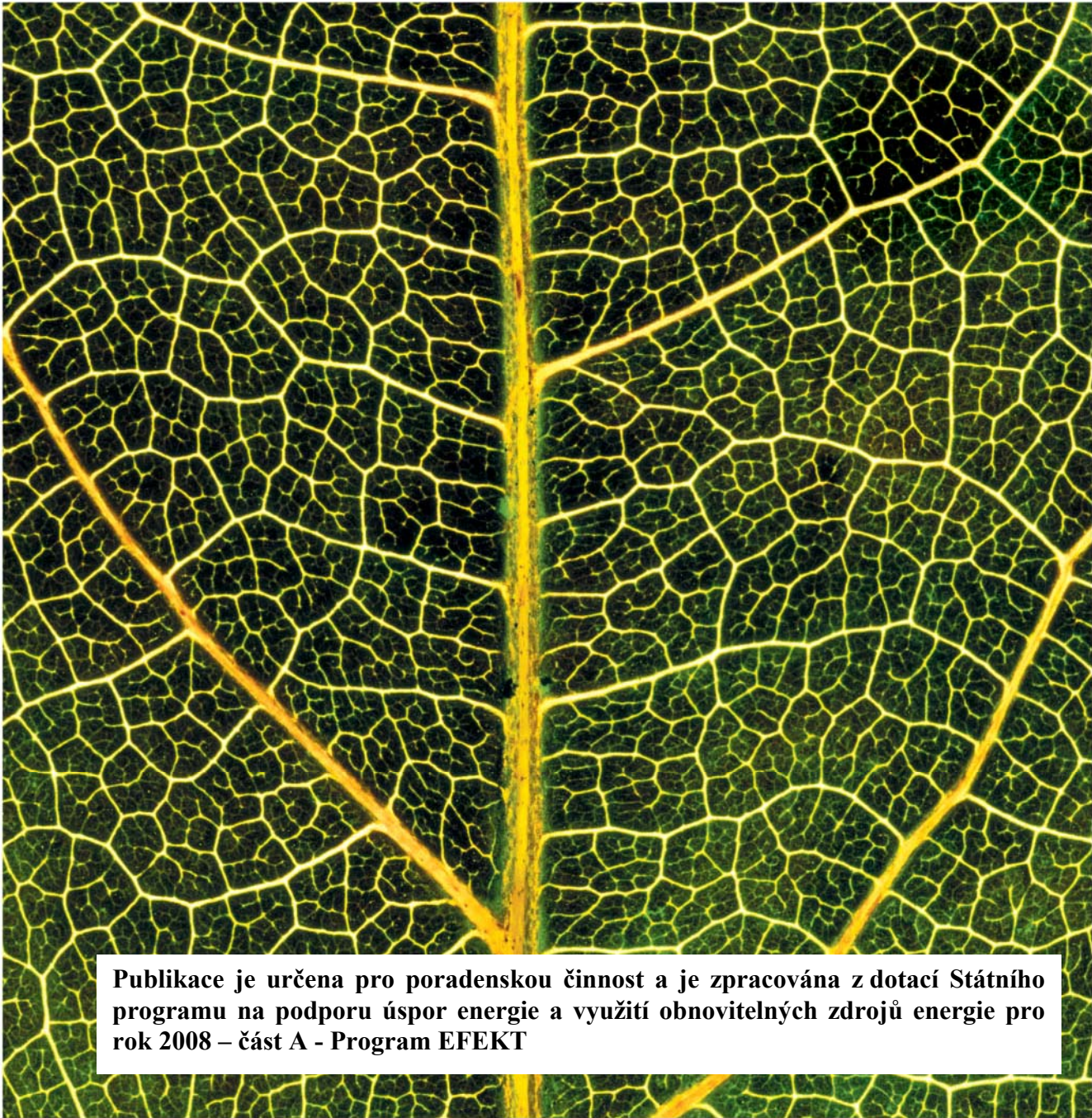


METODIKA EKONOMICKÉHO HOD- NOCENÍ ENERGETICKÉ SOUSTAVY

listopad
2008



Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována z dotací Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2008 – část A - Program EFEKT

ARCADIS Project Management s.r.o.

Na Strži 1702/65

140 62 Praha

Telefon: +420 296 330 111

www.arcadispm.cz

Kontaktní osoba: Karel Mrázek, kmr@arcadispm.cz

METODIKA EKONOMICKÉHO HODNOCENÍ ENERGETICKÉ SOU- STAVY

ARCADIS Project Management, s.r.o.

**NÁZEV: METODIKA EKONOMICKÉHO HODNOCENÍ ENERGE-
TICKÉ SOUSTAVY**

ARCADIS PROJECT MANAGEMENT, s.r.o.

Na Strži 1702/65 25, 140 62 Praha 4

zodpovědný řešitel : Ing. Karel MRÁZEK

spolupráce:

ing. Alena HORÁKOVÁ
ing. Jan VAJSAR

tel.: +420 296 330 146; +420 602 451 548
fax.: +420 224 236 313
e mail: kmr@arcadispm.cz

oponent:

Ing. Miloš HEJDA, SČMBD

Publikace obsahuje ekonomické parametry pro prvky a soustavy TZB a nově definuje metody ekonomického posuzování prosté doby návratnosti, skutečné návratnosti a dynamického splácení k dosažení kladného cashflow (krytí splátek z úspory provozních nákladů), které splňují požadavky evropské normy ČSN EN 15459 – Energetická účinnost budov – Metoda ekonomického hodnocení energetických soustav a zejména české legislativy.

Sjednocuje hodnoty životnosti, nákladů na údržbu a opravy zařízení soustav a zavádí hodnocení nákladů na likvidaci dožitého zařízení. Pojednává se ekonomie prvků tepelných soustav pro větrání a TV, větracích a klimatizačních soustav, regulačních a řídicích systémů ve vztahu k prodloužení životnosti budovy po stavebních opatřeních.

Byly stanoveny vstupní parametry pro dobu životnosti prvků soustav a systémů v letech, náklady na preventivní údržbu, opravy a servis v % pořizovacích nákladů a náklady na likvidaci (omezeně) po dožití zařízení v % pořizovacích nákladů.

Výše uvedené parametry jsou začleněny do metodik výpočtu prosté a reálné návratnosti s uvažováním obnovy dožitých prvků v rámci definované životnosti budovy po provedení stavebních opatření.

Na příkladě definované budovy s TZB a opatřeními byl zpracován vzorový příklad v postupu začlenitelném do EA. Ekonomický výpočet byl propojen do postupu EA pro definovaný objekt a navržená opatření s postupem hodnocení podle ČSN EN s certifikací soustav TZB na potřebu primární energie.

Publikace má 162 stránek a je prezentována v tištěné formě a elektronicky jako *.pdf.

Publikace je určena pro energetické auditory, poradenská střediska EKIS, energetické konzultanty a experty, státní a místní správu, projektanty a podnikatele.

listopad 2008

OBSAH

stránka

1	ÚVOD.....	1
2	VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ	3
2.1	TERMÍNY A DEFINICE	3
2.2	OZNAČENÍ A JEDNOTKY	6
2.3	POJMY A VÝZNAMY.....	18
2.3.1	Věcný význam	20
3	VÝPOČTOVÉ METODY PODLE EVROPSKÉ METODIKY	22
3.1	ZÁKLADNÍ VÝPOČTY	22
3.1.1	Úroková sazba, diskontní sazba, činitel skutečné hodnoty a anuitní činitel	22
3.1.1.1	Reálná úroková sazba	22
3.1.1.2	Diskontní sazba	22
3.1.1.3	Činitel současné hodnoty	22
3.1.1.4	Anuitní činitel	24
3.1.2	Celkové náklady	24
3.1.2.1	Základní pravidla výpočtu	24
3.1.2.2	Výpočet koncové hodnoty	24
3.1.3	Výpočet anuity	31
3.1.3.1	Všeobecně	31
3.1.3.2	Výpočet anuity v případě neměnných prvků v průběhu plánované doby návratnosti investice do budovy	31
3.1.3.3	Výpočet anuity pro obnovované prvky	34
3.1.3.4	Výpočet anuity pro provozní náklady	34
3.1.3.5	Vliv vývoje cen na dynamické výpočty	35
3.2	PRINCIPY METODY	35
3.2.1	Všeobecně	35
3.2.2	KROK 1 – Finanční údaje	38
3.2.2.1	Sledované období	38
3.2.2.2	Finanční sazba	38
3.2.2.3	Náklady na obsluhu	38
3.2.2.4	Ceny za energii	38
3.2.3	KROK 2 – Všeobecné informace o projektu	38
3.2.3.1	Identifikace soustav	38
3.2.3.2	Prostředí projektu	38
3.2.3.3	Meteorologické a environmentální údaje (není povinné)	39
3.2.3.4	Omezení/možnosti týkající se energie	39
3.2.4	KROK 3 – Charakteristiky soustavy	39
3.2.4.1	Shromažďování údajů	39
3.2.5	KROK 3.1 – Investiční náklady na soustavy z hlediska energie	39
3.2.5.1	Všeobecně	39
3.2.5.2	Investiční náklady na konstrukci budovy	40
3.2.5.3	Vytápění prostoru	40
3.2.5.4	Teplá voda	41
3.2.5.5	Větrání	41
3.2.5.6	Chlazení prostoru	41
3.2.5.7	Osvětlení	41
3.2.5.8	Přípojka dodávky energie	41
3.2.5.9	Ostatní soustavy	42
3.2.6	KROK 3.2 – Periodické náklady na obnovu	42
3.2.7	STEP 3.3 – Běžné náklady vyjma nákladů na energii	42

3.2.7.1	Provozní náklady (vyjma energie)	42
3.2.7.2	Údržba a opravy	42
3.2.7.3	Dodatečné náklady	42
3.2.8	KROK 4 – Náklady na energii	42
3.2.8.1	Všeobecně	42
3.2.8.2	KROK 4.1 – Výpočet spotřeby energie	43
3.2.8.3	KROK 4.2 – Náklady na energii	43
3.2.9	KROK 5 – Výpočet celkových nákladů	43
3.2.9.1	KROK 5.1 – Výpočet obnovovacích nákladů	43
3.2.9.2	KROK 5.2 – Výpočet koncové hodnoty	43
3.2.9.3	KROK 5.3 – Výpočet celkových nákladů	43
3.2.10	KROK 6 – Výpočet anuitních nákladů	44
4	BANKOVNÍ ÚVĚRY/PŮJČKY	45
4.1	ÚROKOVÁ PŮJČKA	45
4.2	SPLÁTKOVÁ PŮJČKA	46
4.3	ANUITNÍ PŮJČKA	47
4.4	PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA	49
4.5	POROVNÁNÍ SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ	50
5	NÁVRATNOST INVESTIC DO ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	56
5.1	PROSTÁ NÁVRATNOST	56
5.2	REÁLNÁ NÁVRATNOST	57
5.2.1	<i>Investice pořízená z vlastních prostředků</i>	<i>57</i>
5.2.2	<i>Investice pořízená z anuitní půjčky</i>	<i>59</i>
5.2.3	<i>Schopnost investora hradit anuity z energetických úspor</i>	<i>62</i>
5.2.4	<i>Investice pořízená z progresivně splácené půjčky</i>	<i>65</i>
6	EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST KOMPLEXU OPATŘENÍ	72
6.1	SKUPINA OPATŘENÍ V BUDOVĚ JAKO PŘÍKLAD AGREGÁTU	74
6.2	PROSTÁ EFEKTIVNOST	75
6.3	REÁLNÁ EFEKTIVNOST	75
7	EKONOMICKÉ UKAZATELE PRO ENERGETICKÉ SOUSTAVY	80
7.1	ŽIVOTNOSTI	80
7.2	HODNOTY STRÁDATELE	80
8	PŘÍKLADY POPISŮ SOUSTAV PRO EKONOMICKÉ OCENĚNÍ	94
9	PŘÍKLAD UŽITÍ V EA	102
9.1	ZMĚNY V PROVEDENÍ ENERGETICKÉHO AUDITU VYVOLANÉ ZAVEDENÍM EVROPSKÝCH NOREM DO ČSN	102
9.1.1	<i>Klimatické údaje</i>	<i>104</i>
9.1.2	<i>Výpočet součinitele tepelné ztráty prostupem a větráním H_T a H_V tepelných zisků a potřeby tepla</i>	<i>105</i>
9.1.3	<i>Soustavy technického zařízení budov (TZB)</i>	<i>106</i>
9.1.4	<i>Ekonomické hodnocení</i>	<i>106</i>
9.1.5	<i>Metodika zpracování energetického auditu</i>	<i>107</i>
9.2	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU OBJEKTU	108
9.2.1	<i>Základní údaje o energetických vstupech</i>	<i>109</i>
9.2.1.1	<i>Vlastní energetické zdroje</i>	<i>109</i>
9.2.1.2	<i>Rozvod energie</i>	<i>109</i>
9.2.2	<i>Spotřebiče energie</i>	<i>109</i>
9.2.2.1	<i>Otopná soustava a příprava teplé vody</i>	<i>110</i>
9.2.2.1.1	<i>Charakteristika otopné soustavy</i>	<i>110</i>
9.2.2.1.2	<i>Charakteristika přípravy teplé vody (TV)</i>	<i>110</i>
9.2.2.1.3	<i>Regulace a měření</i>	<i>110</i>
9.2.2.2	<i>Větrání</i>	<i>110</i>
9.3	OPRAVA BUDOVY	111

9.3.1	<i>Tepelná soustava</i>	112
9.3.1.1	Část zdroje tepla	112
9.3.1.2	Část akumulace tepla	113
9.3.1.3	Část rozvodu tepla pro vytápění.....	114
9.3.1.4	Část sdílení tepla - otopné plochy a výtokové armatury	114
9.3.2	<i>Větrání</i>	115
9.4	CERTIFIKACE – VYBRANÉ TABULKY Z EA.....	115
9.5	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....	126
9.5.1	<i>Ekonomické hodnocení metodou STUE</i>	127
9.5.1.1	Prostá oprava, údržba	127
9.5.1.2	Prostá návratnost.....	128
9.5.1.2.1	Soubor opatření.....	129
9.5.1.3	Reálná návratnost.....	130
9.5.1.4	Finanční analýza	131
9.5.1.5	Anuitní půjčka	132
9.5.1.6	Ekonomický výstup pro konečnou volbu optimální varianty	132
9.5.2	<i>Ekonomické hodnocení podle ČSN EN 15459</i>	151
9.5.2.1	Metoda celkových nákladů	157
9.5.2.2	Metoda výpočtu anuity	159

1 ÚVOD

Směrnice o energetické náročnosti budov č. 2002/91/EC¹ je zpracována do české legislativy, a to zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií v platném znění, a to v části definování energetického auditu. Jeho náplň se nezbytně upraví v návaznosti na změněnou metodiku hodnocení energetické účinnosti a hodnocení potřebou primární energie nebo emisemi CO₂.

Při posuzování opatření pro snížení energetické náročnosti budov podle této směrnice je důležité sjednocení ekonomického hodnocení tak, aby bylo porovnatelné a srozumitelné v členských státech EU a podpořilo výměnu stavebních výrobků.

Evropská norma ČSN EN 15459 – Energetická účinnost budov – Metoda ekonomického hodnocení energetických soustav v budově byla schválena ke konci roku 2007 a v roce 2008 je zaváděna do praxe. V ČR je zavedena jako ČSN EN 15459 v anglickém znění a v roce 2009 bude zavedena překladem.

Sjednocuje hodnoty životnosti, nákladů na údržbu a opravy zařízení soustav a zavádí hodnocení nákladů na likvidaci dožitého zařízení. Dokument pojednává ekonomii prvků tepelných soustav pro větrání a TV, větracích a klimatizačních soustav, regulačních a řídicích systémů ve vztahu k prodloužení životnosti budovy po stavebních opatřeních.

Cílem produktu bylo zpracovat sborník ekonomických parametrů pro prvky a soustavy TZB, a znovu definovat metodu ekonomického posuzování prosté doby návratnosti, skutečné návratnosti a dynamického splácení k dosažení kladného cashflow (krytí splátek z úspory provozních nákladů).

Byly stanoveny vstupní parametry pro:

- 1) dobu životnosti prvků soustav a systémů v letech (tam, kde to je účelné v rozsahu min a max.),
- 2) náklady na preventivní údržbu, opravy a servis v % pořizovacích nákladů
- 3) náklady na likvidaci (omezeně) po dožití zařízení v % pořizovacích nákladů.

Výše uvedené parametry jsou začleněny do metodik výpočtu prosté a reálné návratnosti s uvažováním obnovy dožitých prvků v rámci definované životnosti budovy po provedení stavebních opatření.

Na příkladě definované budovy s TZB a opatřeními byl zpracován vzorový příklad v postupu začlenitelném do EA. Sestává z následujících kroků:

- finanční údaje – životnosti a doba výpočtu, vývoj míry inflace a úroků, vývoj mzdových nákladů, vývoj cen paliv a energie
- projektovaná data – charakteristiky budovy ovlivňující spotřebu a mající informační účel, klimatické údaje, okrajové podmínky pro dodávku energie a tepla
- náklady na pořízení (a likvidaci) prvků a soustav/systémů členěné podle definovaných částí TZB (sdílení, rozvod, akumulace, zdroj tepla). Provozní náklady s výjimkou nákladů na palivo a energii

¹ Directive 2002/91/EC of the European Parliament and the Council of 16/12/2002 on the energy performance of buildings

- náklady na palivo a energii
- výpočet celkových nákladů vztažených k životnosti budovy (zahrnuje obnovu prvků s kratší životností než má budova)
- anuitní výpočet.

Ekonomický výpočet byl propojen do postupu EA pro definovaný objekt a navržená opatření s postupem hodnocení podle ČSN EN s certifikací soustav TZB na potřebu primární energie.

Sborník je zpracován v členění:

- Úvod.
- Vybrané pojmy
- Výpočtové metody podle evropské metodiky
- Bankovní úvěry a půjčky
- Návrhnost investic do energeticky úsporných opatření
- Ekonomická efektivnost komplexu opatření
- Ekonomické ukazatele pro energetické soustavy
- Příklady popisů soustav pro ekonomické ocenění
- Příklad ekonomického výpočtu pro definovaný objekt a navržená opatření v 6 krocích – finanční údaje, projektovaná data, náklady na pořízení prvků a soustav členěné podle definovaných částí TZB (sdílení, rozvod, akumulace, zdroj tepla) a provozní náklady s výjimkou nákladů na palivo a energii, náklady na palivo a energii, výpočet celkových nákladů vztažených k životnosti budovy, anuitní výpočet. Ekonomický výpočet je propojen do postupu EA s postupem hodnocení podle ČSN EN s certifikací soustav TZB na potřebu primární energie.

2 VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ

2.1 TERMÍNY A DEFINICE

termín	definice	anglický výraz	označení	ČSN EN 15459
náklady	zahrnují vstupní investiční náklady a roční náklady, včetně proměnných nákladů, periodických nebo obnovovacích nákladů v důsledku oprav nebo výměn prvků	(costs)		ČSN EN 15459
vstupní investiční náklady v roce 0; pořizovací investiční náklady	náklady, které se berou v úvahu, když je budova (nebo specifikované vybavení) předáno do užívání; tyto náklady zahrnují návrh, nákup soustav a prvků, připojení ke zdrojům energie, montáž a uvedení do provozu; vstupní investiční náklady jsou náklady předkládané investorovi	(initial investment costs)	C_i	ČSN EN 15459
běžné náklady; proměnné náklady	zahrnují náklady na údržbu, provozní náklady, náklady na energii a dodatečné náklady <i>POZNÁMKA</i> Proměnné náklady jsou roční náklady.	(running costs)	C_r	ČSN EN 15459
provozní náklady	roční náklady na obsluhu (provozní personál)	(operational costs)	C_o	ČSN EN 15459
náklady na energii	roční náklady na (spotřebovanou) energii a pevné (konstantní) náklady na energii (a jiné spotřební položky, jakož i náklady) <i>POZNÁMKA</i> Smlouvy na dodávku energie jsou zahrnuty v nákladech na energii. Z potřeby energie vyplývají externí náklady, které nejsou zahrnuty v úředně stanovené ceně. Dobrou zkušeností je specifikovat externí náklady a náklady na měření a zahrnout je do výpočtu hospodárnosti.	(energy costs)	C_e	ČSN EN 15459
dodatečné náklady; mimořádné náklady	roční náklady na pojištění, jiné konstantní náklady, daně (včetně ekologických daní za energii); dotace za obnovitelnou energii dodanou nebo vyrobenou místně se považují za zisky a jsou zohledněny jako negativní roční náklady	(added costs)	C_{ad}	ČSN EN 15459
periodické náklady v roce i	obnovovací investice, které jsou nezbytné z důvodů stárnutí (odpovídá obnovovacím nákladům na prvek (nebo soustavu), a to v závislosti na jejich době životnosti)	(periodic costs of year i)	$C_p(i)$	ČSN EN 15459
obnovovací náklady na prvek nebo soustavu	zahrnují periodické náklady na prvek j v čase $i = \tau_n, 2 \tau_n$ atd. (kde τ_n odpovídá době životnosti prvku)	(replacement costs for component or system)	$C_{R,i(j)}$	ČSN EN 15459

termín	definice	anglický výraz	označení	ČSN EN 15459
roční náklady	součet proměnných nákladů a periodických nákladů nebo obnovovacích nákladů zaplacených v roce i	<i>(annual costs)</i>	$C_a(i)$	ČSN EN 15459
míra inflace	roční znehodnocení měny, vyjadřuje se v %	<i>(inflation rate)</i>	R_i	ČSN EN 15459
diskontní sazba	stanovená hodnota pro porovnání hodnoty peněz v různých časových okamžicích	<i>(discount rate)</i>	R_d	ČSN EN 15459
tržní úroková sazba	úroková sazba dohodnutá s věřitelem, vyjadřuje se v %	<i>(market interest rate)</i>	R	ČSN EN 15459
reálná úroková sazba	tržní úroková sazba přizpůsobená podle míry inflace; reálná úroková sazba se může v průběhu výpočtového období měnit (dynamický výpočet)	<i>(real interest rate)</i>	R_R	ČSN EN 15459
anuitní činitel	činitel, kterým se jakékoli roční náklady a roční příjmy rozdělují tak, aby mohly být vztaženy k výchozímu roku	<i>(annuity factor)</i>	$a(n)$	ČSN EN 15459
vývoj cen z hlediska nákladů na energii, obsluhu, výroby, údržbu a dodatečných nákladů	vývoj cen z hlediska nákladů na energii, obsluhu, výroby, údržbu a dodatečných nákladů se může lišit podle míry inflace; ve výpočtech mohou být použity dále uvedené míry (vyjádřeny v %): $R_{e,k}$ míra vývoje ceny za energii typu k (sazba může být pro jednotlivé druhy energie odlišná) R_o míra vývoje ceny za obsluhu R_p míra vývoje ceny za výroby R_m míra vývoje ceny za údržbu R_{ad} míra vývoje dodatečných nákladů	<i>(price development for energy, human operation, products, maintenance and added costs)</i>		ČSN EN 15459
životnost²	očekávaná doba užití prvku j (nebo soustavy), obvykle se uvádí v letech	<i>(lifespan)</i>	$\tau_n(j)$	ČSN EN 15459
činitel současné hodnoty	činitel, kterým se násobí jakékoli roční náklady a roční příjmy, aby mohly být vztaženy k výchozímu roku POZNÁMKA $f_{pv}(n) = 1/a(n)$, kde $a(n)$ = anuitní činitel.	<i>(present value factor)</i>	$f_{pv}(n)$	ČSN EN 15459
projektovaná doba návratnosti budovy	investorem (vlastníkem) stanovená doba, během níž se navrátí investice do budovy	<i>(design payback period of building)</i>	τ_{budova}	ČSN EN 15459

² Tradičně používané pojmy **fyzická životnost** (doba životnosti daná úplným opotřebením prvku, dílu nebo soustavy po jejímž uplynutí je výrobek nefunkční a k užití nebezpečný) a **morální životnost** (doba životnosti daná vyčerpáním technických možností zařízení v porovnání s aktuálním stavem techniky, v tomto případě zejména energetické účinnosti). Životnost užitá v této publikaci je definována evropským požadavkem, že zařízení po dobu ekonomicky opodstatněné doby musí mít deklarované parametry. Tato definice vyjadřuje množinu doby mezi fyzickou a morální životností ve vztahu k náročnosti oprav a údržby umožňujících udržení parametrů po tuto dobu.

termín	definice	anglický výraz	ozna- čení	ČSN EN 15459
výchozí rok	datum, ke kterému se váže jakýkoli výpočet	<i>(starting year)</i>	τ_0	ČSN EN 15459
výpočtové období	časový úsek, pro který se provádí výpočet	<i>(calculation period)</i>	τ	ČSN EN 15459
koncová hodnota; zůstatková hodnota	hodnota prvku j na konci výpočtového období při zohlednění její doby životnosti a ve vztahu k výchozímu roku	<i>(final (or residual) value)</i>	$V_f(j)$	ČSN EN 15459
současná hodnota	hodnota všech nákladů a všech příjmů vyskytující se v průběhu výpočtového období a ve vztahu k výchozímu roku	<i>(present value)</i>		ČSN EN 15459
nominální hodnota	hodnota nákladů (nebo příjmů), která se zohledňuje v okamžiku (v roce) platby	<i>(nominal value)</i>		ČSN EN 15459
současná hodnota prvku	hodnota všech nákladů (a příjmů) souvisejících s prvkem nebo soustavou nebo jejich náplní, j , a ve vztahu k výchozímu roku	<i>(present value of component)</i>	$V_{pv,i}(j)$	ČSN EN 15459
hodnota; současná hodnota	odpovídá cenám výchozího roku	<i>(real value or present value)</i>		ČSN EN 15459
celkové náklady	součet současné hodnoty všech nákladů (vztaheno k výchozímu roku) včetně investičních nákladů; na konci výpočtového období se mají vzít v úvahu likvidační náklady nebo zůstatková hodnota prvků, aby se stanovily konečné náklady <i>POZNÁMKA 1 Celkové náklady mají přímou vazbu na dobu trvání výpočtového období</i> <i>POZNÁMKA 2 Zohlednění likvidačních nákladů znamená, že výpočtové období odpovídá době životnosti budovy</i>	<i>(global cost)</i>	$C_G(\tau)$	ČSN EN 15459
anuitní náklady	rozdělení nákladů na ročním základu; vstupní investiční náklady a obnovovací náklady se rozdělují podle doby trvání výpočtového období, popř. doby životnosti prvků; anuitní náklady nejsou závislé na výpočtovém období	<i>(annuity cost)</i>	AC	ČSN EN 15459
úročitel	udává, na kolik Kč vzroste 1 Kč složená koncem 0 - tého (= počátkem 1.) období do konce n -tého období, úročí-li se úrokovou mírou Q % za období a úroky jsou připisovány k zůstatku účtu vždy koncem období		$(V_{n,Q})$	
odúročitel	udává hodnotu 1 Kč diskontovanou ke konci 0-tého období, tj. říká, kolik musíme koncem období 0 složit na konto, abychom koncem období n měli na kontě 1 Kč za předpokladu úročení jako výše		$(\Lambda_{n,Q})$	

termín	definice	anglický výraz	označení	ČSN EN 15459
střadatel	říká, kolik máme na kontě koncem n -tého období, spočítáme-li pravidelnými úločkami velikosti 1 Kč skládanými vždy jedenkrát za období, a to jeho počátkem, jestliže jsou vklady úročeny Q % za období a úroky jsou připisovány na účet vždy koncem období		$(W_{n,Q})$	
umořovatel	udává velikost jedné splátky úvěru velikosti 1 Kč poskytnutého koncem 0. období, je-li dluh úročen Q % za období a splácen n pravidelnými splátkami konstantní výše splatnými vždy koncem období (takže koncem n -tého období je úvěr splacen i s úroky)		$(M_{n,Q})$	
zásobitel	udává, kolik musíme složit na účtu koncem 0-tého (=počátkem 1.) období, abychom (počínaje 1. a konče n -tým obdobím) obdrželi koncem každého období důchod velikosti 1 Kč za předpokladu, že se peníze na účtu úročí Q % za období		$(H_{n,Q})$	

2.2 OZNAČENÍ A JEDNOTKY

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednotka		Poznámka
A	anuita	Kč	STUE	roční splátka při anuitní půjčce
$a(n)$	anuitní činitel	–	ČSN EN 15459	(pro rok n)
AC	anuitní náklady	Kč	ČSN EN 15459	
B	míra růstu progresivně splácené splátky	%	STUE	následující splátka je o $B\%$ ($B > 0$) vyšší než splátka předchozí
B	vzrůst/pokles ceny energie (roční) míra inflace roční	%	STUE-EA	roční vzrůst/pokles ceny energie (%) v % vyjádřený růst velikosti splátky oproti její velikosti v předchozím roce
b	vzrůst/pokles ceny energie (roční)		STUE-EA	= dán vztahem $1+B/100$
C	úvěr/půjčka	Kč	STUE	
$C_a(i)$	roční náklady v roce i	Kč	ČSN EN 15459	(jmenovitá hodnota)
$C_{a,i}(j)$	roční náklady na prvek nebo soustavu j v roce i	Kč	ČSN EN 15459	(jmenovitá hodnota)

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednot- ka		Poznámka
C_{ad}	dodatečné náklady (roční)	Kč	ČSN EN 15459	
C_e	náklady na energii (roční)	Kč	ČSN EN 15459	
$C_G(\tau)$	celkové náklady (odpovídající výpočtovému období τ)	Kč	ČSN EN 15459	
C_I	vstupní investiční náklady (v čase τ_0)	Kč	ČSN EN 15459	
C_m	náklady na údržbu (roční)	Kč	ČSN EN 15459	
C_o	provozní náklady (roční)	Kč	ČSN EN 15459	
$C_p(i)$	periodické náklady v roce i	Kč	ČSN EN 15459	
C_r	proměnné náklady (roční)	Kč	ČSN EN 15459	
$C_{R,i}(j)$	obnovovací náklady na prvek nebo soustavu j v roce i , kde $i = \tau_n, 2 \tau_n, \dots$	Kč	ČSN EN 15459	
D	roční míra inflace	%	STUE-EA	roční míra inflace (vyjádřená v %)
d	roční míra inflace		STUE-EA	$= D/100$
$D(j)$	míra inflace roční	%	STUE-EA	roční míra inflace (vyjádřená v %) v roce j -tém.
e	cena měrné jednotky energie	Kč	STUE-EA	cena měrné jednotky energie v roce 0
$e\Delta$	výnos opatření	Kč	STUE-EA	výnos opatření jako součet ročních výnosů (= roční energetické úspory) jednotlivých opatření
$f_{pv}(n)$	činitel skutečné hodnoty (pro rok n)	–	ČSN EN 15459	
$H_{n,Q}$	zásobitel	(Kč)	STUE	udává, kolik musíme složit na účtu koncem 0-tého (=počátkem 1.) období, abychom (počínaje 1. a konče n -tým obdobím) obdrželi koncem každého období důchod velikosti 1 Kč za předpokladu, že se peníze na účtu úročí Q % za období
I	celkové investiční náklady	Kč	STUE-EA	celkové investiční náklady jako součet investičních nákladů jednotlivých opatření v roce 0

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednotka		Poznámka
I_j	investiční náklady na j té opatření	Kč	STUE	
I_p, I_j'	dodatečné investice vyvolané obnovou (znovupořizováním) u opatření, jejichž životnost L_j je menší než nejdelší životnost L , která se mezi všemi opatřeními vyskytuje	Kč	STUE-EA	dodatečné investice, a to proto, že v průběhu doby L životnosti agregátu musejí být obnovena (znovu pořízena) ta opatření, jejichž životnost L_j je menší než L , aby mohl agregát fungovat jako celek po celou dobu L
i	i té období	-	STUE	
j	označení	-	STUE-EA	označení opatření
L	fyzická životnost doba životnosti opatření	roky	STUE-EA	fyzická životnost (v letech) uvažovaného technického opatření nebo souboru opatření (agregátu)
L_j	životnost j tého opatření	roky	STUE	
$M_{n,Q}$	umořovatel	Kč	STUE	udává velikost jedné splátky úvěru velikosti 1 Kč poskytnutého koncem 0. období, je-li dluh úročen Q % za období a splácen n pravidelnými splátkami konstantní výše splatnými vždy koncem období (takže koncem n tého období je úvěr splacen i s úroky)
n	počet (celý) období	rok, apod.	STUE	počet (celý) období složeného úročení. Obdobím je jakýkoliv pevně zvolený časový interval konstantní délky, zpravidla rok, ale i měsíc, čtvrtletí apod.
n	splatnost půjčky	roky	STUE-EA	doba splatnosti půjčky v letech
$n_t(j)$	počet výměn prvku nebo soustavy j v průběhu výpočtového období	celé číslo	ČSN EN 15459	
P	úroková míra pro vklady (čistá roční)	%	STUE-EA	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j -tém
p	úroková míra pro vklady (čistá roční)		STUE-EA	= dáno vztahem $P/100$
$P(j)$	úroková míra vkladů (čistá) roční	%	STUE-EA	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j -tém
$p(j)$	úroková míra vkladů (čistá) roční		STUE-EA	= $P(j)/100$
Q	úroková míra	%	STUE	úroková míra za dané (jedno) období

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednot- ka		Poznámka
Q	úroková míra pro půjčku roční	%	STUE-EA	v procentech vyjádřená roční úroková míra pro půjčku
q	úroková míra pro půjčku roční		STUE-EA	= Q/100
r	dodatečné náklady (přínosy)	Kč	STUE	
R	výsledná rentabilita (velikost čistého zis- ku za dobu životnos- ti agregátu připada- jící na 1 investova- nou Kč)	Kč	STUE	
r	náklady investicí vyvolané je rozdíl mezi ročními pro- vozními, resp. udr- žovacími náklady po opatření a bez opat- ření (původní stav s prostou obnovou)	Kč	STUE-EA	mají povahu rozdílu mezi ročními provozní- mi, resp. udržovacími náklady souvisejícími s realizovaným opatřením a ročními náklady provozu a údržby, které by na dotčené části budovy vznikly, kdyby uvažované opatření nebylo provedeno. Z diferenční povahy vyvo- laných nákladů plyne, že r může být záporné, nulové i kladné, přičemž $r < 0$ zvyšuje efekt energetických úspor (snižuje dobu návrat- nosti investice), kdežto $r > 0$ tento efekt sni- žuje (prodlužuje dobu návratnosti)
R(i)	tržní úroková sazba (pro rok i)	%	ČSN EN 15459	
r(i)	úmor úvěru	Kč	STUE	při anuitní půjčce
R _{ad}	míra vývoje ceny pro dodatečné ná- klady	%	ČSN EN 15459	
R _d (i)	diskontní sazba (pro rok i)	–	ČSN EN 15459	
R _{e,k}	míra vývoje ceny za energii druhu k	%	ČSN EN 15459	
R _i (i)	míra inflace (pro rok i)	%	ČSN EN 15459	
R _m	míra vývoje ceny za údržbu	%	ČSN EN 15459	
R _o	míra vývoje ceny za obsahu	%	ČSN EN 15459	
R _p	míra vývoje ceny za výrobky	%	ČSN EN 15459	
R _R (i)	reálná úroková saz-	%	ČSN EN	

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednot- ka		Poznámka
	ba (pro rok i)		15459	
S	splátka	Kč	STUE	
T	doba prosté návrat- nosti	roky	STUE-EA	doba prosté návratnosti v letech
T, Ts	prostá návratnost	roky	STUE-EA	
u	úrok	%	STUE	
u(i)	úhradu úroků	Kč	STUE	při anuitní půjčce
v	cena roční úspory energie	Kč	STUE	
V	celkový výnos opat- ření	Kč	STUE-EA	celkový výnos opatření ($V=e\Delta - r$)
v	výnos investicí do- sažený	Kč	STUE-EA	roční výnos v Kč/rok investicí dosažený (v případě energii spořicího technického opatření je to roční úspora nákladů umožněná úsporou energie)
$V_{f,r}(j)$	koncová hodnota prvku nebo soustavy j (odpovídá vý- počtovému období τ)	Kč	ČSN EN 15459	
$V_{n,Q}$	úročitel	(Kč)	STUE	udává, na kolik Kč vzroste 1 Kč složená koncem 0 - tého (= počátkem 1.) období do konce n-tého období, úročí-li se úrokovou mírou Q % za období a úroky jsou připisovány k zůstatku účtu vždy koncem období
$W_{n,Q}$	střadatel	(Kč)	STUE	říká, kolik máme na kontě koncem n-tého období, spoříme-li pravidelnými úločkami velikosti 1 Kč skládanými vždy jedenkrát za období, a to jeho počátkem, jestliže jsou vklady úročeny Q % za období a úroky jsou připisovány na účet vždy koncem období
X, T_{sd}	reálná návratnost	roky	STUE-EA	reálná návratnost v letech
Y	odpis roční	Kč	STUE-EA	roční odpis opatření
Y_j	roční odpis opatření ω_j	Kč	STUE	
Z	čistý zisk	Kč	STUE	který přinese agregát za dobu L své život- nosti investoru
Z, také T	životnost opravené budovy	roky	STUE-EA	doba od realizace opatření do okamžiku do- žití domu/bytu (v letech)
α			STUE	$= 1+Q/100$

TABULKA 2-1

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE ZNAČEK

Značka	Název veličiny	Jednot- ka		Poznámka
β	vzrůst/pokles ceny energie (roční)		STUE EA	$= 1+B/100$
β_x	cenově dynamický činitel skutečné hodnoty pro náklady druhu x	–	ČSN EN 15459	
Δ	počet m.j. za rok		STUE	
$\Lambda_{n,Q}$	odúročitel	(Kč)	STUE	udává hodnotu 1 Kč diskontovanou ke konci 0-tého období, tj. říká, kolik musíme koncem období 0 složit na konto, abychom koncem období n měli na kontě 1 Kč za předpokladu úročení jako výše
τ	výpočtové období	rok	ČSN EN 15459	
τ_0	výchozí rok pro výpočet	rok	ČSN EN 15459	
τ_{budova}	projektovaná doba návratnosti budovy	rok	ČSN EN 15459	
$\tau_n(j)$	doba životnosti	rok	ČSN EN 15459	nebo projektovaná doba pro prvek nebo soustavu j
ω_i	souhrn opatření v agregátu se stejnou životností		STUE	

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
$=D/100$	d		STUE	$=D/100$
anuita	A	Kč	STUE	roční splátka při anuitní půjčce
anuitní činitel (pro rok n)	$a(n)$	–	ČSN EN 15459	
anuitní náklady	AC	Kč	ČSN EN 15459	
celkové investiční náklady	I	Kč	STUE-EA	celkové investiční náklady jako součet investičních nákladů jednotlivých opatření v roce 0
celkové náklady (odpovídající výpočtovému období τ)	$C_G(\tau)$	Kč	ČSN EN 15459	
celkový výnos opatření	V	Kč/rok	STUE-EA	celkový výnos opatření ($V=e\Delta - r$)
cena měrné jednotky energie	e	Kč	STUE-EA	cena měrné jednotky energie v roce 0
cena roční úspory energie	v	Kč	STUE	
cenově dynamický činitel skutečné hodnoty pro náklady druhu x	β_x	–	ČSN EN 15459	
č úroková míra pro vklady (čistá roční)	p		STUE-EA	= dáno vztahem $P/100$
činitel skutečné hodnoty (pro rok n)	$f_{pv}(n)$	–	ČSN EN 15459	
čistý zisk, který přinese agregát za dobu L své životnosti investoru	Z	Kč	STUE	
diskontní sazba (pro rok i)	$R_d(i)$	–	ČSN EN 15459	
doba prosté návratnosti	T	roky	STUE-EA	doba prosté návratnosti v letech
doba životnosti nebo projektovaná doba pro prvek nebo soustavu j	$\tau_n(j)$	rok	ČSN EN 15459	

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
doba životnosti opatření	L	roky	STUE	
dodatečné investice pro obnovu	I_p	Kč	STUE-EA	dodatečné investice, a to proto, že v průběhu doby L životnosti agregátu musejí být obnovena (znovu pořízena) ta opatření, jejichž životnost L_j je menší než L, aby mohl agregát fungovat jako celek po celou dobu L
dodatečné investice vyvolané obnovou (znovupořizováním)	I_j'	Kč	STUE	dodatečné investice vyvolané obnovou (znovupořizováním) u opatření, jejichž životnost L_j je menší než nejdelší životnost L, která se mezi všemi opatřeními vyskytuje
dodatečné náklady (přínosy)	r	Kč	STUE	
dodatečné náklady (roční)	C_{ad}	Kč	ČSN EN 15459	
fyzická životnost	L	roky	STUE-EA	fyzická životnost (v letech) uvažovaného technického opatření nebo souboru opatření (agregátu)
i té období	(i)		STUE	
inlace	D	%	STUE	
inlace	q		STUE	= $Q/100$
investiční náklady do opatření	I	Kč	STUE-EA	investiční náklady v Kč
investiční náklady na j té opatření	I_j	Kč	STUE	
koncová hodnota prvku nebo soustavy j (odpovídá výpočtovému období τ)	$V_{f,\tau}(j)$	Kč	ČSN EN 15459	
míra inflace	α		STUE	= $1+Q/100$
míra inflace (pro rok i)	$R_i(i)$	%	ČSN EN 15459	
míra inflace roční	d		STUE-EA	= $D/100$
míra inflace roční	D	%	STUE-EA	roční míra inflace (vyjádřená v %)
míra inflace roční	$D(j)$	%	STUE-EA	roční míra inflace (vyjádřená v %) v roce j-tém

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
míra růstu ceny energie	β		STUE	$= 1+B/100$
míra růstu progresivně splácené splátky	B	%	STUE	následující splátka je o B% (B>0) vyšší než splátka předchozí
míra vývoje ceny pro dodatečné náklady	R_{ad}	%	ČSN EN 15459	
míra vývoje ceny za energii druhu k	$R_{e,k}$	%	ČSN EN 15459	
míra vývoje ceny za obsluhu	R_o	%	ČSN EN 15459	
míra vývoje ceny za údržbu	R_m	%	ČSN EN 15459	
míra vývoje ceny za výrobky	R_p	%	ČSN EN 15459	
náklady investic vyvolané	r	Kč/rok	STUE-EA	roční náklady vyvolané investicí mají povahu rozdílu mezi ročními provozními, resp. udržovacími náklady souvisejícími s realizovaným opatřením a ročními náklady provozu a údržby, které by na dotčené části budovy vznikly, kdyby uvažované opatření nebylo provedeno. Z diferenční povahy vyvolaných nákladů plyne, že r může být záporné, nulové i kladné, přičemž $r < 0$ zvyšuje efekt energetických úspor (snižuje dobu návratnosti investice), kdežto $r > 0$ tento efekt snižuje (prodlužuje dobu návratnosti)
náklady na energii (roční)	C_e	Kč	ČSN EN 15459	
náklady na údržbu (roční)	C_m	Kč	ČSN EN 15459	
obnovovací náklady na prvek nebo soustavu j v roce i , kde $i = \tau_n, 2\tau_n, \dots$	$C_{R,i(j)}$	Kč	ČSN EN 15459	
odpis roční	Y	Kč	STUE-EA	roční odpis opatření

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
odúročitel	$\Lambda_{n,Q}$	(Kč)	STUE	udává hodnotu 1 Kč diskontovanou ke konci 0-tého období, tj. říká, kolik musíme koncem období 0 složit na konto, abychom koncem období n měli na kontě 1 Kč za předpokladu úročení jako výše
označení	j		STUE-EA	označení opatření
periodické náklady v roce i	$C_p(i)$	Kč	ČSN EN 15459	
počet (celý) období	n	rok, apod.	STUE	počet (celý) období složeného úročení. Obdobím je jakýkoliv pevně zvolený časový interval konstantní délky, zpravidla rok, ale i měsíc, čtvrtletí apod.
počet m.j. za rok	Δ		STUE	
počet výměn prvku nebo soustavy j v průběhu výpočtového období	$n_t(j)$	celé číslo	ČSN EN 15459	
projektovaná doba návratnosti budovy	τ_{budova}	rok	ČSN EN 15459	
proměnné náklady (roční)	C_r	Kč	ČSN EN 15459	
prostá návratnost	T, T_s	roky	STUE-EA	
provozní náklady (roční)	C_o	Kč	ČSN EN 15459	
reálná návratnost	X, T_{sd}	roky	STUE-EA	reálná návratnost v letech
reálná úroková sazba (pro rok i)	$R_R(i)$	%	ČSN EN 15459	
roční míra inflace	D	%	STUE-EA	roční míra inflace (vyjádřená v %)
roční míra inflace	d		STUE-EA	$= D/100$
roční náklady na prvek nebo soustavu j v roce i (jmenovitá hodnota)	$C_{a,i}(j)$	Kč	ČSN EN 15459	

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
roční náklady v roce i (jmenovitá hodnota)	$C_a(i)$	Kč	ČSN EN 15459	
roční odpis opatření ω_j	Y_j	Kč	STUE	
roční růst ceny energie	B_T	%	STUE	
roční úroková míra pro půjčky	Q		STUE-EA	roční úroková míra vyjádřená v % pro půjčky
roční úspora energie	e	m.j.	STUE	
růst ceny energie míra inflace roční	β		STUE-EA	$= 1+B/100$
růst ceny energie míra inflace roční	B	%	STUE-EA	v % vyjádřený růst ceny měrné jednotky energie oproti předchozímu roku a současně v % vyjádřený růst velikosti splátky oproti její velikosti v předchozím roce
souhrn opatření v agregátu se stejnou životností	ω_i		STUE	
splátka	S	Kč	STUE	
splatnost půjčky	n	roky	STUE-EA	dobu splatnosti půjčky v letech
splatnost v letech	n	roky	STUE	
střadatel	$W_{n,Q}$	(Kč)	STUE	říká, kolik máme na kontě koncem n -tého období, spoříme-li pravidelnými úločkami velikosti 1 Kč skládanými vždy jedenkrát za období, a to jeho počátkem, jestliže jsou vklady úročeny Q % za období a úroky jsou připisovány na účet vždy koncem období
tržní úroková sazba (pro rok i)	$R(i)$	%	ČSN EN 15459	
úhradu úroků	$u(i)$	Kč	STUE	při anuitní půjčce
úmor úvěru	$r(i)$	Kč	STUE	při anuitní půjčce
umořovatel	$M_{n,Q}$	Kč	STUE	udává velikost jedné splátky úvěru velikosti 1 Kč poskytnutého koncem 0. období, je-li dluh úročen Q % za období a splácen n pravidelnými splátkami konstantní výše splatnými vždy koncem období (takže koncem n -tého období je úvěr splacen i s úroky)

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
úročitel	$V_{n,Q}$	(Kč)	STUE	udává, na kolik Kč vzroste 1 Kč složená koncem 0 - tého (= počátkem 1.) období do konce n-tého období, úročí-li se úrokovou mírou Q % za období a úroky jsou připisovány k zůstatku účtu vždy koncem období
úrok	u	%	STUE	
úroková míra úvěru/půjčky	Q	%	STUE-EA	úroková míra za dané (jedno) období
úroková míra	q		STUE-EA	= Q/100
úroková míra pro vklady (čistá roční)	P	%	STUE-EA	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j-tém
úroková míra pro vklady (čistá roční)	p		STUE-EA	dáno vztahem P/100
úroková míra vkladů (čistá) roční	P(j)	%	STUE-EA	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j-tém
úroková míra vkladů (čistá) roční	p(j)		STUE-EA	= P(j)/100
vstupní investiční náklady (v čase τ_0)	C_I	Kč	ČSN EN 15459	
výchozí rok pro výpočet	τ_0	rok	ČSN EN 15459	
výnos investic dosažený	v	Kč	STUE-EA	roční výnos v Kč/rok investic dosažený (v případě energii spořicího technického opatření je to roční úspora nákladů umožněná úsporou energie)
výnos opatření	$e\Delta$	Kč	STUE-EA	výnos opatření jako součet ročních výnosů (= roční energetické úspory) jednotlivých opatření
výpočtové období	τ	rok	ČSN EN 15459	
výsledná rentabilita (velikost čistého zisku za dobu životnosti agregátu připadající na 1 investovanou Kč)	R	Kč	STUE	

TABULKA 2-2

ZNAČKY A JEDNOTKY – SEŘAZENO PODLE VÝZNAMU

Název veličiny	Značka	Jednotka		Poznámka
vzrůst/pokles ceny energie (roční)	B	%	STUE-EA	roční vzrůst/pokles ceny energie (%)
vzrůst/pokles ceny energie (roční)	b		STUE-EA	= dán vztahem $1+B/100$
vzrůst/pokles ceny energie (roční)	β		STUE-EA	dán vztahem $1+B/100$
zásobitel	$H_{n,Q}$	(Kč)	STUE	udává, kolik musíme složit na účtu koncem 0-tého (=počátkem 1.) období, abychom (počínaje 1. a konče n-tým obdobím) obdrželi koncem každého období důchod velikosti 1 Kč za předpokladu, že se peníze na účtě úročí Q % za období
životnost j tého opatření	L_j	roky	STUE	
životnost opravené budovy	Z		STUE-EA	doba od realizace opatření do okamžiku dožití domu/bytu (v letech),
životnost opravené budovy	Z, T	roky	STUE-EA	doba od realizace opatření do okamžiku dožití domu/bytu (v letech)

2.3 POJMY A VÝZNAMY

V pojistné matematice, resp. peněžnictví se operuje mj. s pojmy: úročitel, odúročitel, střadatel, umořovatel, zásobitel. Každá z těchto veličin je z matematického hlediska funkce dvou proměnných: přirozené proměnné n a kladné reálné proměnné Q . Proměnná n znamená (celý) počet období (složeného) úročení (podle kontextu to může znamenat počet období, po něž probíhá spoření, počet období, po která se splácí dluh, apod.); proměnná Q je pak v procentech vyjádřená úroková míra za dané (jedno) období (podle kontextu to může být míra, jíž se úročí vklady, míra, kterou se úročí dluh apod.). Obdobím je jakýkoliv pevně zvolený časový interval (zpravidla rok, ale i měsíc, čtvrtletí apod.) konstantní délky. Podstatné je, že úroková míra se vztahuje ke zvolenému období: je-li jím rok, znamená Q (%) roční úrokovou míru (někdy značenou $p.a.$); je-li jím měsíc, znamená Q (%) úrokovou míru za měsíc apod.

TABULKA 2-3

ZÁKLADNÍ POJMY

úroková míra	úroková míra za dané (jedno) období	Q	%	
časový interval (období)	počet (celý) období složeného úročení. Obdobím je jakýkoliv pevně zvolený časový interval konstantní délky, zpravidla rok, ale i měsíc, čtvrtletí apod.	n	(rok, měsíc, apod.)	
Základní vztahy				

TABULKA 2-3

ZÁKLADNÍ POJMY

úročitel³	$V_{n,Q} = \left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n$	$V_{n,Q}$	(-)	(2-1)
odúročitel	$\Lambda_{n,Q} = \left(1 + \frac{Q}{100}\right)^{-n}$	$\Lambda_{n,Q}$	(-)	(2-2)
střadatel	$W_{n,Q} = \sum_{i=1}^n V_{i,Q} = \frac{100+Q}{Q} \cdot \left[\left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n - 1 \right]$ kdy definujeme $W_{0,Q} = 0$ a $W_{-1,Q} = -1$	$W_{n,Q}$	(-)	(2-3)
umořovatel	$M_{n,Q} = \frac{\frac{Q}{100} \cdot \left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n}{\left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n - 1}$	$M_{n,Q}$	(-)	(2-4)
zásobitel	$H_{n,Q} = \frac{\left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n - 1}{\frac{Q}{100} \cdot \left(1 + \frac{Q}{100}\right)^n}$	$H_{n,Q}$	(-)	(2-5)
Odvozené vztahy				
úročitel	$V_{n,Q} = W_{n,Q} - W_{n-1,Q}$		(-)	(2-6)
odúročitel	$\Lambda_{n,Q} = \frac{1}{V_{n,Q}}$		(-)	(2-7)
umořovatel	$M_{n,Q} = \frac{W_{n+1,Q}}{W_{n,Q}} - 1$		(-)	(2-8)
zásobitel	$H_{n,Q} = \frac{1}{M_{n,Q}}$		(-)	(2-9)
Bankovní analýza				
čistá současná hodnota NPV (Net Present Value) za dobu životnosti	$NPV = \left(\sum_{n=1}^{n=n} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_0$	NPV	(Kč)	(2-10)

³ Odpovídá pojmu diskontní sazba v ČSN EN 15459

TABULKA 2-3

ZÁKLADNÍ POJMY

Vnitřní výnosové procento IRR (Internal Rate of Return) za dobu životnosti	$0 = \left(\sum_{n=1}^{n=n} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_0$	IRR	(%)	(2-11)
Ukazatel ziskovosti PI (Profitability Index) za dobu životnosti	$PI = \frac{NPV}{I_0}$	PI	(Kč/Kč)	(2-12)

2.3.1 Věcný význam

Věcný význam funkcí V , A , W , M a H je následující:

- **úročitel** ($V_{n,Q}$) udává, na kolik Kč vzroste 1 Kč složená koncem 0 - tého (= počátkem 1.) období do konce n -tého období, úročí-li se úrokovou mírou Q % za období a úroky jsou připisovány k zůstatku účtu vždy koncem období
- **odúročitel** ($A_{n,Q}$) udává hodnotu 1 Kč diskontovanou ke konci 0-tého období, tj. říká, kolik musíme koncem období 0 složit na konto, abychom koncem období n měli na kontě 1 Kč za předpokladu úročení jako výše
- **střadatel** ($W_{n,Q}$) říká, kolik máme na kontě koncem n -tého období, spoříme-li pravidelnými úločkami velikosti 1 Kč skládanými vždy jedenkrát za období, a to jeho počátkem, jestliže jsou vklady úročeny Q % za období a úroky jsou připisovány na účet vždy koncem období
- **umořovatel** ($M_{n,Q}$) udává velikost jedné splátky úvěru velikosti 1 Kč poskytnutého koncem 0. období, je-li dluh úročen Q % za období a splácen n pravidelnými splátkami konstantní výše splatnými vždy koncem období (takže koncem n -tého období je úvěr splacen i s úroky)
- **zásobitel** ($H_{n,Q}$) udává, kolik musíme složit na účtu koncem 0-tého (=počátkem 1.) období, abychom (počínaje 1. a konče n -tým obdobím) obdrželi koncem každého období důchod velikosti 1 Kč za předpokladu, že se peníze na účtu úročí Q % za období
- Ze vzorců (6) až (9) plyne, že klíčový význam má funkce $W_{n,Q}$ (střadatel), neboť na základě hodnot střadatele můžeme snadno přímo či nepřímo [podle vzorců (6) až (9)] určit hodnotu kterékoliv jiné funkce: $V_{n,Q}$ (úročitele), $A_{n,Q}$ (odúročitele), $M_{n,Q}$ (umořovatele) a $H_{n,Q}$ (zásobitele)

Ze vzorců (2-6) až (2-9) plyne, že klíčový význam má funkce $W_{n,Q}$ (střadatel), neboť na základě hodnot střadatele můžeme snadno přímo či nepřímo [podle vzorců (2-6) až (2-9)] určit hodnotu kterékoliv jiné funkce: $V_{n,Q}$ (úročitele), $A_{n,Q}$ (odúročitele), $M_{n,Q}$ (umořovatele) a $H_{n,Q}$ (zásobitele).

Hodnoty střadatele jsou uvedeny v tabulkách 7-5 až 7-13.

Užijí se 3 základní nástroje posuzování investic:

- ⇒ **Metoda čisté současné hodnoty NPV** (Net Present Value). Čistá budoucí hodnota NPV je součet všech budoucích ročních výnosů za dobu ekonomické životnosti příslušné investice, přepočtených (diskontovaných) na současnost (na dobu, kdy byly peníze do investice vloženy) a od tohoto součtu je odečtena hodnota investice. Investice (projekt) je zisková, jestliže výsledná hodnota NPV je větší než 0.

$$NPV = \left(\sum_{n=1}^{n=n} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_o$$

- ⇒ **Vnitřní výnosové procento IRR** (Internal Rate of Return). Vnitřní výnosové procento IRR se vyjadřuje v procentech a představuje hodnotu úrokové míry, při které by hodnota NPV byla právě rovna nule. Tento ukazatel je vhodný jako měřítko efektivnosti investice. Postačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor pozná, zda je výhodné do příslušného opatření investovat.

$$0 = \left(\sum_{n=1}^{n=n} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_o$$

- ⇒ **Ukazatel ziskovosti PI** (Profitability Index). Ukazatel ziskovosti PI je poměr čisté současné hodnoty NPV a celkového investovaného kapitálu. Je měřítkem čistého výnosu získaného z každé jednotky investovaného kapitálu (Kč/Kč).

$$PI = \frac{NPV}{I_o}$$

- ⇒ **Cashflow – roční přínosy projektu**. Tři základní ekonomické veličiny (NPV, IRR, PI) jsou základem orientačního ekonomického hodnocení investice bez zohlednění “ceny peněz” vloženého kapitálu. Rozhodujícím pro investiční rozhodnutí je analýza finančního toku, tj. vývoje finančních výnosů v jednotlivých letech využívání realizovaného opatření. Tento vývoj je znázorněn číselnou řadou hodnot jednotlivých činitelů uvedených ve vzorci pro výpočet čisté současné hodnoty. Počáteční investice $I + I_p$ (v roce 0, tj. před uvedením opatření do provozu) je proti výnosům z úspor v letech jejich využívání záporná. Investor posuzuje, za jak dlouho se mu náklady vrátí a jak velký bude mít čistý výnos. Výnosy v budoucích letech se berou v diskontované formě. Průběh finančního toku se obvykle znázorňuje v tabulce a často též graficky.

Metoda finanční analýzy není přesná pro ekonomické hodnocení budov, ve kterých je nutno některá opatření reinvestovat. Tyto reinvestice jednotlivých opatření s životností kratší než 50 let by měly být diskontovány na rok jejich zavedení při obnově. Tím se zvyšují celkové investiční náklady a finanční analýza tak pouze umožní stanovit orientačně rentabilitu celkové investice do budovy za dobu 50 let. Přesný výpočet poskytuje dále uvedený postup v části 6.5.2.

3 VÝPOČTOVÉ METODY PODLE EVROPSKÉ METODIKY

Formulace výpočtové metody odpovídá obecným úvahám (celkové náklady). Nicméně výpočtovou metodu je možné v závislosti na záměrech investora použít pouze pro vybrané zvláštní nákladové položky. Například výpočty týkající se alternativních řešení tepelných soustav mohou být prováděny pouze s ohledem na soustavu pro přípravu teplé (užitkové) vody a na soustavu pro vytápění.

Náklady se rozdělují na investiční náklady (včetně periodické výměny prvků) a na běžné náklady.

Organizace různých druhů nákladů je uvedena na obrázku 3-1.

3.1 ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

3.1.1 Úroková sazba, diskontní sazba, činitel skutečné hodnoty a anuitní činitel

3.1.1.1 Reálná úroková sazba

Reálná úroková sazba závisí na tržní úrokové sazbě R a na míře inflace R_i (přičemž obě mohou záviset na roce i , avšak zde se předpokládá, že jsou konstantní):

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + \frac{R_i}{100}} \quad (\%) \quad (3-1)$$

3.1.1.2 Diskontní sazba

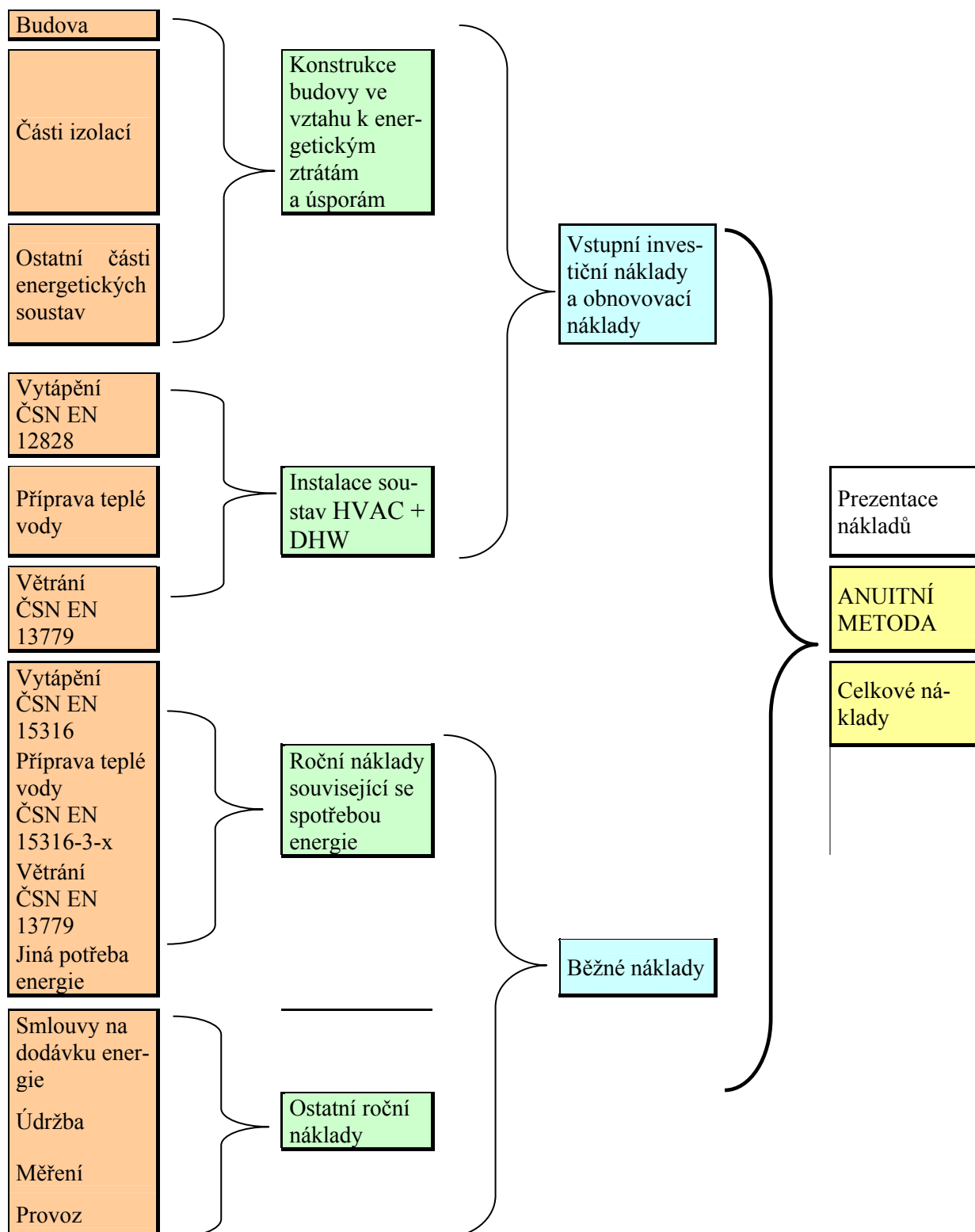
Diskontní sazba závisí na reálné úrokové sazbě R_R a na časovém rozvržení dotčených nákladů (tj. počet roků n po výchozím roku):

$$R_d(n) = \left(\frac{1}{1 + \frac{R_R}{100}} \right)^n \quad (-) \quad (3-2)$$

3.1.1.3 Činitel současné hodnoty

Činitel současné hodnoty závisí na reálné úrokové sazbě R_R a na počtu roků n , které jsou zohledněny v ročních nákladech:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - \left(1 + \frac{R_R}{100} \right)^{-n}}{\frac{R_R}{100}} \quad (-) \quad (3-3)$$



OBRÁZEK 3-1

SESTAVA NÁKLADŮ

3.1.1.4 Anuitní činitel

Anuitní činitel je inverzní hodnota činitele současné hodnoty:

$$a(n) = \frac{1}{f_{pv}(n)} \quad (3-4)$$

3.1.2 Celkové náklady

3.1.2.1 Základní pravidla výpočtu

Výpočet celkových nákladů se může provádět na základě jednotlivé prvku nebo soustavy, se zohledněním vstupních investic C_1 a – pro každý prvek nebo soustavu j – ročních nákladů na každý rok i (vztaženo k výchozímu roku) a koncové hodnoty. Celkové náklady mají přímou souvislost s dobou trvání výpočtového období τ .

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \cdot R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (\text{Kč}) \quad (3-5)$$

kde:

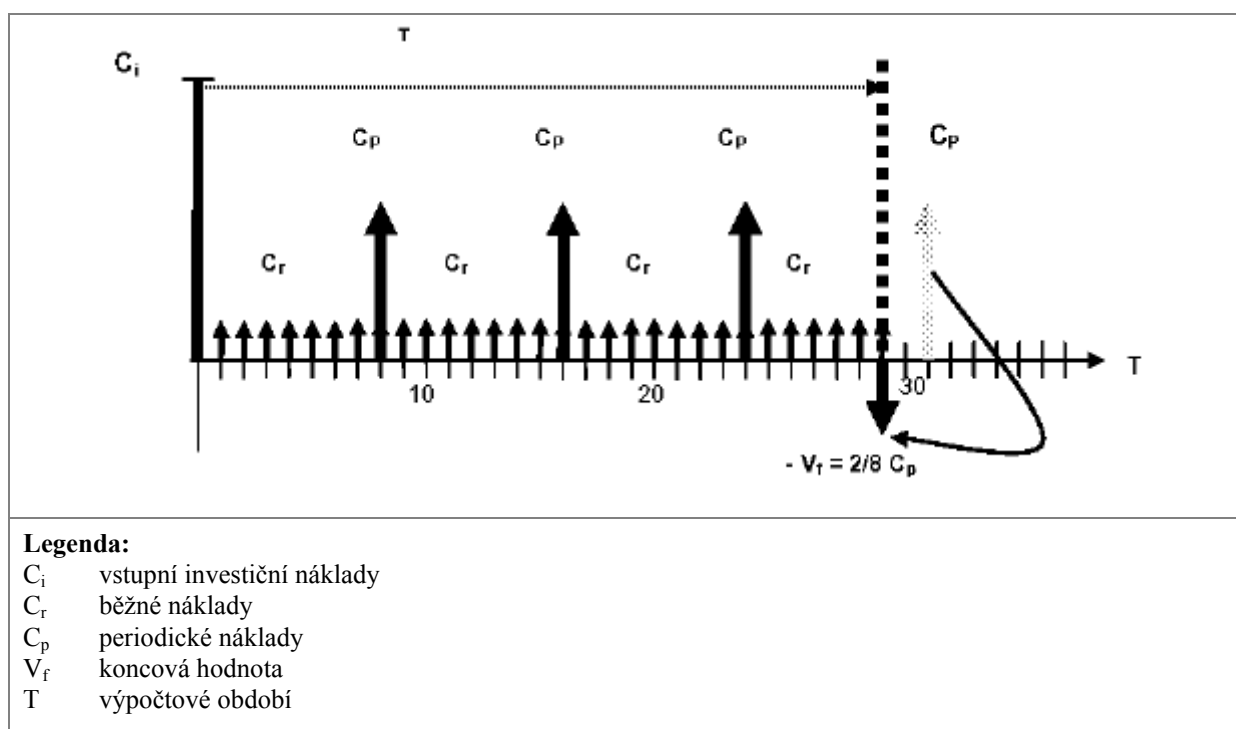
$C_G(\tau)$	jsou celkové náklady (vztaženo k výchozímu roku τ_0)	(Kč)
C_1	vstupní investiční náklady	(Kč)
$C_{a,i}(j)$	roční náklady na daný rok i pro prvek j (včetně běžných nákladů a periodických nebo obnovovacích nákladů s)	(Kč)
$R_d(i)$	diskontní sazba pro rok i	(%)
$V_{f,\tau}(j)$	koncová hodnota prvku j na konci výpočtového období (vztaženo k výchozímu roku τ_0).	(Kč)
i	index počtu roků	-
j	index zařazení prvku	-

Výpočet se může provádět buď s podrobnými údaji o nákladech na ročním základu, nebo se všeobecnými údaji při výpočtu hospodárnosti pro každý prvek.

Při dynamických výpočtech se zohledňuje roční kolísání diskontní sazby, jakož i roční kolísání míry vývoje cen pro jakékoli náklady zohledněné v ročních nákladech (tj. náklady na energii, provozní náklady, periodické nebo obnovovací náklady, náklady na údržbu a dodatečné náklady).

3.1.2.2 Výpočet koncové hodnoty

Koncová hodnota $V_{f,\tau}(j)$ prvku se stanovuje metodou lineárního odpisování vstupních investic až do konce výpočtového období a vztahuje se k začátku výpočtového období.



OBRÁZEK 3-2

ZOBRAZENÍ POJMU KONCOVÁ HODNOTA

Jestliže výpočtové období τ překročí dobu životnosti $\tau_n(j)$ dotčeného prvku (j), poslední obnovovací náklady se zohlední v lineárním odpisování:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \cdot \left(1 + \frac{R_p}{100}\right)^{n_{\tau}(j) \cdot \tau_n(j)} \cdot \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \cdot \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \cdot R_d(\tau) \quad (3-6)$$

kde:

$V_0(j) \cdot \left(1 + \frac{R_p}{100}\right)^{n_{\tau}(j) \cdot \tau_n(j)}$ je poslední obnovovací náklady (v okamžiku výměny), (Kč)
přičemž se bere v úvahu míra vývoje ceny za vý-
robky (R_p)

$n_{\tau}(j)$ znamená celkový počet výměn prvku j v průběhu (-)
výpočtového období

$\left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \cdot \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right]$ lineární odpisování posledních obnovovacích ná- (Kč)
kladů (tj. zbývající doba životnosti na konci vý-
počtového období poslední výměny prvku j děleno
dobou životnosti prvku j)

$R_d(\tau)$ diskontní sazba na konci výpočtového období. (%)

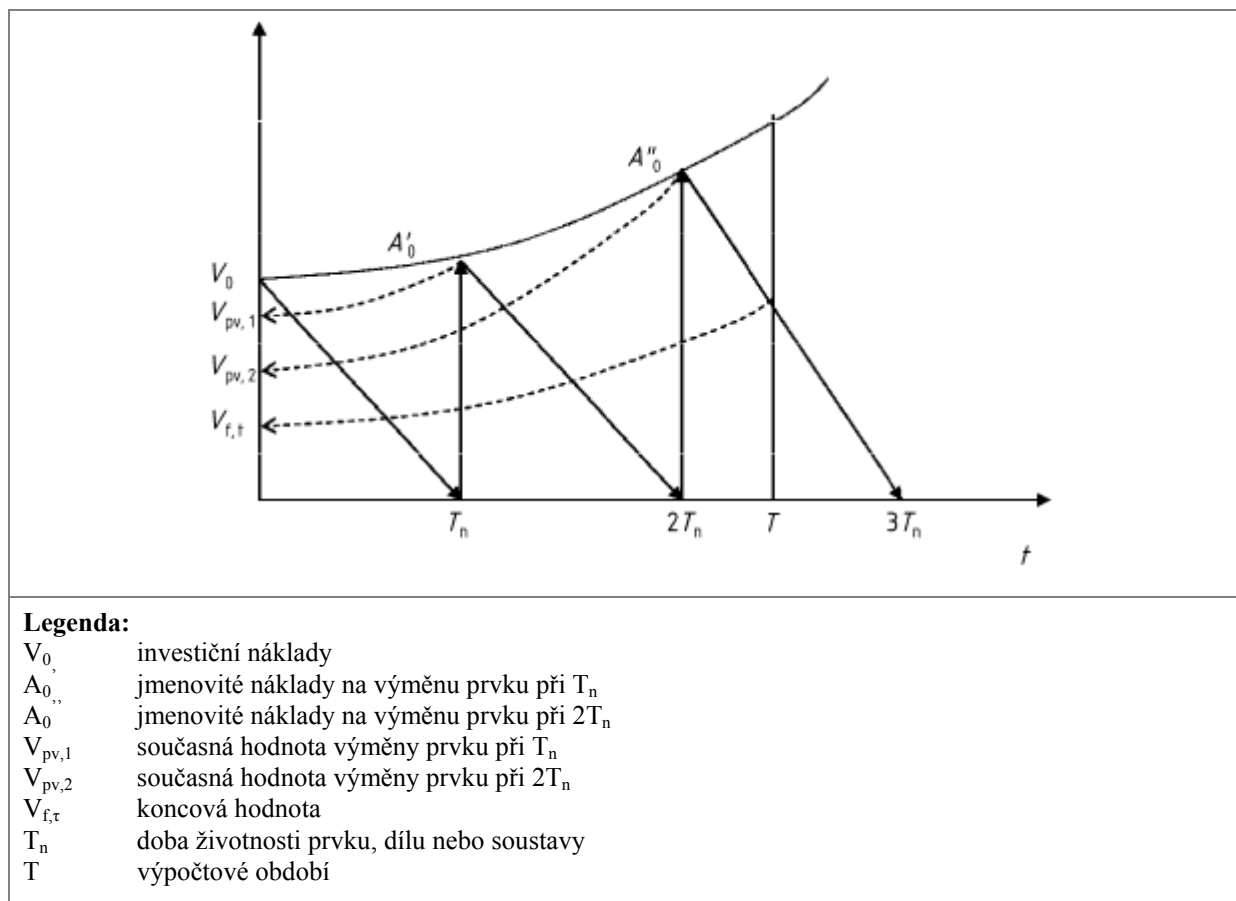
R_p míra vývoje ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se (%)
uvažuje stejná jako inflace

Celkové náklady na výměnu prvku j v průběhu dotčeného výpočtového období (včetně vstup-
ní investice), jsou součtem:

- vstupní investice V_0

- obnovovacích nákladů (A'_0 , A''_0 atd.): pokaždé, když je dosaženo konce doby životnosti prvku, musí být prvek vyměněna, přičemž její náklady musí zohledňovat míru vývoje ceny za výrobky a diskontní sazbu.

Obrázek 3-3 zobrazuje příklad tohoto principu s výpočtovým obdobím ($\tau = T =$ např. 30 let) a dobou životnosti prvku ($\tau_n = T_n =$ např. 12 let).



OBRÁZEK 3-3

VÝVOJ HODNOTY V PRŮBĚHU VÝPOČTOVÉHO OBDOBÍ

Celkové náklady se stanovují pomocí $V_0 + V_{pv,1} + V_{pv,2}$, kde:

$$V_{pv,1} = A'_0 \cdot R_d(\tau_n) \quad \text{a} \quad A'_0 = V_0 \cdot \left(1 + \frac{R_p}{100}\right)^{\tau_n} \quad (3-6a)$$

$$V_{pv,2} = A''_0 \cdot R_d(2\tau_n) \quad \text{a} \quad A''_0 = V_0 \cdot \left(1 + \frac{R_p}{100}\right)^{2\tau_n} \quad (3-6b)$$

Konečná hodnota se vypočítá metodou lineárního odpisování posledních obnovovacích nákladů, přičemž:

$$V_{f,\tau} = A''_0 \cdot R_d(\tau) \cdot \frac{3 \cdot \tau_n - \tau}{\tau_n} = V_0 \cdot \left(1 + \frac{R_p}{100}\right)^{2\tau_n} \cdot R_d(\tau) \cdot \left(\frac{3 \cdot \tau_n - \tau}{\tau_n}\right) \quad (3-6c)$$

Příklad 3-1

zadání: Jaká je reálná úroková sazba R_R , diskontní sazba $R_d(n)$ ve vybraných létech 5 až 50 s krokem 5 roků a činitel současné hodnoty $f_{pv}(n)$ v těch samých létech.

Tržní úroková sazba je $R = 5,6 \%$ a míra inflace $R_i = 3 \%$.⁴

Uvažovaná délka životnosti budovy po provedení opatření je 50 let. Obnova zařízení podle jejich životností je modelově předpokládána po dobu 50 let pro krok 5 roků.

řešení: V tabulce 3-1 je uveden postup s příslušnými vstupními hodnotami a odkazy na použité vzorce. Vypočtené hodnoty se použijí v následných příkladech.

TABULKA 3-1

	označení	název	jednotka	hodnota	výsledek	vztah
Reálná úroková sazba R_R						
(1)	R_R	reálná úroková sazba	%		2,52	(3-1)
(2)	R	tržní úroková sazba	%	5,6		
(3)	R_i	míra inflace	%	3,0		
(přičemž obě mohou záviset na roce i, avšak zde se předpokládá, že jsou konstantní)						
Diskontní sazba $R_d(n)$						
	$R_d(n)$	diskontní sazba	%		$R_d(n)$	(3-2)
(4)	n	počet let po výchozím roku	-	5	0,883	(3-2)
(5)			-	10	0,779	(3-2)
(6)			-	15	0,688	(3-2)
(7)			-	20	0,607	(3-2)
(8)			-	25	0,536	(3-2)
(9)			-	30	0,473	(3-2)
(10)			-	35	0,418	(3-2)
(11)			-	40	0,369	(3-2)

⁴ Hodnoty jsou odvozeny z údajů ČNB. Tržní úroková sazba je z Příboru pro 11 2008 a navýšená o 40 %, inflace z 11 2008. Tyto hodnoty jsou orientační (nízké) pro provedení příkladu a jejich správná volba závisí na druhu úvěru/půjčky, bance a délce splácení.

TABULKA 3-1

	označení	název	jednotka	hodnota	výsledek	vztah
(12)			-	45	0,326	(3-2)
(13)			-	50	0,288	(3-2)
(14)	R_R	reálná úroková sazba	%	2,52		
Činitel současné hodnoty $f_{pv}(n)$						
(15)	$f_{pv}(n)$	činitel současné hodnoty	-		$f_{pv}(n)$	(3-3)
(16)	R_R	reálná úroková sazba	%	2,52		(3-3)
(17)	n	počty roků n, které jsou zohledněny v ročních nákladech	-	5	4,643	(3-3)
(18)			-	10	8,741	(3-3)
(19)			-	15	12,359	(3-3)
(20)			-	20	15,553	(3-3)
(21)			-	25	18,373	(3-3)
(22)			-	30	20,863	(3-3)
(23)			-	35	23,060	(3-3)
(24)			-	40	25,000	(3-3)
(25)			-	45	26,713	(3-3)
(26)			-	50	28,225	(3-3)

Příklad 3-2

zadání: Jaké jsou celkové investiční náklady včetně obnovovacích pro budovu. Reálná úroková sazba R_R , diskontní sazba $R_d(n)$ ve vybraných letech 5 až 50 s krokem 5 roků je stanovena v příkladu 3-1.

Tržní úroková sazba je $R = 5,6 \%$ a míra inflace $R_i = 3 \%$.⁴

Uvažovaná délka životnosti budovy po provedení opatření je 50 let. Obnova zařízení podle jejich životností je modelově předpokládána po dobu 50 let pro krok 5 roků. Pořizovací ceny prvků a dílů, které se obnovují, $V_{0,n}$ jsou v tabulce 3-2. Míra růstu ceny prvků, dílů a soustav $R_p = 3$. Pro zjednodušení se po dobu 50 let nemění.

řešení: V tabulce 3-2 a 3-3 je uveden postup s příslušnými vstupními hodnotami a odkazy na použité vzorce. Použijí se vypočtené hodnoty z příkladu 3-1.

Celkové investiční náklady se stanovují pomocí $V_0 + V_{pv,1} + V_{pv,2} + \dots + V_{pv,i} - V_{f,t}$.

Ve vzorci jsou náklady $V_0 = C_I$, $V_{pv,1}$ až i se stanoví z hodnot $C_{a,5}$ až $C_{a,45} = V_{0,5}$ až $V_{0,45}$ přepočtem na cenu daného roku obnovy příslušnou diskontní sazbu R_d pro daný rok.

Celkové investiční náklady včetně nákladů na obnovení a odečtu koncových obnovovacích nákladů jsou **308 310 Kč**.

TABULKA 3-2 VÝPOČET INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ VČETNĚ OBNOVOVACÍCH NÁKLADŮ ZA DOBU UVAŽOVANÉ ŽIVOTNOSTI BUDOVY 50 LET

	ozna- čení	název	jednotka	hodnota nákladů v roce 0 V_0	výsledek skutečného roku	vztah
Investiční náklady v ceně - roku 0						
(1)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	200,00	A''''	
(2)	$V_{0,5}$	investiční náklady s obnovou po 5 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(3)	$V_{0,10}$	investiční náklady s obnovou po 10 letech	tis. Kč	20,00	26,88	(3-6a,b)
(4)	$V_{0,15}$	investiční náklady s obnovou po 15 letech	tis. Kč	30,00	46,74	(3-6a,b)
(5)	$V_{0,20}$	investiční náklady s obnovou po 20 letech	tis. Kč	0,00	36,12	(3-6a,b)
(6)	$V_{0,25}$	investiční náklady s obnovou po 25 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(7)	$V_{0,30}$	investiční náklady s obnovou po 30 letech	tis. Kč	45,00	230,59	(3-6a,b)
(8)	$V_{0,35}$	investiční náklady s obnovou po 35 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(9)	$V_{0,40}$	investiční náklady s obnovou po 40 letech	tis. Kč	20,00	130,48	(3-6a,b)
(10)	$V_{0,45}$	investiční náklady s obnovou po 45 letech	tis. Kč	0,00	113,45	(3-6a,b)
(11)	R_p	míra růstu ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se uvažuje stejná jako inflace	%	3,00		
Dílčí celkové náklady $V_{pv,1...i}$						
				$n = \tau$	$V_{pv,1...i}$	
(12)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	0	200	(3-6a,b)
(13)	τ_5	skutečné investiční náklady s obnovou po 5 letech	tis. Kč	5	0,00	(3-6a,b)
(14)	$2\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 10 letech	tis. Kč	10	20,95	(3-6a,b)
(15)	$3\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 15 letech	tis. Kč	15	32,16	(3-6a,b)
(16)	$4\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 20 letech	tis. Kč	20	21,94	(3-6a,b)
(17)	$5\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 25 letech	tis. Kč	25	0,00	(3-6a,b)
(18)	$6\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 30 letech	tis. Kč	30	109,15	(3-6a,b)
(19)	$7\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 35 letech	tis. Kč	35	0,00	(3-6a,b)
(20)	$8\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 40 letech	tis. Kč	40	48,14	(3-6a,b)
(21)	$9\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 45 letech	tis. Kč	45	36,95	(3-6a,b)
(22)	τ	doba životnosti budovy po provedení opatření s nejdelší životností	tis. Kč	50		(3-6a,b)
(23)	$V_{f,\tau}$	koncové obnovovací náklady	tis. Kč		160,97	(3-6c)
(24)	Celkové investiční náklady				308,31	(3-6)

TABULKA 3-3 VÝPOČET INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ VČETNĚ OBNOVOVACÍCH NÁKLADŮ ZA DOBU UVAŽOVANÉ ŽIVOTNOSTI BUDOVY 50 LET

	ozna- čení	název	jednot- ka	hodnota nákladů v roce 0	výsle- dek $V_{f,\tau}$	vztah
Koncové obnovovací náklady $V_{f,\tau}$						
(1)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	200,00		
(2)	$V_{0,5}$	investiční náklady s obnovou po 5 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(3)	$V_{0,10}$	investiční náklady s obnovou po 10 letech	tis. Kč	20,00	0,00	(3-6)
(4)	$V_{0,15}$	investiční náklady s obnovou po 15 letech	tis. Kč	30,00	75,63	(3-6)
(5)	$V_{0,20}$	investiční náklady s obnovou po 20 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(6)	$V_{0,25}$	investiční náklady s obnovou po 25 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(7)	$V_{0,30}$	investiční náklady s obnovou po 30 letech	tis. Kč	45,00	36,41	(3-6)
(8)	$V_{0,35}$	investiční náklady s obnovou po 35 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(9)	$V_{0,40}$	investiční náklady s obnovou po 40 letech	tis. Kč	20,00	48,93	(3-6)
(10)	$V_{0,45}$	investiční náklady s obnovou po 45 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(11)	R_p	míra vývoje ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se uvažuje stejná jako inflace	%	3		
(12)	$V_{f,\tau}$	koncové obnovovací náklady	tis. Kč		160,97	
Koncové obnovovací náklady – část vzorce - zlomek $\left[\frac{(n_\tau(j) + 1) \cdot \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right]$						
			n_τ	$n = \tau_n$	hodno- ta zlomku	
(13)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	0	0		(3-6)
(14)	τ_5	skutečné investiční náklady s obnovou po 5 letech	9	5	0,000	(3-6)
(15)	$2\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 10 le- tech	4	10	0,000	(3-6)
(16)	$3\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 15 le- tech	3	15	0,667	(3-6)
(17)	$4\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 20 le- tech	2	20	0,500	(3-6)
(18)	$5\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 25 le- tech	1	25	0,000	(3-6)
(19)	$6\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 30 le- tech	1	30	0,333	(3-6)
(20)	$7\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 35 le- tech	1	35	0,571	(3-6)
(21)	$8\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 40 le- tech	1	40	0,750	(3-6)
(22)	$9\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 45 le- tech	1	45	0,889	(3-6)
(23)	τ	životnost budovy a délka cyklu	0	50	0,000	(3-6)

3.1.3 Výpočet anuity

3.1.3.1 Všeobecně

Alternativním postupem je stanovení anuitních nákladů budovy. Při použití metody výpočtu anuity se jakékoli náklady převádějí na průměrné roční náklady.

Zatímco metoda výpočtu celkových nákladů poskytuje hodnotu celkových nákladů za celé dotčené výpočtové období τ , anuitní výpočet převádí všechny náklady pomocí anuitního činitele $a(n)$ na roční náklady.

Výpočty se rozdělí na 3 části pro dotčené výpočtové období τ :

- investiční náklady vztahující se k uvažované části stavební konstrukce a k jakýmkoli prvkům, dílům a soustavám s dobou životnosti delší nebo rovnající se plánované době návratnosti budovy se rovnoměrně rozdělí na plánovanou dobu návratnosti investice do budovy
- periodické nebo obnovovací náklady se rovnoměrně rozdělí na počet let mezi vznikem nákladů
- běžné náklady uváděné ročně jsou podle definice ročními náklady.

Při dynamických výpočtech se bere v úvahu roční kolísání diskontní sazby, jakož i roční kolísání míry vývoje cen pro jakékoli dotčené náklady (viz 3.2.3.5).

Zjednodušená verze výpočtů ročních nákladů se použije v případě, že diskontní sazba a roční náklady jsou v průběhu výpočtového období konstantní:

$$AC = C_r + \sum_i (a(i) \cdot \left(\sum_{\substack{j, \text{ kdy } \tau_n(j) < \tau_{\text{budova}}}} V_0(j) \right)) + a(\tau_{\text{budova}}) \cdot \left(\sum_{\substack{j, \text{ kdy } \tau_n(j) \geq \tau_{\text{budova}}}} V_0(j) \right) \quad (3-7)$$

kde:

C_r je celkové běžné náklady (viz 3.2.3.4); (Kč)

$\sum_i (a(i) \cdot (\sum_j V_0(j)))$ celkové roční náklady související s výměnou prvků nebo soustav j , jejichž doba životnosti je kratší než plánovaná doba návratnosti investice do budovy (viz 3.2.3.3) (Kč)

$a(\tau_{\text{budova}}) \cdot (\sum_j V_0(j))$ celkové roční náklady na prvku nebo soustavě j , které nebyly v průběhu doby životnosti budovy měněny (viz 3.2.3.2). (Kč)

3.1.3.2 Výpočet anuity v případě neměněných prvků v průběhu plánované doby návratnosti investice do budovy

Všechny vstupní náklady prvků nebo součástí soustav, které nebyly v průběhu plánované doby návratnosti investice do budovy měněny, se vynásobí odpovídajícím anuitním činitelem $a(\tau_{\text{budova}})$.

Příklad 3-3

zadání: Jaké jsou hodnoty součinitele anuity?

Reálná úroková sazba R_R , diskontní sazba $R_d(n)$ ve vybraných letech 5 až 50 s krokem 5 roků je stanovena v příkladu 3-1.

Tržní úroková sazba je $R = 5,6 \%$ a míra inflace $R_i = 3 \%$.⁴

Uvažovaná délka životnosti budovy po provedení opatření je $\tau_{\text{budova}} = 50$ let.

řešení: Pro $R_i = 3 \%$, $R = 5,6 \%$ a $\tau_{\text{budova}} = 50$ let se anuitní činitel $a(\tau_{\text{budova}})$ rovná 0,0354. (podle výpočtu v tabulce 3-4). Dále jsou vypočteny $a(\tau)$ pro období 50 let s krokem 5 let.

TABULKA 3-4

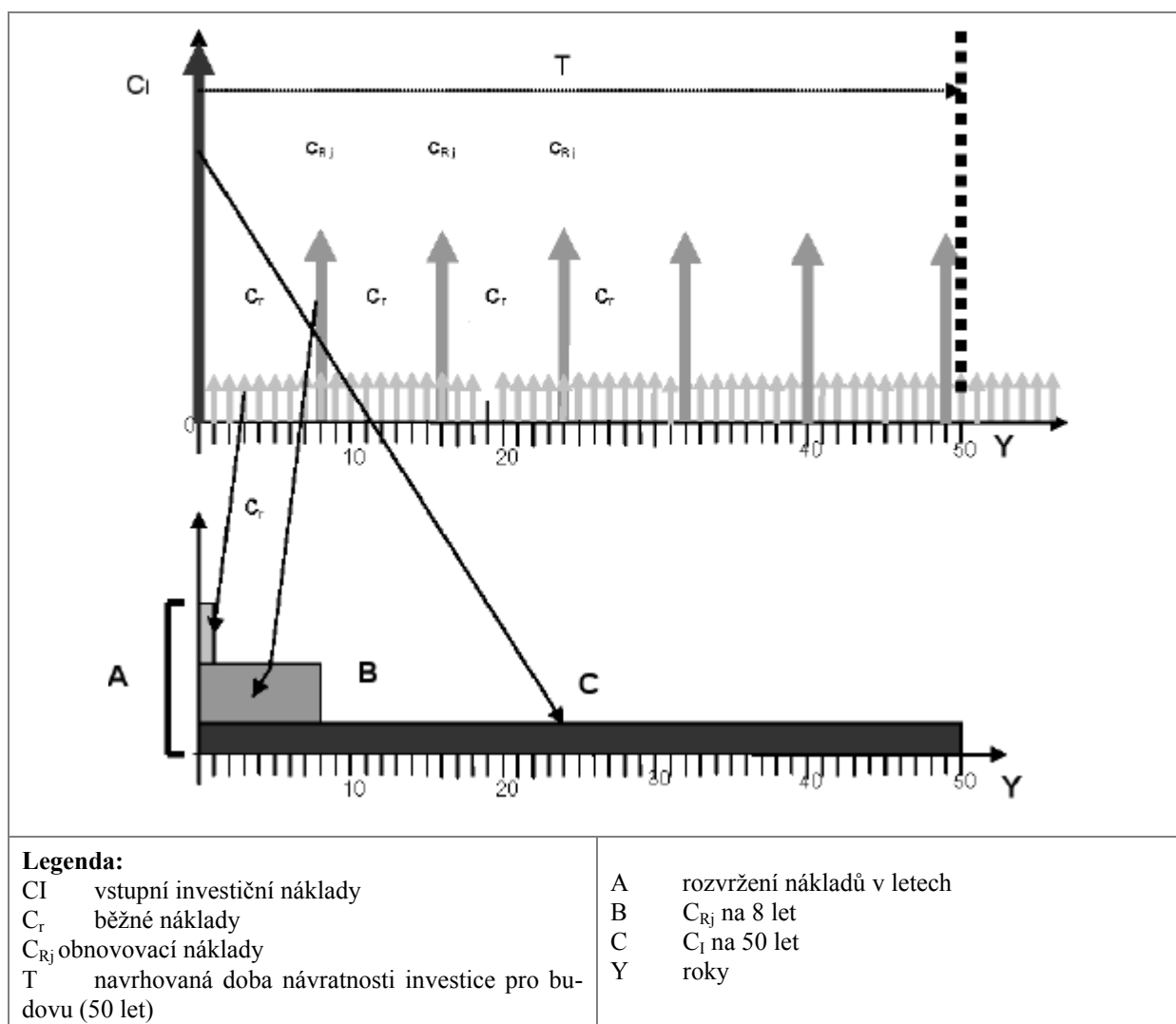
VÝPOČET ANUITNÍHO ČINITELE

	označení	název	jednotka	hodnota	výsledek	vztah
Reálná úroková sazba						
(1)	R _R	reálná úroková sazba	%		2,52	(3-1)
(2)	R	tržní úroková sazba	%	5,60		
(3)	R _i	míra inflace	%	3,00		
(přičemž obě mohou záviset na roce i, avšak zde se předpokládá, že jsou konstantní)						
Činitel současné hodnoty						
(4)	f _{pv} (n)	koefficient současné hodnoty	-		f _{pv} (n)	(3-3)
(5)	R _R	reálná úroková sazba	%	2,52		(3-3)
(6)	n = τ	počty roků τ od roku 0	-	5	4,643	(3-3)
(7)			-	10	8,741	(3-3)
(8)			-	15	12,359	(3-3)
(9)			-	20	15,553	(3-3)
(10)			-	25	18,373	(3-3)
(11)			-	30	20,863	(3-3)
(12)			-	35	23,060	(3-3)
(13)			-	40	25,000	(3-3)
(14)			-	45	26,713	(3-3)
(15)			-	50	28,225	(3-3)
Činitel anuity						
(16)	a(n nebo τ)	činitel anuity	-		a (τ)	(3-4)
(17)	n = τ	počty roků τ od roku 0	-	5	0,2154	(3-4)
(18)			-	10	0,1144	(3-4)
(19)			-	15	0,0809	(3-4)
(20)			-	20	0,0643	(3-4)
(21)			-	25	0,0544	(3-4)
(22)			-	30	0,0479	(3-4)
(23)			-	35	0,0434	(3-4)
(24)			-	40	0,0400	(3-4)
(25)			-	45	0,0374	(3-4)
(26)			τ budova	-	50	0,0354

TABULKA 3-5

SCHÉMA VÝPOČTU ANUITY

Prvek	Vstupní hodnota	2	3		n			τ_{budova} (prvky neměnné)	Σ
1	$V_0(1)$	0	1	0	0	0		0	$\Sigma (\text{linie}) = 1$
		0	0	1	0	0		0	1
j	$V_0(j)$	0	0	0	1	0		0	1
k	$V_0(k)$	0	0	0	1	0		0	1
l	$V_0(l)$	0	0	0	0	1		0	1
		0	0	0	0	1		0	1
y	$V_0(y)$	0	0	0	0	0		1	1
Součet		$a(2) \Sigma$	$a(3) \Sigma$		$a(n) \Sigma$			$a(\tau_{\text{budova}}) \Sigma$	



OBRÁZEK 3-4

ZOBRAZENÍ ANUITNÍCH NÁKLADŮ

3.1.3.3 Výpočet anuity pro obnovované prvky

Skutečné obnovovací náklady v uvažovaném roce (v závislosti na R_p - míře vývoje ceny za výrobky - a na době životnosti dotčené prvku) se vynásobí odpovídajícím anuitním činitelem (orientační životnosti uvádí tabulky 7-1 až 7-4).

Příklad 3-4

zadání: Jaká je anuita pro budovu při uvažování obnovovacích nákladů?

Tržní úroková sazba je $R = 5,6\%$ a míra inflace $R_i = 3\%$.⁴

Uvažovaná délka životnosti budovy po provedení opatření je $\tau_{\text{budova}} = 50$ let. Obnova zařízení podle jejich životností je modelově předpokládána po dobu 50 let pro krok 5 roků. Pořizovací ceny prvků a dílů, které se obnovují, $V_{0,n}$ jsou v tabulce 3-2. Míra růstu ceny prvků, dílů a soustav $R_p = 3$. Pro zjednodušení se po dobu 50 let nemění.

řešení: Anuita, tj. roční splátky po dobu 50 let je stanovena v tabulce 3-6.

V tabulce jsou vypočteny $a(\tau)$ pro období 50 let s krokem 5 let.

TABULKA 3-6

VÝPOČET ANUITY

Výpočet anuity pro obnovované prvky A	Cena V_0 rok 0	Míra inflace R_i	Anuitní činitel $a(n)$	Roční ná- klady pro vlastníka A
	tis. Kč	%	(-)	tis. Kč
1 – Investice				
Prvky, díly a soustavy bez obnovy v průběhu návrhové doby návratnosti investic do bu- dovy	200	3,00	0,0354	7,086
2 – Obnovovací náklady	$V_{f,\tau}$		Pro každé ob- dobí	0
Životnost 5 let	0,00	3,00	0,2154	0,000
Životnost 10 let	0,00	3,00	0,1144	0,000
Životnost 15 let	75,63	3,00	0,0809	6,119
Životnost 20 let	0,00	3,00	0,0643	0,000
Životnost 25 let	0,00	3,00	0,0544	0,000
Životnost 30 let	36,41	3,00	0,0479	1,745
Životnost 35 let	0,00	3,00	0,0434	0,000
Životnost 40 let	48,93	3,00	0,0400	1,957
Životnost 45 let	0,00	3,00	0,0374	0,000
Životnost 50 let	0,00	3,00	0,0354	0,000
Celkové roční náklady – anuita A				16,91

3.1.3.4 Výpočet anuity pro provozní náklady

Provozní náklady pokrývají roční náklady na energii, náklady na provoz jako je obsluha apod., náklady na údržbu a dodatečné náklady na soustavy TZB a budovu:

$$C_r = (C_e + C_o + C_m + C_{ad}) \quad (3-8)$$

kde:

C_r jsou běžné náklady; (Kč)

C_x specifické běžné náklady (tj. index e: energie, o: provozní, m: údrž-
ba, ad: dodatečné). (Kč)

Pro dynamické výpočty se zavede dynamický cenový činitel β_x (viz 3.2.3.5) a běžné náklady se stanoví podle:

$$C_r = (C_e \cdot \beta_e + C_o \cdot \beta_o + C_m \cdot \beta_m + C_{ad} \cdot \beta_{ad}) \quad (3-9)$$

kde:

C_r jsou běžné náklady za celé výpočtové období (Kč)

C_x specifické běžné náklady (Kč)

β_x specifický dynamický cenový činitel. Index x: e = náklady na ener-
gii, o = provozní náklady, m = náklady na údržbu, ad = dodatečné
náklady. (-)

3.1.3.5 Vliv vývoje cen na dynamické výpočty

Jestliže se předpokládá, že se roční náklady budou v průběhu výpočtového období měnit, musí se tyto náklady vynásobit dynamickým cenovým činitelem β_x , aby se stanovila současná hodnota ročních nákladů za celé výpočtové období. Dynamický cenový činitel je závislý na míře inflace R_i , tržní úrokové sazbě R a na míře vývoje dotčených cen R_x :

$$\beta_x = \frac{1 - \left(\frac{1 + \frac{R_x}{100}}{1 + \frac{R}{100}} \right)^{\tau_{\text{budova}}}}{1 - \left(\frac{1 + \frac{R_i}{100}}{1 + \frac{R}{100}} \right)^{\tau_{\text{budova}}}} \cdot \frac{(R - R_i)}{\left(1 + \frac{R_i/100}{100} \right)} \quad (3-10)$$

a $R_x = R_i$ znamená $\beta_x = 1$

3.2 PRINCIPY METODY

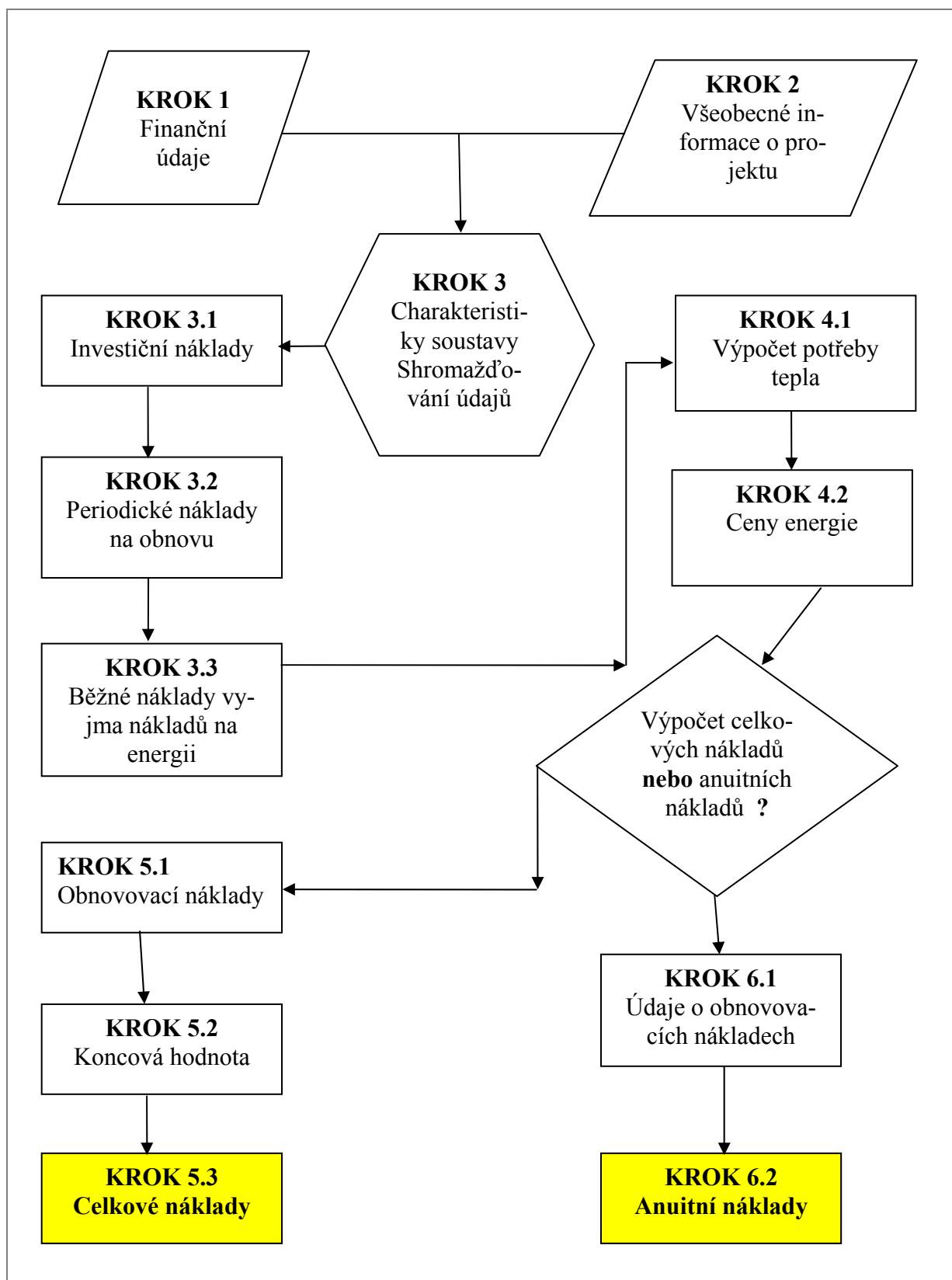
3.2.1 Všeobecně

Na obrázku 3-5 jsou zobrazeny etapy metody, které jsou dále popsány.

Proces je lineární.

Některé údaje jsou uvedeny pro informaci (prostředí projektu). Musí být dokumentovány, aby se umožnilo porovnání mezi budovami nebo použití poměru obvyklých nákladů při výstavbě budovy (např. náklady na jednotku plochy).

Parametry musí být voleny v souladu s parametry, které jsou voleny pro energetický audit (EA) a průkaz energetické náročnosti budovy (EP).



OBRÁZEK 3-5

VÝVOJOVÝ DIAGRAM RŮZNÝCH ETAP METOD

3.2.2 KROK 1 – Finanční údaje

3.2.2.1 Sledované období

Sledované období pro účely výpočtu může odpovídat daným cílům výpočtu (nebo může být dáno vlastníkem budovy). Standardní hodnotou by mohla být očekávaná doba životnosti budovy. Mohlo by však být rovněž zajímavé provést výpočet pro kratší výpočtové období, např. odhadnutí nákladů v průběhu doby splatnosti hypotéky.

Pro sledované období se vezme v úvahu počet roků, které odpovídají metodě výpočtu celkových nákladů. V případě metody výpočtu anuity je směrodatná pouze plánovaná doba návratnosti budovy.

3.2.2.2 Finanční sazba

Míra inflace se získá nebo odhadne z dostupných údajů ekonomických údajů jako průměrná hodnota za výpočtové období.

Tržní úroková sazba je průměrná očekávaná hodnota úrokové sazby za výpočtové období.

3.2.2.3 Náklady na obsluhu

Míra vývoje nákladů na obsluhu závisí na nákladech provozního personálu (míra vývoje nákladů na obsluhu je vyšší než míra inflace). Použije se průměrná očekávaná hodnota za výpočtové období.

3.2.2.4 Ceny za energii

V zásadě se bere v úvahu, že míra vývoje cen energie se rovná míře inflace. Dostupné informace mohou být získány od energetických podniků nebo z hospodářských analýz pravidelně prováděných ČSÚ nebo Evropskou Komisí.

POZNÁMKA Doplnující informace o nákladech na dodávku studené vody k přípravě TV v budově lze přičíst k ročním nákladům.

3.2.3 KROK 2 – Všeobecné informace o projektu

3.2.3.1 Identifikace soustav

V tomto kroku se soustavy zohledněné ve výpočtech hospodárnosti označují údaji o projektu, které jsou nezbytné pro provádění výpočtů. Informace se získají z návrhu projektu a od smluvních stran.

3.2.3.2 Prostředí projektu

Tyto údaje se uvádějí pro informaci, neboť jsou nezbytné pro identifikování omezení, která by mohla definovat nebo ovlivňovat spotřebu energie a výběr mezi alternativními řešeními, která se analyzují:

- země nebo region
- umístění budovy, např. centrum města, městská čtvrť, apod.
- stavební omezení s ohledem na externí aspekty budovy (střecha, obvodový plášť - obálka)

- typ budov (např. řadový dům, samostatně stojící dům, dvojdoměk, vícepodlažní budova)
- hluk.

3.2.3.3 Meteorologické a environmentální údaje (není povinné)

Tyto údaje se uvádějí pro informaci.

3.2.3.4 Omezení/možnosti týkající se energie

Oficiální energetické požadavky na konstrukční systém budovy a na soustavu (tyto údaje jsou nezbytné pro identifikování omezení/možností týkajících se soustav vytápění, větrání a klimatizace (HVAC) s ohledem na energii):

- zakázaná paliva
- orientace budovy
- odvod spalin (možný, nemožný)
- dálkové vytápění (existující nebo neexistující)
- potíže se zásobováním palivy
- možnosti využití zdrojů obnovitelné energie (např. solární kolektory, palivové články, přirozené větrání, tepelná čerpadla).

S ohledem na pohodu a způsob užívání se doporučuje identifikovat přání zákazníků.

3.2.4 KROK 3 – Charakteristiky soustavy

3.2.4.1 Shromažďování údajů

Shromažďují se údaje týkající se prvků a soustav a také informace o době životnosti, údržbě a provozu. Orientační životností uvádí tabulky 7-1 až 7-4.

3.2.5 KROK 3.1 – Investiční náklady na soustavy z hlediska energie

3.2.5.1 Všeobecně

Tento krok je aplikovatelný pro soustavy identifikované v kroku 2, které souvisejí s energií a s úsporou energie.

V tabulce 3-7 jsou uvedeny příklady různých aplikací metody výpočtu.

TABULKA 3-3

PŘÍKLAD SOUSTAV S OHLEDEM NA VÝPOČET NÁKLADŮ

Příklad výpočtu nákladů	Vytápění	Teplá voda	Větrání	Chlazení	Osvětlení	Konstrukční systém budovy a izolace
Stávající budova Porovnání mezi dvěma tepelnými soustavami	X	X				
Nová budova Odhad ročních nákladů	X	X	X	X	X	X

TABULKA 3-3

PŘÍKLAD SOUSTAV S OHLEDEM NA VÝPOČET NÁKLADŮ

Příklad výpočtu nákladů	Vytápění	Teplá voda	Větrání	Chlazení	Osvětlení	Konstrukční systém budovy a izolace
Stávající budova Porovnání mezi dvěma tepelnými soustavami se snížením potřeby tepla (izolování budovy)	X		X	X		X
Stávající budova Zvažování mezi efektivní tepelnou soustavou a izolací obvodového pláště budovy	X					X

Informativní příklady popisů soustav jsou uvedeny v kapitole 8

3.2.5.2 Investiční náklady na konstrukci budovy

Uvede se část konstrukce, která souvisí s energetickou účinností nebo se spotřebou energie (např. konstrukční systém budovy, tepelná izolace, otvory, zasklení, dveře, ochrana proti slunečnímu záření).

Výpočet se může provádět pro všechny stavební konstrukce, ale v tomto případě se musí snížit vliv energetické soustavy.

3.2.5.3 Vytápění prostoru

Výroba a akumulace:

- zahrnuje kotel nebo tepelné čerpadlo nebo předávací stanici s regulací a výměníkem tepla
- solární kolektory
- ostatní (např. dálkové vytápění, kombinovaná výroba tepla a elektrické energie, palivové články)
- zahrnuje zásobník a řídicí systém (ventil, snímač, výměník tepla, čerpadlo).

Rozvod:

- hlavní potrubí, čerpadlo (čerpadla) a redukční ventily
- elektrické vedení pro regulaci
- elektrické vedení pro elektrické zdroje sdílení tepla.

Sdílení tepla:

- otopná tělesa
- zabudované soustavy (podlahové vytápění, stěnové vytápění) se považují za součást soustavy sdílení tepla, nikoli za součást stavební konstrukce

- elektrické zdroje sdílení tepla (zahrnuje otopná tělesa, konvektory a zásobníkové zdroje sdílení tepla s jejich řídicím systémem).

Regulace:

- zváží se funkce a výrobky, které jsou nezbytné pro efektivní regulaci vytápění (viz řadu norem ČSN EN 12098).

3.2.5.4 Teplá voda

Soustavy pro přípravu teplé vody zahrnují:

- výrobu (např. kotel, tepelné čerpadlo, výměník tepla, elektrický zásobníkový ohřívač vody)
- akumulaci (vřazený zásobníkový ohřívač)
- rozvod (např. potrubí, směšovací ventil, termostatický ventil, čerpadlo)
- sdílení (termostatický ventil, směšovací ventil)
- regulaci (teplota, regulace hladiny v zásobníku).

3.2.5.5 Větrání

Větrací soustavy zahrnují:

- přívod vzduchu
- rozvod (potrubí, ventilátory)
- sdílení
- regulaci (zahrnuje filtry, prostorovou regulaci).

POZNÁMKA Přirozené větrání je propojeno s koncepcí budovy, avšak v této části se musí zvážit speciální zařízení potřebná pro přivádění a odvádění vzduchu.

3.2.5.6 Chlazení prostoru

Soustavy pro chlazení prostoru zahrnují:

- výrobu (týká se vytápění nebo zvláštních chladicích jednotek)
- akumulaci (podle potřeby)
- rozvod (potrubí, redukční ventily, čerpadla)
- sdílení
- regulaci.

3.2.5.7 Osvětlení

- typ osvětlení a s tím související řídicí systém
- ochrana proti slunečnímu záření a případné zatemňovací zařízení, jestliže se zlepší přirozené osvětlení.

3.2.5.8 Přípojka dodávky energie

- zváží se specifické náklady související s energetickou sítí a zvláštní ochranou elektrické soustavy
- zásobník na kapalné palivo, plynné palivo nebo biomasy.

3.2.5.9 Ostatní soustavy

Uvažují se jakékoli procesy, které zahrnují energii, která by mohla být pro budovu obnovitelná.

Systémy managementu vybavení budovy (BMS – Building Management Systems), které zavedejí dozorové funkce a kontrolují a řídí propojení různých soustav nebo snižování nákladů v případě smluv na dodávku energie, se mají považovat za zvláštní náklady. V opačném případě jsou řídicí funkce (a s tím související náklady) zohledněny v rámci konkrétních soustav.

3.2.6 KROK 3.2 – Periodické náklady na obnovu

V tomto kroku se koncentruje časové plánování a náklady na obnovu prvků, dílů a soustav. Orientační životností uvádí tabulky 7-1 až 7-4.

3.2.7 STEP 3.3 – Běžné náklady vyjma nákladů na energii

3.2.7.1 Provozní náklady (vyjma energie)

Provozní náklady představují náklady na obsluhu soustav a zařízení.

3.2.7.2 Údržba a opravy

Zohledňuje se kontrola zaměstnanců a spotřební položky nebo roční smlouvy na čištění a údržbu prvků a soustav.

Protože je pravidelná kontrola energetických soustav k vytápění a klimatizačních soustav povinná, musí být tato ověřování zahrnuta do postupů pravidelné údržby (např. kotlů, chladicích jednotek).

3.2.7.3 Dodatečné náklady

Patří sem pojištění a daně, které souvisejí s energetickými soustavami. Například zvláštní daně související s látkami znečišťujícími ovzduší nebo s potřebou energie.

3.2.8 KROK 4 – Náklady na energii

3.2.8.1 Všeobecně

Náklady na energii se obvykle dělí na dvě části:

- první část přímo souvisí se spotřebou energie podle měřicích přístrojů nebo se spotřebou paliva budovy; metoda pro stanovení spotřeby energie se musí vztahovat k energetickému obsahu paliva podle údajů poskytovatele
- druhá část odpovídá množství energie odebírané od energetických závodů nebo nájemnému za energetické systémy (např. zásobník paliva, přeměna proudu).

V případě dálkových tepelných soustav mohou platit zvláštní dodací podmínky.

Environmentální (nebo sociální) náklady mohou být rovněž chápány jako náklady související s energií.

Prodej energie (jestliže to přichází v úvahu) se posuzuje jednotlivě jako záporné náklady.

3.2.8.2 KROK 4.1 – Výpočet spotřeby energie

Výpočet se má provádět podle normalizovaných metod. ČSN EN 15603 umožňuje výpočet potřeby energie pro celou budovu. Jestliže se při ekonomickém rozboru berou v úvahu pouze některé energetické soustavy, pak obdobně i výpočet spotřeby energie bere v úvahu pouze tyto soustavy (tj. normy řady ČSN EN 15316 týkající se tepelných soustav a soustav pro přípravu teplé vody).

Ve zprávě o výsledcích mají být uvedeny odkazy na normy (nebo specifické metody, jsou-li zapotřebí).

3.2.8.3 KROK 4.2 – Náklady na energii

Spotřeba energie se pojí s tarifem za uvažovanou energii.

V některých případech se potřeba energie počítá podle proměnných tarifů dodavatelské společnosti. Tyto tarify (zejména za elektrickou energii) mohou kolísat v průběhu dne i v průběhu jednotlivých období roku.

Zdroje obnovitelné energie nebo prodej energie (elektrická energie nebo teplá voda) se musí považovat buď za finanční příjem (neboť elektrická energie z fotovoltaických článků může být prodávána přímo do elektrické sítě), nebo za způsob snižování nákladů na energii pro budovu (například solární kolektory). Návrh soustavy musí vycházet z těchto dvou možností.

3.2.9 KROK 5 – Výpočet celkových nákladů

3.2.9.1 KROK 5.1 – Výpočet obnovovacích nákladů

Obnovovací náklady během výpočtového období se vypočítávají na základě časových plánů a nákladů pro obnovu soustav a prvků, které byly shromážděny v kroku 3.2.

Činitel skutečné hodnoty nebo diskontní sazba se používá k přiřazení nákladů k výchozímu roku.

3.2.9.2 KROK 5.2 – Výpočet koncové hodnoty

Koncová hodnota na konci výpočtového období se stanovuje sečtením koncových hodnot všech soustav a prvků.

Koncová hodnota konkrétní soustavy nebo prvku se vypočítá ze zbývajících doby životnosti (na konci výpočtového období) poslední obměny soustavy nebo prvku, přičemž se předpokládá lineární odpisování během její doby životnosti. Koncová hodnota se stanovuje jako zbývajících doba životnosti podělená dobou životnosti a vynásobená náklady na poslední obnovu a přiřazením k výchozímu roku odpovídající diskontní sazbou.

Obrázek 3-3 zobrazuje proces výpočtu pro jednu jednotku (prvek nebo soustava).

3.2.9.3 KROK 5.3 – Výpočet celkových nákladů

Různé druhy nákladů (vstupní investiční náklady, periodické a obnovovací náklady, běžné náklady) a také koncová hodnota se převádějí na celkové náklady (tj. jsou vztaženy k výchozímu roku), a to použitím vhodného činitele skutečné hodnoty (nebo diskontní sazby).

Činitel skutečné hodnoty (nebo diskontní sazba) může být různý pro různé druhy nákladů, a to s ohledem na různé míry vývoje cen za energii, obsluhu, výroby, údržbu a na dodatečné náklady.

Celkové souhrnné náklady sestávají ze součtu nákladů, a to vstupních investičních nákladů, periodických a obnovovacích nákladů, ročních nákladů a nákladů na energii, a odečtením celkových nákladů koncové hodnoty.

3.2.10 KROK 6 – Výpočet anuitních nákladů

Výpočet anuitních nákladů se provádí pro každý prvek každé části soustavy podle 3.2.3.

Výpočtové období pro výpočet anuitních nákladů je pevně dáno a odpovídá návrhu doby návratnosti budovy.

Souhrnné roční náklady se stanovují součtem ročních nákladů na soustavy a prvky (investice a obnovy), ročních nákladů (provozní náklady, náklady na údržbu, dodatečné náklady) a nákladů na energii.

Rozdílné druhy nákladů se převádějí na roční náklady pomocí vhodného anuitního činitele.

V případě soustav a prvků, jejichž doba životnosti je delší nebo rovna plánované době návratnosti budovy, se roční náklady stanovují ze vstupních investičních nákladů a anuitního činitele odpovídajícího době návratnosti.

V případě soustav a komponentů, jejichž doba životnosti je kratší než výpočtové období, se roční náklady stanovují z obnovovacích nákladů a anuitního činitele odpovídajícího době životnosti.

Roční náklady a náklady na energii jsou podle definice ročními náklady.

Anuitní náklady odpovídají průměrným ročním nákladům v roce 0.

4 BANKOVNÍ ÚVĚRY/PŮJČKY

Potenciálně nejvýznamnějším zdrojem financování energií šetřících investic ze strany majitelů domů jsou bankovní půjčky. Všeobecně vzato mají majitelé domů při žádosti o úvěr lepší pozici než uživatelé bytů, protože mohou ručit svým domovním majetkem. Pro časové rozložení splácení úvěrů na dlouhou dobu jsou zejména výhodné hypotéční půjčky (tj. dlouhodobé půjčky zajištěné zástavou nemovitosti), kde doba splatnosti může být i 20 a více let.

Význam hypotéčních půjček pro financování uvažovaných investic ze strany majitelů domů by však mohl být podstatně větší, kdyby na tyto půjčky jim bylo poskytováno úrokové zvýhodnění dotované ze státního rozpočtu. To podle současné legislativy není možné, neboť státní dotace úrokové míry se poskytuje většinou jen za předpokladu, že investice povede ke vzniku nové bytové jednotky; při pouhé rekonstrukci domu nebo technickém zhodnocení nárok na státní dotaci úrokové míry není.

Níže uvádíme pro hlavní druhy splátkových režimů velikosti splátek, jakož i členění splátky $S(i)$ i -tého období na úhradu úroků $u(i)$ a amortizaci úvěru $r(i)$, přičemž platí vždy $S(i) = u(i) + r(i)$. Členění splátky na složku úrokovou a úmorovou má význam nejen pro úvěrující banku (která ve své evidenci sleduje příjmy z úroků zvlášť), ale někdy i pro dlužníka, protože z hlediska daňových zákonů je úhrada úroků z investičních úvěrů posuzována jinak než amortizace úvěru. Vzorce pro velikost splátek (a jejich složek) vycházejí z následujících předpokladů (společných pro všechny níže uváděné splátkové režimy):

1. Obdobím je rok
2. Koncem roku 0 (= počátkem r. 1) byla poskytnuta půjčka velikosti C (Kč)
3. Splatnost je n (let); tzn. že koncem roku n musí být splacen úvěr i s úroky
4. Dluh se úročí Q % ročně, přičemž tato úroková míra je po celou dobu n let neproměnná
5. Míra růstu progresivně splácené půjčky B (%). Znamená, že následující splátka je o B % ($B > 0$) vyšší než splátka předchozí
6. Úvěr a úroky jsou spláceny pravidelně se opakujícími splátkami, přičemž v každém roce i ($i = 1 \dots n$) je uhrazena jedna splátka, totiž $S(i)$, a sice koncem roku.

4.1 ÚROKOVÁ PŮJČKA

Úroková půjčka je taková, kdy splátka každého roku (vyjma posledního) představuje jen úhradu úroků; poslední (n -tá) splátka je však vyšší o celou velikost úvěru. Pro velikost splátky $S(i)$ v roce i a pro její složky $u(i)$ a $r(i)$ platí tedy v tomto splátkovém režimu vzorec:

pro $i = 1 \dots n-1$

$$S(i) = C \cdot \frac{Q}{100} \quad (4-1)$$

$$u(i) = C \cdot \frac{Q}{100} \quad (4-1a)$$

$$r(i) = 0 \quad (4-1b)$$

a pro $i = n$

$$S(i) = C \cdot \left(1 + \frac{Q}{100}\right) \quad (4-2)$$

$$u(i) = C \cdot \frac{Q}{100} \quad (4-2a)$$

$$r(i) = C \quad (4-2b)$$

a platí

$$S(i) = u(i) + r(i) \quad (4-2c)$$

kde:

(i) je i té období

C půjčka

S splátka

n splatnost v letech

u úrok (úhrada zbývajících úroků)

r úmor (amortizace) úvěru

4.2 SPLÁTKOVÁ PŮJČKA

Splátková půjčka (tento termín není šťastný, nicméně respektujeme jej jakožto terminus technicus) je taková, kdy velikost splátek s jednotlivými roky klesá (1. splátka je nominálně nejvyšší, poslední, n -tá, nejnižší). Každá splátka přitom sestává z nominálně stále stejného odpisu úvěru (o velikosti C/n) a z úroku z dosud nesplacené části dluhu. Pro velikost splátky $S(i)$ v roce i a její složky $u(i)$ a $r(i)$ tedy platí v tomto splátkovém režimu vzorce:

$$S(i) = C \cdot \left[\frac{1}{n} + \frac{Q}{100} \cdot \left(1 - \frac{i-1}{n}\right) \right] \quad (4-3)$$

$$u(i) = \frac{C \cdot Q}{100} \cdot \left(1 - \frac{i-1}{n}\right) \quad (4-3a)$$

$$r(i) = \frac{C}{n} \quad \text{pro } i = 1, \dots, n \quad (4-3b)$$

Jinak řečeno, 1. splátka je $S(1) = C(1/n + Q/100)$ Kč a každá další splátka je o $C \cdot Q/(100 \cdot n)$ Kč nižší než splátka předchozí.

4.3 ANUITNÍ PŮJČKA

Toto je nejrozšířenější způsob splátkového režimu. Anuitní půjčka je taková, kdy splátka A (nazývaná zde anuitou) má ve všech letech nominálně stále stejnou velikost. Podíl úrokové složky na konstantní velikosti anuity ovšem s jednotlivými roky stále klesá, zatímco podíl amortizační složky s jednotlivými roky stále roste. Pro velikost splátky (anuity) a jejích složek platí v tomto splátkovém režimu vzorce:

$$S(i) = A = C \cdot M_{n,C} = C \cdot \left(\frac{W_{n+1,Q}}{W_{n,Q}} - 1 \right) \quad (4-4)$$

$$u(i) = A \cdot (1 - \Lambda_{n-i+1,Q}) \quad (4-4a)$$

$$r(i) = A \cdot \Lambda_{n-i+1,Q} \quad \text{pro } i = 1, \dots, n \quad (4-4b)$$

kde M , W a Λ jsou příslušné hodnoty umořovatele, střadatele a odúročitele.

Příklad 4-1

zadání: Půjčka $C = 50\,000$ Kč na 5 let při úrokové míře $Q = 12\%$ p.a. Zjistit roční splátku (anuitu) a ve 2. roce splácení úvěru.

řešení: Roční splátka (anuita) činí v každém roce

$$A = 50\,000 \cdot 0,12 \cdot 1,125 / (1,125 - 1) = 13\,870,5 \text{ Kč.}$$

Z toho připadne např. ve 2. roce splácení: na úmor úvěru $r(2)$

$$r(2) = A \cdot \Lambda_{4,12} = 13\,870,5 \cdot 1,12^{-4} = 8\,814,9 \text{ Kč}$$

a na úhradu úroků zbývajících $5\,055,6$ Kč.

Tabulka 4.1 uvádí pro různé roční úrokové míry Q (od 1 do 20%) a různou délku doby splácení n (od 2 do 20 let) velikost roční splátky (anuity) pro úvěr velikosti $C = 100\,000$ Kč. Je-li výše úvěru jiná, bude současná velikost anuity úměrně vyšší/nižší. Hodnoty v tab. 4-1 byly pro $Q \neq 0\%$ spočteny podle vzorce (4-4), v němž jsme položili $C = 100\,000$, a pro $Q = 0\%$ podle vztahu $A = 100\,000/n$.

Tak např. při půjčce $300\,000$ Kč, době splatnosti 10 let a $Q = 13\%$ p.a. bude anuita činit:

$$3.18\,429 = 55\,287 \text{ Kč.}$$

ROČNÍ ANUITA A (KČ) NA 100 000 KČ PŮJČKY (n - POČET LET, Q - ROČNÍ
ÚROKOVÁ MÍRA V %)48

4.4 PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA

Jde o půjčku charakterizovanou tím, že nominální velikost splátek s jednotlivými roky stále roste. Tento růst může mít různý charakter; my zde popisujeme situaci, kdy splátky rostou geometrickou řadou, tj. každá následující splátka je (nominálně) o $B\%$ ($B > 0$) vyšší než splátka předchozí. Je-li B přibližně rovno roční míře inflace, představuje takovýto způsob splácení vlastně splácení reálně stále stejnými částkami; je-li B přibližně rovno ročnímu růstu příjmů dlužníka, představuje tento způsob splácení úmor dluhu při stále stejném reálném zatížení dlužníka splátkami apod. Pro velikost splátky $S(i)$ v roce i a její složky $u(i)$ a $r(i)$ platí v tomto splátkovém režimu vztahy:

$$S(i) = S \cdot \beta_i = S \cdot (W_{iB} - W_{i-1,B}) \quad (4-5)$$

$$u(i) = \frac{C \cdot Q}{100} \left(\alpha^{i-1} - \alpha^n \cdot \frac{\beta^{i-1} - \alpha^{i-1}}{\beta^n - \alpha^n} \right) \quad (4-5a)$$

$$r(i) = S(i) - u(i) \quad \text{pro } i = 1, \dots, n \quad (4-5b)$$

$$\alpha = 1 + \frac{Q}{100}, \quad \beta = 1 + \frac{B}{100} \quad (4-6)$$

a S je tzv. splátkový základ definovaný vztahem:

$$S = C \cdot \frac{B - Q}{100 + B} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^n - 1} = C \cdot \frac{B - Q}{100 + B} \cdot \frac{W_{n,Q} - W_{n-1,Q}}{W_{n,B} - W_{n-1,B} - W_{n,Q} - W_{n-1,Q}} \quad (4-7)$$

pro $B \neq 0$ a

$$S = \frac{C}{n} \quad (4-7a)$$

pro $B = 0$

Příklad 4-2

zadání:

Půjčíme si 50 000 Kč na 5 let při úrokové míře $Q = 12\%$ p.a. Má se stanovit splácení progresivními splátkami při $B = 10\%$.

řešení:

Splácíme progresivními splátkami při $B = 10\%$.

Splátkový základ S

$$S = 50\,000 (10-12)/110/[(1,1/1,12)^5 - 1] = -100\,000/110/(-0,086153) = 10\,552 \text{ Kč.}$$

Splátky jednotlivých let budou činit:

$$S(1)=10\,552,1=11\,607 \text{ Kč,}$$

$$S(2)=11\,607,1=12\,768 \text{ Kč,}$$

$$S(3)=12\,768,1=14\,045 \text{ Kč,}$$

$$S(4)=14\,045,1=15\,449 \text{ Kč a}$$

$$S(5)=15\,449,1=16\,994 \text{ Kč.}$$

Ze splátky případně např. ve 2. roce splácení: na úhradu úroků

$$u(2)=6000 [1,12 - 1,12^5 (1,1 - 1,12)/(1,1^5 - 1,12^5)] = 6\,000.[1,12-1,76234.(-0,02)/(-0,15183)] = 5\,327 \text{ Kč}$$

a na amortizaci úvěru zbývajících $12768 - 5\,327 = 7\,441 \text{ Kč.}$

Na rozdíl od půjčky úrokové, splátkové a anuitní, kdy velikost splátky v každém roce kryje přinejmenším úhradu úroků za daný rok, může u progresivně splácené půjčky dojít k situaci (v závislosti na velikosti Q , B a n), kdy po jeden nebo několik prvních let nestačí velikost splátky na plnou úhradu úroků (amortizační složka je tudíž záporná a tedy debetní zůstatek (tj. dluh) o něco vzroste; ve zbývajících letech ovšem stále se zvyšující splátky toto "manko" zlikvidují, takže koncem n -tého roku je splacen úvěr i s úroky). K této situaci dojde, jestliže:

$$\text{při } B < Q \quad \text{je} \quad B > Q \cdot \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^n \quad (4-8)$$

$$\text{při } B > Q \quad \text{je} \quad B < Q \cdot \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^n \quad (4-8a)$$

$$\text{při } B = Q \quad \text{je} \quad Q > \frac{100}{(n-1)} \quad (4-8b)$$

Ve výše uvedeném numerickém příkladě bylo $B (=10) < Q (=12)$; vztah (4-8)

$10 > 12 (1,1/1,12)^5$, tj. $10 > 12 \cdot 0,9138466$, tj. $10 > 10,96616$ zřejmě není splněn a zmíněná situace tudíž nenastala (skutečně: velikost 1. splátky 11 607 Kč je sto plně krýt úroky 1. roku $50\,000 \cdot 0,12 = 6\,000 \text{ Kč}$).

4.5 POROVNÁNÍ SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ

Porovnáváme-li mezi sebou jednotlivé výše uvedené splátkové režimy při stejných základních parametrech půjčky (tj. ve všech případech je shodná velikost C úvěru, roční úroková míra $Q\%$ a doba splatnosti půjčky n let), pak z hlediska **časového průběhu zatížení dlužníka splátkami** vykazuje **nejnižší zatížení půjčka úroková** po celou dobu splácení vyjma roku splatnosti, kdy toto zatížení je extrémně vysoké. Ve srovnání s úrokovou půjčkou představují splátková, anuitní a progresivně splácená půjčka během doby splácení průběžně mnohem vyšší zatížení, přičemž splátková půjčka oproti anuitní představuje vyšší zatížení v počáteční fázi

splácení a nižší v závěrečné fázi, zatímco u progresivně splácené půjčky oproti anuitní je tomu naopak.

Pokud jde o **úhrn peněz zaplacený celkem na úrocích za n let** splácení úvěru, pak v nominálním vyjádření (sčítají se splátky různých let bez ohledu na reálnou sílu jednotky měny v jednotlivých letech) **největší objem úroků představuje půjčka úroková a nejmenší objem úroků půjčka splátková**. V reálném vyjádření (sčítají se splátky jednotlivých let ve stálých cenách, tj. s vyloučením vlivu vývoje kupní síly 1 Kč) je pořadí totéž za předpokladu inflačního vývoje a za předpokladu, že vývoj inflace nezaznamenává extrémní výkyvy (skoky).

Tabulka 4-2 a 4-3 uvádí pro ilustraci porovnání různých splátkových režimů půjčky velikosti $C = 100\,000$ Kč při úrokové míře $Q = 4\%$ p.a. a splatnosti $n = 20$ let. Pro každý ze čtyř uvažovaných splátkových režimů je v ní uvedena velikost splátky v každém roce (a z toho úhrada úroků a úmor úvěru) a debetní zůstatek (tj. zůstatek dluhu) koncem každého roku 0, 1 ... 20.

Tabulka 4-4 a 4-5 uvádí totéž porovnání při úrokové míře $Q = 12\%$.

V situaci, kdy investice (do energeticky úsporného opatření) má být z podstatné části hrazena z energetických úspor, jež taková investice umožní, a zdrojem pro investování jsou prostředky získané bankovní půjčkou, odpovídá **možnostem a potřebám investora režim progresivně splácené půjčky**. Je to proto, že při konstantní úspoře energie (ve fyzických jednotkách) za rok budou "příjmy" investora používané pro splácení půjčky (tj. energetické úspory vyjádřené v Kč) vzhledem k rostoucím cenám jednotky energie v jednotlivých letech (v nominálním vyjádření) růst. Volba splátkového režimu ovšem není jen věcí dlužníka; ve skutečnosti je třeba dosáhnout v tomto ohledu dohody s úvěrující bankou. Banky by si však měly být vědomy, že anuitní způsob splácení lze považovat za "přirozený" a oboustranně akceptovatelný pouze v případě neinflačního prostředí nebo prostředí s mírnou inflací. V ČR, kde byla v 90. letech dlouhodobě vysoká míra inflace (kolem 10% ročně), znamenal ale anuitní způsob fakticky urychlené umořování dluhu (reálná hodnota anuity v 1. roce splácení je daleko vyšší než její reálná hodnota v posledním roce splácení), což příliš ztěžuje situaci investora a příliš usnadňuje život bance. Trvání na anuitním způsobu splácení by tak představovalo jednu z překážek pro realizaci energií šetřících technických opatření, pokud by inflace opět nabyly vyšších hodnot.

TABULKA 4-2

 OROVNÁNÍ RŮZNÝCH SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ PŮJČKY VELIKOSTI
 $C = 100\,000$ Kč PŘI ÚROKOVÉ MÍŘE $Q = 4\%$ p.a. A SPLATNOSTI $n = 20$ LET

ÚROKOVÁ PŮJČKA					SPLÁTKOVÁ PŮJČKA				
i	splátka	úhrada úro- ků	úmor úvě- ru	dluh kon- cem roku	i	splátka	úhrada úro- ků	úmor úvěru	dluh kon- cem roku
	S(i)	u (i)	r(i)			S(i)	u (i)	r(i)	
0				100 000,0	0				100 000
1	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	1	17 000,0	12 000,0	5 000,0	95 000,0
2	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	2	16 400,0	11 400,0	5 000,0	90 000,0
3	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	3	15 800,0	10 800,0	5 000,0	85 000,0
4	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	4	15 200,0	10 200,0	5 000,0	80 000,0
5	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	5	14 600,0	9 600,0	5 000,0	75 000,0
6	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	6	14 000,0	9 000,0	5 000,0	70 000,0
7	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	7	13 400,0	8 400,0	5 000,0	65 000,0
8	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	8	12 800,0	7 800,0	5 000,0	60 000,0
9	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	9	12 200,0	7 200,0	5 000,0	55 000,0
10	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	10	11 600,0	6 600,0	5 000,0	50 000,0
11	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	11	11 000,0	6 000,0	5 000,0	45 000,0
12	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	12	10 400,0	5 400,0	5 000,0	40 000,0
13	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	13	9 800,0	4 800,0	5 000,0	35 000,0
14	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	14	9 200,0	4 200,0	5 000,0	30 000,0
15	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	15	8 600,0	3 600,0	5 000,0	25 000,0
16	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	16	8 000,0	3 000,0	5 000,0	20 000,0
17	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	17	7 400,0	2 400,0	5 000,0	15 000,0
18	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	18	6 800,0	1 800,0	5 000,0	10 000,0
19	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	19	6 200,0	1 200,0	5 000,0	5 000,0
20	112 000,0	12 000,0	100 000,0	0,0	20	5 600,0	600,0	5 000,0	0,0
Σ	340 000,0	240 000,0	100 000,0	-	Σ	226 000,0	126 000,0	100 000,0	-

TABULKA 4-3 POROVNÁNÍ RŮZNÝCH SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ PŮJČKY VELIKOSTI
 C = 100 000 Kč PŘI ÚROKOVÉ MÍŘE Q = 4 % p.a. A SPLATNOSTI n = 20 LET

ANUITNÍ PŮJČKA					PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA				
i	anuita	úhrada úroků	úmor úvě- ru	dluh koncem roku	i	splátka	úhrada úroků	úmor úvě- ru	dluh kon- cem roku
	A	u (i)	r(i)			S(i)	u (i)	r(i)	
0				100 000,0	0				
1	7 358,2	4 000,0	3 358,2	96 641,8	1	2 898,1	4 000,0	-1 101,9	101 101,9
2	7 358,2	3 865,7	3 492,5	93 149,3	2	3 187,9	4 044,1	-856,2	101 958,1
3	7 358,2	3 726,0	3 632,2	89 517,1	3	3 506,7	4 078,3	-571,7	102 529,8
4	7 358,2	3 580,7	3 777,5	85 739,6	4	3 857,3	4 101,2	-243,9	102 773,6
5	7 358,2	3 429,6	3 928,6	81 811,0	5	4 243,1	4 110,9	132,1	102 641,5
6	7 358,2	3 272,4	4 085,7	77 725,3	6	4 667,4	4 105,7	561,7	102 079,8
7	7 358,2	3 109,0	4 249,2	73 476,1	7	5 134,1	4 083,2	1 050,9	101 028,9
8	7 358,2	2 939,0	4 419,1	69 057,0	8	5 647,5	4 041,2	1 606,4	99 422,5
9	7 358,2	2 762,3	4 595,9	64 461,1	9	6 212,3	3 976,9	2 235,4	97 187,2
10	7 358,2	2 578,4	4 779,7	59 681,4	10	6 833,5	3 887,5	2 946,0	94 241,2
11	7 358,2	2 387,3	4 970,9	54 710,5	11	7 516,8	3 769,6	3 747,2	90 494,0
12	7 358,2	2 188,4	5 169,8	49 540,7	12	8 268,5	3 619,8	4 648,8	85 845,2
13	7 358,2	1 981,6	5 376,5	44 164,2	13	9 095,4	3 433,8	5 661,6	80 183,6
14	7 358,2	1 766,6	5 591,6	38 572,6	14	10 004,9	3 207,3	6 797,6	73 386,0
15	7 358,2	1 542,9	5 815,3	32 757,3	15	11 005,4	2 935,4	8 070,0	65 316,1
16	7 358,2	1 310,3	6 047,9	26 709,4	16	12 106,0	2 612,6	9 493,3	55 822,7
17	7 358,2	1 068,4	6 289,8	20 419,6	17	13 316,6	2 232,9	11 083,6	44 739,1
18	7 358,2	816,8	6 541,4	13 878,2	18	14 648,2	1 789,6	12 858,6	31 880,4
19	7 358,2	555,1	6 803,0	7 075,2	19	16 113,0	1 275,2	14 837,8	17 042,6
20	7 358,2	283,0	7 075,2	0,0	20	17 724,3	681,7	17 042,6	0,0
Σ	147 163,5	47 163,5	100 000,0		Σ	165 987,0	65 987,0	100 000,0	

TABULKA 4-4

 POROVNÁNÍ RŮZNÝCH SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ PŮJČKY VELIKOSTI
 C = 100 000 Kč PŘI ÚROKOVÉ MÍŘE Q = 12% p.a. A SPLATNOSTI n = 20 LET

ÚROKOVÁ PŮJČKA					SPLÁTKOVÁ PŮJČKA				
i	splátka	úhrada úroků	úmor úvě- ru	dluh kon- cem roku	i	splátka	úhrada úroků	úmor úvě- ru	dluh kon- cem roku
	S(i)	u (i)	r(i)			S(i)	u (i)	r(i)	
0				100 000,0	0				100 000
1	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	1	17 000,0	12 000,0	5 000,0	95 000,0
2	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	2	16 400,0	11 400,0	5 000,0	90 000,0
3	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	3	15 800,0	10 800,0	5 000,0	85 000,0
4	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	4	15 200,0	10 200,0	5 000,0	80 000,0
5	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	5	14 600,0	9 600,0	5 000,0	75 000,0
6	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	6	14 000,0	9 000,0	5 000,0	70 000,0
7	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	7	13 400,0	8 400,0	5 000,0	65 000,0
8	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	8	12 800,0	7 800,0	5 000,0	60 000,0
9	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	9	12 200,0	7 200,0	5 000,0	55 000,0
10	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	10	11 600,0	6 600,0	5 000,0	50 000,0
11	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	11	11 000,0	6 000,0	5 000,0	45 000,0
12	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	12	10 400,0	5 400,0	5 000,0	40 000,0
13	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	13	9 800,0	4 800,0	5 000,0	35 000,0
14	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	14	9 200,0	4 200,0	5 000,0	30 000,0
15	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	15	8 600,0	3 600,0	5 000,0	25 000,0
16	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	16	8 000,0	3 000,0	5 000,0	20 000,0
17	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	17	7 400,0	2 400,0	5 000,0	15 000,0
18	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	18	6 800,0	1 800,0	5 000,0	10 000,0
19	12 000,0	12 000,0	0,0	100 000,0	19	6 200,0	1 200,0	5 000,0	5 000,0
20	112 000,0	12 000,0	100 000,0	0,0	20	5 600,0	600,0	5 000,0	0,0
Σ	340 000,0	240 000,0	100 000,0	-	Σ	226 000,0	126 000,0	100 000,0	-

TABULKA 4-5

 POROVNÁNÍ RŮZNÝCH SPLÁTKOVÝCH REŽIMŮ PŮJČKY VELIKOSTI
 $C = 100\,000$ Kč PŘI ÚROKOVÉ MÍŘE $Q = 12\%$ p.a. A SPLATNOSTI $n = 20$ LET

ANUITNÍ PŮJČKA					PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA				
i	anuita	úhrada úroků	úmor úvěru	dluh koncem roku	i	splátka	úhrada úroků	úmor úvěru	dluh koncem roku
	A	u (i)	r(i)			S(i)	u (i)	r(i)	
0				100 000	0				
1	13 387,9	12 000,0	1 387,9	98 612,1	1	6 609,8	12 000,0	-5 390,2	105 390,2
2	13 387,9	11 833,5	1 554,4	97 057,7	2	7 270,8	12 646,8	-5 376,1	110 766,3
3	13 387,9	11 646,9	1 741,0	95 316,7	3	7 997,8	13 292,0	-5 294,1	116 060,4
4	13 387,9	11 438,0	1 949,9	93 366,9	4	8 797,6	13 927,2	-5 129,6	121 190,0
5	13 387,9	11 204,0	2 183,9	91 183,0	5	9 677,4	14 542,8	-4 865,4	126 055,5
6	13 387,9	10 942,0	2 445,9	88 737,1	6	10 645,1	15 126,7	-4 481,5	130 537,0
7	13 387,9	10 648,5	2 739,4	85 997,7	7	11 709,6	15 664,4	-3 954,8	134 491,8
8	13 387,9	10 319,7	3 068,2	82 929,5	8	12 880,6	16 139,0	-3 258,4	137 750,2
9	13 387,9	9 951,5	3 436,3	79 493,2	9	14 168,7	16 530,0	-2 361,4	140 111,6
10	13 387,9	9 539,2	3 848,7	75 644,5	10	15 585,5	16 813,4	-1 227,9	141 339,5
11	13 387,9	9 077,3	4 310,5	71 334,0	11	17 144,1	16 960,7	183,3	141 156,1
12	13 387,9	8 560,1	4 827,8	66 506,2	12	18 858,5	16 938,7	1 919,7	139 236,4
13	13 387,9	7 980,7	5 407,1	61 099,0	13	20 744,3	16 708,4	4 036,0	135 200,4
14	13 387,9	7 331,9	6 056,0	55 043,0	14	22 818,8	16 224,0	6 594,7	128 605,7
15	13 387,9	6 605,2	6 782,7	48 260,3	15	25 100,6	15 432,7	9 668,0	118 937,7
16	13 387,9	5 791,2	7 596,6	40 663,7	16	27 610,7	14 272,5	13 338,2	105 599,6
17	13 387,9	4 879,6	8 508,2	32 155,4	17	30 371,8	12 671,9	17 699,8	87 899,8
18	13 387,9	3 858,7	9 529,2	22 626,2	18	33 408,9	10 548,0	22 861,0	65 038,8
19	13 387,9	2 715,1	10 672,7	11 953,5	19	36 749,8	7 804,7	28 945,2	36 093,6
20	13 387,9	1 434,4	11 953,5	0,0	20	40 424,8	4 331,2	36 093,6	0,0
Σ	267 757,6	167 757,6	100 000,0		Σ	378 575,3	278 575,3	100 000,0	

5 NÁVRATNOST INVESTIC DO ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Jestliže motivem nějaké investice jsou očekávané budoucí (peněžní) výnosy, může být taková investice posuzována na základě kritérií ekonomické efektivity. Investice do technických opatření šetřících energii mají zřejmě tuto povahu, neboť budoucí úsporu energie (odrážející se v úspoře provozních nákladů) lze považovat za výnos/příjem investora (samozřejmě za předpokladu, že tyto výnosy jdou k jeho dobru a ne ve prospěch někoho jiného).

Důležitým kritériem ekonomické efektivity investice (i když ne jediným) je doba její návratnosti (stručně návratnost investice). Čím je doba návratnosti kratší, tím je uvažovaná investice považována za efektivnější. Přitom tuto dobu posuzujeme jak absolutně (podle počtu let), tak zejména relativně (porovnáním s dobou životnosti uvažovaného technického opatření).

Investice spočívající v budoucích nákladech je ekonomicky neefektivní (nenávratná), jestliže doba návratnosti je delší než fyzická životnost uvažovaného technického opatření. Investice je rovněž nenávratná, jestliže doba od okamžiku provedení technického opatření do okamžiku uplynutí životnosti bytu/domu je kratší než doba návratnosti investice.

5.1 PROSTÁ NÁVRATNOST

Velmi důležitým orientačním ukazatelem (v řadě případů i postačujícím pro posouzení efektivity investice) je tzv. prostá návratnost. Prostá návratnost vyjadřuje, za jak dlouho by se investované prostředky vrátily investoru na výnosech z investice, kdyby nedocházelo ke změnám cen v čase. Prostá návratnost je dána vztahem

$$T = \frac{I}{v - r} \quad (5-1)$$

kde:

T	je doba návratnosti (návratnost) v letech	
v	roční výnos dosažený investicí (v případě energií spočívajícího technického opatření je to roční úspora nákladů umožněná úsporou energie)	Kč/rok
r	roční náklady vyvolané investicí	Kč/rok

Tyto vyvolané náklady mají povahu rozdílu mezi ročními provozními, resp. udržovacími náklady souvisejícími s realizovaným opatřením a ročními náklady provozu a údržby, které by na dotčené části domu vznikly, kdyby uvažované opatření nebylo provedeno. Z diferenční povahy vyvolaných nákladů plyne, že r může být záporné, nulové i kladné, přičemž $r < 0$ zvyšuje efekt energetických úspor (snižuje dobu návratnosti investice), kdežto $r > 0$ tento efekt snižuje (prodlužuje dobu návratnosti). Veškeré ceny/náklady dosazované do vzorce (5-1) (tj. I , v a r) se vztahují k cenové hladině roku pořízení investice.

Označíme-li L fyzickou životnost (v letech) uvažovaného technického opatření a Z dobu od realizace opatření do okamžiku dožití domu/bytu (v letech), pak investice je nenávratná, pokud je splněna aspoň jedna z následujících podmínek:

$$v \leq r \quad (5-2)$$

L je fyzická životnost (v letech) uvažovaného technického opatření

Z doba od realizace opatření do okamžiku dožití budovy/zařízení (v letech),

$$T > L \quad (5-2a)$$

$$T > Z \quad (5-2b)$$

kde:

5.2 REÁLNÁ NÁVRATNOST

Vzorec (5-1) stanoví návratnost na základě hodnot (investičních nákladů, úspor atd.) platných v okamžiku realizace investice. Ve skutečnosti však dnes investované prostředky se budou prostřednictvím úspor provozních nákladů navracet postupně v budoucnosti po dobu několika let a během této doby se budou ceny vyvíjet (měnit). Vzorec (5-1) také nikterak nespecifikuje způsob financování investice. Ve skutečnosti ale záleží na tom, zda je investice financována z vlastních prostředků nebo z půjčky. V prvním případě je třeba zavést do výpočtu ekonomické efektivity vlastní ušlý zisk (kdybychom částku I nyní neproinvestovali, mohla by nést úrok), v druhém případě úhradu úroků (půjčíme-li si dnes I, budeme muset v budoucnu splatit nejen I, ale i úroky z výpůjčky). Všechna tato fakta mají vliv na skutečnou (reálnou) dobu návratnosti investice a návratnost, jejíž stanovení s těmito skutečnostmi počítá, se na rozdíl od staticky pojaté prosté návratnosti T nazývá reálná návratnost X.

Hlavní parametry, jež ovlivňují reálnou dobu návratnosti (vedle těch, které ovlivňují i prostou návratnost, totiž I, v a r), jsou: roční míra inflace ($D\%$), roční úroková míra pro půjčky ($Q\%$), roční úroková míra pro vklady ($P\%$) a roční vzrůst/pokles ceny energie ($B\%$).

Universálně platnou metodou pro posouzení reálné ekonomické efektivity investice (a to nejen návratnosti) je metoda nákladů a výnosů. Metoda spočívá v tom, že se vyčíslí náklady a výnosy každého roku počínaje rokem realizace investice (při tomto vyčíslení se samozřejmě nelze obejít bez odhadu budoucího vývoje) a na základě nákladů a výnosů jednotlivých let se vypočtou kumulované náklady, resp. výnosy za k let (počítáno od realizace investice) pro $k = 1 \dots L$, kde L je životnost investicí pořízené věci. Očekávané náklady/výnosy jednotlivých let se ovšem nesčítají v běžných (nominálních) cenách těchto let, ale ve stálých cenách (zpravidla cenách roku pořízení investice), aby se vyloučil vliv změny kupní síly peněžní jednotky v čase. Pro převod nákladů/výnosů v cenách běžného roku na ceny srovnatelné/sčitatelné (tj. na stálé ceny výchozího roku 0) se užívá ročních měr inflace jednotlivých let. Doba X reálné návratnosti je pak (zhruba řečeno) dána velikostí intervalu mezi realizací investice (rok 0) a časovým okamžikem, od kterého počínaje součtové (kumulované) výnosy převyšují součtové náklady/výdaje.

5.2.1 Investice pořízená z vlastních prostředků

Je-li investice (velikosti I Kč) plně financována z vlastních zdrojů, jsou výnosy reprezentovány

- úsporami nákladů spotřeby energie; výdaje jsou pak reprezentovány
- jednorázově vynaloženým vlastním kapitálem (I Kč)
- ušlým ziskem z vázanosti vlastního kapitálu a
- náklady vyvolanými realizací investice.

Ad a)

Výnosy (z úspor energie) za k let vyjádřené v cenách roku 0 jsou dány vztahem:

$$\gamma = \sum_{i=1}^k \frac{e \cdot (i) \cdot \Delta}{\prod_{j=1}^i [1 + d(j)]} \quad (5-3)$$

$$d(j) = \frac{D(j)}{100} \quad (5-3a)$$

kde:

Δ	je roční úspora (po celou dobu L konstantní) energie ve fyzických měrných jednotkách	mj.
$e(i)$	je cena měrné jednotky energie v roce i-tém	Kč/mj.
$D(j)$	roční míra inflace (vyjádřená v %) v roce j-tém	%

Jestliže v rámci celého uvažovaného období L let roste cena jednotky energie konstantním tempem β (tj. cena 1 m.j. je v každém roce β násobkem ceny 1 m.j. v roce předchozím, přičemž $\beta = 1 + B/100$) a roční míra inflace je po celé období stálá, totiž $D\%$, platí pro součtový výnos za k let vyjádřený ve stálých cenách roku 0:

$$\gamma(k) = \sum_{i=1}^k \frac{e \cdot \beta^i \cdot \Delta}{[1 + d]^i} = \frac{e \cdot \beta \cdot \Delta}{\beta - 1 - d} \cdot \left[\left(\frac{\beta}{1 + d} \right)^k - 1 \right] \quad (5-3b)$$

kde Δ má význam jako v (5-3), e je cena měrné jednotky energie v roce 0 a $d = D/100$.

Ad b)

Vlastní kapitál použitý (koncem roku 0) na investici má v cenách roku 0 velikost I.

Ad c)

Ušlý zisk (z vázaného kapitálu) za k let činí v cenách roku 0:

$$\vartheta(k) = I \cdot \left[\frac{\prod_{j=1}^k [1 + p(j)]}{\prod_{j=1}^k [1 + d(j)]} - 1 \right] \quad (5-4)$$

kde I je velikost vázaného kapitálu v cenách roku 0, $d(j)$ má význam jako v (5-3), $p(j) = P(j)/100$ a $P(j)$ je v % vyjádřená (čistá) roční úroková míra pro vklady v roce j-tém.

Jestliže v rámci uvažovaného období jsou roční míra inflace a roční úroková míra pro vklady stálé, totiž $D\%$ a $P\%$, je ušlý zisk za k let (v cenách roku 0) dán vztahem:

$$\vartheta(k) = I \cdot \left[\left(\frac{1+p}{1+d} \right)^k - 1 \right] \quad (5-4a)$$

kde $p = P/100$, $d = D/100$ a I má význam jako výše.

Ad d

Součet investic vyvolaných nákladů za k let, vyjádřený v cenách roku 0, je dán vztahem:

$$\rho(k) = \sum_{i=1}^k \frac{r(i)}{\prod_{j=1}^i [1+d(j)]} \quad (5-5)$$

kde $r(i)$ jsou roční vyvolané náklady v cenách roku i a $d(j)$ má význam jako v (5-3).

Jestliže v rámci celého uvažovaného období rostou roční vyvolané náklady konstantním ročním tempem β a roční míra inflace je stálá, totiž $D\%$, platí pro součet vyvolaných nákladů za k let, vyjádřený v cenách roku 0, vzorec:

$$\rho(k) = \sum_{i=1}^k \frac{r \cdot \beta^i}{(1+d)^i} = \frac{r \cdot \beta}{\beta - 1 - d} \cdot \left[\left(\frac{\beta}{1+d} \right)^k - 1 \right] \quad (5-5a)$$

kde r jsou roční náklady investic vyvolané v cenách roku 0 a β a d mají význam jako v (5-3a).

Reálnou návratnost X spočteme z rovnice:

$$I + \vartheta(X) + \rho(X) = \gamma(X) \quad (5-6)$$

Až na výjimečné případy je pro obtíže matematického rázu nutno řešit tuto rovnici numerickou metodou.

5.2.2 Investice pořízená z anuitní půjčky

Je-li investice (velikosti I Kč) plně financována z bankovní půjčky, jsou výnosy reprezentovány

- e) úsporami nákladů spotřeby energie; výdaje jsou pak reprezentovány
- f) úhradou investičního úvěru a úroků z něj a
- g) náklady vyvolanými realizací investice.

Ad a

Platí zde beze změn vzorce (5-3) a (5-3a) uvedené výše.

Ad b

Uvažujeme-li úvěr velikosti I (Kč) poskytnutý koncem roku 0 na n let při konstantní úrokové míře $Q\%$ p.a. a splácený (vždy koncem roku) ročními splátkami konstantní výše A Kč (tzv. anuitami), je celková úhrada w úvěru, vyjádřená ve stálých cenách roku 0, dána vzorcem:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{A}{\prod_{j=1}^i [1+d(j)]} \quad (5-7)$$

kde A je velikost anuity (platí pro ni vzorec (4-4) a $d(j)$ má význam jako v (5-3).

Je-li po celé uvažované období (n let) roční míra inflace stálá, totiž $D\%$, platí pro úhradu úvěru v cenách roku 0 vztah:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{A}{(1+d)^i} = \frac{A}{d} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+d)^n} \right] \quad (5-7a)$$

kde $d = D/100$.

Součtové náklady úhrady úvěru za k let jsou na k nezávislé (!) a rovny vždy w , protože do nich patří nejen anuity do konce roku k -tého už splacené, ale i zbytkový dluh dosud nesplacený.

Ad c

Platí zde beze změn vzorce (5-5) a (5-5a) uvedené výše.

Reálnou návratnost X spočteme z rovnice

$$w + \rho(X) = \gamma(X) \quad (5-8)$$

V případě, že roční míra inflace není po celou uvažovanou dobu konstantní anebo ceny energie či vyvolané náklady se mění v průběhu tohoto období nepravidelně, je pro obtíže matematického rázu nutno řešit tuto rovnici numericky. Avšak je-li D po celou dobu konstantní, cena 1 m.j. energie roste/klesá ročně konstantním tempem β a vyvolané náklady rovněž (anebo je $r = 0$), lze do (5-8) dosadit za w , ρ a γ ze vzorců (5-7a), (5-5a) a (5-3a) a máme:

$$\frac{A}{d} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+d)^n} \right] + \frac{r \cdot \beta}{\beta - 1 - d} \cdot \left[\left(\frac{\beta}{1+d} \right)^x - 1 \right] = \frac{\Delta \cdot e \cdot \beta}{\beta - 1 - d} \cdot \left[\left(\frac{\beta}{1+d} \right)^x - 1 \right] \quad (5-8a)$$

odkud po vyjádření anuity A jako funkce I , q , n a úpravách dostaneme

$$X = \frac{\log \left[I \cdot \frac{\beta - 1 - d}{\beta(e \cdot \Delta - r)} \cdot \frac{q}{d} \cdot \left(\frac{1+q}{1+d} \right)^n \cdot \frac{(1+d)^n - 1}{(1+q)^n - 1} + 1 \right]}{\log \frac{\beta}{1+d}} \quad (5-8b)$$

a vzhledem k tomu, že $I/(e \cdot \Delta - r) = T$ (viz (5-1)), pak:

$$X = \frac{\log \left[T \cdot \frac{\beta - 1 - d}{\beta} \cdot \frac{q}{d} \cdot \left(\frac{1+q}{1+d} \right)^n \cdot \frac{(1+d)^n - 1}{(1+q)^n - 1} + 1 \right]}{\log \frac{\beta}{1+d}} \quad (5-9)$$

V případě, že $\beta = 1+d$ (tj. cena energie roste tempem inflace), nelze (5-9) použít a platí vztah:

$$X = T \cdot \frac{q}{d} \cdot \left(\frac{1+q}{1+d} \right)^n \cdot \frac{(1+d)^n - 1}{(1+q)^n - 1} \quad (5-9a)$$

kde:

T	je	prostá návratnost v letech	roky
n		splatnost půjčky v letech	roky
d		(absolutně vzatá) konstantní roční míra inflace	-
β		konstantní roční tempo růstu/poklesu cen měrné jednotky energie.	-

Pokud je předpoklad neproměnné roční míry inflace a neproměnného tempa růstu ceny energie příliš nereálný (ve skutečnosti jsou jak míra inflace, tak růst cen energie každý rok jiné), můžeme vzorců (5-9) či (5-9a) přesto použít, ovšem s tím, že se (s určitou mírou nepřesnosti) očekávané proměnné roční míry inflace budoucích let nahradí konstantní roční mírou průměrnou a proměnný index růstu cen energie se nahradí konstantním indexem průměrným.

Příklad 5-1

zadání: Koncem roku 0 bylo do energii šetřícího technického opatření (jehož životnost je odhadnuta na $L = 8$ let) investováno $I = 30\,000$ Kč. V důsledku toho se dosáhlo fyzické roční úspory energie $\Delta = 6$ měř. jednotek. Investice byla zcela financována z půjčky poskytnuté na úrok 12% p.a. a splatné do 5 let (pěti ročními anuitami konstantní výše splatnými vždy koncem roku). Investice nevyvolá žádné dodatečné udržovací náklady ani žádné stávající udržovací náklady neodstraní.

Má se určit reálná doba návratnosti X investice za předpokladu 10% průměrné roční míry inflace a 15% průměrného ročního růstu cen energie, přičemž cena energetické měrné jednotky v roce 0 činí 1 000 Kč.

řešení: Ze zadání plyne: $I = 30\,000$ Kč, $\Delta = 6$ m.j./rok, $e = 1\,000$ Kč/m.j., $r = 0$ Kč, $Q = 12\%$ (tj. $q = 0,12$), $n = 5$ let, $D = 10\%$ (tj. $d = 0,1$), $B = 15\%$ (tj. $\beta = 1,15$) a $L = 8$ let.

Spočteme nejprve prostou návratnost T dle vzorce 5-1:

$$T = \frac{I}{v - r} = \frac{I}{e \cdot \Delta - r} = \frac{30\,000}{1\,000 \cdot 6 - 0} = 5 \text{ let}$$

Protože $\beta \neq 1+d$ ($1,15 \neq 1,1$), použijeme pro výpočet reálné doby návratnosti vzorec (5-9). Dosadíme-li do něj hodnoty ze zadání úlohy, tj. $T = 5$; $\beta = 1,15$; $d = 0,1$; $q = 0,12$ a $n = 5$, máme:

$$X = \frac{\log \left[5 \cdot \frac{1,15 - 1 - 0,1}{1,15} \cdot \frac{0,12}{0,1} \cdot \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,1} \right)^5 \cdot \frac{(1 + 0,1)^5 - 1}{(1 + 0,12)^5 - 1} + 1 \right]}{\log \frac{1,15}{1 + 0,1}} = \frac{\log 1,228609}{\log 1,045} = 4,63 \text{ let}$$

Protože $4,63 < 8$ (= životnost), je daná investice ekonomicky efektivní a má dobu návratnosti necelých 5 let.

5.2.3 Schopnost investora hradit anuity z energetických úspor

Fakt, že reálná návratnost investice do energie spořicího opatření stanovená metodou diskontovaných nákladů a výnosů je X let, garantuje investor "pouze" to, že do této doby se mu náklady s investicí spojené vyrovnají s výnosy z investice plynoucími (obojí počítáno ve stálých cenách roku 0, tj. roku pořízení investice) a počínaje tímto okamžikem začne investice "vydělávat" a tyto zisky vytváří až do uplynutí své životnosti.

Nikterak to ovšem negarantuje, že výnosy z energetických úspor mohou v každém roce plně uhradit bankovní splátku v tom roce, resp. že v každém roce bude mít investor nezáporný kumulovaný finanční tok CCF (tzv. kumulovaný cash flow). O tom, zda se investor během splácení dostane do deficitu (tj. má záporný CCF) nebo ne, rozhoduje totiž splátkový režim dluhu, nikoliv návratnost. Obecně lze říci, že nezáporný CCF je garantován tehdy, je-li splátkový režim dluhu přizpůsoben časovému průběhu a velikosti výnosů. Je zřejmé, že je-li lhůta splatnosti úvěru volena tak, že se (přibližně) rovná době návratnosti, a do budoucna se očekává vzrůst ceny energie, dostane se investor nutně v prvních letech splácení do deficitu, pokud je úvěr umořován v anuitním režimu (tj. v režimu splátek konstantní nominální velikosti). Je to proto, že v okamžiku uplynutí doby návratnosti je (zhruba řečeno) suma splátek rovna sumě ročních výnosů, avšak protože velikosti výnosů s časem rostou, kdežto splátky jsou konstantní, musejí být počáteční výnosy nutně menší než splátky, kdežto výnosy ke konci období splácení naopak vyšší než splátky. Lze to demonstrovat na splácení dluhu ve výše uvedeném příkladě:

$$A = I \cdot \frac{q \cdot (1+q)^n}{(1+q)^{n-1}} = 30\,000 \cdot \frac{0,12 \cdot 1,12^5}{1,12^5 - 1} = 8\,322 \text{ Kč}$$

Výnos 1. roku je

$$6\,000 \cdot 1,15 = 6\,900 \text{ Kč},$$

$$2. \text{ roku } 6\,900 \cdot 1,15 = 7\,935 \text{ Kč},$$

atd; uspořádáno do přehledné tabulky:

TABULKA 5-1

HRAZENÍ ANUITY Z ENERGETICKÝCH ÚSPOR

rok	výnos = energetické úspory (Kč)	splátka dluhu (Kč)	CCF (Kč)
-----	---------------------------------	--------------------	----------

		běžné ceny	stálé ceny roku 0	běžné ceny	stálé ceny roku 0	stálé ceny roku 0
(X); (n); (L)	1	6 900	6 273	8 322	7 565	- 1 292
	2	7 935	6 558	8 322	6 878	- 1 612
	3	9 125	6 856	8 322	6 252	- 1 008
	4	10 494	7 168	8 322	5 684	476
	5	12 068	7 493	8 322	5 167	2 802
	6	13 878	7 834	-	-	10 636
	7	15 960	8 190	-	-	18 826
	8	18 354	8 562	-	-	27 388
	Σ		58 934		31 546	x

Z tabulky je patrné, že ačkoliv je investice popsána v příkladu velmi výhodná (reálná návratnost mezi 4 a 5 lety; čistý zisk z investice za dobu její životnosti činí v cenách roku 0 je 27 388 Kč, tj. na každou vynaloženou 1 Kč připadá čistý zisk $27\,388/31\,546 = 0,87$ Kč), může investiční záměr ztroskotat na počátečních deficitech investora: v roce 1 (v běžných cenách) je deficit $8322-6900=1422$ Kč a v roce 2 $8322-7935=387$ Kč; tomu odpovídá (diskontovaný) záporný CCF v prvních třech letech. Teprve počínaje 3. rokem může být placená anuita plně uhrazena z energetických úspor příslušného roku.

Je-li tedy investor při splácení dluhu odkázán výhradně na výnosy z investice (tj. nemůže případné dočasné deficity překlenout použitím jiných zdrojů), je pro něj schopnost umořovat postupně dluh z výnosů investice důležitější než délka doby návratnosti sama.

Trváme-li na umořování dluhu anuitním způsobem, lze za určitých okolností vyřešit problém deficitů prodloužením doby splatnosti půjčky. Tím se sice zvýší celkový objem uhrazených úroků a v důsledku toho se poněkud prodlouží i reálná návratnost, ale zprůchodní se způsob úhrady dluhu. Tak např. kdybychom v příkladu zvolili dobu splatnosti půjčky $n = 10$ let (místo původních 5), prodloužila by se reálná návratnost na $X = 4,77$ let (jak bychom zjistili dosazením do vzorce (5-9)), ale odpadly by investitorovy deficity (a záporný CCF), neboť už výnos 1. roku 6 900 Kč je vyšší než anuita, která zde činí:

$$A = 30\,000 \cdot \frac{0,12 \cdot 1,12^{10}}{1,12^{10} - 1} = 5\,310 \text{ Kč}$$

Dále pak výnosy rostou, kdežto anuita zůstává konstantní. Průběh úhrady dluhu ukazuje přehledně tabulka.

TABULKA 5-2 PRŮBĚH ÚHRADY DLUHU HRAZENÍM ANUITY Z ENERGETICKÝCH ÚSPOR

rok		výnos = energetické úspory (Kč)		splátka dluhu (Kč)		CCF (Kč)
		běžné ceny	stálé ceny roku 0	běžné ceny	stálé ceny roku 0	běžné ceny
(X); (L);(n)	1	6 900	6 273	5 310	4 827	1 446
	2	7 935	6 558	5 310	4 388	3 616
	3	9 125	6 856	5 310	3 989	6 483
	4	10 494	7 168	5 310	3 627	10 024
	5	12 068	7 493	5 310	3 297	14 220
	6	13 878	7 834	5 310	2 997	19 057
	7	15 960	8 190	5 310	2 725	24 522
	8	18 354	8 562	5 310	2 477	30 607
	9	-	-	5 310	2 252	28 355
	10	-	-	5 310	2 047	26 308
Σ			58 934		32 626	x

Mohlo by se na první pohled zdát divné, že lze volit lhůtu splatnosti půjčky (n) delší než životnost L investice z úvěru pořízené, neboť z jakých výnosů bude hrazena 9. a 10. anuita, když v té době už pořízená věc neexistuje a tedy nedává žádné výnosy? Taková volba ($n > L$) je však přesto možná; poslední dvě anuity lze uhradit z dřívějších úspor:

- v roce 1 totiž bylo uspořeno $6900 - 5310 = 1590$ Kč, což v cenách roku 9 znamená $1590 \cdot 1,18 = 3\,408$ Kč;
- v roce 2 bylo uspořeno $7935 - 5310 = 2625$ Kč, což v cenách roku 9 představuje $2\,625 \cdot 1,17 = 5\,115$ Kč atd.

Ve skutečnosti je schopnost investora uhradit celý dluh z výnosů investice garantována právě faktem, že reálná návratnost $X < L$ bez ohledu na to, zda $n < L$ (pořízená věc přežije konečné umoření dluhu) či $n > L$ (dluh je splácen i po dožití věci). Potvrzuje to ostatně i kladný CCF v 9. a 10. roce.

Nabízí se v této souvislosti otázka, zda při anuitním splátkovém režimu lze vhodnou volbou doby n splatnosti úvěru zamezit vzniku investorského deficitu (přesněji řečeno vzniku záporné hodnoty CCF pro všechny roky uvažovaného období) za všech okolností, a dále otázka, jak má být n zvoleno, aby ani pro jeden rok nebyl CCF záporný.

Omezíme-li se na situaci, kdy je pro budoucnost očekáván růst cen energie (což je téměř samozřejmý předpoklad), je odpověď na první otázku taková, že lze vhodnou volbou n zajistit vesměs nezáporné hodnoty CCF jen tehdy, pokud:

$$q < \frac{\beta}{T} \quad (5-10)$$

tedy když (absolutně vzatá) roční úroková míra pro půjčku je menší než index ročního růstu ceny energie dělený dobou prosté návratnosti. Tak v příkladu je $q = 0,12$; $\beta = 1,15$ a $T = 5$; vztah $0,12 < 1,15/5$; tj. $0,12 < 0,23$ je zřejmě splněn, a tedy vhodnou volbou n může být vesměs nezáporného CCF dosaženo.

Odpověď na druhou otázku zní: Pokud je splněn vztah (5-10), lze vesměs nezáporné hodnoty CCF zaručit, volíme-li n tak, aby vyhovělo vztahu

$$n \geq -\frac{\log\left(1 - q \cdot \frac{T}{\beta}\right)}{\log(1 + q)} \quad (5-11)$$

Samozřejmě v každém případě musí být pro dané hodnoty (tj. T , β , q , d , n) splněn vztah $X \leq L$ (kde X se spočte ze vzorce (5-9)).

Příklad 5-2

zadání: Jaká je nejkratší doba n splatnosti půjčky z příkladu 5-1 ($I = 30\,000$ Kč, $\Delta = 6$ m.j./rok, $e = 1\,000$ Kč/m.j., $r = 0$ Kč, $Q = 12\%$ (tj. $q = 0,12$), $n = 5$ let, $D = 10\%$ (tj. $d = 0,1$), $B = 15\%$ (tj. $\beta = 1,15$) a $L = 8$ let), která ještě garantuje vesměs nezáporné hodnoty CCF?

řešení: Dosazením hodnot $q = 0,12$, $T = 5$ a $\beta = 1,15$ do vzorce (5-11) dostaneme

$$n \geq -\frac{\log\left(1 - 0,12 \cdot \frac{5}{1,15}\right)}{\log(1 + 0,12)} \quad \text{tj.}$$

$$n \geq -\frac{\log 0,478261}{\log 1,12} \quad \text{tj.}$$

$$n \geq 6,508$$

Nejkratší možná doba splatnosti, která ještě garantuje nezáporné hodnoty CCF, je tedy $n = 7$ let (je třeba se samozřejmě omezit na celá čísla). Správnost tohoto závěru lze snadno ověřit: pro $n = 7$ je anuita

$$A = 30\,000 \cdot 0,12 \cdot 1,127 / (1,127 - 1) = 6\,574 \text{ Kč,}$$

což je méně než výnos 1. roku, který činí 6 900 Kč. V dalších letech (vzhledem k $\beta > 1$) roční výnosy rostou, avšak velikost anuity stagnuje. Proto v každém z let 1 až 7 může být roční splátka dluhu (anuita) plně kryta výnosem z energetických úspor daného roku. Naproti tomu $n = 6$ nestačí; příslušná anuita je

$$A = 30\,000 \cdot 0,12 \cdot 1,126 / (1,126 - 1) = 7\,297 \text{ Kč,}$$

takže v 1. roce nemůže být plně kryta výnosem (6 900 Kč).

5.2.4 Investice pořízená z progresivně splácené půjčky

Pokud výslovně netrváme na umořování dluhu z investičního úvěru anuitním způsobem (pravidelnými splátkami konstantní nominální výše), je pro zamezení záporných hodnot investora CCF nejlepší volit takový splátkový režim, v němž požadované splátky jednotlivých let co nejvíce sledují velikost výnosů příslušných let. Očekává-li se do budoucna stálý růst nomi-

nální ceny energie, je tímto vhodným splátkovým režimem režim progresivně splácené půjčky, v němž roční nárůst splátky ($B\%$) je totožný s očekávaným (konstantním nebo průměrným) ročním růstem ceny energie.

Reálná návratnost X nemůže být v tomto případě spočtena podle vzorce (5-9), neboť ten byl odvozen za předpokladu anuitního splátkového režimu. Za návratnost X zde budeme považovat dobu splacení půjčky, která je umořována splátkami, jejichž výše se v každém roce rovná velikosti výnosu z investice v příslušném roce. Protože výnos 1. roku vyjádřený v běžných cenách (tj. cenách toho roku) činí $(e \cdot \Delta - r) \cdot \beta$ a splátka (při progresivně splácené půjčce) 1. roku činí podle vzorce (4-5) $S \cdot \beta$, plyne z podmínky rovnosti splátky a výnosu v každém roce, že splátkový základ $S = e \cdot \Delta - r$. Dosadíme-li tedy do vzorce (4-7), resp. (4-7a) za S $e \cdot \Delta - r$, za C velikost investice I a za přirozené n obecně reálné X , obdržíme (po úpravách) pro reálnou návratnosti X vztahy:

$$X \geq - \frac{\log \left(1 - T \cdot \frac{B - Q}{100 + B} \right)}{\log \frac{100 + B}{100 + Q}} \quad \text{pro } B \neq Q, \text{ resp.} \quad (5-12)$$

$$X = T \quad \text{pro } B = Q \quad (5-12a)$$

kde:

T	je	prostá návratnost (pro niž platí $T = I / (e \cdot \Delta - r)$)	roky
B		růst ceny měrné jednotky energie oproti předchozímu roku a současně v % vyjádřený růst velikosti splátky oproti její velikosti v předchozím roce	%
Q		vyjádřená roční úroková míra pro půjčku	%

Není-li růst ceny energie, resp. úroková míra po celou uvažovanou dobu konstantní, můžeme B resp. Q chápat jako průměrný roční růst ceny energie, resp. průměrnou roční úrokovou míru v rámci uvažovaného období.

I zde platí, že investice je ekonomicky neefektivní (nenávratná), jestliže buď $e \cdot \Delta \leq r$ (tj. energetické úspory nepřevyšují udržovací náklady realizací investice vyvolané), nebo $X > L$ (návratnost je delší než životnost opatření investicí pořízeného) anebo $X > Z$ (dílo dožije dříve, než stačí úsporou provozních nákladů umořit dluh vzniklý z investičního úvěru I).

Aby byly garantovány vesměs nezáporné hodnoty investorova CCF, musí být lhůta n splatnosti půjčky (n je celý počet let, tj. přirozené číslo) volena takto:

$$n \geq X \quad (5-13)$$

kde X bylo spočteno z (5-12) resp. (5-12a).

Volíme tedy jako lhůtu splatnosti půjčky přirozené číslo nejbližší vyšší spočtené návratnosti X (je-li náhodou spočtené X číslo přirozené, volíme samozřejmě $n = X$).

Bylo už zmíněno, že zatímco z konstrukce anuity přímo plyne, že v každém roce anuita je s to plně uhradit úroky za tento rok (zbytek pak případně na amortizaci úvěru), splátka $S(i)$ u progresivně splácené půjčky toto automaticky negarantuje; za určitých okolností se může stát, že v 1. roce nebo po prvních několika letech splátka nestačí na úhradu úroků v příslušném roce, takže

amortizace úvěru je záporná a zůstatek dluhu vzroste (tato situace ovšem v průběhu splácení se stále se zvyšujícími splátkami vymizí).

Může tedy vyvstat otázka, za jakých okolností je zaručen v průběhu splácení nerostoucí zůstatek dluhu. Je zaručen tehdy, jestliže:

$$T < \frac{100 + B}{Q} \quad (5-14)$$

Příklad 5-3

zadání: Koncem roku 0 bylo do energii šetřícího technického opatření (jehož životnost je $L = 8$ let) investováno 30 000 Kč. Dosáhlo se tím fyzické úspory energie 6 měř. jednotek/rok. Investice je zcela financována z půjčky poskytnuté na úrok 12% p.a. a splácené ročními splátkami stále rostoucí výše splatnými vždy koncem roku. Investice nevyvolá ani neodstraní žádné udržovací náklady.

Má se určit:

- 1) doba reálné návratnosti X , jestliže cena 1 měř. jednotky energie (jež je v roce 0 1000 Kč/m.j.) roste každoročně o 15% ceny předchozího roku a stejným tempem rostou splátky půjčky;
- 2) doba n splatnosti půjčky (tak, aby garantovala kladný CCF) a velikosti splátek jednotlivých let;
- 3) zda nedojde během splácení ani dočasně k růstu dlužního zůstatku.

Dále 4) sestavit přehlednou tabulku ukazující v průběhu všech L let: velikost ročního výnosu, výši splátky příslušného roku, výši zůstatku dluhu v příslušném roce a investorův CCF (vše v běžných cenách).

řešení:

ad 1)

$$T = \frac{I}{e \cdot \Delta - r} = \frac{30\,000}{1\,000 \cdot 6 - 0} = 5 \text{ let}$$

$B = (15) = Q(12)$, takže

$$X = \frac{\log\left(1 + 5 \cdot \frac{15 - 12}{100 + 15}\right)}{\log\frac{100 + 15}{100 + 12}} = \frac{\log 1,130435}{\log 1,026786} = \frac{0,0532455}{0,0114798} = 4,638 \text{ let}$$

Investice je efektivní, neboť $4,638 < 8$ (=životnost L).

ad 2)

V zájmu nezáporného CCF musí být podle vzorce (5-31) $n \geq 4,638$. Volíme tedy $n = 5$ let (přirozené číslo nejbližší vyšší).

Splátkový základ (pro progresivně splácenou půjčku) je podle vzorce (4-7):

$$S = 30\,000 \cdot \frac{15-12}{100+15} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1,15}{1,12}\right)^5 - 1} = 30\,000 \cdot \frac{0,026087}{0,141298} = 5\,539 \text{ Kč}$$

takže splátky jednotlivých let jsou dle (14)

$$S(1) = 5\,539 \cdot 1,15 = 6\,370 \text{ Kč},$$

$$S(2) = 6\,370 \cdot 1,15 = 7\,325 \text{ Kč},$$

$$S(3) = 7\,325 \cdot 1,15 = 8\,424 \text{ Kč},$$

$$S(4) = 8\,424 \cdot 1,15 = 9\,687 \text{ Kč a}$$

$$S(5) = 9\,687 \cdot 1,15 = 11\,140 \text{ Kč}$$

Pozn.: Kdybychom v rozporu s (5-13) zvolili $n = 4$ roky, byl by splátkový základ:

$$S = 30\,000 \cdot 0,026087 / 0,111525 = 7\,017 \text{ Kč}$$

a splátka 1. roku $S(1) = 7\,017 \cdot 1,15 = 8\,070 \text{ Kč}$ by nemohla být kryta z výnosu 1. roku, který činí $6\,000 \cdot 1,15 = 6\,900 \text{ Kč} \rightarrow$ záporný cash flow přinejmenším v 1. roce.

ad 3)

Podle (5-14) musí být splněno:

$$T < \frac{100 + B}{Q} \quad \text{tj.}$$

$$5 < \frac{115}{12} \quad \text{tj.}$$

$$5 < 9,583$$

To skutečně platí, takže v průběhu splácení nedojde ani dočasně k růstu debetního zůstatku.

ad 4)

TABULKA 5-3 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok	výnos = energetické úspory (Kč)		splátka S(i) půjčky (Kč)	placené úro- ky (Kč)	amortizace úvěru (Kč)	zůstatek dlhu kon- cem roku (Kč)	investorův kumulovaný CF (Kč)
	běžné ceny		běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny
0	x		x	x	x	30 000	x
(X); (n); (L)	1	6 900	6 370	3 600	2 770	27 230	530
	2	7 935	7 325	3 268	4 057	23 173	1 140
	3	9 125	8 424	2 781	5 643	17 530	1 841
	4	10 494	9 687	2 104	7 583	9 947	2 648
	5	12 068	11 140	1 193	9 947	0	3 576
	6	13 878	-	-	-	-	17 454

TABULKA 5-3 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLUHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok	výnos = energetické úspory (Kč)	splátka S(i) půjčky (Kč)	placené úroky (Kč)	amortizace úvěru (Kč)	zůstatek dluhu koncem roku (Kč)	investorův kumulovaný CF (Kč)
	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny	běžné ceny
7	15 960	-	-	-	-	33 414
8	18 354	-	-	-	-	51 768

Příklad 5-4

zadání: jako v příkladu 5-1, ale životnost opatření je zde $L = 10$ let a fyzická úspora energie 3 měř. jed./rok. Vypočítat potřebné hodnoty a sestavit přehlednou tabulku.

řešení:

$$T = \frac{I}{e \cdot \Delta - r} = \frac{30\,000}{1\,000 \cdot 3 - 0} = 10 \text{ let}$$

$B = (15) = Q(12)$, takže

$$X = \frac{\log\left(1 + 10 \cdot \frac{15 - 12}{100 + 15}\right)}{\log\frac{100 + 15}{100 + 12}} = \frac{\log 1,260869}{\log 1,026786} = - = 8,769 \text{ let } (< L)$$

V zájmu nezáporného CCF volíme $n = 9 (\geq 8,769)$.

Splátkový základ (pro $I = 30\,000$, $B = 15$, $Q = 12$ a $n = 9$) $S = 2\,914$ Kč.

Dále má být $T < (100+B)/Q$, tj. $10 < 115/12$, tj. $10 < 9,583$. To zřejmě neplatí, takže musíme v počáteční fázi splácení očekávat vzrůst zůstatku dluhu.

Skutečně:

TABULKA 5-3 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLUHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok		výnos (Kč, b.c. ⁵)	splátka (Kč, b.c.)	zůstatek dluhu (Kč, b.c.)	invest. CCF (Kč, b.c.)
(X);	0	x	x	30 000	x
(n);	1	3 450	3 351	30 249	99
(L)	2	3 968	3 854	30 025	213

⁵ b.c. znamená běžné ceny

TABULKA 5-3 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok		výnos (Kč, b.c. ⁵)	splátka (Kč, b.c.)	zůstatek dluhu (Kč, b.c.)	invest. CCF (Kč, b.c.)
	3	4 563	4 432	29 196	344
	4	5 247	5 096	27 603	495
	5	6 034	5 861	25 055	668
	6	6 939	6 740	21 321	867
	7	7 980	7 751	16 129	1 096
	8	9 177	8 914	9 151	1 359
	9	10 554	10 250	-2	1 662
	10	12 137	-	-	13 799

Příklad 5-5

zadání: jako v příkladu 5-1, ale roční růst ceny energie (a splátek) $B = 10\%$. Stanovit potřebné hodnoty a sestavit přehlednou tabulku.

řešení:

$$X = \frac{\log\left(1 + 5 \cdot \frac{10-12}{100+10}\right)}{\log\frac{100+10}{100+12}} = \frac{\log 0,90}{\log 0,982143} = - = 5,29 \text{ let } (< 8)$$

$T=5$ let;

Podle (5-13) musí být $n \geq 5,29$. Volíme tedy $n = 6$.

Splátkový základ je:

$$S = 30\,000 \cdot \frac{10-12}{100+10} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1,1}{1,12}\right)^6 - 1} = -60\,000 \cdot \frac{1}{110 \cdot (-0,102472)} = 5\,323 \text{ Kč}$$

Dále má být podle (5-14) $5 < 110/12$, tj. $5 < 9,16$. To je splněno, takže v průběhu splácení nedojde k růstu zůstatku dluhu.

TABULKA 5-4 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok		výnos (Kč, b.c.)	splátka (Kč, b.c.)	zůstatek dluhu (Kč, b.c.)	invest. CCF (Kč, b.c.)
(X); (n); (L)	0	x	x	30 000	x
	1	6 600	5 855	27 745	745
	2	7 260	6 441	24 633	1 564

TABULKA 5-4 VELIKOST ROČNÍHO VÝNOSU, VÝŠE SPLÁTKY PŘÍSLUŠNÉHO ROKU, VÝŠE ZŮSTATKU DLUHU V PŘÍSLUŠNÉM ROCE A INVESTORŮV CCF (VŠE V BĚŽNÝCH CENÁCH)

rok		výnos (Kč, b.c.)	splátka (Kč, b.c.)	zůstatek dluhu (Kč, b.c.)	invest. CCF (Kč, b.c.)
	3	7 986	7 085	20 504	2 465
	4	8 785	7 793	15 172	3 457
	5	9 663	8 573	8 420	4 547
	6	10 629	9 430	0	5 746
	7	11 692	-	-	17 438
	8	12 862	-	-	30 300

6 EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST KOMPLEXU OPATŘENÍ

Investice do tepelně technických opatření často nespočívají v investici do pouhého jediného opatření, nýbrž v investici do celého komplexu technických zásahů; v takovém agregátu některá opatření jsou na ostatních víceméně nezávislá, kdežto jiná se navzájem podporují, doplňují nebo přímo podmiňují tak, aby mohlo být dosaženo požadovaného efektu.

Věc je jednoduchá, jestliže všechna opatření tvořící agregát mají stejnou životnost. Pak lze prostě roční výnosy ($\approx$ roční energetické úspory) jednotlivých opatření sečíst do celkového výnosu V , investiční náklady jednotlivých opatření sečíst do celkových investičních nákladů I a s agregátem lze nadále zacházet jako s jediným opatřením, pro jehož prostou návratnost T , reálnou návratnost X atd. platí vzorce uvedené v kap. 4.

Složitější situace však nastává, jestliže jednotlivá opatření agregátu (nebo jejich skupiny) mají odlišnou životnost. Dejme tomu, že agregát sestává z opatření $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j \dots \omega_u$, přičemž opatření j -té má životnost L_j , investiční náklady I_j , roční výnos V_j (náklady a výnosy jsou v cenách roku 0) a prostou návratnost $T_j = I_j/V_j$ (přitom ω_j nemusí být jedním opatřením; obecně je to souhrn všech opatření, jež mají stejnou životnost).

Především se v případě agregátu musíme zabývat celým obdobím, jehož délka je dána nejdelší životností, která se mezi všemi opatřeními vyskytuje. Tuto dobu značíme L , nazýváme životností agregátu a definujeme

$$L = \max_{j=1 \dots u} L_j \quad (6-1)$$

Označme dále celkové investiční náklady agregátu (vynaložené na počátku, tj. v roce 0) I a celkový roční výnos agregátu V ; platí tedy

$$I = \sum_{j=1}^u I_j, \quad V = \sum_{j=1}^u V_j \quad (6-2)$$

Dále, v případě agregátu (na rozdíl od jednoho opatření) existují nejen počáteční investice I (v roce 0), ale též dodatečné investice, a to proto, že v průběhu doby L životnosti agregátu musejí být obnovena (znovupořizena) ta opatření, jejichž životnost L_j je menší než L , aby mohl agregát fungovat jako celek po celou dobu L . Tyto dodatečné investice (za dobu L) mají souhrnnou výši (v cenách roku 0) I' .

Omezíme se nejprve na statické zhodnocení situace, tzn. neuvažují se změny cen v čase, nezavádějí se do úvah úrokové míry, inflace, konkrétní způsob financování atd.

Především platí, že agregát jako celek může být ekonomicky efektivní ("mít návratnost"), i když jedno či více z opatření jej tvořících je nenávratné (tj. má prostou návratnost $T_j > L_j$). Nutnou a postačující podmínkou návratnosti agregátu je, aby platilo:

$$L \cdot V \geq I + I' \quad (6-3)$$

Čistý zisk Z , který agregát za dobu L své životnosti investoru přinese, je:

$$Z = L \cdot V - (I + I') \quad (6-4)$$

a výsledná rentabilita (tj. velikost čistého zisku za dobu životnosti agregátu připadající na 1 investovanou Kč) je:

$$R = \frac{L \cdot V}{(I + I')} - 1 \quad (6-5)$$

Prostou návratnost T agregátu (chápanou jako časový interval mezi okamžikem 0, tj. realizací komplexu opatření energeticky vědomé modernizace, a okamžikem, od kterého počínaje kumulované výnosy agregátu jsou už napořád (!) vyšší nebo aspoň ne nižší než kumulované investiční výdaje) nelze jednoduše určit poměrem I/V (jako je tomu u jediného opatření - srv. (18)); lze však stanovit interval, v němž se T pohybuje. Platí tu:

$$T \in \left\langle \frac{I}{V}; \left(\frac{I + I'}{V} \right) \right\rangle \quad (6-6)$$

Přesně lze určit T pomocí tabulky CCF.

Zavedeme-li veličinu $Y_j = I_j/L_j$ (Y_j je tedy roční odpis opatření ω_j) a veličinu

$$Y = \sum_{j=1}^u Y_j = \sum_{j=1}^u \left(\frac{I_j}{L_j} \right) \quad (6-7)$$

jakožto sumu ročních odpisů všech opatření tvořících agregát, platí zřejmě:

$$I + I' \geq L \cdot Y \quad (6-8)$$

přičemž rovnost ve vztahu (6-8) nastane, pokud životnost L agregátu je beze zbytku dělitelná životnostmi L_j všech opatření ω_j až ω_u tvořících agregát. Z výše uvedeného plyne platnost následujících vztahů:

$$Z \leq L \cdot (V - Y) \quad (6-9)$$

$$R \leq \frac{V}{Y} - 1 \quad (6-10)$$

$$I' \geq L \cdot Y - 1 \quad (6-11)$$

kde:

V	je celkový výnos z jednotlivých opatření	Kč/rok
ω_i	souhrn opatření v agregátu se stejnou životností	-
L_j	životnost j tého opatření	roky
I_j	investiční náklady na j té opatření	Kč
I_j'	dodatečné investice vyvolané obnovou (znovupořizováním) u opatření, jejichž životnost L_j je menší než nejdelší životnost L , která se mezi všemi opatřeními vyskytuje	Kč
Z	čistý zisk, který přinese agregát za dobu L své životnosti investoru	Kč
Y_j	roční odpis opatření ω_j	Kč

R výsledná rentabilita (velikost čistého zisku za dobu životnosti agregátu připadající na 1 investovanou Kč) Kč

6.1 SKUPINA OPATŘENÍ V BUDOVĚ JAKO PŘÍKLAD AGREGÁTU

M jsou investiční náklady (v Kč roku xxxx) energeticky vědomé modernizace (EVM)

N jsou náklady prosté obnovy nebo odstranění zanedbané údržby (v Kč roku xxxx), které by musely být vynaloženy, i kdyby se na příslušné části objektu nerealizovalo uvažované opatření EVM.

Základní věcí je stavební oprava domu. Synchronizuje-li se tedy provedení EVM s provedením beztak nutné obnovy/odstranění zanedbané údržby, vykoná EVM i tuto udržovací/obnovovací práci, takže vlastní EVM se pořídí fakticky za náklad $M - N$, přičemž část N celkové částky M je kryta z prostředků vyhrazených na údržbu/obnovu domu (z nájemného, z fondu údržby a oprav apod.)

Provozní náklady r jsou chápány jako náklady opatřením EVM vyvolané; jejich záporná hodnota znamená tudíž úsporu provozních/udržovacích nákladů, k níž opatření EVM vede. Tak např. $r = -10$ znamená, že po provedené EVM odpadne údržba/obnova.

Peněžní úspora tepelné energie v důsledku realizace EVM se odvíjí od fyzické úspory spotřeby tepla, přičemž za výchozí cenu 1 m. j. energie (1 GJ) je vzato 340 Kč/GJ (např. průměrná cena tepla pro domácnost v roce 2005 = rok 0).

Zpracuje se výchozí tabulka M; N technických opatření, vztažená na budovu nebo její funkční část. Za investiční náklad I daného opatření se považuje $M - N$ všude tam, kde bylo v tabulce $N \neq 0$. To znamená, že k EVM přistupujeme v okamžiku nutné obnovy budovy.

Z tabulky M; N je odvozena tab. 6-1 základních údajů o agregátu, a to sdružením jednotlivých opatření do skupin ω_1 až ω_4 na základě shodné životnosti opatření. Přitom do výnosů V_j tabulky 6-1 se počítaly jak přínosy z energetických úspor, tak i přínosy z úspor provozních nákladů, k nimž realizace EVM vede.

TABULKA 6-1

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O AGREGÁTU

skupina opatření	životnost	investiční náklady	odpisy	výnosy	prostá návratnost
ω_j	L_j (let)	I_j (Kč)	$Y_j = I_j/L_j$ (Kč/rok)	V_j (Kč/rok)	$T_j = I_j/V_j$ (let)
ω_1	50	75 680	1 514	5 151	14,7
ω_2	30	6 280	209	189	33,2
ω_3	15	12 250	817	1 413	8,7
ω_4	10	5 630	563	1 235	4,6
celkem (na byt)	L = 50	I = 99 840	Y = 3 103	V = 7 988	x

6.2 PROSTÁ EFEKTIVNOST

Zkoumat prostou efektivnost znamená podrobit uvažovaný agregát předběžnému hodnocení za předpokladu neměnnosti cen (platí ceny roku 0 pro výnosy i investice po celou dobu L), neuvažování úroků, konkrétních způsobů financování investic atd.

Z tabulky 6-1 plyne, že skupina ω_2 je nenávratná (neboť $33,2 > 30$). Jako celek je však agregát návratný, neboť $I' = 4.5630 + 3.12\,250 + 1.6\,280 = 65\,550$ Kč, takže vztah (6-8) je splněn: $50.7988 > 99\,840 + 65\,550$, tj. $399\,400 > 165\,390$.

Čistý zisk za 50 let (jenž je podle (40) nejvýše 50 ($7988 - 3103$) = 244 250 Kč) činí dle (35) $399\,400 - 165\,390 = 234\,010$ Kč a výsledná rentabilita (která je podle (6-10) nejvýše $7988/3103 - 1 = 1,574$) činí podle (6-5) $399\,400/165\,390 - 1 = 1,415$ Kč čistého zisku na každou 1 Kč investovanou v průběhu let 0 až 50.

Prostá návratnost leží podle (6-7) v intervalu od $I/V = 99\,840/7988 = 12,5$ let do $(I + I')/V = 165\,390/7988 = 20,7$ let.

Přesně lze zjistit T na základě tabulky CCF investora, kterou uvádíme níže (výnosy jsou do součtů zaváděny se znaménkem +, investice úvodní i dodatečné se znaménkem -).

TABULKA 6-2

PROSTÁ EFEKTIVNOST - CCF INVESTORA

rok 2005 = 0	-99 840	rok	CCF investo- ra	rok	CCF investora	rok	CCF investora	rok	CCF investo- ra
1	-91 852	11	-17 602	21	44 398	31	100 118	41	174 368
2	-83 864	12	-9 614	22	52 386	32	108 106	42	182 356
3	-75 876	13	-1 626	23	60 374	33	116 094	43	190 344
4	-67 888	14	6 362	24	68 362	34	124 082	44	198 332
5	-59 900	15	2 100	25	76 350	35	132 070	45	194 070
6	-51 912	16	10 088	26	84 338	36	140 058	46	202 058
7	-43 924	17	18 076	27	92 326	37	148 046	47	210 046
8	-35 936	18	26 064	28	100 314	38	156 034	48	218 034
9	-27 948	19	34 052	29	108 302	39	164 022	49	226 022
10	-25 590	20	36 410	30	92 130	40	166 380	50	234 010

Roky vyznačené tučně jsou roky, v nichž se investuje. Z tabulky CCF vyplývá, že prostá návratnost agregátu je

$$T = 13 + 1626/(6362 + 1626) = \mathbf{13,2} \text{ roku.}$$

6.3 REÁLNÁ EFEKTIVNOST

Zde se už uvažuje také vývoj cen v budoucnosti a konkrétní způsob financování investic. Přehled základních parametrů potřebných pro analýzu udává následující tabulka (budoucí vývoj je samozřejmě založen na odhadech):

Energeticky vědomá modernizace, která v úvodních investicích představuje na jednotku 99 840 Kč, bude financována z progresivně splácené půjčky. Splatnost půjčky volíme $n = 15$ let (zhruba v souladu s výše vypočtenou prostou návratností).

V tabulce 6-3 jsou uvedeny hodnoty pro nízkou inflaci, v tabulce 6-4 jsou hodnoty pro vysokou inflaci.

Zajímavá je vysoká inflace v tab. 6-4, kterou jsme zažívali na počátku 90. let. Úroková míra půjčky bude po prvních pět let neměnná a bude činit $Q = 13\%$ p. a., pro dalších pět let bude konstantní ve výši $Q = 10\%$ p. a. (podle tab. 6-4 pro rok 6) a pro poslední pětiletí bude konstantní ve výši $Q = 9\%$ p. a. (dle tab. 6-4 pro rok 11). Parametr B progresivně splácené půjčky bude také konstantní v rámci jednotlivých pětiletí a bude činit $B = 12\%$ pro prvních, $B = 7\%$ pro druhých a $B = 6\%$ pro posledních pět let (tento parametr je volen tak, aby přibližně odpovídal ročnímu růstu cen tepla, jak jej předpokládá tab. 6-4). Těmto podmínkám odpovídá splátkový základ $S = 7141$ Kč pro prvé pětiletí, $13\,914$ Kč pro druhé pětiletí a $19\,530$ Kč pro posledních pět let. Splátkový základ se počítá podle vzorce (16), kde pro první pětiletí se za C bere velikost úvěru (99 840 Kč) a za $n = 15$ let, pro druhé pětiletí se za C bere zůstatek dluhu koncem 5. roku a za $n = 10$ let a pro poslední pětiletí bereme za C zůstatek dluhu koncem 10. roku a za $n = 5$ let. Velikost ročních splátek progresivně splácené půjčky (v běžných cenách, tj. cenách daného roku), jakož i velikost debetních zůstatků koncem daného roku ukazuje tabulka 6-4.

TABULKA 6-3 PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA PRO FINANCOVÁNÍ INVESTIC EVM – NÍZKÁ INFLACE

rok (i)	inflace D	úrok z úvěru/půjčky Q	cena tepla; růst B _T	výnosy	růst splátky B	velikost splátky S(i)	úhrada úroků	úmor úvěru	zůstatek dluhu koncem roku
	% p.a.	% p.a.	% p.a.	Kč/rok (b.c.)	% p.a.	(Kč, b.c.)	u (i)	r(i)	(Kč, b.c.)
0	2	4	3	7 988	2				99 840
1				8 228		7 902	3 994	3 909	95 931
2				8 474		8 060	3 837	4 223	91 708
3				8 729		8 222	3 668	4 553	87 155
4				8 991		8 386	3 486	4 900	82 255
5				9 260		8 554	3 290	5 263	76 992
	3	5	4		3				
6				9 631		8 802	3 850	4 952	72 040
7				10 016		9 066	3 602	5 464	66 576
8				10 417		9 338	3 329	6 009	60 568
9				10 833		9 618	3 028	6 589	53 979
10				11 267		9 906	2 699	7 207	46 771
	4	6	5		4				
11				11 830		10 297	2 806	7 490	39 281
12				12 421		10 709	2 357	8 352	30 929
13				13 042		11 137	1 856	9 281	21 648
14				13 695		11 582	1 299	10 284	11 364
15				14 379		12 046	682	11 364	0
celkem				161 212		143 623	43 783	99 840	

Jak je vidět z tab. 6-4, při daných podmínkách (Q, B, n) nestačí v prvním pětiletí splátky na plnou úhradu úroků, v důsledku čehož nominálně mírně roste debetní zůstatek (až na asi 120% původní výše úvěru); v druhém pětiletí už splátky překračují úroky, takže asi v 9. roce je debetní zůstatek nominálně přibližně roven původnímu dluhu (reálně je ovšem vzhledem k devítiletému inflačnímu růstu daleko menší), a poté v posledních šesti letech dochází k rychlému umoření dluhu.

TABULKA 6-4

 PROGRESIVNĚ SPLÁCENÁ PŮJČKA PRO FINANCOVÁNÍ INVESTIC
 EVM – VYSOKÁ INFLACE

rok (i)	inlace D	úrok z úvěru/p ůjčky Q	cena tepla; růst B _T	výnosy	růst splátky B	velikost splátky S(i)	úhrada úroků	úmor úvěru	zůstatek dluhu kon- cem roku
	% p.a.	% p.a.	% p.a.	Kč/rok (b.c.)	% p.a.	(Kč, b.c.)	u (i)	r(i)	(Kč, b.c.)
0	10	13	12	7 988	12				99 840
1				8 947		7 998	12 979	-4 981	104 821
2				10 020		8 958	13 627	-4 669	109 490
3				11 223		10 033	14 234	-4 201	113 690
4				12 569		11 237	14 780	-3 543	117 233
5				14 078		12 585	15 240	-2 655	119 888
	7	10	9		7				
6				15 345		14 888	11 989	2 899	116 989
7				16 726		15 930	11 699	4 231	112 757
8				18 231		17 046	11 276	5 770	106 988
9				19 872		18 239	10 699	7 540	99 448
10				21 660		19 515	9 945	9 570	89 877
	6	9	8		6				
11				23 393		20 702	8 089	12 613	77 264
12				25 264		21 944	6 954	14 990	62 274
13				27 286		23 261	5 605	17 656	44 618
14				29 468		24 657	4 016	20 641	23 978
15				31 826		26 136	2 158	23 978	0
celkem				285 906		253 129	153 288	99 840	

Vlastní posouzení reálné ekonomické efektivity investic do komplexu energií spořicího opatření je nejlépe založit na úplné bilanci výnosů a výdajů investora za celé období 50 let životnosti agregátu. Takovou bilanci (z hlediska investora) představují hodnoty, sestavené do tabulky. Hodnoty v ní jsou uvedeny v Kč (v cenách daného roku). V jednotlivých sloupcích se uvedou a vypočtou:

- Výnosy, které jsou reprezentovány:
 - příjmy z úspory tepelné energie a z úspory provozních/udržovacích nákladů dosažené aplikací opatření EVM,
 - přijatými úroky z finančních prostředků investora (investorovy peníze se úročí čistou úrokovou mírou P% p.a., která v každém roce je např. o 1 procentní bod nižší než roční míra inflace v tom roce podle předem definované prognózy);
- výdaje jsou reprezentovány:
 - splátkami bankovních úvěrů (splátka daného roku je hrazena vždy koncem roku),
 - investičními náklady hrazenými z prostředků investora (investice je hrazena vždy koncem uvažovaného roku). Zůstatek na účtu investora koncem daného roku je vlastně investorův CCF. Nesmí být v celém průběhu 50 let nikdy záporný; vznikne-li v

některém okamžiku záporný zůstatek na účtu, je třeba jej okamžitě likvidovat (např. přijetím půjčky).

V časovém snímku např.:

- v roce 0 je přijat úvěr 99 840 Kč na 15 let; který je splácen v režimu progresivně splácené půjčky (viz. 5.4),
- v 15. roku je přijat úvěr 24 757 Kč na 5 let při $Q = 8 \% \text{ p.a.}$ (rok 16); který je splácen v režimu anuitní půjčky

Komentář: Hlavní roli financování hraje progresivně splácená 15 letá půjčka. Po uhrazení poslední splátky této půjčky (koncem roku 15) vyvstala potřeba obnovy technických opatření skupiny ω_3 , na kterou investor neměl momentálně prostředky. Situaci tedy vyřešila malá doplňková anuitní půjčka poskytnutá koncem roku 15 na 5 let. Po jejím uhrazení (koncem r. 20) už investor žádné další úvěry nepotřeboval a veškeré obnovovací investice byl schopen financovat ze svých zdrojů vytvořených energetickými úsporami. V praxi by asi nebylo třeba brát si ani doplňkovou anuitní půjčku - dožilé zařízení skupiny ω_3 by pravděpodobně bylo možno nechat dva roky přesluhovat, což by stačilo na to, aby pak tato obnovovací investice mohla být kryta z vlastních zdrojů.

Zkoumaný agregát je reálně návratný, což dokazuje vytvořený čistý zisk za dobu jeho životnosti $L = (50 \text{ let})$ ve výši 2 132 702 Kč (v cenách roku 50). V cenách roku 0 to představuje

$$2\,132\,702 / (1,1 \cdot 1,09^2 \cdot 1,08^2 \cdot 1,07^5 \cdot 1,06^5 \cdot 1,05^5 \cdot 1,04^5 \cdot 1,03^{25}) = \mathbf{229\,269 \text{ Kč}}$$

Protože celkové investice za 50 let představují v cenách roku 0 165 390 Kč, je **výsledná reálná rentabilita** $229\,269/165\,390 = \mathbf{1,386}$ (Kč zisku na 1 Kč investic).

Podstatné je, že návratnosti je v uvedeném příkladě dosaženo souběžně s nezáporným investorským CCF, a to i při poměrně tvrdých úrokových podmínkách půjčky (13% p.a. po prvních 5 let), takže není potřeba zapojovat jiné zdroje (disponibilní úspory uživatele budovy, nenávratné státní dotace, státní subvence úrokové míry apod.). Podmínkou ovšem je, že úvěrující banka akceptuje splátkový režim, kdy v první třetině splácení nejsou plně splátkami pokryty úroky (fakticky to znamená zpočátku snížení úrokové míry, ale ne bez kompenzace pro banku, protože toto se jí v dalších fázích splácení se ziskem vrátí). Takovéto oddálení výdělků bylo ovšem obtížné pro banku, která nemá peníze. V současné finanční situaci bank nastalo příznivé období pro takovéto postupy.

Vysoká úroková míra (nereálná v současné době) byla užita pro prokázání schopnosti tohoto modelu dosáhnout + CCF při splácení i v takto extrémních podmínkách.

Anuitní půjčka, byť i na delší dobu (např. 20, 25 let) by za stejných podmínek nevedla k nezápornému investorskému CCF, pokud by nebyla doprovázena zapojením jiných vnějších zdrojů. Tak při $Q = 13\%$ činí jen roční úrok z 99 840 Kč cca 12 980 Kč (to je nejmenší možná výše anuity, ať je doba splatnosti n půjčky jakkoliv dlouhá), tedy více než jsou roční výnosy během prvních tří let. Dosažení nezáporného CCF by si zde tedy vyžádalo buď snížení velikosti úvěru (zbytek do 99 840 Kč/budovu by pak byl kryt např. ze soukromých prostředků (úspor, stav. spoření atd.) uživatele nebo majitele budovy či z veřejných zdrojů anebo při nezměněné velikosti úvěru - snížení úrokové míry (např. formou státní subvence úrokové míry).

7 EKONOMICKÉ UKAZATELE PRO ENERGETICKÉ SOUSTAVY

7.1 ŽIVOTNOSTI

V tabulkách jsou uvedeny údaje o době (fyzické) životnosti, ročních nákladech na údržbu a o nákladech na likvidaci prvků, dílů a soustav. Uvedené podkladové hodnoty se mohou rozšířit o podrobnější hodnoty nákladů na údržbu, opravu a servis. Doporučuje se průběžně doplňovat hodnoty pro další prvky, díla či soustavy.

7.2 HODNOTY STŘADATELE

Klíčový význam v základních propočtech má funkce $W_{n,Q}$ (střadatel), neboť na základě hodnot střadatele můžeme snadno přímo či nepřímo podle příslušných vzorců určit hodnotu kterékoliv jiné funkce: $V_{n,Q}$ (úročitele), $A_{n,Q}$ (odúročitele), $M_{n,Q}$ (umořovatele) a $H_{n,Q}$ (zásobitele).

Střadatel říká, kolik máme na kontě koncem n -tého období, spoříme-li pravidelnými úlozkami velikosti 1 Kč skládanými vždy jedenkrát za období, a to jeho počátkem, jestliže jsou vklady úročeny Q % za období a úroky jsou připisovány na účet vždy koncem období.

Hodnoty střadatele jsou uvedeny v tabulkách 7-5 až 7-13.

Hodnoty $W_{n,Q}$ střadatele jsou pro počet období $n = 1 \dots 31$ a úrokovou míru Q (v % za období) = 0,2 ... 18 (%) s krokem 0,2 (%).

I když se tyto hodnoty v současné době snadno počítají funkcí v Excelu, domníváme se, že je vhodné mít k dispozici i jejich tištěnou formu.

TABULKA 7-1 ÚDAJE O (FYZICKÉ) ŽIVOTNOSTI A O NÁKLADECH NA ÚDRŽBU – VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TV

Prvek, díl, soustava	Životnost min. – max. (roky)	Roční náklady na preventivní údržbu včetně nákladů na obsluhu, nákladů na opravu a servis v % vstupní investice	Náklady na likvidaci v % vstupní investice
Elektrické podlahové vytápění	25 – 50*	2	20
Elektrické vytápění – konvektor	20 – 25	1	
Elektrický ohřívač – zásobníkový ohřívač vody	20 – 25	1	1
Expanzní nádoby s membránou	15	0,5	
Expanzní nádoby s tlakovou podložkou	15 – 25	2	
Expanzní nádoby z korozivzdorné oceli	30	1	
Expanzní nádoby z oceli	15	2	
Hořáky na kapalné a plynné palivo	10	4 – 6	
Klapky	20	1	
Klapky s řídicími motory	15	4	
Komín	15 – 20		
Konvektory	20	1	
Kotel – kondenzační	20	1 – 2	
Kotel – odvod spalin kouřovodem	20	1 – 2	
Kotel – přímý odvod spalin (turbokotle)	20	1 – 2	
Nátěr otopných těles	20 – 30	0	
Ohřívače vzduchu, elektrické	15 – 20	2	
Ohřívače vzduchu, parní	15 – 20	2	
Ohřívače vzduchu, vodní	15 – 20	2 – 4	
Solární kolektory (vakuový kolektor nebo deskový kolektor)	15 – 25	0,5	
Tepelná čerpadla	15 – 20	2 – 4	
Vodní otopná tělesa	30 – 40	1 – 2	
Vodní podlahové vytápění	50	2	20
Zásobník na palivo	30	0,5	5 – 10
Zásobník na plynné palivo	30	0,5	5
Zásobník s výměníkem tepla pro teplou vodu	20	1	
Zásobník teplé vody	20	1	
(*) smluvní doba životnosti odpovídá výsledkům zkoušek			

TABULKA 7-2 ÚDAJE O (FYZICKÉ) ŽIVOTNOSTI A O NÁKLADECH NA ÚDRŽBU – VĚTRÁNÍ, CHLAZENÍ

Prvek, díl, soustava	Životnost min. – max. (roky)	Roční náklady na preventivní údržbu včetně nákladů na ob- sluhu, nákladů na opravu a servis v % vstupní investice	Náklady na likvidaci v % vstupní inves- tice
Difuzory	20	4	
Filtrační materiál čistitelný	10	10	
Filtrační materiál vyměnitelný	1	0	
Filtrační rámy	15	2	
Chladicí kompresory	15	4	
Chladicí panely a stropy	30	2	
Chladiče vzduchu	15 – 20	2	
Klimatizační jednotky	15	4	
Mřížky obecně	30	4	
Odpařovačky	15 – 20	2	
Odsávací větrací mřížky	20	10	
Klimatizační jednotky	15	4	
Požární klapky, skryté	15	15	
Požární klapky, snadno přístupné	15	8	
Směšovací komora (jednotka)	15	4	
Ventilátory	15 – 20	4	
Ventilátory s proměnným průto- kem	15	6	
Vzduchovod pro filtrovaný vzduch	30	2	
Vzduchovod pro nefiltrovaný vzduch	30	6	
Zařízení pro zpětné získávání tep- la, cyklické (regenerační)	15	4	
Zařízení pro zpětné získávání tep- la, statické (rekuperační)	20	4	
Parní zvlhčovače vzduchu	4 – 10	4	
Vodní zvlhčovače vzduchu	10	6	

TABULKA 7-3 ÚDAJE O (FYZICKÉ) ŽIVOTNOSTI A O NÁKLADECH NA ÚDRŽBU – REGULACE, MĚŘENÍ A ARMATURY

Prvek, díl, soustava	Životnost min. – max. (roky)	Roční náklady na preventivní údržbu včetně nákladů na ob- sluhu, nákladů na opravu a servis v % vstupní investice	Náklady na likvidaci v % vstupní inves- tice
Měřicí přístroje	10	1	
Regulační systém – prostorová re- gulace	15 – 25	4	
Regulační systém – ústřední	15 – 25	4	
Regulační ventily, automatické	15	6	
Regulační ventily, ruční	30	4	
Regulační zařízení	15 – 20	2 – 4	
Regulátory průtoku	15	6	
Regulátory teploty pro otopná těle- sa	15	4	
Ruční uzavírací ventily	30	2	
Samočinné uzavírací ventily	15	4	
Ventil	10	1	
Ventil – termostatický	20	1,5	5
Ventil s pomocnou energií	10	1	5

TABULKA 7-4 ÚDAJE O (FYZICKÉ) ŽIVOTNOSTI A O NÁKLADECH NA ÚDRŽBU – OSTATNÍ

Prvek, díl, soustava	Životnost min. – max. (roky)	Roční náklady na preventivní údržbu včetně nákladů na ob- sluhu, nákladů na opravu a servis v % vstupní investice	Náklady na likvidaci v % vstupní inves- tice
Elektrické vedení	25 – 50	0,5 – 1	
Elektrický konstrukční celek	30	0,5 – 1	
Elektroinstalace	30	1	
Kondensátory	20	2	
Motory, dieselové	10	4	
Motory, elektrické	20	1	
Oběhová čerpadla	10 -20	2	
Pohon klínovým řemenem	10	6	
Potrubí měděné	30	1	
Potrubí ocelové v otevřené sousta- vě	15	1	
Potrubí ocelové v uzavřené sou- stavě	30	1	
Potrubí z kompozitního materiálu nebo (viz. Vodní podlahové vytá- pění)	50	1	
Potrubí z korozivzdorné oceli	30	1	
Potrubní rozvody	30	0,5	
Regulované čerpadlo	10 – 15	1, (5 – 2)	
Tlumiče hluku	30	1	

HODNOTY STŘÁDATELE

TABULKA 7-5

Q (%)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	Q (%)
1	1,00200	1,00400	1,00600	1,00800	1,01000	1,01200	1,01400	1,01600	1,01800	1,02000	1
2	2,00600	2,01202	2,01804	2,02406	2,03010	2,03614	2,04220	2,04826	2,05432	2,06040	2
3	3,01202	3,02406	3,03614	3,04826	3,06040	3,07258	3,08479	3,09703	3,10930	3,12161	3
4	4,02004	4,04016	4,06036	4,08064	4,10101	4,12145	4,14197	4,16258	4,18327	4,20404	4
5	5,03008	5,06032	5,09072	5,12129	5,15202	5,18291	5,21396	5,24518	5,27657	5,30812	5
6	6,04214	6,08456	6,12727	6,17026	6,21354	6,25710	6,30096	6,34510	6,38955	6,43428	6
7	7,05622	7,11290	7,17003	7,22762	7,28567	7,34419	7,40317	7,46263	7,52256	7,58297	7
8	8,07234	8,14535	8,21905	8,29344	8,36853	8,44432	8,52081	8,59803	8,67596	8,75463	8
9	9,09048	9,18193	9,27437	9,36779	9,46221	9,55765	9,65411	9,75160	9,85013	9,94972	9
10	10,11066	10,22266	10,33601	10,45073	10,56683	10,68434	10,80326	10,92362	11,04543	11,16872	10
11	11,13288	11,26755	11,40403	11,54234	11,68250	11,82455	11,96851	12,11440	12,26225	12,41209	11
12	12,15715	12,31662	12,47845	12,64268	12,80933	12,97845	13,15007	13,32423	13,50097	13,68033	12
13	13,18346	13,36989	13,55932	13,75182	13,94742	14,14619	14,34817	14,55342	14,76199	14,97394	13
14	14,21183	14,42737	14,64668	14,86983	15,09690	15,32794	15,56304	15,80227	16,04571	16,29342	14
15	15,24225	15,48908	15,74056	15,99679	16,25786	16,52388	16,79493	17,07111	17,35253	17,63929	15
16	16,27474	16,55503	16,84100	17,13276	17,43044	17,73416	18,04406	18,36025	18,68287	19,01207	16
17	17,30929	17,62525	17,94805	18,27783	18,61475	18,95897	19,31067	19,67001	20,03717	20,41231	17
18	18,34591	18,69776	19,06174	19,43205	19,81090	20,19848	20,59502	21,00073	21,41583	21,84056	18
19	19,38460	19,77855	20,18211	20,59551	21,01900	21,45286	21,89735	22,35274	22,81932	23,29737	19
20	20,42537	20,86167	21,30920	21,76827	22,23919	22,72230	23,21791	23,72639	24,24807	24,78332	20
21	21,46822	21,94911	22,44305	22,95042	23,47159	24,00697	24,55697	25,12201	25,70253	26,29898	21
22	22,51316	23,04091	23,58371	24,14202	24,71630	25,30705	25,91476	26,53996	27,18318	27,84496	22
23	23,56018	24,13708	24,73122	25,34316	25,97346	26,62273	27,29157	27,98060	28,69048	29,42186	23
24	24,60930	25,23762	25,88560	26,55390	27,24320	27,95421	28,68765	29,44429	30,22490	31,03030	24
25	25,66052	26,34257	27,04692	27,77433	28,52563	29,30166	30,10328	30,93140	31,78695	32,67091	25
26	26,71384	27,45194	28,21520	29,00453	29,82089	30,66528	31,53872	32,44230	33,37712	34,34432	26
27	27,76927	28,56575	29,39049	30,24456	31,12910	32,04526	32,99427	33,97738	34,99591	36,05121	27
28	28,82681	29,68401	30,57283	31,49452	32,45039	33,44180	34,47019	35,53702	36,64383	37,79223	28
29	29,88646	30,80675	31,76227	32,75448	33,78489	34,85510	35,96677	37,12161	38,32142	39,56808	29
30	30,94823	31,93398	32,95884	34,02451	35,13274	36,28537	37,48430	38,73155	40,02921	41,37944	30
31	32,01213	33,06571	34,16260	35,30471	36,49407	37,73279	39,02308	40,36726	41,76773	43,22703	31

HODNOTY STRÁDATELE

TABULKA 7-6

Q (%)	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	Q (%)
1	1,02200	1,02400	1,02600	1,02800	1,03000	1,03200	1,03400	1,03600	1,03800	1,04000	1
2	2,06648	2,07258	2,07868	2,08478	2,09090	2,09702	2,10316	2,10930	2,11544	2,12160	2
3	3,13395	3,14632	3,15872	3,17116	3,18363	3,19613	3,20866	3,22123	3,23383	3,24646	3
4	4,22489	4,24583	4,26685	4,28795	4,30914	4,33040	4,35176	4,37319	4,39472	4,41632	4
5	5,33984	5,37173	5,40379	5,43601	5,46841	5,50098	5,53372	5,56663	5,59972	5,63298	5
6	6,47932	6,52465	6,57028	6,61622	6,66246	6,70901	6,75586	6,80303	6,85050	6,89829	6
7	7,64386	7,70524	7,76711	7,82948	7,89234	7,95570	8,01956	8,08394	8,14882	8,21423	7
8	8,83403	8,91417	8,99506	9,07670	9,15911	9,24228	9,32623	9,41096	9,49648	9,58280	8
9	10,05038	10,15211	10,25493	10,35885	10,46388	10,57003	10,67732	10,78575	10,89535	11,00611	9
10	11,29348	11,41976	11,54756	11,67690	11,80780	11,94027	12,07435	12,21004	12,34737	12,48635	10
11	12,56394	12,71783	12,87379	13,03185	13,19203	13,35436	13,51888	13,68560	13,85457	14,02581	11
12	13,86235	14,04706	14,23451	14,42474	14,61779	14,81370	15,01252	15,21428	15,41904	15,62684	12
13	15,18932	15,40819	15,63061	15,85663	16,08632	16,31974	16,55694	16,79800	17,04297	17,29191	13
14	16,54548	16,80199	17,06301	17,32862	17,59891	17,87397	18,15388	18,43873	18,72860	19,02359	14
15	17,93149	18,22923	18,53264	18,84182	19,15688	19,47794	19,80511	20,13852	20,47829	20,82453	15
16	19,34798	19,69074	20,04049	20,39739	20,76159	21,13323	21,51249	21,89951	22,29446	22,69751	16
17	20,79563	21,18731	21,58754	21,99652	22,41444	22,84150	23,27791	23,72389	24,17965	24,64541	17
18	22,27514	22,71981	23,17482	23,64042	24,11687	24,60442	25,10336	25,61395	26,13648	26,67123	18
19	23,78719	24,28909	24,80337	25,33035	25,87037	26,42377	26,99087	27,57205	28,16766	28,77808	19
20	25,33251	25,89602	26,47425	27,06760	27,67649	28,30133	28,94256	29,60065	30,27603	30,96920	20
21	26,91182	27,54153	28,18858	28,85350	29,53678	30,23897	30,96061	31,70227	32,46452	33,24797	21
22	28,52588	29,22652	29,94749	30,68939	31,45288	32,23862	33,04727	33,87955	34,73617	35,61789	22
23	30,17545	30,95196	31,75212	32,57670	33,42647	34,30225	35,20488	36,13521	37,09415	38,08260	23
24	31,86131	32,71881	33,60368	34,51684	35,45926	36,43192	37,43584	38,47208	39,54173	40,64591	24
25	33,58426	34,52806	35,50337	36,51132	37,55304	38,62975	39,74266	40,89308	42,08231	43,31174	25
26	35,34512	36,38073	37,45246	38,56163	39,70963	40,89790	42,12791	43,40123	44,71944	46,08421	26
27	37,14471	38,27787	39,45222	40,66936	41,93092	43,23863	44,59426	45,99967	47,45678	48,96758	27
28	38,98389	40,22054	41,50398	42,83610	44,21885	45,65427	47,14447	48,69166	50,29814	51,96629	28
29	40,86354	42,20983	43,60909	45,06351	46,57542	48,14720	49,78138	51,48056	53,24747	55,08494	29
30	42,78454	44,24687	45,76892	47,35329	49,00268	50,71991	52,50795	54,36986	56,30887	58,32834	30
31	44,74780	46,33279	47,98491	49,70718	51,50276	53,37495	55,32722	57,36318	59,48661	61,70147	31

HODNOTY STRÁDATELE

TABULKA 7-7

Q (%)	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	Q (%)
1	1,04200	1,04400	1,04600	1,04800	1,05000	1,05200	1,05400	1,05600	1,05800	1
2	2,12776	2,13394	2,14012	2,14630	2,15250	2,15870	2,16492	2,17114	2,17736	2
3	3,25913	3,27183	3,28456	3,29733	3,31013	3,32296	3,33582	3,34872	3,36165	3
4	4,43801	4,45979	4,48165	4,50360	4,52563	4,54775	4,56996	4,59225	4,61463	4
5	5,66641	5,70002	5,73381	5,76777	5,80191	5,83623	5,87073	5,90541	5,94028	5
6	6,94640	6,99482	7,04356	7,09262	7,14201	7,19172	7,24175	7,29212	7,34281	6
7	8,28015	8,34659	8,41357	8,48107	8,54911	8,61769	8,68681	8,75648	8,82669	7
8	9,66991	9,75784	9,84659	9,93616	10,02656	10,11781	10,20990	10,30284	10,39664	8
9	11,11805	11,23119	11,34553	11,46110	11,57789	11,69593	11,81523	11,93580	12,05765	9
10	12,62701	12,76936	12,91343	13,05923	13,20679	13,35612	13,50725	13,66020	13,81499	10
11	14,19934	14,37521	14,55345	14,73407	14,91713	15,10264	15,29064	15,48117	15,67426	11
12	15,83772	16,05172	16,26890	16,48931	16,71298	16,93998	17,17034	17,40412	17,64137	12
13	17,54490	17,80200	18,06327	18,32880	18,59863	18,87286	19,15154	19,43475	19,72257	13
14	19,32379	19,62929	19,94018	20,25658	20,57856	20,90624	21,23972	21,57910	21,92448	14
15	21,17738	21,53697	21,90343	22,27689	22,65749	23,04537	23,44066	23,84352	24,25410	15
16	23,10883	23,52860	23,95699	24,39418	24,84037	25,29573	25,76046	26,23476	26,71883	16
17	25,12141	25,60786	26,10501	26,61310	27,13238	27,66311	28,20553	28,75991	29,32653	17
18	27,21850	27,77861	28,35184	28,93853	29,53900	30,15359	30,78262	31,42646	32,08546	18
19	29,40368	30,04486	30,70203	31,37558	32,06595	32,77357	33,49889	34,24235	35,00442	19
20	31,68064	32,41084	33,16032	33,92961	34,71925	35,52980	36,36183	37,21592	38,09268	20
21	34,05322	34,88092	35,73170	36,60623	37,50521	38,42935	39,37936	40,35601	41,36005	21
22	36,52546	37,45968	38,42135	39,41133	40,43048	41,47967	42,55985	43,67194	44,81694	22
23	39,10153	40,15190	41,23474	42,35108	43,50200	44,68862	45,91208	47,17357	48,47432	23
24	41,78579	42,96258	44,17753	45,43193	46,72710	48,06443	49,44533	50,87129	52,34383	24
25	44,58280	45,89694	47,25570	48,66066	50,11345	51,61578	53,16938	54,77609	56,43777	25
26	47,49727	48,96040	50,47546	52,04437	53,66913	55,35180	57,09453	58,89955	60,76916	26
27	50,53416	52,15866	53,84333	55,59050	57,40258	59,28209	61,23163	63,25392	65,35177	27
28	53,69859	55,49764	57,36613	59,30685	61,32271	63,41676	65,59214	67,85214	70,20018	28
29	56,99593	58,98354	61,05097	63,20157	65,43885	67,76643	70,18812	72,70786	75,32979	29
30	60,43176	62,62281	64,90531	67,28325	69,76079	72,34228	75,03227	77,83550	80,75691	30
31	64,01190	66,42222	68,93696	71,56085	74,29883	77,15608	80,13802	83,25029	86,49881	31

HODNOTY STŘADATELE

TABULKA 7-8

Q (%)	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	Q (%)
1	1,06200	1,06400	1,06600	1,06800	1,07000	1,07200	1,07400	1,07600	1,07800	1,08000	1
2	2,18984	2,19610	2,20236	2,20862	2,21490	2,22118	2,22748	2,23378	2,24008	2,24640	2
3	3,38761	3,40065	3,41371	3,42681	3,43994	3,45311	3,46631	3,47954	3,49281	3,50611	3
4	4,65965	4,68229	4,70502	4,72783	4,75074	4,77373	4,79682	4,81999	4,84325	4,86660	4
5	6,01054	6,04595	6,08155	6,11733	6,15329	6,18944	6,22578	6,26231	6,29902	6,33593	5
6	7,44520	7,49689	7,54893	7,60130	7,65402	7,70708	7,76049	7,81424	7,86835	7,92280	6
7	8,96880	9,04070	9,11316	9,18619	9,25980	9,33399	9,40876	9,48413	9,56008	9,63663	7
8	10,58687	10,68330	10,78063	10,87885	10,97799	11,07804	11,17901	11,28092	11,38376	11,48756	8
9	12,30525	12,43103	12,55815	12,68662	12,81645	12,94766	13,08026	13,21427	13,34970	13,48656	9
10	14,13018	14,29062	14,45299	14,61731	14,78360	14,95189	15,12220	15,29455	15,46897	15,64549	10
11	16,06825	16,26922	16,47288	16,67928	16,88845	17,10043	17,31524	17,53294	17,75355	17,97713	11
12	18,12648	18,37445	18,62609	18,88147	19,14064	19,40366	19,67057	19,94144	20,21633	20,49530	12
13	20,31232	20,61441	20,92142	21,23341	21,55049	21,87272	22,20019	22,53299	22,87121	23,21492	13
14	22,63369	22,99773	23,36823	23,74529	24,12902	24,51955	24,91701	25,32150	25,73316	26,15211	14
15	25,09897	25,53359	25,97653	26,42797	26,88805	27,35696	27,83486	28,32193	28,81835	29,32428	15
16	27,71711	28,23174	28,75698	29,29307	29,84022	30,39866	30,96864	31,55040	32,14418	32,75023	16
17	30,49757	31,10257	31,72095	32,35300	32,99903	33,65937	34,33432	35,02423	35,72942	36,45024	17
18	33,45042	34,15714	34,88053	35,62100	36,37896	37,15484	37,94906	38,76207	39,59432	40,44626	18
19	36,58635	37,40719	38,24864	39,11123	39,99549	40,90199	41,83130	42,78399	43,76067	44,76196	19
20	39,91670	40,86525	41,83905	42,83879	43,86518	44,91893	46,00081	47,11157	48,25201	49,42292	20
21	43,45354	44,54463	45,66643	46,81983	48,00574	49,22510	50,47887	51,76805	53,09366	54,45676	21
22	47,20966	48,45948	49,74641	51,07158	52,43614	53,84130	55,28831	56,77842	58,31297	59,89330	22
23	51,19865	52,62489	54,09568	55,61245	57,17667	58,78988	60,45364	62,16958	63,93938	65,76476	23
24	55,43497	57,05688	58,73199	60,46209	62,24904	64,09475	66,00121	67,97047	70,00465	72,10594	24
25	59,93394	61,77253	63,67430	65,64151	67,67647	69,78157	71,95930	74,21223	76,54302	78,95442	25
26	64,71184	66,78997	68,94281	71,17314	73,48382	75,87784	78,35829	80,92836	83,59137	86,35077	26
27	69,78598	72,12852	74,55903	77,08091	79,69769	82,41305	85,23080	88,15491	91,18950	94,33883	27
28	75,17471	77,80875	80,54593	83,39041	86,34653	89,41879	92,61188	95,93069	99,38028	102,96594	28
29	80,89754	83,85251	86,92796	90,12896	93,46079	96,92894	100,53916	104,29742	108,20994	112,28321	29
30	86,97519	90,28307	93,73121	97,32573	101,07304	104,97983	109,05306	113,30002	117,72832	122,34587	30
31	93,42965	97,12519	100,98347	105,01188	109,21815	113,61037	118,19699	122,98682	127,98912	133,21354	31

HODNOTY STRÁDATELE

TABULKA 7-9

Q (%)	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	Q (%)
1	1,08200	1,08400	1,08600	1,08800	1,09000	1,09200	1,09400	1,09600	1,09800	1,10000	1
2	2,25272	2,25906	2,26540	2,27174	2,27810	2,28446	2,29084	2,29722	2,30360	2,31000	2
3	3,51945	3,53282	3,54622	3,55966	3,57313	3,58663	3,60017	3,61375	3,62736	3,64100	3
4	4,89004	4,91357	4,93719	4,96091	4,98471	5,00861	5,03259	5,05667	5,08084	5,10510	4
5	6,37303	6,41031	6,44779	6,48547	6,52333	6,56140	6,59965	6,63811	6,67676	6,71561	5
6	7,97761	8,03278	8,08830	8,14419	8,20043	8,25705	8,31402	8,37137	8,42908	8,48717	6
7	9,71378	9,79153	9,86990	9,94888	10,02847	10,10869	10,18954	10,27102	10,35313	10,43589	7
8	11,59231	11,69802	11,80471	11,91238	12,02104	12,13069	12,24136	12,35304	12,46574	12,57948	8
9	13,62488	13,76466	13,90591	14,04867	14,19293	14,33872	14,48604	14,63493	14,78538	14,93742	9
10	15,82412	16,00489	16,18782	16,37295	16,56029	16,74988	16,94173	17,13588	17,33235	17,53117	10
11	18,20369	18,43330	18,66598	18,90177	19,14072	19,38287	19,62826	19,87693	20,12892	20,38428	11
12	20,77840	21,06569	21,35725	21,65313	21,95338	22,25809	22,56731	22,88111	23,19955	23,52271	12
13	23,56423	23,91921	24,27997	24,64660	25,01919	25,39784	25,78264	26,17370	26,57111	26,97498	13
14	26,57849	27,01243	27,45405	27,90350	28,36092	28,82644	29,30021	29,78237	30,27308	30,77248	14
15	29,83993	30,36547	30,90110	31,44701	32,00340	32,57047	33,14843	33,73748	34,33784	34,94973	15
16	33,36880	34,00017	34,64459	35,30235	35,97370	36,65895	37,35838	38,07228	38,80095	39,54470	16
17	37,18704	37,94018	38,71003	39,49695	40,30134	41,12358	41,96407	42,82322	43,70144	44,59917	17
18	41,31838	42,21116	43,12509	44,06068	45,01846	45,99894	47,00269	48,03024	49,08218	50,15909	18
19	45,78849	46,84090	47,91985	49,02602	50,16012	51,32285	52,51494	53,73715	54,99024	56,27500	19
20	50,62515	51,85953	53,12696	54,42831	55,76453	57,13655	58,54535	59,99191	61,47728	63,00250	20
21	55,85841	57,29973	58,78187	60,30601	61,87334	63,48511	65,14261	66,84714	68,60006	70,40275	21
22	61,52080	63,19691	64,92312	66,70094	68,53194	70,41774	72,36001	74,36046	76,42086	78,54302	22
23	67,64750	69,58945	71,59250	73,65862	75,78981	77,98818	80,25585	82,59507	85,00811	87,49733	23
24	74,27660	76,51897	78,83546	81,22858	83,70090	86,25509	88,89390	91,62019	94,43690	97,34706	24
25	81,44928	84,03056	86,70131	89,46469	92,32398	95,28256	98,34393	101,51173	104,78972	108,18177	25
26	89,21012	92,17313	95,24362	98,42558	101,72313	105,14055	108,68226	112,35286	116,15711	120,09994	26
27	97,60735	100,99967	104,52057	108,17503	111,96822	115,90548	119,99239	124,23473	128,63850	133,20994	27
28	106,69315	110,56764	114,59534	118,78244	123,13536	127,66079	132,36568	137,25727	142,34308	147,63093	28
29	116,52399	120,93932	125,53654	130,32329	135,30754	140,49758	145,90205	151,52997	157,39070	163,49402	29
30	127,16096	132,18223	137,41868	142,87974	148,57522	154,51535	160,71085	167,17284	173,91299	180,94342	30
31	138,67016	144,36953	150,32269	156,54116	163,03699	169,82277	176,91166	184,31744	192,05446	200,13777	31

HODNOTY STRÁDATELE

TABULKA 7-10

Q (%)	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	Q (%)
1	1,10200	1,10400	1,10600	1,10800	1,11000	1,11200	1,11400	1,11600	1,11800	1,12000	1
2	2,31640	2,32282	2,32924	2,33566	2,34210	2,34854	2,35500	2,36146	2,36792	2,37440	2
3	3,65468	3,66839	3,68214	3,69592	3,70973	3,72358	3,73747	3,75138	3,76534	3,77933	3
4	5,12945	5,15390	5,17844	5,20307	5,22780	5,25262	5,27754	5,30255	5,32765	5,35285	4
5	6,75466	6,79391	6,83336	6,87301	6,91286	6,95292	6,99318	7,03364	7,07431	7,11519	5
6	8,54563	8,60447	8,66369	8,72329	8,78327	8,84364	8,90440	8,96554	9,02708	9,08901	6
7	10,51929	10,60334	10,68804	10,77341	10,85943	10,94613	11,03350	11,12155	11,21028	11,29969	7
8	12,69426	12,81009	12,92698	13,04493	13,16397	13,28410	13,40532	13,52765	13,65109	13,77566	8
9	15,09107	15,24633	15,40324	15,56179	15,72201	15,88392	16,04752	16,21285	16,37992	16,54874	9
10	17,73236	17,93595	18,14198	18,35046	18,56143	18,77491	18,99094	19,20954	19,43075	19,65458	10
11	20,64306	20,90529	21,17103	21,44031	21,71319	21,98970	22,26991	22,55385	22,84158	23,13313	11
12	23,85065	24,18344	24,52116	24,86386	25,21164	25,56455	25,92268	26,28610	26,65488	27,02911	12
13	27,38542	27,80252	28,22640	28,65716	29,09492	29,53978	29,99186	30,45128	30,91816	31,39260	13
14	31,28073	31,79798	32,32440	32,86013	33,40536	33,96024	34,52494	35,09963	35,68450	36,27971	14
15	35,57337	36,20897	36,85678	37,51703	38,18995	38,87578	39,57478	40,28719	41,01327	41,75328	15
16	40,30385	41,07871	41,86960	42,67687	43,50084	44,34187	45,20030	46,07650	46,97084	47,88367	16
17	45,51684	46,45489	47,41378	48,39397	49,39594	50,42016	51,46714	52,53738	53,63140	54,74971	17
18	51,26156	52,39020	53,54564	54,72852	55,93949	57,17922	58,44839	59,74772	61,07790	62,43968	18
19	57,59224	58,94278	60,32748	61,74720	63,20283	64,69529	66,22551	67,79445	69,40309	71,05244	19
20	64,56865	66,17683	67,82819	69,52390	71,26514	73,05316	74,88922	76,77461	78,71066	80,69874	20
21	72,25665	74,16322	76,12398	78,14048	80,21431	82,34712	84,54059	86,79646	89,11651	91,50258	21
22	80,72883	82,98020	85,29912	87,68765	90,14788	92,68199	95,29222	97,98085	100,75026	103,60289	22
23	90,06517	92,71414	95,44683	98,26592	101,17415	104,17438	107,26953	110,46263	113,75679	117,15524	23
24	100,35381	103,46041	106,67019	109,98663	113,41331	116,95391	120,61226	124,39229	128,29810	132,33387	24
25	111,69190	115,32429	119,08323	122,97319	126,99877	131,16475	135,47605	139,93780	144,55527	149,33393	25
26	124,18648	128,42202	132,81206	137,36230	142,07864	146,96720	152,03432	157,28658	162,73079	168,37401	26
27	137,95550	142,88191	147,99614	153,30542	158,81729	164,53952	170,48024	176,64783	183,05103	189,69889	27
28	153,12896	158,84562	164,78973	170,97041	177,39719	184,07995	191,02898	198,25498	205,76905	213,58275	28
29	169,85011	176,46957	183,36344	190,54321	198,02088	205,80891	213,92029	222,36855	231,16780	240,33268	29
30	188,27682	195,92641	203,90596	212,22988	220,91317	229,97150	239,42120	249,27931	259,56360	270,29261	30
31	208,58306	217,40675	226,62599	236,25871	246,32362	256,84031	267,82922	279,31171	291,31010	303,84772	31

HODNOTY STŘADATELE

TABULKA 7-11

	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	Q (%)
1	1,12200	1,12400	1,12600	1,12800	1,13000	1,13200	1,13400	1,13600	1,13800	1,14000	1
2	2,38088	2,38738	2,39388	2,40038	2,40690	2,41342	2,41996	2,42650	2,43304	2,43960	2
3	3,79335	3,80741	3,82150	3,83563	3,84980	3,86400	3,87823	3,89250	3,90680	3,92114	3
4	5,37814	5,40353	5,42901	5,45459	5,48027	5,50604	5,53191	5,55788	5,58394	5,61010	4
5	7,15627	7,19757	7,23907	7,28078	7,32271	7,36484	7,40719	7,44975	7,49253	7,53552	5
6	9,15134	9,21407	9,27719	9,34072	9,40466	9,46900	9,53375	9,59892	9,66450	9,73049	6
7	11,38980	11,48061	11,57212	11,66433	11,75726	11,85091	11,94528	12,04037	12,13620	12,23276	7
8	13,90136	14,02821	14,15621	14,28537	14,41571	14,54723	14,67994	14,81386	14,94899	15,08535	8
9	16,71932	16,89170	17,06589	17,24190	17,41975	17,59946	17,78105	17,96455	18,14995	18,33730	9
10	19,88108	20,11027	20,34219	20,57686	20,81432	21,05459	21,29772	21,54372	21,79265	22,04452	10
11	23,42857	23,72795	24,03131	24,33870	24,65018	24,96580	25,28561	25,60967	25,93803	26,27075	11
12	27,40886	27,79421	28,18525	28,58205	28,98470	29,39328	29,80788	30,22858	30,65548	31,08865	12
13	31,87474	32,36470	32,86259	33,36855	33,88271	34,40520	34,93614	35,47567	36,02394	36,58107	13
14	36,88546	37,50192	38,12928	38,76773	39,41746	40,07868	40,75158	41,43636	42,13324	42,84241	14
15	42,50749	43,27616	44,05957	44,85800	45,67173	46,50107	47,34629	48,20771	49,08563	49,98035	15
16	48,81540	49,76640	50,73707	51,72782	52,73906	53,77121	54,82470	55,89996	56,99744	58,11760	16
17	55,89288	57,06143	58,25594	59,47698	60,72514	62,00101	63,30520	64,63835	66,00109	67,39407	17
18	63,83381	65,26105	66,72219	68,21804	69,74941	71,31714	72,92210	74,56517	76,24724	77,96923	18
19	72,74353	74,47742	76,25519	78,07795	79,94683	81,86300	83,82766	85,84203	87,90736	90,02493	19
20	82,74024	84,83662	86,98934	89,19992	91,46992	93,80092	96,19457	98,65255	101,17657	103,76842	20
21	93,95655	96,48036	99,07600	101,74551	104,49101	107,31464	110,21864	113,20529	116,27694	119,43600	21
22	106,54125	109,56793	112,68557	115,89694	119,20484	122,61217	126,12194	129,73721	133,46116	137,29704	22
23	120,66129	124,27835	128,00996	131,85975	135,83147	139,92898	144,15628	148,51747	153,01680	157,65862	23
24	136,50396	140,81286	145,26521	149,86579	154,61956	159,53161	164,60722	169,85185	175,27112	180,87083	24
25	154,27945	159,39766	164,69463	170,17662	175,85010	181,72178	187,79859	194,08770	200,59653	207,33274	25
26	174,22354	180,28697	186,57215	193,08722	199,84061	206,84105	214,09760	221,61963	229,41685	237,49933	26
27	196,60081	203,76655	211,20624	218,93039	226,94989	235,27607	243,92068	252,89590	262,21438	271,88923	27
28	221,70811	230,15761	238,94423	248,08148	257,58338	267,46451	277,74005	288,42574	299,53796	311,09373	28
29	249,87850	259,82115	270,17720	280,96390	292,19922	303,90183	316,09122	328,78764	342,01220	355,78685	29
30	281,48568	293,16297	305,34553	318,05528	331,31511	345,14887	359,58144	374,63876	390,34788	406,73701	30
31	316,94893	330,63918	344,94507	359,89436	375,51608	391,84052	408,89935	426,72563	445,35389	464,82019	31

HODNOTY STŘADATELE

TABULKA 7-12

	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	Q (%)
1	1,14200	1,14400	1,14600	1,14800	1,15000	1,15200	1,15400	1,15600	1,15800	1,16000	1
2	2,44616	2,45274	2,45932	2,46590	2,47250	2,47910	2,48572	2,49234	2,49896	2,50560	2
3	3,93552	3,94993	3,96438	3,97886	3,99338	4,00793	4,02252	4,03714	4,05180	4,06650	3
4	5,63636	5,66272	5,68918	5,71573	5,74238	5,76913	5,79598	5,82293	5,84998	5,87714	4
5	7,57873	7,62215	7,66579	7,70966	7,75374	7,79804	7,84257	7,88731	7,93228	7,97748	5
6	9,79691	9,86374	9,93100	9,99869	10,06680	10,13534	10,20432	10,27373	10,34358	10,41387	6
7	12,33007	12,42812	12,52693	12,62649	12,72682	12,82792	12,92979	13,03244	13,13587	13,24009	7
8	15,22294	15,36177	15,50186	15,64321	15,78584	15,92976	16,07497	16,22149	16,36934	16,51851	8
9	18,52659	18,71786	18,91113	19,10641	19,30372	19,50308	19,70452	19,90805	20,11369	20,32147	9
10	22,29937	22,55724	22,81815	23,08216	23,34928	23,61955	23,89301	24,16970	24,44965	24,73290	10
11	26,60788	26,94948	27,29560	27,64631	28,00167	28,36172	28,72654	29,09618	29,47070	29,85017	11
12	31,52820	31,97420	32,42676	32,88597	33,35192	33,82470	34,30443	34,79118	35,28507	35,78620	12
13	37,14720	37,72249	38,30707	38,90109	39,50471	40,11806	40,74131	41,37461	42,01811	42,67199	13
14	43,56410	44,29853	45,04590	45,80645	46,58041	47,36800	48,16947	48,98504	49,81497	50,65951	14
15	50,89221	51,82152	52,76860	53,73381	54,71747	55,71994	56,74157	57,78271	58,84374	59,92503	15
16	59,26090	60,42781	61,61882	62,83441	64,07509	65,34137	66,63377	67,95281	69,29905	70,67303	16
17	68,81795	70,27342	71,76117	73,28191	74,83636	76,42526	78,04937	79,70945	81,40630	83,14072	17
18	79,73210	81,53679	83,38430	85,27563	87,21181	89,19390	91,22297	93,30013	95,42650	97,60323	18
19	92,19606	94,42209	96,70441	99,04442	101,44358	103,90337	106,42531	109,01095	111,66188	114,37975	19
20	106,42990	109,16287	111,96925	114,85100	117,81012	120,84868	123,96881	127,17265	130,46246	133,84051	20
21	122,68494	126,02632	129,46276	132,99694	136,63164	140,36968	144,21400	148,16759	152,23353	156,41499	21
22	141,24820	145,31811	149,51032	153,82849	158,27638	162,85788	167,57696	172,43773	177,44443	182,60138	22
23	162,44745	167,38792	172,48483	177,74311	183,16784	188,76427	194,53781	200,49402	206,63865	212,97761	23
24	186,65699	192,63578	198,81362	205,19709	211,79302	218,60844	225,65063	232,92709	240,44555	248,21402	24
25	214,30428	221,51934	228,98640	236,71426	244,71197	252,98893	261,55483	270,41971	279,59395	289,08827	25
26	245,87748	254,56212	263,56442	272,89597	282,56877	292,59524	302,98827	313,76119	324,92779	336,50239	26
27	281,93409	292,36307	303,19082	314,43257	326,10408	338,22172	350,80247	363,86393	377,42438	391,50277	27
28	323,11073	335,60735	348,60268	362,11659	376,16969	390,78342	405,98005	421,78270	438,21544	455,30322	28
29	370,13445	385,07880	400,64468	416,85785	433,74515	451,33450	469,65497	488,73681	508,61147	529,31173	29
30	423,83554	441,67415	460,28480	479,70081	499,95692	521,08935	543,13584	566,13575	590,13009	615,16161	30
31	485,16219	506,41923	528,63238	551,84453	576,10046	601,44693	627,93276	655,60892	684,52864	714,74746	31

HODNOTY STŘADATELE

TABULKA 7-13

Q (%)	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	18,0	Q (%)
1	1,16200	1,16400	1,16600	1,16800	1,17000	1,17200	1,17400	1,17600	1,17800	1,18000	1
2	2,51224	2,51890	2,52556	2,53222	2,53890	2,54558	2,55228	2,55898	2,56568	2,57240	2
3	4,08123	4,09599	4,11080	4,12564	4,14051	4,15542	4,17037	4,18536	4,20038	4,21543	3
4	5,90439	5,93174	5,95919	5,98674	6,01440	6,04216	6,07002	6,09798	6,12604	6,15421	4
5	8,02290	8,06854	8,11442	8,16032	8,20685	8,25341	8,30020	8,34722	8,39448	8,44197	5
6	10,48461	10,55578	10,62741	10,69948	10,77201	10,84499	10,91843	10,99233	11,06670	11,14152	6
7	13,34511	13,45093	13,55756	13,66500	13,77325	13,88233	13,99224	14,10298	14,21457	14,32700	7
8	16,66902	16,82089	16,97411	17,12872	17,28471	17,44210	17,60089	17,76111	17,92276	18,08585	8
9	20,53140	20,74351	20,95782	21,17434	21,39311	21,61414	21,83745	22,06307	22,29101	22,52131	9
10	25,01949	25,30945	25,60282	25,89963	26,19994	26,50377	26,81116	27,12216	27,43681	27,75514	10
11	30,23465	30,62420	31,01888	31,41877	31,82393	32,23442	32,65031	33,07167	33,49856	33,93107	11
12	36,29466	36,81056	37,33402	37,86512	38,40399	38,95073	39,50546	40,06828	40,63931	41,21866	12
13	43,33639	44,01150	44,69746	45,39446	46,10267	46,82226	47,55341	48,29630	49,05111	49,81802	13
14	51,51889	52,39338	53,28324	54,18873	55,11013	56,04769	57,00170	57,97244	58,96020	59,96527	14
15	61,02695	62,14990	63,29426	64,46044	65,64885	66,85989	68,09400	69,35159	70,63312	71,93901	15
16	72,07532	73,50648	74,96711	76,45780	77,97915	79,53179	81,11635	82,73347	84,38381	86,06804	16
17	84,91352	86,72554	88,57765	90,47071	92,40561	94,38326	96,40460	98,47057	100,58213	102,74028	17
18	99,83151	102,11253	104,44754	106,83779	109,28456	111,78918	114,35300	116,97739	119,66375	122,41353	18
19	117,16621	120,02299	122,95183	125,95453	129,03294	132,18892	135,42442	138,74141	142,14190	145,62797	19
20	137,30914	140,87076	144,52783	148,28289	152,13854	156,09742	160,16227	164,33589	168,62116	173,02100	20
21	160,71522	165,13756	169,68545	174,36242	179,17209	184,11817	189,20451	194,43501	199,81372	205,34479	21
22	187,91308	193,38412	199,01924	204,82331	210,80134	216,95850	223,30009	229,83157	236,55856	243,48685	22
23	219,51700	226,26312	233,22243	240,40162	247,80757	255,44736	263,32830	271,45793	279,84399	288,49448	23
24	256,24076	264,53427	273,10336	281,95710	291,10486	300,55631	310,32143	320,41052	330,83422	341,60349	24
25	298,91376	309,08189	319,60451	330,49389	341,76268	353,42399	365,49136	377,97878	390,90071	404,27211	25
26	348,49979	360,93532	373,82486	387,18486	401,03234	415,38492	430,26085	445,67904	461,65904	478,22109	26
27	406,11875	421,29271	437,04579	453,39992	470,37783	488,00312	506,30024	525,29455	545,01234	565,48089	27
28	473,07199	491,54872	510,76139	530,73910	551,51207	573,11166	595,57049	618,92239	643,20254	668,44745	28
29	550,87165	573,32671	596,71378	621,07127	646,43912	672,85887	700,37375	729,02873	758,87059	789,94799	29
30	641,27486	668,51629	696,93427	726,57925	757,50377	789,76259	823,41278	858,51379	895,12756	933,31863	30
31	746,32339	779,31696	813,79136	849,81256	887,44941	926,77376	967,86061	1010,78822	1055,63827	1102,49598	31

8 PŘÍKLADY POPISŮ SOUSTAV PRO EKONOMICKÉ OCENĚNÍ

TABULKA 8-1 POPIS TEPELNÉ SOUSTAVY S TEPELNÝM ČERPADLEM JAKO TEPELNÝM ZDROJEM PRO OHŘEV OTOPNÉ VODY

Tepelná soustava:		Elektrické tepelné čerpadlo pro vytápění	
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Koncepce soustavy	Informace z ČSN EN 15450 ⁶		
Sdílení	Velkoplošná otopná plocha zabudovaná	X	Úprava vody proti korozi a usazeninám
	Pokojový regulátor	X	Kontrola nastavení
	Otopná tělesa	X	Čištění a odvádění odpadu
	Pokojová klimatická jednotka	X	Čištění filtrů
Rozvod	Čerpadlo	X	Kontrola rychlosti (nebo hluku)
	Potrubí	X	Koroze Usazeniny z potrubí (podle čisticích operací)
	Směšovací ventil (včetně regulace)	X	Regulace průtoku
	Kolektory	X	
	Expanzní nádoba	X	Tlak
Akumulace	Zásobník	X	Ochrana proti korozi Zamezení usazování vodního kamene
	Sezónní akumulace	X	
Výroba	Tepelné čerpadlo	X	Kontrola tlaku
	Regulace	X	Kontrola nastavení
	Zdroj tepla pro TČ	X	Koroze Čištění
	Elektrické zařízení	X	Kontrola ochrany před úrazem elektrickým proudem Kontrola přípojky a kabelu (drátu)

⁶ ČSN EN 15450 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování otopných soustav s tepelnými čerpadly.

TABULKA 8-2 POPIS TEPELNÉ SOUSTAVY S KOMBINOVANÝM KOTLEM NA PLYNNÉ PALIVO JAKO ZDROJEM TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Tepelná soustava:		Tepelná soustava s kombinovaným kotlem na plynné palivo pro vytápění a přípravu teplé vody	
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy		ČSN EN 12828 ⁷	
Sdílení	Velkoplošná otopná plocha zabudovaná	X	Úprava vody proti korozi a usazeninám
	Pokojový regulátor	X	Kontrola nastavení
	Otopná tělesa	X	
Rozvod	Čerpadlo	X	
	Potrubí rozvodné	X	
	Směšovací ventil (včetně regulace)	X	Regulace průtoku
	Potrubí cirkulační	X	
	Expanzní nádoba	X	
Akumulace	Nádoba, jestliže je kombinováno s přípravou teplé vody	Volitelné	
	Čerpadlo a ventil	Volitelné	
Výroba	Dodávka energie – zásobník paliva nebo zásobník plynného paliva nebo přípojka plynného paliva – elektrická přípojka	X	
	Zvláštní místnost pro umístění kotle	Volitelné	Závisí na regulaci a výkonu kotle
	Kotel	X	Roční kontrola spalování a bezpečnosti
	Regulační systém	X	
	Odvádění kondenzátu	X	
	Odvod spalin nebo komín	X	
Ostatní náklady	Měření (přiřazování nákladů)	X	V případě dělení dodávky z ústředního kotle

⁷ ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav

TABULKA 8- POPIS TEPELNÉ SOUSTAVY PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY SE SLUNEČNÍM OKRU-
 3 HEM (SOLÁRNÍMI KOLEKTORY)

Tepelná soustava:	Solární tepelná soustava pro přípravu teplé vody		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Účinnost soustavy		ČSN EN 12975 ⁸	
Sdílení	Výtoková armatura	X	
Rozvod	Potrubí	X	
	Výměník tepla	X	
Akumulace	Zásobník	X	
	Teplotní regulace nabíjení	X	
Solární ohřev (výroba)	Solární kolektor	X	Čištění
	Potrubí a izolace	X	
	Čerpadlo a regulace	X	
	Ochrana proti mrazu	X	Kontrola složení tekutiny
	Dodávka energie pro čerpadlo a regulaci	X	
Sekundární výroba	Kotel nebo elektrický topný člunek v zásobníku	X	

⁸ ČSN EN 12975 Tepelné solární soustavy a součásti - Solární kolektory - Část 1 a 2

TABULKA 8-4

POPIS PŘÍMÉ ELEKTRICKÉ OTOPNÁ SOUSTAVY

Tepelná soustava:	Přímá elektrická tepelná soustava		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy		ČSN EN 14337 ⁹	
Sdílení	Přímé vytápění včetně regulace teploty	X	
Rozvod			
Akumulace			
Výroba			
Dodávka energie	Elektrické rozvody	X	

TABULKA 8-5

POPIS SOUSTAVY PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY S ELEKTRICKÝM ZÁSOBNÍKOVÝM OHŘÍVAČEM VODY

Tepelná soustava:	Soustava pro přípravu teplé vody s elektrickým zásobníkovým ohříváčem vody		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			
Sdílení	Výtoková armatura	X	
	Termostatický ventil	Volitelné	
	Ventil s nízkým průtokem	Volitelné	
Rozvod	Potrubí	X	
Akumulace			
Výroba	Zásobník teplé vody včetně regulace teploty	X	
Dodávka energie	Elektrické rozvody	X	

⁹ ČSN EN 14337 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování a montáž elektrických přímotopů

TABULKA 8-6 POPIS ELEKTRICKÉHO TEPELNÉHO ČERPADLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Tepelná soustava:		Elektrické tepelné čerpadlo pro vytápění a přípravu teplé vody	
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			ČSN EN 15450 ⁶
Sdílení	Otopná tělesa	X	
	Podlahové vytápění	X	
	Větrací soustava VAV (s proměnným objemem vzduchu)	X	
	Výústky	volitelné	
Rozvod	Potrubní síť (vodní)	X	
	Potrubí (vzduchové)	X	
	Čerpadlo	X	
	Výměník tepla	X	
Akumulace	Zásobník	X	
Výroba	Tepelné čerpadlo	X	
Dodávka energie	Elektrický konstrukční celek	X	

TABULKA 8-7 POPIS VĚTRACÍ SOUSTAVY NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Větrací soustava:		Větrací soustava pro nucené větrání	
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			
Sdílení	Vyústka	X	Úprava vody proti korozi a usazeninám
Rozvod	Ohebná potrubí	X	
Akumulace			
Výroba	Ventilátor	X	
Přípojka ke zdroji energie	Elektrický konstrukční celek	X	

TABULKA 8-8 POPIS VĚTRACÍ SOUSTAVY PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ SE ZAŘÍZENÍM PRO ZPĚTNÉ VYUŽITÍ TEPLA

Větrací soustava:	Větrací soustava pro nucené větrání se zařízením pro zpětné využití tepla		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			
Sdílení	Výústky pro odsávaný vzduch	X	Úprava vody proti korozi a usazeninám
Rozvod	Ohebná potrubí	X	
Akumulace			
Výroba	Ventilátor a zařízení pro zpětné využití tepla	X	
Přípojka k elektrickému konstrukčnímu celku	Elektrické rozvody	X	

TABULKA 8-9 POPIS SOUSTAVY S PŘIROZENÝM VĚTRÁNÍM

Větrací soustava:	Větrací soustava s přirozeným větráním		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			
Sdílené	Větrací mřížky	X	
Rozvod	Odvod, šachta	X	
Akumulace			
Výroba	Statický odvod na stře- chu	X	
Přípojka ke zdroji energie			

TABULKA 8-
 10

POPIS SOUSTAVY PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ S REGULACÍ VLHKOSTI

Větrací soustava:	Soustava pro nucené větrání s regulací vlhkosti		
Návrh soustavy a jejích dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Návrh soustavy			
Sdílení	Výústka (větrací mřížky, ventily)	X	
Rozvod	Ohebná vzduchová potrubí	X	Čištění
Akumulace			
Výroba	Ventilátor a výměník tepla nebo odsávání vzduchu (statické nebo dynamické)	X	Výměna filtrů
Přípojka ke zdroji energie	Elektrické rozvody	X	

TABULKA 8-11

POPIS OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ BUDOVY

Návrh systému a jeho dílčích částí	prvek, díl	Investiční náklady	Náklady na provoz soustavy (nezahrnují energii) Údržba (jako procento investic)
Systém	Konstrukce budovy		
Stěna	Konstrukce	X	
	Vnější povrchová úprava	X	
	Vnitřní/vnější izolace	X	
	Vnitřní povrchová úprava (konečná úprava)	X	
Fasáda – prosklení	Dveře	X	
	Okna	X	
	Ochrana proti slunečnímu záření	volitelné	
Střecha	Konstrukce	X	
	Střešní krytina	X	
	Izolace	X	
	Konečná úprava	X	
Podlaha	Konstrukce	X	
	Izolace	X	
Tepelné mosty	Průmyslový výrobek	volitelné	
	Realizace podle přání zákazníka	volitelné	
Přizpůsobení kotle	Komín	volitelné	Závisí na výkonu kotle
	Prostor	volitelné	
	Odtahové systémy	volitelné	
Ostatní znaky	Technické chodby	volitelné	
	Přístup	volitelné	
	Úprava budovy pro skladování paliva	volitelné	
	Úprava budovy pro elektrický transformátor, palivový ventil, odečítací zařízení	volitelné	

9 PŘÍKLAD UŽITÍ V EA

Certifikace energetické náročnosti byla provedena ve smyslu směrnice o energetické náročnosti budov č. 2002/91/EC, a užitím ČSN EN norem. Řada z nich je zavedena v angličtině a jejich zavedení překladem se předpokládá v letech 2009 až 2010. Certifikace energetické náročnosti byla provedena ve smyslu směrnice o energetické náročnosti budov č. 2002/91/EC, a užitím ČSN EN norem. Řada z nich je zavedena v angličtině a jejich zavedení překladem se předpokládá v letech 2009 až 2010.

Dále uvedený postup se uplatní nejen při zpracování energetického auditu (EA), ale návazně i energetického průkazu budovy.

V příkladu jsou tedy užity postupy podle EN – již zavedených jako ČSN EN i dosud nezavedených. Zejména výpočetní postupy podle jednotlivých částí ČSN EN 15316 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy.

Je ukázán postup podle:

- ČSN EN 15459 Energetická náročnost budov - Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách
- stávajícího postupu STUE, který splňuje požadavky evropské normy a je komplexní z hlediska české legislativy. Česká legislativa vyžaduje stanovení:
 - prosté doby návratnosti T_s (doba splacení investice bez uvažování inflace a růstu cen)
 - reálné doby návratnosti T_{sd} (doba splacení investice při uvažování diskontní sazby a růstu cen)
 - čisté současné hodnoty NPV
 - vnitřního výnosového procenta IRR

Do ekonomického hodnocení se nezahrnují náklady na opatření k odstranění zanedbané údržby.

Stanoví se doba životnosti (hodnocení) projektu T_z .

Evropská norma neřeší požadavky české legislativy na ekonomické posouzení v těchto bodech:

- prosté doby návratnosti T_s
- čisté současné hodnoty NPV
- vnitřního výnosového procenta IRR
- nezahrnutím nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby.

9.1 ZMĚNY V PROVEDENÍ ENERGETICKÉHO AUDITU VYVOLANÉ ZAVEDENÍM EVROPSKÝCH NOREM DO ČSN

EA je proveden ve smyslu Směrnice o energetické náročnosti budov č. 2002/91/EC zapracované do české legislativy zejména úplným zněním **zákona č. 406/2000 Sb.**, o hospodaření energií, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 359/2003 Sb., zákonem č. 694/2004

Sb., zákonem č. 180/2005 Sb. a zákonem č. 177/2006 Sb. V návaznosti na zákon č. 406/2000 v platném znění jsou naplněna znění vyhlášek:

- ☺ vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- ☺ vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- ☺ vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

Směrnice a tedy i její aplikace v české legislativě se naplňuje užitím ČSN EN norem. Postup energetického auditu byl výpočetně přepracován a uveden do souladu s požadavky nové legislativy a zavedenými ČSN EN. V tabulce 10-1 je výběr nejdůležitějších norem.

TABULKA 9-1

PŘEHLED VYBRANÝCH NOREM

zavedeno ČSN EN	český název	účinnost způsob zavedení ¹⁰
prEN 15603	Energetická náročnost budov - Obecné užití energie, prvotní energie a CO ₂ emise	v návrhu v angličtině
ČSN EN 15217	Energetická náročnost budov – Metody vyjádření a prokazování energetické náročnosti budov	bude zavedena v roce 2008 překladem
ČSN EN 12831	Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu	zavedena v roce 2005 překladem
ČSN EN ISO 13790.	Výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení	novelizace v roce 2008, doposud nezavedena
ČSN 73 0540-2	Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky	2007
ČSN 73 0540-3	Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin	2005
ČSN EN 15316-1	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 1: Všeobecné požadavky	zavedena v roce 2007 v angličtině
ČSN EN 15316-2-1	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 2-1: Sdílení tepla pro vytápění	zavedena v roce 2007 v angličtině
ČSN EN 15316-2-3	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 2-3: Rozvody tepla pro vytápění	zavedena v roce 2007 v angličtině
ČSN EN 15316-3-1	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)	zavedena v roce 2007 v angličtině

¹⁰ U anglických verzí se předpokládá v roce 2008 až 2010 zavedení překladem.

TABULKA 9-1

PŘEHLED VYBRANÝCH NOREM

ČSN EN 15316-3-2	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 3-2: Soustavy teplé vody, rozvod	zavedena v roce 2007 v angličtině
ČSN EN 15316-3-3	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 3-3: Soustavy teplé vody, příprava	zavedena v roce 2007 v angličtině
ČSN EN 15316-4-1	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 4-1 Výroba tepla na vytápění – Kotle	zavedena v roce 2008 v angličtině
ČSN EN 15316-4-2	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 4-2 Výroba tepla na vytápění – Soustavy s tepelnými čerpadly	zavedena v roce 2008 v angličtině
ČSN EN 15316-4-3	Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 4-3 Výroba tepla na vytápění – Tepelné solární soustavy	zavedena v roce 2008 v angličtině
ČSN EN 15459	Energetická náročnost budov - Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách	zavedena v roce 2007 v angličtině
DIN V 18599	Energetické ocenění budov, část 1 až 10	dostupná v němčině jako ověřený dokument aplikace EN, zejména pro oblasti neřešené EN
ČSN EN 12464-1	Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory	zavedena v roce 2004 překladem
ČSN EN 15193	Energetické hodnocení budov – Energetické požadavky na osvětlení – Stanovení potřeby energie pro osvětlení	bude zavedena v roce 2008 překladem

9.1.1 Klimatické údaje

Pro zjišťování, kontrolu a porovnávání potřeby tepla pro vytápění v otopném období je ve vytápěcí technice zaveden počet denostupňů D (d.K).

Počet denostupňů je součin počtu dnů vytápění v jistém časovém období a rozdílu středních teplot vnitřního a venkovního vzduchu během tohoto období $D = d (\theta_i - \theta_e)$.

Počet denostupňů charakterizuje průměrné povětrnostní (teplotní) poměry v daném časovém úseku a je úměrný potřebě tepla na vytápění za tuto dobu. V zásadě je možno jej vyjádřit pro libovolnou dobu, např. pro celé otopné období, pro určitý měsíc nebo týden apod.

Počet denostupňů lze počítat podle dlouhodobých průměrů teplot, např. padesátileté období 1901 až 1950 (tzv. normál) tak, jak jsou udány v příloze 4 normy ČSN 38 3350 ve změně a) - 8/1991 a nově v národní příloze ČSN EN 12831 nebo lépe podle tzv. 30. letního průměru 1971 až 2000, který nyní udává ČHMÚ. Pro tyto, dále nazývané nově zařazené hodnoty jsou zpracovány údaje pro omezený počet míst a publikovány v dokumentu ČEA Klimatologické údaje (STÚ-E, a.s.). Tyto denostupně se nazývají **klimatické denostupně**. Dále se počet denostupňů stanoví podle teplot zjištěných v určitém konkrétním časovém úseku, např. v otopném období 1988/89, pak se jedná o tzv. **meteorologické denostupně**. Klimatických

denostupňů se používá při návrhu zařízení pro výpočet potřeby tepla, případně při porovnávacích výpočtech, meteorologických denostupňů se používá při kontrole provozu již hotových zařízení nebo porovnávání jednotlivých otopných období z hlediska dopadu na potřebu tepla pro vytápění, což umožní např. vyčíslit vlivy nápravných opatření sledující úsporu tepla. Při zpracování EA jsou potřeba oba druhy denostupňů.

Meteorologické i klimatické denostupně, délka otopného období a průměrná venkovní teplota a doby slunečního svitu pro cca 68 míst jsou uvedeny ve výše zmíněné publikaci ČEA, která je každý rok aktualizována. U všech lokalit jsou uvedeny i hodnoty tzv. normálu, tj. údaje zpracované z padesátiletých průměrů teplot venkovního vzduchu za období 1901 – 1950, u nově zařazených z třicetiletých průměrů 1961 až 1990 a 1971 až 2000.

Evropská normalizace u vytápění předpokládá postupný přechod na tzv. 20. letý průměr a z něho odvozované hodnoty. Vzhledem k tomu, že doposud nebyla dosažena jednoznačná evropská shoda (s tím souvisí i součinnost s národními meteorologickými ústavy), jsou klimatické údaje definovány v ČSN EN 12831, a publikaci Klimatologické hodnoty poskytovanou ČEA. Tyto konkrétní údaje pro dané místo a uvažovaný počet let vybraných pro tzv. odladění, tj. uvedení do souladu teoretické potřeby zjištěné se skutečnou naměřenou a fakturovanou spotřebou jsou nezbytné pro provedení EA.

U energetického průkazu (EP) se užívá klimatických hodnot podle ČSN 73 0540 – 3.

Klimatické hodnoty mohou být v EA jiné než v EP.

9.1.2 Výpočet součinitele tepelné ztráty prostupem a větráním H_T a H_V , tepelných zisků a potřeby tepla

Výpočet měrné ztráty¹¹ prostupem je v tabulkách EA. Výpočet součinitelů tepelných ztrát je proveden podle ČSN EN 12831, neboť ČSN EN ISO 13790 se odvolává na dříve uvedené základní normy (z kterých také vychází ČSN 12831) a pro tento způsob výpočtu je užití více podrobných norem složité. Výpočet součinitele tepelné ztráty prostupem se důsledně člení na 4 skupiny:

- měrná ztráta z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí
- měrná ztráta nevytápěným prostorem (z vytápěného do venkovního prostředí)
- měrná ztráta do přilehlé zeminy
- měrná ztráta z nebo do vytápěných prostorů (při různých teplotách).

Součinitel tepelné ztráty větráním se stanoví porovnáním skutečné a hygienicky nutné výměny vzduchu.

Tepelné zisky, tak jako i roční potřeba tepla se stanoví měsíční metodou s oceněním využití tepelných zisků podle metodiky ČSN EN 13790.

Zdůrazňuji, že stupeň využití tepelných zisků je v normě stanoven nezávisle na vlastnostech otopné soustavy. Vychází se z předpokladu dokonalé teplotní regulace a ideální regulace do-

¹¹ Ve skupině stavebních norem se užívá název měrná tepelná ztráta prostupem nebo větráním, ve skupině ČSN EN pro TZB se používá součinitel tepelné ztráty.

dávaného tepelného výkonu. Skutečné využití tepelných zisků a ztráty nedokonalou regulací se stanoví při hodnocení vytápění a výjimečně přípravy TV.

9.1.3 Soustavy technického zařízení budov (TZB)

ČSN EN 15316-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 1: Všeobecné požadavky definuje výpočtový postup pro stanovení energetických požadavků na vytápění a teplou vodu. Dokument nezahrnuje větrací zařízení (např. větrání s využitím tepla), je-li však instalován ohřev vzduchu, zahrnuje ztráty způsobené v ohřívací části.

Výpočetní metoda spočívá v analýze energetické náročnosti částí zařízení pro části tepelné soustavy:

- sdílení tepla (otopná tělesa a plochy v prostoru nebo výtokové armatury) včetně regulace
- rozvody tepla včetně regulace
- akumulace tepla včetně regulace
- výroba tepla včetně regulace (kotle, sluneční okruhy, TČ, kogenerační jednotky, atd.).

Konečná potřeba energie pro tepelnou soustavu se vypočítá odděleně pro tepelnou energii a elektrickou energii (pomocné potřeby elektřiny pro provoz zařízení; čerpadla, ventilátory, atd.). Energetická potřeba je následně přepočtena na potřebu prvotní energie.

Výpočetní činitele pro konverzi energetických potřeb na prvotní energii mají být stanovené na národní úrovni, do jejich stanovení v EA používáme hodnoty z německé praxe.

Jednotlivé výpočetní algoritmy nebo tabelární vstupní hodnoty pro výpočty každé části vytápění a teplé vody (např. část sdílení tepla, část rozvodů, část akumulace a část výroby tepla) jsou stanoveny v normách odkazujících se na tuto normu (viz. tabulka).

Elektrické rozvody jsou zpracovány v rozsahu spotřebičů elektrické energie. Je vyčleněno umělé osvětlení, které se zahrnuje podle vyhlášky č. 148/2007 Sb. do energetického hodnocení budovy.

9.1.4 Ekonomické hodnocení

Ekonomické hodnocení bylo zpracováno podle vyhlášky č. 213/2001 Sb. a její změny č. 425/2004 Sb. Uplatňují se hodnoty a postupy z ČSN EN 15459. Zpracování v EA je nezbytné pro aplikaci v EP.

Jestliže motivem investice jsou očekávané budoucí (peněžní) výnosy, může být taková investice posuzována na základě kritérií ekonomické efektivnosti. Investice do technických opatření šetřících energii mají tuto povahu, neboť budoucí úsporu energie (odrážející se v úspoře provozních nákladů) lze považovat za výnos/příjem investora (samozřejmě za předpokladu, že tyto výnosy jdou k jeho dobru a ne ve prospěch někoho jiného).

Důležitým kritériem ekonomické efektivnosti investice (i když ne jediným) je doba její návratnosti (stručně návratnost investice). Čím je doba návratnosti kratší, tím je uvažovaná investice považována za efektivnější. Přitom tuto dobu posuzujeme jak absolutně (podle počtu let), tak zejména relativně (porovnáním s dobou životnosti uvažovaného technického opatření).

Investice spořicí budoucí náklady je ekonomicky neefektivní (nenávratná), jestliže doba návratnosti je delší než fyzická životnost uvažovaného technického opatření. Investice je rovněž nenávratná, jestliže doba od okamžiku provedení technického opatření do okamžiku uplynutí životnosti budovy je kratší než doba návratnosti investice.

Budovy mají velmi specifickou vlastnost z hlediska efektivnosti investice, neboť ta není dána pouze návratností investice z výnosů převážně z úspor energie, ale i podmiňujícím zachováním užití budovy trvalým prováděním údržby a dosažením předepsaných hygienických požadavků.

U většiny budov se tedy řeší dvě kritická místa na úkor výnosů z úspor energie. Je to mimořádně zanedbaná údržba budov a malé vědomí vhodného větrání (nuceného s využitím tepla z odváděného vzduchu) u utěsněných energeticky vědomě opravených budov. Zavedení požadavku nezahrnovat zanedbanou údržbu do ekonomického rozboru tuto potíž zcela neřeší, neboť platná legislativa neumožňuje u některých prvků a dílů lacinou substituci v tzv. prosté opravě, viz. dále.

V části Možnosti ekonomického hodnocení uvádíme výpočet podle 3 metod a jejich porovnání.

9.1.5 Metodika zpracování energetického auditu

Energetický audit byl zpracován v plném rozsahu vyhlášky č. 213/2001 Sb. a její změny č. 425/2004 Sb.

Oceňuje se energetická potřeba budovy a jejích funkčních dílů ve čtyřech variantách:

- ⊗ 1. varianta - **referenční provedení a užití**, kdy pro výpočet se užijí hodnoty standardizovaného provedení, tj. hodnoty požadované legislativou - ČSN 73 0540 -2, vyhláškou č. 148/2007 Sb., ČSN EN, případně prEN a parametry standardizovaného užití
- ⊗ 2. varianta - **stávající provedení a užití**, kdy se použijí hodnoty a parametry stávajícího stavu získané v průzkumu budovy. Tato varianta se užije ke stanovení dosažitelných úspor po opatřeních
- ⊗ 3. varianta - **I. soubor úsporných opatření**, kdy se navrhne skupina opatření pro stavební funkční díly a TZB
- ⊗ 4. varianta - **II. soubor úsporných opatření**, kdy se navrhne skupina opatření pro stavební funkční díly a TZB.

Na podkladě průzkumu a dokumentace se provede výpočet potřeby tepla při zohlednění tepelných zisků s téměř ideálním využitím (koriguje se ztrátami ve vytápění). Postup určuje výše uvedená ČSN EN ISO 13790. Užije se měsíční postup.

2. varianta (stávající stav) se tzv. odladí podle získaných faktur (při jednotných klimatických podmínkách) na reálný stav budovy a jejího provozu (sleduje se cca 5 let). Korekce se uplatní pro hodnoty 2., 3. a 4. varianty. U nové budovy se odladění neprovádí a korekce mají hodnotu 1.

Provede ocenění ztrát tepla a potřeby tzv. pomocné energie (elektriny pro pohon zařízení) pro soustavy vytápění, přípravy TV. Stanoví se využitelné teplo z tepelných ztrát. Soustavy vytápění a přípravy TV se pro ocenění členění na části:

- sdílení tepla (otopné plochy). Hodnotí se trojí tepelná ztráta, a to způsobená vertikálním rozdělením teploty vzduchu od otopné plochy, umístěním otopné plochy a individuální regulací otopné plochy
- rozvodů tepla. Hodnotí se tepelná ztráta tepelnou izolací potrubí, armatur a nádob. Pomocná energie se stanovuje zejména pro čerpadla a případnou regulaci
- akumulace tepla. V budově se vyskytuje u zařízení pro přípravu TV
- zdroje tepla – kotle (případně PS). Hodnotí se tepelná ztráta způsobená druhem a provedením kotle, provozem a regulací a pláštěm kotle (pouze ve vytápěných prostorách). Stanovuje se spotřeba pomocné energie. Užije se měsíční postup.

Návazně se stanoví úspory na jednotlivé díly stavební konstrukce a prvky soustav TZB, provede se ocenění škodlivin a stanoví klíčové hodnoty:

- potřeby tepla ve všech variantách
- dosažitelné úspory tepla ve 3. a 4. variantě (I. a II. soubor opatření ke snížení potřeby tepla a energie)
- podle vyhlášky č. 194/2007 Sb.
- měrného ukazatele potřeby tepelné energie na vytápění
- měrného ukazatele potřeby tepelné energie na přípravu TV
- energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb.¹²
- zařazení do tříd energetické náročnosti
- potřeby prvotní energie.

Úspory energie přinášejí v rozhodující míře zkvalitnění vlastností funkčních dílů a jejich provozu. Další úspory vzniknou snížením tepelných ztrát jednotlivých funkčních dílů. Znamená to, že i u dílů, pro které se nenavrhují opravy mohou být úspory tepla. Stanovují se rozdílem ztrát tepla pro funkční díly ve stávajícím stavu a ztrát tepla v I. nebo II. souboru opatření.

9.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU OBJEKTU

Panelový bytový se třemi vchody a čtyřmi podlažími je postaven ve stavební soustavě Larsen & Nielsen. Tato soustava (L & N) byla určena pro výstavbu bytových domů v Praze. Je řešena jako systém nosných příčných a podélných stěn obecně se třemi rozpony: 2,7 m; 3,6 m a 4,5 m. Konstrukční výška soustavy je 2,8 m. Stropní železobetonové panely jsou plné o tloušťce 160 mm. Nosné stěnové panely mají tloušťku 150 mm. Příčky jsou betonové o tloušťce 65 mm.

Obvodový plášť v průčelí je nenosný o celkové tloušťce 210 mm ve složení: 100 mm vnitřní železobetonová vrstva, 50 mm tepelná izolace z pěnového polystyrenu a 60 mm vnější betonová vrstva. Charakteristické údaje budovy L & N jsou v tabulce 9-2.

Střecha je plochá jednoplášťová s tepelnou izolací z polystyrénu.

¹² Tyto hodnoty nejsou zcela přesné, neboť se použilo klimatických hodnot podle ČSN EN 12831. Pro výstup do EP se EA uloží s klimatickými hodnotami podle ČSN 73 0540-3. Jelikož EP vyžadují ekonomické hodnocení podle vyhlášky o EA, je nutné EA s užitím ČSN EN zpracovat vždy.

TABULKA 9-2 CHARAKTERISTICKÉ ÚDAJE BUDOVY LARSEN & NIELSEN (4 PODLAŽÍ)

Název veličiny	Značka a rozměr
Šířka budovy	$\bar{s} = 12,42 \text{ m}$
Délka budovy	$d = 54,37 \text{ m}$
Ochlazovaný obvod	$o = 133,58 \text{ m}$
Výška budovy	$h = 11,2 \text{ m}$
Základová plocha	$A_G = 675,3 \text{ m}^2$
Celková ochlazovaná plocha	$\Sigma A_j = 2\,171,4 \text{ m}^2$
Obestavěný objem	$V_o = 7\,563,4 \text{ m}^3$
Geometrická charakteristika	$\Sigma A_j / V_o = 0,29 \text{ 1/m}$
Celková plocha oken	$A_o = 430,6 \text{ m}^2$
Plocha obvodových panelů	$A_e = 1\,065,6 \text{ m}^2$
Plocha střechy	$A_s = 675,3 \text{ m}^2$
Plocha podlahy	$A_G = 675,3 \text{ m}^2$
Součinitel prostupu tepla obvodových panelů	$U_e = 0,84 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla oken	$U_o = 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla střechy	$U_s = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla podlahy	$U_n = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Poměrná plocha oken typického podlaží	$a = 0,16$

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 10-4. Orientace ke světovým stranám je V-Z.

9.2.1 Základní údaje o energetických vstupech

9.2.1.1 Vlastní energetické zdroje

Vlastní energetický zdroj je plynová domovní kotelná o tepelném výkonu 170 kW a tepelné zisky vnější a vnitřní. Tepelné zisky jsou zahrnuty ve výpočtu potřeby tepla.

V domovní kotelně jsou tradiční 2 plynové kotle s atmosférickými hořáky. Kotlový okruh je oddělen od rozvodu topné vody hydraulickým oddělovačem tlaků.

Regulace kotlů je kaskádová.

9.2.1.2 Rozvod energie

Údaje o rozvodu tepla, který je částí domu v technickém podlaží, jsou v tabulce 9-5.

9.2.2 Spotřebiče energie

Spotřebičem energie je budova a její technické zařízení.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla konstrukcí v původním stavu i po provedené modernizaci jsou uvedeny v tabulce 9-3.

TABULKA 9-3

HODNOTY SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla U			
	$W/m^2.K$			
	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření
Železobetonový sendvičový panel	0,20	0,84	0,48	0,25
Okna dřevěná zdvojená	1,70	2,80	1,40	1,10
Střecha jednoplášťová	0,30	0,60	0,20	0,20
Strop nad suterénem	0,60	1,00	0,42	0,42

9.2.2.1 Otopná soustava a příprava teplé vody

9.2.2.1.1 Charakteristika otopné soustavy

- Rozvod tepla v budově - teplovodní vertikální dvoutrubkový rozvod s jmenovitým teplotním spádem 92,5/67,5°C a nuceným oběhem.
- Otopná tělesa jsou článková ocelová. Původně byla připojená dvouregulačními kohouty. V současné době jsou instalovány ventily s termostatickou hlavicí (1998) a nezbytnými armaturami pro bezproblémový provoz.
- Rozvody z kotelny jsou vedeny v podzemním podlaží pod stropem. Hlavní uzavírací armatury na rozvodech jsou funkční, těsné. Soustava není zónována podle světových stran.
- Stav rozvodů otopné vody je přiměřený době výstavby.

9.2.2.1.2 Charakteristika přípravy teplé vody (TV)

- TV je připravována ústředně v kotelně rychloohřevem s vyrovnávací nádrží
- výtokové armatury jsou částečně původní
- rozvody TV jsou původní.

9.2.2.1.3 Regulace a měření

- Vytápění: kaskádní a ústřední ekvitermní regulace je v kotelně. Měření spotřeby plynu je instalováno na vstupu do kotelny. V bytech nejsou instalovány indikátory otopných nákladů.
- Příprava TV: Cirkulační čerpadlo a jeho regulace je v kotelně.

9.2.2.2 Větrání

Pro tuto stavební soustavu byla vyvinuta bytová jádra B-6,7,10. Jsou to jádra 2. a 3. generace, zajišťující podtlakové větrání bytů s odvodem vzduchu z kuchyně, koupelny a WC a přívodem vzduchu infiltrací okenními spárami. Jádra B-6 a 7 mají malé axiální ventilátory v jednotlivých odsávaných místnostech, jádra B-10 mají centrální nástřešní jednotku. Společným znakem je instalační šachta se dvěma samostatnými svislými vzduchovody odpadního vzduchu. Pro kvalitní větrání v utěsněných domech nevyhovují funkčně ani energeticky.

9.3 OPRAVA BUDOVY

Opatření jsou navržena jak pro stavební konstrukci jejím zateplením ve 3. a 4. variantě, tak i pro soustavy TZB.

Parametry zateplení jsou uvedeny v tabulce 9-3.

TABULKA 9-4

ÚDAJE O BYTECH, PLOCHÁCH A OBJEMECH

BYTY								
počet vstupů	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
				1 byt	celkem	1 byt	celkem	
3								
		1+kk	0		0		0	0,0
B3	12	1+kk	12	20,58	247	8,48	102	348,7
		2+k	0		0		0	0,0
B2	24	2+k	48	32,62	783	8,48	204	986,4
		2+k	0		0		0	0,0
		3+k	0		0		0	0,0
B1	12	3+k	36	56,29	675	11,19	134	809,7
		1+k	0		0		0	0,0
		1+kk	0		0		0	0,0
		2+k	0		0		0	0,0
		3+k	0		0		0	0,0
		4+k	0		0		0	0,0
		3+k	0		0		0	0,0
		3+k	0		0		0	0,0
		4+k	0		0		0	0,0
		4+k	0		0		0	0,0
celkem	48		96		1705,32		440	2 145
počet osob celkem		96		na 1 byt	2,0	průměrný byt		44,7
PLOCHY V m ²								
PLOCHY V m ²		geo- metrie	PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	675,3		délka v m	54,37	celkem obestavěný	7 563,4		
		šířka v m	12,42	obestavěný typického podlaží	1 890,8			
plocha bytů užitková PU	2 144,9	lodžie a balkóny	plocha lodžií typického podlaží	0,0	obestavěný vstupního podlaží s byty	1 890,8		
zastavěná plocha všech podlaží s byty	2 701		plocha lodžií vstupního podlaží vč. zapuř. závětrí	0,0	obestavěný všech typických podlaží	5 672,5		
			plocha lodžií typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty	7 563,4		
			plocha lodžií všech podlaží	0,0	vztažený k 1 bytu	157,6		
			zastavěná plocha typického podlaží	675,3				
		zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	675,3					
		zastavěná plocha všech typických podlaží	2 025,9					
délka části vstupního podlaží s byty v m		54,37	konstrukční výška v m	2,80	světlá výška v m	2,60		
šířka části vstupního podlaží s byty v m		12,42	počet typických podlaží	3,0				

TABULKA 9-5

ROZVODY TEPLA

stávající stav						
Úsek	Délka	Kapacita	Průměr	Provedení	Stáří	Tech. stav
	(m)	GJ/h	DN	-	léta	-
1	54	0,28	65	2 trubkový	30	průměrný
2	54	0,28	65	2 trubkový	30	průměrný
3	12	0,28	65	2 trubkový	30	průměrný
4	12	0,28	65	2 trubkový	30	průměrný
5						
6						
7						
8						
9	54	0,08	40	přívod TV	30	průměrný
10	54	0,08	40	cirkulace	30	průměrný
11	12	0,05	32	přívod TV	30	průměrný
12	12	0,05	32	cirkulace	30	průměrný
13	134	0,02	25	přívod TV	30	průměrný
14	134	0,02	25	cirkulace	30	průměrný
15	133,58 Vytápění					
	402,38 TV					
	535,97 CELKEM					

I. a II. soubor opatření						
Úsek	Délka	Kapacita	Průměr	Provedení	Stáří	Tech. stav
	(m)	GJ/h	DN	-	léta	-
1	54	0,28	65	2 trubkový	0	nová
2	54	0,28	65	2 trubkový	0	nová
3	12	0,28	65	2 trubkový	0	nová
4	12	0,28	65	2 trubkový	0	nová
7						
8						
9	54	0,08	40	přívod TV	0	nová
10	54	0,08	32	cirkulace	0	nová
11	12	0,05	32	přívod TV	0	nová
12	12	0,05	25	cirkulace	0	nová
13	134	0,02	25	přívod TV	0	nová
14	134	0,02	20	cirkulace	0	nová
15	133,58 Vytápění					
	402,38 TV					
	535,97 CELKEM					

Poznámka: délky a dimenze rozvodů jsou orientační, je nutno je zpřesnit v projektu

9.3.1 Tepelná soustava

Tepelná soustava sestává z části soustavy zdroje tepla – domovní kotelny pro vytápění a přípravu TV, části rozvodu pro vytápění a části rozvodu pro přípravu TV a částí sdílení tepla, a to otopných ploch s regulací a výtokových armatur. Část akumulace tepla je pouze pro přípravu TV – vyrovnávací zásobník TV.

9.3.1.1 Část zdroje tepla

Stávající kotle vysoce překonaly fyzickou dobu životnosti. Navíc se již nevyrobí, povinnost dodavatele kotlů zajišťovat náhradní díly skončila. Z těchto důvodů a s ohledem na provozní nedostatky je nutno kotelnu zrekonstruovat.

Zdrojem tepla je domovní kotelna, umístěná v prostoru v 1. PP. Komín je vyveden po štítové stěně. Kotelna je členěna na kotle, kotlový okruh po hydraulický vyrovnávač tlaků (HDT), sběrač a rozdělovač s 2 regulačními uzly pro zónování budovy podle světových stran a armatury a ostatní, zahrnující zabezpečovací zařízení, doplňování vody, udržování přetlaku v soustavě, odplynovací a odvzdušňovací zařízení soustavy expanzním automatem a řídicí systém k aplikaci energetického manažerství. Pro zdroje tepla jsou uvažovány vysoce účinné tradiční plynové kotle s atmosférickým hořákem s nízkoteplotním provozem a plynulou regulací.

Pro přípravu TV rychloohřevem bude instalován výměník s nabíjecím okruhem, armaturami a regulací.

TABULKA 9-6

PLOCHY A MĚRNÉ HODNOTY VYBRANÝCH FUNKČNÍCH DÍLŮ

OBVODOVÝ PLÁŠŤ - PLOCHA		
Plochy		
	neprůsvitného pláště	1 065,6
	otvorových výplní	430,6
	střechy	675,3
	jiné - vnitřní	675,3
plocha celková obvodového pláště		2 846,7
INFILTRACE		
Délky	délka spáry u otvorových výplní (m)	1 205,5
	délka spáry mezi výplní a zdívem v (m)	0,0
MĚRNÉ HODNOTY VZTAŽENÉ NA 1 BYT		
Plochy a délky	neprůsvitného pláště	22,2
	otvorových výplní	9,0
	střechy	14,1
	délka spáry u otvorových výplní (m)	25,1
	délka spáry mezi výplní a zdívem v (m)	0,0
MĚRNÉ HODNOTY VZTAŽENÉ NA 1 m ² OTVOROVÉ VÝPLNĚ		
m ² / m ²	délka spáry u otvorových výplní (m)	2,80
	délka spáry mezi výplní a stavební konstrukcí v (m)	0,00
MNOŽSTVÍ STUDENÉ A TEPLÉ VODY		
	počet bytů	48
	počet osob	96
	l/osoba, den	153,0
	m ³ / osobu/ rok	55,8
	celkem voda	5 361,1
m ³ / rok	z toho: studená	3 216,7
	teplá	2 144,4
	studená na 1 byt	67,0
	teplá na 1 byt	44,7
ks	počet výtokových armatur celkem	150
	z toho: kuchyňských	48
	umyvadlových	48
	vanových	48
	jiných - výtoky SV	6
původní		80

počet osob: 96			
plochy stavebních dílů a délky spár			
	otvorové výplně	Σ L	Σ L _s
	m ²	m	
východ	215,3	602,8	0,0
západ	215,3	602,8	0,0
jihoV	0,0	0,0	0,0
jihoZ	0,0	0,0	0,0
jih	0,0	0,0	0,0
severoZ	0,0	0,0	0,0
severoV	0,0	0,0	0,0
sever	0,0	0,0	0,0
celkem	430,6	1 205,5	0,0
Σ L – délka spáry v otvorové výplni			
Σ L _s – délka spáry mezi otvorovou výplní a stavební konstrukcí			

MĚRNÉ HODNOTY VZTAŽENÉ NA 1 m ² UŽITKOVÉ PLOCHY BYTU	
Celková užitková plocha	2 144,9
Zastavěná plocha všech podlaží	2 701,2
Otvorová výplň / PU užitková plocha	20%
Otvorová výplň / zastavěné ploše celkové	16%

VYTÁPĚNÍ	
Počet otopných těles v ks	264
Počet armatur u otopných těles v ks	264
Délka potrubí v nevytápěných prostorách v m	109,0
počet zón se samostatným regulačním uzlem	2
počet regulačních uzlů	2
počet dnů vytápění referenční	244
počet dnů vytápění skutečný (plné i tlumené)	365
počet dnů přípravy TV	365

9.3.1.2 Část akumulace tepla

Tato část vytápění v otopné soustavě objektu není.

V části přípravy TV se uvažuje vyrovnávací zásobník o objemu 500 l.

9.3.1.3 Část rozvodu tepla pro vytápění

Část rozvodu tepla pro vytápění tvoří přívodní a vratné potrubí od zdroje tepla po otopné plochy, čerpadla a armatury s regulací.

Část soustavy - rozvodu splní požadavky:

- max. teplotu přívodní otopné vody 75°C
- oběhová čerpadla s regulací otáček
- ústřední automatickou regulaci
- vybavení rozvodů armaturami umožňujícími seřízení průtoku teplotnosné látky v rozvodu a kontrolu seřízení (protokol).

Prověří se úroveň tepelné izolace na potrubí a armaturách. Uvedou se případnou opravou a doplněním tepelné izolace do souladu s požadavky vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Ve smyslu vyhlášky č. 193/2007 Sb. § 7 Regulace a řízení dodávky tepelné energie se po zateplení podle odstavce (6) seřídí průtoky tak, aby odpovídaly projektovaným jmenovitým průtokům s maximální odchylkou $\pm 15\%$. Seřízení průtoků se prokáže měřením v jednotlivých větvích rozvodů. Protokol o měření a nastavení průtoků zůstane trvale uložen u provozovatele vytápění.

Prověří se a případně upraví teplotní spád soustavy podle vyhlášky, a to snížením jmenovité přívodní teploty na 75°C.

Prověří se doplnění/zapojení měřičů tepla hlavicí pro dálkový přenos dat pro budoucí zavedení energetického manažerství. Toto opatření je koncepční a z časového hlediska realizovatelné po rozhodnutí o zavedení energetického manažerství. Nezbytným předpokladem je dosažení souhlasu s dodavatelem tepla o užití měřičů.

Uplatní se tzv. beznákladová opatření. Zaměří se na dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorách v souladu s vyhláškou č. 194/2007 Sb., dodržování teplotních útlumů v době neuzítí místností, provádění organizovaného větrání místností. K jejich trvalému uplatnění se zpracuje doporučení k energeticky vědomému užití bytů, pokojů a společenských prostor s důrazem na individuální větrání místností (četnost a specifikace části otvorové výplně pro větrání pro každou místnost při nuceném větrání), užití individuální regulace, kontrolu nastavených teplotních parametrů, teplotní útlumy.

Pomocná energie je vyčíslena pro oběhová čerpadla a zahrnuta do potřeby energie.

Část rozvodu tepla pro přípravu TV tvoří přívodní a cirkulační potrubí od výměníku tepla po výtokové armatury, cirkulační čerpadla a armatury s regulací. Pro rozvody přípravy TV přiměřeně platí požadavky výše uvedené pro vytápění. Mimořádný důraz se klade na tepelnou izolaci zařízení a dobu cirkulace.

9.3.1.4 Část sdílení tepla - otopné plochy a výtokové armatury

Otopná článková tělesa se zkontrolují. Vymění se stávající ventily s termostatickými hlavicemi. Na výstupu se osadí regulační armatury. Nastavení bude provedeno podle projektu na stav po zateplení.

Výtokové armatury se vymění za úsporné, převážně pákové. Zváží se užití termostatických baterií u sprcha van.

9.3.2 Větrání

Pro zajištění řádného větrání je navrženo nové větrací zařízení - rovnotlaké individuální větrání s nuceným přívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT)

Toto řešení představuje kvalitativně vyšší komfort větrání s nuceným přívodem upraveného venkovního vzduchu (filtrace, přehřev ZZT a dohřev). V každém bytu je instalována bytová větrací jednotka, umístěná pod stropem kuchyně, zajišťující odvod vzduchu z kuchyně, koupelny a WC a přívod vzduchu do obytných místností. Jednotka obsahuje přívodní a odvodní ventilátor, výměník ZZT, elektrický dohříváč, filtry venkovního a odváděného vzduchu a zařízení automatické regulace. Nasávání venkovního vzduchu je z fasády, výfuk odpadního vzduchu na střechu. Rozvody vzduchu jsou uvažovány potrubím pod stropem místností na vnitřní stěny místností.

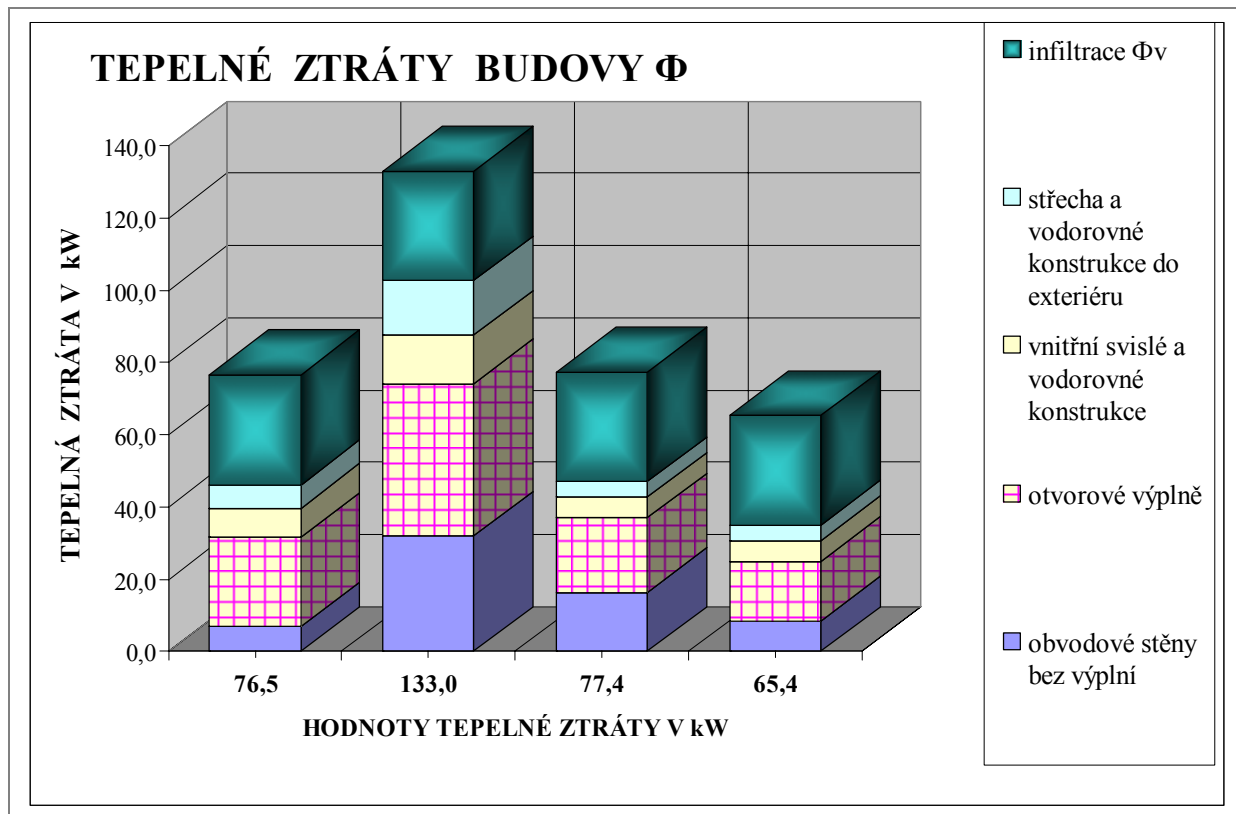
9.4 CERTIFIKACE – VYBRANÉ TABULKY Z EA

V dále uvedených tabulkách je zachycena část EA týkající se zdrojů tepla, vstupních hodnot a výstupních veličin.

Byly vybrány tabulky se vztahem k certifikaci části soustavy zdroje tepla.

TABULKA 9-7

CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA - GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ



TABULKA 9-8

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ A STÁVAJÍCÍ STAV

měsíc	počet dnů	průměrná vnější teplota	střední teplota přiváděného vzduchu (ZZT)	průměrná vnitřní teplota	demo- stupně	měrná ztráta		tepelná ztráta větráním	tepelná ztráta prostupem	celková tepelná ztráta	vnitřní tepelný zisk	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstanta	činitel využití tepelných zisků	potřeba tepla při nepřerušovaném vytápění	redukční činitel přerušovaného vytápění	potřeba tepla při přerušovaném vytápění	Q _{tr,act,inh}		
						H _{tr,adj}	H _{tr,vadj}															Q _{tr,adj}	Q _{tr,ve}
REFERENČNÍ STAV																							
d	°C	°C	°C	°C	Kd	W/K	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	-	W/K	h	-	GJ	-	GJ		
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	1 444	455	22,4	80,7	29,5	106,1	7,4	6,9	14,3	0,14	195 027	102,70	1,00	92	0,990	91		
únor	28,0	0,7	0,7	20,0	539,2	1 444	455	18,7	67,3	24,6	88,5	6,7	11,6	18,3	0,21	195 027	102,70	1,00	70	0,985	69		
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,2	1 444	455	16,5	59,5	21,7	78,3	7,4	22,3	29,8	0,38	195 027	102,70	1,00	49	0,972	47		
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	322,6	1 444	455	11,2	40,2	3,5	12,7	14,7	29,7	36,9	0,70	195 027	102,70	0,98	17	0,949	16		
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	1 444	455	6,2	22,4	2,0	7,1	8,2	29,5	47,1	1,60	195 027	102,70	0,62	0	0,883	0		
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	1 444	455	2,6	9,4	0,8	3,0	3,4	12,3	48,7	3,95	195 027	102,70	0,25	0	0,711	0		
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31,8	1 444	455	1,1	4,0	0,3	1,2	1,4	5,2	48,9	9,38	195 027	102,70	0,11	0	0,315	0		
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	1 444	455	1,6	5,8	0,5	1,8	2,1	7,6	34,3	41,8	5,51	195 027	102,70	0,18	0	0,598	0	
září	30,0	14,8	14,8	20,0	157,4	1 444	455	5,5	19,6	1,7	6,2	7,2	25,8	30,9	1,20	195 027	102,70	0,79	1	0,913	1		
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	1 444	455	11,1	39,8	3,5	12,6	14,6	52,4	21,1	0,40	195 027	102,70	1,00	31	0,971	30		
listopad	30,0	4,3	4,3	20,0	469,7	1 444	455	16,3	58,6	5,1	18,5	21,4	77,1	13,9	0,18	195 027	102,70	1,00	63	0,987	62		
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	1 444	455	20,5	73,8	6,5	23,3	27,0	97,1	12,2	0,13	195 027	102,70	1,00	85	0,991	84		
celkem	365	9,4	0,00%		3 856			133,6	481	42,1	152	175,7	633	87,6	0,58	72,2	102,70	7,85	408	0,983	401		
STÁVAJÍCÍ STAV																							
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	3 210	948	49,8	179,3	14,7	53,0	64,5	232,3	7,4	9,2	16,7	0,07	195 027	46,91	1,00	216	0,989	213
únor	28,0	0,7	0,7	20,0	539,2	3 210	948	41,5	149,5	12,3	44,2	53,8	193,7	6,7	15,5	22,2	0,11	195 027	46,91	1,00	171	0,982	168
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,2	3 210	948	36,8	132,3	10,9	39,1	47,6	171,4	7,4	29,9	37,3	0,22	195 027	46,91	1,00	134	0,965	129
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	322,6	3 210	948	24,8	89,5	7,3	26,4	32,2	115,9	7,2	39,8	47,0	0,41	195 027	46,91	1,00	69	0,935	64
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	3 210	948	13,8	49,8	4,1	14,7	17,9	64,5	7,4	53,1	60,6	0,94	195 027	46,91	0,91	9	0,850	8
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	3 210	948	5,8	20,8	1,7	6,2	7,5	27,0	7,2	55,6	62,8	2,33	195 027	46,91	0,43	0	0,628	0
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31,8	3 210	948	2,4	8,8	0,7	2,6	3,2	11,4	7,4	55,5	62,9	5,51	195 027	46,91	0,18	0	0,118	0
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	3 210	948	3,6	12,8	1,1	3,8	4,6	16,6	7,4	46,0	53,4	3,22	195 027	46,91	0,31	0	0,485	0
září	30,0	14,8	14,8	20,0	157,4	3 210	948	12,1	43,6	3,6	12,9	15,7	56,5	7,2	32,8	40,0	0,71	195 027	46,91	0,98	17	0,887	15
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	3 210	948	24,6	88,5	7,3	26,2	31,9	114,7	7,4	18,4	25,8	0,22	195 027	46,91	1,00	89	0,964	86
listopad	30,0	4,3	4,3	20,0	469,7	3 210	948	36,2	130,3	10,7	38,5	46,9	168,7	7,2	9,0	16,2	0,10	195 027	46,91	1,00	153	0,985	150
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	3 210	948	45,6	164,1	13,5	48,5	59,0	212,5	7,4	6,4	13,9	0,07	195 027	46,91	1,00	199	0,990	197
celkem	365	9,4	0,00%		3 856			297,0	1 069	87,7	316	384,8	1 385	87,6	0,33	72,2		7,85	1 057	0,976	1 031		

TABULKA 9-9

ČÁST ROZVODŮ TEPLA - TEPELNÁ ZTRÁTA - ČSN EN 15616-2-3

pořadí	rovnice; označení	popis	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	L_G	délka budovy	54,4	54,4	54,4	54,4	m
2	B_G	šířka budovy	12,4	12,4	12,4	12,4	m
3	n_G	počet podlaží	4,0	4,0	4,0	4,0	m
4	h_G	konstrukční výška podlaží	2,8	2,8	2,8	2,8	m
5	A_H	vytápěná plocha	2 145	2 145	2 145	2 145	m ²
6	$L_V = 2 \cdot L_G + 0,0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	délka trubek v nevytápěném PP mezi zdrojem a stoupacími potrubími	136,7	136,7	136,7	136,7	m
7	$L_S = 0,025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$	délka stoupacích trubek ve vytápěném prostoru	189,1	189,1	189,1	189,1	m
8	$L_A = 0,55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$	délka přípojek k otopným tělesům	148,6	148,6	148,6	148,6	m
9	Q_H	potřeba tepla pro vytápění	92,8	245,8	94,6	68,4	MWh/rok
10	$Q_{m,em}$	potřeba tepla pro vytápění včetně ztrát v části sdílení tepla	103,6	323,0	105,6	76,4	MWh/rok
11	$\beta_D = \frac{Q_{m,em}}{Q_N \cdot t_h}$	střední zatížení rozvodu	0,12	0,21	0,12	0,10	-
12	Q_N	návrhový tepelný výkon (podle EN 12831)	99,5	173,0	100,6	85,0	kW
13	θ_{sa}	jmenovitá teplota přívodní vody	70,0	90,0	70,0	70,0	°C
14	θ_{ra}	jmenovitá teplota vratné vody	55,0	70,0	55,0	55,0	°C
15	$\Delta\theta_{HK}$	návrhový teplotní rozdíl	15,0	20,0	15,0	15,0	°C
16	$\theta_{m,i}(\beta_D) = \Delta\theta_a \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_i$	střední teplota média v dané zóně (vytápěný prostor)	28,6	38,8	28,6	27,7	°C
17	$\theta_{m,u}(\beta_D) = \Delta\theta_a \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_u$	střední teplota média v dané zóně (nevytápěný prostor)	23,0	34,0	23,0	21,9	°C
18	$\theta_{s,i}(\beta_D) = (\Delta\theta_{sa} - \theta_a) \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_u$	střední teplota přívodního média v nevytápěném prostoru	24,5	37,1	24,6	23,3	°C
19	$\theta_{s,i}(\beta_D) = (\Delta\theta_{sa} - \theta_i) \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_i$	střední teplota přívodního média ve vytápěném prostoru	30,1	41,9	30,1	29,0	°C
20	$\theta_{r,u}(\beta_D) = (\Delta\theta_{ra} - \theta_u) \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_u$	střední teplota vratného média v nevytápěném prostoru	21,5	30,8	21,5	20,6	°C
21	$\theta_{r,i}(\beta_D) = (\Delta\theta_{ra} - \theta_i) \cdot \beta_D^{\frac{1}{n}} + \theta_i$	střední teplota vratného média ve vytápěném prostoru	27,1	35,6	27,1	26,3	°C
22	$\theta_{m,u}(\beta_D) = 0,5 \cdot (\theta_{s,u} + \theta_{r,u})$	střední průměrná teplota za období (vytápěný prostor)	23,0	34,0	23,0	21,9	°C
23	$\theta_{m,i}(\beta_D) = 0,5 \cdot (\theta_{s,i} + \theta_{r,i})$	střední průměrná teplota za období (nevytápěný prostor)	28,6	38,8	28,6	27,7	°C
24	$\Delta\theta_a = \frac{\theta_{sa} + \theta_{ra}}{2} - \theta_{f(u)}$	rozdílné teplot ve °C mezi střední návrhovou teplotou části sdílení tepla (otopných ploch) a teplotou místnosti	42,5	60,0	42,5	42,5	°C
25			49,5	67,0	49,5	49,5	°C
26	n	exponent části sdílení tepla (standardní hodnota = 1,33 u otopných těles, 1,1 u podlahového vytápění)	1,33	1,33	1,33	1,33	°C
27	θ_i	teplota ve vytápěném prostoru	20,0	20,0	20,0	20,0	°C
28	θ_u	teplota v nevytápěném prostoru	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
29	$U_{u,v}$	součinitel prostupu tepla do nevytápěného prostoru - V	0,200	0,400	0,200	0,200	W/m.K
30	$U'_{i,s}$	součinitel prostupu tepla do vytápěného prostoru - S	0,255	0,400	0,255	0,255	W/m.K
31	$U'_{i,a}$	součinitel prostupu tepla do vytápěného prostoru - A	0,255	0,400	0,255	0,255	W/m.K
32	t_h	doba vytápění za otopné období	8 760	8 760	8 760	8 760	d
33	$Q_D = \sum_i U_i \cdot (\theta_{m,i} - \theta_{a,i}) \cdot L_i \cdot t_h$	tepelné ztráty z rozvodů tepla	10	36	10	9	MWh/rok
34	$Q_{D,V}$	tepelné ztráty z rozvodů tepla v nevytápěném prostoru V	2,4	10,0	2,4	2,1	MWh/rok
35	$Q_{D,S}$	tepelné ztráty z rozvodů tepla ve vytápěném prostoru S	4,3	14,5	4,3	3,8	MWh/rok
36	$Q_{D,A}$	tepelné ztráty z rozvodů tepla ve vytápěném prostoru A	3,3	11,4	3,4	3,0	MWh/rok
Sdílení tepla rozvody - Tepelná ztráta z rozvodů							
37	$Q_{D,V}$	tepelná ztráta - sdílení tepla v nevytápěném prostoru	2,4	10,0	2,4	2,1	MWh/rok
38	$Q_{D,S+A}$	sdílení tepla ve vytápěném prostoru	7,6	25,9	7,7	6,8	MWh/rok
39	Q_D	celkové sdílení tepla z rozvodů	10,0	35,9	10,1	8,9	MWh/rok
Využitelná energie							
40	$Q_{D,e} = Q_{D,a}$	využitelná energie (teplo)	8	26	8	7	MWh/rok
41	k_D	stupeň využití	0	0	0	0	-
42	$Q_{in,D} = Q_{out,D} - k \cdot Q_{D,e} + Q_{D,V}$	tepelná energie požadovaná pro část rozvody tepla	106	333	108	79	MWh

TABULKA 9-10

AKUMULACE TV - ČSN EN 156316-3-3

PŘÍPRAVA TV							
17	$Q_{w,s}$	Tepelné ztráty části akumulace TV	1,15	1,15	1,15	1,15	MWh/rok
18	V	objem akumulace (1 ohříváku) - instalován 1	500,0	500,0	500,0	500,0	l
19	$Q_{w,s} = f_{vazba} \cdot \frac{(50 - \theta_i)}{45} \cdot d_{Nutz,a} \cdot q_{B,s}$	tepelná ztráta akumulací	1 150,5	1 150,5	1 150,5	1 150,5	kWh/rok
20	f_{vazba}	činitel tepelné vazby daný vzájemným umístěním zdroje a akumulace vody; při stejném prostoru 1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-
21	θ_i	výpočtová teplota prostoru s přípravou TV	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
22	$d_{Nutz,a}$	počet dnů dodávky TV	365	365	365	365	dny
23	$\theta_{w,o}$	teplota studené vody	13,50	13,50	13,50	13,50	°C
24	$q_{B,s} = 0,8 + 0,02 \cdot V^{0,77}$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče do 1000 l	3,2	3,2	3,2	3,2	kWh/den
	$q_{B,s} = 0,39 + V^{0,35} + 0,5$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče nad 1000 l	6,8	9,7	6,8	6,8	kWh/den
25	$Q_{in,w,s} = Q_{out,w,d} + Q_{L,w,s}$	Tepelná energie požadovaná na vstupu do části akumulace tepla	117,9	145,2	117,9	117,9	MWh/rok

TABULKA 9-11

ČÁST ZDROJE TEPLA - ZTRÁTY ENERGIE - HODNOTY A VZTAHY - ČSN EN 15316-4-1

pořadí	rovnice; označení	popis	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$Q_{out,em} = Q_H$	Potřeba tepla dodaná do rozvodu	92,8	245,8	94,6	68,4	MWh
2	$Q_{h,g} = \Sigma(Q_{h,g,vi} \cdot d_{h,rB})$	Tepelné ztráty části zdroje tepla	8,5	19,9	10,7	14,0	MWh/rok
3	$\eta_{k,100\%}$	účinnost kotle při 100 % zatížení	0,915	0,840	0,915	0,914	-
4	$\eta_{k,100\%, \text{ provoz}}$	účinnost kotle při 100 % zatížení při provozu	0,915	0,840	0,915	0,914	-
5	$\eta_{k,pl}$	účinnost kotle při částečném výkonu	0,920	0,827	0,920	0,919	-
6	$\eta_{k,pl, \text{ provoz}}$	účinnost kotle při částečném výkonu při provozu	0,908	0,815	0,908	0,907	-
7	A nebo c1	činitel účinnosti	88,50	79,50	88,50	88,50	-
8	B nebo c2	činitel účinnosti	1,50	2,00	1,50	1,50	-
9	C nebo c3	činitel účinnosti	89,00	76,00	89,00	89,00	-
10	D nebo c4	činitel účinnosti	1,50	3,00	1,50	1,50	-
11	E nebo c5	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	6,50	8,00	6,50	6,50	-
12	F nebo c6	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	-0,35	-0,27	-0,35	-0,35	-
13	G	teplotní korekční činitel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-
14	H nebo $f_{corr,Pn}$	teplotní korekční činitel	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	-
15	L	tepelní činitel pohotovostního stavu	9,00	9,00	9,00	9,00	-
16	K	tepelní činitel pohotovostního stavu	0,45	0,45	0,45	0,45	-
17	$\theta_{g, \text{test}100\%}$	zkušební teplota při 100 % zatížení	70,00	70,00	70,00	70,00	°C
18	$\theta_{g, \text{test}, pl}$	zkušební teplota při dílčím zatížení	50,00	50,00	50,00	50,00	°C
19	$\theta_{HK,m}$	střední kotlová provozní teplota	80,00	80,00	80,00	80,00	°C
20	$f_{\frac{H_{ts}}{H_i}}$	poměr spalného tepla a výhřevnosti paliva	1,11	1,11	1,11	1,11	-
21	$\dot{Q}_N$	jmenovitý výkon zdroje (ů)	100	173	101	85	kW
	$\dot{Q}_{h, \text{max}} = \dot{Q}_{T, \text{max}} + \dot{Q}_{V, \text{max}}$	maximální tepelný výkon	77	133	77	65	kW
22	$q_{B,70} = \frac{(E \cdot (\dot{Q}_N)^F)}{100}$	tepelná ztráta v pohotovostním stavu	0,0130	0,0199	0,0129	0,0137	-
23	$q_{B,0} = q_{B,70} \cdot \frac{(\theta_{HK,m} - \theta_i)}{(70 - 20)}$	ztráta v pohotovostním stavu kotlů na vytápění při střední teplotě kotle	0,0174	0,0267	0,0173	0,0184	-
24	θ_i	teplota okolí kotle	13,00	13,00	13,00	13,00	°C
25	$Q_{h, \text{outg}}$	užitné dodávky tepla pro vytápění a přípravu TV	228	430	230	202	MWh/rok
26	$t_{h, \text{op}, d}$	denní doba vytápění	24,0	24,0	24,0	24,0	h
27	$\theta_{NA, \text{Grenz}}$	hraniční teplota nočního poklesu	10,0	10,0	10,0	10,0	°C
28	$\theta_{e,m}$	venkovní průměrná teplota v měsíci	viz. tabulka				°C
29	$\theta_{e, \text{min}}$	denní průměrná návrhová teplota	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	°C
30	$\theta_{WA, \text{Grenz}}$	hraniční teplota víkendového poklesu	20,00	20,00	20,00	20,00	°C
31	$d_{\text{Nutz}, a}$	roční užitná doba, dosazen počet vytápěcích skutečných dnů, stejné TV	222	222	222	222	d
32	$\beta_{K, pl}$	stupeň zatížení kotlů při částečném výkonu	0,30	0,30	0,30	0,30	-
33	t_h	doba vytápění za otopné období	8 760,0	8 760,0	8 760,0	8 760,0	h
34							
35							
36	$Q_{m,g} = Q_{out,g} + Q_{l,g}$	tepelná energie požadovaná pro část zdroje tepla	114	353	119	93	MWh

TABULKA 9-12

ČÁST ZDROJE TEPLA - ZTRÁTY ENERGIE, MĚSÍČNÍ HODNOCENÍ – 1 – ČSN
EN 15316-4-1

[illegible]

TABULKA 9-13 ČÁST ZDROJE TEPLA - POMOCNÁ ENERGIE, HODNOTY - ČSN EN 15316-4-1

pořadí	rovnice; označení	popis	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	$Q_{out,em} = Q_h$	Potřeba tepla dodaná do rozvodu	0,0	0,0	0,0	0,0	MWh
2	$Q_{h,g} = \Sigma(Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB})$	Tepelné ztráty části zdroje tepla	8,5	19,9	10,7	14,0	MWh/rok
3	Pomocná energie						
4	$\beta_{K,pl}$	stupeň zatížení kotlů při částečném výkonu	0,30	0,30	0,30	0,30	-
5	$\dot{Q}_N$	jmenovitý výkon kotle (ü)	100	173	101	85	kW
6	$P_{aux,100} = c_7 + c_8 \left(\frac{\dot{Q}_N}{1000} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při 100% zatížení	0,040	0,040	0,040	0,040	kW
7	$P_{aux,30} = c_7 + c_8 \left(\frac{\dot{Q}_N}{1000} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při částečném zatížení	0,040	0,040	0,040	0,040	kW
	$P_{aux,PO} = c_7 + c_8 \left(\frac{\dot{Q}_N}{1000} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při pohotovostním stavu	0,015	0,015	0,015	0,015	kW
	c_7	činitel P_n (100%)	40	40	40	40	kW
		činitel P_{int} (30%)	40	40	40	40	kW
		činitel P_0 (0%)	15	15	15	15	kW
	c_8	činitel P_n (100%)	0,148	0,148	0,148	0,148	-
		činitel P_{int} (30%)	0,148	0,148	0,148	0,148	-
		činitel P_0 (0%)	0,000	0,000	0,000	0,000	-
	n	činitel P_n (100%)	1,000	1,000	1,000	1,000	-
		činitel P_{int} (30%)	1,000	1,000	1,000	1,000	-
		činitel P_0 (0%)	0,000	0,000	0,000	0,000	-
8	$P_{aux,SB} = 0,015$	elektrický odebraný výkon kotly v pohotovostním stavu	0,015	0,015	0,015	0,015	kW
9	$P_{H,gen,aux} = \frac{\beta_{100}}{\beta_{30}} \cdot (P_{aux,30} - P_{aux,100}) + P_{aux,0}$	elektrický odebraný výkon kotly $0 < \beta_{gr} \leq \beta_{30}$	tabulka				kW
10	$P_{h,g,aux,i} = \frac{\beta_{100} - \beta_{30}}{1 - \beta_{30}} \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,30}) + P_{aux,0}$	elektrický odebraný výkon kotly $\beta_{30} < \beta_{gr} < 1,0$	tabulka				kW
11	$d_{Nutz,a}$	roční užitná doba (kanceláře 250, dosazen počet vytápěcích dnů)	222	222	222	222	d
12	$W_{h,g,aux}$	pomocná energie pro výrobu tepla	0,10	0,11	0,10	0,11	MWh/rok
13	$W_{h,g,aux,rl} = W_{h,g,aux} \cdot (1 - b_g) \cdot P_{aux,g}$	využitelná pomocná energie předaná do vytápěného prostoru	0,0	0,0	0,0	0,0	MWh/rok
14	b_g	činitel teplotní redukce podle umístění kotlů	0,3	0,3	0,3	0,3	-
15	$p_{aux,g} = 1 - \eta_{hydraulic}$	část elektrické energie sdílené v teplu (umístění v kotelně)	0,25	0,25	0,25	0,25	-

TABULKA 9-14

ČÁST ZDROJE TEPLA - POMOCNÁ ENERGIE, VÝPOČET - ČSN EN 15316-4-1

měsíc		počet otopných dnů		průměrná vnější teplota		průměrná vnitřní teplota		jmenovitý výkon kotli		průměrný dodávaný tepelný výkon		β _{h,i}		elektrický odebraný výkon kdy 0 < β _{h,i} < β _{k,pl}		elektrický odebraný výkon kdy β _{k,pl} < β _h < 1,0		místní počet dnů		t _{h,rl}		t _{w,100%}		Pomocná energie pro výrobu tepla	
				θ _{em}	θ _{im}	Q̇ _N	Q̇ _{d,in}	β _{h,i}	P _{h,aux,i}	P _{h,aux,i}	Q̇ _{d,in}	β _{h,i}	P _{h,aux,i}	P _{h,aux,i}	d _{mh}	t _{h,rl}	t _{w,100%}	d _{mh}	t _{h,rl}	t _{w,100%}	W _{h,aux}				
STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV		STAVAJÍCÍ STAV	
leden	31	-0,86	20	164	123	0,05	0,019	0,019	0,019	0,019	123	0,05	0,019	0,019	31	642,5	2,3453	31	642,5	2,3453	8				
únor	28	0,743	20,0	156	117	0,11	0,024	0,024	0,024	0,024	117	0,11	0,024	0,024	28	567,2	2,7409	28	567,2	2,7409	9				
březen	31	4,606	20,0	138	92	0,14	0,027	0,027	0,027	0,027	92	0,14	0,027	0,027	31	592,7	2,7851	31	592,7	2,7851	10				
duben	30	9,247	20,0	130	64	-0,01	0,015	0,015	0,015	0,015	64	-0,01	0,015	0,015	30	532,7	3,0698	30	532,7	3,0698	7				
květen	31	14,21	20,0	95	34	0,10	0,023	0,023	0,023	0,023	34	0,10	0,023	0,023	31	505,3	4,0510	31	505,3	4,0510	9				
červen	30	17,5	20,0	95	32	0,06	0,020	0,020	0,020	0,020	32	0,06	0,020	0,020	30	460,0	4,1860	30	460,0	4,1860	8				
červenec	31	18,98	20,0	95	31	0,05	0,019	0,019	0,019	0,019	31	0,05	0,019	0,019	31	461,9	4,0510	31	461,9	4,0510	8				
srpen	31	18,51	20,0	95	31	0,05	0,019	0,019	0,019	0,019	31	0,05	0,019	0,019	31	466,1	4,0510	31	466,1	4,0510	8				
září	30	14,75	20,0	104	40	0,06	0,020	0,020	0,020	0,020	40	0,06	0,020	0,020	30	484,2	3,8372	30	484,2	3,8372	8				
říjen	31	9,7	20,0	130	75	0,10	0,024	0,024	0,024	0,024	75	0,10	0,024	0,024	31	546,3	2,9707	31	546,3	2,9707	9				
listopad	30	4,343	20,0	147	105	0,14	0,026	0,026	0,026	0,026	105	0,14	0,026	0,026	30	575,9	2,7086	30	575,9	2,7086	10				
prosinec	31	0,916	20,0	156	119	0,12	0,025	0,025	0,025	0,025	119	0,12	0,025	0,025	31	626,3	2,4756	31	626,3	2,4756	10				
celkem	365																								105

leden	31	-0,86	20,0	80	68	0,13	0,026	0,026	0,026	0,026	68	0,13	0,026	0,026	31	642,5	4,8409	31	642,5	4,8409	9				
únor	28	0,743	20,0	80	66	0,09	0,023	0,023	0,023	0,023	66	0,09	0,023	0,023	28	567,2	5,3595	28	567,2	5,3595	7				
březen	31	4,606	20,0	70	50	0,10	0,023	0,023	0,023	0,023	50	0,10	0,023	0,023	31	592,7	5,3324	31	592,7	5,3324	8				
duben	30	9,247	20,0	60	37	0,11	0,024	0,024	0,024	0,024	37	0,11	0,024	0,024	30	532,7	6,6697	30	532,7	6,6697	8				
květen	31	14,21	20,0	50	29	0,25	0,036	0,036	0,036	0,036	29	0,25	0,036	0,036	31	505,3	7,7454	31	505,3	7,7454	9				
červen	30	17,5	20,0	55	30	0,10	0,023	0,023	0,023	0,023	30	0,10	0,023	0,023	30	460,0	7,2760	30	460,0	7,2760	7				
červenec	31	18,98	20,0	55	30	0,08	0,022	0,022	0,022	0,022	30	0,08	0,022	0,022	31	461,9	7,0413	31	461,9	7,0413	7				
srpen	31	18,51	20,0	55	30	0,07	0,021	0,021	0,021	0,021	30	0,07	0,021	0,021	31	466,1	7,0413	31	466,1	7,0413	7				
září	30	14,75	20,0	55	30	0,08	0,022	0,022	0,022	0,022	30	0,08	0,022	0,022	30	484,2	7,2760	30	484,2	7,2760	7				
říjen	31	9,7	20,0	65	44	0,13	0,026	0,026	0,026	0,026	44	0,13	0,026	0,026	31	546,3	5,9580	31	546,3	5,9580	9				
listopad	30	4,343	20,0	75	60	0,15	0,027	0,027	0,027	0,027	60	0,15	0,027	0,027	30	575,9	5,3357	30	575,9	5,3357	9				
prosinec	31	0,916	20,0	80	66	0,10	0,023	0,023	0,023	0,023	66	0,10	0,023	0,023	31	626,3	4,8409	31	626,3	4,8409	9				
celkem	365																								97

TABULKA 9-15

 ENERGETICKÁ CERTIFIKACE OTOPNÉ SOUSTAVY PODLE EN 15316-1 S KOREKČÍ k_{vyt}

		referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
Q_H	požadavek na teplo	GJ/rok	350		927			357			258		
ztráty soustavy		GJ/rok											
$Q_{H,emis}$	ztráty při sdílení tepla Q_{he}	GJ/rok											
$Q_{H,em,un}$	příkon pro sdílení tepla ($Q_{tr}+S_{tr}$)	GJ/rok											
$Q_{H,dis,ls}$	ztráty v rozvodech Q_{rd}	GJ/rok											
$Q_{H,dis,in}$	příkon pro rozvody tepla ($1_{tr}+S_{tr}$)	GJ/rok											
$Q_{H,dis,ls}$	ztráty v akumulaci Q_{as}	GJ/rok											
$Q_{H,dis,in}$	příkon pro akumulaci tepla ($1_{tr}+S_{tr}$)	GJ/rok											
$Q_{H,dis,ls}$	ztráty ve výrobě tepla Q_{vg}	GJ/rok											
$Q_{H,dis,in}$	příkon pro výrobu tepla ($1_{tr}+S_{tr}$)	GJ/rok											
Konečná energie		GJ/rok											
Q	potřeba tepla/energie	GJ/rok											
f_p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)											
E_p	prvotní energie (Q.f)	GJ/rok											
e	činitel náročnosti soustavy E/Q_h	(-)											

¹⁾ zdrojem tepla je plynová kotlina. Činitel přeměny energie je uvažován podle DIN V 18599-1, tabulka A 1 - 1,1.

TABULKA 9-16

 ENERGETICKÁ CERTIFIKACE SOUSTAVY PŘÍPRAVY TV PODLE EN 15316-1 S KOREKČÍ k_{TV}

		referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření									
		D		E	F	D		E	F	D		E	F	D		E							
		potřeba tepla				potřeba tepla				potřeba tepla				potřeba tepla									
	Q_w	304																					
potřeba		GJ/období																					
	požadavek na teplo																						
		GJ/období		tepelné ztráty $Q_{w,j}$		pomocná energie $W_{w,aux}$		využitá ztráty $Q_{aux,rd,w}$		tepelné ztráty $Q_{w,j}$		pomocná energie $W_{w,aux}$		využitá ztráty $Q_{aux,rd,w}$		tepelné ztráty $Q_{w,j}$		pomocná energie $W_{w,aux}$					
	$Q_{w,emls}$	ztráty při sdílení tepla Q_{we}		4		0		0		28		0		0		0		4		0			
	$Q_{w,emin}$	příkon pro sdílení tepla (Q_x+S_k)		308		0		0		332		0		0		0		308		0			
	$Q_{w,diss}$	ztráty v rozvodech Q_{wd}		99		0		0		170		0		0		0		99		0			
	$Q_{w,discn}$	příkon pro rozvody tepla (l_x+S_{ad})		407		0		0		502		0		0		0		407		0			
	$Q_{w,sls}$	ztráty v akumulaci Q_{ws}		4,0		0,0		0		4		0,0		0		0		4		0,0			
	$Q_{w,sln}$	příkon pro akumulaci tepla (l_d+S_l)		411		0		0		506		0		0		0		411		0			
	$Q_{w,genls}$	ztráty ve výrobě tepla Q_{wg}		3		0		0		3		0		0		0		3		0			
	$Q_{w,genin}$	příkon pro výrobu tepla (l_x+S_k)		414		0		0		509		0		0		0		414		0			
		GJ/období						↓				↓				↓							
																				využitá tepelné ztráty		využitá tepelné ztráty	
																				0,0		0,0	
Konečná energie					$Q_{t,w}$	W_w	celkem tepla voda	$Q_{t,w}$	W_w	celkem tepla voda	$Q_{t,w}$	W_w	celkem tepla voda	$Q_{t,w}$	W_w	celkem tepla voda	$Q_{t,w}$	W_w					
	teplo/energie	GJ/období			413,7	0,1	413,7	509,4	0,1	509,4	413,7	0,1	413,7	413,7	0,1	413,7	413,7	0,1					
	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)			1,1	3,0	-	1,1	3,0	-	1,1	3,0	-	1,1	3,0	-	1,1	3,0					
	prvotní energie (Q.f)	GJ/období			455,0	0,2	455,2	560,3	0,3	560,6	455,0	0,2	455,2	455,0	0,2	455,2	455,0	0,2					
	činitel náročnosti soustavy E/Q _x	(-)			1,50		1,50			1,84			1,50			1,50							

9.5 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Je zpracováno ekonomické hodnocení podle STUE a ekonomické hodnocení podle ČSN EN 15459.

Oba postupy jsou charakterizovány komplexností a souladem se současně platnou legislativou. Postup STUE je uváděn proto, že jako jediný:

- plně splňuje legislativní požadavky na ekonomické hodnocení při zpracování EA a EP
- umožňuje hodnocení prosté návratnosti T_s pro soubor opatření s uvažováním obnovovacích nákladů metodou vyvinutou STU-E
- zavádí splácení anuitou s rozdělením na pro klienta vhodné čerpání dílčích půjček po dobu životnosti T_z , podílem investora na investici a ověření dosažení kladného cashflow tzv. dynamickým splácením, tj. vhodným rozčleněním dílčích půjček a anuit s potřebnými parametry.

Evropský postup umožňuje dva postupy, a to metodu **celkových nákladů** a metodu **anuitního splácení**.

Vzhledem k zdvojení označování vzniklého zaváděním jednotného provedení v evropských normách dále uvádíme přehled značek, pojmů a hodnot užitých v této kapitole. Mají jednak tradiční původ, jednak jsou v ČSN EN 15459.

označení	popis	jednotka	hodnota
A	anuita	tis. Kč	výpočet
B	v % vyjádřený růst ceny měrné jednotky energie oproti předchozímu roku a současně v % vyjádřený růst velikosti splátky oproti její velikosti v předchozím roce	%	2
β	dán vztahem $1+B/100$	-	1,02
D	roční míra inflace (vyjádřená v %)	%	3
d	$D/100$	-	0,03
D(j)	roční míra inflace (vyjádřená v %) v roce j-tém.	%	3
$e\Delta$	výnos opatření jako součet ročních výnosů (= roční energetické úspory) jednotlivých opatření	tis. Kč	
I	celkové investiční náklady jako součet investičních nákladů jednotlivých opatření v roce 0	tis. Kč	
I (C), C	vstupní investice	tis. Kč	
I(V)	vlastní podíl investice	%	
I_p	dodatečné investice, a to proto, že v průběhu doby L životnosti agregátu musejí být obnovena (znovu pořízena) ta opatření, jejichž životnost L_j je menší než L, aby mohl agregát fungovat jako celek po celou dobu L	tis. Kč	výpočet
L	(fyzická) životnost (v letech) uvažovaného technického opatření nebo souboru opatření (agregátu) - orientačně tabulky 7-1 až 7-4	roky	
n	splatnost půjčky, úvěru v letech	roky	

označení	popis	jednotka	hodnota
$P(j)$	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j -tém	%	
$p(j)$	dáno vztahem $P(j)/100$	-	0
Q	v procentech vyjádřená roční úroková míra pro půjčku, úvěr	%	5,6
q	$Q/100$	-	0,056
r	roční náklady investic vyvolané v Kč/rok. Roční náklady vyvolané investicí mají povahu rozdílu mezi ročními provozními, resp. udržovacími náklady souvisejícími s realizovaným opatřením a ročními náklady provozu a údržby, které by na dotčené části budovy vznikly, kdyby uvažované opatření nebylo provedeno. Z diferenční povahy vyvolaných nákladů plyne, že r může být záporné, nulové i kladné, přičemž $r < 0$ zvyšuje efekt energetických úspor (snižuje dobu návratnosti investice), kdežto $r > 0$ tento efekt snižuje (prodlužuje dobu návratnosti)	tis. Kč	
T, T_s	prostá návratnost		
T_n	doba životnosti prvku, dílu nebo soustavy		
T	výpočtové období		
T_z	doba životnosti budovy		
τ	doba		
τ_{budovy}	doba životnosti budovy		
V	celkový výnos opatření ($V=e\Delta - r$)	tis. Kč	
$V_{0,i}$	investiční náklady na prvek, díl nebo soustavu v roce 0	tis. Kč	
$V_{pv,1,...,i}$	skutečné (diskontované) investiční náklady (hodnota prvku) v roku obnovy T_n a násobcích T_n	tis. Kč	
$V_{f,\tau}$	koncová hodnota (odečítá se)	tis. Kč	vypočet
X, T_{sd}	reálná návratnost v letech	tis. Kč	vypočet
Y	roční odpis opatření	tis. Kč	
Z	doba od realizace opatření do okamžiku dožití domu/bytu (v letech),	roky	

9.5.1 Ekonomické hodnocení metodou STUE

Dále uvedená metoda je dlouhodobě ověřena při zpracování EA. Splňuje požadavky evropské normalizace.

9.5.1.1 Prostá oprava, údržba

Prostá oprava/modernizace (dále oprava) zahrnuje činnosti, které je třeba vynaložit na odstranění zanedbané údržby a zajištění bezpečného užití budovy. Její provedení nepřinese úspory energie, vody či jiné výnosy v provozu budovy.

Energeticky vědomá oprava je činnost která kromě odstranění zanedbané údržby a zabezpečení bezpečného užití budovy přinese výnosy představované snížením provozních nákladů, tj. nákladů na energie, vodu, údržbu a jiné.

Uvažování nákladů na prostou údržbu je významné zejména u stavebních funkčních dílů. Opatření charakterizuje dlouhodobá životnost a vysoké náklady. Je zřejmé že např. náklady na prostou opravu obvodového pláště domu spočívající ve výměně těsnění panelů a opravě povrchu panelů jsou značné a řádově srovnatelné s náklady na energeticky vědomou opravu zateplením. Je proto důležité získané výnosy při ekonomickém rozboru nezatěžovat celkovými náklady na energeticky vědomou opravu, ale náklady sníženými o náklady na prostou opravu, které je třeba vždy vynaložit.

Náklady na energeticky vědomou opravu stavebních funkčních dílů jsou v tabulce 9-17, údaje pro tzv. prostou opravu v tabulce 9-18, rozdíl nákladů vstupující do ekonomických rozborů v tabulce 9-19.

Uvažování prosté opravy u funkčních dílů TZB, tj. vytápění, přípravy TV, větrání, elektrických rozvodů se spotřebiči nemá obdobný význam. Je to způsobeno jejich relativně krátkou životností a rychlým vývojem funkčních a jiných požadavků na ně. Např. oprava dvouregulačního kohoutu u otopného tělesa je buď ventilem s ruční hlavici¹³ a s nižším výnosem daným vyregulováním soustavy nebo ventilem s termostatickou hlavici přinášejícím vyšší výnos využitím tepelných zisků v energetické bilanci.

Tabulky 9-20, 9-21 a 9-22 řídí provozní a investiční náklady v ekonomických rozborech.

Údržba a náklady na ni jsou významnou složkou opakující se ročně. Je nutné je uvažovat, neboť energetický audit garantuje udržení výnosů po deklarovanou životnost souboru opatření, tj. po dobu 50 let.

Opět je třeba zvážit rozdíl nákladů, tj. náklady na údržbu, které se vyskytnou i při údržbě existujícího stavu budovy a náklady na údržbu energeticky vědomého opatření.

Náklady na údržbu funkčních dílů jsou v tabulce 9-24. Roční úspory nákladů na údržbu navrhovaných opatření podle variant řešení jsou v tabulce 9-25. Tato tabulka spolu s tabulkou 9-23 řídí ekonomické rozborů v oblasti výnosů.

Tabulka 9-26 dokumentuje plné investiční náklady bez uvažování zanedbané údržby. Je určena pro stanovení celkových investičních prostředků.

9.5.1.2 Prostá návratnost

Velmi důležitým orientačním ukazatelem (v řadě případů i postačujícím pro posouzení efektivity investice) je tzv. prostá návratnost. Prostá návratnost vyjadřuje, za jak dlouho by se investované prostředky vrátily investoru na výnosech z investice, kdyby nedocházelo ke změnám cen v čase. Výpočet prosté návratnosti je v části 5.1.

¹³ Tato oprava by nebyla v souladu s platnou legislativou, např. vyhláškou č. 193/2007 Sb.

9.5.1.2.1 Soubor opatření

Investice do energeticky vědomé modernizace budov zahrnující tepelně technická opatření spočívají v investici do celého komplexu technických zásahů; v takovém agregátu některá opatření jsou na ostatních víceméně nezávislá, kdežto jiná se navzájem podporují, doplňují nebo přímo podmiňují tak, aby mohlo být dosaženo požadovaného efektu.

Věc je jednoduchá, jestliže všechna opatření tvořící agregát mají stejnou životnost. Pak lze prostě roční výnosy (= roční energetické úspory a snížení provozních nákladů) jednotlivých opatření sečíst do celkového výnosu V , investiční náklady jednotlivých opatření sečíst do celkových investičních nákladů I a s agregátem lze nadále zacházet jako s jediným opatřením, pro jehož prostou návratnost T , reálnou návratnost X atd. platí vzorce

Složitější situace však nastává, jestliže jednotlivá opatření agregátu (nebo jejich skupiny) mají odlišnou životnost. Dejme tomu, že agregát sestává z opatření $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j \dots \omega_u$, přičemž opatření j -té má životnost L_j , investiční náklady I_j , roční výnos V_j (náklady a výnosy jsou v cenách roku 0) a prostou návratnost $T_j = I_j/V_j$ (přitom ω_j nemusí být jedním opatřením; obecně je to souhrn všech opatření, jež mají stejnou životnost).

Především se v případě agregátu musíme zabývat celým obdobím, jehož délka je dána nejdelší životností, která se mezi všemi opatřeními vyskytuje. Tuto dobu značíme L , nazýváme životností agregátu a definujeme

$$L = \max_{j=1 \dots u} L_j$$

Označí-li se celkové investiční náklady agregátu (vynaložené na počátku, tj. v roce 0) I a celkový roční výnos agregátu V ; platí tedy

$$I = \sum_{j=1}^u I_j, \quad V = \sum_{j=1}^u V_j$$

Dále, v případě agregátu (na rozdíl od jednoho opatření) existují nejen počáteční investice I , ale i obnovovací I_p .

Omezíme se na statické zhodnocení situace, tzn. neuvažují se změny cen v čase, nezavádějí se do úvah úrokové míry, inflace, konkrétní způsob financování atd.

Především platí, že **agregát jako celek může být ekonomicky efektivní** ("mít návratnost"), **i když jedno či více z opatření jej tvořících je nenávratné** (tj. má prostou návratnost $T_j > L_j$). Nutnou a postačující podmínkou návratnosti agregátu je, aby platilo

$$L \cdot V \geq I + I_p$$

Čistý zisk Z , který agregát za dobu L své životnosti investoru přinese, je

$$Z = L \cdot V - (I + I_p)$$

a výsledná rentabilita (tj. velikost čistého zisku za dobu životnosti agregátu připadající na 1 investovanou Kč) je

$$R = \frac{L \cdot V}{I} - \frac{I_p}{I}$$

Prostou návratnost T , T_s agregátu (chápanou jako časový interval mezi okamžikem 0, tj. realizací komplexu opatření energeticky vědomé modernizace, a okamžikem, od kterého počínají kumulované výnosy agregátu jsou už napořád (!) vyšší nebo aspoň ne nižší než kumulova-

né investiční výdaje) nelze jednoduše určit poměrem I/V (jako je tomu u jediného opatření, lze však stanovit interval, v němž se T , T_s pohybuje. Platí tu

$$T \in \left\langle \frac{I}{V}; \frac{I+I_P}{V} \right\rangle$$

Přesně lze určit T pomocí tabulky CCF.

Zavedeme-li veličinu $Y_j = I_j/L_j$ (Y_j je tedy roční odpis opatření ω_j) a veličinu

$$Y = \sum_{j=1}^u Y_j = \sum_{j=1}^u \frac{I_j}{L_j}$$

jakožto sumu ročních odpisů všech opatření tvořících agregát, platí zřejmě

$$I + I_P \geq L \cdot Y$$

přičemž rovnost nastane, pokud životnost L agregátu je beze zbytku dělitelná životnostmi L_j všech opatření ω_1 až ω_u agregát tvořících. Z výše uvedeného plyne platnost následujících vztahů:

$$Z \leq L \cdot (V - Y)$$

$$R \leq \frac{V}{Y} - 1$$

$$I_P \geq L \cdot Y - I$$

Posuzování prosté návratnosti pro dobu životnosti budovy 50 let, reinvestici opatření s kratší životností než 50 let a I. a II. soubor opatření je v tabulkách 9-27 a 9-28. V investičních nákladech je uvažováno snížení nákladů o prostou opravu. Ve výnosech je uvažována úspora v nákladech na údržbu.

Podklady k řešení jsou v části 6.2.

9.5.1.3 Reálná návratnost

Vzorec (5-1) popisující prostou návratnost stanoví návratnost na základě hodnot (investičních nákladů, úspor atd.) platných v okamžiku realizace investice. Ve skutečnosti však dnes investované prostředky se budou prostřednictvím úspor provozních nákladů navracet postupně v budoucnosti po dobu několika let a během této doby se budou ceny vyvíjet (měnit).

Vzorec také nikterak nespecifikuje způsob financování investice. Ve skutečnosti ale záleží na tom, zda je investice financována z vlastních prostředků nebo z půjčky. V prvním případě je třeba zavést do výpočtu ekonomické efektivity vlastní ušlý zisk (kdybychom částku I nyní neproinvestovali, mohla by nést úrok), v druhém případě úhradu úroků (půjčíme-li si dnes I , budeme muset v budoucnu splatit nejen I , ale i úroky z výpůjčky). Všechna tato fakta mají vliv na skutečnou (reálnou) dobu návratnosti investice a návratnost, jejíž stanovení s těmito skutečnostmi počítá, se na rozdíl od staticky pojaté prosté návratnosti T , T_s nazývá **reálná návratnost X nebo T_{sd}** .

Hlavní parametry, jež ovlivňují reálnou dobu návratnosti (vedle těch, které ovlivňují i prostou návratnost, totiž I , V a r), jsou: roční míra inflace ($D\%$), roční úroková míra pro půjčky ($Q\%$), roční úroková míra pro vklady ($P\%$) a roční vzrůst/pokles ceny energie ($B\%$).

Universálně platnou metodou pro posouzení reálné ekonomické efektivity investice (a to nejen návratnosti) je metoda nákladů a výnosů. Metoda spočívá v tom, že se vyčíslí náklady a výnosy každého roku počínaje rokem realizace investice (při tomto vyčíslení se samozřejmě nelze obejít bez odhadu budoucího vývoje) a na základě nákladů a výnosů jednotlivých let se

vypočtou kumulované náklady, resp. výnosy za k let (počítáno od realizace investice) pro $k = 1 \dots L$, kde L je životnost investicí pořízené věci. Očekávané náklady/výnosy jednotlivých let se ovšem nesčítají v běžných (nominálních) cenách těchto let, ale ve stálých cenách (zpravidla cenách roku pořízení investice, tzv. rok 0), aby se vyloučil vliv změny kupní síly peněžní jednotky v čase. Pro převod nákladů/výnosů v cenách běžného roku na ceny srovnatelné/sčitatelné (tj. na stálé ceny výchozího roku 0) se užívá ročních měr inflace jednotlivých let. Doba X reálné návratnosti je pak (zhruba řečeno) dána velikostí intervalu mezi realizací investice (rok 0) a časovým okamžikem, od kterého počínaje součtové (kumulované) výnosy převyšují součtové náklady/výdaje.

Proces je popsán v částech 5.2 a 6.3.

9.5.1.4 Finanční analýza

Tzv. finanční analýza vyžadovaná pro energetický audit zahrnuje následující veličiny:

- diskont (odpovídající v podstatě inflaci a vyjadřující cenu peněz). Uvažuje se 3 %
- vývoj cen energie v letech předpokládané ekonomické životnosti opatření. Uvažuje se nižší jako je inflace v daném období, 2
- roční výnos vyplývající z opatření na úspory energie v jednotlivých letech životnosti opatření. Stanoví se EA. V ročním výnosu jsou zahrnuty úspory v nákladech na údržbu
- investice sestávající z investice I v roce 0 a nediskontovaných reinvestic I_p na obnovu zařízení po dobu životnosti budovy 50 let. Pokud bychom uvažovali pouze investici v roce 0, měl by výpočet smysl pouze do doby reinvestice 1. opatření, tj. v našem případě TRV po 10 letech. Investice jsou sníženy o investice na prostou opravu.

Užijí se 3 základní nástroje posuzování investic:

⇒ **Metoda čisté současné hodnoty NPV** (Net Present Value). Čistá budoucí hodnota NPV je součet všech budoucích ročních výnosů za dobu ekonomické životnosti příslušné investice, přepočtených (diskontovaných) na současnost (na dobu, kdy byly peníze do investice vloženy) a od tohoto součtu je odečtena hodnota investice. Investice (projekt) je zisková, jestliže výsledná hodnota NPV je větší než 0. Výpočet je v tabulce 9-29

$$NPV = \left(\sum_{n=1}^{n=L} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_0$$

⇒ **Vnitřní výnosové procento IRR** (Internal Rate of Return). Vnitřní výnosové procento IRR se vyjadřuje v procentech a představuje hodnotu úrokové míry, při které by hodnota NPV byla právě rovna nule. Tento ukazatel je vhodný jako měřítko efektivnosti investice. Postačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor pozná, zda je výhodné do příslušného opatření investovat. Výpočet je v tabulce 9-30

$$0 = \left(\sum_{n=1}^{n=L} \frac{B_n}{(1+Q)^n} \right) - I_0$$

⇒ **Cashflow – roční přínosy projektu**. Tři základní ekonomické veličiny (NPV, IRR, PI) jsou základem orientačního ekonomického hodnocení investice bez zohlednění “ceny peněz” vloženého kapitálu. Rozhodujícím pro investiční rozhodnutí je analýza finančního toku, tj. vývoje finančních výnosů v jednotlivých letech využívání realizovaného opatření. Tento vývoj je znázorněn číselnou řadou hodnot jednotlivých činitelů uvedených ve vzorci pro výpočet čisté současné hodnoty. Počáteční investice $I + I_p$ (v roce 0, tj. před uvede-

ním opatření do provozu) je proti výnosům z úspor v letech jejich využívání záporná. Investor posuzuje, za jak dlouho se mu náklady vrátí a jak velký bude mít čistý výnos. Výnosy v budoucích letech se berou v diskontované formě. Průběh finančního toku se obvykle znázorňuje v tabulce a často též graficky. Průběh CCF (kumulovaný cashflow) je v tabulce 9-31

Metoda finanční analýzy není přesná pro ekonomické hodnocení budov, ve kterých je nutno některá opatření reinvestovat. Tyto reinvestice jednotlivých opatření s životností kratší než 50 let by měly být diskontovány na rok jejich zavedení při obnově. Tím se zvyšují celkové investiční náklady a finanční analýza tak pouze umožní stanovit orientačně rentabilitu celkové investice do budovy za dobu 50 let. Přesný výpočet poskytuje dále uvedený postup v části 9.5.1.5.

9.5.1.5 Anuitní půjčka

Anuitní půjčka spočívá v anuitním splacení (splacení stejnou částkou stanovenou tak, aby pokryla amortizaci úroků a splacení dluhu) po stanovenou dobu. V tabulce 9-32 a 9-33 jsou průběhy splacení počáteční půjčky a dílčích půjček po dobu životnosti 50 let. Metoda respektuje inflaci, růst ceny energie, různé délky půjček a různé úroky z ní. Investiční náklady na opatření, které je nutno v průběhu 50 let obnovovat, jsou diskontována. Umožní stanovit vliv vlastních prostředků na splacení a dosažení kladného CCF.

Je-li investice (velikosti **I** Kč) plně financována z bankovní půjčky, jsou

- ⇒ výnosy reprezentovány úsporami nákladů spotřeby energie a studené vody, úsporou nákladů na údržbu a případně jinými úsporami provozních nákladů
- ⇒ výdaje pak reprezentovány úhradou investičního úvěru a úroků z něj a náklady vyvolanými realizací investice sníženými o investici na prostou opravu.

Náklady a výnosy jsou stanovené v běžných cenách a zejména ve stálých cenách roku počáteční investice - roku 0.

Vývoj okrajových podmínek je zřejmý z tabulek.

9.5.1.6 Ekonomický výstup pro konečnou volbu optimální varianty

Souhrn potřebných údajů pro obě varianty opatření jsou v tabulce 9-34.

TABULKA 9-17

ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO EKONOMII

Stavební díl		plocha pro výpočet tepelné ztráty	Plochy do ekonomie		jednot. cena (v tis. Kč)		cena celkem (v tis. Kč)	
			upravená	počítaná	I. soubor opatření	II. soubor opatření	I. soubor opatření	II. soubor opatření
Průčeli	Železobetonový panel	1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,40	1,70	1 492,4	1 812,2
Šity								
Otvorové výplně	Okna dřevěná zdvojená	430,6	430,6	431,0	6,50	8,50	2 801,5	3 663,5
Podlaha do exteriéru								
Obvodové stěny bez výplní		1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,40	1,70	1 492,4	1 812,2
Otvorové výplně		430,6	430,6	431,0	6,50	8,50	2 801,5	3 663,5
Střecha	Střecha jednoplášťová	675,3	675,3	676,0	1,20	1,20	811,2	811,2
Střecha		675,3	675,3	676,0	1,20	1,20	811,2	811,2
Vnitřní konstrukce								
	Strop nad suterénem	675,3	675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Konstrukce NA a POD terénem								
Vnitřní konstrukce		675,3	675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Délka spár infiltrace		1 205,5	1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5
					0,08	0,08		
Infiltrace		1 205,5	1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5

TABULKA 9-18

ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO EKONOMII - PROSTÁ OPRAVA

Stavební díl	plocha pro výpočet tepelné ztráty	Plochy do ekonomie		jednot. cena (v tis. Kč)		cena celkem (v tis. Kč)		
		upravená	počítaná	I. soubor opatření	II. soubor opatření	I. soubor opatření	II. soubor opatření	
Průčelí	Železobetonový panel	1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,40	1,70	1 492,4	1 812,2
Štíty								
Otvorové výplně	Okna dřevěná zdvojená	430,6	430,6	431,0	6,50	8,50	2 801,5	3 663,5
Podlaha do exterié ru								
Obvodové stěny bez výplní		1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,40	1,70	1 492,4	1 812,2
Otvorové výplně		430,6	430,6	431,0	6,50	8,50	2 801,5	3 663,5
Střecha	Střecha jednodlášťová	675,3	675,3	676,0	1,20	1,20	811,2	811,2
Střecha		675,3	675,3	676,0	1,20	1,20	811,2	811,2
Vnitřní konstrukce								
	Strop nad suterénem	675,3	675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Konstrukce NA a POD terénem								
Vnitřní konstrukce		675,3	675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Délka spáry infiltrace		1 205,5	1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5
					0,08	0,08		
Infiltrace		1 205,5	1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5

TABULKA 9-19

 ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO EKONOMII - ROZDÍL CENY DANÝ ENERGETIC-
 KY VĚDOMOU OPRAVOU A PROSTOU OPRAVOU

Stavební díl	plocha pro výpočet tepelné ztráty	Plochy do ekonomie		jednot. cena (v tis. Kč)		cena celkem (v tis. Kč)		
		upravená	počítaná	I. soubor opatření	II. soubor opatření	I. soubor opatření	II. soubor opatření	
Železobetonový panel	1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,00	1,30	1 066,0	1 385,8	
Průčelí								
Štíty								
Okna dřevěná zdvojená	430,6	430,6	431,0	5,62	7,62	2 422,2	3 284,2	
				-0,88	-0,88			
	175,98							
Podlaha do exteriéru								
Obvodové stěny bez výplní		1 065,6	1 065,6	1 066,0	1,00	1,30	1 066,0	1 385,8
Otvorové výplně		430,6	430,6	431,0	5,62	7,62	2 422,2	3 284,2
Střecha	Střecha jednovrstevná	675,3	675,3	676,0	0,60	0,60	405,6	405,6
Střecha		675,3	675,3	676,0	0,60	0,60	405,6	405,6
Vnitřní konstrukce								
	Strop nad suterénem	675,3	675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Konstrukce NA a POD terénem								
Vnitřní konstrukce			675,3	676,0	0,80	0,80	540,8	540,8
Délka spáry infiltrace	1 205,5	1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5	
				0,08	0,08			
Infiltrace			1 205,5	1 206,0	0,08	0,08	96,5	96,5

TABULKA 9-20

INVESTIČNÍ NÁKLADY NA TZB A NÁKLADY NA ÚDRŽBU

Stavební funkční díl	modernizace/údržba	počet ks, kpl, m	doba životnosti v letech	cyklus údržby v letech pro opatření / investice u TZB					specifikace	jednotky	I. soubor opatření	II. soubor opatření
				léta	%	náklady v tis. Kč	I. soubor opatření	II. soubor opatření				
obvodové stěny bez výplně a vodorovné konstrukce do exteriéru	zateplení	1 066	50	15		0,250	0,250	0,250	údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok	0,0167	0,0167
	oprava			0					údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok		
	jiná			0					údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok		
otvorové výplně	výměna	431	50	10		0,600	0,100	0,100	údržba	tis.Kč/m ² .rok	0,0100	0,0100
	repase	431	30	10		0,300			údržba	tis.Kč/m ² .rok		
	jiná			0					údržba	tis.Kč/m ² .rok		
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	zateplení	676	50	0					údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok		
	jiná			0					údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok		
střechy	zateplení	676	50	10		0,360	0,360	0,360	údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok	0,0360	0,0360
	jiná			0					údržba povrchu	tis.Kč/m ² .rok		
infiltrace Qi	těsnění	1 206	15	15					údržba	tis.Kč/m ² .rok		
	jiná			0					údržba	tis.Kč/m ² .rok		
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	investice	109	30	30	1,0%	0,150			pořizovací náklady	tis.Kč/m.rok		
	výměna	109	30	30	1,0%	0,150	0,150	0,150	údržba	tis.Kč/m.rok	0,0015	0,0015
	repase		15	15	1,0%	0,010			údržba	tis.Kč/m.rok		
úprava zdroje tepla	investice	1	20						údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	výměna	1	20		2,0%	600,00	600,00	600,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	12,0000	12,0000
	oprava		10		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	investice		15						údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	instalace		15		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	úprava		10		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
úprava předávací stanice	investice		15						údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	výměna		15		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	176		10		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
ústřední regulace	investice	1	15		1,0%	152,00	152,00	152,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	1,5200	1,5200
	výměna		15		1,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	oprava		10		1,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
vyregulování otopné soustavy	investice	264	10		1,0%	0,10	0,10	0,10	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,0010	0,0010
	vypočet a seřízení	264	10		1,0%	0,10	0,10	0,10	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,0010	0,0010
	kontrola		10		1,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
individuální regulace (TRV...)	investice	264	20		1,5%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	výměna	264	20		1,5%	1,00	1,00	1,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,0150	0,0150
	oprava		10		1,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
VZT nucené větrání	investice	48	20		1,0%	90,00			údržba	tis.Kč/kpl.rok		
	instalace	48	20		1,0%	90,00	90,00	90,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,9000	0,9000
	oprava		15		2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
inteligence, regulace a energetické manažerství	investice	1	15		1,5%	40,00	40,00	40,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,6000	0,6000
	instalace		15		1,5%	40,00	40,00	40,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,6000	0,6000
	oprava		15		1,5%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
jiné - rozvody	investice	1	30						údržba	tis.Kč/m.rok		
	instalace	1	30		1,0%				údržba	tis.Kč/m.rok		
	oprava		30		1,0%				údržba	tis.Kč/m.rok		
část sdílení tepla - rozvody	investice	402	20						údržba	tis.Kč/m.rok		
	výměna	402	20		1,0%	0,15	0,15	0,15	údržba	tis.Kč/m.rok	0,0015	0,0015
	úprava				1,0%				údržba	tis.Kč/m.rok		
část sdílení tepla - výtokové armatury	investice	80	15						údržba	tis.Kč/ks.rok		
	výměna	80	15		1,0%	2,00	2,00	2,00	údržba	tis.Kč/ks.rok	0,0200	0,0200
	úprava				1,0%				údržba	tis.Kč/ks.rok		
část zdrojů - kotelna, TČ slunce	investice	1	20		2,0%	200,00	200,00	200,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	4,0000	4,0000
	výměna	1,00	20		2,0%	200,00	200,00	200,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	4,0000	4,0000
	úprava				2,0%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		
část akumulace	investice	1	15		1,0%	60,00	60,00	60,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,6000	0,6000
	instalace	1,00	15		1,0%	60,00	60,00	60,00	údržba	tis.Kč/kpl.rok	0,6000	0,6000
	úprava				2,5%				údržba	tis.Kč/kpl.rok		

TABULKA 9-21

EKONOMICKÝ A ENERGETICKÝ PŘEHLED

				referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření		
ČSN ČSN EN ISO 13790	obvodové stěny bez výplně	pro výpočet tepelné ztráty	tepelná ztráta	kW	6,8	32,1	16,4	8,5	
		1 065,55	potřeba tepla	GJ	40	232	98	46	
			úspora tepla	GJ/rok		0	134	186	
		1 066,00	jednotková cena	tis. Kč		0,00	1,00	1,30	
	otvorové výplně	pro výpočet tepelné ztráty	tepelná ztráta	kW	24,8	42,0	20,7	16,5	
		430,55	potřeba tepla	GJ	147	304	123	89	
			úspora tepla	GJ/rok		0	181	215	
		431,00	jednotková cena	tis. Kč		0,00	5,62	7,62	
	vnitřní svíslé a vodorovné konstrukce	pro výpočet tepelné ztráty	tepelná ztráta	kW	8,1	13,5	5,7	5,7	
		675,30	potřeba tepla	GJ	48	98	34	30	
			úspora tepla	GJ/rok		0	64	67	
		676,00	jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,80	0,80	
	střechy	pro výpočet tepelné ztráty	tepelná ztráta	kW	6,5	15,1	4,3	4,3	
		675,30	potřeba tepla	GJ	38,4	109,3	25,8	23,2	
			úspora tepla	GJ/rok		0	84	86	
		676,00	jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,60	0,60	
	infiltrace Qi	pro výpočet tepelné ztráty	tepelná ztráta	kW	30,3	30,3	30,3	30,3	
		1 205,54	potřeba tepla	GJ	0	219	0	0	
			úspora tepla	GJ/rok		0	0	0	
		1 206,00	jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,08	0,08	
	Celková úspora tepla na část rozvody - tepelná izolace				GJ/rok		0	29	30
			109	úspora tepla	GJ/rok		0	29	30
				jednotková cena	tis. Kč		0,000	0,150	0,150
	Celková úspora tepla na část zdroje tepla				GJ/rok		0	0	0
			1	úspora tepla	GJ/rok			35	23
	úprava zdroje tepla			jednotková cena	tis. Kč		0,00	600,00	600,00
			0	úspora tepla	GJ/rok				
	jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.			jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,00	0,00
			0	úspora tepla	GJ/rok				
	úprava předávací stanice			jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,00	0,00
	Celková úspora tepla na část sdílení tepla - nestejným rozložením teploty, ústřední a místní regulace, seřízení rozvodů				GJ/rok		0	252	264
			1	úspora tepla	GJ/rok		0	62	66
	ústřední regulace			jednotková cena	tis. Kč		0,00	152,00	152,00
			264	úspora tepla	GJ/rok		0	18	22
	vyregulování otopné soustavy			jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,10	0,10
			264	úspora tepla	GJ/rok		0	172	177
	individuální regulace (TRV...)			jednotková cena	tis. Kč		0,00	1,00	1,00
			48	úspora tepla	GJ/rok			132	141
	VZT nucené větrání			jednotková cena	tis. Kč		0,00	90,00	90,00
			1	úspora tepla	GJ/rok		0	23	18
	inteligence, regulace a energetické manažerství			jednotková cena	tis. Kč		0,00	40,00	40,00
			1	úspora tepla	GJ/rok				
	jiné - rozvody			jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,00	0,00
			402	úspora tepla	GJ/rok		0	71	71
část sdílení tepla - rozvody			jednotková cena	tis. Kč		0,00	0,15	0,15	
		80	úspora tepla	GJ/rok		0,00	24	24	
část sdílení tepla - výtokové armatury			jednotková cena	tis. Kč		0,00	2,00	2,00	
		1	úspora tepla	GJ/rok		0,00	0,00	0,00	
část zdrojů - kotelna, TČ slunce			jednotková cena	tis. Kč		0,00	200,00	200,00	
		1	úspora tepla	GJ/rok		0,00	0,00	0,00	
část akumulace			jednotková cena	tis. Kč		0,00	60,00	60,00	

TABULKA 9-22

PŘEHLED JEDNOTKOVÝCH CEN

		I. soubor opatření	II. soubor opatření
obvodové stěny bez výplně	jednotková cena na investici	1,40	1,70
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	1,00	1,30
otvorové výplně	jednotková cena na investici	6,50	8,50
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	5,62	7,62
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	jednotková cena na investici	0,80	0,80
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,80	0,80
střechy	jednotková cena na investici	1,20	1,20
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,60	0,60
infiltrace Qi	jednotková cena na investici	0,08	0,08
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,08	0,08
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	jednotková cena na investici	0,15	0,15
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,15	0,15
úprava zdroje tepla	jednotková cena na investici	600,00	600,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	300,00	300,00
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	jednotková cena na investici	0,00	0,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,00	0,00
úprava předávací stanice	jednotková cena na investici	0,00	0,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,00	0,00
ústřední regulace	jednotková cena na investici	152,00	152,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	152,00	152,00
vyregulování otopné soustavy	jednotková cena na investici	0,10	0,10
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,10	0,10
individuální regulace (TRV...)	jednotková cena na investici	1,00	1,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	1,00	1,00
VZT nucené větrání	jednotková cena na investici	90,00	90,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	60,00	60,00
intelligence, regulace a energetické manažerství	jednotková cena na investici	40,00	40,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	40,00	40,00
jiné - rozvody	jednotková cena na investici	0,00	0,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,00	0,00
část sdílení tepla - rozvody	jednotková cena na investici	0,15	0,15
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	0,15	0,15
část sdílení tepla - výtokové armatury	jednotková cena na investici	2,00	2,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	1,20	1,20
část zdrojů - kotelna, TČ slunce	jednotková cena na investici	200,00	200,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	100,00	100,00
část akumulace	jednotková cena na investici	60,00	60,00
	jednotková cena s uvažováním prosté obnovy	60,00	60,00

TABULKA 9-23 PROVOZNÍ A INVESTIČNÍ NÁKLADY PŘI UVAŽOVÁNÍ ZANEDBANÉ ÚDRŽBY

roční úspory			teplo			investiční náklady						
	teplo		úspora tepla v GJ/rok	finanční	výnosy - cena tepla v Kč/rok							
	varianta		3. varianta	4. varianta	3. varianta	4. varianta						
	I.		I. soubor opatření	II. soubor opatření	I. soubor opatření	II. soubor opatření						
	GJ / rok											
obvodové stěny bez výplní		0	134	186	0	73 536	101 956	1 066	50	1 066,0	1,30	1 385,8
otvorové výplně		0	181	215	0	98 997	117 903	431	50/30	2 422,2	7,62	3 284,2
vnitřní konstrukce		0	64	67	0	34 989	36 839	676	50	0,80	540,8	540,8
střechy		0	84	86	0	45 828	47 238	676	50	0,60	405,6	405,6
infiltrace		0	0	0	0	0	0	1 206	15	0,08	96,5	96,5
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob		0	29	30	0	15 693	16 191	109	30	0,15	16,3	16,3
jiné		0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,0
celkem konstrukce		0	491	584	0	269 042	320 127			4 547,4		5 729,2
úprava zdroje tepla		0	35	23	0	19 323	12 369	1	20	300,0	300,0	300
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.		0	0	0	0	0	0	0	15	0,0	0,0	0
úprava předávací stanice		0	0	0	0	0	0	0	15	0,0	0,0	0
jiné - rozvody		0	0	0	0	0	0	0	30	0,0	0,0	0
ústřední regulace		0	62	66	0	33 744	36 067	1	15	152,0	152,0	152
vyregulování otopné soustavy		0	18	22	0	10 103	11 849	264	10	0,1	26	26
individuální regulace (TRV...)		0	172	177	0	94 567	96 871	264	20	1,0	264	264
VZT nucené větrání		0	132	141	0	72 641	77 391	48	20	60,0	2 880	2 880
inteligence, regulace a energetické manažerství		0	23	18	0	12 573	9 811	1	15	40,0	40,0	40
celkem vytápění		0	443	446	0	242 951	244 357			3 662		3 662
část zdrojů - kotelna, TČ, slunce		0	0	0	0	0	0	1	20	100,0	100,0	100
část akumulace		0	0	0	0	0	0	1	15	60,0	60,0	60
část sdílení tepla - rozvody		0	71	71	0	39 084	39 084	402	20	0,15	60	60
část sdílení tepla - výtokové armatury		0	24	24	0	13 374	13 374	80	15	96	1,2	96
celkem příprava TV		0	96	96	0	52 458	52 458			316		316
celkem vytápění a TV		0	539	541	0	295 409	296 815			3 979		3 979
celkem modernizace		0	1 029	1 125	0	564 451	616 942			8 526		9 708

TABULKA 9-24

NÁKLADY NA ÚDRŽBU NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

	plocha / délka / ks / komplet	cena za jednotku	roční náklady	cena za jednotku	roční náklady
		3. varianta		4. varianta	
	specifikace	I. soubor opatření		II. soubor opatření	
	m²; m; ks; kpl	tis. Kč			
obvodové stěny bez výplní	1 066	0,017	17,77	0,017	17,77
otvorové výplně	431	0,010	4,31	0,010	4,31
vnitřní konstrukce	676	0,000	0,00	0,000	0,00
střechy	676	0,036	24,34	0,036	24,34
infiltrace	1 206	0,000	0,00	0,000	0,00
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	109	0,002	0,16	0,002	0,16
jiné			0,00		0,00
celkem konstrukce			46,58		46,58
úprava zdroje tepla	1,00	12,000	12,00	12,000	12,00
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
úprava předávací stanice	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
jiné - rozvody	1,00	0,000	0,00	0,000	0,00
ústřední regulace	1,00	1,520	1,52	1,520	1,52
vyregulování otopné soustavy	264,00	0,001	0,26	0,001	0,26
individuální regulace (TRV...)	264,00	0,015	3,96	0,015	3,96
VZT nucené větrání	48,00	0,900	43,20	0,900	43,20
inteligence, regulace a energetické manažerství	1,00	0,600	0,60	0,600	0,60
celkem vytápění			61,54		61,54
část zdrojů - kotelna, TČ slunce	1,00	4,000	4,00	4,000	4,00
část akumulace	1,00	0,600	0,60	0,600	0,60
část sdílení tepla - rozvody	175,98	0,002	0,26	0,002	0,26
část sdílení tepla - výtokové armatury	80,00	0,020	1,60	0,020	1,60
celkem příprava TV			6,46		6,46
celkem vytápění a TV			68,01		68,01
celkem modernizace			114,58		114,58

TABULKA 9-25

ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ NA ÚDRŽBU NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

	plocha / délka / ks / komplet	rozdílová cena za jednotku	roční náklady	rozdílová cena za jednotku	roční náklady
	specifikace	3. varianta		4. varianta	
		I. soubor opatření		II. soubor opatření	
	m ² ; m; ks; kpl	tis. Kč			
obvodové stěny bez výplně	1 066	0,007	7,107	0,007	7,107
otvorové výplně	431	0,030	12,930	0,030	12,930
vnitřní konstrukce	676	0,000	0,000	0,000	0,000
střechy	676	0,000	0,000	0,000	0,000
infiltrace	1 206	0,000	0,000	0,000	0,000
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	109	0,000	0,000	0,000	0,000
jiné			0,000		0,000
celkem konstrukce			20,037		20,037
úprava zdroje tepla	1	-6,000	-6,00	-6,000	-6,00
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0	0,000	0,00	0,000	0,00
úprava předávací stanice	0	0,000	0,00	0,000	0,00
jiné - rozvody	1	0,000	0,00	0,000	0,00
ústřední regulace	1	-1,520	-1,52	-1,520	-1,52
vyregulování otopné soustavy	264	-0,001	-0,26	-0,001	-0,26
individuální regulace (TRV...)	264	-0,015	-3,96	-0,015	-3,96
VZT nucené větrání	48	-0,300	-14,40	-0,300	-14,40
inteligence, regulace a energetické manažerství	1	-0,600	-0,60	-0,600	-0,60
celkem vytápění			-26,74		-26,74
část zdrojů - kotelna, TČ slunce	1	-2,000	-2,00	-2,000	-2,00
část akumulace	1	-0,600	-0,60	-0,600	-0,60
část sdílení tepla - rozvody	176	-0,002	-0,26	-0,002	-0,26
část sdílení tepla - výtokové armatury	80	-0,012	-0,96	-0,012	-0,96
celkem příprava TUV			-3,82		-3,82
celkem vytápění a TUV			-30,57		-30,57
celkem modernizace			-10,53		-10,53

TABULKA 9-26 PROVOZNÍ A INVESTIČNÍ NÁKLADY BEZ UVAŽOVÁNÍ ZANEDBANÉ ÚDRŽBY (S
 POŘIZOVACÍMI NÁKLADY) - STAVEBNÍ KONSTRUKCE, VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TV

	teplo				investiční náklady					
	úspora tepla v GJ/rok		výnosy - cena tepla v Kč/rok		plocha / délka / ks / komplet	životnost opatření	cena za jednotku	investiční náklady	cena za jednotku	investiční náklady
	3. varianta	4. varianta	3. varianta	4. varianta						
	I. soubor opatření	II. soubor opatření	I. soubor opatření	II. soubor opatření	specifikace	roky	I. soubor opatření	II. soubor opatření		
					m ² , m; ks; kpl	tis. Kč				
obvodové stěny bez výplní otvorové výplně vnitřní konstrukce střechy infiltrace tepelné izolace potrubí, armatur a nádob jiné	134	186	73 536	101 956	1 066	50	1,40	1 492,4	1,70	1 812,2
	181	215	98 997	117 903	431	50	6,50	2 801,5	8,50	3 663,5
	64	67	34 989	36 839	676	50	0,80	540,8	0,80	540,8
	84	86	45 828	47 238	676	50	1,20	811,2	1,20	811,2
	0	0	0	0	1 206	15	0,08	96,5	0,08	96,5
	29	30	15 693	16 191	109	30	0,15	16,3	0,15	16,3
	0	0	0	0	0		0,00	0,0	0,00	0,0
	491	584	269 042	320 127				5 758,7		6 940,5
úprava zdroje tepla jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd. úprava předávací stanice jiné - rozvody ústřední regulace vyregulování otopné soustavy individuální regulace (TRV...) VZT nucené větrání inteligence, regulace a energetické manažerství celkem vytápění	35	23	19 323	12 369	1	20	600,0	600	600,0	600
	0	0	0	0	0	15	0,0	0	0,0	0
	0	0	0	0	0	15	0,0	0	0,0	0
	0	0	0	0	1	30	0,0	0	0,0	0
	62	66	33 744	36 067	1	15	152,0	152	152,0	152
	18	22	10 103	11 849	264	10	0,1	26	0,1	26
	172	177	94 567	96 871	264	20	1,0	264	1,0	264
	132	141	72 641	77 391	48	20	90,0	4 320	90,0	4 320
	23	18	12 573	9 811	1	15	40,0	40	40,0	40
	443	446	242 951	244 357				5 402		5 402
část zdrojů - kotelna, TČ slunce část akumulace část sdílení tepla - rozvody část sdílení tepla - výtokové armatury celkem příprava TV celkem vytápění a TV celkem modernizace	0	0	0	0	1	20	200,0	200	200,0	200
	0	0	0	0	1	15	60,0	60	60,0	60
	71	71	39 084	39 084	402	20	0,15	60	0,15	60
	24	24	13 374	13 374	80	15	2,0	160	2,0	160
	96	96	52 458	52 458				480		480
	539	541	295 409	296 815				5 882,8		5 882,8
	1 029	1 125	564 451	616 942				11 641		12 823

TABULKA 9-27

PROSTÁ NÁVRATNOST; UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA

Základní údaje o agregátu - I. soubor opatření

skupina opatření ω_j	životnost L_j (let)	inv. náklady I_j (tis. Kč)	odpisy $Y_j=I_j/L_j$ (tis. Kč/rok)	výnosy V_j (tis. Kč/rok)	prostá návratnost $T_j=I_j/V_j$ (let)
ω_1	50	4 435	89	273 386	16,22
ω_2	30	16	1	15 693	1,04
ω_3	20	3 604	180	198 991	18,11
ω_4	15	444	30	56 011	7,94
ω_5	10	26	3	9 839	2,68
celkem (na byt)	L	I	Y	V	
	50	8 526	302	553 919	X
176			I_p	6 560	
	Kč	27 695 973	$\geq$	15 086 300	
$L \cdot V \geq I + I_p$					
splněno, investice je pro celý agregát opatření návratná					
ZISK	$Z = L \cdot V - (I + I_p)$		Z	12 609 674	$Z_{NEJVÝŠE} \leq L \cdot (V - Y)$
			Z nejvýše	12 609 674	
RENTABILITA	$R = \frac{L \cdot V}{(I + I_p)} - 1$		R	0,84	$R_{NEJVÝŠE} \leq \frac{V}{Y} - 1$
			R nejvýše	0,84	

Základní údaje o agregátu - II. soubor opatření

skupina opatření ω_j	životnost L_j (let)	inv. náklady I_j (tis. Kč)	odpisy $Y_j=I_j/L_j$ (tis. Kč/rok)	výnosy V_j (tis. Kč/rok)	prostá návratnost $T_j=I_j/V_j$ (let)
ω_1	50	5 616	112	323 973	17,34
ω_2	30	16	1	16 191	1,01
ω_3	20	3 604	180	199 091	18,10
ω_4	15	444	30	55 571	8,00
ω_5	10	26	3	11 585	2,28
celkem (na byt)	L	I	Y	V	
	50	9 708	325	606 411	X
			I_p	6 560	
	Kč	30 320 533	$\geq$	16 268 100	
$L \cdot V \geq I + I_p$					
splněno, investice je pro celý agregát opatření návratná					
ZISK	$Z = L \cdot V - (I + I_p)$		Z	14 052 433	$Z_{NEJVÝŠE} \leq L \cdot (V - Y)$
			Z nejvýše	14 052 433	
RENTABILITA	$R = \frac{L \cdot V}{(I + I_p)} - 1$		R	0,86	$R_{NEJVÝŠE} \leq \frac{V}{Y} - 1$
			R nejvýše	0,86	

rok 2008 = 0																						
I. soubor opatření																						
rok 2008 = 0	-8 526																					
1	-7 972	11	-2 459	21	-995	31	4 062	41	7 773													
2	-7 418	12	-1 906	22	-442	32	4 616	42	8 327													
3	-6 864	13	-1 352	23	112	33	5 170	43	8 881													
4	-6 310	14	-798	24	666	34	5 724	44	9 434													
5	-5 757	15	-688	25	1 220	35	6 278	45	9 842													
6	-5 203	16	-134	26	1 774	36	6 832	46	10 396													
7	-4 649	17	420	27	2 328	37	7 386	47	10 950													
8	-4 095	18	974	28	2 882	38	7 939	48	11 503													
9	-3 541	19	1 527	29	3 436	39	8 493	49	12 057													
10	-3 013	20	-1 549	30	3 508	40	7 219	50	12 611													
Prostá návratnost v rozmezí:										22,0												
										-442												
										112												
										22,8												
$T = \in \left\langle \frac{I}{V}; \frac{I + Ip}{V} \right\rangle$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>I</th> <th>8 526</th> <th>I / V</th> <th>15,4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Ip</th> <td>6 560</td> <td>(I+Ip) / V</td> <td>27,2</td> </tr> <tr> <th>V</th> <td>554</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										I	8 526	I / V	15,4	Ip	6 560	(I+Ip) / V	27,2	V	554			NÁVRATNOST V LETECH
I	8 526	I / V	15,4																			
Ip	6 560	(I+Ip) / V	27,2																			
V	554																					
II. soubor opatření																						
rok 2008 = 0	-9 708																					
1	-9 102	11	-3 064	21	-1 075	31	4 507	41	8 743													
2	-8 495	12	-2 457	22	-469	32	5 114	42	9 349													
3	-7 889	13	-1 851	23	138	33	5 720	43	9 956													
4	-7 282	14	-1 245	24	744	34	6 327	44	10 562													
5	-6 676	15	-1 083	25	1 351	35	6 933	45	11 022													
6	-6 070	16	-476	26	1 957	36	7 540	46	11 628													
7	-5 463	17	130	27	2 563	37	8 146	47	12 235													
8	-4 857	18	737	28	3 170	38	8 752	48	12 841													
9	-4 250	19	1 343	29	3 776	39	9 359	49	13 448													
10	-3 670	20	-1 681	30	3 901	40	8 137	50	14 054													
Prostá návratnost v rozmezí:										22,0												
										-469												
										138												
										22,8												
$T = \in \left\langle \frac{I}{V}; \frac{I + Ip}{V} \right\rangle$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>I</th> <th>9 708</th> <th>I / V</th> <th>16,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Ip</th> <td>6 560</td> <td>(I+Ip) / V</td> <td>26,8</td> </tr> <tr> <th>V</th> <td>606</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										I	9 708	I / V	16,0	Ip	6 560	(I+Ip) / V	26,8	V	606			NÁVRATNOST V LETECH
I	9 708	I / V	16,0																			
Ip	6 560	(I+Ip) / V	26,8																			
V	606																					

TABULKA 9-29

FINANČNÍ ANALÝSA - NVP, PI (PŘI UVAŽOVÁNÍ ZANEDBANÉ ÚDRŽBY)

I. soubor opatření					II. soubor opatření				
výnos 2	inlace	úrok 1	počáteční investice I_2+Ip_2		výnos 3	inlace	úrok 1	počáteční investice I_3+Ip_3	
553,9	4%	5,60%	15 086		606,4	4%	5,60%	16 268	
v tisících Kč					v tisících Kč				
roční výnos	kumulo- vané výnosy	počáteční investice	NPV	PI	roční výnos	kumulo- vané výnosy	počáteční investice	NPV	PI
543	543	15 086	-14 543	-0,96	595	595	16 268	-15 673	-0,96
533	1 076	15 086	-14 010	-0,93	583	1 178	16 268	-15 090	-0,93
523	1 599	15 086	-13 488	-0,89	572	1 750	16 268	-14 518	-0,89
513	2 111	15 086	-12 975	-0,86	561	2 311	16 268	-13 957	-0,86
503	2 614	15 086	-12 472	-0,83	550	2 862	16 268	-13 407	-0,82
493	3 107	15 086	-11 979	-0,79	540	3 401	16 268	-12 867	-0,79
484	3 590	15 086	-11 496	-0,76	529	3 931	16 268	-12 337	-0,76
474	4 065	15 086	-11 022	-0,73	519	4 450	16 268	-11 818	-0,73
465	4 530	15 086	-10 557	-0,70	509	4 959	16 268	-11 309	-0,70
456	4 986	15 086	-10 100	-0,67	499	5 458	16 268	-10 810	-0,66
447	5 433	15 086	-9 653	-0,64	490	5 948	16 268	-10 320	-0,63
439	5 872	15 086	-9 214	-0,61	480	6 428	16 268	-9 840	-0,60
430	6 302	15 086	-8 784	-0,58	471	6 900	16 268	-9 369	-0,58
422	6 724	15 086	-8 362	-0,55	462	7 362	16 268	-8 906	-0,55
414	7 138	15 086	-7 948	-0,53	453	7 815	16 268	-8 453	-0,52
406	7 544	15 086	-7 542	-0,50	444	8 259	16 268	-8 009	-0,49
398	7 943	15 086	-7 144	-0,47	436	8 695	16 268	-7 573	-0,47
391	8 333	15 086	-6 753	-0,45	428	9 123	16 268	-7 145	-0,44
383	8 716	15 086	-6 370	-0,42	419	9 542	16 268	-6 726	-0,41
376	9 092	15 086	-5 995	-0,40	411	9 953	16 268	-6 315	-0,39
368	9 460	15 086	-5 626	-0,37	403	10 357	16 268	-5 911	-0,36
361	9 822	15 086	-5 265	-0,35	396	10 752	16 268	-5 516	-0,34
354	10 176	15 086	-4 910	-0,33	388	11 140	16 268	-5 128	-0,32
348	10 523	15 086	-4 563	-0,30	381	11 521	16 268	-4 747	-0,29
341	10 864	15 086	-4 222	-0,28	373	11 894	16 268	-4 374	-0,27
334	11 199	15 086	-3 888	-0,26	366	12 260	16 268	-4 008	-0,25
328	11 527	15 086	-3 560	-0,24	359	12 619	16 268	-3 649	-0,22
322	11 848	15 086	-3 238	-0,21	352	12 971	16 268	-3 297	-0,20
315	12 164	15 086	-2 923	-0,19	345	13 316	16 268	-2 952	-0,18
309	12 473	15 086	-2 613	-0,17	339	13 655	16 268	-2 613	-0,16
303	12 776	15 086	-2 310	-0,15	332	13 987	16 268	-2 281	-0,14
298	13 074	15 086	-2 012	-0,13	326	14 313	16 268	-1 955	-0,12
292	13 366	15 086	-1 720	-0,11	320	14 632	16 268	-1 636	-0,10
286	13 652	15 086	-1 434	-0,10	313	14 946	16 268	-1 322	-0,08
281	13 933	15 086	-1 154	-0,08	307	15 253	16 268	-1 015	-0,06
275	14 208	15 086	-878	-0,06	301	15 554	16 268	-714	-0,04
270	14 478	15 086	-608	-0,04	296	15 850	16 268	-418	-0,03
265	14 743	15 086	-343	-0,02	290	16 140	16 268	-128	-0,01
260	15 003	15 086	-84	-0,01	284	16 424	16 268	156	0,01
255	15 257	15 086	171	0,01	279	16 703	16 268	435	0,03
250	15 507	15 086	421	0,03	274	16 977	16 268	709	0,04
245	15 752	15 086	666	0,04	268	17 245	16 268	977	0,06
240	15 993	15 086	906	0,06	263	17 508	16 268	1 240	0,08
236	16 228	15 086	1 142	0,08	258	17 766	16 268	1 498	0,09
231	16 460	15 086	1 373	0,09	253	18 019	16 268	1 751	0,11
227	16 686	15 086	1 600	0,11	248	18 268	16 268	1 999	0,12
222	16 909	15 086	1 822	0,12	243	18 511	16 268	2 243	0,14
218	17 127	15 086	2 041	0,14	239	18 750	16 268	2 482	0,15
214	17 341	15 086	2 254	0,15	234	18 984	16 268	2 716	0,17
210	17 551	15 086	2 464	0,16	230	19 214	16 268	2 946	0,18

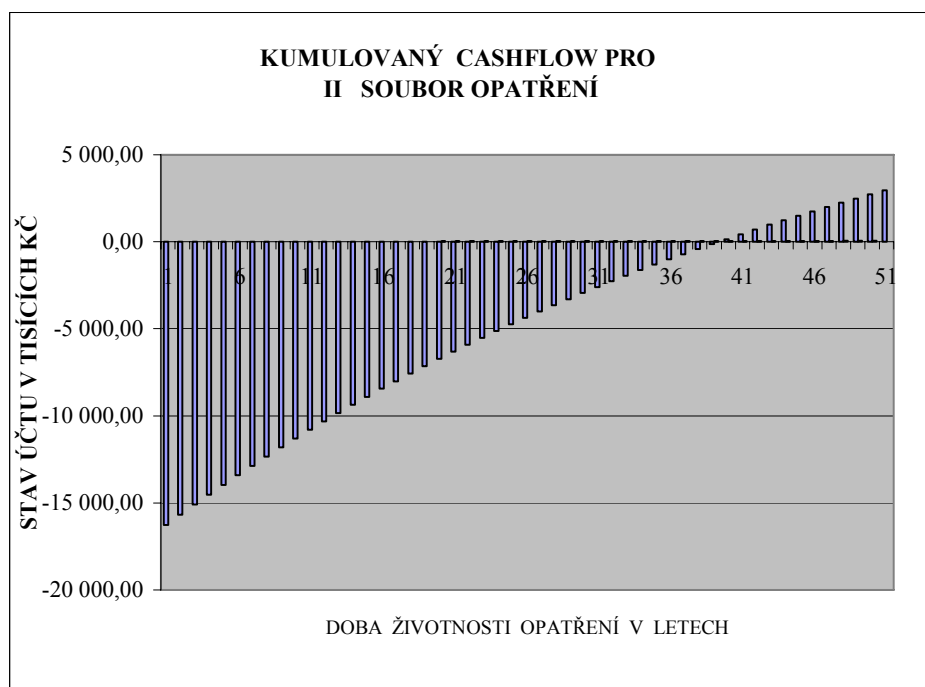
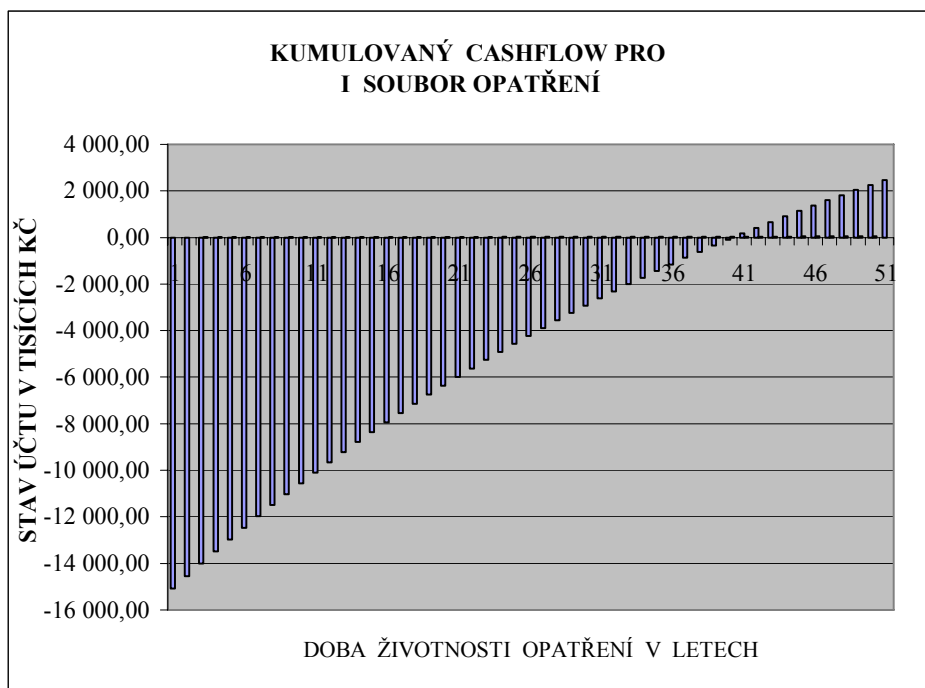
TABULKA 9-30

FINANČNÍ ANALÝSA - IRR; UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA

I. soubor opatření					II. soubor opatření				
výnos 2	inlace	IRR2	počáteční investice I_2+Ip_2		výnos 3	inlace	IRR3	počáteční investice I_3+Ip_3	
553,9	4%	4,70%	15 086		606,4	4%	4,80%	16 268	
v tisících Kč					v tisících Kč				
roční výnos	kumulo- vané výnosy	počáteční investice	NPV	PI	roční výnos	kumulo- vané výnosy	počáteční investice	NPV	PI
150	15 259	15 086	172	0,01	157	16 387	16 268	119	0,01

TABULKA 9-31

KUMULOVANÝ CASHFLOW; UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA



TABULKA 9-32 ANUITNÍ SPLÁCENÍ PŮJČKY PRO SOUBOR OPATŘENÍ PO DOBU ŽIVOTNOSTI 50 LET; I, UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA

0 rok		I (C) v tisících Kč	8 526,2	I. soubor opatření							
		Vlastní podíl v % investice	0%	rok	výnos=energetické úspory		splátka dluhu		CCF	půjčené prostředky	CCF
		D v%	3		běžné ceny	stálé ceny roku 0	běžné ceny	stálé ceny roku 0	stálé ceny roku 0	běžné ceny	běžné ceny
		d	0,03		tisíce Kč		tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
		B v%	2		0	553,9				8 526,2	
		β	1,02	1	565,0	548,5	855,1	830,2	-281,6		-301,2
		Q v%	5,6	2	576,3	543,2	855,1	806,0	-544,4		-591,2
		q	0,056	3	587,8	537,9	855,1	782,5	-789,0		-870,0
		n v letech	15	4	599,6	532,7	855,1	759,7	-1 016,0		-1 137,3
		L v letech	50	5	611,6	527,5	855,1	737,6	-1 226,0		-1 392,8
		A v Kč	855,1	6	623,8	522,4	855,1	716,1	-1 419,7		-1 636,3
10 rok				15 rok							
I (C) v tisících Kč	35,5	I (C) v tisících Kč	692,5	7	636,3	517,4	855,1	695,3	-1 597,6		-1 867,6
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%	8	649,0	512,3	855,1	675,0	-1 760,3		-2 086,4
D v%	3	D v%	3	9	662,0	507,4	855,1	655,3	-1 908,3	35,5	-2 292,4
d	0,03	d	0,03	10	675,2	502,4	855,1	636,3	-2 042,1		-2 485,5
B v%	1	B v%	1	11	688,7	497,6	863,3	623,6	-2 168,2		-2 673,6
β	1,01	β	1,01	12	702,5	492,7	863,3	605,5	-2 281,0		-2 848,1
Q v%	5	Q v%	5	13	716,6	487,9	863,3	587,8	-2 380,9		-3 008,9
q	0,05	q	0,05	14	730,9	483,2	863,3	570,7	-2 468,4	692,5	-3 155,6
n v letech	5	n v letech	15	15	745,5	478,5	863,3	554,1	-2 544,0		-3 288,0
L v letech	10	L v letech	15	16	760,4	473,9	863,3	537,0	-2 611,7		-3 409,2
A v Kč	8,2	A v Kč	66,7	17	775,6	469,3	863,3	520,9	-2 682,8		-3 525,5
20 rok				30 rok							
I (C) v tisících Kč	6 557,6	I (C) v tisících Kč	1 182,5	18	791,1	464,7	863,3	504,9	-2 757,3		-3 641,8
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%	19	807,0	460,2	863,3	489,8	-2 835,2	6 557,6	-4 822,2
D v%	175,98476	D v%	3	20	823,1	455,7	863,3	475,7	-2 917,1		-5 000,0
d	1,7598476	d	0,03	21	839,6	451,3	863,3	462,6	-3 002,0		-5 181,1
B v%	1	B v%	1	22	856,3	446,9	863,3	450,5	-3 092,9		-5 366,0
β	1,01	β	1,01	23	873,5	442,6	863,3	439,4	-3 189,4		-5 555,4
Q v%	5	Q v%	5	24	890,9	438,3	863,3	429,3	-3 290,3		-5 749,3
q	0,05	q	0,05	25	908,8	434,0	863,3	420,2	-3 395,2		-5 947,7
n v letech	5	n v letech	15	26	926,9	429,8	863,3	412,1	-3 505,1		-6 150,6
L v letech	10	L v letech	15	27	945,5	425,6	863,3	405,0	-3 619,0		-6 358,0
A v Kč	1 514,6	A v Kč	113,9	28	964,4	421,5	863,3	398,9	-3 736,9		-6 569,9
40 rok				45 rok							
I (C) v tisících Kč	11 843,7	I (C) v tisících Kč	554,7	29	983,7	417,4	863,3	392,8	-3 858,8	1 182,5	-1 13,5
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%	30	1 003,3	413,4	863,3	387,7	-3 985,7		1 030,4
D v%	3	D v%	3	31	1 023,4	409,4	863,3	382,6	-4 116,6		1 919,8
d	0,03	d	0,03	32	1 043,9	405,4	863,3	377,5	-4 251,5		2 829,3
B v%	1	B v%	1	33	1 064,8	401,4	863,3	372,4	-4 390,4		3 759,3
β	1,01	β	1,01	34	1 086,1	397,5	863,3	367,3	-4 533,3		4 710,1
Q v%	5	Q v%	5	35	1 107,8	393,7	863,3	362,2	-4 680,2		5 682,2
q	0,05	q	0,05	36	1 129,9	389,9	863,3	357,1	-4 831,1		6 676,1
n v letech	5	n v letech	15	37	1 152,5	386,1	863,3	352,0	-4 986,0		7 692,1
L v letech	10	L v letech	15	38	1 175,6	382,3	863,3	346,9	-5 144,9		8 730,7
A v Kč	2 735,6	A v Kč	53,4	39	1 199,1	378,6	863,3	341,8	-5 307,8	11 843,7	9 792,3
				40	1 223,1	374,9	863,3	336,7	-5 474,7		10 877,5
				41	1 247,5	371,3	863,3	331,6	-5 645,6		11 975,1
				42	1 272,5	367,7	863,3	326,5	-5 820,5		13 086,1
				43	1 297,9	364,1	863,3	321,4	-6 000,4		14 201,1
				44	1 323,9	360,6	863,3	316,3	-6 184,4	554,7	15 320,5
				45	1 350,4	357,1	863,3	311,2	-6 372,4		16 454,5
				46	1 377,4	353,6	863,3	306,1	-6 564,4		17 602,5
				47	1 404,9	350,2	863,3	301,0	-6 760,4		18 764,5
				48	1 433,0	346,8	863,3	295,9	-6 960,4		19 940,5
				49	1 461,7	343,4	863,3	290,8	-7 164,4		21 130,5
				50	1 490,9	340,1	863,3	285,7	-7 372,4		22 344,5
						21 810,6	37 095,1	19 053,3		29 392,6	
D	je	roční míra inflace (vyjádřená v %)									
d	je	D/100									
Q	je	roční úroková míra vyjádřená v % pro půjčky									
q	je	dáno vztahem Q/100									

TABULKA 9-33 ANUITNÍ SPLÁCENÍ PŮJČKY PRO SOUBOR OPATŘENÍ PO DOBU ŽIVOTNOSTI 50 LET; II; UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA

0 rok	I (C) v tisících Kč	9 708,0
	Vlastní podíl v % investice	0%
	D v%	3
	d	0,03
	B v%	2
	β	1,02
	Q v%	5,6
	q	0,056
	n v letech	15
	L v letech	50
A v Kč		973,6

II. soubor opatření							
rok	výnos=energetické úspory		splátka dluhu		CCF	půjčené prostředky	CCF
	běžné ceny	stálé ceny roku 0	běžné ceny	stálé ceny roku 0	stálé ceny roku 0	běžné ceny	běžné ceny
	tisíce Kč		tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	606,4					9 708,0	
1	618,5	600,5	973,6	945,2	-344,7		-367,2
2	630,9	594,7	973,6	917,7	-667,7		-722,3
3	643,5	588,9	973,6	891,0	-969,8		-1 064,9
4	656,4	583,2	973,6	865,0	-1 251,6		-1 395,0
5	669,5	577,5	973,6	839,8	-1 513,9		-1 712,2
6	682,9	571,9	973,6	815,4	-1 757,4		-2 016,3
7	696,6	566,4	973,6	791,6	-1 982,6		-2 307,0
8	710,5	560,9	973,6	768,6	-2 190,3		-2 584,0
9	724,7	555,4	973,6	746,2	-2 381,1	35,5	-2 847,1
10	739,2	550,0	973,6	724,4	-2 555,5		-3 096,0
11	754,0	544,7	981,8	709,3	-2 720,0		-3 338,6
12	769,1	539,4	981,8	688,6	-2 869,2		-3 566,4
13	784,5	534,2	981,8	668,6	-3 003,6		-3 779,1
14	800,1	529,0	981,8	649,1	-3 123,7	692,5	-3 976,4
15	816,1	523,9	981,8	630,2	-3 230,0		-4 158,1
16	832,5	518,8	66,7	41,6	-2 752,8		-3 408,6
17	849,1	513,7	66,7	40,4	-2 279,5		-2 642,9
18	866,1	508,7	66,7	39,2	-1 809,9		-1 860,5
19	883,4	503,8	66,7	38,0	-1 344,1	6 557,6	-1 061,1
20	901,1	498,9	66,7	36,9	-882,2		-244,4
21	919,1	494,1	74,9	40,3	-428,4		581,8
22	937,5	489,3	74,9	39,1	21,8		1 426,0
23	956,2	484,5	74,9	38,0	468,4		2 288,6
24	975,4	479,8	74,9	36,9	911,4		3 169,9
25	994,9	475,2	74,9	35,8	1 350,7		4 070,4
26	1 014,8	470,5	66,7	30,9	1 790,3		4 998,6
27	1 035,1	466,0	66,7	30,0	2 226,3		5 946,6
28	1 055,8	461,5	66,7	29,2	2 658,6		6 915,0
29	1 076,9	457,0	66,7	28,3	3 087,2	1 182,5	7 904,1
30	1 098,4	452,5	66,7	27,5	3 512,3		8 914,2
31	1 120,4	448,1	113,9	45,6	3 914,9		9 898,7
32	1 142,8	443,8	113,9	44,2	4 314,4		10 905,2
33	1 165,7	439,5	113,9	43,0	4 711,0		11 934,1
34	1 189,0	435,2	113,9	41,7	5 104,5		12 985,8
35	1 212,8	431,0	113,9	40,5	5 495,0		14 060,9
36	1 237,0	426,8	113,9	39,3	5 882,5		15 159,7
37	1 261,7	422,7	113,9	38,2	6 267,0		16 282,8
38	1 287,0	418,6	113,9	37,1	6 648,5		17 430,6
39	1 312,7	414,5	113,9	36,0	7 027,0	11 843,7	18 603,6
40	1 339,0	410,5	113,9	34,9	7 402,6		19 802,4
41	1 365,8	406,5	2 849,5	848,1	6 960,9		18 291,9
42	1 393,1	402,5	2 849,5	823,4	6 540,1		16 808,1
43	1 420,9	398,6	2 849,5	799,4	6 139,3		15 351,7
44	1 449,4	394,8	2 849,5	776,1	5 758,0	554,7	13 923,1
45	1 478,3	390,9	2 849,5	753,5	5 395,4		12 522,9
46	1 507,9	387,1	53,4	13,7	5 768,8		13 947,8
47	1 538,1	383,4	53,4	13,3	6 138,8		15 402,3
48	1 568,8	379,7	53,4	12,9	6 505,6		16 886,9
49	1 600,2	376,0	53,4	12,6	6 869,0		18 402,3
50	1 632,2	372,3	53,4	12,2	7 229,1		19 949,1
		23 877,4	31 340,8	16 648,3		30 574,4	

10 rok		15 rok			
I (C) v tisících Kč	35,5	I (C) v tisících Kč	692,5		
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%		
D v%	3	D v%	3		
d	0,03	d	0,03		
B v%	2	B v%	2		
β	1,01	β	1,01		
Q v%	5	Q v%	5		
q	0,05	q	0,05		
n v letech	15	n v letech	15		
L v letech	10	L v letech	15		
A v Kč		8,2 A v Kč		66,7	
20 rok		30 rok			
I (C) v tisících Kč	6 557,6	I (C) v tisících Kč	1 182,5		
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%		
D v%	176	D v%	3		
d	1,7598476	d	0,03		
B v%	2	B v%	2		
β	1,01	β	1,01		
Q v%	5	Q v%	5		
q	0,05	q	0,05		
n v letech	15	n v letech	15		
L v letech	10	L v letech	15		
A v Kč		1 514,6 A v Kč		113,9	
40 rok		45 rok			
I (C) v tisících Kč	11 843,7	I (C) v tisících Kč	554,7		
Vlastní podíl v % investice	0%	Vlastní podíl v % investice	0%		
D v%	3	D v%	3		
d	0,03	d	0,03		
B v%	2	B v%	2		
β	1,01	β	1,01		
Q v%	5	Q v%	5		
q	0,05	q	0,05		
n v letech	15	n v letech	15		
L v letech	10	L v letech	15		
A v Kč		2 735,6 A v Kč		53,4	
P	je	(čistá) roční úroková míra vyjádřená v % pro vklady v roce j-tém			
p	je	dáno vztahem P/100			
B	je	roční vzrůst/pokles ceny energie (%)			
β	je	dán vztahem 1+B/100			

TABULKA 9-34

PŘEHLED EKONOMICKÝCH ROZBORŮ; UVAŽUJE SE ZANEDBANÁ ÚDRŽBA

T_z - doba hodnocení projektu			50 let	I. soubor opatření	II. soubor opatření	poznámka
1.	prosta návratnost	návratnost opatření s dobou životnosti v letech	50 let	16,22	17,34	Uvažuje se počáteční investice pro celkový soubor opatření a doplňkové investice jednotlivých souborů opatření s životností 10, 15 a 30 let po dobu 50 let, a to v 10, 15, 20, 30, 45 roku životnosti modernizace. Není uvažována hodnota výnosu a investice s ohledem na inflaci, diskontní sazby půjček a růst ceny energie;
2.			30 let	1,04	1,01	
3.			20 let	18,11	18,10	
4.			15 let	7,94	8,00	
5.			10 let	2,68	2,28	
6.		zisk v tis. Kč	za 50 let	12 610	14 052	
7.	finanční analýza	rentabilita	Kč/na invest. Kč	0,84	0,86	Za dobu životnosti opatření 50 let; uvažuje se obnova opatření s kratší životností než 50 let, inflace 4%, růst ceny energie 2%, úrok 5,6% průběh CCF na obr. 6;
8.		T_s - návratnost souboru opatření	v letech	22,8	22,8	
9.		$NPV - I + I_p$	v tis. Kč	2 464	2 946	
10.		$PI - I + I_p$	Kč/Kč	0,163	0,181	
11.		T_{sd} - reálná doba návratnosti - $I + I_p$		je v době 50 let	je v době 50 let	
12.		IRR - $I + I_p$	%	4,70%	4,80%	
13.	anuitní půjčka	NPV - pouze I	v letech	9 024	9 506	Investice jsou pro 10, 15, 20, 30, 45 rok životnosti diskontovány sazbou úměrnou inflaci; cena energie roste první 15 let o 2% ročně, dále o 1% ročně; úrok anuitní splátky je stanoven 140% diskotní sazby ČNB, tzn. 15 let 5,6% a dále 5%;
14.		CCF - návratnost - I		je v době 50 let	je v době 50 let	
15.		investiční náklady	v běžných cenách v tis. Kč	29 393	30 574	
16.		výše splátek		37 095	31 341	
17.		CCF		9 755	19 949	
18.		+CCF	v letech (běžné ceny)			
19.	anuitní půjčka	investiční náklady kryté půjčkou	v stálých cenách roku 0 v tis. Kč	15 086	16 268	Investice jsou pro 10, 15, 20, 30, 45 rok diskontovány sazbou úměrnou inflaci; cena energie roste první 15 let o 2% ročně, dále o 1% ročně; úrok anuitní splátky je stanoven 140% diskotní sazby ČNB, tzn. 15 let 5,6% a dále 5%;
20.		výše splátek		19 053	16 648	
21.		výnosy		21 811	23 877	
22.		CCF		2 757	7 229	
23.		+CCF		je v době 50 let	je v době 50 let	
			v letech (stálé ceny roky 0)			

9.5.2 Ekonomické hodnocení podle ČSN EN 15459

Hodnocení podle této normy se provádí buď metodou celkových nákladů nebo anuitní metodou. Obě dvě metody vyžadují společné vstupní údaje a propočty, které jsou uvedeny v tabulkách 9-36 až 9-39.

Je vhodné jak pro metodu STUE tak i pro metodu podle ČSN EN 15459 připravit podklady:

- reálnou úrokovou míru, diskontní sazbu, činitel současné hodnoty v tabulce 9-35
- sestavu – přehled investičních nákladů pro stavební konstrukci a soustavy TZB pro stanovení investičních nákladů v roce 0 a roku jejich obnovy definováním životnosti prvků a dílů, tabulka 9-36. Oproti metodice evropské normy se uvažují pouze funkční díly které ovlivní energetickou potřebu. Dále respektujeme legislativní i věcný požadavek nezahrnovat do investic zanedbanou údržbu. Uplatní se tedy postup prosté opravy a odečtu nákladů zavedený v postupu STUE
- stanovení nákladů na funkční díly, které je třeba obnovovat v definované době životnosti budovy (zpravidla podle nejdelší životnosti ze souboru opatření), tabulka 9-37
- stanovení koncových obnovovacích nákladů (náklady převyšující při posledním obnovení definovanou dobu životnosti budovy), tabulka 9-38
- investiční náklady v ceně roku 0 i náklady obnovovací diskontované pro roky obnovení.

TABULKA 9-35			POMOCNÉ VÝPOČTOVÉ HODNOTY			
	označení	název	jednotka	hodnota	výsledek	vztah
Reálná úroková sazba						
(1)	R_R	reálná úroková sazba	%		1,46	(3-1)
(2)	R	tržní úroková sazba	%	4,5		
(3)	R_i	míra inflace	%	3,0		
(příčemž obě mohou záviset na roce i, avšak zde se předpokládá, že jsou konstantní)						
Diskontní sazba						
	$R_d(n)$	diskontní sazba	%		$R_d(n)$	(3-2)
(4)	n	počet let po výchozím roku	-	5	0,930	(3-2)
(5)			-	10	0,865	(3-2)
(6)			-	15	0,805	(3-2)
(7)			-	20	0,749	(3-2)
(8)			-	25	0,697	(3-2)
(9)			-	30	0,648	(3-2)
(10)			-	35	0,603	(3-2)
(11)			-	40	0,561	(3-2)
(12)			-	45	0,522	(3-2)
(13)			-	50	0,485	(3-2)
(14)	R_R	reálná úroková sazba	%	1,46		
Činitel současné hodnoty						
(15)	$f_{pv}(n)$	činitel současné hodnoty	-		$f_{pv}(n)$	(3-3)
(16)	R_R	reálná úroková sazba	%	1,46		(3-3)
(17)	n	počty roků n, které jsou zohledněny v ročních nákladech	-	5	4,789	(3-3)
(18)			-	10	9,244	(3-3)
(19)			-	15	13,388	(3-3)
(20)			-	20	17,243	(3-3)
(21)			-	25	20,829	(3-3)
(22)			-	30	24,165	(3-3)
(23)			-	35	27,269	(3-3)
(24)			-	40	30,156	(3-3)
(25)			-	45	32,842	(3-3)
(26)			-	50	35,340	(3-3)

TABULKA 9-36

PŘEHLED INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ

	Identifikace	Počet jednotek	Celkové náklady včetně DPH	Životnost
		m ² , m, kpl, ks	tis.Kč	roky
Konstrukce budovy				
Stěny	Železobetonový panel	1066	1 385,80	50
Otvorové výplně	Okna dřevěná zdvojená	8	3 284,20	50
	infiltrace	1	96,50	15
		1		
		8		
Střechy	Střecha jednoplášťová	140	405,60	50
		100		
		100		
Jiné	Strop nad suterénem	100	540,80	50
		100		
CELKEM ZA KONSTRUKCI BUDOVY			5 712,90	
Tepelná soustava				
Část sdílení	individuální regulace (TRV...)	264	264,00	20
Část rozvod	ústřední regulace	1	152,00	15
	vyregulování otopné soustavy	264	26,00	10
	tepelné izolace potrubí, armatur a nádob		16,30	30
Část akumulace	-		0,00	15
Část výroba	úprava zdroje tepla	1	300,00	20
Přípojka ke zdrojům energie	plyn		0,00	25
	elektrická energie		0,00	25
Teplá voda				
Část sdílení	výtokové armatury	1	96,00	15
Část rozvod	část rozvody - potrubí, armatury, čerpadla	402	60,00	20
Část akumulace		1	60,00	15
Část výroba	část zdrojů - kotelna, TČ slunce	1	100,00	20
Větrání				
Část sdílení		48		
Část výroba	VZT nucené větrání	48	2 880,00	20
Elektrické rozvody - přípojka		69	0,00	25
Řízení, regulace a měření				
	inteligence, regulace a energetické manažerství	1	40,00	15
CELKEM ZA SOUSTAVY			3 994,30	

TABULKA 9-37 NÁKLADY NA PRVKY A DÍLY BUDOVY S UVAŽOVÁNÍM ZANEDBANÉ ÚDRŽBY; PERIODICKÉ NÁKLADY NA OBNOVU PRVKŮ A DÍLŮ

		úročitel	životnost v letech												Prvku, dílu
	míra vývoje ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se uvažuje stejná jako inflace	3,00	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Budova		
	Stavební prvky díly	Investiční náklady v roce 0	Investiční náklady v daném roce												
	tis. Kč														
Stavební prvky															
Stěny	Železobetonový panel	1 386										1 386	50		
	0	0										0	0		
	0	0										0	0		
Otvorové výplně	Okna dřevěná zdvojená	3 284										3 284	50		
	infiltrace	97			150			234			365		15		
	0	0										0	0		
Střechy	0	0										0	0		
	Střecha jednovlášťová	406										406	50		
	0	0										0	0		
Jiné	0	0										0	0		
	Strop nad suterénem	541										541	50		
	0	0										0	0		
CELKEM		5 712,9	0	0	150	0	0	234	0	0	365	0	5 713		
Teplná soustava															
Část sdílení	individuální regulace (TRV...)	264,00				477				861			20		
	ústřední regulace	152,00			237			369			575		15		
Část rozvod	vyregulování otopné soustavy	26,00		35		47		63		85			10		
	tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	16,30						40					30		
Část akumulace	-	0,00			0			0			0		15		
Část výroba	úprava zdroje tepla	300,00				542				979			20		
Přípojka ke zdrojům energie	plyn	0,00					0						25		
	elektrická energie	0,00					0						25		
Teplá voda															
Část sdílení	výtokové armatury	96			150			233			363		15		
Část rozvod	část rozvody - potrubí, armatury, čerpadla	60				108				196			20		
Část akumulace	0	60			93			146			227		15		
Část výroba	část zdrojů - kotelna, TČ slunce	100				181				326			20		
Větrání															
Část sdílení	0	0											0		
	0	0											0		
Část výroba	VZT nucené větrání	2 880				5 202				9 395			20		
Elektrické rozvody - přípojka	0	0					0						25		
Řízení, regulace a měření															
	inteligence, regulace a energetické manažerství	40			62			97			151		15		
	0	0											0		
CELKEM ZA SOUSTAVY		3 994	0	35	542	6 556	0	947	0	11 841	1 316	0	0		
CELKEM BUDOVA		9 707	0	34,94	692,52	6 556,18	0,00	1 181,59	0,00	11 841,20	1 680,92	0	5 713		

TABULKA 9-38

KONCOVÉ OBNOVOVACÍ NÁKLADY

	označení	název	jednotka	hodnota nákladů v roce 0	výsledek	vztah
Koncové obnovovací náklady $V_{f,\tau}$					$V_{f,\tau}$	
(1)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	9 707,20		
(2)	$V_{0,5}$	investiční náklady s obnovou po 5 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(3)	$V_{0,10}$	investiční náklady s obnovou po 10 letech	tis. Kč	26,00	0,00	(3-6)
(4)	$V_{0,15}$	investiční náklady s obnovou po 15 letech	tis. Kč	444,50	1 120,61	(3-6)
(5)	$V_{0,20}$	investiční náklady s obnovou po 20 letech	tis. Kč	3 604,00	5 878,19	(3-6)
(6)	$V_{0,25}$	investiční náklady s obnovou po 25 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(7)	$V_{0,30}$	investiční náklady s obnovou po 30 letech	tis. Kč	16,30	13,19	(3-6)
(8)	$V_{0,35}$	investiční náklady s obnovou po 35 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(9)	$V_{0,40}$	investiční náklady s obnovou po 40 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(10)	$V_{0,45}$	investiční náklady s obnovou po 45 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6)
(11)	R_p	míra vývoje ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se uvažuje stejná jako inflace	%	3		
(12)	$V_{f,\tau}$	koncové obnovovací náklady	tis. Kč		7 011,99	
Koncové obnovovací náklady - část zlomku			$\left[\frac{(n_\tau(j) + 1) \cdot \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right]$			
			n_τ	$n = \tau_n$	zlomek	
(13)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	0	0		(3-6)
(14)	τ_5	skutečné investiční náklady s obnovou po 5 letech	9	5	0,0000	(3-6)
(15)	$2\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 10 letech	4	10	0,0000	(3-6)
(16)	$3\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 15 letech	3	15	0,6667	(3-6)
(17)	$4\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 20 letech	2	20	0,5000	(3-6)
(18)	$5\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 25 letech	1	25	0,0000	(3-6)
(19)	$6\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 30 letech	1	30	0,3333	(3-6)
(20)	$7\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 35 letech	1	35	0,5714	(3-6)
(21)	$8\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 40 letech	1	40	0,7500	(3-6)
(22)	$9\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 45 letech	1	45	0,8889	(3-6)
(23)	τ	životnost budovy a délka cyklu	0	50	0,0000	(3-6)

TABULKA 9-39 INVESTIČNÍ NÁKLADY V CENĚ ROKU 0 I DISKONTOVANÉ OBNOVOVACÍ PRO ROKY OBNOVENÍ

	označení	název	jednotka	hodnota nákladů v roce 0	výsledek	vztah
Investiční náklady v ceně - roku 0					skutečného roku	
(1)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	9 707,20	A''''	
(2)	$V_{0,5}$	investiční náklady s obnovou po 5 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(3)	$V_{0,10}$	investiční náklady s obnovou po 10 letech	tis. Kč	26,00	34,94	(3-6a,b)
(4)	$V_{0,15}$	investiční náklady s obnovou po 15 letech	tis. Kč	444,50	692,52	(3-6a,b)
(5)	$V_{0,20}$	investiční náklady s obnovou po 20 letech	tis. Kč	3 604,00	6 556,18	(3-6a,b)
(6)	$V_{0,25}$	investiční náklady s obnovou po 25 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(7)	$V_{0,30}$	investiční náklady s obnovou po 30 letech	tis. Kč	16,30	1 181,59	(3-6a,b)
(8)	$V_{0,35}$	investiční náklady s obnovou po 35 letech	tis. Kč	0,00	0,00	(3-6a,b)
(9)	$V_{0,40}$	investiční náklady s obnovou po 40 letech	tis. Kč	0,00	11 841,20	(3-6a,b)
(10)	$V_{0,45}$	investiční náklady s obnovou po 45 letech	tis. Kč	0,00	1 680,92	(3-6a,b)
(11)	R_p	míra vývoje ceny prvků, soustav a dílů; zpravidla se uvažuje stejná jako inflace	%	3,00		
Díleč celkové náklady $V_{pv,1...i}$						
				n = τ	$V_{pv,1...i}$	
(12)	C_1	vstupní investiční náklady (v roce 0)	tis. Kč	0	9 707,20	(3-6a,b)
(13)	τ_5	skutečné investiční náklady s obnovou po 5 letech	-	5	0,00	(3-6a,b)
(14)	$2\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 10 letech	-	10	27,23	(3-6a,b)
(15)	$3\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 15 letech	-	15	476,46	(3-6a,b)
(16)	$4\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 20 letech	-	20	3 982,15	(3-6a,b)
(17)	$5\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 25 letech	-	25	0,00	(3-6a,b)
(18)	$6\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 30 letech	-	30	559,33	(3-6a,b)
(19)	$7\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 35 letech	-	35	0,00	(3-6a,b)
(20)	$8\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 40 letech	-	40	4 368,46	(3-6a,b)
(21)	$9\tau_5$	skutečné investiční náklady s obnovou po 45 letech	-	45	547,45	(3-6a,b)
(22)	τ		-	50	0,00	(3-6a,b)
(23)	$V_{f,\tau}$				7 011,99	(3-6c)
(23) Celkové investiční náklady					12 656,28	(3-6)

9.5.2.1 Metoda celkových nákladů

Výpočet celkových nákladů se provede stanovením vstupních investic v roce 0 a obnovovacích investic po dobu definované životnosti budovy. Zbývající investice, tzv. koncová hodnota vyjadřující hodnotu posledních obnovovacích nákladů převyšujících definovanou životnost budovy se odečte. Investice se vztahují k výchozímu roku 0. Zvyšuje se i časový vliv na růst ceny prvků a stavebních dílů. Hodnoty inflace, úroku, růstu ceny jsou pro zjednodušení konstantní po dobu definované životnosti budovy. V publikaci v kapitole 3 je uveden i postup výpočtu s proměnnými hodnotami, tzv. dynamický

Při dynamických výpočtech se zohledňuje roční kolísání diskontní sazby, jakož i roční kolísání míry vývoje cen pro jakékoli náklady zohledněné v ročních nákladech (tj. náklady na energii, provozní náklady, periodické nebo obnovovací náklady, náklady na údržbu a dodatečné náklady).

Výpočet koncové hodnoty prvku nebo dílu se provede metodou lineárního odpisování vstupních investic až do konce výpočtového období a vztahuje se k začátku výpočtového období.

Celkové náklady na výměnu prvku j v průběhu dotčeného výpočtového období (včetně vstupní investice), jsou součtem:

- vstupní investice V_0
- obnovovacích nákladů (A'_0 , A''_0 atd.): pokaždé, když je dosaženo konce doby životnosti prvku, musí být prvek vyměněna, přičemž její náklady musí zohledňovat míru vývoje ceny za výrobky a diskontní sazbu

a odečtem koncové hodnoty.

Roční náklady na energii, provoz a jiné se přepočtou činitelem současné hodnoty.

Postup provedení je v tabulce 9-40.

TABULKA 9-40

METODA CELKOVÝCH NÁKLADŮ; VÝPOČET CELKOVÝCH NÁKLADŮ

Všeobecné údaje pro výpočet				
Výpočtové období	50	let	Provozní náklady, míra vývoje	2 %
Míra inflace	3	%	Cena plynu, míra růstu/poklesu	3 %
Tržní úroková sazba	4,5	%	růst ceny prvků, dílů	3 %
Doba návratnosti investice do budovy	50	let	Cena elektrické energie, míra růstu/poklesu	3 %
			Celkem vč. DPH rok 0	
			Míra inflace	
			Činitel současné hodnoty	
			Celkem pro vlastníka	
				Celkem pro uživatele

1 – Investice	tis. Kč	%	-
Investiční náklady na energetické soustavy	5 712,90		1,00
Investiční náklady na budovu	3 994,30		1,00

2 - Obnovovací náklady ve skutečné hodnotě daného roku		Činitel diskontní sazby
životnost 5 let	0,00	3,00%
životnost 10 let	34,94	3,00%
životnost 15 let	692,52	3,00%
životnost 20 let	6 556,18	3,00%
životnost 25 let	0,00	3,00%
životnost 30 let	1 181,59	3,00%
životnost 35 let	0,00	3,00%
životnost 40 let	11 841,20	3,00%
životnost 45 let	1 680,92	3,00%

Koncová hodnota na konci výpočtového období			
7 012	3,00%	0,485	3 403

odečítá se

3 – Běžné náklady vyjma nákladů na energii		Činitel současné hodnoty
20,00	2,00%	24,165

4 – Náklady na energii		Činitel současné hodnoty
Náklady na energii – Plyn	616,94	3,00%
Náklady na elektrickou energii (včetně pomocné) a nuceného větrání	80,00	3,00%

Celkový součet za uživatele

SOUHRNNÉ CELKOVÉ NÁKLADY

483

21 803

2 827

20 085

25 113

45 199

9.5.2.2 Metoda výpočtu anuity

Alternativním postupem je stanovení anuitních nákladů budovy. Při použití metody výpočtu anuity se jakékoli náklady převádějí na průměrné roční náklady.

Zatímco metoda výpočtu celkových nákladů poskytuje hodnotu celkových nákladů za celé dotčené výpočtové období τ , anuitní výpočet převádí všechny náklady pomocí anuitního činitele $a(n)$ na roční náklady.

Výpočty se rozdělí na 3 části pro dotčené výpočtové období τ :

- investiční náklady vztahující se k uvažované části stavební konstrukce a k jakýmkoli prvkům, dílům a soustavám s dobou životnosti delší nebo rovnající se plánované době návratnosti budovy se rovnoměrně rozdělí na plánovanou dobu návratnosti investice do budovy
- periodické nebo obnovovací náklady se rovnoměrně rozdělí na počet let mezi vznikem nákladů
- běžné náklady uváděné ročně jsou podle definice ročními náklady.

Při dynamických výpočtech se bere v úvahu roční kolísání diskontní sazby, jakož i roční kolísání míry vývoje cen pro jakékoli dotčené náklady).

Pro zjednodušení se předpokládá diskontní sazba a roční náklady v průběhu výpočtového období konstantní.

Všechny vstupní náklady prvků nebo součástí soustav, které nebyly v průběhu plánované doby návratnosti investice do budovy měněny, se vynásobí odpovídajícím anuitním činitelem $a(\tau_{\text{budova}})$.

Skutečné obnovovací náklady v uvažovaném roce (v závislosti na R_p - míře vývoje ceny za výrobky - a na době životnosti dotčené prvku) se vynásobí odpovídajícím anuitním činitelem (orientační životnosti uvádí tabulky 7-1 až 7-4).

Provozní náklady pokrývají roční náklady na energii, náklady na provoz jako je obsluha apod., náklady na údržbu a dodatečné náklady na soustavy TZB a budovu:

Pro dynamické výpočty se zavede dynamický cenový činitel β_x (viz 3.2.3.5).

Postup provedení je v tabulce 9-42.

TABULKA 9-41

ČINITEL ANUITY

	označení	název	jednotka	hodnota	výsledek	vztah
Reálná úroková sazba						
(1)	R_R	reálná úroková sazba	%		2,52	(3-1)
(2)	R	tržní úroková sazba	%	5,60		
(3)	R_i	míra inflace	%	3,00		
(přičemž obě mohou záviset na roce i, avšak zde se předpokládá, že jsou konstantní)						
Činitel současné hodnoty						
(4)	$f_{pv}(n)$	koefficient současné hodnoty	-		$f_{pv}(n)$	(3-3)
(5)	R_R	reálná úroková sazba	%	2,52		(3-3)
(6)	n	počty roků n, které jsou zohledněny v ročních nákladech	-	5	4,643	(3-3)
(7)			-	10	8,741	(3-3)
(8)			-	15	12,359	(3-3)
(9)			-	20	15,553	(3-3)
(10)			-	25	18,373	(3-3)
(11)			-	30	20,863	(3-3)
(12)			-	35	23,060	(3-3)
(13)			-	40	25,000	(3-3)
(14)			-	45	26,713	(3-3)
(15)			-	50	28,225	(3-3)
Činitel anuity						
(16)	a(n nebo τ)	koefficient současné hodnoty	-		a (τ)	(3-4)
(17)	n = τ	počty roků n, které jsou zohledněny v ročních nákladech	-	5	0,2154	(3-4)
(18)			-	10	0,1144	(3-4)
(19)			-	15	0,0809	(3-4)
(20)			-	20	0,0643	(3-4)
(21)			-	25	0,0544	(3-4)
(22)			-	30	0,0479	(3-4)
(23)			-	35	0,0434	(3-4)
(24)			-	40	0,0400	(3-4)
(25)			-	45	0,0374	(3-4)
(26)			τ budova	-	50	0,0354

TABULKA 9-42

METODA ANUITNÍHO VÝPOČTU

Výpočtové období	50	let	Provozní náklady, míra vývoje	2	%
Míra inflace	3	%	Cena plynu, míra růstu/poklesu	3	%
Tržní úroková sazba	4,5	%	růst ceny prvků, dílů	3	%
Doba návratnosti investice do budovy	50	let	Cena elektrické energie, míra eůstu/poklesu	3	%
			Celkem vč. DPH rok 0	Míra inflace R_i	Anuitní činitel a(n)
					Roční náklady pro vlastníka
					Roční náklady pro uživatele

1 – Investice	tis. Kč	%	-	tis. Kč
Prvky, díly a soustavy bez obměny v průběhu návrhové doby návratnosti investic do budovy	9 707	3,00%	0,0349	338,78
2 - Obnovovací náklady ve skutečné hodnotě daného roku			Pro každé období	
Životnost 5 let	0	3,00%	0,2154	0,00
Životnost 10 let	35	3,00%	0,1144	4,00
Životnost 15 let	693	3,00%	0,0809	56,03
Životnost 20 let	6 556	3,00%	0,0643	421,53
Životnost 25 let	0	3,00%	0,0544	0,00
Životnost 30 let	1 182	3,00%	0,0479	56,64
Životnost 35 let	0	3,00%	0,0434	0,00
Životnost 40 let	11 841	3,00%	0,0400	473,64
Životnost 45 let	1 681	3,00%	0,0374	62,92

3 – Běžné náklady			
Roční náklady na provoz, pojištění, údržbu	20,00		1,00

4 – Náklady na energii			
Roční náklady na všechny dodané energie	696,94		1,00

Roční náklady v závislosti na účastnících			1 414	716,94
Celkové roční náklady			2 130	