3) Dispoziční zónování – využití pasívních solárních zisků, orientace pobytových místností na jih a nepobytové části na sever, oddělení doplňkových prostorů
- 4) Nadstandardní nepřerušovaná tepelná izolace
- 5) Energeticky efektivní okna – velikost, umístění a zabudování, využití trojskel a izolačních rámců
- 6) Odstranění tepelných mostů
- 7) Výborná vzduchotěsnost obálky domu
- 8) Řízené větrání s vysoce účinnou rekuperací tepla
- 9) Vhodný návrh primárního zdroje tepla (vytápění, ohřev teplé vody) a doplňkové využití technologií využívající obnovitelné zdroje (tepelné čerpadlo, solární energie, biomasa)
- 10) Kvalitní návrh a provedení stavby, správné užívání, využití úsporných spotřebičů

6.3.1 Orientace a umístění na pozemku

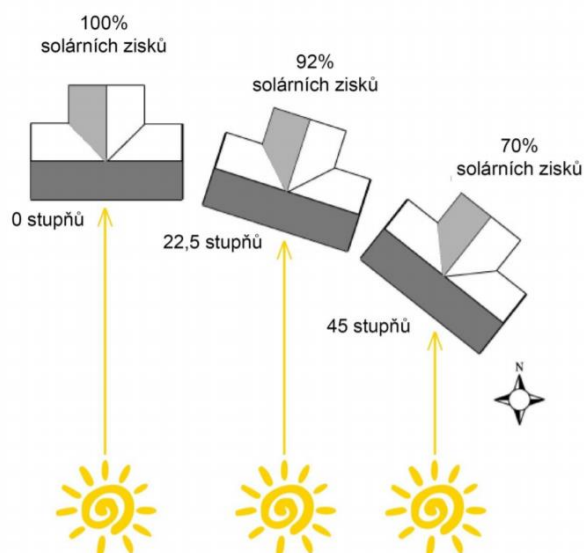
Pro kvalitní návrh je umístění stavby na pozemku velmi zásadní a co se týká energetické úspory, lze tím velmi získat, ale i mnohé ztratit. Jde o složitou záležitost, která je ovlivněna mnoha faktory, jako jsou například tvar pozemku, lokalita, nadmořská výška, okolní zastavěnost atd.



Obrázek 6 Příklad ideálního umístění domu na pozemku

(Zdroj: Martin Žižka, Centrum pasivního domu- <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>)

Na obrázku 6 je znázorněna jedna z možností ideálního umístění domu na pozemku. Stavba je situována v severní části pozemku tak, aby jižní strana objektu nebyla zastíněna okolní zástavbou ani vegetací a mohla přijímat solární zisky z osluněné fasády. Zároveň by měla být značná část jižní (jihozápadní) fasády prosklena, aby k solárním ziskům mohlo docházet v maximální možné míře.

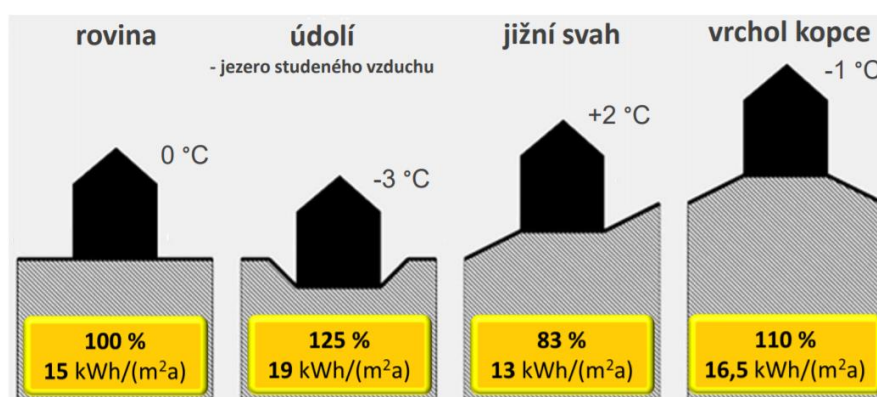


Obrázek 7 Natočení objektu v závislosti na solárním zisku

(Zdroj: M. Čejka a D. Křeček -

<http://energieefektivne.porsennaops.cz/data/files/Budovy%20s%20temer%20nulovou%20spotrebou.pdf>)

Dalším zásadním faktorem je umístění a poloha stavby v terénu. Projektant či architekt dokáže díky správnému návrhu využít terén a polohu pozemku, čímž může ovlivnit bilanci potřeby tepla na vytápění až o 40 % [24], pokud není omezen například řadovou zástavbou a podobnými faktory, které nelze ovlivnit.



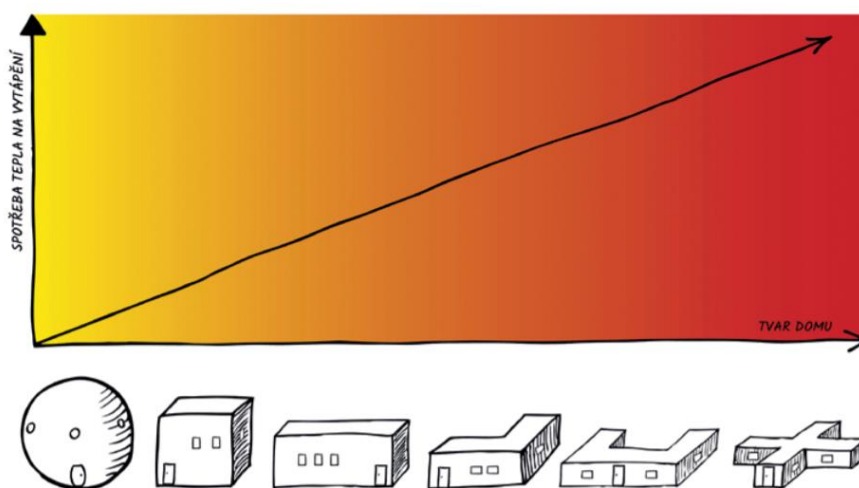
Obrázek 8 Vliv umístění stavby v terénu na potřebu tepla na vytápění

(Zdroj: J. Smola a J. Novák, Centrum pasivního domu - <http://k129.cz/wp-content/uploads/2017/01/tnb-2016-priprava-na-prof.prax-smola.pdf>)

6.3.2 Tvar a dispozice stavby

Základním pravidlem pro navrhování energeticky úsporných domů je dodržení jednoduchého kompaktního tvaru a správně rozvržené dispozice, jak ke světovým stranám, tak i k provoznímu řešení domu. Společně užívané obytné místnosti jsou dispozičně situovány výhradně k jihu, v návaznosti na značně prosklenou fasádu. Zároveň je pro uživatele domu příjemné propojení vnitřního prostředí s výhledem do zahrady. Soukromé obytné místnosti (ložnice, dětské pokoje a pracovny) je vhodné situovat k jihovýchodu a jihozápadu, kde je také zajištěno dostatečné denní světlo a využití solárních zisků. Neobytné, komunikační a technologické místnosti (chodby, schodiště, koupelny, WC, spíže a technické místnosti) se situují zpravidla společně k severu.

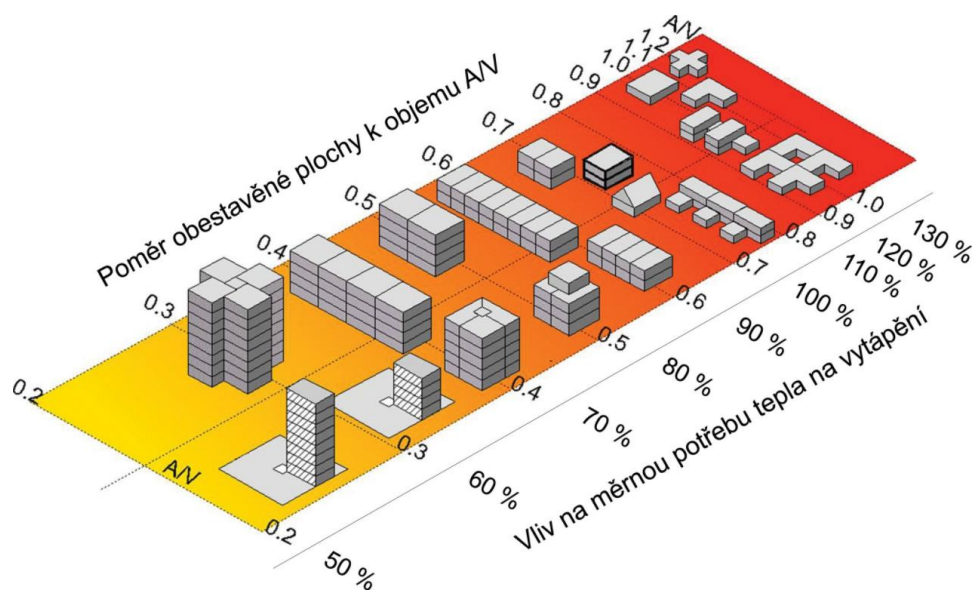
Z čistě fyzikálního hlediska by jako nejvýhodnější tvar stavby dopadla ideální koule, ale tato varianta je z praktického, technického i dispozičního hlediska nereálná. Z tohoto důvodu vychází jako nejvýhodnější reálný tvar stavby krychle a ležatý kvádr. [26]



Graf 8 Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>)

Při návrhu je klíčovým faktorem na budoucí měrnou potřebu tepla na vytápění tzv. poměr obestavené plochy k objemu A/V . Pokud již při návrhu vychází tento poměr nepříznivě, je téměř nemožné tento nedostatek vynahradiť technologiemi. Princip je snadný, při spojení dvou staveb k sobě, mají o dvě ochlazované plochy méně při stejném objemu, než když stojí samostatně. Tento efekt využívá například řadová zástavba nebo bytové domy, u kterých je podstatně snazší dosáhnout hodnot pasivních standardů, než u samostatně stojících rodinných domů. [25] [26]



Obrázek 9 Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění

(Zdroj: GO-SOL - <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>)

6.3.3 Zónování

Správné zónování objektu vychází z dobře rozvržené dispozice, která k sobě slučuje místnosti se stejnou nebo nepatrně rozdílnou vnitřní návrhovou teplotou.

„Základní rozdělení prostor v objektu je na vytápěné a nevytápěné. Vytápěnou a nevytápěnou zónu je nutné důkladně tepelně oddělit. Ve vytápěném prostoru dochází k dalšímu členění, dle účelu místností, provozního režimu a následné regulace vytápění. Abychom se vyhnuli energeticky náročné cirkulaci a zbytečně nenatahovali délku rozvodů, je třeba sdružovat místnosti s potřebou teplé vody. Kuchyň, koupelna a technická místnost by měly být co nejblíže u sebe, případně přímo nad sebou.“ [25]

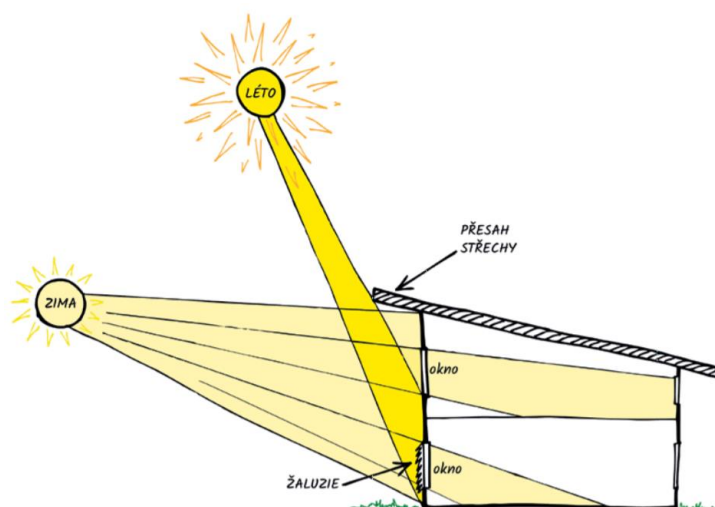


Obrázek 10 Příklad zónování rodinného domu

(Zdroj: M. Urban; ČVUT v Praze, Univerzitní centrum energeticky efektivních budov - <http://docplayer.cz/5545726-Analyza-merene-spotreby-energie-na-vytapani-ve-vazbe-na-vypocet-energeticke-narocnosti-budov-podle-vyhlsky-78-2013-sb.html>)

6.3.4 Zastínění

Využití solárních zisků je zásadní především v zimě, ale také během chladných jarních a podzimních týdnů. V létě bývají solární zisky naopak na škodu a může docházet k nežádoucímu přehřívání interiéru, které výrazně snižuje komfort vnitřního prostředí. Často dochází k mylným představám, že čím více je jižní fasáda prosklená, tím lépe. Ale i to má svá omezení vzhledem k tomu, že kvalitní okna jsou dražší než konstrukce stěny a musí být doplněna stínícími prvky. Prosklení je proto nejoptimálnější do 40 % jižní plochy fasády.



Obrázek 11 Pozice slunce v letním a zimním období

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>)

Stínění je nejčastěji řešeno pomocí většího přesahu střešní konstrukce, ale lze využít i slunolamy nebo nezastřešené pergoly. Další variantou mohou být vnější nebo vnitřní žaluzie, rolety a markýzy, které mají výhodu ve své variabilitě nastavení dle potřeby. Výhodou stínících prvků kromě zabránění letnímu přehřívání je, že se díky zabránění přímému slunci prodlužuje životnost konstrukce oken a fasády. [26]

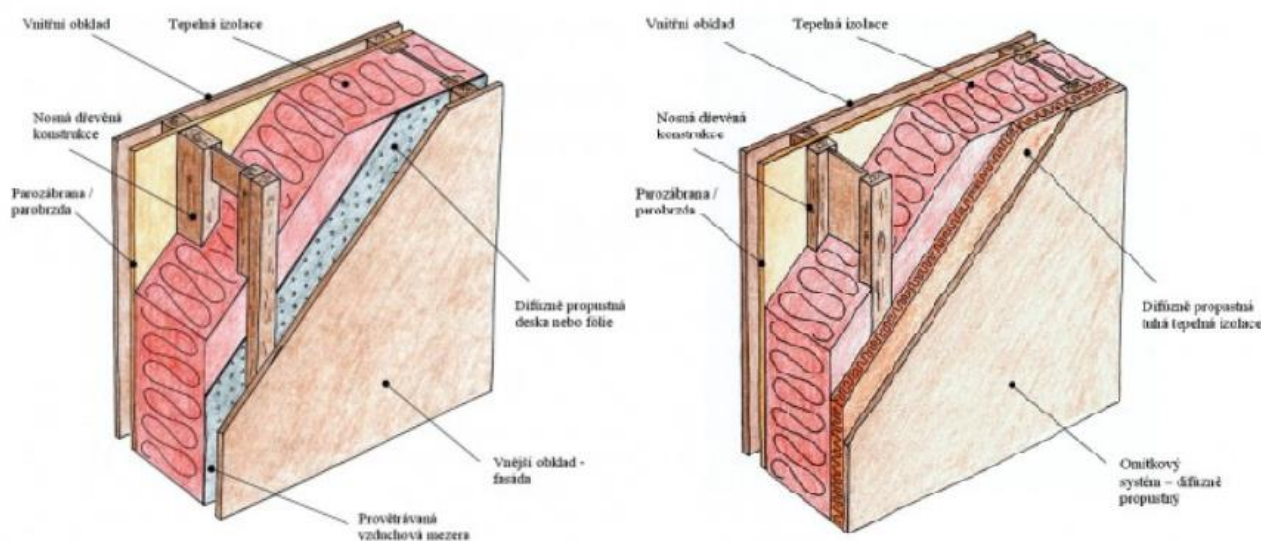
6.3.5 Vhodný konstrukční systém

Pro energeticky úsporné domy lze použít většinu konstrukčních systémů a žádné jedno univerzální řešení neexistuje. Podmínkou je, aby obvodová konstrukce takového domu kladla dostatečný odpor prostupu tepla. Pro všechny konstrukční systémy navíc platí obecný požadavek dosažení požadovaných izolačních vlastností, při co nejmenší tloušťce nosné konstrukce. Konstrukční systému se podle použití materiálu rozdělují do dvou

základních kategorií, a to na lehké a masivní konstrukce. Do lehkých konstrukcí spadají lehké dřevostavby a do masivních konstrukcí se řadí stavby z keramických a vápenopískových cihel, železobetonu ve ztraceném bednění, pórobetonu a masivních dřevěných panelů. Zároveň volba konstrukčního systému ovlivňuje cenu, náročnost a rychlost výstavby. [20]

6.3.5.1 Lehké dřevostavby

Jde o konstrukční systém inspirovaný tradiční výstavbou pocházející z USA, který je sestavován přímo na stavbě. Poznávacím znakem lehkých dřevostaveb je kombinace nosníkových/tyčových/prutových prvků a velkoformátových konstrukčních desek na bázi dřeva. Nosné konstrukce stěn, podlah, stropů a střech lehkých dřevostaveb mohou být tvořeny subtilními dřevěnými sloupky, jednoduchými příhradovými vazníky nebo nejčastěji lepenými I-nosníky, které jsou ukryty uvnitř skladby konstrukce. Těmito prvky je tvořen rošt, do kterého je vkládána tepelná izolace tvořící většinu tloušťky této konstrukce, která je nakonec z vnější strany zaklopena (v nejčastějším případě) difúzně otevřenou velkoformátovou dřevovláknitou deskou. Poslední vrstva je tradičně tvořena buď kontaktním fasádním systémem, nebo provětrávanou fasádou s obkladem. Vhodnou tepelnou izolací do lehkých dřevostaveb jsou materiály s menším difúzním odporem, kvůli možnosti odpařování se vlhkosti směrem ven z jednotlivých vrstev. Takovými materiály jsou izolace na bázi minerálních vln, foukané celulózy nebo jejich přírodní alternativy (lněné, slaměné a konopné izolace). [27]



Obrázek 12 Lehká dřevěná stěna s tepelnou izolací a provětrávanou mezerou (vlevo) a lehká dřevěná stěna doplněná vnější kontaktní tepelnou izolací (vpravo)

(Zdroj: <http://www.nulovedomy.org/prakticke-informace-a-rady-pro-stavbu/druhy-clanek.htm>)

„Výhody lehké dřevostavby

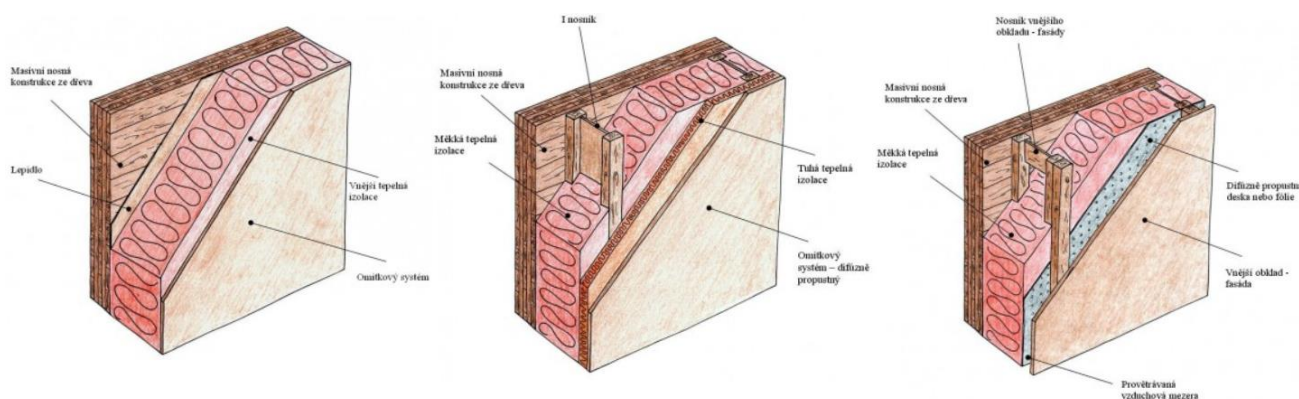
- *Šetrná k životnímu prostředí (při dobrém návrhu a použití vhodných materiálů) – použití přírodního materiálu (dřeva), nízká spotřeba materiálu*
- *Malá tloušťka stěny – tepelná izolace vyplňuje téměř celou tloušťku stěny*
- *Možnost založení stavby na pilotech – bez větších zemních prací, šetrnější k životnímu prostředí, není nutná hydroizolace, protiradonová izolace, odpadá složité zateplování základů, celkově levnější řešení*
- *Stavba nosné konstrukce je méně náročná na přepravu*
- *Minimum mokrých procesů na stavbě*

Nevýhody lehké dřevostavby

- *Nízká schopnost akumulovat teplo (lze částečně zlepšit zděnými příčkami a hliněnými vnitřními omítkami)*
- *Horší tepelná stabilita, může být problém s letním přehříváním místností (možnost zlepšení viz bod výše)*
- *Náročné provedení parozábrany a vzduchotěsnicí vrstvy, nutné pečlivé spojení a přelepení všech spojů*
- *Při porušení parozábrany může dojít k rychlé destrukci nosné konstrukce*
- *Není ověřena mnoholetá trvanlivost lepených a těsněných spojů parozábran*
- *Nižší životnost než u zděných staveb*
- *Horší vnitřní akustika domu“ [27]*

6.3.5.2 Masivní dřevostavby

Moderní masivní dřevostavba v dnešní době už neznamena roubenou nebo srubovou stavbu. Tato tradiční technologie má stále své příznivce, ale už dlouhou dobu je překonaná. Novodobá technologie přísná na energetickou náročnost pracuje s propracovanými dřevěnými panelovými dílci s nosným jádrem tvořeným z lepeného, vrstveného nebo skládaného masivního dřeva. Největší předností masivních dřevostaveb je extrémně rychlá výstavba, protože panelové dílce se na stavbu dovážejí kompletně sestavené z výroby a na místě budoucí stavby se pomocí těžké techniky skládají a montují do konečného tvaru budovy. Tento systém výstavby je často využíván na vícepodlažní budovy, díky své vyšší statické únosnosti a účinnějšímu přenášení vysokých zatížení, než je tomu například u výše popsaných lehkých dřevěných konstrukčních systémů.



Obrázek 13 Novodobá masivní dřevěná stěna s vnějším kontaktním zateplovacím systémem (vlevo), s vnější tepelnou izolací v roštu (uprostřed) a s vnější tepelnou izolací v roštu a provětrávanou fasádou (vpravo)

(Zdroj: <http://www.nulovedomy.org/practicke-informace-a-rady-pro-stavbu/druhy-clanek.htm>)

„Výhody masivní dřevostavby

- Šetrná k životnímu prostředí – použití přírodního materiálu (dřeva)
- Lepší schopnost akumulovat teplo než u lehkých dřevostaveb (ale horší než u zděných staveb)
- Není třeba provádět plošné parozábrany a vzduchotěsnící vrstvy (jako u lehkých dřevostaveb) – tyto je třeba provádět jen v místě spojů dřevěných panelů
- Interiér může být tvořen přímo dřevěným panelem
- Jednoduchost stavby
- Žádné mokré procesy na stavbě

Nevýhody masivní dřevostavby

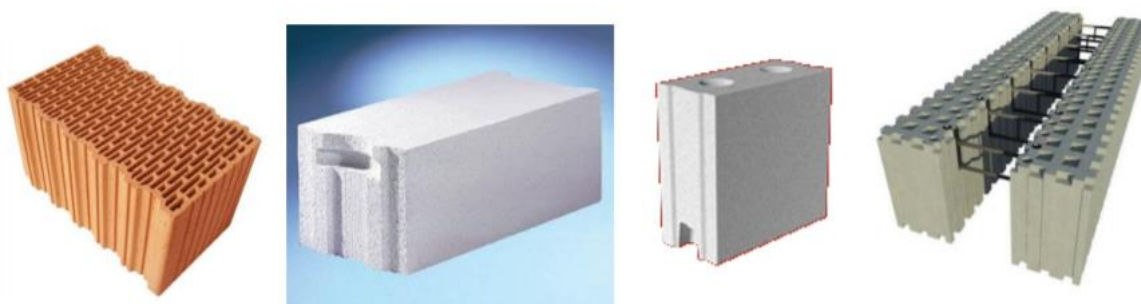
- Větší spotřeba dřeva a energie na stavbu než u lehkých dřevostaveb
- Nutnost provádět parotěsnou a vzduchotěsnou vrstvu / těsnění ve spojích mezi panely
- Nižší životnost než u zděných staveb“ [28]

6.3.5.3 Masivní zděné konstrukce

Největší výhodou tohoto konstrukčního systému je dobrá schopnost akumulace tepla zděné konstrukce při co nejmenší tloušťce stěny skombinované se silnou vrstvou vnějšího zateplovacího systému, který zajišťuje tepelně izolační vlastnosti. Nejčastěji se využívá tloušťka stěny 175 – 300 mm (podle zvoleného zdícího materiálu) a tepelné izolace, které dohromady tvoří tloušťku skladby stěny kolem 500 mm. V současnosti by se dalo uvažovat

i o jednovrstvém zdivu s integrovanou tepelnou izolací v dutinách, ale stavba jako celek by musela být naprosto dokonale provedená bez jediného náznaku tepelného mostu, prostupu nebo zásahu do zdícího prvku tvořící celou konstrukci a to je při výstavbě prakticky i technicky nesplnitelné. Další problém tohoto jednovrstvého zdiva je tloušťka pro dosažení potřebných tepelně izolačních vlastností a jeho vysoká cena.

Materiálů pro nosnou konstrukci energeticky úsporných staveb je na trhu celá škála a od materiálů pro standardní výstavbu se nijak neliší. Nejčastěji jsou využívány pálené a vápenopískové cihly, pórobetonové tvárnice s vyšší objemovou hmotností nebo železobeton ve ztraceném bednění.



Obrázek 14 Zdícíh prvky pro masivní zděné konstrukce

(Zdroj: M. Čejka -

<http://energieefektivne.porsennaops.cz/data/files/Budovy%20s%20temer%20nulovou%20spotrebou.pdf>)

„Výhody

- *Každá vrstva v konstrukci má svoji funkci, kterou výborně plní – masivní zdivo akumuluje teplo, tepelná izolace nepropouští teplo do exteriéru*
- *Tepelně a vlhkostně je namáhána pouze tepelná izolace, nosná konstrukce je maximálně chráněna, prodlužuje se její životnost*
- *Dobrá tepelná stabilita, není problém s letním přehříváním místností*
- *Velmi dobře a jednoduše lze dosáhnout vzduchotěsnosti*
- *Lze vybrat řešení, které je levné*

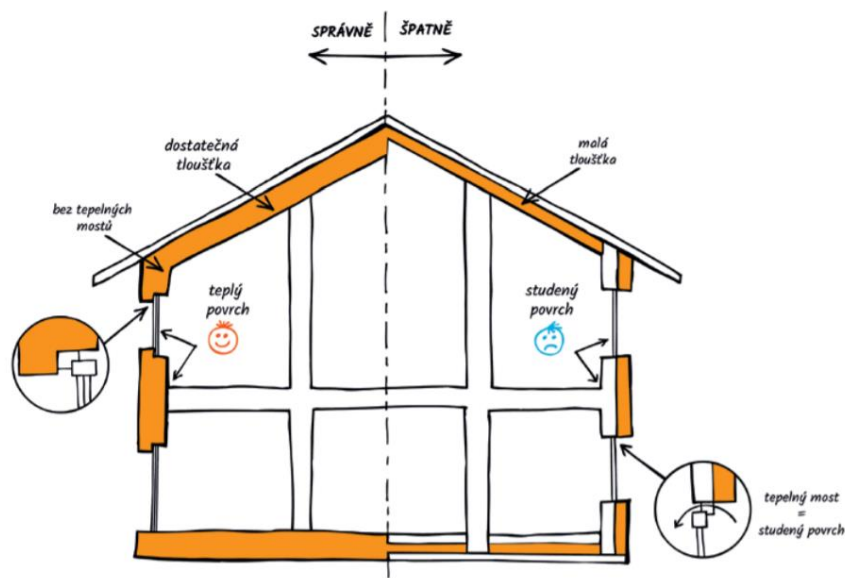
Nevýhody

- *Více mokrých procesů na stavbě*
- *Výroba a stavba masivní konstrukce obvykle vyžaduje více energie a zatěžuje životní prostředí*
- *Stavba masivní konstrukce je náročnější na přepravu, přesuny materiálu“ [29]*

6.3.6 Tepelně izolační obálka budovy

Správně provedená kvalitní tepelně izolační obálka budovy je jednou z nejdůležitějších základních součástí funkčního energeticky úsporného domu, proto se na ní nevyplatí šetřit. Stále se i v dnešní době lze setkat s názorem odpůrců tepelné izolace, kteří tvrdí, že po provedení zateplení „dům nedýchá“ a proto vznikají plísně. Toto tvrzení může platit v případě, pokud jde o špatně navrženou rekonstrukci starého objektu, který ve své době ani nebyl navrhován s ohledem na problematiku energetické úspory. Většinou se v takovýchto případech jedná o zanedbané řešení větrání a nepoučeného uživatele domu, který nově funkční dům neumí správně používat. Poté se opravdu mohou objevit problémy v podobě plísní a podobně.

Novodobá výstavba se řídí úplně jinou filozofií a na funkčnost a provoz stavby má jiný pohled, než tomu bylo v minulosti. Počínaje efektivním návrhem, přes precizní výstavbu, správným užíváním stavby během její životnosti, až po budoucí likvidaci jde především o energetickou a ekologickou úsporu. Z tohoto důvodu lze říct, že z pohledu současné výstavby „dýchání domu“ = tepelné ztráty a tím zásadní problém, vzhledem k tomu, že energeticky úsporné domy mají mít extrémně malou spotřebu tepla a vyrobené teplo si musí důkladně chránit.



Obrázek 15 Správné a špatné provedení tepelně izolační obálky budovy

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>)

Na trhu lze najít celou škálu druhů tepelných izolací z uměle vyráběných nebo čistě přírodních materiálů. Stále v žebříčku oblíbenosti vedou polystyreny a minerální vlny, ale

začínají se stále více využívat i další druhy materiálů jako například drť z pěnového skla, foukaná celulóza nebo i přírodní materiály jako je ovčí vlna, sláma či konopí. Vždy ale samozřejmě záleží na vhodnosti použití materiálu, tloušťce izolantu potřebné pro dosažení vhodného součinitele prostupu tepla a ceně.

Tabulka 15 Porovnání různých druhů tepelných izolací

Typ tepelné izolace	Tepelná vodivost udávaná výrobcem	Tepelná vodivost výpočtová	Faktor difúzního odporu	Součinitel prostupu tepla	Tloušťka izolantu (vypočtená)	Orientační náklady při dané tloušťce izolantu
	(W/m.K)	(W/m.K)	(-)	W/(m ² .K)	(mm)	(Kč/m ²)
	λ_d	λ_u	μ	U	d	
EPS 70 F	0,038	0,039	40-100	0,189	200	500
EPS 70 F šedý	0,032	0,033	40-100	0,189	160	480
Minerální vlna	0,036	0,040	2	0,189	180	960
Celulóza	0,040	0,044	2	0,189	210	410
Dřevovláknité desky	0,050	0,055	1,5	0,189	260	1 400
Sláma	0,054	0,059	2	0,189	280	150
Ovčí vlna	0,045	0,050	1,5	0,189	230	720
Konopí	0,045	0,050	1,5	0,189	230	500
XPS	0,034	0,035	100-200	0,189	180	980
Pěnový polyuretan	0,024	0,025	65	0,189	130	900
Fenolická deska	0,020	0,021	35	0,189	110	1 200
Pěnové sklo - drť	0,070	0,080	70000	0,189	410	410
Vakuová izolace	0,008	0,008	-	0,189	40	4 500

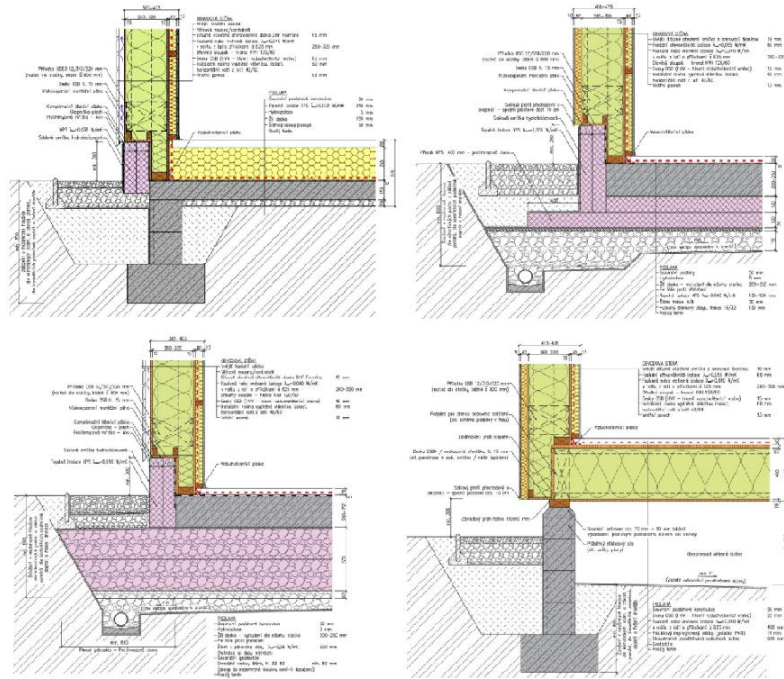
(Zdroj: M. Čejka -

<http://energieefektivne.porsennaops.cz/data/files/Budovy%20s%20temer%20nulovou%20spotrebou.pdf>)

V níže uvedených podkapitolách je sestaven názorný přehled doporučených způsobů izolování jednotlivých konstrukcí s vhodnými tepelně izolačními materiály.

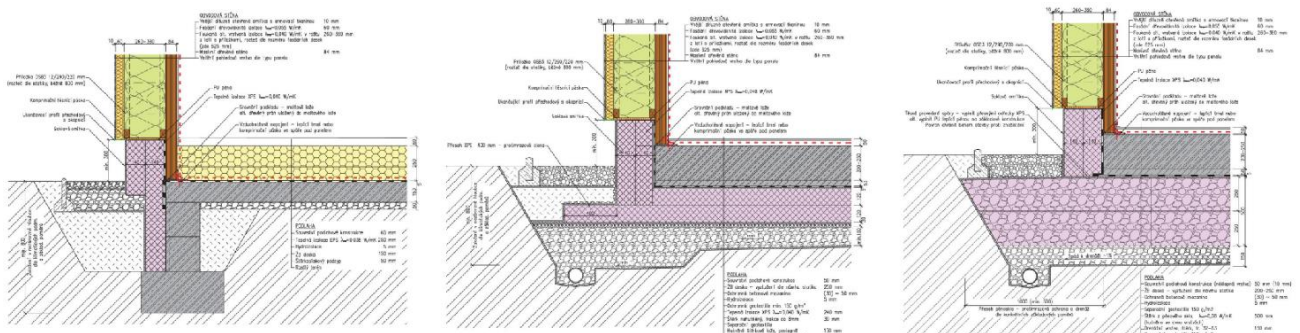
6.3.6.1 Základové konstrukce

Pro zateplení základové konstrukce musí být použity pouze nenasákavé tepelné izolace, protože jsou v neustálém kontaktu se zemí. Nejvhodnějším materiálem pro zateplení základových pasů je extrudovaný polystyren (XPS). Základové desky se mohou také zakládat na únosné vrstvě z extrudovaného polystyrenu nebo na drti z pěnového skla. Výjimkou je speciální způsob zakládání lehkých dřevostaveb nad terénem s provětrávanou mezerou pod podlahou (crawl space), která slouží pro odvod vlhkosti a snadný a přístupný rozvod instalací. U tohoto způsobu založení nemusí být tepelná izolace z nenasákavého materiálu, protože není v přímém styku se zemí. Níže jsou uvedeny vhodné způsoby zateplení základových konstrukcí pro jednotlivé konstrukční systémy a druhy založení.



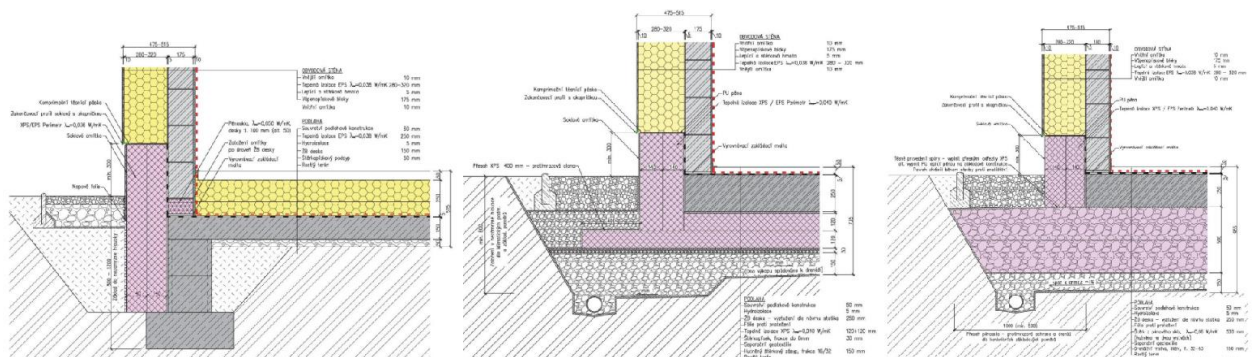
Obrázek 16 Vhodné způsoby založení lehkých dřevostaveb

(Zdroj: Centrum pasivního domu, Konstrukční detaily - <http://www.pasivnidomy.cz/detaily/?filter=category%3D18%252C%26partner%3D152%252C>)



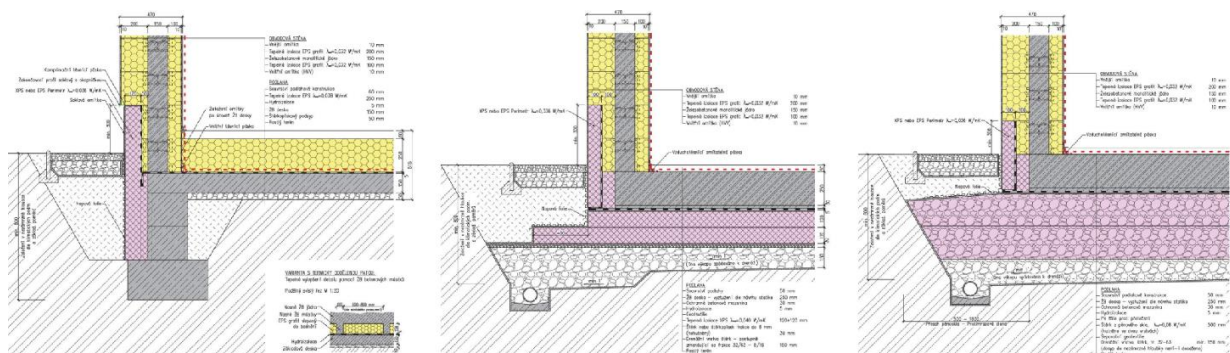
Obrázek 17 Vhodné způsoby založení masivních (panelových) dřevostaveb

(Zdroj: Centrum pasivního domu, Konstrukční detaily - <http://www.pasivnidomy.cz/detaily/?filter=category%3D18%252C%26partner%3D152%252C>)



Obrázek 18 Vhodné způsoby založení masivních zděných staveb (ze zdicích prvků)

(Zdroj: Centrum pasivního domu, Konstrukční detaily - <http://www.pasivnidomy.cz/detaily/?filter=category%3D18%252C%26partner%3D152%252C>)



Obrázek 19 Vhodné způsoby založení masivních zděných staveb (ze ztraceného bednění a monolitické stěny)

(Zdroj: Centrum pasivního domu, Konstrukční detaily - <http://www.pasivnidomy.cz/detaily/?filter=category%3D18%252C%26partner%3D152%252C>)

6.3.6.2 Obvodové stěny

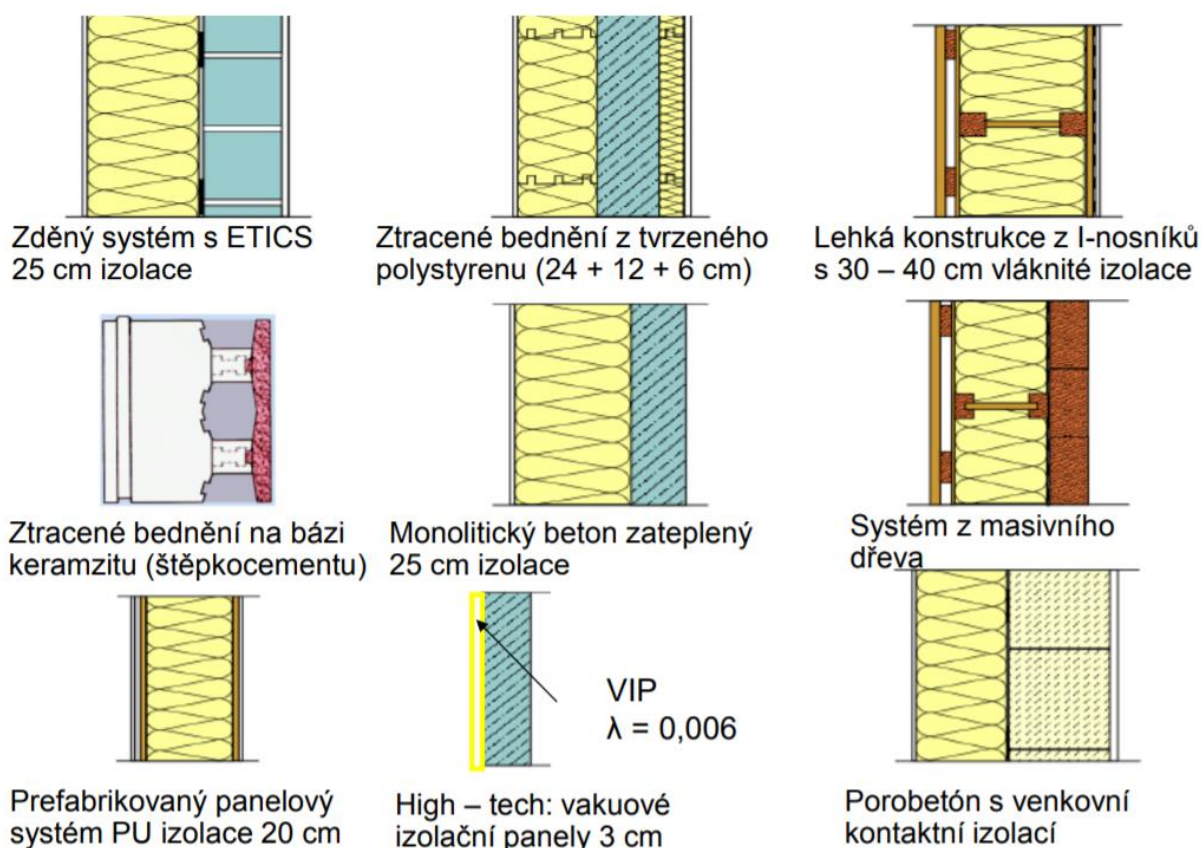
Zateplení obvodových stěn lze rozdělit podle umístění na vnitřní, vnější a uvnitř konstrukce nebo podle způsobu provedení na kontaktní a provětrávané zateplovací systémy. Vnitřní zateplení pro energeticky úsporné stavby není příliš vhodné a je téměř nemožné s ním dosáhnout vysokého kvalitního energetického standardu, protože nelze zabránit veškerým tepelným mostům v konstrukci (napojení stropní/střešní a obvodové konstrukce). Dále nastává problém vzniku kondenzace za vrstvou tepelné izolace na ochlazené stěně a v případě přítomnosti dřevěných konstrukčních prvků to má často za následek jejich rychlou degradaci. Používá se pouze výjimečně a to například u historicky významných staveb, kde je důležité zachování původního vzhledu fasády.

Typickým příkladem pro použití zateplení uvnitř konstrukce jsou dřevostavby. Ať se jedná o lehkou dřevostavbu sestavenou ze sloupků či I-nosníků nebo o masivní dřevostavbu smontovanou z prefabrikovaných panelů, většina tloušťky skladby konstrukce je tvořena právě tepelnou izolací. Pro dřevostavby jsou nejčastěji využívány tepelné izolace na bázi minerálních a skelných vláken nebo také materiály na přírodní bázi, jako jsou dřevovláknité desky, foukaná celulóza a desky z konopí nebo lnu.

Další způsob výstavby, který využívá tepelnou izolaci uvnitř skladby, je konstrukční systém ze ztraceného bednění. V tomto případě musí být použity pouze nenasákové izolační materiály, nejčastěji se využívá polystyren. Zvláštním případem tohoto typu konstrukčního systému jsou tepelně izolační dílce, které zároveň tvoří ztracené bednění pro monolitické železobetonové nosné stěny. Tento systém má výhodu ve své přesnosti, rychlosti výstavby a systémovému řešení detailů. Nevýhodou je omezení rozvodů instalací

ve stěnách a částečné omezení akumulční schopnosti stěny vnitřní tepelně izolační tvarovkou ztraceného bednění.

Z konstrukčního i technického hlediska je nejvhodnější pro energeticky úsporné domy vnější zateplení, u kterého jde celkem bez problémů zabránit tepelným mostům. Nosná stěna je lépe chráněna před atmosférickými vlivy, není vystavena extrémním teplotním změnám a díky tomu nevznikají další nežádoucí vnitřní namáhání. U masivních zděných staveb je neoptimálnější použít nosnou stěnu z keramických a pórobetonových tvárnic do tloušťky 300 mm a doplnit jí silnou vrstvou tepelné izolace. Pro nosné stěny z únosnějších materiálů jako jsou vápenopískové cihly nebo beton, může být použito subtilnější zdivo i pod 200 mm s výhodou nižší celkové tloušťky skladby obvodové konstrukce, což je ekonomicky výhodné. Na vnější zateplení obvodových stěn mohou být použity téměř bez omezení všechny druhy uměle vyráběných i přírodních tepelně izolačních materiálů.



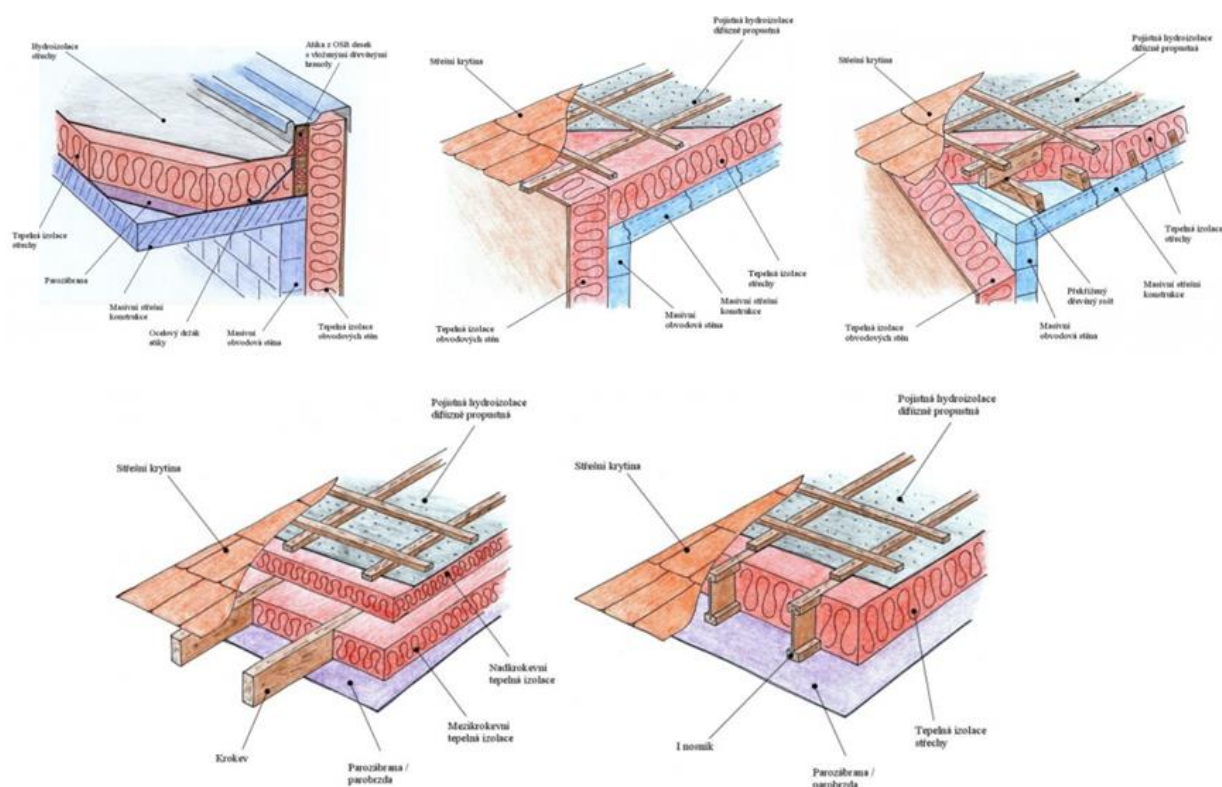
Obrázek 20 Příklady skladeb vnějších stěn pro pasivní domy při $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

(Zdroj: J. Smola a PHI, Centrum pasivního domu - <http://k129.cz/wp-content/uploads/2017/01/tmb-2016-priprava-na-prof.prax-smola.pdf>)

6.3.6.3 Střechy

Pro energeticky úsporné domy lze zvolit téměř jakoukoli střechu, ale důležité je, aby šlo o střechu s malým sklonem do 20°. Nejčastěji jsou použity střechy ploché nebo pultové, u kterých se nízké sklony využívají, ale není výjimkou ani střecha sedlová. V zásadě jde o jednoduchý princip, že čím větší sklon střechy se použije, tím vzniká i větší ochlazovaná plocha, která se musí kvalitně zateplit.

Nejideálnější pro tento typ staveb je plochá střecha, která je méně složitá z konstrukčního hlediska, má nejmenší možné ochlazované plochy a tím i nejmenší náklady na zateplení. Další výhodou je, že na rozdíl od sedlové střechy, plochá střecha není pod svou nosnou konstrukcí omezoována žádnými sklony a může být pod ní využita celá půdorysná plocha.



Obrázek 21 Vhodné způsoby zateplení střešní konstrukce

(Zdroj: <http://www.nulovedomy.org/prakticke-informace-a-rady-pro-stavbu/masivni-zdena-stavba.htm#!prettyPhoto>)

Konstrukce střechy pro energeticky úsporné domy není nijak určena a lze použít kterýkoliv druh konstrukce, který je pro konkrétní stavbu vhodný. Nejvhodnější jsou však masivní stropní konstrukce, které jsou využívány především pro ploché střechy, ale také už dnes není výjimkou šikmá masivní střecha skládaná z nosníků a vložek. Masivní střechy

jsou s výhodou využívány pro svou schopnost akumulovat teplo, stejně jako tomu je u masivní zděné obvodové stěny. Tepelná izolace z obvodové stěny plynule navazuje na izolaci střešní konstrukce a tím je jednoduchým způsobem zabráněno tepelným mostům, které nejčastěji vznikají v místech napojení různých konstrukcí na sebe.

Také u klasických dřevěných krovových a sbíjených vazníkových střešních konstrukcí může být použita částečně nebo plně nadkroevní tepelná izolace, která těmto tepelným mostům na styku konstrukcí zabraňuje. Dalšími způsoby jsou kombinace mezikroevní a nadkroevní izolace nebo mezikroevní a podkroevní izolace. V případě lehké dřevostavby využívající střešní konstrukci z I-nosníků může být použita pouze mezikroevní izolace, díky výhodnému tvaru I-nosníků minimalizující přenos tepla.

Speciálním druhem, se kterým se lze u energeticky úsporných staveb setkat, je střecha pokrytá vegetací, tzv. zelená střecha. Svou vegetační vrstvou chrání střešní plášť před vnějšími vlivy a prodlužuje tak i životnost celé střechy, v létě díky odpařování vlhkosti ze zeminy brání přehřívání a v zimě funguje jako další vrstva tepelné izolace. Bez větších problémů se tento druh střechy používá do sklonu 15°, při větších sklonech musí být aplikováno speciální opatření proti sesuvu vrstev a tím se i zvyšují náklady. Výhody zelené střechy fungují za předpokladu správného odborného návrhu, precizního provedení, dodržení technologického postupu a kázně při výběru vhodných rostlin. [20]

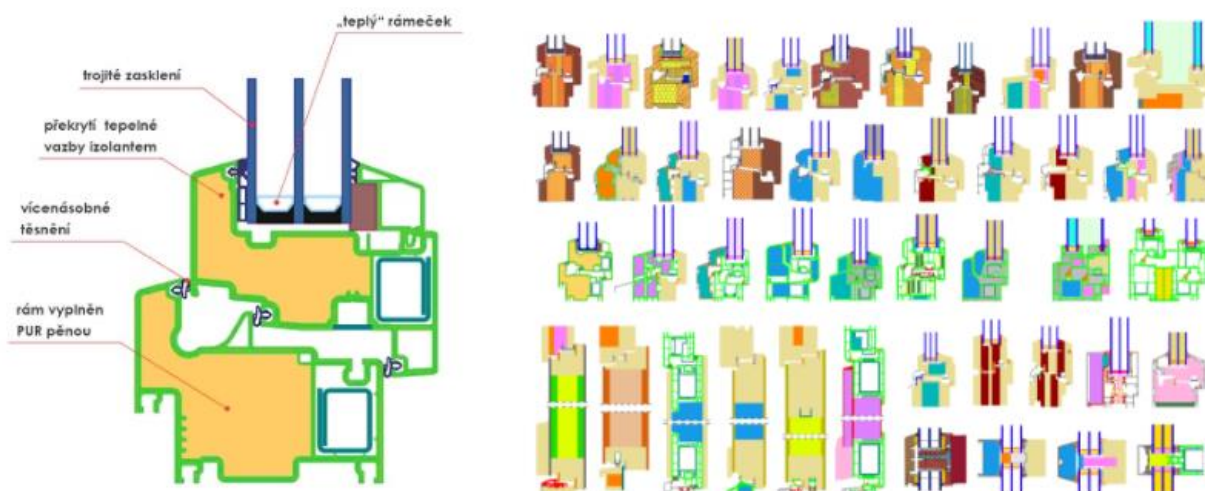
6.3.6.4 Výplně otvorů

U energeticky úsporných staveb jsou výplně otvorů (nejčastěji okna a dveře) jedněmi z nejslabších článků tepelně izolační obálky budovy, přesto že jsou na ně kladeny přísné energetické požadavky. Zároveň musí být funkční a hlavně estetické, protože jsou hlavními architektonickými prvky fasády a významně ovlivňují vzhled celé budovy.

Při pohledu na věc z druhé strany, okna jsou také zdrojem solárních zisků, které jsou během topné sezóny velmi významné a mohou ve značné míře ovlivnit snížení potřeby tepla na vytápění, které by jinak musel zajistit primární zdroj tepla. Při opravdu vhodně optimalizovaném návrhu velikosti, druhu a kvality okna (vzhledem k orientaci domu ke světovým stranám a umístění na pozemku), lze například u pasivních domů solárními zisky pokrýt až třetinu potřeby tepla na vytápění.

Pro nejkvalitnější zasklení oken se nejčastěji používají trojskla, ale existuje i systém, ve kterém je prostřední sklo nahrazeno fólií. Do rámu mezi skly jsou osazeny tepelně izolační

distanční rámečky, prostor mezi skly je vyplněn vzácnými plyny (nejčastěji argon) a v celku se skly musí konstrukce výplně splňovat propustnost slunečního záření nad 50 %. Duté profilované rámy jsou nejslabším místem konstrukce okna, a proto se vyplňují kvalitní tepelnou izolací. Takto provedená konstrukce výplně otvoru dosahuje hodnot $U_g < 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. [30]

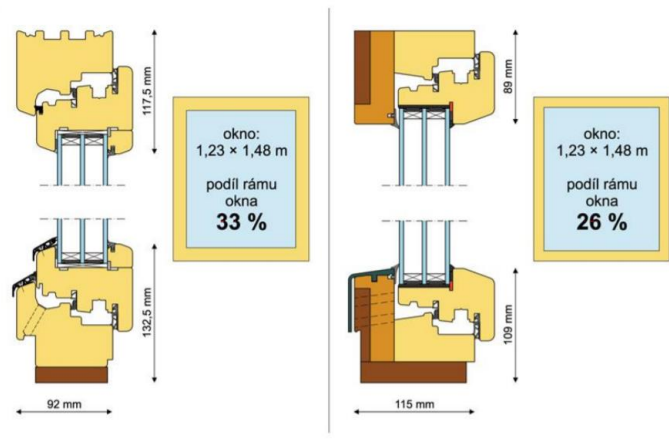


Obrázek 22 Řez oknem a rámy certifikované v Passivhaus Institutu v Německu

(Zdroj: PHI - <http://www.pasivnidomy.cz/okna-a-dvere-pro-pasivni-domy/t385?chapterId=1837>)

„Trendem a budoucností jsou rámy nové generace, které splňují ideálně oba požadavky. Profil rámu je spíše široký a nízký, na rozdíl od profilu klasických rámu, který je úzký a vysoký. Rozdíl zejména v podílu rámu je patrný z obrázku 2. Hlavním rozdílem je záměna viditelných závěsů za skryté kování, které posouvá osu otáčení a otevírání tak nevedí vnitřní ostění okna.

Skryté kování také neprochází rovinou vnitřního těsnění, nedeformuje je a těsnost oken je výrazně vyšší. Výsledkem je také lepší průběh teplot uvnitř rámu okna a neprojevuje se tak výrazně kondenzace ve funkční spáře. Více výrobců se potýká s podobným problémem a následným namrzáním kondenzátu mezi rámem a křídlem. Tomu lze předcházet optimalizovaným řešením geometrie dutin funkční spáry a vhodným umístěním minimálně 3 těsnících rovin. Podobná koncepce nové generace rámu je dnes dostupná ve všech materiálových řešeních, dřevo, plast i dřevohliník. Zajímavý je také fakt, že cena takových oken je jen o málo vyšší než běžných oken.“ [31]



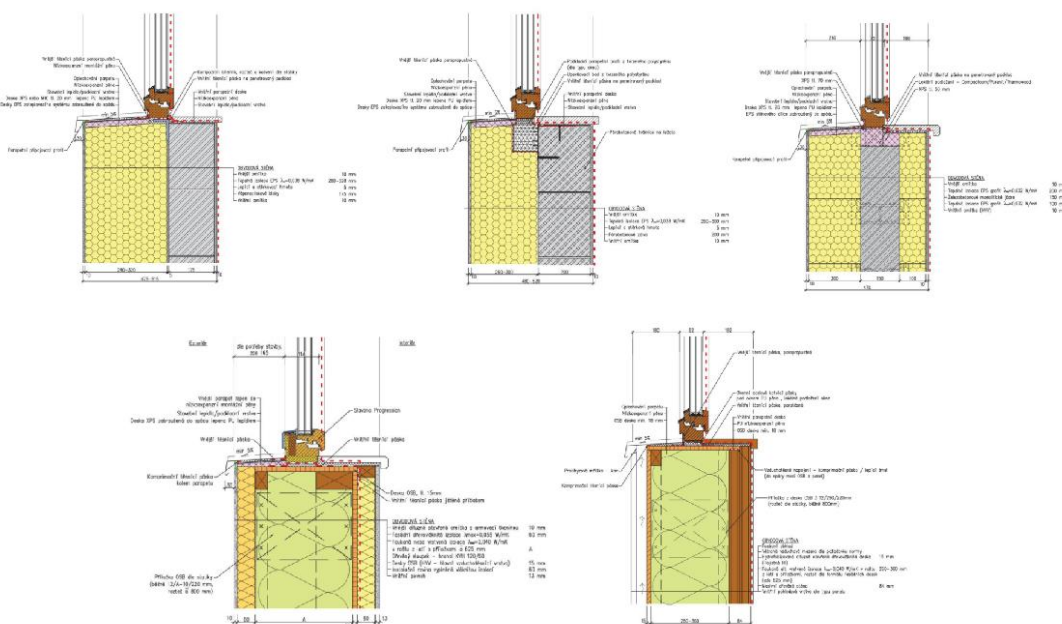
+ 27 % SOLÁRNÍCH ZISKŮ

Obrázek 23 Porovnání běžných okenních ráků $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a ráků nové generace $U_f = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

(Zdroj: M. Čejka, Slavona s.r.o. -

<http://energieefektivne.porsennaops.cz/data/files/Budovy%20s%20temer%20nulovou%20spotrebou.pdf>)

Dalším zásadním pravidlem pro zamezení vzniku tepelných mostů je správné osazení výplní otvorů, které by vždy mělo probíhat v úrovni tepelné izolace budovy. U masivních zděných staveb se osazení provádí pomocí ocelových nebo kompozitních kotev. Dalším způsobem je osazení pomocí dřevěného rámu (“OSB kaslík“), který lze použít u všech druhů konstrukčních systému. Zároveň při osazování nesmí být opomenuto dokonalé provedení vzduchotěsní vrstvy.



Obrázek 24 Doporučené osazení oken pro různé konstrukční systémy

(Zdroj: Centrum pasivního domu, Konstrukční detaily - <http://www.pasivnidomy.cz/detaily/?filter=category%3D32%252C>)

6.3.6.5 Tepelné mosty

Tepelné mosty jsou kritická místa v konstrukci, přes která dochází k vysokému úniku tepla z interiéru do exteriéru, než je tomu v jejich blízkém okolí. Nejčastěji vznikají v místech napojení konstrukcí, u okenních a dveřních rámců, monolitických překladů, prostupů konstrukcí, ve spárách obvodových zdí, kotvení tepelné izolace nebo v rozích budov s nedostatečnou tepelnou izolací. Důsledkem tepelných mostů je vznik kondenzace vlhkosti v konstrukci nebo tepelné izolaci, která následně ztratí svou funkci. Kondenzace vlhkosti může mít také za následek tvorbu plísní, čímž se výrazně snižuje kvalita vnitřního prostředí nebo dokonce může způsobovat zdravotní komplikace uživatelů stavby.

Tepelné mosty jsou zásadním problémem všech staveb a jejich eliminaci se musí věnovat vysoká pozornost od samotného návrhu stavby, přes průběh realizace, až po její dokončení. Nejsnadnějším a nejčastějším způsobem pro kontrolu kvality a odhalení tepelných mostů v konstrukci je termovizní měření. Jde o bezkontaktní způsob měření teplot povrchu konstrukce termokamerou, která pomocí barevné škály odhaluje problematická místa úniku tepla.



Obrázek 25 Tepelné mosty rodinného domu na termogramu

(Zdroj: http://www.termogram.cz/mereni_termokamerou)

„Tepelné mosty mohou být:

- **systémové** – takové tepelné mosty se pravidelně opakují a jejich vliv musí být již v rámci projektu zahrnut do součinitele prostupu tepla konstrukcí. Jde například o krokve, mezi kterými je tepelná izolace v podkroví, o maltové lože u zděných

staveb nebo o různé příčky u tepelně izolačních tvarovek, které jsou určeny pro prolití betonem. Při stavbě domu je velmi důležité kontrolovat, zda dodavatel skutečně provádí stavbu tepelně izolační maltou (jak obvykle předepisuje stavební projekt), nebo zda „šetří“ a používá ke zdění standardní maltu.

- **nahodilé** – tyto tepelné mosty se v konstrukci pravidelně neopakují. Mohou být buď lineární (liniové – například při nesprávném napojení konstrukce podlahy a stěny), nebo bodové (například při prostupu ocelového I-profilu obvodovou konstrukcí nebo ukotvením tepelné izolace).
- **tepelné vazby** – vznikají na styku dvou či více různých konstrukcí. Nejde tedy o klasický tepelný most, kdy je tepelná izolace zeslabena či přerušena jinou konstrukcí, ale ke zvýšenému tepelnému toku dochází v důsledku odlišných vlastností jednotlivých materiálů. Může se jednat například o napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu, napojení stěny na okno, napojení stěny na základy a podobně.“ [20]

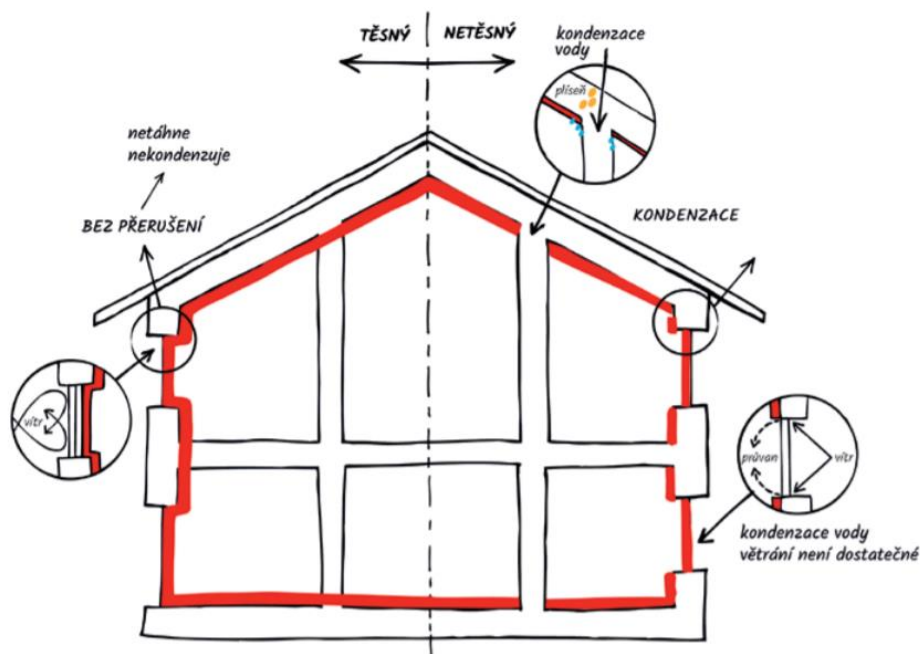
„Tepelné mosty je možné dále rozdělit na:

- **stavební** (napojení dvou konstrukcí, například základu stavby a stěny, stěny a okna či dveří, vstup potrubí)
- **geometrické** (geometrické změny konstrukce, například roh stěn, uskočení)
- **systematické** (v konstrukci se opakující místa s horšími tepelně izolačními vlastnostmi, například krokve mezi izolací ve střeše, maltové lože mezi cihlami)
- **konvektivní** (zde může docházet k přenosu energie přes tepelnou izolaci prouděním, například v netěsných střešních konstrukcích)“ [20]

6.3.7 Vzduchotěsnost

Ještě v dnešní době se lze často setkat s názory, že dům potřebuje dýchat. V současné novodobé výstavbě je opak pravdou. Výměna vzduchu nemá probíhat netěsnostmi, ale v nejlepším případě nuceným větráním se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu. Aby energeticky úsporné stavby správně fungovaly a dosahovaly efektivní energetické úspornosti, je důležité, aby splňovaly vysokou kvalitu neprůvzdušnosti své obálky, která brání nežádoucímu úniku tepla a zabraňuje vzniku kondenzace vlhkosti v kritických místech konstrukce. U dřevostaveb zajišťuje funkci vzduchotěsníci vrstvy vyhovující desky na bázi dřeva (např. OSB) nebo fólie s přelepenými spoji speciálními těsnícími

páskami a u masivních zděných staveb je vzduchotěsnost zajištěna pomocí kompaktní vrstvy omítky bez prasklin. Dále je důležité utěsněné napojení konstrukcí, oken a veškerých konstrukčních prostupů obálkou budovy pomocí vhodných tmelů, fólií nebo těsnících pásek. [20]



Obrázek 26 Správné a špatné provedení vzduchotěsnosti obálky budovy

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>)

Blower Door test je nejznámějším a nejčastějším testem ověřujícím vzduchotěsnost obálky. Základním pravidlem je, že se test musí provádět v době, kdy je vzduchotěsná vrstva přístupná a snadno opravitelná, jinak by v opačném případě hledání a oprava netěsných míst byla vysoce nákladná nebo dokonce neproveditelná. „Jeho princip je jednoduchý – ventilátor umístěný ve dveřním nebo okenním otvoru vytváří podtlak nebo přetlak a současně se provádí měření průtoku vzduchu. Výsledkem je objem vzduchu vyměněného za hodinu $n50$.“ [20]

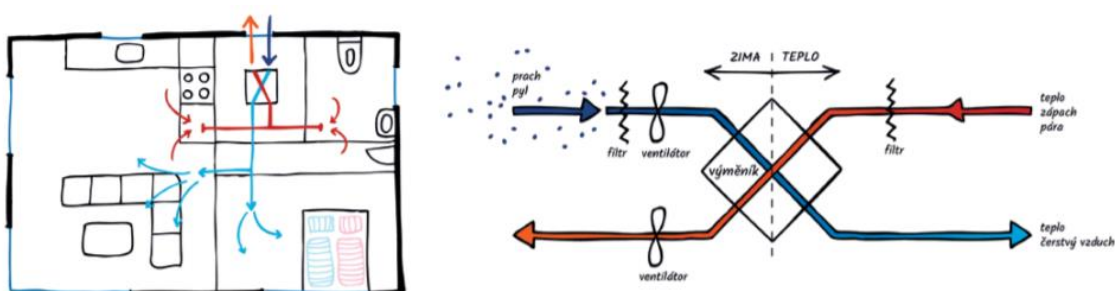
Další méně známou jednoduchou a rychlou kontrolou kvality vzduchotěsné vrstvy je Wincon test. „Metoda je postavena na jednoduchém měření rozdílu tlaků ve stavební konstrukci a mimo ni a slouží pouze pro základní kontrolu. Výkonný ventilátor se instaluje do okna nebo dveří a vytvoří v budově podtlak o hodnotě 50 Pa. Vinou netěsností v neprodyšné vrstvě vniká dovnitř vzduch a toto proudění můžeme zřetelně cítit na hřbetu ruky nebo vidět za pomoci kouře ze speciálních trubiček. Ideální je provést kontrolu ještě před obložením vnitřních stěn.“ [20]

6.3.8 Větrání

Větrání je úzce spjato se vzduchotěsností obálky energeticky úsporného domu. Jak už bylo vysvětleno v předchozí kapitole, z důvodu zamezení nežádoucího úniku tepla a rizika vzniku kondenzace vlhkosti, musí být provedena dokonalá vzduchotěsná vrstva bez kterýchkoliv netěsností, zejména v kritických místech (okenní rámy, napojení konstrukcí apod.). V takto dokonale utěsněných objektech je důležité zajištění přísunu čerstvého vzduchu jiným způsobem, než je tomu v klasické výstavbě.

Základní pravidlo je zajistit intenzivní větrání v pravidelných intervalech dokořán otevřenými okny po dobu alespoň tří minut každé dvě hodiny a to i v noci. Takovouto intenzitu větrání nelze stoprocentně v žádném případě dodržet. Z tohoto důvodu vznikla myšlenka mikroventilace, kterou ale nelze uplatnit v novodobé výstavbě, protože sama o sobě tvoří netěsnost v obálce budovy a tím i tepelnou ztrátu.

Nejlepším způsobem kvalitního větrání v utěsněných stavbách s ohledem na energetickou úsporu se provádí pomocí nuceného větrání, přinejlepším za pomoci zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu, kterým lze zajistit úsporu 75 - 95 % z nákladů na výrobu tepla, v závislosti na úrovni kvality rekuperace. Jedná se o řízené větrání v potřebném množství výměny čerstvého vzduchu pro optimální vnitřní mikroklima bez průvanu a hluku. Čerstvý vzduch předehřátý v rekuperačním výměníku se přivádí do pobytových místností, zatímco je odváděn z místností produkující prach nebo vlhkost, jako jsou koupelny, toalety nebo kuchyně, čímž je i zajištěna ochrana proti vzniku plísní.

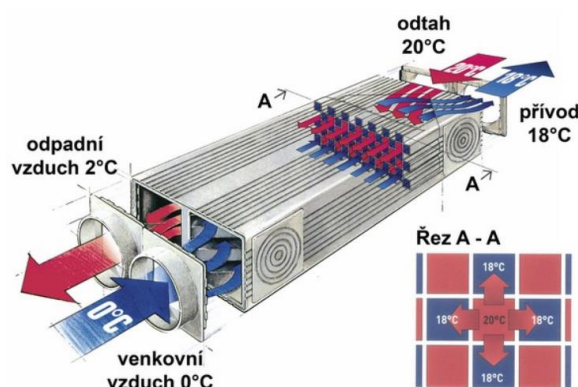


Obrázek 27 Princip nuceného větrání s rekuperací

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>)

„Co je to vlastně rekuperace? Je to zpětné získávání tepla, kdy přiváděný venkovní čerstvý vzduch prochází přes rekuperační výměník, který je vybaven speciálními lamelami, uvnitř vzduchotechnické jednotky, do kterého z druhé strany vstupuje teplý odpadní vzduch

z objektu. Přívodní a odvodní vzduch je od sebe dokonale oddělen pomocí kanálků, takže nedochází ke zpětnému průniku pachů. Přes stěny rekuperátoru je odebráno teplo z odpadního vzduchu a předáno do přívodního, který se tak předehřeje. Dovnitř tedy již proudí ohřátý čistý vzduch a ven studený odpadní vzduch. Díky tomu dochází k maximální úspoře energie. Součástí rekuperační jednotky jsou speciální filtry, které zbaví venkovní vzduch prachu a pylu. Doma pak dýcháte svěží vzduch bez alergenů. To určitě ocení nejen alergici. Také odpadní vzduch z domu je filtrován. Díky tomu srdce jednotky, rekuperátor, zůstává čistý.“ [47]



Obrázek 28 Rekuperační výměník

(Zdroj: Centrum pasivního domu - <http://www.pasivnidomy.cz/vetrani-a-vytapeni/t379?chapterId=1670>)

Při využívání principu zpětného získávání tepla lze využít různých zařízení, které pracují na základě odlišných fyzikálních vlastností. Nejzákladnější rozdělení těchto systémů se dělí na rekuperátory a regenerátory:

- Rekuperační výměníky - deskové a trubkové
- Regenerační výměníky - rotační a přepínací
- Kapalinové okruhy – druh rekuperačního výměníku, kde k přenosu energie se využívá kapalina
- Tepelné trubice - zvláštní druh rekuperačního výměníku, kde k přenosu energie jsou využívány vlastnosti chladiv
- Aktivní systémy - tepelná čerpadla
- Další typy konstrukcí - kapilární ventilátor, entalpický deskový výměník a další

Přestože výhody řízeného větrání se zpětným získáváním tepla převažují, je nutné zmínit i nedostatky, které mohou některé investory a stavebníky držící se původních standardů výstavby od tohoto systému odrazovat. Především se jedná o vyšší pořizovací náklady s delší dobou návratnosti investice, nutnost údržby a pravidelných kontrol a nakonec také může docházet u některých rekuperačních typů systémů k vysoušení vzduchu v zimním období.

6.4 Řešení budov s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska technického zařízení staveb

Jedním z hlavních ukazatelů určující energetickou náročnost staveb je celková primární energie. Jedná se o takovou energii, která neprošla žádným procesem přeměny a lze ji chápat jako energii ve formě vyskytující se v přírodě. Primární (prvotní) energie se rozděluje na energii obnovitelnou (sluneční záření, větrné energie, vodní energie, geotermální energie nebo energie z odpadu a biomasy) a neobnovitelnou (fosilní paliva – uhlí, ropa, zemní plyn; jaderná energie).

„Celý proces získávání energie je v podstatě jen koloběh přeměny různých druhů energií. Například chemickou energii ukrytou v uhlí přeměňujeme skrze teplo na elektřinu. Úpravou ropy v rafinériích získáváme produkty, které využíváme především jako palivo v dopravě. Tyto dva příklady jsou velmi časté.“ [33] Lidé se naučili získávat energii z různých zdrojů a přeměnit ji do formy, ve které ji dokáží plně využívat ve svůj prospěch.



Obrázek 29 Proces výroby energie a dodání ke spotřebiteli

(Zdroj: CENIA -

http://www.vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=jak_clovek_energii_ziskava&site=energie)

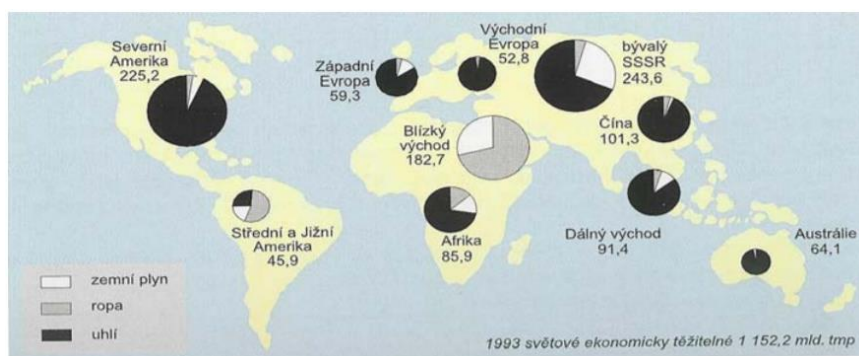
6.4.1 Neobnovitelné zdroje energie

Neobnovitelná energie se získává ze zdrojů, které sice jsou obnovitelné, ale doba za kterou by obnova byla možná, několikanásobně překračuje délku lidského života. Tyto zdroje jsou tedy čerpány a využívány extrémní rychlostí oproti svojí schopnosti regenerace a předpokládá se, že je lidé během několika následujících desítek let úplně vyčerpají. Z tohoto důvodu se klasifikují jako neobnovitelné. Za neobnovitelné zdroje energie považujeme fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) a jadernou energii. [32]

Celosvětově je neobnovitelná energie nejvyužívanějším zdrojem a má největší podíl na výrobě elektrické energie a tepla i přes to, že má negativní vliv na životní prostředí. Především v případě fosilních paliv vzniká znečištění životního prostředí už při jeho vytěžení, ale také hlavně při zpracování jeho spalováním, díky kterému vzniká elektrická energie a teplo a tím tak přispívají znečištění ovzduší a skleníkovému efektu.

6.4.1.1 Fosilní paliva

Fosilní paliva jsou látky s vysokým obsahem uhlíku a vznikla přeměnou fosilií (odumřelých rostlin a živočichů) během dlouhodobých geologických procesů.[34] V základě se fosilních paliva rozdělují na tuhá paliva (hnědé a černé uhlí, rašelina a lignit), kapalná paliva (ropa, zemní oleje a dehty) a plynná paliva (zemní plyn), přičemž nejvíce využívaná paliva jsou uhlí, ropa, zemní. „Energetické využití fosilních paliv je spojeno s transformací chemické energie v palivu na tepelnou energii, a to převážně spalováním. Vzniklá tepelná energie se pak rozvádí prostřednictvím páry, horké vody, horkého vzduchu nebo přímo spaliny do technologických procesů nebo pro vytápění (krytí tepelných ztrát budov).“ [35] Jak už bylo v úvodu zmíněno, spalování především tuhých fosilních paliv je doprovázeno negativním vlivem na životní prostředí, zejména vyprodukovanými plynnými emisemi a velkým množstvím tuhých odpadů v podobě popela či strusky. [35]



Obrázek 30 Rozložení světových zásob fosilních paliv v roce 1993

(Zdroj: https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/files/projekty/enazp/17/IUT/098_Zdroje_energie_-_Janalik_-_P3.pdf)

Uhlí

Jde o tuhou podobu fosilního paliva s velkým obsahem uhlíku a vodíku, jejichž množství je rozdílné podle kvality a geologického stáří uhlí, které se projevuje v podobě černého a hnědého uhlí nebo lignitu. Kvalita je určena schopností výhřevnosti a složením emisních látek obsažených při spalování, které jsou nejpříznivější při použití černého uhlí. Těžba se provádí buď povrchově (oblast Krušných hor), kde se nachází méně kvalitní hnědé uhlí a lignit nebo v druhém případě jde o hlubinnou těžbu přes těžební šachty (Ostravsko a Karvinsko), čímž se získává kvalitní černé uhlí. [36]

Ropa

Jde o kapalné fosilní palivo, které je tvořeno směsí uhlovodíků a tvoří základní surovinu pro petrochemický průmysl. Zpracováním ropy vznikají pohonné hmoty využívané v dopravě, hnojiva a pesticidy využívané v zemědělství a také je základní surovinou pro výrobu plastů a léčiv. Získává se těžbou z hloubkových vrtů na pevnině, mořích i oceánech. Ve světě je nejvíce ropa těžena v Rusku, USA, Mexiku a Saudské Arábii, ale i v České Republice v oblasti Jižní Moravy se lze setkat s těžbou ropy, ovšem pouze v malé míře v porovnání se světem. Nejhorší ekologický dopad na životní prostředí dochází v případě havárií při těžbě nebo přepravě ropy. [37]

Zemní plyn

Zemní plyn je plynné fosilní palivo, které je bez zápachu a barvy, ale je výbušný a z toho důvodu se do něj přidává zápach, aby bylo možné odhalení jeho úniků. Vyskytuje se společně s ropou nebo se uvolňuje při těžbě uhlí. Využívá se především pro vytápění, ohřev teplé vody a vaření v domácnostech, také se využívá jako zdroj tepla při spalování v teplárnách a také slouží jako alternativa pohonných hmot v dopravě. Zemní plyn se považuje za ekologické palivo, protože při jeho spalování má nejmenší podíl oxidu uhličitého, při srovnání s jinými fosilními palivy. [38]

6.4.1.2 Jaderná energie

„Je získáváno úpravou rud obsahující v přírodním stavu izotopy uranu. Jaderná paliva se dosud využívají výlučně pomocí řízené štěpné reakce. V daleké budoucnosti (cca 50 až 100 let) lze uvažovat také s využitím tzv. jaderné fúze. Jedné se o získávání energie slučováním malých atomových jader v jádra větší (např. slučování atomů vodíku). Při využívání jaderného paliva nevznikají emise plynů a pevných látek výrazně škodících životnímu prostředí, jako je tomu u fosilních paliv. Vzniká však potenciální nebezpečí

obecného ohrožení velkého až globálního rozsahu. Vznikají také problémy s dlouhodobě nebezpečnými plynnými, kapalnými i tuhými radioaktivními odpady, jejichž likvidace nebo uskladnění je obtížným technickým úkolem.“ [35]

6.4.2 Technologické systémy využívající neobnovitelné zdroje energie

V současné době jsou technologie využívající neobnovitelné zdroje energie stále výrazně převažující nad technologiemi využívající obnovitelné zdroje energie. Základní princip technologií využívající neobnovitelné zdroje energie je ve všech případech téměř stejný. Ve fosilním palivu je obsažena chemická energie, která se pomocí kotle přemění na energii tepelnou a ta je pomocí teplotnosné látky obsažené v systému dále rozváděna do místa potřeby nebo odběru.

Kotle na tuhá fosilní paliva

Jeden z nejstarších způsobů vytápění, kde je jako palivo použito černé nebo hnědé uhlí a koks. Nejčastějšími typy kotlů na tuhá fosilní paliva jsou prohořivací, odhořivací, zplyňovací a automatické. Jde o vysoce neekologická zařízení znečišťující ovzduší a provoz kotlů první a druhé třídy emisní třídy lze používat pouze do roku 2022 za souladu s podmínkami uvedených v novele zákona č. 201/2012 Sb., Zákon o ochraně ovzduší. [53]

Plynové kotle

V současnosti jde o nejpoužívanější zdroje pro vytápění a ohřev vody, které mají ale vysoké náklady. Z toho důvodu se dostávají do popředí kondenzační plynové kotle, které dokáží snížit emise až o 70 %, snížit spotřebu plynu až o 30 % a zvýšit celkovou účinnost až na 107 %. [54]

Elektrické vytápění

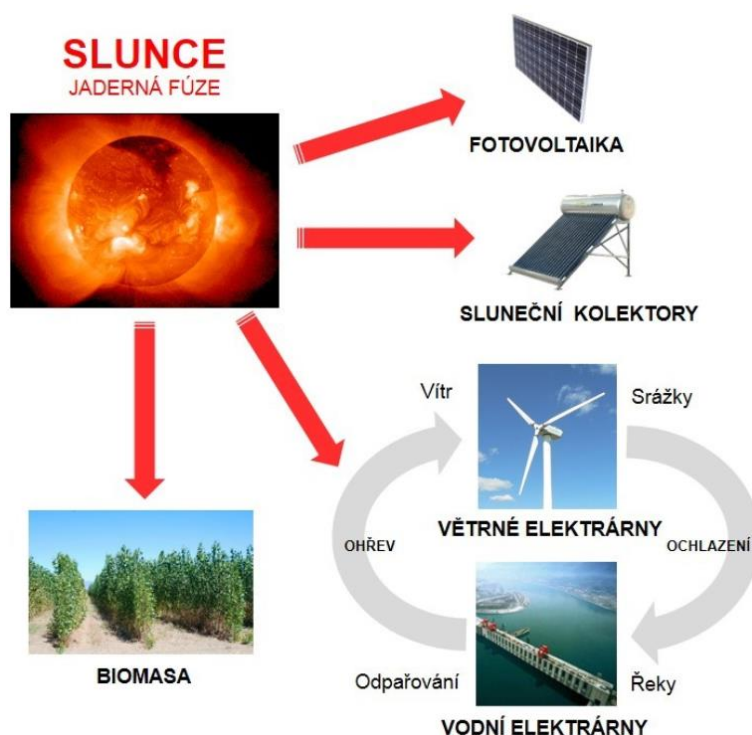
Zdrojem tepla jsou topné systémy využívající elektrickou energii, která je vyráběna v uhelných nebo jaderných elektrárnách. Elektrické topné systémy jsou rozděleny na přímotopné, akumulární a centrální s elektrokotlem. Tento způsob vytápění je v současnosti hodnocen jako nejkomfortnější a nejoblíbenější i přes vysoké a stále narůstající ceny elektřiny.

Kotle na ropné produkty

Jde o speciální druh kotlů, které spalují produkty ropného průmyslu, nejčastěji v podobě mazutu nebo topných olejů. V současné době se od nich ve velkém upouští a v rodinných domech nejsou příliš využívány, častěji jsou využívány kombinované kotle na více druhů paliv.

6.4.3 Obnovitelné zdroje energie

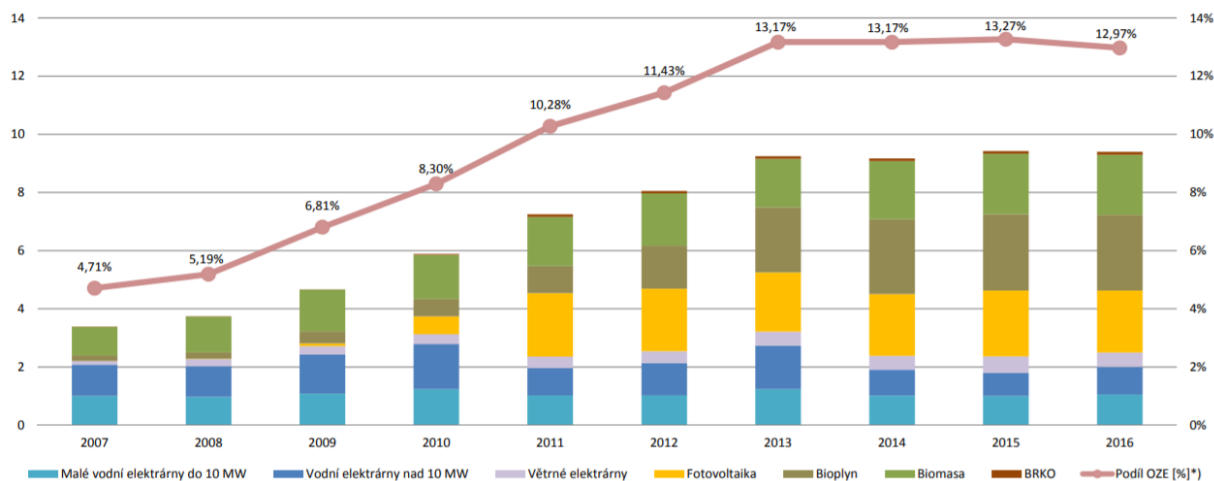
Jak už název napovídá, jedná se o energii, která má částečnou nebo úplnou schopnost se obnovovat. „Jsou projevem přirozených geofyzikálních a kosmických toků energie a řídí je procesy, které nejsou závislé na člověku ani geologické historii naší planety. Většina z nich má svůj původ v procesech, které probíhají v jádru Slunce, jiné souvisejí s geofyzikálními pochody na Zemi.“ [39] Obnovitelná energie je taková energie, jejíž délka obnovy je srovnatelná s délkou lidského života a získává se ze slunečního záření, větrné energie, vodní energie geotermální energie nebo energie z odpadu či biomasy.



Obrázek 31 Závislost obnovitelných zdrojů energie na slunečním záření

(Zdroj: ELUC - <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2068>)

S rychlým nárůstem populace a tím i následně zvýšenou spotřebou energií se dá předpokládat, že zásoby neobnovitelných zdrojů energie (především fosilní paliva) budou vyčerpána dříve, než se původně předpokládalo, pokud se nezačnou využívat technologie na výrobu obnovitelných zdrojů energie a to ve značném rozsahu než doposud. Je nutné podotknout, že lidstvo si tento fakt uvědomuje a využívání obnovitelných zdrojů energie se stalo moderním tématem, které stále získává na popularitě. Největším plusem obnovitelných zdrojů energie je, že jejich využívání má minimálně negativní vliv na životní prostředí a z toho důvodu se do budoucna počítá s úplným přechodem na tento druh ekologické “zelené“ energie.



Graf 9 Vývoj výroby elektřiny z OZE a její podíl na brutto spotřebě v ČR

(Zdroj: ERÚ - http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2016.pdf/)

Sluneční energie

Sluneční energie nebo také solární energie pochází ze Slunce a je předávána ve formě slunečního záření. Kromě geotermální energie mají ostatní obnovitelné zdroje energie svůj původ ve Slunci. Sluneční záření se pomocí solární technologie (fotovoltaické panely, termické kolektory) využívá na výrobu elektřiny, ohřev vody a vytápění.

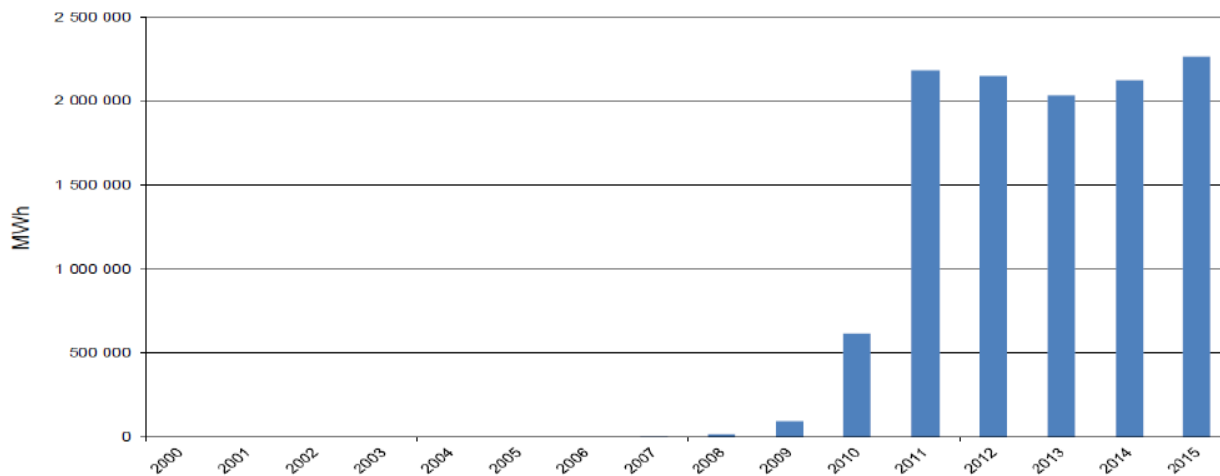


Obrázek 32 Intenzita slunečního záření na území ČR

(Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/terms/106>)

Zásadní pro výrobu elektřiny je intenzita slunečního záření (v ČR 950–1 340 kWh/ m² za rok) a počet slunečních dní (v ČR průměrně 1300 – 1800 hodin ročně). Tyto dva faktory nejsou pro oblast České Republiky vyloženě ideální, ale přes to je využívání solární energie do budoucna výhodné. [40] „*Elektřinu ze slunce můžeme vyrábět díky fotoelektrickému jevu. Ten způsobuje to, že po dopadu fotonu na polovodičový materiál (krystaly křemíku) se vysráží elektrony, které vytvářejí elektrické napětí. Proto se pro výrobu elektřiny ze slunce běžně používá termín fotovoltaika. Sluneční elektrárny se*

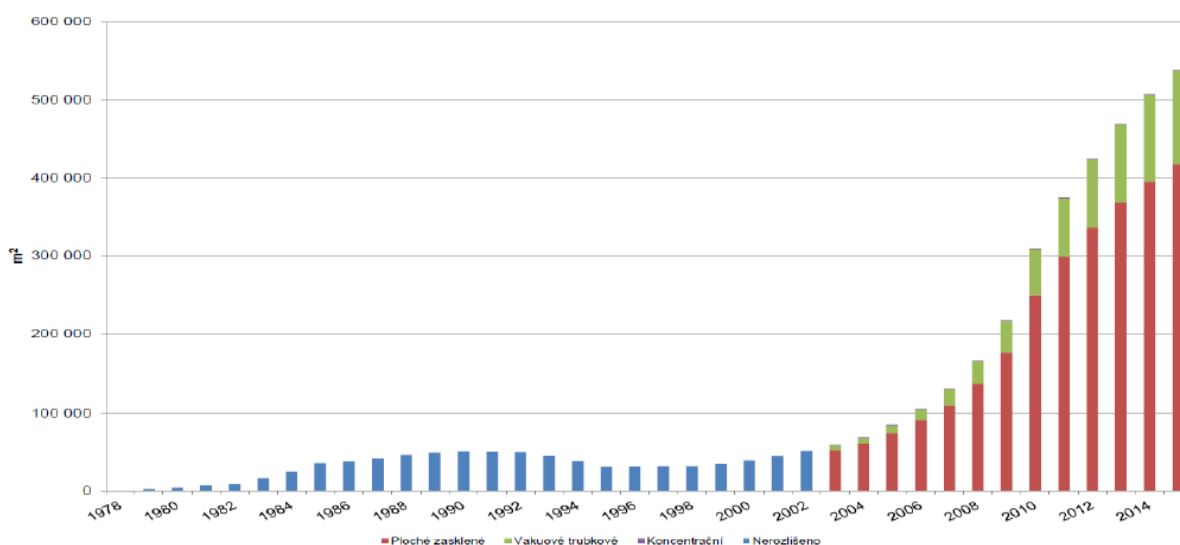
skládají z několika řad plochých fotovoltaických panelů, z nichž každý má několik desítek článků.“ [41]



Graf 10 Vývoj výroby elektřiny ve fotovoltaických elektrárnách v ČR

(Zdroj: MPO (2000 – 2007); ERÚ (od 2008) - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Další způsob využití solární energie je přeměna na tepelnou energii pomocí kolektorů, jimiž lze ohřívat vodu nebo přitápět. „Princip kolektoru se podobá skleníku. Teplo se zachytává pod skleněným (nebo jiným průsvitným) krytem v absorbéru, který se ohřívá a odevzdává teplo teplotonosnému médium, kterým může být voda, vzduch, olej apod. Tepelných účinků slunečního záření se využívá i v tzv. solárních termálních elektrárnách. Jejich princip je založen na soustředění energie slunečních paprsků pomocí slunečních sběračů nebo heliostatů (soustavy zrcadel) do jednoho místa, ve kterém dochází k ohřevu teplotonosné kapaliny. Další část elektrárny již funguje totožně s elektrárnou tepelnou.“ [41]



Graf 11 Vývoj plochy solárních kolektorů v ČR

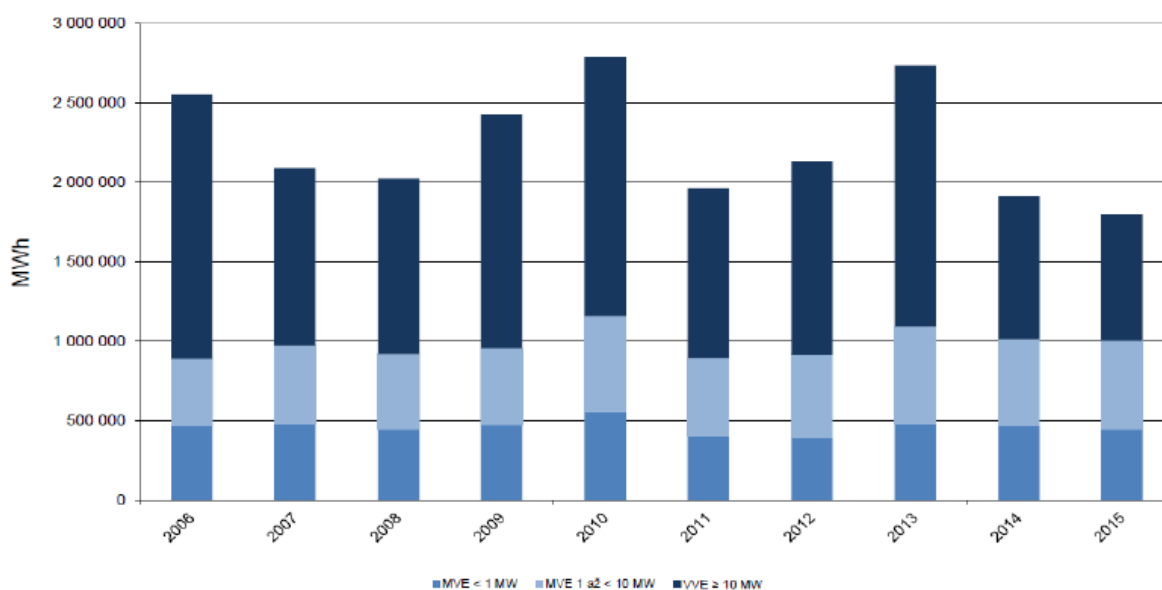
(Zdroj: MPO - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Vodní energie

V současnosti je vodní energie v České Republice nejvyužívanějším obnovitelným zdrojem energie, ale lze ji nalézt i v historii v podobě mlýnů nebo vodních hamrů. Nejvíce se na výrobě podílí takzvaná Vltavská kaskáda, která je tvořena trojicí největších vodních elektráren u nás, a to Orlick, Slapy a Lipno. Do velkých vodních elektráren jsou řazeny elektrárny s výkonem nad 10 MW a s výkonem pod 10 MW spadají malé vodní elektrárny.

„Princip vodní elektrárny je mnohem jednodušší než tepelné elektrárny. K roztočení generátoru stačí proud vody, který teče samospádem přes lopatky vodní turbíny. Některé vodní elektrárny slouží jako skladiště elektřiny, říkáme jim přečerpávací. Jsou založeny na principu dvou nádrží, mezi kterými je výškový rozdíl. V době přebytku elektřiny (v noci) se voda čerpá do horní nádrže. Odtud se během dne, kdy je poptávka po energii větší, opět pouští zpět a turbíny vyrábí elektřinu. V ČR jsou v současné době postaveny tři velké přečerpávací vodní elektrárny: Štěchovice, Dalešice a Dlouhé Stráně.“ [42]

Vzhledem k omezeným možnostem ČR je možnost dalších velkých vodních elektráren již prakticky vyčerpána, ale potenciál malých elektráren je velký.



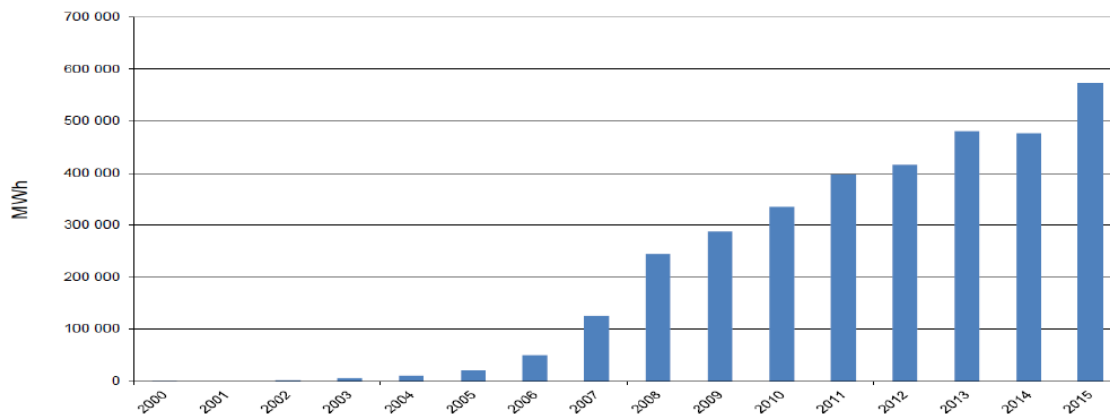
Graf 12 Vývoj výroby elektřiny ve vodních elektrárnách v ČR

(Zdroj: ERÚ; úprava MPO - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Dalším způsobem využití vodní energie, pro Českou Republiku nemožný, je využívání energie přílivu a odlivu (kolísání výšky mořské hladiny), energie mořského přípoje a energie vodních proudů. [42]

Větrná energie

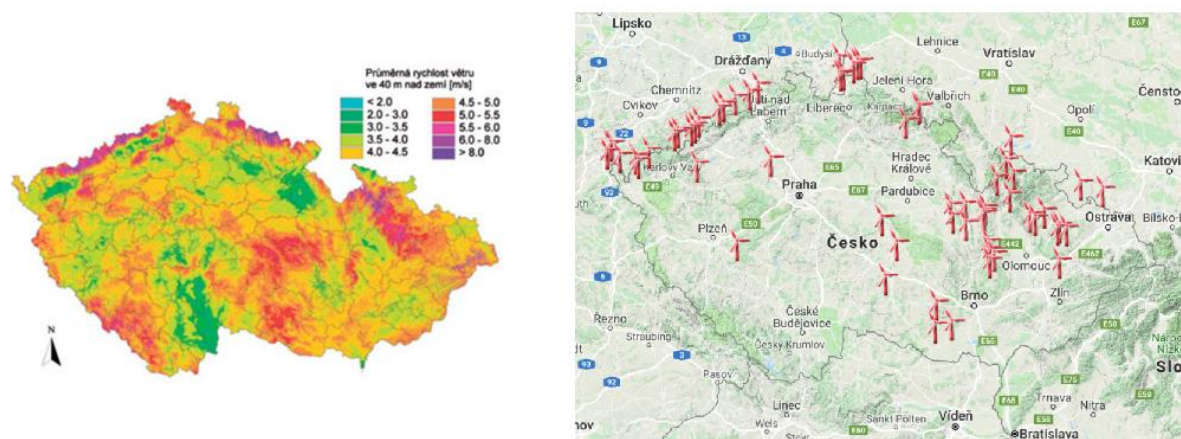
Větrná energie se nejčastěji využívá pro výrobu elektřiny a vzniká při nerovnoměrném ohřívání Země a tím způsobeným tlakovým rozdílům, které jsou vyrovnávány prouděním vzduchu. [40] „Využití energie větru je založeno na jednoduchém principu. Díky proudění větru se otáčejí lopatky rotoru, které jsou přes převody napojeny na elektrický generátor. Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s vodorovnou osou otáčení, kde vítr pohání lopatky s profilem podobným letecké vrtuli.“ [43]



Graf 13 Vývoj výroby elektřiny ve větrných elektrárnách v ČR

(Zdroj: ERÚ; OTE; SEI; ÚED - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Větrné elektrárny se dělí podle výkonu na velké (nad 500kW), střední (40 – 500 kW) a malé (do 40 kW). V České Republice tento způsob výroby elektřiny není příliš rozšířený, a to zejména proto, že se v této oblasti nevyskytují vhodné lokality s průměrnou rychlostí větru minimálně 5 m/s (pouze horské oblasti). Další problém je v jejich neoblíbenosti obyvatel, podle kterých narušují ráz krajiny a způsobují hluk. [43]



Obrázek 33 Průměrná rychlost větru ve 40 m v ČR (vlevo) a mapa aktuální instalace větrných elektráren v ČR (vpravo)

(Zdroj: FRIGOMONT - <http://www.frigomont.cz/mapy-vetrovych-oblasti>
 ČSVE - <http://www.csve.cz/cz/aktualni-instalace>)

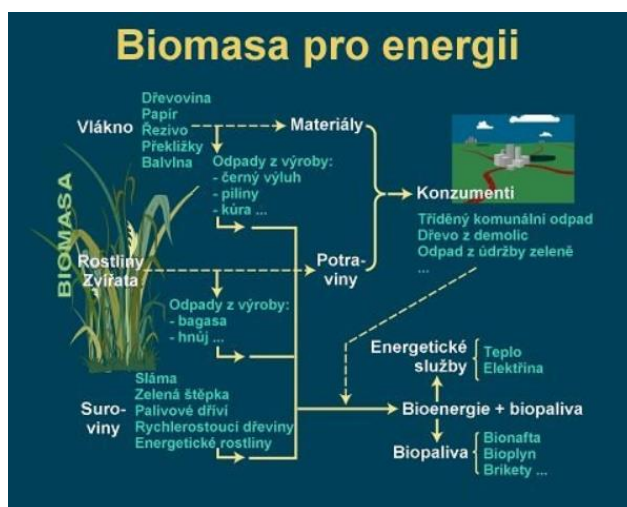
Energie z biomasy

Jedná se o látku biologického původu (rostlinného i živočišného) a má svůj základ ve sluneční záření a fotosyntéze. Rozděluje se podle vlastností na biomasu suchou, kterou lze spalovat přímo, biomasu vlhkou, která nelze spalovat přímo a využívá se na výrobu bioplynu a nakonec na biomasu speciální. Nejčastěji se biomasa cíleně pěstuje pro energetické účely nebo se využívá biomasa odpadní. Do biomasy pěstované pro energetické účely například patří:

- rychle rostoucí dřeviny (topol, olše, platan, líska, vrba, akát, ...)
- rostliny bylinného charakteru (konopí, šťovík, ostřík, amaranthus, kostřava, ...)
- travní porosty (chrastice, sloní tráva, ...)
- obiloviny
- olejnaté rostliny (řepka olejná, slunečnice a len)
- škrobo-cukernaté rostliny (cukrová třtina, cukrová řepa a brambory) [45]

Odpadní biomasa se získává z průmyslových nebo výrobních odpadů, jako jsou například:

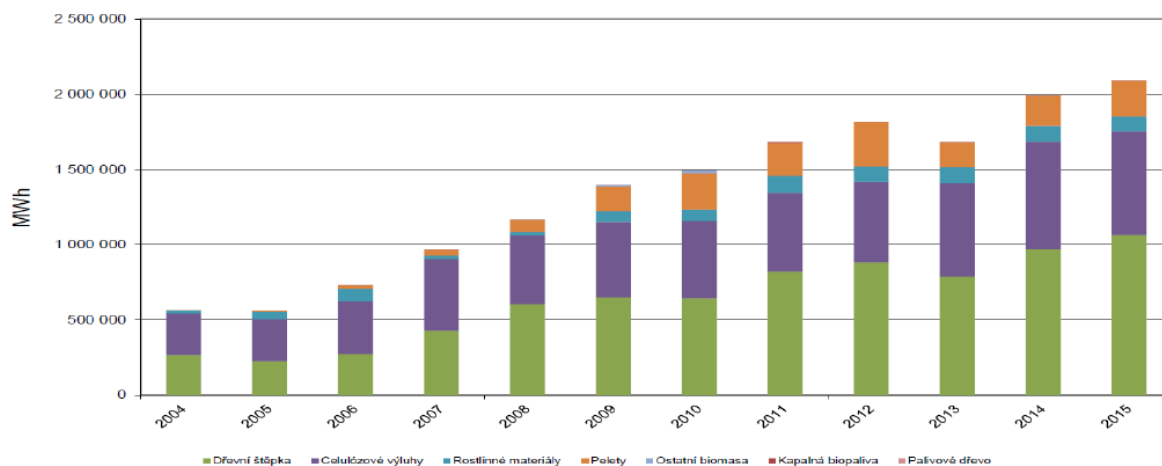
- rostlinná výroba (zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, odpady ze sadů a vinic, kukuřičná sláma, řepková sláma a veškeré další odpady a zbytky z likvidace křovin)
- živočišná výroba (exkrementy hospodářských zvířat, zbytky krmiv – hnůj, močůvka, kejda)
- těžba a zpracování dřeva a lesní odpady (větve, kůra, pařezy, kořeny, odřezky, piliny, hobliny)
- biologicky rozložitelný komunální odpad (zbytky potravin, papírové obaly)
- biologicky rozložitelný průmyslový odpad (odpady z jatek, výroby cukru mouky, papíru)
- splašky z kanalizace[45]



Obrázek 34 Schéma využití biomasy

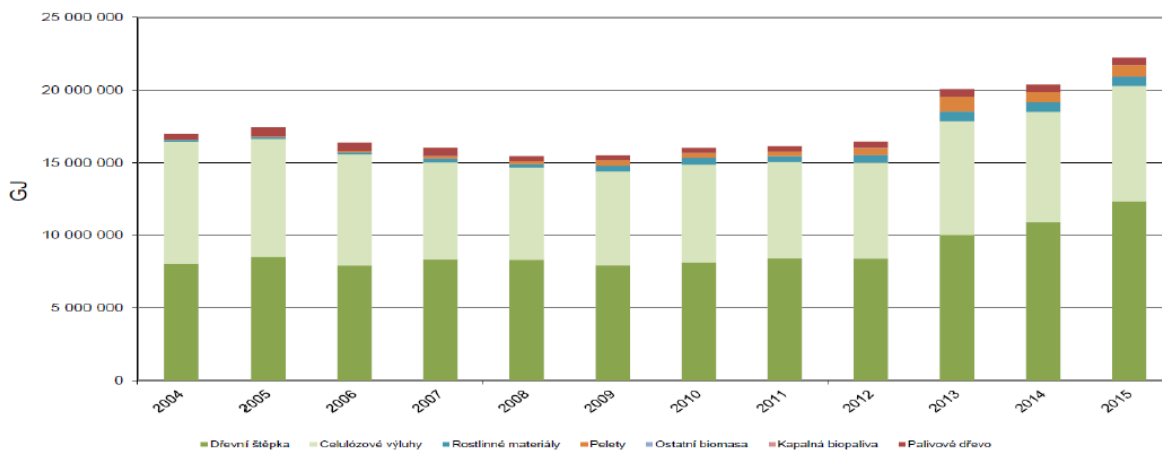
(Zdroj: Antonín Slejška - <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>)

„Odpadní biomasa se nejčastěji využívá k výrobě a spalování bioplynu v bioplynových stanicích nebo k výrobě pevných paliv (pelety, granule a dřevní brikety), která se spalují buď v domácích topeništích, nebo v teplotních zařízeních, která zpravidla bývají vybavena kogenerační jednotkou. Biomasa pro energetické potřeby se získává i z tzv. energetických plodin. Ty se cíleně pěstují např. kvůli výrobě biopaliv nebo jako palivo pro výrobu tepla (topoly, vrby a nepotravinářské rostliny). Biomasa se využívá i v některých tepelných elektrárnách, kde se spaluje společně s uhlím.“ [44]



Graf 14 Vývoj výroby elektřiny z biomasy v ČR

(Zdroj: MPO - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)



Graf 15 Vývoj výroby tepla z biomasy v ČR

(Zdroj: MPO - http://www.ivd.cz/download/1_Havel_16_9.pdf)

Při spalování biomasy vzniká určité množství oxidu uhličitého (stejně jako tomu je v případě spalování fosilním paliv). V tomto případě jde ale o takové množství oxidu uhličitého, které je při jejím růstu spotřebováno, čímž se produkce oxidu uhličitého dostane v podstatě na nulu.

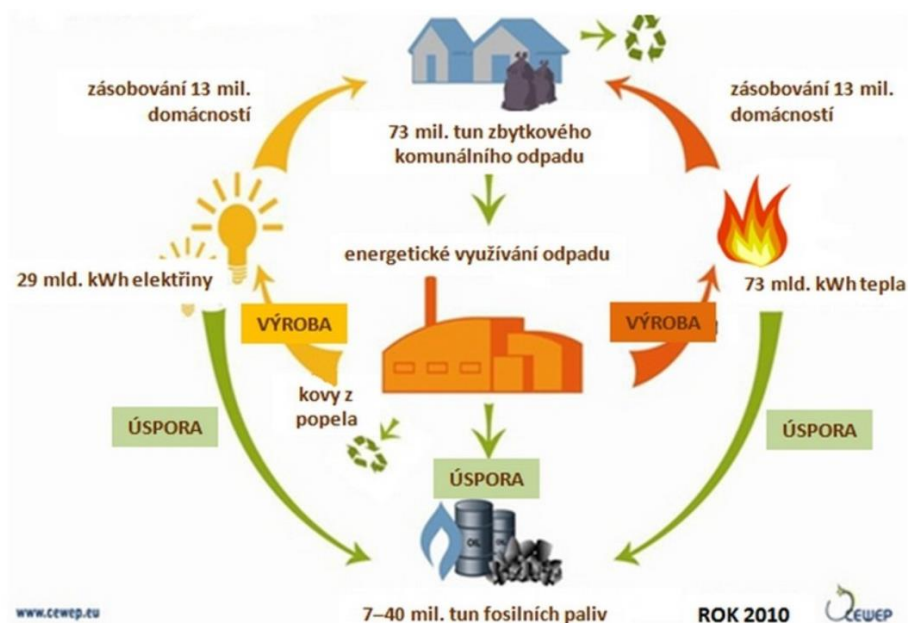
Geotermální energie

„Geotermální energie je tepelnou energií jádra Země. Využívá se ve své základní formě pro vytápění nebo je v geotermálních elektrárnách transformována na energii elektrickou. Geotermální elektrárny fungují na principu suché páry (pára ze země pohání turbínu), mokré páry (voda je přeměněna na páru a ta pohání turbínu) a dále existuje horkovodní systém (zapojení výměníku – voda s nízkou teplotou předá teplo organické kapalině). Řada států využívá geotermální energii k různým účelům, v České republice se geotermální energie používá na vytápění a projekty geotermálních elektráren jsou ve fázi příprav.“ [40]

Geotermální energie se ve velkém měřítku může využívat například v oblastech hojného výskytu tektonicky aktivních oblastí (například Island, Japonsko a Nový Zéland) jako jeden z hlavních zdrojů elektrické energie a tepla. V České Republice se geotermální energie využívá ve velké většině případů pouze v malém měřítku, a to pro vytápění a ohřev vody v domácnostech pomocí tepelných čerpadel.

Energie z odpadu

Energie z odpadu se získává spalováním skládkového materiálu, který nahrazuje spalování neobnovitelných zdrojů energie, především uhlí a ropu. Spalování odpadů musí probíhat za přísných podmínek, protože jako při každém spalování dochází k uvolňování škodlivých látek do ovzduší.



Obrázek 35 Cyklus energetického využívání odpadů v Evropě 2010

(Zdroj: CEWEP - http://www.vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=kolik_nas_stoji_odpady&site=odpady)

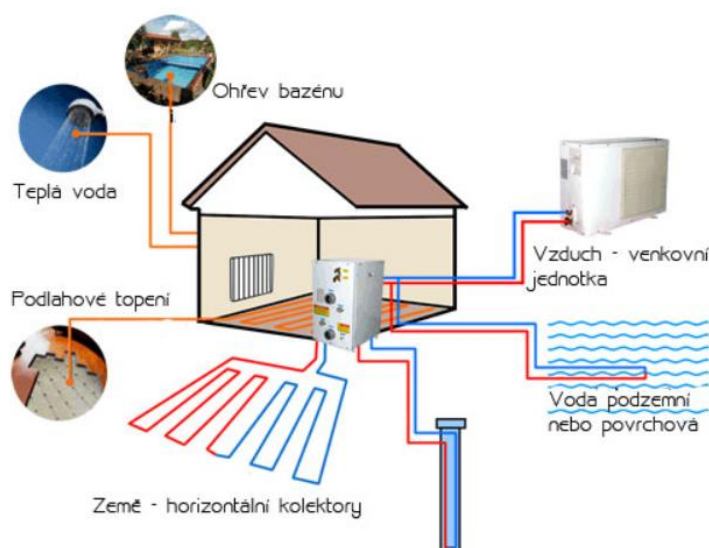
6.4.4 Druhy technologických systémů využívající obnovitelné zdroje energie

Vzhledem k druhé části definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie, která říká, že „téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí“, [1] lze jednoznačně předpokládat nárůst využití technologií zpracovávající obnovitelné zdroje energie, než tomu bylo doposud. Budovy s téměř nulovou spotřebou energie stanovují požadavek na pokrytí spotřeby energie v rozsahu 10 - 25 % v závislosti na druhu budovy a stavu výstavby. V současnosti jsou nejpoužívanějšími technologiemi využívající obnovitelné zdroje energie tepelná čerpadla, solární (fotovoltaické a termické) systémy a kotle na biomasu.

6.4.3.1 Tepelná čerpadla

V současnosti se jedná o jeden z nejčastěji využívaných technologických systémů využívající obnovitelné zdroje energie pro ohřev teplé vody a vytápění. Vnější jednotka tepelného čerpadla odebírá teplo okolnímu prostředí a převádí ho pomocí vnitřní jednotky na vyšší teplotní hladinu, díky principu uzavřeného chladicího okruhu. Podle typu prostředí, ze kterého je teplo odebíráno, se tepelná čerpadla dělí na:

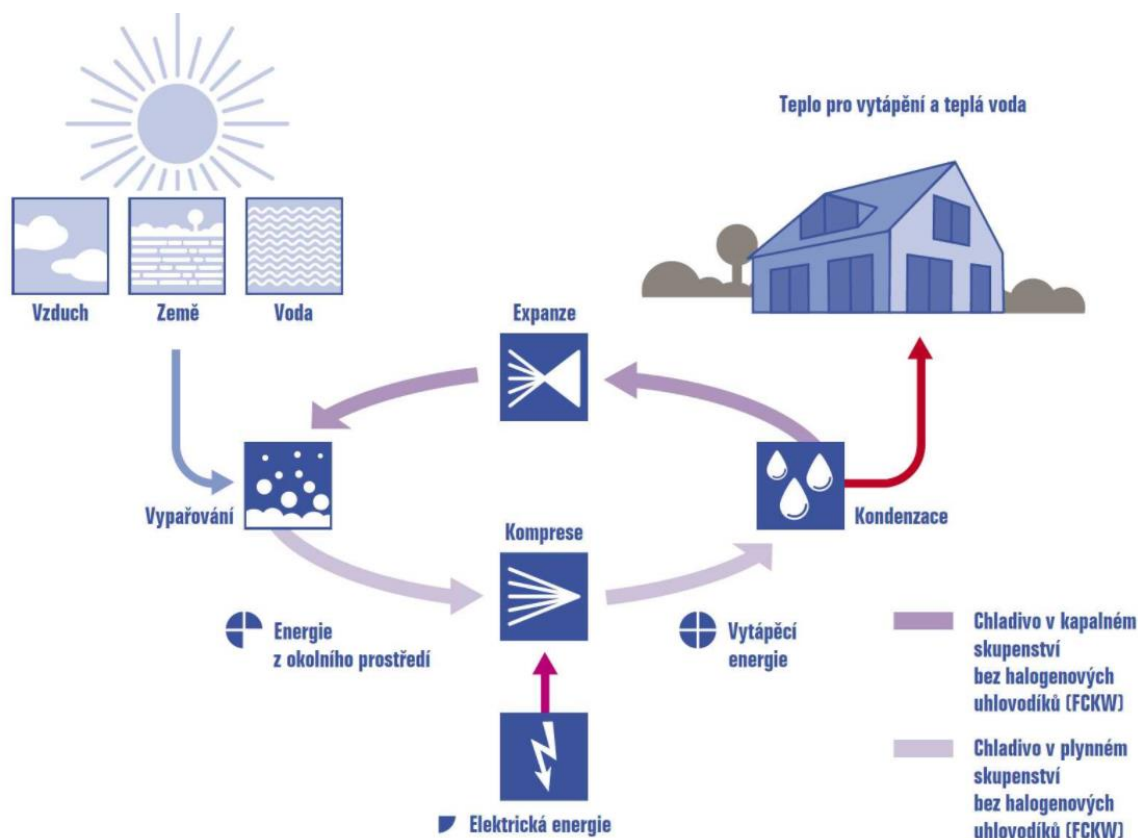
- Teplo odebíráno ze vzduchu – vzduch/voda, vzduch/vzduch
- Teplo odebíráno ze země – země/voda
- Teplo odebíráno z vody – voda/voda



Obrázek 36 Možnosti instalace tepelných čerpadel

(Zdroj: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla.php>)

Tepelná čerpadla se navrhují na tepelné ztráty a musí být doplněna bivalentními zdroji, nejčastěji elektrokotlem nebo plynovým kotlem. Účinnost tepelných čerpadel je dána takzvaným topným faktorem (COP – Coefficient of Performance), což znamená poměr mezi spotřebovanou energií na svůj provoz a množstvím vyprodukovaného tepla. Nejčastěji se hodnota topného faktoru pohybuje od 2 až 7. Čím vyšší hodnota topného faktoru, tím vyšší účinnost tepelného čerpadla. Nejde o konstantní veličinu, protože během roku může kolísat v závislosti na klimatu. Dále se tepelná čerpadla rozdělují na kompresorová, absorpční, hybridní a další. [48]



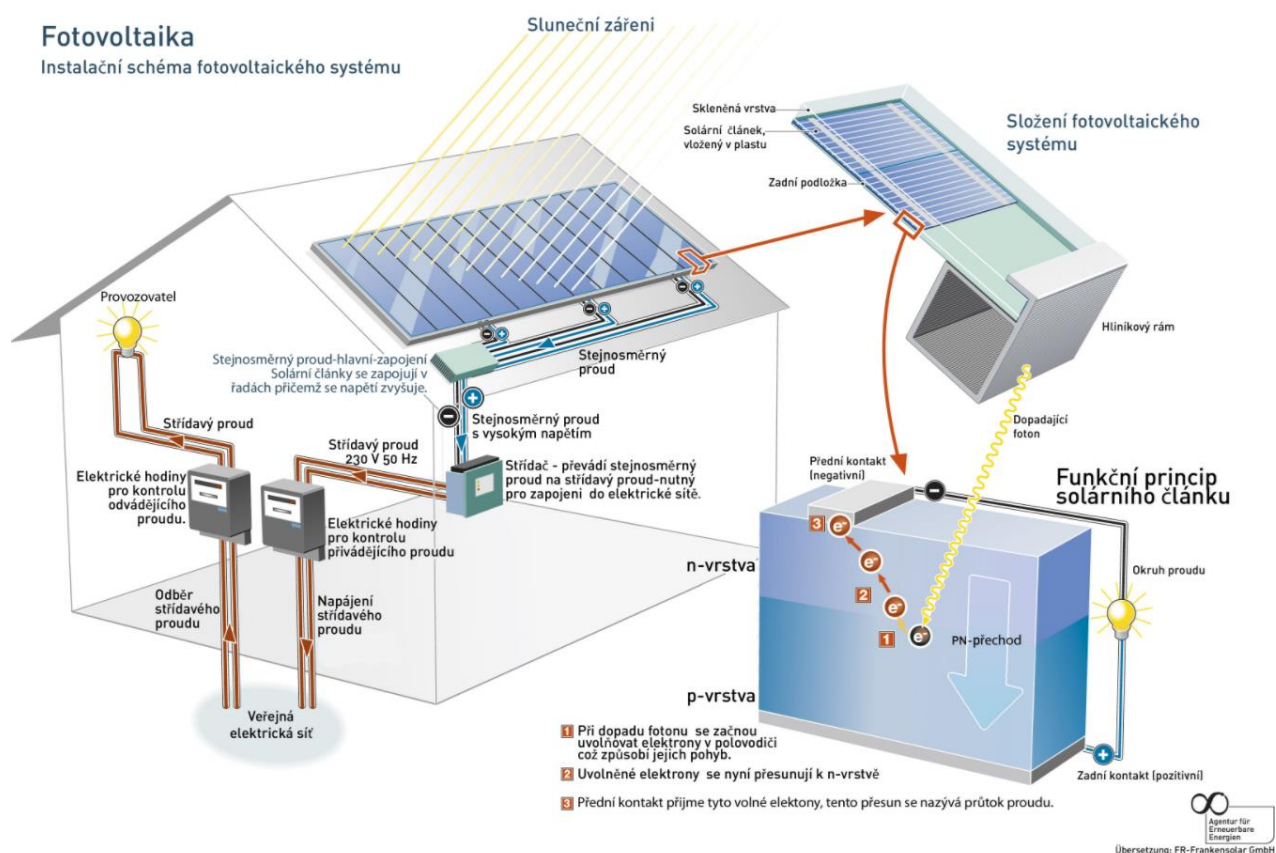
Obrázek 37 Princip tepelného čerpadla

(Zdroj: <http://www.best-se.cz/alternativni-zdroje-energie/>)

„Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.“ [46]

6.4.3.2 Fotovoltaické systémy

Fotovoltaické panely využívají způsob přímé přeměny solární energie na energii elektrickou, díky tzv. fotovoltaickému jevu = „částice světla - fotony - dopadají na článek svou energií z něho "vyráží" elektrony. Polovodičová struktura článku pak uspořádává pohyb elektronů na využitelný stejnosměrný elektrický proud. Se stejnými základními stavebními prvky - solárními články - je možné realizovat aplikace s nepatrným výkonem (napájení kalkulačky) až po elektrárny s výkony v MW.“ [49] Tento systém je soběstačný s nízkou potřebou údržby (pouze očištění ochranného skla panelu od nečistot nebo sněhu) a nepotřebuje pro svůj průvoz žádný další zdroj elektrické energie. Životnost fotovoltaických panelů je udávána v rozmezí od 25 do 35 let, přičemž v průběhu užívání dochází k postupnému snižování účinnosti, avšak pouze o cca 0,3 % za rok, což nijak výrazně účinnost neovlivňuje. [50] V současnosti se zvýšila snaha o zakomponování fotovoltaického systému přímo do konstrukce stavby, nebo také aby tvořila součást architektonického prvku (značné části prosklených fasád, fotovoltaické střešní tašky apod.).



Obrázek 38 Instalační schéma fotovoltaického systému

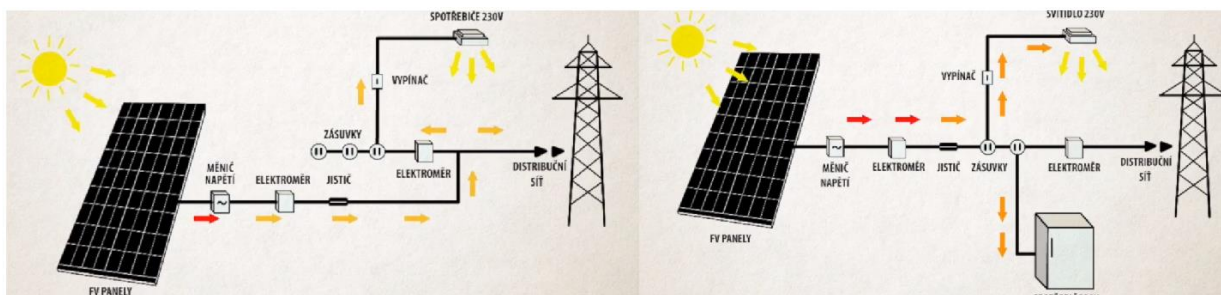
(Zdroj: http://www.solar-co.cz/wp-content/uploads/2011/02/TechnischeSkizzePhotovoltaik_cz.jpg)

Podle typu solárních článků lze panely rozdělit na:

- Panely s monokrystalickými články – složen z monokrystalických článků, u nás v současnosti nejvyužívanější, účinnost cca 2 – 16 %
- Panely s polykrystalickými články - složen z polykrystalických článků; jednodušší, rychlejší a levnější výroba oproti panelům s monokrystalickými články; účinnost 12 – 14 % (výjimečně až 16 %)
- Panely s amorfními články – tenká vrstva křemíkové vrstvy nanosená na sklo nebo fólii; o polovinu nižší účinnost než u mono nebo polykrystalických panelů, ale o 10 % vyšší celoroční výnos (udržení napětí na článku i při nižší intenzitě oslunění); nejlevnější typ fotovoltaického systému [50]

Další možnosti rozdělení do tří základních skupin je podle typu využití vyrobené elektrické energie.

- GRID ON = Systém připojený k síti – Tento systém je napojen do veřejné sítě a veškerá vyrobená elektrická energie je zpracována. Tento systém je možné využívat ve dvou režimech, a to s prodejem veškeré energie nebo jsou přednostně napájeny spotřebiče a není-li dostatečný odběr, přebytečná vyrobená elektrická energie je prodávána provozovateli distribuční sítě. Tento systém se obejde bez nákladných akumulátorů, je ale potřeba stejnosměrné napětí vyráběné fotovoltaickým systémem přeměnit na střídavé napětí pomocí měniče napětí (invertoru) a střídače. [50]

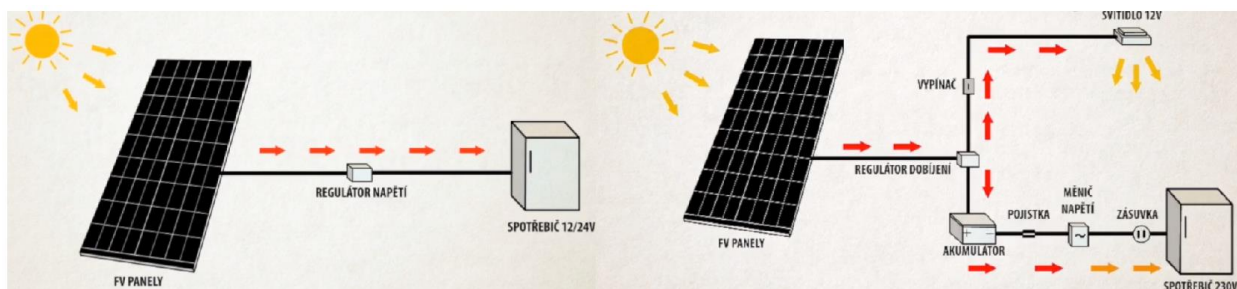


Obrázek 39 Systém pro výhradní prodej elektrické energie (vlevo) a systém pro vlastní potřebu s prodejem přebytku do sítě (vpravo)

(Zdroj <https://publi.cz/books/91/04.html#4-1-1>)

- GRID OFF = Samostatný (ostrovní) systém – Tento systém využívají především ostrovní nebo soběstačné domy, popřípadě je výhodný v odlehlých oblastech, kde by bylo finančně náročné nebo v podstatě nemožné zřízovat připojení na veřejnou síť. Nevýhodou ostrovního systému je potřeba baterie pro uchování vyrobené

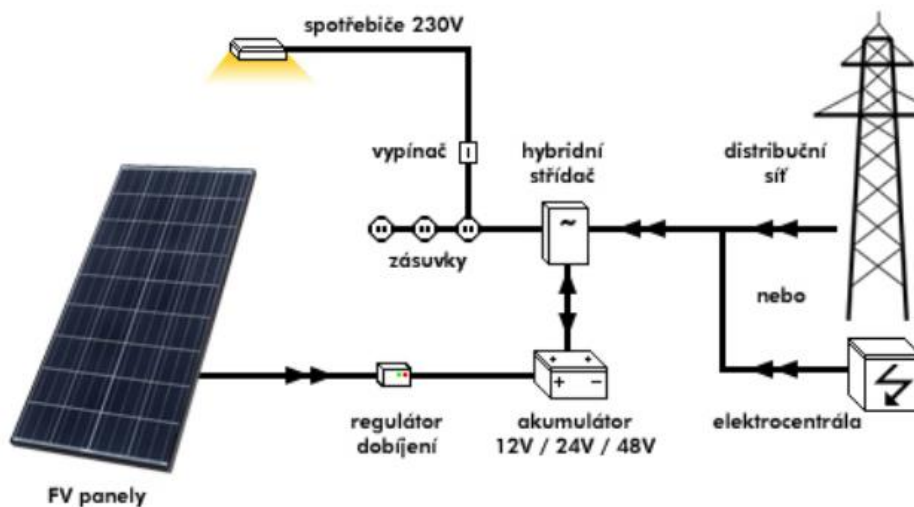
elektrické energie pro dobu, kdy sluneční záření není v dostatečném množství. Další nevýhodou je limitovaná velikost baterie, a tudíž i používání a počet zařízení závislých na elektrické energii. [50]



Obrázek 40 Ostrovní systém s přímým napájením (vlevo) a ostrovní systém s akumulací energie (vpravo)

(Zdroj <https://publi.cz/books/91/04.html#4-1-1>)

- Hybridní systém – Tento systém pracuje na principu ostrovního systému, pouze s tím rozdílem, že je ještě napojen na veřejnou síť a v případě nedostatku vyrobené elektrické energie odebírá elektřinu z veřejné sítě. Díky tomuto systému uživatel není omezován počtem spotřebičů ani jejich užíváním.



Obrázek 41 Hybridní systém s akumulací a záložním zdrojem

(Zdroj <http://www.solareni.cz/a-7-hybridni-fotovoltaicky-system.html>)

6.4.3.3 Solární termické systémy

Solární (termické) kolektory jsou dalším způsobem využití přeměny přímé solární energie na tepelnou energii, která se nejčastěji využívá pro ohřev teplé užitkové vody, částečné pokrytí vytápění nebo k ohřevu vody pro bazény. „Při průchodu slunečních paprsků skleněným krytem kolektoru jsou sluneční paprsky pohlcovány do absorberu, který se nachází uvnitř kolektoru. Zde jsou paprsky přeměňovány na tepelnou energii. Absorbér

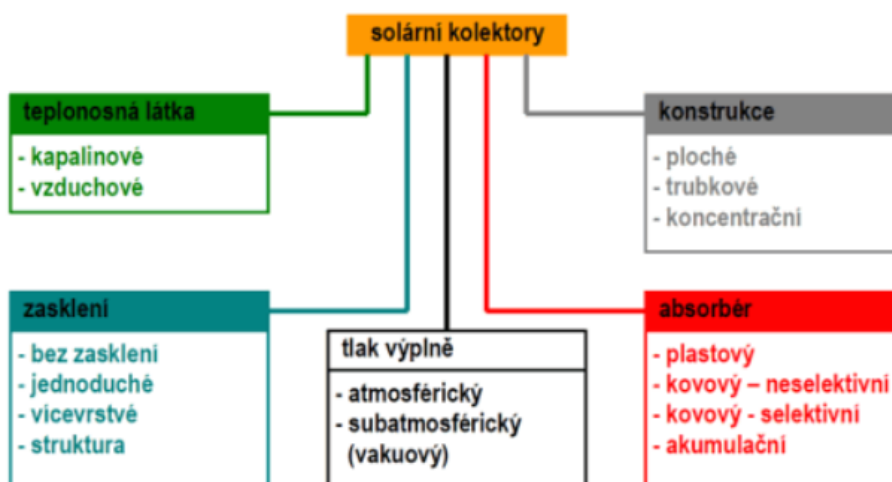
je tvořen trubkami, které jsou natřeny zpravidla selektivní barvou a jsou umístěny velice těsně u sebe, aby lépe šířily teplo. V trubkách je teplotná kapalina, která se zahřívá a postupuje prouděním z absorberu do jedné trubice vedoucí do výměníku, ve kterém se teplá voda uchovává pro další využití.“ [51]



Obrázek 42 Řez solárním kolektorem

(Zdroj <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termicky-systemu/>)

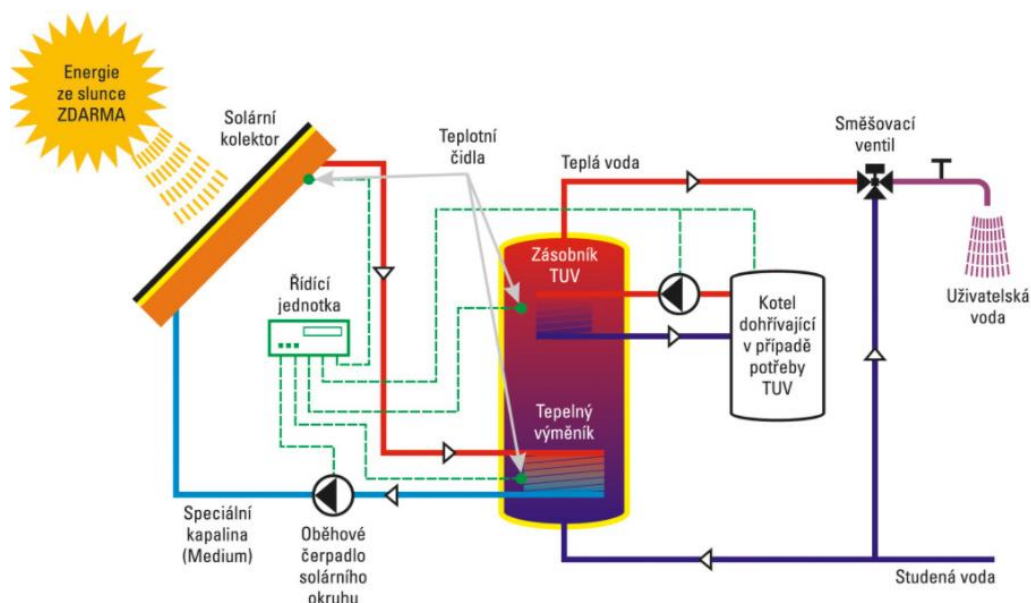
Na rozdíl od fotovoltaických panelů, které mají účinnost cca 16 %, solární kolektory dosahují účinnosti pohybující se mezi 60 – 75 %. Účinnost je závislá na typu kolektoru a jeho použitých materiálech. „Absorbér je nejčastěji tvořen z měděných trubek a plechů. Obvykle tmavě modré nebo černé zbarvení absorberu je dáno použitou selektivní vrstvou. Ta má za úkol pohltit co největší množství dopadající energie a zároveň ji co nejméně vyzářit v podobě tepla do okolního prostředí.“ [51]



Obrázek 43 Rozdělení solárních (termických) kolektorů

(Zdroj <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>)

Solární termické systémy neprodukují žádné emise a pracují na jednoduchém principu s nízkou poruchovostí. V případě využití systému na přitápění je nevýhodou, že i přes svoji vysokou účinnost je systém pouze doplňkovým a musí být propojen s primárním zdrojem tepla, který zajišťuje vytápění v době malé sluneční aktivity nebo v zimě, kdy jsou teploty dlouhodobě nízké a kolektory nedokáží zajistit dostatečnou teplotu. Nejčastěji se jedná o konvenční zdroj energie (plynový kotel, elektrokotel) nebo lze použít ekologičtější technologii využívající obnovitelné zdroje energie, jako například kotel na biomasu apod.



Obrázek 44 Schéma zapojení solárního termického kolektoru

(Zdroj <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/investice-do-distribuovanych-zdroju-energie-2-dil-fototermicky-system/>)

6.4.3.4 Kotle na biomasu

V současnosti je na trhu celá řada zařízení na spalování biomasy v podobě kotlů, krbů a krbových kamen. Nejčastěji jsou však pro vytápění, jakožto hlavní zdroj, používány kotle na biomasu, které už dnes dosahují vysoké kvality na úrovni tradičních plynových kotlů. Kotle na spalování biomasy jsou odlišovány podle následujících parametrů.

- Teplotní a tlakové parametry – nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké
- Použitý materiál – litinové a ocelové
- Druh paliva – tuhá, kapalná, plynná nebo jednodruhová a vícedruhová paliva
- Konstrukce – článkové, válcové, skříňové, dvoutahové, třítahové, s přetlakovým spalováním
- Způsob tahu spalin – vodotrubné a žárotrubné
- Umístění – interiérové, určené do technických místností

- Technologie spalování – přímé spalování, zplynování a pyrolýza
- Zásobování palivem – ruční přidávání a automatické kotle [52] [53]

Mezi nejkvalitnější kotle jsou řazeny automatické kotle na biomasu, které dosahují účinnosti spalování až 95 % a jsou pro uživatele velmi komfortní. V celém systému zařízení může být automatizováno především „zapalování (horký vzduch, žhavicí elektroda), regulace (termostat - pokojová teplota, venkovní teplota, kombinace), čištění hořáku, čištění výměníku a vynášení popela. Samočinné zapalování a čištění patří běžně mezi volitelné funkce a zvyšuje komfort obsluhy. Automatická regulace je spojená nejen s komfortem, ale i s výraznou úsporou energie, proto je podstatným provozním parametrem.“ [52] Naopak nejméně účinná zařízení na spalování biomasy jsou interiérové kotle nebo kamna, která jsou určena spíše do malých staveb nebo pouze jako doplňkovým zdrojem pro primární zdroj vytápění.

Jako palivo do kotlů na biomasu je

- Kusové dřevo – Nejčastěji využívaná forma biomasy, která musí být spalována až po ztrátě vlhkosti. Spalováním vlhkého kusového dřeva je snížena výhřevnost a zvýšena produkce emisí, která značně zanášejí kouřovody a komíny.
- Brikety – výlisky cca do 30 cm z rostlinných nebo dřevěných zbytků s nízkým obsahem vody do 10 % a popele
- Pelety – drobné výlisky cca do 5 cm z rostlinných nebo dřevěných zbytků s nízkým obsahem vody do 10 % a popele
- Štěpka – malé kousky dřeva vzniklé jako odpad při kácení nebo cíleně drcením, nevýhodou je vysoká vlhkost
- Obilí nebo sláma



Obrázek 45 Produkty z biomasy vhodné k vytápění

(Zdroj: <http://pozorovanislunce.eu/slunce/energie-ze-slunce/vyuziti-sluncni-energie/energie-biomasy.html>)

„Při spalování biomasy je základním kritériem výhřevnost paliva. Dřevo, nejběžnější biomasa, má srovnatelnou výhřevnost s hnědým uhlím - cca 15 MJ/kg. Výhřevnější jsou lisovaná paliva (pelety, brikety) – okolo 18 MJ/kg. Nejnižších hodnot výhřevnosti dosahuje štěpka – do 12 MJ/kg. U každého paliva závisí výhřevnost na vlhkosti. Např. doporučená vlhkost pro spalování dřeva je cca 20 % (čerstvě vytěžené dřevo cca 60 %).“ [52]

Tabulka 16 Energetický potenciál různých druhů biomasy

Druh biomasy	Energie celkem [%]	Teplo [PJ]	Elektřina [GWh]
Dřevo a dřevní odpad	24	25,2	427
Sláma obilnin/olejnin	11,7	11,9	224
Energetické rostliny	47,1	47,7	945
Bioplyn	16,3	15,6	535
Celkem	100	100,4	2231

(Zdroj: autorka podle biom - <https://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>)

Tabulka 17 Závislost obsahu vody na výhřevnosti biomasy

Druh biomasy	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]
Polena	10	16,4
Polena	20	14,28
Polena	30	12,18
Dřevní odpad	10	16,4
Dřevní odpad	20	14,28
Dřevní štěpka	30	12,18
Dřevní štěpka	40	10,1
Sláma obilovin	10	15,5
Sláma kukuřice	10	14,4
Lněné stonky	10	16,9
Sláma řepky	10	16

(Zdroj: autorka podle energ - <https://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>)

Kotle na biomasu tvoří v mnoha zemích základní součást topných systémů a je považován za perspektivní zdroj energie pro vytápění. Významný podíl biomasy na vytápění má Rakousko, ale i USA či Kanada. „V České republice se využívají především zařízení spalující kusové dřevo (krby, kamna, popř. kotle), moderní ekopaliva (pelety, brikety a štěpka) zatím pozici na českém trhu získávají.“ [52]

7 Metodika hodnocení energetické náročnosti budov v ČR

Hodnocení energetické náročnosti budovy se v současné podobě věnuje v plném rozsahu prováděcí vyhláška č. 72/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Vyhláška č. 72/2013 Sb. o energetické náročnosti budov definuje pojem referenční budova jako „výpočtově definovanou budovu 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 typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy.“ [56]

Základní princip hodnocení energetické náročnosti budovy s téměř nulovou spotřebou energie, nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy, je porovnání hodnot ukazatelů energetické náročnosti jedné z variant hodnocené budovy, s hodnotami ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu, které musí být vždy nižší. Poté jsou požadavky splněny. [56] V podstatě jde o vypracování a porovnání dvou stejných budov, se stejnými okrajovými podmínkami, ovšem jedna z budov má nastaveny referenční parametry. [4] „Referenční parametr musí identifikovat systémové řešení, které vede k nižší spotřebě. Pokud se k takovému řešení nesměruje pomocí referenčního parametru, může být v porovnání s referenční budovou lepší i budova s chybně navrženým systémovým řešením, což hodnocení nekontroluje.“ [4]



Obrázek 46 Princip hodnocení energetické náročnosti budov pomocí referenční budovy

(Zdroj: K. Kabele, M. Urban - <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>)

Pod pojmem energetická náročnost budovy se rozumí „vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na vytápění,

chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody (dále jen TV) a osvětlení.“ [3] Zásadní je slovo vypočtené, protože hodnocení probíhá na základě výpočtového modelu předpokládaného užívání budovy a její následné spotřeby energie, která není reálně naměřena. Při hodnocení energetické náročnosti je podstatné splnění kombinaci některých ukazatelů, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 72/2013 Sb. o energetické náročnosti budov:

- a) „celková primární energie za rok, Q_{PE} ;
- b) neobnovitelná primární energie za rok, Q_{nPE} ;
- c) celková dodaná energie za rok, Q_{fuel} ;
- d) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok;
- e) průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ;
- f) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici;
- g) účinnost technických systémů.“ [56]

V níže uvedené tabulce je vytvořen přehled požadavků, které musí být splněny. Nové budovy musí současně splnit tři hlavní ukazatele a v případě rekonstrukcí je možná volba pro splnění dvou kombinací. V případě výměny či změny prvků obálky budovy nebo technologického zařízení musí být splněny pouze požadavky jich se týkající, což je součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici a účinnost technických systémů. Ostatní ukazatele jsou pouze informativní a požadavek na splnění není stanoven. [3]

Tabulka 18 Požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti pro nové a rekonstruované budovy

Ukazatel energetické náročnosti	Požadavek na splnění ukazatele energetické náročnosti				
	Typ stavby 1	Typ stavby			
		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	x		
Účinnosti měněných prvků TZB				x	
Dílčí U měněných prvků					x
Poznámky: 1 – nová budova nebo přístavba, či nástavba zvětšující energeticky vztažnou plochu o více než 25 % 2 – větší změna dokončené budovy nebo jiná, než větší změna dokončené budovy					

(Zdroj: autorka podle TZB info - <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>)

Pro vyhodnocení požadavků výše uvedených ukazatelů energetické náročnosti slouží klasifikační třídy energetické náročnosti, které jsou stanoveny od A až po G pro celkovou dodanou energii a množství neobnovitelné primární energie. Zároveň je také stanovena klasifikační třída pro „*dílčí dodanou energii příslušných technických systémů – vytápění, přípravu TV, chlazení, úpravu vlhkosti, osvětlení. Dílčí dodané energie nejsou hodnoceny ve smyslu splnění požadavků na energetickou náročnost a jsou pouze zařazeny do informativní klasifikační třídy pro daný technický systém.*“ [3] Zařídění se provádí podle níže uvedené tabulky a ukazatele celkové dodané, dílčí a primární energie se zařídí částečně odlišněji do ukazatele průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy. [3]

Tabulka 19 Klasifikační třídy pro ukazatele energetické náročnosti

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie - a), b), c), d)	U_{em} - e)	
A	$0,5 \times E_R$	$0,65 \times E_R$	Mimořádně úsporná
B	$0,75 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	Velmi úsporná
C	E_R		Úsporná
D	$1,5 \times E_R$		Méně úsporná
E	$2 \times E_R$		Nehospodárná
F	$2,5 \times E_R$		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

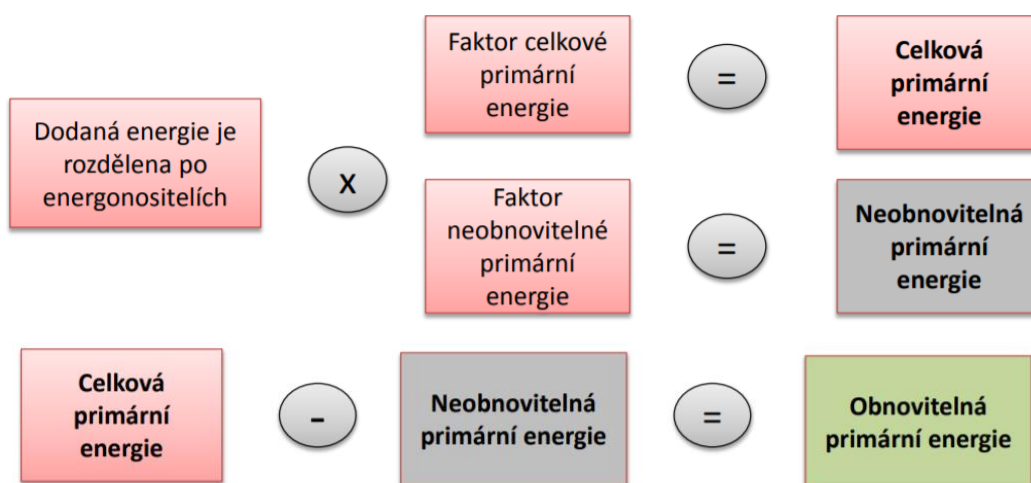
7.1 Princip výpočtu energetické náročnosti budov a stanovení celkové primární energie

Pro pochopení principu stanovení celkové primární energie, neobnovitelné primární energie apod. a následné hodnocení energetické náročnosti budovy, je nutné znát některé základní definice, které jsou ve výpočtu používány. Většina z níže vypsanych definic jsou uvedeny ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. [56]

- Primární energie = energie, která neprošla žádným procesem přeměny
- Celková primární energie = jedním z nově zavedených ukazatelů pro hodnocení energetické náročnosti a je tvořena součtem neobnovitelné a obnovitelné primární energie
- Vypočtená spotřeba energie = energie, která se stanoví z potřeby energie pro zjištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technických systémů, v případě spotřeby paliv je spotřeba energie vztažena k výhřevnosti paliva

- Pomocná energie = energie potřebná pro provoz technických systémů
- Faktor primární energie = koeficient, kterým se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích k získání odpovídajícího množství celkové primární energie
- Faktor neobnovitelné primární energie = koeficient, kterým se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích k získání odpovídajícího množství neobnovitelné primární energie
- Ergonositel = hmota nebo jev, které mohou být použity k výrobě mechanické práce nebo tepla nebo na ovládání chemických nebo fyzikálních procesů
- Systémová hranice = plocha tvořená vnějším povrchem konstrukcí ohraničujících zónu
- Zóna = celá budova nebo její ucelená část s podobnými vlastnostmi vnitřního prostředí, režimem užívání a skladbou technických systémů
- Celková energeticky vztažená plocha = vnější půdorysná plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy

„Celková primární energie a neobnovitelná primární energie se stanoví jako součet součinů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích a příslušných faktorů primární energie.“ [3]

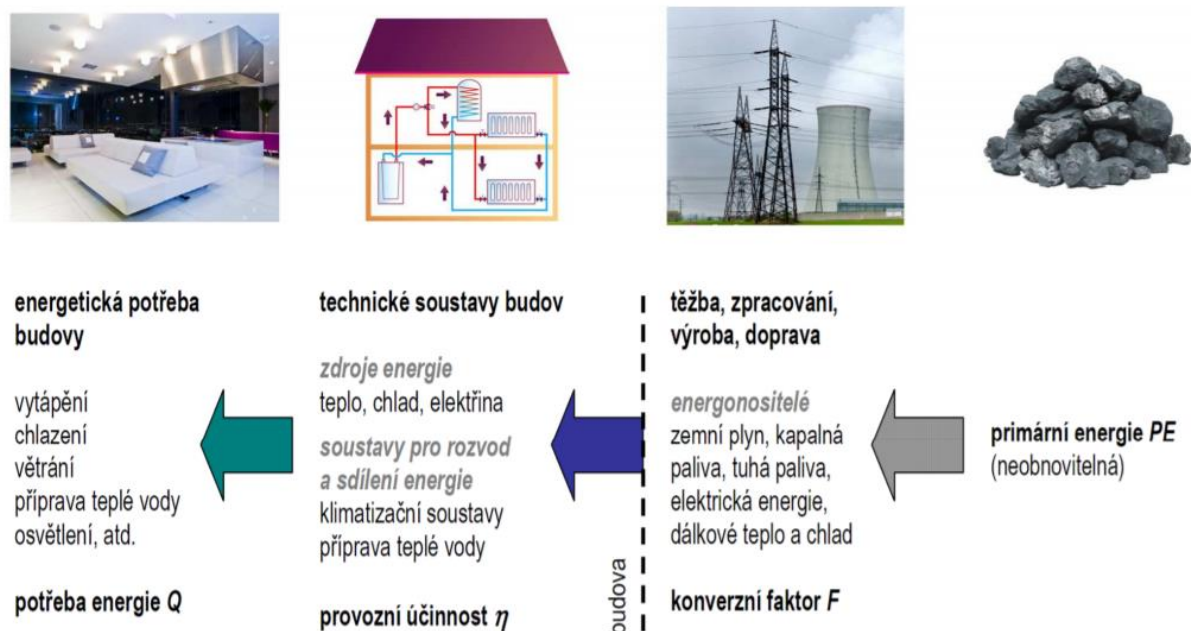


Obrázek 47 Výpočet celkové, neobnovitelné a obnovitelné primární energie

(Zdroj: O. Rubinová - <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp08.pdf>)

Pro výpočet celkové a neobnovitelné primární energie je důležitý faktor primární energie. Faktor primární energie je zjednodušeně řečeno podíl mezi potřebou primární energie a potřebou dodané energie. Celkový faktor primární energie je konverzní faktor,

který svou hodnotou (vždy překračující hodnotu 1) vyjadřuje proces spojen s náklady od těžby, dopravy, uskladnění, přeměny až po dodání na místo užití. Faktor neobnovitelné primární energie je konverzní faktor, který vyjadřuje navýšení dodávané energie s vyloučením složek obnovitelné energie, což může vést u obnovitelných zdrojů energie ke konverzním faktorům s hodnotou nižší než jedna. [32]



Obrázek 48 Bilance primární energie

(Zdroj: Tomáš Matuška, Ústav techniky prostředí ČVUT v Praze - http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/10/ZZT-P10_primarni_energie_CZT.pdf)

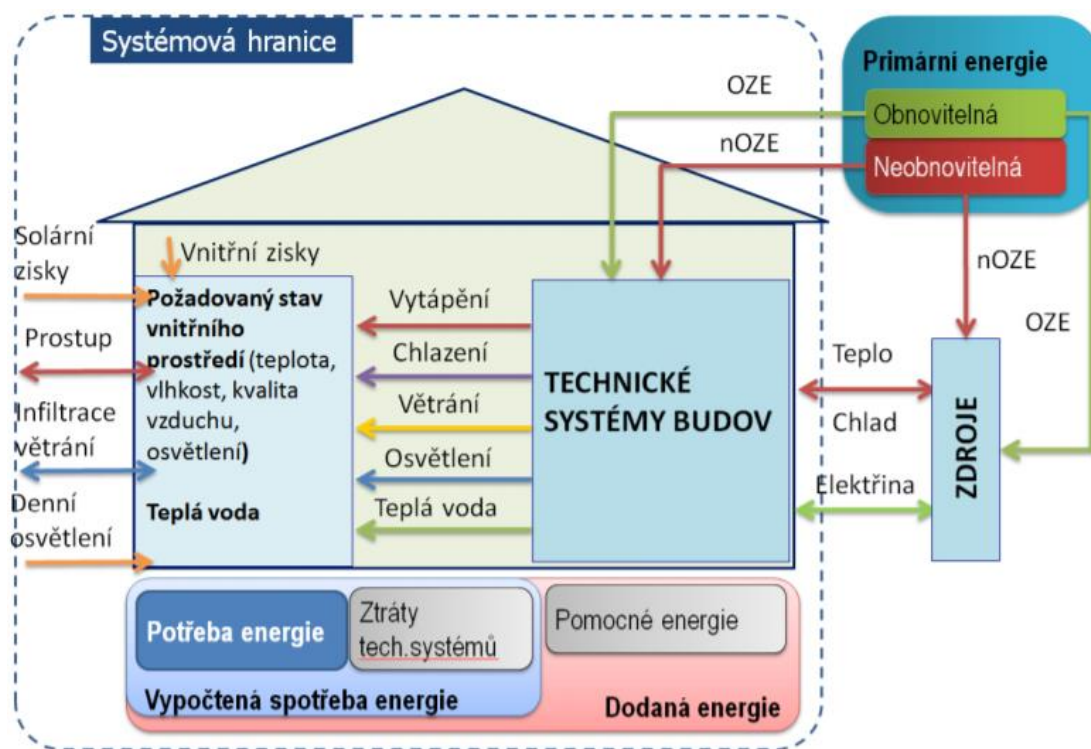
Tabulka 20 Hodnoty faktoru primární energie pro hodnocenou budovu

Ergonositel	Faktor celkové primární energie [–]	Faktor neobnovitelné primární energie [–]
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé uhlí	1,1	1,1
Hnědé uhlí	1,1	1,1
Propan-butan/LPG	1,2	1,2
Topný olej	1,2	1,2
Elektřina	3,2	3,0
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1,0	0,0
Elektřina – dodávka mimo budovu	-3,2	-3,0
Teplo – dodávka mimo budovu	-1,1	-1,0

Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80 % podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,1
Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 50 % a nejvýše 80 % podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,3
Soustava zásobování tepelnou energií s 50 % a nižším podílem obnovitelných zdrojů	1,1	1,0
Ostatní neuvedené energonositele	1,2	1,2

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

Princip hodnocení energetické náročnosti znázornění na níže uvedeném obrázku, přičemž výpočet referenční a hodnocené budovy probíhá paralelně dvakrát.



Obrázek 49 Princip výpočtu energetické náročnosti budov

POZNÁMKA:

OZE – energonositele obnovitelných zdrojů energie (např. sluneční záření, energie okolí, biomasa apod.);

nOZE – energonositele neobnovitelných zdrojů energie (např. uhlí, zemní plyn, lehký topný olej, propan);

teplo/chlad – tepelná energie obsažená v teplotně nosné látce (např. otopná voda, pára, chladicí voda)

(Zdroj: K. Kabele, M. Urban - <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>)

7.2 Stanovení referenční budovy

„Parametry a hodnoty referenční budovy jsou stanovené tak, aby zajistily nákladově optimální úroveň energetické náročnosti budov a prvků budov, vypočtenou pro jejich předpokládaný ekonomický životní cyklus v souladu se srovnávacím metodickým rámcem.“ [56] Celý níže uvedený postup stanovení parametrů a hodnot pro referenční budovu probíhá podle přílohy 1 vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

(*) Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R}$

- Jednozónová budova:

$$\text{- pro } \theta_{im} 18 - 20^{\circ}\text{C} \quad \rightarrow \quad U_{em,R} = U_{em,N,20,R} \quad (1)$$

$$\text{- pro ostatní hodnoty } \theta_{im} \quad \rightarrow \quad U_{em,R} = U_{em,N,20,R} \cdot 16 / (\theta_{im} - 4) \quad (2)$$

- Vícezonová budova:

$$\text{- } U_{em,R} = \Sigma (U_{em,R,j} \cdot V_j) / \Sigma V_j \quad (3)$$

„kde $U_{em,N,20,R}$ požadovaná základní hodnota průměrného součinitele prostupu tepla jednozónové budovy, ve $W/(m^2 \cdot K)$;
 θ_{im} převažující návrhová vnitřní teplota v zóně budovy podle ČSN 730540- 2:2011, ve $^{\circ}\text{C}$;
 $U_{em,R,j}$ referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla j-té zóny budovy, ve $W/(m^2 \cdot K)$, stanovená stejným postupem jako hodnota $U_{em,R}$ pro jednozónovou budovu;
 V_j objem j-té zóny budovy, stanovený z vnějších rozměrů, v m^3 .“ [56]

(**) Požadovaná základní hodnota průměrného součinitele prostupu tepla jednozónové budovy $U_{em,N,20,R} \rightarrow$ stanovení

- vážený průměr normových požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla $U_{N,20}$ všech teplosměnných konstrukcí obálky jednozónové budovy:

$$\text{- } U_{em,N,20,R} = f_R \cdot [\Sigma (U_{N,20,j} \cdot A_j \cdot b_j) / \Sigma A_j + \Delta U_{em,R}] \quad (4)$$

„kde f_R redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla;
 $U_{N,20,j}$ normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce pro převažující návrhovou vnitřní teplotu 20°C , ve $W/(m^2K)$, podle ČSN 73 0540-2:2011 s tím, že:

- a) pokud součet průsvitných ploch tvoří více než 50 % teplosměnné části vnějších stěn budovy, započte se pouze pro těchto 50 % odpovídající požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro výplně otvorů a pro ostatní průsvitné plochy se uvažuje požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro vnější stěny;
- b) pro budovu s lehkým obvodovým pláštěm se při stanovení hodnoty $U_{em,N,20}$ podle vztahu (4) použije pro neprůsvitné výplně požadovaná normová hodnota $U_{N,20}$ pro vnější stěny a pro průsvitné výplně požadovaná normová hodnota $U_{N,20}$ pro výplně otvorů ve vnější stěně;

- A_j plocha j -té teplosměnné konstrukce, stanovená z vnějších rozměrů, v m^2 ;
 b_j teplotní redukční činitel odpovídající j -té konstrukci podle ČSN 73 0540-2:2011;
 $\Delta U_{em,R}$ přírážka na vliv tepelných vazeb, ve $W/(m^2 \cdot K)$, podle tabulky 1 této přílohy.“ [56]

(*) Požadovaná základní hodnota průměrného součinitele prostupu tepla jednozónové budovy $U_{em,N,20,R}$ → omezení**

- Pro obytné budovy:

$$- U_{em,N,20,R,max} = 0,50 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \quad (5)$$

- Pro ostatní budovy:

$$- \text{je-li } A/V \leq 0,2 \text{ m}^2/\text{m}^3 \rightarrow U_{em,N,20,R,max} = 1,05 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \quad (6)$$

$$- \text{je-li } A/V > 1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3 \rightarrow U_{em,N,20,R,max} = 0,45 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \quad (7)$$

$$- \text{pro ostatní hodnoty } A/V \rightarrow U_{em,N,20,R,max} = 0,30 + 0,15 / (A/V) \quad (8)$$

„kde A teplosměnná plocha obálky zóny podle ČSN 73 0540-2:2011, v m^2 ;

V objem zóny budovy, stanovený z vnějších rozměrů, v m^3 .“ [56]

Referenční budova je charakterizována parametry a jejich hodnotami, které jsou uvedeny v tabulkách 21 až 24. Parametry u kterých nejsou stanoveny referenční hodnoty a přes to ovlivňují výpočet energetické náročnosti budovy, budou použity hodnoty, které jsou shodné s navrhovanou budovou.

Tabulka 21 Parametry a hodnoty referenční budovy pro obálku budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	f_R	-	1,0	0,8	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla jenzónové budovy nebo dílčí zóny vícezónové budovy	$U_{em,R}$	$W/(m^2 \cdot K)$	Hodnota podle (*)		
Průměrný součinitel prostupu tepla vícezónové budovy	$U_{em,R}$	$W/(m^2 \cdot K)$	Hodnota podle (*)		
Přírážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	$W/(m^2 \cdot K)$	0,02		
Vnitřní tepelná kapacita	C_R	$kJ/(m^2 \cdot K)$	165		
Celková propustnost slunečního záření (solární faktor)	g_R	-	0,5		

Činitel clonění aktivními stínícími prvky pro režim chlazení	$F_{sh,R}$	-	0,2
Vyrobena elektřina	$Q_{el,R}$	(kWh)	0
Využitá energie slunečního záření, energie větru a geotermální energie	$Q_{env,R}$	kWh)	0

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

Tabulka 22 Parametry a hodnoty referenční budovy pro technické systémy budov

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota
Vytápění			
Účinnost výroby energie zdrojem tepla ¹⁾	$\eta_{H,gen,R}$	%	80
Účinnost distribuce energie na vytápění	$\eta_{H,dis,R}$	%	85
Účinnost sdílení energie na vytápění	$\eta_{H,em,R}$	%	80
Chlazení			
Chladicí faktor kompresorového zdroje chladu	$EER_{C,gen,R}$ ²⁾	W/W	2,7
Chladicí faktor ostatních zdrojů chladu	$EER_{C,gen,R}$ ²⁾	W/W	0,5
Účinnost distribuce energie na chlazení	$\eta_{C,dis,R}$	%	85
Účinnost sdílení energie na chlazení	$\eta_{C,em,R}$	%	85
Dodaná energie na chlazení pro rodinné a bytové domy (nebo zóny s tímto provozem)	$Q_{fuel,C}$	kWh	0
Větrání			
Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání	$P_{SFPahu,R}$	$W \cdot s/m^3$	1750
Účinnost zpětného získávání tepla systému nuceného větrání s objemovým průtokem větracího vzduchu do 7500 m ³ /hod	$\eta_{H,hr,R}$	%	60
Účinnost zpětného získávání tepla systému nuceného větrání s objemovým průtokem větracího vzduchu nad 7500 m ³ /hod	$\eta_{H,hr,R}$	%	40

Úprava vlhkosti vzduchu			
Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení	$\eta_{RH+,gen,R}$	%	70
Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení	$\eta_{RH-,gen,R}$	%	65
Účinnost zpětného získávání vlhkosti systému nuceného větrání	$\eta_{RH,r,R}$	%	0
Příprava teplé vody			
Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody ¹⁾	$\eta_{W,gen,R}$	%	85
Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech do celkového objemu zásobníků 400 litrů	$Q_{W,st,R}$	Wh/(l · den)	7
Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech nad celkový objem zásobníků 400 litrů	$Q_{W,st,R}$	Wh/(l · den)	5
Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztažená k délce rozvodů teplé vody	$Q_{W,dis,R}$	Wh/(m · den)	150
Osvětlení			
Průměrný měrný příkon pro osvětlení pro rodinné a bytové domy vztažený k osvětlenosti zóny	$P_{L,lx,R}$	W/(m ² · lx)	0,05
Průměrný měrný příkon pro osvětlení pro ostatní budovy vztažený k osvětlenosti zóny	$P_{L,lx,R}$	W/(m ² · lx)	0,1
Činitel závislosti na denním světle	$F_{D,R}$	(-)	1
Pomocné energie			
Korekční činitel typu oběhového čerpadla	$f_{p,ctl,R}$	(-)	1

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

„Poznámky:

1) v případě výroby z paliv vztažená k výhřevnosti paliva,

2) Stanovený podle ČSN EN 14511-2 - Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Část 2: Zkušební podmínky.“ [56]

Tabulka 23 Hodnoty faktoru primární energie pro referenční budovu

Typ spotřeby	Faktor neobnovitelné primární energie [–]
Vytápění	1,1
Chlazení	3,0
Příprava teplé vody	1,1
Úprava vlhkosti vzduchu	3,0
Mechanické větrání	3,0
Osvětlení	3,0
Pomocné energie (čerpadla, regulace apod.)	3,0

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

Tabulka 24 Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu (dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů nebo zvýšením parametrů stavebních prvků obálky budovy nebo technických systémů budovy)

Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1.2015	Nová budova po 1.1.2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanoveným pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
			Bytový dům	3	10	20
		%	Ostatní budovy	3	8	10

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

V případě měněných stavebních prvků obálky budovy nebo měněných technických systémů budovy jsou pro referenční budovu charakterizovány parametry a jejich hodnoty v tabulkách 25 a 26.

Tabulka 25 Referenční parametry a hodnoty pro měněné stavební prvky obálky budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota
Součinitel prostupu tepla	U_R	$W/(m^2 \cdot K)$	Doporučená hodnota dle ČSN 730540-2:2011

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

Tabulka 26 Referenční parametry a hodnoty pro měněné technické systémy budov

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota
Účinnost výroby energie zdrojem tepla pro vytápění a/nebo přípravu teplé vody ¹⁾	$\eta_{H,gen,R}$	%	80
Chladicí faktor kompresorového zdroje chladu	$EER_{C,gen,R}$ ²⁾	W/W	2,7
Chladicí faktor ostatních zdrojů chladu	$EER_{C,gen,R}$ ²⁾	W/W	0,5
Topný faktor tepelného čerpadla	$COP_{H,gen,R}$ ³⁾	W/W	3,0
Účinnost zpětného získávání tepla – rovnotlaký systém nuceného větrání	$\eta_{H,hr,sys}$ ⁴⁾	%	60

(Zdroj: autorka podle - Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.)

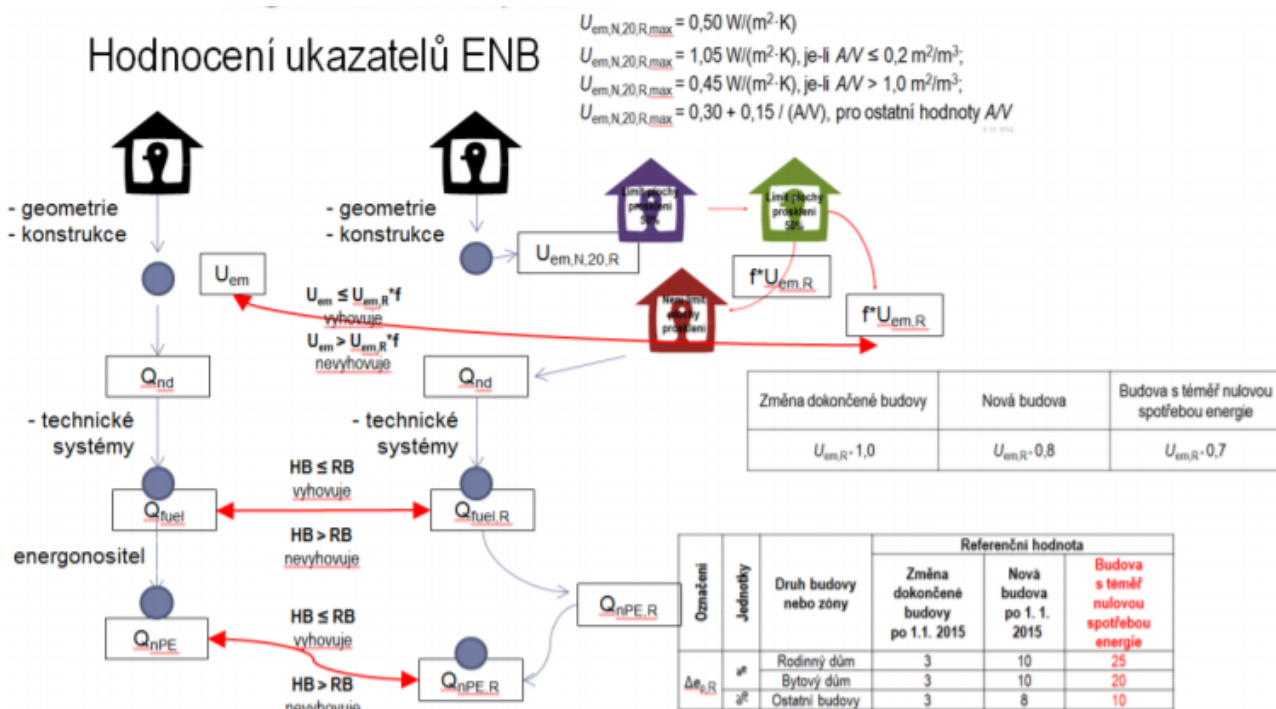
„Poznámky:

- 1) *V případě výroby z paliv vztažená k výhřevnosti paliva*
- 2) *Stanovený podle ČSN EN 14511-2 - Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Část 2: Zkušební podmínky*
- 3) *Stanovený podle ČSN EN 14511-2 - Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Část 2: Zkušební podmínky pro teploty 2/35 °C (vzduch/voda), 0/35 °C (země/voda), nebo 10/35 °C (voda/voda)*
- 4) *Stavená podle EN 308 jedná se o tzv. suchou účinnost samotného rekuperátoru bez vlivu jednotky a ventilátorů pro pracovní bod na hodnotě 50 % jmenovitého výkonu zařízení, v němž je rekuperátor použit“ [56]*

7.3 Problematika hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy

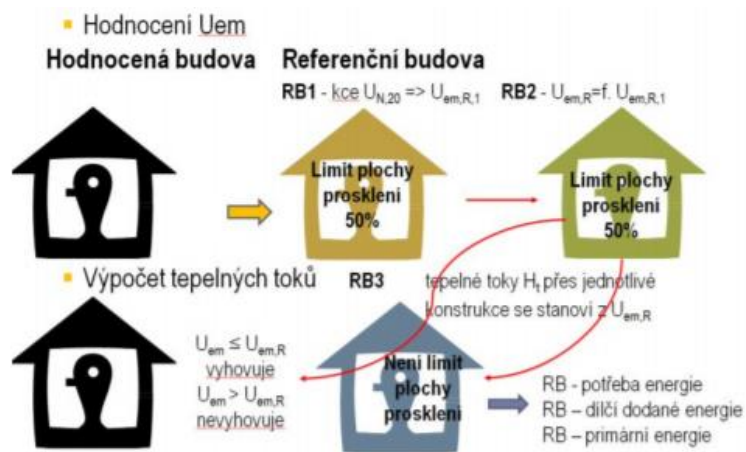
Správné stanovení hodnot pro referenční vlastnosti budovy je mnohdy velmi komplikované, kvůli značenému množství výjimek a omezení, které stanovuje vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Pro stanovení co nejvíce reálně odpovídajícího modelu, je potřeba vytvoření několika referenčních budov. V rámci výpočetního nástroje po hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy, musí referenční budova v principu existovat hned několikrát. Proces hodnocení obálky budovy a způsob výpočtu požadavků pro hodnocení celkové dodané a neobnovitelné primární energie je zjednodušeně znázorněn na obrázcích 50 a 51, ke kterým byl odborníky v oboru, panem prof. Ing. Karlem Kabelem, CSc. a panem Ing. Miroslavem Urbanem, Ph. D

(ČVUT, fakulta stavební, katedra technických zařízení budov), vytvořen níže uvedený podrobný popis. [55]



Obrázek 50 Princip hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy

(Zdroj: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/46/m05-wp5-hotovo.pdf>)



Obrázek 51 Princip hodnocení obálky budovy

(Zdroj: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/46/m05-wp5-hotovo.pdf>)

1. „Referenční budova RB1 je stejná jako budova hodnocená pouze s parametry konstrukcí U_{N,20} a v případě většího podílu prosklení než 50 % z obálky budovy je plocha zasklení limitována touto plochou.
2. Vypočtené U_{em,R,1} je poníženo o f_R, stanoví se tedy U_{em,R} a to je vyjádřeno referenční budovou RB2. Současně musí být zkontrolovány limitní podmínky podle přílohy 1,

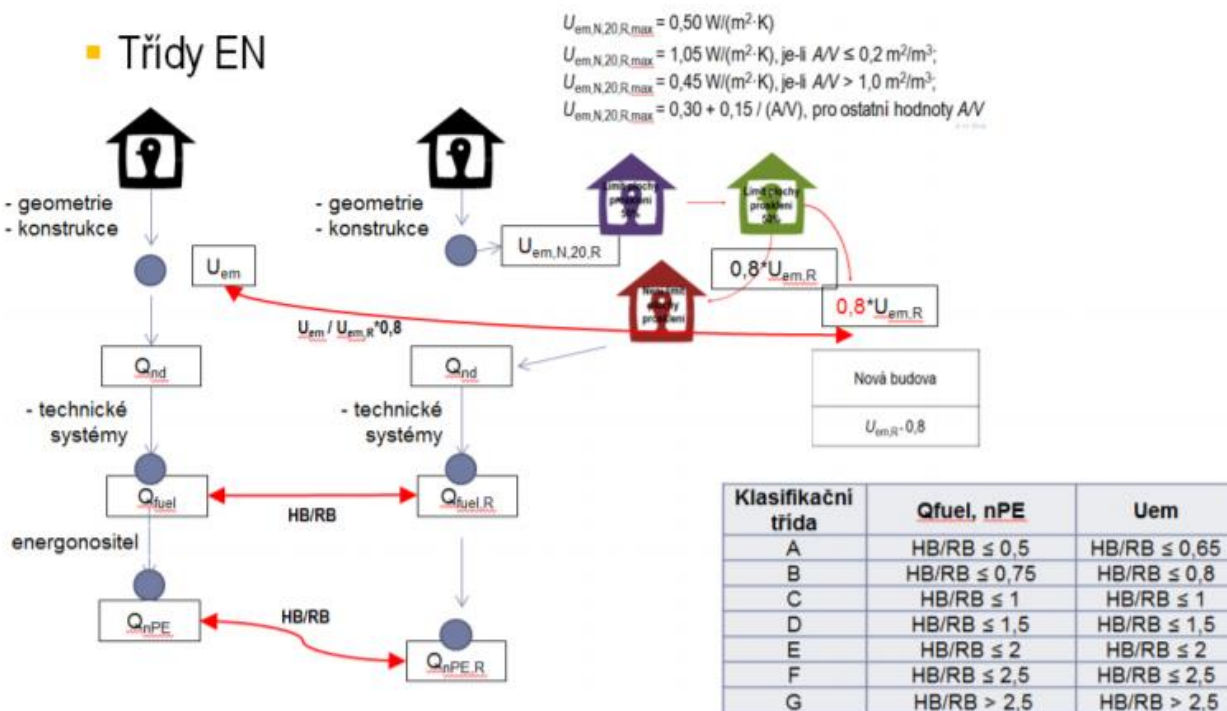
- odst. 6 vyhlášky 78/2013 Sb. V případě, že je $U_{em,R}$ vyšší než uvedené podmínky, uvažuje se pro $U_{em,R}$ příslušný limit.*
- 3. Stanovené $U_{em,R}$ se porovná s U_{em} vypočteným pro hodnocenou budovu a pokud je $U_{em} \leq U_{em,R}$ – požadavky pro ukazatel EN jsou splněny, pokud $U_{em} > U_{em,R}$ – požadavky pro ukazatel EN nejsou splněny.*
 - 4. Krok 1. - 3. řeší pouze hodnocení obálky, nicméně je nutné stanovit toky energií pro referenční budovu za účelem porovnání dalších ukazatelů EN. Pro výpočet toků energie je nutné mít výpočetně definovanou referenční budovu RB3. Tato referenční budova má již stejný podíl prosklení jako budova hodnocená (např. 90%), přes tyto plochy se stanoví tepelné zisky od solárního ozáření.*
 - 5. Tepelné toky prostupem H_T pro referenční budovu RB3 se následně stanoví z vypočteného $U_{em,R}$ pro plochy konstrukcí stejné jako jsou u budovy hodnocené. Z těchto tepelných toků jsou následně stanoveny potřeba energie na vytápění $Q_{H,nd,R}$ a potřeba energie na chlazení $Q_{C,nd,R}$ pro referenční budovu. Z kterých jsou potom stanoveny dílčí dodané energie a neobnovitelná primární energie referenční budovy.*
 - 6. Při výpočtu hodnoty neobnovitelné primární energie referenční budovy je nutné zohlednit také ponížení referenčního požadavku pro neobnovitelnou primární energii. Hodnota ponížená o uvedený parametr Δ_{ep} je následně porovnávána s vypočtenou hodnotou pro referenční budovu.*
 - 7. Splnění požadavku ukazatel energetické náročnosti budovy pro ukazatel EN celkové dodané energie a ukazatel EN pro neobnovitelnou primární energii vyjadřuje porovnání vypočtené hodnoty ukazatele pro hodnocenou a referenční budovu, kdy platí že pokud je hodnota parametru referenční budovy nižší vypočtená hodnota parametru hodnocené budovy ($HB \leq RB$) – požadavky pro ukazatel EN jsou splněny, pokud platí že $HB > RB$ – požadavky pro ukazatel EN nejsou splněny.*

Výsledek hodnocení ukazatelů energetické náročnosti není patrné z grafického znázornění PENB. Hodnocení ukazatelů lze nalézt pouze v protokolu PENB, jmenovitě pro hodnocení požadavku na:

- U_{em} v tabulce a.2) protokolu PENB,*
- celkovou dodanou energii v tabulce e) protokolu PENB,*
- neobnovitelnou primární energii v tabulce f) protokolu PENB.“ [55]*

7.4 Problematika zařídění ukazatelů energetické náročnosti budovy

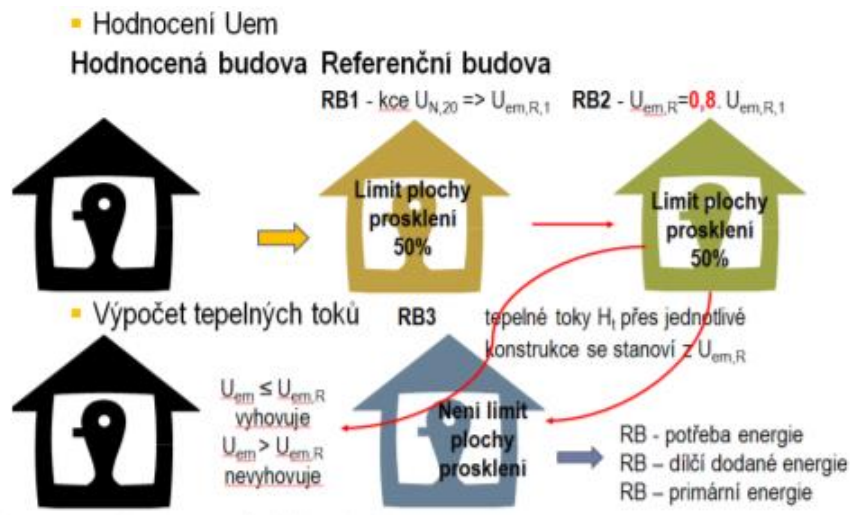
Do samostatné části výpočtu se řadí zařídění ukazatelů energetické náročnosti budovy, které ve své podstatě přímo nesouvisí s výše uvedeným hodnocením ukazatelů energetické náročnosti, protože jde o vlastní linii výpočtu v principu výpočetního nástroje. [55] Tato skutečnost je zapříčiněna požadavkem odst 7., §9 vyhlášky 78/2013 Sb., kde se uvádí že: „Hranice klasifikačních tříd podle odstavce 6 se stanoví z referenční hodnoty klasifikovaného ukazatele energetické náročnosti budovy ER , která se určí jednotně pro referenční podmínky uvedené pro novou budovu v příloze č. 1 k této vyhlášce. Při změně dokončené budovy, výstavbě budovy s téměř nulovou spotřebou a při prodeji nebo pronájmu stávající budovy platí stejná stupnice klasifikačních tříd jako pro nové budovy.“ [56] Z toho vyplývá, že pro potřeby zařídění ukazatelů EN hodnocené budovy do klasifikačních tříd musí být pro porovnání použita referenční budova v režimu nové budovy do 1.1. 2015. Od 1.1. 2015 se zařídění budov bude provádět k původnímu požadavku pro nové budovy, protože se mění požadavek pro neobnovitelnou primární energii. „V principu je pak proces výpočtu referenční budovy podobný jako u hodnocení ukazatelů, nicméně v některých detailech odlišný.“ [55] Vše vysvětlují níže uvedené obrázky 52 a 53 a k nim příslušný podrobný popis.



Obrázek 52 Princip stanovení klasifikačních tříd pro ukazatele energetické náročnosti budovy

(Zdroj: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/46/m05-wp5-hotovo.pdf>)

„Proces stanovení referenčního klasifikačního ukazatele E_R obálky budovy je znázorněn na Obr. 28. Tento proces je velmi důležitý, protože se od něj fakticky odvíjí výpočet toků energie pro referenční budovu.“ [55]



Obrázek 53 Princip hodnocení obálky budovy

(Zdroj: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/46/m05-wp5-hotovo.pdf>)

8. „Referenční budova RB1 je stejná jako budova hodnocená pouze s parametry konstrukcí $U_{N,20}$ a v případě většího podílu prosklení než 50 % z obálky budovy je plocha zasklení limitována touto plochou.
9. Vypočtené $U_{em,R,1}$ je poníženo o $f_R = 0,8$ pro nové budovy, stanoví se tedy $U_{em,R}$ a to je vyjádřeno referenční budovou RB2. Současně musí být zkontrolovány limitní podmínky podle přílohy 1, odst. 6 vyhlášky 78/2013 Sb. V případě, že je $U_{em,R}$ vyšší než uvedené podmínky, uvažuje se pro $U_{em,R}$ příslušný limit.
10. Stanovené $U_{em,R}$ se porovná s U_{em} vypočteným pro hodnocenou budovu a porovnáním těchto dvou hodnot dojde podle hranic klasifikačních tříd energetická náročnosti budovy podle přílohy č. 2 vyhlášky 78/2013 Sb. k zařídění ukazatele U_{em} . $U_{em,R}$ je v tomto případě pro potřeby zařídění parametrem E_R .
11. Krok 1. - 3. řeší pouze hodnocení obálky, nicméně je nutné stanovit toky energií pro referenční budovu za účelem porovnání dalších ukazatelů EN. Pro výpočet toků energie je nutné mít výpočetně definovanou referenční budovu RB3. Tato referenční budova má již stejný podíl prosklení jako budova hodnocená (např. 90%), přes tyto plochy se stanoví tepelné zisky od solárního ozáření.
12. Tepelné toky prostupem HT pro referenční budovu RB3 se následně stanoví z vypočteného $U_{em,R}$ pro plochy konstrukcí stejné jako jsou u budovy hodnocené. Z

těchto tepelných toků jsou následně stanoveny potřeba energie na vytápění $Q_{H,nd,R}$ a potřeba energie na chlazení $Q_{C,nd,R}$ pro referenční budovu. Z kterých jsou potom stanoveny dílčí dodané energie a neobnovitelná primární energie referenční budovy.

13. *Vlastní stanovení hranic klasifikačních tříd pro celkovou dodanou energii a pro neobnovitelnou primární energii a dílčí dodané energie se stanoví podle těchto parametrů stanovených pro RB3. Hranice klasifikačních tříd energetická náročnosti budovy se nastaví podle přílohy č. 2 vyhlášky 78/2013 Sb., kdy platí že E_R je celkovou dodanou, neobnovitelnou primární energii a dílčí dodané energie hodnota parametru vypočteného pro RB3. Při výpočtu hodnoty neobnovitelné primární energie referenční budovy se v tomto případě nezohledňuje ponížení referenčního požadavku pro neobnovitelnou primární energii. Nové budovy do 1.1. 2015 nemají požadavek na ponížení pomocí parametru Δe_p . Čili pro nové budovy po 1.1.2015 bude probíhat zatřídění nPE jako pro budovu novou před tímto datem.*

Vlastní zatřídění včetně hranic klasifikačních tříd je potom patrné z grafického znázornění PENB. “ [55]

PRAKTICKÁ ČÁST

8 Případová studie

Jako podklad pro zpracování praktické části diplomové práce byla zvolena studie rodinného domu, která byla původně vytvořena v rámci semestrální práce z předmětu KME/EES - Energetické a ekologické stavby. Dispozice, tvar a materiály stavby byly nově upraveny podle pravidel z kapitoly 6.3 - *Zásadní stavebně technické parametry výstavby budov s téměř nulovou spotřebou energie*, aby co nejvíce odpovídaly doporučeným parametrům pro výstavbu budovy s téměř nulovou spotřebou energie.



Obrázek 54 Vizualizace RD – podklad pro případovou studii

(Zdroj: autorka DP)

V případové studii jsou vytvořeny a následně porovnány tři varianty úrovně kvality obálky a technického zařízení budovy, při naprosto stejném architektonickém řešení hrubé stavby rodinného domu. Pro každou variantu byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy (v programech DEKSOFT - Tepelná technika 1D a Energetika od společnosti DEK a.s.) a projektová dokumentace ve formě studie (v programu Allplan 2017), které jsou přiloženy jako doprovodná materiál této diplomové práce.

Cílem případové studie je:

- 1) Vytvoření novostavby, která je vyhovující současně stanoveným legislativám, tzn. pro výstavu do roku 2020 před uvedením v platnosti směrnice 2010/31/EU do české legislativy = VARIANTA A
- 2) Vytvoření novostavby po roce 2020 na základní úrovni splnění povinného energetického standardu se zpřísněnými požadavky na obálku budovy a výši neobnovitelné primární energie, tzn. po zavedení prvního povinného energetického standardu - budova s téměř nulovou spotřebou energie = VARIANTA B.
- 3) Vytvoření novostavby po roce 2020 na vyšší úrovni splnění povinného energetického standardu se zpřísněnými požadavky na obálku budovy a výši neobnovitelné primární energie, tzn. po zavedení prvního povinného energetického standardu - budova s téměř nulovou spotřebou energie = VARIANTA C.
- 4) Porovnání nákladů, tepelných ztrát a celkových změn ve výstavbě.

8.1 Základní popis rodinného domu případové studie

Jak už bylo řečeno, všechny varianty byly vytvořeny na identické architektonicko stavební řešení stavby, což znamená identický konstrukční systém z hlediska kubatury i materiálů, dispozice s vnitřním užíváním stavby a umístění na konkrétním pozemku, aby byly zjištěny totožné vnitřní i vnější okrajové podmínky pro všechny variant obálky a technického zařízení stavby.

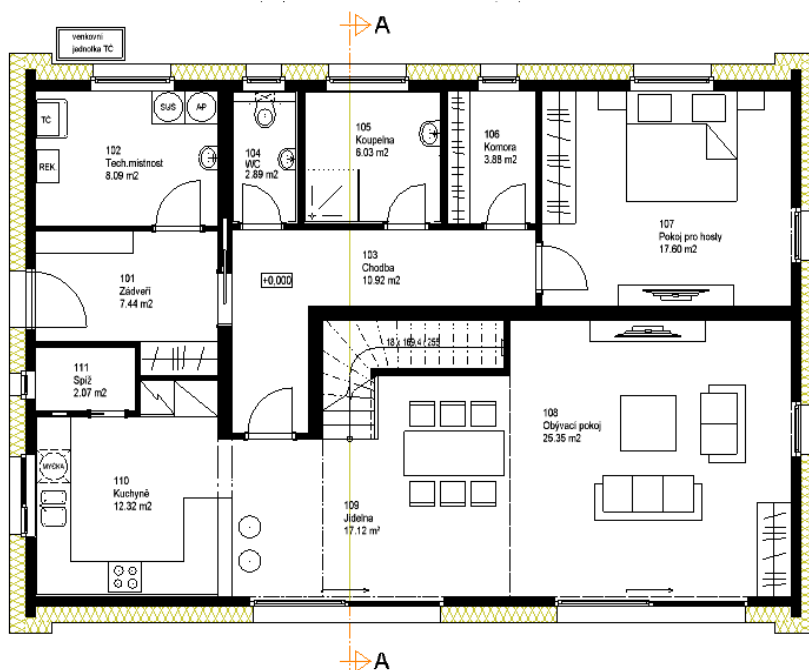
8.1.1 Orientace a umístění RD na pozemku

Stavba rodinného domu je navržena na severním okraji obce Březina na pozemku s parcelním číslem 341/3 v katastrálním území Březina u Rokycan. Pozemek je obdélníkového tvaru o rozměrech cca 40 x 33 m, téměř rovinného charakteru s mírným svažováním k jihozápadnímu rohu pozemku. Na pozemku se nenachází žádné stávající objekty ani vysoká vegetace, která by tvořila nežádoucí stínění, zejména na severní polovině pozemku. Severozápadní hranice pozemku sousedí s místní komunikací, na kterou je také navržen nový sjezd. Stavba rodinného domu je osazena v severovýchodní části s dostatečnými odstupy od hranice pozemku. Výrazně prosklená jižní (až jihozápadní) strana objektu je orientována s výhledem do nezastavěného a nestíněného pozemku.

8.1.2 Tvar a dispozice RD

Rodinný dům je navržen jako dvoupodlažní, nepodsklepený, obdélníkového tvaru o hlavním rozměru (ohrazeného nosnými konstrukcemi) 9,5 x 14 m a s nepatrnými přesahy štítových stěn. Střecha je sedlová s mírným sklonem 20°.

Hlavní vchod do objektu je situován ze severozápadní strany objektu a vstupuje se do zádveří, které navazuje na technickou místnost a centrální chodbu rodinného domu. Chodba rozděluje provozně hygienickou část dispozice orientovanou v severní (až severovýchodní) část objektu od obytné části, která se nachází jižně od chodby. Z centrální chodby je také možnost vstoupit do východně situovaného pokoje, který je oddělen od obytné části a je určen pro hosty, tzn. pro krátkodobý pobyt. Provozně hygienická část je tvořena samostatným WC, koupelnou a skladovací komorou. Obytná část 1.NP je tvořena obývacím pokojem spojeného s jídelnou a kuchyňským koutem se spíží.

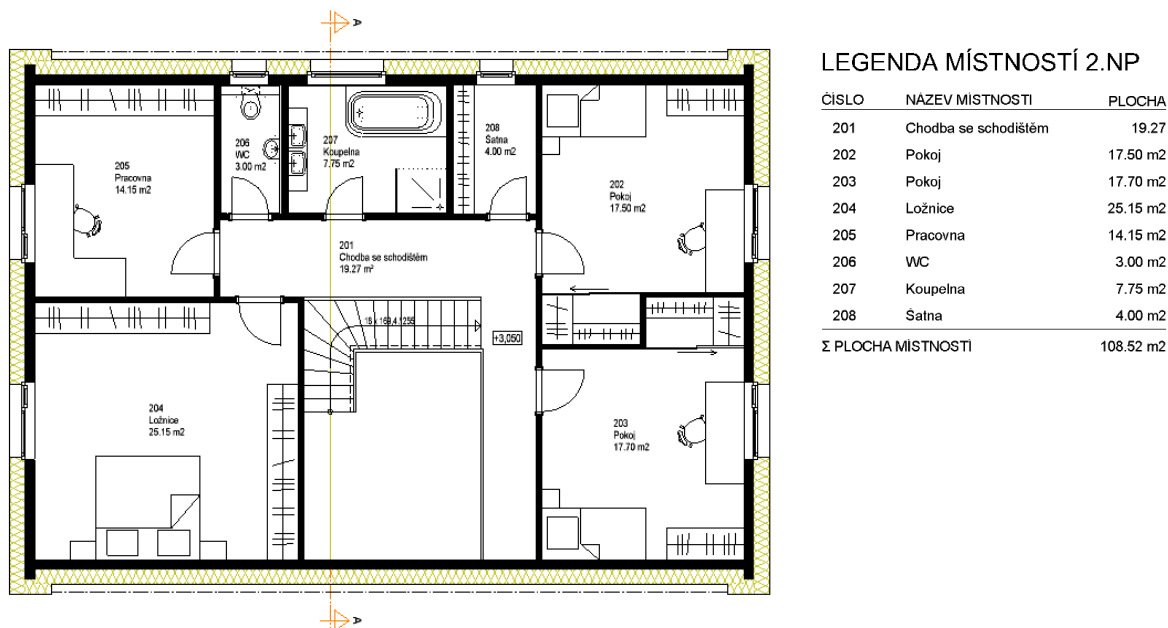


LEGENDA MÍSTNOSTÍ 1.NP

ČÍSLO	NAZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
101	Zádveří	7.44 m ²
102	Tech.místnost	8.09 m ²
103	Chodba	10.92 m ²
104	WC	2.89 m ²
105	Koupelna	6.03 m ²
106	Komora	3.88 m ²
107	Pokoj pro hosty	17.60 m ²
108	Obývací pokoj	25.35 m ²
109	Jídelna	17.12 m ²
110	Kuchyně	12.32 m ²
111	Spíží	2.07 m ²
Σ PLOCHA MÍSTNOSTI 1.NP:		113.71 m ²

Obrázek 55 Půdorys 1.NP rodinného domu pro případovou studii
(Zdroj: autorka DP)

V propojené obytné části je umístěno otevřené schodiště vedoucí do chodby a na ohoz ve 2.NP, to znamená, že část obytného prostoru 1.NP je otevřena až do komunikačního prostoru 2.NP. Ve 2.NP se nachází klidová obytná část rodinného domu, která je tvořena dvěma dětskými pokoji na východ, ložnic a pracovnou na západ a hygienickým zázemím na sever, které je tvořeno samostatným WC, hlavní koupelnou a šatnou.



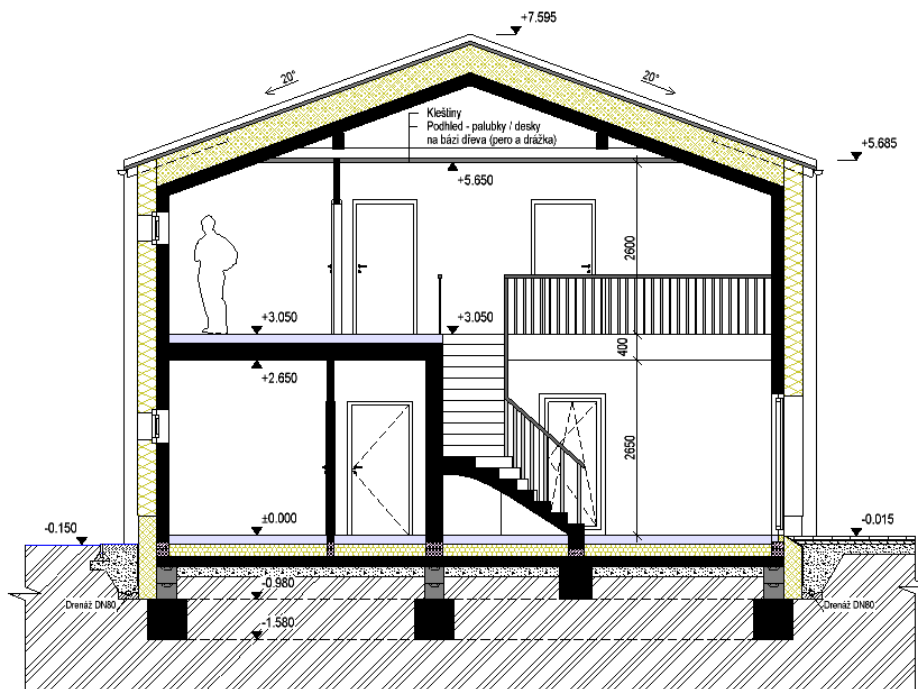
Obrázek 56 Půdorys 2.NP rodinného domu pro případovou studii
(Zdroj: autorka DP)

8.1.3 Konstrukční systém a materiálové řešení RD

Konstrukční systém rodinného domu je navržen stěnový, ze zdícího systému vápenopískových cihelných bloků Kalksandstein, vynikající svou vysokou únosností a výbornou akumulací schopností, která výrazně napomáhá kvalitnímu vnitřnímu prostředí v zimním i letním období. Obvodové zdivo je tvořeno cihelnými bloky tloušťky 175 mm a vnitřní nosné zdi jsou tloušťky 240 mm. Příčky jsou navrženy z totožného systému v tloušťce 100 mm. Zateplení obvodových stěn je navrženo minerální izolací Isover TF Profi a soklové zdivo z extrudovaného nenasákavého polystyrenu XPS, tl. dle konkrétní varianty.

Stavba rodinného domu je založena na základových pasech 600 x 600 mm z prostého betonu C20/25 XC2. Na pasech jsou provedeny dvě šichty z monolitního a vyztuženého ztraceného bednění šířky 300 mm, na kterém je uložena deska podkladního betonu C20/25 XC2 tloušťky minimálně 150 mm, vyztužena kari sítí při obou površích. Zateplení základové konstrukce je navrženo z expandovaných pěnových polystyrenových desek Dekperimeter 200, tloušťky dle konkrétní varianty.

Stropní konstrukce je navržena z lehkého prefamolitického skládaného stropu (např. Ytong) o celkové tloušťce konstrukce 250 mm. Sedlová střecha je tvořena tradičním dřevěným vaznicovým krovem s nadkroevní izolací z PIR desek tloušťky dle konkrétní varianty.



Obrázek 57 Příčný řez rodinného domu pro případovou studii
(Zdroj: autorka DP)

8.2 Varianta A – novostavba rodinného domu v běžném standardu současné výstavby (výstavba před rokem 2020)

Jedná se o novostavbu rodinného domu navrženého ve stylu současné standardní výstavby, tzn. před rokem 2020. Obvodové zdivo je navrženo z vápenopískových cihelných bloků Kalksandstein tl. 175 mm, zateplené pomocí tepelné izolace z minerálních vláken Isover TF PROFI v tl. 160 mm. Podlaha na zemině je zateplena expandovaným pěnovým polystyrenem Dekperimeter 200 v tl. 120 mm. Střešní konstrukce je zateplena pomocí tepelné izolace z PIR desek Topdek 022 PIR v tl. 300 mm. Podrobnější popis skladeb s celkovými součiniteli prostupu tepla jsou vypsány v níže uvedených tabulkách.

Základní parametry stavby:

- Celková užitná plocha budovy: $222,23 \text{ m}^2$
- Zastavěná plocha budovy: $141,01 \text{ m}^2$
- Celková plocha obálky budovy $A = 620,08 \text{ m}^2$
- Objem budovy: $V = 937,1 \text{ m}^3$
- Objemový faktor tvaru budovy: $A/V = 0,66 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: $A_c = 282,02 \text{ m}^2$

8.2.1 Výpis skladeb obálky budovy

Tabulka 27 Skladba střešní konstrukce – varianta A

SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Betonová střešní krytina	-	-
Latě 60/40	40	-
Kontralatě 60/40	40	-
Pojistná hydroizolace DEKTEN MULTI-PRO	0,5	0,35
OSB deska na pero a drážku	18	0,15
Nadkroevní tepelněizolační deska TOPDEK 022 PIR	300	0,023
Parozábrana TOPDEK AL BARRIER + těsnicí páska	2,2	0,21
Palubky / desky na bázi dřeva (pero a drážka)	18	0,15
Krokve 120/160	160	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,075 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 28 Skladba obvodové stěny – varianta A

SKLADBA OBVODOVÉ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Silikonová omítka probarvená	2,0	0,7
Penetrační nátěr pod omítky	-	-
Lepicí a armovací tmel + výztužná tkanina	4,0	0,7
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m ²	-	-
Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI	160	0,039
Lepicí tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
NEBO		
Vnější dřevěný fasádní obklad	30	-
Větraná mezera / kontralatě	-	-
Difúzně otevřená dřevovláknitá deska na roštu	18	0,15
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m ²	-	-
Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI	160	0,039
Lepicí tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,21 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 29 Skladba podlahy na terénu – varianta A

SKLADBA POHLAHY NA TERÉNU		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Nášlapná vrstva podlahy – keramická dlažba	10	1,01
Lepící tmel	6	-
Penetrace	-	-
Betonová mazanina se skelným vláknem	60	1,23
Deska podlah. vytápění DEKPERIMETER PV-NR75	50	0,034
Tepelná izolace DEKPERIMETR 200	120	0,034
Hydroizolace Glastek 40 special mineral	4,0	0,21
Penetrační asfaltový nátěr DEKPRIMER	-	-
Podkladní beton + Kari síť	150	1,3
Štěrkový podsyp + drenážní systém	150	-
Zhutněná zemina	-	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby $U = 0,186$ W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 30 Výplně otvorů – varianta A

VVÝPLNĚ OTVORŮ				
Orientace	Druh výplně	Rozměr výplně Š x V [mm]	Počet [ks]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m² · K)]
S	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním dvojsklem	1500 x 500	4	1,19
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním dvojsklem	750 x 500	4	1,19
V	Dřevěné dvoukřídlé okno s izolačním dvojsklem	1500 x 1000	2	1,19
	Dřevěné jednokřídlé francouzské okno s izolačním dvojsklem	1000 x 2230	2	1,19
J	Dřevěné dvoukřídlé francouzské okno s izolačním dvojsklem (fix. + posuvné)	3500 x 2230	2	1,19
Z	Dřevěné dvoukřídlé okno s izolačním dvojsklem	1500 x 1000	3	1,19
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním dvojsklem	500 x 1000	1	1,19
	Vchodové dveře	1100 x 2230	1	1,2

(Zdroj: autorka DP)

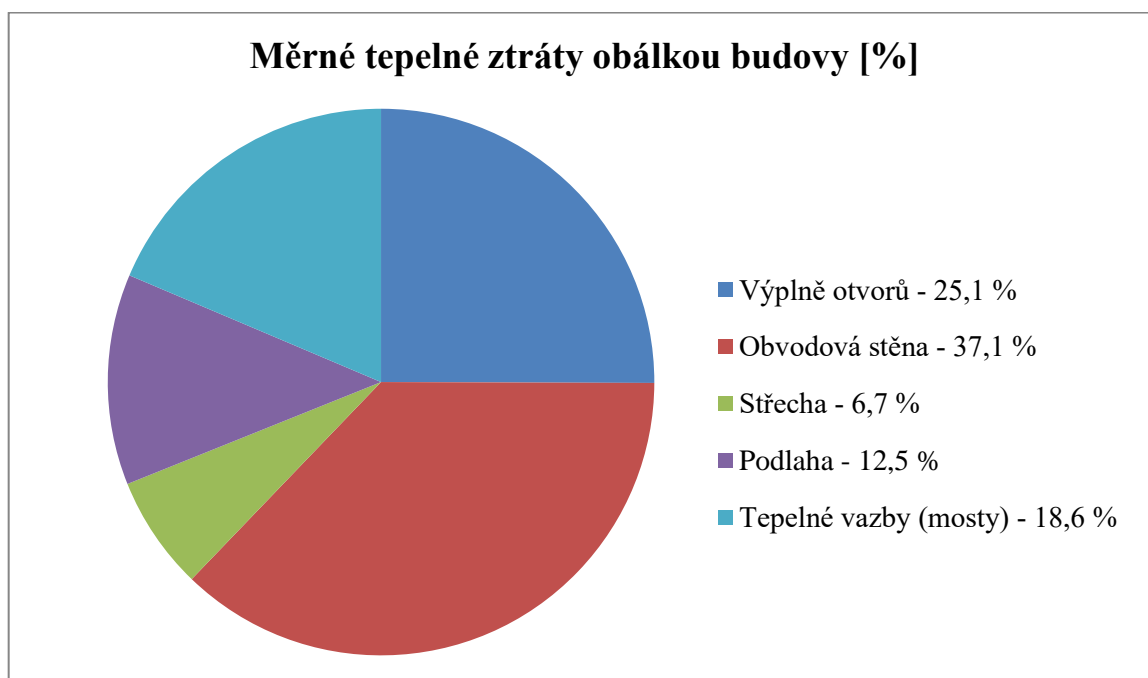
8.2.2 Energetická bilance budovy

Vytápění objektu zajišťuje kondenzační plynový kotel Panther Condens 25 KKO o výkonu 5,9 - 24,5 kW a ohřev teplé vody je zajištěn pomocí bojleru Dražice OKC 160. Větrání je navrženo jako přirozené. Podrobnější popis veškerých navržených technologií budovy se nachází v přílohové části této diplomové práce.

Tabulka 31 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

Konstrukce	Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
Výplně otvorů	1,0	41,71
Obvodová stěna		61,82
Střecha		11,22
Přirážka na tepelné vazby		23,95
Podlaha	0,84	20,75
Přirážka na tepelné vazby		7,05
Měrné tepelné ztráty budovy celkem		166,5

(Zdroj: autorka DP)



Graf 16 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 32 Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB

Ukazatel energetické náročnosti budovy	Hodnota [W/(m ² · K)]	Dílní dodaná energie [kWh/(m ² · rok)]	Hodnoty pro celou budovu [kWh/rok]
Obálka budovy	0,27	-	-
Vytápění	-	71,5	20,2
Větrání	-	-	-
Teplá voda	-	16,7	4,7
Osvětlení	-	3,6	1,0
Celková dodaná energie	-	92	25,9
Neobnovitelná primární energie	-	141	39,8

(Zdroj: autorka DP)

Energetické hodnocení budovy dle vypracovaného a v příloze č.1 doloženého PENB vyšla tato varianta podle hodnoty celkové dodané energie do klasifikační třídy **B** a dle slovního hodnocení jako **velmi úsporná**. Neobnovitelná primární energie je hodnocena klasifikační třídou **C**, které dle slovního hodnocení odpovídá výsledku **úsporná**. Takto stanovená budova odpovídá požadavkům stanoveným před rokem 2020.

8.2.3 Odhadované náklady pro variantu A

Jedná se pouze o odhadované náklady na prvky konstrukcí nebo technického zařízení, které jsou pro varianty odlišné. Cena oken se odvíjí od rozměrů, druhu zvoleného dřeva, variant otevíravosti, kování apod. Z tohoto důvodu je nemožné stanovit správný odhad ceny bez cenové nabídky od výrobce, a proto je pro výpočet nákladů cena navržena na 200 000 Kč.

Tabulka 33 Přehled odhadovaných nákladů pro variantu A

Konstrukce / technologie	Plocha [m ²]	Cena za m ² [Kč]	Odhadovaná cena [Kč]
Okna s dvojskly	-	-	200 000,-
Vchodové dveře	-	-	20 000,-
Obvodová stěna – tepelná izolace	294,4	735,68	216 584,-
Střecha – tepelná izolace	149,65	336,12	50 300,-
Podlaha – tepelná izolace	141,01	174,24	24 570,-
Plynový kondenzační kotel Protherm Condens 25 KKO	-	-	35 000,-
Elektrický bojler Dražice OKC 160	-	-	7 200,-
Odhad rozdílných nákladů varianty A celkem			553 654,-

(Zdroj: autorka DP)

8.3 Varianta B – novostavba rodinného domu ve standardu budova s téměř nulovou spotřebou energie (výstavba po roce 2020) – nízká úroveň

Jedná se o novostavbu rodinného domu navrženého v nově povinném energetickém standardu od roku 2020 - budova s téměř nulovou spotřebou energie. Obvodové zdivo je navrženo z vápenopískových cihelných bloků Kalksandstein tl. 175 mm, zateplené pomocí tepelné izolace z minerálních vláken Isover TF PROFI v tl. 200 mm. Podlaha na zemině je zateplena expandovaným pěnovým polystyrenem Dekperimeter 200 v tl. 160 mm. Střešní konstrukce je zateplena pomocí tepelné izolace z PIR desek Topdek 022 PIR v tl. 360 mm. Podrobnější popis skladeb s celkovými součiniteli prostupu tepla jsou vypsány v níže uvedených tabulkách.

Základní parametry stavby:

- Celková užitná plocha budovy: 222,23 m²
- Zastavěná plocha budovy: 142,02 m²
- Celková plocha obálky budovy: A = 628,84 m²
- Objem budovy: V = 980,1 m³
- Objemový faktor tvaru budovy: A/V = 0,64 m²/m³
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: Ac = 284,04 m²

8.3.1 Výpis skladeb obálky budovy

Tabulka 34 Skladba střešní konstrukce – varianta B

SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Betonová střešní krytina	-	-
Latě 60/40	40	-
Kontralatě 60/40	40	-
Pojistná hydroizolace DEKTEN MULTI-PRO	0,5	0,35
OSB deska na pero a drážku	18	0,15
Nadkroevní tepelněizolační deska TOPDEK 022 PIR	360	0,023
Parozábrana TOPDEK AL BARRIER + těsnicí páska	2,2	0,21
Palubky / desky na bázi dřeva (pero a drážka)	18	0,15
Krokve 120/160	160	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,063 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 35 Skladba obvodové stěny – varianta B

SKLADBA OBVODOVÉ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Silikonová omítka probarvená	2,0	0,7
Penetrační nátěr pod omítky	-	-
Lepící a armovací tmel + výztužná tkanina	4,0	0,7
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m ²	-	-
<i>Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI</i>	200	0,039
Lepící tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
NEBO		
Vnější dřevěný fasádní obklad	30	-
Větraná mezera / kontralatě	-	-
Difúzně otevřená dřevovláknitá deska na roštu	18	0,15
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m ²	-	-
<i>Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI</i>	200	0,039
Lepící tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,173 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 36 Skladba podlahy na terénu – varianta B

SKLADBA POHLAHY NA TERÉNU		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Nášlapná vrstva podlahy – keramická dlažba	10	1,01
Lepící tmel	6	-
Penetrace	-	-
Betonová mazanina se skelným vláknem	60	1,23
Deska podlah. vytápění DEKPERIMETER PV-NR75	50	0,034
<i>Tepelná izolace DEKPERIMETR 200</i>	160	0,034
Hydroizolace Glastek 40 special mineral	4,0	0,21
Penetrační asfaltový nátěr DEKPRIMER	-	-
Podkladní beton + Kari síť	150	1,3
Šterkový podsyp + drenážní systém	150	-
Zhutněná zemina	-	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,153 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 37 Výplně otvorů – varianta B

VVÝPLNĚ OTVORŮ				
Orientace	Druh výplně	Rozměr výplně Š x V [mm]	Počet [ks]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² · K)]
S	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	1500 x 500	4	0,63
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	750 x 500	4	0,63
V	Dřevěné dvoukřídlé okno s trojsklem Slavona	1500 x 1000	2	0,63
	Dřevěné jednokřídlé francouzské okno s trojsklem Slavona	1000 x 2230	2	0,63
J	Dřevěné dvoukřídlé francouzské okno s izolačním trojsklem Slavona (fix. + posuvné)	3500 x 2230	2	0,63
Z	Dřevěné dvoukřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	1500 x 1000	3	0,63
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	500 x 1000	1	0,63
	Vchodové dveře Slavona	1100 x 2230	1	0,67

(Zdroj: autorka DP)

8.3.2 Energetická bilance budovy

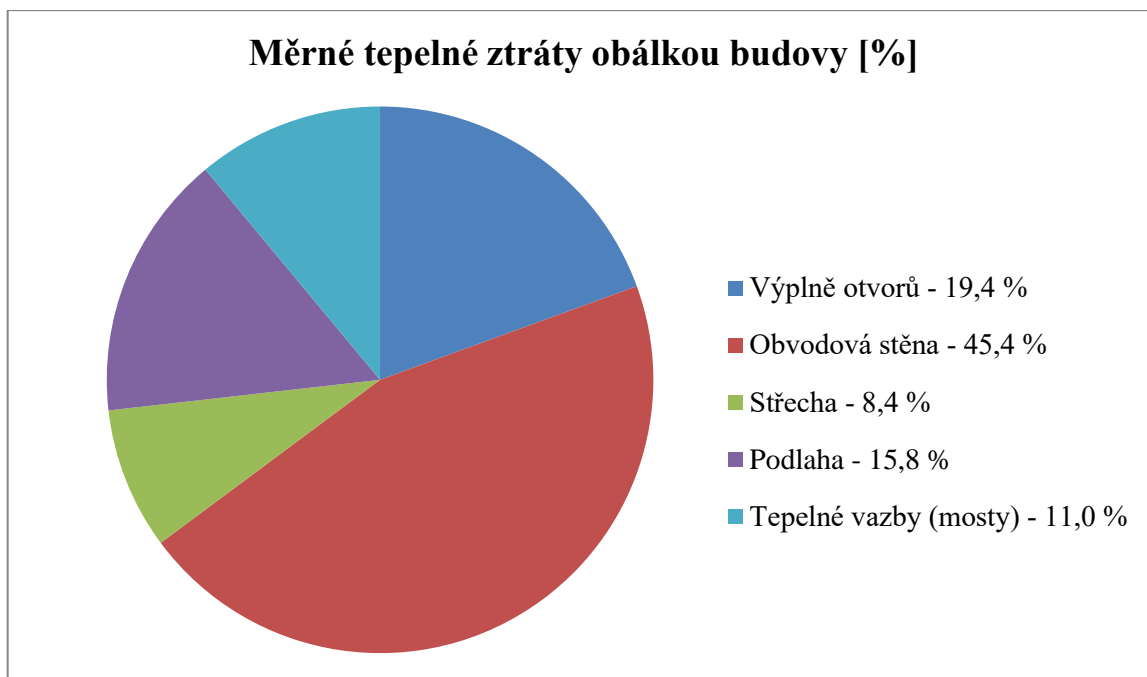
Vytápění a ohřev TV zajišťuje tepelné čerpadlo (vzduch/voda) PANASONIC Aquarea HP WH-UD12FE8 12 kW s externím nepřímo ohříváním zásobníkem TV o objemu 160l.

Větrání je řízené s využitím zpětného získávání tepla - rekuperační jednotka s pasivním křížově protiproudým výměníkem NILAN CT 300. Podrobnější popis veškerých navržených technologií budovy se nachází v přílohové části této diplomové práce.

Tabulka 38 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

Konstrukce	Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
Výplně otvorů	1,0	22,16
Obvodová stěna		51,74
Střecha		9,56
Přirážka na tepelné vazby		9,72
Podlaha	0,84	17,96
Přirážka na tepelné vazby		2,86
Měrné tepelné ztráty budovy celkem		113,99

(Zdroj: autorka DP)

**Graf 17** Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 39 Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB

Ukazatel energetické náročnosti budovy	Hodnota [W/(m ² · K)]	Dílčí dodaná energie [kWh/(m ² · rok)]	Hodnoty pro celou budovu [kWh/rok]
Obálka budovy	0,18	-	-
Vytápění	-	34,0	9,7
Větrání	-	3,0	0,9
Teplá voda	-	15,7	4,5
Osvětlení	-	3,6	1,0
Celková dodaná energie	-	56	16,0
Neobnovitelná primární energie	-	86	24,5

(Zdroj: autorka DP)

Energetické hodnocení budovy dle vypracovaného a v příloze č.1 doloženého PENB vyšla tato varianta podle hodnoty celkové dodané energie do klasifikační třídy **A** a dle slovního hodnocení jako **mimořádně úsporná**. Neobnovitelná primární energie je hodnocena klasifikační třídou **B**, které dle slovního hodnocení odpovídá výsledku **velmi úsporná**. Takto stanovená budova odpovídá požadavkům stanoveným před rokem 2020.

8.3.3 Odhadované náklady pro variantu B

Jedná se pouze o odhadované náklady na prvky konstrukcí nebo technického zařízení, které jsou pro varianty odlišné. Cena oken se odvíjí od rozměrů, druhu zvoleného dřeva, variant otevíravosti, kování apod. Z tohoto důvodu je nemožné stanovit správný odhad ceny bez cenové nabídky od výrobce, a proto je pro výpočet nákladů cena navržena na 300 000 Kč, tzn. pro okna s trojskly je cena navýšena o 1/3 oproti oknům s dvojskly.

Tabulka 40 Přehled odhadovaných nákladů pro variantu B

Konstrukce / technologie	Plocha [m ²]	Cena za m ² [Kč]	Odhadovaná cena [Kč]
Okna s trojskly	-	-	300 000,-
Vchodové dveře	-	-	25 000,-
Obvodová stěna – tepelná izolace	299,1	919,6	275 052,-
Střeška – tepelná izolace	151,7	403,34	61 187,-
Podlaha – tepelná izolace	143	309,76	44 296,-
Tepelné čerpadlo PANASONIC Aquarea HP WH-UD12FE8	-	-	185 000,-
Rekuperační jednotka NILAN CT 300	-	-	59 500,-
Odhad rozdílných nákladů varianty B celkem			950 035,-

(Zdroj: autorka DP)

8.4 Varianta C – novostavba rodinného domu ve standardu budova s téměř nulovou spotřebou energie (výstavba po roce 2020) – vysoká úroveň

Jedná se o novostavbu rodinného domu navrženého v nově povinném energetickém standardu od roku 2020 - budova s téměř nulovou spotřebou energie. Obvodové zdivo je navrženo z vápenopískových cihelných bloků Kalksandstein tl. 175 mm, zateplené pomocí tepelné izolace z minerálních vláken Isover TF PROFI v tl. 300 mm. Podlaha na zemině je zateplena expandovaným pěnovým polystyrenem Dekperimeter 200 v tl. 200 mm. Střešní konstrukce je zateplena pomocí tepelné izolace z PIR desek Topdek 022 PIR v tl. 400 mm. Podrobnější popis skladeb s celkovými součiniteli prostupu tepla jsou vypsány v níže uvedených tabulkách.

Základní parametry stavby:

- Celková užitná plocha budovy: 222,23 m²
- Zastavěná plocha budovy: 148,1 m²

- Celková plocha obálky budovy $A = 644,78 \text{ m}^2$
- Objem budovy: $V = 1017,6 \text{ m}^3$
- Objemový faktor tvaru budovy: $A/V = 0,63 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: $A_c = 296,2 \text{ m}^2$

8.4.1 Výpis skladeb obálky budovy

Tabulka 41 Skladba střešní konstrukce – varianta B

SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Betonová střešní krytina	-	-
Latě 60/40	40	-
Kontralatě 60/40	40	-
Pojistná hydroizolace DEKTEN MULTI-PRO	0,5	0,35
OSB deska na pero a drážku	18	0,15
Nadkroevní tepelněizolační deska TOPDEK 022 PIR	400	0,023
Parozábrana TOPDEK AL BARRIER + těsnící páska	2,2	0,21
Palubky / desky na bázi dřeva (pero a drážka)	18	0,15
Krokve 120/160	160	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby $U = 0,056 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 42 Skladba obvodové stěny – varianta C

SKLADBA OBVODOVÉ KONSTRUKCE		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Silikonová omítka probarvená	2,0	0,7
Penetrační nátěr pod omítky	-	-
Lepící a armovací tmel + výztužná tkanina	4,0	0,7
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m^2	-	-
Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI	300	0,039
Lepící tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
NEBO		
Vnější dřevěný fasádní obklad	30	-
Větraná mezera / kontralatě	-	-
Difúzně otevřená dřevovláknitá deska na roštu	18	0,15
Hmoždinkový systém termokotev se zátkou - 6ks na 1 m^2	-	-
Izolační desky fasádní - minerální vata Isover TF PROFI	300	0,039
Lepící tmel fasádních desek	2,0	0,7
Obvodová stěna KALKSANDSTEIN, tl.175 mm	175	0,37
Vnitřní jednovrstvá štuková omítka	3,0	0,495
Součinitel prostupu tepla celé skladby $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 43 Skladba podlahy na terénu – varianta C

SKLADBA POHLAHY NA TERÉNU		
Materiál	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m · K)]
Nášlapná vrstva podlahy – keramická dlažba	10	1,01
Lepící tmel	6	-
Penetrace	-	-
Betonová mazanina se skelným vláknem	60	1,23
Deska podlah. vytápění DEKPERIMETER PV-NR75	50	0,034
Tepelná izolace DEKPERIMETR 200	200	0,034
Hydroizolace Glastek 40 special mineral	4,0	0,21
Penetrační asfaltový nátěr DEKPRIMER	-	-
Podkladní beton + Kari síť	150	1,3
Štěrkový podsyp + drenážní systém	150	-
Zhutněná zemina	-	-
Součinitel prostupu tepla celé skladby U = 0,13 W/(m²K)		

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 44 Výplně otvorů – varianta C

VVÝPLNĚ OTVORŮ				
Orientace	Druh výplně	Rozměr výplně Š x V [mm]	Počet [ks]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² · K)]
S	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	1500 x 500	4	0,63
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	750 x 500	4	0,63
V	Dřevěné dvoukřídlé okno s trojsklem Slavona	1500 x 1000	2	0,63
	Dřevěné jednokřídlé francouzské okno s trojsklem Slavona	1000 x 2230	2	0,63
J	Dřevěné dvoukřídlé francouzské okno s izolačním trojsklem Slavona (fix. + posuvné)	3500 x 2230	2	0,63
Z	Dřevěné dvoukřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	1500 x 1000	3	0,63
	Dřevěné jednokřídlé okno s izolačním trojsklem Slavona	500 x 1000	1	0,63
	Vchodové dveře Slavona	1100 x 2230	1	0,67

(Zdroj: autorka DP)

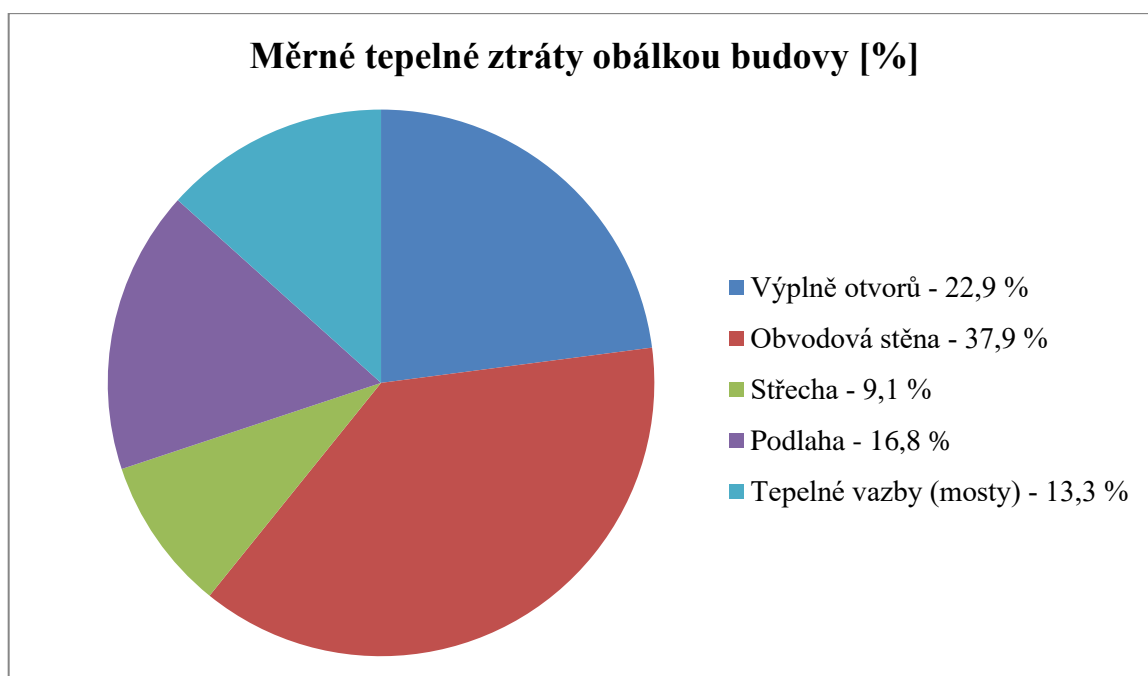
8.4.2 Energetická bilance budovy

Vytápění a ohřev TV zajišťuje tepelné čerpadlo (vzduch/voda) PANASONIC Aquarea HP WH-UD12FE8 12 kW s externím nepřímo ohřívaným zásobníkem TV o objemu 160l. Na střeše budou osazeny solární vakuové kolektory 3 x WOLF CFK-1 s plochým absorberem o celkové ploše 6,9 m², které budou sloužit jako doplňkový zdroj pro ohřev teplé vody. Větrání je řízené s využitím zpětného získávání tepla - rekuperační jednotka s pasivním křížově protiproudým výměníkem NILAN CT 300. Podrobnější popis veškerých navržených technologií budovy se nachází v přílohové části této diplomové práce.

Tabulka 45 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

Konstrukce	Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
Výplně otvorů	1,0	22,16
Obvodová stěna		36,57
Střecha		8,79
Přirážka na tepelné vazby		9,93
Podlaha	0,86	16,19
Přirážka na tepelné vazby		2,96
Měrné tepelné ztráty budovy celkem		96,61

(Zdroj: autorka DP)



Graf 18 Měrné tepelné ztráty obálkou budovy

(Zdroj: autorka DP)

Tabulka 46 Hodnoty energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB

Ukazatel energetické náročnosti budovy	Hodnota [W/(m ² · K)]	Dílčí dodaná energie [kWh/(m ² · rok)]	Hodnoty pro celou budovu [kWh/rok]
Obálka budovy	0,15	-	-
Vytápění	-	25,5	7,6
Větrání	-	3,0	0,9
Teplá voda	-	15,3	4,5
Osvětlení	-	3,8	1,1
Celková dodaná energie	-	48	14,1
Neobnovitelná primární energie	-	60	17,9

(Zdroj: autorka DP)

Energetické hodnocení budovy dle vypracovaného a v příloze č.1 doloženého PENB, vyšla tato varianta podle hodnoty celkové dodané energie do klasifikační třídy **A** a dle slovního hodnocení jako **mimořádně úsporná**. Neobnovitelná primární energie je hodnocena klasifikační třídou **A**, které dle slovního hodnocení odpovídá výsledku **mimořádně úsporná**. Takto stanovená budova odpovídá požadavkům stanoveným před rokem 2020.

8.4.3 Odhadované náklady pro variantu C

Jedná se pouze o odhadované náklady na prvky konstrukcí nebo technického zařízení, které jsou pro varianty odlišné. Cena oken se odvíjí od rozměrů, druhu zvoleného dřeva, variant otevíravosti, kování apod. Z tohoto důvodu je nemožné stanovit správný odhad ceny bez cenové nabídky od výrobce, a proto je pro výpočet nákladů cena navržena na 300 000 Kč, tzn. pro okna s trojskly je cena navýšena o 1/3 oproti oknům s dvojskly.

Tabulka 47 Přehled odhadovaných nákladů pro variantu C

Konstrukce / technologie	Plocha [m ²]	Cena za m ² [Kč]	Odhadovaná cena [Kč]
Okna s trojskly	-	-	300 000,-
Vchodové dveře	-	-	25 000,-
Obvodová stěna – tepelná izolace	304,7	1379,4	420 303,-
Střecha – tepelná izolace	156,9	448,16	70 316,-
Podlaha – tepelná izolace	148,1	508,8	75 353,-
Tepelné čerpadlo PANASONIC	-	-	185 000,-
Rekuperační jednotka	-	-	59 500,-
Solární vakuové kolektory	-	-	40 500,-
Odhad rozdílných nákladů varianty C celkem			1 175 972,-

(Zdroj: autorka DP)

9 Diskuze výsledků praktické části

Hlavním cílem praktické části této diplomové práce bylo vypracování případové studie pro rodinný dům, který by odpovídal současným standardům i legislativním požadavkům pro výstavbu novostaveb před rokem 2020. Dále vypracování případové studie pro rodinný dům, který by odpovídal novým legislativním požadavkům pro výstavbu novostaveb, které budou vzaty v platnost po roce 2020. A na těchto variantách názorně ukázat, ke kterým změnám v budoucnu dojde. Jelikož pro novostavby po roce 2020 je stanovena pouze spodní hranice určující splnění požadavků, byla vytvořena navíc ještě třetí varianta, která zastupuje nadstandardní splnění zmíněných požadavků.

V případové studii byl navržen rodinný dům ve třech variantách úrovně kvality obálky a technického zařízení budovy, při naprosto stejném architektonickém i materiálovém řešení hrubé stavby rodinného domu. Pro každou variantu byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy a projektová dokumentace ve formě studie, ze kterých se vychází v níže uvedeném porovnání. Porovnání bylo zaměřeno především na změnu energetických vlastností budovy při použití jednotlivých variant a orientační výše nákladů na rozdílné stavebně technické řešení (tloušťky tepelných izolací, kvalita výplní otvorů a technologické zařízení budovy).

Definice uvedených variant:

- 1) VARIANTA A = novostavba vyhovující současně stanoveným legislativám, tzn. pro výstavbu do roku 2020 před uvedením v platnosti směrnice 2010/31/EU do české legislativy
 - Tepelná izolace obvodových stěn: tl. 160 mm
 - Tepelná izolace střechy: tl. 300 mm
 - Tepelná izolace podlahy: tl. 120 mm
 - Výplně otvorů: izolační dvojskla
 - Způsob větrání: přirozené
 - Zdroj vytápění: kondenzační plynový kotel
 - Zdroj ohřevu teplé vody: elektrický bojler

- 2) VARIANTA B = novostavba po roce 2020 na základní úrovni splnění prvního povinného energetického standardu se zpřísněnými požadavky o 30 % na obálku

budovy a snížení neobnovitelné primární energie o 25 %, tzn. po zavedení prvního povinného energetického standardu - *budova s téměř nulovou spotřebou energie*

- Tepelná izolace obvodových stěn: tl. 200 mm
- Tepelná izolace střechy: tl. 360 mm
- Tepelná izolace podlahy: tl. 160 mm
- Výplně otvorů: izolační trojskla
- Způsob vytápění: řízené se zpětným získáváním tepla
- Zdroj vytápění a ohřev vody: tepelné čerpadlo vzduch/voda

3) VARIANTA C = novostavba po roce 2020 na nadstandardní úrovni splnění prvního povinného energetického standardu se zpřísněnými požadavky o 30 % na obálku budovy a snížení neobnovitelné primární energie o 25 %, tzn. po zavedení prvního povinného energetického standardu - *budova s téměř nulovou spotřebou energie*

- Tepelná izolace obvodových stěn: tl. 300 mm
- Tepelná izolace střechy: tl. 400 mm
- Tepelná izolace podlahy: tl. 200 mm
- Výplně otvorů: izolační trojskla
- Způsob vytápění: řízené se zpětným získáváním tepla
- Zdroj vytápění a ohřev vody: tepelné čerpadlo vzduch/voda
- Doplňkový zdroj: solární termické kolektory

Zásadní jsou hodnoty variant A a B, které prezentují hlavní cíl práce, a to znázornění změn (výše charakteristických hodnot budov) před a po roce 2020. Varianta C byla vytvořena pouze pro představu, kam až se budoucí "klasická" výstavba může posunout. Je ale nutné upozornit na to, že za současné situace se jedná o neekonomické řešení.

9.1 Porovnání výsledků měrných ztrát prostupem tepla všech variant

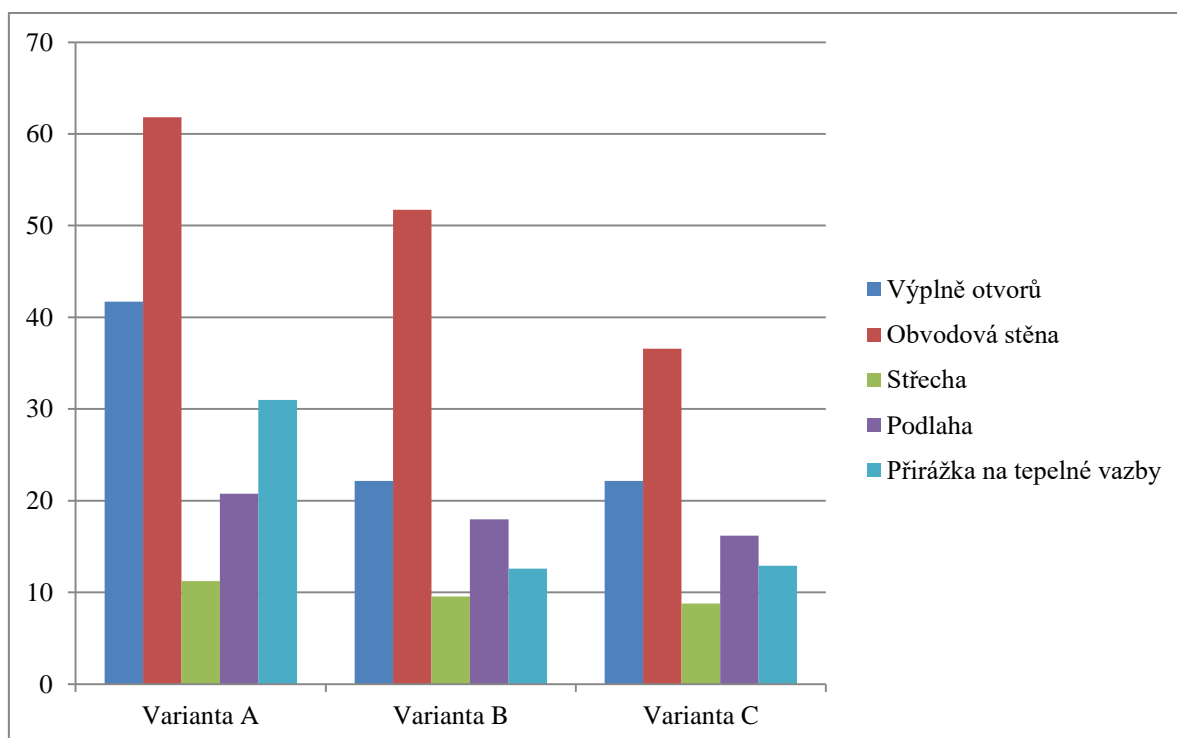
V níže uvedené tabulce znázorňující měrné ztráty prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi byl potvrzen logický předpoklad, že čím více je kladen důraz na kvalitu obálky, tím nižší jsou ztráty. Ve sloupcovém grafu jsou promítnuty hodnoty z tabulky, kde

je zřetelně vidět, že největší ztráty prostupem tepla probíhají přes obvodové stěny. To je zapříčiněno jejich výrazně větší plochou oproti ostatním plochám prvků obálky budovy. Rozdíl celkových měrných ztrát prostupem tepla celou obálkou budovy pro varianty A a B je snížen o 31,5 %. V případě nadstandardní varianty C jsou celkové ztráty sníženy přibližně o 42 % oproti současné výstavbě.

Tabulka 48 Porovnání měrných ztrát prostupem tepla všech variant

Ukazatel energetické náročnosti budovy	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]		
	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Výplně otvorů	41,71	22,16	22,16
Obvodová stěna	61,82	51,74	36,57
Střecha	11,22	9,56	8,79
Podlaha	20,75	17,96	16,19
Přirážka na tepelné vazby	31,0	12,58	12,89
Měrné tepelné ztráty budovy celkem	166,5	113,99	96,61

(Zdroj: autorka DP)



Graf 19 Porovnání měrných ztrát prostupem tepla všech variant

(Zdroj: autorka DP)

9.2 Porovnání hodnot energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB všech variant

Hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy pro osvětlení a přípravu teplé vody se ve všech navržených variantách liší jen minimálně a na rozdílech mezi jednotlivými hodnotami celkových dodaných energií nemají téměř žádný vliv. Varianta A má oproti zbylým variantám nulové náklady na větrání, protože zde nebylo využito řízené větrání se zpětným získáváním tepla využívající elektrickou energii ke svému provozu, ale pouze větrán přirozené. Výhodou jsou nulové náklady, ale výraznou nevýhodou je absence podpory úspory na vytápění, což z tabulky nelze na první pohled vyčíst, protože ve variantách byly využity i rozdílné zdroje vytápění. Hlavními faktory ovlivňující výši celkové dodané energie jsou hodnoty pro obálku budovy a vytápění.

Tabulka 49 Porovnání hodnot energetických ukazatelů náročnosti budovy dle vyhodnocení PENB všech variant

Ukazatel energetické náročnosti budovy	Jednotky	Případová studie RD		
		Varianta A	Varianta B	Varianta C
Obálka budovy	W/(m ² ·K)	0,27	0,18	0,15
Vytápění	kWh/(m ² ·rok)	71,5	34,0	25,5
	kWh/rok	20,2	9,7	7,6
Větrání	kWh/(m ² ·rok)	-	3,0	3,0
	kWh/rok	-	0,9	0,9
Teplá voda	kWh/(m ² ·rok)	16,7	15,7	15,3
	kWh/rok	4,7	4,5	4,5
Osvětlení	kWh/(m ² ·rok)	3,6	3,6	3,8
	kWh/rok	1,0	1,1	1,1
Celková dodaná energie				
Číselná hodnota	kWh/rok	25,9	16,0	14,1
Slovní vyjádření	-	B - velmi úsporná	A - mimořádně úsporná	A - mimořádně úsporná
Neobnovitelná primární energie				
Číselná hodnota	kWh/rok	39,8	24,5	17,9
Slovní vyjádření	-	C - úsporná	B - velmi úsporná	A - mimořádně úsporná

(Zdroj: autorka DP)

Rozdíl hodnot hlavních ukazatelů energetické náročnosti budovy pro obálku budovy u variant A a B je 33,3 %. Jelikož v tloušťkách izolací nejsou až tak výrazně velké rozdíly, největší zásluhy na rozdílu 1/3 má kvalita výplní otvorů. Je všeobecně známé, že nejslabší částí tepelně izolační obálky budovy jsou právě výplně otvorů, a proto je důležité se zaměřit na jejich kvalitu a dávat přednost kvalitním tepelně izolačním rámcům a trojsklům i přes to, že jejich ceny se pohybují značněji výš, než je tomu u klasických výplní s dvojskly. Hodnota ukazatele energetické náročnosti budovy pro obálku budovy je pro variantu C od současné výstavby (varianta A) nižší o 44,4 %.

Druhým hlavním faktorem ovlivňující výši celkové dodané energie je hodnota pro vytápění. Ta je závislá na typu zdroje pro vytápění a jeho využívající energonositel, přítomností doplňkových technologií podporující snížení potřeby na vytápění, způsobu užívání, druhu a velikosti objektu a samozřejmě také na kvalitě tepelně izolační obálky budovy. Rozdíl hodnot pro varianty A a B je celých 52,4 %, což jinými slovy dělá více než polovinu. Varianta C je oproti variantě A nižší o 63,4 %.

Energetická náročnost budovy je definována dvěma základními hodnotami, a to hodnotou *Celkové dodaná energie* a *Neobnovitelné primární energie*. Splnit první požadavek není už při současné standardní výstavbě velký problém. Avšak požadavek neobnovitelné primární energie je často rozhodující, i když může pro některé nezasvěcené jedince působit jako nedůležitý. Když se zaměříme na celkovou dodanou energii, tak u všech variant byl požadavek splněn bez problémů a dalo by se říct, že i varianta A (standardní výstavba do roku 2020) by uspěla i za zpřísněných podmínek po roce 2020. Co však bylo rozhodující, bylo splnění požadavku neobnovitelné primární energie.

V první verzi varianty A byl navržen standardní plynový kotel, který za naprosto stejných vnitřních i vnějších okrajových podmínek spadl v kategorii neobnovitelné primární energie do klasifikační třídy D, tudíž nevyhovující. Stavba by na základě hodnocení nemohla být podle současně platné legislativy schválena k výstavbě. Z toho důvodu musel být do návrhu rodinného domu varianty A použit úspornější plynový kondenzační kotel, který požadavek na neobnovitelnou primární energii dokázal splnit. Přes to, že ve variantě A byl požadavek na neobnovitelnou primární energii splněn, ukázalo se, že se jedná o nevhodně navržený systém využití technologií pro vytápění a ohřev teplé vody, protože hraniční hodnota, pro splnění minimální povolené klasifikační třídy C – *úsporná*, byla referenční budovou stanovena na 145 kWh/(m²·rok) a hodnocená budova vykazovala hodnotu 141 kWh/(m²·rok). Jako navrhované opatření pro zlepšení této hodnoty by bylo využití kondenzačního plynového kotle pro vytápění i ohřev teplé vody

nebo doplnění o zdroj využívající obnovitelnou primární energii, např.: termické solární kolektory, fotovoltaické panely apod.

U variant B a C bylo už od počátku navrženo jako hlavní zdroj tepelné čerpadlo vzduch/voda s externím nepřímo ohříváním zásobníkem teplé vody, protože tato technická zařízení využívají s vysokou účinností obnovitelné zdroje energie a lze předpokládat, že v budoucnu budou častěji preferována před současně nejvyužívanější technologií, díky svým vlastnostem a minimálnímu negativnímu vlivu na životní prostředí. Potřeba na vytápění je u těchto variant ještě snížena díky řízenému větrání se zpětným získáváním tepla. Tato kombinace systémů výrazně snížila jak celkově dodanou energii o 38,2 % (45,6 %), tak hlavně i hodnotu neobnovitelné primární energie o 38,4 % (55 %) oproti variantě A.

Varianta A současné standardní výstavby před rokem 2020 byla cíleně navržena na hodnoty průměrného rodinného domu bez úmyslů nadstandardně zvýšené energetické úspory. Dle očekávání a vyhodnocení PENB by návrh rodinného domu hodnocen klasifikační třídou *B – velmi úsporná* v oblasti celkové dodané energie a klasifikační třídou *C – úsporná* v oblasti neobnovitelné primární energie. Varianta B předpokládané standardní výstavby po roce 2020 spadla dle předpokladu a hodnocení PENB do klasifikační třídy pro celkovou dodanou energii *A – mimořádně úsporná* a neobnovitelné primární energie do *B – velmi úsporná*. A na závěr varianta C dle navržené nadstandardní výstavby po roce 2020 spadla opět podle předpokladu a návrhu do hodnocení dle PENB do klasifikační třídy pro celkovou dodanou energii a neobnovitelnou primární energii do třídy *A – mimořádně úsporná*.

9.3 Porovnání odhadované výše rozdílných nákladů všech variant

Dle očekávaných výsledků se dá logicky předpokládat, že nejjednodušeji navržená varianta A je i samozřejmě ta nejlevnější, co se celkových “více nákladů“ týká a to ve všech ohledech.

Za to varianta B, která je z dnešního pohledu výstavby nadstandardní v kategorii energetické náročnosti budovy, vykazuje výborné výsledky, jak za zpřísněných legislativních podmínek stanovených po roce 2020, tak ale i co se týká finanční náročnosti. Samozřejmě se jedná o vyšší počáteční vklad do celkové výstavby, ale tomu se nebude možno v budoucnu vyhnout, protože pro splnění zpřísněných požadavků stanovených nově

vzatou legislativou, vzrostou potřeby využití technologií a s tím i celkové náklady na výstavbu budovy jako takové.

Naopak při pohledu na variantu C, která zastupuje nadstandardní budoucí výstavbu po roce 2020, se dá hodnotit podle současné situace jako finančně neefektivní. Celkové výsledné hodnoty stanovené průkazem energetické náročnosti budovy pro varianty B a C nejsou až tak zásadně rozdílné, na rozdíl od porovnání jejich stanovených vstupních nákladů. Je nutno zopakovat, že se jednalo pouze o odhadem stanovené ceny, ale tyto odhadem stanovené ceny byly určeny pro všechny varianty stejným způsobem. Samozřejmě nebyly vzaty v potaz slevy prodejců a podobné výsady, které bývají stanoveny na základě konkrétní cenové nabídky vyhotovené samotnými výrobci.

Tabulka 50 Přehled předpokládaných nákladů rozdílů i jednotlivě navržených variant

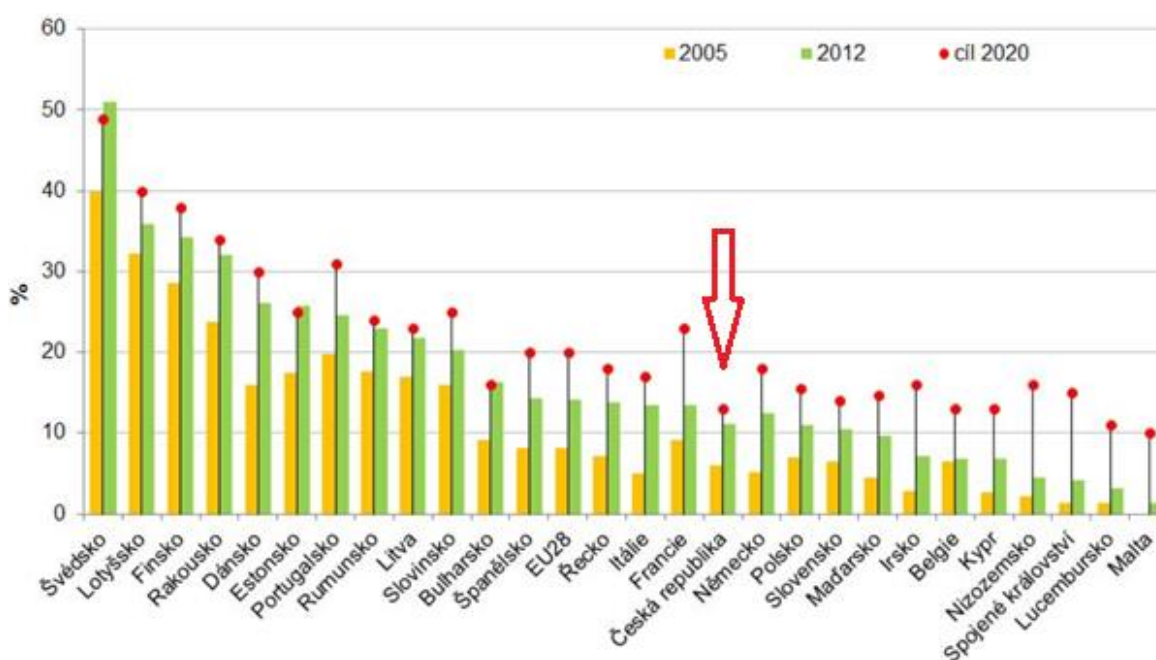
Konstrukce	Odhadovaná výše rozdílných nákladů		
	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Výplně otvorů	220 000,-	325 000,-	325 000,-
Tepelná izolace	291 454,-	380 535,-	565 972,-
Technologie	42 200,-	244 500,-	285 000,-
Celkem	553 654,-	950 035,-	1 175 972,-

(Zdroj: autorka DP)

V závěru samotné praktické části diplomové práce je nutno připomenou a zdůraznit, že se jednalo pouze o jediný návrh rodinného domu i přes to, že byl navržen ve více variantách. Pro přesnější výsledky by bylo potřeba nadefinovat u všech variant více stupňů kvality tepelně izolační obálky budovy a zároveň vytvořit i více reálně použitelných kombinací technického systému vybavení budovy. Pro celkově použitelné závěry do budoucna “tabulkově stanovené výstavby“ by bylo potřeba tyto ovlivňující faktory aplikovat pro různorodě tvarované i využívané budovy. V tomto případě se jedná pouze o jednu případovou studii, která má přibližně představovat v budoucnu běžně využívané standardy výstavby a jejich následné změny v koncepci navrhování. Nelze je brát za stoprocentně stanovené výchozí ukazatele, protože se během následujících dvou let může výstavba nečekaně přizpůsobit zpřísněným požadavkům a koncepce výstavby může vypadat zcela jinak. Praktická část této diplomové práce je zpracována na základě reálných předpokladů, ale do budoucnosti nelze pro potvrzení těchto předpokladů nahlédnout.

10 Důsledky a souvislosti přijetí směrnice 2010/31/EU

Požadavky nastavené legislativou České republiky pro splnění cílů *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřacování)*, byly oproti jiným členským státům stanoveny velmi mírně. K naplnění tohoto celoevropského cíle “20-20-20“ přistoupila Česká republika velmi laxně a z tohoto důvodu se pohybuje na spodní hranici, co se výše pro sebe stanovených závazných cílů na podílu využití obnovitelných zdrojů energie týká. Také definice *budovy s téměř nulovou spotřebou energie* si Česká republika ve své legislativě stanovila velmi mírně a k oné téměř nulové spotřebě se pro splnění požadavků na stavby není potřeba ani přiblížit. V současné době se pracuje na novele výše uvedené směrnice, kde se dá předpokládat stanovení nových přísnějších a konkrétněji nadefinovaných cílů do roku 2030 pro všechny členské státy. Tato směrnice bude muset být také implementována do právních legislativ jednotlivých členských států a následkem toho vzniknou novely, změny nebo zcela nové zákony, normy a vyhlášky pro tuto problematiku.



Graf 20 Závazné cíle podílu OZE a stav plnění pro jednotlivé země EU

(Zdroj: Eurostat -

http://www.vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=vliv_obnovitelných_zdrojů_energie&site=energie)

Také se dají předpokládat nové pokroky v účinnosti technologií využívající obnovitelné zdroje energie, které se stanou jedním z hlavních témat, až po roce 2020 budou platit zpřísněné požadavky na výši neobnovitelné primární energie pro všechny budovy s

větší změnou dokončené stavby a novostavby (až na výjimky uvedené v zákoně č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, v §7 Snižování energetické náročnosti budovy, odstavci 5). Samozřejmě jako u všech situací se najdou odpůrci těchto technologií a vyrukují s argumenty, jako jsou například uvedeny na obrázku 58. A z tohoto důvodu je potřeba podporovat vývoj a zdokonalování této technologie využívající obnovitelné zdroje energie, protože stávající situace negativního dopadu na životní prostředí by během ne příliš vzdálené budoucnosti mohla mít katastrofické následky, za předpokladu, že by nebyla zavedena žádná opatření. To se samozřejmě netýká pouze oboru stavebnictví, ale veškerého průmyslu, strojírenství, dopravy apod.



Obrázek 58 Specifika výroby energie z obnovitelných zdrojů energie

(Zdroj: CENIA -

http://www.vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=vliv_obnovitelných_zdroju_energie&site=energie)

V souvislosti s budoucí potřebou nutnosti použití technologií využívající obnovitelné zdroje energie, je problematika jejich vysokých pořizovacích nákladů. Jak bylo uvedeno v předešlé kapitole této diplomové práce, vstupní náklady v oblasti technologického vybavení stavby se u novostaveb vystavěných po roce 2020 mohou pohybovat až o cca 80 % výš, než to je v současnosti. Samozřejmě velkou roli hraje i životnost technologie a náklady na jejich servis.

To by nastalo pouze za předpokladu přetrvávajících vysoko nastavených cen. V případě, že ceny těchto technologií se vzrůstající poptávkou neklesnou, může nastat výrazný pokles zájmu o výstavbu novostaveb a větších rekonstrukcí, protože vysoké pořizovací náklady většinu investorů odradí. Tento problém by měl být vyřešen dostatečnou kapacitou a množstvím dotačních programů podporující výstavbu budov s téměř nulovou spotřebou energie, což je i neřízení stanovené směrnicí, aby členské státy zajistily dostatečné finanční prostředky na podporu této výstavby.

V případě stavebně konstrukčním důsledkům přijetí evropské směrnice dojde k minimálním změnám, které se budou týkat ve své podstatě pouze tloušťek a kvalitních vlastností tepelných izolací a kvality výplní stavebních otvorů, protože jsou nevýznamnějšími faktory ovlivňující kvalitu tepelně izolační obálky budovy.

Na základě celé teoretické i praktické části této diplomové práce lze jednoznačně vyvrátit stanovenou hypotézu, která říká, že: *Po roce 2020 se budou stavět stavby pouze v energeticky pasivním standardu a nulové domy.* Není tomu tak a každou kapitolou diplomové práce bylo vyvrácení hypotézy potvrzeno.

11 Závěr

Mezi celoevropská hlavní témata patří ekologie a snížení negativního dopadu na životní prostředí ve všech možných směrech. Pro obor stavebnictví bylo navrženo řešení v podobě dokumentu s názvem Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepracování), zabývající se snížení energetické náročnosti budov a výše neekologické neobnovitelné primární energie. Jak už název napovídá, jde o novelu již existující první směrnice vydané v roce 2002. Dnes se píše rok 2018 a i přes to ve většině případů jde mezi odborníky i veřejností o aktuální a zbrusu nové téma s mnoha otazníky.

Diplomová práce představuje celkový přehled informací o změnách souvisejících s výše zmíněnou směrnicí, v oblasti normativní legislativy. Teoretická část se dále zabývá tím, jaký vliv má návrh stavebně konstrukčního, technologického a materiálového řešení stavby na její energetickou náročnost. A nakonec jsou získané informace z teoretické části aplikovány do praktické části v podobě případové studie vytvořené ve variantách výstavby před a po roce 2020.

Výsledky praktické části, ze kterých následně vychází závěry a postoje k celkové problematice, by se daly zkvalitnit vytvořením značnějšího množství variant případové studie rodinného domu. Zejména v oblasti úrovně kvality tepelně izolační obálky budovy a kombinací technologického zařízení. V tomto případě by se dalo přesněji a reálněji určit nejoptimálnější řešení i finančního a technického hlediska. V další úrovni zkvalitnění výsledků by bylo vhodné zohlednit i tvarové a dispoziční řešení staveb. Ze značného množství zahrnutých variant by se daly odvodit velmi reálné výsledky, které by v ne příliš vzdálené budoucnosti mohly vystupovat jako velice kvalitní podklad pro optimální navrhování staveb.

Jak už bylo v práci několikrát zmiňováno, přístup České republiky k této problematice je pouze okrajový. Vidět je to především na stanovených hodnotách pro splnění požadavků směrnice, které se pohybují na nejnižší možné hranici, jaká byla pro splnění možná. V porovnání s požadavky, které si ve své legislativě stanovily některé z ostatních členských států (například státy Skandinávie), by se dalo říct, že Česká republika ke snížení negativního dopadu na životní prostředí téměř nepřispívá. Díky tomuto s nadsázkou řešeno "obcházení pravidel" se dá předpokládat, že Evropská unie podstoupí další kroky pro povinné zpřísnování energetických požadavků, kterým se už Česká republika nebude moci vyhýbat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU z 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřevzatá). Úřední věstník Evropské unie 53, Brusel, 18. 6. 2010.
- [2] prof. Ing. Karel Kabele, CSc, Revize evropské směrnice 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. In: TZB Info [online]. 30.8.2010 [cit. 6.3.2018]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6739-revize-evropske-smernice-2002-91-es-o-energeticke-narocnosti-budov>
- [3] Kabele, K.; Urban, M., Pohled na budovy s téměř nulovou spotřebou energie v kontextu současných legislativních požadavků v ČR. In: TZB Info [online]. 2.1.2017 [cit. 6.3.2018]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15179-pohled-na-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-kontextu-soucasnych-legislativnich-pozadavku-v-cr>
- [4] Kabele, K.; Urban, M., Nové požadavky na hodnocení energetické náročnosti budov od 1. Dubna 2013. In: TZB Info [online]. 8.4.2013 [cit. 8.3.2018]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>
- [5] EkoWATT: Centrum pro obnovitelné zdroje a úsporu energie, Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB). EkoWATT [online]. Copyright © 2008 [cit. 11.3.2018]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/ru/sluzby/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-PENB>
- [6] Energetický štítek, Kdo musí mít energetický štítek?. In: Energetický štítek domu [online]. [cit. 11.3.2018]. Dostupné z: <http://www.energeticky-stitek-domu.cz/kdo-musi-mit-enereticky-stitek>
- [7] Průkazy budov, Kdy (ne)potřebuji Průkaz energetické náročnosti budovy. In: Průkazy budov [online]. [cit. 11.3.2018]. Dostupné z: <http://www.prukazkybudov.cz/kdy-nepotrebuji-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy/>
- [8] Informační portál Ministerstva průmyslu a obchodu, Energetický audit. In: EFEKT energie efektivně [online]. Copyright © 2008 [cit. 10.3.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticke-expertizy/energeticky-audit>
- [9] Česká Republika, Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.
- [10] DATABÁZE STRATEGIÍ portál strategických dokumentů v ČR, Ministerstvo životního prostředí. In: databáze-strategie [online]. Copyright © 2018 [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <https://www.databaze-strategie.cz/cz/mzp/strategie/operacni-program-zivotni-prostredi-2014-2020>

- [11] EVROPSKÁ UNIE Evropské statutární a investiční fondy, Operační program Životního prostředí. In: opzp-cz [online]. Copyright © 2015 [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <http://www.opzp.cz/podporovane-oblasti/>
- [12] O programu - Nová zelená úsporám. In: Nová zelená úsporám [online]. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/o-programu-3-vyzva/>
- [13] Informační portál Ministerstva průmyslu a obchodu, EFEKT 2017-2021. In: EFEKT energie efektivně [online]. Copyright © 2008 [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/54039>
- [14] DotaceEU.cz, Integrovaný regionální operační program. In: Evropské statutární a investiční fondy [online]. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy/Integrovaný-regionální-operacni-program>
- [15] Informační portál Ministerstva průmyslu a obchodu, Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020. In: EFEKT energie efektivně [online]. Copyright © 2008 [cit. 13.3.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/61162>
- [16] VEVERKA, Jiří a kolektiv. Stavební tepelná technika a energetika budov. Vysoké učení technické v Brně, 2006. ISBN 80-2014-2910-0.
- [17] VENDLOVÁ, Lucie. Hodnocení vlivu vybraných parametrů bytových domů na jejich energetickou náročnost. Brno, 2013. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební.
- [18] ŠALA, Jiří – KEIM, Lubomír – SVOBODA, Zbyněk – TYWONIAK, Jan. Tepelná ochrana budov, komentář k ČSN 73 0540. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-30-6.
- [19] Čejka, M.; Antonín, J., Budovy s téměř nulovou spotřebou – porovnání energetických standardů. In: TZB Info [online]. 16.1.2017 [cit. 19.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energetickych-standardu>
- [20] Centrum energetického poradenství PRE, Pasivní domy - rady, tipy, informace. In: Energetický poradce [online]. Copyright © 2012 [cit. 19.3.2018]. Dostupné z: https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/pasivni_domy_rady_typy_informace.pdf
- [21] prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc., Nulové domy. In: TZB Info [online]. 5.9.2011 [cit. 21.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/7785-nulove-domy>
- [22] Antonín, J.; Purkrťová, M., Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obálky budovy. In: TZB Info [online]. 9.1.2017 [cit. 24.3.2018]. Dostupné

- z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/344-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-z-hlediska-obalky-budovy>
- [23] Antonín, J.; Purkrťová, M., Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska zdrojů energie. In: TZB Info [online]. 9.1.2017 [cit. 24.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/345-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-z-hlediska-zdroju-energie>
- [24] Smola, J., Příprava na profesní praxi – Téměř nulové a pasivní budovy. In: FSv ČVUT [online]. Copyright © 2016 [cit. 28.3.2018]. Dostupné z: <http://k129.cz/wp-content/uploads/2017/01/tnb-2016-priprava-na-prof.prax-smola.pdf>
- [25] Hrubý, L., Umístění, tvar a rozvržení místností pasivního domu. In: TZB Info [online]. 7.3.2016 [cit. 28.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13877-umisteni-tvar-a-rozvrzeni-mistnosti-pasivniho-domu>
- [26] Pasivní domy: SPECIÁL 2018. [online]. Centrum pasivního domu, 2018 [cit. 28.3.2018]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/online/pasivni-domy-2018-limil/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- [27] Z čeho stavět - lehká dřevostavba | NULOVÉ DOMY. *NULOVÉ DOMY - Domy s téměř nulovou spotřebou energie* [online]. Copyright © 2012 [cit. 29.03.2018]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/prakticke-informace-a-rady-pro-stavbu/druhy-clanek.htm>
- [28] Z čeho stavět - masivní dřevostavba | NULOVÉ DOMY. *NULOVÉ DOMY - Domy s téměř nulovou spotřebou energie* [online]. Copyright © 2012 [cit. 29.03.2018]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/prakticke-informace-a-rady-pro-stavbu/treti-clanek.htm>
- [29] Z čeho stavět – masivní zděná stavba | NULOVÉ DOMY. *NULOVÉ DOMY - Domy s téměř nulovou spotřebou energie* [online]. Copyright © 2012 [cit. 30.03.2018]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/prakticke-informace-a-rady-pro-stavbu/masivni-zdena-stavba.htm>
- [30] EkoWATT kol. autorů: Centrum pro obnovitelné zdroje a úsporu energie, Zásady výstavby pasivních domů. EkoWATT [online]. Copyright © 2007 [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-pasivnich-domu>
- [31] Centrum pasivního domu, Okna a dveře pro pasivní domy. In: Centrum pasivního domu [online]. Copyright © 2019 [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/okna-a-dvere-pro-pasivni-domy/t385>
- [32] Novotný, J.; Matuška, T., Neobnovitelná primární energie. In: TZB Info [online]. 30.10.2017 [cit. 8.4.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapani/16491-neobnovitelna-primarni-energie>
- [33] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Jak člověk energii získává?. [online]. Copyright © 2013 [cit. 9.4.2018]. Dostupné z:

- http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=jak_clovek_energii_ziskava&site=energie
- [34] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Fosilní paliva – neobnovitelné zdroje energie. [online]. Copyright © 2013 [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=fosilni_paliva&site=energie
- [35] JANALÍK, Radim. Zdroje energie [online]. Ostrava, 2013. Studijní materiál. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky. [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/files/projekty/enazp/17/IUT/098_Zdroje_energie_-_Janalik_-_P3.pdf
- [36] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Uhlí. [online]. Copyright © 2013 [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=uhli&site=energie>
- [37] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Ropa. [online]. Copyright © 2013 [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=ropa&site=energie>
- [38] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Zemní plyn. [online]. Copyright © 2013 [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zemni_plyn&site=energie
- [39] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Obnovitelné zdroje energie. [online]. Copyright © 2013 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=obnovitelne_zdroje_energie&site=energie
- [40] Nazeleno.cz, Obnovitelné zdroje energie [online]. Copyright © 2018 Nazeleno.cz, všechna práva vyhrazena. ISSN 1803 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/obnovitelne-zdroje-energie.dic>
- [41] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Sluneční energie. [online]. Copyright © 2013 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=slunecni_energie&site=energie
- [42] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Vodní energie. [online]. Copyright © 2013 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vodni_energie&site=energie
- [43] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Větrná energie. [online]. Copyright © 2013 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vetrna_energie&site=energie
- [44] Vítejte na Zemi: Multimediální ročenka životního prostředí, Energie z biomasy. [online]. Copyright © 2013 [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energie_z_biomasy&site=energie

- [45] Biomasa – využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *OEnergetice.cz*. [online]. Copyright © 2018 [cit. 12.4.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>
- [46] Tepelná čerpadla – Princip TČ. In: TZB Info [online]. Copyright © 2001 - 2018, všechna práva vyhrazena. ISSN 1801-4399 [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [47] Co je to rekuperace? Cesta ke zdravému mikroklima v bytě. In: e-větrání.cz [online]. Copyright © 2018 [cit. 15.4.2018]. Dostupné z: <http://www.e-vetrani.cz/aktuality/co-je-to-rekuperace-cesta-ke-zdravemu-mikroklima-v-byte>
- [48] GALAS, Otakar – ŠÍPKOVÁ, Veronika. Tepelná čerpadla. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB, 2014. ISBN 978-80-905392-9-7.
- [49] EkoWATT: Centrum pro obnovitelné zdroje a úsporu energie, Elektřina z fotovoltaických panelů. In: EkoWATT [online]. Copyright © 2008 [cit. 16.4.2018]. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/elektrina-z-fotovoltaickych-panelu.shtml>
- [50] Úvod do FV systémů - CNE Czech Nature Energy, a. s. [online]. Copyright © 2018 [cit. 16.4.2018]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [51] Úvod do termických systémů - CNE Czech Nature Energy, a. s. [online]. Copyright © 2018 [cit. 17.4.2018]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termickych-systemu/>
- [52] Kotel na biomasu | Nazeleno.cz. *Úspory energie, izolace, zdravý životní styl, biopotraviny, ekologie* | Nazeleno.cz [online]. Copyright © 2018 Nazeleno.cz, všechna práva vyhrazena. ISSN 1803 [cit. 18.4.2018]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/kotel-na-biomasu.dic>
- [53] Lyčka, Z., Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1). In: TZB Info [online]. 22.4.2013 [cit. 18.4.2018]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [54] Nový trend – kondenzační plynové kotle DAKON. In: TZB Info [online]. 18.4.2013 [cit. 18.4.2018]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1453-novy-trend-kondenzacni-plynove-kotle-dakon>
- [55] KABELE, K., URBAN, M., Příloha k průběžné zprávě za rok 2016; Číslo projektu: TE02000077 - Smart Regions – Buildings and Settlements Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development; Číslo milníku: M05 - Comparison of Directive 31/2010/EU with the existing Czech specialised legislation [online]. 31.3.2016 ČVUT, fakulta stavební, katedra technických zařízení budov [cit. 22.4.2018]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/46/m05-wp5-hotovo.pdf>

[56] Česká Republika, Vyhláška č. 78/2013 Sb., ze dne 22. března 2013 o energetické náročnosti budov.

Česká Republika, ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2 - Požadavky, 4. návrh revize, 2011

TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy. ÚNMZ, 2010

TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy. ÚNMZ 2010

ČEJKA, M., Vzdělávací program energie a energetické úspory [online]. Copyright © 2016 Dostupné z: <http://energieefektivne.porsennaops.cz/data/files/Budovy%20s%20temer%20n ulovou%20spotrebou.pdf>

BPIE - Buildings Performance Institute Europe [online]. Copyright © 2015. Dostupné z: [http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions across_Europe.pdf](http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf)

Hazucha, J., Webové infolisty - Základní princip. In: Centrum pasivního domu [online]. Copyright © 2013 [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

DOPROVODNÝ MATERIÁL

1) Doprovodný materiál k variantě A

- Průkaz energetické náročnosti budovy
- Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce
- Technické listy navrženého technického zařízení budovy
- Výkresová dokumentace ve formě studie

2) Doprovodný materiál k variantě B

- Průkaz energetické náročnosti budovy
- Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce
- Technické listy navrženého technického zařízení budovy
- Výkresová dokumentace ve formě studie

3) Doprovodný materiál k variantě C

- Průkaz energetické náročnosti budovy
- Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce
- Technické listy navrženého technického zařízení budovy
- Výkresová dokumentace ve formě studie