

ZAVEDENÍ EN PRO ZDROJE TEPLA PRO VY- TÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV – KOTLE, TČ, SO- LÁRNÍ ZDROJE

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

**NÁZEV: ZAVEDENÍ EN PRO ZDROJE TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A
PŘÍPRAVU TV – KOTLE, TČ, SOLÁRNÍ ZDROJE**

ARCADIS PROJECT MANAGEMENT, s.r.o.

Na Strži 1702/65 25, 140 62 Praha 4

zodpovědný řešitel : Ing. Karel MRÁZEK**spolupráce:****ing. Alena HORÁKOVÁ**

tel.: +420 296 330 146

fax.: +420 224 236 313

e mail: kmr@arcadispm.cz**oponent:****Ing. František PLECHÁČ**

Cílem produktu je, v návaznosti na publikaci z roku 2006 pro části sdílení tepla a rozvody stanovit hodnotové parametry a výpočetní postup pro ocenění energetické náročnosti budovy pro vytápění a přípravu teplé vody v části zdroje tepla. Na příkladu definované budovy je navržen postup použitelný při zpracování energetického auditu (EA) i energetického průkazu. Výstupem je stanovení energetických ztrát, pomocné energie a využitelné energie.

Hodnoty a podklady pro definování tepelných soustav pro vytápění a přípravu teplé vody se stanoví v souladu s evropskou legislativou. Je zpracován návrh postupu a metodiky výpočtu tepelné ztráty a její využitelné části a pomocné energie pro užití při zpracování energetických auditů (energetických průkazů) pro budovy.

Publikace je členěna na

- Úvod
- Vybrané pojmy z uvedených ČSN EN a anglické výrazy
- Přehled zdrojů tepla
- Výpočtovou metodu pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav TZB podle ČSN EN 15316-1
- Postup certifikace soustavy vytápění a přípravy TV v části soustavy zdroje tepla (kotle a PS)
- Maximální tepelný výkon budovy
- Certifikaci energetické náročnosti tepelných čerpadel
- Certifikaci energetické náročnosti sluneční tepelné soustavy
- Příklad zpracování energetického auditu (EA) pro bytovou budovu s domovní kotelnou podle postupu uvedeného v publikaci a ověřeného ve více EA.

Publikace má 173 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.....	4
1.1.	TERMÍNY A DEFINICE.....	4
2.1	OZNAČENÍ A JEDNOTKY.....	13
2.2	ZKRATKY A INDEXY.....	15
3	PŘEHLED ZDROJŮ TEPLA.....	18
3.1	KOTLE A KOTELNY.....	18
3.1.1	<i>Kotelny na tuhá paliva.....</i>	<i>19</i>
3.1.2	<i>Plynové kotelny.....</i>	<i>21</i>
3.1.2.1	Nízkoteplotní plynové kotle.....	21
3.1.2.2	Kondenzační kotle.....	22
3.1.3	<i>Kotelny na kapalná paliva.....</i>	<i>23</i>
3.1.4	<i>Kotle na spalování biomasy.....</i>	<i>25</i>
3.1.4.1	Zdroje tepla pro tepelné výkony do cca 90 kW.....	26
3.1.4.2	Zdroje tepla pro tepelné výkony nad cca 90 kW.....	26
3.1.5	<i>Kotelny na elektřinu.....</i>	<i>27</i>
3.1.6	<i>Kotelny s přípravou teplé vody.....</i>	<i>28</i>
3.2	ÚPRAVNÝ PARAMETRŮ.....	29
3.3	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	29
3.4	TEPELNÁ ČERPADLA.....	32
3.4.1	<i>Vývojové tendence.....</i>	<i>33</i>
3.4.2	<i>Tepelné soustavy s TČ.....</i>	<i>34</i>
3.4.3	<i>Užití v nízkoenergetických budovách.....</i>	<i>35</i>
3.5	SLUNEČNÍ OKRUH.....	37
3.5.1	<i>Kolektory.....</i>	<i>39</i>
3.5.1.1	Kolektorové pole na šikmé střeše u tradičních budov.....	39
3.5.1.2	Kolektorové pole na ploché střeše.....	40
3.5.1.3	Kolektorové pole na jižní fasádě.....	40
3.5.1.4	Propojení kolektorů.....	41
3.5.2	<i>Sluneční okruh.....</i>	<i>41</i>
4	VÝPOČTOVÁ METODA PRO STANOVENÍ ENERGETICKÝCH POTŘEB A ÚČINNOSTÍ SOUSTAV TZB.....	44
4.1	PRINCIP METODY.....	45
4.1.1	<i>Potřeba energie.....</i>	<i>45</i>
4.1.1.1	Prvotní energie.....	45
4.1.2	<i>Konečná energie požadovaná na vytápění.....</i>	<i>47</i>
4.1.3	<i>Konečná energie požadovaná soustavou teplé vody.....</i>	<i>47</i>
4.1.4	<i>Pomocná energie.....</i>	<i>48</i>
4.1.5	<i>Využitelné a využitě ztráty tepla.....</i>	<i>48</i>
4.1.6	<i>Výpočetní období.....</i>	<i>49</i>
4.1.7	<i>Provozní podmínky.....</i>	<i>50</i>
4.1.7.1	Dělení a/nebo větvení vytápěcí soustavy.....	50
4.1.8	<i>Dílčí část sdílení tepla.....</i>	<i>50</i>
4.2	ÚČINNOST UŽITÍ ENERGIE V DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY - CELKOVÝ A DÍLČÍ PŘÍSTUP.....	51
4.2.1	<i>Činitel potřeby energie e_{ij}.....</i>	<i>52</i>
4.2.2	<i>Náročnost vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody e.....</i>	<i>52</i>
4.3	POTŘEBA TEPLA.....	52
4.3.1	<i>Potřeba tepla pro vytápění.....</i>	<i>52</i>

4.3.2	Potřeba tepla pro teplou vodu.....	52
4.3.3	Ztráty tepla z vytápěcí soustavy	53
4.4	ENERGETICKÝ VÝPOČET PRO VYTÁPĚNÍ A TEPLOU VODU	56
4.4.1	Energetické ztráty z vytápěcí soustavy	56
4.4.2	Energetické ztráty ze soustavy teplé vody.....	57
4.4.3	Zjednodušené a podrobné metody pro výpočet celkové energetické ztráty soustavy	58
4.5	PŘÍKLAD VÝPOČTU PRO VYTÁPĚCÍ SOUSTAVU A SOUSTAVU OHŘEVU TEPLÉ VODY ELEKTRINOU.	59
5	STANOVENÍ ENERGETICKÝCH NÁROKŮ ZDROJŮ TEPLA	62
5.1	PRINCIP METODY	62
5.1.1	Tepelná bilance dílčí části výroby tepla včetně regulace výroby tepla	62
5.1.2	Pomocná energie	65
5.1.3	Využitelné, využitě a nevyužitelné tepelné ztráty soustavy	65
5.1.4	Postup výpočtu	66
5.1.5	Více kotlů nebo dílčích částí výroby tepla.....	66
5.1.6	Používání hodnot výhřevnosti nebo spalného tepla	67
5.1.7	Hranice mezi dílčí částí rozvodu a výroby tepla	67
5.2	VÝPOČET DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBY TEPLA	69
5.2.1	Dostupné metodiky.....	69
5.2.2	Metoda energetické sezónní náročnosti kotle založená na typologii soustavy (typologická metoda)69	
5.2.2.1	Princip metody	69
5.2.2.2	Postup výpočtu.....	70
5.2.2.2.1	Výběr vhodného postupu pro výpočet sezónní účinnosti	70
5.2.2.2.2	Vstupní údaje požadované pro postup výpočtu sezónní účinnosti	70
5.2.2.2.3	Výstupní údaje získané z postupu pro výpočet sezónní účinnosti	71
5.2.3	Metoda užití účinnosti kotle pro definovaný provoz	71
5.2.3.1	Princip této metody	71
5.2.3.2	Vstupní údaje pro tuto metodu.....	71
5.2.3.2.1	Údaje o kotli	71
5.2.3.2.2	Skutečné provozní podmínky	72
5.2.3.3	Zatížení každého kotle.....	72
5.2.3.3.1	Průměrný výkon dílčí části výroby tepla.....	72
5.2.3.3.2	Subsystém výroby tepla s jedním kotlem.....	72
5.2.3.3.3	Dílčí části výroby tepla s více kotli	73
5.2.3.4	Kotle s kombinovaným provozem (vytápění a příprava teplé vody).....	74
5.2.3.5	Tepelné ztráty kotle	75
5.2.3.5.1	Výpočet tepelné ztráty kotle při plném zatížení.....	75
5.2.3.5.2	Výpočet tepelné ztráty kotle při částečném zatížení	78
5.2.3.5.3	Výpočet tepelné ztráty kotle při 0% zatížení.....	79
5.2.3.5.4	Tepelná ztráta kotle při specifickém součiniteli zatížení, β_{gnr} a tepelném výkonu, Φ_{Px}	81
5.2.3.5.5	Celková tepelná ztráta dílčí části výroby tepla	82
5.2.3.6	Celková pomocná energie	82
5.2.3.7	Využitelné tepelné ztráty soustavy výroby tepla	84
5.2.3.7.1	Pomocná energie	84
5.2.3.8	Tepelná ztráta kotle (plášť kotle)	85
5.2.3.8.1	Celkové využitelné tepelné ztráty soustavy výroby tepla.....	86
5.2.3.9	Přívod paliva	86
5.2.3.10	Provozní teplota kotle	86
5.2.4	Metoda cyklického provozu kotle.....	87
5.2.4.1	Princip metody	87
5.2.4.2	Činitel zatížení.....	89
5.2.4.3	Specifické tepelné ztráty	90
5.2.4.3.1	Všeobecně.....	90
5.2.4.3.2	Tepelné ztráty komínem s hořákem v provozu, $\alpha_{ch,on}$	90
5.2.4.3.3	Tepelné ztráty pláštěm kotle, α_{ge}	91
5.2.4.3.4	Tepelné ztráty komínem s hořákem mimo provoz, $\alpha_{ch,off}$	94
5.2.4.3.5	Standardní hodnoty pro výpočet tepelných ztrát komínem s hořákem mimo provoz.....	95
5.2.4.4	Celkové tepelné ztráty	96
5.2.4.5	Pomocná energie.....	96

5.2.4.5.1	Standardní hodnoty pro výpočet pomocné energie.....	97
5.2.4.6	Postup výpočtu pro jednostupňové kotle.....	98
5.2.4.7	Kotle s vícestupňovým a spojitým řízením.....	99
5.2.4.7.1	Všeobecně.....	99
5.2.4.7.2	Požadované doplňující údaje.....	99
5.2.4.7.3	Postup výpočtu pro kotle s vícestupňovou a spojitou regulací.....	100
5.2.4.8	Kondenzační kotle.....	102
5.2.4.8.1	Princip metody.....	102
5.2.4.8.2	Údaje o kotli.....	102
5.2.4.8.3	Údaje o palivu.....	103
5.2.4.8.4	Jednostupňové kotle (s dvoupolohovým řízením).....	103
5.2.4.8.5	Kotle s vícestupňovým řízením.....	103
5.2.4.8.6	Kotle se spojitým řízením.....	104
5.2.4.8.7	Postup výpočtu α_{cond}	105
5.2.4.8.8	Standardní údaje pro kondenzační kotle.....	106
5.2.4.9	Soustavy s více kotli.....	107
5.2.4.9.1	Všeobecně.....	107
5.2.4.9.2	Soustavy se spojitým řízením.....	107
5.2.4.9.3	Soustavy se spojitým řízením s hydraulickým vypínáním modulů pro pohotovostní režim ..	108
5.2.4.9.4	Soustavy se spojitým řízením bez hydraulického vypínání modulů pro pohotovostní režim	108
5.2.5	Výpočet teploty kotlové vody.....	108
5.2.5.1	Teplota výstupní a zpětné (vratné) kotlové vody.....	108
5.2.5.2	Průtok kotlem je stejný jako průtok rozvodu (bez obtoku).....	109
5.2.5.3	Průtok kotlem není stejný jako průtok částí rozvodu tepla (přípojka obtoku nebo oběhové čerpadlo)	110
5.2.5.4	Paralelní zapojení kotle.....	112
5.2.5.5	Střední teplota vody v kotli.....	113
6	POSTUP CERTIFIKACE POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV V DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBA TEPLA	114
6.1	POTŘEBA TEPLA.....	114
6.2	DOBY PROVOZU.....	114
6.2.1	Výpočtová denní doba vytápění.....	114
6.2.2	Měsíční výpočetní provozní den.....	115
6.2.3	Měsíční výpočetní provozní doba vytápění.....	116
6.3	KOTLE.....	116
6.3.1	Stanovení ztrát při výrobě tepla, vytápění $Q_{H,gen,ls}$	116
6.3.1.1	Průměrný vyrobený dodávaný tepelný výkon.....	117
6.3.1.2	Zařízení s více kotli.....	117
6.3.1.2.1	Současný provoz (bez prioritního zapojení).....	117
6.3.1.2.2	Postupné spínání (prioritní zapojení).....	118
6.3.1.2.3	Tepelná ztráta kotlů na vytápění.....	118
	Výpočet denního ztrátového výkonu.....	120
6.3.1.3	Výpočet využitelných tepelných ztrát.....	122
6.3.2	Pomocná energie $Q_{h,g,aux}$	123
6.4	PŘEDÁVACÍ STANICE (PS – ČZT).....	128
7	MAXIMÁLNÍ TEPELNÝ VÝKON V ZÓNĚ BUDOVY.....	131
7.1	OBEČNĚ.....	131
7.2	VÝPOČET MAXIMÁLNÍHO TEPELNÉHO VÝKONU $\dot{Q}_{H,max}$ PRO NÁVRHOVÝ DEN (BEZ NUCENÉHO VĚTRÁNÍ).....	131
7.3	POTŘEBNÝ MAXIMÁLNÍ TEPELNÝ VÝKON $\dot{Q}_{H,max,res}$ PŘI UVAŽOVÁNÍ NUCENÉHO VĚTRÁNÍ.....	132
8	TEPELNÁ ČERPADLA.....	134
8.1	METODA.....	134
8.1.1	Tepelná bilance dílčí část zdroje tepla.....	134
8.1.1.1	Systémová hranice.....	134
8.1.1.2	Fyzikální činitelé ovlivňující ocenění.....	135
8.1.1.3	Výpočetní postup.....	135
8.1.2	Energetický vstup k zajištění tepelných požadavků.....	137

8.1.3	Pomocná energie $WH_{W,gen,aux}$	138
8.1.4	Využitelné, využitě a nevyužitelné tepelné ztráty	138
8.1.5	Výpočetní období	138
8.1.6	Výpočet po zónách	139
8.1.7	Tepelná čerpadla pro kombinované vytápění a přípravu TV	139
8.2	VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY	141
8.2.1	Zjednodušená sezónní metoda energetické náročnosti vycházející z typologie	141
8.2.2	Podrobný výpočet založený na údajích o účinnosti prvků (denostupňová-metoda)	141
8.3	VYBRANÉ STANDARDNÍ HODNOTY A ÚDAJE PRO STANOVENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	142
8.3.1	Teplotní charakteristiky přívodní a zpětné vody	142
8.3.2	Teplotní korekční činitel pro nabíjení zásobníku TV	143
8.3.3	Průměrná teplota vody v zásobníku TV	143
8.3.4	Plášť zdroje	143
8.3.5	Pomocná zařízení pro zdroj tepla	144
8.3.6	Činitel f_{combi} pro současný provoz	144
8.3.7	Teplotní redukční činitel vztahovaný k umístění	145
8.3.8	Hodnota účinnosti záložního (doplňkového) ohřívače pro vytápění nebo přípravu TV	145
9	SLUNEČNÍ TEPELNÁ SOUSTAVA	146
9.1	METODA	146
9.1.1	Vliv tepelných požadavků budovy na energetickou náročnost sluneční tepelné soustavy	146
9.1.2	Vliv tepelné sluneční soustavy na energetickou náročnost budovy	146
9.1.3	Náročnost tepelné sluneční soustavy	146
9.1.4	Tepelná bilance dílčí části zdroje tepla včetně regulace	147
9.1.5	Pomocná energie	150
9.1.6	Využitelné, využitě a nevyužitelné tepelné ztráty	150
9.1.7	Výpočetní období	150
9.2	VÝPOČET TEPELNÉ SLUNEČNÍ SOUSTAVY	150
10	PŘÍKLAD UŽITÍ V EA	151
10.1	ZMĚNY V PROVEDENÍ ENERGETICKÉHO AUDITU VYVOLANÉ ZAVEDENÍM EVROPSKÝCH NOREM DO ČSN	151
10.1.1	Klimatické údaje	153
10.1.2	Výpočet součinitele tepelné ztráty prostupem a větráním H_T a H_V , tepelných zisků a potřeby tepla	154
10.1.3	Soustavy technického zařízení budov (TZB)	154
10.1.4	Ekonomické hodnocení	155
10.1.5	Metodika zpracování Energetického auditu	155
10.2	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU OBJEKTU	156
10.2.1	Základní údaje o energetických vstupech	157
10.2.1.1	Vlastní energetické zdroje	157
10.2.1.2	Rozvod energie	157
10.2.2	Spotřebiče energie	157
10.2.2.1	Otopná soustava a příprava teplé vody	158
10.2.2.1.1	Charakteristika otopné soustavy	158
10.2.2.1.2	Charakteristika přípravy teplé vody (TV)	158
10.2.2.1.3	Regulace a měření	158
10.2.2.2	Větrání	158
10.3	OPRAVA BUDOVY	159
10.3.1	Tepelná soustava	160
10.3.1.1	Část zdroje tepla	160
10.3.1.2	Část akumulace tepla	161
10.3.1.3	Část rozvodu tepla pro vytápění	162
10.3.1.4	Část sdílení tepla - otopné plochy a výtakové armatury	162
10.3.2	Větrání	163
10.4	CERTIFIKACE – TABULKY EA	163

1 ÚVOD

Směrnice o energetické náročnosti budov č. 2002/91/EC (Directive 2002/91/EC of the European Parliament and the Council of 16/12/2002 on the Energy Performance of Buildings) je zapracována do české legislativy. Při posuzování budov podle této směrnice je významnou částí zpracování energetického ocenění stavební konstrukce a technického zařízení (TZB) např. formou energetického auditu (EA) a průkazu (EP). Vzhledem k tomu, že směrnice se má naplňovat užitím ČSN EN norem (část z nich se zavádí v anglickém jazyku tomto roce a zbytek se bude zpracovávat do roku 2010 včetně zavedení překladem), publikace poskytuje informaci pro výpočet energetických ztrát a potřeby pomocné energie při vytápění a přípravě teplé vody definovanými ČSN EN normami či z nich odvozenými. Na příkladě budovy bude zpracováno ocenění její energetické náročnosti jak pro stavební část, tak i pro technická zařízení budov.

Byly použity EN a dokumenty:

- a) ČSN EN 15316-1 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 1 Obecná
- b) 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
- c) 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, tepelná čerpadla
- d) 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 sluneční soustavy
- e) 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
- f) 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
- g) ČSN EN 15316-3-1 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav: Část 3-1 – Soustavy TV – Charakteristiky potřeb
- h) ČSN EN 15316-3-2 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav: Část 3-2 – Soustavy TV - Rozvody
- i) ČSN EN 15316-3-3 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav: Část 3-3 – Soustavy TV – Příprava (zdroje).

Jsou stanoveny skladby zdrojů pro výrobu tepla (vytápění, teplá voda či větrání) pro zjištění účinnosti a míry využití spotřebované prvotní energie.

Byly využity poznatky z již zavedených národních legislativ a ověřovacího užití energetického průkazu v SRN, např. DIN V 18599 Energetické ocenění budov, část 1 až 10

1.1 NÁPLŇ

Cílem produktu je, v návaznosti na publikaci z roku 2006 pro části sdílení tepla a rozvody stanovit hodnotové parametry a výpočetní postup pro ocenění energetické náročnosti budovy pro vytápění a přípravu teplé vody v části zdroje tepla. Na příkladu definované budovy je navržen postup použitelný při zpracování energetického auditu (EA) i energetického průkazu. Výstupem je stanovení energetických ztrát, pomocné energie a využitelné energie.

Hodnoty a podklady pro definování tepelných soustav pro vytápění a přípravu teplé vody se stanoví v souladu s evropskou legislativou:

- 1) pro vytápění: Jsou uvažována typická zapojení kotlů s různými palivy a jejich ztráty způsobené přeměnou paliva a energie na teplo a v rozvodech náležejících zdrojů. Jsou zváženy typické provozní režimy ovlivňující účinnost části zdrojů. Je specifikováno stanovení pomocné energie a využitelné části tepla z tepelných ztrát a pomocné energie. Zahrnou se zdroje tepla:
 - • 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
 - • EN 15316-4-2 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 4-2 Výroba tepla na vytápění - tepelná čerpadla
 - • 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 sluneční soustavy.
- 2) pro přípravu teplé vody: Jsou uvažována typická zapojení kotlů s různými palivy a jejich ztráty způsobené přeměnou paliva a energie na teplo, v rozvodech náležejících zdrojů, v akumulaci. Bude specifikováno stanovení pomocné energie a využitelné části tepla z tepelných ztrát a pomocné energie:
 - ČSN EN 15316-3-3 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy: Část 3-3: Soustavy teplé vody, zdroje tepla.

Je zpracován návrh postupu a metodiky výpočtu tepelné ztráty a její využitelné části a pomocné energie pro užití při zpracování energetických auditů (energetických průkazů) pro budovy.

Publikace je členěna:

- 1) Úvod.
- 2) Vybrané pojmy z uvedených ČSN EN a anglické výrazy.
- 3) Přehled zdrojů tepla. Stanovení typických parametrů a zapojení otopných soustav a soustav pro přípravu teplé vody se zdrojem tepla v budově. Definování jejich charakteristických parametrů. Jsou zpracovány postupy a podklady pro kotelný a kotle na tuhá paliva, plyn, kapalná paliva a biomasu, tepelná čerpadla a sluneční sběrače.
- 4) Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav TZB podle ČSN EN 15316-1. Obecný postup předepisuje strukturu hodnocení energetické náročnosti soustav technického zařízení budov pro vytápění a přípravu TV a přiměřeně větrání a chlazení (dále TZB) z hlediska jejich účinností a využití prvotní energie. Při výpočtu energetické náročnosti budov a jejich certifikaci tento dokument zpracovává část potřeby tepla a energie na krytí ztrát tepla a přeměnu energie od výstupu potřeby tepla pro budovu

stanovené podle ČSN EN ISO 13 790 až po potřebu prvotní energie. Cílem této obecné části je sjednotit požadované vstupy, výstupy a strukturu výpočetní metody k dosažení společného evropského výpočetního postupu. Sjednocený postup usnadní volný pohyb služeb (optimalizaci energetické náročnosti, zveřejnění obvyklé úrovně energetických požadavků) a výrobků (programů). Je uveden vzorový formulář a příklad výpočtu.

- 5) Postup certifikace soustavy vytápění a přípravy TV v části soustavy zdroje tepla (kotle a PS). Jsou uvedeny základní vztahy, metody a standardní hodnoty k podpoře výpočtu. Výpočtová metoda dílčí části výroby tepla bere v úvahu tepelné ztráty, pomocnou energii a využití tepla z tepelných ztrát a pomocné energie. Zvažuje se: typ zdroje (zdrojů) tepla, umístění zdroje (zdrojů) tepla, poměr částečného zatížení, provozní podmínky (dvoupolohová, vícestupňová, spojitá, kaskádová regulace atd.). Výpočtová metoda podle této normy je založena na vstupních údajích: potřeby tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu pro vytápění, $Q_{H,dis,in}$, vypočtené podle ČSN EN 15316-2-3, potřeby tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu pro přípravu teplé vody, $Q_{W,dis,in}$, vypočtená podle ČSN EN 15316-3-2.
- 6) Postup pro certifikaci potřeby tepla pro vytápění a přípravu TV s aplikací praktických poznatků ze zpracování EA s využitím EN a zejména DIN V 18599 Energetické ocenění budov, část 1 až 10. Jsou uvedeny vztahy a hodnoty. Tam, kde německý dokument zpřesňuje evropský dokument a užívá namísto neexistujících anglických indexů německé, jsou ponechány. Německé indexy na rozdíl od anglických je možné nahradit českými.
- 7) Maximální tepelný výkon budovy, který je nutný pro zjištění míry využití prvků zařízení pro vytápění, větrání a chlazení, přípravu TV a kogeneraci a tím pro stanovení potřeby tepla. Vypočítá se z hrubé bilance ztrát tepla prostupem a větráním při zvážení klimatických podmínek návrhu pro případ vytápění. Přínosy tepla se uvažují nulové. Nenahrazuje tepelný výkon zdroje pro projektový návrh.
- 8) Certifikace energetické náročnosti tepelných čerpadel. Jsou uvedeny základní vlivy a metody. Jsou doplněny vybrané standardní hodnoty. Není zpracován podrobný postup výpočtu, který pro jeho rozsah vyžaduje samostatnou publikaci.
- 9) Certifikace energetické náročnosti sluneční tepelné soustavy. Jsou uvedeny základní vlivy a metody. Není zpracován podrobný postup výpočtu, který pro jeho rozsah vyžaduje samostatnou publikaci.
- 10) Příklad zpracování energetického auditu (EA) pro bytovou budovu s domovní kotelnou podle postupu uvedeného v publikaci a ověřeného ve více EA. Jsou aplikovány postupy podle evropských metod a je sledována závislost EA – EP při zpracování. Je uveden rozdíl při zpracování EA oproti tradičnímu zpracování EA.

Publikace má 173 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.

2 VYBRANÉ POJMY

1.1. TERMÍNY A DEFINICE

Navrhovaný postup založený na připravované evropské normě užívá termíny podle ISO 7345 a následující pojmy:

definice	obsah definice	anglický název	ČSN EN
celková tepelná ztráta soustavy	součet tepelných ztrát technického zařízení včetně využitelných tepelných ztrát zařízení	<i>(total system thermal loss)</i>	ČSN EN 15316-4-1
celkový činitel prvotní energie	neobnovitelná a obnovitelná prvotní energie dělená dodanou energií, kdy prvotní energie je požadována pro zásobování jednotkou dodané energie při uvažování energie potřebné pro těžbu, zpracování, skladování, dopravu, výrobu, přeměnu, rozvod a další operace nutné pro dodání do budovy, ve které se dodaná energie užije Poznámka. Celkový energetický činitel je vždy vyšší než 1	<i>total primary energy factor</i>	ČSN EN 15316-1
CO₂ emisní součinitel	množství CO ₂ vypuštěné do ovzduší na jednotku dodané energie. Poznámka. Může zahrnout ekvivalent emisí jiných skleníkových plynů ,např. metanu)	<i>CO₂ emission coefficient</i>	ČSN EN 15316-1
činitel energetické přeměny nebo koeficient energetické přeměny	činitel ¹ nebo koeficient užitý k vyjádření energetického obsahu různými způsoby (např. prvotní energií, CO ₂ emisemi)	<i>energy conversion factor or energy conversion coefficient</i>	ČSN EN 15316-1
čisté tepelné požadavky	požadavky na teplo snížené o množství tepla z využitých ztrát tepla		
dílní části technické soustavy	část technické soustavy budovy která má specifické funkce (např. výrobu tepla, rozvod tepla, sdílení tepla)	<i>technical building sub-system</i>	ČSN EN 15316-1

¹ koeficient – hodnota má rozměry, činitel – hodnota je bezrozměrná

dodaná energie	energetický obsah, vyjádřený na nositele energie, dodaná do soustav TZB hranicí systému, k zajištění uvažované užití (např. vytápění, chlazení, větrání, přípravu TV, osvětlení, přístroje) nebo k výrobě elektřiny. Poznámka. Pro aktivní sluneční a větrné soustavy dopadající sluneční energie nebo kinetická energie větru netvoří část energetické bilance budovy. Na národní úrovni se stanoví, zda-li obnovitelná energie vyrobená na místě je částí dodané energie. Dodaná energie se může vypočítat pro stanovené užití nebo se měří.	<i>delivered energy</i>	ČSN EN 15316-1
elektrická energie z rozvodné sítě	energie dodaná do budovy z veřejného rozvodu elektřiny	<i>grid electricity</i>	ČSN EN 15316-1
energetická náročnost budovy	vypočtené nebo měřené množství dodané a vydané energie skutečně užitě nebo odhadnuté pro pokrytí různých potřeb při standardizovaném užití budovy, které může zahrnovat užití energie pro vytápění, chlazení, přípravu TV a osvětlení	<i>energy performance of a building</i>	ČSN EN 15316-1
energetické ohodnocení	hodnocení energetické náročnosti budovy spočívající na vypočítaném nebo měřeném užití nositelů energie (paliv)	<i>energy rating</i>	ČSN EN 15316-1
energetický ukazatel	energetické hodnocení dělené upravovanou plochou	<i>energy indicator</i>	ČSN EN 15316-1
energetický zdroj	zdroj, z kterého může vytěžena, získána nebo obnovena užitná energie buď přímo nebo procesem přeměny nebo změny Poznámka. Příkladem jsou ropná a plynová pole, uhelné doly, slunce, les, apod.	<i>energy source</i>	ČSN EN 15316-1
horní výhřevnost, spalné teplo	množství tepla uvolněné při spalení jednotky paliva se vzduchem, které shoří úplně při konstantním tlaku 101 320 Pa a při ochlazení spalin na teplotu okolí. Poznámka. Toto množství zahrnuje latentní teplo zkon- denzované vodní páry obsažené v palivu a vodní páry vzniklé spaláním vodíku obsaženého v palivu Podle ISO 13602-2 horní výhřevnost se upřednostňuje před výhřevností Výhřevnost nezahrnuje latentní teplo kondenzace	<i>gross calorific value</i>	ČSN EN 15316-1
kondenzační kotel	kotel konstruovaný k využívání latentního tepla uvolňovaného při kondenzaci vodní páry ve spalínách; kotel musí umožňovat odvedení kondenzátu v kapalném stavu z výměníku tepla přes odváděč kondenzátu. Poznámka. Kotle, které nejsou takto konstruovány nebo nemají prostředky pro odvádění kondenzátu v kapalně formě, se nazývají „standardní“ (bez kondenzace).	<i>(condensing boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
kondenzační kotel na kapalně palivo	kotel konstruovaný k využívání latentního tepla uvolňovaného při kondenzaci vodní páry ve spalínách v kapalném stavu [ČSN EN 15034:2006]	<i>(oil condensing boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1

konečná energie	energie požadovaná pro vytápěcí soustavu a soustavu teplé vody včetně pomocné energie		
kotel	zařízení spalující plynná, kapalná nebo pevná paliva navržené pro výrobu horké vody pro vytápění; může (ale nemusí) být navrženo také pro ohřev teplé vody	<i>(boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
kotel s dvoupolo-hovým říze-ním	kotel, který není způsobilý měnit rychlost spalování paliva a přitom udržovat nepřetržitý provoz hořáku; patří sem kotle s alternativními rychlostmi hoření nastavenými pouze jednou v okamžiku instalace, nazývané jako kotle se členem k seřízení tepelného příkonu	<i>(on/off boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
kotel s více-stup-ňovým říze-ním	kotel, který je způsobilý postupně měnit rychlost spalování paliva a přitom udržovat nepřetržitý pro-voz hořáku	<i>(multistage boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
kotel se spo-jitým říze-ními	kotel, který je způsobilý průběžně (od nastaveného minima po nastavené maximum) měnit rychlost spa-lování paliva a přitom udržovat nepřetržitý provoz hořáku	<i>(modula-ting boi-ler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
krok výpočtu	jednotlivý časový interval pro výpočet potřeb a užití energie. Poznámka. Typickým časovým intervalem je jedna hodina, jeden měsíc nebo jedno topné a/nebo chla-dicí období, provozní režim a časový úsek	<i>(calculation step)</i>	ČSN EN 15316-4-1
neobnovitelná energie	energie ze zdroje, který se vyčerpá těžbou (např. fosilní paliva)	<i>non-renewable energy</i>	ČSN EN 15316-1
neobnovitelný činitel prvot-ní energie	podíl neobnovitelné prvotní energie a dodané energie, kdy neobnovitelná prvotní energie zahrnuje neobnovitel-nou energii pro těžbu, zpracování, skladování, dopravu, výrobu, přeměnu, dopravu a rozvod a další operace nutné pro dodání do budovy, ve které se dodaná energie užije. Poznámka. Neobnovitelný činitel prvotní energie může být menší než jednotka užije-li se obnovitelná energie	<i>non-renewable primary en-ergy factor</i>	ČSN EN 15316-1
neupravova-ný prostor	Místnost nebo ohraničení které nejsou částí upravovaného prostoru	<i>uncondi-tioned space</i>	ČSN EN 15316-1
nízkoteplot-ní kotel	standardní kotel konstruovaný jako nízkoteplotní kotel a zkoušený jako nízkoteplotní kotel, jak je předepsáno ve směrnici Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů	<i>(low tem-perature boiler)</i>	ČSN EN 15316-4-1
nositel ener-gie	látka nebo jev, který se může využít k získání mechanic-ké práce nebo tepla, nebo k chemickým nebo fyzikálním procesům Poznámka. Energetický obsah paliva udává jejich horní výhřevnost ²	<i>energy car-rier</i>	ČSN EN 15316-1

² Gross calorific value – spalné teplo nebo horní výhřevnost

nová budova	<i>pro počítané hodnocení budovy:</i> budova je projektovaná nebo ve výstavbě <i>pro měřené hodnocení budovy:</i> budovy je nedávno dostavěná se spolehlivým záznamem užití energie	<i>new building</i>	ČSN EN 15316-1
obnovitelná energie OZE	energie ze zdrojů, které nejsou vyčerpány těžbou, jako je sluneční energie, (tepelná a fotovoltaická), vítr, vodní pohon, biomasa Poznámka. V ISO 13602-1 je obnovitelná energie definovaná jako „přírodní zdroj pro který podíl „vytvoření přírodního zdroje k výstupu tohoto zdroje z přírody do technické oblasti je rovný nebo větší než 1“	<i>renewable energy</i>	ČSN EN 15316-1
obnovitelná energie vyrobená v budově	energie vyrobená technickými soustavami budovy přímo spojenými s budovou využívající energetické obnovitelné zdroje	<i>renewable energy produced on the building site</i>	ČSN EN 15316-1
obsazená zóna	část upravované zóny, ve které běžně pobývají lidé a kde je třeba zajistit pohodu prostředí Definice obsazené zóny závisí na geometrii a užití místnosti a je stanovena případ od případu. Zpravidla jde o výraz užívaný pouze pro prostor určený pro pobyt lidí a je definován jako objem vzduchu určený svislými a vodorovnými rovinami. Svislé roviny jsou zpravidla rovnoběžné se stěnami místnosti,. Zpravidla je také omezena světlá výška	<i>occupied zone</i>	ČSN EN 15316-1
podíl částečného zatížení	podíl mezi vyrobeným teplem v průběhu výpočtového období a maximálním možným výkonem ze zdrojem tepla za stejné období		
pomocná energie	elektrická energie užitá technickými soustavami budovy jako jsou vytápění, chlazení, větrání, příprava TV k podpoře přeměny energie k zajištění energetických potřeb. Poznámka. Zahrnuje energii pro ventilátory, čerpadla, regulaci, apod. Elektřina pro větrací soustavu k dopravě vzduchu a využití tepla se neuvažuje jako pomocná energie, ale jako energie užitá pro větrání	<i>auxiliary energy</i>	ČSN EN 15316-1
pomocná energie	elektrická energie využívaná technickými zařízeními budovy pro vytápění, chlazení, větrání a/nebo přípravu teplé vody na podporu přeměny energie s cílem splnit potřeby energie. Poznámka. Jedná se o energii pro ventilátory, čerpadla, elektroniku atd. V EN ISO 9488 [4] se energie používaná pro čerpadla a armatury nazývá „parasitic energy“	<i>(auxiliary energy)</i>	ČSN EN 15316-4-1

potřeba energie na vytápění nebo chlazení	teplo dodané nebo odvedené z upravovaného prostoru k udržení určené teploty během daného časového období, přičemž se neuvažuje vliv soustav TZB Poznámka. Potřeba energie se vypočítá a nemůže být snadno měřena Potřeba energie může zahrnout dodatečné teplo z nehomogenního rozdělení teplot a neideální regulace teploty, jestliže se zavede zvýšení (snížení) teploty pro vytápění (chlazení) a nezahrne se do dodávky tepla z vytápění (chlazení)	<i>energy need for heating or cooling</i>	ČSN EN 15316-1
potřeba energie pro přípravu TV	teplo dodané do požadovaného množství teplé vody ke zvýšení teploty z teploty studené vody na teplotu požadovanou na výtokovém místě. . Neuvažuje se soustavy TZB v budově	<i>energy need for domestic hot water</i>	ČSN EN 15316-1
provoz při částečném zatížení	provozní stav soustavy TZB (např. TČ), kdy okamžitý požadavek na výkon (zatížení) je nižší než je stávající (jmenovitý) výkon zařízení	<i>part load operation</i>	ČSN EN 15316-1
provozní doba soustavy (otopné období)	doba, po kterou výkon soustavy je schopný zabezpečit požadavky		
provozní režimy	různé způsoby, při nichž může tepelná soustava pracovat Příklady. Režim s nastavenou žádanou hodnotou, režim mimo provoz, režim při sníženém příkonu, režim v pohotovostním stavu, režim při zvýšeném příkonu.	<i>(modes of operation)</i>	ČSN EN 15316-4-1
prvotní energie	energie, která nebyla přeměněna nebo změněna Poznámka. Prvotní energie zahrnuje neobnovitelnou i obnovitelnou energii. Jestliže se uvažují obě, může se nazývat celková prvotní energie Pro budovu je to energie užitá k získání energie dodané do budovy. Počítá se z dodaného a vydaného (exportovaného) množství nositelů energie při užití činitele přeměny	<i>primary energy</i>	ČSN EN 15316-1
přerušované vytápění nebo chlazení	schéma vytápění nebo chlazení, kdy normální provozní období se střídá s obdobím sníženého tepelného (chladicího) výkonu nebo kdy je zařízení odstaveno	<i>intermittent heating or cooling</i>	ČSN EN 15316-1
příprava teplé (užitkové) vody	proces přivádění tepla pro zvýšení teploty studené vody na určenou výstupní teplotu	<i>(domestic hot water heating)</i>	ČSN EN 15316-4-1
příprava TV	proces dodávky tepla pro zvýšení teploty studené vody na požadovanou teplotu výtoku	<i>domestic hot water heating</i>	ČSN EN 15316-1
regenerace (odpadního) tepla; zpětné získávání tepla	teplo vyvíjené technickými zařízeními budovy nebo spojené s potřebou budovy (např. teplá voda), které je přímo využíváno v dané soustavě pro snížení tepelného příkonu a které by jinak nebylo využito (např. předehřev spalovacího vzduchu výměníkem tepla spalín)	<i>(heat recovery)</i>	ČSN EN 15316-4-1

součinitel prostupu tepla	součinitel úměrnosti tepelného toku řízený teplotním rozdílem dvou prostředí	<i>(heat transfer coefficient)</i>	ČSN EN 15316-4-1
spalné teplo	množství tepla uvolněné úplným spalováním (objemové nebo hmotnostní) jednotky paliva za přítomnosti kyslíku při konstantním tlaku rovnajícím se 101 320 Pa, přičemž spaliny jsou převedeny na teploty okolního prostředí. Poznámka. Toto množství zahrnuje latentní kondenzační teplo jakékoli vodní páry obsažené v palivu a vodní páry vzniklé spalováním jakéhokoli vodíku obsaženého v palivu. Podle ISO 13602-2 [5] má spalné teplo přednost před výhřevností. Výhřevnost nebere v úvahu latentní kondenzační teplo.	<i>(gross calorific value)</i>	ČSN EN 15316-4-1
stávající budova	<i>pro počítané hodnocení budovy:</i> budova je postavená <i>pro měřené hodnocení budovy:</i> budova, pro kterou údaje o zhodnocení užití energie jsou známé nebo mohou být měřené	<i>existing building</i>	ČSN EN 15316-1
technická soustava budovy	technické zařízení pro vytápění chlazení, větrání, přípravu TV, osvětlení a výrobu elektřiny sestávající z dílčích částí Poznámka. Technická soustava budovy může příslušet jednomu nebo více technickým zařízením v budově (např. vytápěcí soustavě, soustavě vytápění a přípravy TV) Výroba elektřiny může zahrnout kogeneraci a fotovoltaickou soustavu	<i>technical building system</i>	ČSN EN 15316-1
technická zařízení budovy (TZB)	sestávají ze soustav TZB a zařízení k zajištění pohody prostředí TV, osvětlení a další služby pro budovu	<i>building services</i>	ČSN EN 15316-1
tepelná soustava	soustava TZB, zahrnující vytápěcí soustavu a soustavu přípravy TV	<i>heating system</i>	ČSN EN 15316-1
tepelná zóna	část vytápěného prostoru s danou (nastavenou) teplotou, ve kterém se předpokládají zanedbatelné prostorové změny vnitřní teploty		
tepelná ztráta soustavy	tepelná ztráta z technického zařízení budovy pro vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, zvlhčování, zbavování vlhkosti, větrání nebo osvětlování, jakož i jiných aplikací, které nepřispívají k užitečnému výkonu soustavy. Poznámka. Tepelná energie obnovená přímo v dílčí části se nepovažuje za tepelnou ztrátu soustavy, nýbrž za regeneraci (odpadního) tepla, a je takto pojednána i v související normě na danou soustavu	<i>(system thermal loss)</i>	ČSN EN 15316-4-1

tepelné zisky	teplo vyrobené uvnitř budovy nebo vstupující do upraveného prostoru z jiných zdrojů tepla než jsou soustavy TZB (např. vytápění, chlazení, příprava TV) Poznámka. Zahrnují se vnitřní tepelné zisky a sluneční tepelné zisky. Poklesy způsobené odvodem tepla z budovy se zahrnují jako zisky se záporným znaménkem. Oproti dopravě tepla ze zdroje tepla (nebo poklesu) není hnací silou pro tepelný tok rozdíl teplot mezi teplotou uvažovaného prostoru a teplotou zdroje Pro letní období tepelné zisky s kladnou hodnotou tvoří mimořádné tepelné zatížení prostoru	<i>heat gains</i>	ČSN EN 15316-1
tepelné ztráty soustavy	tepelné ztráty z technických soustav budovy pro vytápění, chlazení, přípravu TV, vlhčení, odvlhčování, větrání a osvětlení, které nepřispívají k užitečnému výstupu (výkonu) soustavy Poznámka. Tepelná energie využitá přímo v dílčích částech soustavy se neuvažuje jako tepelné ztráty soustavy ale jako využitě teplo v soustavě	<i>system thermal loss</i>	ČSN EN 15316-1
tepelné ztráty tepelné soustavy, část rozvodu	tepelné ztráty rozvodů tepla včetně využitelných tepelných ztrát	<i>heating system thermal losses, distribution</i>	ČSN EN 15316-1
tepelné ztráty tepelné soustavy, část sdílení	tepelné ztráty obálkou budovy způsobené nestejnoměrným rozložením teplot a skutečnou regulací (nižší účinností) ve vytápěném prostoru	<i>heating system thermal losses, emission</i>	ČSN EN 15316-1
tepelné ztráty tepelné soustavy, část výroba	tepelné ztráty zdrojů tepla vzniklé během provozní doby a pohotovostního stavu a způsobení reálnou regulací zdroje. Zahrnují využitelné tepelné ztráty	<i>heating system thermal losses, generation</i>	ČSN EN 15316-1
teplá voda (DHW nebo TV), potřeba tepla pro teplou vodu	množství tepla potřebné pro ohřátí teplé vody ke zvýšení její teploty z teploty studené vody v rozvodu na stanovenou teplotu dodávky		
topné nebo chladicí období	období, po které je potřeba podstatné množství energie pro vytápění a chlazení Poznámka. Délka období se uplatní při stanovení provozních dob soustav TZB	<i>heating or cooling season</i>	ČSN EN 15316-1
účinnost rozvodu	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části rozvodu a energetickou potřebou na vstupu do části rozvodu při uvažování tepelné ztráty a pomocné energie této části	<i>efficiency, distribution</i>	ČSN EN 15316-1
účinnost sdílení (výdeje) tepla	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části sdílení (potřeba energie) a energetickou potřebou na vstupu do části sdílení při uvažování tepelné ztráty (např. neideální sdílení způsobené nerovnoměrným rozdělením teplot a neideální místní regulace). Účinnost zahrnuje pomocnou energii této části.	<i>efficiency, emission</i>	ČSN EN 15316-1

účinnost výroby (zdroje) tepla	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části výroby a energetickou potřebou na vstupu do části výroby (užití energie) při uvažování tepelné ztráty. Účinnost zahrnuje pomocnou energii této části.	<i>efficiency, generation</i>	ČSN EN 15316-1
upravovaná plocha	podlahová plocha upravovaného prostoru s vyloučením neobytných sklepů nebo neobytných částí prostoru, zahrnující podlahovou plochu ve všech podlažích. Poznámka. Definice je zpřesněna národními předpisy. Může se užití vnitřních, převážně vnitřních nebo vnějších rozměrů. To vede k různým plochám téže budovy. Některé soustavy, jako je umělé osvětlení nebo větrání se vyskytnou v plochách nezahrnutých v této definici (např. garáže, spod.). Upravená plocha se může uvažovat jako užitná plocha zmíněná v článcích 5, 6 a 7 EPBD, není-li jinak definována v národních předpisech	<i>conditioned area</i>	ČSN EN 15316-1
upravovaná zóna	část upravovaného prostoru s danou teplotou nebo teplotami, ve kterém je totéž užití a předpokládá se, že vnitřní teplota má minimální prostorové změny, a který je ovládaný jedinou tepelnou soustavou, chladicí soustavou a / nebo větrací soustavou	<i>conditioned zone</i>	ČSN EN 15316-1
upravovaný prostor	vytápěný nebo chlazený prostor. Je užitý pro definování tepelné obálky	<i>conditioned space</i>	ČSN EN 15316-1
užití energie pro větrání	elektrická energie pro větrací soustavu k dopravě vzduchu a zpětné využití tepla (nezahrnuje se energetický vstup pro předehřev vzduchu) a energetický vstup pro zvlhčování	<i>energy use for ventilation</i>	ČSN EN 15316-1
užití energie pro vytápění, chlazení nebo přípravu TV	energetický vstup pro soustavy vytápění, chlazení, nebo přípravy TV k zajištění energetické potřeby vytápění, chlazení (včetně odvlhčování) nebo přípravy TV Poznámka. Zajišťuje-li soustava TZB několik soustav (např. vytápění a přípravu TV), může být obtížné rozdělení užití energie pro každou soustavu. Může být udána jako kombinované množství (např. potřeba energie pro vytápění a přípravu TV)	<i>energy need for space heating or cooling or domestic hot water</i>	ČSN EN 15316-1
venkovní teplota	teplota venkovního vzduchu. Poznámka. Pro provádění výpočtů prostupu tepla se teplota sálání venkovního prostředí údajně rovná teplotě venkovního vzduchu; dlouhodobý přenos do vzdušného prostoru se vypočítá odděleně. Měření teploty venkovního vzduchu je definováno v EN ISO 15927-1 Tepelně vlhkostní chování budov – Výpočet a uvádění klimatických dat – Část 1: Měsíční průměry jednotlivých meteorologických prvků.	<i>(external temperature)</i>	ČSN EN 15316-4-1
větrání	proces dodávky a odvodu vzduchu přirozeným nebo nuceným způsobem do nebo z prostoru	<i>ventilation</i>	ČSN EN 15316-1

vydaná (exportovaná) energie	energie, vyjádřená nositelem energie, dodaná technickým zařízením budovy systémovou hranicí budovy a užitá vně systémové hranice Poznámka. Vydaná energie se může určovat podle výroby (např. kogenerace, fotovoltaika) tak, aby se mohly uplatnit různé činitele pro její vážení Vydaná energie se vypočítá nebo změří	<i>exported energy</i>	ČSN EN 15316-1
výhřevnost	hodnota spalného tepla bez latentního kondenzačního tepla vodní páry ve spalínách při teplotě okolního prostředí	<i>(net calorific value)</i>	ČSN EN 15316-4-1
výkon spalování	součin průtoku paliva a výhřevnosti paliva	<i>(combustion power)</i>	ČSN EN 15316-4-1
výpočetní krok	nesouvislý časový interval pro výpočet potřeb energie a užití pro vytápění, chlazení, zvlhčování a vysoušení. Typickým nesouvislým intervalem je jedna hodina, jeden měsíc nebo jedno otopné / chladicí období, způsob provozu	<i>calculation step</i>	ČSN EN 15316-1
výpočetní období	časové období, pro které se provádí výpočet. Poznámka. Výpočetní období se může členit na několik výpočetních kroků	<i>calculation period</i>	ČSN EN 15316-1
vypočtené energetické ohodnocení	energetické ohodnocení založené na výpočtu vážené dodané a vydané energie v budově pro vytápění, chlazení, větrání, přípravu TV a umělé osvětlení. Poznámka. Na národní úrovni se rozhodne, zda-li se zahrne užití energie od uživatelských činností, jako jsou vaření, výroba, praní, apod. V kladném případě musí být dostupná data pro stanovení potřeb podle činností v různých druzích budov	<i>calculated energy rating</i>	ČSN EN 15316-1
výpočtové období	časový úsek, pro který se provádí výpočet. Poznámka. Výpočtové období lze rozdělit na řadu kroků výpočtu.	<i>(calculation period)</i>	ČSN EN 15316-4-1
vytápění (prostoru)	proces přivádění tepla pro tepelnou pohodu	<i>(space heating)</i>	ČSN EN 15316-4-1
vytápění prostoru	způsob dodání tepla pro tepelnou pohodu	<i>space heating</i>	ČSN EN 15316-1
vytápěný prostor	místnost nebo ohrazený prostor, ve kterých se pro výpočet předpokládá vytápění na danou nastavenou teplotu nebo teploty	<i>heated space</i>	ČSN EN 15316-1
vytápěný prostor	místnost nebo uzavřený prostor, které mají být pro účely výpočtu vytápěny na danou nastavenou teplotu nebo nastavené teploty	<i>(heated space)</i>	ČSN EN 15316-4-1
využitá tepelná ztráta soustavy	část obnovitelné tepelné ztráty soustavy, která byla obnovena (znovu získána) buď ke snížení potřeby energie k vytápění nebo chlazení, nebo k požadovanému užití energie soustavou k vytápění nebo chlazení	<i>(recovered system thermal loss)</i>	ČSN EN 15316-4-1
využité ztráty tepla	část využitelných ztrát tepla, které byly využity buď ke snížení potřeby energie na vytápění nebo chlazení nebo snížení užití energie pro vytápění nebo chlazení	<i>recovered system thermal loss</i>	ČSN EN 15316-1

využitelná tepelná ztráta soustavy	část tepelné ztráty soustavy, která může být využita (zno-vu získána) buď ke snížení potřeby energie k vytápění nebo chlazení, nebo k užití energie soustavou k vytápění nebo chlazení	<i>(recover-able system thermal loss)</i>	ČSN EN 15316-4-1
využitelné ztráty tepla tepelné soustavy	část ztrát tepla z tepelné soustavy, které mohou být vyu-žity buď ke snížení potřeby energie na vytápění nebo chlazení nebo snížení užití energie pro vytápění nebo chlazení	<i>recoverable system ther-mal loss</i>	ČSN EN 15316-1
zpětné využití tepla	teplo vyrobené v soustavách TZB nebo vzniklé užitím budovy (např. příprava TV), které se přímo užije v dotčené soustavě ke snížení přiváděného (na vstupu) tepla, a které by jinak bylo zmařeno (např. přehřev spalovacího vzduchu ve výměníku kouřových spalin)	<i>heat recov-ery</i>	ČSN EN 15316-1

2.1 OZNAČENÍ A JEDNOTKY

označení	název	jednotka	
$\dot{M}$	hmotnostní průtok	kg/s	
$\dot{V}$	objemový průtok	m ³ /s	
α	ztrátový činitel	%	ČSN EN 15316-4-1
β	činitel zatížení	%	ČSN EN 15316-4-1
Δ	označení rozdílu	–	ČSN EN 15316-4-1
η	činitel účinnosti	%	ČSN EN 15316-4-1
θ	teplota	°C	ČSN EN 15316-4-1
ρ	hustota	kg/m ³	ČSN EN 15316-4-1
b	činitel snížení teploty	–	ČSN EN 15316-4-1
c	měrné teplo vody;	J/(kg.K)	
c	součinitel	různá	ČSN EN 15316-4-1
c	měrná tepelná kapacita	J/(kg.K) nebo Wh/(kg.K) ^{a)}	ČSN EN 15316-4-1
d	tloušťka	mm	ČSN EN 15316-4-1
e	činitel náročnosti soustavy	(-)	ČSN EN 15316-1
E	prvotní energie celková, zahrnující prvotní energii, nositel energie (s výjimkou množství tepla, mecha-nickou práci, a pomocnou energii – elektřinu)	J ^{a,b}	ČSN EN 15316-1
E	energie obecně (vyjma množství tepla, mechanické práce a pomocné (elektrické) energie)	J nebo Wh ^{a)}	ČSN EN 15316-4-1

označení	název	jednotka	
e	činitel vynaložené energie	–	ČSN EN 15316-4-1
f	činitel °	–	ČSN EN 15316-1
f	činitel	–	ČSN EN 15316-4-1
H	tepelná hodnota (spalné teplo/výhřevnost)	J/hmotnostní jednotka nebo Wh/hmotnostní jednotka	ČSN EN 15316-4-1
H	součinitel prostupu tepla	W/K	ČSN EN 15316-4-1
k	činitel	–	ČSN EN 15316-4-1
m	hmotnost	kg	ČSN EN 15316-4-1
n	exponent	–	ČSN EN 15316-4-1
N	počet položek	celé číslo	ČSN EN 15316-4-1
P	energie obecně, včetně elektrické energie	W	ČSN EN 15316-4-1
t	čas, časové období	s nebo h ^{a)}	ČSN EN 15316-4-1
V	objem	m ³ , l	ČSN EN 15316-4-1
V'	objemový tok	m ³ /s nebo m ³ /h ^{a)}	ČSN EN 15316-4-1
W	pomocná (elektrická) energie	J ^a	ČSN EN 15316-1
W	pomocná (elektrická) energie, mechanická práce	J nebo Wh ^{a)}	ČSN EN 15316-4-1
x	relativní vlhkost	%	ČSN EN 15316-4-1
X	objemový podíl	%	ČSN EN 15316-4-1
η	účinnost	(-)	ČSN EN 15316-1
θ	teplota ve stupních celsia	°C	
ρ	hustota vody	kg/m ³	
Φ	tepelný výkon	W	

označení	název	jednotka	
a	hodiny (h) se užijí jako jednotka času namísto vteřin pro všechna množství zahrnující čas (např. časové období, výměny vzduchu, apod.), ale v případě jednotky pro energii je Wh namísto J. Jestliže je jako jednotka času použita sekunda (s), pak jednotka pro energii musí být J. Jestliže je jako jednotka času použita hodina (h), pak jednotka pro energii musí být Wh.		ČSN EN 15316-4-1
b	Jednotka závisí na typu nositele energie a způsobu vyjádření jeho množství. Hmotnostní jednotkou pro palivo může být Stm^3 , Nm^3 nebo kg.		ČSN EN 15316-4-1
c	koeficient má rozměr, činitel je bezrozměrný		ČSN EN 15316-4-1
	V související ČSN EN ISO 13790 se místo výrazu potřeba užívá výraz užitý.		

2.2 ZKRATKY A INDEXY

zkratka	význam	anglický význam	ČSN EN
a	vzduch	<i>air</i>	
add	dodatečný	<i>additional</i>	ČSN EN 15316-4-1
air	vzduch	<i>air</i>	ČSN EN 15316-4-1
aux	pomocný	<i>auxiliary</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
avg	průměrný	<i>average</i>	ČSN EN 15316-4-1
br	před generátorem	<i>before generator</i>	ČSN EN 15316-4-1
brm	kotelna	<i>boiler room</i>	ČSN EN 15316-4-1
c	regulace	<i>control</i>	
ci	krok výpočtu	<i>calculation step</i>	ČSN EN 15316-4-1
cmb	spalování	<i>combustion</i>	ČSN EN 15316-4-1
cond	kondenzační	<i>condensing</i>	ČSN EN 15316-4-1
corr	opravený; oprava	<i>corrected / correction</i>	ČSN EN 15316-4-1
ctr	kontrola; řízení	<i>control</i>	ČSN EN 15316-4-1
d	rozvod	<i>distribution</i>	
DHW	teplá voda	<i>domestic hot water</i>	
dis	rozvod	<i>distribution</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
in	vstup (příkon) do dílčí části	<i>input to sub-system</i>	ČSN EN 15316-4-1
dry	suché plyny	<i>dry gases</i>	ČSN EN 15316-4-1
ins	izolace	<i>insulation</i>	ČSN EN 15316-4-1
e	vnější		
el	elektrický	<i>electrical</i>	ČSN EN 15316-1
em	sdílení (výdej) tepla	<i>emission</i>	EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
em	sdílení (výdej)	<i>emission</i>	ČSN EN 15316-4-1

zkratka	význam	anglický význam	ČSN EN
emr	zdroj sálání	<i>emitter</i>	ČSN EN 15316-4-1
f	konečný		
f	tok (teplota)	<i>flow (temperature)</i>	ČSN EN 15316-4-1
fg	spaliny	<i>flue gas</i>	ČSN EN 15316-4-1
g	výroba		
ge	plášť kotle (zdroje tepla)	<i>generator envelope</i>	ČSN EN 15316-4-1
gen	výroba	<i>generation</i>	ČSN EN 15316-1
gen	dílčí část výroby tepla	<i>generation sub-system</i>	ČSN EN 15316-4-1
gl	ztráty při výrobě		
gnr	kotel; zdroj tepla	<i>generator</i>	ČSN EN 15316-4-1
grs	spalné teplo	<i>gross</i>	ČSN EN 15316-4-1
gs	zisky	<i>gains</i>	
H	vytápění	<i>heating</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
ch	komín	<i>chimney</i>	ČSN EN 15316-4-1
chp	kombinovaná výroba tepla a elektřiny	<i>combined heat and power</i>	ČSN EN 15316-1
i	vnitřní		
i, j, k, y, z	indexy	<i>indices</i>	ČSN EN 15316-4-1
in	vstup do soustavy	<i>input</i>	ČSN EN 15316-1
lat	latentní	<i>latent</i>	ČSN EN 15316-4-1
ls	ztráty	<i>loss</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
mass	měrný	<i>massic</i>	ČSN EN 15316-4-1
max	maximální	<i>maximum</i>	ČSN EN 15316-4-1
min	minimální	<i>minimum</i>	ČSN EN 15316-4-1
n	jmenovitý	<i>nominal</i>	ČSN EN 15316-4-1
net	výhřevnost	<i>net</i>	ČSN EN 15316-4-1
ngen	bez zdroje tepla v budově	<i>without building generation device</i>	ČSN EN 15316-1
nr	nevyužité ztráty		
nrbl	nevyužitelná	<i>non-recoverable</i>	ČSN EN 15316-1
O ₂	kyslík	<i>oxygen</i>	ČSN EN 15316-4-1
off	vypnuto	<i>off</i>	ČSN EN 15316-4-1
out	výstup (výkon) z dílčí části	<i>output from sub-system</i>	ČSN EN 15316-4-1 ČSN EN 15316-1
p	prvotní	<i>primary</i>	ČSN EN 15316-4-1
P ₀	při nulovém zatížení	<i>at zero load</i>	ČSN EN 15316-4-1
P _{int}	při částečném zatížení	<i>at intermediate load</i>	ČSN EN 15316-4-1
plt	pilotní	<i>pilot</i>	ČSN EN 15316-4-1
pmp	za spalovací komorou	<i>after the combustion chamber</i>	ČSN EN 15316-4-1
P _n	při jmenovitém zatížení	<i>at nominal load</i>	ČSN EN 15316-4-1

zkratka	význam	anglický význam	ČSN EN
Px	při zatížení x	<i>at x load</i>	ČSN EN 15316-4-1
r	vratný, zpětný	<i>return</i>	ČSN EN 15316-4-1
rbl	využitelný	<i>recoverable</i>	ČSN EN 15316-4-1
ref	referenční; odkaz	<i>reference</i>	ČSN EN 15316-4-1
rvd	využitý	<i>recovered</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
s	spalné teplo	<i>gross (calorific value)</i>	ČSN EN 15316-4-1
sat	nasycení	<i>saturation</i>	ČSN EN 15316-4-1
sby	v pohotovostním stavu	<i>in stand-by operation</i>	ČSN EN 15316-4-1
st	akumulace	<i>storage</i>	ČSN EN 15316-1
st	stechiometrický	<i>stoichiometric</i>	ČSN EN 15316-4-1
sto	akumulace	<i>storage</i>	ČSN EN 15316-4-1
t	celkový		
test	zkušební podmínky	<i>test conditions</i>	ČSN EN 15316-4-1
th	tepelný	<i>thermal</i>	ČSN EN 15316-1 ČSN EN 15316-4-1
W	teplá voda	<i>domestic hot water</i>	ČSN EN 15316-1
W	voda tepelné soustavy	<i>heating system water</i>	ČSN EN 15316-4-1
w	voda	<i>water</i>	ČSN EN 15316-4-1
wfg	voda ve spalínách	<i>water to flue gas</i>	ČSN EN 15316-4-1
z	index	<i>indices</i>	ČSN EN 15316-4-1

Indexy specifikující značky pro hodnocení energetické bilance dílčí části jsou v tomto pořadí:

- první index znamená užití (H = vytápění, W = teplá voda atd.);
- druhý index znamená dílčí část soustavy (gen = výroba, dis = rozvod atd.);
- třetí index znamená bilanční položku (ls = ztráty, in = vstup, out = výstup, aux = pomocný, atd.).

Podrobnější údaje mohou být vyjádřeny dalšími indexy (rvd = využitý, rbl = využitelný atd.).

3 PŘEHLED ZDROJŮ TEPLA

Teplo pro tepelné soustavy se vyrábí ve zdrojích tepla:

- mimo objekt - v teplárnách, v okrskových kotelnách (jsou částí centrálního zásobování teplem, dále CZT) nebo
- ve zdrojích tepla v zásobovaném objektu - v domovních kotelnách.

Využívají se jednak tuhá paliva, jednak zemní plyn a omezeně doznívají kapalná paliva, lehký topný olej (LTO). Obdobně omezeně se vyskytují elektrokotle. Počíná se uplatňovat biomasa.

Zdroji mimo objekt se tato publikace nezabývá, jsou částí rozvodu tepla v řetězci zdroj tepla-tepelná síť primární-úpravny stavů-sekundární tepelné sítě (mohou a nemusí být podle koncepce zásobování teplem a stupně modernizace CZT).

3.1 KOTLE A KOTELNY

Uvádíme obecné vlastnosti kotlen, které jsou předpokladem dosažení optimální účinnosti zařízení s ohledem na očekávaný vývoj kotlů a dílů kotlen. Musí být naplněny k dosažení optimální účinnosti kotleny. Převážně platí pro plynové kotleny, pro kotle na jiná paliva jsou pojednány samostatně.

Vývoj řešení kotlen bude vycházet z energetického požadavku zajistit, aby dosahovaná roční provozní účinnost kotleny byla blízká účinnosti kotlů. Další zvyšování účinnosti kotlů je již velmi omezeno. Proto musí být:

- všechny kotle vybaveny zařízením, které umožňuje automaticky odstavovat kotle od vodní a vzduchové či spalínové cesty; sníží se tak tepelné ztráty kotlů, které jsou ve stavu rezervy a v pohotovostním klidu,
- odděleny kotle pro vytápění od kotlů pro ohřev vody,
- použity nízkoteplotní kotle a zajištěn jejich nízkoteplotní provoz,
- případně použity kondenzační kotle a zajištěn jejich kondenzační provoz.

Řízení tepelného výkonu pro vytápění se musí provádět přímo na kotlích a to kvalitativně podle venkovní teploty s následnou změnou teplot přívodní a zpětné vody. Řídicí systém má umožňovat řízení tepelného výkonu alespoň dvou kotlů se spojitými hořáky v závislosti na venkovní teplotě a nastavení denního časového programu trvání normální a snížené topné křivky. V nadstavbě tohoto provedení mají být obsaženy funkce:

- řízení směšovačů několika zón podle vnitřní teploty v referenčním prostoru zóny s nastavením denního časového programu trvání normální a snížené vnitřní teploty a s adaptabilní funkcí zóny,
- nebo totéž řízení ale podle venkovní teploty.

Řízení tepelného výkonu pro ohřev vody se musí také provádět přímo na kotlích a to udržováním teploty přívodní vody na konstantní hodnotě 60-75 °C. Tím se omezí tepelné ztráty kotlů v základním běhu a v pohotovostním běhu sdílením tepla do kotleny a ztráty tepla spaliny do okolí větším vychlazením spalin.

U kondenzačního kotle v otopné soustavě se spádem 75/60 °C činí normovaný stupeň využití 104 %. Normovaný stupeň využití zahrnuje všechny ztráty kotle, které jsou závislé na teplotě topné vody a zatížení kotle.

Kdybychom však počítali účinnost kondenzačního kotle ze spalného tepla, dojdeme korektním fyzikálním postupem na hodnotu účinnosti (označené také "absolutní") 94 %, u nízkoteplotního kotle 84,5 % a u účinného standardního kotle 83 %. Důležitý je rozdíl cca 10% účinnosti mezi kondenzačním kotlem a běžným kotlem. Prakticky uvažujeme cca 7 %.

Parametry domovních plynových kotlen jsou dány parametry rozvodů.

TABULKA 3-1 ÚČINNOST TEPELNÉHO ZDROJE η_z DO TEPELNÉHO VÝKONU 500 KW

Tepelný zdroj	minimální	průměrná	vysoká
	η_z		
Kotel na hnědé uhlí tříděné	0,66	0,73	0,77
Kotel na koks	0,69	0,73	0,82
Kotel na plyné palivo	0,85	0,91	0,98
Kotel na LTO	0,80	0,83	0,88

3.1.1 Kotelny na tuhá paliva

Kotelny na tuhá paliva byly rozšířené. V domovních kotelnách byly většinou instalovány liti-nové článkové kotle nebo ocelové kotle. Nebyly vybaveny regulačním zařízením (pouze dusívkou na přívod vzduchu). Většinou byly modernizovány na plynové kotelny nebo jsou v současné době (z důvodů cen paliv a energie) rekonstruovány na automatizované kotelny s moderními kotli na uhlí.

Od 90. let minulého století se uplatňují automatické kotle na tuhá paliva. Tím se změnily podmínky pro modernizaci stávajících kotlen s tradičními kotli.

Instalují se automatické kotle na hnědé uhlí s občasnou obsluhou, vysokou účinností a regulací. Umožňují instalaci individuální regulace a uzavřený rozvod vody s tlakovými expanzními nádobami.

Používáním nových efektivních technologií spalování hnědého uhlí dochází k výrazně nižšímu zatížení životního prostředí. Produkce emisí škodlivin (hlavně CO, NO_x a tuhých látek) je u kotlů nové generace v jednotlivých režimech několikanásobně nižší v porovnání s klasickými odhořivacími kotli. Při stoupajících cenách zemního plynu hnědé uhlí umožňuje energeticky účinnou modernizaci.

Tyto kotle vytvářejí podmínky k energeticky vědomé opravě a co nejvyššímu využití tepelných zisků.

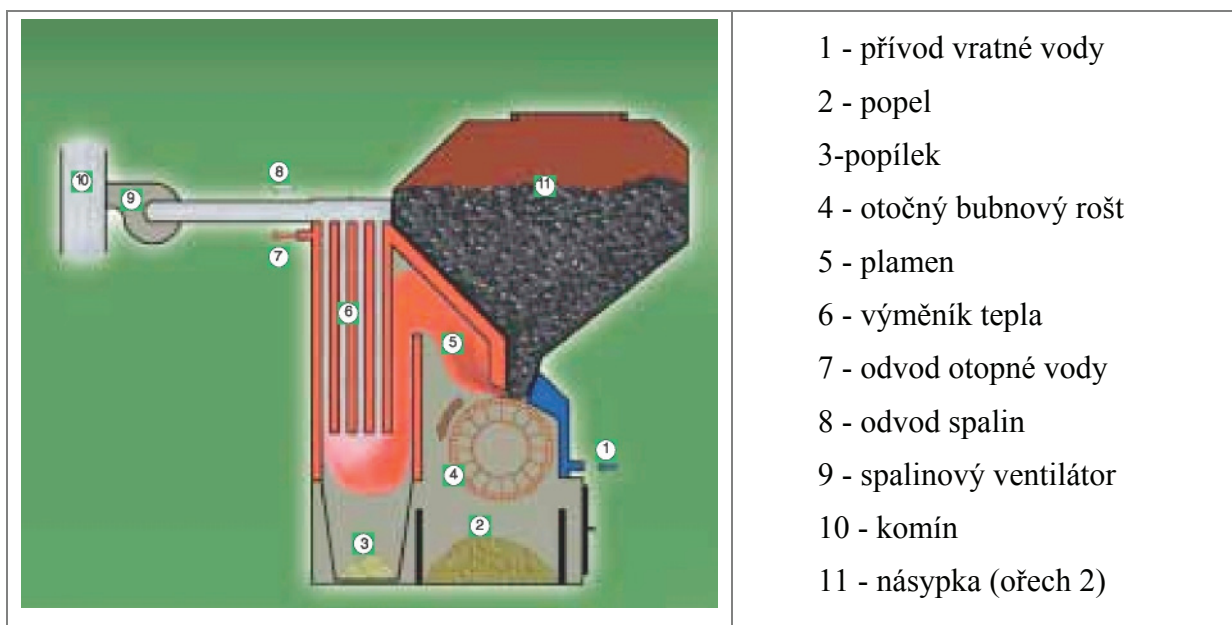
Při navrhování tepelného výkonu kotlů je nutné **nepředimenzovat** zdroj.

Schéma automatického kotle je na obrázku 3-1³. Jedná se o moderní automatický kotel na tuhá paliva s občasnou obsluhou. Plocha otáčivého roštu je poměrně malá a tím se podstatně liší od předchozích typů kotlů. Uhlí se při hoření postupně automaticky posouvá z násypky na rošt, na kterém hoří pouze nejnutnější množství uhlí k momentální potřebě tepla v objektu.

³ Jako schématický příklad je použit kotel Ekoefekt společnosti

Rošt je segmentové válcové konstrukce a spalování je přesně regulované. Otáčivý pohyb roštu zajišťuje přísun uhlí ze zásobníku a odvod škváry do popelníkového prostoru. U správně nastaveného krokování roštu musí být popel odcházející do popelníku do šeda vyhořelý. Spalování probíhá vždy za dostatečného a řízeného přívodu vzduchu, který zaručí dokonalé spalování všech hořlavých látek obsažených v uhlí. Spalování řídí automatická regulace kotle a topný výkon je utlumován postupně. Během topné sezóny obsluha provádí pouze občasnou obsluhu a kontrolu jednou za den při plném výkonu a jednou za tři dny při sníženém výkonu. Doplní palivo a vybere popel. Účinnost kotlů je cca 80 %.

Kotel pracuje v podtlakovém režimu tzn. přívod primárního a sekundárního spalovacího vzduchu zajišťuje kouřový ventilátor. Kotel se nastaví na konstantní teplotu od 65-90°C a automatická regulace otopné vody je ekvitermní. V regulátoru je instalován havarijní termostat, který nedovolí přehřátí vody nad 98 °C. Na základě signálů termostatu je automaticky zapínán resp. vypínán chod ventilátoru a dávkování uhlí, tzn. provoz zapnuto/vypnuto. Při nastavení provozního režimu kotle je nutno dbát na to, aby teplota vratné vody nepoklesla pod 65 °C pro ochranu proti nízkoteplotní korozi teplosměnné plochy kotle.



OBRÁZEK 3-1

SCHÉMATICKÝ ŘEZ AUTOMATICKÝM KOTLEM NA TUHÁ PALIVA

Regulace výkonu kotle v rozsahu 10—100 % se nastavuje regulátorem na boku kotle nebo dorazovým šroubem na rameně krokování. Kotel udržuje teplotu nastavenou na provozním termostatu, zapíná a vypíná motory potřebné k provozu (kotel buď topí nebo netopí - je v kľidu).

Vývod spalín z kotle je kouřovodem s kouřovým ventilátorem. V trubkovnici výměníku jsou umístěny spirální usměrňovače spalín, které slouží ke zvýšení účinnosti spalování a zároveň pro čištění trubek výměníku.

Na výstupu otopné vody je instalována armatura pro ekvitermní regulaci směřováním a ochranu proti nízkoteplotní korozi. Na přívodu otopné vody bude instalováno regulovatelné čerpadlo, filtr a armatury.

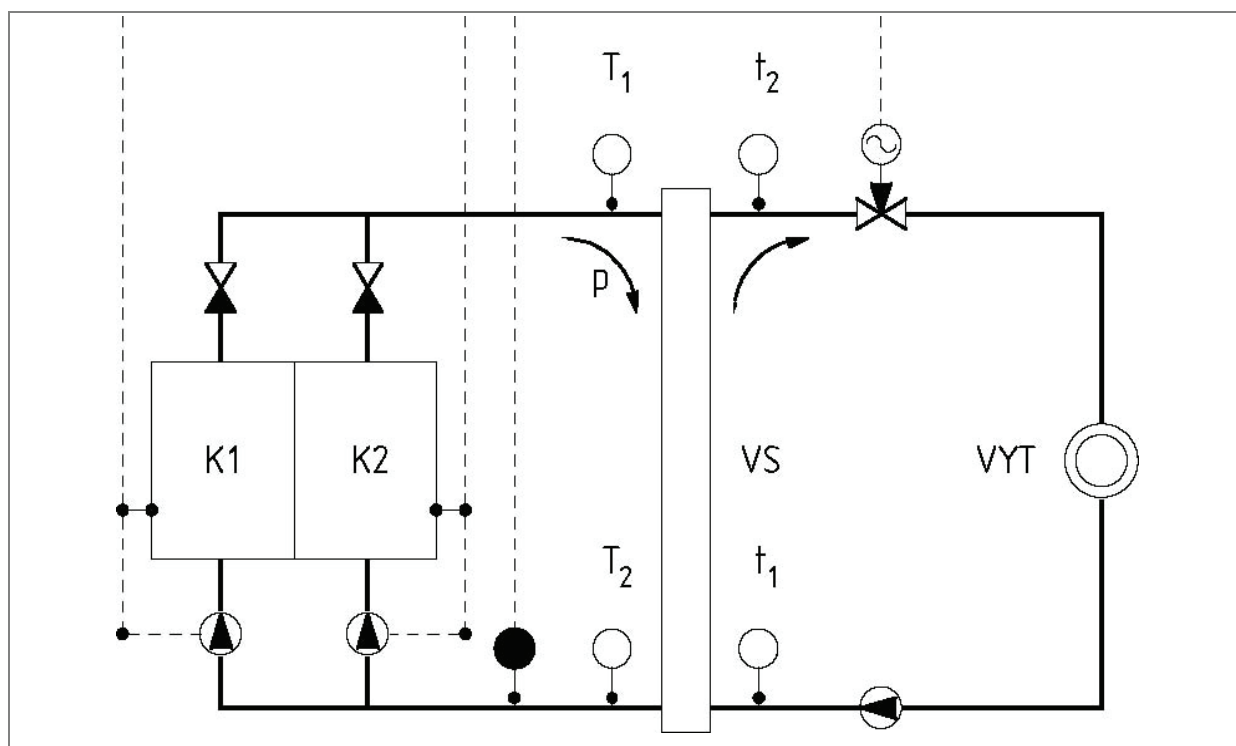
Rozvod otopné vody je uzavřený s tlakovou expanzní nádobou.

3.1.2 Plynové kotelny

Nejrozšířenější jsou domovní teplovodní plynové kotelny vybavené jednak ocelovými plynovými kotli s atmosférickými jednostupňovými hořáky, jednak litinovými článkovými kotli s atmosférickými dvoustupňovými hořáky. V kotelně bývají 2 až 4 kotle napojené na společnou spalínovou cestu.

Řízení tepelného výkonu kotelny je prováděno převážně pomocí ekvitermního regulátoru a směšováním. Při ekvitermním řízení je tepelný výkon kotelny regulován podle teploty výstupní vody z kotlů v závislosti na venkovní teplotě. Tato závislost v grafické formě je známa jako topné křivky.

Typické schéma plynové kotelny je na obrázku 3-1. Kotelny jsou vybaveny vyrovnávacími spojkami, které rozdělují soustavu na kotlový a na tělesový okruh. Oba okruhy jsou vybaveny oběhovými čerpadly. Spojka zajišťuje stabilizaci průtoku v kotlovém okruhu, na který pak nepůsobí změny průtoku v tělesovém okruhu při činnosti regulačních armatur. V obou okruzích musí být pro výpočtový stav zajištěny potřebné shodné průtoky.



OBRÁZEK 3-1 SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTELNY S VYROVNÁVACÍMI SPOJKAMI, KTERÉ ROZDĚLUJÍ SOUSTAVU NA KOTLOVÝ A TĚLESOVÝ OKRUH.

3.1.2.1 Nízkoteplotní plynové kotle

Nízkoteplotní kotle pro domovní teplovodní plynové kotelny jsou litinové článkové kotli s atmosférickými hořáky. Tyto hořáky jsou buď 2 až 4 stupňové nebo se spojitou regulací výkonu v rozsahu 100 až 50 %. V prvním případě s přirozeným předsměšováním plynu se spalovacím vzduchem, ve druhém případě s předsměšováním pomocí vzduchového ventilátoru, které je dokonalejší a vede ke snížení přebytku vzduchu při spalování.

Když budou v kotelně použity nové nízkoteplotní kotle, které mají katalogovou účinnost 93 %, lze očekávat, že jejich roční provozní účinnost bude 90 % a roční provozní účinnost kotelní potom 87 %.

3.1.2.2 Kondenzační kotle

Kondenzační kotle jsou moderními zdroji tepla, které podstatně zvyšují využití energie obsažené v zemním plynu. Kondenzační kotle pracují tak, aby byly spaliny zemního plynu ochlazené pod teplotu rosného bodu, kdy z vodní páry obsažené ve spalinách bude kondenzovat voda, kondenzát. Na teplosměnných plochách kotle se uvolňuje také latentní (skryté) teplo, obsažené v plynu ve formě tepla skupenského (kondenzačního). Takto využitá teplo se převádí oběhovou vodou do tepelné soustavy, čímž se zvyšuje využití energetického obsahu zemního plynu. Následně se sníží spotřeba plynu. Teplo, které lze získat z úplné kondenzace, tj. při ochlazení spalin na referenční teplotu 25 °C, má hodnotu 11 % z tepla spalného.

Bude-li mít kondenzační kotel katalogovou "účinnost" 104 %, lze očekávat, že jejich roční provozní "účinnost" bude 102 % a roční provozní "účinnost" kotelní potom 100 %.

Výše přebytku vzduchu se udává součinitelem přebytku vzduchu λ (-). Je definován jako poměr skutečného množství spalovacího vzduchu a množství vzduchu teoretickému. Spaliny plynu bez přebytku vzduchu mají součinitel $\lambda = 1$. Když je hodnota λ vysoká, zhoršuje se účinnost spalování. Protože s rostoucí hodnotou λ klesá teplota rosného bodu spalin, je nutné, aby byl u kondenzačních kotlů udržován přebytek vzduchu na nejnižší a pokud možno na stálé úrovni.

Při snižování tepelného výkonu (vytížení) kondenzačního kotle se vždy zvyšuje okamžitá tepelná účinnost. Snižuje se totiž teplota spalin.

Na kondenzační kotel jsou kladeny tyto požadavky:

- musí pracovat s nejvyšší teplotou rosného bodu
- musí pracovat s nejnižší teplotou spalin.

Teplota rosného bodu je závislá pouze na součiniteli přebytku vzduchu λ . Když je teplota rosného bodu spalin nízká, zmenšuje se hodnota využitelného podílu kondenzačního tepla, což znamená zhoršení účinnosti spalování. Současně se omezuje dostupnost teplotonosné látky, která by svými teplotami způsobovala kondenzaci spalin v co nejširším provozním režimu kotle.

Nejnižší teplotu spalin je možné splnit tím, že spalínový výměník bude protiproudý s dostatečně dimenzovanou teplosměnnou plochou a že projektant tepelné soustavy zajistí nejnižší teplotu zpětné vody. Vliv teploty zpětné vody na účinnost kotle je u kondenzačních kotlů dominantní. Projektant může zajistit nejnižší teplotu zpětné vody:

- volbou nejnižších jmenovitých teplot vytápěcí nebo ohřívací vody,
- vhodným hydraulickým zapojením celé tepelné soustavy,
- vhodným řízením tepelného výkonu a hydraulických poměrů.

V tepelných soustavách nesmí být použity prvky, které zvyšují teplotu zpětné vody. Jedná se zejména o přepouštěcí armatury a čtyřcestné směšovače. Teplotu zpětné vody zvyšují také vyrovnávací spojky, pokud není ve všech provozních stavech zajišťován větší průtok vytápěcím okruhem oproti průtoku v kotlovém okruhu. V tomto případě se na vyrovnávací spojce děje směšování a ne nepřípustné přepouštění.

Řízení tepelného výkonu kotle musí být ekvitermní, kdy teplota výstupní vody z kotle je řízena podle venkovní teploty a to v celém, případně v částečném rozsahu venkovních teplot. Potom nastavení topné křivky, musí být co nejnižší. Pokud je v kotelně více kondenzačních kotlů, musí být provozovány současně a ne postupně (kaskádově). Při současném běhu kotlů při nižším vytížení se lépe vychlazují spaliny a dosahuje se vyšší účinnosti.

Při použití regulačních armatur, které pracují na principu škrcení průtoku, např. termostatických radiátorových ventilů nebo přímých či trojcestných regulačních armatur, bude průtok proměnný. Potom je vhodné použít řízené oběhové čerpadlo s proměnnými otáčkami. Vliv škrcení průtoku regulačními armaturami na zvýšení okamžité účinnosti kondenzačních kotlů je velice příznivé, neboť teplota zpětné vody se značně snižuje.

Z uvedeného vyplývá, že energeticky úspěšný provoz kondenzačního kotle je závislý na tom, zda bude dosaženo nízkých hodnot 3 veličin. Součinitele přebytku vzduchu λ , teploty spalin a teploty zpátečky.

Protože spaliny vstupující do komína jsou mokré, musí být komínová konstrukce odolná proti vlhkosti a také proti vnitřnímu přetlaku. Dimenze spalinové cesty vycházejí velice malé vzhledem jednak k nízké teplotě spalin a tím i jejich vyšší hustotě, jednak k nízkému přebytku vzduchu.

3.1.3 Kotelny na kapalná paliva

Kotelny na kapalná paliva jsou v provedení na lehký topný olej (LTO) a těžký topný olej (TTO). Jsou pozůstatkem ze 70. let. Sestávají se z uložště kapalného paliva v samostatné místnosti a vlastní kotelny se strojovnou. Kotle jsou ocelové nebo litinové článkové s vířivým hořákem. Zpravidla jsou modernizovány (po dožití zařízení) na plynové kotelny.

Kotelny na kapalná paliva jsou pozůstatkem realizací ze 70. a 80. let. Sestávají se z olejového hospodářství (skladovací nádoby, stáčecí zařízení a propojení s kotli). Olejové hospodářství je provozně náročné a nepřispívá, zejména u těžkých topných olejů (dále TTO) k účinnosti kotelny (ohřev a doprava oleje).

V současné době se kotle na kapalná paliva vyrábějí omezeně. Jsou určeny pro tzv. extra lehké topné oleje (dále ELTO, ve EU TOEL).

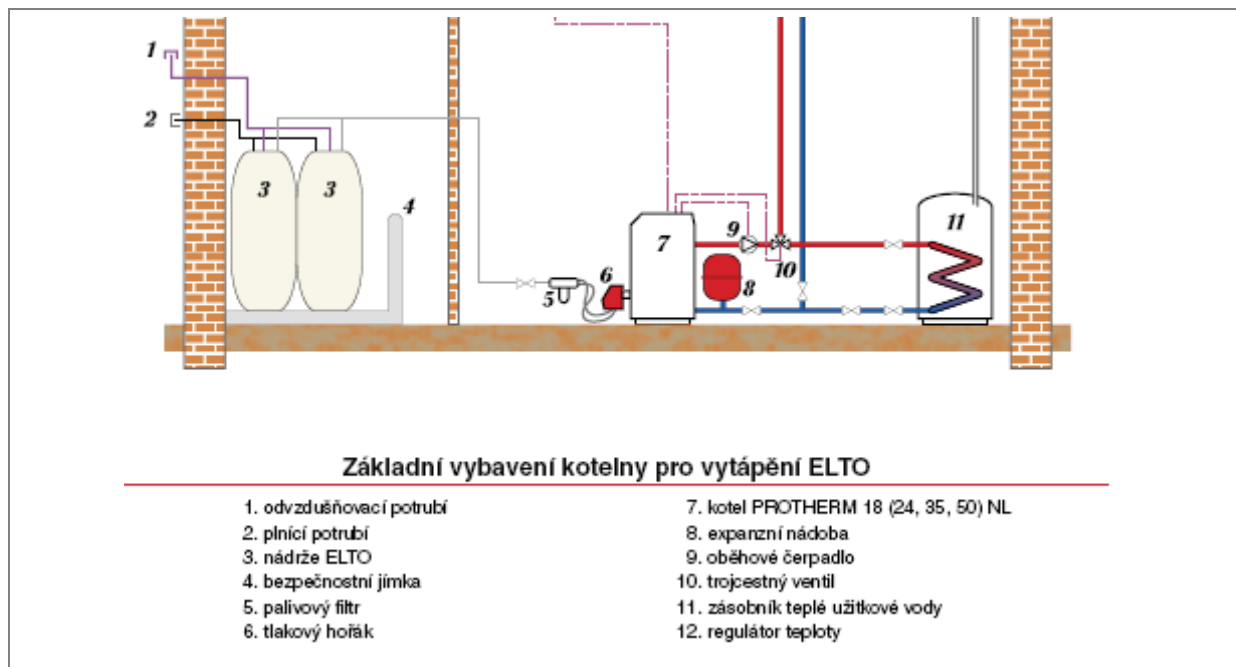
Na obrázku 3-2 je schéma kotelny a uložště pro vytápění budovy převzaté z podkladů společnosti Protherm. Kotle na kapalná paliva mají ve výrobním programu i zahraniční výrobci, kteří působí na českém trhu.

Nezbytnou součástí kotelny je uložště oleje. Zpravidla je v samostatné místnosti, je nákladné na pořízení i provoz. V současné době se uplatňuje ukládání olejů do nádrží z plastů, které jsou na obrázku 3-3. Pro splnění příslušných předpisů na ukládání paliva jsou možné dvě varianty uskladnění topného oleje:

- v nádržích z plastických hmot v jednoplášťovém provedení, pro které musí být zřízena havarijní jímka. Nádrže jsou provedeny v různých velikostech a mohou být sestaveny do baterií. Sestava nádrží do baterií bývá o objemu 1–5 m³, 1,6–8 m³ nebo 2–10 m³ a umožňuje maximální využití prostoru.
- v nádržích z plastických hmot v dvouplášťovém provedení. Nádrže mají dvě stěny pro variabilní uskladnění topného oleje od 0,7 – 5 m³. Toto řešení nevyžaduje záchytnou (bezpečnostní) jímku.

V zemích EU je z důvodů nákladových tento způsob vytápění značně rozšířený. Bezkonkurenční v místech stávajících užití kapalných paliv je biomasa jak z důvodů nákladových, tak užitných.

Nepředpokládáme výraznější obnovu a zkvalitňování tohoto druhu zařízení.



OBRÁZEK 3-2

KOTELNA A ULOŽIŠTĚ OLEJE



OBRÁZEK 3-3

KOTELNA A ULOŽIŠTĚ OLEJE

3.1.4 Kotle na spalování biomasy

Krajina kolem nás nám poskytuje každoročně velké množství biomasy. Využitím veškeré biomasy můžeme podstatným způsobem zlepšit životní prostředí. Nejenže se podpoří hospodaření v krajině a ekonomická činnost v regionu, ale biomasa, která roste okolo nás, v případě, že ji necháme ležet v přírodě, ztlu. Tlením vznikají uhlovodíky, které unikají do ovzduší a narušují jej. Řízeným spalováním vznikne pouze CO₂, které další dorůstající biomasa spotřebuje. Takže, z takového pohledu se opravdu jedná o neekologičtější energii, kterou můžeme získat.

Přehled biomasy:

- ☛ dřevo, polena, štěpka vyrobená z odpadu při těžbě, při čištění okolí silnic, tratí a koridorů pod elektrickým vedením. Nezanedbatelný zdrojem je štěpka z keřů v krajině
- ☛ obilí. Může se jednat o méně kvalitní obilí, které nesplňuje parametry potravinářského, nebo krmného obilí, nebo cíleně pěstované obilí pro energetiku. Patří sem i kukuřice
- ☛ sláma. Jedná se o slámu, která není využitelná v zemědělství. Argument, že zaoráním slámy se zlepší půda je sporný. Dlouhodobé zaorávání slámy není z agrotechnického hlediska dobré a půdu spíše devastuje. Naopak popel z biomasy je pro půdu jednoznačným přínosem
- ☛ seno. Se senem je počítáno pouze v granulované podobě, ale s využitím dotací na sklizeň trvalých travních porostů jde o perspektivní palivo
- ☛ energetické rostliny. Sem dnes patří hlavně krmný šťovík, ale i další rostliny. Tento obor je v samých začátcích výzkumu, ale využití zemědělské půdy pro výrobu energie poskytuje jistotu produkce, tak jak ji poskytuje v oblasti potravin, nebo technických plodin a proto je zde veliký prostor pro další vývoj
- ☛ zemědělské odpady. Jedná se hlavně o odpady z čistíček osiva, travního semene a obilí, nebo odpadu od živočišné výroby včetně hnoje.

Palivo pro automatický provoz kotlů:

- ☛ Tepelné výkony do 90 kW
 - dřevní a travní pelety o průměru 6 – 8 mm, obilní přebytky (zrno) - pšenice, ječmen, oves, kukuřice
 - kusové dřevo - délka 50 cm, Ø do 10 cm, jednotlivé kusy do Ø 20 cm, dřevní brikety, štěpka, piliny (palivo do 20% vlhkosti).
- ☛ Tepelné výkony od 90 kW a více
 - dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
 - zelená dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
 - piliny
 - sláma – řezanka 3 až 5 cm
 - energetické byliny – řezanka 3 až 5 cm
 - alternativní pelety, dřevěné pelety.
- ☛ Výkony od 600 kW a více

- sláma – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- obilná, řepková
- energetické byliny – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- energetický šťovík, kostřeva rákosovitá.

Toto rozdělení se může překrývat, jak je zřejmé z přehledu přiřazení vhodnosti paliva a výkonu zdroje.

Pro sídelní útvar či obec se uplatní vytápění:

- ☛ bytů a malých objektů krbovými kamny, kombinovanými s akumulací nádrží s možností využití nočního proudu. Tato kombinace poskytuje vysoké pohodlí, ale i rozumnou cenu za vytápění
- ☛ budov kotelnami s kotli na polena, nebo pelety
- ☛ seskupení budov, centra obcí nebo velkých budov z okružní kotelny s rozvody z předizolovaného potrubí. Tyto kotelny mohou být na více druhů paliva, např. biomasu + plyn.

3.1.4.1 Zdroje tepla pro tepelné výkony do cca 90 kW

Zdroji tepla o malých tepelných výkonech jsou automatické teplovodní kotle. Kotle mají automatický provoz, výbornou regulovatelnost moderním elektronickým regulátorem, který řídí dávkování paliva a reguluje otáčky ventilátoru. Kotle splňují emisní požadavky evropských norem. Díky velké ploše spalínové-ho výměníku kotel dosahuje mimořádně vysoké účinnosti 92,7 %. Obsluha je komfortní, není třeba roztápět - kotel je vybaven samočinným horkovzdušným roztápěním nebo lze nastavit libovolně dlouhý stálý provoz. Ke komfortu obsluhy přispívá i rozměrná násypka. Doplňovat palivo tedy stačí jednou za 2 – 3 dny.

Spalování probíhá ve speciálním hořáku se samočinným roštováním, které umožňuje spalování paliv s vyšší spékavostí popela. Přisun paliva z násypky do hořáku zajišťuje šnekový podavač. Přívod spalovacího vzduchu zajišťuje přetlakový ventilátor.

3.1.4.2 Zdroje tepla pro tepelné výkony nad cca 90 kW

Kotel sestává z podávacího šneku paliva, hořáku, dohořivací komory, výměníku, odtahového ventilátoru, odlučovače s filtrem a odpopelňovacího zařízení. K příslušenství patří elektrický rozvaděč (ovládání celé technologie) a hydraulická jednotka na pohon roštu ve skladu paliva. Celý proces spalování je řízen regulací, jejíž komfort lze upravit dle přání zákazníka. Palivo je do hořáku podáváno šnekem, který má protipožární ochranu proti proniknutí ohně do sila. V hořáku je palivo posunováno podavačem, a proto lze bez potíží spalovat i kůru nebo odpad znečištěný prachem a zeminou, který se spéká. Odpopelňování je automatické do připraveného kontejneru. Zásobník paliva - silo má pohyblivé dno, které zabraňuje klenbování paliva a zaručuje jeho rovnoměrnou do-dávku. Silo může být umístěno na stávající podlaze, zapuštěno pod zem nebo mít podobu nadzemní věže.

Jsou určeny ke spalování dřevní hmoty ve formě pilin o vlhkosti maximálně 35% a dřevní štěpky nebo zelené lesní štěpky o vlhkosti maximálně 50% a rozměrech do 30 x 30 x 60 mm. Při použití stabilizačního paliva (peleta) se maximální hodnoty vlhkosti navyšují o 10%. Spalování další biomasy (seno, sláma) je nutno konzultovat s výrobcem, maximální vlhkost však nesmí překročit 20%. Jejich konstrukce umožňuje bezproblémové spalování i spékavých materiálů, jako je kůra a některé druhy slámy, tj. paliv, které tvoří škváru. Provoz je s občasným dozorem.

Vzhledem k tomu, že kotle a kotelna na biomasu se realizují krátkou dobu, nemá význam vymezovat dosažitelnou úsporu energie zvýšením účinnosti zařízení (neexistuje srovnávací zařízení). U biomasy nesledujeme dosažení úspory energie vůči jiným energiím, ale zachování co nejvyšší provozní účinnosti, dostupnosti vhodného paliva za konkurence-schopnou cenu a zachování komfortního užití. Proto jsou formulovány tzv. degradující faktory, které mohou omezit rozvoj biomasy.

Mohou se vyskytnout degradující faktory:

- ✓ bude-li koncepčně chybně plánován trvale udržitelný zdroj biomasy s důrazem na místní výrobu. Tento faktor je zesílen současným nepříznivým trendem přechodu od zemního plynu na pevná paliva a pravděpodobným vytvořením nedostatku palivového dříví
- ✓ bude-li vytápění realizováno bez projektu zahrnujícího související vlivy v budově či zásobovaném sídelním útvaru, a to od zdroje biomasy, skladby kotlů v kotelně i s ohledem na jiná paliva, provoz kotelny a užití popela
- ✓ nebude-li použita špičková technologie umožňující co nejvyšší provozní účinnost vytápění a udržení užitných parametrů po dobu ekonomické životnosti zařízení (kotle, podavače a zásobníku paliva).

3.1.5 Kotelny na elektřinu

Zařízení tvoří přímotopné elektrické kotle a akumulční nádrže. Jedná se o tzv. dvojí přeměnu energie (elektřina-teplo ve vodě-teplo vytápějící místnost) namísto účinné jedné vlastní elektřině (elektřina-teplo vytápějící místnost). V bytových domech se téměř nevyskytují.

Elektrické kotelny pro vytápění bytů a budov se provádějí:

- přímotopné s přímotopnými kotli. Jsou cenově nenáročné a je možno je zapojit do stávajícího rozvodu vytápění. Vyžadují přizpůsobení možnostem distribuční sítě, při uvažování nižšího proudového zatížení po delší časové období
- akumulční, případně smíšené. Toto zařízení tvoří přímotopný kotel samostatný nebo integrovaný v akumulční nádrži a sestava akumulčních nádrží o značném objemu. Je nutné potřebný elektrický výkon dodat do objektu v cca 2,5x kratším čase (místo za 20 hodin za 8 hodin) a tedy celý systém zásobování elektřinou by musel vyhovět i cca 2,5 x vyšším proudům. Tato skutečnost by u větších objektů vyvolala potřebu změny distribuční sítě (nejen kabelových rozvodů ale i transformačních stanic, atd.). U smíšeného vytápění se doba připojení k síti zvyšuje podle doby připojení v průběhu dne.

Užití elektrokotlen nepřispívá ke zvýšení účinnosti zásobování teplem neboť se jedná o energeticky nevhodnou transformaci elektřiny na teplo ve vodě, rozvod otopné vody s příslušnými tepelnými ztrátami a sdílení tepla otopným tělesem s příslušnými ztrátami do místnosti.

Dále je nutno zvážit změnu tradiční přednosti akumulčního vytápění, a to cenově výhodné politiky. V průběhu 90. let došlo k vyrovnání denního a nočního špičkového odběru. V současné době se preferují přímé odběry s vysokým využitím prvotní energie vzhledem k poměru spotřebované elektřiny a získanému teplu, jako jsou např. tepelná čerpadla.

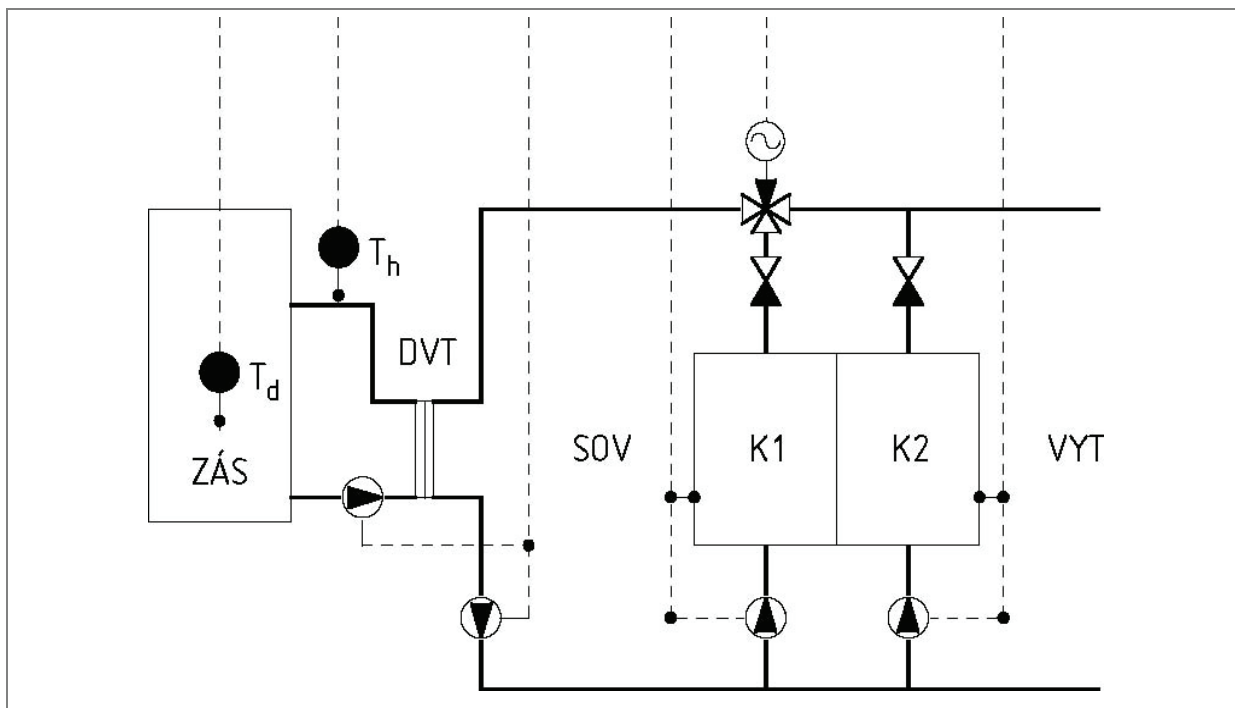
Bude-li z různých důvodů nutné uplatnit elektrické vytápění, použijí se přímotopná topidla s řídicím systémem umožňujícím individuální řízení provozu jednotlivých místností PC.

Elektrické kotle se uplatní výjimečně, a to pouze v tzv. integrovaných soustavách se zdroji na obnovitelné energie. V mnoha případech jsou však v těchto soustavách elektrické topné tyče

integrovány v zásobnících teplé vody. Podobně moderní tepelná čerpadla mají vestavěné topné tyče pro bivalentní provoz.

3.1.6 Kotelny s přípravou teplé vody

Pokud bude v kotelně soustava ohřevu vody (SOV) (obrázek 3-4), je zařízení ohřevu napojeno na levou stranu kotlů. Sestává ze dvou okruhů, a to z ohřivacího a ze zásobníkového. V ohřivacím okruhu je ohřivač tvořený deskovým výměníkem tepla (DVT) a oběhové čerpadlo. V zásobníkovém okruhu je zásobník (ZÁS) a další oběhové čerpadlo. Zásobník je nutný s ohledem na nesoučasnost mezi dodávkou a odběrem tepla při ohřevu vody.



OBRÁZEK 3.-4

SOUSTAVA OHŘEVU VODY (SOV)

Kotel K1 je preferenčně vyčleňován pro ohřev vody. Preferenci se rozumí okamžité vybavení tepelného výkonu kotle pro ohřev vody i v případě způsobení nedostatku výkonu pro vytápění. Vyčleňování se děje trojcestnou rozdělovací armaturou s elektrickým pohonem napojenou na řídicí systém. Armatura rozděluje výkon kotle buď pro vytápění nebo pro ohřev vody. Velikost objemu zásobníku teplé vody se stanoví z časových průběhů dodávky tepla na ohřev a odběru tepla v teplé vodě. Velikost zásobníku by měla být taková, aby umožnila chod vyčleňovaného kotle alespoň po dobu 0,2 h a to v době bez odběru teplé vody. Obecně platí, že při častějším spínáním kotlů se snižuje jejich účinnost a také se zvyšují hodnoty emisí CO a NO_x oproti hodnotám, které jsou dosahovány při ustáleném chodu kotlů.

Dodávka tepla pro ohřev vody se děje většinou za konstantního výkonu kotle, s konstantním průtokem ohřivací vody a s nízkou konstantní teplotou přívodní ohřivací vody, která má být max. 65 °C. Důvodem je ochrana deskového výměníku před vznikem tvrdých úsad na teplosměnné ploše výměníku na straně teplé vody.

Výše uvedený příklad pro plynovou kotelnu se užije i pro kotelnu na tuhá paliva s automatickými regulovanými kotli a v kotelnách na biomasu.

3.2 ÚPRAVNÝ PARAMETRŮ

Pokud jsou zdroje tepla mimo zásobovaný objekt (teplárny, v okrskové kotelně), jsou propojeny s odběrnými místy objektů primárními a následně sekundárními rozvody tepla. Primární rozvody se vyznačují vysokými parametry teploty látky (teploty až 150 °C, tlak 2,5 MPa). Těmito dvoutrubkovými rozvody se vede teplo určené pro vytápění, pro ohřev vody, případně i vzduchu.

Rozhraními mezi primárními a sekundárními rozvody jsou úpravní parametry. Nejčastěji jsou to předávací stanice buď se zařízením ohřevu vody (centrální ohřev vody) nebo bez zařízení ohřevu vody (decentrální ohřev vody v objektech či v bytech). Jsou buď okrskové nebo domovní. Sekundární rozvody se vyznačují nižšími parametry teploty látky (teploty až 110 °C, tlak 0,6 MPa).

Z předávacích stanic je sekundární stranou vyvedeno teplo a teplá voda dvěma způsoby:

- společně, kdy je teplo určené vytápění a pro ohřev vody vedeno pouze 1 párem potrubí (tzv. dvoutrubkový způsob)
- odděleně, kdy je teplo určené pro vytápění vedeno 1 párem potrubí, teplá voda s cirkulací dalším párem potrubí (tzv. čtyřtrubkový způsob).

U prvního způsobu je na sekundárních rozvodech osazeno směšovací a ohřívací zařízení, které je umístěno do vytápěného objektu za odběrné místo. Směšovací zařízení sestává z trojcestného regulačního směšovače s el. pohonem ovládaným regulátorem a z oběhového čerpadla. Tímto zařízením pro domovní centrální regulaci se řídí teplota přírodní vytápěcí vody v závislosti na vnější teplotě (tzv. ekvitemní regulace).

U druhého způsobu jsou oba páry sekundárních rozvodů zaústěny přímo do odběrného místa, které má každý vytápěný objekt. Vytápěcí soustava je vybavena okrskovou centrální ekvitemní regulací. Zabezpečovací zařízení v úpravách parametrů je obdobné jako u domovních kotlen.

Předpokládaný vývoj úpravy parametrů v objektech se může ubírat směrem, kdy budou dodávána kompaktní zařízení, která budou vybavena řídicím systémem s vyšší úrovní programu a budou zabírat minimální prostor. Zásadní směr vývoje se ale bude týkat provádění bytových vytápěcích soustav s úpravami parametrů s ohřevem vody přímo v bytě.

Při nasazování regulační techniky a zejména TRV do stávajících soustav bude v těchto soustavách proměnný průtok. Do soustav s proměnným průtokem patří řízená čerpadla.

3.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Příprava teplé užitkové vody (TV) byla navrhována

- lokální
 - koupelnovými kamny, plynem nebo elektrinou
 - ústřední z CZT
- převážně v budovách do roku 1945, v panelových budovách velmi výjimečně zejména koncem 40-tých a v 50-tých letech nebo tam, kde CZT z různých důvodů nezajistilo přípravu TV.

- ☞ v PS blokové (sekundární rozvody) nebo strojovně v budově.
Zpravidla akumulací nebo smíšený ohřev, převažuje omezeně rychloohřev.
- ☞ v PS v zásobované budově.
Zpravidla smíšený ohřev nebo omezeně rychloohřev s vyrovnávací nádrží. výjimečně
- ústřední se zdrojem tepla v domovní kotelně
 - ☞ zpravidla akumulací způsob přípravy TV, v současné době po modernizaci zařízení rychloohřev s vyrovnávací nádrží

Spotřeba teplé vody v bytových objektech je zjišťována měřením na řadě objektů. Z měření a z výpočtů vyplývají tyto spotřeby:

teplo potřebné na ohřátí 1 m ³ vody	GJ/m ³	0,19 = 52 kWh/ m ³
skutečná spotřeba tepla pro ohřátí a distribuci 1 m ³ vody, která je ohřívána ve vytápěném objektu, je menší než	GJ/m ³	0,29 = 80 kWh/ m ³
průměrná spotřeba teplé vody na byt	m ³ /den	0,14
skutečná spotřeba tepla pro ohřátí a distribuci vody pro byt je menší než	GJ/den	0,041 = 11,4 kWh/den

Vyhláška 194/2007 Sb. předepisuje měrné ukazatele spotřeby tepla na dodávku teplé vody vztahované na 1 m² započitatelné podlahové plochy bytů, nebytových prostor a společných prostor bytových budov postavených, nebo u nichž byla stavební úprava dokončena po termínu účinnosti této vyhlášky, případně na 1 m³ připravené teplé užitkové vody následně.

Měrná spotřeba tepla na dodávku teplé užitkové vody při měření nebo stanovení spotřeby tepla na přípravu teplé užitkové vody nemá překročit:

- ☞ v zařízení v zásobované budově 0,17 GJ/(m².rok) nebo 0,30 GJ/ m³,
- ☞ v zařízení mimo zásobovanou budovu 0,21 GJ/(m².rok) nebo 0,35 GJ/ m³.

Jak je patrné, požadované ukazatele většina zařízení ohřevu vody a rozvodu teplé vody splňuje. Jsou samozřejmě případy, kdy je voda ohřívána kotlem s nízkou provozní účinností a kdy ohříváč vody s rozvody teplé vody jsou špatně tepelně izolovány. Potom jsou měrné spotřeby tepla na ohřev a rozvod teplé vody značné.

Vyhláška 194/2007 Sb. požaduje měření množství teplé vody připravované v zúčtovací jednotce. Stanovení způsobu rozdělení nákladů za dodávku tepelné energie při společném měření odebrané tepelné energie na přípravu TV pro více odběrných míst stanovuje vyhláška č. 477/2006 Sb.

Měření se provádí měřením množství vody na vstupu do ohříváče. Spotřeba teplé vody u konečných spotřebitelů může být vyhodnocována na základě instalace a odečítání spotřebitelských vodoměrů. Stanovení množství tepelné energie pro ohřev teplé vody v zúčtovací jednotce se v bytové a nebytové budově provádí v případě, že je teplá voda připravována v pře-

dávací stanici umístěné v budově, měřením množství tepelné energie na vstupu do ohříváče teplé vody, případně jeho stanovením ze spotřeby mimo otopné období. V případě ohřevu teplé vody ve zdroji tepla (kotelně) umístěném v budově může být měření tepelné energie nahrazeno stanovením množství paliva na její ohřev (např. podle spotřeby mimo otopné období), případně použitím vzájemného podílu spotřeby tepla na ohřev teplé vody (obvykle 30 až 40 %) a na vytápění (obvykle 60 až 70 %).

Vyhláška 193/2007 Sb. požaduje regulaci parametrů teplé vody, pokud není zajišťována již jejím výrobcem či distributorem. Jedná se o regulaci teploty teplé užitkové vody v rozmezí stanoveném v pravidlech pro dodávku teplé užitkové vody. Dále je požadováno zajištění dostatečného přetlaku nezbytného ke spolehlivé dodávce v budově.

Zařízení ohřevu vody, které je umístěno v objektu, je vždy součástí domovní kotelny nebo úpravny parametrů. Ohřev vody se v kotelnách provádí převážně zásobníkovým způsobem (u modernizovaných rychloohřevem s vyrovnávací nádrží), v úpravnách parametrů průtočným způsobem s vyrovnávací nádrží.

Zásobníkové zařízení sestává ze zásobníkového ohříváku, ve kterém je teplota teplé vody udržována na konstantní hodnotě regulačním ventilem s elektrickým pohonem, který škrtí průtok ohřívací vody do ohříváku.

Zařízení pro průtočný ohřev je použito v případech, kdy je objekt napojen na primární tepelnou síť. Zařízení sestává z deskového výměníku tepla, do kterého je dodávané teplo řízeno regulačním ventilem s elektrickým pohonem, který škrtí průtok ohřívací vody do výměníku v závislosti na teplotě teplé vody vystupující z výměníku.

Rozvod teplé vody je vždy doplněn rozvodem cirkulační vody. Cirkulaci je zajištěna okamžitá dodávka teplé vody do všech zařizovacích předmětů, resp. výtokových armatur. Obě rozvodná potrubí jsou v objektech provedena z pozinkovaných závitových trubek, nově již z plastových trubek. Spotřeba teplé vody je v jednotlivých bytech většinou měřena vodoměry.

Přehled stávajících parametrů:

➤ výpočtová teplota teplé vody	°C	55
➤ přípustná teplota teplé vody v odběrové špičce	°C	40
➤ výpočtová teplota cirkulační vody	°C	45
➤ nejvyšší dovolený přetlak do	kPa	600

Hlavní zásadou moderního řešení ohřevu vody je provádět ohřev vody teplotou látkou o nízké teplotě. Platí to jak pro průtočný ohřev, tak pro ohřev zásobníkový.

Průtočný ohřev vody je možno použít v případě dostatečného tepelného výkonu. Má obecně řadu výhod. Mezi hlavní výhody patří malý prostor potřebný pro osazení ohříváče, nižší pořizovací náklady a okamžitá, téměř nevyčerpatelná dodávka teplé vody. Navrhování průtočného ohřevu je velice jednoduché. Nejčastěji se provádí podle tepelného výkonu potřebného pro ohřev pro daný počet bytů napojených na ohříváč.

Při průtočném ohřevu někdy dochází ke značnému kolísání teploty teplé vody, což je dosti nepříjemné např. při sprchování. Pro udržení správné výtokové teploty musí sprchující provádět neustálé přestavování sprchové baterie. Tento stav nebývá způsoben poddimenzováním teplosměnné plochy ohříváče-výměníku.

Kolísání může být způsobeno nevhodně navrženým regulačním a topenářským zařízením. V prvním případě mohl být použit pomalý nebo nevhodně umístěný snímač teploty, předimenzovaný

vaná regulační armatura nebo její pomalý pohon. Ve druhém případě mohlo být řízení výkonu prováděno pouze škrcením průtoku přívodní vody do ohříváče vody nebo směřováním na zbytečně vysokou teplotu přívodní vody do ohříváče vody.

Zařízení zásobníkového ohřevu vody má být sestaveno z deskového ohříváče, propojeného se zásobníkem teplé vody. Při tomto řešení se jednak lépe využívá objem zásobníku, jednak se dosahuje značné vychlazení ohřívací vody. To je důležité pro ohřev vody pomocí kondenzačních kotlů.

Úspory tepla na ohřátí a na distribuci teplé vody je možno dosáhnout dvěma způsoby. Snížením výpočtové i skutečné provozní teploty teplé vody z 55 na 45 °C a zlepšením kvality tepelných izolací na rozvodech teplé a cirkulační vody.

Další úspora tepla na ohřátí a na distribuci teplé vody může vzniknout osazením úsporných pákových sprchových a vanových baterií s omezeným průtokem.

Přehled nových parametrů:

☛ výpočtová teplota teplé vody	°C	45
☛ přípustná teplota teplé vody v odběrové špičce	°C	40
☛ výpočtová teplota cirkulační vody	°C	40
☛ teplo potřebné na ohřátí 1 m ³ vody	GJ/m ³	0,15 = 41 kWh/m ³
☛ skutečná spotřeba tepla pro ohřátí a distribuci 1 m ³ vody je menší než	GJ/m ³	0,20 = 55 kWh/m ³
☛ průměrná spotřeba teplé vody na byt	m ³ /den	0,12
☛ skutečná spotřeba tepla pro ohřátí a distribuci vody pro byt je menší než	GJ/den	0,035 = 6,6 kWh/den

Energeticky účinné spotřebiče pro lokální ohřev vody jsou elektrické nebo plynové.

Elektrické se volí podle tzv. energetických štítků a měly by být vybrány přístroje z třídy A, výjimečně B.

Plynové spotřebiče jsou rychloohřívací nebo zásobníkové. U obou je degradace účinnosti spotřebou plynu trvalého zapalovacího plamínku. Je nezbytné volit spotřebiče s elektronickým zapalováním, které se u zásobníkových ohříváčů vyskytuje zatím výjimečně.

3.4 TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla (dále TČ) pro účely této publikace jsou s elektrickým pohonem a liší se zdrojem tepla ze:

- vzduchu
- země
- spodní a povrchové vody.

Základním faktorem rozhodujícím o nasazení TČ zejména vyšších výkonů je dostupnost vhodného zdroje nízkopotenciálního tepla (NPT). Zatímco u malých objektů dostupnost zdroje NPT nepředstavuje většinou problém, u velkých objektů bude vždy limitujícím činitelem.

Hledání a výběr dostupného zdroje NPT je ovlivňován těmito základními hledisky:

- velikostí objektu z hlediska jeho potřeb tepla
- umístěním objektu z hlediska hustoty zástavby– v řídké nebo husté zástavbě, (tj. zda je technicky možné realizovat kolektory pro TČ „země.voda“)
- umístěním objektu z hlediska hydrogeologických vlastností podloží, (tj. zda je „ekologicky“ možné (a pokud ano jak) realizovat kolektory pro TČ „země.voda“, případně odběrové a jímací studny – eventuelně vody termální – pro TČ „voda-voda“)
- umístěním objektu z hlediska přístupnosti k povrchovým vodám a „mohutnosti“ těchto zdrojů, (tj. zda je možné využít buď přímo povrchové vody, nebo průsakové vody)
- umístěním objektu z hlediska místních omezení, (např. zákaz provádění vrtů v oblastech zdrojů „lázeňských“ vod, poddolovaných území, podzemních rezervoárů pitné vody apod.).

Velikost objektů, pro které bude možno použít TČ v dané oblasti významně ovlivňují místní podmínky, a to:

- zejména v oblastech s velkou hustotou zástavby, kde nebude možné buď vůbec nebo jen v omezené míře nasadit TČ „země-vzduch“ (ať už z důvodů ryze technických nebo ekologických), lze očekávat rozšiřování instalací TČ „vzduch-voda“
- v každém konkrétním případě je třeba zvážit všechny výhody i nevýhody jednotlivých provedení TČ ve vztahu k dostupnosti zdroje NPT a vytápěcí systém navrhnout tak, aby vyhovoval nejen z hledisek technických a energetických, ale i ekologických a legislativních a v neposlední řadě i ekonomických.

3.4.1 Vývojové tendence

Oblast komponentů prodělala významný vývoj v posledních cca 10 až 20 letech 20. století. Za velice progresivní komponenty od té doby používané, je třeba označit zejména:

- deskové výměníky tepla (pro TČ výparníky a kondensátory)
- mikroprocesorové řídicí systémy
- nízkohlučné ventilátory pro TČ „vzduch-voda“
- chladiva s minimálním negativním vlivem na životní prostředí.

Opravdu generační skok v oblasti tepelných čerpadel však znamená použití spirálových kompresorů "SCROLL" ve spojení s ekologicky bezpečnými chladivy.

S ohledem na uvedené skutečnosti nelze v nejbližší době očekávat vývojový skok v oblasti strojních komponentů, který by výrazně ovlivnil energetické parametry TČ. Vývojové tendence mohou směřovat zejména do oblastí:

- hledání kompromisu mezi realizací dělených a kompaktních TČ „vzduch-voda“ z pohledu možného umístění TČ ve vztahu k transportu topného média na jedné straně a transportu chladiva a nositele NPT mezi odběrem NPT a TČ na straně druhé
- hledáním kompromisu v řešení způsobu odtávání „výparníků“ TČ „vzduch-voda“, kde působí „proti sobě“ energetický efekt odtávání a pořizovací náklady na systém odtávání, dané složitostí či jednoduchostí systému odtávání

- zlepšování hmotnostních parametrů výměníků tepla, např. u deskových výměníků – výparníků – zlepšováním distribuce přiváděného chladiva
- zlepšování hmotnostních parametrů a zvyšování spolehlivosti rozhodujících komponentů, např. výparníků TČ „vzduch-voda“. Vývoj bude směřovat do oblastí větších výkonů, se za-měřením na spolehlivost při extrémních podmínkách („mrznoucí déšť“) a efekt odtávání. Vývoj se bude zřejmě týkat jak výparníků umístěných na volném prostranství (energeticky nejvhodnější řešení), tak výparníků umístěných uvnitř budov (energeticky horší řešení) – zde se budou sledovat jak otázky energetické tak otázky hlučnosti
- vývoje doplňkových komponentů – tepelných a zejména protihlukových izolací a materiálů, snižujících hlučnost TČ při jejich umístění v obytných objektech
- vývoje doplňkových zařízení – např. akumulčních nádrží a ohřivačů TV využívajících teplotní stratifikaci
- zlepšování pružných uložení TČ pro umístění ve vyšších patrech objektů
- použití plynulé regulace výkonu i u hermetických kompresorů
- zlepšování funkce regulačních prvků např. termostatických a elektronicky řízených expanzních ventilů
- zvyšování spolehlivosti pomocných zařízení, např. čtyřcestných přeřazovacích ventilů, presostatů apod.
- zvyšování účinnosti cirkulačních čerpadel malých výkonů.

Pronikavější vývoj lze očekávat v oblastech:

- chladiva – ekologické a termodynamické parametry
- řídicích systémů (nejen vlastní řízení, ale především zlepšování autodiagnostiky TČ – navyšování počtu sledovaných parametrů i funkcí – především měřicích, monitorováním a úchovou dat, komunikace s uživatelem)

Vždy ale bude třeba hledat rozumný kompromis mezi užitnou hodnotou a cenou. To platí zejména pro TČ malých výkonů.

3.4.2 Tepelné soustavy s TČ

Vzhledem k tomu, že základním faktorem rozhodujícím o nasazení TČ zejména vyšších výkonů je dostupnost vhodného zdroje nízkopotenciálního tepla, lze v oblasti soustav předpokládat následující vývojové tendence:

- zejména v oblastech s velkou hustotou zástavby, kde se nedají ve větší míře nasadit TČ „země-vzduch“ (ať už z důvodů ryze technických nebo ekologických), lze očekávat rozšiřování instalací TČ „vzduch-voda“, s umístěním výparníků na střechách objektů, podobně jak se umísťují kondensátory klimatizačních zařízení
- pro eliminaci hlavní nevýhody bivalentně zapojených TČ s elektromotorem (zejména TČ „vzduch-voda“. ale i „voda-voda“ – větší potřebný výkon a tedy i celkový příkon bivalentního zdroje při nízkých teplotách), lze očekávat použití „dvouenergetických“ systémů, s doplňkovým bivalentním zdrojem pracujícím se „skladovatelnou energií“ (ELTO a zemní plyn). Tímto způsobem by se eliminovalo špičkové zatížení jak zdrojů, tak rozvodů elektrické energie při nízkých vnějších teplotách. U TČ „vzduch-voda“, která mají největ-

ší spotřebu el. energie při teplotě bivalence (tj. při cca 0 až – 5 °C), by pod touto teplotou dokonce docházelo k „odlehčování“ zdrojů a rozvodů el. energie.

- v oblastech s velkou hustotou zástavby, s nedostatečně dimenzovaným rozvodem el. energie, ale s dostatečně dimenzovaným rozvodem zemního plynu, lze očekávat i nasazení (energeticky a ekonomicky ne příliš vhodných) TČ s plynovým motorem, pro která za této situace bude na jedné straně výhodou relativně malý podíl potřeby „přírodního“ NPT⁴, na druhé straně navýšení produkce tepla při shodném odběru zemního plynu.
- Využívání stavebních prvků, např. základových pilotů (se zabudovanými trubkovými hady), jako kolektorů pro odběr geotermálního NPT tepla pro TČ. Řešení takových systémů musí vycházet z dokonalé znalosti hydrogeologické situace dané lokality. Při provozu budou muset být průběžně monitorovány teploty v co nejširší síti celého okolí těchto prvků, s blokáží provozu TČ, která by předešla případné havárii, při poklesu teploty a promrznutí okolní zeminy. Nelze-li takovou situaci s jistotou vyloučit, musí být k dispozici náhradní zdroj s patřičně dimenzovaným příívodem. Hlavní slovo při takových realizacích musí mít hydrogeolog⁵
- využívání dalších systémů pro přenos NPT. Jedná se např. o vývoj zařízení (kolektorů) analogických gravitačním tepelným trubicím, které by umožnily „samovolný“ převod tepla ať už např. geotermálního, nebo z vody do výparníku TČ změnou skupenství vhodné náplně (pracovní látky), tedy bez potřeby nucené cirkulace teplo-nosné látky a vynakládání energie na tuto cirkulaci. Při řešení takových systémů je třeba sledovat hlediska pevnostní (kolektoru), vhodných pracovních látek, působení pracovní látky na materiál kolektoru, hlediska ekologická a samozřejmě ekonomická.

Uplatní se TČ vzduch-voda. Řešení voda-země nebo voda-spodní voda je zajímavé, velmi individuální a cenově o 1/4 až 1/2 náročnější než TČ vzduch-voda.

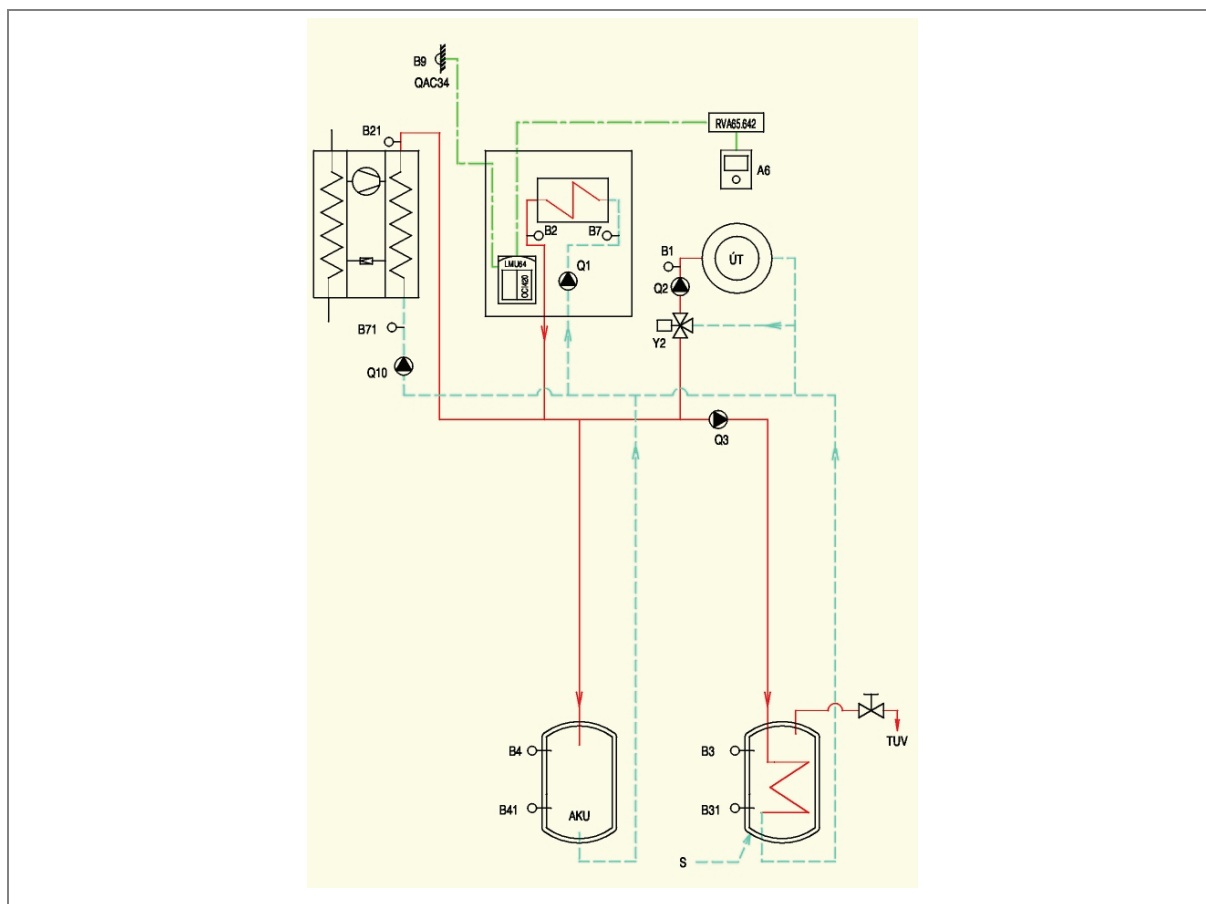
TČ je ekonomicky efektivní i v objektech s malou tepelnou ztrátou. Zejména tehdy, vezme-li se v úvahu očekávané trvalé zvyšování cen energií. Nicméně zůstává jistá hranice tepelné ztráty (cca 5 až 7 kW) pod kterou je výhodnější užít přímotopné elektrické vytápění. Tato volba však musí být podložena vyhodnocením energetickým auditem.

3.4.3 Užití v nízkoenergetických budovách

Při komplexním přístupu k návrhu nízkoenergetického domu, kde TČ jsou zvláště výhodná, je účelné porovnávat i více variantních řešení integrujících TČ s dalším zdrojem tepla nebo zdroji tepla a z nich vybrat řešení ekonomicky optimální.

⁴ NPT nízkopotencionální teplo

⁵ Do této kategorie by mohly být zařazeny i „absorpční plochy“. Ty nejsou energeticky perspektivní



OBRÁZEK 3-5 SCHÉMA ZAPOJENÍ KONDENZAČNÍHO KOTLE S EXTERNÍM ZÁSOBNÍKEM TV, TEPELNÝM ČERPADLEM, AKUMULAČNÍM ZÁSOBNÍKEM A JEDNÍM TOPNÝM OKRUHEM)⁶

TČ až na dále uvedené výjimky vyžaduje další zdroj tepla. Vhodné z hlediska nízké potřeby energie jsou:

- kondenzační kotle (schéma zapojení je na obrázku 3-5. Pro řízení kondenzačního kotle s tepelným čerpadlem se používá bivalentní ekvitermní regulátor, který je propojen s kotlem po sběrnici LPB. Princip řízení zdrojů se zjednodušeně dá přirovnat k řízení kaskády zdrojů, ale při dodržení specifik přítomných zdrojů. Zasílá požadavky na teplo tepelnému čerpadlu. Kotel se aktivuje až při nedostatku tepla v soustavě. Kotel a čerpadlo kotle je řízeno elektronikou podle požadavku. Ostatní části soustavy jsou řízeny regulátorem. Řízení tepelného čerpadla (TČ) se provádí dvoustavově (zapnutím a vypnutím). Jsou hlídány parametry TČ (jako minimální doby chodu a klidu kompresoru), dále pak maximální teplota na čidlech (B2) a (B7), atd. Čerpadlo TČ se zapíná s nastavitelným předstihem paralelně s kompresorem TČ. Po skončení požadavku na teplo a vypnutí kompresoru zůstává čerpadlo v chodu po nastavenou dobu. Řízení zdrojů tepla je odvozeno od požadavku na teplo a teploty ve vyrovnávacím zásobníku (B4, B41). Zásobník se kotlem nahřívá pouze v horní části (dáno umístěním B4). Tepelným čerpadlem je možné nahřívát celý objem zásobníku. TV je připravována přednostně tepelným čerpadlem. V závislosti na nedostatku

⁶ schéma kotle Geminox z publikace společnosti Procom s.r.o.

výkonu nebo teploty je aktivován také kotel. Nastavením je možné definovat, zda se TV nahřívá pouze kotlem. Zapojení je možné rozšiřovat s dalšími RVA o další topné okruhy, příp. s regulátorem o jednotku VZT. Zapojení je dále možné rozšířit o další topné okruhy

- sluneční okruh s kolektory
- elektrický dohřev, který je buď ve výbavě TČ a řízen jeho regulací, nebo umístěn v zásobní nádrži.

Tepelné čerpadlo musí být doplněno vyrovnávací nádobou pro snížení počtu cyklů taktování.

Moderní tepelné čerpadlo voda-vzduch v provedení "twins" (dva kompresory v jednotce) umožňuje i při teplotách $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ monovalentní funkci s poměrně vysokým výkonovým faktorem (1,5). Principem jsou dvě jednotky, které při nízkých teplotách pracují střídavě a zajišťují poměrně účinné odmrázování výparnickové části. Tato TČ jsou vybaveny dodatkovým elektrickým dohřevem 8 kW pro případ potřeby. Toto pojetí značně změnilo ekonomii návrhu a volbu zdroje tepla. Výparnicková část se může umístit jak v budově, tak i vně budovy.

Volba TČ z výkonové řady neovlivní přímo úměrně cenu zařízení. Cena TČ se nemění lineárně s jeho tepelným výkonem, ale pouze nepatrně:

tepelný výkon v kW	poměr výkonů	cena v Kč	poměr cen
8,0	39,8%	272 000	81,7%
11,6	57,7%	293 000	88,0%
12,5	62,2%	297 000	89,2%
20,1	100,0%	333 000	100,0%

Např. řada TČ voda-vzduch se v rozsahu tepelných výkonů 8 kW až 20,1 kW mění pouze v rozsahu 18,3 %, přičemž tepelný výkon se mění v rozsahu 60,2 %. Je zřejmé, že malá TČ má horší ekonomickou návratnost.

3.5 SLUNEČNÍ OKRUH

Intenzita dopadající SE je plošně malá, něco málo přes 1000 W/m^2 . Je tedy nízkopotenciální a někdy ji též nazýváme energií velkých ploch. Solární soustava proto musí obsahovat další stabilní zdroj energie (klasická paliva a energie, nejčastěji plyn, uhlí, elektro, která však zvyšují účinek skleníkového efektu).

Na rozdíl od kotlů na biomasu, které můžeme provozovat se zásobou paliva po celý rok, tepelných čerpadel, které pracují ve dne i v noci, za slunečního svitu i za deště, je SE charakterizována její největší nedokonalostí: není k dispozici celoročně průběžně v dostatečném množství, ale pouze ve dnech s přímým slunečním svitem – je tzv. nestabilní. Navíc je její intenzita v závislosti na roční a denní době proměnlivá. Další negativní vlastností je její maximum v letním období, kdy ji téměř nepotřebujeme a minimum v zimním období, kdy potřebujeme při vytápění maximálně ušetřit a SE je k dispozici minimálně.

Využití SE pro celoroční přípravu TV je pro majitele rodinných domů nejvíce přijatelné pro minimální stavební zásah do objektu, významnou úsporu nahrazovaného paliva nebo energie, minimální obsluhu a mnohaletou životnost zařízení. Plocha kolektorů je využívána po celý rok.

Energetické zisky solárních soustav jsou měřitelné, ale téměř u všech solárních realizací neměřené. Energetické úspory se určují zprostředkovaně (nepřímo) velikostí úspory nahrazova-

ných úspor konvenčních paliv a energie pomocí stávajících plynoměrů, elektroměrů, dodacích listů za paliva dodaná před a po realizaci soustavy apod.

Roční zisk SE je závislý na těchto základních vstupních podmínkách:

- zeměpisná orientace a sklon
- průměrná teplota ohřívání kapaliny
- průměrná teplota vzduchu v době slunečního svitu
- intenzita slunečního záření dopadající na kolektor
- počet hodin přímého slunečního svitu za rok
- zeměpisná lokalita (čisté nebo znečištěné ovzduší)
- nadmořská výška území
- možné stínění přírodními nebo umělými překážkami
- technická koncepce soustavy
- pravidelnost odběru TV.

Podle tepelného výkonu kolektorů se kolektory dělí na pět základních skupin (pořadí 5 má výkon nejvyšší):⁷

- j) absorbér bez zasklení
- k) zasklený neselektivní kolektor
- l) zasklený selektivní kolektor
- m) plochý vakuový kolektor
- n) trubicový vakuový kolektor.

Pokud by všechny typy kolektorů ohřívaly médium na stejnou teplotu okolního vzduchu, jejich účinnost by se pohybovala kolem 80 – 85 %. Zbytek tvoří optické ztráty zasklením a charakterem povrchu absorbérů.

Volba typu kolektorů je tedy významná, ale musí jí předcházet rozbor spotřeby TV nebo charakter vytápění. V praxi to znamená, že pro použití pro nižší teploty pouze v létě se volí kolektory typu 1 (absorbéry pro bazény), pro vyšší teploty pro celoroční provoz typu 2 a pro přednostní větší zisk tepla od podzimu do jara kolektory typu 3. Pokud budou požadavky na teplotu média a výkon kolektorů stoupat, je zapotřebí navrhnout čím dál tím více kvalitnější (i cenově dražší) kolektory – až pořadí 4 nebo 5. Použití vakuových kolektorů např. pouze pro letní provoz je ekonomicky nevýhodné. Cena jednotlivých typů kolektorů není v relaci s jejich výkonem.

Výkon kolektorů je závislý na jejich ploše, proto by měl být v souladu s jejich použitím u konkrétní akce. Výkon kolektorů je závislý na jejich účinnosti, která je oficiálně změřena v laboratorních podmínkách nebo v čistém atmosférickém prostředí. V praxi je však výkon kolektorů z následujících důvodů nižší:

⁷ Poznámka: nezasklené kolektory se nazývají pouze absorbéry. Páté pořadí se ještě dělí na trubicové kolektory průtočné a s tepelnou trubicí. Koncentrační kolektory nejsou uváděny, protože se v ČR téměř nepoužívají, existují pouze historické realizace

☛ znečištěné zasklení může v extrémním případě snížit okamžitý výkon i celoroční bilanci až o 10 %

☛ „globální stmívání“ potvrdilo stejné snížení celoročního výkonu až o 10 %

Další energetické ztráty vznikají v solární soustavě v potrubí, ohřivači, při rozvodu a použití TV. Mohou dosáhnout také až 10 %. Např. výpadek proudu k dodávce elektrické energie k nim formálně patří.

Účinnost celé soustavy se pohybuje podle typu kolektoru mezi 50 – 60 %. Vyšší je při ohřevu vody na nižší teplotu a naopak.

V letním období s několikadenním slunečním svitem je k dispozici velké množství SE. V roční bilanci je s ní počítáno. V praxi se však nikdy nespotřebuje tolik TV, aby byl solární ohřivač druhý den ráno chladný. Uživatel se umývá podle svého životního stylu, nikoliv podle potřeby maximálně odebírané TV každý sluneční den. Stejným způsobem vznikají neodebrané možné zisky SE při využívání dovolené.

Způsobů zapojení zařízení je velké množství. Vyžaduje se odpovědný přístup k návrhu, jednoduché, průhledné řešení, optimální návrh automatické regulace s omezením ruční obsluhy na nejnížší míru (maximálně přepínání režimu zima/léto).

Je nutné řešit tyto nejdůležitější optimální poměry:

- co nejpřesnější určení průměrné denní potřeby TV
- plochu kolektorů ku potřebě TV
- objem solárního ohřivače ku ploše kolektorů i specifické potřeby TV.

Každá solární soustava je svým způsobem originální řešení, navržená na konkrétní podmínky uživatele. Typizace soustav je obtížná. Velký význam má spolupráce investora, projektanta a dodavatele (u atypických řešení i výrobce).

3.5.1 Kolektory

Umístění kolektorů je optimální na šikmých jižních střeších orientovaných od jihovýchodu k jihozápadu, nejvhodnější je od jihu k jihozápadu (odpolední teplota vzduchu je vyšší než dopolední – kolektory pracují s vyšší účinností a počet hodin přímého slunečního svitu odpoledne je statisticky vyšší než dopoledne – dopolední oblačnost se odpoledne rozpouští).

Sklony kolektorů se dělí na tzv. trvale letní (cca 30° od vodorovné), trvale celoroční (cca 45° od vodorovné). Letní sklon nelze využívat v zimě, z kolektorů by nesjel sníh. Sklony nejsou přesně závazné, malé odchylky se energeticky neprojeví.

Umístění kolektorů na plochých střeších je jednoduché, na orientaci objektu nezáleží. Problémem může být poškození střešního pláště při montáži, nutnost přístupu k němu, statická únosnost střechy – navrhuje se proto velkorozponové ocelové roznášecí konstrukce, které investici prodražují.

Umístění na fasádách může být přínosem pro žádané využití SE v jarních nebo podzimních měsících – různé sezónní práce. V letním období je zisk snížený (je možné využít na školské stavby s letními prázdninami). Celoroční zisk je však proti optimálně skloněným kolektorům nižší. Obdobné výsledky je možné získat u soustav s kolektory na balkónovém nebo lodžiovém zábradlí.

3.5.1.1 Kolektorové pole na šikmé střeše u tradičních budov

Nejčastější způsob umístění je nad střešním pláštěm. Výrobci kolektorů i střešních tašek dodávají již speciální držáky a tašky pro instalaci kolektorů. U starých střech je důležité rozhodnutí, zda instalovat kolektory, po několika letech je demontovat, položit novou krytinu a kolektory znovu zprovoznit proti variantě raději dříve nová střecha a kolektory později.

Umístění kolektorů do střešního pláště, tzv. integrace, šetří část nákladů za střešní tašky, ale příliš se nerozšířila. Důvodem je to, že se firmy brání převzít záruky proti zatékání, přestože již jeden zahraniční výrobce, dodávající kolektory na tuzemský trh, nabízí jak řešení, tak vhodné zařízení.

Na střeše je také velké množství různých stavebních prvků (vikýře, komíny, odvětrání kanalizace, odvětrání kuchyní, uzemnění apod.) a někdy je obtížné nalézt spojitou čistou plochu pro celé kolektorové pole. Někdy se kolektory rozdělují do více menších polí.

Důležitý je také půdorysný tvar stavby např. do „L“ nebo do „U“, kdy ráno a večer mohou boční sedlové střechy stínit střechu jižní.

Náhradním řešením je umístění kolektorů na svislé fasádě ale v šikmé poloze, např. i na balkónovém nebo lodžiovém zábradlí. Celoroční energetický zisk je proti umístění na šikmé střeše opět nižší.

3.5.1.2 Kolektorové pole na ploché střeše

Jižní orientace kolektorů je snadná. Problémem je zatížení střešní konstrukce a ochrana před zatékáním. Existuje dvojí řešení:

- betonové bloky dostatečné hmotnosti pod každým kolektorem (tahová reakce od větru) s omezením, že nebude přístup pro opravu střechy pod bloky
- roznášecí ocelová konstrukce nejčastěji mezi obvodovými zdmi (nosné atiky) s dostatečnou výškou nad střešním pláštěm pro jeho budoucí údržbu a opravy. Nad nosnými vnitřními stěnami v objektu je možné provést mezipodpory. Toto řešení posuzuje statik a nosná konstrukce celou investici značně prodražuje.

Řady kolektorů na střeše nemohou být umístěny blízko sebe, protože by byly vzájemně stíněny. Vzdálenost kolektorových řad se musí spočítat podle toho, jaké vzájemné stínění můžeme u konkrétní akce připustit. Např. malé stínění dolních částí kolektorů v zimě, např. od listopadu do února v kontextu celoročního energetického zisku nemusí být překážkou. Nelze však tolerovat stínění kolektorů celoročních solárních soustav od jara do podzimu.

Podle názvosloví se celkové kolektorové pole dělí na řady a v řadách na propojené baterie – skupiny (např. maximálně 8 kolektorů v jedné baterii).

3.5.1.3 Kolektorové pole na jižní fasádě

Řešení je možné rozdělit na umístění kolektorů:

- před fasádním pláštěm svislé nebo šikmé
- integrované do fasádního pláště
- zvláštním řešením je nahrazení balkónového zábradlí kolektory svislými nebo šikmými (pro balkónové zábradlí se většinou musí vyrobit kolektory s atypickými rozměry)

Celoroční energetický zisk je proti optimálnímu řešení o 20 – 30 % nižší.

Takovéto instalace kolektorů jsou v našich zeměpisných podmínkách omezené, málo časté, proto nebudou dále rozebírány.

3.5.1.4 *Propojení kolektorů*

Všemi kolektory by mělo protékat přibližně stejné časové množství teplonosné kapaliny, proto musí být potrubní soustava na tento požadavek uzpůsobena. Řeší se zapojením potrubí systémem Tichelmann (soproudem křížem), který může být podle velikosti kolektorového pole 1., 2. nebo i 3. řádu. Řešení pomocí trvale vyregulovaných uzávěrů se neosvědčilo.

Kolektor je „tepelný stroj“, se ztrátami tepla přes skříň a sklo do okolí. Jeho užitný výkon je funkcí střední teploty absorbéru, teploty okolí a intenzity dopadajícího slunečního záření. Pokud se z něho přestane teplo odebírat, a takových případů je mnoho:

- výpadek elektrického proudu pro čerpadlo
- porucha čerpadla
- porucha MaR
- zavzdušnění potrubí
- únik kapaliny
- solární ohřivač již nemůže žádnou tepelnou energii přijmout atd.

dojde k takovému růstu maximální teploty, až se výdej tepelných ztrát vyrovná s příjmem sluneční energie.

Vzhledem ke stále dokonalejším kolektorům tato tzv. extrémní teplota roste:

- u plochých kolektorů se spektrálně selektivní vrstvou až na 190 °C
- u vakuových kolektorů se stejnou vrstvou až na 270 °C

To má za následek var kapaliny, únik přes pojišťovací ventil do zásobní nádoby, likvidaci jejích užitných vlastností, roztečení umělohmotné tepelné izolace potrubí poblíž kolektorů atd.

Dříve docházelo k přerušení činnosti solární soustavy a proto se do soustavy zahrnovalo ruční dočerpávání vyteklé kapaliny, dnes se problém řeší kolektory a pojistným ventilem nastavenými na 0,6 MPa a zvýšeným objemem expanzní nádoby. Při správně navržené soustavě by uživatel neměl výpadek proudu vůbec zaznamenat.

Životnost kolektorů byla dříve krátká, např. u začínajících plastových absorbérů i jedinou sezónu, u kovových kolektorů již více, 10 – 15 let. Vývojem koncepcí i výběrem materiálů se dostáváme k žádoucí době 20 – 25 let, přestože někteří výrobci uvádějí již 35 let. Dobu 20 – 25 let můžeme považovat za cílový stav (doba jedné lidské generace). Za tak dlouhou dobu provozu se určitě změní podmínky při bydlení i využívání občanské vybavenosti a solární soustava se může, jako jakékoliv technologické zařízení v objektu, rekonstruovat. Je také možné, že časem se může plocha kolektorů operativně změnit odebráním nebo přidáním dalších kolektorů. Proto je nutné věnovat solárním koncepcím více než zodpovědný přístup.

3.5.2 Sluneční okruh

Sluneční okruh tvoří potrubí s armaturami, čerpadlem a regulací a akumulární ohřivač TV nebo otopné vody. Přenosovým médiem tepla je nemrznoucí směs. Ohřátá směs je ze solárních kolektorů vedena do předehřevu TV. Vychlazená směs je oběhovým čerpadlem ve vrat-

ném potrubí vedena zpět do solárních kolektorů. Nemrznoucí směs je vedena do topné vložky akumulčního zásobníku ohřevu (předehřevu) TV. Každý zásobník je vybaven topnou vložkou. V případě nedostatečné teploty TV bude přivedená TV ze solárního ohřevu dohřívána na požadovanou teplotu ve stávajících zásobníkových ohřívácích horkou vodou. Provoz cirkulace TV je řešen dvěma způsoby:

- ✓ cirkulace je vedena do stávajících ohříváků vody (standardní provoz)
- ✓ cirkulace je vedena do solárního ohřevu (předehřevu) TV (předpokládaný provoz je v letních měsících ve dnech pracovního klidu pro odebrání tepla ze solárního zařízení)

Nepravidelnost a malou intenzitu slunečního záření lze eliminovat akumulční nádrží, ve které se pitná či otopná voda ohřívá po celý den. Za tuto solární nádrž (ohříváč TV, akumulátor otopné vody) se sériově připojuje konvenční zdroj ohřevu. Vzniká tak bivalentní soustava. Konvenčních zdrojů může být více a využívá se vždy ten, který je v dané době nejlacinější (obrázek 3-6).

Energetické ztráty vznikají v solární soustavě v potrubí, ohříváči, při rozvodu a použití TV. Mohou dosáhnout až 10 %.

Účinnost celé soustavy se pohybuje podle typu kolektoru mezi 50 – 60 %. Vyšší je při ohřevu vody na nižší teplotu a naopak.

Nepředpokládají se vývojové skoky ve výkonu kolektorů. Mohou a budou se zlepšovat:

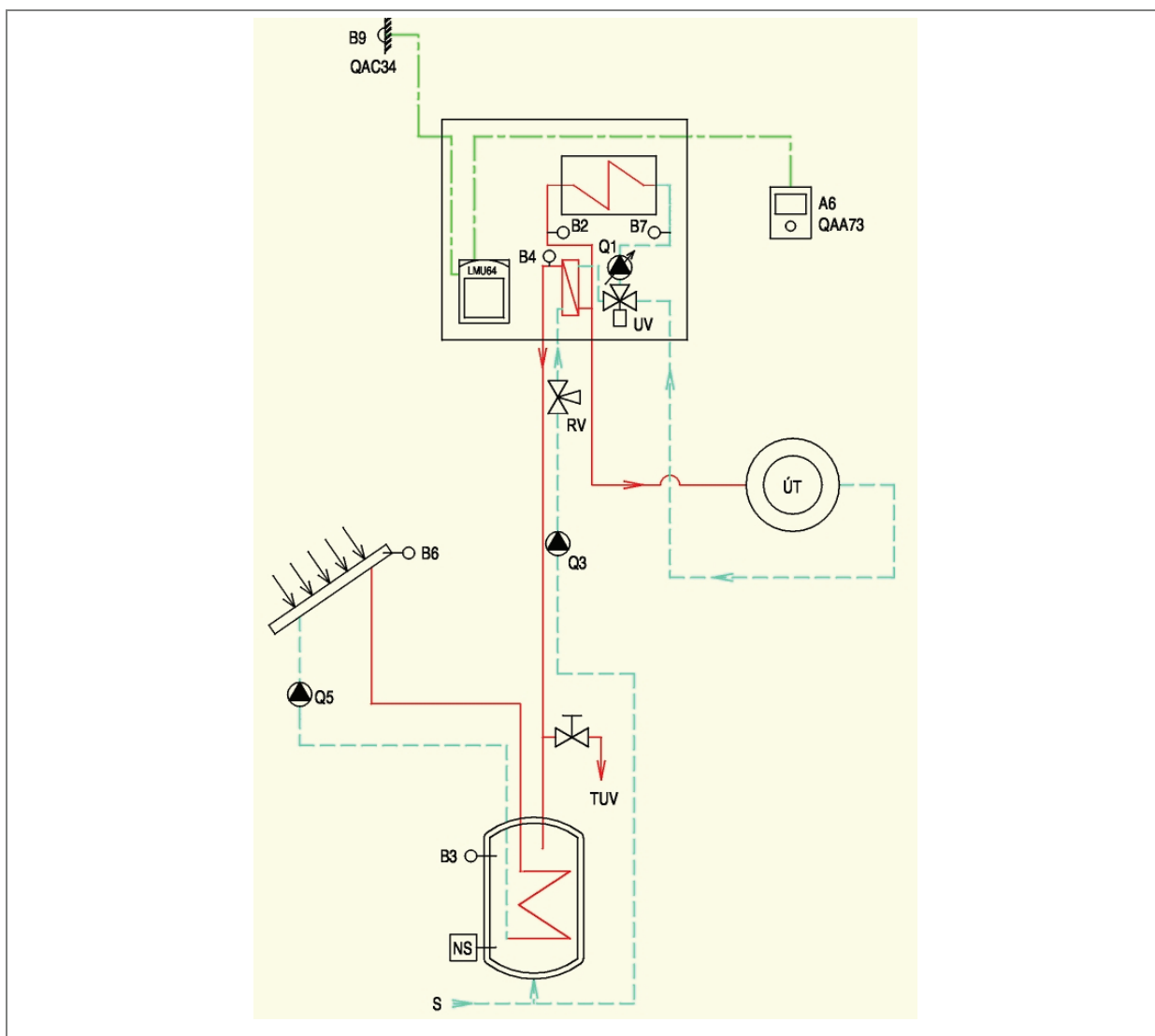
- ➡ optické ztráty zasklení
- ➡ absorbtivita a emisivita absorbérů
- ➡ tepelné ztráty zasklením a skříní kolektoru
- ➡ parametry nemrznoucí kapaliny
- ➡ možné reflexní plochy vedle kolektorů atd.

Ke kolektorům však patří rozvody a soustavu uzavírá akumulční ohříváč TV nebo otopné vody. Zde je daleko více příležitostí, jak celou soustavu ještě více zdokonalit nebo, což je nežádoucí, pokazit. Špičkové kolektory nezachráně špatně navrženou koncepcí a ani počítačová automatická regulace nezvýší výkon špatných kolektorů.

Užití sluneční energie v budovách v současných podmínkách je vhodné a vyžaduje vytvoření předpokladů:

- pro přípravu TV, zejména v RD kolektory o ploše cca 4,5 m² na byt. Náklady na zařízení včetně slunečního okruhu jsou cca 140 tis. Kč
- Pro přípravu TV ve vícepodlažních domech tradičních i panelových je technicky zařízení realizovatelné. Odhadované náklady na 1 byt jsou cca 65 tis. Kč. Z již provedených zařízení konstatujeme tyto degradující činitele:
 - komplikované propojení do existujícího zařízení přípravy TV nebo nového zařízení (střecha a přízemí)
 - nízká úroveň nutné údržby
 - při současné ceně tepla malý zájem o užití SE ve vícepodlažních domech.
- rozhodujícím pro efektivnost zařízení je jeho užití, a to zejména v letních měsících

- zařízení musí mít plně automatický provoz, snadnou údržbu a přijatelnou obsluhu a cenovou dostupnost s ohledem na možné zamrznutí slunečního okruhu
- o zařízení rozhodovat podle nezávislého projektu (ne podle projektu dodavatele zařízení).



OBRÁZEK 3-6 SCHÉMA ZAPOJENÍ KONDENZAČNÍHO KOTLE SE SLUNEČNÍM OKRUHEM A S EXTERNÍM ZÁSOBNÍKEM TV A JEDNÍM TOPNÝM OKRUHEM

4 VÝPOČTOVÁ METODA PRO STANOVENÍ ENERGETICKÝCH POTŘEB A ÚČINNOSTÍ SOUSTAV TZB

Obecný postup předepisuje strukturu hodnocení soustav technického zařízení budov (dále TZB) z hlediska jejich účinností a využití prvotní energie podle ČSN EN 15316-1 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav – Část 1 Obecná

Dokument definuje metodiku výpočtového postupu stanovení energetických požadavků na vytápění a teplou vodu a přiměřeně metodicky se využívá i pro soustavy větrání a chlazení.

Při výpočtu energetické náročnosti budov a jejich certifikaci tento dokument zpracovává část potřeby tepla a energie na krytí ztrát tepla a přeměnu energie od výstupu potřeby tepla pro budovu stanovené podle ČSN EN ISO 13 790 až po potřebu prvotní energie. EN byla schválena v červenci 2007.

Cílem této obecné části je sjednotit požadované vstupy, výstupy a strukturu výpočetní metody k dosažení společného evropského výpočetního postupu. Sjednocený postup usnadní volný pohyb služeb (optimalizaci energetické náročnosti, zveřejnění obvyklé úrovně energetických požadavků) a výrobků (programů).

Dokument nezahrnuje větrací zařízení (např. větrání s využitím tepla), je-li však instalován ohřev vzduchu, zahrnuje ztráty způsobené v ohřívací části. Přiměřeně metodicky se použije pro ocenění soustavy.

Výpočetní metoda spočívá v analýze energetické náročnosti částí zařízení pro:

- sdílení tepla (výdej tepla – otopné plochy nebo výtokové armatury) včetně regulace
- rozvody tepla včetně regulace
- akumulaci tepla včetně regulace
- zdroje tepla včetně regulace (kotle, sluneční okruhy, TČ, kogenerační jednotky, atd.).

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

Výpočetní činitelé pro konverzi energetických potřeb na prvotní energii se stanoví na národní úrovni.

Jednotlivé výpočetní algoritmy nebo tabelární vstupní hodnoty pro výpočty každé části vytápění a teplé vody (např. část sdílení (výdeje) tepla, část rozvodů, část akumulace a část výroby tepla) budou stanoveny v navazujících dokumentech (normách odkazujících se na tuto normu nebo v národních přílohách).

Výpočetní postup se použije:

- k posouzení splnění požadavku legislativy pro energetickou náročnost
- u nové budovy k optimalizaci energetické náročnosti projektu budovy
- ke stanovení energetické náročnosti u stávající budovy
- k ocenění účinku možných energeticky úsporných opatření ve stávající budově výpočtem energetické potřeby před a po zavedených opatřeních

- k předpovídání budoucí energetické potřeby na národní i mezinárodní úrovni výpočtem energetických požadavků několika budov, které jsou reprezentativní pro fond budov.

Potřeby tepla pro vytápění se stanoví podle ČSN EN ISO 13790.

Tepelný výkon se stanoví podle normy ČSN EN 12831.

Požadavky na vytápěcí zařízení stanovuje ČSN EN 12 828.

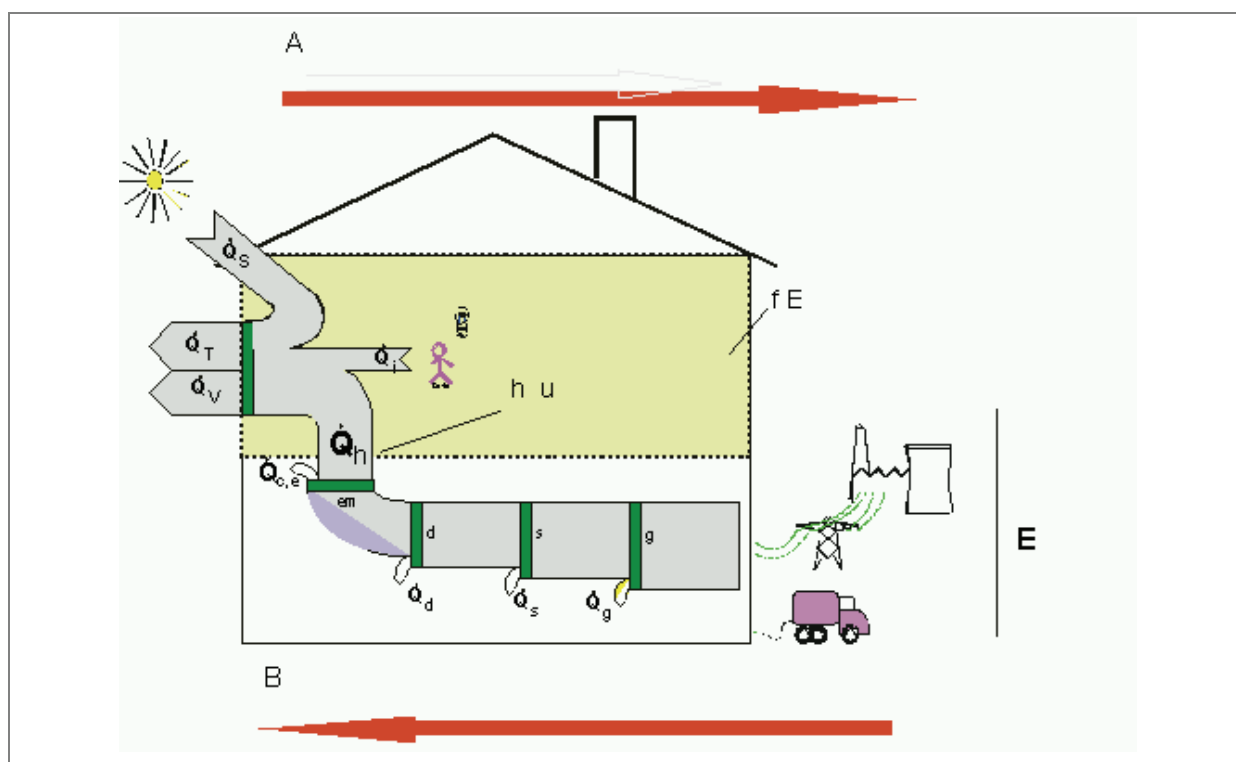
4.1 PRINCIP METODY

4.1.1 Potřeba energie

4.1.1.1 Prvotní energie

Energetická potřeba pro vytápění a teplou vodu v budově závisí na:

- potřebě tepla na vytápění budovy (tepelné vlastnosti budovy a vnitřní a vnější prostředí) a potřebě tepla na teplou vodu
- na vlastnostech vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody a jejich interakci s budovou
- celkovém tepelném toku od zdroje ku spotřebě (obrázek 4-1).



OBRÁZEK 4-1

SMĚR VÝPOČTU OD POTŘEBY TEPLA KE ZDROJI A NAOPAK SMĚR ENER-
GIE OD ZDROJE K POTŘEBĚ TEPLA.

kde:

A	je	směr výpočtu (od místa spotřeby ke zdroji)	
B		směr energetického toku (od zdroje k místu spotřeby)	
E		prvotní energie	(J ⁸ /časové období)
fE		konečná energie (systémová hranice budovy)	(J/časové období)
hu		potřeba tepla	(J/časové období)
em		sdílení	(J/časové období)
dis		rozvod	(J/časové období)
st		akumulace	(J/časové období)
gen		výroba	(J/časové období)
Q _T	je	ztráta tepla prostupem – ČSN EN ISO 13 790, ČSN EN 12 831	(J/časové období)
Q _V		ztráta tepla větráním – ČSN EN ISO 13 790, ČSN EN 12 831	(J/časové období)
Q _S		tepelné zisky vnější z oslunění – ČSN EN ISO 13 790	(J/časové období)
Q _i		tepelné zisky vnitřní – ČSN EN ISO 13 790	(J/časové období)
Q _H		potřeba konečné energie na vytápění a ohřev teplé vody zjednodušeně – ČSN EN ISO 13 790, přesně ČSN a připravované ČSN EN	(J/časové období)
Q _{c,e}		ztráta tepla při sdílení (výdeji) tepla	(J/časové období)
Q _d		ztráta tepla v rozvodech	(J/časové období)
Q _s		ztráta tepla při akumulaci	(J/časové období)
Q _g		ztráta tepla výrobou tepla	(J/časové období)

Na obrázku 4-1 je zjednodušeně znázorněn směr výpočtu od potřeby tepla ke zdroji a naopak směr energie od zdroje k potřebě tepla.

Sdílením (výdejem) tepla se rozumí množství tepla předaného při vytápění do místnosti/prostoru otopnými plochami, u teplé vody množství tepla obsaženého v teplé vodě v místě výtoku k uživateli.

Teplu pro vytápění bez uvažování ztrát tepla soustavy se vypočítá za normových podmínek podle ČSN EN ISO 13 790.

Ztráty tepla soustavy se stanoví odděleně pro teplo a elektrickou energii, aby bylo možno určit konečnou energii. Následně konečná energie je přeměněna na prvotní energii. Tento přístup podle prvotní energie je nutný k umožnění jednoduchého součtu přínosů různých druhů

⁸ Poznámka: V dokumentu se pro množství tepla za časové období používají hodnoty J a kWh.

energií (např. tepelné, elektrické) a může se použít pro porovnání energetických požadavků různých vytápěcích soustav.

Pro dané období (rok, měsíc, týden, atd.) se stanoví potřeba prvotní energie E_p pro vytápění a ohřev teplé vody ze vztahu:

$$E_p = \sum Q_{f,h} \cdot f_{p,i} + \sum W_{aux,h} \cdot f_{p,i} + \sum Q_{f,w} \cdot f_{p,i} + \sum W_{aux,w} \cdot f_{p,i} \quad (4-1)$$

kde:

E_p	je potřeba prvotní energie	(J)
$Q_{f,h}$	potřeba konečné energie na vytápění (viz. rovnici 4-2)	(J)
$f_{p,i}$	činitel přeměny prvotní energie pro každý druh užití energie (např. tepelnou, elektrickou, sluneční). Tento činitel se uvádí na národní úrovni	(-)
$W_{aux,h}$	potřeba pomocné energie na vytápění	(J)
$Q_{f,w}$	potřeba konečné energie na ohřev teplé vody (viz. rovnici 4-3)	(J)
$W_{aux,w}$	potřeba pomocné energie na ohřev teplé vody.	(J)

4.1.2 Konečná energie požadovaná na vytápění

Konečná energie požadovaná na vytápění $Q_{f,h}$ se vypočítá ze vztahu:

$$Q_{f,h} = (Q_H - Q_{aux,r,d,H} - Q_{aux,r,d,w,H}) + Q_{ls,th} \quad (4-2)$$

kde:

$Q_{f,h}$	je potřeba konečné energie na vytápění	(J)
Q_H	potřeba tepla stanovená podle ČSN EN ISO 13790;	(J)
$Q_{aux,r,d,H}$	využité teplo z vytápěcí soustavy (tepelné nebo elektrické), které přímo nesnižuje ztráty tepla Q_{th} ;	(J)
$Q_{aux,r,d,w,H}$	teplo využití ze zařízení pro ohřev teplé vody (tepelného nebo elektrického) pro krytí potřeby tepla na vytápění;	(J)
$Q_{ls,th}$	celkové ztráty tepla vytápěcí soustavy. Celkové ztráty vytápěcí soustavy zahrnují využití ztráty (obrázek 4-2)	(J)

4.1.3 Konečná energie požadovaná soustavou teplé vody

$$Q_{f,w} = Q_W - Q_{aux,r,d,w} + Q_{ls,tw} \quad (4-3)$$

kde:

$Q_{f,w}$	je potřeba konečné energie na ohřev teplé vody	(J)
Q_W	potřeba tepla pro ohřev teplé vody	(J)
$Q_{aux,r,d,w}$	využití teplo ze soustavy ohřevu užitkové vody pro ohřev teplé vody (část pomocné energie předaná přímo do teplé vody)	(J)

$Q_{ls,tw}$ celkové ztráty tepla soustavy pro ohřev užitkové vody. Celkové ztráty soustavy zahrnují využité ztráty (obrázek 4-2) (J)

4.1.4 Pomocná energie

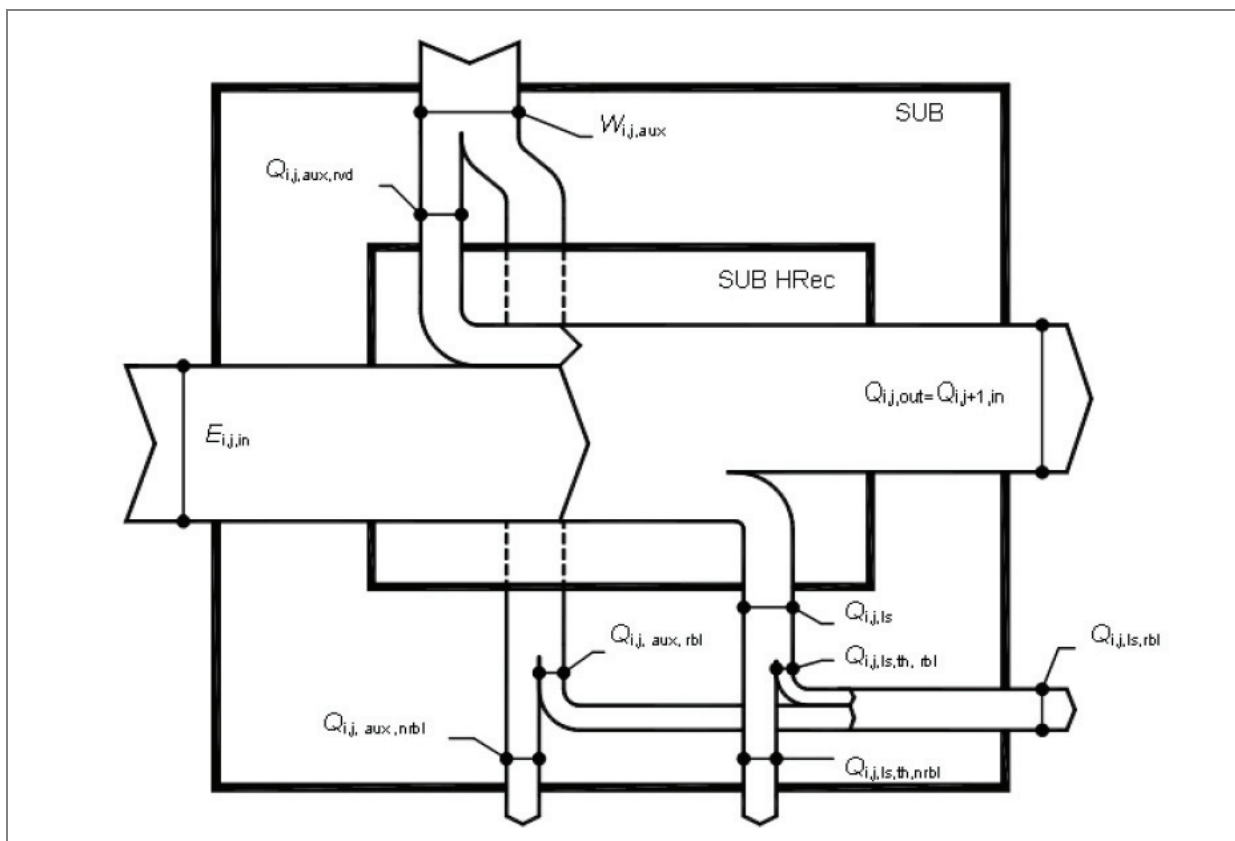
Pomocná energie je zpravidla elektřina užitá pro čerpadla, ventilátory, pohony armatur a řízení/regulaci. Požadavek na pomocnou energii se stanoví pro každou část soustavy $W_{i,j,aux}$ a jako hodnota pro celou soustavu. Část pomocné energie se může využít jako teplo $Q_{i,j,aux,rbl}$.

4.1.5 Využitelné a využité ztráty tepla

Jestliže se uvažuje budova nebo její část, ne všechny vypočtené ztráty tepla soustavy se nutně ztratí. Některé ztráty tepla soustavy jsou využitelné.

Např. ztráty tepla rozvodů se kompletně ztratí, je-li potrubí vedeno vně budovy. Je-li potrubí vedeno vytápěným prostorem, sdílené teplo z rozvodů přispívá k vytápění místnosti a ztráty tepla jsou využitelné.

Nicméně se nyní využívá jen část využitelných ztrát. To závisí na činiteli užití (poměr zisky/ztráty), protože jsou-li zisky vytápěného prostoru nadměrně vysoké oproti ztrátám tohoto prostoru, využije se pouze malá část zisků (viz. ČSN EN ISO 13790).



OBRÁZEK 4-2 VÝPOČET VSTUPŮ A VÝSTUPŮ ENERGIE A TEPLA PRO ČÁST SOUSTAVY j A SOUSTAVU TZB i

kde:

SUB	je	hranice bilance pro dílčí část soustavy j	
SUB HRec		hranice využití tepla pro dílčí část soustavy j	
$Q_{i,j,out}$		výstup tepla pro dílčí část soustavy j ($=Q_{i,j+1,in}$ vstup tepla do další části soustavy)	(J ⁹ /časové období)
$E_{i,j,in}$		vstup nositele energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$W_{i,j,aux}$		pomocná energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$Q_{i,j,aux,rvd}$		využitá pomocná energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$Q_{i,j,ls}$		tepelná ztráta pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$Q_{i,j,ls,rbl}$		tepelná ztráta pro dílčí část soustavy j využitelná pro vytápěcí soustavu (ne v dílčí části)	(J/časové období)
$Q_{i,j,ls,th,rbl}$		tepelná ztráta (tepelná část) pro dílčí část soustavy j využitelná pro vytápěcí soustavu	(J/časové období)
$Q_{i,j,aux,rbl}$		využitelná pomocná energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$Q_{i,j,ls,th,nrbl}$		nevyužitelná tepelná ztráta (tepelná část) pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)
$Q_{i,j,aux,nrbl}$		nevyužitelná pomocná energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)

Index j se nahradí příslušnou částí soustavy, tj. em, dis, st, gen.

Pro části soustavy sdílení, rozvod a akumulace platí:

- ➡ energetický vstup: nositel energie $E_{system,sub-system,in}$, tepelný $Q_{system,sub-system,in}$ a elektřina $E_{el,sub-system,in}$
- ➡ energetický výstup: tepelný $Q_{system,sub-system,out}$ a elektřina $E_{el,sub-system,out}$ (např. $Q_{H,gen,out}$, $E_{el,chp,out}$)
- ➡ tepelná ztráta soustavy $Q_{system,sub-system,ls}$ (např. $Q_{H,W,gen,ls}$)
- ➡ pomocná energie $W_{system,sub-system,aux}$ (např. $W_{W,gen,aux}$)
- ➡ využitelná tepelná ztráta soustavy $Q_{system,sub-system,ls,rbl}$ (např. $Q_{H,gen,ls,rbl}$).

4.1.6 Výpočetní období

Vhodná volba podpoří ohodnocení roční potřeby energie pro vytápění a přípravu TV a přiměřeně jiných soustav.

Tepelné ztráty pro soustavu se vypočtou odděleně pro každé výpočetní období. Průměrná hodnota musí odpovídat vybranému období. Existují 2 způsoby:

⁹ Poznámka: V dokumentu se pro množství tepla za časové období používají hodnoty J a kWh.

- použít roční údaje pro provoz soustavy a provést výpočet s ročními hodnotami
- rozdělit rok na výpočetní období (např. měsíc, týden; doporučuje se měsíc), výpočty provést pro zvolená období a sumarizovat je za celý rok.

Existuje-li sezónní vytápění budovy, rozdělí se rok alespoň na dvě výpočetní období, tj. na otopnou soustavu a zbytek roku.

4.1.7 Provozní podmínky

Výpočetní metody v celém souboru ČSN EN 15316-x hlavně stanovují:

- provozní podmínky (např. potřeba tepla, teplota vody, dosažení teploty v místnosti)
- energetickou náročnost (např. tepelná ztráta soustavy, využitelné ztráty) pro dané provozní podmínky.

Komplexnost této aplikace musí především zvážit projektanti při přizpůsobování výpočetních metod. Příkladem může být dále uvedené členění soustavy.

4.1.7.1 Dělení a/nebo větvení vytápěcí soustavy

Vytápěcí soustava může vytvářet komplex, např. zahrnující:

- více než jeden druh otopných ploch/výtokových míst vyhovujících víceúrovňovému zónám;
- více než jeden tepelný výkon (zatížení) vztažený k jednomu zdroji tepla (zejména vytápění a ohřev teplé vody v jednom zdroji)
- více než jedna část zdroje tepla
- více než jedna část akumulace tepla
- různé druhy energie použité v budově.

Užití souhrnných průměrných hodnot nemusí být praktické (požadují vhodné vážení) a nemusí být použitelné nebo může způsobit velké chyby.

Obecně se tyto případy řeší sledováním fyzikální struktury vytápěcí soustavy.

Příklad 1:	Tepelné požadavky a ztráty sdílením dvou částí vytápěcí soustavy se vypočtou odděleně a sečtou v návazné části společného rozvodu.
Příklad 2:	Tepelné požadavky částí rozvodu vytápění a rozvodu teplé vody (a/nebo části akumulace) se vypočtou samostatně a sečtou v následné části zdroje tepla.
Příklad 3:	Tepelné požadavky částí rozvodu tepla se mohou vypočítat a rozdělit na více než jednu část zdroje tepla (dělení se může měnit s časem).

Tento způsob „modularity“ je vždy možný, je-li zachován princip sčítání ztrát.

4.1.8 Dílčí část sdílení tepla

Tepelné požadavky na dílčí část sdílení tepla zahrnují mimořádné ztráty pláštěm budovy způsobené:

- nerovnoměrnou vnitřní teplotou v každé tepelné zóně (např. rozvrstvení, otopná tělesa podél venkovních stěn/oken)
- otopné plochy zabudované ve stavební konstrukci směrem k vnějšímu prostředí

- koncepce regulace (např. místní, ústřední, útlum).

Vliv těchto účinků na energetické požadavky závisí na:

- druhu otopné plochy (např. tělesa, konvektory, podlahové/stěnové/stropní velkoplošné)
- druhu koncepce regulace místnosti/zóny a zařízení (např. ventily s termostatickou hlavicí, P, PI, PID regulace) a jejich schopnosti snížit teplotu
- umístění zabudovaných otopných ploch ve vnějších stěnách.

Pro dodržení obecné struktury výpočtů ztráty soustavy, náročnost dílčí části výdeje tepla musí být určena:

- druhem otopné soustavy
- druhem regulace (včetně optimalizátoru)
- vlastnostmi zabudovaných otopných ploch.

Na podkladě těchto vstupních údajů výstup z dílčí části sdílení tepla musí zahrnout:

- ztráty tepla dílčí části sdílení tepla $Q_{H,em,ls}$
- pomocnou energetickou potřebu v dílčí části sdílení $W_{H,em,aux}$
- využitelné ztráty tepla $Q_{H,em,ls,rbt}$.

Výpočty mohou vycházet z tabelovaných hodnot nebo podrobnějších metod, ale nesmí být požadovány další vstupní údaje.

4.2 ÚČINNOST UŽITÍ ENERGIE V DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY - CELKOVÝ A DÍLČÍ PŘÍSTUP

Systémová hranice energetické rovnováhy je vhodná k popisu soustavy jako řetězce dílčích částí soustavy, ve kterém účinnosti dílčích částí poskytnou celkovou účinnost celé soustavy.

Podle této hranice, účinnost užití prvotní energie η každé dílčí části je určena:

$$\eta_j = \frac{Q_{j,out} + f_j \cdot E_{el,j,out}}{f_y \cdot Q_{j,in} + f_z \cdot W_{j,aux}} \quad (4-4)$$

kde:

$f_{j,y,z}$	je	činitel přeměny energie j, y, z. Hodnota by měla být uvedena na národní úrovni, informaci poskytuje ČSN EN 15603	(J/časové období)
$E_{el,j,out}$		výstup elektřiny z dílčí soustavy j	(J/časové období)
$Q_{j,out}$		výstup tepla z dílčí části soustavy j	(J/časové období)
$Q_{j,in}$		vstup tepla z dílčí části soustavy j	(J/časové období)
$W_{j,aux}$		pomocná energie pro dílčí část soustavy j	(J/časové období)

Q se nahradí E, není-li vstupem teplo (např. vstup z kogenerace).

Účinnost je nejvýstižnější bezrozměrný pojem používaný k určení efektivnosti technických soustav TZB. Účinnost se užije k praktickému a přímému porovnání efektivnosti dílčích částí soustavy různých druhů a různých velikostí.

Uvedená rovnice je obecná. Pro různé druhy dílčích částí ji bude nutno přizpůsobit.

Účinnost se může počítat pro dílčí části (účinnost sdílení, účinnost rozvodu, účinnost akumulace a účinnost výroby). Celková účinnost celé soustavy se stanoví sumací tepelných ztrát a dodané energie pro dotčené části soustav.

4.2.1 Činitel potřeby energie $e_{i,j}$

Jiným vyjádřením energetické náročnosti soustavy a dílčích částí je činitel potřeby energie e . Je reciproční hodnotou účinnosti.

$$e_{i,j} = \frac{Q_{i,j,in}}{Q_{i,j,out}} \quad (4-5)$$

4.2.2 Náročnost vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody e

Činitel náročnosti soustavy e se vypočte ze vztahu:

$$e_i = \frac{E_{p,i}}{Q_{H,i} + Q_{W,i}} \quad (4-6)$$

kde:

e	je činitel náročnosti soustavy	(-)
E_p	prvotní energie dodávaná do vytápěcí soustavy	(J)
Q_H	potřeba tepla a pomocné energie pro vytápění	(J)
Q_W	potřeba tepla a pomocné energie pro teplou vodu	(J)

4.3 POTŘEBA TEPLA

4.3.1 Potřeba tepla pro vytápění

Potřeba tepla pro vytápění Q_H se vypočte podle ČSN EN ISO 13 790.

Tento výpočet nezohledňuje ztráty tepla otopné soustavy a soustavy teplé vody vzhledem k nehomogenosti teplotního pole v místnosti, nestálé teplotě v rozvodu, neúčinnosti regulace, využitých tepelných ztrátách a pomocné energii, apod.

Účinek přerušovaného vytápění s ideální regulací (řídícím zařízením) se může vypočítat podle ČSN EN ISO 13 790 a uvažuje se při stanovení potřeby tepla Q_H . Účinek neideální regulace (pozdější nebo dřívější zátap, místní regulace apod.) se uvažuje jako ztráta tepla soustavy.

4.3.2 Potřeba tepla pro teplou vodu

Potřeba tepla pro teplou vodu Q_W je dána vztahem:

$$Q_W = \rho \cdot c \cdot V_W \cdot (\theta_W - \theta_0) \quad (4-7)$$

kde:

Q_W	je potřeba tepla pro teplou vodu	(J)
-------	----------------------------------	-----

ρ	hustota vody	(kg/m ³)
c	měrné teplo vody	(J/kg.K)
V_w	množství teplé vody požadované během výpočtového období	(m ³)
θ_w	teplota dodávané teplé vody	(°C)
θ_0	teplota vody přiváděné do soustavy teplé vody.	(°C)

Potřeba tepla pro teplou vodu odpovídá energii potřebné na ohřátí množství teplé vody požadované uživatelem na návrhovou teplotu.

Ztráty tepla soustavy teplé vody (např. výdejem (výtokem), rozvodem, akumulací nebo ohřevem) jsou běžně počítány odděleně od ztrát vytápěcí soustavy, ale někdy mohou být začleněny do ztrát tepla vytápěcí soustavy (např. pro dílčí část výroby tepla).

Využití ztráty tepla ze soustavy teplé vody snižuje potřebu tepla pro vytápěcí soustavu.

4.3.3 Ztráty tepla z vytápěcí soustavy

Při výpočtu tepelných ztrát se uvažují dílčí části vytápěcí soustavy:

- část sdílení (výdeje) tepla včetně regulace
- část rozvody tepla včetně regulace
- část akumulace tepla včetně regulace
- část výroby tepla včetně regulace (kotle, sluneční sběrače, TČ, kogenerační jednotky, atd.).

Tato struktura se podobá fyzikální struktuře vytápěcí soustavy (obrázek 4-3).

Celkové ztráty tepla vytápěcí soustavy $Q_{H,ls}$ se mohou vyjádřit jako součet ztrát tepla z každé části soustavy:

$$Q_{H,ls} = (Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,st,ls} + Q_{H,gen,ls}) \quad (4-8)$$

kde:

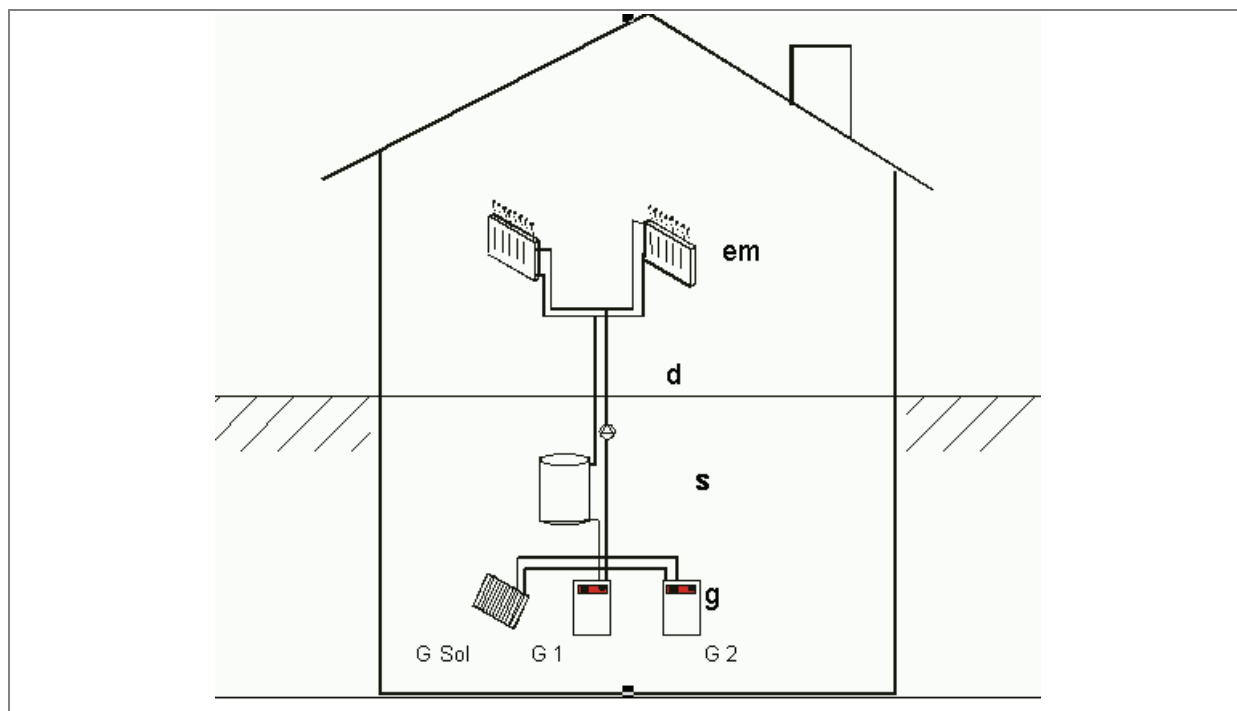
$Q_{H,ls}$ je tepelná ztráta vytápěcí soustavy (J)

$Q_{H,em,ls}$ tepelná ztráta způsobená neideálním sdílením (výdejem) tepla. (J)
Stanoví se podle ČSN EN 15316-2-1

$Q_{H,dis,ls}$ tepelná ztráta v rozvodu tepla. Tato ztráta závisí na dispozici (J)
rozvodu, jeho umístění, jeho tepelné izolaci, teplotě otopné
látky, regulaci, atd. Stanoví se podle ČSN EN 15316-2-3

$Q_{H,st,ls}$ tepelná ztráta akumulačního zařízení (J)

$Q_{H,g,ls}$ tepelná ztráta zdroje tepla během provozní doby, během pohotovostního stavu, a pro neideální regulaci. Stanoví se podle (J)
ČSN EN 15316-4-1.



OBRÁZEK 4-3

ČÁSTI VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY j

G 1	je zdroj tepla – kotel 1	(J)
G 2	zdroj tepla – kotel 2	(J)
G Sol	zdroj tepla – sluneční okruh	(J)

Ztráty tepla ze soustavy teplé vody

Při výpočtu tepelných ztrát se uvažují dílčí části soustavy teplé vody:

- část sdílení (výdeje) tepla včetně regulace
- část rozvody tepla včetně regulace
- část akumulace tepla včetně regulace
- část výroby tepla včetně regulace (kotle, sluneční sběrače, TČ, kogenerační jednotky, atd.).

Tato struktura se podobá fyzikální struktuře soustavy teplé vody (obrázek 4-4).

Celkové ztráty tepla soustavy teplé vody $Q_{W,ls}$ se mohou vyjádřit jako součet tepelných ztrát z každé části soustavy:

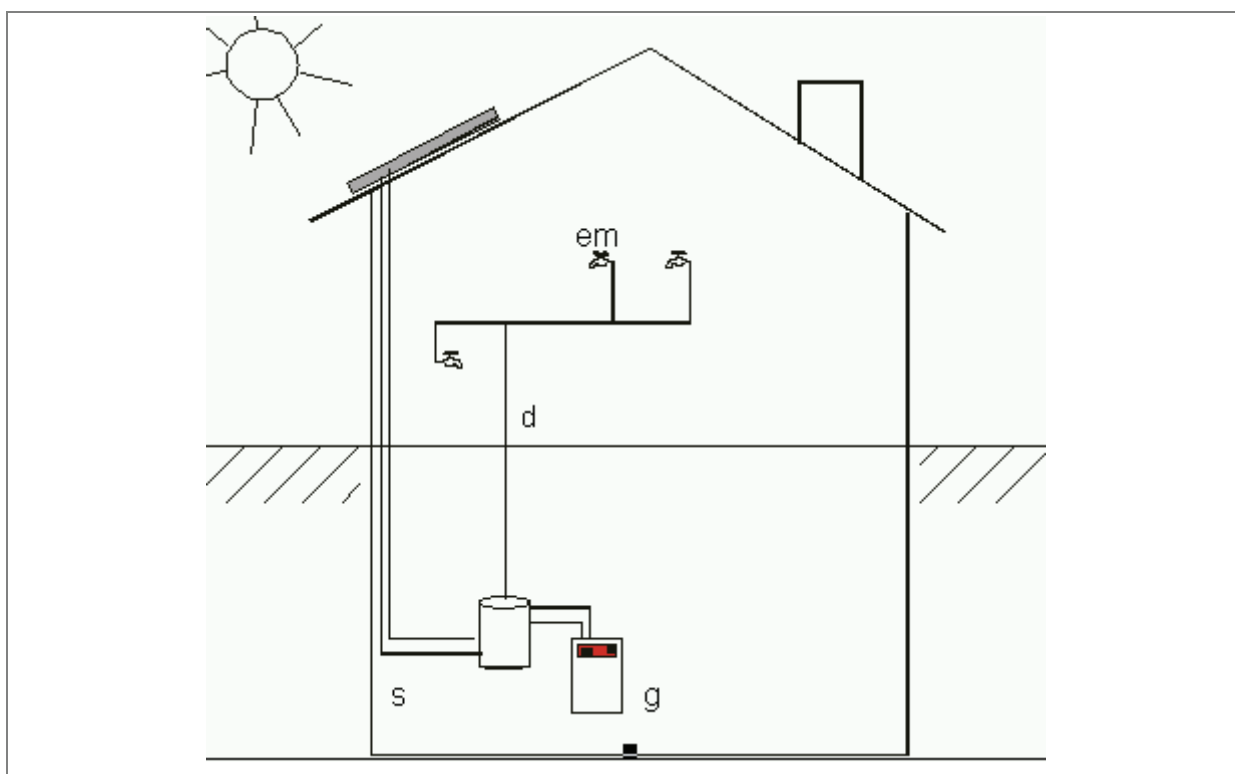
$$Q_{W,ls} = (Q_{W,em,ls} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,gen,ls}) \quad (4-9)$$

kde:

$Q_{W,ls}$	je ztráta tepla soustavy teplé vody;	(J)
$Q_{W,em,ls}$	ztráta tepla způsobená neideálním výdejem tepla (např. výtokovými armaturami), kdy může nastat zpoždění v dosažení požadované teploty výtokové vody	(J)
$Q_{W,dis,ls}$	ztráta tepla v rozvodu teplé vody. Tato ztráta závisí na dispozici rozvodu, jeho umístění, jeho tepelné izolaci, teplotě vody, regulaci, atd. Stanoví se podle ČSN EN 15316-3-2	(J)
$Q_{W,st,ls}$	ztráta tepla akumulčního zařízení	(J)
$Q_{W,gen,ls}$	ztráta tepla zdroje tepla během provozní doby, během pohotovostního stavu a pro neideální regulaci.	(J)

Cílem výpočtu je stanovení roční potřeby prvotní energie vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody. Užije se jeden ze dvou postupů:

- použijí se roční údaje pro provozní období soustavy a průměrné hodnoty
- rok se rozdělí na počet výpočtových období (např. týdny, měsíce, atd.), provedou se pro každé období výpočty a sečtou se prvotní energetické potřeby za každé období.



OBRÁZEK 4-4

ČÁSTI SOUSTAVY PŘÍPRAVY TV J

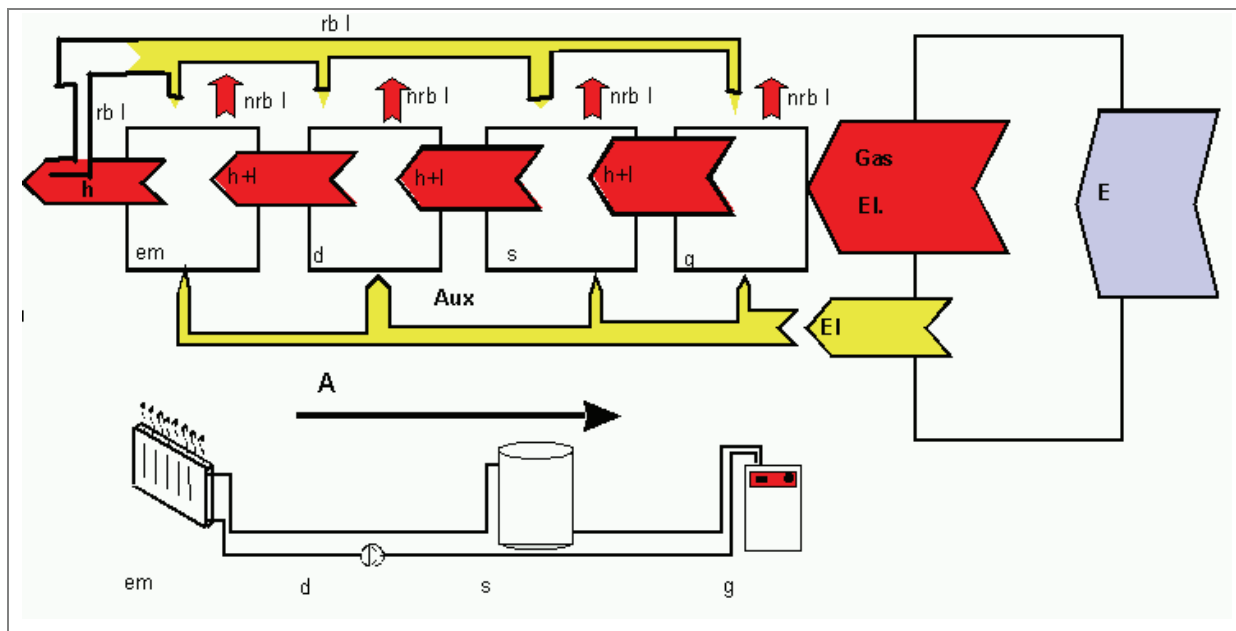
Prostorové rozdělení vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody

Vytápěcí soustava může zásobovat několik budov (např. školní budovy) a různé vytápěcí soustavy (např. ústřední vytápění a elektrické místní vytápění) mohou být zřízeny v jedné budově. Dále může účinek vytápěcí soustavy záviset na jiných technických zařízeních v budově (např. větrání). Z těchto důvodů by měla být vytápěcí soustava přizpůsobena prostorovým dělením (např. pro budovu, zónu, skupinu, místnost).

4.4 ENERGETICKÝ VÝPOČET PRO VYTÁPĚNÍ A TEPLOU VODU

4.4.1 Energetické ztráty z vytápěcí soustavy

Tok energie, směr výpočtu a struktura vytápěcí soustavy je na obrázku 4-5.



OBRÁZEK 4-5 TOK ENERGIE, SMĚR VÝPOČTU A STRUKTURA VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY
kde je:

A	je směr výpočtu (od místa spotřeby ke zdroji)	
E	prvotní energie	(J/časové období)
EL	elektrina	(J/časové období)
Gas	plyn	(J/časové období)
em (e)	sdílení	(J/časové období)
dis (d)	rozvod	(J/časové období)
st (s)	akumulace	(J/časové období)
gen (g)	výroba	(J/časové období)
aux	pomocná energie (elektrina)	(J/časové období)
H (h)	potřeba tepla	(J/časové období)
ls (l)	tepelné ztráty	(J/časové období)
rbl (rb)	využitelné tepelné ztráty	(J/časové období)
nrb l (nrb)	nevyužitelné tepelné ztráty	(J/časové období)

Vliv regulace (ústřední nebo místní) se uvažuje v každé dílčí části soustavy.

Směr výpočtu je opačný než tok energie. Výpočet začíná s potřebou tepla, a končí stanovením prvotní energie. Potřeba tepla je energetický vstup části sdílení tepla a využitých tepelných ztrát.

Pro každou část je vypočtena její ztráta tepla $Q_{i,ls}$ a je přidána k jejímu tepelnému výstupu, aby se stanovil její energetický vstup.

Ztráty tepla dílčích částí soustavy zahrnují využitelné ztráty tepla ale nezahrnují pomocnou energii. Požadavek na elektrickou energii $W_{i,aux}$ se stanoví odděleně (existuje-li), ale elektrická energie přispívá do systému energetických ztrát každé dílčí části soustavy.

Část ztrát tepla soustavy a část pomocné energie pro každou dílčí část soustavy je využitelná pro vytápění a spolu tvoří využitelné tepelné ztráty pro každou dílčí část soustavy.

Výpočet se provede pro každou dílčí část soustavy, dokud se nestanoví vstupní energetický požadavek pro část zdroje tepla.

Využití ztráty tepla z různých dílčích částí soustav se vypočtou a odečtou od potřeby tepla. Připouští se přímý výpočet využitých dílčích tepelných ztrát pro každou dílčí část soustavy a odečíst je přímo od tepelných ztrát dílčí části soustavy. Nesmí to vést k iteračním výpočtům různých dílčích částí nebo s EN ISO 13 790.

Je třeba si uvědomit, že tento přístup je fyzikálně nesprávný, protože energie potřebná v každém dílčí části soustavy bude ve skutečnosti snížena o využití ztráty v soustavě. Ale v této úrovni výše uvedený přístup umožní podstatné zjednodušení. Pouze iterační výpočty by mohly náležitě zohlednit vzájemná působení. Aby se nekomplikoval výpočet využitých ztrát v soustavě, sumarizují se v této normě pouze jednou a odečtou se od potřeby tepla pro konečný výpočet ztrát tepla. Tento přístup také zjednoduší vzájemné působení mezi stavební normou jako je ČSN EN ISO 13 790, která definuje výpočetní metodu pro tepelné zisky a normou pro tepelnou soustavu, protože se údaje výměny pouze jednou.

4.4.2 Energetické ztráty ze soustavy teplé vody

Tok energie, směr výpočtu a struktura vytápěcí soustavy je na obrázku 4-6.

Vliv regulace (ústřední nebo místní) se uvažuje v každé dílčí části soustavy.

Směr výpočtu je opačný než tok energie. Výpočet začíná s potřebou tepla a končí stanovením prvotní energie. Potřeba tepla je energetický vstup části sdílení tepla - výtoku.

Pro každou část je vypočtena její ztráta tepla $Q_{W,i,aux}$ a je přidána k jejímu tepelnému výstupu, aby se stanovil její energetický vstup.

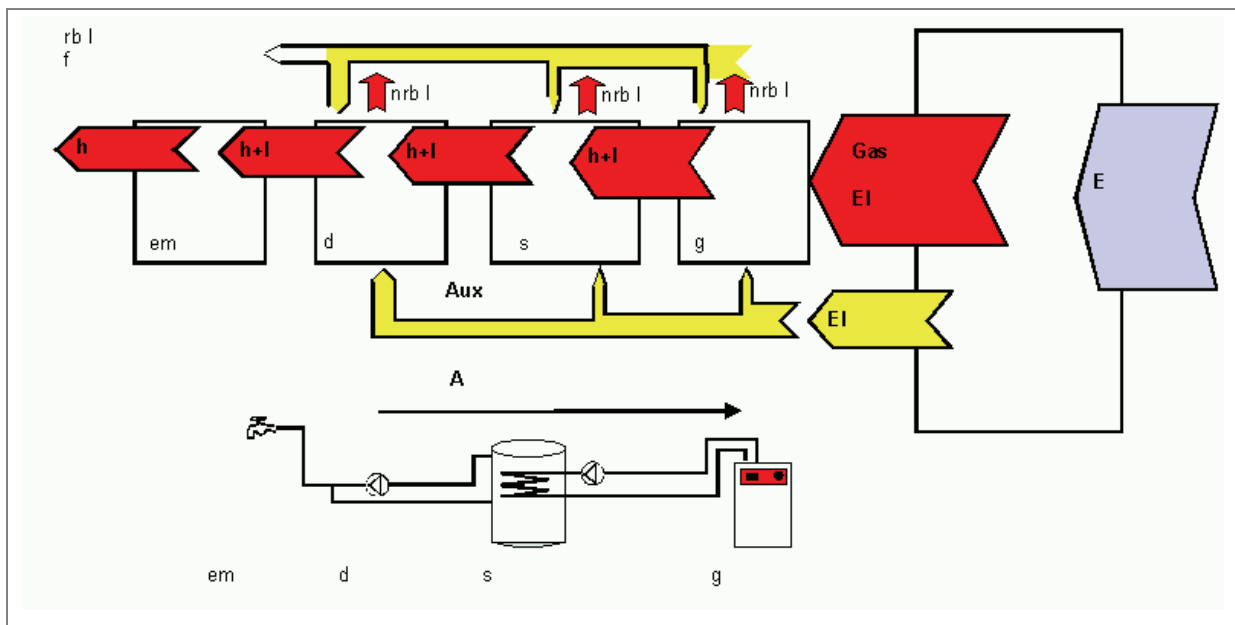
Ztráty tepla dílčích částí soustavy nezahrnují vedlejší energii. Požadavek na elektrickou energii $W_{W,i,aux}$ se stanoví odděleně (existuje-li).

Část tepelných ztrát soustavy a část pomocné energie pro každou dílčí část soustavy je využitelná pro vytápění a spolu tvoří využitelné ztráty tepla pro každou dílčí část soustavy.

Výpočet se provede pro každou dílčí část soustavy, dokud se nestanoví vstupní energetický požadavek pro část zdroje tepla.

Využití ztráty tepla z různých dílčích částí soustav se sečtou a vypočte se využitá ztráta tepla a odečte od potřeby tepla. Využitá ztráta tepla z oběhového čerpadla sdílená do vody se přímo zahrne do části rozvodu pro snížení ztrát.

Využití ztráty tepla ze soustavy teplé vody zvyšují náročnost vytápění bez jakéhokoli zvýšení kvality vytápění. Je možné vyjádřit náročnost vytápění bez uvažování využitých tepelných ztrát ze soustavy teplé vody, nicméně v náročnosti celé soustavy se musí uvažovat využití ztráty tepla.



OBRÁZEK 4-6

TOK ENERGIE, SMĚR VÝPOČTU A STRUKTURA SOUSTAVY TEPLÉ VODY

4.4.3 Zjednodušené a podrobné metody pro výpočet celkové energetické ztráty soustavy

Pro každou dílčí část soustavy musí být dostupné zjednodušené a/nebo podrobné metody (podle současného stavu znalostí a dostupných norem) a použití (podle požadované přesnosti).

Úroveň podrobností se může klasifikovat:

- Úroveň A** Ztráty nebo účinnosti se udají v tabulce pro celou vytápěcí soustavu a/nebo soustavu teplé vody. Výběr vhodných hodnot se provede podle typologie (popisu) celé vytápěcí soustavy.
- Úroveň B** Pro každou dílčí část se udají tabelární hodnoty ztráty, požadavků na elektřinu nebo účinnosti. Výběr vhodných hodnot se provede podle typologie (popisu) dílčí soustavy.
- Úroveň C** Po každou dílčí část se vypočtou ztráty, požadavky na elektřinu nebo účinnosti. Výpočet se provede na podkladě dimenzování soustavy, funkcí, tepelných výkonů, a jiných údajů, o kterých se předpokládá, že jsou konstantní (nebo průměrné) po výpočtové období. Výpočtová metoda je založena na fyzikální podstatě (podrobné nebo zjednodušené) nebo korelačních metodách.
- Úroveň D** Ztráty a účinnosti se počítají dynamickou simulací při uvažování časové historie proměnných hodnot (např. vnější teplota, teplota vody v rozvodu, výkon (zatížení) kotle).

Mohou se použít různé úrovně podrobností, podle dostupnosti, pro různé dílčí části soustav v jedné vytápěcí soustavě.

Není-li jinak požadováno, podrobné výpočetní metody v souladu s úrovní C a D se užijí pro nové budovy s již vyprojektovaným vytápěním a přípravou TV a pro modernizaci stávajících budov při instalaci nových soustav přípravy TV.

Užijí se jakékoli parametry pro výpočet. Výsledky musí splňovat definované výstupní hodnoty pro dílčí části soustavy a soustavu:

- energetický vstup
- energetický výstup
- tepelné ztráty soustavy
- využití tepelné ztráty, pomocná energie.

Jsou možné dva způsoby využití tepla ze ztrát tepla:

- využití ztráty tepla, které se přímo uvažují jako snížení ztráty tepla.

Například podstatná část pomocné energie v rozvodech se přemění na teplo a předává se přímo do vody. V tomto případě se tato část využitých ztrát tepla uvažuje ve výpočtu energetické náročnosti rozvodu

- využití ztráty tepla, které se uplatní pro snížení potřeby tepla pro vytápění.

Např. ztráty tepla v zásobníku teplé vody přispívají k vytápění prostoru. Tato část využitých tepelných ztrát se neuvažuje při výpočtu náročnosti ohřevu teplé vody, ale jako snížení potřeby tepla pro vytápění, protože využití tepla závisí na vzájemném působení konstrukce budovy a zásobníku.

4.5 PŘÍKLAD VÝPOČTU PRO VYTÁPĚCÍ SOUSTAVU A SOUSTAVU OHŘEVU TEPLÉ VODY ELEKTŘINOU.

Výpočtový formulář poskytuje příklad vytápěcí soustavy se soustavou teplé vody, a teplou vodou, která je ohřívána elektřinou. Ve formuláři se kombinují výsledky výpočtu každé dílčí části soustavy bez ohledu na výpočetní metodu, kterou byly stanoveny ztráty každé dílčí části.

Úkol: stanovit využití prvotní energie při vytápění budovy a ohřevu teplé vody.

Vstupní údaje:

$Q_H = 100 \text{ MWh}$ potřeba tepla na vytápění stanovená podle ČSN EN 13 790

$Q_W = 20 \text{ MWh}$ potřeba tepla pro ohřev teplé vody stanovená podle odborných podkladů užívaných v české technické praxi

Jedná se o budovu s přibližnou tepelnou ztrátou 40 kW v klimatické oblasti definované počtem denostupňů 3 420.

$Q_{H,em,ls} = ?$	ztráta tepla při výdeji tepla z konvektorů s nuceným výdejem ventilátorem pomocná energie elektřina neideální regulace
$Q_{W,em,ls} = ?$	ztráta tepla při sdílení tepla z výtokových armatur – v tomto případě se zanedbá

$Q_{H,dis,ls} = ?$	ztráta tepla v rozvodu pomocná energie elektřina – čerpadla, regulace ztráta tepla nedokonalou tepelnou izolací
$Q_{W,dis,ls} = ?$	ztráta tepla v rozvodu pomocná energie elektřina – cirkulační čerpadlo ztráta tepla nedokonalou tepelnou izolací
$Q_{H,st,ls} = ?$	ztráta tepla při akumulaci – nevyskytuje se
$Q_{W,st,ls} = ?$	ztráta tepla při akumulaci tepelná izolace elektrického zásobníkového ohřívače
$Q_{H,gen,ls} = ?$	ztráta tepla při výrobě tepla pomocná energie elektřina – čerpadlo a regulace ztráta tepla vyjádřená účinností zdroje
$Q_{W,gen,ls} = ?$	ztráta tepla při výrobě tepla – nevyskytuje se (zanedbá se)

Postup je pro přehled sestaven do tabulky.

TABULKA 4-1			VÝPOČTOVÝ FORMULÁŘ – PŘÍKLAD PRO OTOPNOU SOUSTAVU A SOUSTAVU OHŘEVU UŽITKOVÉ VODY ELEKTRÍNOU						
			vytápění			teplá voda			
			(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	
	potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			
Q_H, Q_W		MWh/ období	100			20			
	ztráty tepla soustavy		MWh/ období	ztráty tepla $Q_{H,j}$	pomocná energie $W_{H,j,aux}$	využitelné ztráty $Q_{H,j,rhl}$	ztráty tepla $Q_{W,j}$	pomocná energie $W_{W,j,aux}$	využitelné ztráty $Q_{W,j,rhl}$
$Q_{H,em,ls}$ $Q_{W,em,ls}$	(1)	ztráty při sdílení tepla	MWh/ období	10	2	2	0	0	0
$Q_{H,em,in}$ $Q_{W,em,in}$	(2)	příkon pro sdílení tepla $Q_{H,W}+(1)$	MWh/ období	110	2	2	20	0	0
$Q_{H,dis,ls}$ $Q_{W,dis,ls}$	(3)	ztráty v rozvodech	MWh/ období	15	4	10	10	2	5
$Q_{H,dis,in}$ $Q_{W,dis,in}$	(4)	příkon pro rozvody tepla $Q_{H,em,in}+3$	MWh/ období	125	6	12	30	2	5
$Q_{H,st,ls}$ $Q_{W,st,ls}$	(5)	ztráty v akumulaci	MWh/ období	-	0	0	10	1	6
$Q_{H,st,in}$ $Q_{W,st,in}$	(6)	příkon pro akumulaci tepla $Q_{H,dis,in}+5$	MWh/ období	125	6	12	40	3	11
$Q_{H,gen,ls}$ $Q_{W,gen,ls}$	(7)	ztráty ve výrobě tepla	MWh/ období	25	1	16	0	0	0
$Q_{H,gen,in}$ $Q_{W,gen,in}$	(7)	příkon pro výrobu tepla $Q_{H,st,in}+5$	MWh/ období	150	7	28	40	3	11
				⇓ čistý požadavek na teplo		⇓ využití ztráty tepla			⇓ využití ztráty tepla
			MWh/ období	133	⇐	14	+		3
	Konečná energie			$Q_{f,H}$	$W_{H,aux}$	celkem vytápění	$Q_{f,H}$	$W_{W,aux}$	celkem teplá voda
Q	teplo/energie		MWh/ období	133	7	140	40	3	43
f	činitel přeměny energie		(-)	1	3	-	3	3	-
E	prvotní energie (Q.f)		MWh/ období	133	21	154	120	9	129
e	činitel náročnosti soustavy $E/Q_H (W)$		(-)			1,54	120	9	6,45

5 STANOVENÍ ENERGETICKÝCH NÁROKŮ ZDROJŮ TEPLA

EN 15316 Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy sestává z těchto částí:

Část 1: Všeobecné požadavky

Část 2-1: Sdílení tepla pro vytápění

Část 2-3: Rozvody tepla pro vytápění

Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)

Část 3-2: Soustavy teplé vody, rozvody

Část 3-3: Soustavy teplé vody, příprava

Část 4-1: Výroba tepla, kotle

Část 4-2: Výroba tepla, soustavy tepelných čerpadel

Část 4-3: Výroba tepla, tepelné solární soustavy

Část 4-4: Výroba tepla, kogenerační soustavy (pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla) integrované do budovy

Část 4-5: Výroba tepla, účinnost a vlastnosti dálkového vytápění a soustav o velkém objemu

Část 4-6: Výroba tepla, fotovoltaické soustavy

Část 4-7: Výroba tepla, soustavy pro spalování biomasy

5.1 PRINCIP METODY

5.1.1 Tepelná bilance dílčí části výroby tepla včetně regulace výroby tepla

Výpočtová metoda dílčí části výroby tepla bere v úvahu tepelné ztráty a/nebo využití tepla s ohledem na tyto fyzikální faktory:

- ztráty komínem v průběhu celkové doby provozu kotle (provozní, pohotovostní)
- tepelné ztráty pláštěm kotle (kotlů) v průběhu celkové doby provozu kotle (provozní, pohotovostní)
- pomocná energie.

Souvislost těchto účinků s potřebou energie závisí na:

- typu zdroje (zdrojů) tepla
- umístění zdroje (zdrojů) tepla
- poměru částečného zatížení
- provozních podmínkách (dvoupolohová, vícestupňová, spojitá, kaskádová regulace atd.).

Výpočtová metoda podle této normy je založena na dále uvedených vstupních údajích z jiných částí souboru norem ČSN EN 15316-X-X:

- potřeba tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu pro vytápění, $\Sigma Q_{H,dis,in}$, vypočtená podle ČSN EN 15316-2-3

- potřeba tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu pro přípravu teplé vody, $\Sigma Q_{W,dis,in}$, vypočtená podle ČSN EN 15316-3-2.

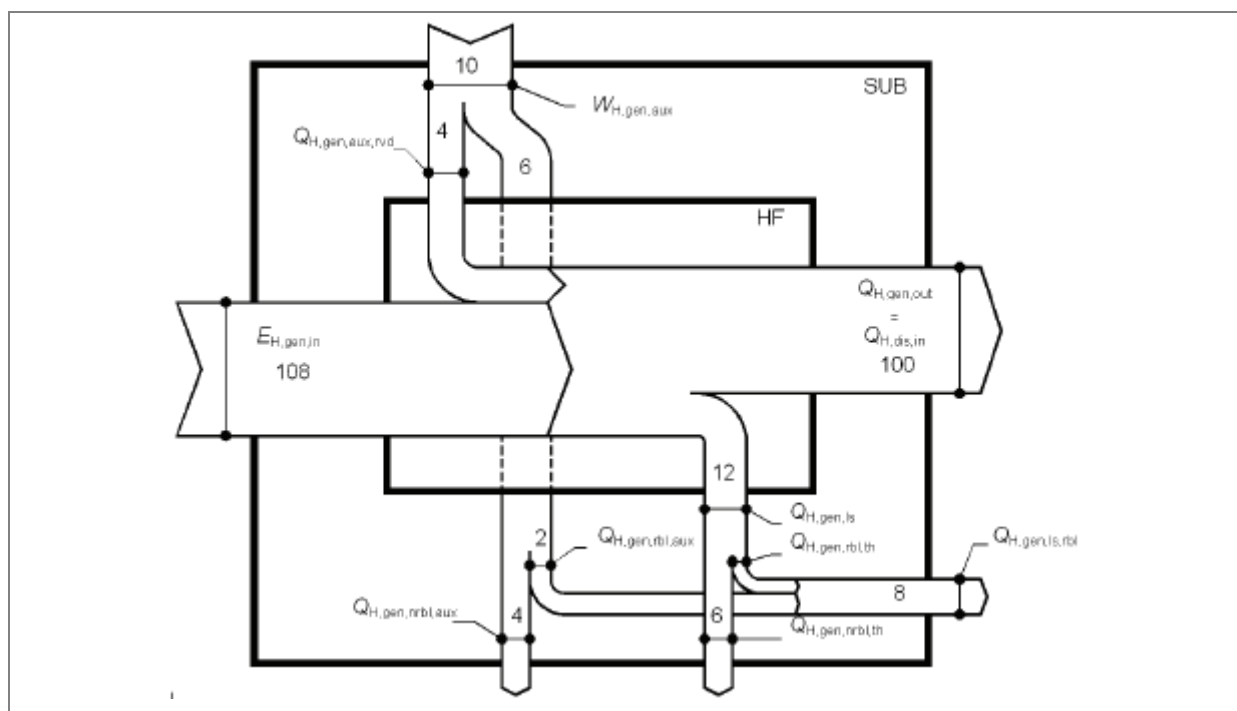
Účinnost dílčí části výroby tepla může být charakterizována doplňujícími vstupními údaji, které je třeba vzít v úvahu:

- typ a charakteristiky dílčí části výroby tepla
- nastavení kotle
- typ soustavy pro regulaci kotle
- umístění kotle
- provozní podmínky;
- potřeba tepla.

Na základě těchto údajů se podle této normy vypočítají dále uvedené výstupní údaje:

- potřeba tepla spalovaného paliva, $E_{H,gen,in}$
- celkové tepelné ztráty při výrobě tepla (spaliny a plášť kotle), $Q_{H,gen,ls}$
- obnovitelné tepelné ztráty při výrobě tepla, $Q_{H,gen,ls,rbl}$
- pomocná energie pro výrobu tepla, $W_{H,gen,aux}$.

Na obrázku 5-1 jsou znázorněny vstupy a výstupy dílčí části výroby tepla pro účely výpočtu.



OBRÁZEK 5-1

VÝPOČET VSTUPŮ A VÝSTUPŮ ENERGIE A TEPLA PRO ČÁST SOUSTAVY
ZDROJE TEPLA – ENERGETICKÁ BILANCE

POZNÁMKA Uvedená čísla jsou příklady procent.

Legenda

SUB	je	energetická bilanční hranice dílčí části výroby tepla
HF		energetická bilanční hranice topného média (viz rovnici (5-1))
$Q_{H,gen,out}$		tepelný výkon dílčí části výroby tepla (vstupní údaj pro dílčí část (dílčí části) rozvodu)
$E_{H,gen,aux}$		dodávka paliva pro dílčí část výroby tepla (nositel energie)
$W_{H,gen,aus}$		celková pomocná energie pro dílčí část výroby tepla
$Q_{H,gen,aux,rvd}$		obnovitelná pomocná energie pro dílčí část výroby tepla
$Q_{H,gen,ls}$		celkové tepelné ztráty dílčí části výroby tepla
$Q_{H,gen,ls,rbl}$		tepelná ztráta dílčí části výroby tepla, obnovitelná pro vytápění
$Q_{H,gen,ls,th,rbl}$		tepelná ztráta (tepelná část) dílčí části výroby tepla, obnovitelná pro vytápění
$Q_{H,gen,aux,rbl}$		obnovitelná pomocná energie dílčí části výroby tepla
$Q_{H,gen,ls,th,nrbl}$		tepelná ztráta (tepelná část) dílčí části výroby tepla, neobnovitelná

Základní energetická bilance dílčí části výroby tepla je dána vztahem

$$E_{H,gen,in} = Q_{H,gen,out} - Q_{H,gen,aux,rvd} + Q_{H,gen,ls} \quad (5-1)$$

kde:

$E_{H,gen,in}$	je	potřeba tepla dílčí části výroby tepla (dodávka paliva)	(J)
$Q_{H,gen,out}$		teplo dodané do dílčí části rozvodu (vytápění a příprava teplé vody)	(J)
$Q_{H,gen,aux,rvd}$		pomocná energie využitá v dílčí části výroby tepla (tj. pro čerpadla, ventilátor hořáku atd.)	(J)
$Q_{H,gen,ls}$		celkové ztráty dílčí části výroby tepla (ztráta komínem, ztráta pláštěm kotle atd.)	(J)

POZNÁMKA $Q_{H,gen,ls}$ zohledňuje ztráty komínem a pláštěm kotle, z nichž část může být obnovitelná s ohledem na umístění

Existuje-li pouze jedna dílčí část výroby tepla

$$Q_{H,gen,out} = f_{ctrl} \cdot \sum_i Q_{H,dis,in,i} + \sum_j Q_{W,dis,in,j} \quad (5-2)$$

kde:

f_{ctrl}	je	činitel, který zohledňuje ztráty regulací v části sdílení sdílení tepla; hodnota f_{ctrl} je uvedena v tabulce 5-1; jiné hodnoty mohou být specifikovány za předpokladu, že ztráty regulací již nebyly zohledněny v části sdílení tepla (ČSN EN 15316-2-1) nebo v části rozvody tepla (ČSN EN 15316-2-3).	(J)
------------	----	---	-----

Jestliže kotel zajišťuje teplo pro vytápění i pro přípravu teplé vody, pak se index H nahradí indexem HW. Pro zjednodušení se v dalším textu používá pouze H.

Regulační činitel f_{ctrl} (jeho příklady) jsou v následující tabulce. Platí za předpokladu, že ztráty regulací sdílení tepla nebyly vzaty v úvahu v části sdílení tepla¹⁰ (ČSN EN 15316-2-1).

TABULKA 5-1

 STANDARDNÍ HODNOTY PRO REGULAČNÍ ČINITEL f_{ctrl}

Typ kotle	Typ regulace	f_{ctrl}
Kotel instalovaný na podlaze	Regulace podle venkovní teploty	1,00
Závěsný kotel	Regulace podle venkovní teploty	1,03
	Regulace podle teploty místnosti	1,06

POZNÁMKA V souboru norem ČSN EN 15316-X-X je dopad regulace sdílení tepla zohledněn v části sdílení a regulace (ČSN EN 15316-2-1). Dopad regulace výroby tepla je zohledněn přepočty ztrát a účinnosti podle provozní teploty výroby tepla.

5.1.2 Pomocná energie

Pomocná energie je energie, vyjma paliva, požadovaná pro provoz hořáku, primárního čerpadla a jakéhokoli zařízení, jehož provoz souvisí s provozem dílčí části výroby tepla.

Pomocná energie, obvykle ve formě elektrické energie, může být částečně využita jako teplo pro vytápění nebo pro dílčí část výroby tepla (kotel).

Využitelné pomocné energie jsou např. elektrická energie přenášená jako teplo do vody primárního okruhu nebo část elektrické energie pro ventilátor hořáku.

5.1.3 Využitelné, využitě a nevyužitelné tepelné ztráty soustavy

Ne všechny vypočtené tepelné ztráty soustav jsou ztraceny. Některé z těchto ztrát jsou využitelné a část využitelných tepelných ztrát soustavy je skutečně využita.

Příkladem využitelných tepelných ztrát soustavy jsou tepelné ztráty pláštěm kotle instalovaného ve vytápěném prostoru. Příkladem nevyužitelných tepelných ztrát soustavy jsou tepelné ztráty pláštěm kotle instalovaného vně vytápěného prostoru nebo tepelné ztráty komínem instalovaným vně vytápěného prostoru.

Využití tepelných ztrát soustavy pro vytápěný prostor se projeví buď jako snížení celkových tepelných ztrát soustavy (zjednodušená metoda) nebo zohledněním využitelných tepelných ztrát soustavy jako zisků (holistická metoda) nebo jako snížení potřeby energie podle ČSN EN 15603. Jsou možné oba přístupy.

Tepelné ztráty výroby tepla využité v dílčí části výroby tepla jsou přímo zohledněny v účinnosti výroby tepla. Příkladem je přehřev spalovacího vzduchu odváděnými spaliny.

¹⁰ Doporučuji zohlednit ztráty regulací s ohledem na metodu užitou ČSN EN ISO 13790 podle normy pro část sdílení tepla. Při pouhé ústřední regulaci bez místní regulace dojde užitím f_{ctrl} podle této normy ke zkreslení potřeby tepla až o cca 20 % (snížení)

5.1.4 Postup výpočtu

Cílem výpočtu je stanovit vynaloženou energii (příkon) dílčí části výroby tepla pro vytápění pro celé výpočtové období (obvykle jeden rok). To může být provedeno jedním z dále uvedených dvou odlišných způsobů:

- využitím průměrných údajů (obvykle ročních) za celé výpočtové období;
- rozdělením výpočtového období do řady výpočtových kroků (např. měsíce, týdny, provozní režimy, jak je definováno v EN ISO 13790), provedením výpočtů pro každý krok s využitím hodnot vztahujících se ke každému kroku a sečtením výsledků ze všech kroků za celé výpočtové období.

POZNÁMKA Účinnost výroby tepla je silně závislá na činiteli zatížení; tento vztah není lineární. Aby se dosáhlo přesnosti, nemají být výpočtové kroky delší než 1 měsíc.

5.1.5 Více kotlů nebo dílčích částí výroby tepla

Jestliže je použito více dílčích částí výroby tepla, všeobecná část zahrnuje modulární přístup, který bere v úvahu případy, kdy:

- je tepelná soustava rozdělena na zóny s několika dílčími částmi rozvodu
- je k dispozici několik dílčích částí výroby tepla.

Například pro přípravu teplé vody může být použit samostatný okruh. Nebo se kotel může používat jako záloha pro solární a/nebo kogenerační dílčí části.

V těchto případech se celková potřeba tepla připojených dílčích částí rozvodu, $\sum_i O_{X,dis,in,i}$, rovná celkovému tepelnému výkonu dílčích částí výroby tepla, $\sum_j O_{X,gen,out,j}$:

$$\sum_j O_{X,gen,out,j} = \sum_i O_{X,dis,in,i} \quad (5-3)$$

X se v rovnici (5-3) používá jako index a znamená vytápění prostoru, ohřev teplé vody nebo jiné služby v budově vyžadující teplo z dílčí části výroby tepla.

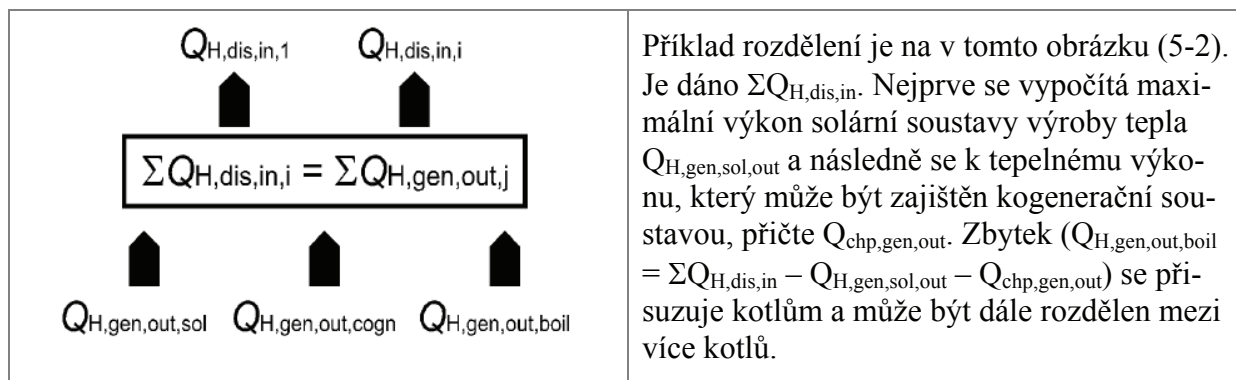
Existuje-li několik dílčích částí výroby tepla, musí být celková potřeba tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu rozdělena mezi dostupné dílčí části výroby tepla. Výpočet se musí provádět samostatně pro každou dílčí část výroby tepla, j, a to na základě $Q_{H,gen,out,j}$.

Kritéria pro rozdělení celkové potřeby tepla mezi dostupné dílčí části výroby tepla mohou být založena na fyzikálních a ekonomických faktorech a na faktorech účinnosti.

Výstižnými případy jsou maximální tepelný výkon solárního dílčí části a dílčí části s tepelným čerpadlem nebo optimální rozsah účinnosti (buď ekonomický, nebo energetický) tepelných čerpadel nebo kogenerační jednotky.

Vhodná kritéria pro specifické typy dílčích částí výroby tepla lze nalézt v příslušných částech souboru norem ČSN EN 15316-4-X.

Postupy pro rozdělení tepelného zatížení (příkonu) mezi více zdrojů tepla (kotlů) jsou uvedeny pro základní případy dále.



OBRÁZEK 5-2 PŘÍKLAD ROZDĚLENÍ ZATÍŽENÍ (PŘÍKONU) MEZI DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBY TEPLA

5.1.6 Používání hodnot výhřevnosti nebo spalného tepla

Výpočty mohou být prováděny na základě hodnot výhřevnosti nebo spalného tepla. Všechny parametry a údaje musí odpovídat danému výběru.

Jestliže je výpočet dílčí části výroby tepla prováděn v souladu s údaji založenými na výhřevnosti paliva H_i , mohou být celkové ztráty $Q_{H,gen,ls,net}$, nevyužitelné tepelné ztráty $Q_{H,gen,ls,nrbl,net}$ a nositel energie dílčí části výroby tepla $E_{H,gen,in,net}$ (tj. dodávka paliva pro spalovací zařízení) založené na hodnotách výhřevnosti převedeny na hodnoty $Q_{H,gen,ls,grs}$, $Q_{H,gen,ls,th,nrbl,grs}$ a $E_{H,gen,in,grs}$ založené na hodnotách spalného tepla H_s , a to přičtením latentního kondenzačního tepla Q_{lat} podle:

$$Q_{lat} = E_{H,gen,in,net} \cdot \frac{H_s - H_i}{H_i} \quad (5-4)$$

$$E_{H,gen,in,grs} = E_{H,gen,in,net} + Q_{lat} \quad (5-5)$$

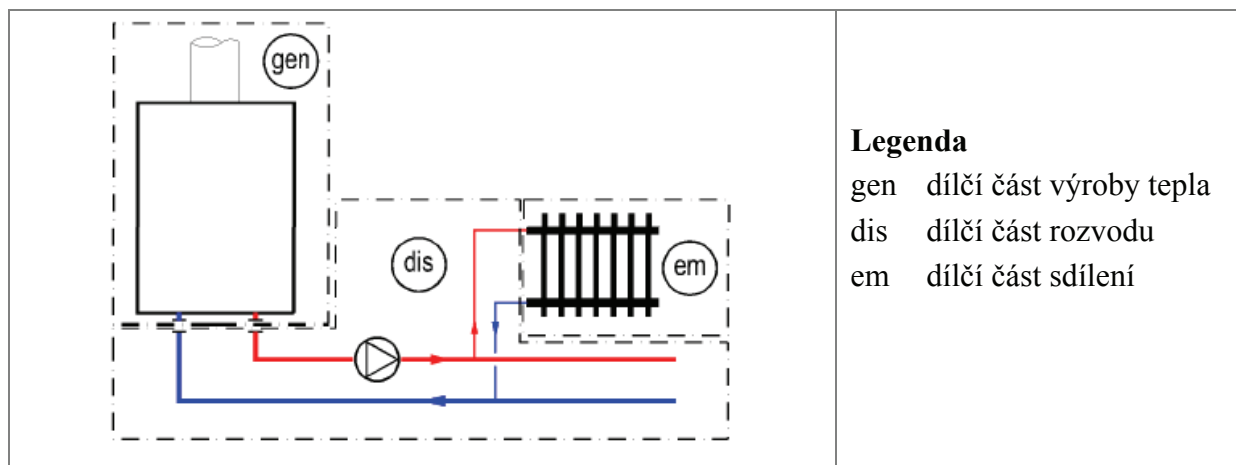
$$Q_{H,gen,ls,grs} = Q_{H,gen,ls,net} + Q_{lat} \quad (5-6)$$

$$Q_{H,gen,ls,th,nrbl,grs} = Q_{H,gen,ls,th,nrbl,net} + Q_{lat} \quad (5-7)$$

5.1.7 Hranice mezi dílčí částí rozvodu a výroby tepla

Hranice mezi dílčí částí výroby tepla a dílčí částí rozvodu se mají definovat podle dále uvedených zásad.

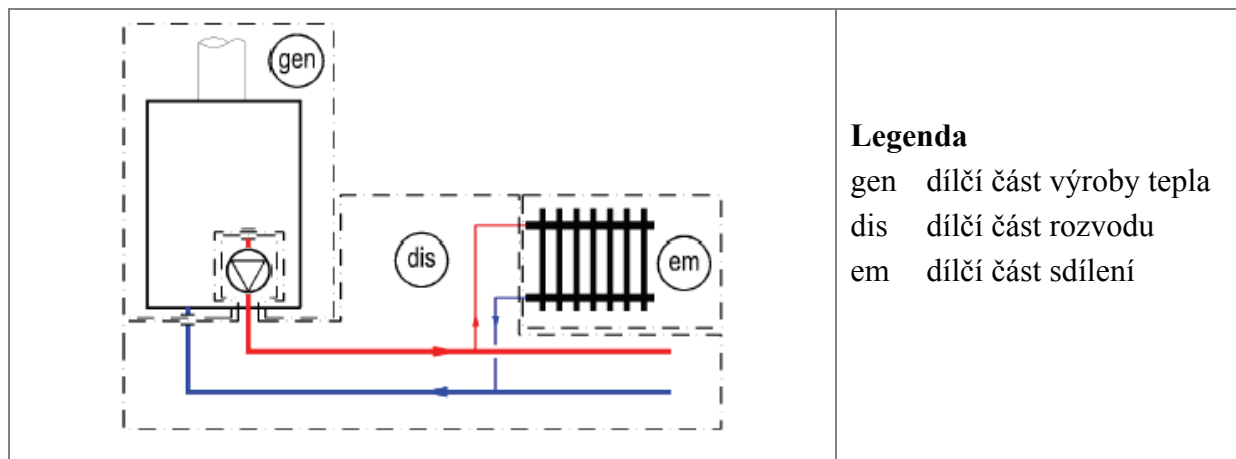
Jestliže dílčí část výroby tepla zahrnuje pouze kotel (tj. v kotli není čerpadlo), je hranice dílčí části rozvodu tvořena hydraulickou přípojkou kotle, jak je znázorněno na obrázku 5-3.



OBRÁZEK 5-3

PŘÍKLAD HRANIC DÍLČÍ ČÁSTI

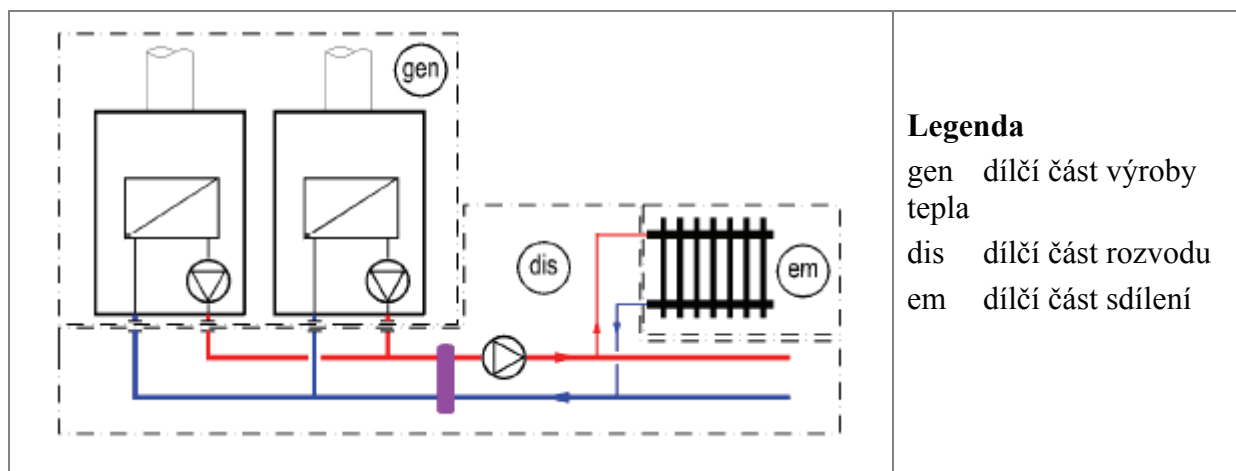
Čerpadlo, které je fyzicky umístěno v kotli, je nicméně považováno za součást dílčí části rozvodu, jestliže napomáhá toku topného média ke zdrojům sdílení tepla. Příklad je znázorněn na obrázku 5-4.



OBRÁZEK 5-4

PŘÍKLAD HRANIC DÍLČÍ ČÁSTI

Do dílčí části výroby tepla mohou patřit pouze čerpadla určená pro potřebu zdroje tepla. Příklad je uveden na obrázku 5-5.



OBRÁZEK 5-5

PŘÍKLAD HRANIC DÍLČÍ ČÁSTI

5.2 VÝPOČET DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBY TEPLA

5.2.1 Dostupné metodiky

V normě jsou popsány tři metody výpočtu účinnosti pro dílčí část výroby tepla, které odpovídají různému použití (zjednodušený nebo podrobný odhad, měření na místě instalace atd.) Metody výpočtu se liší s ohledem na:

- požadované vstupní údaje
- zohledněné provozní údaje
- použité období pro výpočet.

V případě první metody je zvažovaným krokem výpočtu otopné období. Výpočet účinnosti je založen na údajích souvisejících se směrnicí Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů. Provozní podmínky, které se berou v úvahu (podnebí, dílčí část rozvodu připojený ke kotli, atd.), jsou přibližně stanovovány podle typologie zvažovaného regionu a nejsou specifické pro nějaký případ. Jestliže se má tato metoda použít, musí být k dispozici odpovídající národní příloha s příslušnými hodnotami.

Druhá metoda je rovněž založena na údajích souvisejících se směrnicí Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů, jsou však zapotřebí doplňující údaje, aby mohly být zohledněny konkrétní provozní podmínky jednotlivé instalace. Zvažovaným krokem výpočtu může být otopné období, může jím však být i kratší období (měsíc, týden a/nebo provozní režimy podle EN ISO 13790). Tato metoda není nijak omezena a může být použita s standardními hodnotami.

Třetí metoda rozlišuje ztráty kotle, které se vyskytují v průběhu cyklického zatěžování kotle (tj. ztráty hořlavinou ve spalínách). Některé z těchto parametrů mohou být měřeny na místě instalace. Tato metoda se dobře přizpůsobuje pro existující budovy a v souladu s provozními podmínkami bere v úvahu regeneraci tepla při kondenzaci.

Výpočtová metoda, která se použije, se volí v závislosti na dostupných údajích a na cílech výpočtu.

5.2.2 Metoda energetické sezónní náročnosti kotle založená na typologii soustavy (typologická metoda)

5.2.2.1 Princip metody

Tato metoda předpokládá, že byly zohledněny

- klimatické podmínky
- provozní režimy
- typické modely obsazenosti příslušné zóny budovy osobami

a že jsou začleněny v postupu pro přepočtení standardních zkušebních výsledků účinnosti kotle (jak jsou použity ve směrnici Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů) na sezónní účinnost pro příslušnou zónu budovy.

Etapy postupu výpočtu sezónní účinnosti jsou:

- a) upravit výsledky zkoušek z hlediska jednotnosti a přitom vzít v úvahu typ kotle, palivo a specifické podmínky zkoušení, které jsou předepsány směrnicí Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů a příslušnými normami;
- b) přizpůsobit roční účinnost v nastavených podmínkách a přitom vzít v úvahu podnebí v daném regionu, provozní režimy a typické modely obsazenosti příslušné zóny budovy osobami
- c) provést výpočty a stanovit potřebu tepla z paliva, celkovou tepelnou ztrátu při výrobě tepla (jako absolutní hodnotu), obnovitelnou tepelnou ztrátu při výrobě tepla, pomocnou energii, obnovitelnou pomocnou energii.

Tento postup počítá s možností národních charakteristik pro příslušné zóny budovy.

5.2.2.2 *Postup výpočtu*

5.2.2.2.1 Výběr vhodného postupu pro výpočet sezónní účinnosti

Postup výpočtu sezónní účinnosti se vybírá z vhodné národní přílohy na základě těchto informací:

- region (podnebí), v němž se budova nachází;
- sektor budovy (obytná, komerční, průmyslová atd.).

Postup musí zahrnovat omezení používání, příslušné mezní podmínky a odkaz na platné kontrolní údaje.

Postup musí být definován v národní příloze. Neexistuje-li žádná vhodná národní příloha, nelze tuto metodu používat.

5.2.2.2.2 Vstupní údaje požadované pro postup výpočtu sezónní účinnosti

Vstupní údaje pro tento postup musí zahrnovat:

- potřebu tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu tepla pro vytápění, $\Sigma Q_{H,dis,in}$, vypočtenou podle EN 15316-2-3
- potřebu tepla dílčí části (dílčích částí) rozvodu pro přípravu teplé vody, $\Sigma Q_{W,dis,in}$, vypočtenou podle EN 15316-3-2, je-li to vhodné.

Vstupní údaje pro tento postup mohou zahrnovat:

- výsledky zkoušek účinnosti při celkovém zatížení a při částečném zatížení 30 %, které byly získány v souladu se standardními zkouškami, jak se požaduje ve směrnici Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů
- typ kotle (kondenzační nebo standardní (bez kondenzace), kombinovaný nebo nekombinovaný, se zásobníkem teplé vody nebo bez zásobníku teplé vody atd.)
- použité palivo (zemní plyn, LPG, kapalné palivo, atd.)
- tepelný výkon kotle (maximální a minimální, existuje-li rozsah výkonů)
- způsob zapalování (zapalovací (ovládací) plamínek nebo ne)
- typ hořáku (se spojitým, vícestupňovým nebo dvoupolohovým řízením)
- vnitřní zásobník zahrnutý do zkoušek účinnosti (ano/ne)
- charakteristiky zásobníku (objem, tloušťka izolace).

5.2.2.2.3 Výstupní údaje získané z postupu pro výpočet sezónní účinnosti

Výstupní údaje z tohoto postupu musí zahrnovat:

- $E_{H,gen,in}$ potřeba tepla spalovaného paliva
- $W_{H,gen,aux}$ pomocná energie
- $Q_{H,gen,ls,rbl}$ obnovitelné tepelné ztráty soustavy pro vytápění.

5.2.3 Metoda užití účinnosti kotle pro definovaný provoz

5.2.3.1 Princip této metody

Tato metoda se vztahuje ke směrnici Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů a je založena na dále uvedeném principu:

- a) údaje jsou shromažďovány pro tři základní činitele zatížení nebo tepelné výkony:
 - $\eta_{grn,Pn}$ – účinnost při 100% zatížení
 - $\eta_{grn,Pint}$ – účinnost při částečném zatížení
 - $\Phi_{grn,ls,P0}$ – ztráty při 0% zatížení
- b) údaje o účinnosti a ztrátách se přepočítávají podle provozních podmínek kotle (teplota)
- c) ztrátový výkon při 100% zatížení $\Phi_{grn,ls,Pn}$ a částečném zatížení $\Phi_{grn,ls,Pint}$ se vypočítá podle přepočtených účinností
- d) výpočet ztrátového výkonu odpovídající skutečnému tepelnému výkonu se provádí lineární nebo polynomiální interpolací mezi ztrátovými výkony pro tři základní tepelné výkony.

POZNÁMKA U metody pro výpočet účinnosti kotle pro definovaný případ se všechny výkony a součinitel zatížení β_{grn} vztahují k výkonu dílčí části výroby tepla.

- a) pomocná energie se vypočítá s ohledem na skutečný tepelný výkon kotle
- b) obnovitelné tepelné ztráty pláště kotle se vypočítají podle tabulkového podílu tepelných ztrát v pohotovostním stavu a podle umístění kotle
- c) pro zjištění celkových obnovitelných tepelných ztrát se obnovitelná pomocná energie přičte k obnovitelným tepelným ztrátám pláště kotle.

5.2.3.2 Vstupní údaje pro tuto metodu

5.2.3.2.1 Údaje o kotli

Kotel je charakterizován dále uvedenými hodnotami:

Φ_{Pn}	je	výkon kotle při celkovém zatížení
$\eta_{grn,Pn}$		účinnost kotle při celkovém zatížení
$\theta_{grn,w,test,Pn}$		střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro celkové zatížení
$f_{corr,Pn}$		činitel pro přepočet účinnosti při celkovém zatížení
Φ_{Pint}		výkon kotle při částečném zatížení
$\eta_{grn,Pint}$		účinnost kotle při částečném zatížení
$\theta_{grn,w,test,Pint}$		střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro částečné

	zatížení
$f_{\text{corr,Pint}}$	činitel pro přepočet účinnosti při částečném zatížení
$\Phi_{\text{gnr,ls,P0}}$	tepelná ztráta v pohotovostním stavu při teplotním rozdílu $\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$
$\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$	rozdíl mezi střední teplotou kotle a teplotou ve zkušební místnosti při zkušebních podmínkách
$P_{\text{aux,gnr,Pn}}$	potřeba energie pomocných zařízení při celkovém zatížení
$P_{\text{aux,gnr,Pint}}$	potřeba energie pomocných zařízení při částečném zatížení
$P_{\text{aux,gnr,P0}}$	potřeba energie pomocných zařízení v pohotovostním stavu
$\theta_{\text{gnr,w,min}}$	minimální provozní teplota kotle.

Údaje, které charakterizují daný kotel, se získají z jednoho z dále uvedených zdrojů, které jsou uvedeny v pořadí podle jejich priorit:

- výrobní údaje od výrobce, jestliže byl kotel zkoušen podle ČSN EN 297, ČSN EN 303-5, ČSN EN 304, ČSN EN 656, ČSN EN 15034, ČSN EN 15035 a/nebo ČSN EN 15456 (údaje o pomocné energii)
- standardní údaje z příslušné národní přílohy¹¹.

Musí se zaznamenat, zda hodnoty účinnosti zahrnují nebo nezahrnují využití pomocné energie.

5.2.3.2.2 Skutečné provozní podmínky

Skutečné provozní podmínky jsou charakterizovány dále uvedenými hodnotami:

$Q_{\text{H,gen,out}}$	je	tepelný výkon dílčí části (dílčích částí) rozvodu tepla
$\theta_{\text{gnr,w,m}}$		střední teplota vody v kotli
$\theta_{\text{gnr,w,r}}$		teplota vstupní (vratné) vody kotle (u kondenzačních kotlů)
$\theta_{\text{i,brm}}$		teplota v kotelně
b_{brm}		činitel snížení teploty v závislosti na umístění kotle.

5.2.3.3 Zatížení každého kotle

5.2.3.3.1 Průměrný výkon dílčí části výroby tepla

Průměrný výkon dílčí části výroby tepla $\Phi_{\text{H,gen,out}}$ je dán vztahem:

$$\Phi_{\text{H,gen,out}} = \frac{Q_{\text{H,gen,out}}}{t_{\text{gen}}} \quad (5-8)$$

kde:

t_{gen} je celková doba provozu kotle (kotlů). (h)

5.2.3.3.2 Subsystem výroby tepla s jedním kotlem

¹¹ Zmínění národní přílohy upozorňuje na možný vznik takového dokumentu v budoucnosti.

Jestliže je instalován pouze jeden kotel, je činitel zatížení, β_{gnr} , dán vztahem:

$$\beta_{\text{gnr}} = \frac{\Phi_{\text{H,gen,out}}}{\Phi_{\text{Pn}}} \quad (5-9)$$

kde:

Φ_{Pn} je jmenovitý tepelný výkon kotle. (kW)

5.2.3.3.3 Dílčí části výroby tepla s více kotli

5.2.3.3.3.1 Všeobecně

Jestliže je instalováno několik kotlů, rozdělení zatížení na jednotlivé kotle závisí na regulaci. Rozlišují se dva typy regulace:

- bez priority kotle
- s prioritou kotle (kaskádová).

5.2.3.3.3.2 Více kotlů bez priority

Všechny zdroje tepla jsou v provozu současně a tudíž činitel zatížení β_{gnr} je stejný pro všechny kotle a dán vztahem:

$$\beta_{\text{gnr}} = \frac{\Phi_{\text{H,gen,out}}}{\sum_i \Phi_{\text{Pn},i}} \quad (5-10)$$

kde:

$\Phi_{\text{Pn},i}$ je jmenovitý tepelný výkon kotle, i , při celkovém zatížení. (kW)

5.2.3.3.3.3 Více kotlů s prioritou, kaskádně regulovaných

Zdroje tepla s vyšší prioritou se zapojí první. Daný kotel v seznamu priorit je v provozu pouze tehdy, jestliže kotle s vyšší prioritou dosáhly jmenovitého výkonu ($\beta_{\text{gnr},i} = 1$).

Jestliže mají všechny kotle stejný jmenovitý tepelný výkon Φ_{Pn} , je počet zdrojů tepla, $N_{\text{gnr,on}}$, které jsou v provozu, dán vztahem:

$$N_{\text{gnr,on}} = \text{int} \left(\frac{\Phi_{\text{H,gen,out}}}{\Phi_{\text{Pn}}} \right) \quad (5-11)$$

Jinak se provozované kotle určují tak, aby $0 < \beta_{\text{gnr},j} < 1$ (viz rovnici (5-10)).

Činitel zatížení, $\beta_{\text{gnr},j}$, pro kotel s přerušovaným provozem se vypočítá podle rovnice:

$$\beta_{\text{gnr},j} = \frac{\Phi_{\text{H,gen,out}} - \sum_{i=1}^{N_{\text{gnr,on}}} \Phi_{\text{Pn},i}}{\Phi_{\text{Pn},j}} \quad (5-12)$$

kde:

$\Phi_{\text{Pn},i}$ je jmenovitý tepelný výkon kotle, i , při celkovém zatížení. (kW)

$\Phi_{Pn,j}$ jmenovitý tepelný výkon kotle s přerušovaným provozem. (kW)

5.2.3.4 Kotle s kombinovaným provozem (vytápění a příprava teplé vody)

V průběhu topné sezony může zdroj tepla dodávat energii pro vytápění a pro přípravu teplé vody (kombinovaný provoz).

Výpočet tepelných ztrát kotle pouze pro přípravu teplé vody je popsán v části normy pro přípravu teplé vody, tj. EN 15316-3-3.

Příprava teplé vody rovněž zahrnuje část vytápění v případě kotle s kombinovaným provozem s ohledem na:

- provozní teplotu kotle
- dobu provozu
- zatížení.

Provozní teplota kotle může být upravena, jestliže je požadována příprava teplé vody. Dynamické účinky úpravy této teploty (vytápění, chlazení) se podle této části normy zanedbávají.

Potřeba přípravy teplé vody může prodloužit dobu vytápění, jestliže je kotel již v provozu při jmenovitém výkonu. Dopady na časové intervaly (vytápění, běžný provoz atd.) definované v EN ISO 13790 se zanedbávají.

Příprava teplé vody zvyšuje zatížení kotle s kombinovaným provozem. Tento účinek se zohlední zvýšením zatížení dílčí části výroby tepla v průběhu zvažovaného období podle:

$$Q_{HW,gen,out} = f_{ctrl} \cdot Q_{H,dis,in} + Q_{W,dis,in} \quad (5-13)$$

kde:

$\Phi_{Pn,i}$ je jmenovitý tepelný výkon kotle, i, při celkovém zatížení. (kW)

$\Phi_{Pn,j}$ jmenovitý tepelný výkon kotle s přerušovaným provozem. (kW)

a použitím $Q_{HW,gen,out}$ místo $Q_{H,gen,out}$ v rovnici (5-8).

POZNÁMKA Rovnice (5-13) je stejná jako rovnice (5-2).

Uvažované výpočtové období pro přípravu teplé vody i pro vytápění je obvykle stejné.

Jestliže se však teplá voda připravuje pouze při konkrétních provozních režimech (např. při běžném provozním režimu nebo jestliže je použita regulace priorit), může být výpočet pro oba provozní režimy proveden nezávisle:

- jednou s ohledem na $t_{gr,H}$ (doba provozu při vytápění) a $\Phi_{Px,H}$ (vypočteno s $Q_{H,dis,in}$ a $t_{gr,H}$) a provozní podmínky pro provoz vytápění
- jednou s ohledem na $t_{gr,W}$ (doba provozu při přípravě teplé vody) a $\Phi_{Px,W}$ (vypočteno s $Q_{W,dis,in}$ a $t_{gr,W}$) a provozní podmínky pro přípravu teplé vody.

Ztráty, pomocná energie a přívod paliva pro oba provozní režimy se na konci výpočtu sečtou.

5.2.3.5 Tepelné ztráty kotle

5.2.3.5.1 Výpočet tepelné ztráty kotle při plném zatížení

Účinnost při plném zatížení, $\eta_{\text{gnr,Pn}}$, se měří při střední referenční teplotě vody v kotli, $\theta_{\text{gnr,w,test,Pn}}$. Tato účinnost se musí přizpůsobit skutečné teplotě kotlové vody jednotlivé instalace.

Účinnost při celkovém zatížení po přepočtu teploty, $\eta_{\text{gnr,Pn,corr}}$, se vypočítá podle:

$$\eta_{\text{gnr,Pn,corr}} = \eta_{\text{gnr,Pn}} + f_{\text{corr,Pn}} \cdot (\theta_{\text{gnr,w,test,Pn}} - \theta_{\text{gnr,w,m}}) \quad (5-14)$$

kde:

$\eta_{\text{gnr,Pn}}$	je účinnost kotle při celkovém zatížení; jestliže byl výkon kotle zkoušen podle příslušných evropských norem, může se tato hodnota vzít v úvahu; nejsou-li k dispozici žádné údaje, zjistí se standardní hodnoty v příslušné národní příloze nebo podle rovnice (5-14a, b, c) a tabulky 5-1	(-)
$f_{\text{corr,Pn}}$	opravný součinitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při celkovém zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli; hodnota se má uvést v národní příloze; nejsou-li k dispozici národní hodnoty, jsou hodnoty uvedeny v tabulce 5-2; jestliže byl výkon kotle zkoušen podle příslušných evropských norem, může se tato hodnota vzít v úvahu	(-)
$\theta_{\text{gnr,w,test,Pn}}$	střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro celkové zatížení (část 5.2.3.5.1.2)	(°C)
$\theta_{\text{gnr,w,m}}$	střední teplota vody v kotli v závislosti na specifických provozních podmínkách (část 5.2.3.10).	(°C)

5.2.3.5.1.1 Standardní hodnoty pro účinnost kotle při celkovém zatížení a částečném zatížení v závislosti na tepelném výkonu kotle

Účinnost kotle při celkovém zatížení a částečném zatížení v závislosti na tepelném výkonu kotle je dána vztahem:

$$\eta_{\text{gnr,Pn}} = c_1 + c_2 \cdot \log \left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ltd}}}{1\,000\,\text{W}} \right) \quad (5-14a)$$

Účinnost kotle při částečném zatížení v závislosti na tepelném výkonu kotle je dána vztahem:

$$\eta_{\text{gnr,Pint}} = c_3 + c_4 \cdot \log \left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ltd}}}{1\,000\,\text{W}} \right) \quad (5-14b)$$

Účinnost kondenzačního kotle na kapalné palivo při částečném zatížení v závislosti na tepelném výkonu kotle je dána vztahem:

$$\eta_{\text{gnr,Pint}} = \frac{c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ltd}}}{1000 \text{ W}}\right)}{1,05} \quad (5-14c)$$

kde:

$\Phi_{\text{Pn,ltd}}$ je jmenovitý tepelný výkon, omezený na maximální hodnotu 400 kW; (kW)
 jestliže je jmenovitý tepelný výkon kotle vyšší než 400 kW, pak
 hodnota 400 kW se použije v rovnicích (5-14a), (5-14b) a (5-14c)

$c_1, c_2, c_3,$ součinitele podle tabulky 5-1 (-)
 c_4

TABULKA 5-2 PARAMETRY PRO VÝPOČET ÚČINNOSTI KOTLE A OMEZENÍ TEPLoty

Typ kotle	Rok výroby	c_1 %	c_2 %	c_3 %	c_4 %	$\theta_{\text{gnr,w,min}}$ °C
Kotel s možným přestavěním na jiné palivo	před 1978	77,0	2,0	70,0	3,0	50 °C
	1978 až 1987	79,0	2,0	74,0	3,0	50 °C
Kotel na pevné palivo (fosilní palivo)	před 1978	78,0	2,0	72,0	3,0	50 °C
	1978 až 1994	80,0	2,0	75,0	3,0	50 °C
	po 1994	81,0	2,0	77,0	3,0	50 °C
Standardní kotle						
Kotel na plynné palivo s atmosférickým hořákem	před 1978	79,5	2,0	76,0	3,0	50 °C
	1978 až 1994	82,5	2,0	78,0	3,0	50 °C
	po 1994	85,0	2,0	81,5	3,0	50 °C
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem	před 1978	80,0	2,0	75,0	3,0	50 °C
	1978 až 1986	82,0	2,0	77,5	3,0	50 °C
	1987 až 1994	84,0	2,0	80,0	3,0	50 °C
	po 1994	85,0	2,0	81,5	3,0	50 °C
Výměna hořáku (pouze kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem)	před 1978	82,5	2,0	78,0	3,0	50 °C
	1978 až 1994	84,0	2,0	80,0	3,0	50 °C
Nízkoteplotní kotle						
Kotle na plynná paliva s atmosférickými hořáky	1978 až 1994	85,5	1,5	86,0	1,5	35 °C
	po 1994	88,5	1,5	89,0	1,5	35 °C
Průtočný teplovodní kotel (11 kW, 18 kW a 24 kW)	před 1987	86,0	0,0	84,0	0,0	35 °C
	1987 až 1992	88,0	0,0	84,0	0,0	35 °C
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem	před 1987	84,0	1,5	82,0	1,5	35 °C
	1987 až	86,0	1,5	86,0	1,5	35 °C

TABULKA 5-2 PARAMETRY PRO VÝPOČET ÚČINNOSTI KOTLE A OMEZENÍ TEPLoty

Typ kotle	Rok výroby	c ₁ %	c ₂ %	c ₃ %	c ₄ %	θ _{gnr,w,min} °C
	1994					
	po 1994	88,5	1,5	89,0	1,5	35 °C
Výměna hořáku (pouze kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem)	před 1987	86,0	1,5	85,0	1,5	35 °C
	1987 až 1994	86,0	1,5	86,0	1,5	35 °C
Kondenzační kotle						
Kondenzační kotel	před 1987	89,0	1,0	95,0	1,0	20 °C
	1987 až 1994	91,0	1,0	97,5	1,0	20 °C
	po 1994	92,0	1,0	98,0	1,0	20 °C
Kondenzační kotel, zlepšený ¹⁾	od 1999	94,0	1,0	103	1,0	20 °C

¹⁾ Jestliže se pro výpočet používají standardní hodnoty pro „zlepšený kondenzační kotel“, musí hodnota výrobku pro instalovaný kotel vykazovat alespoň výše uvedenou účinnost.
 POZNÁMKA Zkušební teploty jsou uvedeny v tabulkách 5-2 a 5-3.

5.2.3.5.1.2 Opravný součinitel zohledňující kolísání účinnosti v závislosti na střední teplotě vody v kotli – základní hodnoty pro jmenovité zatížení

 TABULKA 5-2 STANDARDNÍ HODNOTY OPRAVNÉHO SOUČiniteLE PŘI JMENOVITÉM ZATÍŽENÍ f_{corr,Pn}

Typ kotle	Střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách kotle při celkovém zatížení θ _{gnr,w,test,Pn}	Opravný součinitel f _{corr,Pn}
Standardní kotel	70 °C	0,04 %/°C
Nízkoteplotní kotel	70 °C	0,04 %/°C
Kondenzační kotel na plynné palivo	70 °C	0,20 %/°C
Kondenzační kotel na kapalně palivo	70 °C	0,10 %/°C

Opravný součinitel, f_{corr,Pn}, se může vypočítat pomocí údajů o účinnosti z doplňujících zkoušek prováděných při nižší střední teplotě vody, a to pomocí této rovnice:

$$f_{corr,Pn} = \frac{\eta_{Pn} - \eta_{Pn,add}}{\theta_{gnr,w,test,Pn,add} - \theta_{gnr,w,test,Pn}} \quad (5-14d)$$

kde:

η_{Pn} je účinnost při plném zatížení, při standardních zkušebních podmínkách a se střední teplotou vody θ_{gnr,w,test,Pn} (-)

η_{Pn,add} účinnost při plném zatížení a se střední teplotou vody θ_{gnr,w,test,Pn,add} (-)

Pro zjednodušení výpočtů se účinnosti a tepelné ztráty stanovené při zkušebních podmínkách přizpůsobí skutečné střední teplotě vody v kotli. Je dovoleno přizpůsobit výkon při každém zatížení podle skutečné střední teploty vody v kotli pro každé zatížení.

Přepočtená tepelná ztráta kotle při celkovém zatížení, $\Phi_{\text{gnr,ls,Pn,corr}}$, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,Pn,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{gnr,Pn,corr}})}{\eta_{\text{gnr,Pn,corr}}} \cdot \Phi_{\text{Pn}} \quad (5-15)$$

kde:

Φ_{Pn} je výkon kotle při celkovém zatížení (kW)

5.2.3.5.2 Výpočet tepelné ztráty kotle při částečném zatížení

Účinnost při částečném zatížení, $\eta_{\text{gnr,Pint}}$, se měří při referenční střední teplotě vody v kotli, $\theta_{\text{gnr,w,test,Pint}}$. Tato účinnost se musí přizpůsobit skutečné střední teplotě vody v kotli po jednotlivou instalaci.

Účinnost při částečném zatížení po přepočtu teploty, $\eta_{\text{gnr,Pint,corr}}$, se vypočítá podle:

$$\eta_{\text{gnr,Pint,corr}} = \eta_{\text{gnr,Pint}} + f_{\text{corr,Pint}} \cdot (\theta_{\text{gnr,w,test,Pint}} - \theta_{\text{gnr,w,m}}) \quad (5-16)$$

kde:

$\eta_{\text{gnr,Pint}}$ je účinnost kotle při částečném zatížení; jestliže byl výkon kotle zkoušen podle příslušných evropských norem, může se tato hodnota vzít v úvahu; nejsou-li k dispozici žádné údaje, zjistí se standardní hodnoty v příslušné národní příloze nebo podle rovnice (5-14b) a tabulky 5-1 (-)

$f_{\text{corr,Pint}}$ opravný součinitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při částečném zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli; hodnota se má uvést v národní příloze; nejsou-li k dispozici národní hodnoty, jsou standardní hodnoty uvedeny v části 5.2.3.5.1.2; jestliže byl výkon kotle zkoušen podle příslušných evropských norem, může se tato hodnota vzít v úvahu (-)

$\theta_{\text{gnr,w,test,Pint}}$ střední teplota vody v kotli (nebo vstupní (vratné) vody v případě kondenzačních kotlů) při zkušebních podmínkách pro částečné zatížení (část 5.2.3.5.1.2) (°C)

$\theta_{\text{gnr,w,m}}$ střední teplota vody v kotli (nebo vstupní (vratné) vody v případě kondenzačních kotlů) v závislosti na specifických provozních podmínkách (část 5.2.3.10). (°C)

5.2.3.5.2.1 Opravný součinitel zohledňující kolísání účinnosti v závislosti na střední teplotě vody v kotli – základní hodnoty pro částečné zatížení

Částečné zatížení závisí na typu kotle. Základní hodnoty jsou v následující tabulce.

TABULKA 5-3

OPRAVNÝ SOUČINITEL PŘI ČÁSTEČNÉM ZATÍŽENÍ $f_{\text{corr,Pint}}$

Typ kotle	Střední teplota vody v kotli	Opravný sou-
-----------	------------------------------	--------------

	při zkušebních podmínkách kotle při částečném zatížení $\theta_{\text{gnr,w, test, Pint}}$	činitel $f_{\text{corr, Pint}}$
Standardní kotel	50 °C	0,05 %/°C
Nízkoteplotní kotel	40 °C	0,05 %/°C
Kondenzační kotel na plyn- né palivo	30 °C (*)	0,20 %/°C
Kondenzační kotel na ka- palné palivo	30 °C (*)	0,10 %/°C
(*) Teplota vstupní (vratné) vody.		

V případě kondenzačních kotlů se zkoušky neprovádějí se stanovenou střední teplotou vody v kotli (průměr teploty výstupní a vstupní (vratné) vody), nýbrž s teplotou vstupní (vratné) vody 30 °C. Účinnost odpovídající této teplotě vstupní (vratné) vody lze použít pro střední teplotu vody v kotli 35 °C.

Částečné zatížení Φ_{int} je dáno vztahem:

$$\Phi_{\text{Pint}} = \Phi_{\text{Pn}} \cdot \beta_{\text{int}} \quad (5-16a)$$

Pro kotle na plynná a kapalná paliva je standardní hodnota $\beta_{\text{int}} = 0,3$.

Přepočtená tepelná ztráta kotle při částečném zatížení, $\Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}}$, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{gnr,Pint,corr}})}{\eta_{\text{gnr,Pint,corr}}} \cdot \Phi_{\text{Pint}} \quad (5-17)$$

kde:

Φ_{Pint} je výkon kotle při částečném zatížení. (kW)

5.2.3.5.3 Výpočet tepelné ztráty kotle při 0% zatížení

Tepelná ztráta kotle v pohotovostním stavu při 0% zatížení, $\Phi_{\text{gnr,ls,P0}}$, se stanoví pro rozdíl zkušební teploty podle příslušných zkušebních norem. Jestliže nejsou k dispozici údaje od výrobce nebo údaje v národní příloze, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce.

Standardní hodnota pro tepelné ztráty v pohotovostním stavu, $\Phi_{\text{gnr,ls,P0}}$, které jsou závislé na tepelném výkonu kotle, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,P0}} = \Phi_{\text{Pn}} \cdot \frac{c_5}{100} \cdot \left(\frac{\Phi_{\text{Pn}}}{1000 \text{ W}} \right)^{c_6} \quad (5-18a)$$

kde:

Φ_{Pn} je jmenovitý tepelný výkon (kW)

c_5, c_6 parametry uvedené v tabulce. (-)

TABULKA 5-4 PARAMETRY PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT V POHOTOVOSTNÍM STAVU

Typ kotle	Rok výroby	c_5 %	c_6 -	$\Delta\theta_{\text{gnr, test, P0}}$ °C
Kotel s možným přestavěním na jiné palivo	do 1987	12,5	– 0,28	50
Kotel na pevné palivo	před 1978	12,5	– 0,28	50
	1978 až 1994	10,5	– 0,28	50
	po 1994	8,0	– 0,28	50
Standardní kotle				
Kotel na plyné palivo s atmosférickým hořákem	před 1978	8,0	– 0,27	50
	1978 až 1994	7,0	– 0,3	50
	po 1994	8,5	– 0,4	50
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem (kapalně/plynné palivo)	před 1978	9,0	– 0,28	50
	1978 až 1994	7,5	– 0,31	50
	po 1994	8,5	– 0,4	50
Nízkoteplotní kotle				
Kotel na plyné palivo s atmosférickým hořákem	do 1994	7,5	– 0,30	50
	po 1994	6,5	– 0,35	50
Průtočný teplovodní kotel (kombinované kotle 11 kW, 18 kW a 24 kW)	do 1994	3,0	0,0	50
Kombinované kotle KSp ^{a)}	po 1994	3,0	0,0	50
Kombinované kotle DL ^{b)}	po 1994	2,4	0,0	50
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem (kapalně/plynné palivo)	do 1994	8,0	– 0,33	50
	po 1994	5,0	– 0,35	50
Kondenzační kotle				
Kondenzační kotel (kapalně/plynné palivo)	do 1994	8,0	– 0,33	50
	po 1994	4,8	– 0,35	50
Kombinované kotle KSp (11 kW, 18 kW a 24 kW) ^{a)}	po 1994	3,0	0,0	50
Kombinované kotle DL (11 kW, 18 kW a 24 kW) ^{b)}	po 1994	2,4	0,0	50
a) KSp: kotel se zabudovaným ohřívačem vody pracujícím na principu průtokového ohřívače s malým zásobníkem ($2 < V < 10$ l). b) DL: kotel se zabudovaným ohřívačem vody pracujícím na principu průtokového ohřívače s výměníkem tepla ($V < 2$ l).				

Standardní údaje podle umístění kotle

TABULKA 5-5 ČINITEL SNÍŽENÍ TEPLoty A STANDARDNÍ TEPLota V MÍSTĚ INSTALACE KOTLE

Umístění kotle	Činitel snížení teploty b_{brm} -	Teplota v místě instalace $\theta_{\text{i, brm}}$ °C
----------------	--	---

ve venkovní prostředí	1	θ_{ext}
v kotelně	0,3	13
pod střechou	0,2	5
uvnitř vytápěného prostoru	0,0	20

Tepelná ztráta kotle po přepočtu teploty při 0% zatížení, $\Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}}$, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}} = \Phi_{\text{gnr,ls,P0}} \cdot \left(\frac{\theta_{\text{gnr,w,m}} - \theta_{\text{i,brm}}}{\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}} \right)^{1,25} \quad (5-18)$$

kde:

$\Phi_{\text{gnr,ls,P0}}$ je tepelná ztráta v pohotovostním stavu při 0% zatížení při rozdílu (kW) zkušební teploty $\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$

$\theta_{\text{gnr,w,m}}$ střední teplota vody v kotli (nebo vstupní (vratná) kotlová voda (°C) v případě kondenzačních kotlů) v závislosti na specifických provozních podmínkách

$\theta_{\text{i,brm}}$ teplota v kotelně; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-5 (°C)

$\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$ rozdíl mezi střední teplotou vody v kotli a teplotou ve zkušební (°C) místnosti při zkušebních podmínkách; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce.

5.2.3.5.4 Tepelná ztráta kotle při specifickém součiniteli zatížení, β_{gnr} , a tepelném výkonu, Φ_{Px}

Stanoví se specifický součinitel zatížení, β_{gnr} , každého kotle.

Skutečný tepelný výkon, Φ_{Px} , kotle je dán vztahem:

$$\Phi_{\text{Px}} = \Phi_{\text{Pn}} \cdot \beta_{\text{gnr}} \quad (5-19)$$

kde:

$\Phi_{\text{gnr,ls,P0}}$ je tepelná ztráta v pohotovostním stavu při 0% zatížení při rozdílu (kW) zkušební teploty $\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$

$\theta_{\text{gnr,w,m}}$ střední teplota vody v kotli (nebo vstupní (vratná) kotlová voda (°C) v případě kondenzačních kotlů) v závislosti na specifických provozních podmínkách

$\theta_{\text{i,brm}}$ teplota v kotelně; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-5 (°C)

$\Delta\theta_{\text{gnr,test,P0}}$ rozdíl mezi střední teplotou vody v kotli a teplotou ve zkušební (°C) místnosti při zkušebních podmínkách; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-4.

Jestliže je Φ_{Px} mezi 0 ($\beta_{\text{gnr}} = 0$) a Φ_{Pint} (částečné zatížení, $\beta_{\text{gnr}} = \beta_{\text{int}} = \Phi_{\text{Pint}}/\Phi_{\text{Pn}}$), tepelná ztráta kotle, $\Phi_{\text{gnr,ls,Px}}$, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,Px}} = \frac{\Phi_{\text{Px}}}{\Phi_{\text{Pint}}} \cdot (\Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}}) + \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}} \quad (5-20)$$

Jestliže je Φ_{Px} mezi Φ_{Pint} a Φ_{Pn} (celkové zatížení, $\beta_{\text{gnr}} = 1$), tepelná ztráta kotle, $\Phi_{\text{gnr,ls,Px}}$, se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{gnr,ls,Px}} = \frac{\Phi_{\text{Px}} - \Phi_{\text{Pint}}}{\Phi_{\text{Pn}} - \Phi_{\text{Pint}}} \cdot (\Phi_{\text{gnr,ls,Pn,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}}) + \Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}} \quad (5-21)$$

$\Phi_{\text{gnr,ls,Px}}$ se může rovněž vypočítat polynomiální interpolací druhého řádu. Rovnice nahrazuje (5-20) a (5-21):

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{gnr,ls,Px}} = & \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}} + \Phi_{\text{Px}}^2 \cdot \frac{\Phi_{\text{Pint}} \cdot (\Phi_{\text{gnr,ls,Pn,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}}) - \Phi_{\text{Pn}} \cdot (\Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}})}{\Phi_{\text{Pn}} \cdot \Phi_{\text{Pint}} \cdot (\Phi_{\text{Pn}} - \Phi_{\text{Pint}})} + \\ & + \Phi_{\text{Px}} \cdot \Phi_{\text{Pn}}^2 \cdot \frac{(\Phi_{\text{gnr,ls,Pint,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}}) - \Phi_{\text{Pint}}^2 \cdot (\Phi_{\text{gnr,ls,Pn,corr}} - \Phi_{\text{gnr,ls,P0,corr}})}{\Phi_{\text{Pn}} \cdot \Phi_{\text{Pint}} \cdot (\Phi_{\text{Pn}} - \Phi_{\text{Pint}})} \end{aligned}$$

Celková tepelná ztráta kotle, $Q_{\text{gnr,ls}}$, v průběhu zvažované doby provozu kotle, t_{gnr} , se vypočítá podle:

$$Q_{\text{gnr,ls}} = \Phi_{\text{gnr,ls,Px}} \cdot t_{\text{gnr}} \quad (5-22)$$

5.2.3.5.5 Celková tepelná ztráta dílčí části výroby tepla

Celková tepelná ztráta dílčí části výroby tepla je součtem tepelných ztrát kotle:

$$Q_{\text{H,gen,ls}} = \sum Q_{\text{gnr,ls}} \quad (5-23)$$

5.2.3.6 Celková pomocná energie

Celková pomocná energie pro jeden kotel je dána vztahem:

$$W_{\text{gnr,aux}} = P_{\text{aux,Px}} \cdot t_{\text{gnr}} + P_{\text{aux,off}} \cdot (t_{\text{ci}} - t_{\text{gnr}}) \quad (5-24)$$

kde:

$P_{\text{aux,off}}$ je pomocná elektrická energie při pohotovostním stavu výroby tepla; (kW)
 jestliže je kotel, který není zatížen, elektricky odpojen, platí $P_{\text{aux,off}} = 0$; v opačném případě platí $P_{\text{aux,off}} = P_{\text{aux,P0}}$;

t_{ci} výpočtový interval; (h) (h)

t_{gnr} doba provozu kotle během výpočtového intervalu t_{ci} . (h)

Průměrná pomocná elektrická energie pro každý kotel, $P_{\text{aux,Px}}$, se v závislosti na zatížení kotle β_{gnr} vypočítá lineární interpolací mezi:

- $P_{\text{aux,Pn}}$ – pomocnou elektrickou energií kotle při celkovém zatížení ($\beta_{\text{gnr}} = 1$)
- $P_{\text{aux,Pint}}$ – pomocnou elektrickou energií kotle při částečném zatížení ($\beta_{\text{gnr}} = \beta_{\text{int}}$)
- $P_{\text{aux,P0}}$ – pomocnou elektrickou energií kotle v pohotovostním stavu ($\beta_{\text{gnr}} = 0$)

přičemž jednotlivé hodnoty jsou měřeny podle ČSN EN 15456.

Jestliže nejsou k dispozici žádné stanovené ani naměřené údaje, jsou dále uvedeny základní hodnoty. Základní hodnota pro potřebu energie pomocných zařízení se vypočítá podle:

$$P_{\text{aux,Px}} = c_7 + c_8 \cdot \left(\frac{\Phi_{\text{Pn}}}{1000 \text{ W}} \right)^n \quad (5-24a)$$

kde:

Φ_{Pn} je jmenovitý tepelný výkon (kW)

c_7, c_8, n parametry uvedené v tabulce 5-6 (-)

TABULKA 5-6 PARAMETRY PRO VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE POMOCNÝCH ZAŘÍZENÍ

Typ kotle	Zatížení	c_7 W	c_8 W	n
Kotel s možným přestavěním na jiné palivo	P_n	0	45	0,48
	P_{int}	0	15	0,48
	P_0	15	0	0
Kotle pro ústřední vytápění s automatickou dávkou paliva – pelety ¹⁾	P_n	40	2	1
	P_{int}	40	1,8	1
	P_0	15	0	0
Kotle pro ústřední vytápění s automatickou dávkou paliva – štěpky ¹⁾	P_n	60	2,6	1
	P_{int}	70	2,2	1
	P_0	15	0	0
Standardní kotle				
Kotel na plynné palivo s atmosférickým hořákem	P_n	40	0,148	1
	P_{int}	40	0,148	1
	P_0	15	0	0
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilátorem (kapalné/plynné palivo)	P_n	0	45	0,48
	P_{int}	0	15	0,48
	P_0	15	0	0
Nízkoteplotní kotle				
Kotel na plynné palivo s atmosférickým hořákem	P_n	40	0,148	1
	P_{int}	40	0,148	1
	P_0	15	0	0
Průtočný teplovodní kotel	P_n	0	45	0,48
	P_{int}	0	15	0,48
	P_0	15	0	0
Kotel pro ústřední vytápění s hořákem s ventilá-	P_n	0	45	0,48

TABULKA 5-6 PARAMETRY PRO VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE POMOCNÝCH ZAŘÍZENÍ

Typ kotle	Zatížení	c_7 W	c_8 W	n
torem (kapalné/plynné palivo)	P_{int}	0	15	0,48
	P_0	15	0	0
Kondenzační kotle				
Kondenzační kotel (kapalné/plynné palivo)	P_n	0	45	0,48
	P_{int}	0	15	0,48
	P_0	15	0	0
1) Jestliže se při spalování použije ventilátor, musí být hodnoty P_n a P_{int} zvýšeny o 40 %.				

POZNÁMKA Odpovídajícími značkami v ČSN EN 15456 jsou: $P_{aux,Pn} = P_{aux,100}$, $P_{aux,Pint} = P_{aux,30}$ a $P_{aux,P0} = P_{aux,sb}$.

Jestliže $0 \leq \beta_{gnr} \leq \beta_{int}$, pak $P_{aux,Px}$ je dáno podle:

$$P_{aux,Px} = P_{aux,P0} + \frac{\beta_{gnr}}{\beta_{int}} \cdot (P_{aux,Pint} - P_{aux,P0}) \quad (5-25)$$

Jestliže $\beta_{int} < \beta_{gnr} \leq 1$, pak $P_{aux,Px}$ je dáno podle:

$$P_{aux,Px} = P_{aux,Pint} + \frac{\beta_{gnr} - \beta_{int}}{1 - \beta_{int}} \cdot (P_{aux,Pn} - P_{aux,Pint}) \quad (5-26)$$

Pomocná energie dílčí části výroby tepla, $W_{H,gen,aux}$, je dána vztahem:

$$W_{H,gen,aux} = \sum W_{gnr,aux} \quad (5-27)$$

5.2.3.7 Využitelné tepelné ztráty soustavy výroby tepla

5.2.3.7.1 Pomocná energie

Pro využitelnou pomocnou energii se činí rozdíl mezi:

- využitelnou pomocnou energií přenášenou do topného média (např. vody); předpokládá se, že pomocná energie je zcela využita
- využitelnou pomocnou energií sdílenou do vytápěného prostoru.

Využitá pomocná energie přenesená do topné látky, $Q_{gnr,aux,rvd}$, se vypočítá podle:

$$Q_{gnr,aux,rvd} = W_{gnr,aux} \cdot f_{rvd,aux} \quad (5-28)$$

kde:

$f_{rvd,aux}$ je část pomocné energie přenášena do dílčí části rozvodu; hodnota se má (-) uvést v národní příloze; jestliže neexistují národní hodnoty, je standardní hodnota uvedena dále; jestliže je výkon kotle stanoven výrobcem, může se vzít v úvahu tato hodnota.

Standardní hodnota pro část pomocné energie přenášené do dílčí části rozvodu, $f_{rvd,aux}$, činí 0,75. Část pomocné energie přenášené do vytápěného prostoru, $f_{rbl,aux}$, se vypočítá podle:

$$f_{rbl,aux} = 1 - f_{rvd,aux} \quad (5-28a)$$

Využitá pomocná energie, která již byla vzata v úvahu v údajích o účinnosti, se znovu nepočítá. Počítá se pouze pro potřebu pomocné energie.

POZNÁMKA Účinnost měřená podle příslušných norem obvykle zahrnuje účinek využitého tepla z pomocné energie pro vytápění tepelnými palivy, pro ventilátor spalovacího vzduchu, primární čerpadlo (tj. teplo obnovené z pomocných zařízení se měří s užitečným výkonem).

Využitelná pomocná energie přenášená do vytápěného prostoru, $Q_{gnr,aux,rbl}$, se vypočítá podle:

$$Q_{gnr,aux,rbl} = W_{gnr,aux} \cdot (1 - b_{brm}) \cdot f_{rbl,aux} \quad (5-29)$$

kde:

- $f_{rbl,aux}$ je část pomocné energie, která není přenášena do dílčí části rozvodu; (-)
 hodnota se má uvést v národní příloze; jestliže neexistují národní hodnoty, je standardní hodnota uvedena výše; jestliže je výkon kotle certifikován, může se vzít v úvahu tato hodnota.
- b_{brm} činitel snížení teploty v závislosti na umístění kotle; hodnota b_{brm} se (-)
 má uvést v národní příloze; jestliže neexistují národní hodnoty, je standardní hodnota uvedena v tabulce 5-5

5.2.3.8 Tepelná ztráta kotle (plášť kotle)

Pouze tepelné ztráty pláštěm kotle se považují za využitelné a jsou závislé na typu hořáku. V případě kotlů na kapalné a plynné palivo se tepelné ztráty pláštěm kotle vyjadřují jako podíl celkových tepelných ztrát v pohotovostním stavu.

Obnovitelné tepelné ztráty pláštěm kotle, $Q_{gnr,ls,env,rbl}$, se vypočítají podle:

$$Q_{gnr,ls,env,rbl} = \Phi_{gnr,ls,P0,corr} \cdot (1 - b_{brm}) \cdot f_{gnr,env} \cdot t_{gnr} \quad (5-30)$$

kde:

- $f_{gnr,env}$ je tepelná ztráta pláštěm kotle vyjádřená jako podíl celkových tepelných (-)
 ztrát v pohotovostním stavu; hodnota $f_{gnr,env}$ se má uvést v národní příloze; jestliže neexistují národní hodnoty, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-7; jestliže byl zkoušen výkon kotle, může se tato hodnota vzít v úvahu
- b_{brm} činitel snížení teploty v závislosti na umístění kotle; hodnota b_{brm} se (-)
 má uvést v národní příloze; jestliže neexistují národní hodnoty, je standardní hodnota uvedena v tabulce 5-5
- t_{gnr} doba provozu kotle. (h)

Část tepelných ztrát v pohotovostním stavu kotle přisuzovaná tepelným ztrátám pláštěm kotle je dána hodnotou $f_{gnr,env}$. Standardní hodnoty pro $f_{gnr,env}$ jsou uvedeny v tabulce 5-7.

TABULKA 5-7 ČÁST TEPELNÝCH ZTRÁT V POHOTOVOSTNÍM STAVU KOTLE PŘISUZO-

VANÁ TEPELNÝM ZTRÁTÁM PLÁŠTĚM KOTLE

Typ kotle	$f_{\text{gnr,env}}$
s atmosférickým hořákem	0,50
s hořákem s ventilátorem	0,75

5.2.3.8.1 Celkové využitelné tepelné ztráty soustavy výroby tepla

Celková využitelná pomocná energie, $Q_{\text{H,gen,aux,rvd}}$, se vypočítá podle:

$$Q_{\text{H,gen,aux,rvd}} = \sum Q_{\text{gnr,aux,rvd}} \quad (5-31)$$

Celkové obnovitelné tepelné ztráty soustavy výroby tepla, $Q_{\text{H,gen,ls,rbl}}$, se vypočítají podle:

$$Q_{\text{H,gen,ls,rbl}} = \sum Q_{\text{gnr,ls,env,rbl}} + \sum Q_{\text{gnr,aux,rbl}} \quad (5-32)$$

5.2.3.9 Přívod paliva

Přívod tepla spalovaného paliva, $E_{\text{H,gen,in}}$, se vypočítá podle rovnice (5-1).

5.2.3.10 Provozní teplota kotle

Provozní teplota kotle závisí na:

- typu regulace
- technickému omezení kotle (s přihlédnutím k omezení teploty)
- teplotě dílčí části rozvodu připojeného ke kotli.

Předpokládá se, že účinek regulace kotle se projeví kolísáním střední teploty otopných ploch. Proto se uvažují tři typy regulace kotle:

- konstantní teplota vody
- proměnná teplota vody v závislosti na teplotě vnitřního prostředí
- proměnná teplota vody v závislosti na teplotě venkovního prostředí.

Provozní teplota kotle se vypočítá podle:

$$\theta_{\text{gnr,w,x,ltd}} = \max (\theta_{\text{gnr,w,min}}, \theta_{\text{gnr,w,x}}) \quad (5-33)$$

kde:

$\theta_{\text{gnr,w,min}}$ je minimální provozní teplota pro každý kotel; jestliže je instalace vybavena několika kotli, je minimální provozní teplotou použitou pro výpočet nejvyšší z hodnot minimální provozní teploty kotlů, které jsou v provozu ve stejnou dobu; hodnoty se mají uvést v národní příloze; neexistují-li národní hodnoty, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-1 (kW)

$\theta_{\text{gnr,w,x}}$ příslušná teplota vody v průběhu zvažovaného období; metoda pro $(^{\circ}\text{C})$ výpočet této teploty je uvedena v části 5.2.5 a v kapitolách 7 a 8 v ČSN EN 15316-2-3; jestliže jsou ke kotli připojeny různé dílčí části rozvodu tepla, použije se pro výpočet nejvyšší teplota dílčích částí rozvodu tepla nebo statisticky vážená střední hodnota podle příslušné přílohy.

5.2.4 Metoda cyklického provozu kotle

5.2.4.1 Princip metody

Tato výpočtová metoda je založena na dále uvedených principech.

Doba provozu je rozdělena do dvou částí:

- hořák v provozu: t_{ON} ;
- hořák mimo provoz (pohotovostní stav): t_{OFF} .

Celková doba provozu kotle je $t_{\text{gnr}} = t_{\text{ON}} + t_{\text{OFF}}$.

Tepelné ztráty jsou pro tyto dva časové intervaly brány v úvahu samostatně.

V případě hořáku v provozu se berou v úvahu dále uvedené tepelné ztráty:

- teplo spalín při provozu hořáku $Q_{\text{ch,on}}$
- tepelné ztráty pláštěm kotle: Q_{ge} .

Je-li hořák mimo provoz, uvažují se dále uvedené tepelné ztráty:

- teplo proudu vzduchu do komína: $Q_{\text{ch,off}}$
- tepelné ztráty pláštěm kotle: Q_{ge} .

Pomocná energie se zohledňuje samostatně pro zařízení před a za spalovací komorou:

- W_{br} je pomocná energie požadovaná komponenty a zařízeními, které se nacházejí v energetické cestě před spalovací komorou (obvykle ventilátor hořáku, obrázek 5-6)

POZNÁMKA Tyto komponenty a tato zařízení jsou obvykle v provozu pouze tehdy, je-li hořák v provozu, tj. během t_{ON} .

- W_{pmp} je pomocná energie požadovaná komponenty a zařízeními, které se nacházejí v energetické cestě za spalovací komorou (obvykle primární čerpadlo, obrázek 5-6).

POZNÁMKA Tyto komponenty a tato zařízení jsou obvykle v provozu v průběhu celé doby provozu zdroje tepla, tj. během $t_{\text{gnr}} = t_{\text{ON}} + t_{\text{OFF}}$.

k_{pmp} a k_{br} vyjadřují podíly pomocné energie pro tato zařízení, která je obnovena pro topné médium (obvykle účinnost primárních čerpadel a ventilátoru hořáku). Tudíž:

- $Q_{\text{br}} = k_{\text{br}} \cdot W_{\text{br}}$ je pomocná energie využitá ze zařízení před zdrojem tepla
- $Q_{\text{pmp}} = k_{\text{pmp}} \cdot W_{\text{pmp}}$ je pomocná energie využitá ze zařízení za zdrojem tepla.

Pomocná energie přeměněná na teplo a sdílená do vytápěného prostoru může být zvažována odděleně a připočítává se k využitelným tepelným ztrátám.

Základní energetická bilance dílčí části výroby tepla je:

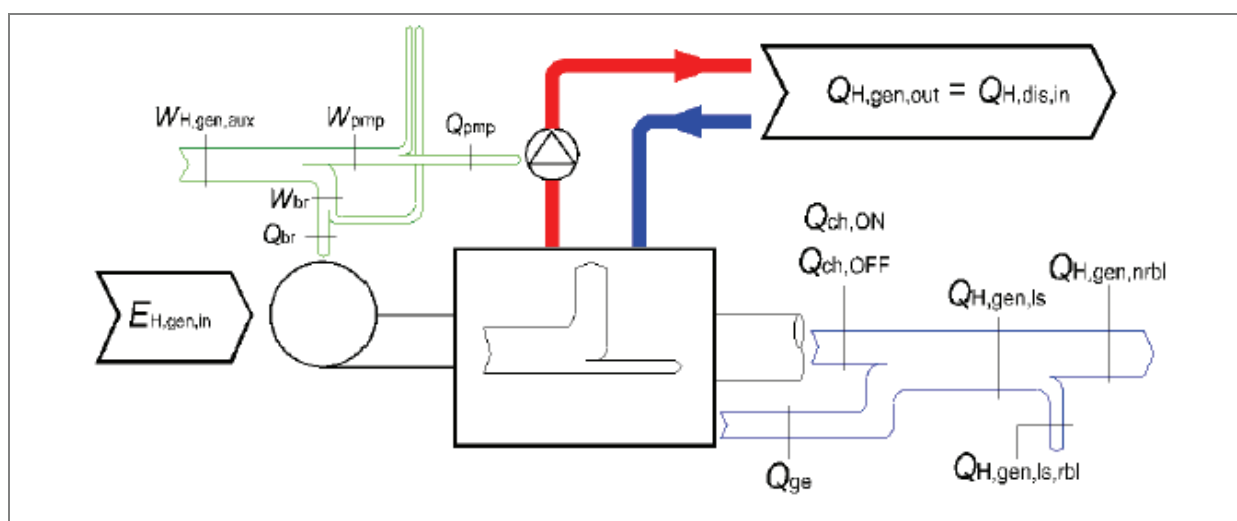
$$Q_{H,gen,out} = Q_{cmb} + Q_{br} + Q_{pmp} - Q_{ch,on} - Q_{ch,off} - Q_{ge} \quad (5-34)$$

POZNÁMKA Toto je stejná rovnice jako rovnice (5-1), kde:

$$Q_{H,gen,ls} = Q_{ch,on} + Q_{ch,off} + Q_{ge} \quad (5-35)$$

$$E_{H,gen,in} = Q_{cmb} \quad (5-36)$$

$$Q_{H,gen,aux,rvd} = Q_{br} + Q_{pmp} \quad (5-37)$$



OBRÁZEK 5-6 DIAGRAM ENERGETICKÉ BILANCE DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBY TEPLA PRO CYK-
LICKÉ ZATĚŽOVÁNÍ KOTLE

Schematický diagram energetické bilance dílčí části výroby tepla je znázorněn na obrázku 5-6.

Tepelné ztráty při zkušebních podmínkách se vyjadřují jako procento ($\alpha_{ch,on}$, $\alpha_{ch,off}$ a α_{ge}) referenčního výkonu při zkušebních podmínkách.

Zdroj tepla je charakterizován dále uvedenými hodnotami:

- Φ_{cmb} – spalovací výkon kotle, kterým je referenční výkon pro $\alpha_{ch,on}$ (buď výpočtová, nebo skutečná hodnota)
- Φ_{ref} – referenční výkon pro činitele tepelných ztrát $\alpha_{ch,off}$ a α_{ge} (obvykle $\Phi_{ref} = \Phi_{cmb}$)
- $\alpha_{ch,on}$, $\alpha_{ch,off}$, α_{ge} – činitele tepelných ztrát při zkušebních podmínkách
- P_{br} – potřeba elektrické energie pomocných zařízení (před kotlem)
- k_{br} – činitel využití P_{br}
- P_{pmp} – potřeba elektrické energie pomocných zařízení (za kotlem)
- k_{pmp} – činitel využití P_{pmp}
- $\theta_{gnr,w,m,test}$ – střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro $\alpha_{ch,on}$

- $\theta_{i,brm,test}$ – teplota ve zkušební místnosti pro α_{ge} a $\alpha_{ch,off}$
- $\Delta\theta_{ge,test} = \theta_{gnr,w,m,test} - \theta_{i,brm,test}$ při zkušebních podmínkách pro α_{ge} a $\alpha_{ch,off}$
- $n_{ch,on}$, $n_{ch,off}$, n_{ge} – exponenty pro opravné součinitele tepelných ztrát.

U kotlů s vícestupňovým nebo spojitým řízením se požadují dále uvedené doplňující údaje:

- $\Phi_{cmb,min}$ – minimální spalovací výkon kotle
- $\alpha_{ch,on,min}$ – činitel tepelné ztráty $\alpha_{ch,on}$ při minimálním spalovacím výkonu $\Phi_{cmb,min}$
- $P_{br,min}$ – potřeba elektrické energie pomocných zařízení (před kotlem) při minimálním spalovacím výkonu $\Phi_{cmb,min}$.

U kondenzačních kotlů se požadují dále uvedené doplňující údaje:

- $\Delta\theta_{wfg}$ – rozdíl teploty vstupní (vratné) vody kotle a teploty spalin
- $X_{O2,fg,dry}$ – obsah kyslíku v suchých spalinách.

U kondenzačních kotlů s vícestupňovým nebo spojitým řízením se požadují dále uvedené doplňující údaje:

- $\Delta\theta_{wfg,min}$ – rozdíl teploty vstupní (vratné) vody kotle a teploty spalin při minimálním spalovacím výkonu
- $X_{O2,fg,dry,min}$ – obsah kyslíku v suchých spalinách při minimálním spalovacím výkonu.

Skutečné provozní podmínky jsou charakterizovány dále uvedenými hodnotami:

- $Q_{H,gen,out}$ – tepelný výkon dílčí části (dílčích částí) rozvodu tepla
- $\theta_{gnr,w,m}$ – střední teplota vody v kotli
- $\theta_{gnr,w,r}$ – teplota vstupní (vratné) vody do kotle (u kondenzačních kotlů)
- $\theta_{i,brm}$ – teplota v kotelně
- $k_{ge,rvd}$ – redukční činitel zohledňující obnovení tepelných ztrát pláštěm kotle v závislosti na umístění kotle
- β_{cmb} – činitel zatížení.

POZNÁMKA 1 Všechny výkony a činitel zatížení β_{cmb} se vztahují k příkonu kotle (spalovací výkon).

POZNÁMKA 2 Φ_{ref} se formálně udržuje odděleně od Φ_{cmb} , aby se zlepšila srozumitelnost rovnic a umožnilo se použití naměřených údajů, jestliže jsou k dispozici.

Údaje mají být stanoveny výrobcem nebo případně mají být naměřeny. Jestliže nejsou k dispozici žádné stanovené ani naměřené údaje, vyhledají se v příslušné národní příloze. Jestliže není k dispozici žádná národní příloha, jsou standardní údaje v tabulce 5-1.

5.2.4.2 Činitel zatížení

Činitel zatížení β_{cmb} je poměr mezi dobou, kdy je hořák v provozu, a celkovou dobou provozu kotle (provozní a pohotovostní stav):

$$\beta_{cmb} = \frac{t_{ON}}{t_{gnr}} = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} \quad (5-38)$$

$$t_{ON} = \beta_{cmb} \cdot (t_{ON} + t_{OFF}) = \beta_{cmb} \cdot t_{gnr} \quad (5-39)$$

kde:

t_{gnr} je celková doba provozu kotle (h)

t_{ON} doba, kdy je hořák v provozu (palivový ventil je otevřen, předběžné a následné větrání se nezohledňuje) (h)

t_{OFF} doba, kdy je hořák mimo provoz. (h)

Činitel zatížení, β_{cmb} , se musí buď vypočítat podle skutečné energie, $Q_{H,gen,out}$, dodávané do dílčí části výroby tepla, nebo naměřit na existujících soustavách.

5.2.4.3 Specifické tepelné ztráty

5.2.4.3.1 Všeobecně

Specifické tepelné ztráty kotle jsou udávány při standardních zkušebních podmínkách.

Zkušební hodnoty musí být přizpůsobeny podle skutečných provozních podmínek. To platí jak pro standardní zkušební hodnoty, tak pro provozní měření.

5.2.4.3.2 Tepelné ztráty komínem s hořákem v provozu, $\alpha_{ch,on}$

Korekční metoda pro tento ztrátový činitel bere v úvahu účinky:

- střední teploty vody v kotli
- činitele zatížení
- seřízení hořáku (výkon a přebytek vzduchu, které mění účinnost výměny tepla).

Skutečné specifické tepelné ztráty komínem s hořákem v provozu, $\alpha_{ch,on,corr}$, jsou dány podle:

$$\alpha_{ch,on,corr} = \left[\alpha_{ch,on} + (\theta_{gnr,w,m} - \theta_{gnr,w,m,test}) \cdot f_{corr,ch,on} \right] \cdot \beta_{cmb}^{n_{ch,on}} \quad (5-40)$$

kde:

$\alpha_{ch,on}$ je tepelná ztráta komínem při zkušebních podmínkách. $\alpha_{ch,on}$ se měří (%) se střední teplotou vody $\theta_{gnr,w,m,test}$. Tepelná ztráta komínem se vyjadřuje jako procento výkonu spalování Φ_{cmb} . V případě návrhu nových soustav je hodnota $\alpha_{ch,on}$ stanovena výrobcem; u existujících soustav je hodnota $\alpha_{ch,on}$ dána mírou účinnosti spalování; měření účinnosti spalování se provádí podle národních norem nebo doporučení; při měření účinnosti spalování se musí rovněž měřit odpovídající střední teplota vody, $\theta_{gnr,w,m,test}$, a výkon spalování Φ_{cmb} . Jestliže nejsou k dispozici žádné údaje, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-8. Zdroj údajů musí být jednoznačně uveden ve výpočtové zprávě.

$\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$	střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách (průměr teplot výstupní a vstupní (vratné) vody, obvykle je teplota výstupní vody 80 °C, teplota vstupní vody 60 °C); v případě návrhu nových soustav je hodnota $\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$ stanovena výrobcem. V případě existujících soustav je hodnota $\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$ měřena spolu s účinností spalování; jestliže nejsou k dispozici žádné údaje, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-8. Zdroj údajů musí být jednoznačně uveden ve výpočtové zprávě. V případě kondenzačních kotlů se musí v rovnici (5-40) místo střední teploty vody $\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$ použít teplota vstupní vody při zkušebních podmínkách $\theta_{\text{gnr,w,r,test}}$.	(°C)
$\theta_{\text{gnr,w,m}}$	střední teploty vody v kotli při skutečných podmínkách (průměr teplot výstupní a vstupní (vratné) vody). V případě kondenzačních kotlů se musí v rovnici (5-40) místo střední teploty vody $\theta_{\text{gnr,w,m}}$ použít teplota vstupní vody $\theta_{\text{gnr,w,r}}$.	(°C)
$f_{\text{corr,ch,on}}$	opravný součinitel pro $\alpha_{\text{ch,on}}$; standardní hodnoty pro tento činitel jsou uvedeny v tabulce 5-8	(-)
$n_{\text{ch,on}}$	exponent činitele zatížení β_{cmb} . Standardní hodnoty pro tento exponent jsou uvedeny v tabulce 5-9. Činitel β_{cmb} umocněný $n_{\text{ch,on}}$ zohledňuje snižování tepelných ztrát s vysokou periodičností vlivem nižší střední teploty spalin (vyšší účinnost při spouštění). Zvyšující se hodnota $n_{\text{ch,on}}$ odpovídá vyšší hodnotě $c_{\text{mass,ch,on}}$ definované jako specifická hmotnost teplosměnného povrchu mezi spalinami a vodou na každý kW jmenovitého výkonu.	(-)

POZNÁMKA 1 Rovnice (5-40) zohledňuje kolísání účinnosti spalování v závislosti na střední teplotě vody v kotli pomocí lineární aproximace. Předpokládá se, že rozdíl teploty vody a spalin je přibližně konstantní (tj. zvýšení střední teploty vody o 20 °C způsobí zvýšení teploty spalin o 20 °C). Zvýšení teploty spalin o 22 °C odpovídá 1% zvýšení ztrát komínem s hořákem v provozu, tudíž standardní hodnota pro $f_{\text{corr,ch,on}}$ je 0,045. Rovnice (5-40) nezahrnuje účinek využití latentního tepla. To se provádí samostatně.

POZNÁMKA 2 Rovnice (5-40) výslovně nezohledňuje účinek kolísajícího poměru vzduch/palivo. Standardizovaná konstanta 0,045 je platná pro standardní přebytek vzduchu ($X_{\text{O}_2} = 3\%$ v suchých spalinách). V případě nových soustav se předpokládá správné nastavení. V případě sávajících soustav poměr vzduch/palivo přispívá k $\alpha_{\text{ch,on}}$. V případě potřeby je možné konstantu 0,045 přepočítat podle skutečného poměru vzduch/palivo.

POZNÁMKA 3 Rovnice (40) výslovně nezohledňuje účinek kolísajícího spalovacího výkonu Φ_{cmb} . Při podstatně sníženém spalovacím výkonu se dodržuje postup pro existující soustavy (tj. měří se $\alpha_{\text{ch,on}}$).

5.2.4.3.3 Tepelné ztráty pláštěm kotle, α_{ge}

Skutečné specifické tepelné ztráty pláštěm kotle, $\alpha_{\text{ge,corr}}$, jsou dány podle:

$$\alpha_{\text{ge,corr}} = \alpha_{\text{ge}} \cdot k_{\text{ge,rvd}} \cdot \frac{(\theta_{\text{gnr,w,m}} - \theta_{\text{i,brm}})}{(\theta_{\text{gnr,w,m,test}} - \theta_{\text{i,brm,test}})} \cdot \beta_{\text{cmb}}^{n_{\text{ge}}} \quad (5-41)$$

kde:

α_{ge}	je	tepelná ztráta pláštěm kotle při zkušebních podmínkách. α_{ge} se vyjadřuje jako podíl referenčního výkonu Φ_{ref} (obvykle jmenovitý spalovací výkon kotle). V případě návrhu nových soustav je hodnota α_{ge} stanovena výrobcem; jestliže nejsou k dispozici žádné údaje, jsou standardní hodnoty uvedeny v rovnici (5-42a) a tabulce 5-11. Zdroje údajů musí být jednoznačně uvedeny ve výpočtové zprávě	(%)
$k_{ge,rvd}$	x	redukční činitel, který zohledňuje umístění kotle; $k_{ge,rvd}$ bere v úvahu využití tepelných ztrát jako snižování tepelných ztrát; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-11	(-)
$\theta_{brm,test}$		teplota zkušební místnosti; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-11	(°C)
$\theta_{i,brm}$		skutečná teplota místnosti, v níž je kotel umístěn; standardní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5-11	(°C)
n_{ge}		exponent činitele zatížení β_{cmb} . Standardní hodnoty pro tento exponent jsou uvedeny v tabulce 5-12, a to v závislosti na parametru c_{ge} , který je definován jako poměr celkové hmotnosti kotle (kov + žáruvzdorné materiály + izolační materiály) a jmenovitého spalovacího výkonu Φ_{cmb} kotle.	(-)

POZNÁMKA 1 Činitel β_{cmb} umocněný $n_{ch,on}$ zohledňuje snižování tepelných ztrát pláštěm kotle, jestliže se může kotel během pohotovostního stavu ochladit. Toto snížení platí pouze pro specifické regulační možnosti, kdy prostorový termostat zastavuje přímo hořák a oběhové čerpadlo (v sérii s regulátorem teploty kotle, řešení pouze u malých soustav). Ve všech ostatních případech $n_{ge} = 0$ znemožňuje tuto opravu.

POZNÁMKA 2 Předpokládá se, že tepelné ztráty pláštěm kotle jsou závislé na teplotním rozdílu mezi střední teplotou vody v kotli a teplotou okolního prostředí kotle. Předpokládá se, že vztah je lineární (přenos tepla vedením přes izolaci kotle).

POZNÁMKA 3 Hodnota α_{ge} může být stanovena jako rozdíl mezi účinností spalování a celkovou účinností kotle při zkušebních podmínkách (nepřetržitý provoz).

Využití tepelných ztrát pláštěm kotle se bere v úvahu jako snižování tepelných ztrát (pomocí redukčního činitele $k_{ge,rvd}$).

Jinou možností je stanovit skutečné celkové tepelné ztráty pláštěm kotle, $\alpha_{ge,corr}$, z celkových tepelných ztrát při zkušebních podmínkách, α_{ge} , podle:

$$\alpha_{ge,corr} = \alpha_{ge} \cdot \frac{(\theta_{gnr,w,m} - \theta_{i,brm})}{(\theta_{gnr,w,m,test} - \theta_{i,brm,test})} \cdot \beta_{cmb}^{n_{ge}} \quad (5-42)$$

kde:

(kW)

(°C)

a stanovit skutečný součinitel obnovitelných tepelných ztrát, $\alpha_{ge,rbl}$, podle:

$$\alpha_{ge,rbl} = \alpha_{ge,corr} \cdot (1 - k_{ge,rvd}) \quad (5-43)$$

5.2.4.3.3.1 Standardní údaje pro výpočet tepelných ztrát komínem s hořákem v provozu

TABULKA 5-8

 STANDARDNÍ HODNOTY $\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$, $\alpha_{\text{ch,on}}$ a $f_{\text{corr,ch,on}}$

Popis	$\theta_{\text{gnr,w,m,test}}$ °C	$\alpha_{\text{ch,on}}$ %	$f_{\text{corr,ch,on}}$ %/°C
Kotel s atmosférickým hořákem	70	12	0,045
Kotel na plynné palivo s ventilátorem	70	10	0,045
Kotel na kapalné palivo	70	11	0,045
Kondenzační kotel	60 ¹⁾	6	0,045

¹⁾ Teplota vstupní (vratné) vody u kondenzačních kotlů.

TABULKA 5-9

 STANDARDNÍ HODNOTA EXPONENTU $n_{\text{ch,on}}$

Popis	$c_{\text{mass,ch,on}}$ kg/kW	$n_{\text{ch,on}}$ -
Závěsný kotel	< 1	0,05
Ocelový kotel	1 to 2	0,1
Litinový kotel	> 2	0,15

POZNÁMKA $c_{\text{mass,ch,on}}$ je poměr velikosti teplosměnného povrchu mezi spaliny a vodou a jmenovitým spalovacím výkonem v kg/kW.

5.2.4.3.3.2 Standardní hodnoty pro výpočet tepelných ztrát pláštěm zdroje tepla

Standardní ztráty pláštěm kotle, α_{ge} , jsou dány vztahem:

$$\alpha_{\text{ge}} = c_1 - c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{cmb}}}{1000 \text{ W}}\right) \quad (5-42a)$$

kde:

c_1, c_2 jsou parametry uvedené v tabulce 5-10 (-)

Φ_{cmb} je jmenovitý spalovací výkon kotle. (kW)

TABULKA 5-10

 STANDARDNÍ HODNOTA PARAMETRŮ c_1 a c_2

Typ izolace kotle	c_1 %	c_2 %
Dobře izolovaný nový kotel s vysokou účinností	1,72	0,44
Dobře izolovaný a udržovaný	3,45	0,88
Starý kotel s průměrnou izolací	6,90	1,76
Starý kotel se špatnou izolací	8,36	2,2
Bez izolace	10,35	2,64

TABULKA 5-11

 STANDARDNÍ HODNOTA ČINITELE $k_{ge,rvd}$ A TEPLoty MÍSTNOSTI,
 V NÍŽ JE KOTEL INSTALOVÁN, $\theta_{i,brm}$

Typ a umístění kotle	$k_{ge,rvd}$ -	$\theta_{i,brm,test}$ °C	$\theta_{i,brm}$ °C
Kotel instalovaný ve vytápěném prostoru	0,1	20	20
Kotel s atmosférickým hořákem, instalovaný ve vytápěném prostoru	0,2		20
Kotel instalovaný v kotelně	0,7		13
Pod střechou	0,8		5
Kotel instalované ve venkovním prostředí	1,0		Teplota venkovního vzduchu

 Standardní hodnota pro $\theta_{gnr,w,m,test}$ je 70 °C.

TABULKA 5-12

 STANDARDNÍ HODNOTA PRO EXPONENT n_{ge}

Popis	c_{ge} kg/kW	n_{ge} -
Primární čerpadlo je vždy v provozu		0,0
Primární čerpadlo se vypíná, když je hořák mimo provoz, a oba jsou řízeny prostorovým termostatem:		
Závěsný kotel	< 1	0,15
Ocelový kotel	1 až 3	0,10
Litinový kotel	> 3	0,05

POZNÁMKA c_{ge} je poměr mezi celkovou hmotností kotle (kov + žáruvzdorné materiály + izolační materiály) a jmenovitým spalovacím výkonem Φ_{cmb} kotle v kg/kW.

5.2.4.3.4 Tepelné ztráty komínem s hořákem mimo provoz, $\alpha_{ch,off}$

Tato tepelná ztráta zohledňuje účinek tahu komína, který vyvolává průtok studeného vzduchu kotlem, když je hořák mimo provoz.

Požaduje se korekce podle střední teploty vody v kotli a teploty v kotelně. Druhá korekce se požaduje, když prostorový regulátor teploty vypne oběhové čerpadlo současně s hořákem. Díky této regulační možnosti se skutečná střední teplota vody v kotli sníží spolu s činitelem zatížení. V průběhu každé doby, kdy je hořák mimo provoz, je maximální energií, která může být ztracena, teplo akumulované v kotli (v kovových částech a ve vodě). Tudíž činitel zatížení je závislý na tepelné kapacitě kotle.

Skutečné specifické tepelné ztráty komínem, když je hořák mimo provoz, $\alpha_{ch,off,corr}$, jsou dány podle:

$$\alpha_{ch,off,corr} = \alpha_{ch,off} \cdot \frac{(\theta_{gnr,w,m} - \theta_{i,brm})}{(\theta_{gnr,w,m,test} - \theta_{i,brm,test})} \cdot \beta_{cmb}^{n_{ch,of}} \quad (5-44)$$

kde:

$\alpha_{ch,off}$ je tepelná ztráta komínem při zkušebních podmínkách, když je hořák (%) mimo provoz. Hodnota $\alpha_{ch,off}$ se vyjadřuje jako procento referenčního výkonu Φ_{ref} (obvykle jmenovitý spalovací výkon kotle). Při návrhu nových soustav je hodnota $\alpha_{ch,off}$ stanovena výrobcem. U existujících soustav může být hodnota $\alpha_{ch,off}$ vypočítána z měření průtoku a teploty na výstupu spalin z kotle. Jestliže nejsou k dispozici žádné údaje, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-13. Zdroj dat musí být jednoznačně uveden ve výpočtové zprávě

$n_{ch,off}$ exponent pro činitel zatížení β_{cmb} . Standardní hodnoty pro tento exponent jsou uvedeny v tabulce 5-14 v závislosti na parametru $c_{ch,off}$, který je definován jako poměr celkové hmotnosti kotle (kov + žáruvzdorné materiály + izolační materiály) a jmenovitého spalovacího výkonu kotle Φ_{cmb} . (-)

POZNÁMKA Činitel β_{cmb} umocněný $n_{ch,off}$ zohledňuje snižování tepelných ztrát komínem s hořákem mimo provoz, jestliže se může kotel během pohotovostního stavu ochladit. Toto snížení platí pouze pro specifické regulační možnosti, kdy prostorový termostat zastavuje přímo hořák a oběhové čerpadlo (v sérii s regulátorem teploty kotle, řešení pouze u malých soustav). Ve všech ostatních případech $n_{ch,off} = 0$ znemožňuje tuto opravu.

5.2.4.3.5 Standardní hodnoty pro výpočet tepelných ztrát komínem s hořákem mimo provoz

TABULKA 5-13

STANDARDNÍ HODNOTA $\alpha_{ch,off}$

Popis	$\alpha_{ch,off}$ %
Kotel na kapalně nebo plynné palivo s ventilátorem před spalovací komorou a s automatickým uzavřením přívodu vzduchu, když je hořák mimo provoz Hořáky s předmíslením	0,2 0,2
Závěsný kotel na plynné palivo, s ventilátorem a s vyústěním odvodu spalin na stěně	0,4
Kotel na kapalně a plynné palivo, s ventilátorem před spalovací komorou a bez uzavření přívodu vzduchu s hořákem mimo provoz: Výška komína ≤ 10 m Výška komína > 10 m	1,0 1,2
Hořák na plynné palivo s atmosférickým hořákem: Výška komínu ≤ 10 m Výška komínu > 10 m	1,2 1,6

TABULKA 5-14

STANDARDNÍ HODNOTA EXPONENTU $n_{ch,off}$

Popis	$c_{ch,off}$ kg/kW	$n_{ch,off}$ —
Primární čerpadlo je vždy v provozu		0,0
Primární čerpadlo se vypíná, když je hořák mimo provoz, a oba jsou řízeny prostorovým termostatem:		

– závěsný kotel	< 1	0,15
– ocelový kotel	1 to 3	0,10
– litinový kotel	> 3	0,05

POZNÁMKA $c_{ch,off}$ je poměr mezi celkovou hmotností kotle (kov + žáruvzdorné materiály + izolační materiály) a jmenovitým spalovacím výkonem Φ_{cmb} kotle v kg/kW.

Standardní hodnota pro $\theta_{i,brm,test}$ je 20 °C.

Standardní hodnota pro $\theta_{gnr,w,m,test}$ je 70 °C.

5.2.4.4 Celkové tepelné ztráty

Tepelné ztráty komínem s hořákem v provozu, $Q_{ch,on}$, jsou dány podle:

$$Q_{ch,on} = \frac{\alpha_{ch,on,corr}}{100} \cdot \Phi_{cmb} \cdot t_{ON} \quad (5-45)$$

Tepelné ztráty komínem s hořákem mimo provoz, $Q_{ch,off}$, jsou dány podle:

$$Q_{ch,off} = \frac{\alpha_{ch,off,corr}}{100} \cdot \Phi_{ref} \cdot t_{OFF} \quad (5-46)$$

Tepelné ztráty pláštěm kotle, Q_{ge} , jsou dány podle:

$$Q_{ge} = \frac{\alpha_{ge,corr}}{100} \cdot \Phi_{ref} \cdot (t_{OFF} + t_{ON}) \quad (5-47)$$

5.2.4.5 Pomocná energie

Pro každé pomocné zařízení kotle, i , musí být stanoveny dále uvedené údaje:

- Spotřeba elektrické energie, P_i . Hodnoty mohou být:

stanoveny výrobcem

naměřeny

nebo to mohou být standardní hodnoty vypočítané podle tabulky 5-15.

Zdroj dat musí být jednoznačně uveden ve výpočtové zprávě.

- Doba provozu, $t_{on,i}$, v závislosti na činiteli zatížení, β_{cmb} , přichází-li to v úvahu (tj. pomocná zařízení hořáku).

PŘÍKLAD 1 Ventilátor hořáku: $t_{on} = \beta_{cmb} \cdot t_{gnr}$

Část elektrické energie přeměněné na teplo a vrácené do soustavy před spalovací komorou, $k_{br,i}$ (činitel využití pomocné energie). Standardní hodnota pro k_{br} je uvedena v tabulce 5-16.

PŘÍKLAD 2 Příkladem těchto pomocných zařízení je ventilátor pro přivádění spalovacího vzduchu, palivové čerpadlo, předehříváč paliva.

Část elektrické energie přeměněné na teplo a vrácené do soustavy za kotlem, $k_{pmp,i}$ (činitel využití pomocné energie). Standardní hodnota pro k_{pmp} je uvedena v tabulce 5-16.

PŘÍKLAD 3 Příkladem těchto pomocných zařízení je primární čerpadlo.

Kolísající spotřeba elektrické energie se má přibližně stanovit pomocí ekvivalentní konstantní střední spotřeby elektrické energie.

Celková potřeba pomocné energie pro dílčí části výroby tepla, $W_{H,gen,aux}$, je dána vztahem:

$$W_{H,gen,aux} = \sum_i P_{gnr,aux,i} \cdot t_{on,i} \quad (5-48)$$

Pomocná energie zařízení, j, před spalovací komorou (tj. ventilátor spalovacího vzduchu, ohřívač paliva atd.), která se přeměňuje na teplo a je využita, je dána vztahem:

$$Q_{br} = \sum_j P_{br,j} \cdot t_{on,j} \cdot k_{br} \quad (5-49)$$

Jestliže pro všechna zařízení, j, platí $t_{on,j} = t_{on}$ a za předpokladu, že $P_{br} = \sum P_{br,j}$, pak:

$$Q_{br} = P_{br} \cdot k_{br} \cdot t_{ON} \quad (5-50)$$

POZNÁMKA $t_{ON} = t_{gnr} \cdot \beta_{cmb}$

Pomocná energie zařízení, k, za spalovací komorou (tj. primární čerpadlo), která se přeměňuje na teplo a využita v soustavě, je dána vztahem:

$$Q_{pmp} = \sum_k P_{pmp,k} \cdot t_{on,k} \cdot k_{pmp} \quad (5-51)$$

Jestliže pro všechna zařízení, k, platí $t_{on,k} = t_{gnr}$ a za předpokladu, že $P_{pmp} = \sum P_{pmp,k}$, pak:

$$Q_{pmp} = P_{pmp} \cdot k_{pmp} \cdot t_{gnr} \quad (5-52)$$

Celková potřeba energie pro dílčí části výroby tepla, $W_{H,gen,aux}$, je dána vztahem:

$$W_{H,gen,aux} = \frac{Q_{br}}{k_{br}} + \frac{Q_{pmp}}{k_{pmp}} \quad (5-53)$$

5.2.4.5.1 Standardní hodnoty pro výpočet pomocné energie

Standardní pomocná energie P_{br} a P_{pmp} je dána vztahem:

$$P_x = c_3 + c_4 \cdot \left(\frac{\Phi_{cmb}}{1000 \text{ W}} \right)^n \quad (5-49a)$$

kde:

Φ_{cmb} je jmenovitý spalovací výkon kotle. (kW)

TABULKA 5-15

STANDARDNÍ HODNOTA c_3 A c_4 PRO VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE POMOCNÝCH ZAŘÍZENÍ

Popis	c_3 W	c_4 W	n –
P_{br} , kotel na plynná paliva s atmosférickým hořákem	40	0,148	1
P_{br} , hořáky s ventilátorem	0	45	0,48
P_{br} , kotel pro ústřední vytápění s automatickou dodávkou paliva – pelety ¹⁾	40	2	1

TABULKA 5-15 STANDARDNÍ HODNOTA c_3 A c_4 PRO VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE POMOCNÝCH ZAŘÍZENÍ

Popis	c_3 W	c_4 W	n –
P_{br} , kotel pro ústřední vytápění s automatickou dodávkou paliva – štěpky ¹⁾	60	2,6	1
P_{pmp} , primární čerpadlo (všechny kotle)	100	2	1
¹⁾ Jestliže se při spalování použije ventilátor, musí být hodnoty P_n a P_{int} zvýšeny o 40 %. POZNÁMKA Jestliže není použito primární čerpadlo nebo jestliže je vzato v úvahu v části rozvodu (viz obrázky 3 a 4), pak $P_{pmp} = 0$.			

BULKA 5-16 STANDARDNÍ HODNOTA PRO ČINITELE VYUŽITÍ POMOCNÉ ENERGIE

Popis	Hodnota –
k_{br}	0,8
k_{pmp}	0,8

5.2.4.6 Postup výpočtu pro jednostupňové kotle

a) Stanoví se celkový tepelný výkon $Q_{H,gen,out}$ dílčí části výroby tepla, který se rovná $Q_{H,dis,in}$, tj. celkovému teplu, které se má dodat do dílčí části rozvodu během výpočtového období. V případě více vzájemně propojených dílčích částí rozvodu a/nebo výroby tepla se odkazuje na 5.1.5 a 5.2.4.9, následně se postupuje podle tohoto postupu s využitím $Q_{H,gen,out,i}$ pro každý kotel.

b) Stanoví se celková doba provozu kotle t_{gnr} ($t_{gnr} = t_{ON} + t_{OFF}$).

c) Nastaví se činitel zatížení $\beta_{cmb} = 1$.

Při tomto výpočtu se vyžaduje iterace s činitelem zatížení β_{cmb} , který se blíží konečné hodnotě. Jestliže je hodnota β_{cmb} známa (měřeno u existující soustavy), provede se krok d) a e), přeskóčí se krok f) a g) a pokračuje se krokem h) (iterace se nepožaduje).

d) Podle 5.2.4.3 se stanoví hodnoty $\alpha_{ch,on,corr}$, $\alpha_{ch,off,corr}$ a $\alpha_{ge,corr}$ pro aktuální činitel zatížení β_{cmb} .

e) Podle 5.2.4.5 se stanoví hodnoty Q_{pmp} , Q_{br} a $W_{H,gen,aux}$ pro aktuální činitel zatížení β_{cmb} .

f) Vypočítá se nový činitel zatížení β_{cmb} podle:

$$\beta_{cmb} = \frac{100 \cdot \frac{Q_{H,gen,out} - Q_{pmp}}{t_{gnr} \cdot \Phi_{ref}} + \alpha_{ch,off,corr} + \alpha_{ge,corr}}{100 \cdot \frac{\Phi_{cmb} + k_{br} \cdot P_{br}}{\Phi_{ref}} - \frac{\Phi_{cmb}}{\Phi_{ref}} \cdot \alpha_{ch,on,corr} + \alpha_{ch,off,corr}} \quad (5-54)$$

g) Opakují se kroky d), e) a f), dokud β_{cmb} nekonverguje. Obvykle je dostačující jedna iterace. Více iterací se může požadovat v případě, že β_{cmb} se blíží 0.

h) Vypočítá se energie, která má být dodána palivem, podle:

$$E_{H,gen,in} = \Phi_{cmb} \cdot t_{gnr} \cdot \beta_{cmb} \quad (5-55)$$

i) Vypočítají se celkové tepelné ztráty podle:

$$Q_{H,gen,ls} = E_{H,gen,in} - Q_{H,gen,out} + Q_{br} + Q_{pmp} \quad (5-56)$$

Neexistují žádné obnovitelné tepelné ztráty, neboť využití tepla bylo zohledněno jako snížení tepelných ztrát pláštěm kotle:

$$Q_{H,gen,ls,rbl} = 0 \quad (5-57)$$

5.2.4.7 Kotle s vícestupňovým a spojitým řízením

5.2.4.7.1 Všeobecně

Kotel s vícestupňovým a spojitým řízením je charakterizován 3 možnými stavy:

- hořák není v provozu
- hořák je v provozu při minimálním výkonu
- hořák je v provozu při maximálním výkonu.

Předpokládá se, že jsou možné pouze dvě situace:

- kotel je v provozu přerušovaně jako jednostupňový kotel při minimálním výkonu
- kotel je v provozu při konstantním středním výkonu, a to mezi minimálním a maximálním výkonem.

5.2.4.7.2 Požadované doplňující údaje

Pro charakterizování kotle s vícestupňovým a spojitým řízením se požadují dále uvedené doplňující údaje:

- $\Phi_{cmb,min}$ – minimální spalovací výkon kotle
- $\alpha_{ch,on,min}$ – činitel tepelné ztráty $\alpha_{ch,on}$ při minimálním spalovacím výkonu $\Phi_{cmb,min}$ jako podíl z $\Phi_{cmb,min}$
- $P_{br,min}$ – spotřeba elektrické energie pomocných zařízení hořáku při minimálním spalovacím výkonu.

Nejsou-li k dispozici údaje od výrobce nebo standardní hodnoty z národní přílohy, vypočítají se standardní hodnoty podle následující části.

Předpokládá se, že jmenovité hodnoty odpovídají maximálnímu tepelnému výkonu, tudíž:

- $\Phi_{cmb,max} = \Phi_{cmb}$ – maximální spalovací výkon kotle
- $\alpha_{ch,on,max} = \alpha_{ch,on}$ – činitel tepelné ztráty při maximálním spalovacím výkonu $\Phi_{cmb,max}$.

5.2.4.7.2.1 Doplňující standardní údaje pro hořáky s vícestupňovým a spojitým řízením

Standardní minimální spalovací výkon kotle je dán vztahem:

$$\Phi_{cmb,min} = \Phi_{cmb} \cdot f_{min}$$

kde:

$f_{\min}$ je parametr uvedený v tabulce 5-17 (-)

Φ_{cmb} jmenovitý (maximální) spalovací výkon kotle (kW)

TABULKA 5-17 PARAMETR $f_{\min}$ PRO HOŘÁKY S VÍCESTUPŇOVÝM A SPOJITÝM ŘÍZENÍM

Popis	$f_{\min}$ (-)
Kotel na plynné palivo	0,3
Kotel na LPG	0,5

TABULKA 5-18	STANDARDNÍ HODNOTA PRO $\theta_{\text{gnr,w,m,test,min}}$ A $\alpha_{\text{ch,on,min}}$	
Popis	$\theta_{\text{gnr,w,m,test,min}}$ °C	$\alpha_{\text{ch,on,min}}$ %
Kotel s atmosférickým hořákem	70	11
Kotel na plynné palivo s ventilátorem	70	9
Kotel na kapalné palivo	70	10
Kondenzační kotel	50 ¹⁾	5

¹⁾ Teplota vstupní (vratné) vody u kondenzačních kotlů.

Standardní pomocná energie, $P_{\text{br,min}}$, se vypočítá z rovnice (5-49a) s použitím c_3 , c_4 a n podle tabulky 5-18.

TABULKA 5-19 STANDARDNÍ HODNOTA PRO c_3 , c_4 A n PRO VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE POMOCNÝCH ZAŘÍZENÍ PŘI MINIMÁLNÍM SPALOVACÍM VÝKONU

Popis	c_3 W	c_4 W	n –
P_{br} , kotel na plynné palivo s atmosférickým hořákem	20	0,148	1
P_{br} , hořák s ventilátorem	0	15	0,48
P_{br} , kotel pro ústřední vytápění s automatickou dodávkou paliva – pelety ¹⁾	60	1,8	1
P_{br} , kotle pro ústřední vytápění s automatickou dodávkou paliva – štěpky ¹⁾	70	2,2	1

¹⁾ Jestliže se při spalování použije ventilátor, musí být hodnoty P_n a P_{int} zvýšeny o 40 %.

5.2.4.7.3 Postup výpočtu pro kotle s vícestupňovou a spojitou regulací

Postup začíná podle metody popsané v 5.2.4.6 pro jednostupňové kotle, s použitím:

- $\Phi_{\text{cmb,min}}$ místo Φ_{cmb}
- $\alpha_{\text{ch,on,min}}$ místo $\alpha_{\text{ch,on}}$
- $\theta_{\text{gnr,w,test,min}}$ místo $\theta_{\text{gnr,w,test}}$
- $P_{\text{br,min}}$ místo P_{br}

Jestliže činitel zatížení β_{cmb} konverguje k hodnotě, která není větší než 1, dodržuje se postup pro jednostupňové kotle až do konce.

Jestliže činitel zatížení β_{cmb} konverguje k hodnotě, která je větší než 1, pak $t_{\text{ON}} = t_{\text{gnr}}$ a průměrný spalovací výkon $\Phi_{\text{cmb,avg}}$ se vypočítá takto:

- Stanoví se celkový tepelný výkon $Q_{\text{H,gen,out}}$ dílčí části výroby tepla, který se rovná $Q_{\text{H,dis,in}}$, tj. celkovému teplu, které se má dodat do dílčí části rozvodu během výpočtového období. V případě více vzájemně propojených dílčích částí rozvodu a/nebo výroby tepla se odkazuje na 5.1.5 a 5.2.4.9. Následně se postupuje podle tohoto postupu s využitím $Q_{\text{H,gen,out,i}}$ pro každý kotel.
- Podle rovnice (5-41) se vypočítá $\alpha_{\text{ge,corr}}$ a činitel zatížení $\beta_{\text{cmb}} = 1$.
- Podle rovnice (5-40) se vypočítá $\alpha_{\text{ch,on,min,corr}}$ a $\alpha_{\text{ch,on,max,corr}}$ a činitel zatížení $\beta_{\text{cmb}} = 1$.
- Podle rovnice (5-50) se vypočítá Q_{br} a $Q_{\text{br,min}}$ při použití P_{br} , $P_{\text{br,min}}$ a $\beta_{\text{cmb}} = 1$.
- Nastaví se $\Phi_{\text{cmb,avg}} = \Phi_{\text{cmb}}$.
- Vypočítá se $\alpha_{\text{ch,on,avg,corr}}$ podle:

$$\alpha_{\text{ch,on,avg,corr}} = \alpha_{\text{ch,on,min,corr}} + (\alpha_{\text{ch,on,max,corr}} - \alpha_{\text{ch,on,min,corr}}) \cdot \frac{\Phi_{\text{cmb,avg}} - \Phi_{\text{cmb,min}}}{\Phi_{\text{cmb,max}} - \Phi_{\text{cmb,min}}} \quad (5-58)$$

- Vypočítá se $Q_{\text{br,avg}}$ podle:

$$Q_{\text{br,avg}} = Q_{\text{br,min}} + (Q_{\text{br,max}} - Q_{\text{br,min}}) \cdot \frac{\Phi_{\text{cmb,avg}} - \Phi_{\text{cmb,min}}}{\Phi_{\text{cmb,max}} - \Phi_{\text{cmb,min}}} \quad (5-59)$$

- Vypočítá se nový $\Phi_{\text{cmb,avg}}$ podle:

$$\Phi_{\text{cmb,avg}} = \frac{\frac{Q_{\text{H,gen,out}} - Q_{\text{pmp}} - Q_{\text{br,avg}}}{t_{\text{gnr}}} + \frac{\alpha_{\text{ge,corr}}}{100} \cdot \Phi_{\text{ref}}}{1 - \frac{\alpha_{\text{ch,on,avg,corr}}}{100}} \quad (5-60)$$

- Opakují se kroky f), g) a h), dokud nekonverguje $\Phi_{\text{cmb,avg}}$. Obvykle je dostačující jedna iterace.
- Vypočítá se energie, která má být dodána palivem, podle:

$$E_{\text{H,gen,in}} = \Phi_{\text{cmb,avg}} \cdot t_{\text{gnr}} \quad (5-61)$$

- Vypočítá se průměrný výkon pomocných zařízení před spalovací komorou $\Phi_{\text{br,avg}}$ podle:

$$\Phi_{\text{br,avg}} = \Phi_{\text{br,min}} + (\Phi_{\text{br,max}} - \Phi_{\text{br,min}}) \cdot \frac{\Phi_{\text{cmb,avg}} - \Phi_{\text{cmb,min}}}{\Phi_{\text{cmb,max}} - \Phi_{\text{cmb,min}}} \quad (5-62)$$

- Vypočítá se pomocná energie podle:

$$W_{\text{H,gen,aux}} = t_{\text{gnr}} \cdot (\Phi_{\text{br,avg}} + \Phi_{\text{pmp}}) \quad (5-63)$$

- Vypočítá se obnovená pomocná energie podle:

$$W_{\text{H,gen,aux,rvd}} = t_{\text{gnr}} \cdot (\Phi_{\text{br,avg}} \cdot k_{\text{br}} + \Phi_{\text{pmp}} \cdot k_{\text{pmp}}) \quad (5-64)$$

n) Vypočítají se celkové tepelné ztráty podle:

$$Q_{H,gen,ls} = E_{H,gen,in} - Q_{H,gen,out} + W_{H,gen,aux,rvd} \quad (5-65)$$

Neexistují žádné využitelné tepelné ztráty, protože využití bylo zohledněno jako snížení tepelných ztrát pláštěm kotle:

$$Q_{H,gen,ls,rbl} = 0 \quad (5-66)$$

5.2.4.8 Kondenzační kotle

5.2.4.8.1 Princip metody

Účinek využití latentního kondenzačního tepla se bere v úvahu jako snížení $\alpha_{ch,on}$ (ztráty kominem s hořákem v provozu).

Regenerace latentního kondenzačního tepla se vypočítá s ohledem na teplotu spalin a přebytek vzduchu.

Spojení mezi vstupní (vratnou) teplotou vody a teplotou spalin je dáno pomocí rozdílu $\Delta\theta_{wfg}$ mezi spaliny a vstupní (vratnou) vodou, který charakterizuje daný kotel.

U kotlů s vícestupňovým řízením se $\Delta\theta_{wfg}$ a přebytek vzduchu stanovuje odděleně pro minimální a maximální spalovací výkon.

U kotlů se spojitým řízením se předpokládá, že $\Delta\theta_{wfg}$ a obsah kyslíku $X_{O_2,fg,dry}$ (přebytek vzduchu) kolísají lineárně mezi maximálním a minimálním spalovacím výkonem.

5.2.4.8.2 Údaje o kotli

Pro charakterizování jednostupňového kondenzačního kotle (s dvoupolohovým řízením) se požadují dále uvedené doplňující údaje:

- $\Delta\theta_{wfg}$ – teplotní rozdíl mezi teplotou vstupní (vratné) kotlové vody a teplotou spalin. Hodnotu má stanovit výrobce kotle; jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22
- $X_{O_2,fg,dry}$ – obsah kyslíku ve spalinách. Hodnotu stanovuje výrobce kotle; jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22.

U hořáků s vícestupňovým nebo spojitým řízením se požadují dále uvedené údaje:

- $\Delta\theta_{wfg,min}$ – teplotní rozdíl mezi teplotou vstupní (vratné) kotlové vody a teplotou spalin při minimálním spalovacím výkonu; hodnotu $\Delta\theta_{wfg,min}$ má stanovit výrobce kotle. Jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22
- $X_{O_2,fg,dry,min}$ – obsah kyslíku ve spalinách při minimálním spalovacím výkonu $\Phi_{cmb,min}$. Hodnotu stanovuje výrobce kotle. Jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22

- $\Delta\theta_{wfg,max}$ – teplotní rozdíl mezi teplotou vstupní (vratné) kotlové vody a teplotou spalin při maximálním spalovacím výkonu místo $\Delta\theta_{wfg}$. Hodnotu $\Delta\theta_{wfg,max}$ stanovuje výrobce kotle. Jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22
- $X_{O_2,fg,dry,max}$ – obsah kyslíku ve spalinách při maximálním spalovacím výkonu místo $X_{O_2,fg,dry}$. Hodnotu stanovuje výrobce kotle. Jestliže není tato hodnota k dispozici, může být buď naměřena u existující soustavy, nebo převzata z tabulek v národní příloze. Jestliže tyto údaje chybí, jsou standardní hodnoty uvedeny v tabulce 5-21 a 22.

POZNÁMKA $\Delta\theta_{wfg,max}$ a $X_{O_2,fg,dry,max}$ jsou stejné hodnoty jako $\Delta\theta_{wfg}$ a $X_{O_2,fg,dry}$ u jednostupňových kotlů.

5.2.4.8.3 Údaje o palivu

Dále uvedené údaje o palivu jsou požadovány pro výpočet regenerace latentního kondenzačního tepla:

- H_s – spalné teplo jednotky paliva
- H_i – výhřevnost jednotky paliva
- $V_{air,st,dry}$ – stechiometrický objem suchého vzduchu jako standardní objem na jednotku paliva ($[Nm^3/kg]$ nebo $[Nm^3/Nm^3]$)
- $V_{fg,st,dry}$ – stechiometrický objem suchých spalin jako standardní objem na jednotku paliva ($[Nm^3/kg]$ nebo $[Nm^3/Nm^3]$)
- $m_{H_2O,st}$ – stechiometrický objem přípravy vody na jednotku paliva ($[kg/kg]$ nebo $[kg/Nm^3]$).

Údaje mají být uvedeny v národní příloze. Není-li k dispozici národní příloha, jsou standardní údaje uvedeny v tabulce 5-21 a 22.

5.2.4.8.4 Jednostupňové kotle (s dvoupolohovým řízením)

Energie paliva, pomocná energie a tepelné ztráty se u kondenzačních jednostupňových kotlů vypočítají stejným postupem jako v 5.2.4.6, přičemž $\alpha_{ch,on,corr}$ se nahradí $\alpha_{ch,on,cond}$, která je dána vztahem:

$$\alpha_{ch,on,cond} = \alpha_{ch,on,corr} - \alpha_{cond} \quad (5-67)$$

kde:

α_{cond} je využití latentní kondenzační teplo při jmenovitém výkonu, jako procentový podíl z Φ_{cmb} , vypočítané podle 5.2.4.8.7

5.2.4.8.5 Kotle s vícestupňovým řízením

Dodrží se postup stanovený v 5.2.4.7, přičemž $\alpha_{ch,on,max,corr}$ a $\alpha_{ch,on,min,corr}$ se nahrazují $\alpha_{ch,on,max,cond}$ a $\alpha_{ch,on,min,cond}$, které jsou dány vztahy:

$$\alpha_{ch,on,max,cond} = \alpha_{ch,on,max,corr} - \alpha_{cond,max} \quad (5-68)$$

$$\alpha_{ch,on,min,cond} = \alpha_{ch,on,min,corr} - \alpha_{cond,min} \quad (5-69)$$

kde:

$\alpha_{\text{cond,min}}$ je využití latentní kondenzační teplo při minimálním spalovacím výkonu, (%) jako procentový podíl z $\Phi_{\text{cmb,min}}$

$\alpha_{\text{cond,max}}$ využití latentní kondenzační teplo při maximálním spalovacím výkonu, (%) jako procentní podíl z $\Phi_{\text{cmb,max}}$.

$\alpha_{\text{cond,min}}$ se vypočítá podle 5.2.4.8.7 s použitím:

— $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry,min}}$ namísto $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry}}$;

— $\Delta\theta_{\text{wfg,min}}$ namísto $\Delta\theta_{\text{wfg}}$.

$\alpha_{\text{cond,max}}$ se vypočítá podle 5.2.4.8.7 s použitím:

— $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry,max}}$ namísto $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry}}$;

— $\Delta\theta_{\text{wfg,max}}$ namísto $\Delta\theta_{\text{wfg}}$.

5.2.4.8.6 Kotle se spojitým řízením

Dodrhuje se postup stanovený v 5.2.4.7, přičemž $\alpha_{\text{ch,on,min,corr}}$ se nahrazuje $\alpha_{\text{ch,on,min,cond}}$ dané vztahem:

$$\alpha_{\text{ch,on,min,cond}} = \alpha_{\text{ch,on,min,corr}} - \alpha_{\text{cond,min}} \quad (5-70)$$

a $\alpha_{\text{ch,on,avg}}$ se nahrazuje $\alpha_{\text{ch,on,avg,cond}}$ dané vztahem:

$$\alpha_{\text{ch,on,avg,cond}} = \alpha_{\text{ch,on,avg,corr}} - \alpha_{\text{cond,avg}} \quad (5-71)$$

kde:

$\alpha_{\text{cond,min}}$ je využití latentní kondenzační teplo při minimálním spalovacím výkonu, (%) jako procentní podíl z $\Phi_{\text{cmb,min}}$

$\alpha_{\text{cond,avg}}$ využití latentní kondenzační teplo při průměrném spalovacím výkonu, (%) jako procentní podíl z $\Phi_{\text{cmb,avg}}$.

$\alpha_{\text{cond,min}}$ se vypočítá podle 5.2.4.8.7 s použitím:

— $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry,min}}$ místo $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry}}$

— $\Delta\theta_{\text{wfg,min}}$ místo $\Delta\theta_{\text{wfg}}$.

$\alpha_{\text{cond,avg}}$ se vypočítá podle 5.2.4.8.7 s použitím:

— $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry,avg}}$ místo $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry}}$

— $\Delta\theta_{\text{wfg,avg}}$ místo $\Delta\theta_{\text{wfg}}$.

$\Delta\theta_{\text{wfg,avg}}$ se vypočítá (lineární interpolace z $\Delta\theta_{\text{wfg}}$ podle spalovacího výkonu) podle vztahu:

$$\Delta\theta_{\text{wfg,avg}} = \Delta\theta_{\text{wfg,min}} + (\Delta\theta_{\text{wfg,max}} - \Delta\theta_{\text{wfg,min}}) \cdot \frac{\Phi_{\text{cmb,avg}} - \Phi_{\text{cmb,min}}}{\Phi_{\text{cmb,max}} - \Phi_{\text{cmb,min}}} \quad (5-72)$$

$X_{\text{O}_2,\text{fg,dry,avg}}$ se vypočítá (lineární interpolace z $X_{\text{O}_2,\text{fg,dry}}$ podle spalovacího výkonu) podle vztahu:

$$X_{O_2,fg,dry,avg} = X_{O_2,fg,dry,min} + (X_{O_2,fg,dry,max} - X_{O_2,fg,dry,min}) \cdot \frac{\Phi_{cmb,avg} - \Phi_{cmb,min}}{\Phi_{cmb,max} - \Phi_{cmb,min}} \quad (5-73)$$

5.2.4.8.7 Postup výpočtu α_{cond}

POZNÁMKA $\alpha_{ch,on,cond}$ může mít zápornou hodnotu, jestliže jsou hodnoty založeny na výhřevnosti paliva. Celkové ztráty budou vždy kladné, jestliže se budou vztahovat ke spalnému teplu podle 5.1.6.

Teplota spalin (na výstupu spalin z kotle) se vypočítá podle:

$$\theta_{fg} = \theta_{gnr,w,r} + \Delta\theta_{wfg} \quad (5-74)$$

kde:

$\theta_{gnr,w,r}$ je teplota vstupní (vratné) kotlové vody, vypočteno podle 5.2.5. (°C)

Předpokládá se, že teplota spalovacího vzduchu θ_{air} se u kotlů provedení B rovná teplotě místnosti, v níž jsou kotle instalovány, nebo u kotlů provedení C se rovná teplotě venkovního vzduchu.

Skutečné množství suchých spalin $V_{fg,dry}$ se vypočítá podle:

$$V_{fg,dry} = V_{fg,st,dry} \cdot \frac{20,94}{20,94 - X_{O_2,fg,dry}} \quad (5-75)$$

Skutečné množství suchého spalovacího vzduchu $V_{air,dry}$ se vypočítá podle:

$$V_{air,dry} = V_{air,st,dry} + V_{fg,dry} - V_{fg,st,dry} \quad (5-76)$$

POZNÁMKA $V_{fg,dry} - V_{fg,st,dry}$ je přebytek vzduchu.

Nasycená vlhkost vzduchu $m_{H_2O,air,sat}$ a spalin $m_{H_2O,fg,sat}$ se vypočítá podle θ_{air} (teplota spalovacího vzduchu), resp. θ_{fg} (teplota spalin) a vyjádří se jako kg vlhkosti na Nm³ suchého vzduchu nebo suchých spalin. Údaje lze získat z dále uvedené tabulky 5-20. Lineární nebo polynomiální interpolace se používá pro mezilehlé teploty.

Tabulka 5-20		Nasycená vlhkost v závislosti na teplotě							
Teplota (θ_{air} nebo θ_{fg})	°C	0	10	20	30	40	50	60	70
Nasycená vlhkost $m_{H_2O,air,sat}$ nebo $m_{H_2O,fg,sat}$	kg/Nm ³ _{dry}	0,00493	0,00986	0,01912	0,03521	0,06331	0,1112	0,1975	0,3596
POZNÁMKA Nasycená vlhkost se vyjadřuje jako kg vodní páry na Nm ³ suchého plynu (buď vzduchu, nebo spalin).									

Celková vlhkost spalovacího vzduchu $m_{H_2O,air}$ se vypočítá podle:

$$m_{\text{H}_2\text{O,air}} = m_{\text{H}_2\text{O,air,sat}} \cdot V_{\text{air,dry}} \cdot \frac{x_{\text{air}}}{100} \quad (5-77)$$

kde:

x_{air} je relativní vlhkost spalovacího vzduchu. Standardní hodnota je uvedena (°C) v tabulce 5-21 a 22.

Celková vlhkost spalin $m_{\text{H}_2\text{O,fg}}$ se vypočítá podle:

$$m_{\text{H}_2\text{O,fg}} = m_{\text{H}_2\text{O,fg,sat}} \cdot V_{\text{fg,dry}} \cdot \frac{x_{\text{fg}}}{100} \quad (5-78)$$

kde:

x_{fg} je relativní vlhkost spalin; standardní hodnota je uvedena v tabulce 5-21 a 22 (°C)

Množství kondenzátu $m_{\text{H}_2\text{O,cond}}$ se vypočítá podle:

$$m_{\text{H}_2\text{O,cond}} = m_{\text{H}_2\text{O,st}} + m_{\text{H}_2\text{O,air}} - m_{\text{H}_2\text{O,fg}} \quad (5-79)$$

Jestliže je hodnota $m_{\text{H}_2\text{O,cond}}$ záporná, nedochází ke kondenzaci. Pak platí $m_{\text{H}_2\text{O,cond}} = 0$ a $\alpha_{\text{cond}} = 0$.

Specifické latentní kondenzační teplo $h_{\text{cond,fg}}$ se vypočítá podle:

$$h_{\text{cond,fg}} = 2\,500\,600 \text{ J/kg} - \theta_{\text{fg}} \times 2\,435 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \quad (5-80)$$

nebo

$$h_{\text{cond,fg}} = 694,61 \text{ Wh/kg} - \theta_{\text{fg}} \times 0,676\,4 \text{ Wh/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \quad (5-81)$$

POZNÁMKA Rovnice (5-80) nebo (5-81) se používají podle výběru jednotky pro energii a čas.

Kondenzační teplo Q_{cond} se vypočítá podle:

$$Q_{\text{cond}} = m_{\text{H}_2\text{O,cond}} \cdot h_{\text{cond,fg}} \quad (5-82)$$

Jestliže je výpočet založen na výhřevnosti, pak se obnovené latentní kondenzační teplo α_{cond} vypočítá podle:

$$\alpha_{\text{cond}} = 100 \cdot \frac{Q_{\text{cond}}}{H_i} \quad (5-83)$$

Jestliže je výpočet založen na spalném teple, pak se využití latentní kondenzační teplo α_{cond} vypočítá podle:

$$\alpha_{\text{cond}} = 100 \cdot \frac{Q_{\text{cond}}}{H_s} \quad (5-84)$$

POZNÁMKA Standardní hodnoty uvedené pro tuto metodu jsou založeny na výhřevnosti.

5.2.4.8.8 Standardní údaje pro kondenzační kotle

TABULKA 5-21 STANDARDNÍ ÚDAJE O PALIVU PRO VÝPOČET VYUŽITÍ KONDENZAČNÍHO TEPLA

Vlastnost	Značka	Jednotka	Palivo			
			Zemní plyn (Groningen)	Propan	Butan	Lehký topný olej EL
Jednotka hmotnosti paliva			1 Nm ³	1 Nm ³	1 Nm ³	1 kg
Spalné teplo	H _s	kJ/kg nebo kJ/Nm ³	35 169 kJ/Nm ³	101 804 kJ/Nm ³	131 985 kJ/Nm ³	45 336 kJ/kg
Výhřevnost	H _i	kJ/kg nebo kJ/Nm ³	31 652 kJ/Nm ³	93 557 kJ/Nm ³	121 603 kJ/Nm ³	42 770 kJ/kg
Stechiometrický suchý vzduch	V _{air,st,dry}	Nm ³ /kg nebo Nm ³ /Nm	8,4 Nm ³ /Nm ³	23,8 Nm ³ /Nm ³	30,94 Nm ³ /Nm ³	11,23 Nm ³ /kg
Stechiometrické suché spaliny	V _{fg,st,dry}	Nm ³ /kg nebo Nm ³ /Nm	7,7 Nm ³ /Nm ³	21,8 Nm ³ /Nm ³	28,44 Nm ³ /Nm ³	10,49 Nm ³ /kg
Stechiometrický odběr vody	m _{H2O,st}	kg/kg nebo kg/Nm ³	1,405 kg/Nm ³	3,3 kg/Nm ³	4,03 kg/Nm ³	1,18 kg/kg

Tabulka 5-22	Standardní hodnoty pro výpočet α_{cond}				
Popis	Značka	Jednotka	Případ	Hodnota	
Relativní vlhkost spalovacího vzduchu	x_{air}	%	Všechny případy	50	
Relativní vlhkost spalin	x_{fg}	%	Všechny případy	100	
Rozdíl mezi teplotou vstupní (vratné) kotlové vody a teplotou spalin	$\Delta\theta_{\text{wfg}}$	°C	$\eta_{\text{gnr,Pn}} \geq 102$	20	
			$\eta_{\text{gnr,Pn}} < 102$	60	
Rozdíl mezi teplotou vstupní (vratné) kotlové vody a teplotou spalin při minimálním výkonu	$\Delta\theta_{\text{wfg,min}}$	°C	$\eta_{\text{gnr,Pmin}} \geq 106$	5	
			$\eta_{\text{gnr,Pn}} < 106$	20	
Obsah kyslíku ve spalinách při maximálním spalovacím výkonu	$X_{\text{O2,fg,dry}}$	-	Všechny případy	6	
Obsah kyslíku ve spalinách při minimálním spalovacím výkonu	$X_{\text{O2,fg,dry,min}}$	-	Modulace vzduchu i plynu	6	
			Modulace pouze plynu	15	

5.2.4.9 Soustavy s více kotli

5.2.4.9.1 Všeobecně

Obecně lze dílčí části s více kotli vypočítat jako paralelně zapojené samostatné dílčí části výroby tepla. Pro rozdělení $Q_{\text{H,gen,out}}$ mezi navržené kotle mohou být použita podobná kritéria, která jsou uvedena v 5.3.3.

5.2.4.9.2 Soustavy se spojitým řízením

Soustava se spojitým řízením sestává z N_{gnr} identických modulů nebo kotlů, z nichž každý je charakterizován maximálním a minimálním spalovacím výkonem $\Phi_{\text{cmb,i,max}}$ a $\Phi_{\text{cmb,i,min}}$ a které jsou smontovány jako jedna jednotka nebo jsou připojeny ke stejné napájecí síti.

Spalovací výkon celé soustavy se vypočítá podle:

$$\Phi_{\text{cmb}} = \Phi_{\text{cmb},i,\text{max}} \cdot N_{\text{gnr}} \quad (5-85)$$

5.2.4.9.3 Soustavy se spojitým řízením s hydraulickým vypínáním modulů pro pohotovostní režim

Jestliže je použit automatický řídicí systém, který uzavírá a odpojuje pohotovostní kotle a/nebo moduly od rozvodné sítě, musí se použít dále uvedený postup.

Počet $N_{\text{gnr,on}}$ kotlů a/nebo modulů, které jsou v provozu, se vypočítá podle:

$$N_{\text{gnr,on}} = \text{int}(N_{\text{gnr}} \cdot \beta_{\text{cmb}} + 1) \quad (5-86)$$

kde činitel zatížení β_{cmb} se vypočítá pro jednostupňový kotel se spalovacím výkonem Φ_{cmb} .

Skutečný výkon kotle se spojitým řízením se vypočítá podle postupu pro kotle s vícestupňovým řízením a za předpokladu, že:

- $\Phi_{\text{cmb,max}} = \Phi_{\text{cmb},i,\text{max}} \cdot N_{\text{gnr,on}}$
- $\Phi_{\text{cmb,min}} = \Phi_{\text{cmb},i,\text{min}}$

5.2.4.9.4 Soustavy se spojitým řízením bez hydraulického vypínání modulů pro pohotovostní režim

Jestliže není použit řídicí systém, který uzavírá a odpojuje pohotovostní kotle a/nebo moduly od rozvodné sítě, musí se použít dále uvedený postup.

Skutečný výkon kotle se spojitým řízením se vypočítá podle postupu pro kotle s vícestupňovým řízením a za předpokladu, že:

- $\Phi_{\text{cmb,max}} = \Phi_{\text{cmb},i,\text{max}} \cdot N_{\text{tot}}$
- $\Phi_{\text{cmb,min}} = \Phi_{\text{cmb},i,\text{min}} \cdot N_{\text{tot}}$

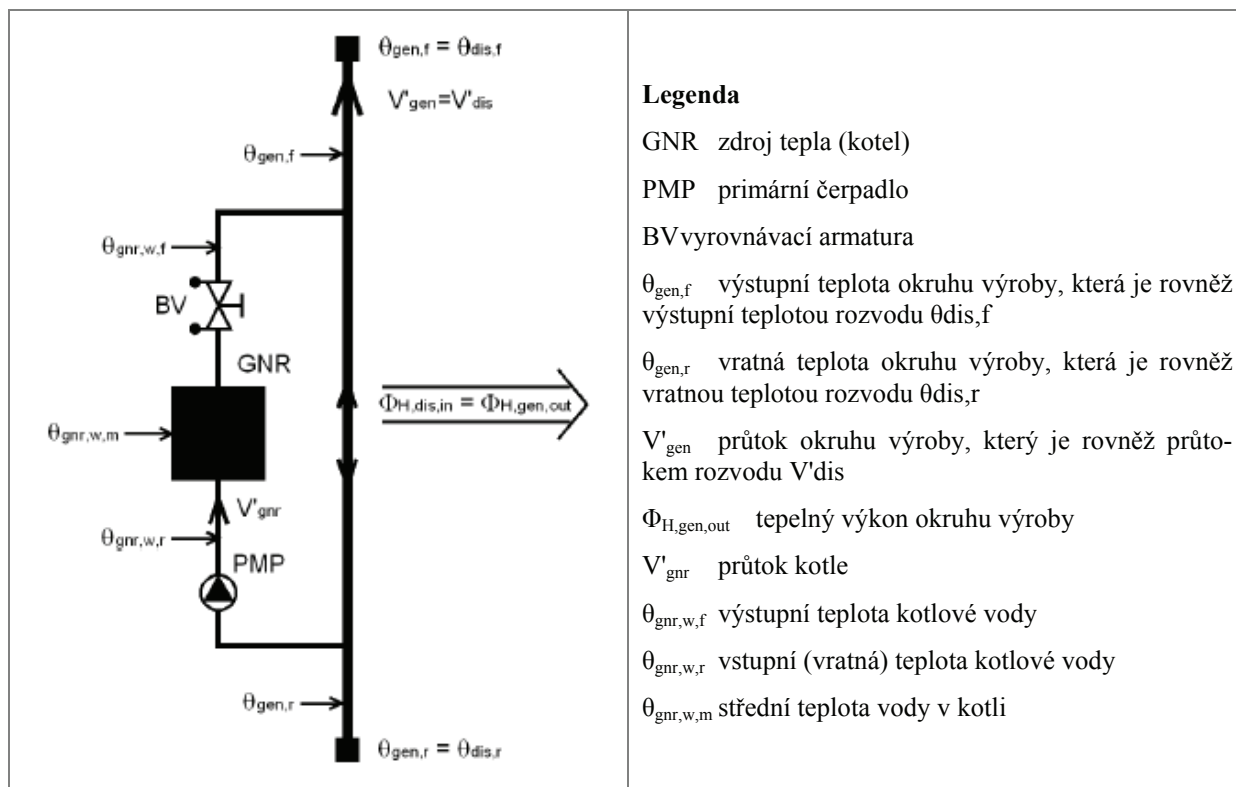
5.2.5 Výpočet teploty kotlové vody

5.2.5.1 Teplota výstupní a zpětné (vratné) kotlové vody

Pro přepočet součinitelů tepelných ztrát a pro výpočet tvorby kondenzátu v souladu se skutečnými provozními podmínkami jsou požadovány dále uvedené údaje:

- $\theta_{\text{gnr,w,m}}$ – střední teplota vody v kotli
- $\theta_{\text{gnr,w,r}}$ – střední teplota vstupní (vratné) vody do kotle.

Výpočet průtoku není podrobně popsán. Výpočtová hodnota průtoku se musí vypočítat samostatně pomocí vhodných metod.



OBRÁZEK 5-7

PŘÍKLAD OKRUHU VÝROBY TEPLA

Při výpočtu se začíná s dílčí částí sdílení tepla, přičemž se vezme v úvahu hydraulický návrh nebo skutečné hydraulické uspořádání, jakož i provoz tepelné soustavy. Následně se vezme v úvahu účinek okruhu dílčí části výroby tepla.

Okruh dílčí části výroby může zahrnovat směšovací, recirkulační nebo vyrovnávací přípojky. Tudiž průtok a teploty okruhu dílčí části výroby se mohou lišit od průtoku a teplot kotle.

V této části se používají dále uvedené indexy:

- gnr – pro hodnoty kotle (zdroje tepla)
- gen – pro hodnoty okruhu dílčí části výroby.

Příklad okruhu dílčí části výroby je znázorněn na obrázku 5-7.

5.2.5.2 Průtok kotlem je stejný jako průtok rozvodu (bez obtoku)

Jestliže je průtok kotle, V'_{gnr} , stejný jako průtok okruhu výroby, V'_{gen} , pak platí:

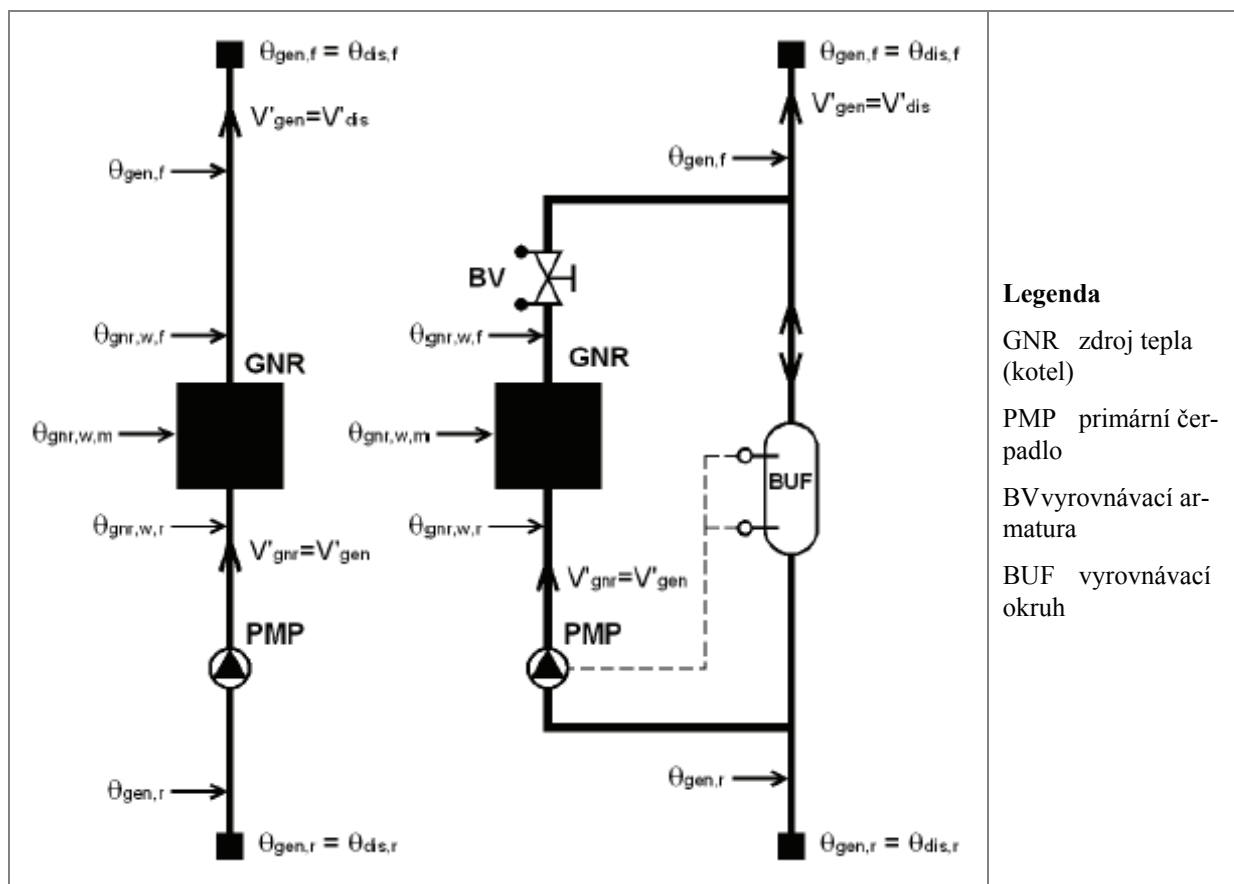
$$\theta_{gnr,w,f} = \theta_{gen,f} \quad (5-87)$$

$$\theta_{gnr,w,r} = \theta_{gen,r} \quad (5-88)$$

$$V'_{gnr} = V'_{gen} \quad (5-89)$$

Příklady těchto okruhů jsou uvedeny na obrázku 5-8.

POZNÁMKA Průtok ve vyrovnávacím okruhu je řízen a nemůže se zcela ochladit nebo ohřát.



OBRÁZEK 5-8 PRŮTOK KOTLEM JE STEJNÝ JAKO PRŮTOK ČÁSTÍ OKRUHU VÝROBY TEPLA

5.2.5.3 Průtok kotlem není stejný jako průtok částí rozvodu tepla (přípojka obtoku nebo oběhové čerpadlo)

Jestliže je průtok kotle, V'_{gnr} větší než průtok okruhu výroby, V'_{gnr} ($V'_{gnr} > V'_{gen}$), pak platí:

$$\theta_{gnr,w,f} = \theta_{gen,f} \quad (5-90)$$

$$\theta_{gnr,w,r} = \theta_{gen,w,f} - \frac{\Phi_{gnr,out}}{\rho_w \cdot c_w \cdot V'_{gnr}} \quad (5-91)$$

kde:

ρ_w je hustota vody; (kg/m³)
 c_w měrné teploty vody; (J/kg.K)/kg.K
 (Wh/kg.K^a)
 $\Phi_{gnr,out}$ tepelný výkon kotle. (kW)

^{a)} při výpočtu s časem ve vteřinách (s) je jednotka pro energii J, v hodinách (h) je Wh

POZNÁMKA $\theta_{gnr,w,r}$ je vyšší než $\theta_{gen,w,r}$.

Jestliže je průtok kotle, V'_{gen} , menší než průtok okruhu výroby, V'_{gnr} ($V'_{gnr} < V'_{gen}$), pak platí:

$$\theta_{gnr,w,r} = \theta_{gen,r} \quad (5-92)$$

$$\theta_{gnr,w,f} = \theta_{gen,w,r} + \frac{\Phi_{gnr,out}}{\rho_w \cdot c_w \cdot V'_{gnr}} \quad (5-93)$$

POZNÁMKA $\theta_{gnr,f}$ je vyšší než $\theta_{gen,f}$.

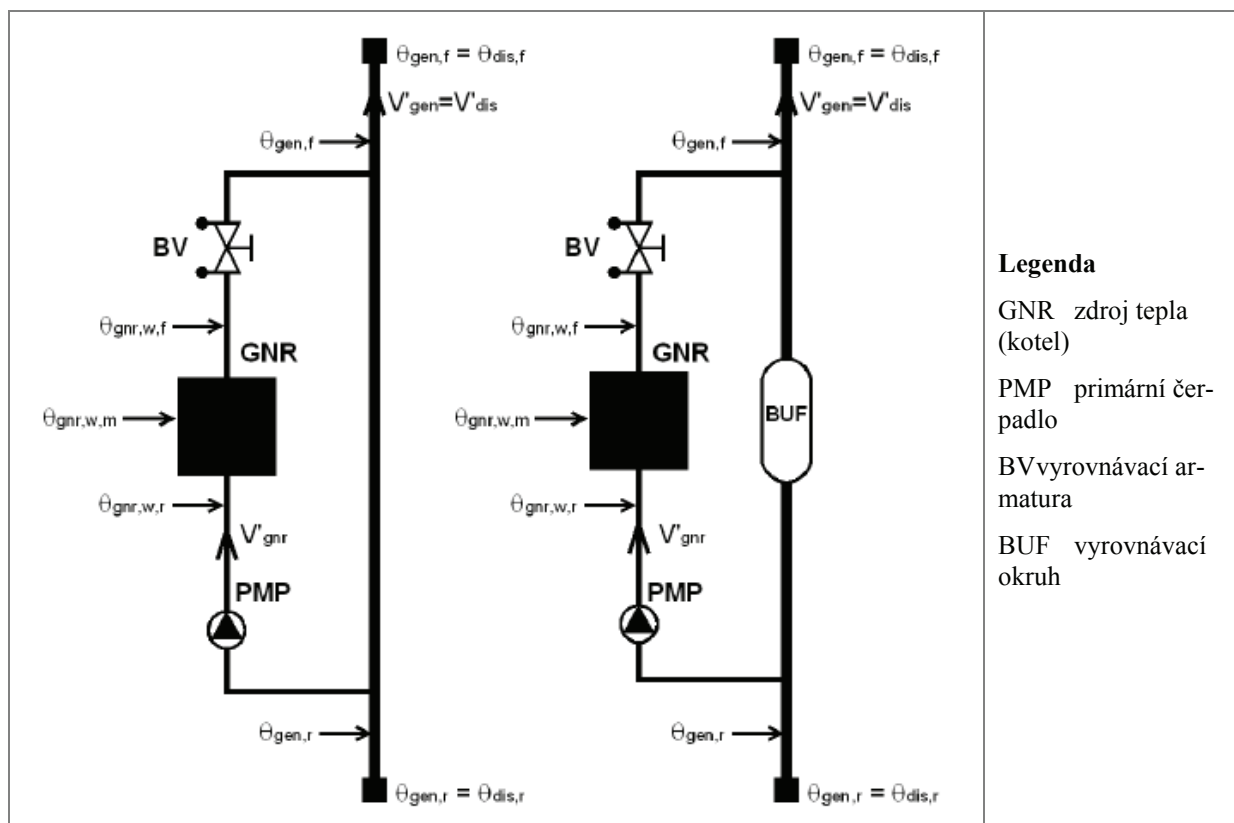
$\theta_{gnr,w,r}$ a $\theta_{gnr,w,f}$ jsou v každém případě dány vztahem:

$$\theta_{gnr,w,r} = \max \left[\theta_{gen,r}; \theta_{gen,w,f} - \frac{\Phi_{gnr,out}}{\rho_w \cdot c_w \cdot V'_{gnr}} \right] \quad (5-94)$$

$$\theta_{gnr,w,f} = \max \left[\theta_{gen,f}; \theta_{gen,w,r} + \frac{\Phi_{gnr,out}}{\rho_w \cdot c_w \cdot V'_{gnr}} \right] \quad (5-95)$$

které kombinují rovnice (5-90) až (5-93).

Příklady těchto okruhů jsou uvedeny na obrázku 5-9.



OBRÁZEK 5-9 PRŮTOK KOTLEM NENÍ STEJNÝ JAKO PRŮTOK ČÁSTÍ OKRUHU VÝROBY TEPLA

POZNÁMKA 1 Průtok V'_{gnr} kotlem je průměrný průtok. Použití vyrovnávacího okruhu umožňuje provoz okruhu výroby při nízkém průtoku pomocí přerušovaného provozu čerpadla kotle.

POZNÁMKA 2 Některé staré systémy zahrnují čerpadlo, které brání vzniku kondenzátu. Jeho průtok se přičítá k průtoku okruhu výroby a dává průtok kotle.

5.2.5.4 Paralelní zapojení kotle

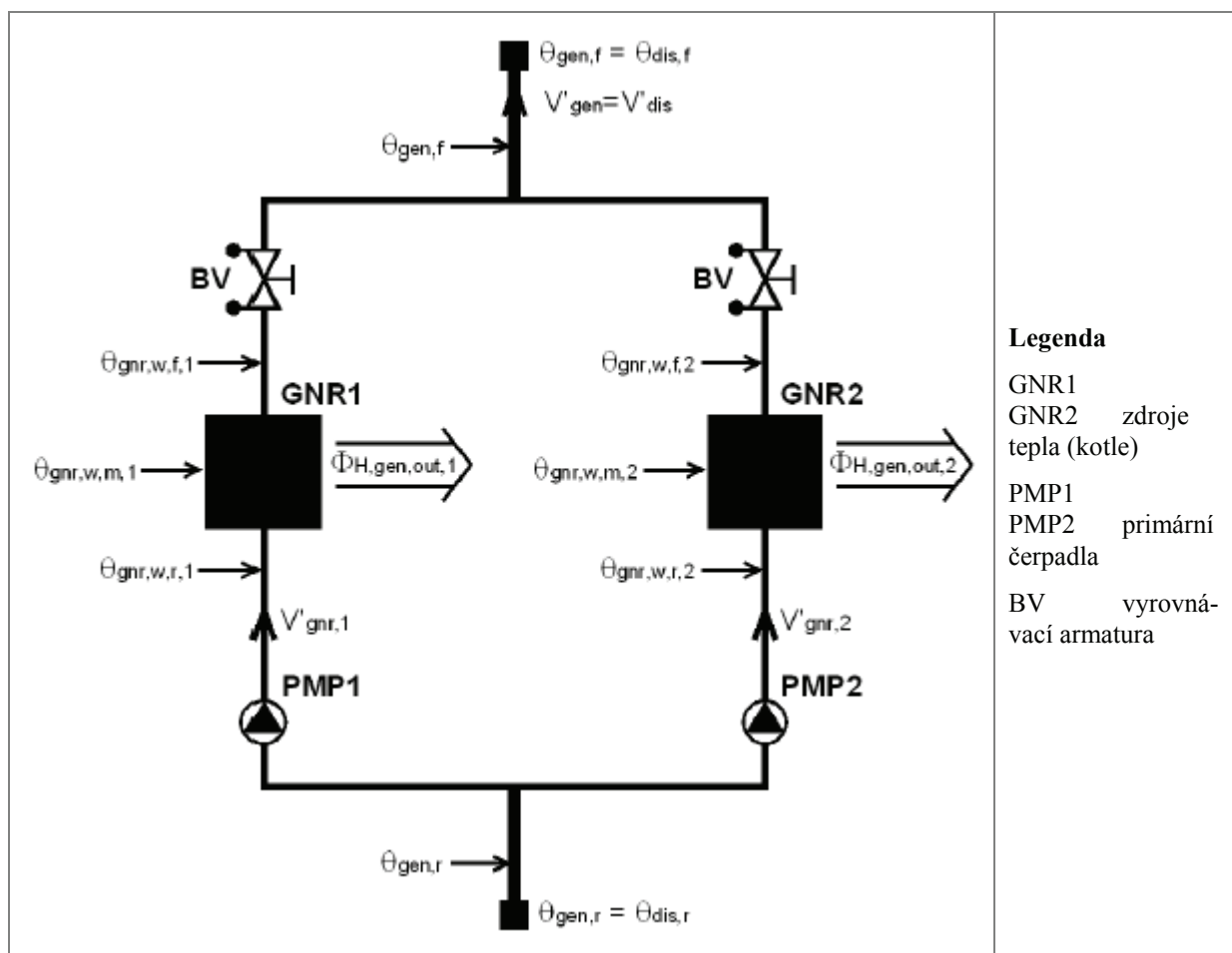
Jestliže je několik kotlů zapojeno paralelně, společná vstupní teplota, $\theta_{\text{gnr},r}$, a výsledná výstupní teplota, $\theta_{\text{gnr},f}$, se vypočítají podle 5.2.5.3 s použitím celkového průtoku a celkového tepelného výkonu.

Musí se stanovit průměrný tepelný výkon $\Phi_{\text{gnr},\text{out},i}$ a průtok $V'_{\text{gnr},i}$ každého kotle.

Následně se vypočítá výstupní teplota, $\theta_{\text{gnr},w,f,i}$, každého kotle i podle:

$$\theta_{\text{gnr},w,f,i} = \theta_{\text{gnr},w,r} + \frac{\Phi_{\text{gnr},\text{out},i}}{\rho_w \cdot c_w \cdot V'_{\text{gnr},i}} \quad (5-96)$$

Příklad paralelního zapojení je uveden na obrázku 5-10.



OBRÁZEK 5-10 PARALELNÍ ZAPOJENÍ KOTLŮ

5.2.5.5 *Střední teplota vody v kotli*

Střední teplota vody v kotli, $\theta_{\text{gnr,w,m}}$, je dána vztahem:

$$\theta_{\text{gnr,w,m}} = \frac{\theta_{\text{gnr,w,f}} + \theta_{\text{gnr,w,r}}}{2} \quad (5-97)$$

6 POSTUP CERTIFIKACE POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV V DÍLČÍ ČÁSTI VÝROBA TEPLA

6.1 POTŘEBA TEPLA

Potřeba tepla, kterou pokryje zdroj tepla (např. kotel) se stanoví

$$\dot{Q}_{H,out,gen} = Q_{H,out,gen} - Q_{H,sol} - Q_{H,rv,out,gen} \quad (6-1)$$

kde:

$\dot{Q}_{H,out,gen}$	je	měsíční užitná dodávka tepla	kWh/měsíc
$Q_{H,out,gen}$		měsíční nutná dodávka tepla do rozvodu tepla	kWh/měsíc
$Q_{H,rv,out,gen}$		měsíční dodávka tepla z větracích bytových zařízení pro vytápění prostorů	kWh/měsíc
$Q_{H,sol}$		energetický výnos ze slunečního zařízení pro vytápění prostorů	kWh/měsíc

Bude-li užito více kotlů, počítají se postupně jejich energetická užití.

Užijí-li se stejné kotle pro vytápění a přípravu TV, bude se omezovat v dalším výpočtu doba vytápění a provozní doba pro teplou vodu.

Maximální potřebný výkon pro výrobu tepla pro budovu nebo zónu budovy pro vytápění, přípravu TV, větrání se stanoví ze součtu všech výkonů při současném provozu nebo z nejvyššího výkonu v postupném zapojení (prioritním provozu).

$$\dot{Q}_{N,max} = \max(\dot{Q}_{N,gl}, \dot{Q}_{Vorrang}) \quad (6-2)$$

kde:

$\dot{Q}_{N,max}$	je	maximální jmenovitý výkon zdroje tepla	kW
$\dot{Q}_{Vorrang}$		výkon zdroje tepla při postupném (kaskádovém) provozu	kW
$\dot{Q}_{N,gl}$		jmenovitý výkon zdroje tepla při současném provozu	kW

6.2 DOBY PROVOZU

Zavedlo se uvažování poměru noční pokles/-odpojení nebo pokles na konci týdne/-odpojení, které platí také pro tepelné soustavy. Zátopové období se uvažuje formou referenčních hodnot doby užití prostoru a doby provozu zařízení. U bytových domů je doba užití 24 h/den a doba provozu vytápění 17 h/den.

6.2.1 Výpočtová denní doba vytápění

Denní výpočtová doba provozu se stanoví

$$t_{h,rL,T} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op}) \quad (6-3)$$

kde:

$t_{h,rL,T}$	je	denní výpočtová doba provozu	h
$f_{L,NA}$		činitel provozní doby – noční pokles/-odstavení	-
$t_{h,op}$		denní doba vytápění (také se značí $t_{h,op,d}$)	h

Činitel provozní doby – noční pokles/-odstavení $f_{L,NA}$ má hodnoty

- při nočním provozu $f_{L,NA} = 0$
- při nočním odstavení $f_{L,NA} = 1$
- při nočním poklesu

$$f_{L,NA} = 1 - \frac{\theta_{NA,Grenz} - \theta_e}{\theta_{NA,Grenz} - \theta_{e,min}} \quad s \quad f_{L,NA} \leq 1 \quad (6-4)$$

kde:

$\theta_{NA,Grenz}$	je	hraniční teplota nočního poklesu 10 °C	°C
θ_e		venkovní průměrná teplota v měsíci (značená $\theta_{e,m}$)	°C
$\theta_{e,min}$		denní návrhová teplota (-12 °C)	°C

6.2.2 Měsíční výpočetní provozní den

$$d_{h,rB} = d_{mth} \cdot \frac{365 - f_{L,WA} \cdot (365 - d_{Nutz,a})}{365} \cdot \frac{t_h}{d_{mth} \cdot 24} \quad (6-5)$$

kde:

$d_{h,rB}$	je	výpočetní provozní dny (v měsíci)	d
d_{mth}		počet dnů (v měsíci)	d
$f_{L,WA}$		činitel provozní doby – víkendový pokles/-odstavení	-
$d_{Nutz,a}$		roční užitná doba (u bytových domů 365 dnů)	d
t_h		doba vytápění (za měsíc)	h

Činitel provozní doby – víkendový pokles/-odstavení $f_{L,WA}$ má hodnoty

- při víkendovém provozu $f_{L,WA} = 0$
- při víkendovém odstavení $f_{L,WA} = 1$
- při víkendovém poklesu

$$f_{L,WA} = 1 - \frac{\theta_{WA,Grenz} - \theta_e}{\theta_{WA,Grenz} - \theta_{e,min}} \quad s \quad f_{L,WA} \leq 1 \quad (6-6)$$

kde:

$\theta_{WA,Grenz}$	je	hraniční teplota víkendového poklesu = 15 °C	°C
θ_e		venkovní průměrná teplota v měsíci (značená $\theta_{e,m}$)	°C
$\theta_{e,min}$		denní návrhová teplota (-12 °C)	°C

6.2.3 Měsíční výpočetní provozní doba vytápění

$$t_{h,rL} = t_{h,rLT} \cdot d_{h,rB} \quad (6-7)$$

kde:

$t_{h,rL,T}$	je	denní výpočtová doba provozu	h
$t_{h,rL,T}$	je	výpočtová doba provozu za měsíc	h
$d_{h,rB}$		výpočtové provozní dny za měsíc	d

Jestliže se různé vytápěcí okruhy provozují odlišně nebo existují další spotřebiče nebo jsou připojeny další rozvody (např. výroba chladu, větrací zařízení, atd.) uvažuje se pro zdroj tepla nejdelší provozní doba.

Otopné dny za měsíc se stanoví

$$d_{h,mth} = \frac{t_h}{24} \quad (6-8)$$

kde:

t_h	je	doba vytápění za měsíc	h
$d_{h,mth}$		otopné dny za měsíc	d

Měsíční dny užití se stanoví

$$d_{Nutz,mth} = \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot d_{mth} \quad (6-9)$$

kde:

$d_{Nutz,a}$	je	roční doba užití	d
d_{mth}		počet dnů za měsíc	d

6.3 KOTLE

6.3.1 Stanovení ztrát při výrobě tepla, vytápění $Q_{H,gen,ls}$

Výkon kotlů je stanoven tak, že stupeň zatížení je vždy $\beta_{h,i} \leq 1$.

Předpokládáme 1 kotel pro který se vypočte

$$\beta_h = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{\dot{Q}_N} \quad (6-10)$$

kde:

β_h	je	stupeň zatížení	-
$\dot{Q}_{d,in}$		průměrný tepelný výkon dodávaný do rozvodů	kW
$\dot{Q}_N$		jmenovitý výkon kotle	kW

6.3.1.1 Průměrný vyrobený dodávaný tepelný výkon

Jestliže výroba tepla kryje požadavky na vytápění nebo vytápění a přípravu TV, stanoví se průměrný tepelný dodávaný výkon

$$\dot{Q}_{d,in} = \frac{Q_{h,outg}}{d_{h,rB} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%})} \quad (6-11)$$

kde:

$\dot{Q}_{d,in}$	průměrný dodávaný tepelný výkon	kW
$Q_{h,outg}$	užitné dodávky tepla	
$d_{h,rB}$	výpočtový provozní den (během měsíce)	d

Jestliže v průběhu měsíce nejsou žádné požadavky na vytápění a tak $d_{h,rB} = 0$, bude rovněž $\dot{Q}_{d,in} = 0$.

Jestliže výroba tepla pokrývá kromě vytápění a přípravy TV ještě jiné tepelné požadavky (např. RLT), potom se stanoví průměrný tepelný dodávaný výkon podle rovnice

$$\dot{Q}_{d,in} = \frac{\sum Q_{h,outg}}{(t_{Betrieb,k} - t_{w,100\%}) \cdot d_{Nutz,mth}} \quad (6-12)$$

kde:

$\dot{Q}_{d,in}$	je	průměrný tepelný dodávaný výkon	kW
$\sum Q_{h,outg}$		součet všech užitných dodávek tepla	kW
$d_{Nutz,mth}$		výpočtová měsíční doba užití	d
$t_{Betrieb,K}$		měsíční provozní doba zdrojů tepla při uvažování všech odběratelů	d

6.3.1.2 Zařízení s více kotli

U zařízení s více kotli se rozlišují následující druhy provozů

6.3.1.2.1 Současný provoz (bez prioritního zapojení)

Všechny kotle se provozují současně k pokrytí provozní potřeby tepla. Stupeň zatížení jednotlivých kotlů odpovídá poměru z celkového průměrného tepelného výkonu do rozvodů k sumě výkonů kotlů.

$$\beta_{h,i} = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{\sum \dot{Q}_{N,j}} \quad (6-13)$$

kde:

$\beta_{h,j}$	je	stupeň zatížení	-
$\dot{Q}_{d,in}$		průměrný tepelný výkon dodávaný do rozvodů	kW
$\dot{Q}_N$		součet jmenovitých výkonů kotlů	kW

6.3.1.2.2 Postupné spínání¹² (prioritní zapojení)

Jmenovitý výkon jednotlivých kotlů se postupně v řadě podle regulačního zařízení přičítá ke kotli i. Pokud po každém stupni součet výkonů kotlů nedosáhne potřeby, jsou kotle 100 % zatíženy.

Teprve když sumace postupně připojovaných dílčích výkonů kotlů převýší potřebu, nachází se kotel, jehož výkon byl jako poslední připojen, v oblasti částečného zatížení. Pro tento n-tý kotel se stanoví zatížení kotle $\beta_{h,n}$.

Když

$$\dot{Q}_{d,in} < \sum \dot{Q}_{N,n}$$

$$\beta_{h,n} = \frac{\dot{Q}_{d,in} - \sum \dot{Q}_{N,n-1}}{\dot{Q}_{N,n}} \quad (6-14)$$

kde:

$\beta_{h,n}$	je	stupeň zatížení kotlů	-
$\dot{Q}_{d,in}$		průměrný tepelný výkon dodávaný do rozvodů	kW
$\dot{Q}_{N,n}$		jmenovitý výkon n-tého kotle	kW

6.3.1.2.3 Tepelná ztráta kotlů na vytápění

V této části se užije index i při výpočtu s více kotli.

Stanovení ztrát $Q_{h,g}$ a pomocné energie $Q_{h,g,aux}$ kotle se provede na podkladě jmenovitého tepelného výkonu $\dot{Q}_N$, účinností η_K 100%, $\eta_{K pl\%}$, (η_K 30%), podle směrnice 92/42/EWG (Směrnice o účinnosti kotlů)¹³, ztráty v pohotovostním stavu $q_{B,70}$ a elektrického výkonu P_{aux} zařízení kotle. Tato hodnota musí odpovídat buď měřením výrobku podle ČSN EN 304¹⁴, ČSN EN

¹² Např. kaskádová regulace

¹³ Směrnice Rady 92/42/EHS ze dne 21. května 1992 o požadavcích na účinnost nových teplovodních kotlů na kapalná nebo plynná paliva

¹⁴ ČSN EN 304 Kotle pro ústřední vytápění. Předpisy pro zkoušení kotlů pro ústřední vytápění s rozprašovacími hořáky na kapalná paliva

303-5¹⁵, ČSN EN 297¹⁶ nebo ČSN EN 656¹⁷ nebo se mohou, když není dostupná naměřená hodnota, použít standardní hodnoty.

Následně se přizpůsobí účinnost teplotě kotle v pracovním bodě.

Bude-li k dispozici teplo ze sluneční energie nebo z jiných zdrojů, potom je $Q_{h,outg}$ dosazeno prostřednictvím $Q_{h,outg}^*$ z rovnice (6-1). V každém případě se v průběhu příslušné provozní doby dosadí maximální požadovaná provozní teplota.

$$\theta_{HK,m} = \max(\theta_{HK,m}, Q_h^*, \theta_{r,Nutz}) \quad (6-15)$$

kde:

$\theta_{HK,m}$	je	střední teplota otopného okruhu	°C
θ_h^*		střední topná teplota pro topný registr po dobu užití (pro teplo-vzdušné vytápění)	°C
$\theta_{r,Nutz}$		střední topná teplota pro absorpční chladicí stroje po dobu užití	°C

U provozní doby se musí zvažovat, zda-li období různých procesů jsou současné nebo se vyskytují různě. V následujících rovnicích se kombinují doby s náležejícími teplotami, přičemž je třeba zvážit, že popisy se pro jednoduchost vztahují k normální provozní době.

Celková ztráta $Q_{h,g}$ vztažená k výhřevnosti (H_s) se vypočte

$$Q_{h,g} = \sum (Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB}) \quad (6-16)$$

kde:

$Q_{h,g}$	je	celková měsíční ztráta výroby tepla pro vytápění	kWh
$Q_{h,g,v,i}$		ztráta kotlů	kWh/d
$d_{h,rB}$		výpočtový provozní den (během měsíce)	d

denní výrobní ztráta kotlů $Q_{h,g,v,i}$ se stanoví v závislosti na středním stupni zatížení kotlů β_h a a základních oblastech zatížení stanovených ve zkušebně pro dílčí zatížení $\beta_{K,pl}$ (u olejových a plynových kotlů = 0,3, u automatických kotlů na biomasu mezi 0,3 až 0,5) a $\beta_{K,100\%}$ (=1,0):

když $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$

$$Q_{h,g,v,i} = \left[\left(\frac{\beta_{h,i}}{\beta_{K,pl}} \right) \cdot (\dot{Q}_{V,g,pl} - \dot{Q}_{B,h}) + \dot{Q}_{B,h} \right] \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \quad (6-17)$$

kde:

$\beta_{h,i}$	je	stupeň zatížení kotlů	-
---------------	----	-----------------------	---

¹⁵ ČSN EN 303-5 Kotle pro ústřední vytápění - Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční nebo samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 300 kW - Terminologie, požadavky, zkoušení a značení

¹⁶ ČSN EN 297 Kotle na plyná paliva pro ústřední vytápění. Kotle provedení B11 a B11BS s atmosférickými hořáky a s jmenovitým tepelným příkonem nejvýše 70 kW,

¹⁷ ČSN EN 656 Kotle na plyná paliva pro ústřední vytápění - Kotle provedení B s jmenovitým tepelným příkonem nad 70 kW, nejvýše však 300 kW

$\dot{Q}_{V,g,pl}$	ztrátový výkon kotlů při dílčím zatížení	kW
$\dot{Q}_{B,h}$	ztrátový výkon kotlů v pohotovostním (klidovém) stavu	kW
$t_{h,rL,T}$	denní výpočtová doba chodu	h
$t_{w,100\%}$	denní doba chodu kotlů pro ohřev pitné vody	h

když $\beta_{K,pl} < \beta_h < 1,0$

$$Q_{h,g,v,i} = \left[\left(\frac{\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}}{1 - \beta_{K,pl}} \right) \cdot (\dot{Q}_{V,g,100\%} - \dot{Q}_{V,g,pl}) + \dot{Q}_{V,g,pl} \right] \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \quad (6-18)$$

kde:

$\beta_{K,pl}$	je	stupeň zatížení kotlů při částečném výkonu	-
$\beta_{K,100\%}$		stupeň zatížení kotlů při jmenovitém výkonu	-
$\dot{Q}_{V,g,100\%}$		ztrátový výkon kotlů při jmenovitém výkonu	kW

Výpočet denního ztrátového výkonu $\dot{Q}_{V,g,100\%}$, $\dot{Q}_{V,g,pl\%}$, $\dot{Q}_{B,h}$

Ztrátový výkon kotlů v pohotovostním stavu $\dot{Q}_{B,h}$

$$\dot{Q}_{B,h} = q_{B,\theta} \cdot \frac{\dot{Q}_N}{\eta_{k,100\%}} \cdot f_{\frac{H_s}{H_i}} \quad (6-19)$$

kde:

$q_{B,\theta}$	je	ztráta v pohotovostním stavu při střední teplotě kotle	-
$\dot{Q}_N$		jmenovitý výkon kotle	kW
$\eta_{k,100\%}$		účinnost kotle při jmenovitém výkonu	-
$f_{\frac{H_s}{H_i}}$		poměr spalného tepla a výhřevnosti paliv	-

Pro ztrátu v pohotovostním stavu $q_{B,\theta}$ kotlů na vytápění při střední teplotě kotle platí

$$q_{B,\theta} = q_{B,70} \cdot \frac{(\theta_{HK,m} - \theta_i)}{(70 - 20)} \quad (6-20)$$

kde:

$q_{B,\theta}$	ztráta v pohotovostním stavu při střední teplotě kotle	-
$q_{B,70}$	ztráta v pohotovostním stavu (2-39)	-
$\theta_{HK,m}$	střední teplota kotle	°C
θ_i	teplota okolí kotle (13 °C v nevytápěném prostoru)	°C

Odchylují-li se střední kotlové provozní teploty $\theta_{HK,m}$ (u kondenzačních zařízení střední vratná teplota $\theta_{RL,m}$) od zkušebních teplot podle tabulky 6-1, přizpůsobí se účinnosti ke změněným teplotním podmínkám. Zkušební teplota $\theta_{g,test}$ je v tabulce 6-1 zkušební teploty kotlů na vytápění.

TABULKA 6-1

ZKUŠEBNÍ TEPLoty KOTLŮ NA VYTÁPĚNÍ

typ kotle	$\theta_{g,test100\%}$ zatížení 100%	$\theta_{g,test,pl}$ dílní zatížení
plyn / kapalná paliva		
standardní	70	50
nízkoteplotní	70	40
kondenzační	70	30 ^a
biomasa		
standardní	70	70

Teplotní korekce stanovených účinností za zkušebních podmínek ($\theta_{g,test100\%}$, $\theta_{g,test,pl}$) podle skutečných provozních teplot ($\theta_{HK,m}$, $\theta_{RL,m}$) se stanoví

$$\eta_{k,100\%,Betrieb} = \eta_{k,100\%} + G \cdot (\theta_{g,Test100} - \theta_{HK,m}) \quad (6-21)$$

$$\eta_{k,pl,Betrieb} = \eta_{k,pl} + H \cdot (\theta_{g,Testpl} - \theta_{HK,m}) \quad (6-22)$$

Jestliže je připojeno více otopných okruhů s rozdílnými teplotami, je pro $\theta_{HK,m}$ nebo $\theta_{RL,m}$ po každé dosazena nejvyšší hodnota.

U kondenzačního kotle bude při částečném zatížení dosazena v rovnicích (6-21) a (6-22) namísto teploty $\theta_{HK,m}$ střední vratná teplota $\theta_{RL,m}$.

TABULKA 6-2

TEPLITNÍ KOREKČNÍ ČINITELÉ

typ kotle	faktor G	faktor H
standardní	0	0,0004
nízkoteplotní	0,0004	0,0004
kondenzační plynový	0,002	0,002
kondenzační na kapalná paliva	0,0004	0,001
standardní na biomasu	0	0,0004

Ztrátový výkon při dílním zatížení

$$\dot{Q}_{v,g,pl} = \frac{f_{Hs} - \eta_{k,pl,Betrieb}}{\eta_{k,pl,Betrieb}} \cdot \beta_{K,pl} \cdot \dot{Q}_N \quad (6-23)$$

Ztrátový výkon při 100 % zatížení

$$\dot{Q}_{V,g,100\%} = \frac{\frac{f_{Hs}}{H_i} - \eta_{k,pl,Betrieb}}{\eta_{k,100\%,Betrieb}} \cdot \dot{Q}_N \quad (6-24)$$

kde:

$\dot{Q}_{V,g,pl}$	ztrátový výkon kotlů při dílčím zatížení	kW
$\dot{Q}_{V,g,100\%}$	ztrátový výkon kotlů při 100 % zatížení	kW
$\dot{Q}_N$	jmenovitý výkon kotle	kW
$\eta_{k,pl, Betrieb}$	účinnost kotle při částečném výkonu	-
$\eta_{k,100\%, Betrieb}$	účinnost kotle při jmenovitém výkonu	-
$\frac{f_{Hs}}{H_i}$	poměr spalného tepla a výhřevnosti paliv	-

6.3.1.3 Výpočet využitelných tepelných ztrát

Neregulované přínosy tepla ztrátami pláštěm ($q_{s,\theta}$) zdroje při instalaci uvnitř vytápěné zóny činí u zdroje

plynového speciálního kotle

$$q_{s,\theta} = 0,5 \cdot q_{B,\theta} \quad (6-25)$$

zbyvajících kotlů na vytápění

$$q_{s,\theta} = 0,75 \cdot q_{B,\theta} \quad (6-26)$$

Celkové množství ztrát sáláním $Q_{l,h,g}$ v ve sledovaném období se stanoví

$$Q_{l,h,g} = q_{s,\theta} \cdot \frac{\dot{Q}_N}{\eta_{k,100\%}} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \cdot d_{h,rB} \quad (6-27)$$

kde:

$Q_{l,h,g}$	je	neregulovaný přínos tepla v zóně ze zdroje tepla do otopné soustavy	kWh
$q_{s,\theta}$		ztráta povrchem zdroje tepla	-
$\dot{Q}_N$		jmenovitý výkon kotle	kW
$\eta_{k,100\%}$		účinnost kotle při 100 % zatížení	-
$t_{h,rL,T}$		denní výpočtová doba chodu	h
$t_{w,100\%}$		denní doba chodu kotlů pro ohřev teplé vody	h
$d_{h,rB}$		výpočtový provozní den (během měsíce)	d

6.3.2 Pomocná energie $Q_{h,g,aux}$

Pomocná energie pro výrobu tepla $Q_{h,g,aux}$ se stanoví z pomocného výkonu P_{aux} kotlů na vytápění (měřeno při 100%, částečném % zatížení a v pohotovostním stavu kotlů) při oběhovém množství s teplotním rozdílem přívodu a zpátečky 20 K a středním zatížením kotle $\beta_{h,i}$. Při útlumovém provozu se kotel provozuje s nižší teplotou a zkrácenou dobou. Tyto vlivy tak jako možné odpojení se zahrne výpočtovou dobou chodu.

$$Q_{h,g,aux} = \sum \left[P_{h,g,aux,i} \cdot \left(t_{h,rL} - t_{w,100\%} \cdot d_{m,t,h} \cdot \frac{d_{Nutz,a}}{365} \right) \right] + P_{aux,SB} \cdot (24 \cdot d_{mth} - t_{h,rL}) \quad (6-28)$$

když $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$

$$P_{h,g,aux,i} = \frac{\beta_{h,i}}{\beta_{K,pl}} \cdot (P_{aux,pl,i} - P_{aux,SB}) + P_{aux,SB} \quad (6-29)$$

když $\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1,0$

$$P_{h,g,aux,i} = \frac{\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}}{1 - \beta_{K,pl}} \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,pl}) + P_{aux,pl} \quad (6-30)$$

kde:

$Q_{h,g,aux,i}$	je pomocná energie při výrobě tepla	kWh
$P_{h,g,aux,i}$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu	kW
$P_{aux,SB}$	elektrický odebraný výkon kotly v pohotovostním stavu	kW
$P_{aux,pl}$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při částečném zatížení	kW
$P_{aux,100\%}$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při 100% zatížení	kW
$t_{h,rL}$	výpočtová doba chodu (v měsíci)	h
$t_{w,100\%}$	denní doba chodu kotlů pro ohřev pitné vody	h
d_{mth}	měsíční počet dnů	d

Při stanovení elektrického odebraného výkonu pro automatický kotel s podavačem na biomasu se rozlišují zapojení s akumulacním zásobníkem a bez zásobníku. U zařízení se zásobníkem se hodnoty $P_{aux,pl}$ nekorigují.

U zařízení se zásobníkem se uvažuje vyšší potřeba zapalovacího proudu v závislosti na poměru částečného základního zatížení kotle $\beta_{K,pl}$ a středního zatížení kotle ve sledovaném období $\beta_{h,i}$. Přizpůsobení hodnot $P_{aux,pl}$ na $P_{aux,pl,bio,kor}$ je podle vztahu

$$f_{b,Bio} = \frac{\beta_{K,pl}}{\beta_{h,i}} \quad (6-31)$$

Pro $1 < f_{b,Bio} < 3,0$ platí

$$P_{aux,pl,bio,kor} = P_{aux,pl} \cdot f_{b,Bio} \quad (6-32)$$

Když $f_{b,Bio} > 3,0$ platí

$$P_{\text{aux,pl,bio,kor}} = P_{\text{aux,pl}} \cdot 3 \quad (6-33)$$

Tato korigovaná hodnota $P_{\text{aux,pl,bio,kor}}$ se dosadí namísto $P_{\text{aux,pl}}$ do rovnice (2-29) a (2-30).

Okrajové podmínky při chybějících staandardních hodnotách

Jestliže pro výrobek nejsou dostupné charakteristické hodnoty, potom se pro další výpočty užijí následující standardní hodnoty:

- účinnost kotlů při 100 % zatížení a $\beta_{K,pl} = 0,3$ (do tepelného výkonu kotle 400 kW, při vyšších výkonech se užije příslušná hodnota pro $\dot{Q}_N = 400 \text{ kW}$)

$$\eta_{k,100\%} = \frac{(A + B \cdot \log \dot{Q}_N)}{100} \quad (6-34)$$

$$\eta_{k,pl} = \frac{(C + D \cdot \log \dot{Q}_N)}{100} \quad (6-35)$$

- účinnost kondenzačních kotlů na kapalná paliva

$$\eta_{k,100\%} = \frac{(A + B \cdot \log \dot{Q}_N)}{100} \quad (6-36)$$

$$\eta_{k,pl} = \frac{(C + D \cdot \log \dot{Q}_N)}{105} \quad (6-37)$$

Jestliže je u stávajících kotlů známa ztráta odvodem spalin q_A můžeme při zachování okrajových podmínek zjednodušit účinnost kotle $\eta_k = 100 - q_A - q_{St}$. Přitom $\eta_{k,100\%} = \eta_k$.

- Ztráta sáláním q_{St} se stanoví v závislosti na jmenovitém výkonu kotle $\dot{Q}_N$ v kW.

$$q_{St} = \frac{(K \cdot (\dot{Q}_N)^L)}{100} \quad (6-38)$$

- Tepelná ztráta v pohotovostním stavu $q_{B,70}$ se stanoví ze jmenovitého výkonu kotle $\dot{Q}_N$ v kW

$$q_{B,70} = \frac{(E \cdot (\dot{Q}_N)^F)}{100} \quad (6-39)$$

TABULKA 6-3

ČINITELÉ ÚČINNOSTI

typ kotle	rok výroby	činitel A	činitel B	činitel C	činitel D
přestavěné-/vícepalivové kotle	před 1978	77,0	2,0	70,0	3,0
	1978až 1987	79,0	2,0	74,0	3,0
kotel na pevná paliva (fosilní)	před 1978	78,0	2,0	72,0	3,0
	1978až 1994	80,0	2,0	75,0	3,0
	po 1994	81,0	2,0	77,0	3,0

TABULKA 6-3

ČINITELÉ ÚČINNOSTI

typ kotle	rok výroby	činitel A	činitel B	činitel C	činitel D
standardní kotle na vytápění					
plynové kotle speciální	před 1978	79,5	2,0	76,0	3,0
	1978 až 1994	82,5	2,0	78,0	3,0
	po 1994	85,0	2,0	81,5	3,0
kotle s ventilátorem	před 1978	80,0	2,0	75,0	3,0
	1978 až 1986	82,0	2,0	77,5	3,0
	1987 až 1994	84,0	2,0	80,0	3,0
	po 1994	85,0	2,0	81,5	3,0
výměna hořáku (pouze pro kotle s ventilátorem)	před 1978	82,5	2,0	78,0	3,0
	1978 až 1994	84,0	2,0	80,0	3,0
kotle na biomasu					
třída 3	od 1994	67	6	68	7
třída 2	od 1994	57	6	58	7
třída 1	od 1994	47	6	48	7
nizkotepelné kotle					
plynové kotel speciální	1978 až 1994	85,5	1,5	86,0	1,5
	po 1994	88,5	1,5	89,0	1,5
průtočné kotle 11 kW, 18 kW, 24 kW	před 1987	$\eta_{100\%} = 86 \%$		$\eta_{100\%} = 84 \%$	
	1987 až 1992	$\eta_{100\%} = 88 \%$		$\eta_{100\%} = 84 \%$	
kotle s ventilátorem	před 1987	84,0	1,5	82,0	1,5
	1987 až 1994	86,0	1,5	86,0	1,5
	po 1994	88,5	1,5	89,0	1,5
výměna hořáků (jen u kotlů s ventilátorem)	před 1987	86,0	1,5	85,0	1,5
	1987 až 1994	86,0	1,5	86,0	1,5
kondenzační kotel	před 1987	89,0	1,0	95,0	1,0
	1987 až 1994	91,0	1,0	97,5	1,0
	po 1994	92,0	1,0	98,0	1,0
zlepšený ^a kondenzační kotel	od 1999	94,0	1,0	103	1,0
^a Jestliže se při výpočtu užijí standardní hodnoty pro „zlepšený kondenzační kotel“, musí výrobní hodnota vestavěného kotle prokázat výše uvedené hodnoty účinnosti.					

TABULKA 6-4

ČINITELÉ TEPELNÉ ZTRÁTY SÁLÁNÍM

typ kotle	rok výroby	činitel L	činitel K
přestavěné-/vícepalivové kotle	před 1978	13,5	-0,3
	1978 až 1987	11,5	-0,3
kotel na pevná paliva (fosilní)	před 1978	13,0	-0,3
	po 1978	11,0	-0,3
standardní kotle na vytápění			
plynové kotle speciální	před 1978	12,0	-0,35
	po 1978	9,0	-0,45
kotle s ventilátorem (plyn/olej)	před 1978	12,0	-0,40
	po 1978	9,0	-0,37
nizkoteplotní kotle			
plynové kotel speciální	-	9,0	-0,45
průtočné kotle 11 kW, 18 kW, 24 kW	-	9,0	-0,60
kotle s ventilátorem (olej/plyn)	-	7,0	-0,40
kondenzační kotel (olej/plyn)	-	5,5	-0,40

TABULKA 6-5

TEPELNÍ ČINITELÉ POHOTOVOSTNÍHO STAVU

typ kotle	rok výroby	činitel E	činitel F
přestavěné-/vícepalivové kotle	před 1978	12,5	-0,28
kotel na pevná paliva (fosilní)	před 1978	12,5	-0,28
	1978 až 1994	10,5	-0,28
	po 1994	8,0	-0,28
standardní kotle na vytápění			
plynové kotle speciální	před 1978	8,0	-0,27
	1978 až 1994	7,0	-0,30
	po 1994	8,5	-0,40
kotle s ventilátorem (olej/plyn)	před 1978	9,0	-0,28
	1978 až 1994	7,5	-0,31
	po 1994	8,5	-0,40
kotle na biomasu	po 1994	14,0	-0,28
nizkoteplotní kotle			
plynové kotel speciální	před 1994	6,0	-0,32
	po 1994	4,5	-0,40
průtočné kotle kombinovaný kotel 11 kW, 18 kW, 24 kW	před 1994	q B, 70°C = 0,022	
kombinovaný kotel KSp b	po 1994	q B, 70°C = 0,022	
kombinovaný kotel DL a	po 1994	q B, 70°C = 0,012	

TABULKA 6-5

TEPELNÍ ČINITELÉ POHOTOVOSTNÍHO STAVU

typ kotle	rok výroby	činitel E	činitel F
kotle s ventilátorem (olej/plyn)	před 1994	7,0	-0,37
	po 1994	4,25	-0,40
kondenzační kotel (olej/plyn)	před 1994	7,0	-0,37
	po 1994	4,0	-0,40
kombinovaný kotel KSp b (11 kW, 18 kW, 24 kW)	po 1994	q B,70°C = 0,022	
kombinovaný kotel KSp b (11 kW, 18 kW, 24 kW)	po 1994	q B,70°C = 0,012	
a DL: kotel na vytápění s integrovanou přípravou TV, průtočný s výměníkem tepla (V < 2 l)			
b KSp: kotel na vytápění s integrovanou přípravou TV s malým zásobníkem (2< V < 10 l)			

TABULKA 6-6

 STANDARDNÍ HODNOTY PRO ELEKTRICKÝ ODEBRANÝ VÝKON $P_{aux,100\%}$ A
 $P_{aux,pl}$ A $P_{aux,SB}$ V kW, NOVÝ KOTEL PO 1994 V ZÁVISLOSTI NA JMENOVITÉM
 TEPELNÉM VÝKONU V kW

Kotel na vytápění s vířivým hořákem	$P_{aux,100} = \frac{45 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}}{1000}$	(6-40)
	$P_{aux,pl} = \frac{15 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}}{1000}$	(6-41)
	$P_{aux,SB} = 0,015$	(6-42)
Kotel na vytápění s atmosférickým hořákem do 250 kW	$P_{aux,100} = \frac{0,35 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-43)
	$P_{aux,pl} = \frac{0,1 \cdot \dot{Q}_N + 20}{1000}$	(6-44)
	$P_{aux,SB} = 0,015$	(6-45)
Kotel na vytápění s atmosférickým hořákem od 250 kW	$P_{aux,100} = \frac{0,7 \cdot \dot{Q}_N + 80}{1000}$	(6-46)
	$P_{aux,pl} = \frac{0,20 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-47)
	$P_{aux,SB} = 0,015$	(6-48)
Automatický kotel na vytápění s podáváním pelet, zařízení s tepelným zásobníkem při užití ohniště s ventilátorem zvyšují se hodnoty $P_{aux,100\%}$ a $P_{aux,pl}$ o 40%	$P_{aux,100} = \frac{2,0 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-49)
	$P_{aux,pl} = \frac{1,8 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-50)
	$P_{aux,SB} = 0,015$	(6-51)
Automatický kotel na vytápění s podáváním štěpky, zařízení s tepelným zá-	$P_{aux,100} = \frac{2,6 \cdot \dot{Q}_N + 60}{1000}$	(6-52)

TABULKA 6-6 STANDARDNÍ HODNOTY PRO ELEKTRICKÝ ODEBRANÝ VÝKON $P_{aux,100\%}$ A $P_{aux,pl}$, A $P_{aux,SB}$ V kW, NOVÝ KOTEL PO 1994 V ZÁVISLOSTI NA JMENOVITÉM TEPELNÉM VÝKONU V kW

sobníkem při užití ohniště s ventilátorem zvyšují se hodnoty $P_{aux,100\%}$ a $P_{aux,pl}$ o 40%	$P_{aux,pl} = \frac{2,2 \cdot \dot{Q}_N + 70}{1000}$	(6-53)
	$P_{aux,SB} = 0,015$	(6-54)

TABULKA 6-7 STANDARDNÍ HODNOTY PRO ELEKTRICKÝ ODEBRANÝ VÝKON KOTLY $P_{aux,100\%}$ A $P_{aux,pl}$ V kW V ZÁVISLOSTI NA JMENOVITÉM TEPELNÉM VÝKONU
 OSTATNÍ KOTLE A KOTLE SE STAVEM $\beta_{K,pl} = 0,3$ A PRO $P_{aux,pl}$ PRO REGULACI
 KOTLŮ S ODBĚREM ELEKTRINY SE UVAŽUJE $P_{AUX,SB} = 0,02$ kW

přestavěné-/vícepalivové kotle		$P_{aux,100} = 0,045 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-55)
		$P_{aux,pl} = 0,015 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-56)
kotel na pevná paliva (fosilní)		$P_{aux,pl} = P_{aux,100} = 0$	(6-57)
standardní kotle na vytápění	plynové kotle speciální	$P_{aux,100} = P_{aux,pl} = \frac{0,148 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-58)
	kotle s ventilátorem	$P_{aux,100} = 0,045 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-59)
		$P_{aux,pl} = 0,015 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-60)
nizkotepelní kotle	plynové kotle speciální	$P_{aux,100} = P_{aux,pl} = \frac{0,148 \cdot \dot{Q}_N + 40}{1000}$	(6-61)
	průtočné kotle	$P_{aux,100} = 0,045 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-62)
		$P_{aux,pl} = 0,015 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-63)
	kotle s ventilátorem (olej/plyn)	$P_{aux,100} = 0,045 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-64)
		$P_{aux,pl} = 0,015 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-65)
kondenzační kotel (olej/plyn)		$P_{aux,100} = 0,045 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-66)
		$P_{aux,pl} = 0,015 \cdot \dot{Q}_N^{0,48}$	(6-67)

6.4 PŘEDÁVACÍ STANICE (PS – CZT)

Tepelná ztráta $Q_{h,g,DS}$ předávacích stanic v domech (DPS) se stanoví

$$Q_{h,g} = H_{DS} \cdot (\theta_{DS} - \theta_i) \quad (6-68)$$

kde:

$Q_{h,g}$ je tepelná ztráta v DPS kWh/rok

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot \Phi_{DS}^{1/3} \quad (6-69)$$

$$\theta_{DS} = D_{DS} \cdot \theta_{\text{prim,DS}} + (1 - D_{DS}) \cdot \theta_{\text{sek,DS}} \quad (6-70)$$

kde:

H_{DS}	koeficient tepelné ztráty	kWh/K
B_{DS}	činitel vlivu druhu PS a kvality tepelné izolace podle třídy	kW
Φ_{DS}	jmenovitý tepelný výkon PS	kW
θ_{DS}	střední teplota PS stanovená jako průměrná teplota teploty pří- vodní a zpáteční	°C
D_{DS}	činitel vlivu druhu PS a teploty primární sítě	-
$\theta_{\text{prim,DS}}$	střední teplota primární tepelné sítě stanovená jako průměrná tep- lota teploty přívodní a zpáteční	°C
$\theta_{\text{sek,DS}}$	střední teplota sekundární tepelné sítě stanovená jako průměrná teplota teploty přívodní a zpáteční	°C
θ_i	výpočtová vnitřní teplota	°C

Dosadí-li se jmenovitý tepelný výkon Φ_{DS} DPS v kW a číselné hodnoty z tabulek, získáme roční tepelné ztráty $Q_{h,g,DS}$ v kWh/rok.

TABULKA 6-8 DDS ČINITEL VLIVU DRUHU PS A TEPLITY PRIMÁRNÍ SÍTĚ

druh předávací stanice	teplota primáru (návrhová) $\theta_{p,DS}$ °C	D_{DS}
teplovodní, nízká teplota	105	0,6
teplovodní, vysoká teplota	150	0,4
parní nízkotlaká	110	0,5
parní vysokotlaká	180	0,4

TABULKA 6-9 ČINITEL BDS VYJADŘUJÍCÍ VLIV DRUHU PS A PROVEDENÍ TEPELNÉ IZOLACE

druh předá- vací stanice	Třídy tepelné izolace prvků DPS podle DIN EN ISO 12241				
	tepelná izolace sekundární strany	4	3	2	1
	tepelná izolace primární strany	5	4	3	2
	teplovodní, nízká teplota	3,5	4,0	4,4	4,9
	teplovodní, vysoká teplota	3,1	3,5	3,9	4,3
	parní nízkotlaká	2,8	3,2	3,5	3,9
	parní vysokotlaká	2,6	3,0	3,3	3,7

V podstatě je možno provést i měsíční výpočet. Protože v normálním provozu tvoří zařízení jednotku, doporučuje se výpočtové období uvažovat roční. V některých případech má smysl oddělit hodnoty pro letní provoz a zimní provoz.

Pomocná energie PS je zanedbatelná (neuvažuje se čerpadlo a regulace). Je-li instalována ekvitermní regulace pro vytápění budovy, uvažuje se potřeba

$$Q_{h,g,aux} = 10 \text{ kWh/měsíc}$$

7 MAXIMÁLNÍ TEPELNÝ VÝKON V ZÓNĚ BUDOVY

7.1 OBECNĚ

Maximální tepelný výkon v zóně je nutný pro zjištění míry využití prvků zařízení pro vytápění, větrání a chlazení nebytových budov, přípravu TV a kogeneraci a tím pro stanovení potřeby tepla.

Maximální potřebný tepelný výkon v zóně se vypočítá z hrubé bilance do určité míry stacionárních poklesů tepla prostupem a větráním při zvážení klimatických podmínek návrhu pro případ vytápění. Přínosy tepla se uvažují nulové.

Jestliže existuje nucené větrání, je potřeba k výpočtu míry využití jednotlivých dílů zařízení zahrnout do maximálního výkonu dodatečný ohřev přiváděného vzduchu při nuceném větrání.

V maximálním tepelném výkonu není u nuceného větrání zahrnuta úprava venkovního přiváděného vzduchu na požadovaný stav. Potřebný výkon je proto je u zařízení pro větrání prostorů počítat odděleně.

Poznámka: Zde vypočítaný maximální tepelný výkon nenahrazuje výpočet návrhového tepelného výkonu pro jednotlivé díly zařízení podle příslušných norem.

7.2 VÝPOČET MAXIMÁLNÍHO TEPELNÉHO VÝKONU $\dot{Q}_{H,max}$ PRO NÁVRHOVÝ DEN (BEZ NUCENÉHO VĚTRÁNÍ)

$$\dot{Q}_{H,max} = \dot{Q}_{sin k,max} = \dot{Q}_{T,max} + \dot{Q}_{V,max} \quad (7-1)$$

kde:

$$\dot{Q}_{T,max} = \sum_j H_{T,j} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_{j,h,min}) \quad (7-2)$$

$$\dot{Q}_{V,max} = \sum_k H_{V,k} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_{k,h,min}) \quad (7-3)$$

kde:

$\dot{Q}_{H,max}$	je	maximální tepelný výkon	W
$\dot{Q}_{sin k,max}$		maximální tepelná ztráta (pokles)	W
$\dot{Q}_{T,max}$		maximální tepelná ztráta prostupem	W
$\dot{Q}_{V,max}$		maximální tepelná ztráta větráním	W
H_j		součinitel tepelné ztráty prostupem do sousední oblasti j	W/K
		• do venku H_D	
		• přes nevytápěný prostor do venku $H_{T,iu}$	
		• do sousední zóny vytápěné nebo chlazené) $H_{T,iz}$	
		• zeminou $H_{T,s}$	

$H_{V,k}$	součinitel tepelné ztráty způsobem větráním k • infiltrací $H_{V,inf}$ • větráním okny $H_{V,win}$ • mezi zónami $H_{V,z}$ Výměny vzduchu jsou vždy stanoveny při zvažení nutné užitné výměny vzduchu při neexistujícím nebo nezapojeném nuceném větráním	W/K
$\theta_{i,h,min}$	vnitřní návrhová teplota. Nejsou-li uvedeny žádné údaje, dosadí se $\theta_{i,h,min} = 20^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
$\theta_{j,h,min}$	případně $\theta_{k,h,min}$ teplota sousední oblasti nebo proudu ze sousední oblasti při návrhových podmínkách: např.: • $\theta_{j,h,min}$ návrhová teplota • $\theta_{e,min}$ návrhová teplota • $\theta_{z,min}$ vnitřní teplota sousední zóny pro návrh v zimě • $\theta_{u,h,min}$ teplota sousední nevytápěné oblasti s $\theta_{e,min}$ a $\Phi_u = 0$ (když se nezjednoduší přepočtem teplotním činitelem)	$^\circ\text{C}$

Návrhové podmínky

Uvažují se tyto okrajové podmínky:

- klimatické podmínky ($\theta_{e,min}$) návrhového dne pro vytápění
- vnitřní přínosy tepla a tepelné zisky se uvažují 0
- neuvažuje se omezený provoz během noční doby
- pro množství větracího vzduchu (infiltrací a větráním okny) se užijí hodnoty po dobu užití
- tepelné přínosy a přínosy chladu z výroby tepla, chladu, akumulace a rozvodů se neuvažují.

7.3 POTŘEBNÝ MAXIMÁLNÍ TEPELNÝ VÝKON $\dot{Q}_{H,max,res}$ PŘI UVAŽOVÁNÍ NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

$$\dot{Q}_{H,max,res} = \dot{Q}_{sin k,max} = \dot{Q}_{T,max} + \dot{Q}_{V,max} + \dot{Q}_{V,mech,min} \quad (7-4)$$

kde:

$$\dot{Q}_{T,max} = \sum_j H_{T,j} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_{j,h,min}) \quad (7-5)$$

$$\dot{Q}_{V,max} = \sum_k H_{V,k} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_{k,h,min}) \quad (7-6)$$

$$\dot{Q}_{V,mech,min} = \dot{V}_{mech,min} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_{V,mech}) \quad (7-7)$$

kde:

$\dot{Q}_{H,max}$	je	maximální tepelný výkon	W
$\dot{Q}_{sin k,max}$		maximální tepelná ztráta (pokles)	W
$\dot{Q}_{T,max}$		maximální tepelná ztráta prostupem	W
$\dot{Q}_{V,max}$		maximální tepelná ztráta větráním	W
$\dot{Q}_{V,mech,min}$		tepelná ztráta nuceným větráním	W
H_j		součinitel tepelné ztráty prostupem do sousední oblasti j • do venku H_D • přes nevytápěný prostor do venku $H_{T,iu}$ • do sousední zóny vytápěné nebo chlazené) $H_{T,iz}$ • zeminou $H_{T,s}$	W/K
$H_{V,k}$		součinitel tepelné ztráty způsobem větráním k • infiltrací $H_{V,inf}$ • větráním okny $H_{V,win}$ • mezi zónami $H_{V,z}$ vždy s ohledem na měsíční bilanci větracího zařízení	W/K
$\theta_{i,h,min}$		vnitřní teplota pro návrh vytápění. Nejsou-li uvedeny žádné údaje, dosadí se $\theta_{i,h,min} = 20^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
$\theta_{j,h,min}$		případně $\theta_{k,h,min}$ teplota sousední oblasti nebo proudu ze sousední oblasti při návrhových podmínkách: např: • $\theta_{e,min}$ návrhová teplota • $\theta_{z,min}$ vnitřní teplota sousední zóny pro návrh v zimě	$^\circ\text{C}$
$\dot{V}_{mech,min}$		nejmenší množství vzduchu při nuceném větrání při návrhových podmínkách v případě vytápění bez zvláštního zadání $\dot{V}_{mech,min} = \dot{V}_{mech,b}$	m^3/h
$\theta_{V,mech,WLA}$		teplota přiváděného vzduchu nuceným větráním při návrhových podmínkách v případě vytápění a podle návrhové teploty $\theta_{e,min}$	$^\circ\text{C}$
$c_{p,a}$		měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$	kJ/kg.K
ρ_a		hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$	kg/m^3
$c_{p,a} \cdot \rho_a$		se dosadí 0,34	$\text{Wh/m}^3.\text{K}$

Bez nuceného větrání platí:

$$\dot{Q}_{h,max,res} = \dot{Q}_{h,max} \quad (7-8)$$

Poznámka: Stanovení potřebného topného výkonu pro nucené větrání při úpravě nuceně přiváděného vzduchu ze stavu venkovního prostředí na stav přiváděného vzduchu je v dílčí části větrání.

8 TEPELNÁ ČERPADLA

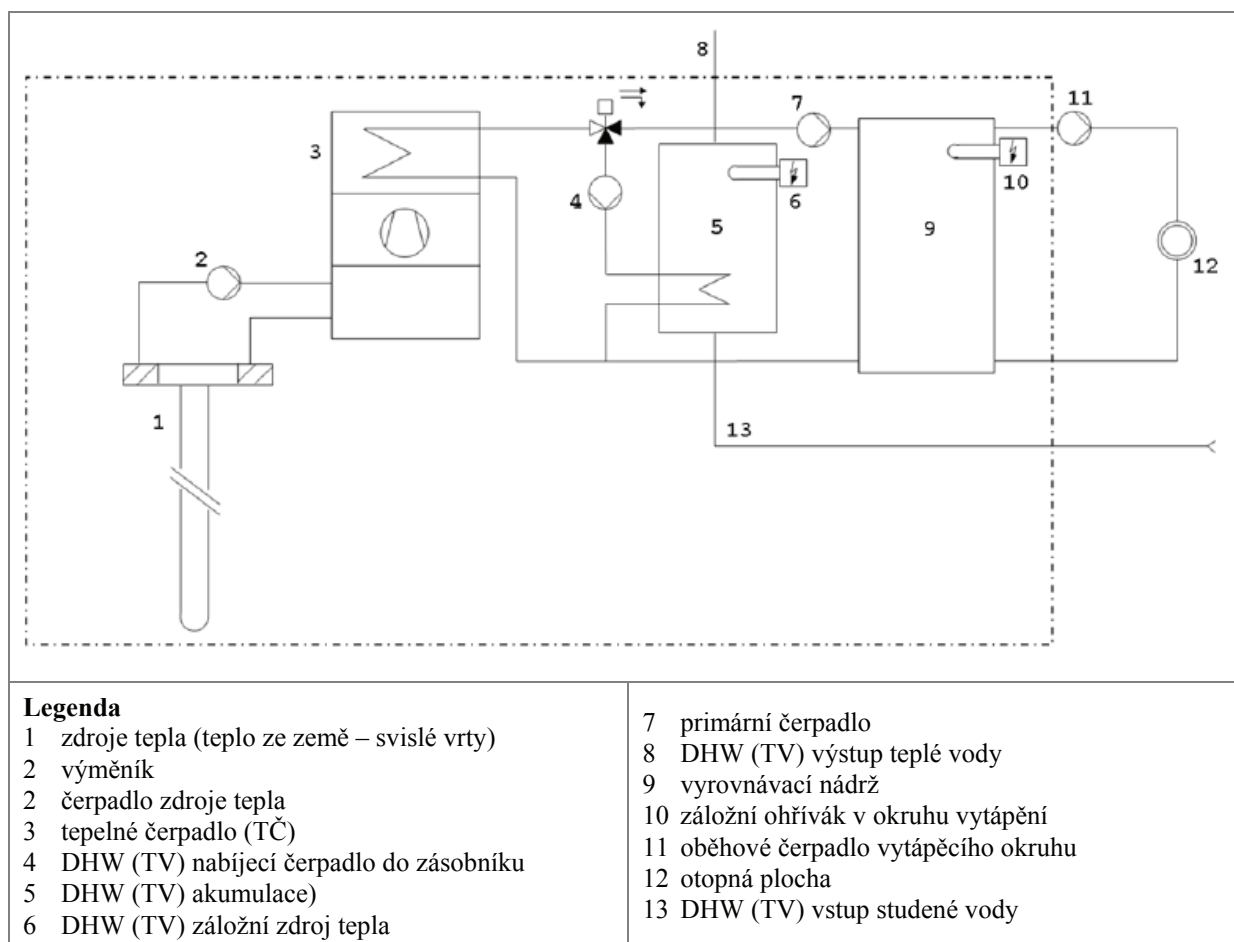
8.1 METODA

8.1.1 Tepelná bilance dílčí část zdroje tepla

8.1.1.1 Systémová hranice

Systémová hranice definuje prvky celé tepelné soustavy. Pro dílčí část zdroje tepla TČ systémová hranice zahrnuje zdroj tepla, připojené vnitřní a vnější akumulace a záložní elektrický ohřívač. Pomocná zařízení spojená s dílčí soustavou zdroje se zvažují není-li přenos energie převeden do dílčí části rozvodu energie. Záložní zdroje tepla vyžadující záložní energii se počítají podle příslušné normy ČSN EN 15316-x.

Systémová hranice je zřejmá z obrázku 8-1.



OBRÁZEK 8-1 PŘÍKLAD HRANICE DÍLČÍ ČÁSTI

8.1.1.2 Fyzikální činitele ovlivňující ocenění

Výpočetní metoda zvažuje následující fyzikální činitele, které ovlivňují výkonové číslo¹⁸ a tudíž na požadovaný energetický vstup do dílčí části rozvody tepla:

- druh konfigurace zdroje, TČ (monovalentní, bivalentní)
- druh TČ (podle pohánějící energie např. na elektřinu nebo plyn, termodynamického cyklu – VVC¹⁹, VAC)
- kombinace zdroje tepla pro TČ a poklesu tepla (země-voda, vzduch-vzduch)
- požadavky dílčí části rozvody vytápění a přípravy TV
- účinek teplotních změn zdroje tepla TČ a poklesu tepla na tepelný výkon a COP²⁰ podle standardních zkoušek
- účinky regulace kompresoru při provozu a dosažení tepelného výkonu (zavřeno-otevřeno, krokově, jednotky s proměnnou rychlostí) pokud se projeví v tepelném výkonu a COP podle standardních zkoušek a zkoušek při částečném zatížení
- pomocná energie potřebná k provozu dílčí části a neuvažovaná při standardních zkouškách tepelného výkonu a COP
- tepelné ztráty dílčí soustavy zdroje pro prvky vytápění a přípravy TV včetně spojovacího potrubí
- umístění dílčí části zdroje tepla TČ.

8.1.1.3 Výpočetní postup

Výpočet se provede na podkladě vstupních dat:

- typu, konfigurace a projektu dílčí části TČ
- druhu regulace dílčí části
- okolních podmínek (venkovní teplota, změny teploty zdroje tepla v průběhu roku)
- požadavků na teplo pro vytápění a přípravu TV

Na podkladě vstupních údajů se vypočítají následující výstupní údaje:

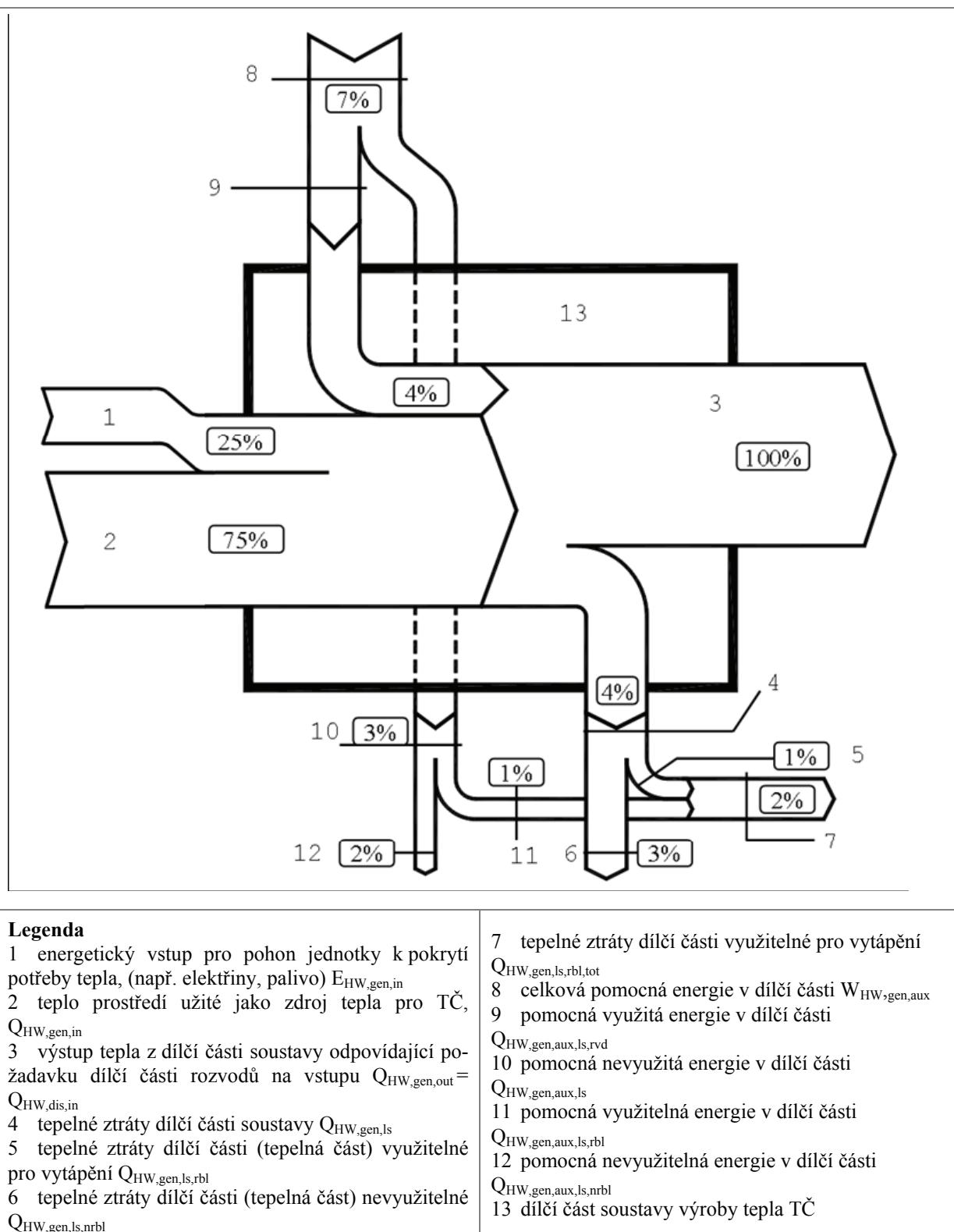
- požadovaný energetický vstup jako energii pro pohon jednotky $E_{HW,gen,in}$ (elektřina, plyn, odpadní teplo, sluneční teplo) ke splnění požadavků na vytápění a / nebo přípravu TV
- celkové ztráty dílčí části soustavy $Q_{HW,gen,ls,tot}$
- celkové využitelné tepelné ztráty $Q_{HW,gen,ls,rbl,tot}$
- celkovou požadovanou pomocnou energii $W_{HW,gen,aux}$ k provozu dílčí části soustavy.

Na obrázku 8-2 je tepelná bilance pro dílčí část soustavy TČ.

¹⁸ Rozumí se také topný faktor; hodnota je vždy za časové období

¹⁹ VCC je kompresorový cyklus, VAC je absorpční cyklus

²⁰ COP coefficient of performance – výkonové číslo nebo topný faktor



OBRÁZEK 8-2

ENERGETICKÁ BILANCE DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY ZDROJ TEPLA, TČ

Čísla v obrázku 8-2 vyjadřují procenta energetických toků k zajištění potřeby pro část soustavy rozvody (100%). Smyslem je nastínit představu o velikosti jednotlivých toků energie.

Hodnoty závisí na výše uvedených fyzikálních činitelích. Hodnoty jsou odvozeny pro monovalentní kompresorové TČ na elektřinu se zdrojem tepla země a s vyrovnávacím zásobníkem.

8.1.2 Energetický vstup k zajištění tepelných požadavků

Energetickou bilanci dílčí části soustavy pro TČ poháněné elektřinou definuje rovnice:

$$E_{HW,gen,in} = Q_{HW,gen,out} + Q_{HW,gen,ls} - Q_{HW,gen,in} - k_{gen,aux,ls,rvd} \cdot W_{HW,gen,aux} \quad (8-1)$$

kde:

$E_{HW,gen,in}$	je elektřina, palivo nebo tepelný vstup pro pohon TČ k pokrytí tepelných požadavků části soustavy rozvody	(J)
$Q_{HW,gen,out}$	energetické požadavky dílčí části rozvody tepla	(J)
$Q_{HW,gen,ls}$	tepelné ztráty dílčí části zdroj tepla TČ	(J)
$Q_{HW,gen,in}$	teplo prostředí užitá jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo	(J)
$k_{gen,aux,ls,rvd}$	využitá část pomocné energie	(-)
$W_{HW,gen,aux}$	vstup pomocné energie k provozu části soustavy zdroj tepla.	(J)

U tepelných čerpadel poháněných elektřinou:

- výraz $E_{HW,gen,in}$ je vstupem elektrické energie pro N potřeb tepla dílčí části rozvodu tepla. To zahrnuje elektřinu pro tepelné čerpadlo a případně instalovaný záložní elektrický zdroj. I když se elektrický příkon pro TČ stanoví podle standardní zkoušky v ČSN EN 14511²¹, $E_{HW,gen,in}$ také zahrnuje část pomocných energií obsažených v COP. Podle ČSN EN 14511 se zvažuje pomocná energie na systémové hranici TČ, např. pro regulaci a bezpečnostní zařízení během provozu, proporcionální energetický vstup pro čerpadla a ventily k dopravě tepelné látky uvnitř jednotky a eventuální energie pro odmrazování
- $W_{HW,gen,aux}$ zahrnuje pouze část neobsaženou v COP podle ČSN EN 14511. $k_{gen,aux,ls,rvd}$ popisuje část pomocné energie, která je využita jako tepelná energie, např. u čerpadel, kde část pomocné energie je přímo přeměněna do teplonosné látky jako tepelná energie. Tato část je již zahrnuta v COP podle ČSN EN 14511 pro elektricky poháněná TČ, takže $k_{gen,aux,ls,rvd} = 0$
- pro tepelné ztráty $Q_{HW,gen,ls}$, jsou tepelné ztráty pláštěm zanedbatelné. U soustav s vyrovnávacími zásobníky nebo zásobníky TV se uvažují tepelné ztráty z těchto zásobníků včetně zdrojových rozvodů

Pro pohon spalovacím motorem a absorpční čerpadlo:

- $E_{HW,gen,in}$ vyjadřuje vstup pohonné energie ke krytí potřeb tepla v části rozvodu tepla. Pro pohon TČ spalovacím motorem je energií palivo, např. nafta, zemní plyn. Pro tepelně poháněná absorpční tepelná čerpadla, palivové spalovací komory, sluneční energii nebo odpadové teplo může být pohonná energie vstupem

²¹ EN 14511:2007 (all parts), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling; ČSN EN 14511 Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru

- $Q_{HW,gen,out}$ je tepelný energetický výstup z části soustavy zdroje tepla a je roven tepelnému požadavku části soustavy rozvodu tepla. Zahrnuje všechny části využitého tepla z jednotky nebo spalín. Tzn. že využité teplo z jednotky je zcela uvažováno v systémové hranici části soustavy zdroje tepla
- $k_{gen,aux,ls,rvd}$ udává část využití pomocné energie v tepelnou energii a závisí na zkušební metodě. Část $k_{gen,aux,ls,rvd} = 0$ je pro využitou pomocnou energii již zahrnutou v COP.

8.1.3 Pomocná energie $W_{HW,gen,aux}$

Pomocná energie je potřeba k provozu dílčí části soustavy zdroje tepla TČ, např. čerpadla zdroje tepla pro TČ, regulace, apod. Podobně jako u elektricky poháněných jednotek tepelný výkon a COP je počítán podle výsledků zkoušek provedených podle ČSN EN 14511 a pouze pomocná energie nezahrnutá ve výsledcích zkoušek, např. energie k překonání poklesu vnějšího tlaku a energie v klidovém stavu se uvažuje ve $W_{HW,gen,aux}$.

Pomocná energie se vykazuje pro dílčí část zdroje tepla pokud není žádný přenos energie do části rozvodu. Tudíž oběhové čerpadlo se uvažuje v části rozvodu, i když je hydraulicky odděleno. Při hydraulickém oddělení části zdroje a různých částí rozvodů, např. hydraulickým oddělovačem u vytápění nebo akumulací TV v paralelním zapojení se primární čerpadlo uvažuje v části zdroje tepla.

V tomto případě se zvažuje energie k překonání poklesu tlaku. Není-li navrženo primární čerpadlo ani hydraulické oddělení části zdroje a částí rozvodů, hodnota COP se koriguje podle poklesu vnitřního tlaku a je zahrnuta v hodnotě COP stanovené standardní zkouškou.

8.1.4 Využitelné, využití a nevyužitelné tepelné ztráty

Ne všechny vypočítané tepelné ztráty soustavy jsou ztraceny. Část z nich je využitelná a část využitelných ztrát je využita. Využití tepelné ztráty určuje umístění jednotky a činitel užití (poměr zisky/ztráty) podle ČSN EN ISO 13790.

Využitelné tepelné ztráty $Q_{HW,gen,ls,rbl}$ jsou např. ztráty pláštěm jednotky, ztráty z akumulačních zásobníků jsou-li instalovány ve vytápěném prostoru. Je-li jednotka instalována v nevytápěném prostoru, ztráty povrchem jednotky jsou nevyužitelné. Spalinové ztráty jednotky poháněné motorem se považují za nevyužitelné, protože všechny využití spalinové ztráty uvnitř systémové hranice se zahrnují do tepelného výkonu $Q_{HW,gen,out}$.

8.1.5 Výpočetní období

Výkon tepelného čerpadla výrazně závisí na provozních podmínkách, hlavně teplotních změnách zdroje tepla pro TČ. Protože tyto teploty značně kolísají v průběhu otopného období i celého roku, náročnost TČ je hodnocena pro období s definovanou změnou teploty. Výpočetní období není spojeno s časovou stupnicí, např. s měsíčními hodnotami, ale je vztaženo k četnosti venkovní teploty vzduchu²² (bin calculation).

Nicméně se může užít vhodný přístup zpracování meteorologických údajů tak, aby se provedly výpočty s průměrnými měsíčními a hodinovými hodnotami, bude-li to nutné.

²² bin - statistical temperature class (sometimes a class interval) for the outdoor air temperature, with the class limits expressed in a temperature unit; statistická teplotní třída (často interval) pro venkovní teplotu s omezením rozmezí třídy vyjádřeném teplotou (zpravidla 1 °C). Užije se při tvorbě denostupňů

Přesnost stanovení hodnot COP je průměrně 5 %, přesnost výpočtu teplot (bin calculation) je cca 6 %.

8.1.6 Výpočet po zónách

Otopná soustava se může rozdělit do zón s různými dílčími částmi rozvodů tepla. Zvláštní okruh se použije pro TV. Může se uplatnit několik dílčích soustav zdroje tepla s TČ.

Celkový okamžitý tepelný požadavek všech částí rozvodů tepla se rovná celkovému tepelnému výkonu (výstupu dílčí části zdrojů tepla).

$$\sum_j Q_{H,gen,out,j} = \sum_k Q_{H,dis,in,k} \quad (8-2)$$

kde:

$Q_{H,gen,out,j}$ je tepelný požadavek vytápění, který kryje zdroj tepla j (J)

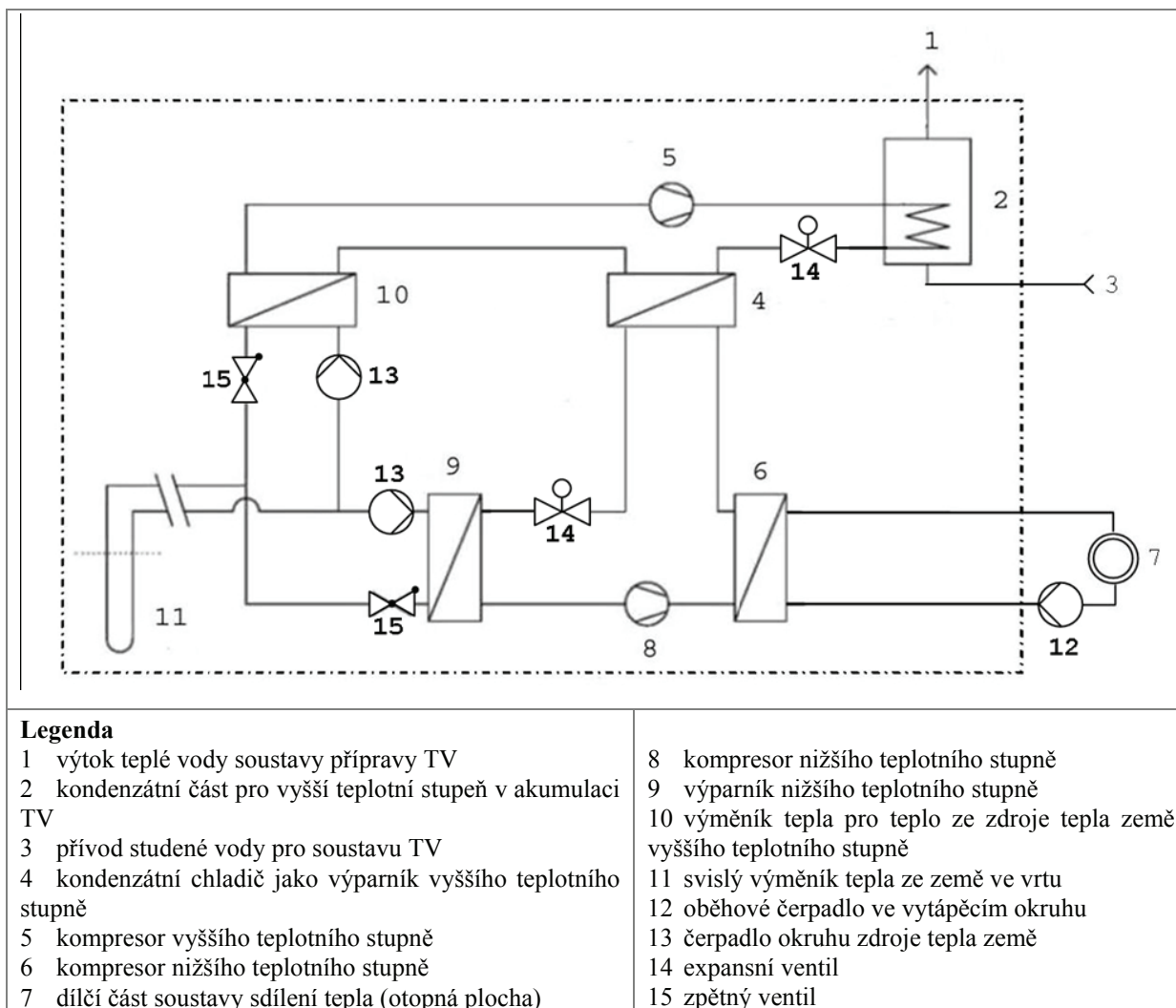
$Q_{H,dis,in,k}$ tepelný požadavek dílčí části soustavy rozvodu tepla k (J)

Je-li více zdrojů tepla (multivalentní konfigurace) $\sum Q_{H,dis,in,k}$, měl by celkový tepelný požadavek dílčí(ch) části (í) soustavy rozvodu (ů) tepla $\sum Q_{H,dis,in,k}$ rozdělen mezi existující zdroje. Výpočet by měl být proveden nezávisle pro každý zdroj j podle $Q_{H,gen,out,j}$. Proveďte se také pro záložní zdroj.

8.1.7 Tepelná čerpadla pro kombinované vytápění a přípravu TV

Při kombinovaném provozu TČ pro vytápění a přípravu TV se rozlišují dva druhy provozů: současný nebo střídavý.

Při střídavém provozu se TČ přepíná z režimu vytápění na režim přípravy TV při požadavku TV, např. v uspořádání soustavy podle obrázku 8-3 s paralelním zásobníkem. Zpravidla má prioritu příprava TV, tzn. že vytápění při požadavku TV je vypnuto.



OBRÁZEK 8-3 PŘÍKLAD HYDRAULICKÉHO ZAPOJENÍ SOUČASNÉHO PROVOZU TČ PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV S UŽITÍM KASKÁDNÍHO ZAPOJENÍ A VYCHLAZENÍ KONDENZÁTU PRO PŘÍPRAVU TV

Novější koncept současného provozu TČ vede ke zlepšení cyklu TČ k dosažení vyšší účinnosti uplatněním teploty přizpůsobené získání tepla prostřednictvím:

- chlazení páry a / nebo chlazení kondenzátu
- kaskádového cyklu s vnitřním tepelným výměníkem

Při současném provozu TČ se rozlišují tři provozní režimy:

- pouze vytápění. Je v provozu pouze soustava vytápění podle obrázku 8-3. Např. provozuje se pouze nižší teplotní úroveň TČ (zimní období, zásobník TV zcela ohřátý)
- pouze příprava TV. Je v provozu pouze soustava přípravy TV podle obrázku 8-3. Např. provozuje se pouze vyšší teplotní úroveň TČ a teplo je získáváno ze zdroje tepla země (letní období, žádná potřeby tepla na vytápění)
- současný provoz. Současná příprava TV a vytápění. Jsou v provozu obě soustavy podle obrázku 8-3 a obě teplotní úrovně. Teplo o nižší teplotě (nižší teplotní úroveň TČ) se odebírá ze zdroje tepla země a teplo pro ohřátí na vyšší teplotní úroveň TČ se získá

z chladiče kondenzátu nižší teplotní části TČ (zimní období, zásobník TV částečně nabitý).

Výpočty užívané v EN spočívají na standardních zkouškách jak střídavého, tak i současného provozu. Tedy tepelný výkon a COP pro výše uvedené tři provozní režimy jsou dostupné a užijí se při ocenění.

Tepelný výkon a COP parametry se mohou u současného provozu výrazně lišit od zbývajících režimů.

8.2 VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY

V evropské certifikaci se uplatňují dvě základní metody výpočtu energetické náročnosti pro různé aplikace - zjednodušená a podrobná. Metody se liší:

- vstupními údaji
- uvažovanými provozními podmínkami
- výpočetním obdobím.

Dále jsou stručně vymezeny obě metody a pole užití.

8.2.1 Zjednodušená sezónní metoda energetické náročnosti vycházející z typologie

Tato metoda užije jako výpočetní období otopnou sezónu. Náročnost se stanovuje z tabelovaných hodnot pro definované třídy náročnosti TČ podle výsledků standardních zkoušek, např. podle ČSN EN 14511 pro elektricky poháněná čerpadla.

Provozní podmínky (klima, projekt a provoz vytápění, zdroj tepla pro TČ) vycházejí z typologie zavedených řešení a údajů a nejsou specifickými případy. Tato metoda umožní zvláštní přístup podle zemí / oblastí a vyžaduje zvláštní národní přílohu (země / oblast). Není-li zpracována tato příloha, není možné užít tuto metodu.

Tabelární hodnoty jsou užitečné i v jednotlivých případech kdy neexistuje nebo je neúplná informace o dílčí části soustavy, jak tomu bývá u stávajících budov a je třeba stanovit COP.

8.2.2 Podrobný výpočet založený na údajích o účinnosti prvků (denostupňová²³-metoda)

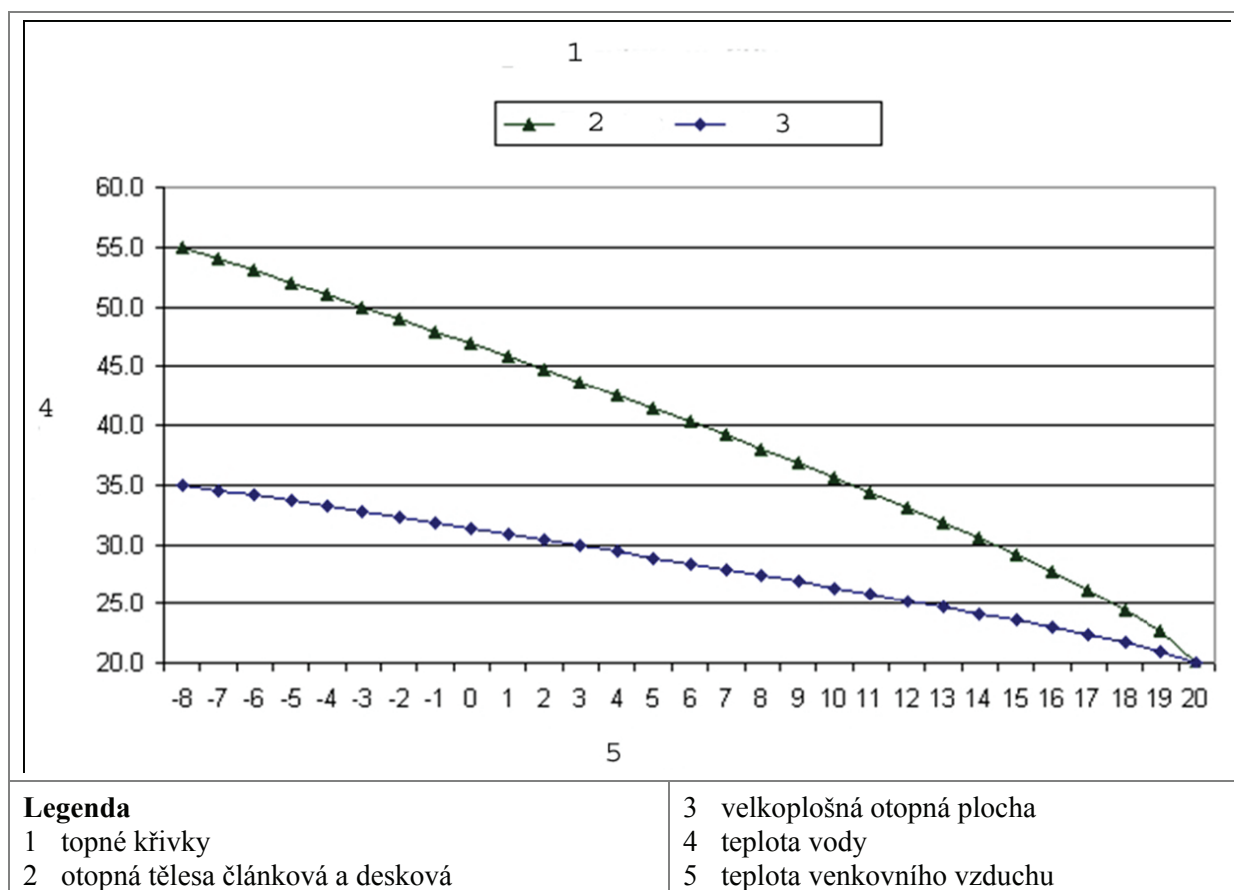
Tato metoda je založena na výsledcích standardních zkoušek podle ČSN EN 14511. Doplnkové potřebné údaje umožní zvažovat specifické provozní podmínky každé instalace. Výpočetní období se člení podle četnosti a kumulace venkovních teplot. Zpravidla se uvažuje rozsah 1 °C. Výpočet se provede pro provozní podmínky TČ v závislosti na rozdělení četnosti teplot. Metoda užije výrobní údaje o tepelném výkonu a COP.

²³ Název není přesný pro srozumitelnost překladu; v anglické verzi se nazývá bin-mthode

8.3 VYBRANÉ STANDARDNÍ HODNOTY A ÚDAJE PRO STANOVENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

8.3.1 Teplotní charakteristiky přívodní a zpětné vody

Teplotní křivky při návrhové teplotě na obrázku 8-4 jsou pro různá provedení dílčí části sdílení tepla (otopné plochy). Užijí se při nastavení regulace.



OBRAZEK 8-4

TOPNÉ KŘIVKY PRO OTOPNÁ TĚLESA A PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

$$\theta_{H,gen,f} = \theta_{i,des} + \frac{\theta_{H,gen,f,des} - \theta_{H,dis,r,des}}{2} \cdot \frac{\theta_{i,des} - \theta_e}{\theta_{i,des} - \theta_{e,des}} + (\theta_{avg} - \theta_{i,des}) \cdot \left(\frac{\theta_{i,des} - \theta_e}{\theta_{i,des} - \theta_{e,des}} \right)^{1/n} \quad (8-3)$$

kde:

$\theta_{H,gen,f}$	je	okamžitá teplota vody	(°C)
$\theta_{i,des}$		vnitřní návrhová teplota (při nočním útlumu průměrná teplota)	(°C)
$\theta_{H,gen,f,des}$		návrhová teplota vody	(°C)
$\theta_{H,dis,r,des}$		návrhová teplota zpětné vody	(°C)
θ_e		venkovní teplota	(°C)
θ_{avg}		aritmetický průměr přívodní a zpětné teploty vody	(°C)
$\theta_{e,des}$		návrhová venkovní teplota	(°C)

n exponent charakterizující otopnou plochu (tabulka 8-1) (-)

TABULKA 8-1 PARAMETRY TOPNÉ KŘIVKY PRO RŮZNÉ DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY SDÍLENÍ TEPLA

druh dílčí části sdílení tepla	teplota (přívodní/zpětná)	exponent n
otopná tělesa	55/45	1,2 to 1,4
konvektory	55/45	1,2 to 1,4
velkoplošná plocha	40/30	1,0

8.3.2 Teplotní korekční činitel pro nabíjení zásobníku TV

Standardní hodnota pro korekční teplotní činitel nabíjení zásobníku je $f_{w,s} = 0,95$.

8.3.3 Průměrná teplota vody v zásobníku TV

Průměrná teplota vody v zásobníku TV je 90 % teploty na výtoku ze zásobníku.

TABULKA 8-2 PRŮMĚRNÁ TEPLOTA VODY V ZÁSOBNÍKU TV

Teplota TV na výtoku ze zásobníku [°C]	Průměrná teplota TV v zásobníku [°C]
60	54
55	49,5
50	45

8.3.4 Plášť zdroje

Ztráty TČ se zanedbávají, pokud neexistuje národní příloha.

Standardní hodnoty maximálních tepelných ztrát jsou v tabulce 8-3. Hodnoty jsou pro zapojení se dvěma plnicími potrubími. Pro každý další plnicí vstup hodnota poklesne o od 0,1 kWh/24 h až po nejvíce 0,3 kWh/24 h.

Podmínky pro hodnoty v tabulce 8-3 jsou:

- průměrná teplota vody 65 °C
- teplota okolního prostoru 20 °C
- nedochází k odběru vody
- soustava je zcela zaplněna vodou.

TABULKA 8-3 STANDARDNÍ HODNOTY PRO MAXIMÁLNÍ ZTRÁTY AKUMULACÍ PŘI PRŮMĚRNÉ TEPLOTĚ VODY 65 °C A TEPLOTĚ OKOLÍ 20 °C BEZ ODBĚRU VODY

Jmenovitý objem akumulace (litry)]	Maximální tepelná ztráta (kWh/24 h)
30	0,75
50	0,9
80	1,1
100	1,3

TABULKA 8-3 STANDARDNÍ HODNOTY PRO MAXIMÁLNÍ ZTRÁTY AKUMULACÍ PŘI PRŮMĚRNÉ TEPLOTĚ VODY 65 °C A TEPLOTĚ OKOLÍ 20 °C BEZ ODBĚRU VODY

120	1,4
150	1,6
200	2,1
300	2,6
400	3,1
500	3,5
600	3,8
700	4,1
800	4,3
900	4,5
1 000	4,7
1 200	4,8
1 300	5,0
1 500	5,1
2 000	5,2

8.3.5 Pomocná zařízení pro zdroj tepla

Část přenášené elektrické energie $k_{\text{gen,aux,ls}}$ do prostředí se stanoví:

- pro čerpadla a ventilátory

$$k_{\text{gen,aux,ls}} = 1 - \eta_{\text{gen,aux}} - k_{\text{gen,aux,ls,rvd}}$$

Standardní hodnota hydraulické účinnosti $\eta_{\text{gen,aux}}$ je 0,3 (definováno v ČSN EN 14511 jako účinnost čerpadel nebo ventilátorů). $k_{\text{gen,aux,ls,rvd}}$ je 0,5, avšak pro výpočet využitých ztrát se může začlenit do COP.

- pro jiné prvky u kterých není žádná energie sdílána do teplotonosné látky, např. regulace

$$k_{\text{gen,aux,ls}} = 1.$$

8.3.6 Činitel f_{combi} pro současný provoz

Není-li jiná informace, užije se $f_{\text{combi}} = 1$ (zanedbá se účinek regulátorů).

8.3.7 Teplotní redukční činitel vztažený k umístění

TABULKA 8-4

STANDARDNÍ HODNOTY TEPLITNÍHO REDUKČNÍHO ČINITELE

Umístění zdroje	Teplotní redukční činitel, b_{gen} a $b_{\text{gen,aux}}$
Vytápěné vnitřní prostředí	0
Vytápěné venkovní prostředí	1

8.3.8 Hodnota účinnosti záložního (doplňkového) ohříváče pro vytápění nebo přípravu TV

Nejsou-li dostupné hodnoty, užije se standardní hodnota účinnosti elektrického ohříváče $\eta_{\text{bu}} = 0,95$.

9 SLUNEČNÍ TEPELNÁ SOUSTAVA

9.1 METODA

9.1.1 Vliv tepelných požadavků budovy na energetickou náročnost sluneční tepelné soustavy

Náročnost tepelné sluneční soustavy závisí na užití tepla vztaženého k soustavě. Užití tepla vztažené k tepelné sluneční soustavě je tepelný požadavek budovy včetně potřeby energie, tepelných ztrát z části soustavy sdílení tepla (otopné plochy) a tepelné ztráty z části soustavy rozvody (čerpadla a potrubí). Obecně platí, že čím vyšší je požadované teplo vztažené k tepelné sluneční soustavě, tím vyšší je výkon tepelné sluneční soustavy. Stanovení výkonu soustavy vyžaduje poznání užití energie vztažené ke sluneční tepelné soustavě:

Užití energie vztažené ke sluneční otopné soustavě pro vytápění:

- kryje potřeby tepla na vytápění (ČSN EN ISO 13790)
- pro tepelné ztráty z dílčí části otopné soustavy sdílení tepla (ČSN EN 15316-2-1)
- pro tepelné ztráty z dílčí části otopné soustavy rozvody tepla (ČSN EN 15316-2-3).

Užití energie vztažené ke sluneční otopné soustavě pro přípravu TV:

- kryje potřeby tepla na přípravu TV včetně ztrát sdílením tepla (výtokové armatury), ČSN EN 15316-3-1)
- pro tepelné ztráty z dílčí části otopné soustavy rozvody tepla (ČSN EN 15316-3-2).

9.1.2 Vliv tepelné sluneční soustavy na energetickou náročnost budovy

Vliv tepelné sluneční soustavy na energetickou náročnost budovy zahrnuje:

- tepelný výkon tepelné sluneční soustavy na vstupu části rozvody tepla (pro vytápění a/nebo pro přípravu TV), který snižuje potřebu budovy jiného tepla (např. tradičně vyráběného)
- využití ztráty z tepelné sluneční soustavy užitě pro vytápění a tak snižující potřebu tepla na vytápění
- elektřinu dodanou do tepelné sluneční soustavy a tak zvyšující potřebu elektřiny.

9.1.3 Náročnost tepelné sluneční soustavy

Náročnost tepelné sluneční soustavy definují parametry:

- vlastnosti výrobku podle výrobních norem. Indikátory náročnosti soustavy (roční dodatečná energie, podíl sluneční energie, roční pomocná energie) nebo parametry sběračů (účinná plocha, účinnost, součinitel tepelné ztráty)
- parametry akumulčního zásobníku (druh, velikost, apod.)
- tepelné ztráty slunečního okruhu a tepelné ztráty rozvodu mezi zásobníkem a záložním ohřívacem (délka izolace, velikost, apod.)

- regulace soustavy (teplotní rozdíl, nastavení teploty, apod.)
- klimatické podmínky (sluneční záření, venkovní teplota, apod.)
- pomocná energie pro čerpadla slunečního okruhu a regulaci
- teplo užitě pro rozvod vytápění
- teplo užitě pro rozvod přípravy TV.

9.1.4 Tepelná bilance dílčí části zdroje tepla včetně regulace

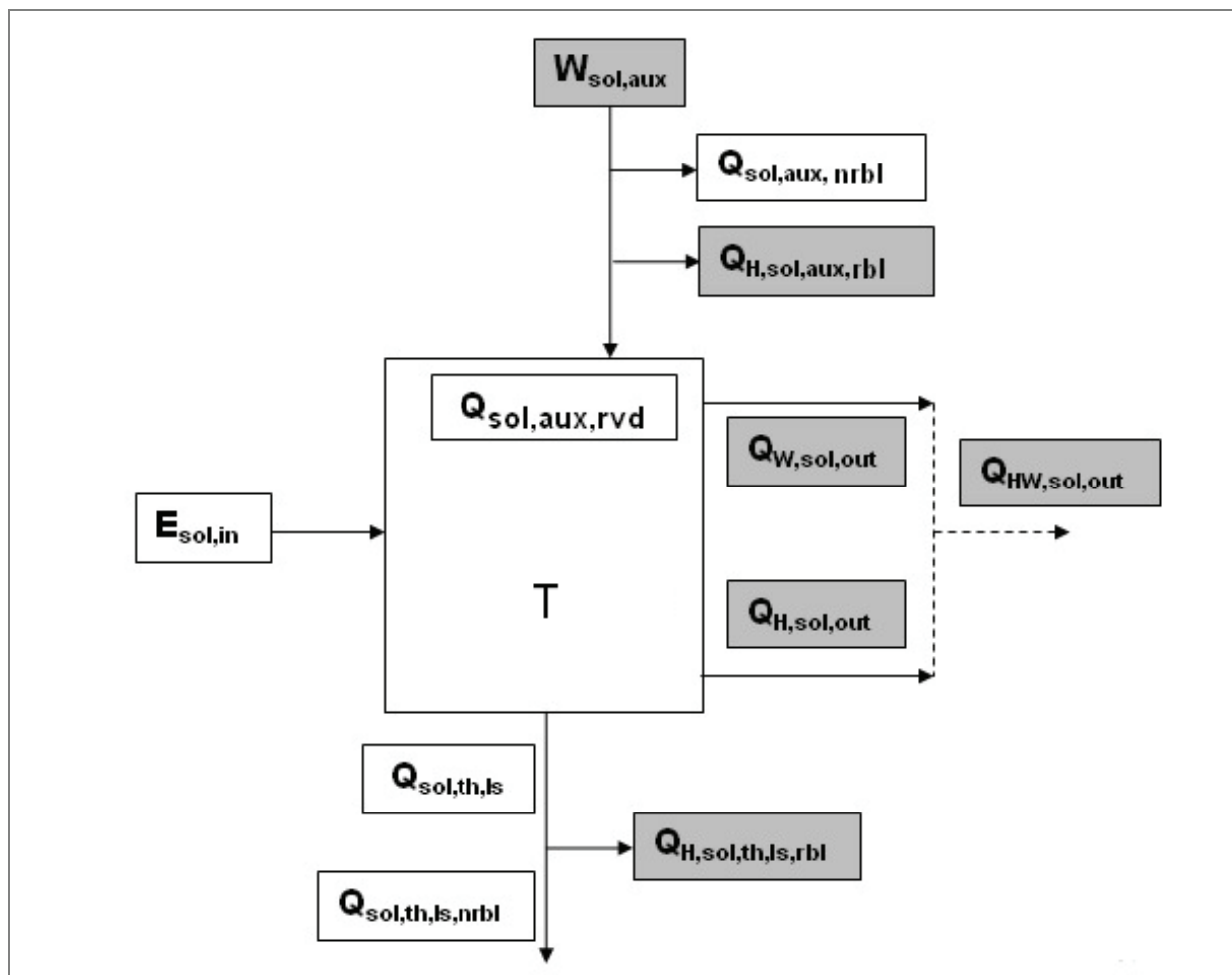
Pro zachování obecné struktury výpočtu ztrát soustavy je náročnost dílčí části sluneční tepelné soustavy určena vstupními údaji:

- druhem a vlastnostmi sluneční soustavy
- umístěním sluneční soustavy
- druhem regulace
- užitím tepla.

Vypočítají se následující výstupní hodnoty pro dílčí část sluneční tepelnou soustavu:

- teplo dodané sluneční soustavou
- tepelné ztráty slunečního akumulčního zásobníku
- potřeba pomocné energie čerpadel a regulace ve slunečním okruhu
- využitelná a využitá pomocná energie
- využitelné a využitě tepelné ztráty slunečního akumulčního zásobníku

Tepelná bilance tepelné sluneční soustavy je na obrázcích 9-1 a 9-2



Legenda:

T tepelná sluneční soustava

$E_{sol,in}$ dopadající sluneční energie na plochu slunečních sběračů

$Q_{W,sol,out}$ teplo dodané sluneční tepelnou soustavou do okruhu přípravy TV

$Q_{H,sol,out}$ teplo dodané sluneční tepelnou soustavou do rozvodu vytápění

$Q_{HW,sol,out}$ celkové teplo dodané sluneční tepelnou soustavou do rozvodu vytápění a rozvodu přípravy TV

$W_{sol,aux}$ pomocná elektrická energie pro čerpadla a regulaci

$Q_{H,sol,aux,rbl}$ využitelná pomocná elektrická energie pro čerpadla a regulaci. Část pomocné elektrické energie je využitelná pro vytápění

$Q_{sol,aux,rvd}$ vnitřně využitá pomocná elektrická energie pro čerpadla a regulaci. Část pomocné elektrické energie je sdílána jako užitečné teplo do sluneční tepelné soustavy

$Q_{sol,aux,nrbl}$ nevyužitelná pomocná elektrická energie pro čerpadla a regulaci. Část pomocné elektrické energie není využitelná pro vytápění ani není sdílána jako užitečné teplo do sluneční tepelné soustavy

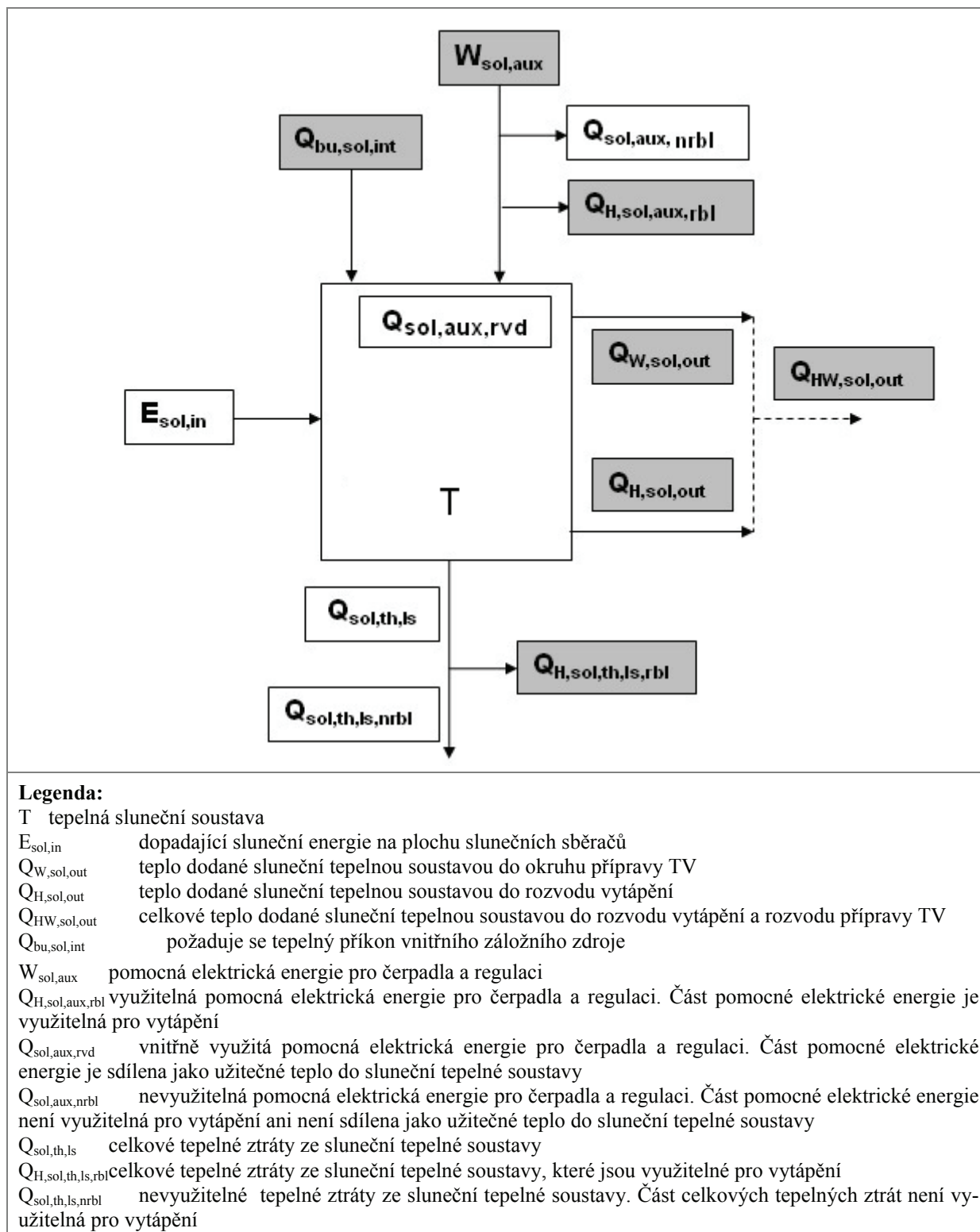
$Q_{sol,th,ls}$ celkové tepelné ztráty ze sluneční tepelné soustavy

$Q_{H,sol,th,ls,rbl}$ celkové tepelné ztráty ze sluneční tepelné soustavy, které jsou využitelné pro vytápění

$Q_{sol,th,ls,nrbl}$ nevyužitelné tepelné ztráty ze sluneční tepelné soustavy. Část celkových tepelných ztrát není využitelná pro vytápění

OBRÁZEK 9-1 TEPELNÁ BILANCE SLUNEČNÍ SOUSTAVY PRO PŘEDEHŘEV – POUZE SLUNEČNÍ SOUSTAVA

U sluneční soustavy pro přehřev se teplo užité pro vnější zdroj tepla snižuje o $Q_{HW,sol,out}$



OBRAZEK 9-2

TEPELNÁ BILANCE SLUNEČNÍ SOUSTAVY VČETNĚ ZÁLOŽNÍHO ZDROJE

9.1.5 Pomocná energie

Pomocná energie nutná k provozu dílčí části tepelné sluneční soustavy např. pro čerpadla slunečního okruhu, pro protimrazovou ochranu. Pomocná energie se počítá pro dílčí část, pokud není přenos do dílčí části rozvodu vně sluneční soustavy.

Je-li hydraulické oddělení zdroje tepla a různých částí rozvodů tepla, např. vyrovnávacím akumulacním zásobníkem, je zvláštní nabíjecí čerpadlo započítáno do dílčí části tepelné sluneční soustavy.

9.1.6 Využitelné, využitě a nevyužitelné tepelné ztráty

Vypočtené tepelné ztráty nezbytně nejsou ztracené. Část těchto ztrát je využitelná a část využitelných ztrát je využita.

Využitelné tepelné ztráty $Q_{H,sol,th,ls,rbt}$ jsou např. tepelné ztráty z rozvodu mezi tepelnou sluneční soustavou a záložním ohřívákem.

9.1.7 Výpočetní období

Cílem výpočtu je určení ročního tepelného výkonu tepelné sluneční soustavy.

Možné způsoby jsou:

- užít roční údaje pro provozní období soustavy a provést výpočet s užitím ročních průměrných hodnot
- rozdělením roku na výpočetní období (např. měsíc, provozní období jak je definováno v ČSN EN ISO 13790), provedením výpočtů pro každé období s užitím údajů příslušných danému období a součtem výsledků z dílčích období za celý rok.

9.2 VÝPOČET TEPELNÉ SLUNEČNÍ SOUSTAVY

Existují dvě metody pro výpočet slunečního výkonu, pomocné energie a využitelných tepelných ztrát tepelné sluneční soustavy a dalších výstupních dat vztažených k soustavě a požadovaných pro výpočet energetické náročnosti budovy se sluneční soustavou.

Dvě metody vyžadují užití různých druhů vstupních údajů:

- metoda s využitím údajů soustavy, tj. vstupní data ze zkoušek soustavy nebo standardní vstupní hodnoty pro soustavu definované v ČSN EN 12976-2 (indikátory náročnosti) - tedy modelování soustavy
- užití údajů pro prvky, tj. vstupní hodnoty ze zkoušek prvků (nebo vstupní standardní hodnoty pro prvky)

10 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.

10.1 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 10-1

PŘEHLED VYBRANÝCH NOREM

zavedeno ČSN EN	český název	účinnost způsob zavedení ²⁴
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

²⁴ U anglických verzí se předpokládá v roce 2008 až 2010 zavedení překladem.

TABULKA 10-1

PŘEHLED VYBRANÝCH NOREM

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
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

TABULKA 10-1

PŘEHLED VYBRANÝCH NOREM

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

10.1.1 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.

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

Výpočet měrné ztráty²⁵ 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 složitější. 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 dodávaného tepelného výkonu. Skutečné využití tepelných zisků a ztráty nedokonalou regulací se stanoví při hodnocení vytápění a výjimečně přípravy TV.

10.1.3 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.

²⁵ Ve skupině stavebních norem se užívá název měrná tepelná ztráta prostupem nebo větráním, ve skupině ČSN EN pro TZB se používá součinitel tepelné ztráty.

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.

10.1.4 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. Jeho zpracování v EA je nezbytné pro aplikaci v EP.

10.1.5 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 (elektřiny 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.²⁶.
- 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.

10.2 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 10-2.

Střecha je plochá jednoplášťová s tepelnou izolací z polystyrénu.

²⁶ 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 10-2 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.

10.2.1 Základní údaje o energetických vstupech

10.2.1.1 Vlastní energetické zdroje

Vlastní energetický zdroj je plynová domovní kotelna 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.

10.2.1.2 Rozvod energie

Údaje o rozvodu tepla, který je částí domu v technickém podlaží, jsou v tabulce 10-5.

10.2.2 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 10-3.

TABULKA 10-3

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

10.2.2.1 Otopná soustava a příprava teplé vody

10.2.2.1.1 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.

10.2.2.1.2 Charakteristika přípravy teplé vody (TV)

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

10.2.2.1.3 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.

10.2.2.2 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 přívo-dem 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.

10.3 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 10-3.

TABULKA 10-4

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	celkem
3								
		1+kk	0		0		0	0,00
B3	12	1+kk	12	20,58	247	8,48	102	348,72
		2+k	0		0		0	0,00
B2	24	2+k	48	32,62	783	8,48	204	986,40
		2+k	0		0		0	0,00
		3+k	0		0		0	0,00
B1	12	3+k	36	56,29	675	11,19	134	809,76
		1+k	0		0		0	0,00
		1+kk	0		0		0	0,00
		2+k	0		0		0	0,00
		3+k	0		0		0	0,00
		4+k	0		0		0	0,00
		3+k	0		0		0	0,00
		3+k	0		0		0	0,00
		4+k	0		0		0	0,00
		4+k	0		0		0	0,00
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		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	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžií			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 10-5

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

10.3.1 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.

10.3.1.1 Část zdroje tepla

Stávající kotle vysoce překonaly fyzickou dobu životnosti. Navíc se již nevyrábí, 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, odplyňovací 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 10-6

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 zdívkou 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 zdívkou 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
	umyvadelových	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
jihovýchod	0,0	0,0	0,0
jihovýchod	0,0	0,0	0,0
jih	0,0	0,0	0,0
severovýchod	0,0	0,0	0,0
severovýchod	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 (plně i tlumené)	365
počet dnů přípravy TV	365

10.3.1.2 Část akumulace tepla

Tato část vytápění v otopné soustavě objektu není.

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

10.3.1.3 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 neužití 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.

10.3.1.4 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.

10.3.2 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, předehřev 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.

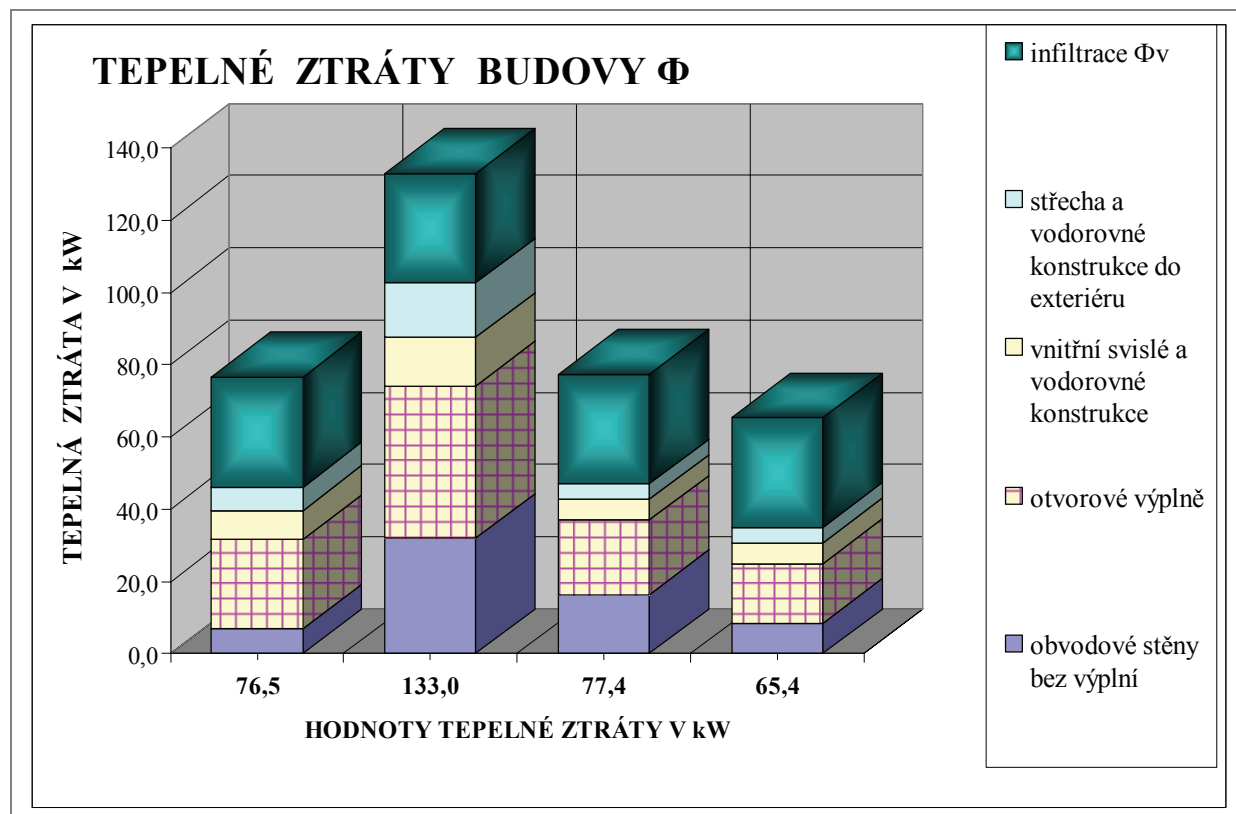
10.4 CERTIFIKACE – VYBRANÉ TABULKY Z EA

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 10-7

CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA - GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ



TABULKA 10-8 POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ A STÁVAJÍCÍ STAV

mėsis	počet dnů	průměrná vnější teplota	θ _{V,mesic,mh} °C	sřední teplota vzduchu (ZZT)	průměrná vnitřní teplota	θ _{in,sctfj} °C	deno- stupě	mėtná ztráta		mėtná teplota ztráta		prostupem		teplota ztráta		Q _{t,hst}		celková tepelná ztráta		Q _{t,tot}		vnější tepelný zisk		celkové tepelné zisky		zisky a tepelných ztráta		účinná vnitřní tepelná kapacita budovy		časová konstantė		činné využití tepelných zisků		potřeba tepla při nepřerušovaném vytápění		redukční činné přerušovaném vytápění		potřeba tepla při přerušovaném vytápění																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
								H _{v,zaji}	H _{v,adi}	Q _{t,hst}	Q _{t,hst}	Q _{t,vse}	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	h	Wh/K	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h

TABULKA 10-9

ČÁST ROZVODŮ TEPLA - TEPELNÁ ZTRÁTA - ČSN EN 156316-2-3

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	$Q_{in,em}$	potřeba tepla pro vytápění včetně ztrát v části sdílení tepla	103,6	323,0	105,6	76,4	MWh/rok
11	$\beta_D = \frac{Q_{in,em}}{Q_N \cdot t_h}$	střední zatížení rozvodu	0,12	0,21	0,12	0,10	-
12	$\dot{Q}_N$	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	$\theta_{m,D}(\beta_D) = \Delta\theta_a \cdot \beta_D^n + \theta_i$	střední teplota média v dané zóně (vytápěný prostor)	28,6	38,8	28,6	27,7	°C
17	$\theta_{m,u}(\beta_D) = \Delta\theta_a \cdot \beta_D^n + \theta_u$	střední teplota média v dané zóně (nevytápěný prostor)	23,0	34,0	23,0	21,9	°C
18	$\theta_{s,u}(\beta_D) = (\Delta\theta_{sa} - \theta_u) \cdot \beta_D^n + \theta_u$	střední teplota přívodního média v nevytápěném prostoru	24,5	37,1	24,6	23,3	°C
19	$\theta_{s,i}(\beta_D) = (\Delta\theta_{sa} - \theta_i) \cdot \beta_D^n + \theta_i$	střední teplota přívodního média ve vytápěném prostoru	30,1	41,9	30,1	29,0	°C
20	$\theta_{r,u}(\beta_D) = (\Delta\theta_{ra} - \theta_u) \cdot \beta_D^n + \theta_u$	střední teplota vratného média v nevytápěném prostoru	21,5	30,8	21,5	20,6	°C
21	$\theta_{r,i}(\beta_D) = (\Delta\theta_{ra} - \theta_i) \cdot \beta_D^n + \theta_i$	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	$\Delta\theta_a = \frac{\theta_{sa} + \theta_{ra}}{2} - \theta_{i(u)}$	rozdíl 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	$U'_{a,v}$	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	$Q_{D,r} = Q_{D,b}$	využitelná energie (teplo)	8	26	8	7	MWh/rok
41	k_D	stupeň využití	0	0	0	0	-
42	$Q_{in,D} = Q_{out,D} - k \cdot Q_{D,r} + Q_{D,V}$	tepelná energie požadovaná pro část rozvodů tepla	106	333	108	79	MWh

TABULKA 10-10

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 l	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 10-11 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	$Q_{h,g} = \Sigma(Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB})$	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	$f_{\frac{H_s}{H_i}}$	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	$Q_{in,g} = Q_{out,g} + Q_{lg}$	tepelná energie požadovaná pro část zdroje tepla	114	353	119	93	MWh

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

169

TABULKA 10-13 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	$Q_{hg} = \Sigma(Q_{hg,v,i} \cdot d_{h,rB})$	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 (ú)	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 $0 < \beta_{gnr} \leq \beta_{30}$	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 $\beta_{30} < \beta_{gnr} < 1,0$	tabulka				kW
11	$d_{Nutz,a}$	roční užitná doba (kanceláře 250, dosazen počet vytápěcích dnů)	222	222	222	222	d
12	$W_{hg,aux}$	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 teple (umístění v kotelně)	0,25	0,25	0,25	0,25	-

TABULKA 10-14

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

TABULKA 10-14

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

měsíc		počet otopných dní		θ_{em}	θ_{in}	$\dot{Q}_N$	$\dot{Q}_{d,in}$	$\beta_{h,i}$	elektrický odebraný výkon kdy $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{k,pl}$	$P_{h,g,aux,i}$	elektrický odebraný výkon kdy $\beta_{k,pl} < \beta_{h,i} < 1,0$	$P_{h,g,aux,i}$	měsíční počet dní	$t_{p,th}$	dení doba chodu kotlí pro ohřev pitné vody	$W_{h,g,aux}$	Pomocná energie pro výrobu tepla
REFERENČNÍ STAV																	
	d	°C	°C	kW	kW	kW	kW	-	kW	kW	kW	kW	d	h	h	h	kWh
leden	31	-0,86	20	80	68	0,13	0,026						31	642,5	2,3453		8
únor	28	0,743	20,0	80	66	0,09	0,023						28	567,2	2,7409		9
březen	31	4,606	20,0	70	50	0,10	0,023						31	592,7	2,7851		10
duben	30	9,247	20,0	60	37	0,11	0,024						30	532,7	3,0698		7
květen	31	14,21	20,0	50	29	0,25	0,036						31	505,3	4,0510		9
červen	30	17,5	20,0	55	30	0,10	0,023						30	460,0	4,1860		8
červenec	31	18,98	20,0	55	30	0,08	0,022						31	461,9	4,0510		8
srpen	31	18,51	20,0	55	30	0,07	0,021						31	466,1	4,0510		8
září	30	14,75	20,0	55	30	0,08	0,022						30	484,2	3,8372		8
říjen	31	9,7	20,0	65	44	0,13	0,026						31	546,3	2,9707		9
listopad	30	4,343	20,0	75	60	0,15	0,027						30	575,9	2,7086		10
prosinec	31	0,916	20,0	80	66	0,10	0,023						31	626,3	2,756		10
celkem	365													6 461,1			105

měsíc		počet otopných dní		θ_{em}	θ_{in}	$\dot{Q}_N$	$\dot{Q}_{d,in}$	$\beta_{h,i}$	elektrický odebraný výkon kdy $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{k,pl}$	$P_{h,g,aux,i}$	elektrický odebraný výkon kdy $\beta_{k,pl} < \beta_{h,i} < 1,0$	$P_{h,g,aux,i}$	měsíční počet dní	$t_{p,th}$	dení doba chodu kotlí pro ohřev pitné vody	$W_{h,g,aux}$	Pomocná energie pro výrobu tepla
STAVAJÍCÍ STAV																	
	d	°C	°C	kW	kW	kW	kW	-	kW	kW	kW	kW	d	h	h	h	kWh
leden	31	-0,86	20	80	68	0,13	0,026						31	642,5	2,3453		8
únor	28	0,743	20,0	80	66	0,09	0,023						28	567,2	2,7409		9
březen	31	4,606	20,0	70	50	0,10	0,023						31	592,7	2,7851		10
duben	30	9,247	20,0	60	37	0,11	0,024						30	532,7	3,0698		7
květen	31	14,21	20,0	50	29	0,25	0,036						31	505,3	4,0510		9
červen	30	17,5	20,0	55	30	0,10	0,023						30	460,0	4,1860		8
červenec	31	18,98	20,0	55	30	0,08	0,022						31	461,9	4,0510		8
srpen	31	18,51	20,0	55	30	0,07	0,021						31	466,1	4,0510		8
září	30	14,75	20,0	55	30	0,08	0,022						30	484,2	3,8372		8
říjen	31	9,7	20,0	65	44	0,13	0,026						31	546,3	2,9707		9
listopad	30	4,343	20,0	75	60	0,15	0,027						30	575,9	2,7086		10
prosinec	31	0,916	20,0	80	66	0,10	0,023						31	626,3	2,756		10
celkem	365													6 461,1			105

TABULKA 10-15 ENERGETICKÁ CERTIFIKACE OTOPNÉ SOUSTAVY PODLE EN 15316-1 S KOREKČÍ k_{vvt}

			referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
potřeba	Q _{tr}	potřeba tepla				potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
		350			927			357			258			
ztráty soustavy			GJ/rok	tepelné ztráty Q _{tr,tj}	pomocná energie W _{tr,t,aux}	využití ztráty Q _{anc,rslH}	tepelné ztráty Q _{tr,tj}	pomocná energie W _{tr,t,aux}	využití ztráty Q _{anc,rslH}	tepelné ztráty Q _{tr,tj}	pomocná energie W _{tr,t,aux}	využití ztráty Q _{anc,rslH}	tepelné ztráty Q _{tr,tj}	využití ztráty Q _{anc,rslH}
Q _{tr,em,b}	ztráty při sdílení tepla Q _{sk}	GJ/rok	27	0,0	0,0	0	206	0,0	0	27	0,0	0	20	0,0
Q _{tr,em,in}	příkon pro sdílení tepla (Q _{sk} +S _{sk})	GJ/rok	377	0,0	0,0	0	1 134	0,0	0	384	0,0	0	278	0,0
Q _{tr,dis,b}	ztráty v rozvodech Q _{sd}	GJ/rok	38	2,3	2,3	29	136	4,3	99	38	2,3	29	34	1,9
Q _{tr,dis,in}	příkon pro rozvody tepla (I _{sk} +S _{sd})	GJ/rok	415	2,3	2,3	29	1 269	4,3	99	422	2,3	29	312	1,9
Q _{tr,sk,b}	ztráty v akumulaci Q _{sk}	GJ/rok	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Q _{tr,sk,in}	příkon pro akumulaci tepla (I _{sk} +S _{sk})	GJ/rok	415	2,3	2,3	29	1 269	4,3	99	422	2,3	29	312	1,9
Q _{tr,gen,b}	ztráty ve výrobě tepla Q _{hg}	GJ/rok	32	0,0	0,0	0	75	0	0	40	0	0	53	0
Q _{tr,gen,in}	příkon pro výrobu tepla (I _{sk} +S _{sd})	GJ/rok	446	2,3	2,3	29	1 344	4,3	99	462	2,3	29	365	1,9
			GJ/rok	čistý požadavek na teplo	W _{tr}	využití tepelné ztráty	Q _{tr,tj}	W _{tr}	využití tepelné ztráty	Q _{tr,tj}	W _{tr}	celkem vytápění	Q _{tr,tj}	celkem vytápění
				446		29,2			98,8					
Konečná energie			GJ/rok	Q _{tr}	W _{tr}	celkem vytápění	Q _{tr,tj}	W _{tr}	celkem vytápění	Q _{tr,tj}	W _{tr}	celkem vytápění	Q _{tr,tj}	celkem vytápění
Q	potřeba tepla/energie	GJ/rok	446,5	2,3	2,3	448,8	1 344,3	4,3	1 348,6	462,5	2,3	464,8	364,6	1,9
f _p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,1	3,0	3,0	-	1,1	3,0	-	1,1	3,0	-	1,1	3,0
E _p	první energie (Q _{tr})	GJ/rok	491,1	6,8	6,8	498,0	1 478,7	12,8	1 491,5	508,7	6,9	515,6	401,1	5,7
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _h	(-)				1,42			1,61			1,44		1,58

¹⁾ zdroj tepla je plynová kotelna. Činitel přeměny energie je uvažován podle DIN V 18599-1, tabulka A.1 - 1.1.

1) zdrojem tepla je plynová kotelna. Čísel přeměny energie je uvažován podle DIN V 18599-1, tabulka A.1 - I,1.

1) zdrojem tepla je plynová kotelna. Číselný přeměny energie je uvažován podle DIN V 18599-1, tabulka A.1 - I, 1.