

Aktualizace vstupů nákladového optima budov v ČR podle článku 5 směrnice EPBD II



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie pro rok 2016 – Program EFEKT

Předkládá:



SEVEn, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s.

Americká 17
120 00 Praha 2
☎ 224 252 115
fax 224 247 597
E-mail: SEVEn@svn.cz
<http://www.svn.cz>

Jiří Karásek, Jaroslav Maroušek, Ladislav Kaločai, Jan Veleba, Nataliya Anisimova

prosinec 2016

Autoři by rádi poděkovali zástupcům MPO,
bez jejichž vstřícného přístupu by bylo mnohem obtížnější tuto studii realizovat.

OBSAH

1	ÚVOD	5
2	METODIKA VÝPOČTU NÁKLADOVĚ OPTIMÁLNÍ ÚROVNĚ	8
2.1	SROVNÁVACÍ METODICKÝ RÁMEC	9
2.2	OBECNÝ PRINCIP HLEDÁNÍ NÁKLADOVÉHO OPTIMA	10
2.3	STANOVENÍ REFERENČNÍCH BUDOV	12
2.4	HODNOCENÁ OPATŘENÍ PRO ZVÝŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI	14
2.5	VARIANTY TECHNICKÝCH A EKONOMICKÝCH VSTUPNÍCH PARAMETRŮ	14
2.6	METODICKÉ POSTUPY PRO RŮZNÉ VARIANTY RENOVACÍ BUDOV	15
3	AKTUALIZACE CENOVÝCH PODKLADŮ	16
3.1	KALKULAČNÍ VZOREC	16
3.2	METODA ZÍSKÁNÍ DAT K CENÁM MATERIÁLU A PRACÍ	16
3.3	AKTUALIZACE CEN MATERIÁLU A PRACÍ	18
3.4	CENY STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	21
3.5	CENY PRACÍ	27
4	ZMĚNY VSTUPNÍCH PARAMETRŮ VÝPOČTU PRO ROK 2016	32
4.1	SAZBA DPH	32
4.2	CENY PALIV A ENERGIÍ	32
4.3	KLIMATICKÁ DATA	33
4.4	STAVEBNÍ KONSTRUKCE	33
4.5	TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV	34
5	PROPOČET CELKOVÝCH NÁKLADŮ	36
5.1	PROPOČET DODANÉ ENERGIE, CELKOVÉ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRIMÁRNÍ NEOBNOVITELNÉ ENERIE PRO DEFINOVANÉ KOMBINACE OPATŘENÍ	36
5.2	PROPOČET CELKOVÝCH NÁKLADŮ	36
6	MODELOVÉ PROPOČTY DLE KONKRÉTNÍCH PŘÍPADŮ – VÝSTAVBY NOVÝCH BUDOV	40
6.1	NOVOSTAVBA – RODINNÝ DŮM	40
6.2	NOVOSTAVBA – BYTOVÝ DŮM	43
6.3	NOVOSTAVBA – ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA	46
6.4	NOVOSTAVBA – ŠKOLA	49
7	MODELOVÉ PROPOČTY DLE KONKRÉTNÍCH PŘÍPADŮ – RENOVACE STÁVAJÍCÍCH BUDOV	52
7.1	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – RODINNÝ DŮM 1	52
7.2	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – RODINNÝ DŮM 2	54
7.3	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – BYTOVÝ DŮM 1	56
7.4	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – BYTOVÝ DŮM 2	58
7.5	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA 1	60
7.6	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA 2	62
7.7	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – MATEŘSKÁ ŠKOLA	64
7.8	ZMĚNA DOKONČENÉ BUDOVY – ZDRAVOTNICKÉ ZAŘÍZENÍ	66
8	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA PRO ROK 2016	68
8.1	DISKONTNÍ SAZBA	68
8.2	REALIZACE CITLIVOSTNÍ ANALÝZY	68
8.3	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA – PŘÍKLAD RODINNÉHO DOMU	69
8.4	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA – PŘÍKLAD BYTOVÉHO DOMU	71
8.5	SHRNUTÍ CITLIVOSTNÍ ANALÝZY	73
9	SHRNUTÍ A ZÁVĚRY	74
10	POUŽITÁ LITERATURA	77

11	SEZNAM ZKRATEK.....	79
12	SEZNAM TABULEK.....	80
13	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	81
14	PŘÍLOHY	82

1 ÚVOD

V roce 2010 přijal Evropský parlament směrnici 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (EPBD II). Členské státy měly za povinnost v souladu s touto směrnicí zavést do roku 2012 legislativu vyžadující snížení energetické náročnosti nových i rekonstruovaných budov. Konkretizaci snížení energetické náročnosti v budovách musí provést jednotlivé členské státy na základě nákladově optimální úrovně tak, aby legislativně vyžadovaná opatření byla nákladově efektivní. EU požaduje, aby byly vstupní údaje pro výpočty nákladově optimální úrovně nejpozději v roce 2017 aktualizovány.

Pro požadovanou optimalizaci Evropská komise vydala v červnu 2011 metodické pokyny, které částečně upřesnily obecně zadaný metodický rámec uvedený ve směrnici.

Článek 5, EPBD II

Výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost

1. Komise stanovila prostřednictvím aktů v přenesené pravomoci podle článků 23, 24 a 25 srovnávací metodický rámec pro výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov.

Srovnávací metodický rámec byl stanoven v souladu s přílohou III a rozlišuje mezi novými a stávajícími budovami a mezi různými kategoriemi budov.

2. Členské státy vypočítaly nákladově optimální úrovně minimálních požadavků na energetickou náročnost za použití srovnávacího metodického rámce vypracovaného v souladu s odstavcem 1 a příslušnými parametry, jako jsou klimatické podmínky a praktická dostupnost energetické infrastruktury, a srovnají výsledky tohoto výpočtu s platnými minimálními požadavky na energetickou náročnost.

*Členské státy oznámí Komisi veškeré vstupní údaje a předpoklady použité k těmto výpočtům a rovněž výsledky těchto výpočtů. Zprávu lze zahrnout do akčních plánů energetické účinnosti podle čl. 14 odst. 2 směrnice 2006/32/ES. **Členské státy předkládají tyto zprávy Komisi v pravidelných intervalech, jejichž trvání nebude delší než pět let. První zpráva se předloží do 30. června 2012.***

3. Pokud ze srovnání provedeného podle odstavce 2 vyplývá, že platné minimální požadavky na energetickou náročnost jsou významně méně energeticky účinné než nákladově optimální úrovně minimálních požadavků na energetickou náročnost, dotčené členské státy odůvodní tento rozdíl písemně Komisi ve zprávě uvedené v odstavci 2, přičemž v rozsahu, v jakém tato mezera nemůže být odůvodněna, tuto zprávu doplní o plán nastiňující opatření k významnému zacelení mezery do příštího přezkumu požadavků na energetickou náročnost podle čl. 4 odst. 1.

Cíle studie

Publikace prezentuje odborné veřejnosti, podnikatelům ve stavebnictví, developerům a pracovníkům příslušných úřadů podílejících se, nebo zodpovědných za transformaci uvedené směrnice do českých právních předpisů, výsledky přepočtu vstupů nákladově optimalizačních výpočtů. Tyto výpočty nákladového optima různých typů budov budou reprezentovat podklad užitý při nastavení výpočtových parametrů a hodnotících kritérií. Publikace bude zároveň sloužit pro propagaci nákladově optimálního řešení budov pro odbornou veřejnost.

Obsah studie

Práce vychází z provedené analýzy směrnice, souvisejících vstupních podkladů (existující normy a jiná legislativa EU a ČR) a je v souladu s doplňujícími dokumenty a metodickými pokyny Evropské komise.

Práce je členěna následovně:

1. Stručný popis a vysvětlení metodiky výpočtů nákladového optima během ekonomického životního cyklu pro nové budovy včetně výběru tzv. referenčních budov a hodnocených opatření pro zvýšení energetické účinnosti – včetně variant technických a ekonomických vstupních parametrů.
2. Metodika, případně jednotlivé odlišné metodické postupy pro různé varianty renovace (rekonstrukce) budov včetně výběru tzv. referenčních typů změn v dokončených budovách (rekonstrukcí).
3. Změny vstupních parametrů výpočtu pro rok 2016.
4. Modelové propočty dle konkrétních případů výstavby a rekonstrukce budov, nebo připravovaných projektů.
5. Rozbor výsledků propočtů a jejich zobecnění, popis zasazení do srovnávacího metodického rámce, popis parametrizace výsledků, včetně výsledků porovnání vstupů a výstupů.
6. Provedení citlivostní analýzy pro rok 2016.
7. Shrnutí a závěry.

Zvolený postup plně respektuje a částečně rozvíjí požadavky směrnice 2010/31/EU, zejména využívá předběžné informace uvedené v příloze III této směrnice nazvané „Srovnávací metodický rámec pro stanovení nákladově optimálních úrovní požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov“.

Očekávané výsledky práce

Konkrétním výstupem je publikace obsahující přepočtená nákladově optimální řešení typických opatření snižujících potřebu energie v nových a rekonstruovaných budovách, publikace porovnává změny s původními výpočty provedenými v roce 2013.

Kromě těchto konkrétních výsledků má předkládaná práce tyto přínosy:

- propaguje energeticky úsporné projekty s výrazným snížením emisí CO₂ v nové výstavbě i rekonstrukci budov,
- poskytuje aktuální informace o nákladovosti typizovaných řešení a tím usnadňuje i rozhodování o financování těchto projektů,
- v souladu se směrnicí zahrnuje a podporuje i využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie v budovách,
- poskytuje technicko-ekonomické podklady k realizaci energeticky úsporných projektů v budovách při respektování životního cyklu staveb,
- významně podporuje zavádění evropské legislativy a předpisů do národní praxe v oblasti zvyšování účinnosti užití energie.

2 METODIKA VÝPOČTU NÁKLADOVĚ OPTIMÁLNÍ ÚROVNĚ

Pojem nákladově optimální úroveň má sloužit ke stanovení ekonomicky efektivních minimálních legislativních požadavků na nově budované nebo rekonstruované budovy se zřetelem na co nejnižší celkové náklady¹ a při minimalizovaném vlivu na životní prostředí, tj. při minimální spotřebované primární energii².

Pojem je definován Směrnicí EPBD II [1] následovně:

„Nákladově optimální úroveň“ (se myslí) úroveň energetické náročnosti, která vede k nejnižším nákladům v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu (výpočet čisté současné hodnoty), přičemž:

a) nejnižší náklady se určují s ohledem na investiční náklady v oblasti energií, náklady na údržbu a provoz (včetně nákladů na energii, úspor, kategorie dotčené budovy a případně příjmů z vyrobené energie) a případně náklady na likvidaci a

b) odhadovaný ekonomický životní cyklus určují jednotlivé členské státy. Označuje zbývající odhadovaný ekonomický životní cyklus budov, kdy jsou požadavky na energetickou náročnost stanoveny pro budovu jako celek, nebo odhadovaný životní cyklus prvku budovy, kdy jsou požadavky na energetickou náročnost stanoveny pro prvky budovy.

Nákladově optimální úroveň se pohybuje v rozmezí úrovní náročnosti, v nichž je analýza nákladů a přínosů vypočítaná pro odhadovaný ekonomický životní cyklus pozitivní.

Novelizovaný zákon 406/2000Sb., o hospodaření energií definuje nákladově optimální úroveň takto:

Nákladově optimální úrovní (se myslí) stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních nebo technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu.

Pro zajištění odpovídajícího a srovnatelného postupu jednotlivých členských zemí EU při stanovování legislativních požadavků na základě nákladově optimálních výpočtů je Směrnicí EPBD II [1] a Nařízením 244/2012 [2] stanoven Srovnávací metodický rámec³, definující společný postup samotného hledání nákladové optima.

¹ Celkové náklady jsou definovány Nařízením [2] jako vstupní investiční náklady na opatření, roční náklady (tj. náklady na údržbu, energii, provoz, obnovu, případně daně apod.), zůstatková hodnota opatření na konci výpočtového období, případně náklady na likvidaci a náklady na emise skleníkových plynů.

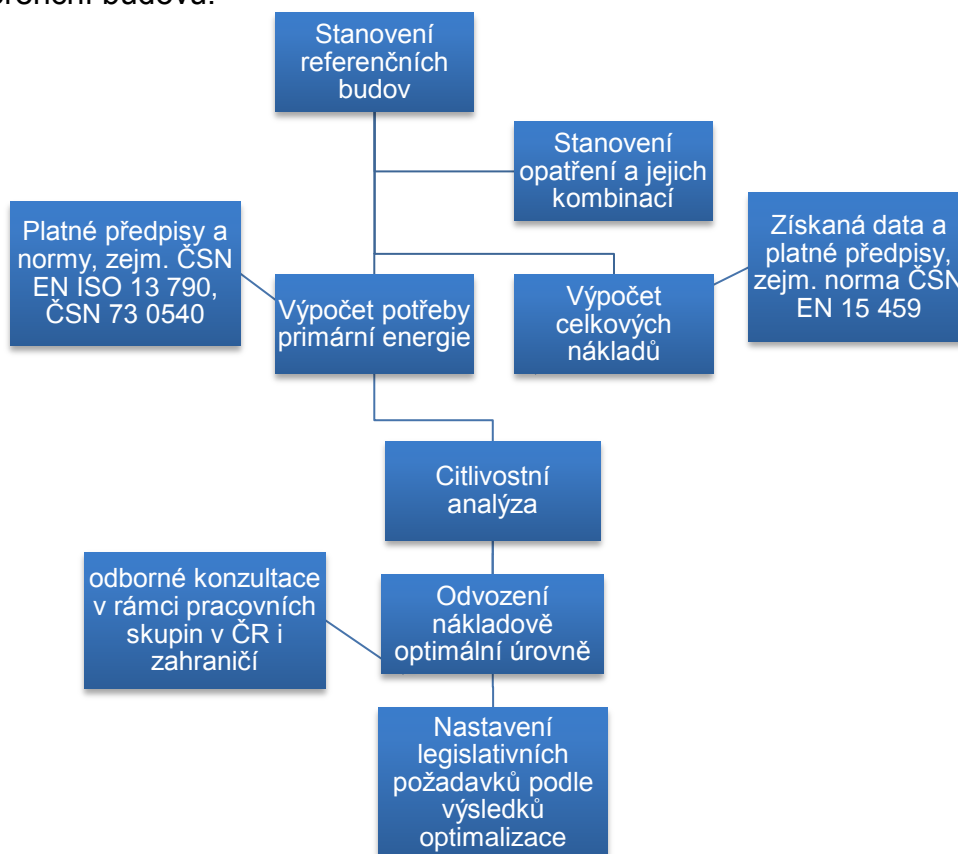
² Primární energie je definována Směrnicí EPBD II [1] jako energie z obnovitelných a neobnovitelných zdrojů, která neprošla žádným procesem přeměny nebo transformace. Pokyny [3] doplňují, že se primární energie počítá se z dodaného a vydaného množství energonositelů s použitím konverzních faktorů primární energie.

³ Též označován jako Nákladově optimální metodický rámec.

2.1 Srovnávací metodický rámec

Srovnávací metodický rámec je definován v příloze III Směrnice EPBD II [1] a dále je specifikován v Nařízení 244/2012 [2]. Srovnávací metodický rámec zahrnuje několik kroků, vedoucích ke stanovení nákladově optimálních úrovní požadavků. Jedná se o následující kroky:

- stanovení referenčních budov,
- stanovení opatření pro zvýšení energetické účinnosti, opatření založených na obnovitelných zdrojích energie a/nebo balíčků a variant těchto opatření pro každou referenční budovu,
- výpočet potřeby primární energie v důsledku uplatnění těchto opatření a balíčků opatření na referenční budovu,
- výpočet celkových nákladů z hlediska čisté současné hodnoty pro každou referenční budovu,
- provedení analýzy citlivosti pro vstupní údaje nákladů, včetně cen energií,
- odvození nákladově optimální úrovně energetické náročnosti pro každou referenční budovu.



Obrázek 2.1-1 - Schéma Srovnávacího metodického rámce

Evropská Komise se v Nařízení 244/2012 [2] dále zavázala ke stanovení klíčových rámcových podmínek, které jsou zapotřebí pro stanovování referenčních budov a zejména pro ekonomickou část výpočtů celkových nákladů, tj. výpočet čisté současné hodnoty. Jedná se zejména o stanovení těchto klíčových parametrů, společných pro všechny členské státy EU:

- Stanovení výchozího roku pro výpočty – stanoven na rok, kdy jsou výpočty prováděny, tj. v tomto případě rok 2016.
- Stanovení kategorií nákladů, které je třeba vzít v potaz:
 - vstupní investiční náklady,
 - proměnné náklady (náklady na pravidelnou výměnu prvků budov, mohou případně zahrnovat zisk z vyrobené energie, který členské státy mohou brát v úvahu při finančním výpočtu),
 - náklady na energii (odpovídají celkovým nákladům na energii, včetně ceny energie, tarifů za výkon a poplatků za rozvod),
 - případně náklady na likvidaci.
 - Pro účely výpočtů na makroekonomické úrovni zavedou členské státy další kategorii nákladů, a to náklady na emise skleníkových plynů.
- Stanovení výpočtového období - členské státy použijí výpočtové období 30 let pro obytné a veřejné budovy a 20 let pro komerční nebytové budovy.
- Provedení analýzy citlivosti u diskontních sazeb při použití minimálně dvou diskontních sazeb (vyjádřených v reálných hodnotách) jak pro makroekonomický výpočet, tak dvou sazeb pro finanční výpočet. Analýza citlivosti se dále provede u scénářů pro vývoj cen energií.
- Stanovení diskontní sazby, která se má použít pro makroekonomické výpočty – výpočet se provede pro minimálně dvě různé diskontní sazby, z nichž jedna musí být 3 %, vyjádřeno v reálných hodnotách.

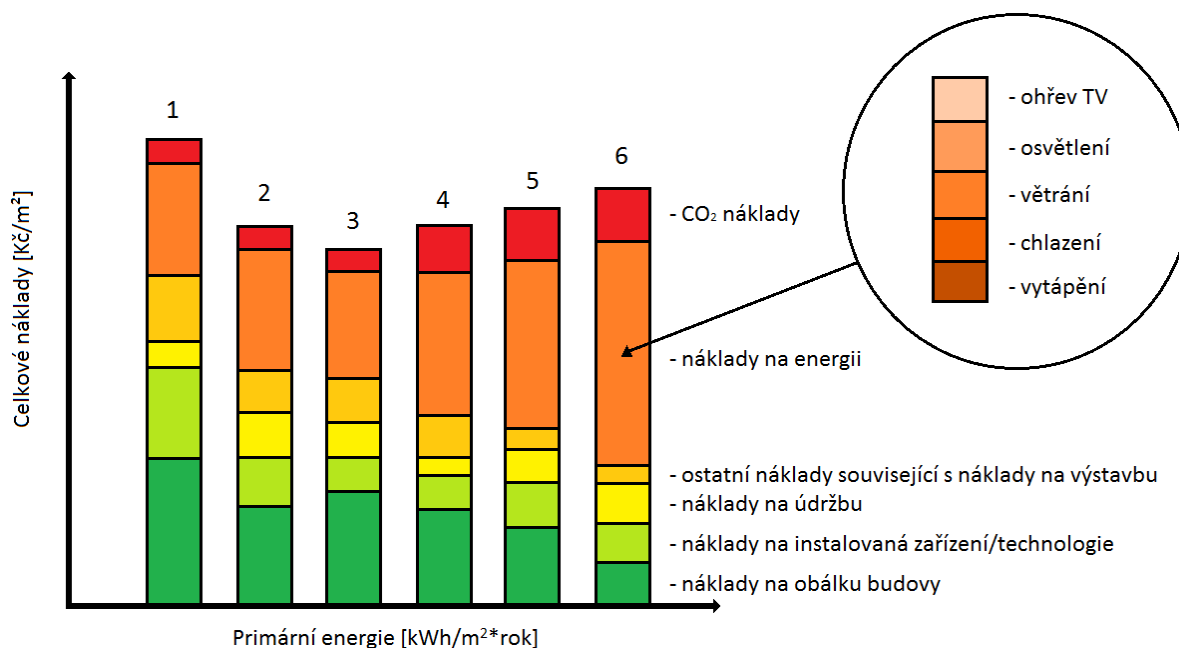
2.2 Obecný princip hledání nákladového optima

Srovnávací analýza a hledání nákladového optima má za cíl najít oblast nákladově optimálních řešení pro dané okrajové (zejména technické a ekonomické) podmínky. Nákladově optimální řešení je takové, kterému odpovídají nejnižší měrné celkové náklady za celé definované hodnotící období. Tomuto řešení pak odpovídá určitá hodnota měrné primární energie.

Z tohoto principu je patrné, že jak hodnota měrných celkových nákladů, tak měrné primární energie bude jiná pro každý konkrétní objekt a každý soubor posuzovaných opatření.

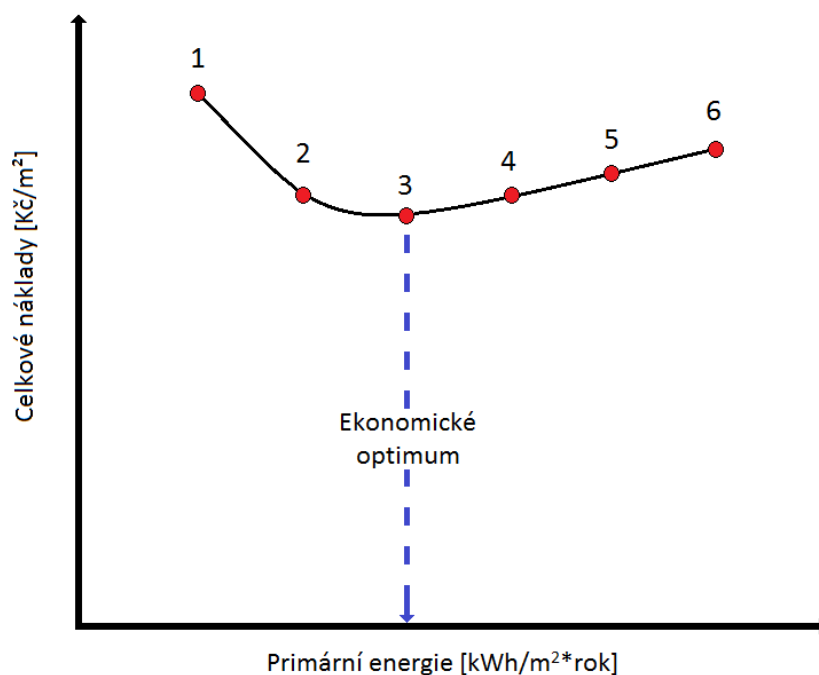
V grafické podobě (Obrázek 2.2-1) tato analýza spočívá v hledání nejnižšího bodu na křivce, která je tvořena spojnicí bodů⁴, zastupující jednotlivé varianty výpočtu. Protože jeden bod křivky odpovídá jednomu konkrétnímu řešení, za optimální se považuje nikoliv jediný bod, ale určitá oblast, obsahující větší množství možných řešení. Nákladově optimální metodika je neutrální, co se týče technologií, a neupřednostňuje jedno technologické řešení na úkor jiného.

⁴ V případě variování více než jednoho parametru obsahuje graf velké množství bodů, netvořících křivku konvexního tvaru, ale „oblak“ bodů. Optimum je pak stále nejnižší bod/oblast na pomyslné křivce, opisující tento „oblak“ podél jeho spodního okraje.



Obrázek 2.2-1 - Obecný princip hledání nákladového optima

Ekonomické optimum se pak, pro vhodné varianty kombinací opatření, může stát referenční hodnotou pro stanovení požadavků pro dílčí prvky konstrukcí a použité technologie. Nastavení optimálních hodnot by mělo sloužit zejména k zamezení toho, aby nebyla realizována opatření, která budou mít při srovnatelných celkových nákladech vyšší primární energii – v souvislosti s příkladem (viz Obrázek 2.2-2): optimální hodnotu vykazuje varianta 3. Ve srovnání variant č. 2 a 4 by jednoznačně neměla být realizovatelná varianta č. 4, protože její celkové náklady jsou s variantou č. 2 naprosto srovnatelné, spotřeba primární energie je ale významně vyšší.



Obrázek 2.2-2 - Základní závislost celkových měrných nákladů a primární energie pro hledání nákladově optimální úrovně

2.3 Stanovení referenčních budov

Stanovení referenčních budov vychází z požadavku podle přílohy III Směrnice EPBD II [1], kde se stanovují požadavky na srovnávací metodický rámec pro nákladově optimální výpočty.

Hlavním účelem referenční budovy je, aby představovala typickou a průměrnou budovu, neboť není racionálně možné a vhodné počítat nákladově optimální variantu pro každou jednotlivou budovu a jednotlivý případ, který v praxi může nastat. Stanovené referenční budovy proto odpovídají reálným nebo virtuálním budovám tak, aby metodika mohla přinést reprezentativní výsledky výpočtů, odpovídající drtivě většině novostaveb a existujících budov.

Referenční budovy jsou, v souladu se Směrnicí EPBD II, stanoveny podle reálného příkladu představujícího typickou budovu v určité kategorii. Ve výpočtech byla použita jedna referenční budova pro nové budovy a dvě pro dokončené (tj. stávající) budovy, které jsou předmětem větší změny, pro každou z těchto kategorií:

- rodinné domy,
- bytové domy,
- administrativní budovy a
- ostatní neobytné kategorie uvedené v příloze I, bodu 5 Směrnice EPBD II [1] (zde jsou jako zástupci zvoleny škola a poliklinika).

Následující tabulka obsahuje souhrn základních geometrických charakteristik zvolených referenčních budov jak pro novostavby, tak stávající budovy. Konkrétnější specifikace hodnocených objektů je pak uvedena v kapitolách 6 a 7.

Tabulka 2.3-1 - Základní geometrické charakteristiky referenčních budov

Druh budovy	Geometrické charakteristiky													Počet osob v budově
	celková šířka	celková délka	celková výška	počet nadzemních podlaží	vnější objem vytápěné části	plocha obvodových stěn	plocha střechy	plocha výplň otvorů	plocha podlahy	plocha obalových konstrukcí	energeticky vztažná plocha	faktor tvaru budovy A/V	celková vnitřní podlahová plocha	
	m	m	m	-	m ³	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ² /m ³	m ²	
Nové budovy														
Rodinný dům	10,5	8,5	6,0	2	439	141	64	32	90	327	180	0,75	158	4
Bytový dům	15,5	18,0	16,5	5	4 615	923	252	196	279	1 650	1 393	0,36	1 305	57
Administrativní budova	73,3	43,2	28,5	5 až 8	38 600	3 890	2 830	1 674	2 900	11 294	14 100	0,29	13 550	950
Ostatní budovy - škola	61,8	31,0	18,2	2 až 5	11 400	1 790	1 633	644	1 650	5 717	3 700	0,50	3 530	290
Změny dokončených budov														
Rodinný dům 1	12,2	14,8	6,8	2	938	309	211	51	137	708	302	0,75	278	6
Rodinný dům 2	9,8	6,1	6,0	2	344	124	78	26	58	286	116	0,83	113	3
Bytový dům 1	32,5	18,6	30,1	2	14 500	3 313	483	816	482	5 094	4 764	0,35	4 240	155
Bytový dům 2	11,5	23,8	14,6	4 a 5	3 940	681	244	272	271	1 468	1 354	0,37	1 289	32
Administrativní budova 1 - malá	42,0	14,6	11,5	3	6 053	1 298	536	478	536	2 848	1 703	0,47	1 607	65
Administrativní budova 2 - velká	62,5	42,2	36,5	2 a 9	58 200	4 774	1 560	1 217	1 510	9 061	13 360	0,16	12 950	760
Ostatní budovy - mateřská škola	58,0	16,0	5,7	2	4 486	737	800	346	800	2 683	1 360	0,60	1 280	120
Ostatní budovy - zdravotnické zařízení	38,1	63,6	27,1	7	63 840	3 310	2 425	1 948	2 355	10 038	19 450	0,16	18 780	1 250

2.4 Hodnocená opatření pro zvýšení energetické účinnosti

V souladu s přílohou III Směrnice EPBD II [1] a přílohou I bodem 2 Nařízení [2], byla určena opatření pro zajištění energetické účinnosti, která se mají použít na stanovené referenční budovy:

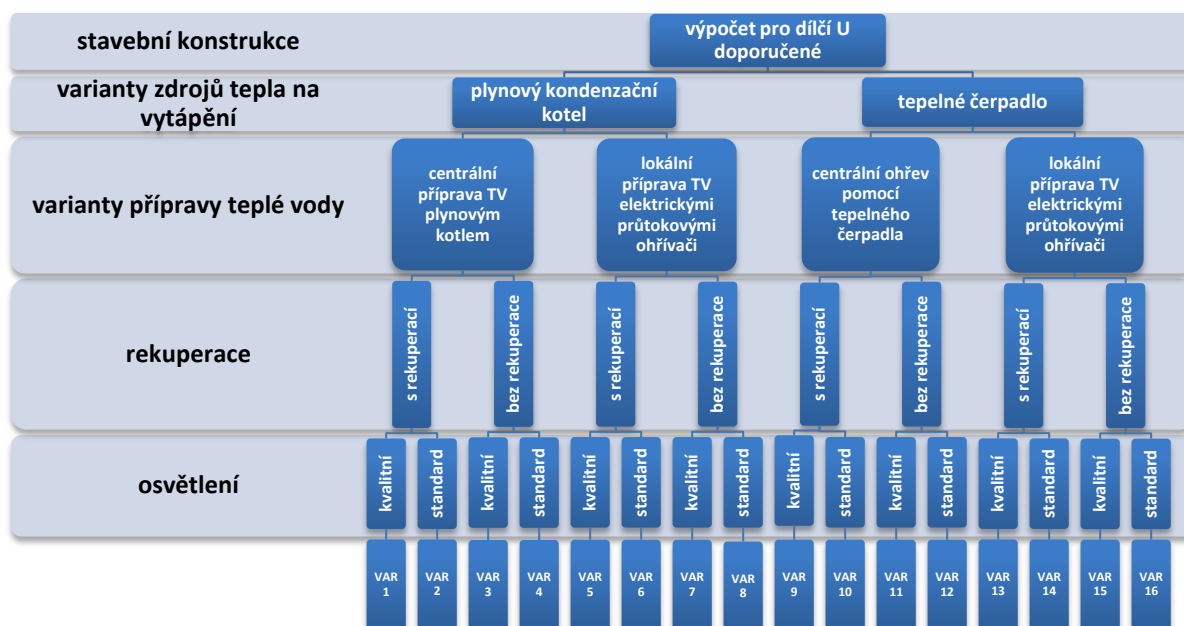
- místní systémy dodávky energie,
- dálkové zásobování teplem,
- tepelná čerpadla,
- obnovitelné zdroje energie,
- případně chlazení.

Opatření jsou spojována do souborů opatření a variant, protože účelné kombinace opatření mohou vytvářet synergické účinky. Variantami se pro tyto účely rozumí „celkový výsledek a popis úplného souboru opatření nebo řady souborů opatření použitých na budovu, které se mohou skládat z kombinace opatření zaměřených na obvodový plášť budovy, pasivní techniky, opatření týkající se systémů budov a/nebo opatření založených na obnovitelných zdrojích energie“.

2.5 Varianty technických a ekonomických vstupních parametrů

Cílem studie je, mimo jiné, porovnat vstupní údaje výpočtů variant stavebních a technologických řešení pro zvolené reprezentanty novostaveb a stávajících budov s různým typem využití, a to z hlediska celkové a dílčí dodané energie, primární neobnovitelné energie, dále z hlediska celkových nákladů a souhrnně z hlediska nákladové optimalizace.

Následující schéma přibližuje členění jednotlivých srovnávaných variant výpočtů pro tuto studii. Uvedená struktura je dále respektována i v grafech popisujících jednotlivé varianty.



Obrázek 2.5-1 - Schéma variant výpočtů

2.6 Metodické postupy pro různé varianty renovací budov

Rozdílem v metodickém postupu mezi variantami nových a renovovaných (rekonstruovaných) budov je ten, že u renovovaných budov je nutno zohlednit mimo jiné i demontáž starých prvků či konstrukcí. To se projevuje zejména v nákladech na nová opatření u renovovaných budov, kde musí být náklady na demontáž nebo obnovu starých prvků či konstrukcí zohledněny. Mezi jednotlivými variantami rekonstruovaných budov nevznikají žádné rozdíly v metodickém postupu, a proto není potřeba stanovovat žádné referenční typy změn v dokončených budovách.

3 AKTUALIZACE CENOVÝCH PODKLADŮ

Vzhledem k neustálému vývoji cen stavebních prvků, materiálů a prací, byl proveden podrobný průzkum stavebního trhu. Cílem bylo získat aktuální ceny pro potřeby výpočtů cen různých energeticky efektivních opatření.

3.1 Kalkulační vzorec

Kalkulační vzorec se používá pro vyčíslení nákladů a stanovení ceny na určitou jednici produkce. Kalkulační vzorec nemá pevně předepsanou formu a jednotlivé subjekty si jej mohou libovolně upravovat pro vlastní potřeby. Pro účely stavebnictví však většinou vychází ze skladby bývalého oborového kalkulačního vzorce. Níže je uveden příklad typového kalkulačního vzorce.

Typový kalkulační vzorec:

- | | |
|-------------------------------|-----|
| 1. Přímý (jednicový) materiál | H |
| 2. Přímé (jednicové) mzdy | M |
| 3. Přímé náklady na stroje | S |
| 4. Ostatní přímé náklady | OPN |
| 5. Výrobní (provozní) režie | VR |

Vlastní náklady výroby

- | | |
|---------------------|----|
| 6. Správní režie | SR |
| 7. Zásobovací režie | |

Vlastní náklady výkonu

- | | |
|-----------------------------|--|
| 8. Odbytové náklady a režie | |
|-----------------------------|--|

Úplné vlastní náklady výkonu

- | | |
|------------------|--|
| 9. Zisk (ztráta) | |
|------------------|--|

Cena výkonu (výrobní cena)

Kalkulace nákladů a cen opatření pro nákladově optimální úroveň vychází z typového kalkulačního vzorce, který je patřičně upraven a přizpůsoben pro potřeby studie.

3.2 Metoda získání dat k cenám materiálu a prací

V rámci studie byla kontaktována skupina výrobců a velkoobchodních prodejců stavebních materiálů, stavebních firem a prodejen stavebního materiálu. Dále byly použity i nabídky stavebních firem ke zjištění cen stavebních prací a výše souhrnu režie a zisku reálných projektů.

Ceny stavebních materiálů

Na současném stavebním trhu je nejen velké portfolio materiálů, ale i velké množství výrobců a prodejců. Konečný zákazník v podobě soukromé osoby nebo právnické

osoby má možnost zakoupit stavební materiál ve velkoobchodním prodeji majoritních výrobců, jako jsou výrobci v seskupení Saint-Gobain (Isover, Weber a další), nebo například Rockwool, Heluz, Wienerberger, Baumit apod. ale také v maloobchodních stavebninách v podobě řetězců, jako je DEK stavebniny, nebo u prodejců v městských stavebninách.

Ceny stavebního materiálu se v jednotlivých prodejnách výrazně liší. Vliv na tuto cenu má mnoho aspektů. U stavebního materiálu často neplatí vžitá představa, že nákup v internetovém obchodě je levnější. Také takzvané ceníkové ceny na internetových stránkách nebo v tištěných katalogích jsou často pouze informativní a o konečné ceně rozhoduje odebrané množství, vzdálenost dovozu i kraj či dokonce okres odběru. U maloobchodníků jsou ceny také ovlivňovány mnoha aspekty. U velmi malých prodejen stavebního materiálu se nedají očekávat nízké ceny, protože v malém množství není daná prodejna schopna získat nízké ceny od dodavatelů za kvantitu a další výhody. Dodavatelů stejného typu materiálu je mnoho, a proto se předhánějí v různých slevách, akčních nabídkách apod. Tyto slevy z velké části dostávají stavebniny s velkým obratem materiálu. Další vliv na cenu jednotlivých druhů materiálů má také lokalita, protože využití stavebních materiálů se v jednotlivých krajích i okresech výrazně liší a tím je ovlivněna i cena.

Poznámka.: Například v Jihočeském kraji je procentuální využití pálených keramických cihel a pórobetonových cihel rozdílné i v jednotlivých okresech. V Českokrumlovském okrese je výrazně více využívána cihla keramická pálená, namísto v Českobudějovickém okrese je rozdíl využití pórobetonových a pálených cihel minimální, to má vliv na konečnou cenu (v Českobudějovickém okrese je cihla pálená dražší a naopak ceny pórobetonové cihly jsou nižší než v Českokrumlovském okrese).

Obecně lze říci, že ceníkové ceny jsou výrazně vyšší než ceny skutečné ve stavebninách. V rámci studie byly ceny materiálů získávány v cenících velkých výrobců a dodavatelů, ale také poptávány u maloobchodních prodejců.

Ceníkové Ceny tepelné izolace a dalších materiálů byly získány na internetových stránkách výrobců:

- Ceník Baumit - <http://www.baumit.cz/>
- Saint-gobain – Isover - <http://www.isover.cz/>
- Ceník Rockwool - <http://www.rockwool.cz/>

Ceny zateplovacích materiálů v maloobchodě byly poptávány přímo u prodejců

- Staviva Vidox Kaplice - staviva.kaplice@vidox.cz
- Internetový obchod stavebnin DEK - <https://www.dek.cz/produkty/rozcestnik>

Výše uvedené skutečnosti nelze tak snadno specifikovat u výrobců a prodejců oken. I když výrobci uvádějí některé ceny oken a dveří vždy je zapotřebí vytvořit poptávku na přesně specifikovaný výrobek. Prodejci se v cenách dle rozměrů okna, druhu materiálu rámu a kvality zasklení velmi liší. V rámci studie byly ceny oken poptávány u výrobců a prodejců výplní otvorů.

Ceny výplní otvorů byly poptávány přímo u výrobců a prodejců:

- RI Okna - <http://www.ri-okna.cz/>
- Oknotherm - <http://www.oknotherm.cz/>
- Aluplast - <http://www.alu.plast.cz/>

Ceny prací

Cena práce se odvíjí od mnoha aspektů. V první řadě jsou rozdílné ceny u novostaveb a rekonstrukcí. U rekonstrukce dále závisí cena prací na stavu rekonstruované budovy. Další vliv na cenu práce má také velikost daného materiálu (velikost okna, tloušťka tepelné izolace).

V rámci studie byly kontaktovány stavební firmy na úrovni stavbyvedoucích a rozpočtářů. Přístupy jednotlivých firem jsou různorodé. V ceně práce je vždy skryto několik úkonů a pro jednotlivé firmy i jednotlivé druhy prací se tyto úkony mohou lišit. V první řadě bylo zapotřebí stanovit, co přesně se pod danými pojmy prací skrývá a až poté poptávat ceny. Stanovení ceny prací je složitý proces a nejpřesněji jej lze stanovit na základě přesné dokumentace a rozčlenění do všech potřebných úkonů. Pro tuto studii byl stanoven základní postup u jednotlivých typů prací se základními parametry a pro průměrné parametry.

U zateplení obvodového pláště, střešní konstrukce a konstrukce podlahové bylo velmi složité určit, co vše do daného opatření započítat a co už není součástí. U výplní otvorů stanovili cenu prací sami výrobci a dodavatelé na základě poptávek materiálů.

Ceny prací byly poptávány u:

- Stavebních firem
 - Vidox s.r.o - <http://www.vidox.cz/>
- dodavatelů výplní otvorů
 - RI Okna - <http://www.ri-okna.cz/>
 - Oknotherm - <http://www.oknotherm.cz/>
 - Aluplast - <http://www.alu.plast.cz/>

3.3 Aktualizace cen materiálů a prací

Před samotným sběrem informací k cenám materiálů a prací bylo zapotřebí stanovit, jaké úkony do dané práce spadají a jaké materiály budou využity. Mezi tím, co je součástí zateplení objektu a tím, co již není, je tenká hranice. U dotačních titulů, například OPŽP je tato hranice stanovena na přímo uznatelné náklady na samotnou realizaci opatření, tedy pouze na samotný materiál a práci, která má za důsledek zlepšení izolačních vlastností obálky budovy. V rámci studie se tyto hranice mohou mírně lišit.

Přibližné hranice podle dotačních titulů OPŽP

Uznatelné a neuznatelné náklady zateplení obvodového pláště:

- uznatelné
 - nosné části zateplení (zakládací lišty, hmoždinky),
 - samotný izolační systém (izolační desky společně s lepícími prvky),
 - opatření omítkou (tento bod uznán být nemusí).
- neuznatelné
 - začištění původní fasády,
 - odinstalace hromosvodů, parapetů apod.,
 - konečná barevná úprava fasády,
 - nové oplechování oken, nové ukotvení hromosvodů apod.

Uznatelné a neuznatelné náklady zateplení střešního pláště:

- uznatelné
 - nosné části zateplení (kotvící prvky, vynášecí prvky, spojovací prvky),
 - samotný izolační systém (izolační materiál),
 - doplňkový materiál střešní konstrukce. (parotěsná folie, pojistná hydroizolace apod.)
- neuznatelné
 - demontáž původní konstrukce,
 - odinstalace hromosvodů, oplechování apod.,
 - konečné zaklopení (interiér, exteriér),
 - nové oplechování, nové ukotvení hromosvodů apod.

Uznatelné a neuznatelné náklady zateplení podlahové konstrukce:

- uznatelné
 - kotvící prvky tepelné izolace,
 - samotný izolační systém (izolační materiál),
 - doplňkový materiál podlahové konstrukce (parotěsná folie apod.),
Pozor.: do uznatelných nákladů není možné počítat novou hydroizolaci.
 - je možné uznat následné zaklopení betonovou mazaninou apod.
- neuznatelné
 - demontáž původní konstrukce (původní podlahové konstrukce),
 - odinstalace interiérového TZB,
 - konečné úpravy povrchu (podlahové pochozí konstrukce),
 - instalace nového TZB.

Uznatelné a neuznatelné náklady na montáž výplní otvorů:

- uznatelné
 - kotvící prvky výplní otvorů,
 - samotná výplň (okno, dveře),

- doplňkový materiál (parotěsná folie, případně tepelná izolace kolem rámu apod.),
- Je možné uznat následné začištění přečnávající PUR pěny apod.
- neuznatelné
 - demontáž původní konstrukce (původní výplň otvorů),
 - odinstalace původních parapetů (interiér, exteriér),
 - instalace nových parapetů (interiér, exteriér),
 - konečné úpravy povrchu (zednické práce pro usazení okna, zednické začišťující práce po usazení okna),
 - úprava povrchů. (štuk, omítka apod.)

Z výše uvedených informací je patrné, že do ceny materiálu a prací se započítávají pouze základní materiály a práce spjaté pouze se zlepšením tepelných vlastností budovy.

Hranice nastavené pro studii

Pro účely této studie byly hranice podle OPŽP minimálně upraveny pro ekonomický životní cyklus budovy.

Zahrnuté a nezahrnuté ceny materiálu a prací zateplení obvodového pláště:

- zahrnuté
 - začištění původní fasády (u rekonstrukce),
 - nosné části zateplení (zakládací lišty, hmoždinky),
 - samotný izolační systém (izolační desky společně s lepícími prvky),
 - opatření omítkou (veškeré konečné úpravy fasády).
- nezahrnuté
 - odinstalace hromosvodů, parapetů apod.,
 - nové oplechování oken, nové ukotvení hromosvodů apod.

Zahrnuté a nezahrnuté ceny materiálu a prací zateplení střešního pláště:

- Shodné s přibližnými hranicemi OPŽP.

Zahrnuté a nezahrnuté ceny materiálu a prací zateplení podlahové konstrukce:

- Shodné s přibližnými hranicemi OPŽP.

Zahrnuté a nezahrnuté ceny materiálu a prací montáže výplní otvorů:

- zahrnuté
 - kotvicí prvky výplní otvorů,
 - samotná výplň (okno, dveře),
 - doplňkový materiál (parotěsná folie, případně tepelná izolace kolem rámu apod.),
 - instalace nových parapetů (interiér, exteriér).

U rekonstrukcí jsou započteny veškeré práce, které poskytuje dodavatel.

- demontáž původní konstrukce (původní výplní otvorů),
- odinstalace původních parapetů (interiér, exteriér),
- konečné úpravy povrchu (zednické práce pro usazení okna, zednické začišťující práce po usazení okna),
- úprava povrchů. (štuk, omítka apod.)

3.4 Ceny stavebních materiálů

Na základě hranic stanovujících, co vše ještě může být započteno do ceny materiálu, a na základě získaných cen materiálů byly stanoveny ceny jednotlivých opatření. Stanoveny byly vždy dvě ceny pro různé tloušťky izolačního materiálu (cena ceníková a cena reálná ve stavebninách). Materiál, u kterého není možné specifikovat m² ale pouze běžné metry nebo kusy, je stanoven podle metodiky výrobců (např.: 6 ks hmoždinek na m²), nebo podle procentuálního odhadu na plochu objektu (rohy s tkaninou, apu lišty apod.)

Ceny materiálů pro zateplení obvodové konstrukce

V následující tabulce jsou uvedeny základní materiály, které mohou být využity pro zateplení obvodové konstrukce. Je zde uvedeno více možných variant pro porovnání.

Tabulka 3.4-1 - Ceny materiálu pro zateplení obvodového pláště

Materiál		V balení	Spotřeba na m ²	Katalogová cena		Cena stavebniny	
Kategorie	Podkategorie			Cena-ks balení	Cena za m ² (případně za m)	Cena-ks balení	Cena za m ² (případně za m)
Polystyren EPS (70) F	Polystyren 1 cm	1	2 Ks	12,7	25,3	4,3	8,6
	Polystyren 8 cm	1	2 Ks	101,2	202,3	34,4	68,8
	Polystyren 10 cm	1	2 Ks	226,5	452,9	43,0	86,0
	Polystyren 14 cm	1	2 Ks	177,0	354,1	60,0	120,0
	Polystyren 16 cm	1	2 Ks	202,3	404,6	68,5	137,0
	Polystyren 20 cm	1	2 Ks	252,9	505,8	86,0	172,0
Minerální vlna	MW 2 cm	1	2 Ks	46,0	92,0	33,5	67,0
	MW 8 cm	1	2 Ks	183,9	367,8	99,0	198,0
	MW 10 cm	1	2 Ks	229,9	459,8	123,5	247,0
	MW 14 cm	1	2 Ks	321,9	643,7	173,0	346,0
	MW 16 cm	1	2 Ks	367,7	735,5	197,5	395,0
	MW 20 cm	1	2 Ks	459,8	919,6	247,0	494,0
Lepidlo (duální použití)	Baumit StarContact (lepení)	25	3,5 Kg	478,0	66,9	300,0	42,0
	Baumit StarContact (stěrka)	25	5 Kg	479,0	95,8	300,0	60,0

	Baumit DuoContact (lepení)	25	3,5	Kg	233,0	32,62	140,0	19,6
	Baumit DuoContact (stěrka)	25	5	Kg	233,0	46,6	140,0	28,0
Hmoždinky	Na fasádu 80 (rozměr 8*115)	1	6	Ks	6,7	40,2	4,1	24,6
	Na fasádu 100 (rozměr 8*135)	1	6	Ks	7,6	45,6	4,4	26,4
	Na fasádu 140 (rozměr 8*175)	1	6	Ks	9,9	59,4	5,4	32,4
	Na fasádu 160 (rozměr 8*195)	1	6	Ks	11,5	69,0	6,3	37,8
	Na fasádu 200 (rozměr 8*235)	1	6	Ks	15,3	91,8	9,6	57,6
Penetrace (Baumit)	Uni primer	25	0,25	Kg	1815,0	18,2	1280,0	12,8
Omítka (Baumit)	Silikonová 1,5	25	2,5	Kg	1 815,0	181,5	985,0	98,5
	Silikonová 2	25	2,9	Kg	1 815,0	210,5	985,0	114,3
	Silikonová 3	25	3,9	Kg	1 815,0	283,1	985,0	153,7
	Silikátová 1,5	25	2,5	Kg	1 518,0	151,8	931,0	93,1
	Silikátová 2	25	2,9	Kg	1 518,0	176,1	931,0	108,0
	Silikátová 3	25	3,9	Kg	1 518,0	236,8	931,0	145,2
	Akrylová 1,5	25	2,5	Kg	1 385,5	138,6	880,0	88,0
	Akrylová 2	25	2,9	Kg	1 385,5	160,7	880,0	102,1
	Akrylová 3	25	3,9	Kg	1 385,5	216,1	880,0	137,3
Síť	Baumit Startex	50	1,1	m	1 476,0	32,5	950,0	20,9
	Baumit duotex	50	1,1	m	1 308,6	28,8	850,0	18,7
Doplňkové lišty	Zakládací lišta 8 cm	2	1	m	87,9	44,0	65,0	32,5
	Zakládací lišta 10 cm	2	1	m	101,0	50,5	76,0	38,0
	Zakládací lišta 14 cm	2	1	m	144,3	72,1	108,0	54,0
	Zakládací lišta 16 cm	2	1	m	158,0	79,0	119,0	59,5
	Zakládací lišta 20 cm	2	1	m	190,7	95,4	142,5,0	71,3
	Hmoždinka + šroub na zakládací lištu	100	3	m	266,2	8,0	70,0	2,1
	Apu lišta 6mm	2,4	1	m	74,1	30,9	53,0	22,0
	Roh s tkaninou	2,5	1	m	46,0	18,4	23,0	9,2

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, poptané ceny

Z výše uvedených materiálů do výpočtu vstupují ty nejvíce prodávané. Objem prodeje byl zjištěn přímo u prodejců stavebních materiálů. Současně s cenou

materiálu byl vypočten i tepelný odpor instalované konstrukce. U tepelné izolace je uvažován průměrný součinitel tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,039 \text{ W/m.K}$.

U polystyrenu je uvažována hodnota tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,038 \text{ W/m.K}$ a tato hodnota je zvýšena o 2% z důvodu nasákavosti. U minerální vaty je uvažována hodnota tepelné vodivosti $\lambda_u = 0,036 \text{ W/m.K}$, ale z důvodu nasákavosti je zvýšena hodnota o 8%.

Tabulka 3.4-2 - Ceny materiálu zateplení obvodové konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Ceníková cena (s DPH)	Reálná cena stavebnin (s DPH)	Tepelný odpor doplněné konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)
Polystyren	80	564,8	280,6	2,13
	100	821,5	300,2	2,64
	140	738,6	341,8	3,67
	160	799,4	364,7	4,18
	200	925,0	420,7	5,21
Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Ceníková cena (s DPH)	Reálná cena stavebnin (s DPH)	Tepelný odpor doplněné konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)
Minerální vlna (MW)	80	730,3	409,8	2,13
	100	828,4	461,2	2,64
	140	1028,2	567,8	3,67
	160	1130,3	622,7	4,18
	200	1338,8	742,7	5,21

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

Z předcházející tabulky je zřejmé, že ceníkové ceny jsou bezmála dvakrát vyšší než ceny reálné ve stavebninách. Dále je z tabulky patrné, že minerální vlna je podstatně dražší než polystyren při podobných tepelně-technických vlastnostech. Vyšší cenu zapříčiňuje nejen vyšší cena samotné izolace, ale také doplňkových materiálů (kvalitnější lepidlo pro lepení i stěrkování, kovové hmoždinky). Současně zde nejsou uváděny jiné technické vlastnosti, které by vysvětlovaly rozdíly v ceně mezi polystyrénem a minerální vatou.

Ceny materiálů pro zateplení střešní konstrukce

V následující tabulce jsou uvedeny základní materiály, které mohou být využity pro zateplení střešní konstrukce.

Tabulka 3.4-3 - Ceny materiálu pro zateplení střešního pláště

Materiál		Cena za m ² (případně za m)	
Kategorie	Tloušťka izolantu (mm)	Katalogová cena	Cena stavebniny
MW Isover (desky)	50	87,1	86
	100	174,2	172
	140	244,4	242
	160	278,3	276
	180	313,4	310
	200	348,5	344
MW Isover (role)	80	123,4	92
	100	154,9	114
	120	186,3	138
	140	216,6	160
	160	248,1	184
	180	278,3	206
	200	309,8	228
	220	341,2	252
Parozábrana		50,8	22
Lepící páska		77,4	20
Doplňková hydroizolace		59,3	24
Kotvící prvky		31,5	86

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, poptané ceny

Objem prodeje byl zjištěn u prodejců stavebních materiálů. Současně s cenou materiálu byl vypočten i tepelný odpor instalované konstrukce. U tepelné izolace je uvažována hodnota tepelné vodivosti $\lambda_{\mu} = 0,039 \text{ W/m.K}$. Ceny kotev jsou uvažovány ve výpočtech jako průměrné. V detailních výpočtech je zapotřebí uvažovat i vliv ceny kotev podle tloušťky zateplení.

Tabulka 3.4-4 - Ceny materiálu zateplení střešní konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Ceníková cena (s DPH)	Reálná cena stavebnin (s DPH)	Tepelný odpor doplněné konstrukce (m ² K/W)
MW Isover (desky)	50	306,2	152,0	1,28
	100	393,3	238,0	2,56
	140	463,5	308,0	3,59
	160	497,4	342,0	4,1
	180	532,4	376,0	4,62
	200	567,5	410,0	5,13
Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Ceníková cena (s DPH)	Reálná cena stavebnin (s DPH)	Tepelný odpor doplněné konstrukce (m ² K/W)
MW Isover (role)	80	342,5	158,0	2,05
	100	373,9	180,0	2,56
	120	405,4	204,0	3,08
	140	435,6	226,0	3,59
	160	467,1	250,0	4,1
	180	497,4	272,0	4,62
	200	528,8	294,0	5,13
	220	560,3	318,0	5,64

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

Z předcházející tabulky je zřejmé, že ceníkové ceny jsou bezmála dvakrát vyšší než ceny reálné ve stavebninách.

Ceny materiálů pro zateplení podlahové konstrukce

V následující tabulce jsou uvedeny základní materiály, které mohou být využity pro zateplení podlahové konstrukce.

Tabulka 3.4-5 - Ceny materiálu pro zateplení podlahové konstrukce

Materiál		Cena za m ² (případně za m)	
Kategorie	Tloušťka izolantu (mm)	Katalogová cena	Cena stavebniny
Polystyren (podlahový)	40	186,3	88,0
	50	232,9	108,0
	80	372,7	174,0
	100	465,9	216,0
	120	559,0	260,0
Kotvicí prvky (lepidlo)	80	66,9	42,0
Betonová mazanina (100)	100	210,0	210,0

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, poptané ceny

Kvantita prodeje byla zjištěna u prodejců stavebních materiálů. Současně s cenou materiálu byl vypočten i tepelný odpor instalované konstrukce. U tepelné izolace je uvažována hodnota tepelné vodivosti $\lambda_{\mu} = 0,039 \text{ W/m.K}$.

Tabulka 3.4-6 - Ceny materiálu zateplení podlahové konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Ceníková cena (s DPH)	Reálná cena stavebnin (s DPH)	Tepelný odpor doplněné konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)
Polystyren (podlahový)	40	463,2	364,9	1,11
	50	509,8	384,9	1,36
	80	649,6	450,9	2,13
	100	742,8	492,9	2,65
	120	835,9	536,9	3,16

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

Z předcházející tabulky je zřejmé, že ceníkové ceny jsou bezmála dvakrát vyšší než ceny reálné ve stavebninách.

Ceny materiálů pro montáž výplní otvorů

V následující tabulce jsou uvedeny základní materiály, které mohou být využity pro montáž výplní otvorů. V tabulce jsou uváděny pouze základní materiály.

U výplní otvorů byla poptávána okna o rozměru 1500 x 1500. Při poptávce okna o rozměru 1000 x 1000 by mohlo dojít ke zkreslení cen v důsledku různých cen za rám okna a zasklení okna.

Poptávány byly tři typy materiálu a dva typy zasklení. Typ rámu byl vybírán vždy na střední (nejprodávanější) kvalitě. Výrobci automaticky navrhnou kvalitnější rám ke kvalitnějšímu zasklení a naopak.

Poptávány byly rámy:

- dřevěné,
- hliníkové,
- plastové.

Poptáváno bylo zasklení:

- $U = 1,2 - 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- $U = 0,85 - 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Parapety byly poptávány plastové u plastových a hliníkových oken a dřevěné u oken dřevěných.

V následující tabulce jsou uvedena pouze okna, jejichž cena výrazně nepřevyšovala, nebo naopak nebyla příliš nízká oproti průměrným získaným cenám. Výkyvy v ceně mohlo způsobit nepřesné zadání poptávky, nebo výrazně jiná kvalita (horší/lepší) materiálu než u ostatních poptávek.

Tabulka 3.4-7 - Ceny materiálu pro montáž výplní otvorů

Materiál		Balení		Cena za m ² (případně za m)	Cena celkem za m ²
Kategorie	Tloušťka izolantu (mm)	Cena	Rozměr (mm)		
Plast RI OKNA U=1,1	Materiál Okno	4066,0	1500x1500	1807,1	2499,8
	Parapet int	300,0	1500	200,0	
	Parapet Ext	250,0	1500	166,7	
Hliník RI OKNA U=0,75	Materiál Okno	15799,0	1500x1500	7021,8	8496,7
	Parapet int	300,0	1500	200,0	
	Parapet Ext	250,0	1500	166,7	
Plast Oknotherm U=1,2	Materiál Okno	3618,0	1500x1500	1608,0	2525,2
	Parapet int	233,3	1500	155,5	
	Parapet Ext	440,6	1500	293,8	
	Doplňky	138,6	-	138,6	
Plast Oknotherm U=0,73	Materiál Okno	5569,4	1500x1500	2475,3	6275,5
	Parapet int	233,3	1500	155,5	
	Parapet Ext	440,6	1500	293,8	
	Doplňky	138,3	-	92,4	
Dřevo Oknotherm U=1,2	Materiál Okno	8826,7	1500x1500	3923,0	5721,0
	Parapet int	1000,2	1500	666,8	
	Parapet Ext	460,1	1500	306,7	
	Doplňky	117,4	-	78,3	
Dřevo Oknotherm U=0,82	Materiál Okno	21717,8	1500x1500	9652,4	15115,8
	Parapet int	1000,2	1500	666,8	
	Parapet Ext	460,1	1500	306,7	
	Doplňky	117,4	-	78,3	

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, poptané ceny, vlastní výpočet

Výsledné ceny za m² se mírně liší. Rozdíl je způsoben odchylkami v možnostech objednávky a sortimentu daného výrobce. Vzhledem k tomu, že firma Oknotherm má nejpřesněji specifikovatelnou poptávku a zároveň nejvíce přijatých a zodpovězených poptávek, byly ke konečným výpočtům stanoveny ceny oken právě z těchto poptávek.

3.5 Ceny prací

Na základě stanovených limitů dle OPŽP a na základě získaných cen jednotlivých i celkových prací byly stanoveny ceny jednotlivých opatření. Stanoveny byly vždy dvě ceny pro různé tloušťky izolačního materiálu (pokud daná stavební firma uvažovala o vyšších cenách při širších konstrukcích). Ceny se u jednotlivých firem výrazně liší až dvojnásobně. Rozdíly jsou způsobeny různorodostí dodávaných služeb v dané ceně, u některých dodavatelů cena zahrnuje pouze základní úkony (lepení + kotvení,

stěrkování, finální vrstva), naopak u některých dodavatelů je do ceny zahrnuto úkonů více (navíc např.: zakrytí okolních konstrukcí, úklid staveniště, apod.).

Ceny prací zateplení obvodové konstrukce

Ceny prací byly zjišťovány u rozpočtářů stavebních firem, na internetových portálech stavebních firem a na TZB-info.cz. Ceny montáže obsahují práce podle výše uvedených hranic. Montáž zateplení (za m²) v sobě skrývá i montáže materiálů počítaných na běžný metr, tyto ceny jsou poměrově do celkové ceny zahrnuty. Cena rekonstrukcí je vyšší z důvodu začištění a srovnání původní fasády před zahájením samotného zateplení obvodové konstrukce.

Cena montáže zateplení fasády (včetně omítek) v ploše se pohybuje kolem 400 až 550,- Kč za m². Další montáže se účtují za běžný metr za instalaci všech lišt a za zateplení špalet. Cena za tyto práce zvyšuje cenu celkové montáže zateplení cca o 80 až 150,- Kč za m². Cena montáže minerální vaty je z pravidla o cca 10% vyšší. Vliv tloušťky izolačního materiálu na cenu práce je minimální.

Tabulka 3.5-1 - Ceny prací zateplení obvodové konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Cena (s DPH)	Cena rekonstrukce (s DPH)
Polystyren	80	480	600
	100	500	620
	140	510	630
	160	520	640
	200	530	650
Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Cena (s DPH)	Cena rekonstrukce (s DPH)
Minerální vlna (MW)	80	530	650
	100	550	670
	140	560	680
	160	570	690
	200	580	700

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

Ceny materiálů pro zateplení střešní konstrukce

Cena zateplení střešní konstrukce je závislá na přístupu ke střeše, druhu rekonstrukce (z exteriéru/ z interiéru). Montáž parotěsných a pojistných hydroizolačních fólií se pohybuje kolem 30 až 40,- Kč za m² za jednu fólii. Cena ukládání tepelné izolace (deskové i rolované) se pohybuje kolem 110 až 180,- Kč.

Tabulka 3.5-2 - Ceny prací zateplení střešní konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Cena (s DPH)
MW Isover (desky)	50	180
	100	200
	140	220
	160	230
	180	240
	200	250
Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Cena (s DPH)
MW Isover (role)	80	190
	100	200
	120	210
	140	220
	160	230
	180	240
	200	250
	220	260

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

V ceně nejsou zahrnuty demontážní práce a zakrytí zateplené konstrukce (interiér – sádkarton apod. / exteriér- střešní tašky apod.).

Ceny prací zateplení podlahové konstrukce

Cena montáže zateplení podlahové konstrukce je tvořena cenou za pokládku tepelné izolace a cenou za položení betonové mazaniny do 60 mm.

Tabulka 3.5-3 - Ceny prací zateplení podlahové konstrukce podle tloušťky izolantu

Celkem obálka	Tloušťka izolantu (mm)	Cena (s DPH)
Polystyren (podlahový)	40	164
	50	164
	80	164
	100	200
	120	200

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, vlastní výpočet

Ceny prací pro montáž výplní otvorů

V následující tabulce jsou uvedeny základní ceny prací, které mohou být využity pro montáž výplní otvorů. V tabulce jsou uváděny pouze základní materiály.

U výplní otvorů byla poptávána okna o rozměru 1500 x 1500. Při poptávce okna o rozměru 1000 x 1000 by mohlo dojít ke zkreslení cen v důsledku různých cen prací za určité rozměry.

Tabulka 3.5-4 - Ceny prací pro montáž výplní otvorů

Materiál		Balení	Cena za m ² (případně za m)		Cena za montáž
Kategorie	Podkategorie	Rozměr (mm)	Montáž	Demontáž	
Plast RI OKNA U=1,1	Montáž okna	1500x1500	840		2714,0
	Parapet int	1500	440		
	Parapet Ext	1500			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1080	300	
Hliník RI OKNA U=0,75	Montáž okna	1500x1500	1305		3603,7
	Parapet int	1500	749		
	Parapet Ext	1500			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1080	300	
Plast Oknotherm U=1,2	Montáž okna	1500x1500	840		2622,0
	Parapet int	1500			
	Parapet Ext	1500	300		
	Doplňky	-			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1140	160	
Plast Oknotherm U=0,73	Montáž okna	1500x1500	840		2622,0
	Parapet int	1500			
	Parapet Ext	1500	300		
	Doplňky	-			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1140	160	
Dřevo Oknotherm U=1,2	Montáž okna	1500x1500	840		2622,0
	Parapet int	1500			
	Parapet Ext	1500	300		
	Doplňky	-			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1140	160	
Dřevo Oknotherm U=0,82	Montáž okna	1500x1500	840		2622,0
	Parapet int	1500			
	Parapet Ext	1500	300		
	Doplňky	-			
	Zednické zapracování + demontáž	-	1140	160	

Zdroj: tabulka vytvořena pro studii, poptané ceny, vlastní výpočet

Vzhledem k násobení m² hrozí nepřesnost ceny montáže. Celková cena za celou plochu oken nebude rovnat násobku m². (okno 1*1 a okno 1,75*1,5 bude montováno za podobnou cenu). Za předpokladu, že okna jsou větší jak jeden m², by celková cena prací při násobení plochou byla až 2x vyšší než ve skutečnosti.

Další proměnnou je rozdíl u rekonstruované budovy a novostavby. U rekonstrukce bude započítávána demontáž, a zednické začištění, naopak u novostavby se bude jednat pouze o montáž. Cena montáže oken u novostavby je cca o 1000,- za okno nižší. V ceně není počítána likvidace starých oken a doprava.

4 ZMĚNY VSTUPNÍCH PARAMETRŮ VÝPOČTU PRO ROK 2016

Evropská unie požaduje, aby byly vstupní údaje pro výpočty nákladově optimální úrovně nejpozději v roce 2017 aktualizovány. V roce 2012 bylo vydáno Nařízení (EU) č. 244/2012, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov stanovením srovnávacího metodického rámce pro výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov. K Nařízení (EU) č. 244/2012 byly vydány ještě obecné pokyny. Pokyny nejsou právně závazné, ale poskytují členským státům důležité dodatečné informace a odrážejí přijaté zásady pro výpočty nákladů požadované v souvislosti s nařízením. Jako takové mají obecné pokyny usnadnit uplatňování nařízení. Právně závazné je znění nařízení, které je přímo použitelné v členských státech. Od posledního odevzdaného národního reportu s výpočtem nákladově optimálních úrovní v roce 2013 se související právní předpisy nezměnily.

Evropská komise nechala v letech 2013 až 2015 společností Ecofys zpracovat dokument posuzující všechny odevzdané národní reporty výpočtu nákladově optimálních úrovní. Z dokumentu vyplývá porovnání přístupů jednotlivých členských států k výpočtům nákladového optima a byly vybrány nejlepší příklady (například Slovensko a Dánsko). Výsledkem dokumentu jsou také návrhy úprav a doplnění pokynů k nařízení č. 244/2012.

4.1 Sazba DPH

Jednou ze zásadních změn vstupních parametrů oproti roku 2012 je sazba DPH, která v roce 2016 činí 21%, zatímco v roce 2012 to bylo 20%. V současné době se v oblasti sociálního bydlení používá sazba 15 %. RD a BD. (stavba bytového domu podle právních předpisů upravujících katastr nemovitostí, v němž **není obytný prostor s podlahovou plochou přesahující 120 m²**, stavba rodinného domu podle právních předpisů upravujících katastr nemovitostí, jehož podlahová plocha **nepřesahuje 350 m²**).

4.2 Ceny paliv a energií

Ceny paliv a energií hrají ve výpočtech nákladového optima významnou roli a jejich změna má velký dopad na výsledek výpočtu. Zatímco ceny zemního plynu a tepla se v roce 2016 od roku 2012 téměř neliší, tak ceny elektrické energie zaznamenaly výrazný pokles. V roce 2012 stál průměrně 1 GJ elektrické energie přibližně 1 300 Kč včetně DPH. V roce 2016 je průměrná cena elektřiny asi 1 030 Kč/GJ vč. DPH. Rovněž zlevnily tarify pro elektrické přímotopy a tepelná čerpadla. Naopak nárůst ceny na GJ energie zaznamenalo hnědé uhlí a především pak biomasa.

4.3 Klimatická data

Klimatická data pro výpočet energetické náročnosti budov jsou uvedena v TNI 73 0331. Hodnoty dávek měsíčního slunečního ozáření H v kWh/(m². měsíc) zůstávají pro výpočet roku 2016 stejné jako pro rok 2012.

4.4 Stavební konstrukce

Na základě aktualizace cenových podkladů, která je součástí studie v kapitole 3, byly upraveny ceny materiálů a prací pro rok 2016. Z nich byly následně vyčísleny náklady na opatření pro jednotlivé stavební konstrukce.

Obvodová stěna

Jedním z nejčastějších a nejrozšířenějších opatření pro snížení energetické náročnosti budovy je zateplení obvodového pláště. Při aktualizaci cenových podkladů byly velice podrobně zjišťovány aktuální ceny jednotlivých prvků konstrukce zateplení a ceny prací včetně cen provedení rekonstrukce. Celkové investiční náklady na opatření jsou stanoveny pro různé hodnoty součinitele prostupu tepla stavební konstrukcí U , které tak simulují rozdílné úrovně energetického standardu budovy. Jako opatření pro obvodový plášť byl zvolen kontaktní zateplovací systém, který lze aplikovat na všechny ve studii řešené budovy.

V porovnání s rokem 2012 je celková cena opatření výrazně nižší. Liší se především cena materiálu pro konečné spotřebitele, tedy cena materiálu ve stavebninách. Celková cena opatření **klesla více jak o 30 %**.

Střešní konstrukce

Stanovení ceny montážních prací bylo složité provést, protože cena montážních prací se výrazně liší podle druhu střešní konstrukce a typu uložení tepelné izolace.

Jiná cena je za zateplení ploché střechy a jiná za šikmou střechu, dále je rozdíl u ploché střechy mezi vnitřním polem, okrajovým polem a rohovým polem (cena za rohové pole je dvojnásobek vnitřního). Pokud je to šikmá střecha, tak jsou varianty nad krokve, pod krokve a mezi krokvemi, rozdíl je i ve sklonu střechy.

V porovnání s rokem 2012 jsou však vstupní parametry velmi podobné.

Podlaha na terénu

Vzhledem k náročnosti aplikace tohoto opatření u změny dokončené stavby se výrazně liší ceny montážních prací u novostavby a u rekonstrukce. Studie však počítá pouze s opatření u novostaveb.

V porovnání s rokem 2012 jsou vstupní parametry velmi podobné.

Podlaha nad nevytápěným suterénem

Ve studii se neuvažuje u žádného typu budovy.

Dveře

Na trhu jsou nejvíce poptávány dveře se součinitelem prostupu tepla $U=1,2 - U=1,0$. Vzhledem k rychlému vývoji klesla cena v porovnání s rokem 2012 více jak o 40 %. Jejich dopad na celková náklady stavby je však zanedbatelný.

Okna

Vzhledem k nízké poptávce po oknech splňující normou požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U \leq 1,5$ jsou nejčastěji na trhu okna splňující normou doporučené hodnoty prostupu tepla $U \leq 1,2$. Na trhu se také příliš nevyskytují okna se součinitelem prostupu tepla $U < 0,60$. Nízká nabídka a zároveň i poptávka oken se součinitelem prostupu tepla $U < 0,60$ je způsobena velmi nízkým součinitelem propustnosti celkové energie slunečního záření g ($g=0,55-0,63$).

Při výpočtech, s přihlédnutím k solárním ziskům skrze výplně otvorů, často lépe vycházejí okna se součinitelem prostupu tepla $U > 0,65 - U=0,70$ a $g > 0,63$ než okna se součinitelem prostupu tepla $U < 0,65$ a $g < 0,63$.

Střešní okna

Střešní okna jsou uvažována pouze u novostavby rodinného domu. Vstupní parametry jsou velmi podobné jako v roce 2012.

4.5 Technické zařízení budov

Vytápění

Náklady na údržbu a investiční náklady pro distribuci a sdílení tepla se od roku 2012 příliš nezměnily. Vývoj nastal u zdrojů tepla (především nové směrnice - Komise EU – ekodesign). Vzhledem k dotačním programům se ceny zdrojů tepla nijak nezměnily a vstupní údaje pro celou teplotní soustavu zůstávají v roce 2016 na stejné úrovni jako v roce 2012.

Příprava teplé vody (TV)

Investiční náklady a náklady na údržbu se pro přípravu teplé vody od roku 2012 příliš nezměnily a vstupní parametry tak zůstávají v roce 2016 na stejné úrovni jako v roce 2012.

Větrání

Investiční náklady a náklady na údržbu se pro systémy nuceného větrání s rekuperací i bez ní od roku 2012 příliš nezměnily a vstupní parametry tak zůstávají v roce 2016 na stejné úrovni jako v roce 2012.

Osvětlení

Standardní i kvalitní úsporné osvětlení zaznamenalo od roku 2012 mírný pokles nákladů na pořízení i na údržbu. V oblasti osvětlení došlo v posledních letech k technologickému pokroku, kdy se výrazně zvýšila účinnost osvětlení a zároveň se díky LED světlům snížila spotřeba elektrické energie. Oproti roku 2012 se výrazně

snížila měrná spotřeba elektřiny pro standardní osvětlení u neobytných budov, kterými jsou konkrétně administrativní budovy, budovy pro vzdělávání včetně mateřských škol a zdravotnická zařízení.

Chlazení

Chlazení se ve studii uvažuje pouze v administrativních budovách a jsou uvažovány stejné vstupní parametry jako v roce 2012. Ceny chlazení byly nicméně ve výpočtech upřesněny na základě porovnání s cenovými nabídkami reálných budov.

5 PROPOČET CELKOVÝCH NÁKLADŮ

5.1 Propočet dodané energie, celkové energetické náročnosti a primární neobnovitelné energie pro definované kombinace opatření

Výpočet celkové energetické náročnosti je v souladu se Směrnicí EPBD II [1], tj. součet měrných hodnot dodané energie pro vytápění, chlazení, větrání, přípravu teplé vody a osvětlení a jejich přepočet na měrnou primární energii v kWh/m².rok. Pro výpočet těchto energetických parametrů objektu se využije obvyklých energetických výpočtů s použitím platných norem, zejména ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [7], ČSN EN ISO 13 790 Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení [9] a dalších navazujících. Srovnávací výpočty obsahují vstupní parametry v souladu s TNI 73 0331 [11].

Pokud jde o potřebu energie pro vytápění a chlazení, základem postupu je energetická bilance budovy a jejích systémů. Podle normy ČSN EN ISO 13 790 [9] a souvisejících je použit následující výpočetní postup:

- měsíční metoda výpočtu,
- definice hranic a tepelných zón budovy,
- definice vnitřních podmínek a vnějších vstupních údajů (klimatické podmínky),
- výpočet potřeby energie pro každý časový krok a zónu,
- odečtení zpětně získaných ztrát systému od potřeby energie,
- přihlídnutí k vzájemnému působení mezi zónami a systémy.

V dalším kroku je proveden výpočet dodané a primární neobnovitelné energie pro různé kombinace zdrojů tepla na vytápění a přípravu teplé vody, pro řešení nuceného větrání s rekuperací a bez ní a pro různé typy osvětlení. Výpočty jsou provedeny pro stavební řešení odpovídající dílčím doporučeným hodnotám U (které v předchozím kroku výpočtu byly vyhodnoceny jako nákladově optimální) a pro všechny jednotlivé kombinace opatření podle následující tabulky a schématu. Jako základní zdroje tepla byly zvoleny nejběžnější současné nově instalované zdroje, a to plynový kotel a tepelné čerpadlo. Pro obytné budovy nejsou chlazení ani úprava vlhkosti uvažovány.

5.2 Propočet celkových nákladů

Výpočet celkových nákladů z hlediska čisté současné hodnoty pro každou referenční budovu zahrnuje vstupní investice, součet ročních nákladů za každý rok hodnoceného období a uvažuje konečnou hodnotu (tj. zůstatkovou hodnotu prvků a zařízení s životností přesahující konec hodnotícího období), to vše vztaheno k výchozímu roku. Výsledkem výpočtů celkových nákladů je čistá současná hodnota nákladů vynaložených během stanoveného období výpočtu. Odhady nákladů na energii a úrokových sazeb mohou být omezeny na hodnotící období výpočtu.

Výhodou metody celkových nákladů je, že oproti metodě anuit umožňuje použití jednotného období výpočtu (s tím, že zařízení s delší dobou životnosti se bere v

úvahu v podobě jeho konečné zbytkové hodnoty), a že tento výpočet může využít stanovení nákladů za dobu životnosti (Life Cycle Costs, LCC), které je také založeno na výpočtech čisté současné hodnoty. Pojem „celkové náklady“ je převzat z normy ČSN EN 15459 [6] a odpovídá tomu, co se v literatuře obecně nazývá „analýza nákladů za dobu životnosti“.

Je třeba poznamenat, že metodika celkových nákladů, jak je stanovena v nařízení, nezahrnuje jiné provozní náklady, než náklady související se spotřebováváním energie a příslušnou obsluhou (nezahrnuje tedy například náklady na vodu), neboť se řídí oblastí působnosti Směrnice EPBD II [1]. Koncepte celkových nákladů není zcela v souladu s úplným posuzováním životního cyklu (Life Cycle Assessment, LCA), které by zohledňovalo všechny dopady na životní prostředí v průběhu životního cyklu včetně tzv. svázané energie. Nicméně svázaná energie vstupuje do konceptu prostřednictvím ceny vstupního produktu.

Koncepce optimálních nákladů

V souladu se Směrnicí EPBD II [1] jsou členské státy povinny stanovit nákladově optimální úroveň minimálních požadavků na energetickou náročnost. Zobecněné, na národní úrovni zjištěné nákladově optimální úroveň nemusí být nákladově optimálními úrovněmi pro každou jednotlivou budovu nebo kombinaci řešenou investorem. Avšak cílem studie je vhodným určením referenčních budov a kombinací opatření zajistit, aby identifikované nákladově optimalizované požadavky, následně uplatněné v legislativě, tvořily odpovídající úroveň pro nové budovy i změny dokončených budov.

Vedle skutečnosti, že existují různé pohledy a investiční očekávání, je zde také otázka rozsahu nákladů a přínosů, které jsou brány v úvahu. Metodika daná Nařízením [2] definuje dva ekonomické pohledy výpočtu nákladově optimálních úrovní a nařizuje členským státům oba výpočty provést:

- finanční výpočet (pohled bližší investorovi),
- makroekonomický výpočet (pohled zahrnující celospolečenský aspekt).

Finanční výpočet

Finanční výpočet nákladového optima tedy zahrnuje vstupní investiční náklady, roční obnovovací náklady a proměnné náklady (tj. náklady na pravidelnou údržbu, provoz budovy, náklady na energii, ale případně i zisk z energie v budově vyrobené). Případně, pokud to přichází v úvahu, je možné započítat náklady na likvidaci budovy. Dále se uváží zbytková hodnota prvků, u nichž konec životnosti nastává po konci výpočtového hodnotícího období. Při finančním výpočtu se náklady uvažují vždy včetně všech daní, poplatků, případně dotací apod.

Finanční výpočet se musí provést minimálně pro dvě různé zvolené diskontní sazby. Hodnotící období je stanoveno na 30 let pro obytné a veřejné budovy a 20 let pro komerční nebytové budovy.

Ve výpočtu jsou brány v úvahu pouze okamžité náklady a přínosy investičního rozhodnutí.

Obecná formulace ekonomického výpočtu, daná normou ČSN EN 15 459 [6], definuje, jaké veličiny pro výpočet celkových měrných nákladů C_g (T) uvažovat.

Pro finanční výpočet pak platí:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Obrázek 5.2-1 - Výpočet celkových měrných nákladů podle normy ČSN EN 15 459 [6] - finanční výpočet (Zdroj: Pokyny [3])

Kde:

$C_g(T)$	celkové měrné náklady pro danou variantu za dobu hodnocení T (30let)
C_I	celková výše vstupní investice v počátečním okamžiku
$C_{a,i}(j)$	roční náklady na daný rok i pro prvek j

Roční náklady jsou definovány jako obnovovací náklady na prvek nebo soustavu a periodické náklady v roce i

$$C_{a,i}(j) = C_r + C_p(i)$$

kde:

C_r	náklady na energii, roční náklady na údržbu, provozní náklady a ostatní náklady
$C_p(i)$	periodické náklady v roce i (tj. obnova prvku po dosažení životnosti)
$R_d(i)$	diskontní sazba pro rok i
$V_{f,t}(j)$	konečná hodnota prvku j na konci výpočtového hodnoceného období

Makroekonomický výpočet

Cílem tohoto výpočtového přístupu je zahrnutí celospolečenských aspektů do matematického modelu optimalizace. Makroekonomický výpočet nemá v nákladových položkách obsahovat žádné daně, poplatky a dotace. Naopak, má navíc zahrnovat náklady na emise skleníkových plynů, vypočítané přes kumulované uhlíkové náklady za výpočtové období (přes ceny emisních povolenek), což se považuje za zohlednění zmiňovaného sociálního aspektu.

V makroekonomickém výpočtu, podobně jako v metodice výpočtů LCC, jsou tedy postihnuty i hlavní externality jinak neobsažené ve výpočtu finančním. Příkladem lze uvést právě emise CO₂ „ukryté“ v pořizovací ceně investice. Zároveň je nutno konstatovat, že dnešní tržní ceny emisních povolenek lze považovat za značně plovoucí.

Výpočet se musí provést minimálně pro dvě různé diskontní sazby s tím, že jedna je pevně stanovena Nařízením [2] na 3 %.

Následně členské státy musí provést citlivostní analýzy pro důležité vstupní parametry.

Pro makroekonomický výpočet pak platí:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Obrázek 5.2-2 - Výpočet celkových měrných nákladů podle normy ČSN EN 15 459 [6] - makroekonomický výpočet (Zdroj: Pokyny [3])

Kde:

$C_{c,i}(j)$ uhlíkové náklady na opatření nebo sadu opatření j během roku i ,
ostatní viz finanční výpočet.

6 MODELOVÉ PROPOČTY DLE KONKRÉTNÍCH PŘÍPADŮ – VÝSTAVBY NOVÝCH BUDOV

Modelové propočty jsou provedeny podle konkrétních případů výstavby a rekonstrukce budov nebo připravovaných projektů.

6.1 Novostavba – Rodinný dům

Pro následující srovnávací výpočet byl použit typický dvoupodlažní rodinný dům, jehož parametry definují následující obrázky a tabulky (nepodsklepený, se sedlovou střechou).

Tabulka 6.1-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům)

Rodinný dům			
šířka budovy	10,5 m	plocha střechy	64 m ²
délka budovy	8,5 m	plocha obvodových stěn	141 m ²
celková výška	6 m	plocha oken	30,3 m ²
počet podlaží	2 -	plocha dveří	2,1 m ²
obestavěný prostor	439 m ³	plocha podlahy	90 m ²
energeticky vztažná plocha	180 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	327 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	158 m ²	okna - podíl prosklení - sever	14 %
faktor tvaru budovy A/V	0,75 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	33 %
počet bytů v budově	1 -	okna - podíl prosklení - východ	16 %
počet osob v budově	4 -	okna - podíl prosklení - západ	24 %
		okna - podíl prosklení - střešní okna	13 % (Σ 100%)

Pro novostavbu rodinného domu je uvedeno 48 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3% a roční růst cen energií 2%). Varianty popisují následující tabulky.

Tabulka 6.1-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

Tabulka 6.1-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

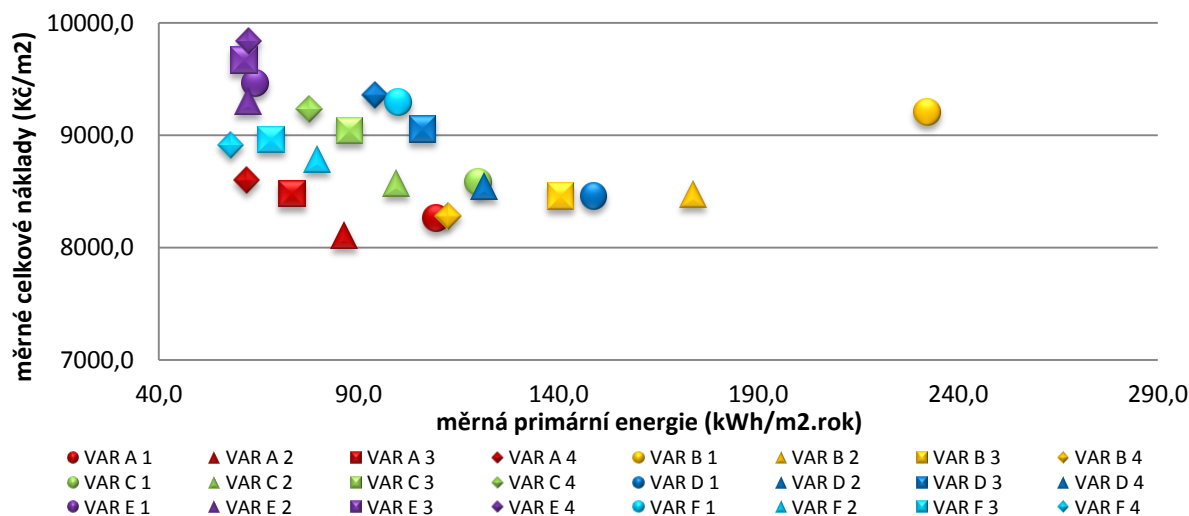
SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno porovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

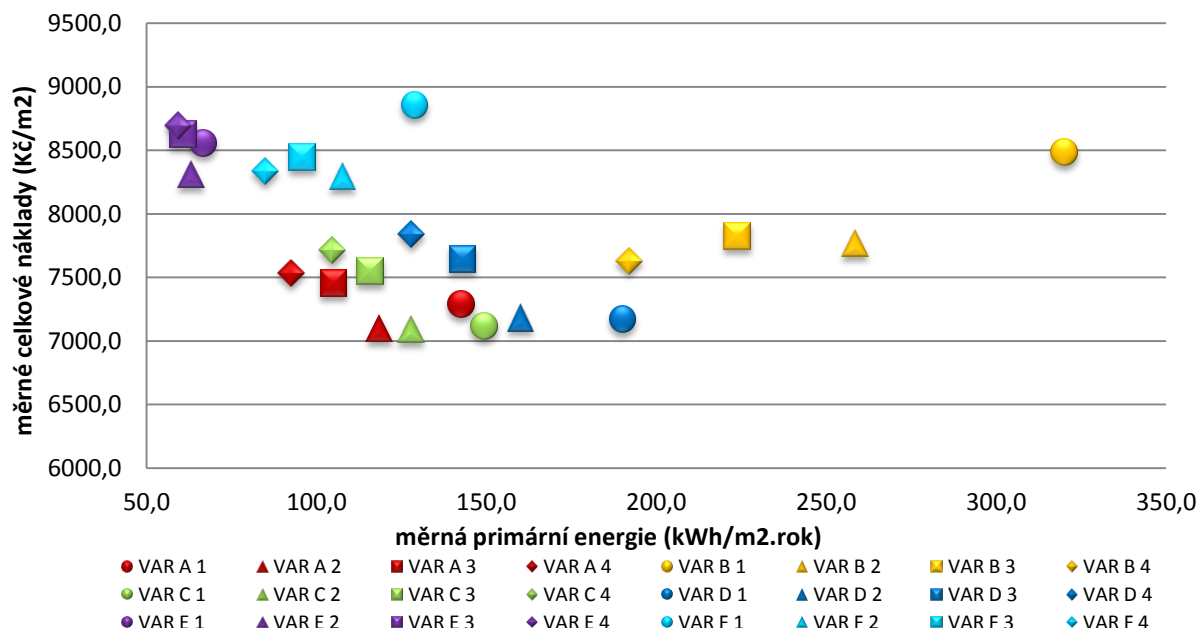
Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.1-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%)

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.1-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu rodinného domu je reálně dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

U přirozeného větrání dosahuje nejlepších hodnot opatření s využitím kotle na plyn. Při využití rekuperace dosahuje optimálních hodnot hned několik variant. U většiny zdrojů tepla dosahuje optimálních hodnot stavební opatření s doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla.

Vliv na tyto výsledky mají velké rozdíly u stavebních opatření mezi U požadovanými a doporučenými hodnotami, kde je především cena výplní otvoru velmi rozdílná (výplně otvorů s požadovaným součinitelem prostupu tepla se už prakticky nevyrábí a pokud ano tak je jejich pořizovací cena velmi nízká). Dále celé výsledky ovlivňují poměrně nízké ceny paliv a elektřiny (snížené sazby za elektrické vytápění a tepelná čerpadla), a tedy nízké úspory nákladů za spotřebovanou energii.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočítáním jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

6.2 Novostavba – Bytový dům

Pro následující výpočet byl zvolen jednoduchý menší bytový dům o pěti podlažích s relativně malým poměrem zasklení 17 %. Jedná se o kompaktní objekt tvaru kvádrů. Parametry definují následující obrázky a tabulky.

Tabulka 6.2-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům)

Bytový dům			
šířka budovy	15,5 m	plocha střechy	252 m ²
délka budovy	18 m	plocha obvodových stěn	923 m ²
celková výška	16,5 m	plocha oken	190 m ²
počet podlaží	5 -	plocha dveří	6 m ²
obestavěný prostor	4615 m ³	plocha podlahy	279 m ²
energeticky vztažná plocha	1393 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	1650 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	1305 m ²	okna - podíl prosklení - sever	14 %
faktor tvaru budovy A/V	0,36 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	15 %
počet bytů v budově	24 -	okna - podíl prosklení - východ	37 %
počet osob v budově	57 -	okna - podíl prosklení - západ	35 % (Σ 100%)

Pro novostavbu bytového domu je uvedeno 48 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %). Varianty popisují následující tabulky.

Tabulka 6.2-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislá na topné sezóně.

Tabulka 6.2-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání

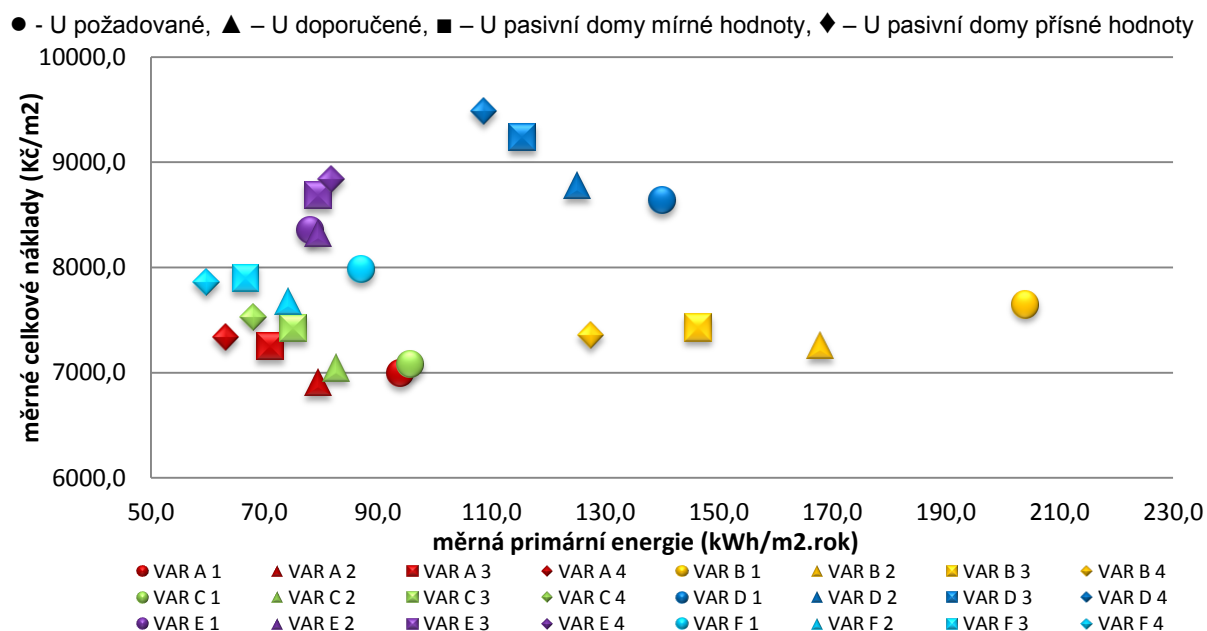
1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

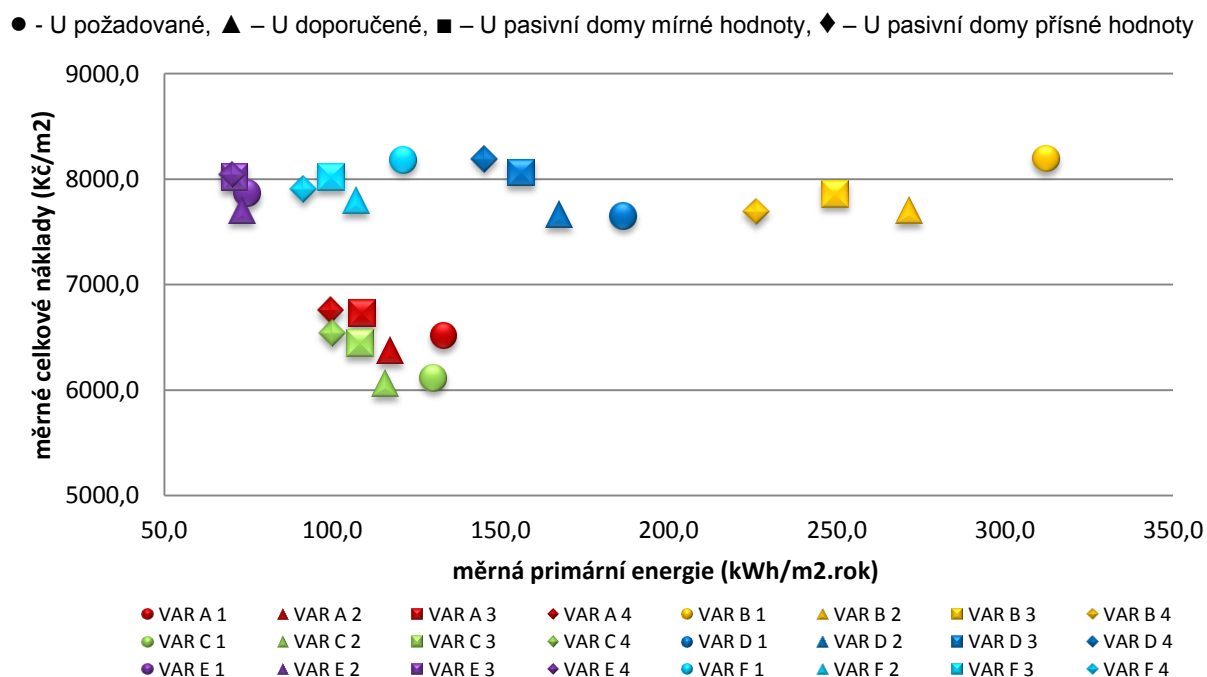
¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislá na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 6.2-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%)



Obrázek 6.2-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu bytového domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

U přirozeného i nuceného větrání dosahuje nejlepších hodnot opatření s využitím kotle na plyn, nebo tepelného čerpadla. U všech zdrojů tepla dosahuje optimálních hodnot stavební opatření s doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla.

V grafech je patrné, že na výsledky má vliv především typ zdroje tepla.

Na výsledky také působí poměrně nízké ceny paliv a elektřiny (snížené sazby za elektrické vytápění a tepelná čerpadla), a tedy nízké úspory nákladů za spotřebovanou energii.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

6.3 Novostavba – Administrativní budova

Pro následující výpočet byla zvolena administrativní budova. Jedná se o relativně nekompaktní objekt. Parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 6.3-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova)

Administrativní budova			
šířka budovy	73,3 m	plocha střechy	2830 m ²
délka budovy	43,2 m	plocha obvodových stěn	3890 m ²
celková výška	28,5 m	plocha oken	1658 m ²
počet podlaží	5 až 8 -	plocha dveří	15,8 m ²
obestavěný prostor	38600 m ³	plocha podlahy	2900 m ²
energeticky vztažná plocha	14100 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	11294 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	13550 m ²	okna - podíl prosklení - sever	29 %
faktor tvaru budovy A/V	0,29 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	33 %
počet bytů v budově	- -	okna - podíl prosklení - východ	18 %
počet osob v budově	950 -	okna - podíl prosklení - západ	20 % (Σ 100%)

Pro novostavbu administrativní budovy je uvedeno 48 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %). Varianty popisují následující tabulky.

Tabulka 6.3-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Chlazení	Ano					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislí na topné sezóně.

Tabulka 6.3-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

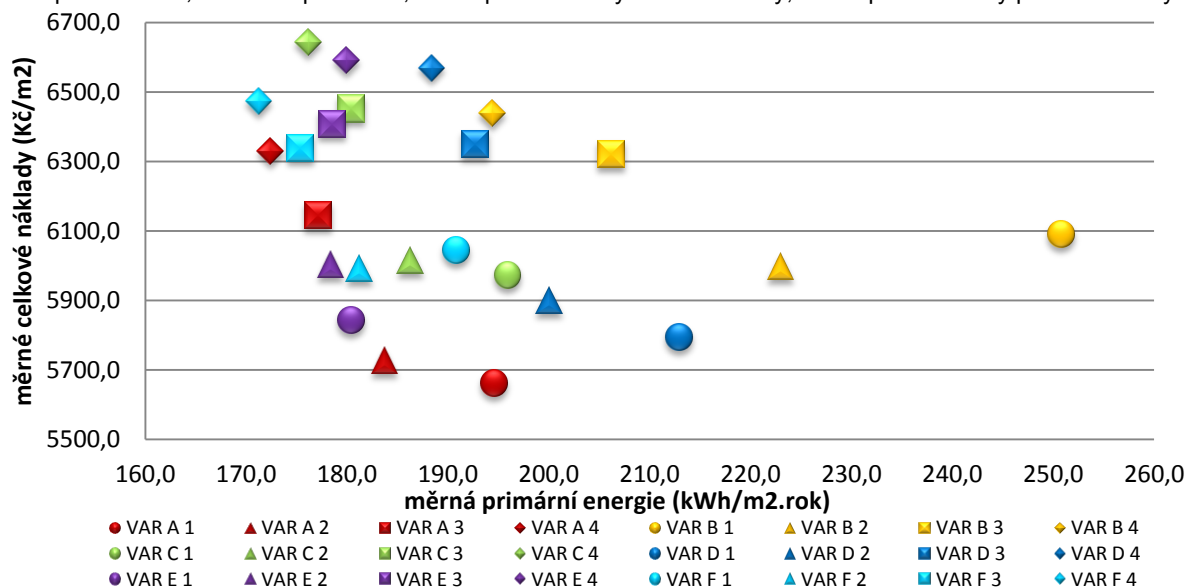
SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Chlazení	Ano					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislí na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

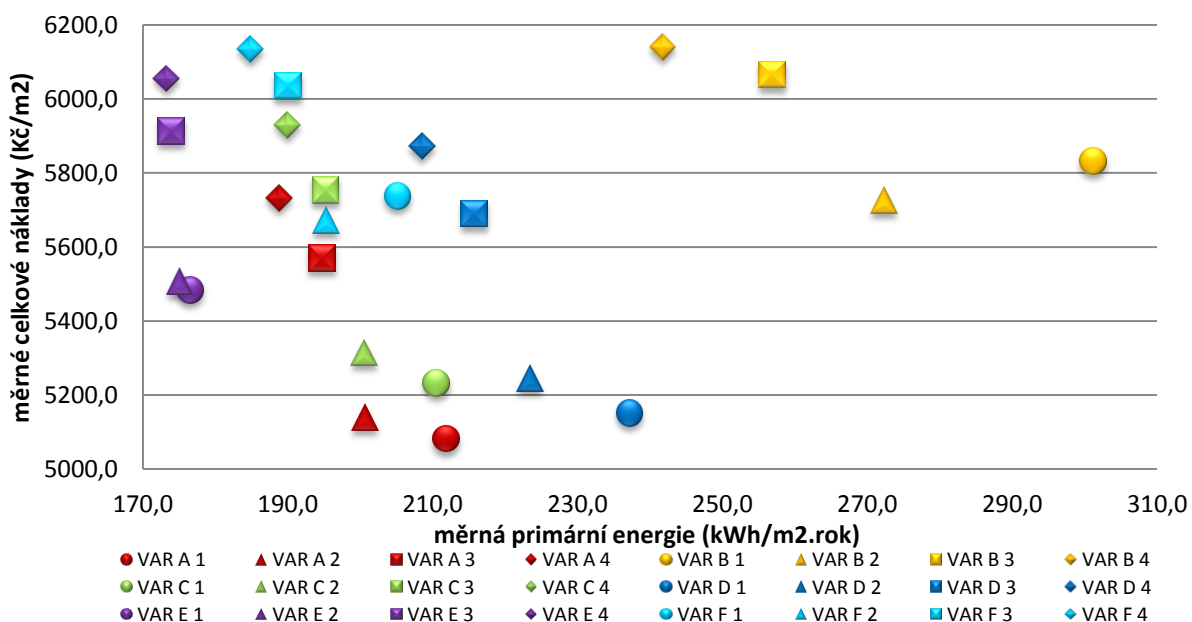
Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.3-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%)

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.3-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u administrativního domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

U přirozeného i nuceného větrání dosahuje nejlepších hodnot opatření s využitím kotle na plyn. U většiny zdrojů tepla dosahuje optimálních hodnot stavební opatření s požadovanými hodnotami součinitele prostupu tepla.

Vliv na tyto výsledky mají velké rozdíly u stavebních opatření mezi U požadovanými a doporučenými hodnotami, kde je především cena výplní otvoru velmi rozdílná (výplně otvorů s požadovaným součinitelem prostupu tepla se už prakticky nevyrábí, a pokud ano, tak je jejich pořizovací cena velmi nízká). Dále celé výsledky ovlivňují poměrně nízké ceny paliv a elektřiny (snížené sazby za elektrické vytápění a tepelná čerpadla), a tedy nízké úspory nákladů za spotřebovanou energii.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Minimální pohyby v cenách stavební opatření mohou vést ke změně výsledků. V rámci nabídek pro stavební opatření se ceny mohou lišit až o 10%, tento rozptyl by pak mohl přinést změny ve výsledcích.

6.4 Novostavba – Škola

Pro následující výpočet byla zvolena novostavba školy o dvou až pěti podlažích. Jedná se o relativně nekompaktní objekt. Parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 6.4-1 - Základní charakteristiky objektu (škola)

Ostatní budovy - škola			
šířka budovy	61,8 m	plocha střechy	1633 m ²
délka budovy	31 m	plocha obvodových stěn	1790 m ²
celková výška	18,2 m	plocha oken	632 m ²
počet podlaží	2 až 5 -	plocha dveří	12,5 m ²
obestavěný prostor	11400 m ³	plocha podlahy	1650 m ²
energeticky vztažná plocha	3700 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	5717 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	3530 m ²	okna - podíl prosklení - sever	27 %
faktor tvaru budovy A/V	0,5 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	36 %
počet bytů v budově	- -	okna - podíl prosklení - východ	20 %
počet osob v budově	290 -	okna - podíl prosklení - západ	17 % (Σ 100%)

Pro novostavbu školy je uvedeno 48 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %). Varianty popisují následující tabulky.

Tabulka 6.4-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislí na topné sezóně.

Tabulka 6.4-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

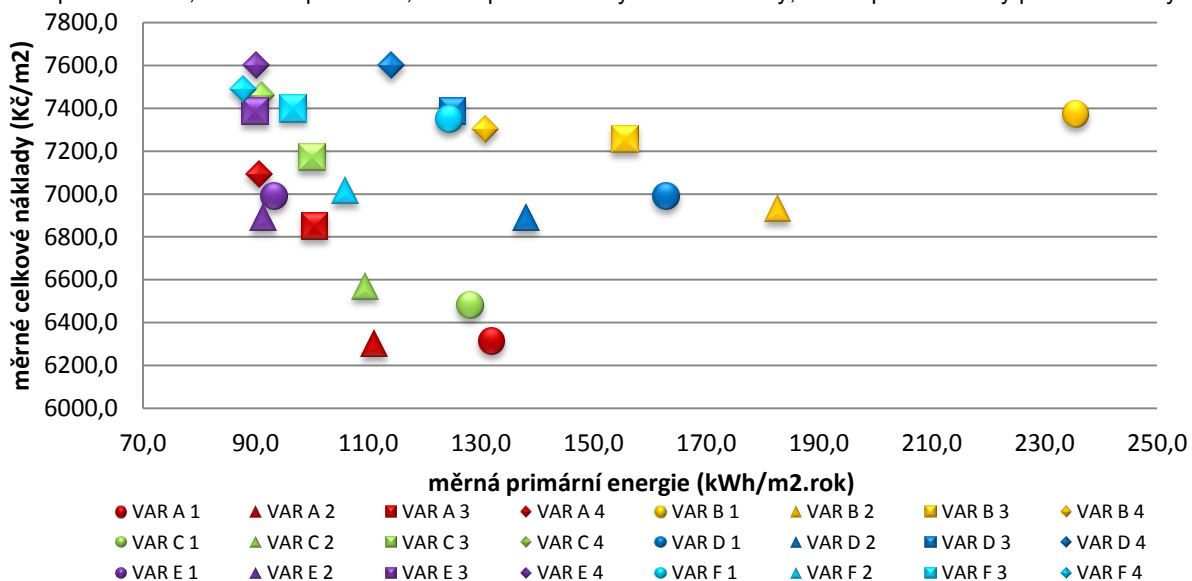
SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislí na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

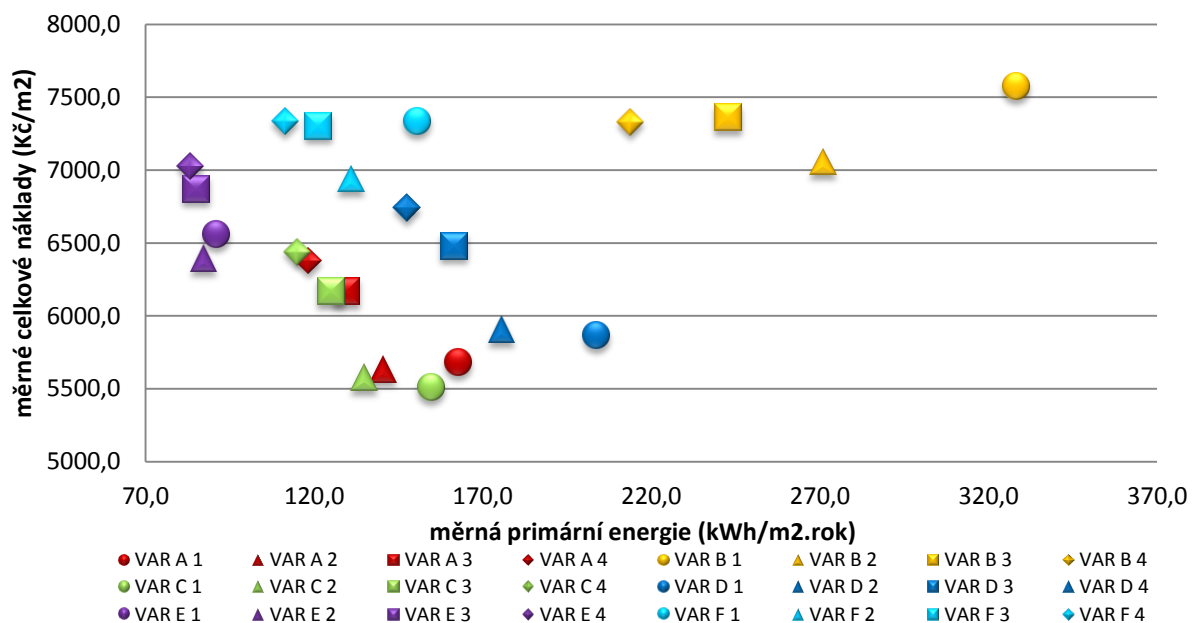
Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.

- - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.4-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%)

- - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Obrázek 6.4-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu školy je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

U přirozeného i nuceného větrání dosahuje nejlepších hodnot opatření s využitím kotle na plyn a tepelného čerpadla. U většiny zdrojů tepla dosahuje optimálních hodnot stavební opatření s doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla.

V grafech je patrné, že na výsledky má vliv především typ zdroje tepla. Různá stavební opatření pak přinášejí pouze minimální působení na celkové výsledky.

Vliv na tyto výsledky mají velké rozdíly u stavebních opatření mezi U požadovanými a doporučenými hodnotami, kde je především cena výplně otvoru velmi rozdílná (výplně otvorů s požadovaným součinitelem prostupu tepla se už prakticky nevyrábí a pokud ano tak je jejich pořizovací cena velmi nízká). Dále celé výsledky ovlivňují poměrně nízké ceny paliv a elektřiny (snížené sazby za elektrické vytápění a tepelná čerpadla), a tedy nízké úspory nákladů za spotřebovanou energii.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

7 MODELOVÉ PROPOČTY DLE KONKRÉTNÍCH PŘÍPADŮ – RENOVACE STÁVAJÍCÍCH BUDOV

Modelové propočty jsou provedeny podle konkrétních případů výstavby a rekonstrukce budov, nebo připravovaných projektů.

7.1 Změna dokončené budovy – Rodinný dům 1

Pro následující srovnávací výpočet byl použit typický dvoupodlažní rodinný dům, jehož parametry definuje následující tabulka. Nejedná se o konkrétní řešený objekt, ale o virtuální budovu, vykazující geometrické parametry a parametry užívání typické pro obvyklý větší stávající rodinný dům.

Tabulka 7.1-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům 1)

Rodinný dům 1			
šířka budovy	12,2 m	plocha střechy	211 m ²
délka budovy	14,8 m	plocha obvodových stěn	309 m ²
celková výška	6,8 m	plocha oken	49 m ²
počet podlaží	2 -	plocha dveří	1,9 m ²
obestavěný prostor	938 m ³	plocha podlahy	137 m ²
energeticky vztažná plocha	302 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	708 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	278 m ²	okna - podíl prosklení - sever	4 %
faktor tvaru budovy A/V	0,75 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	13 %
počet bytů v budově	1 -	okna - podíl prosklení - východ	62 %
počet osob v budově	6 -	okna - podíl prosklení - západ	21 %
		okna - podíl prosklení - střešní okna	0 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – rodinný dům je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

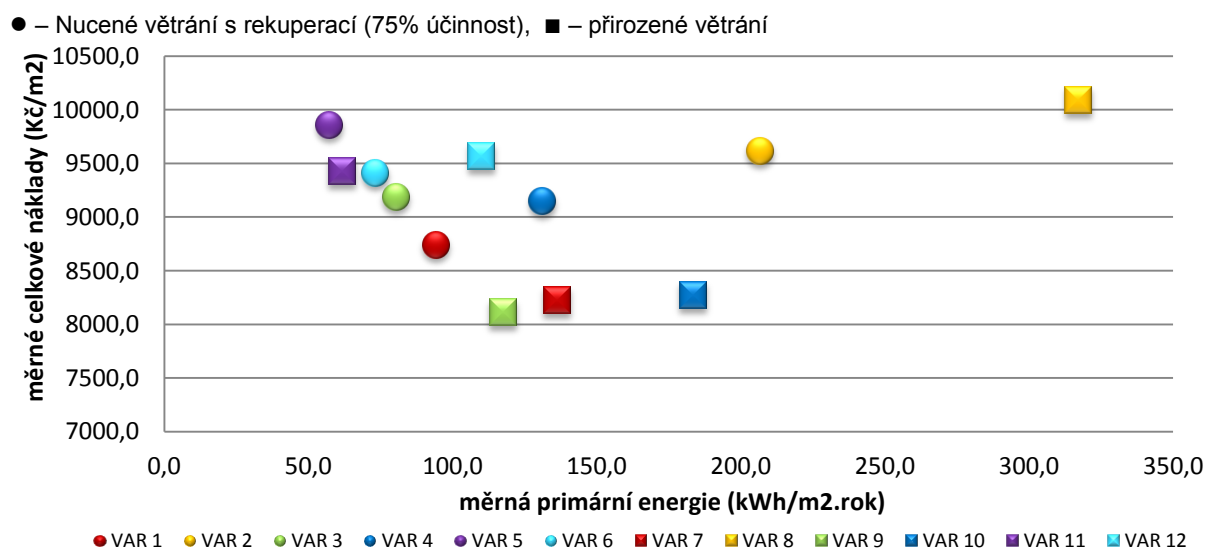
Tabulka 7.1-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.1-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu rodinného domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimálními zdroji lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočítáním jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.2 Změna dokončené budovy – Rodinný dům 2

Pro následující srovnávací výpočet byl použit typický dvoupodlažní rodinný dům s částečně zapuštěným suterénem, jehož parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 7.2-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům 2)

Rodinný dům 2			
šířka budovy	12,2 m	plocha střechy	78 m ²
délka budovy	9,8 m	plocha obvodových stěn	124 m ²
celková výška	6,1 m	plocha oken	22 m ²
počet podlaží	2 -	plocha dveří	3,7 m ²
obestavěný prostor	344 m ³	plocha podlahy	58 m ²
energeticky vztažná plocha	116 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	286 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	113 m ²	okna - podíl prosklení - sever	8 %
faktor tvaru budovy A/V	0,83 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	4 %
počet bytů v budově	1 -	okna - podíl prosklení - východ	56 %
počet osob v budově	3 -	okna - podíl prosklení - západ	32 %
		okna - podíl prosklení - střešní okna	0 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – rodinný dům je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

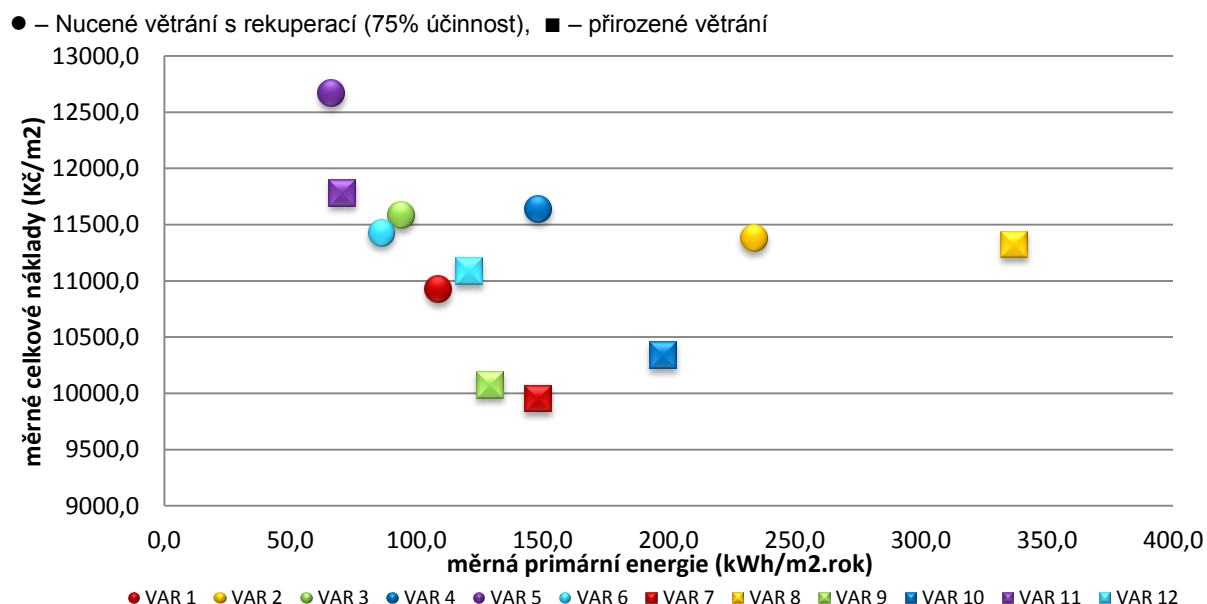
Tabulka 7.2-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.2-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu rodinného domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimálními zdroji lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.3 Změna dokončené budovy – Bytový dům 1

Pro následující srovnávací výpočet byl použit typický relativně kompaktní devítipodlažní bytový dům, jehož parametry definuje následující tabulka. Nejedná se o konkrétní řešený objekt, ale o virtuální budovu, vykazující geometrické parametry a parametry užívání typické pro obvyklý větší stávající bytový dům.

Tabulka 7.3-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům 1)

Bytový dům 1			
šířka budovy	32,5 m	plocha střechy	483 m ²
délka budovy	18,6 m	plocha obvodových stěn	3313 m ²
celková výška	30,1 m	plocha oken	810 m ²
počet podlaží	9 -	plocha dveří	6 m ²
obestavěný prostor	14500 m ³	plocha podlahy	482 m ²
energeticky vztažná plocha	4764 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	5094 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	4240 m ²	okna - podíl prosklení - sever	14 %
faktor tvaru budovy A/V	0,35 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	14 %
počet bytů v budově	82 -	okna - podíl prosklení - východ	31 %
počet osob v budově	155 -	okna - podíl prosklení - západ	42 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – bytový dům je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

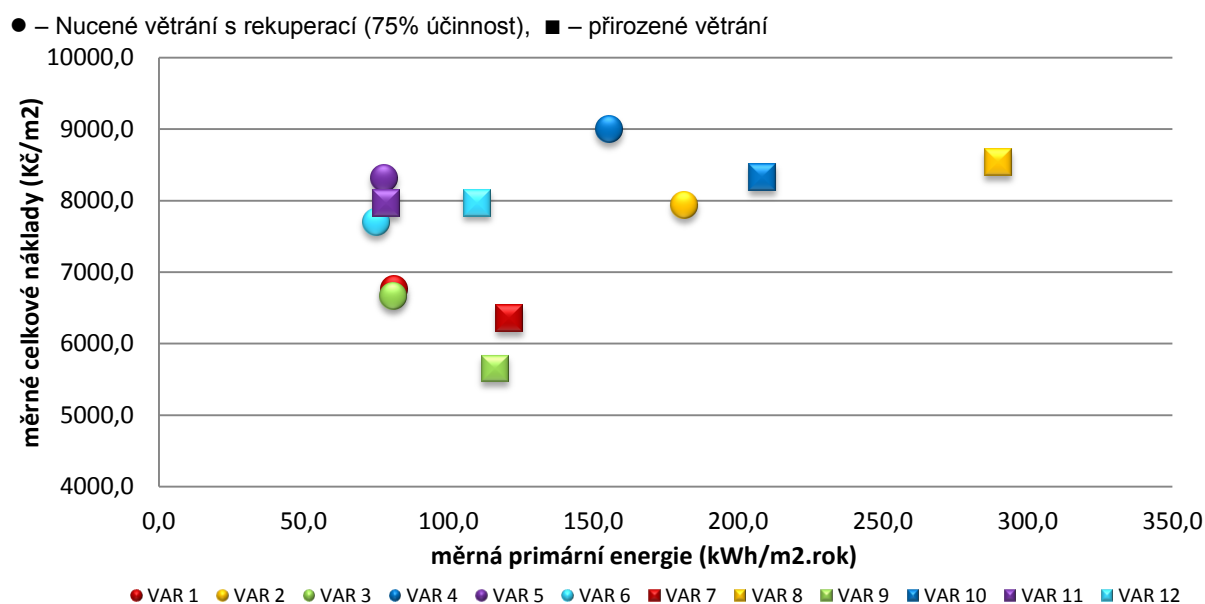
Tabulka 7.3-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.3-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu bytového domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimální zdroje lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.4 Změna dokončené budovy – Bytový dům 2

Pro následující srovnávací výpočet byl použit kompaktní pětipodlažní bytový dům, jehož parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 7.4-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům 2)

Bytový dům 2			
šířka budovy	11,5 m	plocha střechy	244 m ²
délka budovy	23,8 m	plocha obvodových stěn	681 m ²
celková výška	14,6 m	plocha oken	268 m ²
počet podlaží	4 a 5 -	plocha dveří	4 m ²
obestavěný prostor	3940 m ³	plocha podlahy	271 m ²
energeticky vztažná plocha	1354 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	1468 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	1289 m ²	okna - podíl prosklení - sever	7 %
faktor tvaru budovy A/V	0,37 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	7 %
počet bytů v budově	19 -	okna - podíl prosklení - východ	43 %
počet osob v budově	32 -	okna - podíl prosklení - západ	44 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – bytový dům je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

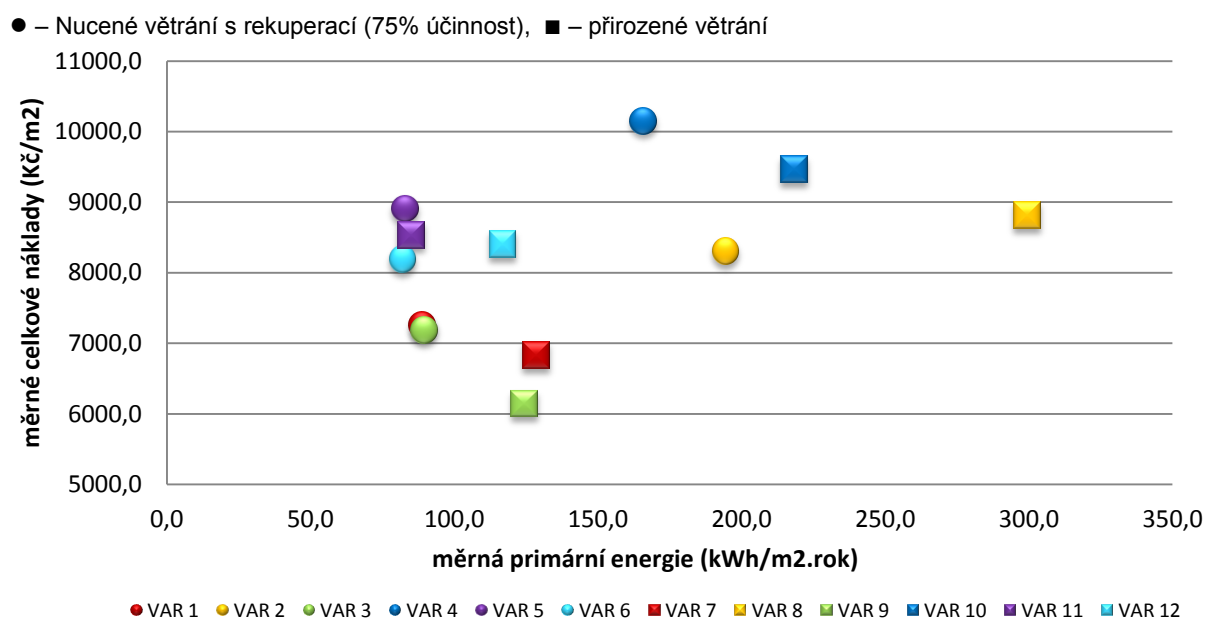
Tabulka 7.4-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.4-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu bytového domu je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimální zdroje lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.5 Změna dokončené budovy – Administrativní budova 1

Pro následující srovnávací výpočet byla použita menší obvyklá administrativní budova o třech podlažích, jejíž parametry definuje následující tabulka. Nejedná se o konkrétní řešený objekt, ale o virtuální budovu, vykazující geometrické parametry a parametry užívání typické pro obvyklou menší stávající administrativní budovu.

Tabulka 7.5-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova 1)

Administrativní budova 1 – malá			
šířka budovy	42 m	plocha střechy	536 m ²
délka budovy	14,6 m	plocha obvodových stěn	1298 m ²
celková výška	11,5 m	plocha oken	468 m ²
počet podlaží	3 -	plocha dveří	10,2 m ²
obestavěný prostor	6053 m ³	plocha podlahy	536 m ²
energeticky vztažná plocha	1703 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	2848 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	1607 m ²	okna - podíl prosklení - sever	37 %
faktor tvaru budovy A/V	0,47 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	45 %
počet bytů v budově	- -	okna - podíl prosklení - východ	10 %
počet osob v budově	65 -	okna - podíl prosklení - západ	9 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – administrativní budova je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

Tabulka 7.5-2 - Legenda posuzovaných variant

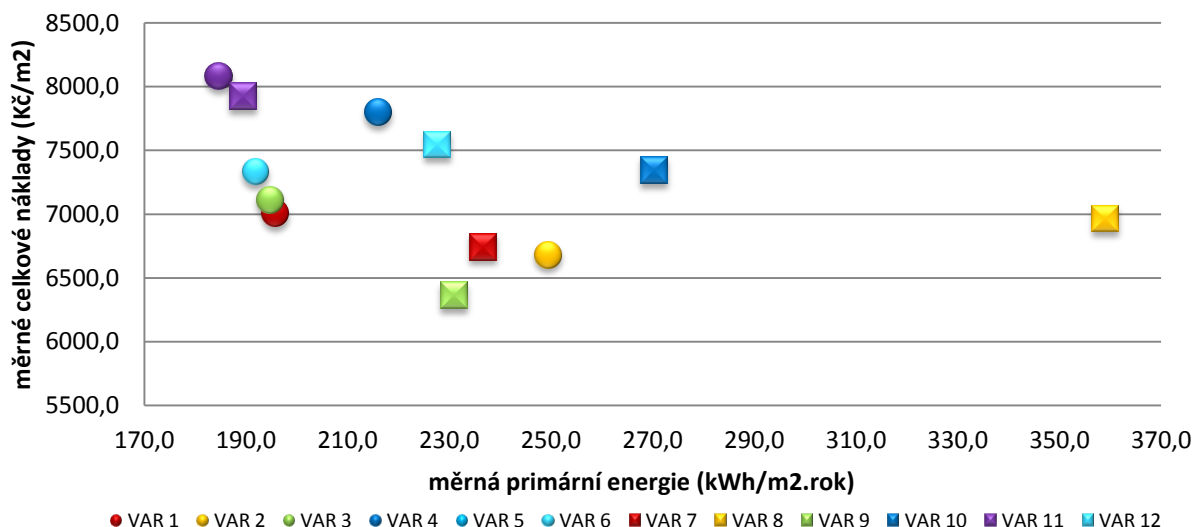
SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislá na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.

- – Nucené větrání s rekuperací (75% účinnost), ■ – přirozené větrání



Obrázek 7.5-1 - Nákladová optimalizace, řešení s chlazením (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu administrativního domu je reálně dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimální zdroje lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.6 Změna dokončené budovy – Administrativní budova 2

Pro následující srovnávací výpočet byl použit kompaktní objekt devítipodlažní administrativní budovy, jehož parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 7.6-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova 2)

Administrativní budova 2 - velká			
šířka budovy	62,5 m	plocha střechy	1560 m ²
délka budovy	42,2 m	plocha obvodových stěn	4774 m ²
celková výška	36,5 m	plocha oken	1199 m ²
počet podlaží	2 a 9 -	plocha dveří	18,1 m ²
obestavěný prostor	58200 m ³	plocha podlahy	1510 m ²
energeticky vztažná plocha	13360 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	9061 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	12950 m ²	okna - podíl prosklení - sever	25 %
faktor tvaru budovy A/V	0,16 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	27 %
počet bytů v budově	- -	okna - podíl prosklení - východ	24 %
počet osob v budově	760 -	okna - podíl prosklení - západ	24 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – administrativní budova je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

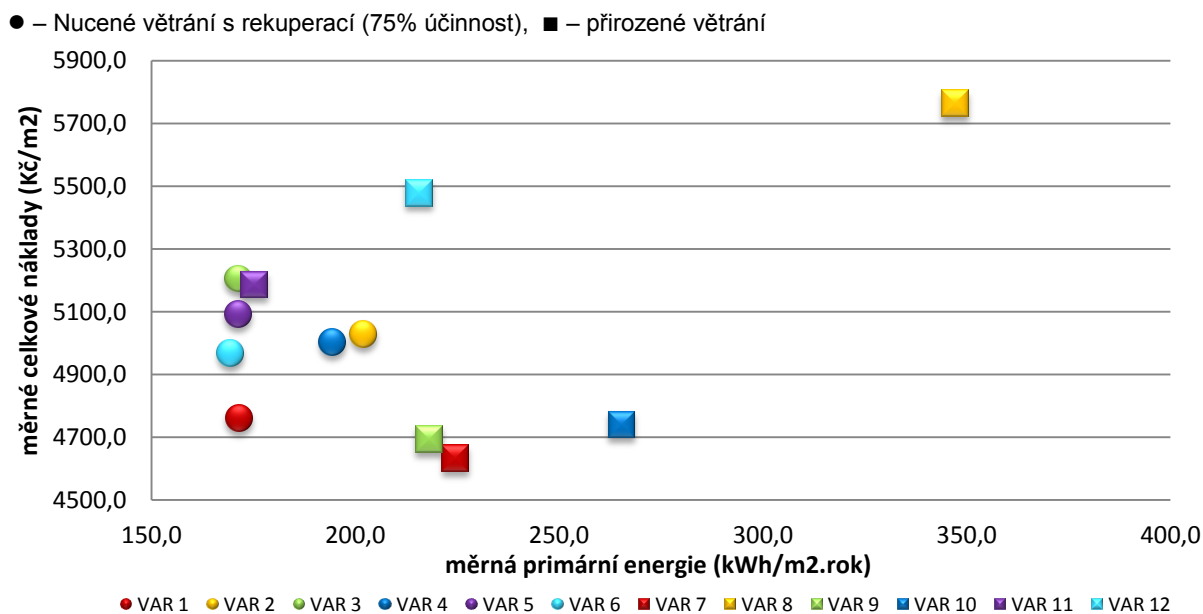
Tabulka 7.6-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.6-1 - Nákladová optimalizace, řešení s chlazením (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu administrativního domu je reálně dosaženo nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimálními zdroji lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočítáním jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.7 Změna dokončené budovy – Mateřská škola

Pro následující srovnávací výpočet byl použit virtuální dvoupodlažní objekt mateřské školy, jehož parametry definuje následující tabulka. Nejedná se o konkrétní řešení objekt, ale o virtuální budovu, vykazující geometrické parametry a parametry užívání typické pro obvyklou stávající samostatně stojící mateřskou školu.

Tabulka 7.7-1 - Základní charakteristiky objektu (mateřská škola)

Ostatní budovy - mateřská škola			
šířka budovy	58 m	plocha střechy	800 m ²
délka budovy	16 m	plocha obvodových stěn	737 m ²
celková výška	5,7 m	plocha oken	341 m ²
počet podlaží	2 -	plocha dveří	5,4 m ²
obestavěný prostor	4486 m ³	plocha podlahy	800 m ²
energeticky vztažná plocha	1360 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	2683,1 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	1280 m ²	okna - podíl prosklení - sever	8 %
faktor tvaru budovy A/V	0,6 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	15 %
počet bytů v budově	- -	okna - podíl prosklení - východ	41 %
počet osob v budově	120 -	okna - podíl prosklení - západ	37 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – mateřská škola je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

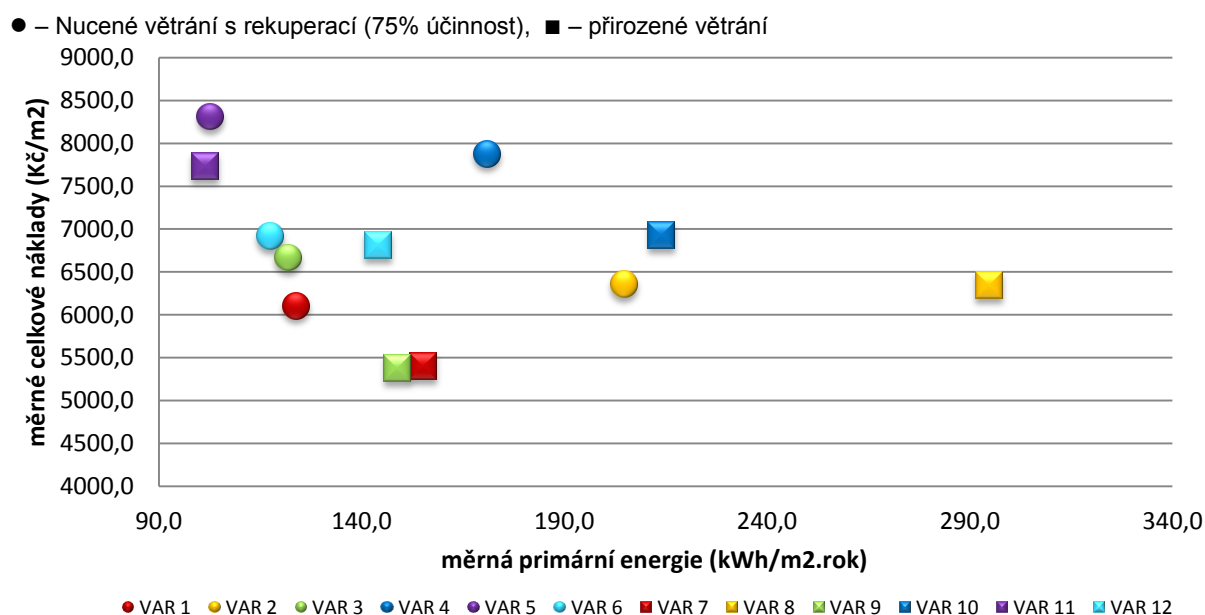
Tabulka 7.7-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.7-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu mateřské školy je reálné dosáhnout nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimální zdroje lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočtům jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

7.8 Změna dokončené budovy – Zdravotnické zařízení

Pro následující srovnávací výpočet byl použit sedmipodlažní objekt pavilonu nemocnice, jehož parametry definují následující obrázky a tabulka.

Tabulka 7.8-1 - Základní charakteristiky objektu (zdravotnické zařízení)

Ostatní budovy - zdravotnické zařízení			
šířka budovy	38,1 m	plocha střechy	2425 m ²
délka budovy	63,6 m	plocha obvodových stěn	3310 m ²
celková výška	27,1 m	plocha oken	1940 m ²
počet podlaží	7 -	plocha dveří	8 m ²
obestavěný prostor	63840 m ³	plocha podlahy	2355 m ²
energeticky vztažná plocha	19450 m ²	celková plocha obalových konstrukcí	10038 m ²
celková vnitřní podlahová plocha	18780 m ²	okna - podíl prosklení - sever	30 %
faktor tvaru budovy A/V	0,16 m ² /m ³	okna - podíl prosklení - jih	34 %
počet bytů v budově	-	okna - podíl prosklení - východ	17 %
počet osob v budově	1250 -	okna - podíl prosklení - západ	19 % (Σ 100%)

Pro změnu dokončené budovy – zdravotnické zařízení je uvedeno 12 variant výpočtů. Vždy se stejnými ekonomickými parametry (finanční výpočet, diskontní sazba 3 % a roční růst cen energií 2 %) a vždy pro stejný součinitel prostupu tepla U = doporučené hodnoty. Varianty popisuje následující tabulka.

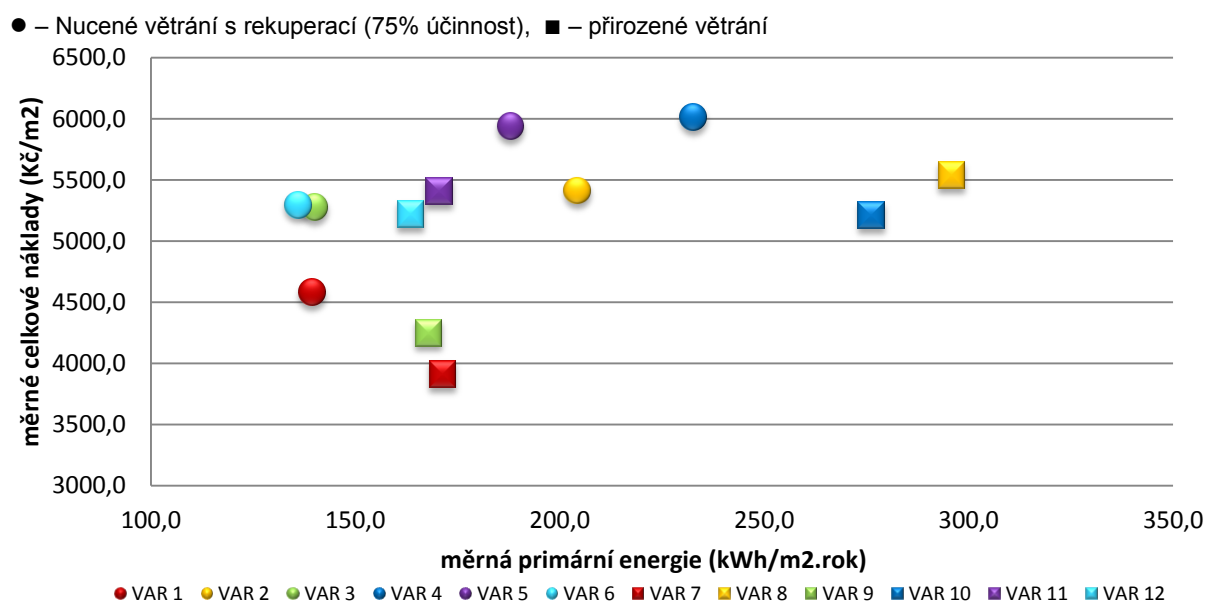
Tabulka 7.8-2 - Legenda posuzovaných variant

SYSTÉM	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					
SYSTÉM	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12
Konstrukce	Doporučené hodnoty U					
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotopy	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Solární kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

V následujících grafech je provedeno srovnání hodnocených variant výpočtů podle klíče uvedeného v předcházející tabulce, z hlediska porovnání dodané energie a primární neobnovitelné energie s referenční budovou a vyhodnocení definovaných variant z hlediska nákladového optima.

Následující grafy nákladového optima porovnávají vypočítané hodnoty měrné primární energie a měrných celkových nákladů pro jednotlivé varianty řešení objektu. Měrné celkové náklady jsou vypočteny pro výpočtové hodnotící období 30 let.



Obrázek 7.8-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%)

Vyhodnocení

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že u typického objektu zdravotnického zařízení je reálně dosaženo nízké energetické náročnosti a splnit požadavky dané příslušnou vypočtenou referenční budovou při použití stavebních konstrukcí a technologií, které odpovídají prováděné nákladové optimalizaci.

Mezi optimálními zdroji lze klasifikovat tepelné čerpadlo a plynový kotel. Ve většině variant tepelných zdrojů lépe vychází opatření bez nuceného větrání. Důvodem je poměrně vysoká počáteční investice a zároveň vyšší provozní náklady nuceného větrání. To je způsobeno nízkou cenou paliv kotlů.

Vliv na výsledky mají také koeficienty pro přepočítání na primární neobnovitelnou energii, nejvíce je tento vliv znatelný u kotle na biomasu a tepelného čerpadla (tepelné čerpadlo se díky přepočítáním jeví jako jeden z optimálních zdrojů tepla).

Velký vliv na výsledky má doba využití nuceného větrání s rekuperací a příkon ventilátorů.

8 CITLIVOSTNÍ ANALÝZA PRO ROK 2016

Účelem analýzy citlivosti bylo určit nejdůležitější parametry výpočtu nákladově optimálních úrovní. V rámci publikace je prezentována citlivostní analýza citlivosti u diskontních sazeb při použití různých sazeb vyjádřených v reálných hodnotách u finančních výpočtů. Zároveň je splněn požadavek, aby alespoň jedna z diskontních sazeb, která je použita pro analýzu citlivosti byla 3 %, vyjádřeno v reálných hodnotách. Analýza citlivosti je provedena u scénářů pro vývoj cen energií pro všechny optimální energonositele (energonositel optimální varianty), používané ve významném rozsahu v budovách. V každé variantě citlivostní analýzy jsou popsány okrajové podmínky výpočtu.

8.1 Diskontní sazba

Diskontní sazba je ve výpočtu vyjádřena v reálných hodnotách, tedy s vyloučením inflace. Diskontní sazba použitá ve finančním výpočtu je stanovena v různých sazbách, tak aby byl patrný dopad uvažování různých hodnot pro různé budovy a různé typy investorů. Pro analýzu citlivosti pro finanční výpočet byla použita jedna sazba 4 % vyjádřená v reálných hodnotách. To je ve shodě se současnými pokyny Komise pro posuzování dopadů z roku 2009, kde jsou navržena 4 % jako společenská diskontní sazba.

Vyšší diskontní sazba – obvykle vyšší než 4 %, s vyloučením inflace a případným rozlišením neobytných a obytných budov – odráží čistě obchodní, krátkodobou koncepci k oceňování investic. Nižší sazba – v rozmezí od 0 % do 4 % s vyloučením inflace – odráží přínosy, které investice do zlepšení energetické účinnosti uživatelům budovy přinese za celou dobu životnosti investice. Diskontní sazba se odráží různá prostředí financování a hypoteční podmínky.

K zajištění aplikovatelnosti diskontní sazby byl odvozen diskontní faktor, který je použit ve výpočtu celkových nákladů. Je třeba poznamenat, že v důsledku principu finančního výpočtu je výše celkových nákladů vyšší, použijí-li se nižší diskontní sazby, vzhledem k tomu, že budoucí náklady (zejména náklady na energii) jsou diskontovány nižší sazbou, což vede k vyšší současné hodnotě celkových nákladů.

8.2 Realizace citlivostní analýzy

Výpočty studie nákladového optima se opírají o širokou škálu vstupních parametrů, z nichž vybrané parametry významně ovlivňují výsledek nákladového optima (celkové náklady) a velká skupina ovlivňuje výsledek pouze okrajově. V rámci studie byly zrealizovány citlivostní analýzy závislosti měrných celkových nákladů na vstupních parametrech růstu cen energie a rozdílné diskontní sazby. Dále byl zpracován výpočet citlivostní analýzy celkových nákladů a vstupních investičních nákladů.

Citlivostní analýza zobrazuje závislost výsledné hodnoty na změně jednoho vstupního parametru výpočtu. Parametr změny růstu cen energie vstupuje do výpočtu v každoročních nákladech na energii každého opatření, a to nelineárním

způsobem. Parametr změny diskontního faktoru ovlivňuje výslednou hodnotu celkových nákladů nelineárním způsobem.

Citlivostní analýzy byly zpracovány pro různé typy objektů tak, aby byla ověřena citlivost vybraného parametru při proměnných poměrech nákladů (např. nákladů na energii a investičních nákladů). Samotná absolutní výše nákladů citlivost neovlivňuje. K realizaci citlivostních analýz byly vybrány následující typy objektů:

- rodinný dům,
- bytový dům.

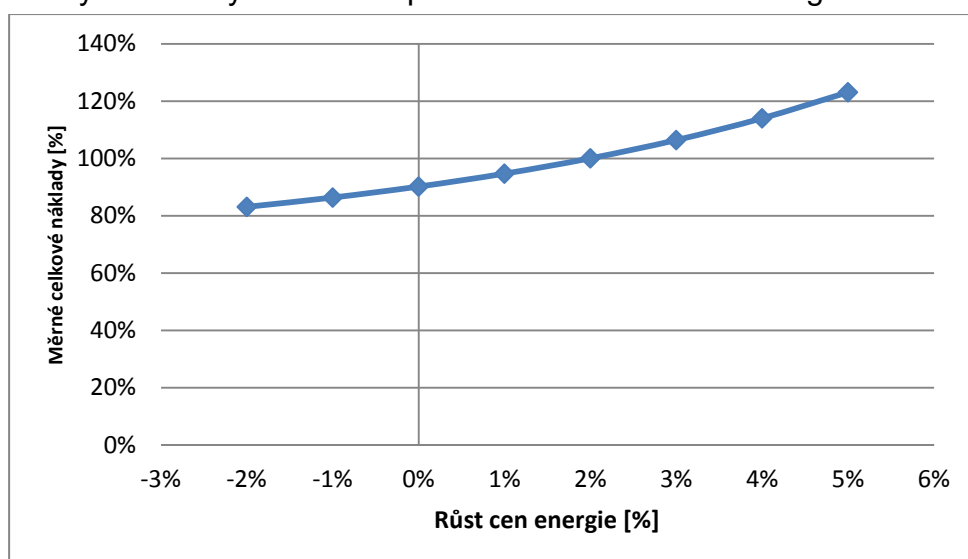
8.3 Citlivostní analýza – příklad rodinného domu

Podobně jako u bytového domu, citlivostní analýza je aplikována na základě kombinace varianty zateplení a zdroje. Komplexní zateplení obalových konstrukcí sestává ze zateplení obvodových stěn, výměny výplní otvorů a zateplení střešní konstrukce. Komplexní zateplení vykazuje oproti ostatním opatřením vyšší vstupní investiční náklady a nižší náklady na energii. Zdroj tepla na plyn vykazuje na příklad oproti tepelnému čerpadlu nižší vstupní investiční náklady, je tak ovlivněna citlivost investičních nákladů. V optimálních variantách různých objektů dochází k přeskupování nákladů, ovšem k minimální změně citlivosti sledovaných parametrů.

Citlivostní analýza růstu cen energie rodinného domu

Na příkladu realizovaného opatření kompletního zateplení je ukázána závislost měrných nákladů na změně růstu cen energie. Výsledné měrné celkové náklady vykazují progresivní charakter růstu. Je patrné, že obtížně odhadnutelný průběh cen energie ovlivní při rozdílném vývoji v porovnání s uvažovanou variantou výsledné hodnoty optima v řádech desítek procent. Růst cen energie je jeden z nejcitlivějších parametrů.

Základní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost měrných celkových nákladů při rozdílném růstu cen energie činí od 83 do 123 %.

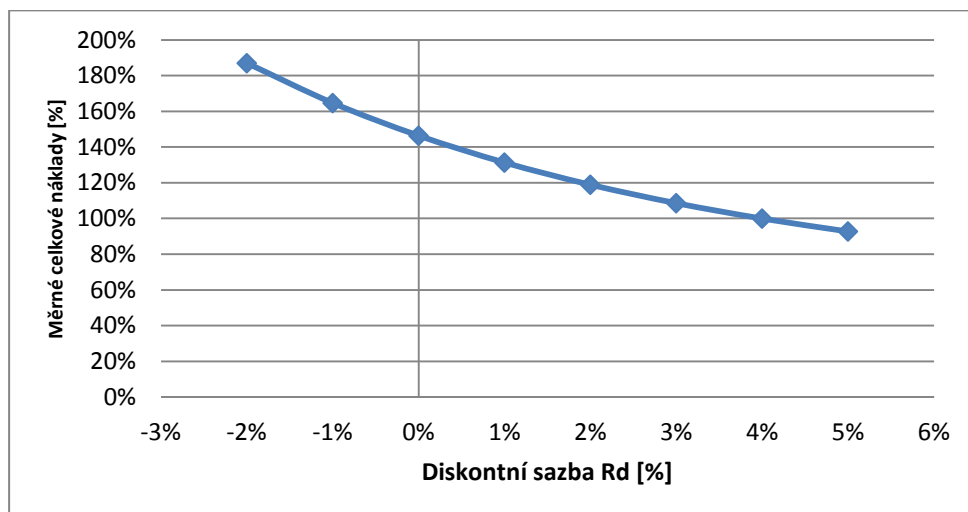


Obrázek 8.3-1 - Citlivostní analýza růstu cen energie rodinného domu

Citlivostní analýza změny diskontní sazby rodinného domu

Citlivostní analýza změny diskontní sazby rodinného domu je uvažována při konstantním růstu cen energie. Výsledné měrné celkové náklady vykazují degresivní charakter. Uvažování různého diskontního faktoru významně ovlivní výši měrných celkových nákladů. Diskontní faktor vykazuje oproti růstu cen energie protichůdnou tendenci a snižuje čistou současnou hodnotu celkových měrných nákladů.

Původní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost měrných celkových nákladů při rozdílném diskontním faktoru činí od 187 do 93 %.

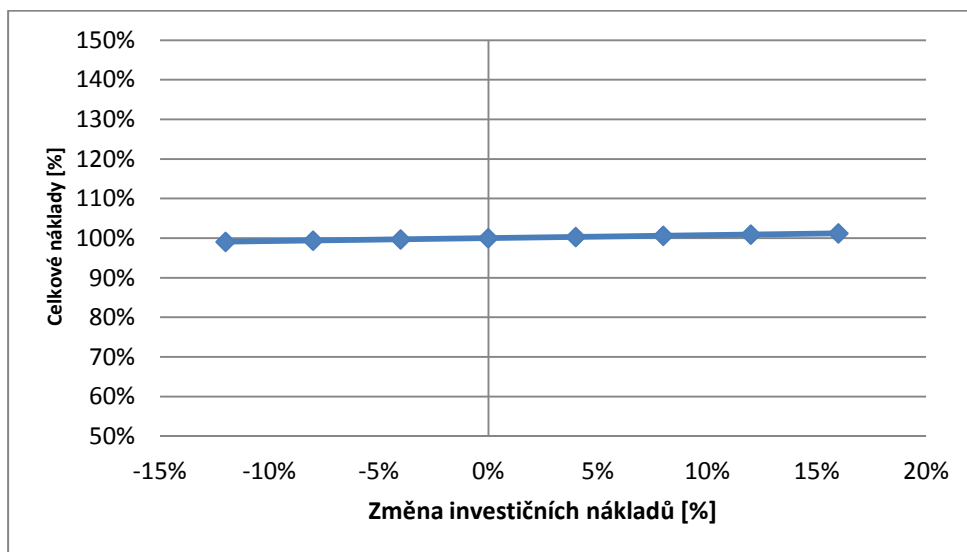


Obrázek 8.3-2 – Citlivostní analýza změny diskontní sazby rodinného domu

Citlivostní analýza změny vstupních investičních nákladů rodinného domu

Vstupní investiční náklady jsou i pro totožná opatření značně proměnlivé, náklady závisí zejména na konkurenčním prostředí a dostupnosti materiálů. Také jednotlivé nabídky firem jsou značně rozdílné. Uvedené faktory se snaží postihnout citlivostní analýza výše investičních nákladů. Vliv investičních nákladů v souvislosti s délkou sledovaného období provozu opatření klesá.

Původní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost celkových nákladů při rozdílných vstupních investičních nákladech činí pouze od 99 do 101 %.



Obrázek 8.3-3 – Citlivostní analýza výše investičních nákladů rodinného domu

8.4 Citlivostní analýza – příklad bytového domu

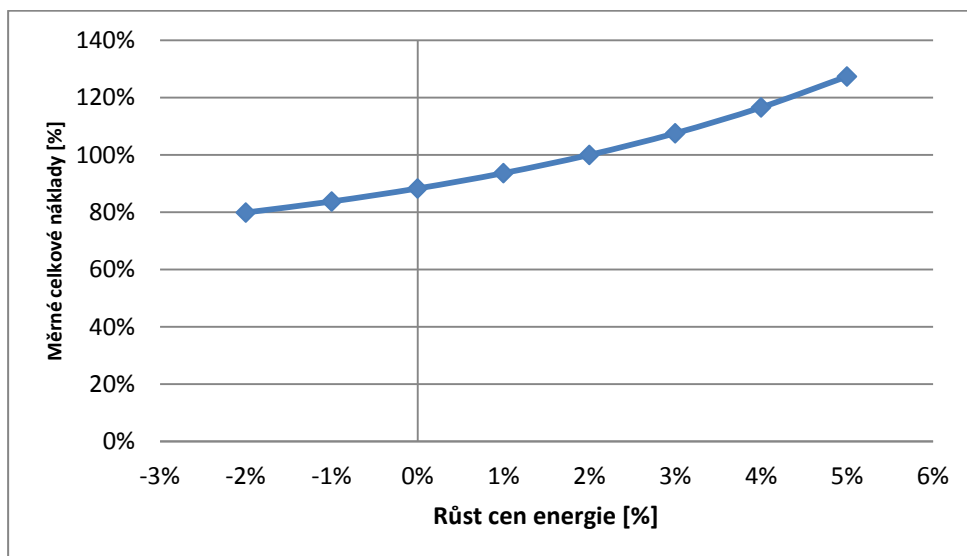
Citlivostní analýza větších změn budov je aplikována na vybrané optimální variantě na základě kombinace varianty zateplení a zdroje. Zpravidla se jedná o variantu komplexního zateplení s různým zdrojem vytápění. Komplexní zateplení obalových konstrukcí sestává ze zateplení obvodových stěn, výměny výplní otvorů a zateplení střešní konstrukce. Komplexní zateplení vykazuje oproti ostatním opatřením vyšší vstupní investiční náklady a nižší náklady na energii, tím ovlivňuje citlivost růstu cen energie. Zdroj tepla na plyn vykazuje na příklad oproti tepelnému čerpadlu nižší vstupní investiční náklady, je tak ovlivněna citlivost investičních nákladů. V optimálních variantách různých objektů dochází k přeskupování nákladů, ovšem k minimální změně citlivosti sledovaných parametrů.

Citlivostní analýza růstu cen energie bytového domu

Citlivostní analýza je zde provedena pro míru zateplení na doporučených hodnotách podle normy [7] a pro zdroj plynový kondenzační kotel.

Na příkladu realizovaného opatření kompletního zateplení s plynovým kotlem je při konstantní diskontní sazbě ukázána závislost měrných nákladů na změně růstu cen energie. Výsledné měrné celkové náklady vykazují progresivní charakter růstu. Je patrné, že obtížně odhadnutelný průběh cen energie ovlivní při rozdílném vývoji v porovnání s uvažovanou variantou výsledné hodnoty optima v řádech desítek procent. Růst cen energie jeden z nejcitlivějších parametrů.

Základní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost měrných celkových nákladů při rozdílném růstu cen energie činí od 80 do 127 %.

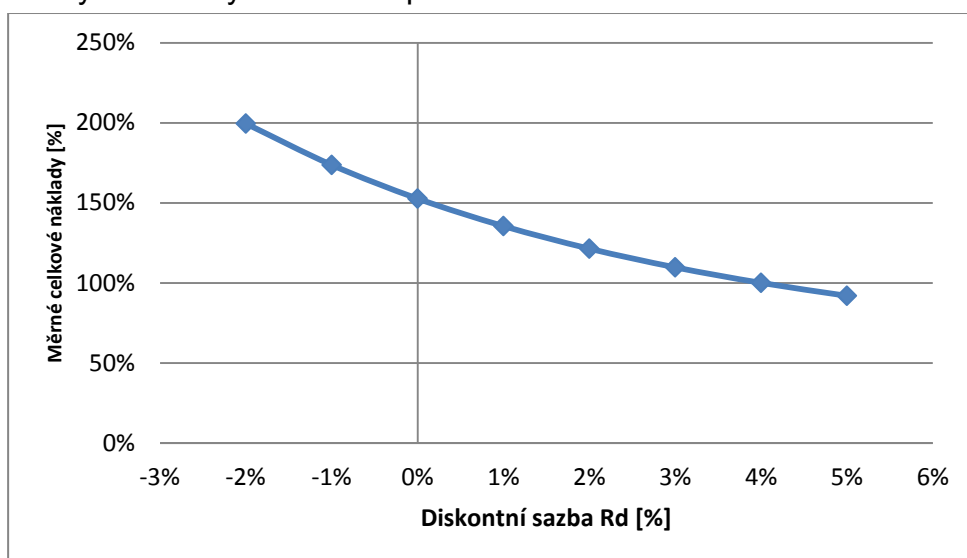


Obrázek 8.4-1 - Citlivostní analýza růstu cen energie bytového domu

Citlivostní analýza změny diskontní sazby bytového domu

Citlivostní analýza změny diskontní sazby bytového domu je uvažována při konstantním růstu cen energie. Výsledné měrné celkové náklady vykazují degresivní charakter. Uvažování různého diskontního faktoru významně ovlivní výši měrných celkových nákladů. Diskontní faktor vykazuje oproti růstu cen energie protichůdnou tendenci a snižuje čistou současnou hodnotu celkových měrných nákladů.

Původní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost měrných celkových nákladů při rozdílném diskontním faktoru činí od 199 do 92 %.



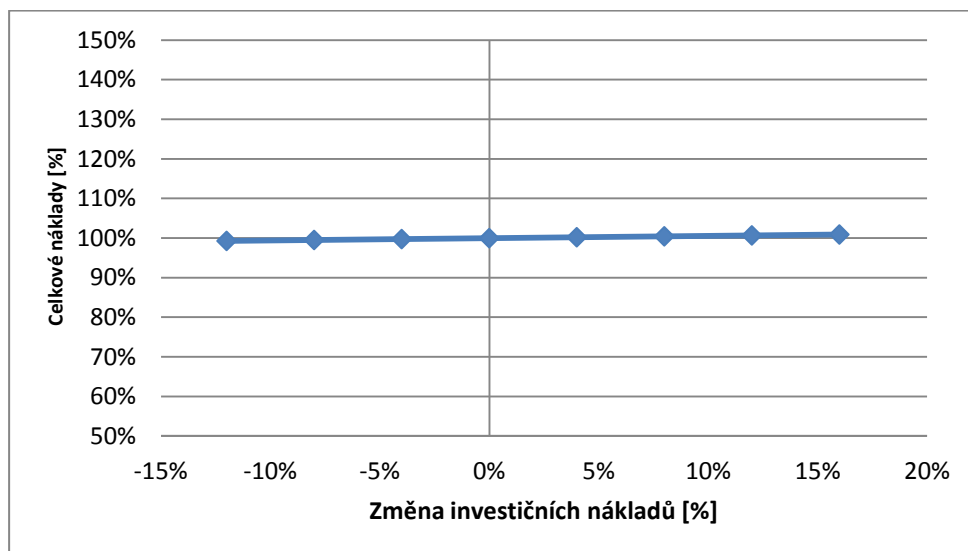
Obrázek 8.4-2 – Citlivostní analýza změny diskontní sazby bytového domu

Citlivostní analýza změny výše vstupních investičních nákladů bytového domu

Vstupní investiční náklady jsou i pro totožná opatření značně proměnlivé, náklady závisí zejména na konkurenčním prostředí a dostupnosti materiálů. Také jednotlivé nabídky firem jsou značně rozdílné. Uvedené faktory se snaží postihnout citlivostní

analýza výše investičních nákladů. Vliv investičních nákladů v souvislosti s délkou sledovaného období provozu opatření klesá.

Původní hodnoty výpočtu jsou růst cen energie 2 % a diskontní sazba 4 %. Citlivost celkových nákladů při rozdílných vstupních investičních nákladech činí pouze od 99 do 101 %.



Obrázek 8.4-3 – Citlivostní analýza výše investičních nákladů bytového domu

8.5 Shrnutí citlivostní analýzy

Citlivostní analýza prokázala zásadní vliv změny uvažovaného diskontního faktoru a změn cen energie na měrné celkové náklady. Změna obou parametrů o jedno procento vytváří změnu výše měrných investičních nákladů až o 10 procent. Citlivější jsou sledované parametry diskontní sazby, růstu cen energie a vstupních investičních nákladů při analýze bytového domu. Rodinný dům vykazuje cca o 20 % nižší citlivost než analyzovaný bytový dům. Úroveň citlivosti vstupních investičních nákladů je v porovnání diskontním faktorem a růstem cen energie výrazně nižší. Parametr výše investičních nákladů ovlivňuje výpočet pouze v počátku sledovaného období, a to jednorázově. Rozhodnutí o stanovení výše diskontního faktoru a odhad růstu cen energie se jeví pro výpočet nákladového optima jako zásadní. Změny oproti roku 2012 lze vnímat jako málo významné.

9 SHRnutí A Závěry

Výpočty prezentující potvrzení nákladové optimálnosti požadavků v této publikaci vycházejí ze srovnání měrných celkových nákladů a měrné primární energií skupin variant pro zvolené referenční budovy, pokrývající typově naprostou většinu objektů v České republice:

- Novostavba - rodinný dům
- Novostavba - bytový dům
- Novostavba - administrativní budova
- Novostavba - škola
- Větší změna dokončené budovy - rodinný dům 1 - velký
- Větší změna dokončené budovy - rodinný dům 2 - malý
- Větší změna dokončené budovy - bytový dům 1 - velký
- Větší změna dokončené budovy - bytový dům 2 - malý
- Větší změna dokončené budovy - administrativní budova 1 - malá
- Větší změna dokončené budovy - administrativní budova 2 - velká
- Větší změna dokončené budovy – mateřská škola
- Větší změna dokončené budovy – zdravotnické zařízení

Vymezením těchto referenčních budov jsou definovány případové studie, na nichž je výpočet nákladového optima proveden. Kombinací opatření stavebního charakteru (míra zateplení obvodových stěn, střech, podlah a parametry výplní otvorů) a použitých technologií pro vytápění, přípravu teplé vody, osvětlení, případně nucené větrání a chlazení bylo možné provést porovnání celé řady skupin výsledných měrných (neobnovitelných) primárních energií pro tyto budovy a příslušných limitních, tj. požadovaných hodnot, definovaných legislativou formou tzv. referenční budovy.

Hlavní změny pro rok 2016

Zásadní změnou pro rok 2016 jsou trendy poklesu cen stavebních materiálů a zároveň pokles cen energie. Uvedené, co do výpočtu nákladového optima protichůdné trendy, zachovávají v převážném počtu variant doporučené hodnoty součinitel tepelné vodivosti jako nákladové optimální. Souhlasně se pak tyto trendy chovají při vyhodnocení celkových nákladů, které významně posunují níže. Lze říci, že celkové náklady staveb od roku 2012 výrazně poklesly o to v řádu 10 až 30 %.

V roce 2016 zaznamenaný pokles DPH ovlivnil oproti roku 2012 celkové náklady, nicméně nevedl k posunu optimality jednotlivých způsobů vytápění nebo variant obálky budovy.

Většina variant opáření a jejich kombinací je v porovnání s výsledky z roku 2012 levnějších a to především díky podstatně nižším nákladům na stavební opatření. Mezi výsledky v letech 2012 a 2016 lze pozorovat rozdíly. Ty jsou způsobeny odlišnými cenami jednotlivých stavebních opatření, elektřiny a paliv. Vliv na rozdílné výsledky má také jiný přístup k využití nuceného větrání a výpočtům tepelných zisků.

Nucené větrání s rekuperací je na rozdíl od roku 2012 ve výpočtech uvažováno pouze pro topné období. Tepelné zisky jsou ve výpočtech oproti roku 2012 uvažované podstatně nižší (tepelné solární zisky a tepelné zisky z osvětlení byly v původních výpočtech nadhodnocené).

Závěry nákladového optima

Na základě provedených mnoha desítek různých výpočtů na konkrétních budovách lze odvodit některé závěry potvrzené většinou výsledků. Hlavní z nich jsou tyto:

- Nákladově optimální úroveň parametrů obalových konstrukcí nových budov se obvykle pohybuje kolem doporučených hodnot podle Normy. To je zapříčiněno vlivem poklesu cen energie a zároveň vlivem poklesu cen opatření, které neumožnili posun k jiné obálce budovy. Zároveň nedošlo k zásadní změně výhodnosti určitého způsobu vytápění.
- Nákladově optimální úroveň parametrů se v případě změn dokončených staveb (rekonstrukcí) obvykle pohybuje kolem doporučených hodnot podle normy [7].
- Z části výsledků výpočtů pro vytápění vyplývá, že nastavení referenčních hodnot distribuce a sdílení a činitel prostupu slunečního záření, umožňují dosahovat úspor pro hodnocené varianty v porovnání s hodnotou referenční. To umožňuje větší variabilitu možných řešení. Zároveň toto mírnější nastavení neklade takový důraz na extrémně nízké hodnoty v oblasti vytápění – avšak ten je kompenzován nastavením požadavků na obalové konstrukce budovy.
- Významný vliv na spotřebu energie na vytápění má výše uvažované účinnosti osvětlení, díky které jsou generovány významné vnitřní tepelné zisky, snižující výpočtovou spotřebu energie na vytápění. Pro rok 2016 byly dopady osvětlení sníženy tak aby odpovídaly dnešním dramatickým změnám v oblasti osvětlení.
- Nucená výměna vzduchu s rekuperací významně sníží parametry dodané energie, již méně energie primární. Optimalita řešení může být významně ovlivněna možností instalace rekuperace (zejména trubních rozvodů) ve stávajících budovách. Vyhodnocením přístupu k větrání (vyhodnocení variant nuceného a přirozeného) lze říci, že náklady variant přirozeného větrání jsou nižší než náklady variant nuceného větrání. Přínosy nuceného větrání se tak nezobrazují ve výpočtu celkových nákladů. Nucené větrání má význam zejména s ohledem na zajištění dlouhodobě kvalitního vnitřního prostředí a komfortu provozování budovy.

- Kvalita osvětlení vykazuje značný vliv na výsledek výpočtu, přitom v případě rezidenčních objektů je minimální možnost ovlivnit kvalitu světelných zdrojů a svítidel projektem. S ohledem na vlivy současných trendů osvětlení byly vstupy v této oblasti změněny. V případě nerezidenčních budov je referenční hodnota měrného příkonu na osvětlenost 0,1 W/(m².lx) vysoká. Tím dochází k výpočtu velmi vysoké referenční hodnoty dodané energie na osvětlení.
- Diskontní sazby byly ve výpočtu realizovány identicky s rokem 2012 z důvodu možného porovnání. V příloze je uveden však i výpočet v takzvaných stálých cenách s uvedením diskontní sazby ve výši 2 % a růstu cen energie také 2 %. Výpočet však nevedl k posunu nákladového optima. K posunu by vedly až významnější změny volených parametrů.
- V příloze je zároveň uvedeno rozšíření o solární kolektory. S jejich zahrnutím se posouvá do nákladového optima vytápění elektrickými přímotopy.

Pro jednotlivé zdroje vytápění se měrná neobnovitelná primární energie významně neliší natolik, aby nebylo možné případné negativní rozdíly oproti referenční hodnotě, tj. požadavku, kompenzovat užitím účinnější/další technologie v systému vytápění nebo přípravy teplé vody včetně obnovitelných zdrojů energie, užitím kvalitnějšího osvětlení). Významný rozdíl ve výsledcích představuje užití zdroje tepla na vytápění a/nebo přípravu teplé vody na elektrickou energii, kde je nutné rozdíly kompenzovat obvykle kombinací užití obnovitelného zdroje energie a použitím kvalitnějších konstrukcí obálky budovy.

Z hlediska citlivosti výpočtů na různé vstupní parametry je pro nové i stávající budovy charakteristické, že měrné celkové náklady jsou ovlivněny zejména uvažovaným růstem cen energií a diskontní sazbou za definované hodnotící období (tj. 30 let, resp. 20 let u komerčních objektů), dále pak vstupními investičními náklady. Rozdílná doba životnosti jednotlivých prvků je kompenzována tzv. zbytkovou hodnotou ve výpočtu, čímž jsou tyto rozdíly narovnány. Při uvážení neextrémních hodnot růstu cen energií a diskontních sazeb se výsledky výpočtů v absolutních hodnotách liší, nicméně při vzájemném porovnání technických řešení se pořadí ne/výhodnosti jednotlivých variant řešení téměř nemění. Z tohoto pohledu lze říci, že pokud ve 30letém výhledu (hodnotící období většiny budov) vezmeme v úvahu neextrémní hodnoty potenciálního ekonomického vývoje, jsou výsledky nákladové optimalizace stabilní.

10 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU (EPBD II), o energetické náročnosti budov, 19. květen 2010, Úřední věstník Evropské unie
- [2] Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) č. 244/2012 ze dne 16. ledna 2012, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov stanovením srovnávacího metodického rámce pro výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov, 21. březen 2012, Úřední věstník Evropské unie
- [3] Pokyny k nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 244/2012 ze dne 16. ledna 2012, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov stanovením srovnávacího metodického rámce pro výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov, 19. duben 2012, Úřední věstník Evropské unie
- [4] Studie “Cost Optimality – Discussing methodology and challenges within the recast Energy Performance of Buildings Directive” z roku 2010 renomovaného institutu the Buildings Performance Institute Europe (BPIE)
- [5] Boermans, Bettgenhäuser a kol., 2011: Cost-optimal building performance requirements - Calculation methodology for reporting on national energy performance requirements on the basis of cost optimality within the framework of the EPBD, ECEEE. (Požadavky na nákladově optimální náročnost budov – metodika výpočtu pro podávání zpráv o vnitrostátních požadavcích na energetickou náročnost na základě optimálních nákladů v rámci směrnice o energetické náročnosti budov, Evropská rada pro energeticky účinné hospodářství)
- [6] ČSN EN 15 459 Energetická náročnost budov – Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách, 2010
- [7] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov, část 1: Terminologie, 2005; část 2: Požadavky, 2011; část 3: Návrhové hodnoty veličin, 2005; část 4: Výpočtové metody, 2005
- [8] ČSN ISO 15686-5 Budovy a jiné stavby – Plánování životnosti – část 5: Posouzení nákladů životního cyklu, 2014

- [9] ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení, 2009
- [10] Vyhláška o energetické náročnosti budov 78/2013 Sb., březen 2013
- [11] Technická normalizační informace TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet, ÚNMZ, duben 2013
- [12] Cost-optimal training workshop, co-ordinated by Ecofys, 25-26 September 2012, Brussels, European Commission, Directorate-General for Energy, Directorate C - Renewables, Research and Innovation, Energy Efficiency, Energy efficiency unit
- [13] 2016 Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring country reports, Concerted Action, 2015
- [14] Assessment of cost optimal calculations in the context of the EPBD (ENER/C3/2013-414), Final report by Ecofys, 19 November 2015
- [15] ZPRÁVA KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU A RADĚ Pokrok členských států při dosahování nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost, v Bruselu dne 29. 7. 2016
- [16] Maroušek, J. -Zahradník, P. -Šestáková, Z. - Karásek, J. Presentace výsledků výpočtů nákladové optimalizace při výstavbě a rekonstrukci budov v ČR podle implementované Směrnice EPBD II. Praha: SEVEn, 2013, s. 223.

11 SEZNAM ZKRATEK

BPIE	Evropský institut energetické náročnosti budov (Buildings Performance Institute Europe)
ECEEE	Evropská rada pro energeticky účinné hospodářství (European Council for an Energy Efficient Economy)
EPBD II	Směrnice 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov (Energy Performance of Building Directive II)
LCC	Náklady životního cyklu budov (Life Cycle Costs)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
TNI	Technická normalizační informace
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
OPŽP	Operační program životní prostředí

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.3-1 - Základní geometrické charakteristiky referenčních budov	13
Tabulka 3.4-1 - Ceny materiálu pro zateplení obvodového pláště.....	21
Tabulka 3.4-2 - Ceny materiálu zateplení obvodové konstrukce podle šířky izolantu	23
Tabulka 3.4-3 - Ceny materiálu pro zateplení střešního pláště	24
Tabulka 3.4-4 - Ceny materiálu zateplení střešní konstrukce podle šířky izolantu	25
Tabulka 3.4-5 - Ceny materiálu pro zateplení podlahové konstrukce.....	25
Tabulka 3.4-6 - Ceny materiálu zateplení podlahové konstrukce podle šířky izolantu	26
Tabulka 3.4-7 - Ceny materiálu pro montáž výplní otvorů.....	27
Tabulka 3.5-1 - Ceny prací zateplení obvodové konstrukce podle šířky izolantu	28
Tabulka 3.5-2 - Ceny prací zateplení střešní konstrukce podle šířky izolantu	29
Tabulka 3.5-3 - Ceny prací zateplení podlahové konstrukce podle šířky izolantu	29
Tabulka 3.5-4 - Ceny prací pro montáž výplní otvorů.....	30
Tabulka 6.1-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům).....	40
Tabulka 6.1-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací	40
Tabulka 6.1-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání	41
Tabulka 6.2-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům)	43
Tabulka 6.2-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací	43
Tabulka 6.2-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání	43
Tabulka 6.3-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova)	46
Tabulka 6.3-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací	46
Tabulka 6.3-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání	46
Tabulka 6.4-1 - Základní charakteristiky objektu (škola).....	49
Tabulka 6.4-2 - Legenda posuzovaných variant – řešení s rekuperací	49
Tabulka 6.4-3 - Legenda posuzovaných variant – přirozené větrání	49
Tabulka 7.1-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům 1).....	52
Tabulka 7.1-2 - Legenda posuzovaných variant	52
Tabulka 7.2-1 - Základní charakteristiky objektu (rodinný dům 2).....	54
Tabulka 7.2-2 - Legenda posuzovaných variant	54
Tabulka 7.3-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům 1)	56
Tabulka 7.3-2 - Legenda posuzovaných variant	56
Tabulka 7.4-1 - Základní charakteristiky objektu (bytový dům 2)	58
Tabulka 7.4-2 - Legenda posuzovaných variant	58
Tabulka 7.5-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova 1)	60
Tabulka 7.5-2 - Legenda posuzovaných variant	60
Tabulka 7.6-1 - Základní charakteristiky objektu (administrativní budova 2)	62
Tabulka 7.6-2 - Legenda posuzovaných variant	62
Tabulka 7.7-1 - Základní charakteristiky objektu (mateřská škola).....	64
Tabulka 7.7-2 - Legenda posuzovaných variant	64
Tabulka 7.8-1 - Základní charakteristiky objektu (zdravotnické zařízení)	66
Tabulka 7.8-2 - Legenda posuzovaných variant	66

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1-1 - Schéma Srovnávacího metodického rámce.....	9
Obrázek 2.2-1 - Obecný princip hledání nákladového optima.....	11
Obrázek 2.2-2 - Základní závislost celkových měrných nákladů a primární energie pro hledání nákladově optimální úrovně.....	11
Obrázek 2.5-1 - Schéma variant výpočtů.....	15
Obrázek 5.2-1 - Výpočet celkových měrných nákladů podle normy ČSN EN 15 459 [6] - finanční výpočet (Zdroj: Pokyny [3]).....	38
Obrázek 5.2-2 - Výpočet celkových měrných nákladů podle normy ČSN EN 15 459 [6] - makroekonomický výpočet (Zdroj: Pokyny [3]).....	39
Obrázek 6.1-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	41
Obrázek 6.1-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	42
Obrázek 6.2-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	44
Obrázek 6.2-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	44
Obrázek 6.3-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	47
Obrázek 6.3-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	47
Obrázek 6.4-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	50
Obrázek 6.4-2 - Nákladová optimalizace, přirozené větrání (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	50
Obrázek 7.1-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	53
Obrázek 7.2-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	55
Obrázek 7.3-1 - Nákladová optimalizace, řešení s rekuperací (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	57
Obrázek 7.4-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	59
Obrázek 7.5-1 - Nákladová optimalizace, řešení s chlazením (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	61
Obrázek 7.6-1 - Nákladová optimalizace, řešení s chlazením (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	63
Obrázek 7.7-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	65
Obrázek 7.8-1 - Nákladová optimalizace (diskont 3%, růst cen energie 2%).....	67
Obrázek 9.3-1 - Citlivostní analýza růstu cen energie rodinného domu.....	69
Obrázek 9.3-2 – Citlivostní analýza změny diskontní sazby rodinného domu.....	70
Obrázek 9.3-3 – Citlivostní analýza výše investičních nákladů rodinného domu.....	71
Obrázek 9.4-1 - Citlivostní analýza růstu cen energie bytového domu.....	72
Obrázek 9.4-2 – Citlivostní analýza změny diskontní sazby bytového domu.....	72
Obrázek 9.4-3 – Citlivostní analýza výše investičních nákladů bytového domu.....	73

14 PŘÍLOHY

Příloha 1

Ukázka aktualizace vstupních parametrů pro výpočet nákladově optimální úrovně:

Zkontrolováno/bez změny	
Změněno/přepočítáno	

Ceny paliv	rezidenční	ostatní malý	ostatní velký	
zem.plyn	400	400	350	Kč/GJ vč.DPH
elektrina (zadání v C236-E242)	-	-	-	Kč/GJ vč.DPH
teplo	600	600	500	Kč/GJ vč.DPH
biomasa	350	300	250	Kč/GJ vč.DPH
hn.uhlí	300	300	250	Kč/GJ vč.DPH

Ceny elektřiny	rezidenční	ostatní malý	ostatní velký	
Kotel na zemní plyn - účinnost zdroje 85%	1030	830	580	Kč/GJ vč.DPH
Kotel na zemní plyn kondenzační - účinnost zdroje 98%	1030	830	580	Kč/GJ vč.DPH
Elektrické přímotopy - účinnost zdroje 98%	700	640	580	Kč/GJ vč.DPH
Tepelné čerpadlo - COP 3,0	700	640	580	Kč/GJ vč.DPH
Kotel na uhlí - účinnost zdroje 75%	1030	830	580	Kč/GJ vč.DPH
Kotel na biomasu - účinnost zdroje 80%	1030	830	580	Kč/GJ vč.DPH
Centrální zásobování teplem - účinnost zdroje 96%	1030	830	580	Kč/GJ vč.DPH

Osvětlení	Kč/m ² vč.DPH	
	inv.	údržba
standardní osvětlení	250	36
kvalitní úsporné osvětlení	400	57
standardní osvětlení	344	
kvalitní úsporné osvětlení	550	

Větrání	Kč/m ² vč.DPH	
	inv.	údržba
Nucené bez rekuperace	720	12,61
Nucené s rekuperací - účinnost 75%	900	
Nucené bez rekuperace	480	
Nucené s rekuperací - účinnost 75%	600	

		Novostavba - Rodinný dům	Novostavba - Bytový dům	Novostavba - Administrativní budova	Novostavba - Vzdělávací zařízení	Rekonstrukce - Rodinný dům 1	Rekonstrukce - Rodinný dům 2	Rekonstrukce - Bytový dům 1	Rekonstrukce - Bytový dům 2	Rekonstrukce - Administrativní budova 1 - malá	Rekonstrukce - Administrativní budova 2 - velká	Rekonstrukce - Mateřská škola	Rekonstrukce - Zdravotnické zařízení
stěna 1	A (m2)	141,0	923,0	3890,0	1790,0	309,0	124,0	3313,0	681,0	1298,0	4774,0	737,0	3310,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
střecha 1	A (m2)	64,0	252,0	2830,0	1633,0	211,0	78,0	483,0	244,0	536,0	1560,0	800,0	2425,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
strop k nevytápěné půdě	A (m2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
podlaha na terénu	A (m2)	90,0	279,0	2900,0	1650,0	0,0	4,0	482,0	0,0	536,0	1510,0	800,0	2355,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Novostavba - Rodinný dům	Novostavba - Bytový dům	Novostavba - Administrativní budova	Novostavba - Vzdělávací zařízení	Rekonstrukce - Rodinný dům 1	Rekonstrukce - Rodinný dům 2	Rekonstrukce - Bytový dům 1	Rekonstrukce - Bytový dům 2	Rekonstrukce - Administrativní budova 1 - malá	Rekonstrukce - Administrativní budova 2 - velká	Rekonstrukce - Mateřská škola	Rekonstrukce - Zdravotnické zařízení
podlaha nad nevyt.suterénem	A (m2)	0,0	0,0	0,0	0,0	137,0	54,0	0,0	271,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dveře 1	A (m2)	2,1	6,0	15,8	12,5	1,9	3,7	6,0	4,0	10,2	18,1	5,4	8,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
okna	A (m2)	4,2	26,0	481,0	171,0	2,2	1,8	112,0	18,0	172,0	299,0	27,7	588,0
	A (m2)	9,9	28,0	547,0	227,0	6,3	0,8	112,0	18,0	209,0	320,0	50,0	662,0
	A (m2)	5,0	70,0	298,0	126,0	30,3	12,4	251,0	116,0	45,0	290,0	138,0	332,0
	A (m2)	7,2	66,0	332,0	107,0	10,2	7,0	341,0	120,0	42,0	290,0	125,0	359,0
podlaha na terénu	A (m2)	90,0	279,0	2900,0	1650,0	0,0	4,0	482,0	0,0	536,0	1510,0	800,0	2355,0
	životnost (roky)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	perioda údržby (roky)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	náklady údržby (Kč)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Novostavba - Rodinný dům	Novostavba - Bytový dům	Novostavba - Administrativní budova	Novostavba - Vzdělávací zařízení	Rekonstrukce - Rodinný dům 1	Rekonstrukce - Rodinný dům 2	Rekonstrukce - Bytový dům 1	Rekonstrukce - Bytový dům 2	Rekonstrukce - Administrativní budova 1 - malá	Rekonstrukce - Administrativní budova 2 - velká	Rekonstrukce - Mateřská škola	Rekonstrukce - Zdravotnické zařízení
Počet osob	--	4	57	950	290	6	3	155	32	65	760	120	1250
Objem budovy	m3	439	4 615	38600	11400	938	344	14500	3940	6053	58200	4486	63840
Energ.vztažná plocha	m2	180	1393	14100	3700	302	116	4764	1354	1703	13360	1360	19450
Podl.plocha celková vnitřní	m2	158	1305	13 550	3 530	278	113	4240	1288,8	1 607	12 950	1 280	18 780
Časová konstanta zóny Tau	hod	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
Měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	standardní osvětlení	7,5	7,5	67,1	54,9	7,5	7,5	7,5	7,5	67,1	67,1	54,9	67,1
	kvalitní úsporné osvětlení	4,5	4,5	30,0	17,0	4,5	4,5	4,5	4,5	30,0	30,0	17,0	30,0
Počet hodin svícení ročně	hod	1460	1460	2500	2000	1460	1460	1460	1460	2500	2500	2000	5000
Osvětlenost	lx	80	80	500	350	80	80	80	80	500	500	350	400
Měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení dle vyhl.	W/(m2.lx)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nouzové osvětlení	(ANO=1/NE=0)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
účinnost osvětlení (pro výpočet zisků)	standardní osvětlení	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
	kvalitní úsporné osvětlení	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

	Novostavba - Rodinný dům	Novostavba - Bytový dům	Novostavba - Administrativní budova	Novostavba - Vzdělávací zařízení	Rekonstrukce - Rodinný dům 1	Rekonstrukce - Rodinný dům 2	Rekonstrukce - Bytový dům 1	Rekonstrukce - Bytový dům 2	Rekonstrukce - Administrativní budova 1 - malá	Rekonstrukce - Administrativní budova 2 - velká	Rekonstrukce - Mateřská škola	Rekonstrukce - Zdravotnické zařízení
zdroj vytápění	náklady (Kč/MJ)											
zdroj, armatury, komin	náklady (Kč/MJ)											
Kotel na zemní plyn - účinnost zdroje 85%	73 600	224 800	880 000	416 000	82 400	76 800	456 000	256 000	366 720	1 181 760	304 000	1 671 360
Kotel na zemní plyn kondenzační - účinnost zdroje 98%	92 000	281 000	1 100 000	520 000	103 000	96 000	570 000	320 000	458 400	1 477 200	380 000	2 089 200
Elektrické přímotopy - účinnost zdroje 98%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné čerpadlo - COP 3,0	170 000	910 000	5 600 000	1 830 000	282 000	170 000	2 980 000	1 065 000	2 010 000	7 400 000	1 686 000	12 400 000
Kotel na uhlí - účinnost zdroje 75%	87 500	261 000	945 500	465 000	93 000	90 500	480 000	295 000	414 000	1 257 300	345 000	1 715 700
Kotel na biomasu - účinnost zdroje 80%	125 000	336 000	1 680 000	700 000	143 000	135 000	680 000	390 000	624 000	1 920 000	520 000	3 240 000
Centrální zásobování teplem - účinnost zdroje 96%	54 000	198 000	920 000	400 000	72 000	66 000	388 000	216 000	360 000	1 131 000	284 000	1 641 000
zdroj přípravy TV (zásobník)	náklady (Kč/MJ)											
Centrální příprava - celoročně hlavním zdrojem tepla	16 000	220 000	220 500	130 200	30 000	14 000	660 000	130 000	37 200	271 500	60 000	271 500
Centrální příprava - hl. zdrojem tepla pouze v topné sezoně, jinak el.	16 000	220 000	220 500	130 200	30 000	14 000	660 000	130 000	37 200	271 500	60 000	271 500
Lokální příprava - elektrický ohřev	16 000	22 000	741 000	152 100	22 800	20 400	627 000	182 400	140 250	610 200	42 000	982 375

		Novostavba - Rodinný dům	Novostavba - Bytový dům	Novostavba - Administrativní budova	Novostavba - Vzdělávací zařízení	Rekonstrukce - Rodinný dům 1	Rekonstrukce - Rodinný dům 2	Rekonstrukce - Bytový dům 1	Rekonstrukce - Bytový dům 2	Rekonstrukce - Administrativní budova 1 - malá	Rekonstrukce - Administrativní budova 2 - velká	Rekonstrukce - Mateřská škola	Rekonstrukce - Zdravotnické zařízení
solární kolektory	náklady (Kč/MJ)	80 000	610000	2 890 000	910 000	100 000	70 000	1 590 000	360 000	235 000	2 320 000	400 000	3 790 000
	životnost (roky)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	perioda údržby (roky)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	náklady údržby (Kč)	500	3500	8000	4000	500	500	5000	1000	1000	8000	3000	10000
chlazení	náklady (Kč/MJ)	0	0	8 000 000	0	0	0	0	0	1 897 565	11 468 635	0	0
	životnost (roky)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	perioda údržby (roky)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	náklady údržby (Kč)	0	0	40 000	0	0	0	0	0	10 000	30 000	0	0
osvětlení	náklady (Kč/MJ)	standardní osvětlení	45 000	348 250	4 846 875	1 271 875	0	0	0	0	0	0	0
kvalitní úsporné osvětlení		72 000	557 200	7 755 000	2 035 000	0	0	0	0	0	0	0	0
	životnost (roky)	standardní osvětlení	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
kvalitní úsporné osvětlení		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	perioda údržby (roky)	standardní osvětlení	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
kvalitní úsporné osvětlení		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	náklady údržby (Kč)	standardní osvětlení	6 438	49 819	504 271	132 326	0	0	0	0	0	0	0
kvalitní úsporné osvětlení		10 300	82 000	806 833	211 722	0	0	0	0	0	0	0	0

stěna 1	U pož	U dop	U horní	U dolní
	0,30	0,25	0,18	0,12
Novostavba - Rodinný dům		345	390	555
Novostavba - Bytový dům		345	390	555
Novostavba - Administrativní budova		345	390	555
Novostavba - Vzdělávací zařízení		345	390	555
Rekonstrukce - Rodinný dům 1	1040	1100	1220	1465
Rekonstrukce - Rodinný dům 2	1040	1100	1220	1465
Rekonstrukce - Bytový dům 1	1040	1100	1220	1465
Rekonstrukce - Bytový dům 2	1040	1100	1220	1465

střecha 1	U pož	U dop	U horní	U dolní
	0,24	0,16	0,15	0,10
Novostavba - Rodinný dům	0	250	260	460
Novostavba - Bytový dům	0	250	260	460
Novostavba - Administrativní budova	0	270	280	480
Novostavba - Vzdělávací zařízení	0	385	400	635
Rekonstrukce - Rodinný dům 1	630	855	890	1075
Rekonstrukce - Rodinný dům 2	725	940	980	1180
Rekonstrukce - Bytový dům 1	600	815	845	1020
Rekonstrukce - Bytový dům 2	470	685	715	960

dveře 1	U pož	U dop	U horní	U dolní
	1,70	1,20	0,90	0,90
Novostavba - Rodinný dům		2870	5800	5800
Novostavba - Bytový dům		2870	5800	5800
Novostavba - Administrativní budova		2870	5800	5800
Novostavba - Vzdělávací zařízení		2870	5800	5800
Rekonstrukce - Rodinný dům 1	4995	7870	11015	11015
Rekonstrukce - Rodinný dům 2	4995	7870	11015	11015

Okna	U pož	U dop	U horní	U dolní
	1,50	1,20	0,80	0,60
Novostavba - Rodinný dům		670	4770	5740
Novostavba - Bytový dům		670	4770	5740
Novostavba - Administrativní budova		670	4770	5740
Novostavba - Vzdělávací zařízení		670	4770	5740
Rekonstrukce - Rodinný dům 1	5090	5775	9875	11850
Rekonstrukce - Rodinný dům 2	5090	5775	9875	11850
Rekonstrukce - Bytový dům 1	5090	5775	9875	11850
Rekonstrukce - Bytový dům 2	5090	5775	9875	11850

Příloha 2

Doplňkové grafy k optimálním variantám

RD – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací (75%) – Plynový kotel

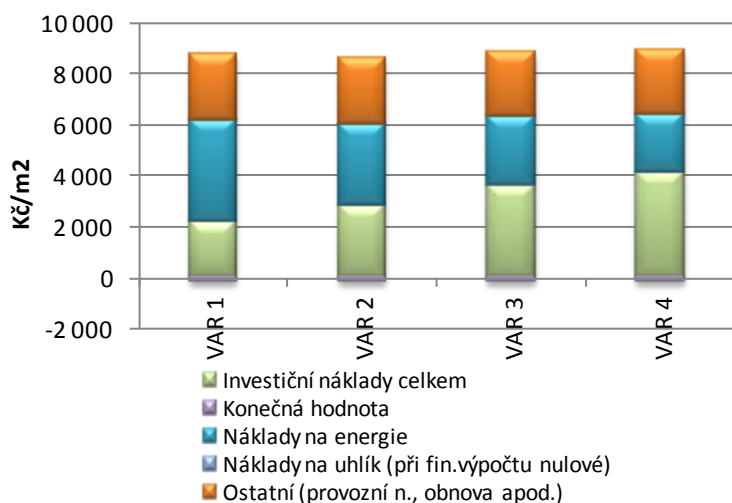
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

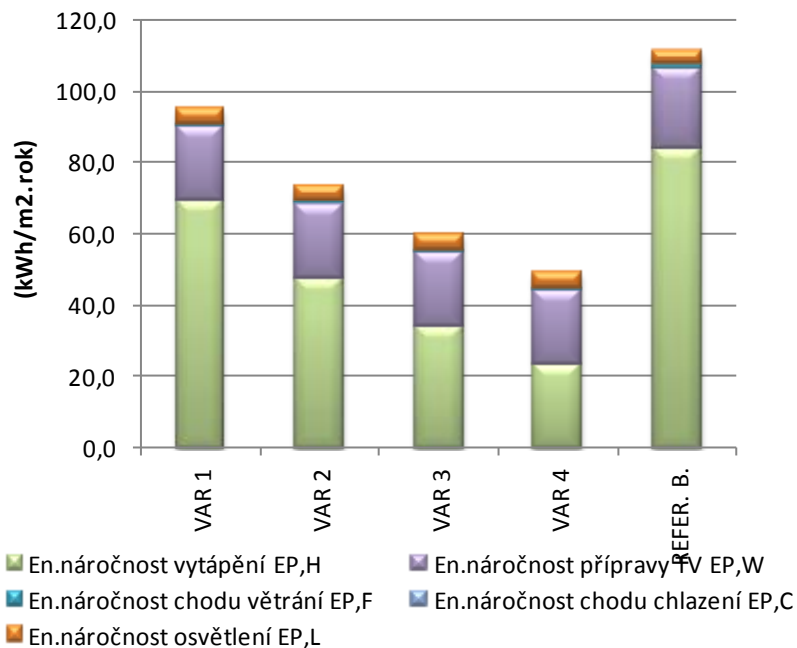
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



RD – Novostavba – přirozené větrání – Plynový kotel

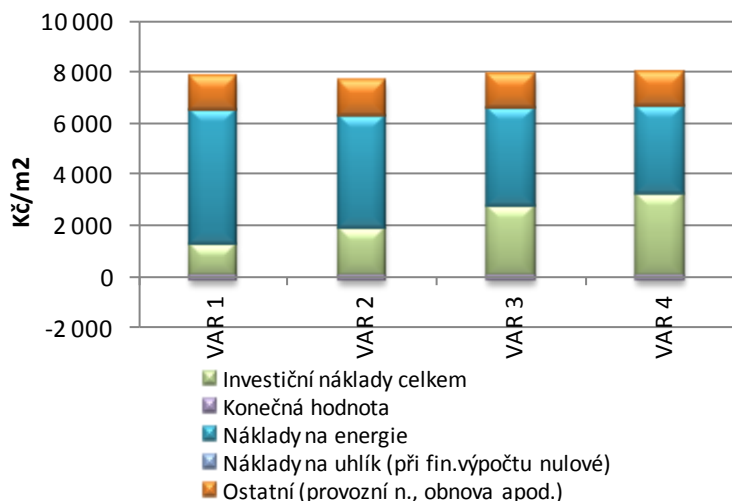
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

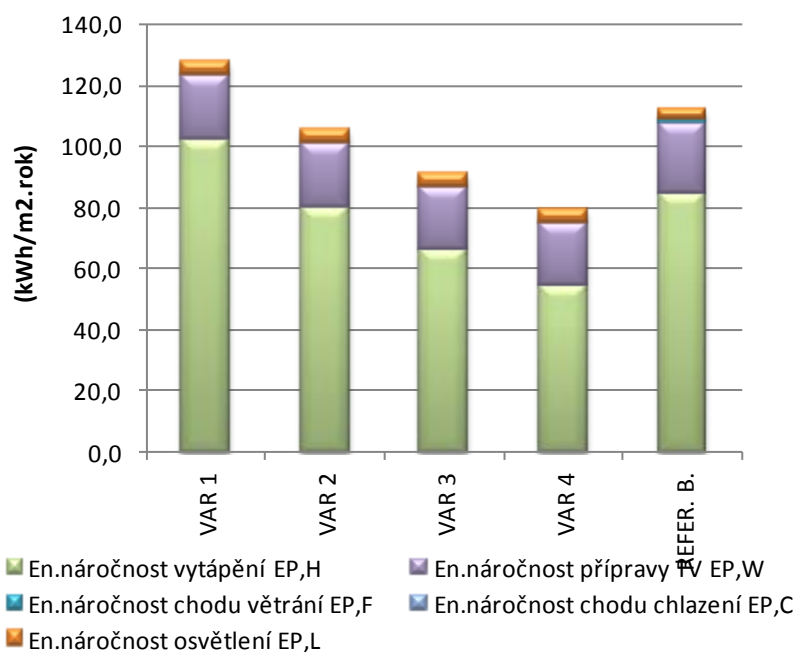
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



BD – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací (75%) – Plynový kotel

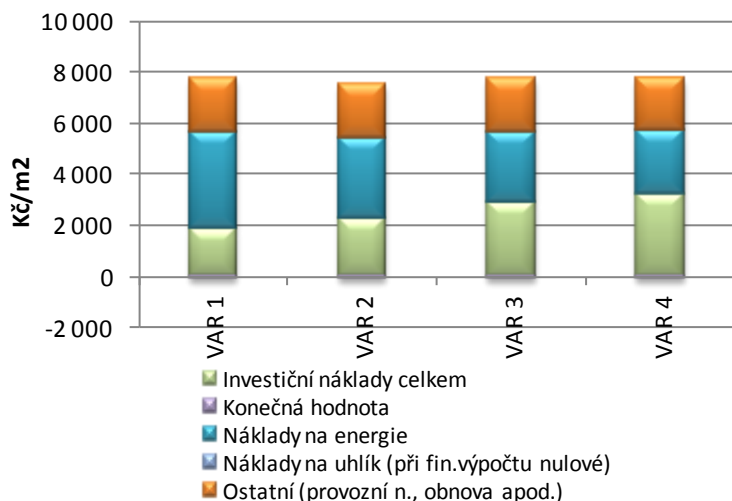
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

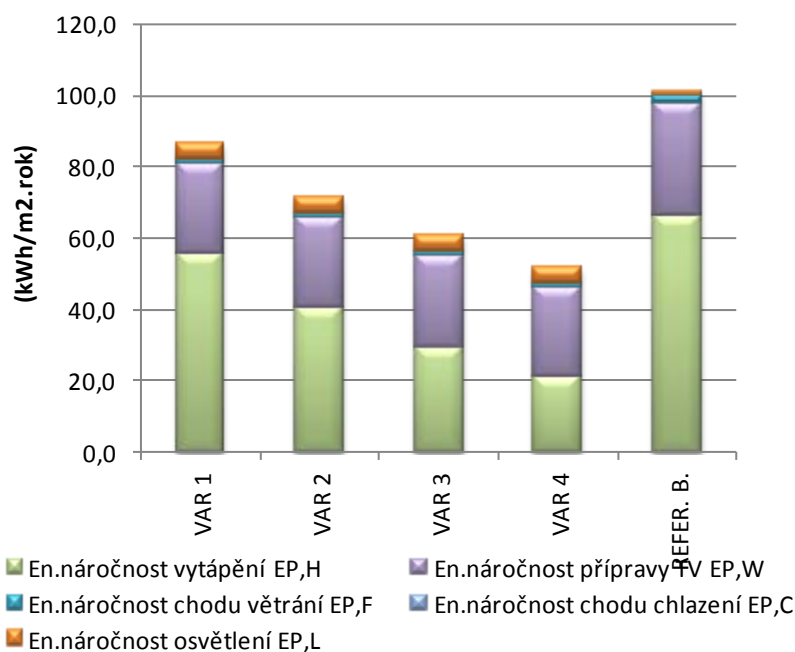
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



BD – Novostavba – Přirozené větrání – Tepelné čerpadlo

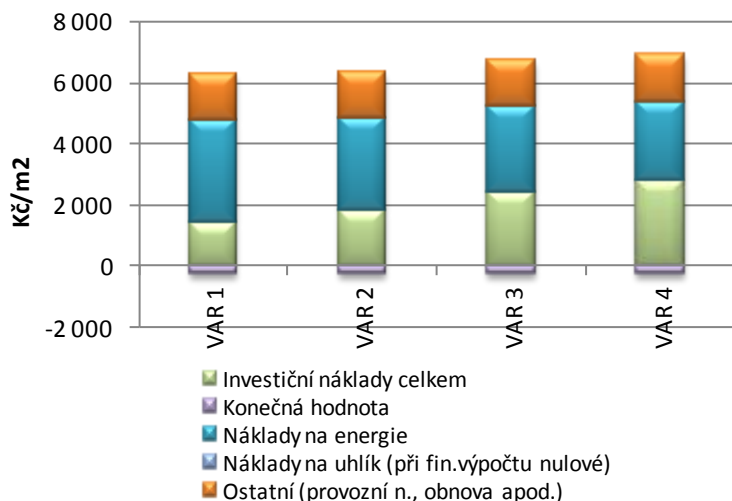
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

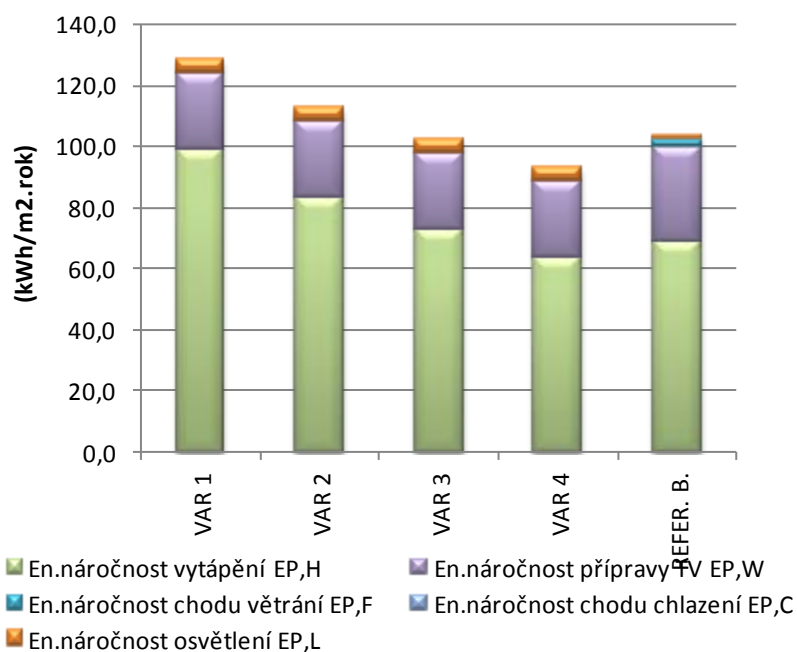
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



AB – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací (75%) – Plynový kotel

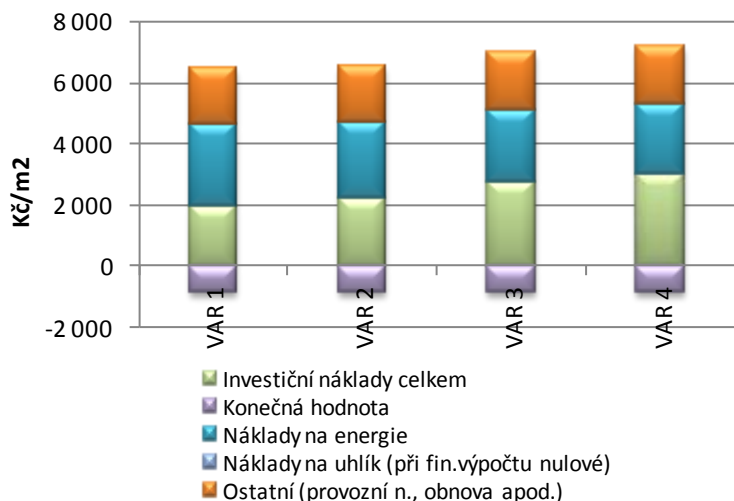
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

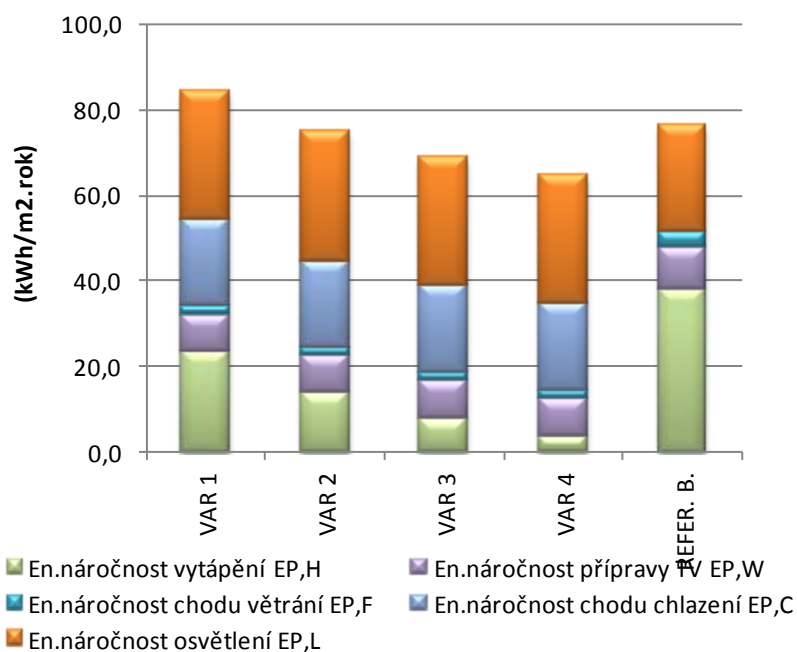
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



AB – Novostavba – Přirozené větrání – Plynový kotel

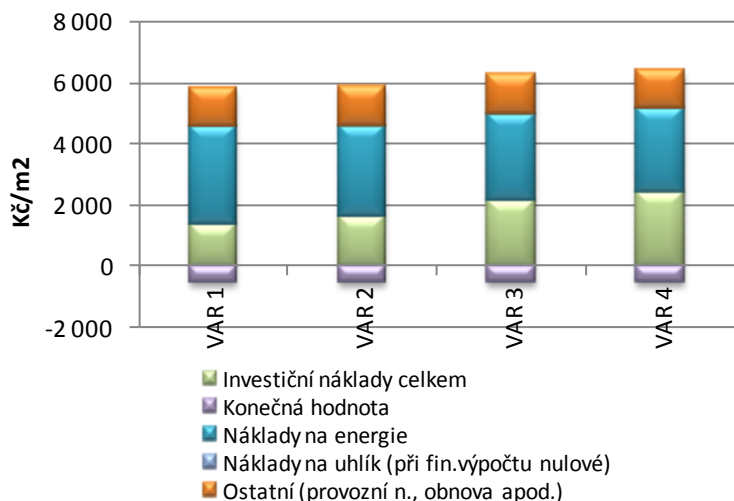
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

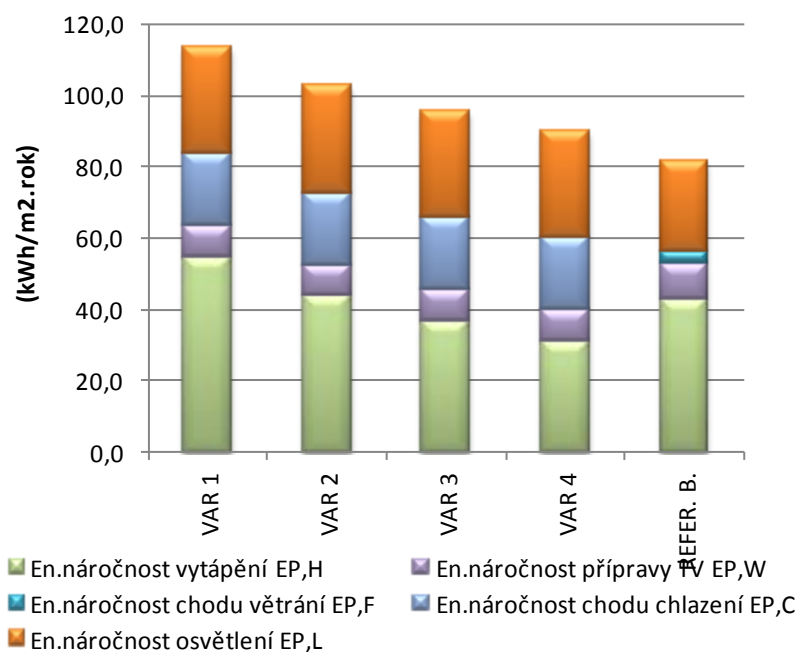
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy

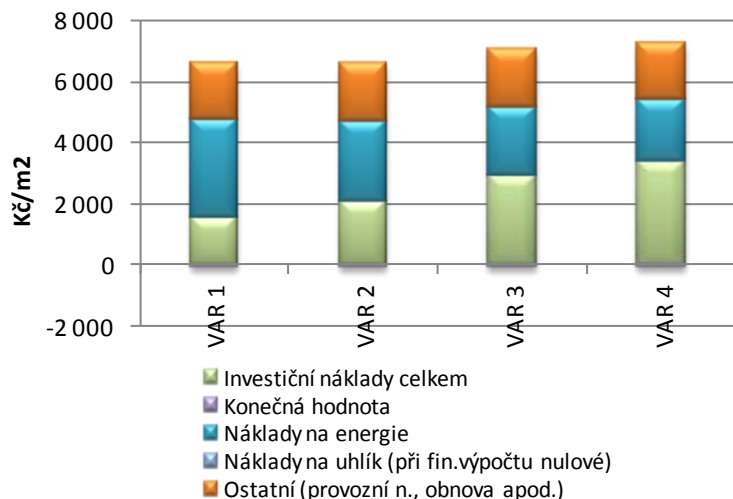


Vzdělávací zařízení – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací – Plynový kotel

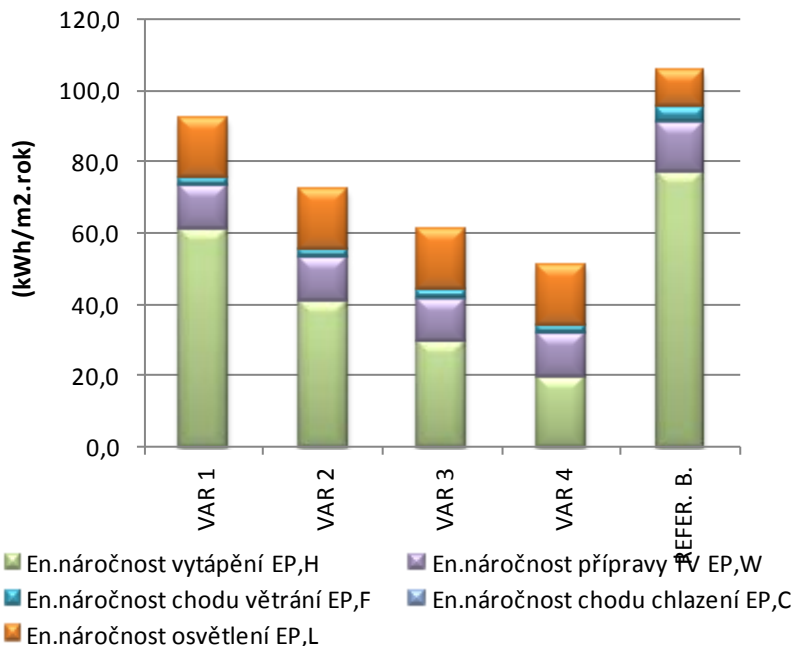
VAR1 - požadované hodnoty U,
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR2 - doporučené hodnoty U,
VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



Vzdělávací zařízení – Novostavba – Přirozené větrání – Tepelné čerpadlo

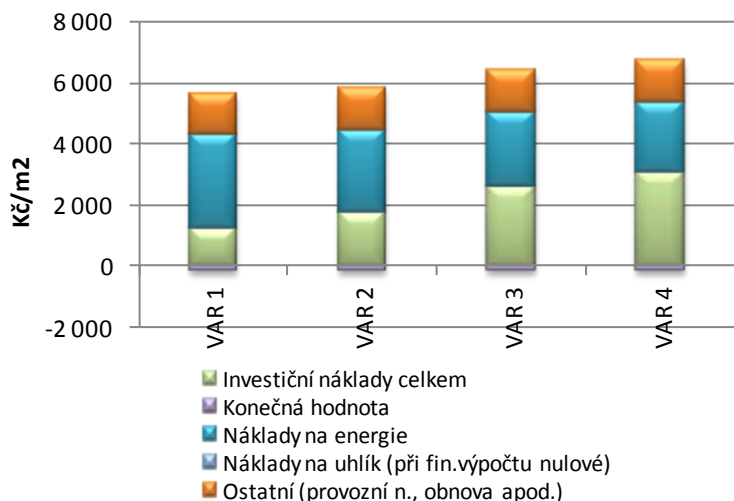
VAR1 - požadované hodnoty U,

VAR2 - doporučené hodnoty U,

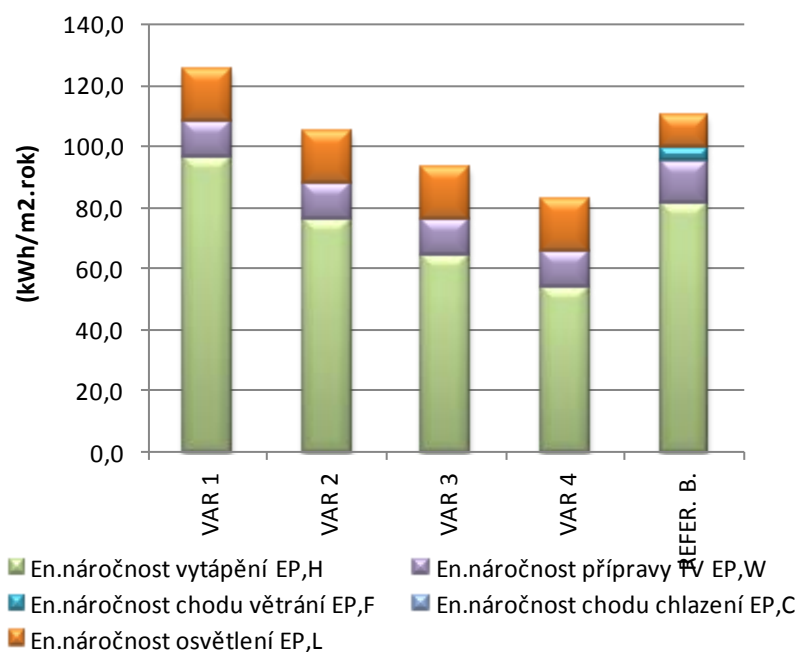
VAR3 – U pro pasivní domy – mírné,

VAR4 - U pro pasivní domy – přísné

Rozdělení celkových měrných nákladů



Energetická náročnost budovy



Příloha 3

Doplňkové výpočty k výše uvedeným základním výpočtům (k porovnání)

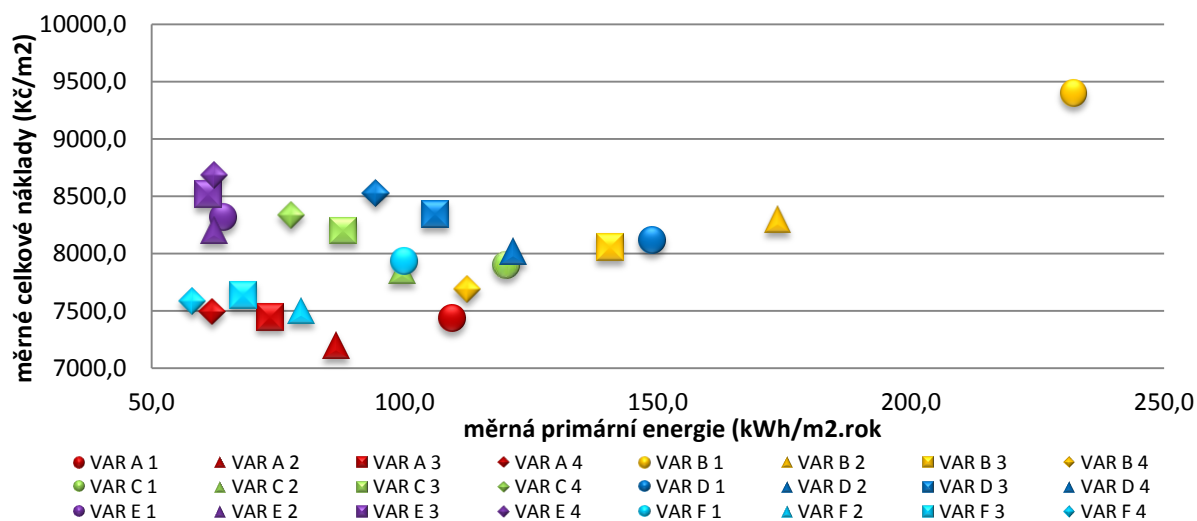
RD – Novostavba – Nucené větrání výpočet makroekonomický

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislí na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



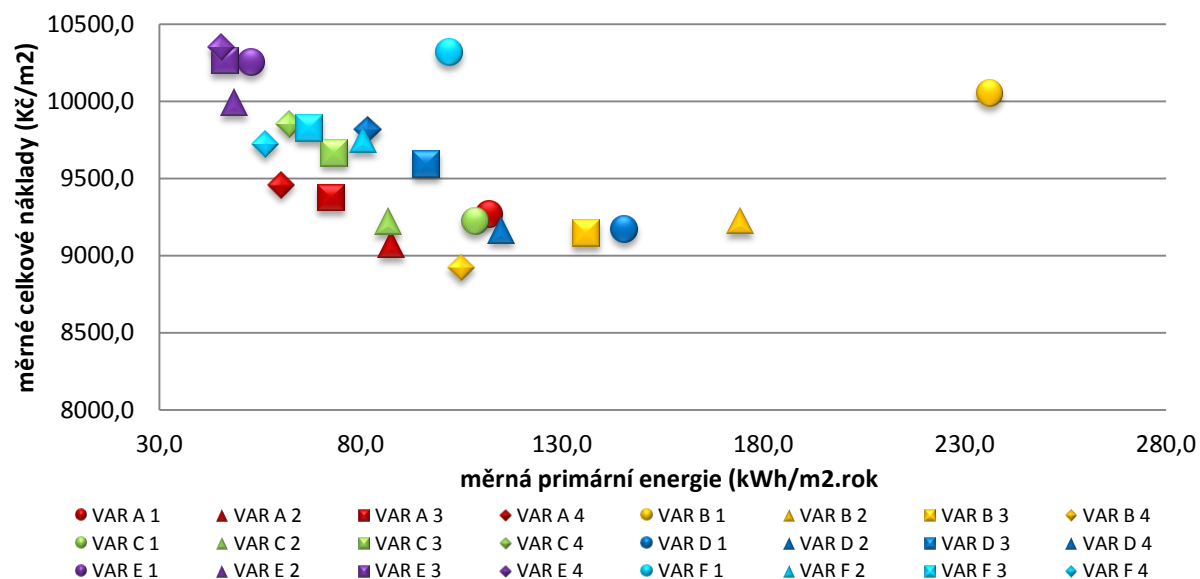
RD – Novostavba – Nucené větrání doplněné o solární kolektory

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ano					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



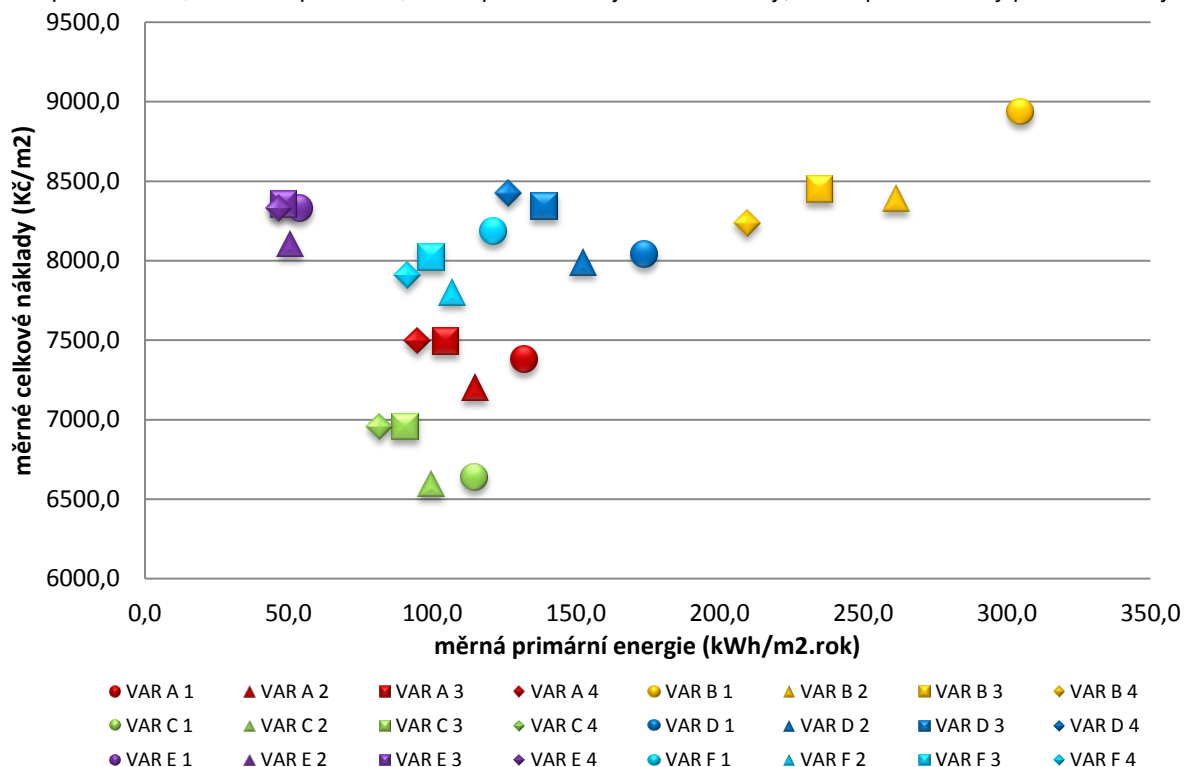
BD – Novostavba – Přirozené větrání doplněné o solární kolektory

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Přirozené					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ano					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



Příloha 4

Doplňkové výpočty k výše uvedeným základním výpočtům (k porovnání)

Výpočty v takzvaných stálých cenách s uvedením diskontní sazby ve výši 2 % a růstu cen energie také 2 %.

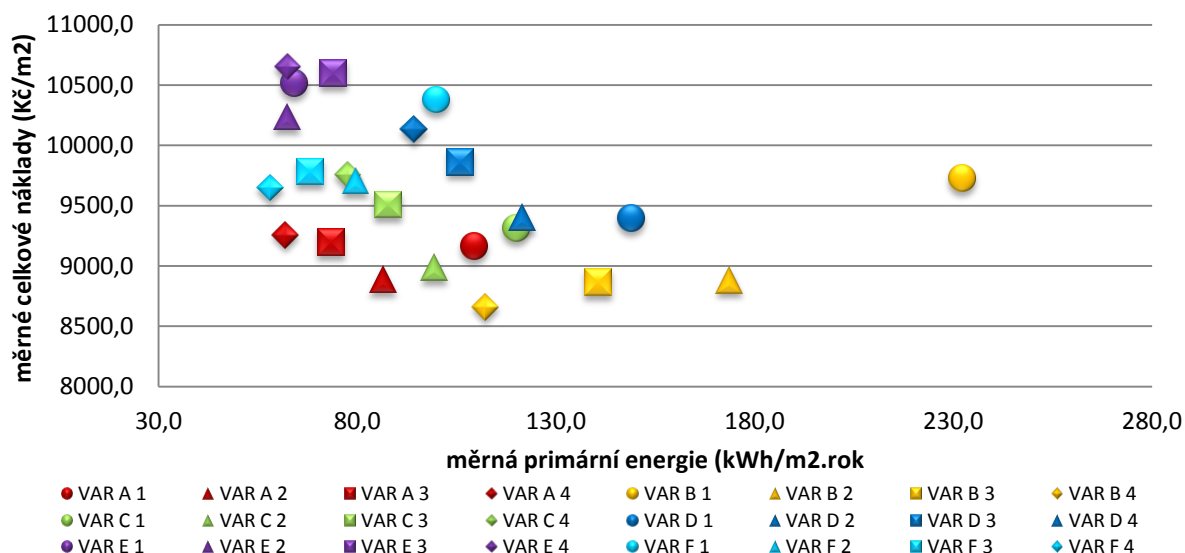
RD – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací (75%)

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



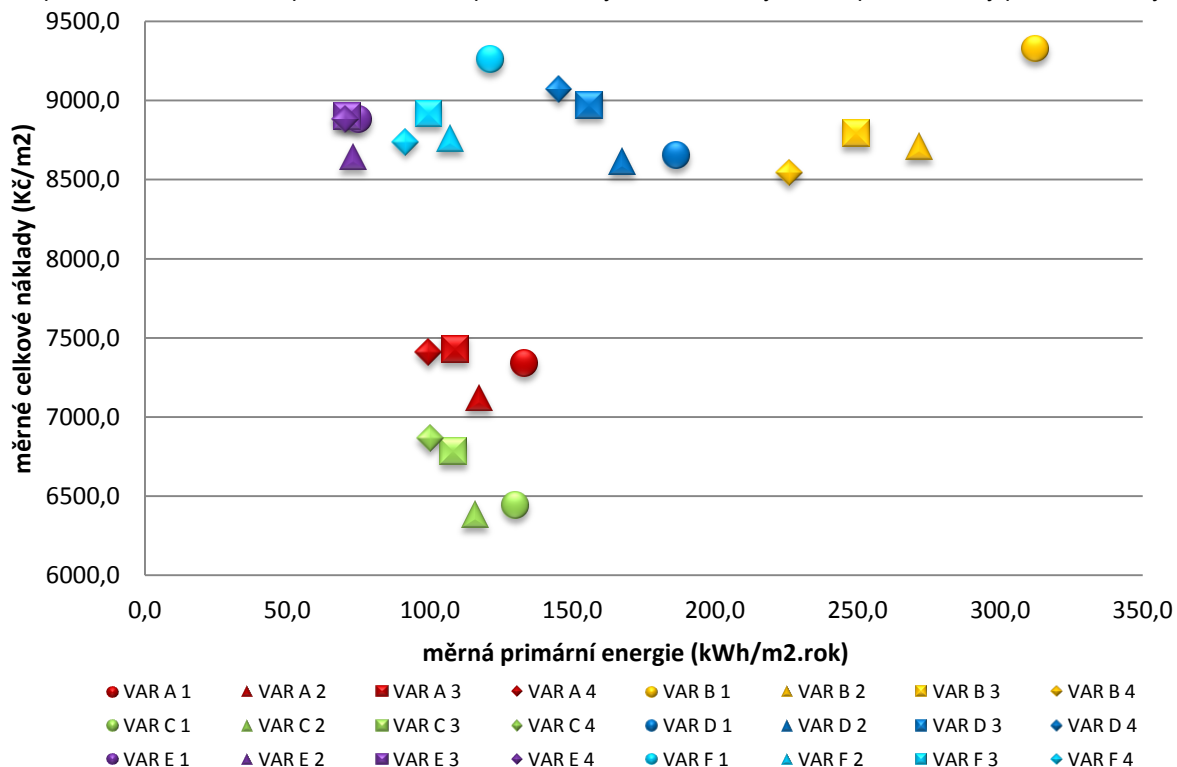
BD – Novostavba – Přirozené větrání

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ – U doporučené, ■ – U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ – U pasivní domy přísné hodnoty



AB – Novostavba – Nucené větrání s rekuperací (75%)

1 – U požadované, 2 – U doporučené, 3 – U pasivní domy (mírné hodnoty), 4 – U pasivní domy (přísné hodnoty)

SYSTÉM	VAR A (1-4)	VAR B (1-4)	VAR C (1-4)	VAR D (1-4)	VAR E (1-4)	VAR F (1-4)
Vytápění	Kotel na zemní plyn	Elektrické přímotop	Tepelné čerpadlo	Kotel na uhlí	Kotel na biomasu	CZT
Příprava TV	Centrální příprava	Lokální příprava	Centrální příprava	Centrální příprava ¹⁾		Centrální příprava
Větrání	Nucené s rekuperací - účinnost 75%					
Osvětlení	Kvalitní úsporné osvětlení					
Sol. kolektory	Ne					

¹⁾ Během zimního a přechodného období připravuje hlavní zdroj také TV. Během letního období je kotel mimo provoz a příprava TV je realizována pomocí el. Energie. Podíl přípravy TV hlavním zdrojem a elektřinou je během roku závislý na topné sezóně.

● - U požadované, ▲ - U doporučené, ■ - U pasivní domy mírné hodnoty, ◆ - U pasivní domy přísné hodnoty

