



**UŽITÍ EN NOREM
PRO VÝPOČET POTŘEBY
TEPLA A VYUŽITÍ
PRIMÁRNÍ ENERGIE**

stú-e

Stavebně technický ústav-E a.s.

2005

UŽITÍ EN NOREM PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA A VYUŽITÍ PRIMÁRNÍ ENERGIE

STÚ-E, a.s.

Stavebně technický ústav - Energetika budov, a.s.

Název: UŽITÍ EN NOREM PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA A VYUŽITÍ PRIMÁRNÍ ENERGIE

STÚ-E, a.s. Stavebně technický ústav - Energetika budov, a.s.

Washingtonova 25, 110 00 Praha 1

zodpovědný řešitel : Ing. Karel Mrázek

spolupráce: Ing. Alena Horáková

tel.: +420 221 674 607

fax.: +420 224 210 497

e mail: mrazek@stu-e.cz; info@stu-e.cz

oponent: ing. Jaroslav Šafránek, CSc.

redakčně upravil: ing. Pavel Mach

ANOTACE

V publikaci je na příkladu budovy dokumentován výpočet potřeby tepla podle vybraných metod v českých podmínkách s ohledem na věrohodnost výpočtu (tepelná ztráta, tepelné zisky, dynamika provozu, okrajové podmínky výpočtu a jejich dostupnost), složitost výpočtu a aplikaci pro užití v energetických auditech. V návaznosti na potřebu tepla jsou popsány a analyzovány navrhované metody pro výpočet potřeby tepla a následné ocenění využití prvotní energie a navržen možný postup výpočtu potřeby tepla pro energetický audit. V publikaci jsou dokumentovány a posouzeny z hlediska výpočtu potřeby tepla pro hodnocení budov např. v EA:

- ČSN EN ISO 13790. Výpočet potřeby tepla na vytápění jako nástupce ČSN EN 832 a související normy, zejména ČSN EN 12831 Výpočet tepelného výkonu
- užití vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách, pro výpočet potřeby tepla určité budovy
- užití VDI 2067 Výpočet potřeby tepla a ekonomické ocenění potřeby tepla jako nejpropracovanější formy denostupňové metody
- prEN 14335 Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 1 Obecná pro stanovení prvotní energie v návaznosti na ČSN EN ISO 13790
- a charakterizovány související aplikace uvedené v:
- DIN V 4108-6 Výpočet roční potřeby tepla a roční potřeby energie (přizpůsobení EN 832 pro SRN)
- VDI 3807 Hodnoty energetické potřeby pro budovy
- DIN V 4701-10 Stanovení charakteristické hodnoty pro energetické ocenění tepelných a vzduchotechnických zařízení
- SN 520 380/1 z roku 2001 Tepelná energie v budovách - Vymezení. Švýcarská norma stanovuje potřeby energie pro vytápění budovy a ohřev užitkové vody pro dílčí využití v české praxi.

Jsou definovány rozdíly mezi postupem předepisovaným ČSN EN normami a stávající legislativou a vžitými postupy pro výpočet potřeby tepla a zpracování modelu budovy pro EA.

Je specifikována přesnost a věrohodnost posouzených metod a jejich vhodnost pro užití při zpracování EA.

Je zpracován velmi orientační návrh postupu a metodiky výpočtu potřeby tepla a míry využití prvotní energie pro energetické audity pro budovy.

Publikace je určena v rámci poradenské činnosti ČEA pro energetické auditory, poradenská střediska EKIS ČEA, energetické konzultanty, státní a místní správu, projektanty a podnikatele.

OBSAH

1. ÚVOD	1
1.1. VZTAH SMĚRNICE A EN	2
1.1.1. Výpočetní metodika	3
1.1.2. Energetický certifikát	3
1.1.3. Pravidelné inspekce kotlů a klimatizačních zařízení	3
1.2. CEN KOMISE	3
2. DEFINICE, ZNAČKY A JEDNOTKY	5
2.1. DEFINICE	6
2.2. ZNAČKY, POJMY A JEDNOTKY	11
2.2.1. seznam indexů	15
3. PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	19
3.1. PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA ČSN EN ISO 13790	20
3.1.1. Vstupní údaje	20
3.1.1.1. Původ a druh vstupních údajů	20
3.1.1.2. Vstupní údaje o budově	20
3.1.1.3. Vstupní údaje pro stanovení tepelné ztráty	21
3.1.1.4. Vstupní údaje pro stanovení tepelných zisků	21
3.1.1.5. Dynamické vlastnosti	21
3.1.1.6. Vstupní údaje pro výpočet potřeby energie	21
3.1.1.7. Klimatické údaje	21
3.1.1.8. Přerušované vytápění	22
3.1.1.8.1. Průběh přerušovaného vytápění	22
3.1.1.8.2. Ekvivalentní vnitřní teplota	23
4. VÝPOČET SOUČiniteLE TEPELNÉ ZTRÁTY PODLE ČSN EN 12831 A MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY PODLE ČSN EN 13 790 (A ČSN EN 832)	25
4.1. VÝPOČET MĚRNÉ ZTRÁTY PODLE ČSN EN 13 790 A ČSN EN 832	26
4.1.1. Výpočet měrné ztráty prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789.	26
4.1.1.1. Hranice vytápěného prostoru	26
4.1.1.1.1. Soustava rozměrů v ČSN EN normách	26
4.1.2. Přímý prostup tepla do vnějšího prostředí	27
4.1.3. Tepelná propustnost zeminou	28
4.1.3.1. vybrané Vstupní údaje a Parametry použité ve výpočtech	28
4.1.3.2. Součinitel prostupu tepla a tepelný tok	30
4.1.3.3. Typické výpočty	31
4.1.3.3.1. Podlaha na zemině, neizolovaná nebo s izolací v celé ploše	31
4.1.3.3.2. Podlaha na zemině s okrajovou izolací	32
4.1.3.3.3. Zvýšená podlaha	35
4.1.3.3.4. Vytápění 1. PP (suterén)	37
4.1.3.3.5. Nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén	39
4.1.3.3.5.1. Nevytápěný suterén	39
4.1.3.3.5.2. Částečně vytápěný suterén	39
4.1.4. Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěnými prostory	40
4.1.4.1. Objemový tok vzduchu nevytápěných prostor	40
4.2. VÝPOČET PODLE ČSN EN 12831	42
4.2.1. Výpočet součinitele tepelné ztráty podle ČSN EN 12831.	42
4.2.1.1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$	42
4.2.1.1.1. Zjednodušená metoda pro stanovení lineárních tepelných ztrát	42
4.2.1.1.1.1. Lineární tepelné ztráty - korekční činitel ΔU_{ib}	43
4.2.1.2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – součinitel tepelné ztráty $H_{T,iue}$	44
4.2.1.3. Tepelné ztráty do přilehlé zeminy – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ig}$	45
4.2.1.3.1. Podlahová deska na zemině	47
4.2.1.3.2. Vytápěné podzemní podlaží s podlahovou deskou pod úrovní zeminy	48
4.2.1.3.3. Nevytápěné podzemní podlaží	52
4.2.1.4. Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ij}$	52
4.2.2. Návrhová tepelná ztráta větráním	53
4.2.2.1. Hygienické množství vzduchu	54
4.2.2.2. Infiltrace obvodovým pláštěm budovy – množství vzduchu	55

4.2.2.3.	Množství vzduchu při užití větracích soustav.....	56
4.2.2.3.1.	Priváděné množství vzduchu.....	56
4.2.2.3.2.	Rozdíl množství nuceně odváděného a priváděného vzduchu $V_{\text{mech, inf, i}}$	56
5.	VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	59
5.1.	ENERGETICKÁ BILANCE.....	60
5.2.	VÝPOČET POTŘEBY TEPLA PODLE ČSN EN 13 790	61
5.2.1.	Výpočtový postup.....	61
5.2.1.1.	Použití pro stávající budovy	61
5.2.2.	Stanovení hranice vytápěného prostoru a v případě potřeby hranice zón a nevytápěných prostorů 63	63
5.2.2.1.	Hranice vytápěného prostoru.....	63
5.2.2.1.1.	Teplotní zóny	63
5.2.2.1.1.1.	Jednozónový výpočet.....	63
5.2.2.1.1.2.	Vícezónový výpočet	63
5.2.3.	měrná tepelná ztráta vytápěného prostoru; Tepelné ztráty (jednozónový výpočet)	64
5.2.3.1.1.	Tepelná ztráta při nepřerušovaném vytápění.....	64
5.2.3.1.2.	Tepelná ztráta při přerušovaném vytápění	64
5.2.3.1.3.	Měrná tepelná ztráta.....	64
5.2.3.1.4.	Budovy s významnou tepelnou ztrátou přes zeminu	65
5.2.3.1.5.	Měrná tepelná ztráta větráním.....	65
5.2.3.1.5.1.	Princip.....	65
5.2.3.1.5.2.	Minimální větrání	66
5.2.3.1.5.3.	Přirozené větrání	66
5.2.3.1.5.4.	Nucené větrání	66
5.2.3.1.5.5.	Údaje pro výpočet přirozeného větrání	67
5.2.3.1.5.6.	Zpětné získávání tepla	69
5.2.4.	Tepelné zisky	69
5.2.4.1.	Vnitřní tepelné zisky	69
5.2.4.2.	Solární zisky	70
5.2.4.2.1.	Základní vztahy.....	70
5.2.4.2.2.	Účinná sběrná plocha	71
5.2.4.2.2.1.	Korekční činitel stínění.....	71
5.2.4.2.2.2.	Celková propustnost slunečního záření zasklení.....	74
5.2.4.3.	Celkový tepelný zisk	75
5.2.5.	Potřeba tepla	75
5.2.5.1.	Všeobecně	75
5.2.5.2.	Stupeň využití tepelných zisků.....	76
5.2.5.2.1.	Poměr tepelné ztráty a tepelného zisku	76
5.2.5.2.2.	Časová konstanta budovy.....	76
5.2.5.2.3.	Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	76
5.2.5.2.4.	Stupeň využití tepelných zisků.....	77
5.2.6.	Roční potřeba tepla budovy.....	78
5.2.6.1.	Měsíční výpočet	78
5.2.6.2.	Výpočet pro otopné období.....	78
5.2.7.	Potřeba energie na vytápění.....	79
5.2.8.	Protokol.....	79
5.2.8.1.	Všeobecně	79
5.2.8.2.	Vstupní údaje	80
5.2.8.3.	Výsledky	80
6.	PŘÍKLAD VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790.....	81
6.1.	ZADÁNÍ OBJEKTU.....	82
6.1.1.	popis stávajícího stavu	82
6.1.1.1.	Objemové řešení.....	82
6.1.1.2.	Stavební konstrukce	82
6.1.1.2.1.	Vnější stěny.....	84
6.1.1.2.2.	Otvorové výplně.....	84
6.1.1.3.	Střecha.....	84
6.1.1.3.1.	Vnitřní konstrukce	85
6.1.1.3.2.	Strop nad vnějším prostředím	85
6.1.1.3.3.	Stavebně fyzikální posouzení.....	85
6.1.1.4.	Charakteristika otopné soustavy.....	85
6.1.1.5.	Charakteristika přípravy TUV	85
6.1.1.6.	Regulace a měření	86

6.2.	PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	86
6.2.1.	Vstupní údaje.....	86
6.2.1.1.	Původ a druh vstupních údajů	86
6.2.1.2.	Vstupní údaje o budově.....	86
6.2.1.3.	Vstupní údaje pro stanovení tepelné ztráty.....	92
6.2.1.4.	Vstupní údaje pro stanovení tepelných zisků	92
6.2.1.5.	Dynamické vlastnosti	92
6.2.1.6.	Vstupní údaje pro výpočet potřeby energie	92
6.2.1.7.	Klimatické údaje	93
6.2.1.8.	Přerušované vytápění	94
6.2.1.8.1.	Ekvivalentní vnitřní teplota.....	94
6.3.	VÝPOČET MĚRNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM (SOUČINITELE TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM) H_T A H_V , TEPELNÝCH ZISKŮ A POTŘEBY TEPLA	94
7.	DALŠÍ POSTUPY VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA A OCENĚNÍ SOUSTAV TZB	123
7.1.	DENOSTUPŇOVÁ METODA PODLE VDI 2067-2 VÝPOČET NÁKLADŮ PRO ZAŘÍZENÍ K ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM.....	124
7.2.	POSUZOVÁNÍ PODLE VYHLÁŠKY Č. 291/2001 SB., KTEROU SE STANOVÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE PŘI SPOTŘEBĚ TEPLA V BUDOVÁCH.....	129
7.3.	ŠVÝCARSKÁ LEGISLATIVA PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	131
7.3.1.	SN 520 380/1 z roku 2001: Tepelná energie v budovách	132
7.3.1.1.	Vymezení	132
7.3.1.2.	Užití normy	132
7.3.1.3.	Pojmy, definice a jednotky	132
7.3.1.4.	Požadavky na budovy.....	135
7.3.1.4.1.	Význam mezní H_g a cílové H_z hodnoty.....	135
7.3.1.4.2.	Systémový požadavek.....	135
7.3.1.4.2.1.	Obálkový činitel A/EBF	136
7.3.1.4.2.2.	Mezní hodnota H_g	136
7.3.1.4.2.3.	Cílová hodnota H_z	137
7.3.1.4.3.	Požadavek na jednotlivé funkční díly	138
7.3.1.5.	Výpočet potřeby tepla pro vytápění.....	138
7.3.1.6.	Energetický ukazatel E	139
7.3.1.6.1.	Směrné hodnoty pro stupeň využití zařízení	142
7.3.1.6.1.1.	Zařízení pro vytápění bez ohřevu užitkové vody	142
7.3.1.6.1.2.	Oddělený ohřev užitkové vody	142
7.3.1.6.1.3.	Kombinované vytápění a ohřev užitkové vody	142
7.4.	VÝPOČTOVÁ METODA PRO STANOVENÍ ENERGETICKÝCH POTŘEB A ÚČINNOSTÍ SOUSTAV - ČÁST 1 OBECNÁ – PREN 14335.....	143
7.4.1.	Termíny a definice.....	143
7.4.2.	Princip metody	145
7.4.2.1.	prvotní energie	145
7.4.2.2.	Konečná energie požadovaná na vytápění.....	146
7.4.2.3.	Konečná energie požadovaná soustavou teplé vody.....	146
7.4.2.4.	Vedlejší energie.....	147
7.4.2.5.	Využitelné a využité tepelné ztráty	147
7.4.2.6.	Potřeba tepla pro vytápění	147
7.4.2.7.	Potřeba tepla pro teplou vodu.....	148
7.4.2.8.	Tepelné ztráty z vytápěcí soustavy	149
7.4.2.9.	Tepelné ztráty ze soustavy teplé vody	149
7.4.2.10.	Výpočtová doba	151
7.4.2.11.	Prostorové rozdělení vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody	151
7.4.2.12.	Náročnost vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody	151
7.4.3.	Energetický výpočet pro vytápění a teplou vodu	152
7.4.3.1.	Energetické ztráty z vytápěcí soustavy.....	152
7.4.3.2.	Energetické ztráty ze soustavy teplé vody.....	154
7.4.3.3.	Dělení a/nebo větvení vytápěcí soustavy.....	155
7.4.3.4.	Zjednodušené a podrobné metody pro výpočet celkové ztráty soustavy	156
7.4.4.	Příloha A	156
7.4.4.1.	Obecně	156
7.4.4.2.	Základní energetická rovnováha dílčí části soustavy.....	158
7.4.4.3.	Účinnost užití prvotní energie v dílčí části soustavy - celkový přístup	159
7.4.4.4.	Účinnost užití prvotní energie v dílčí části soustavy - individuální přístup.....	159
7.4.4.5.	Činitel potřeby energie dílčí části soustavy	159
7.4.4.6.	Další činitelé náročnosti pro dílčí soustavu	159

7.4.5.	<i>Přehled připravovaných EN</i>	160
7.4.5.1.	Vytápění a ohřev užitkové vody	160
7.4.5.2.	Větrání	162
7.4.5.3.	Regulace	162
7.4.5.4.	Osvětlení	163
7.4.6.	<i>Výpočet</i>	163
7.5.	NORMA DIN V 4701-10 PRO ENERGETICKÉ OCEŇOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	165
8.	ZÁVĚRY	171

1. ÚVOD

Cílem produktu je na příkladu budovy dokumentování výpočtu potřeby tepla podle vybraných metod v českých podmínkách s ohledem na věrohodnost výpočtu (tepelná ztráta, tepelné zisky, dynamika provozu, okrajové podmínky výpočtu a jejich dostupnost), složitost výpočtu a aplikaci pro užití v energetických auditech. V návaznosti na potřebu tepla jsou popsány a analyzovány navrhované metody pro výpočet potřeby tepla a následné ocenění využití prvotní energie a navržen možný postup výpočtu potřeby tepla pro energetický audit. V publikace jsou dokumentovány a posouzeny z hlediska výpočtu potřeby tepla pro hodnocení budov např. v EA:

- Ø ČSN EN ISO 13790. Výpočet potřeby tepla na vytápění jako nástupce ČSN EN 832 a související normy, zejména ČSN EN 12831 Výpočet tepelného výkonu
- Ø užití vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách, pro výpočet potřeby tepla určité budovy
- Ø užití VDI 2067 Výpočet potřeby tepla a ekonomické ocenění potřeby tepla jako nejpropracovanější formy denostupňová metody
- Ø prEN 14335 Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 1 Obecná pro stanovení prvotní energie v návaznosti na ČSN EN ISO 13790

a charakterizovány související aplikace uvedené v:

- Ø DIN V 4108-6 Výpočet roční potřeby tepla a roční potřeby energie (přizpůsobení EN 832 pro SRN)
- Ø VDI 3807 Hodnoty energetické potřeby pro budovy
- Ø DIN V 4701-10 Stanovení charakteristické hodnoty pro energetické ocenění tepelných a vzduchotechnických zařízení
- Ø SN 520 380/1 z roku 2001 Tepelná energie v budovách - Vymezení. Tato švýcarská norma stanovuje potřeby energie pro vytápění budovy a ohřev užitkové vody

pro dílčí využití v české praxi.

Jsou definovány rozdíly mezi postupem předepisovaným ČSN EN normami a stávající legislativou a vžitými postupy pro výpočet potřeby tepla a zpracování modelu budovy pro EA.

Je specifikována přesnost a věrohodnost posouzených metod a jejich vhodnost pro užití při zpracování EA.

Je zpracován velmi orientační návrh postupu a metodiky výpočtu potřeby tepla a míry využití prvotní energie pro energetické audity pro budovy.

Publikace je určena v rámci poradenské činnosti ČEA pro energetické auditory, poradenská střediska EKIS ČEA, energetické konzultanty, státní a místní správu, projektanty a podnikatele.

1.1. VZTAH SMĚRNICE A EN

Směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov (dále EPBD) požaduje několik různých skupin opatření k dosažení rozumné spotřeby energetických zdrojů a snížit dopady užití energie na životní prostředí.

Opatření se uvažují pro nové i stávající budovy. Uplatňují se nástroje:

- minimální požadavky na energetickou náročnost nových a rozlehlejších stávajících budov při modernizaci, které jsou v člancích 4, 5 a 6 EPBD;

- energetická certifikace budov uvedená v článku 7;
- inspekce kotlů a klimatizačních zařízení uvedené v člancích 8 a 9.

Existují 3 hlavní metody pro zavedení Směrnice EPBD:

- výpočetní metodika
- energetická certifikace
- inspekce kotlů a klimatizačních zařízení.

1.1.1. VÝPOČETNÍ METODIKA

Výpočetní metodiku poskytují nebo poskytnou (u těch zpracovávaných) normy EN zavedené jako ČSN EN.

Výpočetní metodika se užije ke stanovení údajů pro energetickou certifikaci. Předpokládají se různé úrovně komplexnosti:

- zjednodušený hodinový výpočet
- zjednodušený měsíční výpočet
- podrobné výpočty.

Metodika se zvolí podle druhu a/nebo komplexnosti budovy a jejího technického zařízení. Výpočty se zakládají na stanovených hraničních podmínkách vnitřního prostředí a vnějšího prostředí. Podrobná metoda není určena, ale její zavedení musí vyhovovat stanoveným kritériím (obecná kritéria a kontrola platnosti postupu).

1.1.2. ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT

Podrobný obsah energetického certifikátu je v současné době projednáván.

Vyplyne z ohodnocení energetické náročnosti budovy. Hlavní kategorie jsou:

- hodnotové ohodnocení založené na počítaném užití energie za normových podmínek užití
- provozní ohodnocení založené na měřené spotřebě energie.

1.1.3. PRAVIDELNÉ INSPEKCE KOTLŮ A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ

Tato položka poskytne směrnice pro kontrolu kotlů a tepelných soustav a klimatizačních soustav. Normy jsou zpracovávány pro různé úrovně inspekce.

1.2. CEN KOMISE

V průběhu roku 2003 řídící výbor CENU reagoval na směrnici 2002/91/EC a rozhodnutí Evropské komise podpořit tuto směrnici normami. V průběhu 2 pracovních jednání byl zpracován dokument o tvorbě norem v 5 TC¹:

- Ø CEN/TC 89 Tepelná náročnost budov a stavebních prvků
- Ø CEN/TC 156 Větrání budov
- Ø CEN/TC 169 Světlo a osvětlení
- Ø CEN/TC 228 Tepelné soustavy v budovách

¹ TC – Technical Committee jako organizační struktura CENU podle odborností. Obvykle každé TC v ČR odpovídá česká TNK (technická normalizační komise).

Ø CEN/TC 247 Regulace pro soustavy TZB (Automatizace budov, regulace a manažerství budov)

Tento proces je dohlížen CEN/BT WG² 173, Projektová skupina pro energetickou náročnost budov. Tato skupina koordinuje práci a zajišťuje vhodná vzájemná rozhraní při přípravě EN v různých (5) TC.

² WG – Working Group – pracovní skupina – organizační struktura CENu a jejích TC pro provádění určitých schválených úkolů.

2. DEFINICE, ZNAČKY A JEDNOTKY

2.1. DEFINICE

V této publikaci jsou uvedeny pojmy a definice. Pro úsporu místa ke zvýšení přehlednosti je ČSN EN ISO 13790 označena jako ČSN EN ISO 13790.

definice	obsah definice	ČSN EN
ekvivalentní vnitřní teplota (adjusted internal temperature):	konstantní virtuální vnitřní teplota vedoucí ke stejné tepelné ztrátě jako při přerušovaném vytápění	ČSN EN ISO 13790
funkční část budovy (building entity)	celkový objem vytápěných prostorů společnou otopnou soustavou (např. jednotlivých bytů) ve které dodávka tepla do jednotlivých bytů může být ústředně regulována uživatelem	ČSN EN 12831
měrná tepelná ztráta (heat loss coefficient):	podíl tepelného toku z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí a rozdílu teplot mezi nimi. POZNÁMKA Měrná tepelná ztráta budovy může být definována pouze pro budovy s jednou teplotní zónou.	ČSN EN 832
měrná tepelná ztráta (heat loss coefficient):	podíl tepelného toku z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí a rozdílu teplot mezi nimi. POZNÁMKA Měrná tepelná ztráta se nemůže být použit při vícezónovém modelu podle přílohy B.	ČSN EN ISO 13790
měrný tepelný tok (heat transfer coefficient):	podíl tepelného toku mezi dvěma teplotními zónami a rozdílu teplot v obou zónách.	ČSN EN 832
měrný tepelný tok (heat transfer coefficient):	podíl tepelného toku mezi dvěma teplotními zónami a rozdílu teplot v obou zónách.	ČSN EN ISO 13790
návrhová tepelná ztráta (design heat loss)	množství tepla za časovou jednotku unikající z budovy do venkovního prostředí za definovaných návrhových podmínek	ČSN EN 12831
návrhová tepelná ztráta prostupem daného prostoru (design transmission heat loss of the considered space)	tepelná ztráta do vnějšího prostředí prostupem tepla okolními plochami a tok tepla mezi vytápěnými prostory uvnitř budovy	ČSN EN 12831
návrhová tepelná ztráta větráním daného prostoru (design ventilation heat loss of the considered space)	tepelná ztráta do vnějšího prostředí větráním a infiltrační pláštěm budovy a tok tepla větráním z jednoho vytápěného prostoru do jiného vytápěného prostoru	ČSN EN 12831
návrhový součinitel tepelné ztráty ³ (design heat loss coefficient)	podíl návrhové tepelné ztráty a jednotky teplotního rozdílu	ČSN EN 12831

³ V jiných zavedených ČSN (např. ČSN EN 832, ČSN EN ISO 134790, ČSN EN 13789 a ČSN 73 0540) se nazývá „návrhová měrná tepelná ztráta“.

definice	obsah definice	ČSN EN
návrhový tepelný tok (design heat transfer)	tok tepla uvnitř funkční části budovy nebo v budově	ČSN EN 12831
návrhový tepelný výkon (design heat load)	požadovaný tepelný tok nutný k zajištění definovaných návrhových podmínek	ČSN EN 12831
návrhový teplotní rozdíl (design temperature difference)	rozdíl mezi výpočtovou vnitřní teplotou a venkovní výpočtovou teplotou	ČSN EN 12831
nevytápěný prostor (unheated space)	prostor, který není částí vytápěných prostorů	ČSN EN 12831
nevytápěný prostor (unheated space):	místnosti nebo uzavřené prostory, které nejsou součástí vytápěného prostoru	ČSN EN 832
nevytápěný prostor (unheated space):	místnost nebo uzavřený prostor, které nejsou součástmi	ČSN EN ISO 13790
podzemní podlaží - PP (basement)	prostor je považován za podzemní podlaží je-li více než 70 % jeho obvodových stěn v kontaktu se zemí	ČSN EN 12831
potřeba energie na vytápění (energy use for space heating):	tepelná energie, kterou je třeba dodat otopné soustavě pro pokrytí potřeby tepla	ČSN EN ISO 13790
potřeba energie na vytápění (energy used for heating):	energie, kterou je třeba dodat otopné soustavě pro pokrytí potřeby tepla	ČSN EN 832
potřeba tepla (heat use):	teplo, které je třeba dodat vytápěnému prostoru pro zajištění požadované teploty vytápěného prostoru v daném období při ideální otopné soustavě. Potřeba tepla může obsahovat přídatnou tepelnou ztrátu budovy vyplývající z nerovnoměrného rozložení teplot a neideální regulace teploty, pokud jsou uvažovány zvýšením požadované teploty a nejsou zahrnuty v tepelné ztrátě otopné soustavy	ČSN EN ISO 13790
potřeba tepla (heat use):	teplo, které je třeba dodat vytápěnému prostoru pro zajištění požadované teploty vytápěného prostoru	ČSN EN 832
požadovaná teplota (set-point temperature):	návrhová vnitřní teplota.	ČSN EN 832
požadovaná teplota (set-point temperature):	návrhová vnitřní teplota.	ČSN EN ISO 13790

definice	obsah definice	ČSN EN
provozní stavy přerušovaného vytápění (modes of intermittence):	V případě přerušovaného vytápění pracují otopné soustavy v dále uvedených provozních stavech: – běžný provozní stav (normal mode): otopná soustava zajišťuje vnitřní teplotu na hodnotě jako bez přerušování vytápění – vypnuto (cut-off mode): otopná soustava nedodává teplo. – redukovaný provozní stav (reduced heating power mode): otopná soustava dodává menší tepelný výkon než při běžném provozním stavu; – provozní stav při snížené vnitřní teplotě (set-back mode): předávání tepla je řízeno tak, aby se udržovala požadovaná snížená vnitřní teplota; – provozní stav maximálního výkonu (boost mode): otopná soustava pracuje na plný výkon aby byla dosažena požadovaná vnitřní teplota nejpozději na konci období redukovaného výkonu. V závislosti na regulačním systému, může provozní stav maximálního výkonu začínat podle dvou strategií: – s pevným časem sepnutí (fixed time boost): start provozního stavu maximálního výkonu určuje uživatel; – s optimalizovaným časem sepnutí (optimised boost): doba k dosažení požadované vnitřní teploty je určována uživatelem a regulační systém optimalizuje start provozního stavu maximálního výkonu s uvážením vnitřní a vnější teploty.	ČSN EN ISO 13790
průměrná roční venkovní teplota (annual mean external temperature)	průměrná hodnota venkovní teploty během roku	ČSN EN 12831
přerušované vytápění (intermittent heating):	způsob vytápění, při kterém může být teplota v určitém časovém úseku nižší, než je teplota požadovaná	ČSN EN 832
přerušované vytápění (intermittent heating):	způsob vytápění, při kterém se období normálního vytápění střídá s obdobími s redukovaným vytápěním	ČSN EN ISO 13790
sluneční ozáření (solar irradiation):	množství solárního tepla vztažené na plochu za dané období	ČSN EN ISO 13790
snížená teplota (set-back temperature):	nejnižší přípustná vnitřní teplota, která může být udržována v obdobích redukovaného vytápění	ČSN EN ISO 13790
solární zisky (solar gains):	teplo vznikající slunečním zářením pronikajícím do budovy okna a pasivními solárními systémy jako jsou zimní zahrady, transparentní tepelné izolace a solární stěny. POZNÁMKA Aktivní solární zařízení, jako jsou solární kolektory, jsou chápány jako součást otopné soustavy.	ČSN EN ISO 13790

definice	obsah definice	ČSN EN
stavební části (building elements)	stavební konstrukční díly jako je stěna, podlaha	ČSN EN 12831
stupeň využití (utilisation factor):	činitel redukující celkové měsíční nebo sezónní zisky ke stanovení výsledného snížení potřeby tepla	ČSN EN ISO 13790
stupeň využití (utilisation factor):	činitel redukující celkové měsíční nebo sezónní zisky (vnitřní nebo pasivní solární) na využitelnou část	ČSN EN 832
tepelná ztráta budovy (building heat loss):	množství tepla odvedeného za danou dobu z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí prostupem tepla a větráním.	ČSN EN ISO 13790
tepelná ztráta větráním (ventilation heat loss):	tepelná ztráta v důsledku odvádění vzduchu z vytápěného prostoru exfiltrací a větráním	ČSN EN ISO 13790
tepelná ztráta (heat loss):	množství tepla odvedeného za danou dobu z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí prostupem tepla a větráním.	ČSN EN 832
tepelné zisky (heat gains):	teplo vznikající ve vytápěném prostoru nebo vstupující do vytápěného prostoru z jiných zdrojů, než je otopná soustava a systém ohřevu teplé vody. POZNÁMKA Obsahují vnitřní tepelné zisky a solární zisky.	ČSN EN ISO 13790
tepelný zisk (heat gain):	teplo vznikající ve vytápěném prostoru nebo vstupující do vytápěného prostoru z jiných zdrojů, než je otopná soustava	ČSN EN 832
teplota venkovního vzduchu (external air temperature)	teplota vzduchu vně budovy	ČSN EN 12831
teplota vnitřního vzduchu ⁴ (internal air temperature)	teplota vzduchu uvnitř budovy	ČSN EN 12831
teplotní zóna (thermal zone)	část vytápěných prostorů se stanovenou teplotou a zanedbatelnými prostorovými změnami vnitřní teploty	ČSN EN 12831
teplotní zóna (thermal zone):	část vytápěného prostoru s danou požadovanou teplotou, uvnitř kterého jsou odchylky vnitřní teploty zanedbatelné.	ČSN EN 832

⁴ Podle vyhlášky č. 152/2001 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé užitkové vody, měrné ukazatele spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie je teplota vnitřního vzduchu teplota vzduchu ve středu místnosti ve výšce 1 m nad nášlapnou plochou.

definice	obsah definice	ČSN EN
venkovní teplota (external temperature):	teplota vnějšího vzduchu. POZNÁMKA Pro výpočet ztrát prostupem tepla se předpokládá, že střední radiační teplota venkovního prostředí je shodná s teplotou venkovního vzduchu. Dlouhovělný přenos tepla k obloze je uvažován v F.5.	ČSN EN ISO 13790
větrací soustava (ventilation system)	soustava, která zabezpečuje stanovenou výměnu vzduchu	ČSN EN 12831
vnější teplota (external temperature):	teplota vnějšího vzduchu.	ČSN EN 832
vnitřní tepelné zisky (internal heat gains):	teplo vznikající uvnitř budovy od osob (citelné metabolické teplo) a od spotřebičů jiných než je otopná soustava a systém ohřevu teplé vody (osvětlení, domácí spotřebiče, kancelářské vybavení, apod.)	ČSN EN ISO 13790
vnitřní teplota (internal temperature):	aritmetický průměr teploty vzduchu a střední sálavé teploty ve středu místnosti (vnitřní suchá výsledná teplota).	ČSN EN 832
vnitřní teplota (internal temperature):	aritmetický průměr teploty vzduchu a střední sálavé teploty ve středu místnosti (vnitřní suchá výsledná teplota).	ČSN EN ISO 13790
výpočtová venkovní teplota (external design temperature)	teplota venkovního vzduchu, která se užije pro výpočet návrhových tepelných ztrát	ČSN EN 12831
výpočtová vnitřní teplota (internal design temperature)	výsledná teplota ve středu vytápěného prostoru (ve výšce mezi 0,6 až 1,6 m) užitá pro výpočet návrhových tepelných ztrát	ČSN EN 12831
výpočtové období (calculation period):	časový úsek pro výpočet tepelných ztrát a zisků POZNÁMKA Nejčastěji užívanými výpočtovými obdobími jsou měsíce a otopné období.	ČSN EN 832
výpočtové období (calculation period):	časový úsek pro výpočet tepelných ztrát a zisků POZNÁMKA Výpočtovým obdobím je měsíc. Pro obytné budovy může být výpočet proveden také pro otopné období.	ČSN EN ISO 13790
výsledná teplota ⁵⁾ 6) (operative temperature)	aritmetický průměr teploty vnitřního vzduchu a průměrné teploty sálání	ČSN EN 12831

⁵⁾ Podle vyhlášky č. 152/2001 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé užitkové vody, měrné ukazatele spotřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům, výsledná teplota zohledňuje vedle teploty vnitřního vzduchu i vliv sálání okolních stěn. Měří se kulovým teploměrem.

⁶⁾ Místo výsledné teploty je přesné znění operativní teplota. Operativní teplota vyjadřuje komplexní účinek teploty vzduchu a teploty okolních ploch. Závisí na součiniteli přestupu tepla sáláním a součiniteli přestupu tepla prouděním.

Pro zjednodušující podmínky, rychlost proudění vzduchu 0,2 m/s a střední radiační teplotu $\theta_r < 50^\circ\text{C}$, které jsou zpravidla v bytových a občanských budovách splněné (tj. součinitelé přestupu tepla sáláním a prouděním jsou přibližně stejní), se může operativní teplota vyjádřit vztahem $\theta_o = \theta_i = 0,5 \cdot (\theta_{ai} - \theta_r)$ kde θ_o je operativní teplota, θ_i je výsledná teplota, θ_{ai} je teplota vnitřního vzduchu a θ_r je střední radiační teplota.

definice	obsah definice	ČSN EN
vytápěná zóna (heated zone):	část vytápěného prostoru s danou požadovanou vnitřní teplotou, uvnitř kterého se odchylky vnitřní teploty považují za zanedbatelné.	ČSN EN ISO 13790
vytápěný prostor (heated space)	prostor, který se vytápí na definovanou výpočtovou vnitřní teplotu	ČSN EN 12831
vytápěný prostor (heated space):	místnosti nebo uzavřené prostory vytápěné na jednu nebo více požadovaných teplot	ČSN EN 832
vytápěný prostor (heated space):	místnost nebo uzavřený prostor vytápěný na požadovanou teplotu	ČSN EN ISO 13790
zóna (zone)	skupina prostorů s podobnými tepelnými vlastnostmi	ČSN EN 12831
zpětně získané teplo (recovered heat):	Množství tepla získaného z okolního prostředí nebo z otopné soustavy nebo systému přípravy teplé vody (včetně pomocného zařízení), pokud není přímo zahrnuto ve snížení ztrát otopné soustavy	ČSN EN ISO 13790
zpětně získané teplo z větrání (ventilation heat recovery):	teplo získané z odpadního vzduchu	ČSN EN ISO 13790
ztráta prostupem tepla (transmission heat loss):	tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi a zeminou	ČSN EN ISO 13790
ztráty otopné soustavy (heating system losses):	celková tepelná ztráta otopné soustavy, se zahrnutím zpětně získaného tepla	ČSN EN ISO 13790

2.2. ZNAČKY, POJMY A JEDNOTKY

Značka	Fyzikální veličina	Jednotka	ČSN EN
χ	tepelná kapacita vztažená na plochu	J/m ² ·K	ČSN EN ISO 13790
ω	podíl celkového solárního záření dopadajícího na prvek, když je vzduchová vrstva otevřená, a celkového solárního záření dopadajícího na prvek za výpočtové období	-	ČSN EN ISO 13790
ω	podíl celkového solárního záření dopadajícího na prvek, když je vzduchová vrstva otevřená, a celkového solárního záření dopadajícího na prvek za výpočtové období	-	ČSN EN 832
ξ	poměr účinku změny topného výkonu na vnitřní teplotu a na teplotu konstrukce	-	ČSN EN ISO 13790
ζ	účinná část tepelné kapacity	-	ČSN EN ISO 13790
V	objem vzduchu ve vytápěné zóně	m ³	ČSN EN ISO 13790
v	rychlost větru	m/s	ČSN EN 12831
V	objem	m ³	ČSN EN 12831
U	součinitel prostupu tepla	W/m ² K	ČSN EN ISO 13790

Značka	Fyzikální veličina	Jednotka	ČSN EN
U	součinitel prostupu tepla	W/m ² K	ČSN EN 832
U	součinitel prostupu tepla	W/m ² ·K	ČSN EN 12831
T	termodynamická teplota	K	ČSN EN ISO 13790
t	čas, časový úsek	s	ČSN EN ISO 13790
T	termodynamická teplota	K	ČSN EN 832
t	čas, časový úsek	s	ČSN EN 832
T	termodynamická (absolutní) teplota (Kelvinova stupnice)	K	ČSN EN 12831
R	tepelný odpor	m ² K/W	ČSN EN ISO 13790
R	tepelný odpor	m ² K/W	ČSN EN 832
Q	množství tepla, množství energie	J	ČSN EN 12831
P	obvod podlahy (vnější hranice A)	m	ČSN EN 12831
n ₅₀	intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi vnějším a vnitřním prostředím budovy	h ⁻¹	ČSN EN 12831
n	intenzita výměny vzduchu	s ⁻¹ nebo h ⁻¹	ČSN EN ISO 13790
n	intenzita výměny vzduchu	s ⁻¹ nebo h ⁻¹	ČSN EN 832
n	intenzita výměny venkovního vzduchu	h ⁻¹	ČSN EN 12831
l	délka	m	ČSN EN 832
L	množství tepla nebo energie na jednotku plochy	J/m ²	ČSN EN ISO 13790
l	délka	m	ČSN EN ISO 13790
l	délka	m	ČSN EN 12831
I	množství tepla nebo energie na jednotku plochy (velké I)	J/m ²	ČSN EN 832
H	měrný tepelný tok, měrná tepelná ztráta	W/K	ČSN EN ISO 13790
h	součinitel přestupu tepla	W/m ² K	ČSN EN ISO 13790
H	měrný tepelný tok, měrná tepelná ztráta	W/K	ČSN EN 832
h	součinitel přestupu tepla	W/m ² K	ČSN EN 832
h	součinitel přestupu tepla	W/m ² ·K	ČSN EN 12831
H	součinitel tepelné ztráty ⁷⁾	W/K	ČSN EN 12831
G _w	korekční činitel pro podzemní vodu	-	ČSN EN 12831
g	celková propustnost slunečního záření	-	ČSN EN ISO 13790
g	celková energetická propustnost (slunečního záření)	-	ČSN EN 832

⁷⁾ V jiných zavedených ČSN (např. ČSN EN 832, ČSN EN ISO 134790, ČSN EN 13789 a ČSN 73 0540) se nazývá „měrná tepelná ztráta“.

Značka	Fyzikální veličina	Jednotka	ČSN EN
F	Činitel	-	ČSN EN ISO 13790
f	součinitel větrné expozice	-	ČSN EN ISO 13790
F	činitel	-	ČSN EN 832
f	součinitel větrné expozice	-	ČSN EN 832
e_k, e_l	korekční činitelé pro vystavení vlivu povětrnosti (expozici)	-	ČSN EN 12831
e_i	stínící činitel	-	ČSN EN 12831
e	součinitel větrné expozice	-	ČSN EN ISO 13790
e	součinitel větrné expozice	-	ČSN EN 832
d	tloušťka vrstvy	M	ČSN EN ISO 13790
d	tloušťka	m	ČSN EN 12831
c_p	měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku	J/kg·K	ČSN EN 12831
C	účinná tepelná kapacita zóny	J/K	ČSN EN ISO 13790
c	měrná tepelná kapacita	J/kg.K	ČSN EN ISO 13790
C	účinná tepelná kapacita zóny	J/K	ČSN EN 832
c	měrná tepelná kapacita	J/kg.K	ČSN EN 832
B'	charakteristický rozměr	m	ČSN EN 12831
b	redukční činitel pro nevytápěné zóny	-	ČSN EN ISO 13790
b	redukční činitel pro nevytápěné zóny	-	ČSN EN 832
a, b, c, f	různé korekční činitelé	-	ČSN EN 12831
A	plocha	m ²	ČSN EN ISO 13790
a	číselný parametr ve stupni využití	-	ČSN EN ISO 13790
A	plocha	m ²	ČSN EN 832
a	číselný parametr pro stupeň využití	-	ČSN EN 832
A	plocha	m ²	ČSN EN 12831
Φ_{HL}	tepelný výkon	W	ČSN EN 12831
α	pohltivost povrchu pro sluneční záření	-	ČSN EN ISO 13790
β	podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období	-	ČSN EN ISO 13790
γ	podíl tepelných zisků a tepelných ztrát	-	ČSN EN ISO 13790
δ	podíl součtu rozdílů teplot mezi vnitřním a vnějším prostředím za dobu, kdy je provětrávání v provozu, a téhož součtu za výpočtové období	-	ČSN EN ISO 13790
ε	emisivita povrchu pro tepelné záření	-	ČSN EN ISO 13790
η	účinnost, stupeň využití tepelných zisků	-	ČSN EN ISO 13790

Značka	Fyzikální veličina	Jednotka	ČSN EN
θ	Celsiova teplota	$^{\circ}\text{C}$	ČSN EN ISO 13790
κ	součinitel vztažený k tepelné ztrátě větraných solárních stěn	-	ČSN EN ISO 13790
ρ	hustota	kg/m^3	ČSN EN ISO 13790
σ	Stefanova-Boltzmanova konstanta ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$)	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	ČSN EN ISO 13790
τ	časová konstanta	s	ČSN EN ISO 13790
α	pohltivost povrchu pro sluneční záření	-	ČSN EN 832
β	podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období	-	ČSN EN 832
γ	podíl tepelných zisků a tepelných ztrát	-	ČSN EN 832
δ	podíl součtu rozdílů teplot mezi vnitřním a vnějším prostředím za dobu, kdy je větrání zapnuto, a téhož součtu za výpočtové období	-	ČSN EN 832
ε	emisivita povrchu pro tepelné záření	-	ČSN EN 832
η	účinnost, stupeň využití tepelných zisků	-	ČSN EN 832
θ	Celsiova teplota	$^{\circ}\text{C}$	ČSN EN 832
κ	součinitel vztažený k tepelné ztrátě větraných solárních stěn	-	ČSN EN 832
ρ	hustota	kg/m^3	ČSN EN 832
σ	Stefan-Boltzmanova konstanta ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$)	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	ČSN EN 832
τ	časová konstanta	s	ČSN EN 832
Φ	tepelný tok	W	ČSN EN 832
χ	bodový činitel prostupu tepla (tepelného mostu)	W/K	ČSN EN 832
Ψ	lineární činitel prostupu tepla (tepelného mostu)	$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$	ČSN EN 832
ε	výškový korekční činitel	-	ČSN EN 12831
Φ	tepelná ztráta; tepelný výkon	W	ČSN EN 12831
η	účinnost	%	ČSN EN 12831
λ	součinitel tepelné vodivosti	$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$	ČSN EN 12831
θ	teplota ve stupních Celsia	$^{\circ}\text{C}$	ČSN EN 12831
ρ	hustota vzduchu při $\theta_{\text{int},i}$	kg/m^3	ČSN EN 12831
ψ	lineární činitel prostupu tepla	$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$	ČSN EN 12831
$\dot{V}$	objemový tok vzduchu	m^3/s	ČSN EN ISO 13790
$\dot{V}$	objem vzduchu ve vytápěné zóně	m^3	ČSN EN 832
$\dot{V}$	objemový tok vzduchu	m^3/s	ČSN EN 12831

2.2.1. SEZNAM INDEXŮ

index	popis	ČSN EN	index	popis	ČSN EN
$\Delta\theta$	vyšší vnitřní teplota	ČSN EN 12831	d	denní, distribuce	ČSN EN 832
$\perp$	kolmý	ČSN EN ISO 13790	e	vnější; emise	ČSN EN ISO 13790
$\perp$	kolmý	ČSN EN 832	e	vnější; emise	ČSN EN 832
0	základní; referenční	ČSN EN ISO 13790	e	vnější, venkovní	ČSN EN 12831
0	základní; referenční	ČSN EN 832	env	plášť, obálka	ČSN EN 12831
50	při tlakovém rozdílu 50 Pa	ČSN EN 832	equiv	ekvivalentní	ČSN EN 12831
a	vzduch	ČSN EN ISO 13790	ex	odpadní vzduch	ČSN EN 832
a	vzduch; skutečný	ČSN EN 832	ex	odvod, odtah	ČSN EN 12831
a	vzduch	ČSN EN 12831	F	rám	ČSN EN ISO 13790
A	funkční část budovy	ČSN EN 12831	f	tvar, finální	ČSN EN ISO 13790
ad	ekvivalentní	ČSN EN ISO 13790	F	rám	ČSN EN 832
ap	spotřebiče	ČSN EN ISO 13790	f	ventilátor	ČSN EN 832
bdg, B	budova	ČSN EN 12831	G	zemina	ČSN EN ISO 13790
bf	podzemní podlaží, podlaha ve sklepe	ČSN EN 12831	g	zisky	ČSN EN ISO 13790
bw	stěna v podzemním podlaží	ČSN EN 12831	G	zemina	ČSN EN 832
C	kapacita, výpočet, konvektivní	ČSN EN ISO 13790	g	zisky	ČSN EN 832
c	konstrukce	ČSN EN ISO 13790	g:	zemina, půda	ČSN EN 12831
C	sluneční clony (žaluzie, závěsy)	ČSN EN 832	gc	regulace	ČSN EN 832
c	kapacita	ČSN EN 832	ge	produkce	ČSN EN 832
d	návrh, denní, přímý	ČSN EN ISO 13790	h	vytápění, vytápěný, hemisferický	ČSN EN ISO 13790
D	přímý	ČSN EN 832	h	vytápění; vytápěný	ČSN EN 832

index	popis	ČSN EN	index	popis	ČSN EN
i	vnitřní	ČSN EN 832	pp	maximální výkon	ČSN EN ISO 13790
i, j	vytápěný prostor	ČSN EN 12831	pp	výpočtový výkon	ČSN EN 832
ih	přerušované vytápění	ČSN EN ISO 13790	ps	trvalé stínění	ČSN EN ISO 13790
inf	infiltrace	ČSN EN 12831	ps	trvalé zastínění	ČSN EN 832
int.	vnitřní	ČSN EN 12831	r	sálavý; rekuperovaný, redukováný	ČSN EN ISO 13790
j,k,m,n	pomocné indexy	ČSN EN ISO 13790	r	zářivý; rekuperovaný	ČSN EN 832
j,k,m,n	pomocné indexy	ČSN EN 832	r	průměrný sálavý	ČSN EN 12831
k:	stavební část	ČSN EN 12831	RH	zátop	ČSN EN 12831
L	ztráta	ČSN EN ISO 13790	S	stínění	ČSN EN ISO 13790
l	vrstva	ČSN EN ISO 13790	s	solární; zimní zahrada	ČSN EN ISO 13790
l	ztráta; vrstva !jiný font -jako psací	ČSN EN 832	S	stínění	ČSN EN 832
l	tepelný most	ČSN EN 12831	s	solární; osluněný prostor	ČSN EN 832
m	metabolický, měsíc	ČSN EN ISO 13790	sb	stav se sníženou teplotou	ČSN EN ISO 13790
m	roční průměr	ČSN EN 12831	se	venkovní povrch	ČSN EN ISO 13790
mech	strojní, nucený	ČSN EN 12831	si	vnitřní povrch	ČSN EN ISO 13790
min	nejmenší	ČSN EN 12831	ss	průměr povrch-obloha	ČSN EN ISO 13790
nat	přirozený	ČSN EN 12831	su	přívod	ČSN EN 12831
nh	bez vytápění	ČSN EN ISO 13790	P	výkonový	ČSN EN ISO 13790
nh	bez vytápění	ČSN EN 832	p	dělicí stavební prvek	ČSN EN ISO 13790
o	celkový	ČSN EN ISO 13790	P	výkonový	ČSN EN 832
o	výstup	ČSN EN 832	p	dělicí stavební prvek	ČSN EN 832
o	provozní, funkční	ČSN EN 12831	sup	přiváděný	ČSN EN 832

index	popis	ČSN EN	index	popis	ČSN EN
T	přenos	ČSN EN 12831	v	větrání	ČSN EN ISO 13790
T	prostup	ČSN EN ISO 13790	V	větrání	ČSN EN 832
t	transparentní izolace	ČSN EN ISO 13790	v	větrání	ČSN EN 832
T	prostup	ČSN EN 832	V	větrání	ČSN EN 12831
t	celkový; technický	ČSN EN 832	w	okno	ČSN EN ISO 13790
tb	druh budovy	ČSN EN 12831	W	stěna	ČSN EN 832
th	otopná soustava	ČSN EN ISO 13790	w	okna; voda	ČSN EN 832
u	nevytápěný	ČSN EN ISO 13790	W	voda, okno/stěna	ČSN EN 12831
u	nevytápěný	ČSN EN 832	x	extra; přídatný	ČSN EN 832
u	nevytápěný prostor	ČSN EN 12831	y, z	označení zóny	ČSN EN ISO 13790
V	větrání	ČSN EN ISO 13790	y, z	označení zóny	ČSN EN 832

3. PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

3.1. PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA ČSN EN ISO 13790

Shromáždění podkladů o budově a údajů okrajových podmínek výpočtu rozhoduje o správnosti a míře přesnosti výpočtu. Je vhodné a nutné využít podkladů nezbytných pro výpočet tepelného výkonu podle ČSN EN 12831. Dále uvedené informace jsou čerpány jak z ČSN EN 832, tak i ČSN EN ISO. Dále jsou použity údaje z německé normy DIN V 4108:2003, která aplikuje normu EN 832 na německé podmínky.

3.1.1. VSTUPNÍ ÚDAJE

3.1.1.1. PŮVOD A DRUH VSTUPNÍCH ÚDAJŮ

Potřebné údaje jsou v zavedených mezinárodních normách a jejich informativních přílohách, dále jsou převzaty z národních norem nebo jiných vhodných dokumentů, které jsou k dispozici.

K předpovědi potřeby energie na vytápění nebo k posouzení shody s předpisy nebo jinými ustanoveními se použijí smluvní hodnoty, aby byly výsledky pro různé budovy srovnatelné.

Pro optimalizaci navrhované budovy nebo ke zlepšení stávající budovy musí být použity nejlepší dostupné údaje a podklady pro budovu. Pokud ale nejsou k dispozici žádné lepší odhady, jako první přiblížení mohou být použity smluvní hodnoty.

Používaná soustava rozměrů stavebních konstrukcí musí v celém výpočtu zůstat shodná. Mohou se používat vnitřní, vnější nebo celkové vnitřní rozměry⁸. Zvolený přístup musí ale zůstat shodný v celém výpočtu a musí být uveden v protokolu o výpočtu.⁹

Vstupní údaje potřebné pro jednozónový výpočet jsou uvedeny dále. Některé údaje se mohou v jednotlivých výpočtových obdobích odlišovat (např. korekční činitele stínění, objemové toky vzduchu v chladných měsících). Některé údaje se mohou odlišovat v jednotlivých časových podúsecích (např. objemový tok vzduchu, součinitel prostupu tepla oken v důsledku uzavírání okenic v noci).

3.1.1.2. VSTUPNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ

V_c	je	obestavěný objem vytápěného prostoru, (m^3)
V		vnitřní objem vytápěného prostoru, (m^3)
$A_{s,u}$		užitková plocha, (m^2)
$A_{s,h}$		vytápěná plocha, (m^2)

⁸ Vysvětlení vnitřních, vnějších a celkových vnitřních rozměrů obsahuje ČSN EN ISO 13789. Přednostně se doporučuje používat vnějších rozměrů, zejména v rané fázi projektování budovy. Chyba vzniklá zanedbáním energetického vlivu tepelných mostů je v tomto případě zpravidla nejmenší

⁹ Některé hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla tepelných mostů závisí na zvolené soustavě rozměrů

3.1.1.3. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO STANOVENÍ TEPELNÉ ZTRÁTY

H_T je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, (W/K)

H_V měrná tepelná ztráta větráním podle ČSN EN ISO 13790, (W/K)

3.1.1.4. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO STANOVENÍ TEPELNÝCH ZISKŮ

Φ_i průměrné vnitřní tepelné zisky v časovém úseku výpočtu;

Pro zasklené části obvodového pláště budovy musí být odděleně pro každou orientaci (vodorovnou a svislou jižní, severní, atd.) zjištěny:

Φ_i je průměrné vnitřní tepelné zisky v časovém úseku výpočtu podle 5.2.4.1, (W)

Φ_s průměrné solární zisky v časovém úseku výpočtu podle 5.2.4.2, (W)

A_j plocha otvoru v obvodovém plášti budovy pro každé okno nebo dveře, (m^2)

F_{Fj} korekční činitel okenního rámu. Podíl plochy průsvitné části nezakryté rámem k ploše A_j , (-)

F_{Sj} korekční činitel zastínění. Průměrný zastíněný podíl plochy A_j podle 5.2.4.2.2, (-)

$g_{\perp}$ typické hodnoty celkové propustnosti slunečního záření $g_{\perp}$ podle 5.2.4.2.2.2, (-)

V nebytových budovách velmi silně kolísají vnitřní tepelné zisky podle časového úseku užívání nebo neužívání. Tepelné zisky mohou být stanoveny nejprve pro každý časový úsek užívání a pak zprůměrnovány s uvážením trvání každého úseku. Tento výpočet je často snazší provádět po týdnech.

Doplňkové údaje se shromáždí o stavebních prvcích využívajících slunečního záření, jako jsou transparentní izolace, větrané solární stěny, zimní zahrady apod. Dále se získají informace pro výpočet účinku přerušovaného vytápění.

3.1.1.5. DYNAMICKÉ VLASTNOSTI

C je účinná tepelná kapacita vytápěného prostoru vypočtená pro potřebu tepla podle 5.2.5.2.3. Pro zjednodušení je použita odvozená hodnota uvedená v DIN V 4608 – 6:2003

τ časová konstanta vytápěného prostoru vypočítaná podle 5.2.5.2.2

Buď se udává C nebo τ , nikdy obě hodnoty současně.

3.1.1.6. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE

Q_L je celková tepelná ztráta (W)

Φ_g tepelné zisky (W)

3.1.1.7. KLIMATICKÉ ÚDAJE

Pro výpočet jsou potřebné tyto klimatické údaje:

θ_e jsou průměrné vnější teploty v každém měsíci nebo za otopné období, ve $^{\circ}C$;

$I_{s,j}$ celkové sluneční záření na jednotkovou plochu v každém měsíci nebo za otopné období pro každou orientaci, v J/m^2

3.1.1.8. PŘERUŠOVANÉ VYTÁPĚNÍ

3.1.1.8.1. Průběh přerušovaného vytápění

Při přerušovaném vytápění se výpočtové období dělí na časové úseky s normálním provozem a časové úseky s redukováným provozem (například v noci, o víkendu, o prázdninách)

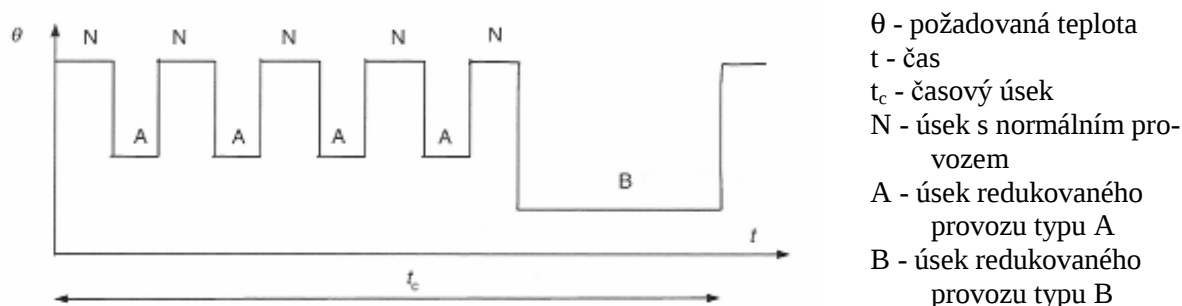
Všechny úseky s normálním provozem musí mít stejnou požadovanou teplotu.

Časové úseky s redukováným provozem mohou mít odlišné průběhy.

V rámci každého výpočtového období musí být každý druh časového úseku s redukováným provozem charakterizován:

- Ü dobou trvání
- Ü počtem výskytů tohoto typu časového úseku ve výpočtovém období
- Ü odpovídajícím provozním stavem přerušovaného vytápění (viz 3.12)
- Ü sníženou teplotou nebo redukováným topným výkonem
- Ü charakterem provozního stavu maximálního výkonu (3.12.5) a velikostí maximálního výkonu v tomto provozním stavu.

Příklad je uveden na obrázku 3-1, kde je výpočtové období obsahuje 4 úseky redukováného provozu typu A (např. noci) a 1 úsek redukováného provozu typu B (víkend).



OBRÁZEK 3-1

PŘÍKLAD REŽIMU PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

Dělení na odlišné úseky se nepožaduje, pokud:

- Ü Odlišnosti požadované teploty mezi úseky s normálním a redukováným provozem jsou menší než 3 K. V takovém případě se může použít časově zprůměrovaná teplota;
- Ü Časová konstanta budovy je větší než trojnásobek doby trvání nejdelšího úseku s redukováným provozem. V takovém případě se může použít normální požadovaná teplota pro všechny úseky.
- Ü Časová konstanta budovy je menší než 0,2 násobek nejkratšího úseku s redukováným provozem. V takovém případě se může použít časově zprůměrovaná teplota.

V nebytových budovách jsou často odchylky požadované teploty a objemového vzduchového toku spojeny s užíváním. Rozdělení do různých časových úseků usnadní posouzení střední intenzity výměny vzduchu v každém z nich.

Protože průběh provozu vytápění je obvykle stanoven po v týdenním režimu, může být snazší provádět výpočty pro jeden týden v měsíci.

3.1.1.8.2. Ekvivalentní vnitřní teplota

Ekvivalentní vnitřní teplota je konstantní vnitřní teplota vedoucí ke stejné tepelné ztrátě jako při přerušovaném vytápění během časového úseku.

Pro každé období s redukováným provozem se spočítá zvláštním postupem pro denní nebo týdenní snížení a pro prázdninové snížení.

Hodnoty ekvivalentní vnitřní teploty mohou být stanoveny na národní úrovni podle typu budovy, jejího užívání, otopné soustavy apod.

**4. VÝPOČET SOUČiniteLE TEPELNÉ ZTRÁTY
PODLE ČSN EN 12831 A MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY
PODLE ČSN EN 13 790 (A ČSN EN 832)**

4.1. VÝPOČET MĚRNÉ ZTRÁTY PODLE ČSN EN 13 790 A ČSN EN 832

Podle ČSN EN 13 790 se měrná tepelná ztráta H (rovnice 4-1) stanoví jako součet měrné ztráty prostupem H_T a měrné tepelné ztráty větráním H_V .

H_T se stanoví podle EN ISO 13789. Vzhledem k tomu, že souběžně vznikala ČSN EN 12831, ve které se pro výpočet tepelných ztrát musí tyto hodnoty vypočítat také, jsou dále uvedeny oba postupy. Smyslem porovnání je využití postupu podle normy ČSN EN 12831 (vycházejícího také z ČSN EN ISO 13789), která však v ČSN EN ISO 13790 (832) není zmíněna.

Připomínáme, že podle ČSN EN 12831 se H_T nazývá součinitel tepelné ztráty, podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832 měrná ztráta prostupem tepla.

4.1.1. VÝPOČET MĚRNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13789.

H_T podle ČSN EN ISO 13789 se stanoví ze vztahu:

$$H_T = L_D + L_S + H_U \quad [\text{W/K}] \quad (4-1)$$

kde:

H_T	je	měrná ztráta prostupem tepla, (W/K)
L_D		tepelná propustnost obvodovým pláštěm mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím stanovená podle vztahu, (W/K)
L_S		ustálená tepelná propustnost zeminou stanovená, (W/K)
H_U		měrná ztráta prostupem tepla nevytápěnými prostory definovaná vztahem, (W/K)

4.1.1.1. HRANICE VYTÁPĚNÉHO PROSTORU

Před výpočtem měrné ztráty prostupem tepla se musí jednoznačně stanovit vytápěný prostor posuzované budovy. Uvažované stavební konstrukce jsou hranicemi vytápěného prostoru.

Obvodový plášť nad úrovní terénu se modeluje plošnými a tyčovými prvky, jak je ukázáno na obrázku 4-1.

Hranice mezi „podzemní“ částí, zahrnující prostup tepla zeminou, a „nadzemní“ částí budovy, která má přímou tepelnou ztrátu do vnějšího prostředí, jsou v souladu s EN ISO 13370 stanoveny takto:

- pro budovy s podlahou na terénu, se zvýšenou podlahou a nevytápěným suterénem je rovina vnitřního povrchu podlahy přízemí,
- pro budovy s vytápěným suterénem je úroveň vnějšího terénu.

4.1.1.1.1. Soustava rozměrů v ČSN EN normách

Obvodový plášť se nejprve rozdělí na prvky:

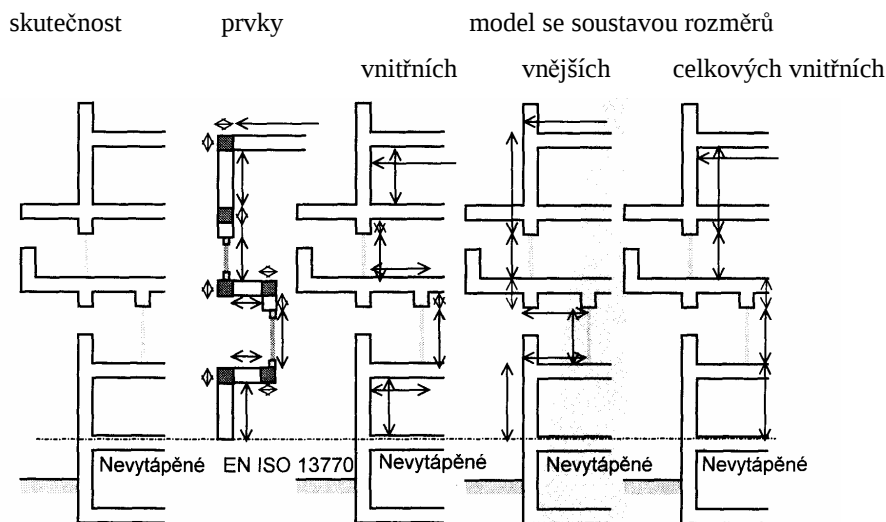
- plošné prvky obvodového pláště podle ČSN EN ISO 6946
- okna, dveře a jejich rámy podle ČSN EN ISO 10077-1
- možné tepelné mosty podle ČSN EN ISO 14683 nebo ČSN EN ISO 10211
- hranice použití podle ČSN EN ISO 13370.

Pro rozměry stavebních prvků se používá obvykle jedna ze tří uvedených soustav rozměrů:

- vnitřní rozměry

- celkové vnitřní rozměry nebo
- vnější rozměry.

Soustavy rozměrů se od sebe odlišují tím, jakým způsobem jsou zahrnuty rovinné plochy styků prvků do ploch prvků.



OBRÁZEK 4-1 PŘÍKLADY METOD URČOVÁNÍ ROZMĚRŮ STAVEBNÍCH PRVKŮ

Výraz $\sum A_i U_i$ ve vztahu (4-2) bude větší při použití vnějších rozměrů než při použití vnitřních rozměrů.

V důsledku toho jsou ovšem hodnoty ψ_k obecně menší pro vnější rozměry a mohou být dokonce negativní v některých případech, jako například na nárožích.

Pokud je hlavní izolační vrstva souvislá, může být lineární činitel prostupu tepla některých styků malý, zejména když se použijí vnější nebo celkové vnitřní rozměry. V těchto případech se často zanedbávají. Důsledkem toho může vznikat malý rozdíl v hodnotách měrné ztráty prostupem tepla stanovené za použití různých soustav rozměrů - když jsou některé tepelné mosty zanedbány v jedné soustavě a ve druhé ne.

Zejména ve sporných případech se tedy doporučuje posuzovat budovu s použitím rozměrů každého individuálního prvku (druhý zleva na obrázku 4-1). Při takovém způsobu je explicitně zahrnut lineární činitel prostupu tepla každého styku.

4.1.2. PŘÍMÝ PROSTUP TEPLA DO VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Měrná ztráta prostupem tepla obvodovým pláštěm budovy oddělující vytápěný prostor a vnější vzduch se stanoví podle vztahu:

$$L_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \psi_k + \sum_j \chi_j \quad [\text{W/K}] \quad (4-2)$$

kde:

A_i je je plocha prvku i obvodového pláště, (rozměry oken a dveří se berou jako rozměry otvoru ve stěně), (m^2)

U_i	součinitel prostupu tepla prvku i obvodového pláště, stanovený podle EN ISO 6946 pro neprůsvitné prvky nebo podle EN ISO 10077-1 pro zasklené prvky, ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)
l_k	délka lineárního tepelného mostu k, ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)
Ψ_k	lineární činitel prostupu tepla tepelného mostu k, převzatý z EN ISO 14683 nebo vypočtený podle EN ISO 10211-1, ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)
χ_k	bodový činitel prostupu tepla tepelného mostu j, vypočtený podle EN ISO 10211-1, (W/K); (bodové tepelné mosty, které jsou obvykle součástí plošných prvků a již jsou zahrnuty v jejich součiniteli prostupu tepla, se nepřičítají).

Součet se provede pro všechny stavební prvky, které oddělují vnitřní a vnější prostředí.

V případech, ve kterých neplatí EN ISO 6946, EN ISO 10077-1, EN ISO 14683 nebo EN ISO 10211-2, se použije EN ISO 10211-1.

Pokud je hlavní izolační vrstva souvislá a má všude stejnou tloušťku, mohou být lineární a bodové činitele tepelné propustnosti zanedbány, jsou-li použity vnější rozměry. Hlavní izolační vrstva je vrstva s nejvyšším tepelným odporem ve stavebních prvcích hraničících s potenciálními tepelnými mosty.

Pokud je součinitel prostupu tepla prvku proměnlivý (např. okna s okenicemi a clonami uzavíranými na noc), vypočítají se nejvyšší i nejnižší hodnoty.

4.1.3. TEPELNÁ PROPUSTNOST ZEMINOU

Tepelná propustnost zeminou L_S se vypočítá podle EN ISO 13370.

4.1.3.1. VYBRANÉ VSTUPNÍ ÚDAJE A PARAMETRY POUŽITÉ VE VÝPOČTECH

Pro **tepelnětechnické vlastnosti zeminy** se použijí:

- hodnoty odpovídající skutečné lokalitě, zprůměrované pro hloubku odpovídající šířce budovy, a odpovídající běžnému obsahu vlhkosti
- pokud je druh zeminy znám nebo určen, použijí se hodnoty uvedené v tabulce 4-1
- v ostatních případech se použije hodnota tepelné vodivosti:
 $\lambda = 2,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
 $\rho \cdot c = 2,0 \times 10^6 \text{ J/m}^3\cdot\text{K}$.

Kategorie	Popis	Tepelná vodivost $\text{W/m}\cdot\text{K}$	Objemová tepelná kapacita ($\rho \cdot c$) $\text{J/m}^3\cdot\text{K}$
1	Hlíny a jíly	1,5	$3,0 \times 10^6$
2	Pisky a štěrky	2,0	$2,0 \times 10^6$
3	Stejnorodá skála	3,5	$2,0 \times 10^6$

TABULKA 4-1 TEPELNĚTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMINY PŘI UVAŽOVÁNÍ TEPELNÉ VODIVOSTI ZEMINY $2,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Hodnoty **odporu při přestupu** tepla podle ČSN EN ISO 6946:

vnitřní, tepelný tok směrem dolů	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
vnitřní, tepelný tok horizontální	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
vnitřní, tepelný tok směrem nahoru	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

vnější, ve všech případech

$$R_{si} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Hodnoty R_{si} pro tepelný tok směrem dolů se použijí pro horní a spodní povrchy zvýšené podlahy. Hodnota R_{si} pro tepelný tok směrem nahoru se použije pro podlahy se systémem podlahového vytápění.

Charakteristický rozměr podlahy B' je užíván ve výpočtu pro zohlednění prostorového chování tepelného toku v zemině. Charakteristický rozměr podlahy B' se stanoví jako podíl plochy a poloviny obvodu podlahy:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} \quad [\text{W/K}] \quad (4-3)$$

kde:

B' je charakteristický rozměr podlahy (m)

A je plocha podlahy (m^2)

P exponovaný obvod podlahy (m)

V případě nekonečně dlouhé podlahy je B' rovno šířce podlahy, pro čtvercovou podlahu je B' rovno polovině délky jedné strany.

Zvláštní řešení detailů základů, např. okrajové izolace podlahy jsou chápány tak, jako by ovlivňovaly tepelný tok na obvodu.

V případě 1. PP (suterénu) se počítá B' z plochy a obvodu podlahy suterénu, nezahrnují se stěny suterénu. Tepelný tok z 1. PP zahrnuje přídatný člen vztažený k obvodu a hloubce suterénu pod úrovní terénu.

P vyjadřuje exponovaný obvod podlahy, tedy celkovou délku vnějších stěn oddělujících vytápěnou budovu od vnějšího prostředí nebo od nevytápěného prostoru vně izolované obálky budovy. To znamená:

- v případě hodnocení celé budovy je P rovno celkovému obvodu budovy a A celkové půdorysné ploše
- v případě výpočtu tepelné ztráty části budovy (např. jednoho bytového domu v řadové zástavbě) obsahuje P délky obvodových stěn oddělujících vytápěný prostor od vnějšího prostředí a neobsahuje délky stěn oddělujících posuzovanou část budovy od ostatních částí. A je půdorysná plocha posuzované části
- nevytápěné prostory vně izolované obálky budovy, jakými jsou např. vstupní haly, přístavby garáží nebo sklady, se nezapočítávají při výpočtu P a A. Délka stěny mezi vytápěnou budovou a nevytápěným prostorem je ale v obvodu obsažena. Tepelné ztráty do zeminy jsou posuzovány tak, jako by nevytápěné prostory neexistovaly.

Pojem **ekvivalentní tloušťka** se zavádí pro zjednodušené vyjádření tepelné propustnosti.

Tepelný odpor je dán svou ekvivalentní tloušťkou, to znamená tloušťkou zeminy s totožným tepelným odporem. V této normě je:

- d_t ekvivalentní tloušťka podlah
- d_w ekvivalentní tloušťka pro stěny suterénů pod úrovní okolního terénu.

Ustálená tepelná propustnost se vztahuje k podílu ekvivalentní tloušťky a charakteristického rozměru podlahy.

4.1.3.2. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA A TEPELNÝ TOK

Součinitel prostupu tepla podlah a suterénů souvisí s časově stálou složkou tepelného toku zeminou. Tabulka 4-2 shrnuje nejdůležitější vztahy.

Pokud je třeba stanovit měrnou ztrátu prostupem tepla zeminou, uvažuje se rovna ustálené tepelné propustnosti L_S .

Druh podlahy	Pro všechny druhy podlah se B' stanoví ze vztahu (4-1)	
Podlaha na zemině	d_t se stanoví podle (4-2) a U_o podle vztahu (4-3) nebo (4-4)	bez okrajové izolace: $U = U_o$
		okrajová izolace: $U = U_o + 2 \Delta\psi/B'$
		vodorovná okrajová izolace: d' podle vztahu (4-9) a $\Delta\psi$ podle vztahu (4-11)
		svislá okrajová izolace: d' podle vztahu (4-9) a $\Delta\psi$ podle vztahu (4-12)
Zvýšená podlaha	d_g se stanoví podle vztahu (4-15), U_g podle vztahu (4-16), U_x podle vztahu (4-17) a U podle vztahu (4-14)	
1. PP Suterén	Podlaha suterénu: d_t se stanoví podle vztahu (4-19) a U_{bf} podle vztahu (4-20) nebo (4-21) Stěny suterénu: d_w se stanoví podle vztahu (4-22) a U_{bw} podle vztahu (4-23).	Vytápěný suterén: U' se stanoví podle vztahu (4-24)
		Nevytápěný suterén: U se stanoví podle vztahu (4-26).

TABULKA 4-2 VÝBĚR VZTAHŮ PRO VÝPOČET TEPELNÉ PROPUSTNOSTI KONSTRUKCÍ VE STYKU SE ZEMINOU

Tepelné mosty na okraji podlahy

Napojení stěn a podlah v praxi vytváří tepelné mosty. Ty se zahrnou užitím lineárního činitele prostupu tepla ψ .

Běžné hodnoty lineárního činitele prostupu tepla ψ pro podlahy na zemině při uvažování vnitřních rozměrů jsou uvedeny v tabulce 4-3. Lineární činitele prostupu tepla tepelných mostů v souvislosti s 1. PP (suterénem nebo technickým podlažím) jsou malé a mohou být zanedbány.

Uspořádání izolace	Lineární činitel prostupu tepla ψ W/m.K
Neizolovaná podlaha, nebo podlaha, jejíž izolace je v přímém dotyku s izolací stěny	0,0
Izolace stěny není přímo napojená na izolaci podlahy, ale překrytí je alespoň 200 mm	0,1
Izolace stěny není v kontaktu s izolací podlahy	0,2

TABULKA 4-3 HODNOTY LINEÁRNÍCH ČINITELŮ PROSTUPU TEPLA TEPELNÝCH MOSTŮ V NAPOJENÍ STĚNY A PODLAHY PRO PODLAHY NA ZEMINĚ A PRO ZVÝŠENÉ PODLAHY

Celková tepelná ztráta budovy se vypočte s uvažováním oddělující roviny takto:

- v případě podlahy na zemině, zvýšené podlahy a nevytápěného suterénu je dělicí rovina ve výšce vnitřního povrchu podlahy,
- v případě vytápěného suterénu je dělicí rovina ve výšce okolního terénu.

Vliv spodní vody je zanedbatelný na tepelný tok zeminou, pokud neleží její hladina příliš vysoko a pokud nemá velký průtok. Takové podmínky jsou jen výjimečné a ve většině případů se vliv spodní vody zanedbává.

Pokud je výška hladiny podzemní vody od úrovně terénu a rychlost průtoku známa, může se ustálená tepelná propustnost L_s vynásobit činitelem G_w . Jeho vybrané hodnoty uvádí příloha H ČSN EN ISO 13370.

4.1.3.3. TYPICKÉ VÝPOČTY

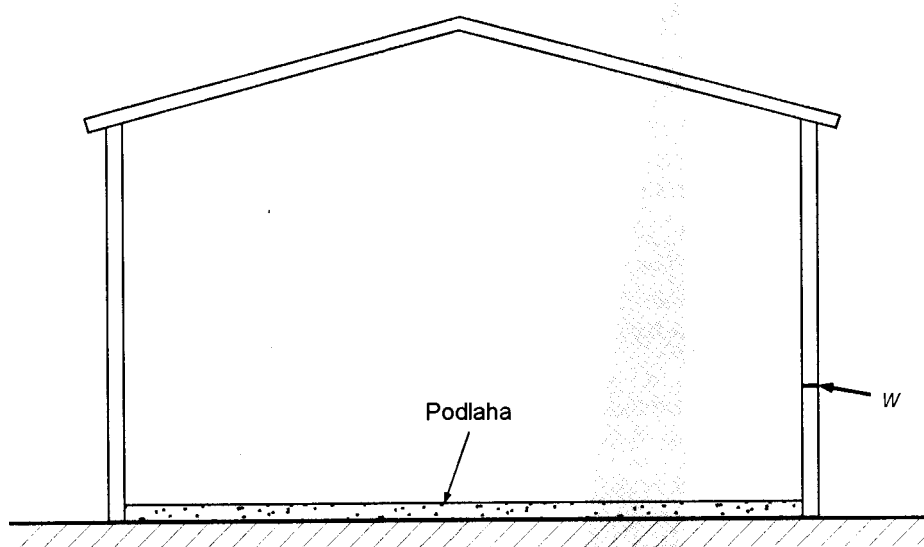
4.1.3.3.1. Podlaha na zemině, neizolovaná nebo s izolací v celé ploše

Podlahy na zemině zahrnují takové podlahy, které jsou tvořeny deskou, která je celou svou plochou v kontaktu se zeminou. Bez ohledu na to, zda je celou plochou zeminou nesena. Taková deska musí být situována ve výšce okolního terénu nebo ve výšce blízké (obrázek 4-2).

Tato podlaha může být:

- a) neizolovaná, nebo
- b) rovnoměrně po celé ploše izolovaná (nahore, dole, nebo uvnitř souvrství).

Jak neizolované, tak rovnoměrně izolované podlahy mohou být opatřeny vodorovnou a/nebo svislou okrajovou izolací. V takových případech se postupuje podle 4.1.3.3.2.



OBRÁZEK 4-2

SCHÉMA PODLAHY NA TERÉNU

Součinitel prostupu tepla závisí na charakteristickém rozměru B' a na ekvivalentní tloušťce d_t , která se určí podle vztahu:

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad [W/K] \quad (4-3)$$

kde:

d_t	je	celková ekvivalentní tloušťka podlahy, (m)
w		celková tloušťka obvodových stěn obsahující všechny vrstvy, (m)
λ		tepelná vodivost nepromrzlé zeminy, (W/m.K)
R_{si}		odpor při přestupu tepla na vnitřní straně, (m ² .K/W)
R_f		tepelný odpor podlahové desky, (m ² .K/W). Obsahuje tepelné odpory všech celoplošných tepelněizotačních vrstev nad, pod i uvnitř souvrství podlahy, včetně nášlapné vrstvy. Tepelné odpory desek z hutného betonu a tenkých nášlapných vrstev mohou být zanedbány. U štěrkových vrstev pod podlahou se předpokládá stejná tepelná vodivost jako u zeminy a jejich tepelný odpor není třeba uvažovat
R_{se}		odpor při přestupu tepla na vnější straně, (m ² .K/W).

K výpočtu základní hodnoty součinitele prostupu tepla U_0 se podle tepelné izolace podlahy použije vztah (4-4) nebo (4-5).

Pro $d_t < B'$ (neizolované nebo mírně izolované podlahy) platí:

$$U_0 = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) \quad [\text{W/K}] \quad (4-4)$$

Pro $d_t \geq B'$ (dobře izolované podlahy) platí:

$$U_0 = \frac{\lambda}{0,475 \cdot B' + d_t} \quad [\text{W/K}] \quad (4-5)$$

Pro podlahy bez okrajové izolace platí:

$$U = U_0 \quad [\text{W/K}] \quad (4-6)$$

Pro podlahy s okrajovou izolací:

$$U = U_0 + 2 \cdot \frac{\Delta \psi}{B'} \quad [\text{W/K}] \quad (4-7)$$

Ustálená tepelná propustnost je:

$$L_S = A \cdot U_0 + P \cdot \Delta \psi \quad [\text{W/K}] \quad (4-8)$$

4.1.3.3.2. Podlaha na zemině s okrajovou izolací

Podlaha na zemině může být opatřena okrajovou izolací, která je umístěna buď vodorovně nebo svisle při obvodu podlahy. Dále uvedené vztahy platí tehdy, když je šířka nebo výška D okrajové izolace malá v poměru k šířce budovy.

Nejprve se určí základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 podle kapitoly 4.1.3.3.1, přičemž okrajové izolace zůstanou nezohledněny (případná plnoplošná izolace se ovšem započte). Následně se spočítá doplňkový lineární činitel prostupu tepla $\Delta \psi$ - při vodorovné okrajové izolaci podle (4-11) a při svislé okrajové izolaci podle (4-12). Součinitel prostupu tepla podlahy se určí podle vztahu (4-7), ustálená tepelná propustnost podle vztahu (4-8).

Základové konstrukce z lehkých stavebních hmot, jejichž tepelná vodivost je menší než tepelná vodivost zeminy, se posuzují jako svislé okrajové izolace.

Pokud se jednotlivé části základů skládají z více částí okrajové izolace (vodorovné nebo svislé, z vnitřní nebo vnější strany), spočítá se $\Delta\psi$ odděleně pro každou okrajovou izolaci. Použije se ta hodnota $\Delta\psi$, která vede k největšímu poklesu tepelné ztráty.

Dále uvedené vztahy dávají dobré přibližné hodnoty pro efekt přidání okrajové izolace při neizolovaných podlahách. Efekt přidání okrajové izolace při již izolovaných podlahách je podhodnocen, vztahy mohou být přesto použity. Skutečný efekt odpovídá přinejmenším vypočtenému.

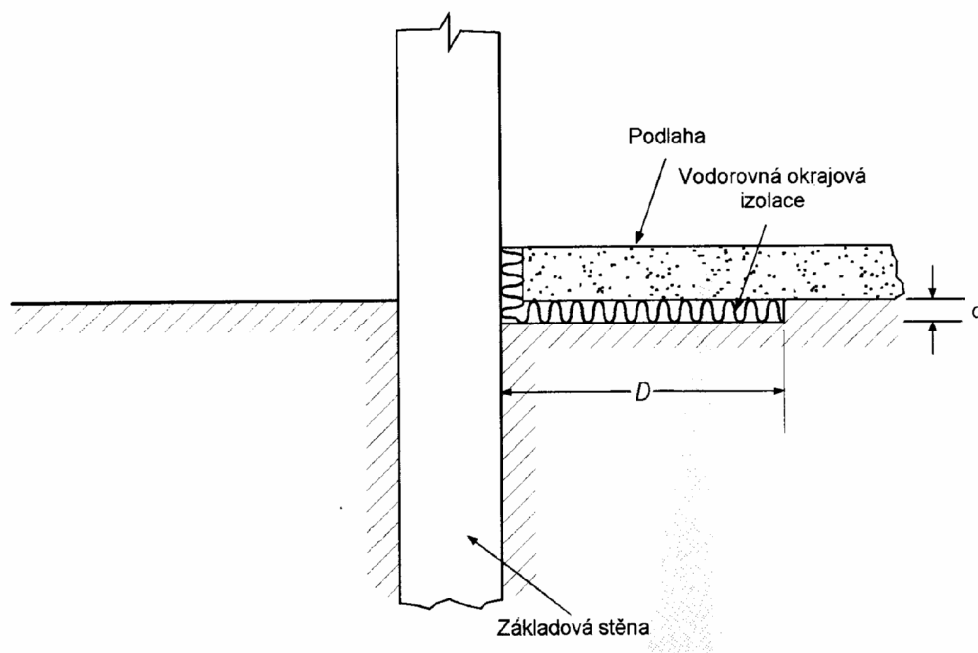
Vztahy (4-11) a (4-12) obsahují přídatnou efektivní tloušťku d' vyplývající z okrajové izolace:

$$d' = R' \cdot \lambda \quad [\text{m}] \quad (4-9)$$

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} \quad [\text{W/K}] \quad (4-10)$$

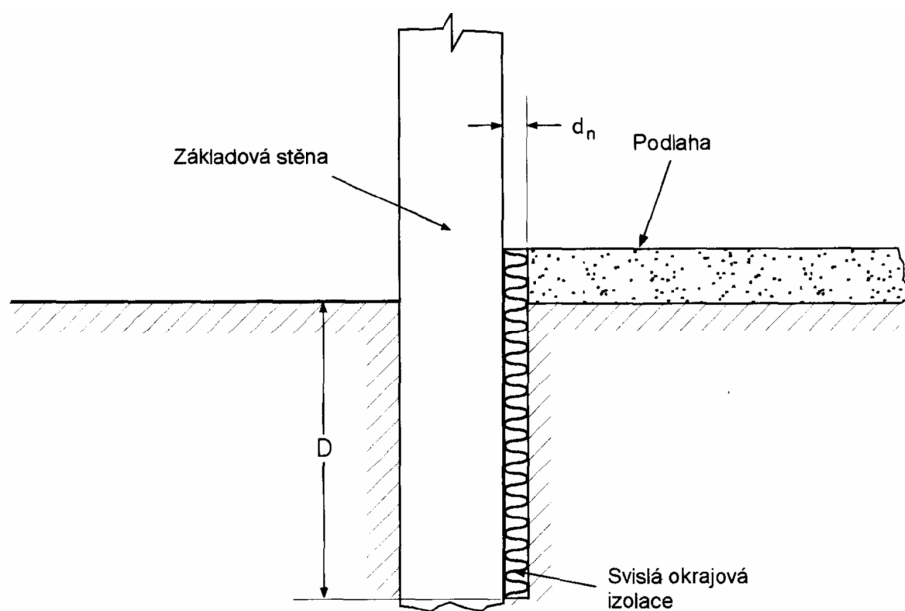
kde:

d'	je	přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace, (m)
R'		přídavný tepelný odpor okrajové izolace (nebo základové konstrukce), tzn. rozdíl mezi tepelným odporem okrajové izolace a tepelným odporem zeminy (nebo betonové desky), kterou nahrazuje, (m)
R_n		tepelný odpor vodorovné nebo svislé okrajové izolace (nebo základu), v ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$)
d_n		tloušťka okrajové izolace (nebo základu), (m)
λ		tepelná vodivost nepromrzlé zeminy, (W/m.K).

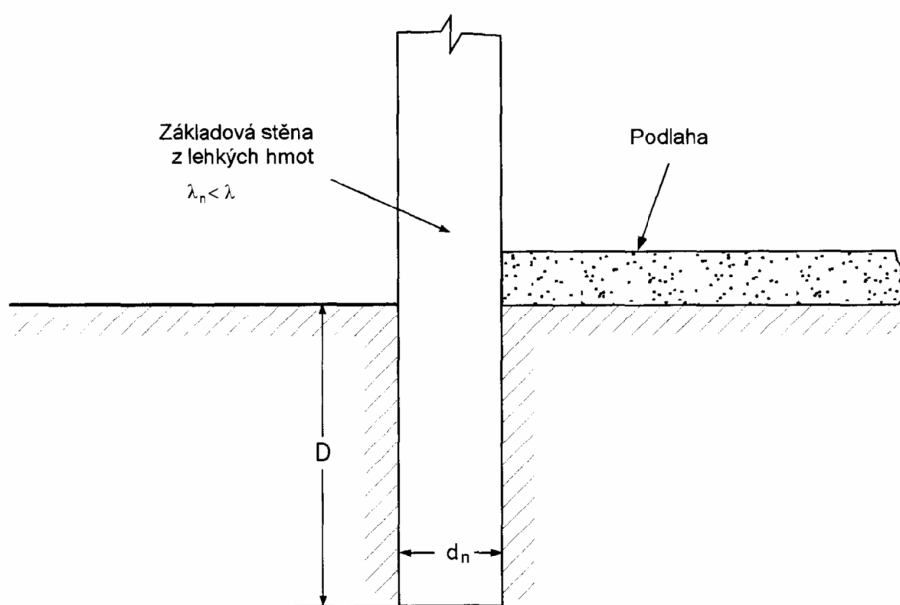


OBRÁZEK 4-3

SCHÉMA VODOROVNÉ OKRAJOVÉ IZOLACE



OBRÁZEK 4-4 SCHÉMA SVISLÉ OKRAJOVÉ IZOLACE (IZOLAČNÍ VRSTVA)



OBRÁZEK 4-5 SCHÉMA SVISLÉ OKRAJOVÉ IZOLACE (ZÁKLADY Z LEHKÝCH HMOT)

Vztah (4-11) platí pro izolaci umístěnou vodorovně na obvodu podlahy (obrázek 4-3).

Vztah (4-11) platí také pro vodorovnou okrajovou izolaci umístěnou na horní straně podlahy nebo vně budovy

$$\Delta\psi = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad [\text{W/K}] \quad (4-11)$$

kde:

D je šířka vodorovné okrajové izolace, (m)

Vztah (4-12) platí pro izolaci umístěnou svisle pod terénem na obvodu podlahy (viz obrázek 4-4) a pro základové konstrukce s nízkou tepelnou vodivostí v porovnání se zeminou (viz obrázek 4-5):

$$\Delta\psi = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad [\text{W/K}] \quad (4-12)$$

kde:

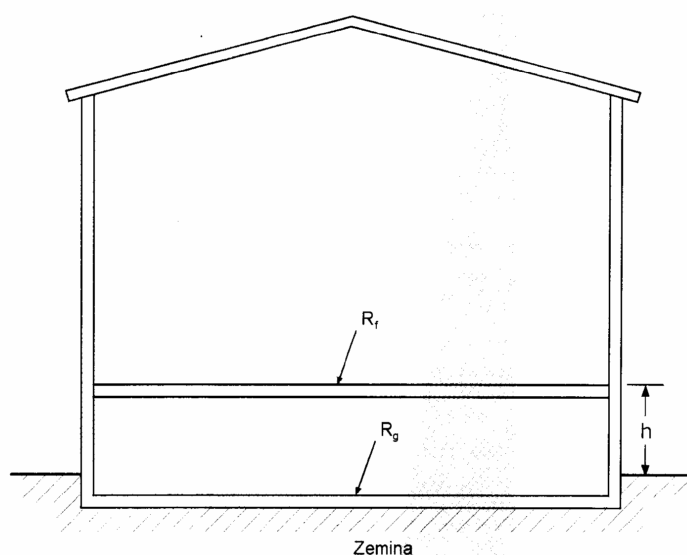
D je hloubka svislé okrajové izolace (nebo základu) pod úrovní terénu (m)

d_t celková ekvivalentní tloušťka podlahy (m) podle 4.1.3.3.1.

Obrázek 4-4 znázorňuje okrajovou izolaci uvnitř základové stěny. Vztah (4-12) platí také pro svislou okrajovou izolaci umístěnou vně nebo uvnitř základové stěny.

4.1.3.3.3. Zvýšená podlaha

Zvýšená podlaha je podlaha bez plošného kontaktu se zeminou a je umístěna nad volným (průlezným) prostorem, který je například tvořen dřevěnými nosníky a bloky (obrázek 4-6). Výpočtový postup platí pro běžné rozměry zvýšených podlah, kdy je vzduchový prostor větrán přirozeně. V případě nuceného větrání vzduchového prostoru nebo stanovené intenzity výměny vzduchu se uplatní zvláštní postup.



OBRÁZEK 4-6

SCHÉMA ZVÝŠENÉ PODLAHY

Ustálená tepelná propustnost mezi vnitřním a vnějším prostředím se vypočte:

$$L_s = A \cdot U \quad [\text{W/K}] \quad (4-13)$$

součinitel prostupu tepla se stanoví podle:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad [\text{W/K}] \quad (4-14)$$

$$d_g = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_g + R_{se}) \quad [\text{W/K}] \quad (4-15)$$

$$U_g = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_g} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_g} + 1 \right) \quad [\text{W/K}] \quad (4-16)$$

$$U_x = 2 \cdot h \cdot \frac{U_w}{B'} + 1450 \cdot \varepsilon \cdot v \cdot \frac{f_w}{B'} \quad [\text{W/K}] \quad (4-17)$$

kde:

A	je	plocha podlahy, (m ²)
B'		charakteristický rozměr podlahy, (m)
d _g		ekvivalentní tloušťka, (m)
f _w		stínicí činitel větru, (-)
h		výška horní hrany podlahy nad okolním terénem, (m)
L _s		ustálená tepelná propustnost, (W/K)
R _g		tepelný odpor případné izolace umístěné na spodní straně vzduchového prostoru, (m ² K/W)
U		součinitel prostupu tepla mezi vnitřním a vnějším prostředím, (W/m ² .K)
U _f		součinitel prostupu tepla zvýšené podlahy mezi vnitřním prostředím a průlezným prostorem, (W/m ² .K). vypočítá podle EN ISO 6946 s použitím odporů při přestupu tepla uvedených v 4.1.3.1
U _g		součinitel prostupu tepla zeminou pro výpočet tepelného toku zeminou (W/m ² .K)
U _w		součinitel prostupu tepla stěn vzduchového prostoru nad úrovní terénu, vypočtený podle EN ISO 6946, (W/m ² .K),
U _x		ekvivalentní součinitel prostupu tepla mezi prostorem pod zvýšenou podlahou a vnějším prostředím zahrnující tepelný tok stěnami prostoru a větráním, (W/m ² .K)
v		střední rychlost větru ve výšce 10 m nad zemí, (m/s)
ε		plocha větracích otvorů vztahovaná k obvodu podlahy, (m ² /m)
λ		tepelná vodivost nepromrzlé zeminy, (W/m.K)

Dosahuje-li vzduchový prostor pod zvýšenou podlahou až do průměrné hloubky větší než 0,5 m pod úroveň terénu, měla by být hodnota U_g vypočtena podle zvláštního vztahu.

Pokud h kolísá podél obvodu podlahy, dosadí se průměrnou hodnotou.

Stínicí činitel větru vztahuje rychlost větru ve výšce 10 m (předpokládá se nerušené proudění) k rychlosti větru v blízkosti terénu, přičemž je v něm obsaženo stínění sousedními budovami apod. Reprezentativní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4-4.

Poloha	Příklad	Stínicí činitel větru f_w
Chráněná poloha	Střed města	0,02
Střední poloha	Okraj města	0,05
Exponovaná poloha	Venkov	0,1

TABULKA 4-4

HODNOTY STÍNICÍHO Činitele VĚTRU f_w

4.1.3.3.4. Vytápění 1. PP (suterén)

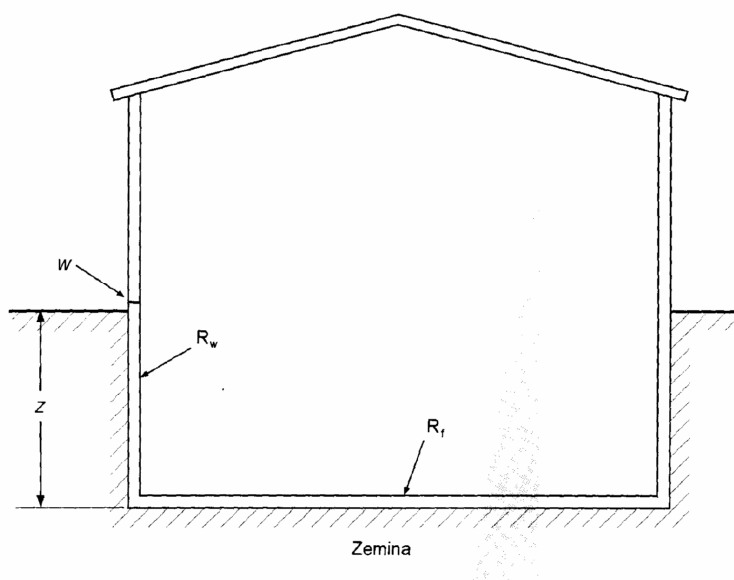
Uvedené postupy pro suterény se použijí u budov, ve kterých je část obývaných prostorů pod úrovní terénu (viz obrázek 4-7). Postup výpočtu je podobný jako u výpočtu pro podlahy na zemině, zohledňuje se ale následující:

- hloubka z podlahy suterénu pod úrovní okolního terénu
- možnost odlišné úrovně izolování stěn a podlahy suterénu.

Pokud z kolísá podél obvodu podlahy, použije se průměrná hodnota.

Při $z = 0$ se vztah redukuje na vztah pro podlahu na terénu podle kapitoly 4.1.3.3.1.

Částečně podsklepené budovy nejsou touto normou přímo řešeny. Odhad celkových tepelných ztrát zeminou pro takovou budovu můžeme ale získat, když ji budeme chápat tak, jako by byla celou plochou podsklepena v hloubce, která odpovídá polovině skutečné hloubky podsklepené části.



OBRÁZEK 4-7

SCHÉMA BUDOVY S VYTÁPĚNÝM SUTERÉNEM

Ustálená tepelná propustnost L_s se stanoví ze vztahu:

$$L_s = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} \quad [W/K] \quad (4-18)$$

Vztah (4-18) stanovuje přenos tepla pro celé 1. PP (suterén). Přenos tepla podlahou a přenos tepla stěnami 1. PP jsou navzájem svázány. Z tohoto důvodu jsou obě hodnoty přenosu tepla podlahou popř. stěnami ve vztahu (4-18) přibližnými hodnotami.

K určení hodnoty U_{bfse} používá charakteristický rozměr podlahy B' . Do celkové ekvivalentní tloušťky se započte izolace podlahy suterénu:

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad [m] \quad (4-19)$$

Tepelné odpory podlahových desek z hutného betonu s tenkými nášlapnými vrstvami mohou být zanedbány. U šterkových vrstev pod deskou se předpokládá stejná tepelná vodivost jako u zeminy a jejich tepelný odpor není třeba uvažovat.

V závislosti na tepelné izolaci podlahy suterénu se k výpočtu použije vztah (4-20) nebo vztah (4-21).

Pro $(d_t + 0,5 \cdot z) < B'$ (neizolované nebo mírně izolované podlahy) platí:

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right) \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4-20)$$

Pro $(d_t + 0,5 \cdot z) \geq B'$ (dobře izolované podlahy) platí:

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457 \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4-21)$$

Hodnota U_{bw} je závislá na celkové ekvivalentní tloušťce suterénních stěn:

$$d_w = \lambda \cdot (R_{si} + R_w + R_{se}) \quad [m] \quad (4-22)$$

Hodnota U_{bw} se stanoví podle vztahu:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_t + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4-23)$$

Vztah pro U_{bw} zohledňuje jak d_w tak d_t . Platí pro běžné případy, kdy je $d_w > d_t$. Pokud by bylo $d_w < d_t$, nahradí se veličina d_t ve vztahu (4-23) veličinou d_w .

Efektivní součinitel prostupu tepla, který charakterizuje celou část 1. PP v kontaktu se zemí, se stanoví jako:

$$U' = \frac{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}}{A + z \cdot P} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4-24)$$

V rovnicích značí:

A	je	plocha podlahy, (m^2)
B'		charakteristický rozměr podlahy, (m)
d_t		ekvivalentní tloušťka podlahy, (m)
d_w		ekvivalentní tloušťka stěny 1. PP (suterénu), (m)
L_s		ustálená tepelná propustnost, (W/K)
R_f		tepelný odpor podlahy. Zahrnuje všechny celoplošné izolační vrstvy umístěné nad i pod podlahovou deskou i uvnitř podlahového souvrství a tepelné odpory nášlapné vrstvy, (m^2K/W)
R_w		tepelný odpor stěn 1. PP (suterénu) se zahrnutím všech vrstev, (m^2K/W)

U	součinitel prostupu tepla mezi vnitřním a vnějším prostředím, (W/m ² .K)
U_{bf}	součinitel prostupu tepla podlahy 1. PP (suterénu), (W/m ² .K)
U_{bw}	součinitel prostupu tepla stěn 1. PP (suterénu), (W/m ² .K)
w	plná tloušťka stěn budovy na úrovni terénu, se zahrnutím všech vrstev, (m)
z	hloubka spodního povrchu podlahy pod okolním terénem, (m)
λ	tepelná vodivost nepromrzlé zeminy, (W/m.K).

4.1.3.3.5. Nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén

4.1.3.3.5.1. Nevytápěný suterén

Vztahy uvedené v této části platí pro nevytápěné suterény větrané vnějším vzduchem. Ustálená tepelná propustnost mezi vnitřním a vnějším prostředím se stanoví jako:

$$L_s = A \cdot U \quad [W/K] \quad (4-25)$$

Součinitel prostupu tepla U se stanoví ze vztahu:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} \cdot h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V} \quad [W/K] \quad (4-26)$$

kde:

A	je	plocha podlahy, (m ²)
L_s		ustálená tepelná propustnost, (W/K)
n		intenzita výměny vzduchu v 1. PP (suterénu), (1/h)
P		exponovaný obvod podlahy, (m)
U		součinitel prostupu tepla mezi vnitřním a vnějším prostředím, (W/m ² .K)
U_{bf}		součinitel prostupu tepla podlahy 1. PP (suterénu) podle 4.1.3.3.4, (W/m ² .K)
U_{bw}		součinitel prostupu tepla stěn 1. PP (suterénu) podle 4.1.3.3.4, (W/m ² .K)
U_f		součinitel prostupu tepla podlahy (mezi interiérem a 1.- PP), (W/m ² .K)
U_w		součinitel prostupu tepla stěn 1. PP nad úrovní terénu, (W/m ² .K)
V		objem vzduchu v suterénu, (m ³)
z		hloubka spodního povrchu podlahy pod okolním terénem, (m)
λ		tepelná vodivost nepromrzlé zeminy, (W/m.K).

U_f a U_w se vypočítají podle EN ISO 6946 s použitím odporů při přestupu tepla uvedených v 4.1.3.1.

Pokud chybějí přesnější údaje o výměně vzduchu, použije se hodnota $n = 0.3 \text{ h}^{-1}$.

4.1.3.3.5.2. Částečně vytápěný suterén

V případě částečně vytápěného suterénu se může přenos tepla vypočítat takto:

- 1) vypočte se přenos tepla pro úplně vytápěný suterén;
- 2) vypočte se přenos tepla pro nevytápěný suterén;
- 3) provede se vážený průměr obou hodnot podle 1) a 2) v poměru ploch vytápěné a nevytápěné.

pěné části suterénu v kontaktu se zeminou. Získaná hodnota odpovídá přenosu tepla pro částečně vytápěné 1. PP (suterén).

4.1.4. MĚRNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA NEVYTÁPĚNÝMI PROSTORY

Měrná ztráta prostupem tepla mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím přes nevytápěné prostory, H_U , se stanoví takto:

$$H_U = L_{iu} \cdot b \quad [W/K] \quad (4-27)$$

Redukční činitel b zohledňuje odlišnost teploty nevytápěného prostoru od teploty vnějšího prostředí. Stanoví se ze vztahu:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-] \quad (4-28)$$

$$\begin{aligned} H_{iu} &= L_{iu} + H_{V,iu} \\ H_{ue} &= L_{ue} + H_{V,ue} \end{aligned} \quad [W/K] \quad (4-29)$$

$$H_{V,iu} = \rho \cdot c \cdot \dot{V}_{iu} \quad H_{V,ue} = \rho \cdot c \cdot \dot{V}_{ue} \quad [W/K] \quad (4-30)$$

kde:

H_U	je	měrná ztráta prostupem tepla mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím přes nevytápěné prostory, (W/K)
H_{iu}		měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného, (W/K)
H_{ue}		měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do vnějšího prostředí, (W/K)
L_{iu}		tepelná propustnost mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, vypočítaná podle částí 4.1.2 a 4.1.3 (W/K), ($L_{iu} = L_{Diu} + L_{Siu}$)
L_{eu}		tepelná propustnost mezi nevytápěným a vnějším prostorem, vypočítaná podle částí 4.1.2 a 4.1.3, (W/K) - ($L_{ue} = L_{Due} + L_{Sue}$)
ρ		hustota vzduchu, (kg/m ³)
c		měrná tepelná kapacita vzduchu, (Wh/kg.K)
$\dot{V}_{ue}$		vzduchový tok mezi nevytápěným prostorem a vnějším prostředím, (m ³ /h)
$\dot{V}_{iu}$		vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným prostorem, (m ³ /h)
$\dot{V}_u$		vzduchový tok mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, (m ³ /h)

Redukční činitel b ve vztahu (4-28) zohledňuje odlišnost teploty nevytápěného prostoru od teploty vnějšího prostředí.

4.1.4.1. OBJEMOVÝ TOK VZDUCHU NEVYTÁPĚNÝCH PROSTOR

Aby nebyly podceněny ztráty prostupem tepla, předpokládá se vzduchový tok mezi vytápěným a nevytápěným prostorem roven nule:

$$\dot{V}_{iu} = 0 \quad [\text{m}^3] \quad (4-31)$$

Vzduchový tok mezi nevytápěným prostorem a vnějším prostředím se vypočítá podle vztahu:

$$\dot{V}_{ue} = V_u \cdot n_{ue} \quad [\text{m}^3] \quad (4-32)$$

kde:

n_{ue} je obvyklá intenzita výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a vnějším prostředím, (1/h)

V_u objem vzduchu v nevytápěném prostoru, (m^3).

Intenzita výměny vzduchu n_{ue} je hodnotou z tabulky 4-5, která nejlépe odpovídá uvažovanému prostoru.

Č.	Druh vzduchotěsnosti	n_{ue} h^{-1}
1	Žádné dveře a okna, všechny spáry mezi stavebními prvky jsou dobře utěsněny, žádné otvory pro průchod vzduchu	0
2	Všechny spáry mezi stavebními prvky jsou dobře utěsněny, žádné větrací otvory	0,5
3	Všechny spáry mezi stavebními prvky jsou dobře utěsněny, malé větrací otvory	1
4	Vzhledem k lokálnímu otevřenému propojení nebo trvale otevřeným větracím otvorům netěsné	5
5	Vzhledem k četným místům otevřeného propojení nebo větším a četným trvale otevřeným větracím otvorům netěsné	10

TABULKA 4-5 OBVYKLÁ INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU MEZI NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM A VNĚJŠÍM PROSTŘEDÍM

Pokud je známa intenzita výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa nebo je známa ekvivalentní plocha větracího otvoru A_I , může se intenzita výměny vzduchu n_{ue} odhadnout podle empirických vztahů:

$$n = \frac{n_{50}}{20} \quad \text{nebo} \quad n = \frac{A_I}{10 \cdot V_u} \quad [1/\text{h}] \quad (4-33)$$

kde:

n_{50} je intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, (1/h)

A_I ekvivalentní plocha větracího otvoru, (cm^2)

V_u objem vzduchu v nevytápěném prostoru, (m^3)

Pro intenzitu výměny vzduchu se použije nejbližší hodnota z tabulky 4-5.

Tepelná kapacita vzduchu $\rho \cdot c = 1200 \text{ J/m}^3 \cdot \text{K}$, ($0,33 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K}$).

4.2. VÝPOČET PODLE ČSN EN 12831

Zavedená norma ČSN EN 12831 uvádí postup výpočtu součinitele tepelné ztráty (v ČSN EN ISO 13790 a 832 nazývané měrná ztráta). Tento postup je pro účely výpočtu potřeby tepla jednodušší. Je odvozen z ČSN EN 13789 a ČSN EN 13370.

4.2.1. VÝPOČET SOUČiniteLE TEPELNÉ ZTRÁTY PODLE ČSN EN 12831.

Součinitel tepelné ztráty H_T se stanoví ze vztahu:

$$H_T = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \quad [W/K] \quad (4-34)$$

kde

$H_{T,ie}$	je	součinitel tepelné ztráty z vytápěného (i) do vnějšího (e) prostředí, (W/K)
$H_{T,iue}$		součinitel tepelné ztráty nevytápěným prostorem, (W/K)
$H_{T,ig}$		součinitel tepelné ztráty do přilehlé zeminy, (W/K)
$H_{T,ij}$		součinitel tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů, (W/K)

4.2.1.1. TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ – SOUČINTEL TEPELNÉ ZTRÁTY $H_{T,IE}$

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného (i) do vnějšího (e) prostředí $H_{T,ie}$ zahrnuje všechny stavební části a lineární tepelné mosty, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí, jako jsou stěny, podlaha, strop, dveře, okna. $H_{T,ie}$ se vypočítá:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [W/K] \quad (4-35)$$

kde:

A_k	je	plocha stavební části (k) v metrech čtverečních, (m ²);
e_k, e_l		korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům při uvažování klimatických vlivů jako je různé oslunění, pohlcování vlhkosti stavebními díly, rychlost větru a teplota, pokud tyto vlivy nebyly uvažovány při stanovení U hodnot (EN ISO 6946). Základní hodnota pro korekční činitele e_k a e_l je 1,0;
U_k		součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a stupeň kelvina (W/m ² .K), vypočtené podle: – EN ISO 6946 (pro neprůsvitné části) – EN ISO 10077-1 (pro dveře a okna) – nebo z údajů uvedených v Evropských technických schváleních
l_l		délka lineárních tepelných mostů (l) mezi vnitřním a venkovním prostředím v metrech, (m)
Ψ_l		součinitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu (l) ve wattech na metr a Kelvin, (W/m.K). Ψ_l se stanoví jedním ze dvou dále uvedených postupů: – pro hrubé stanovení se užijí tabelární hodnoty uvedené v EN ISO 14683 – nebo se vypočtou podle EN ISO 10211-2. Tabelární hodnoty Ψ_l v EN ISO 14683 jsou stanoveny pro výpočtový postup uvažující celou budovu a ne pro postup výpočtu místnost po místnosti. Poměrné rozdělení hodnoty Ψ_l mezi místnostmi provede projektant.

4.2.1.1.1. Zjednodušená metoda pro stanovení lineárních tepelných ztrát

Dále uvedená zjednodušená metoda se může použít pro výpočet lineárních tepelných ztrát:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4-36)$$

kde:

U_{kc} je korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části (k), který zahrnuje lineární tepelné mosty ve wattech na metr čtvereční a Kelvin, ($W/m^2 \cdot K$)

U_k součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a Kelvin, ($W/m^2 \cdot K$)

ΔU_{tb} korekční činitel ve wattech na metr čtvereční a Kelvin, ($W/m^2 \cdot K$), závisující na druhu stavební části.

4.2.1.1.1. Lineární tepelné ztráty - korekční činitel ΔU_{tb} :

Základní hodnoty pro korekční činitel ΔU_{tb} jsou v tabulkách 4-6, 4-7 a 4-8.

Počet „průniků“ stropních konstrukcí ^{a)}	Počet „průniků“ stěn ^{a)}	ΔU_{tb} pro svislé stavební části $W/m^2 \cdot K$	
		Objem prostoru $\leq 100 m^3$	Objem prostoru $> 100 m^3$
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

^{a)} viz. obrázek 4-8

TABULKA 4-6

KOREKČNÍ ČINITEL ΔU_{TB} ($W/m^2 \cdot K$) PRO SVISLÉ STAVEBNÍ ČÁSTI

Stavební část			ΔU_{tb} pro vodorovné stavební části $W/m^2 \cdot K$
Lehká stropní/podlahová konstrukce (např. dřevěná, kovová)			0
Těžká stropní/podlahová konstrukce (např. betonová)	Počet stran v kontaktu s venkovním prostředím	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

TABULKA 4-7

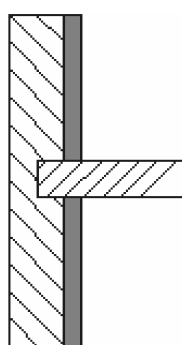
KOREKČNÍ ČINITEL ΔU_{TB} ($W/m^2 \cdot K$) PRO VODOROVNÉ STAVEBNÍ ČÁSTI

Plocha stavební části m ²	ΔU_{tb} pro otvorové výplně W/m ² .K
0 až 2	0,50
> 2 až 4	0,40
> 4 až 9	0,30
> 9 až 20	0,20
> 20	0,10

TABULKA 4-8

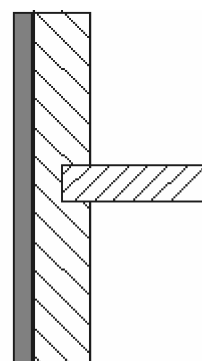
KOREKČNÍ ČINITEL ΔU_{TB} (W/m².K) PRO OTVOROVÉ VÝPLNĚ

Na obrázku 4-8 jsou pronikající a nepronikající stavební části z hlediska tabulky 4-6. Významný je průnik tepelné izolace konstrukcí.



„pronikající“ stavební části

OBRÁZEK 4-8



„nepronikající“ stavební části

POPIS „PRONIKAJÍCÍCH“ A „NEPRONIKAJÍCÍCH“ STAVEBNÍCH ČÁSTÍ

4.2.1.2. TEPELNÉ ZTRÁTY NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM – SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY $H_{T,IUE}$

Je-li mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím (e) nevytápěný prostor (u), návrhový součinitel tepelné ztráty prostupem tepla $H_{T,iue}$ z vytápěného prostoru do venkovního prostředí se vypočte:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u \quad [W/K] \quad (4-37)$$

kde:

b_u je teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty.

Teplotní redukční činitel b_u se může stanovit jedním z následujících tří postupů:

- je-li teplota nevytápěného prostoru θ_u stanovená nebo navržená podle návrhových podmínek, je b_u :

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (4-38)$$

- je-li θ_u neznáma, vypočte se b_u :

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-] \quad (4-39)$$

kde:

- H_{iu} je součinitel tepelné ztráty mezi vytápěným prostorem (i) a nevytápěným prostorem (u) ve wattech na Kelvin (W/K), přičemž se zohledňují:
 tepelné ztráty prostupem (z vytápěného prostoru do nevytápěného prostoru);
 tepelné ztráty větráním (výměna vzduchu mezi vytápěným a nevytápěným prostorem);
- H_{ue} součinitel tepelné ztráty z nevytápěného prostoru (u) do venkovního prostředí (e) ve wattech na Kelvin (W/K), přičemž se zohledňují:
 tepelné ztráty prostupem (do venkovního prostředí a do přilehlé zeminy);
 tepelné ztráty větráním (mezi nevytápěným a venkovním prostředím).

Redukční činitel b_u se stanoví se základními hodnotami podle tabulky 4-9.

Nevytápěný prostor	b_u
Prostor	
- pouze s 1 venkovní stěnou	0,4
- nejméně s 2 venkovními stěnami bez venkovních dveří	0,5
- nejméně s 2 venkovními stěnami s venkovními dveřmi (např. předsíně, haly, garáže)	0,6
se 3 venkovními stěnami (např. venkovní schodiště)	0,8
Podzemní podlaží	
bez oken/venkovních dveří	0,5
s okny/venkovními dveřmi	0,8
Podkroví	
vysoká výměna vzduchu v podkroví (např. střešní keramická krytina nebo jiný materiál, které vytvářejí přerušované pokrytí) bez bednění pod krytinou	1,0
jiné tepelně neizolované střechy	0,9
tepelně izolované střechy	0,7
Vnitřní komunikační prostory (bez venkovních stěn, intenzita výměny vzduchu nižší než $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0
Volně větrané komunikační (poměr plochy otvorových výplní/objemu prostoru $> 0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$)	1,0
Stropní konstrukce s podlahou nad vzduchovou mezerou (Stropní konstrukce s podlahou nad průlezným prostorem)	0,8

TABULKA 4-9

TEPLOTNÍ KOREKČNÍ ČINITEL b_u

4.2.1.3. TEPELNÉ ZTRÁTY DO PŘILEHLÉ ZEMINY – SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY $H_{T,IG}$

Tepelné ztráty podlahami a základovými stěnami a přímým nebo nepřímým stykem s přilehlou zeminou závisí na více činitelích. Zahrnují plochu a obvod podlahové desky, hloubku podzemního podlaží pod úroveň zeminy, tepelné vlastnosti zeminy.

Norma stanovuje tepelné ztráty do zeminy výpočtem podle EN ISO 13370:

- o podrobným výpočtem;
- o nebo zjednodušeným dále popsaným výpočtem.

Hodnota tepelné ztráty prostupem do zeminy v ustáleném stavu $H_{T,ig}$ z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) se vypočte:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad [W/K] \quad (4-40)$$

kde:

- f_{g1} je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty. Použije se hodnota $f_{g1} = 1,45$
- f_{g2} teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou, který se stanoví:
- $$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$
- A_k plocha stavebních částí (k), které se dotýkají zeminy v metrech čtverečních, (m^2);
- $U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí (k) ve wattech na čtvereční metr a stupeň kelvina, ($W/m^2 \cdot K$), stanovený podle typologie podlahy (viz. obrázky 4-10 až 4-13 a tabulky 4-10 až 4-12)
- G_w korekční činitel zohledňující vliv spodní vody. Tento vliv se musí uvažovat, je-li vzdálenost mezi předpokládanou vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy podzemního podlaží (podlahové desky) menší než 1 m.
- Tento činitel se může vypočítat podle EN ISO 13370. jinak se použijí hodnoty:
- $G_w = 1,00$, je-li vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní základů větší než 1 m;
 - $G_w = 1,15$, je-li vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní základů menší než 1 m.

Obrázky 4-10 až 4-13 a tabulky 4-10 až 4-13 poskytují hodnoty $U_{equiv,k}$ pro různé typologie podlah podle EN ISO 13370 v závislosti na U hodnotě stavebních částí a charakteristického parametru B' . V těchto obrázcích a tabulkách se předpokládá hodnota tepelné vodivosti zeminy $\lambda_g = 2,0 W/m \cdot K$. Zanedbávají se účinky rohové tepelné izolace.

Charakteristický parametr B' se stanoví (viz. obrázek 4-9):

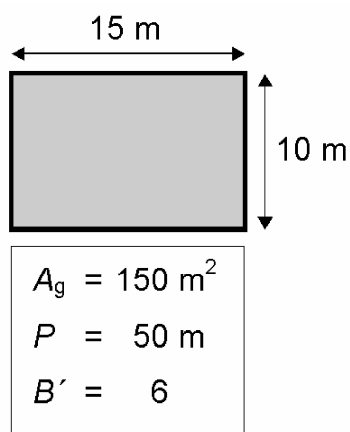
$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \quad [m] \quad (4-41)$$

kde:

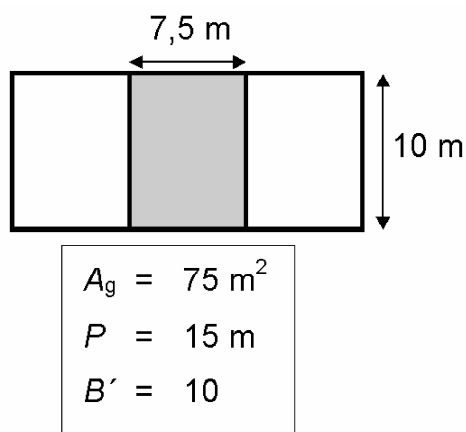
- A_g je plocha uvažované podlahové konstrukce v metrech čtverečních (m^2). Pro budovu se A_g stanoví jako celková plocha podlahové konstrukce. Pro výpočet části budovy, např. funkční části budovy v řadových domech, A_g je plocha podlahové konstrukce uvažované části
- P obvod uvažované podlahové konstrukce v metrech (m). Hodnota P pro budovu je celkový obvod budovy. Hodnota P pro výpočet části budovy, např. funkční části budovy v řadových domech, je délka obvodových stěn oddělujících vytápěný prostor uvažované části budovy od venkovního prostředí.

V EN ISO 13370 je parametr B' vypočítán pro celou budovu. Při výpočtu jednotlivých místností metodou místnost po místnosti B' se vypočte pro každou místnost jedním z uvedených tří způsobů:

- pro všechny místnosti bez venkovních stěn oddělujících vytápěný prostor od venkovního prostředí se užije B' vypočtené pro celou budovu;
- pro všechny místnosti s dobře izolovanou podlahou ($U_{\text{podlahy}} < 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) se užije B' vypočtené pro celou budovu;
- pro všechny ostatní místnosti se vypočítá samostatně B' metodou místnost po místnosti (tradiční výpočet).



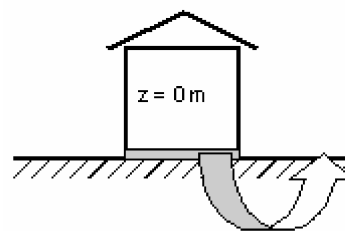
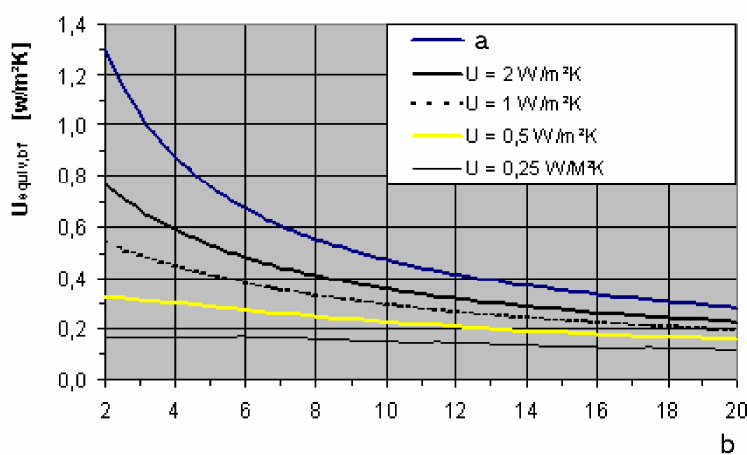
OBRÁZEK
4-9.



URČENÍ CHARAKTERISTICKÉHO PARA-
METRU B'

4.2.1.3.1. Podlahová deska na zemině

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla podzemním podlažím je na obrázku 4-10 a v tabulce 4-10. Je funkcí součinitele prostupu tepla podlahy a charakteristického parametru B' .



$U_{\text{equiv,bf}}$

Klíč

a betonová podlaha, (te-
pelně neizolovaná)

b B' hodnota, (m)

OBRÁZEK 4-10

$U_{\text{EQUIV,BF}}$ HODNOTA PODZEMNÍHO PODLAŽÍ PRO PODLAHOVOU DESKU NA
ZEMINĚ V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A B'
HODNOTĚ

B' - hodnota m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (pro $z = 0$ m) $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$				
	bez izolace	$U_{\text{podlahy}} = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

TABULKA 4-10

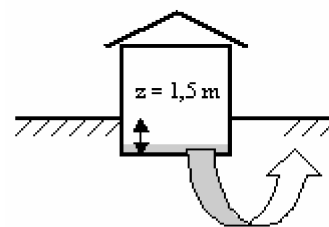
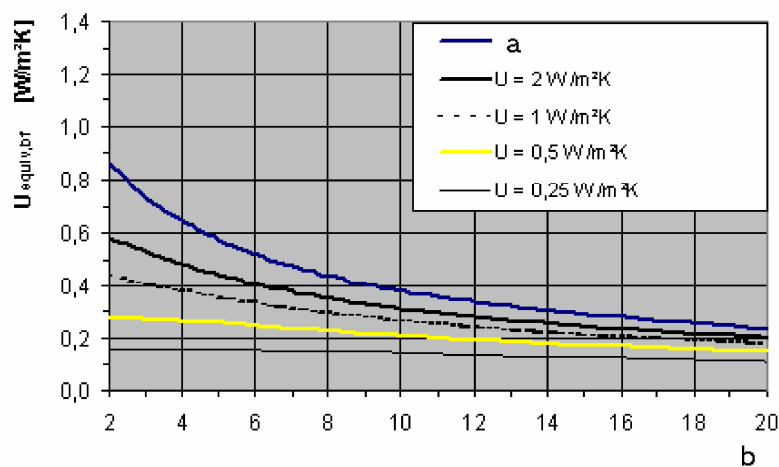
$U_{\text{EQUIV,BF}}$ HODNOTA PODZEMNÍHO PODLAŽÍ PRO PODLAHOVOU DESKU
NA ZEMINĚ V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLA-
HOU A B' HODNOTĚ

4.2.1.3.2. Vytápěné podzemní podlaží s podlahovou deskou pod úrovní zeminy

Výpočtový princip ekvivalentního součinitele prostupu tepla pro vytápěné podzemní podlaží ležící částečně nebo zcela pod úrovní zeminy je podobný výpočtu podlahové desky na zemi-
ně, ale zahrnuje dva druhy stavebních částí. Např. $U_{\text{equiv,bf}}$ pro podlahové části a $U_{\text{equiv,bw}}$ pro
stěnové části.

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla pro podlahové části je na obrázcích 4-11 a 4-12 a
v tabulkách 4-11 a 4-12. Je funkcí součinitele prostupu tepla podlahy a charakteristického pa-
rametru B'. Ekvivalentní součinitel prostupu tepla pro stěnové části je na obrázku 4-13 a
v tabulce 4-13. Je funkcí součinitele prostupu tepla stěny a hloubky pod úrovní zeminy.

Pro vytápěné podzemní podlaží částečně pod úrovní zeminy se stanoví přímé tepelné ztráty
do venkovního prostředí z částí podzemního podlaží nad úrovní zeminy. Neuvažují se vlivy
zeminy a uvažují se pouze ty části budovy, které leží nad úrovní zeminy.



$U_{\text{equiv,bf}}$

Klíč

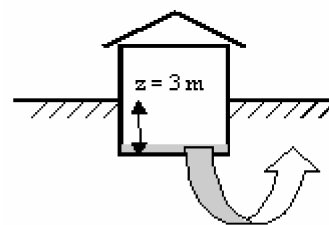
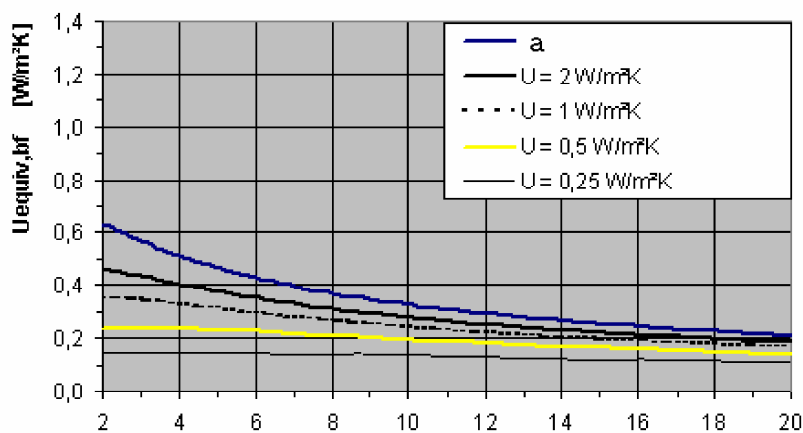
a betonová podlaha (tepelně neizolovaná)

b B' hodnota (m)

OBRÁZEK 4-11 $U_{\text{equiv,bf}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI PODLAHY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ S PODLAHOVOU DESKOU 1,5 M POD ÚROVNÍ ZEMINY V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A B' HODNOTĚ

$B' - \text{hodnota}$ m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (pro $z = 1,5 \text{ m}$) $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$				
	bez izola- ce	$U_{\text{podlahy}} =$ $2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} =$ $1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} =$ $0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} =$ $0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,40	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11

TABULKA 4-11 $U_{\text{equiv,bf}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI PODLAHY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ S PODLAHOVOU DESKOU 1,5 M POD ÚROVNÍ ZEMINY V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A B' HODNOTĚ



b $U_{\text{equiv,bf}}$

Klíč

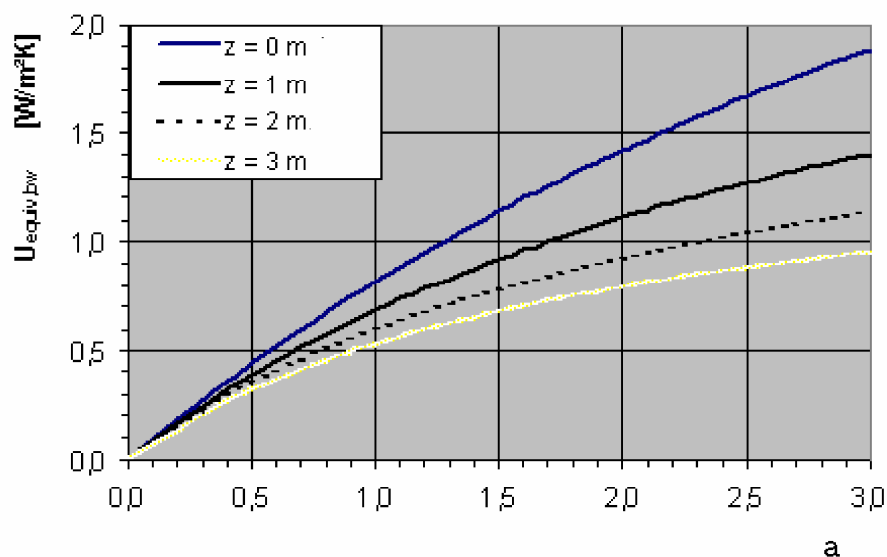
a betonová podlaha (tepelně neizolovaná)

b B' hodnota (m)

OBRÁZEK 4-12 $U_{\text{equiv,bf}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI PODLAHY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ S PODLAHOVOU DESKOU 3,0 M POD ÚROVNÍ ZEMINY V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A B' HODNOTĚ

$B' - \text{hodnota}$ m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (pro $z = 3,0 \text{ m}$) $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$				
	bez izolace	$U_{\text{podlahy}} = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{podlahy}} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11

TABULKA 4-12 $U_{\text{EQUIV,BF}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI PODLAHY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ S PODLAHOVOU DESKOU 3,0 M POD ÚROVNÍ ZEMINY V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A B' HODNOTĚ



Klíč

a U hodnota stěn ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

OBRÁZEK 4-13 $U_{\text{EQUIV,BW}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI STĚNY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A HLOUBKOU Z POD ÚROVNÍ ZEMINY

$U_{\text{stěny}}$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{equiv,bw}}$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$			
	$z = 0 \text{ m}$	$z = 1 \text{ m}$	$z = 2 \text{ m}$	$z = 3 \text{ m}$
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96

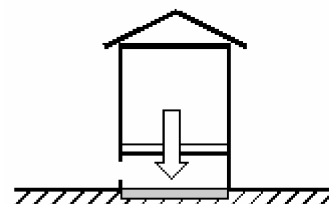
TABULKA 4-13 $U_{\text{EQUIV,BW}}$ HODNOTA PRO ČÁSTI STĚNY VYTÁPĚNÉHO PODZEMNÍHO PODLAŽÍ V ZÁVISLOSTI NA SOUČINITELI PROSTUPU TEPLA PODLAHOU A HLOUBKOU Z POD ÚROVNÍ ZEMINY

4.2.1.3.3. Nevytápěné podzemní podlaží

Součinitel tepelné ztráty stropní konstrukce (podlahy) oddělující vytápěný prostor od nevytápěného prostoru se vypočte podle postupu pro ztrátu nevytápěným prostorem uvedeným v 4.1.2. U hodnota stropní konstrukce se vypočte stejným způsobem jako pro stropní konstrukci bez vlivu zeminy. Např. rovnice 8 (s činiteli f_{g1} und f_{g2} und G_w) neplatí.

Stropní konstrukce nad technickým prostorem

Součinitel tepelné ztráty prostupem stropu nad technickým prostorem se vypočte podle 4.2.1.2. U hodnota stropu se vypočte stejným způsobem jako pro strop bez vlivu zeminy. Např. rovnice 8 (s činiteli f_{g1} a f_{g2} a G_w) neplatí.



4.2.1.4. TEPELNÉ ZTRÁTY DO NEBO Z VYTÁPĚNÝCH PROSTORŮ PŘI RŮZNÝCH TEPLOTÁCH – SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY $H_{T,ij}$

$H_{T,ij}$ vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěné prostory (i) do sousední vytápěné prostory (j) vytápěné na výrazně odlišnou teplotu. Může to být sousední místnost uvnitř funkční části budovy (např. koupelna, lékařské ordinace a vyšetřovny) skladové místnosti), místnost patřící do sousední funkční části budovy (např. byt) nebo nevytápěná místnost v sousedící funkční části budovy.

$H_{T,ij}$ se vypočítá:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k \quad [\text{W/K}] \quad (4-42)$$

kde:

f_{ij} je redukční teplotní činitel. Činitel koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{vytápěné susedního prostoru}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

Teploty sousedních vytápěných prostor uvádí tabulka 4-15

A_k plocha stavební části (k) v metrech čtverečních, (m^2)

U_k součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a Kelvin, ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$).

Účinky tepelných mostů se v tomto výpočtu neuvažují.

Teplo sdílené z vytápěné místnosti (i) do:	$\theta_{\text{sousední prostor}}$ $^{\circ}\text{C}$
sousední místnosti ve stejné funkční části budovy	$\theta_{\text{sousední prostor}}$ se určí: např. pro koupelnu, komoru např. vliv svislého teplotního gradientu
sousední místnosti v jiné funkční části budovy (např. byt)	$\frac{\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
sousední místnosti v jiné budově (vytápěné, nebo nevytápěné)	$\theta_{\text{m,e}}$

TABULKA 4-15

TEPLoty SOUSEDNÍCH VYTÁPĚNÝCH PROSTOR

4.2.2. NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM

Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor (i) se vypočte:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (4-43)$$

kde:

$H_{V,i}$ je součinitel návrhové tepelné ztráty větráním ve wattech na Kelvin, (W/K);

$\theta_{int,i}$ výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) ve stupních Celsia, (°C)

θ_e výpočtová venkovní teplota ve stupních Celsia, (°C).

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $H_{V,i}$ vytápěného prostoru (i) se vypočte:

$$H_{V,i} = \Psi_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [W/K] \quad (4-44)$$

kde:

Ψ_i je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (i) v metrech krychlových za vteřinu (m^3/s)

ρ hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$ v kilogramech na metr krychlový, (kg/m^3)

c_p měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$ v kilojoulech na kilogram a Kelvin, ($kJ/kg.K$).

Při předpokladu konstantního ρ a c_p se rovnice (4-44) zjednoduší:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \Psi_i \quad [W/K] \quad (4-44)$$

kde Ψ je nyní vyjádřena v metrech kubických za hodinu (m^3/h).

Výpočtový postup pro stanovení výměny vzduchu Ψ_i závisí na uvažovaném řešení, např. s nebo bez větrací soustavy.

Přirozené větrání

Není-li instalována větrací soustava, předpokládá se, že přiváděný vzduch má tepelné vlastnosti venkovního vzduchu. Tepelná ztráta je úměrná rozdílu teplot vnitřní výpočtové teploty a venkovní teploty.

Hodnota výměny vzduchu vytápěného prostoru (i) pro výpočet návrhového součinitele tepelné ztráty je maximum výměny vzduchu infiltrací $\Psi_{inf,i}$ spárami a styky obvodového pláště budovy a minimální výměna vzduchu $\Psi_{min,i}$ požadovaná z hygienických důvodů.

$$\Psi_i = \max(\Psi_{inf,i}, \Psi_{min,i}) \quad [W/K] \quad (4-45)$$

kde:

$\Psi_{inf,i}$ je hodnota stanovená podle 4.2.2.2

$\Psi_{min,i}$ hodnota stanovená podle 4.2.2.1

Nucené větrání

Větrací soustava přivádí vzduch, který nemusí mít tepelné vlastnosti venkovního přiváděného vzduchu, například:

- o při použití zařízení pro zpětné využití tepla
- o je-li přiváděný vzduch ústředně predehříván
- o je-li vzduch přiváděný ze sousedních místností.

V těchto případech se použije teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl teplot přiváděného vzduchu a výpočtové venkovní teploty.

Rovnice pro stanovení množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti (i), které se použije pro výpočet návrhového součinitele ztráty tepla větráním, je následující:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{\text{inf},i} + \dot{V}_{\text{su},i} \cdot f_{v,i} + \dot{V}_{\text{mech,inf},i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4-46)$$

kde:

$\dot{V}_{\text{inf},i}$	je	množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových, (m^3/h)
$\dot{V}_{\text{su},i}$		množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových, (m^3/h)
$\dot{V}_{\text{mech,inf},i}$		rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových, (m^3/h), stanovený podle 4.2.3.2;
$f_{v,i}$		teplotní redukční činitel: $f_{v,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$
$\theta_{\text{su},i}$		teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) (buď z ústřední teplo-vzdušné soustavy, ze sousedních vytápěných i nevytápěných prostorů, nebo z venkovního prostředí) ve stupních Celsia ($^{\circ}\text{C}$). Při užití zařízení pro zpětné využití tepla se může $\theta_{\text{su},i}$ vypočítat z účinnosti zařízení pro zpětné využití tepla. $\theta_{\text{su},i}$ může být vyšší nebo nižší než je vnitřní teplota vzduchu.

$\dot{V}_i$ musí být stejné nebo vyšší než je minimální množství vzduchu podle 4.2.2.1.

Zjednodušené postupy pro stanovení množství vzduchu jsou v 4.2.2.2 a 4.2.2.3.

4.2.2.1. HYGIENICKÉ MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Minimální množství vzduchu se požaduje z hygienických důvodů. Nejsou-li dostupné národní údaje, minimální množství vzduchu $\dot{V}_{\text{min},i}$ ve vytápěné místnosti (i) se může stanovit podle:

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot \dot{V}_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4-47)$$

kde:

n_{min}	je	minimální intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu, (h^{-1})
$\dot{V}_i$		objem vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových (m^3) vypočtený z vnitřních rozměrů, (m^3).

Minimální intenzita výměny vzduchu se stanoví v národní příloze k této normě nebo ve specifikaci.

Hodnoty minimální intenzity výměny vzduchu uvádí tabulka 4-16.

Druh místnosti	$n_{\min}$ h^{-1}
Obytná místnost (základní)	0,5
Kuchyně nebo koupelna s oknem	1,5
Kancelář	1,0
Zasedací místnost, školní třída	2,0

TABULKA 4-16

MINIMÁLNÍ INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU $n_{\min}$

Výměny vzduchu vycházejí z vnitřních rozměrů. Použijí-li se při výpočtu vnější rozměry, intenzita výměny vzduchu se vynásobí podílem vnitřního a vnějšího objemu prostoru (přibližná základní hodnota podílu je 0,8).

Vyšší výměny vzduchu zvýšené o spalovací vzduch se užijí u otevřených ohnišť.

4.2.2.2. INFILTRACE OBVODOVÝM PLÁŠTĚM BUDOVY – MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Množství vzduchu infiltrací $\dot{V}_{\text{inf},i}$ vytápěného prostoru (i) způsobená větrem a účinkem vztlačky na plášť budovy, se může vypočítat podle:

$$\dot{V}_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4-48)$$

kde:

- n_{50} je intenzita výměny vzduchu za hodinu, (h^{-1}) při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu
- e_i stínící činitel, (-)
- ε_i výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země, (-).

V rovnici (4-48) je zaveden činitel 2 protože hodnota n_{50} je dána pro celou budovu. Výpočet musí uvažovat nejhorší případ, kdy všechen infiltrovaný vzduch vstupuje na jedné straně budovy.

Hodnota $\dot{V}_{\text{inf},i}$ musí být rovna nebo větší než 0.

Hodnoty pro n_{50} jsou uvedeny v tabulce 4-49.

Stavba	n_{50} h^{-1}		
	Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy (kvalita těsnění oken)		
	vysoká (velmi utěsněná okna a dveře)	střední (Okna s dvojskly, nor- málně utěsněná)	nízká (okna s jednoduchým za- sklením, bez utěsnění)
Rodinný dům s jedním bytem	< 4	4 až 10	> 10
Jiné bytové domy nebo budovy	< 2	2 až 5	> 5

TABULKA 4-17

INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU PRO CELOU BUDOVU n_{50}

Hodnoty pro stínící součinitel e a výškový korekční činitel ε jsou v tabulkách 4-18 a 4-19.

Třída zastínění	e		
	Vytápěný prostor bez nechráněných otvorových výplní	Vytápěný prostor s jednou nechráněnou otvorovou výplní	Vytápěný prostor s více než jednou nechráněnou otvorovou výplní
Žádné zastínění (budovy ve větrné oblasti, vysoké budovy v městských centrech)	0	0,03	0,05
Mírné zastínění (budovy v krajině se stromovým nebo v zastavěném území, předměstská zástavba)	0	0,02	0,03
Velké zastínění (středně vysoké budovy v městských centrech, budovy v zalesněné krajině)	0	0,01	0,02

TABULKA 4-18

STÍNÍCÍ ČINITEL e

Výška vytápěného prostoru nad úrovní země (vzdálenost středu výšky místnosti od země)	e
0 – 10 m	1,0
> 10 – 30 m	1,2
> 30 m	1,5

TABULKA 4-19

VÝŠKOVÝ TEPLOTNÍ ČINITEL ε

4.2.2.3. MNOŽSTVÍ VZDUCHU PŘI UŽITÍ VĚTRACÍCH SOUSTAV

4.2.2.3.1. Přiváděné množství vzduchu

Nejsou-li známy údaje o větrací soustavě, tepelná ztráta větráním se vypočte pro řešení s přirozeným větráním.

Jsou-li známy údaje o větrací soustavě, přiváděné množství vzduchu do vytápěné místnosti (i) $\dot{V}_{su,i}$ stanoví při návrhu větrací soustavy projektant vzduchotechniky.

Je-li vzduch přiváděn ze sousední(ch) místnosti(i), má tepelné vlastnosti vzduchu této (těchto) místnosti(i). Jeli vzduch přivádění potrubím, je obvykle předeřhán. V obou případech se určí rozvod vzduchu a odpovídající množství vzduchu se stanoví pro uvažované místnosti.

4.2.2.3.2. Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu $\dot{V}_{mech,inf,i}$

Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu je vyrovnáván venkovním vzduchem přiváděným obvodovým pláštěm budovy.

Není-li toto množství vzduchu stanoveno jiným způsobem, může být vypočteno pro celou budovu ze vztahu:

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4-49)$$

kde:

$\dot{V}_{\text{ex}}$	je	množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu v metrech krychlových za hodinu, (m ³ /h)
$\dot{V}_{\text{su}}$		množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu v metrech krychlových za hodinu, (m ³ /h).

V budovách pro bydlení je množství přiváděného vzduchu pro celou budovu většinou rovno 0.

$\dot{V}_{\text{mech,inf}}$ se nejprve stanoví pro celou budovu. Následně se rozdělí množství venkovního vzduchu do každého prostoru podle průvzdušnosti¹⁰ každého prostoru v poměru k průvzdušnosti celé budovy. Nejsou-li dostupné hodnoty průvzdušnosti, rozdělení venkovního množství vzduchu se může spočítat jednoduchým způsobem podílem objemů jednotlivých prostorů:

$$\dot{V}_{\text{mech,inf},i} = \dot{V}_{\text{mech,inf}} \frac{V_i}{\sum V_i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4-50)$$

kde V_i je objem prostoru (i). Tato rovnice se také použije pro určení množství přiváděného vzduchu do každého prostoru je-li známo pouze přiváděné množství vzduchu pro celou budovu.

¹⁰ Výraz „průvzdušnost“ zohledňuje vzduchovou těsnost obvodového pláště budovy a navržené otvorové výplně v budově.

5. VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

Podklady a postup pro výpočet potřeby tepla v této kapitole jsou podle ČSN EN ISO 13790 (pro bytové a občanské budovy) a předcházející ČSN EN 832, která je pouze pro bytové domy. Vzhledem k tomu, že ČSN EN ISO 13790 je nepřehledná (zejména pro odvolávky na další ČSN EN normy a oproti ČSN EN 832 nemá v příloze příklad užití), doporučujeme použít obě ČSN EN. Tam, kde chyběly vhodné údaje pro podporu výpočtu, jsou použity hodnoty z německé aplikace EN 832 a to DIN V 4108-6:2003.

Dalším cílem této kapitoly je příprava aplikace metody výpočtu na novou skutečnost vzniklou brzkým převzetím připravované prEN 14335 – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav – část 1 obecná.

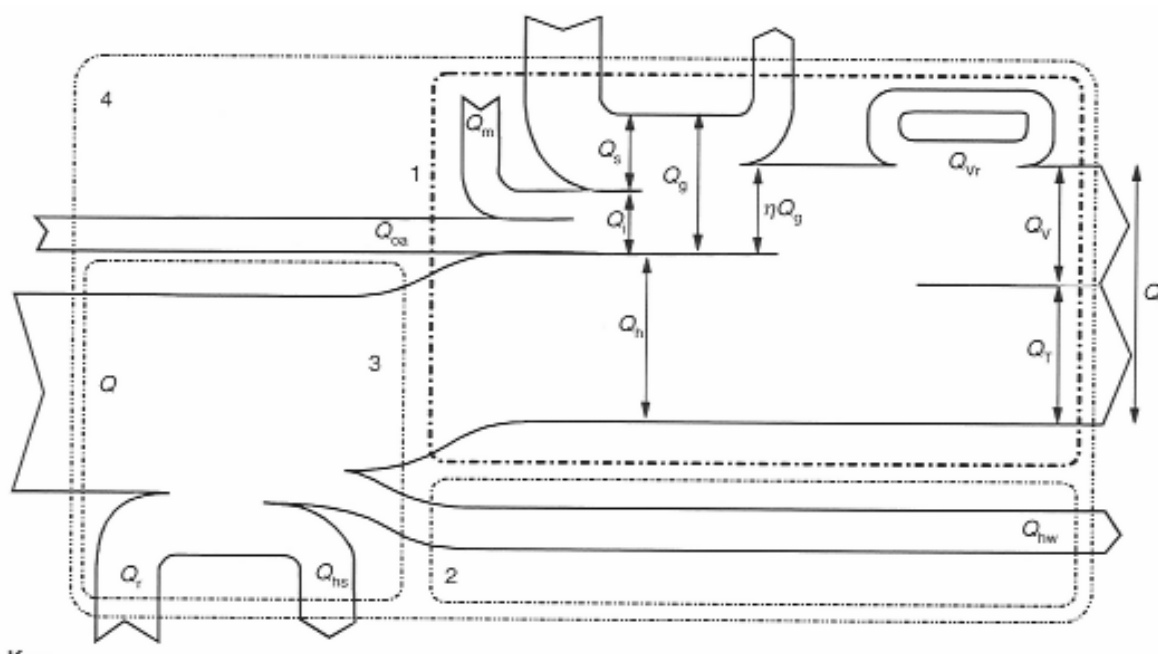
5.1. ENERGETICKÁ BILANCE

Energetická bilance podle ČSN EN ISO 13790 obsahuje následující položky:

- 1) ztráty prostupem tepla a větráním mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím
- 2) ztráty prostupem tepla a větráním a tepelné zisky ze sousedních zón
- 3) užitečné vnitřní tepelné zisky
- 4) solární tepelné zisky
- 5) ztráty při výrobě a distribuci, emisní ztráty a ztráty regulací vytápěcího systému
- 6) vstup energie do otopné soustavy.

Doporučujeme ukončit výpočet podle ČSN EN ISO 13790 u stanovení potřeby tepla zahrnující tepelné zisky za přesně definovaného stavu regulace vytápění (zpravidla vhodná ústřední regulace a hydraulicky seřízené rozvody topné vody). Nedoporučujeme zejména při provádění EA používat tuto normu pro stanovení potřeby tepla na přípravu TV a pro oceňování ztrát v rozvodech tepla. K tomu budou určeny připravované EN uvedené v kapitole 8. Pro dosažení transparentnosti ovlivnění potřeby tepla jednotlivými funkčními díly TZB i dosažením možných úspor doporučujeme do zavedení připravovaných EN použít tradičních postupů, např. časového snímku odběru TV pro stanovení potřeby tepla na TV a ztrát v částech zařízení, atd.

Nejdůležitější pojmy energetické bilance jsou graficky uvedeny na obrázku 5-1.



Q potřeba energie na vytápění	Q_g celkové zisky	Q_L celková tepelná ztráta
Q_{oa} teplo ze spotřebičů	ηQ_g využitelné zisky	1 systémová hranice vytápěné zóny
Q_r zpětně získaná energie	Q_h potřeba tepla	2 systémová hranice přípravy teplé vody
Q_{hs} ztráty otopné soustavy	Q_v tepelná ztráta větráním	3 systémová hranice otopného zařízení
Q_m metabolické teplo	Q_{vr} zpětně získané teplo z větrání	4 systémová hranice budovy
Q_s pasivní solární zisky	Q_T ztráta prostupem tepla	
Q_i vnitřní zisky	Q_h teplo pro přípravu teplé vody	

OBRÁZEK 5-1

ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY

5.2. VÝPOČET POTŘEBY TEPLA PODLE ČSN EN 13 790

5.2.1. VÝPOČTOVÝ POSTUP

Výpočtový postup je shrnut dále. V případě použití této normy pro stávající budovy se navíc musí dodržet postup uvedený v části 5.2.1.1.

- 1) Stanoví se hranice vytápěného prostoru a v případě potřeby hranice zón a nevytápěných prostorů podle 5.2.2.1.
- 2) Při přerušovaném vytápění nebo větrání se časové podúseky s odlišnými průběhy vytápění a větrání (např. den, noc, víkend) určí podle kapitoly 5.2.3.1.2.
- 3) Pro jednozónové budovy se měrná tepelná ztráta vytápěného prostoru se vypočte podle 5.2.2.1.1.1. Pro vícezónové budovy se výpočet stanoví podle části 5.2..2.1.1.2.
- 4) Určí se požadovaná teplota a případně parametry přerušovaného vytápění. Při výpočtu za otopné období se stanoví nebo vypočte délka otopného období a klimatické údaje podle 3.1.1.7.

Poté se pro každý časový úsek výpočtu (měsíc nebo otopné období) provede výpočet:

- 5) ekvivalentní vnitřní teploty pro všechny časové podúseky podle 3.1.1.8
- 6) tepelné ztráty Q_L podle části 5.2.3.
- 7) vnitřních tepelných zisků Q_i podle 5.2.4.1
- 8) solárních tepelných zisků Q_s podle 5.2.4.2
- 9) stupně využití tepelných zisků η , podle 5.2.5.2;
- 10) potřeby tepla Q_h pro všechny časové úseky výpočtu podle 5.2.5
- 11) roční potřeby tepla Q_h podle 5.2.6
- 12) energie na vytápění s uvažováním ztrát otopné soustavy podle kapitoly 11
- 13) Stanoví se hranice vytápěného prostoru a v případě potřeby hranice zón a nevytápěných prostorů.

5.2.1.1. POUŽITÍ PRO STÁVAJÍCÍ BUDOVY

Hodnocení potřeby energie se u stávajících budov provádí pro různé účely, jako jsou:

- a) Transparentnost při komerčních úvahách doložením určité úrovně energetických vlastností (Energetické údaje)

- b) Předpovědi energetických úspor, jaké mohou být různými opatřeními dosaženy - jako pomoc při plánování sanačních opatření.

Oproti novým budovám, mohou být u stávajících budov často získány doplňkové údaje, které mohou zlepšovat spolehlivost výsledků. Z tohoto důvodu by měl být postup výpočtu podle této normy podle možnosti přizpůsoben tak, aby takových možností využil. Využije se dále uvedený přístup.

Posouzení vstupních údajů

Spotřeba energie stávající budovy musí být zjištěna co nejpřesněji. K tomu slouží zaznamenané údaje, účty za energii nebo měření. Dále mají být pozorováním, měřením nebo dotazováním zjišťovány další údaje, jakými jsou skutečné klimatické údaje, vzduchová propustnost prvků obvodového pláště, účinnost otopné soustavy, skutečné způsoby užívání (obyvatelé, přerušované vytápění, teploty, větrání, apod.), pokud jsou dosažitelné při vynaložení přiměřených nákladů. Je třeba odhadnout spolehlivost všech údajů. Vstupní údaje, které nemohou být změřeny, se převezmou z technických podkladů pro budovu, z odpovídajících národních podkladů nebo norem.

Spotřeba energie se může uvést do korelace s klimatickými daty, pokud se po vhodné období pravidelně zjišťují spotřeba a teploty. Takové metody jsou založeny na celkovém modelování celého systému. Mohou se odlišovat od modelu popsaného v normě.

Výpočty

Potřeba energie stávající budovy se musí určit podle této normy s využitím shromážděných údajů jako vstupních dat. Musí být zhodnocena spolehlivost výsledku a porovnána se spolehlivostí experimentálních údajů spotřeby energie.

Pokud je jejich shoda významná, je možné předpokládat, že model včetně určených vstupních údajů je správný.

Pokud se spolehlivost výsledku a spolehlivost experimentálních dat nepřekrývají významně, je třeba provést průzkum budovy s cílem ověřit některé údaje nebo zavést další ovlivňující činitele, které dosud nebyly uvažovány, a provést opakovaný výpočet s novým souborem vstupních údajů.

Energetický průkaz

Pro stanovení energetického průkazu se soubor vstupních údajů doplní o smluvní způsob chování obyvatel (užívání budovy) a poté se potřeba energie budovy stanoví znovu.

Plánování modernizačních opatření

Pro plánování modernizačních opatření se ve výpočtu použijí skutečná data. Pokud se dá předpokládat, že budova nebyla normálně užívána (např. nedostatečně vytápěna nebo přetápěna, nedostatečně nebo nadbytečně větrána), použijí se pro plánování modernizačních opatření vhodné údaje místo naměřených. Základní potřeba energie na vytápění budovy v původním stavu se pak vypočítá na základě těchto vhodných údajů.

Poté se upraví vstupní údaje tak, aby odpovídaly plánovanému modernizačnímu zásahu a výpočet se provede znovu s cílem zjistit účinnost opatření (nebo souboru opatření) na potřebu energie.

5.2.2. STANOVENÍ HRANICE VYTÁPĚNÉHO PROSTORU A V PŘÍPADĚ POTŘEBY HRANICE ZÓN A NEVYTÁPĚNÝCH PROSTORŮ

5.2.2.1. HRANICE VYTÁPĚNÉHO PROSTORU

Hranice vytápěného prostoru sestávají ze všech prvků, které oddělují posuzovaný vytápěný prostor od vnějšího prostředí nebo od sousedních vytápěných zón nebo od nevytápěných prostorů. Při dálkovém zásobování teplem je hranice u připojovacího místa budovy nebo vytápěcího systému. Pro odpadní vzduch se zpětným získáváním tepla je hranicí místo odvodu vzduchu z í jednotky pro zpětné využití tepla.

5.2.2.1.1. Teplotní zóny

5.2.2.1.1.1. Jednozónový výpočet

Pokud je vytápěný prostor vytápěn na celkově stejnou teplotu a pokud jsou solární tepelné zisky relativně malé nebo rovnoměrně rozdělené po celé budově, použije se postup výpočtu pro jednu zónu.

Dělení na zóny není nutné, pokud:

Ü se požadované teploty mezi teplotními zónami vzájemně neodlišují o více než 4 K a pokud se dá předpokládat, že poměry tepelných ztrát a zisků se navzájem odlišují o méně než 0,4 (např. mezi severní a jižní zónou), nebo

Ü dveře mezi teplotními zónami jsou pravděpodobně často otevřené.

V takových případech platí postup výpočtu pro jednu zónu, a to i v případě, že požadované teploty nejsou shodné. Jako vnitřní teplota se pak použije:

$$\theta_i = \frac{\sum_z H_z \cdot \theta_{iz}}{\sum_z H_z} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (5-1)$$

kde

θ_{iz} je požadovaná teplota zóny z ($^{\circ}\text{C}$)

H_z měrná tepelná ztráta zóny z, podle kapitoly 6, ale počítaná samostatně pro každou zónu (W/K)

5.2.2.1.1.2. Vícezónový výpočet

V jiných případech s podstatnými rozdíly požadovaných teplot nebo tepelných zisků se budova rozdělí na odlišné zóny. Pokud je účelem výpočtu posouzení potřeby tepla pro každou zónu zvlášť, výpočet se provede podle zvláštního postupu.

Ve všech ostatních případech smí být každá zóna počítána samostatně za použití výpočetního postupu pro jednotlivé zóny. Přitom se předpokládá, že mezi zónami jsou adiabatické hranice. Potřeba energie budovy odpovídá součtu vypočtených potřeb energie pro jednotlivé zóny.

Doporučujeme se v EA vyhýbat vícezónovým postupům, pokud je to možné.

5.2.3. MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VYTÁPĚNÉHO PROSTORU; TEPELNÉ ZTRÁTY (JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET)

5.2.3.1.1. Tepelná ztráta při nepřerušovaném vytápění

Celková tepelná ztráta Q_L jednozónové budovy s konstantní vnitřní teplotou během daného časového úseku se stanoví podle vztahu:

$$Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t \quad [\text{Wh}] \quad (5-2)$$

kde

θ_i	je	požadovaná vnitřní teplota	(°C)
θ_e		průměrná vnější teplota během výpočtového období, v °C	(°C)
t		délka výpočtového období	(s)
H		měrná tepelná ztráta budovy	(W/K)

Vztah (5-2) může být upraven pro použití denostupňů. Výsledek upraveného vztahu musí být totožný s výsledkem vztahu (5-2) pro libovolnou obytnou budovu.

5.2.3.1.2. Tepelná ztráta při přerušovaném vytápění

Užije se postup, pokud nelze použít rozdělení na časové úseky s odlišným provozem vytápění, viz 5.2.3.1.1.

Pokud je rozdělení na časové úseky s odlišným provozem možné, spočítá se celková tepelná ztráta Q_L jednozónové budovy s konstantní vnitřní teplotou podle vztahu (5-3):

$$Q_L = \sum_{j=1}^N N_j H_j (\theta_{i\text{ad},j} - \theta_e) \cdot t_j \quad [\text{Wh}] \quad (5-3)$$

kde

N	je	je počet odlišných časových úseků s různým provozem vytápění (např. $N = 3$ pro normální, noční a víkendový provoz)	(-)
N_j		počet časových úseků každého typu během výpočtového období	(-)
$\theta_{i\text{ad},j}$		ekvivalentní vnitřní teplota během j-tého časového úseku;	(°C)
t_j		doba trvání j-tého časového úseku vytápění.	(h)
H_j		měrná tepelná ztráta budovy během j-tého časového úseku vytápění, stanovená podle 5.2.3.1.	(W/K)

$\sum_{j=1}^N N_j t_j$ odpovídá délce výpočtového období.

K zjednodušení zápisu v dalším textu neuzívá index j . Přesto musí být při dělení na časové úseky s odlišným provozem vytápění výpočet proveden pro každý úsek.

5.2.3.1.3. Měrná tepelná ztráta

Měrná tepelná ztráta pro jednozónovou budovu s konstantní vnitřní teplotou a pro dané výpočtové období nebo časový úsek je dána vztahem (5-4):

$$H = H_T + H_V \quad [\text{W/K}] \quad (5-4)$$

kde

H_T je je měrná ztráta prostupem tepla vypočtená podle EN ISO 13789, ve W/K (prvky obvodového pláště budovy obsahující větrací zařízení viz příloha E) (W/K)

H_V měrná tepelná ztráta větráním (viz 5.2.3.1.5). (W/K)

5.2.3.1.4. Budovy s významnou tepelnou ztrátou přes zeminu

EN ISO 13789 stanoví, že se má použít postup v EN ISO 13370 pro zahrnutí tepelné ztráty přes zeminu do ztráty prostupem tepla H_T . Může ale dojít k tomu, že měsíční tepelná ztráta zeminou může být v zimě nadhodnocena až o 30 % a 40 %. Pokud tvoří tepelná ztráta zeminou významnou část celkové tepelné ztráty, je třeba provést podrobný výpočet podle B.1 v EN ISO 13370. V tomto případě je celková tepelná ztráta Q_L dána:

– pokud se nedělí na různá otopná období:

$$Q_L = (H' \cdot (\theta_i - \theta_e) + \Phi_G) \cdot t \quad [\text{W/K}] \quad (5-5)$$

– pokud se dělí na různá otopná období

$$Q_L = \sum_{j=1}^N N_j \cdot H'_j \cdot (\theta_{ieq,j} - \theta_e) \cdot t_j + \Phi_G \cdot t \quad [\text{W/K}] \quad (5-6)$$

kde

H' je hodnota vypočítaná podle 7.3 ale bez tepelné ztráty zeminou; (W/K)

Φ_G ztrátový tepelný tok zeminou, vypočítaný podle EN ISO 13370. (Wh)

5.2.3.1.5. Měrná tepelná ztráta větráním

5.2.3.1.5.1. Princip

Měrná tepelná ztráta větráním H_V se stanoví ze vztahu:

$$H_V = \dot{V} \cdot \rho_a \cdot c_a \quad [\text{W/K}] \quad (5-7)$$

kde

$\dot{V}$ objemový tok vzduchu v budově (m³)

$\rho_a \cdot c_a$ tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu (Wh/m³K)

$\rho_a c_a = 1200 \text{ J/m}^3\text{K}$, pokud je objemový tok vzduchu $\dot{V}$ vyjádřen v m³/s;

$\rho_a c_a = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$, pokud je objemový tok vzduchu $\dot{V}$ vyjádřen v m³/h.

Použije se průměrná hodnota objemového toku vzduchu pro každý časový úsek.

Pro obytné budovy se může objemový tok vzduchu V vypočítat buď podle EN 13465 nebo na národní úrovni podle druhu budovy, jejího účelu, klimatu, expozice apod.

Pro ostatní budovy, se objemový tok vzduchu V může vypočítat buď podle odpovídající mezinárodní normy nebo být stanoven na národní úrovni podle druhu budovy, jejího účelu, klimatu, expozice apod.

V informativní příloze G je dále uvedený postup pro výpočet výměny vzduchu v budovách. Tento postup mohou ovlivnit mezinárodní normy nebo národní předpisy.

5.2.3.1.5.2. Minimální větrání

Z hlediska pohody prostředí a z hygienických důvodů se požaduje minimální výměna vzduchu, pokud je budova užívána. Tato minimální výměna vzduchu může být stanovena na národní úrovni s uvažováním typu budovy a způsobu užívání.

Typickými hodnotami jsou:

Ü pro obytné budovy $\dot{V}_{\min} = 0,3 \text{ h}^{-1} \cdot V [\text{m}^3/\text{h}]$, kde V je větraný objem

Ü pro nebytové budovy $\dot{V}_{\min} = 15 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu (během užívání).

5.2.3.1.5.3. Přirozené větrání

Celkový objemový tok vzduchu musí být určen jako větší z těchto veličin: minimální výměna vzduchu $\dot{\Psi}_{\min}$ a návrhová výměna vzduchu $\dot{\Psi}_d$:

$$\dot{V} = \max \left[\dot{V}_{\min}; \dot{V}_d \right] \quad [\text{m}^3] \quad (5-8)$$

Intenzita výměny vzduchu je v tabulkách .

5.2.3.1.5.4. Nucené větrání

Celkový objemový tok vzduchu je určen jako součet objemového toku stanoveného z průměrného objemového toku vzduchu větracím systémem v provozu $\dot{\Psi}_f$ a přídavného toku vzduchu $\dot{\Psi}_x$ vyvolaného větrem a vzlakem při netěsném obvodovém plášti budovy:

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x \quad [\text{m}^3] \quad (5-9)$$

Pro systémy s nuceným přívodem a odvodem vzduchu odpovídá $\dot{\Psi}_f$ vždy větší hodnotě, buď objemovému toku přiváděného vzduchu, $\dot{\Psi}_{\text{sup}}$, nebo odváděného vzduchu, $\dot{\Psi}_{\text{ex}}$.

Přídavný objemový tok vzduchu může být vypočten takto:

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \cdot \left[\frac{\dot{V}_{\text{sup}} - \dot{V}_{\text{ex}}}{V \cdot n_{50}} \right]^2} \quad [\text{m}^3] \quad (5-10)$$

kde

n_{50} je intenzita výměny vzduchu při rozdílu barometrického tlaku 50 Pa mezi vnitřním a vnějším prostředím se zahrnutím vlivu otvorů pro přívod vzduchu (1/h)

e a f součinitelé větrné expozice, které jsou v tabulce 4-4. (-)

Pokud není mechanické větrání v provozu nepřetržitě, výměna vzduchu se vypočte ze vztahu:

$$\dot{V} = \left(\dot{V}_0 + \dot{\Psi}'_x \right) \cdot (1 - \beta) + \left(\dot{V}_f + \dot{V}_x \right) \cdot \beta \quad [\text{m}^3] \quad (5-11)$$

kde

$\dot{V}_f$	návrhový objemový tok vzduchu způsobený nuceným větráním	(m ³)
$\dot{V}_x$	přídavný objemový vzduchový tok infiltrací při zapnutém nuceném větrání způsobený účinky větru a vzlaku	(m ³)
$\dot{V}_o$	objemový tok vzduchu přirozeným větráním (při vypnutém nuceném větrání) včetně toku vzduchovody větracího systém	(m ³)
$\dot{V}'_x$	přídavný objemový vzduchový tok infiltrací při vypnutém nuceném větrání způsobený účinky větru a vzlaku. $\dot{V}'_x = V \cdot n_{50} \cdot e$	(m ³)
β	podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období.	(-)

V nebytových budovách mohou být mechanické větrací systémy vypnuty pro značnou část doby. Toto se bere v úvahu určením odlišných časových úseků nebo určením hodnoty β . Špatný odhad hodnoty β nebo špatné stanovení úseků provozu může vést k velkým chybám výsledku.

Pro soustavy nuceného větrání s proměnlivou návrhovou výměnou vzduchu, je $\dot{V}_f$ průměrnou výměnou vzduchu ventilátory během jejich provozní doby.

5.2.3.1.5.5. Údaje pro výpočet přirozeného větrání

Úroveň vzduchotěsnosti je definována pomocí intenzity výměny vzduchu při rozdílu barometrického tlaku 50 Pa mezi vnitřním a vnějším prostředím n_{50} . Tato hodnota zahrnuje výměnu vzduchu uzavřenými přívody vzduchu.

Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa n_{50} [h ⁻¹]		Úroveň těsnosti obvodového pláště
Bytové domy	Rodinné domy	
méně než 2	méně než 4	vysoká
od 2 do 5	od 4 do 10	střední
více než 5	více než 10	nízká

TABULKA 5-1

ÚROVEŇ VZDUCHOTĚSNOSTI BUDOVY

Rozdíl mezi bytovými a rodinnými domy vychází z typických odlišností ploch obvodových plášťů při daném vnitřním objemu.

V obytných budovách s hodnotou n_{50} menší než 3 h⁻¹ (při otevřených přívodech vzduchu) vyžaduje minimální větrání otevírat okna ve vhodných intervalech.

Intenzita výměny vzduchu při přirozeném větrání může být určena na národní úrovni s uvážením klimatu, okolí, druhu budovy a její geometrie a velikosti a umístění otvorů. Pokud nejsou k dispozici žádné národní údaje, může se měsíční průměrná intenzita výměny vzduchu během otopného období stanovit z tabulky 5-2 a 5-3.

	Více než jedna exponovaná fasáda			Jedna exponovaná fasáda		
	Těsnost budovy			Těsnost budovy		
Třída stínění*	nízká	střední	vysoká	nízká	střední	vysoká
Bez stínění	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
Mírné stínění	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Významné stínění	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

TABULKA 5-2 INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU n [h^{-1}] V PŘIROZENĚ VĚTRANÝCH VÍCEBYTOVÝCH BUDOVÁCH, STANOVENÁ POMOCÍ TŘÍDY STÍNĚNÍ A TĚSNOSTI BUDOVY

*Třídy stínění jsou uvedeny v tabulce 5-5.

Třída stínění	Těsnost budovy		
	Nízká	Střední	Vysoká
Bez stínění	1,5	0,8	0,5
Mírné stínění	1,1	0,6	0,5
Významné stínění	0,7	0,5	0,5

TABULKA 5-3 INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU n [h^{-1}] V PŘIROZENĚ VĚTRANÝCH RODINNÝCH DOMECH, STANOVENÁ POMOCÍ TŘÍDY STÍNĚNÍ A TĚSNOSTI BUDOVY

Doporučené údaje pro budovy užívané jen přes den, například administrativní

	Kanceláře	Vstupní haly, chodby	Učebny	Jídlna, konferenční místnosti	Posluchárna
	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$
užívané	3	2	5	10	10
neužívané	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

TABULKA 5-4 MĚRNÁ DOPORUČENÁ MNOŽSTVÍ VZDUCHU PRO OBČANSKÉ BUDOVY

		Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
Součinitel větrné expozice a pro třídu stínění:	Bez stínění: budovy v otevřené krajině, výškové budovy v centrech měst.	0,10	0,03
	Mírné stínění: budovy v krajině se stromy nebo obklopené jinými budovami, předměstská zástavba	0,07	0,02
	Významné stínění: budovy průměrné výšky v centrech měst, budovy v lesích	0,04	0,01

	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
Součinitel větrné expozice f	15	20

TABULKA 5-5 SOUČINITELÉ VĚTRNÉ EXPOZICE e A f PRO VÝPOČET PŘÍDAVNÉHO VZDUCHOVÉHO TOKU PODLE VZTAHU 4-

5.2.3.1.5.6. Zpětné získávání tepla

Zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu se zohledňuje zmenšením objemového toku vzduchu v poměru k celkové účinnosti zpětného získání tepla.

Celková účinnost je vždy menší než účinnost výměníku tepla samotného. Musí se vzít v úvahu rozdíly mezi objemovými toky přívodního a odváděného vzduchu, netěsnosti a infiltrace obálkou budovy a recirkulace vzduchu.

Větrací soustavy se zařízením pro využití tepla z odváděného vzduchu

Pro budovy s ohřevem čerstvého vzduchu teplem z odváděného vzduchu jsou tepelné ztráty nuceným větráním sníženy činitelem $(1-\eta_v)$, kde η_v je účinnost zařízení pro zpětné získávání tepla. Efektivní výměna vzduchu pro výpočet tepelné ztráty se stanoví ze vztahu:

$$\dot{V} = \dot{V}_f \cdot (1 - \eta_v) + \dot{V}_x \quad [\text{m}^3] \quad (5-12)$$

kde

η_v je celková účinnost zpětného získávání tepla, zahrnující rozdíly mezi objemovými vzduchovými toky přívodního a odváděného vzduchu. (-)

Teplo ve vzduchu unikajícím z budovy netěsnostmi se nemůže využít.

U větracích soustav s využitím odpadního tepla vzduchu pro ohřev teplé vody nebo pro vytápění pomocí tepelného čerpadla se výměna vzduchu započte bez redukce. Snížení potřeby energie jako důsledek zpětného získávání tepla se zohlední ve výpočtu potřeby energie příslušné větrací soustavy.

5.2.4. TEPELNÉ ZISKY

5.2.4.1. VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY

Vnitřní tepelné zisky Q_i obsahují veškeré teplo, které je produkováno ve vytápěném prostoru vnitřními zdroji, které nepatří k otopné soustavě. Jedná se např. o:

$\dot{U}$ metabolické zisky od uživatelů

$\dot{U}$ spotřebu energie spotřebičů a osvětlovacích zařízení.

V ČSN EN 832 jsou dále uváděny čisté zisky z rozvodů teplé vody a odpadní vody. Tato část v ČSN EN ISO 13790 není specifikována, měrná hodnota vnitřních zisků 5 W/m^2 v ČSN EN 832 u trvale užívaných budov je snížena na 4 W/m^2 . Korektně se mají podle EN 14 335 ztráty a zisky související se soustavou technického zařízení budovy specifikovat samostatně pro každý druh soustavy a celou budovu.

Pro výpočet podle této normy je vhodné použít průměrných měsíčních nebo sezónních hodnot. V takovém případě se vnitřní tepelné zisky vypočítají vztahem (5-13):

$$Q_i = [\Phi_{ih} + (1 - b) \cdot \Phi_{iu}] \cdot t = \Phi_i \cdot t \quad [\text{Wh}] \quad (5-13)$$

kde

Φ_{ih}	je průměrný výkon vnitřních tepelných zisků ve vytápěných prostorech	(W)
Φ_{iu}	průměrný výkon vnitřních tepelných zisků v nevytápěných prostorech,	(W)
	(W)	
Φ_i	průměrný výkon vnitřních tepelných zisků	(W)
b	redukční činitel definovaný v EN ISO 13789.	(-)

Mezi uživateli a mezi různými klimatickými oblastmi existují významné odlišnosti. Hodnoty se musí stanovovat na národní úrovni. Pro podporu norma uvádí tzv. smluvní (doporučené) hodnoty vnitřních zisků:

- pro stále užívané budovy, například bytové se stanoví hodnota vnitřních tepelných zisků $\Phi_i = 4 \text{ W/m}^2$. Jedná se o denní (podle DIN V 4108-6) hodnotu při užití 24h/den
- pro budovy užívané jen přes den, například administrativní se stanoví časové úseky užití. Hodnoty v tabulce 5-6 odpovídají budově užívané po 5 dní v týdnu, vždy 10 hodin denně.

Údaj, vztažený na jeden metr čtverečný, se vynásobí celkovou plochou vytápěných místností

Φ_i	Kanceláře (60 % ploch)	Ostatní prostory, vstupní haly, chodby (40 % ploch)
	W/m^2	W/m^2
Den	20	8
Noc	2	1
Víkend	2	1
Průměr	7,4	3,1

TABULKA 5-6 VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY PRO BUDOVY UŽÍVANÉ PŘES DEN (5 DNÍ V TÝDNU, VŽDY 10 HODIN DENNĚ)

5.2.4.2. SOLÁRNÍ ZISKY

5.2.4.2.1. Základní vztahy

Solární zisky vycházejí ze slunečního záření, které je obvykle v dané lokalitě k dispozici, z orientace sběrných ploch, trvalého stínění a charakteristik solární propustnosti a pohltivosti sběrných ploch. Za sběrné plochy se považují zasklení, vnitřní stěny a podlahy zimních zahrad, a stěn za transparentními kryty a transparentními izolacemi. Neprůsvitné plochy vystavené slunečnímu záření.

Pro daný časový úsek se solární tepelný zisk vypočte podle vztahu:

$$Q_s = \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj} \right] + (1-b) \cdot \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj,u} \right] \quad [\text{W}] \quad (5-14)$$

kde první člen zahrnuje vytápěný prostor a druhý člen nevytápěný prostor. Solární zisky nevytápěného prostoru se násobí výrazem $(1-b)$, kde b je redukční činitel definovaný v EN ISO 13789. Tepelné zisky zimních zahrad se vypočítají podle přílohy F.

V každém výrazu první suma (j) zahrnuje všechny orientace a druhá suma (n) všechny sběrné povrchy a:

kde

I_{sj}	je solární ozáření, tedy celkové množství energie globálního slunečního záření na jednotku povrchu n o orientaci j během časového úseku výpočtu	(W/m ²)
A_{snj}	solárně účinná sběrná plocha povrchu n o orientaci j. Je to plocha černého tělesa, které má stejný solární zisk jako uvažovaný povrch.	(m ²)

I_{sj} může být nahrazeno součinitelem orientace, kterým se bude násobit celkové sluneční záření dopadající na plochu při jedné orientaci (např. na svislou jižní).

5.2.4.2.2. Účinná sběrná plocha

Účinná sběrná plocha zaskleného prvku obálky budovy, např. okna, je dána vztahem:

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_C \cdot F_F \cdot g \quad [m^2] \quad (5-15)$$

kde

A	celková plocha zaskleného prvku (např. plocha okna a dveří)	(m ²)
F_s	korekční činitel stínění	(-)
F_C	korekční činitel clonění (prvky protisluneční ochrany)	(-)
F_F	korekční činitel rámu. Podíl průsvitné plochy a celkové plochy zaskleného prvku. Pokud nejsou uvedeny přesné údaje o ploše rámu, uvažuje se jeho podíl na celkové ploše okenního otvoru 30%	(-)
g	celková propustnost slunečního záření, zahrnující případnou trvalou sluneční ochranu.	(-)

V hodnotě korekčního činitele stínění a celkové propustnosti slunečního záření zasklení se uvažuje jen trvalé stínění a trvalá sluneční ochrana. V tabulce 5-7 jsou uvedeny typické korekční činitele clonění F_C .

Druh slunečních clon	Korekční činitel slunečních clon K_C
bez zařízení chránícímu proti slunečnímu záření	1,0
vnitřní	
bíle nebo s odrazivým povrchem s nízkou transparentností	0,75
světlé barvy s nízkou transparentností	0,80
tmavé barvy s vysokou transparentností	0,90
venkovní	
žaluzie s lamelami	0,25
lodžie	0,5
markýzy	0,4 – 0,5

TABULKA 5-7

TYPICKÉ KOREKČNÍ ČINITELÉ CLONĚNÍ F_C

5.2.4.2.2.1. Korekční činitel stínění

Korekční činitel stínění F_s jehož hodnoty se pohybují v intervalu 0 až 1, představuje redukci dopadajícího slunečního záření v důsledku trvalého zastínění příslušné plochy z těchto důvodů:

- Ü zastínění jinými budovami
- Ü zastínění topografické (vyvýšení terénu, stromy apod.)
- Ü zastínění přečnávajícími částmi téhož prvku
- Ü zastínění jinými částmi téže budov
- Ü poloha okna ve vztahu k rovině fasády.

Korekční činitel stínění je definován jako:

$$F_S = \frac{I_{s,ps}}{I_s} \quad [W/K] \quad (5-16)$$

kde

$I_{s,ps}$ je celkové množství energie slunečního záření přijaté sběrnou plochou s trvalým stíněním během otopného období (Wh)

I_s celkové množství energie slunečního záření, jaké by bylo přijato sběrnou plochou bez trvalého stínění během otopného období. (Wh)

Korekční činitel stínění může být vypočítán podle vztahu:

$$F_S = F_h \cdot F_o \cdot F_f \quad [W/K] \quad (5-17)$$

kde

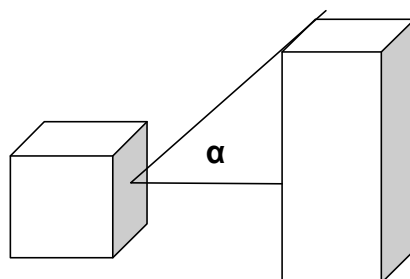
F_h je dílčí korekční činitel stínění horizontem (-)

F_o dílčí korekční činitel stínění markýzou (-)

F_f dílčí korekční činitel stínění bočními žebry. (-)

Stínění horizontem

Stínění horizontem (např. vyvýšeným terénem, stromy a jinými budovami) závisí na úhlu stínění horizontem, zeměpisné šířce, orientaci, místním klimatu a otopném období. Dílčí korekční činitele stínění horizontem pro typické průměrné klimatické poměry a otopné období říjen až duben jsou uvedeny v tabulce 5-8 pro tři zeměpisné šířky a čtyři orientace oken ke světovým stranám. Pro jiné zeměpisné šířky a jiné orientace oken se může provést interpolace. Úhel stínění horizontem je průměrnou hodnotou stínění posuzované fasády.



OBRÁZEK 5-2

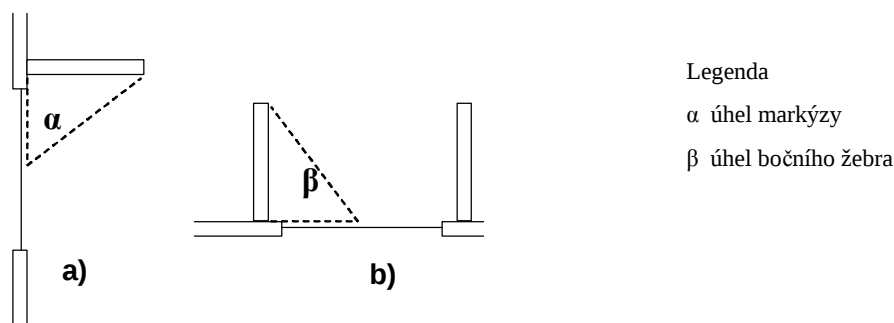
ÚHEL HORIZONTU α

Úhel stínění horizontem	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,95	1,00	0,94	0,92	0,99	0,86	0,89	0,97
20°	0,85	0,82	0,98	0,68	0,75	0,95	0,58	0,68	0,93
30°	0,62	0,70	0,94	0,49	0,62	0,92	0,41	0,54	0,89
40°	0,46	0,61	0,90	0,40	0,56	0,89	0,29	0,49	0,85

TABULKA 5-8

DÍLČÍ KOREKČNÍ ČINITEL STÍNĚNÍ HORIZONTEM F_h **Stínění markýzou a bočními žebry**

Stínění markýzami a bočními žebry závisí na úhlu stínění markýzami a žebry, na orientaci ke světovým stranám a místním klimatu. Hodnoty dílčích korekčních činitelů stínění pro typické klimatické podmínky v otopném období jsou uvedeny v tabulkách 5-9 a 5-10.



OBRÁZEK 5-3

STÍNĚNÍ MARKÝZOU A BOČNÍMI ŽEBRY

Úhel stínění markýzou	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,91	0,95	0,92	0,90
45°	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,80	0,85	0,81	0,80
60°	0,50	0,58	0,66	0,60	0,61	0,65	0,66	0,65	0,66

TABULKA 5-9

DÍLČÍ KOREKČNÍ ČINITEL STÍNĚNÍ MARKÝZOU F_0

Úhel stínění bočním žebrem	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1,00	0,94	0,91	0,99	0,94	0,90	0,98
45°	0,84	0,84	1,00	0,86	0,83	0,99	0,85	0,82	0,98
60°	0,72	0,75	1,00	0,74	0,75	0,99	0,73	0,73	0,98

TABULKA 5-10

DÍLČÍ KOREKČNÍ ČINITEL STÍNĚNÍ BOČNÍM ŽEBREM F_f

5.2.4.2.2.2. Celková propustnost slunečního záření zasklení

Prostup energie průsvitnými povrchy závisí na druhu zasklení. Celková propustnost slunečního záření definovaná v ISO 9050 je vypočítána podle EN 13363 pro sluneční záření kolmé k zasklení, $g_{\perp}$. Tabulka 5-11 obsahuje některé orientační hodnoty. Hodnoty platí pro běžné záření za předpokladu čistého povrchu skla bez vad.

Pro měsíční výpočty se používá celková průměrná hodnota pro všechny úhly dopadu. Korekční činitel F_w je přibližně roven:

$$F_w = \frac{g}{g_{\perp}} = 0,9 \quad [W/K] \quad (5-18)$$

Závisí na druhu skla, zeměpisné šířce, klimatu a orientaci. Hodnoty v tabulce byly doplněny podle DIN V 4108-6:2003:

Transparentní stavební díly	$g_{\perp}$
Jednoduché zasklení	0,85
Čiré dvojsklo	0,75
Dvojsklo se selektivní vrstvou	0,67 (0,5-0,7)
Trojsklo	0,7 (0,6-0,7)
Trojsklo se dvěma selektivními vrstvami	0,5 (0,35-0,5)
Zasklení s ochranou proti slunečnímu záření	0,2-0,5
Dvojitě okno	0,75
Transparentní tepelné izolace	g_{TI}
Transparentní tepelná izolace, 100 mm až 120 mm; $0,8 \text{ W/m}^2 \cdot K \leq U_c \leq 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot K$	0,35-0,60
Absorpční neprůhledná vrstva tepelné izolace s jednoduchým zasklením, 100 mm	cca 0,1

TABULKA 5-11

TYPICKÉ HODNOTY CELKOVÉ PROPUSTNOSTI SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ PRO OBVYKLÉ DRUHY ZASKLENÍ

Jiná metoda používá solární zisky čistým jednoduchým nebo vícenásobným zasklením z čírého skla jako referenční. Pomocí nich se mohou vyjádřit solární zisky pro jiné druhy zasklení:

$$Q_{sz} = Q_{s,ref} \cdot \frac{g_{\perp}}{g_{\perp,ref}} \quad [W/K] \quad (5-19)$$

kde:

Q_{sz} je solární zisk posuzovaným druhem zasklení, (MJ) (W/K)

$Q_{s,ref}$ solární zisk referenčním zasklením: jednoduché zasklení pro posuzovaná jednvrstvá zasklení, dvojnásobné zasklení pro ostatní posuzované druhy, (MJ) (W/K)

$g_{\perp}$ celková propustnost slunečního záření posuzovaného zasklení, (-).. (W/K)

$g_{\perp,ref}$ celková propustnost slunečního záření referenčního zasklení, (-). (W/K)

Efekt trvalých clon

Clony umístěné trvale při vnitřní nebo vnější straně oken redukují prostup solárního záření. Některé hodnoty korekčního činitele jsou uvedeny v tabulce 5-8. K získání hodnoty $g_{\perp}$ zasklení s trvalou clonou se celková propustnost slunečního záření jimi vynásobí.

Druh slunečních clon	Optické vlastnosti slunečních clon		Korekční činitel slunečních clon K_C	
	Pohltivost	Propustnost	Z vnitřní strany okna	Vně okna
Bílé žaluzie	0,1	0,05 0,1 0,3	0,25 0,30 0,45	0,10 0,15 0,35
Bílé závěsy	0,1	0,5 0,7 0,9	0,65 0,80 0,95	0,55 0,75 0,95
Barevné textilie	0,3	0,1 0,3 0,5	0,42 0,57 0,77	0,17 0,37 0,57
Textilie s hliníkovou vrstvou	0,2	0,05	0,20	0,08

TABULKA 5-12

KOREKČNÍ ČINITELE CLONĚNÍ PRO NĚKTERÉ TYPY CLON

Pohyblivé clony a pohyblivé prvky protisluneční ochrany se uvažují pomocí stupně využití.

5.2.4.3. CELKOVÝ TEPELNÝ ZISK

Celkový tepelný zisk Q_g se vypočítá podle vztahu:

$$Q_g = Q_i + Q_s \quad [W] \quad (5-20)$$

5.2.5. POTŘEBA TEPLA

5.2.5.1. VŠEOBECNĚ

Tepelné ztráty Q_L a tepelné zisky Q_g se vypočítávají pro každý časový úsek výpočtu. Potřeba tepla na vytápění pro každý časový úsek výpočtu se stanoví ze vztahu:

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g \quad [W] \quad (5-21)$$

přičemž se uvažuje $Q_L = 0$ a $\eta = 0$, je-li průměrná venkovní teplota vyšší než požadovaná vnitřní teplota.

Stupeň využití tepelných zisků η je redukčním činitelem tepelných zisků. Zavádí se do ustálené energetické bilance, aby mohla být zohledněna přídatná tepelná ztráta, která může nastat, když tepelný zisk převyší vypočtenou tepelnou ztrátu.

5.2.5.2. STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ

5.2.5.2.1. Poměr tepelné ztráty a tepelného zisku

Poměr tepelných zisků a tepelných ztrát γ se stanoví ze vztahu:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L} \quad [-] \quad (5-22)$$

5.2.5.2.2. Časová konstanta budovy

Časová konstanta τ charakterizující vnitřní tepelnou setrvačnost vytápěného prostoru se stanoví podle vztahu:

$$\tau = \frac{C}{H} \quad [h] \quad (5-23)$$

kde

C je účinná vnitřní tepelná kapacita budovy, vypočítaná podle (Wh/K)

H měrná tepelná ztráta budovy, vypočítaná podle. (W/K)

Normové časové konstanty typických stavebních konstrukcí mohou být také určeny na národní úrovni.

5.2.5.2.3. Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy C se vypočítá jako součet hodnot tepelné kapacity všech prvků budovy, které jsou v bezprostředním kontaktu se vzduchem posuzované zóny:

$$C = \sum \chi_j \cdot A_j = \sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot c_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j \quad [Wh/K] \quad (5-24)$$

kde

χ_j je plošná vnitřní tepelná kapacita j -tého stavebního prvku (J/m².K)

A plocha j -tého stavebního prvku (m²)

ρ_{ij} hustota stavební hmoty vrstvy i ve stavebním prvku j (kg/m³)

c_{ij} měrná tepelná kapacita stavební hmoty vrstvy i ve stavebním prvku j (J/kg.K)

d_{ij} tloušťka vrstvy i stavebního prvku j . (m)

Suma se vytvoří ze všech vrstev stavebního prvku od vnitřního povrchu až po první tepelně izolační vrstvu nebo až k maximální tloušťce podle tabulky 3 nebo až ke středu stavebního prvku, podle toho, co je dříve dosaženo.

Použití	Maximální tloušťka
	cm
Stanovení stupně využití tepelných zisků	10
Efekt přerušovaného vytápění	3

TABULKA 5-13

MAXIMÁLNÍ TLOUŠŤKA, KTERÁ SE UVAŽUJE PŘI VÝ-
POČTU ÚČINNÉ VNITŘNÍ TEPELNÉ KAPACITY

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy může být také stanovena jako součet vnitřních tepelných kapacit všech stavebních prvků, přičemž každá kapacita je stanovena podle EN ISO 13786. Může být také stanovena podle typu stavebního prvku na národní úrovni. Hodnota může být přibližná. Přípustná je relativní nejistota odpovídající desetinásobku tepelné ztráty.

Německá norma DIN V 4108-6:2003 uvádí pomocné hodnoty pro zjednodušení výpočtu:

- $C = 15 \cdot V_c$ (Wh/.K) pro lehké budovy (budovy s dřevěnou konstrukcí bez hmotných vnitřních dílů, budovy se zavěšenými stropy a převažujícími lehkými příčkami, budovy s vysokými prostory-tělocvičny, musea, atd.)
- $C = 50 \cdot V_c$ (Wh/.K) pro těžké budovy (budovy s hmotnými vnitřními a vnějšími díly bez zavěšených stropů)

kde V_c je obestavěný objem.

5.2.5.2.4. Stupeň využití tepelných zisků

Stupeň využití tepelných zisků se vypočte ze vztahu:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{pro } \gamma \neq 1 \quad [-] \quad (5-25)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \text{pro } \gamma = 1 \quad [-] \quad (5-26)$$

kde a je číselný parametr závislý na časové konstantě τ definovaný:

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} \quad [-] \quad (5-27)$$

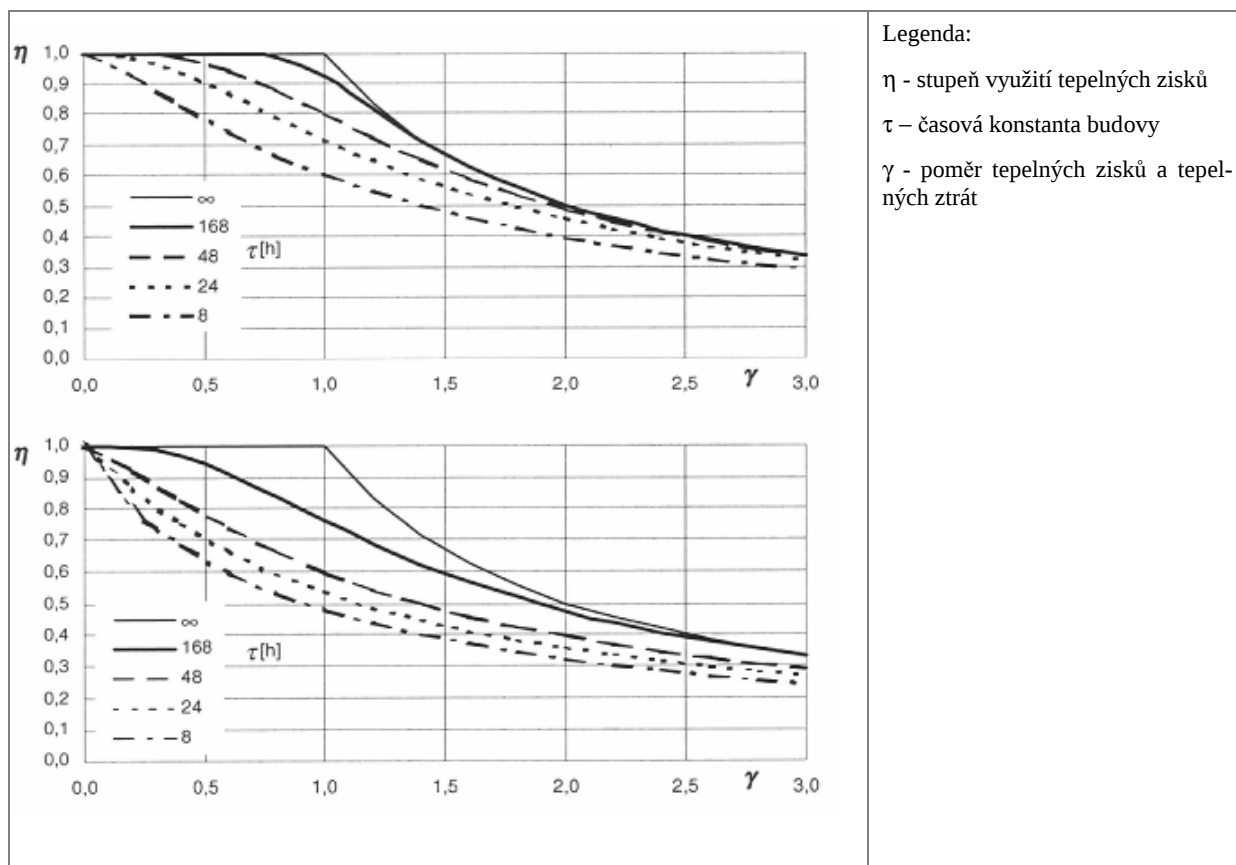
Hodnoty a_0 a τ_0 jsou uvedeny v tabulce 5-14. Mohou být také stanoveny na národní úrovni.

Typ budovy			a_0	τ_0 [h]
I	Trvale vytápěné budovy (více než 12 h denně), jako jsou obytné budovy, hotely, nemocnice, ubytovny a výchovná zařízení	Výpočet měsíční	1	15
		Výpočet sezónní	0,8	30
II	Vytápěné jen přes den (méně než 12 h denně), jako jsou školy, administrativní budovy, továrny a obchody		0,8	28

TABULKA 5-14

ČÍSELNÉ HODNOTY PARAMETRU a_0 A ČASOVÉ KONSTANTY τ_0

Obrázek 5-4 udává stupeň využití tepelných zisků pro měsíční výpočet pro různé časové konstanty pro typ I a typ II.



OBRÁZEK 5-4 STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ PRO MĚSÍČNÍ VÝPOČET MĚSÍČÍCH PŘI ČASOVÉ KONSTANTĚ ROVNÉ 8 HODINÁM, 1 DNU, 2 DNŮM, 1 TÝDNŮ A NEKONEČNU, PRO TRVALE VYTÁPĚNÉ BUDOVY (TYP I, NAHOŘE) A PRO BUDOVY VYTÁPĚNÉ JEN PŘES DEN (TYP II, DOLE)

Stupeň využití tepelných zisků je stanoven nezávisle na vlastnostech otopné soustavy. Vychází se z **předpokladu dokonalé teplotní regulace a ideálního plynulého nastavení výkonu**.

Účinky pomalé reakce vytápění a nedokonalé regulace systému mohou být významný vliv na využití tepelných zisků.

5.2.6. ROČNÍ POTŘEBA TEPLA BUDOVY

5.2.6.1. MĚSÍČNÍ VÝPOČET

Roční potřeba tepla je součtem hodnot ze všech měsíců se skutečnou potřebou tepla:

$$Q_h = \sum_n Q_{nh} \quad [\text{Wh}] \quad (5-28)$$

Pokud je otopné období stanoveno na národní úrovni, suma se provede pro toto období.

5.2.6.2. VÝPOČET PRO OTOPNÉ OBDOBÍ

Tento postup platí jen pro typ budovy I.

První a poslední den otopného období a tím jeho délka a průměrné meteorologické podmínky mohou být určeny na národní úrovni pro zeměpisné oblasti a pro typické budovy. Otopné ob-

dobí zahrnuje všechny dny, ve kterých tepelné zisky stanovené se smluvním stupněm využití tepelných zisků η_0 , nevyváží tepelnou ztrátu. To je tehdy, když:

$$\theta_{ed} \leq \theta_{id} - \frac{\eta_0 \cdot Q_{gd}}{H \cdot t_d} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (5-29)$$

kde

θ_{ed}	je	denní průměrná venkovní teplota	($^{\circ}\text{C}$)
θ_{id}		denní průměrná vnitřní teplota	($^{\circ}\text{C}$)
η_0		smluvní stupeň využití tepelných zisků vypočtený pro $\gamma = 1$	(-)
Q_{gd}		denní průměr vnitřních a solárních zisků	(Wh)
H		měrná tepelná ztráta budovy	(W/K)
t_d		doba jednoho dne, tedy 24 h nebo 86 400 s.	(h; s)

Tepelné zisky ve vztahu (5-29) se stanoví smluvními národními nebo regionálními hodnotami denního globálního záření a ohraničení otopného období. Měsíční průměrné hodnoty denních teplot a tepelných zisků se přiřadí vždy k 15. dnu každého měsíce. Ke stanovení hraničních dnů podle rovnice (5-29) se využije lineární interpolace.

Potřeba tepla na vytápění pro otopné období se vypočte postupem podle 5.2.5, přičemž výpočtovým obdobím je celé otopné období.

5.2.7. POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Pro dané období se potřeba energie na vytápění (potřeba energie otopné soustavy) stanoví podle vztahu:

$$Q = (Q_h - Q_r) + Q_{th} \quad [\text{Wh}] \quad (5-30)$$

kde

Q_h	je	potřeba tepla na vytápění budovy	(Wh)
Q_r		teplo zpětně získané z přídavných zařízení, z vytápěcího systému a z okolního prostředí, včetně obnovitelných zdrojů, pokud není přímo zohledněno v redukci tepelné ztráty	(Wh)
Q_{th}		celková tepelná ztráta vytápěcího systému, včetně zpětně získané tepelné ztráty soustavy. Tato hodnota obsahuje také přídavnou tepelnou ztrátu budovy v důsledku nerovnoměrné teploty místností a nedokonalé regulace teploty, pokud to není již zohledněno v hodnotě požadované teploty.	(Wh)

5.2.8. PROTOKOL

5.2.8.1. VŠEOBECNĚ

Protokol, který udává hodnocení roční potřeby energie budovy v souladu s touto normou, musí obsahovat přinejmenším následující údaje.

Pokud se provádí výpočet k prokázání shody s předpisy, použijí se smluvní vstupní údaje dané předpisem a neprovádí se chybová analýza.

Ve všech ostatních případech se odhadne přesnost vstupních údajů, aby bylo možné na základě toho odhadnout nejistotu výsledku.

5.2.8.2. VSTUPNÍ ÚDAJE

Všechny vstupní údaje musí být uvedeny a zdůvodněny, např. odkazem na mezinárodní nebo národní normy, nebo na odpovídající přílohy této normy nebo na jiné dokumenty. Pokud se použijí vstupní údaje odlišné od smluvních hodnot, musí být také proveden odhad přesnosti vstupních údajů.

Dále musí být v protokolu uvedeno:

- a) odkaz na tuto normu;
- b) účel výpočtu (např. k posouzení shody s předpisy, k optimalizaci využití energie, k posouzení efektu možných energetických úsporných opatření, k předpovědi potřeby energetických zdrojů, apod.)
- c) popis budovy, jejích konstrukcí a jejího umístění
- d) popis rozdělení budovy na jednotlivé zóny a přiřazení místností k jednotlivým zónám
- e) informace o tom, zda byly používány vnitřní, vnější nebo celkové vnitřní rozměry
- f) informace o tom, která z metod byla použita (měsíční nebo sezónní). Při použití sezónního výpočtu se musí uvést délka otopného období
- g) časový průběh a požadované hodnoty, pokud bylo uvažováno přerušované vytápění
- h) údaje o počtu tepelných mostů a jejich zahrnutí do výpočtu.

5.2.8.3. VÝSLEDKY

Pro každou zónu v budově a každý časový úsek výpočtu se uvede:

- a) celková tepelná ztráta;
- b) vnitřní tepelné zisky;
- c) solární tepelné zisky;
- d) potřeba tepla na vytápění.

Pro celou budovu se uvede:

- a) roční potřeba tepla na vytápění;
- b) roční potřeba energie, pokud je požadována.

Pokud jsou použity jiné vstupní údaje než smluvní, musí být proveden odhad nejistoty výsledku v důsledku nepřesností vstupních údajů.

6. PŘÍKLAD VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790

V dále uvedeném příkladu užití je výpočtový postup potřeby tepla podle ČSN EN ISO 13790 (ČSN EN 832).

V kapitole 7 jsou pro tutéž budovu vypočtena potřeba tepla podle:

- a) tradiční denostupňové metody vycházející z denostupňové metody modifikované původní VDI 2067
- b) podlr vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Německý výpočet potřeby tepla je v normě DIN V 4108-6:2003. Protože aplikuje EN 832, jsou ve výpočtu užity některé hodnoty, které nezahrnuje ČSN EN.

Dále uvedené posouzení je provedeno podle ČSN EN ISO 13790 s užitím některých částí z normy ČSN EN 12831 (tam, kde vede ke zjednodušení postupu) a některých hodnot podle DIN 4108-6:2003.

Příklad je členěn podle potřeby srovnání užitých podkladů:

- a) na výpočet součinitele prostupu tepla (měrné tepelné ztráty) H_T a na výpočet tepelné ztráty Φ_T prostupem
- b) na výpočet součinitele prostupu tepla (měrné tepelné ztráty) H_V a na výpočet tepelné ztráty Φ_V prostupem
- c) na výpočet tepelných zisků vnitřních Q_i a vnějších Q_s
- d) na aplikaci stanovených potřeb tepla pro užití v EA pro ohodnocení jednotlivých funkčních dílů při navrhování opatření ke snížení potřeby tepla.

Struktura výpočtu podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832, je identická. První norma platí pro všechny druhy budov (bytové a občanské) a druhá pouze pro bytové domy. Doporučuji používat novější normu ČSN EN ISO 13790.

6.1. ZADÁNÍ OBJEKTU

6.1.1. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

6.1.1.1. OBJEMOVÉ ŘEŠENÍ

Panelový bytový dům se třemi vchody (krajní část osmivchodového bloku) byl postaven počátkem sedmdesátých let (kolaudace v roce 1974) ve stavební soustavě T 06 B. Dům má osm nadzemních podlaží. V prvním nadzemním podlaží, které je vstupní, je umístěno domovní vybavení - prádelna, sušárna, společenská místnost, sklepy apod.

Na jihozápadním průčelí jsou zapuštěné lodžie

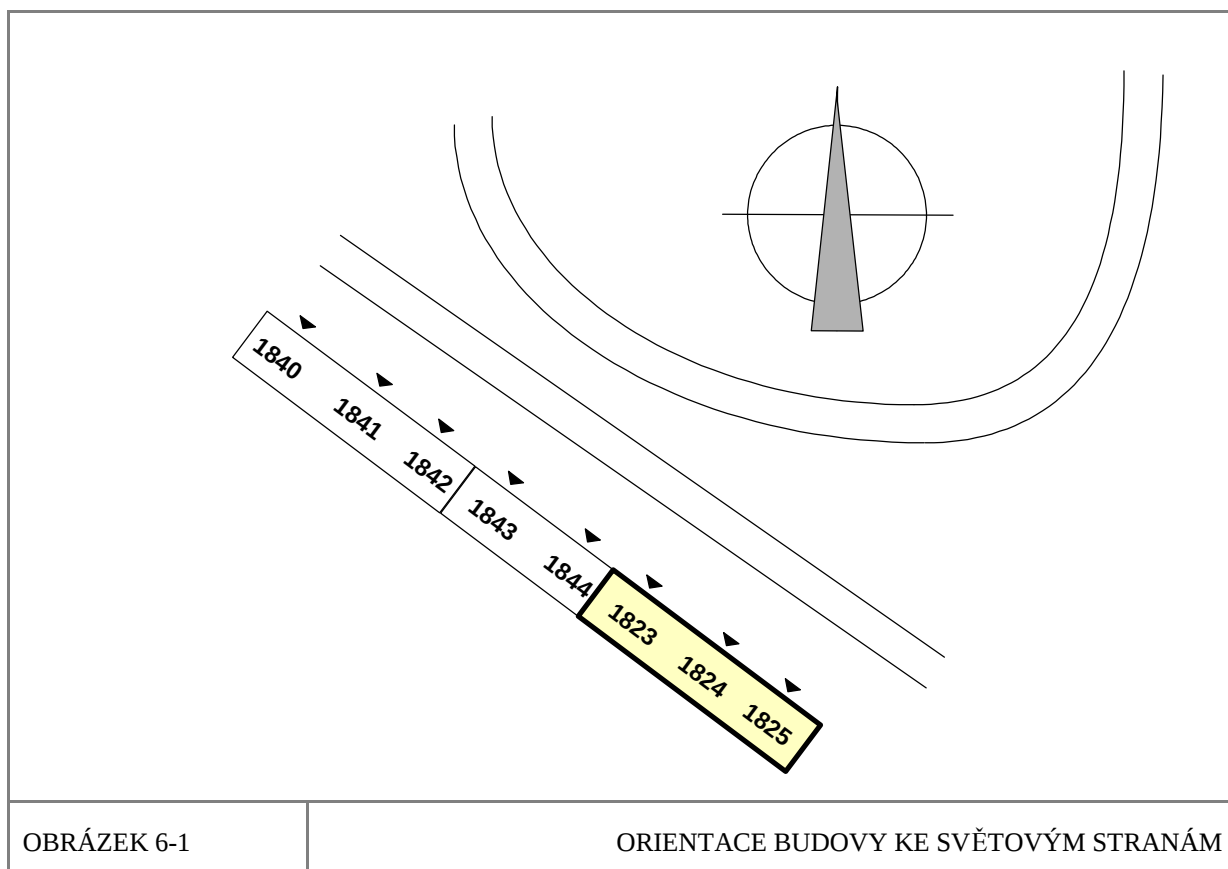
Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 6-2.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 6-1.

6.1.1.2. STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Stavební dokumentace objektu, která byla k dispozici byla jen částečná, a proto musely být tepelně-technické vlastnosti některých stavebních dílů určeny odborným odhadem.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla stávajících konstrukcí jsou v tabulce 6-1.



POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla U $W.m^{-2}.K^{-1}$			
	stávající stav	varianta I	varianta II	varianta III
Průčelní panel tloušťky 240 mm	0,78	0,28	0,28	0,28
Lodžiová stěna	1,67	0,35	0,35	0,35
Meziokenní vložka	0,71	0,33	0,33	0,33
Štítový panel tloušťky 300 mm + zateplení lamelami	0,40	0,28	0,28	0,28
Boky lodží	0,76	0,49	0,49	0,49
Okna dřevěná zdvojená	2,80	2,80	2,20	1,30
Střecha	0,91	0,20	0,20	0,20
Stěny do schodiště	2,67	2,67	2,67	2,67
Strop nad vytápěnými prostory v 1. NP	1,98	0,50	0,50	0,50
Strop nad nevytápěnými prostory v 1. NP	1,02	0,40	0,40	0,40
Stěny do dilatace	2,67	2,67	2,67	2,67
Strop nad vnějším prostředím	0,68	0,34	0,34	0,34

TABULKA 6-1

SOUČINITELÉ PROSTUPU TEPLA U_K

6.1.1.2.1. Vnější stěny

Vnější stěny nadzemních podlaží jsou složeny z parapetních panelů na průčelích, lodžiových panelů, lehkých meziokenních vložek a štítových celostěnových panelů.

Průčelní parapetní panely jsou železobetonové sendvičové s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu tloušťky 60 mm. Lodžiové panely mají tloušťku 120 mm a jejich materiálové složení nebylo v dostupné dokumentaci specifikováno. Lehké meziokenní vložky o celkové tloušťce 80 mm mají tepelnou izolaci z polystyrénu tloušťky 35 mm a povrchovou úpravu ze smaltovaného hliníkového plechu. Štítové panely jsou stejně jako parapetní panely na průčelích železobetonové sendvičové, se shodnou tepelnou izolací. Jsou zaizolovány zateplovacím systémem s povrchovou úpravou z lamel.

Boky bytových lodží jsou složeny z nosné železobetonové stěny tloušťky 140 mm a železobetonové lodžiové příložky o celkové tloušťce 80 mm, s tepelnou izolací z polystyrénu tloušťky cca 35 mm.

6.1.1.2.2. Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i=1,4 m^2.s^{-1}.Pa^{-0,67}$ a součinitelem prostupu tepla $U = 2,8 W.m^{-2}.K^{-1}$. Stejného typu jsou i balkonové dveře.

6.1.1.3. STŘECHA

Střecha je plochá jednoplášťová. Podle dokumentace je na stropní konstrukci vrstva škváry tloušťky 50 mm, do které jsou uloženy plynosilikátové dílce tloušťky cca 100 mm. Tloušťka

plynosilikátových panelů byla odhadnuta podle výkresu zjednodušeného řezu. Na nich je cementový potěr jako podklad pod živičnou krytinu.

6.1.1.3.1. Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce oddělující vytápěný a nevytápěný prostor tvoří strop nad vstupním podlažím a stěny mezi byty a schodištěm.

Stropní konstrukce je ze železobetonových panelů tloušťky 130 mm. V podlahách nad nevytápěnými prostory je tepelná izolace z polystyrénu tloušťky 20 mm.

Vnitřní stěny jsou ze železobetonových nosných stěn tloušťky 140 mm.

6.1.1.3.2. Strop nad vnějším prostředím

Je v místě zapuštěných hlavních vstupů. Kromě tepelné izolace z polystyrénu v podlahách (tloušťka cca 30 mm) je v těchto místech podhled z desek z lehkého tuhého PVC tloušťky 20 mm.

6.1.1.3.3. Stavebně fyzikální posouzení

Stávající konstrukce jsou podle požadavků platné ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov nevyhovující jak z hlediska součinitele prostupu tepla, tak z hlediska požadované nejnižší vnitřní povrchové teploty konstrukce. Kromě toho, že objekt má z těchto důvodů zvýšenou spotřebu tepla, může docházet v důsledku nízké povrchové teploty k povrchové kondenzaci v rozích a koutech. Tyto tepelné mosty způsobují nejen degradaci stavebních konstrukcí, ale může docházet i k hygienickým závadám. Nevyhovující je budova ve stávajícím stavu i z hlediska měrné spotřeby tep Otopná soustava a příprava teplé užitkové vody

6.1.1.4. CHARAKTERISTIKA OTOPNÉ SOUSTAVY

Zdroj tepla: Centrální zásobování teplem města Česká Lípa. Teplo je dodáváno z plynové středotlaké kotelny Holý Vrch. Tepelný výkon je 20,9 MW.

Tepelná síť je vedena do budovy čp. 1825.

Rozvod tepla v budově - teplovodní vertikální dvoutrubkový rozvod s jmenovitým teplotním spádem 92,5/67,5°C a nuceným oběhem, v současné době provozovaný podle záznamů dodavatele na nižší jmenovité hodnoty (73/59°C).

Otopná tělesa jsou desková s omezeným výskytem článkových litinových těles (tlakový nebo rozměrový důvod). Původně byla připojena dvouregulačními kohouty. V současné době jsou instalovány ventily s termostatickou hlavicí (1998) a nezbytnými armaturami pro bezproblémový provoz.

Potrubí je vedeno topným kanálem do budovy. Na vstupu do budovy jsou instalovány uzavírací armatury a měřič tepla. Rozvody 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.

6.1.1.5. CHARAKTERISTIKA PŘÍPRAVY TUV

Ü TUV je připravována v individuálním způsobem v elektrických ohřívacích v bytech,

Ü výtokové armatury jsou původní,

Ü rozvody TUV jsou původní.

6.1.1.6. REGULACE A MĚŘENÍ

Vytápění: ústřední ekvitermní regulace je v kotelně. Je instalována individuální regulace od roku 1998. Měření spotřeby tepla je instalováno na vstupu do domu. Je instalován měřič. V bytech jsou instalovány odpařovací rozdělovače otopných nákladů. Servis zabezpečuje firma TER.MI.

Příprava TUV: individuální na elektrických ohřívacích.

6.2. PODKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

Dále se uvádí vstupní údaje a další podklady pro výpočet potřeby tepla podle obou norem.

Hranice vytápěného prostoru tvoří plochá střecha, obvodové venkovní stěny, strop nad 1. NP.

Vytápěný prostor se dělí na teplotní zónu s vnitřní teplotou $\theta_{\text{int,i}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nevytápěný prostor schodiště s vypočtenou vnitřní teplotou $\theta_{\text{int,i}} = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (v normách značenou θ_{u}). Teplotní rozdíl nepřevyšuje 4 K, proto je výpočet proveden pro jednu zónu.

6.2.1. VSTUPNÍ ÚDAJE

6.2.1.1. PŮVOD A DRUH VSTUPNÍCH ÚDAJŮ

Potřebné údaje jsou převzaty z národních norem, zavedených ČSN EN (z jejich informativních příloh, nebyly-li jiné údaje k dispozici).

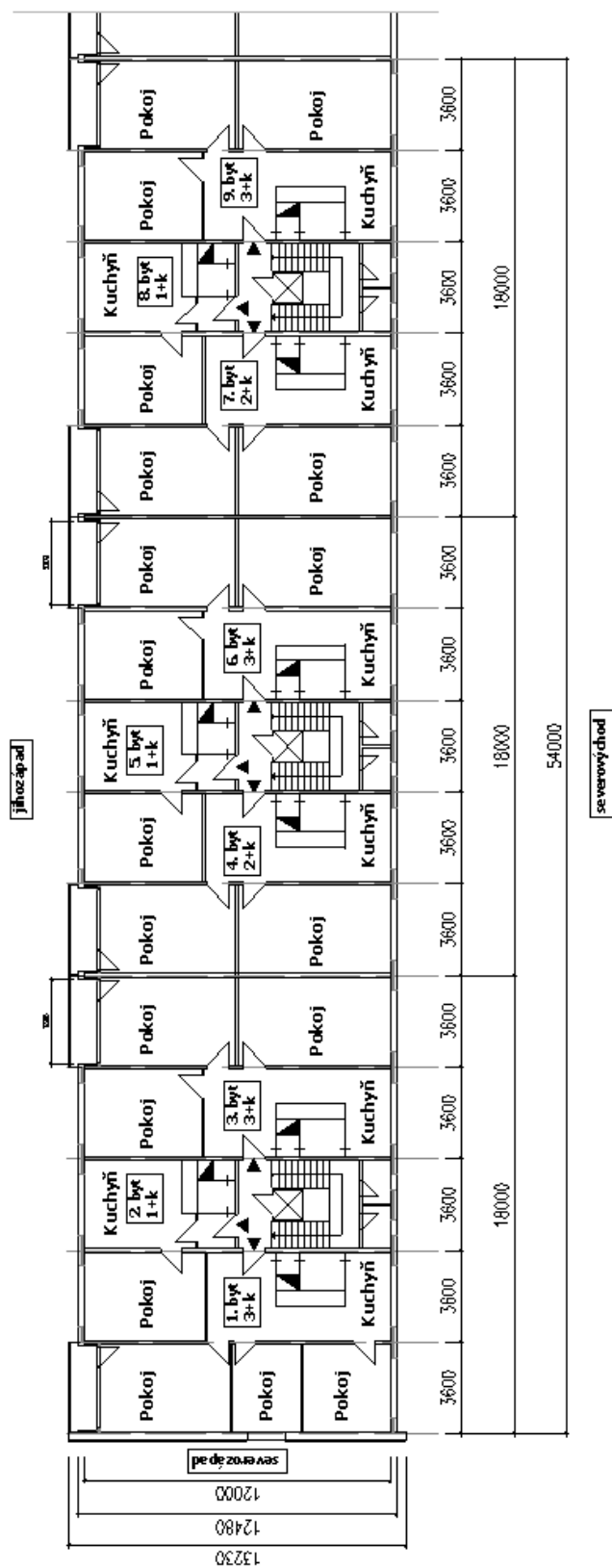
Používaná soustava rozměrů stavebních konstrukcí je v celém výpočtu shodná. Jsou použity vnější rozměry.

Údaje o bytech a základní geometrie (objemy a plochy) jsou v tabulce 6-2. Půdorysy podlaží budovy jsou na obrázcích 6-3 a 6-4.

6.2.1.2. VSTUPNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ

	ČSN EN ISO 13789	ČSN EN 12831
V_c je	obestavěný objem vytápěného prostoru 12 933 m ³	obestavěný objem vytápěného prostoru 12 933 m ³
V	vnitřní objem vytápěného prostoru 9 917 m ³	vnitřní objem vytápěného prostoru 9 917 m ³
$A_{s,u}$	užitková plocha 3 785 m ²	užitková plocha 3 785 m ²
$A_{s,h}$	vytápěná plocha 3 785 m ²	vytápěná plocha 3 785 m ²

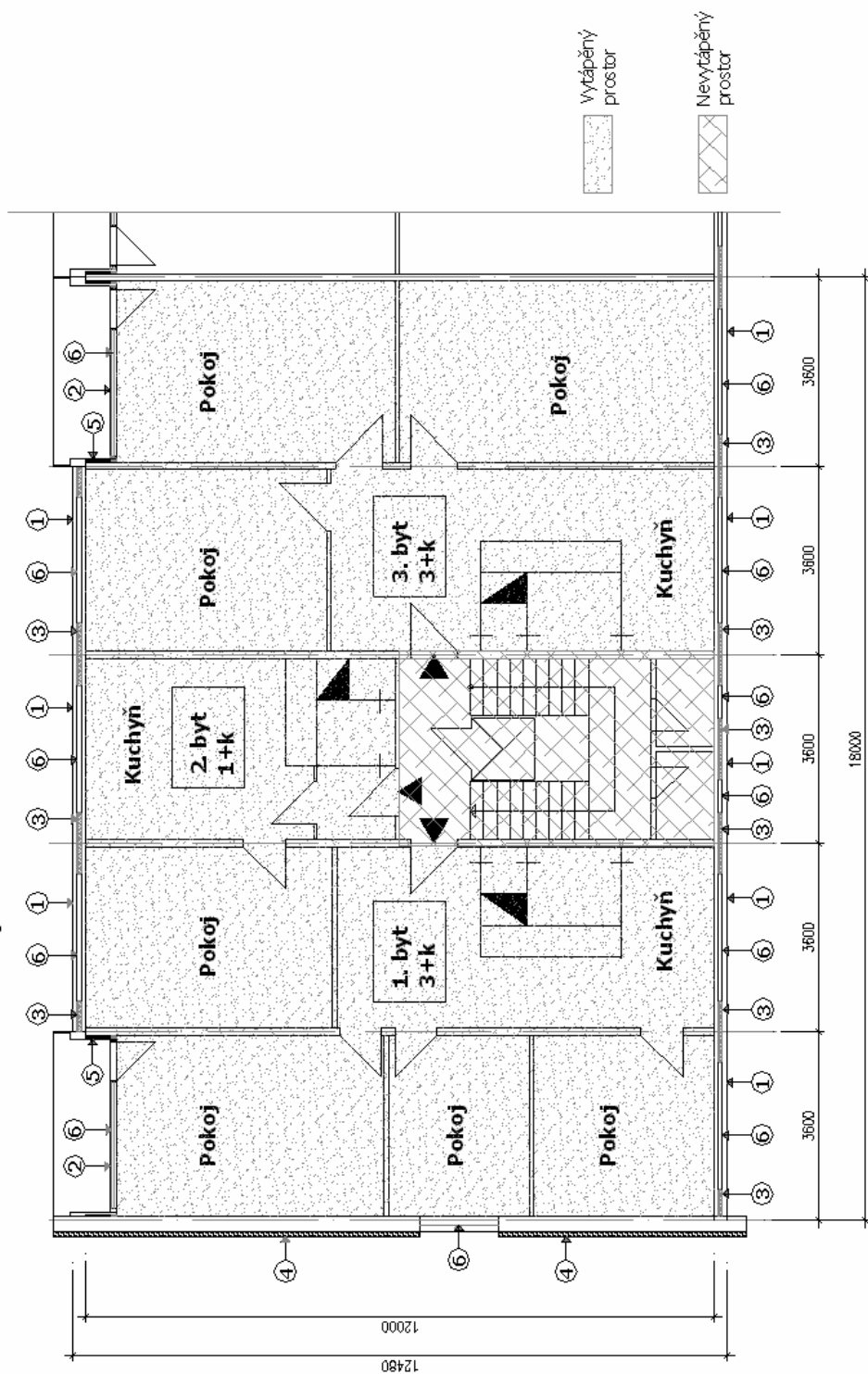
Dispozice typického podlaží 3 sekcí osmivchodového domu
se základními rozměry a orientací ke světovým stranám



OBRÁZEK 6-3

PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ

Schéma půdorysu jedné sekce s vyznačením vytápěného a nevytápěného prostoru a s očíslováním obvodových konstrukcí



OBRÁZEK 6-4

PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ 1 SEKCE S VYTNAČENÍM VYTÁPĚNÉHO A NAVYTÁPĚNÉHO PROSTORU

BYTY								
počet vstupů 3	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
		1+kk	0		0		0	0,00
		1+kk	0		0		0	0,00
byt č. 1	14	2+k	28	49,55	694	14,06	197	890,54
		2+k	0		0		0	0,00
		2+k	0		0		0	0,00
byt č. 3	21	3+k	63	65,95	1 385	14,06	295	1 680,21
byt č. 4	7	3+k	21	51,40	360	14,06	98	458,22
byt č. 2	21	1+k	21	29,50	620	6,50	137	756,00
		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	63		133		3057,95		727	3 785
počet osob celkem		133		na 1 byt	2,1	průměrný byt		60,1
PLOCHY V m ²		geo- metrie	PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	675,1		délka v m	54,23	celkem obestavěný	12 933,5		
		šířka v m	12,45	obestavěný typického podlaží	1 847,6			
plocha bytů užitková PU	3 785,0	lodžie a balkóny	plocha lodžií typického podlaží	15,2	obestavěný vstupního podlaží s byty	0,0		
zastavěná plocha všech podlaží s byty	4 619		plocha lodžií vstupního podlaží vč. zapuř. závětrí	0,0	obestavěný všech typických podlaží	12 933,5		
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	106,6	obestavěný všech podlaží s byty	12 933,5		
			plocha lodžií všech podlaží	106,6	vztažený k 1 bytu	205,3		
		zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží	659,9				
			zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	0,0				
			zastavěná plocha všech typických podlaží	4 619,1				
délka části vstupního podlaží s byty v m		0,00	konstrukční výška v m	2,80	světlá výška v m		2,62	
šířka části vstupního podlaží s byty v m		0,00	počet typických podlaží	7,0				

TABULKA 6-2

ÚDAJE O BYTECH, PLOCHÁCH A OBJEMECH

OBVODOVÝ PLÁŠŤ - PLOCHA		
Plochy		
	neprůsvitného pláště	1 587,5
	otvorových výplní	883,7
	střechy	657,1
	jiné - vnitřní	772,8
	plocha celková obvodového pláště	3 901,1
INFILTRACE		
Délky	délka spáry u otvorových výplní (m)	2 647,4
	délka spáry mezi výplní a zdívem v (m)	1 874,6
MĚRNÉ HODNOTY VZTAŽENÉ NA 1 BYT		
Plochy a délky	neprůsvitného pláště	25,2
	otvorových výplní	14,0
	střechy	10,4
	délka spáry u otvorových výplní (m)	42,0
	délka spáry mezi výplní a zdívem v (m)	29,8
MĚRNÉ HODNOTY VZTAŽENÉ NA 1 m ² OTVOROVÉ VÝPLNĚ		
m / m ²	délka spáry u otvorových výplní (m)	3,00
	délka spáry mezi výplní a stavební konstrukcí v (m)	2,12
MNOŽSTVÍ STUDENÉ A TEPLÉ VODY		
	počet bytů	63
	počet osob	133
	l /osoba, den	153,0
	m ³ / osobu/ rok	55,8
m ³ / rok	celkem voda	7 427,4
	z toho: studená	4 456,4
	teplá	2 971,0
	studená na 1 byt	70,7
	teplá na 1 byt	47,2
ks	počet výtokových armatur celkem	195
	z toho: kuchyňských	63
	umyvadelových	63
	vanových	63
	jiných - výtoky SV	6

počet bytů: 63			
plochy stavebních dílů a délky spár			
	otvorové výplně	Σ L	Σ L _s
	m ²	m	
východ	0,0	0,0	0,0
západ	0,0	0,0	0,0
jíhoV	16,8	50,3	35,6
jíhoZ	504,0	1 509,9	1 069,2
jih	0,0	0,0	0,0
severoZ	0,0	0,0	0,0
severoV	362,9	1 087,1	769,8
sever	0,0	0,0	0,0
celkem	883,7	2 647,4	1 874,6
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 plochy bytů	3 785,0
Zastavěná plocha všech podlaží	4 619,1
Otvorová výplň / PU užitková plocha bytů	23%
Otvorová výplň / zastavěné ploše celkové	19%

VYTÁPĚNÍ	
Počet otopných těles v ks	196
Počet armatur u otopných těles v ks	196
Délka potrubí v nevytápěných prostorách v m	196,4
počet zón se samostatným regulačním uzlem	1
počet regulačních uzlů	1

TABULKA 6-3

ÚDAJE O BYTECH, PLOCHÁCH A OBJEMECH

Vlastnosti funkčních stavebních dílů								
označení funkčního stavebního dílu s prostupem tepla		plochy		Součinitel prostupu tepla U	Typické hodnoty celková propustnost slunečního záření $g_{\perp}$	Korekční činitel rámu F_F	dílčí korekční činitel stínění horizontem F_h	dílčí korekční činitel stínění bočními žebry F_f
		1. teplotní zóna	2. teplotní zóna					
		m ²	m ²					
Průčelní panel tloušťky 240 mm		643,86	90,72	0,78				
Lodžiová stěna		161,28		1,67				
Meziokenní vložka		282,24	80,64	0,71				
Štítový panel tloušťky 300 mm + zateplení lamelami		213,50		0,40				
Boky lodžií		82,91		0,76				
Okna dřevěná zdvojená včetně rámu	JV	16,8	0	2,80	0,67	0,7	1,0	1,0
	JZ	504	0	2,80	0,67	0,7	1,0	1,0
	SV	322,7	40,32	2,80	0,67	0,7	1,0	1,0
	SZ	0	0	2,80	0,67	0,7	1,0	1,0
Střecha		589,8	67,2	0,91				
Stěny do schodiště			883,1	2,67				
Strop nad vytápěnými prostory v 1. NP		223,0		1,98				
Strop nad nevytápěnými prostory v 1. NP		334,5		1,02				
Stěny do dilatace		215,4		2,67				
Strop nad vnějším prostředím		32,4		0,68				
celkem		3 622	1161,9					

TABULKA 6-4

PARAMETRY FUNKČNÍCH STAVEBNÍCH DÍLŮ

6.2.1.3. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO STANOVENÍ TEPELNÉ ZTRÁTY

	ČSN EN ISO 13789	ČSN EN 12831
H_T je	měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789	měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789 – mírně upravená
H_V	měrná tepelná ztráta větráním podle ČSN EN ISO 13790	měrná tepelná ztráta větráním podle ČSN EN 12831

6.2.1.4. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO STANOVENÍ TEPELNÝCH ZISKŮ

Pro zasklené části obvodového pláště budovy musí být odděleně pro každou orientaci (vodorovnou a svislou jižní, severní, atd.) zjištěny:

	ČSN EN ISO 13790	ČSN EN 12831
Φ_i je	průměrné vnitřní tepelné zisky v časovém úseku výpočtu podle 5.2.4.1	-
Φ_s	průměrné solární zisky v časovém úseku výpočtu podle 5.2.4.2	-
A_j	plocha otvoru v obvodovém plášti budovy pro každé okno nebo dveře	-
F_{Fj}	korekční činitel okenního rámu. Podíl plochy průsvitné části nezakryté rámem k ploše A_j	-
F_{Sj}	korekční činitel zastínění. Průměrný zastíněný podíl plochy A_j podle 5.2.4.2.2	-
$g_{\perp}$	typické hodnoty celkové propustnosti slunečního záření $g_{\perp}$ podle 5.2.4.2.2.2	-

V nebytových budovách velmi silně kolísají vnitřní tepelné zisky podle časového úseku užívání nebo neužívání. Tepelné zisky mohou být stanoveny nejprve pro každý časový úsek užívání a pak zprůměrnovány s uvážením trvání každého úseku. Tento výpočet je často snazší provádět po týdnech.

6.2.1.5. DYNAMICKÉ VLASTNOSTI

	ČSN EN ISO 13789	ČSN EN 12831
C je	účinná tepelná kapacita vytápěného prostoru vypočtená pro potřebu tepla podle 5.2.5.2.3. Pro zjednodušení je použita odvozená hodnota uvedená v DIN V 4608 – 6:2003	-
τ	časová konstanta vytápěného prostoru vypočítaná podle 5.2.5.2.2	-

Buď se udává C nebo τ , nikdy obě hodnoty současně.

6.2.1.6. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE

	ČSN EN ISO 13789	ČSN EN 12831
Q_L je	celková tepelná ztráta	-

6.2.1.7. 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 12931 nebo lépe podle tzv. 30. letmého průměru 1961 až 1990, 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 porovnávání 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.

Pro výpočet jsou použity klimatické údaje shodné pro ČSN EN ISO 13790 a ČSN 12831:

	ČSN EN ISO 13789	ČSN EN 12831
θ_e	jsou průměrné vnější teploty v každém měsíci (tabulka 6-5), nebo za otopné období, ve $^{\circ}\text{C}$	průměrné vnější teploty v každém měsíci (tabulka 6-3), nebo za otopné období, ve $^{\circ}\text{C}$
$I_{s,j}$	celkové sluneční záření na jednotkovou plochu v každém měsíci nebo za otopné období pro každou orientaci, v kW.h/m^2 (tabulka 17)	-

Upozorňujeme, že v evropské normalizaci se 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 národních přílohách nebo jiných dokumentech (např. ČSN EN 12831; publikace Klimatologické hodnoty poskytovanou ČEA).

6.2.1.8. PŘERUŠOVANÉ VYTÁPĚNÍ

Neuvažuje se dělení na odlišné úseky, protože se předpokládají odlišnosti požadované teploty mezi úseky s normálním a redukováním provozem menší než 3 K. Použije se časově zprůměrovaná teplota.

6.2.1.8.1. Ekvivalentní vnitřní teplota

Ekvivalentní vnitřní teplota θ_{iad} je konstantní vnitřní teplota vedoucí ke stejné tepelné ztrátě jako při přerušovaném vytápění během časového úseku.

ČSN EN ISO 13789

ČSN EN 12831

θ_{iad} je ekvivalentní vnitřní teplota (°C). Uvažuje se $\theta_{iad} = 19,5$ °C

Hodnoty ekvivalentní vnitřní teploty má být stanovena na národní úrovni podle typu budovy (obytná), druhu stavební konstrukce (panelová těžká) a jejího užívání. V tomto případě je odborně odhadnuta.

6.3. VÝPOČET MĚRNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM (SOUČinitele tepelné ztráty prostupem a větráním) H_T A H_V , TEPELNÝCH ZISKŮ A POTŘEBY TEPLA

Výpočet měrné ztráty prostupem je v tabulkách 6-5 až 6-9. Výpočet je proveden podle ČSN EN 12831, neboť ČSN EN ISO 13790 se odvolává na dříve uvedené základní normy (z kterých také vychází ČSN 12831) a pro tento způsob výpočtu je užití více podrobných norem složité. Výpočet měrné ztráty se důsledně člení na 4 skupiny (vztah 4-34):

- Ü měrná ztráta z vytápěného prostoru do přímo do venkovního prostředí – tabulka 6-8
- Ü měrná ztráta nevytápěným prostorem (z vytápěného do venkovního prostředí) – tabulka 6-9
- Ü měrná ztráta do přilehlé zeminy – v tomto případě není
- Ü měrná ztráta z nebo do vytápěných prostorů (při různých teplotách) – tabulka 6-10.

Stavební díl		teplota	plocha pro výpočet tepelné ztráty	součinitel prostupu tepla U				Stavební díl	
			m ²	stávající	varianta I	varianta II	varianta III		
Průčelí	panel 240 mm	20	643,9	0,78	0,28	0,28	0,28	Průčelí	panel 240 mm
	lodžiové stěny	20	161,3	1,67	0,35	0,35	0,35		lodžiové stěny
	panel 240 mm	počítaná	90,7	0,78	0,28	0,28	0,28		panel 240 mm
	1	20							1,00
	2	20							2,00
	3	počítaná							3,00
	MIV	20	282,2	0,71	0,33	0,33	0,33		MIV
	MIV	20							MIV
Štíty	panel 300 mm - zat.	20	213,5	0,40	0,28	0,28	0,28	Štíty	panel 300 mm - zat.
	boky lodžii	20	82,9	0,76	0,49	0,49	0,49		boky lodžii
	3	počítaná							3,00
	Plocha jiná 1	20							Plocha jiná 1
	Plocha jiná 1	15							Plocha jiná 1
	Plocha jiná 1	počítaná							Plocha jiná 1
		20							
	Plocha jiná 2	15							Plocha jiná 2
Otvorové výplně	dřevěná zdvojená	20	581,3	2,80	2,80	2,20	1,30	Otvorové výplně	dřevěná zdvojená
	dřevěná zdvojená	20	262,1	2,80	2,80	2,20	1,30		dřevěná zdvojená
	dřevěná zdvojená	počítaná	40,3	2,80	2,80	2,20	1,30		dřevěná zdvojená
	Okna 2	20							Okna 2
	Okna 2	15							Okna 2
	Okna 2	počítaná							Okna 2
		20	589,8	0,91	0,20	0,20	0,20		1,00
		15							2,00
Sítě		počítaná	67,2	0,91	0,20	0,20	0,20	Sítě	3,00
		20-0							
	Stěny	20-počítaná	883,1	2,67	2,67	2,67	2,67		Stěny
		0-počítaná							
	do vyt. vstupního	20-0	223,0	1,98	0,50	0,50	0,50		do vyt. vstupního
	do nevyt. vstupního	20-0	334,5	1,02	0,40	0,40	0,40		do nevyt. vstupního
		0-počítaná							
	nosná 140 mm	20	215,4	2,67	2,67	2,67	2,67		nosná 140 mm
Vnitřní konstrukce	Dilatace	15						Vnitřní konstrukce	Dilatace
		počítaná							
		20							
		15							
		počítaná							
		20							
		15							
		počítaná							
Konstrukce NA a POD terénem	Stěny	20						Konstrukce NA a POD terénem	Stěny
		15							
		počítaná							
		20							
		15							
		počítaná							
	Podlahy	20							Podlahy
		15							
Podlaha do exteriéru		počítaná						Podlaha do exteriéru	
	1	20	32,4	0,84	0,37	0,37	0,37		1,00
	2	15							2,00
	3	počítaná							3,00
		20	1 689,8	1,40	1,40	1,00	1,00		
	infiltrace	15	772,8						infiltrace
		počítaná	184,8	1,40	1,40	1,00	1,00		
		20	1 219,4	1,40	1,40	1,00	1,00		
Délka spáry		15	470,4					Délka spáry	
	stavební	počítaná	184,8	1,40	1,40	1,00	1,00		stavební
		20							
		15							
		počítaná							
		20							
		15							
		počítaná							

TABULKA 6-6

ÚDAJE O PLOCHÁCH A U_k

Stavební díl		teplota	plocha pro výpočet tepelné ztráty A	součinitel prostupu tepla U _k				A*U _k			
			m ²	stávající	varianta I	varianta II	varianta III	stávající	varianta I	varianta II	varianta III
Průčelí	panel 240 mm	20	643,86	0,78	0,28	0,28	0,28				
	lodžiové stěny	20	161,28	1,67	0,35	0,35	0,35	269,34	56,45	56,45	56,45
	panel 240 mm	počítaná	90,72	0,78	0,28	0,28	0,28	70,76	25,40	25,40	25,40
	1,00	20									
	2,00	20									
	3,00	počítaná									
Štíty	panel 300 mm - zat.	20	213,50	0,40	0,28	0,28	0,28				
	boky lodží	20	82,91	0,76	0,49	0,49	0,49	63,01	40,62	40,62	40,62
	3,00	počítaná									
	Plocha jiná 1	20									
	Plocha jiná 1	15									
	Plocha jiná 1	počítaná									
		20									
	Plocha jiná 2	15									
	počítaná										
Otvorové výplně	dřevěná zdvojená	20	581,28	2,80	2,80	2,20	1,30				
	dřevěná zdvojená	20	262,08	2,80	2,80	2,20	1,30	733,82	733,82	576,58	340,70
	dřevěná zdvojená	počítaná	40,32	2,80	2,80	2,20	1,30	112,90	112,90	88,70	52,42
	Okna 2	20									
	Okna 2	15									
	Okna 2	počítaná				1,60					
Střecha	1,00	20	589,84	0,91	0,20	0,20	0,20				
	2,00	15									
	3,00	počítaná	67,23	0,91	0,20	0,20	0,20	61,18	13,45	13,45	13,45
Vnitřní konstrukce		20-0									
	Stěny	20-počítaná	883,07	2,67	2,67	2,67	2,67	2357,80	2357,80	2357,80	2357,80
		0-počítaná									
		do vyt. vstupního	20-0	222,98	1,98	0,50	0,50	0,50	441,49	111,49	111,49
	do nevyt. vstupního	20-0	334,47	1,02	0,40	0,40	0,40	341,15	133,79	133,79	133,79
		0-počítaná									
	nosná 140 mm	20	215,40	2,67	2,67	2,67	2,67	575,13	575,13	575,13	575,13
	Dilatace	15									
		počítaná									
Konstrukce na a pod terénem	Stěny	20									
		15									
		počítaná									
	Podlahy	20									
		15									
	počítaná										
				θ _{i1}	20	A _{1vnitřní} *U	2 358	2 358	2 358	2 357,8	
				θ _{i2}		A _{2vnitřní} *U					
				θ _{i3}		A _{3vnitřní} *U					
				θ _e	-15	A _{vnější} *U	302	178	154	117,9	
						t _i	16,0	17,5	17,9	18,3	
				teplota obálky schodiště		řídící	16,0	17,5	17,9	18,3	

VÝPOČT TEPLoty θ_i V NEVYTÁPĚNÉM PROSTORU - SCHODIŠTI

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA - součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí

STÁVAJÍCÍ STAV

stavební funkční díly	průčelí										šit						otvorové výplně				nepřisřivně obvodové stěny	otvorové výplně
	panel 240 mm		lodžiové stěny	1	2	MTV	MTV	panel 300 mm - zat.	boky lodžií	panel 300 mm - zat.	boky lodžií	Plocha jiná 1	Plocha jiná 1	dřevěná zdvojená	dřevěná zdvojená	Okna 2	Okna 2					
$\Phi_{T,i}$	S tepelných ztrát prvky funkčního dílu																					
$H_{T,ie}$	567	285	0	0	257	0	107	71	0	0	0	0	0	1 773	799	0	0	1287	2572			
q_k	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
ΔU_{ib}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,25	0,25				
U_{kc}	0,88	1,77	0,10	0,10	0,91	0,20	0,50	0,86	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	3,05	3,05	0,25	0,25				
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U_k	0,78	1,67	0,00	0,00	0,71	0,00	0,40	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	2,80	0,00	0,00					
A_j	644	161	0	0	282	0	214	83	0	0	0	0	0	581	262	0	0	1 384	843			
θ_e	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15					
$\theta_{m,i}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	20	15	20	20	20	15					
ZATEPLENÍ 1																						
$\Phi_{T,i}$																						
$H_{T,ie}$	180	56	0	0	107	0	60	41	0	0	0	0	0	1 686	760	0	0	444	2446			
q_k	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
ΔU_{ib}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10					
U_{kc}	0,28	0,35	0,00	0,00	0,38	0,05	0,28	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	2,90	0,10	0,10					
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
U_k	0,28	0,35	0,00	0,00	0,33	0,00	0,28	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	2,80	0,00	0,00					
A_j	644	161	0	0	282	0	214	83	0	0	0	0	0	581	262	0	0	1 384	843			
θ_e	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15				
$\theta_{m,i}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	20	15	20	20	20	15	20				

TABULKA 6-8

VÝPOČET MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY Z VYTÁPĚNÉHO PROSTORU PŘÍ-
MO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ

TABULKA 6-9

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA - součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí									
STÁVAJÍCÍ STAV									
stavební funkční díly	průčelí			šit			otvorové výplně		podlaha do exteriéru
	panel 240 mm	3	MIV	3	3	Plocha jiná 1	dřevěná zdvojená	Okna 2	
Φ _{T,i}									
S tepelných ztrát prvků funkčního dílu									
H _{T,ie}	71	0	61	0	0	0	109	0	60
ε _k	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
ΔU _{ib}	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,10
U _{ke}	0,88	0,10	0,86	0,10	0,10	0,10	3,05	0,25	1,01
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U _k	0,78	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	2,80	0,00	0,91
A _j	91	0,00	81	0	0	0	40	0	67
θ _e	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
θ _i	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
ZATEPLENÍ 1									
Φ _{T,i}									
H _{T,ie}	24	0	28	0	0	0	109	0	13
ε _k	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
ΔU _{ib}	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00
U _{ke}	0,28	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	2,90	0,10	0,20
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U _k	0,28	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	2,80	0,00	0,20
A _j	91	0	81	0	0	0	40	0	67
θ _e	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
θ _i	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA - součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí									
STÁVAJÍCÍ STAV									
stavební funkční díly	střecha			podlaha do exteriéru			střecha		
	1	2	1	2	1	2			
Φ _{T,i}									
S tepelných ztrát prvků funkčního dílu									
H _{T,ie}	596	0	30	0					
ε _k	1,00	1,00	1,00	1,00					
ΔU _{ib}	0,10	0,10	0,10	0,10					
U _{ke}	1,01	0,10	0,94	0,10					
	0,00	0,00	0,00	0,00					
U _k	0,91	0,00	0,84	0,00					
A _j	590	0	32	0					
θ _e	-15	-15	-15	-15					
θ _i	20	15	20	20					
ZATEPLENÍ 1									
Φ _{T,i}									
H _{T,ie}	118	0	12	0					
ε _k	1,00	1,00	1,00	1,00					
ΔU _{ib}	0,00	0,00	0,00	0,00					
U _{ke}	0,20	0,00	0,37	0,00					
	0,00	0,00	0,00	0,00					
U _k	0,20	0,00	0,37	0,00					
A _j	590	0	32	0					
θ _e	-15	-15	-15	-15					
θ _i	20	15	20	20					

stavění funkční díly		vnitřní konstrukce				vnitřní konstrukce						
		0,00	Stěny	0,00	do výt. vstupního		0	Dílance	0			
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu											
	H _{T,1}		0	268	0	252	195	0	164	0	0	612
	f _{T,1}		0,11	0,41	0,11	0,57	0,57	0,36	0,29	0,32	0,19	
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	1,98	1,02	0,00	2,67	0,00	0,00	
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	1,98	1,02	0,00	2,67	0,00	0,00	
	A ₁		0	0,67	0	223	334	0	215	0	0	773
	θ _e		15,0	15,0	16,0	0	0,0	5,0	10,0	0	10	
	θ _i		20	20	20	20	20	16,0	20	16,0	16,0	
ZATEPLENÍ 1												
Φ _{T,1}												
H _{T,1}		0	166	0	64	76	0	164	0	0	0	304
f _{T,1}		0,07	0,07	0,07	0,57	0,57	0,39	0,29	0,54	0,23		
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,50	0,40	0,00	2,67	0,00	0,00		
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,50	0,40	0,00	2,67	0,00	0,00		
A ₁		0	0,63	0	223	334	0	215	0	0	773	
θ _e		17,5	17,5	17,5	0	0,0	5	10,0	0	10		
θ _i		20	20	20	20	20	17,5	20	17,5	17,5		

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	A ₁		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	θ _e		0	0	0	5	5	5	5	5	5
	θ _i		20	15	16,0	20	15	16,0			
ZATEPLENÍ 1											
Φ _{T,1}											
H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f _{T,1}		0,57	0,50	0,54	0,43	0,33	0,39				
ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1c}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1e}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
U _{1k}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A ₁		0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0
θ _e		0	0	0,00	5	5	5	5	5	5	5
θ _i		20	15	17,5	20	15	17,5				

stavění funkční díly		konstrukce nad a pod terémem		vnitřní konstrukce							
		stěny	podlahy								
Φ _{T,1}	S tepelných ztrát prvků funkčního dílu										
	H _{T,1}		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f _{T,1}		0,57	0,50	0,52	0,43	0,33	0,36			
	ΔU _{1b}		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	U _{1c}		0,00	0,00	0,0						

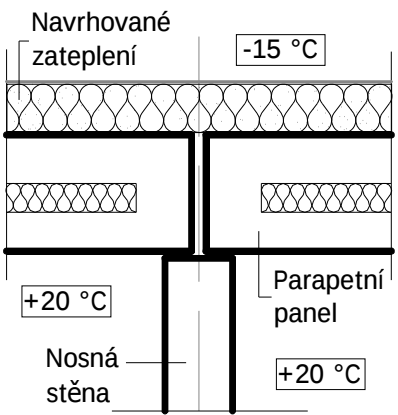
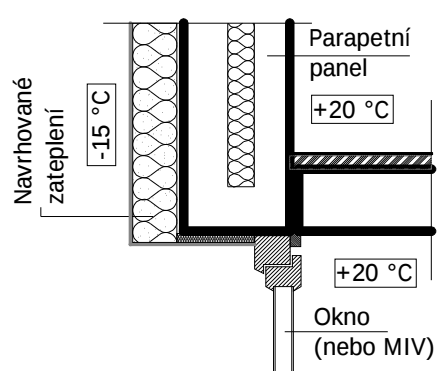
Měrné ztráty jsou počítány pro stávající stav a 3 varianty opatření. Zde jsou uvedeny pouze tabulky pro stávající stav a I. variantu opatření.

V tabulce 6-6 jsou plochy a U hodnoty stavebních dílů, v tabulce 6-7 je vypočtena teplota v nevytápěném prostoru schodiště.

Výpočet nevytápěným prostorem je proveden teplotním redukčním činitelem b_u stanoveným z rozdílu teplot. Zároveň byl proveden výpočet podle ČSN EN ISO 13789 z měrných ztrát. Obě dvě hodnoty byly přibližně shodné. Důležité je, že touto hodnotou se násobí měrná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného. Vzhledem k tomu, že v tabulce jsou uvedeny parametry obvodové konstrukce, je hodnota upravena na $1-b_u$. Tento výklad bohužel není z ČSN EN 12831 jasný.

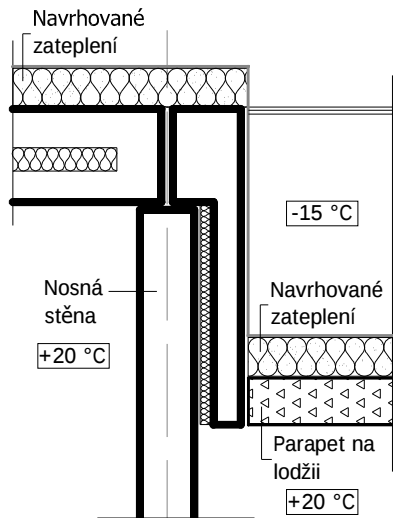
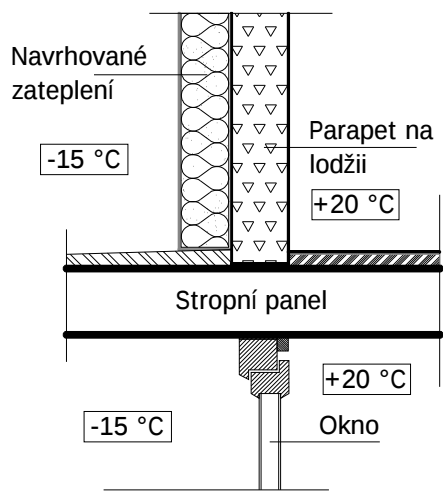
Korekce součinitele prostupu tepla ΔU_{tb} (část 4.2.1.1.1.) byly voleny podle tabulek D 3a, D 3b a D 3c v ČSN EN 12831 a v některých případech podle poznámky 3 v části B 3.2 v ČSN 73 0540 - 4 z června 2005.

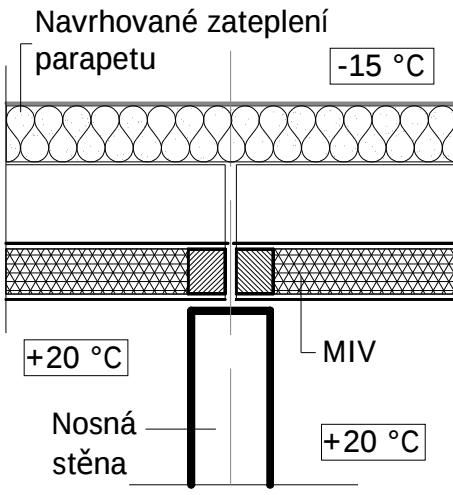
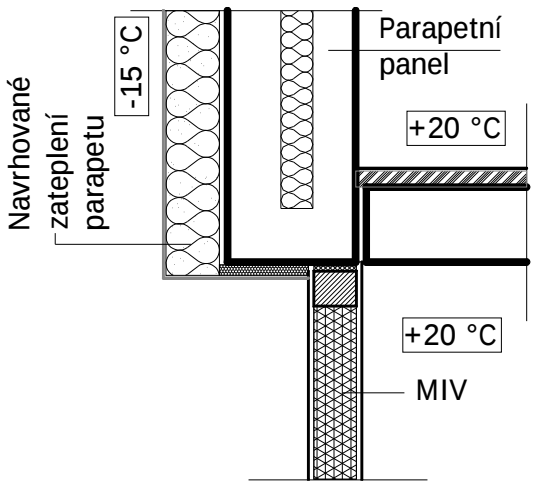
Jsou uvedeny korekční součinitelé pro stavební díly jak pro stávající stav, tak po zateplení.

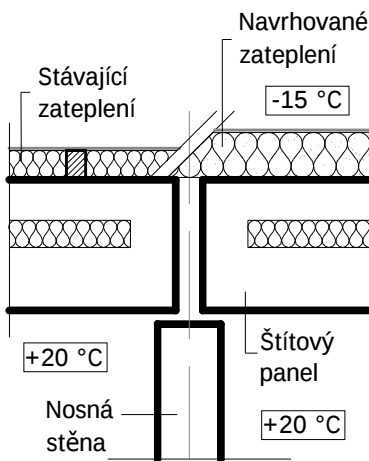
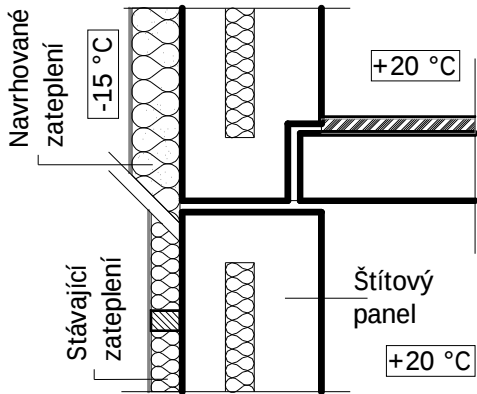
1		Parapetní panel tloušťky 240 mm	
schématický půdorys		schématický řez	
			
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu	0,1	ΔU_{tb} po zateplení	0
Komentář: Výše uvedená korekce součinitele prostupu tepla byla zvolena s ohledem na to, že ve stávajícím stavu nosné stěny ani stropy nenarušují tepelnou izolaci, ale ta není v místě styku průběžná a ve svislém směru je situace horší s ohledem na navazující konstrukce oken a lehkých meziokenních vložek (MIV).			

V tabulce 6-16 je výpočet měrné tepelné ztráty větráním H_v a návrhová tepelná ztráta větráním Φ_v .

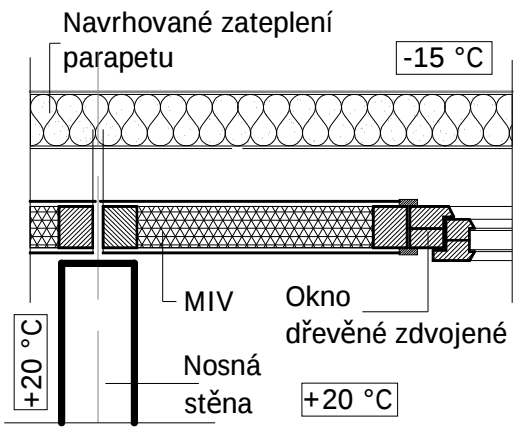
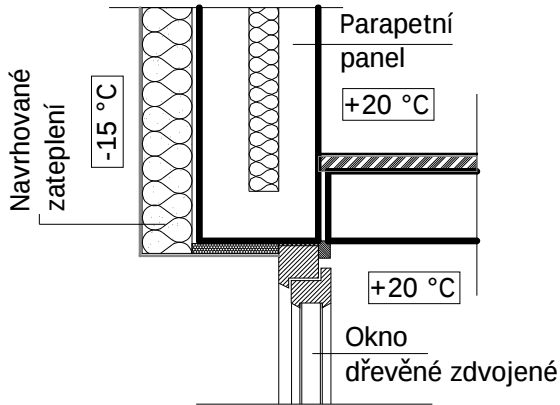
V tabulce 6-12 je přehled měrných tepelných ztrát H a návrhových tepelných ztrát Φ pro stávající stav a 3 varianty opatření.

2		Parapet na lodžích tloušťky 120 mm	
schématický půdorys		schématický řez	
			
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu		0,1	ΔU_{tb} po zateplení
			0
Komentář: Tyto parapetní panely jsou „přisazené“ k lodžiovým příložkám, takže tepelný most (tepelná vazba) je způsoben jen spárou a nikoli přerušením tepelné izolace. Korekce součinitele prostupu tepla 0,1 byla volena s ohledem na nedostatečnou informaci o materiálovém složení tohoto stavebního dílu.			

3		Lehká meziokenní vložka (MIV)	
schématický půdorys		schématický řez	
			
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu	0,2	ΔU_{tb} po zateplení	0,05
Komentář: U tohoto stavebního dílu byla korekce ve stávajícím stavu zvolena 0,2 s ohledem na lehkou dřevěnou rámovou konstrukci a nedostatečné informace o skutečně použité tepelné izolaci (mohl být použit polystyrén, polyuretan nebo minerální vlákna v různých tloušťkách, ale se součinitelem tepelné vodivosti, který byl u výrobků, používaných v sedmdesátých letech podstatně vyšší, než u výrobků dnešních). V rámci prováděných opatření se předpokládá odstranění lehkých meziokenních vložek, provedení nového lehkého zdiva v místě jejich původního osazení a zateplení tohoto zdiva kontaktním zateplovacím systémem, který bude shodný se zateplovacím systémem, použitým na parapetních panelech. Korekce součinitele prostupu tepla celého stavebního dílu i po provedení navrhovaných opatření 0,05 byla volena z důvodů bezpečnosti výpočtu. Prvky mají malou šířku a v téměř všech případech navazují na otvorové výplně.			

4		Štítový panel tloušťky 300 mm, zateplený systémem s lamelami	
schématický půdorys		schématický řez	
			
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu	0,1	ΔU_{tb} po zateplení	0
Komentář: Štítové panely mají tloušťku 290 mm (o 50 mm větší než panely parapetní), ale jde o zvýšení tloušťky železobetonové vrstvy. Stávající dodatečné zateplení systémem s lamelami je nedostatečné. Spáry mezi panely jsou sice překryty stávajícím zateplením, ale z důvodů nedostatečnosti tohoto zateplení a bezpečnosti výpočtu byla volena stejná korekce součinitele prostupu tepla shodná s panely průčelními.			

5		Boky lodžii	
schématický půdorys		schématický řez	
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu		0,1	ΔU_{tb} po zateplení
			0
Komentář: Betonové lodžiové příložky mají tepelnou izolaci jen v tloušťce 30 mm. Jejich zateplení není možné z důvodů osazení otvorových výplní na celou šířku lodžie. Korekce byly voleny shodně s parapetními a štitovými panely.			

6		Dřevěná zdvojená okna	
schématický půdorys		schématický řez	
			
ΔU_{tb} ve stávajícím stavu	0,25	ΔU_{tb} po zateplení	0,1
Komentář: U stávajících dřevěných zdvojených otvorových výplní by podle tabulky D 3c z ČSN 12831 měla být pro velikost oken od 2 do 4 m² použita korekce součinitele prostupu tepla 0,4. Některá okna mají plochu menší, některá plochu větší – korekce byly zadány jednotně ve výšce 0,25. Toto snížení (oproti 0,4) bylo voleno z toho důvodu, že součinitel prostupu tepla otvorových výplní byl zadán do výpočtu zvýšený o 15 %, tak, jak to požaduje ČSN 73 0540 k vyrovnaní vlivu nedostatečné schopnosti akumulace. Evropské normy, které předepisují korekce součinitelů prostupu tepla toto zvýšení neuvažují.			

stávající stav			
$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot \dot{V}_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$			
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřích rozměrů	$\dot{V}_i$	9 917	m ³
výškový korekční činitel	ε_i	1,20	-
stínící činitel	e_i	0,03	-
intenzita výměny vzduchu	n_{50}	4	h ⁻¹
množství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vztlaku na plášť budovy	$\dot{V}_{inf,i}$	2 856	m ³ ·h ⁻¹
$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot \dot{V}_i$			
minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	n_{min}	0,50	h ⁻¹
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřích rozměrů	$\dot{V}_i$	9 917	m ³
hygienické množství vzduchu	$\dot{V}_{min,i}$	4 958	m ³ ·h ⁻¹
$H_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i$			
výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$\dot{V}_i$	4 958	m ³
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	1 686	W·K ⁻¹
$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			
výpočtová vnitřní teplota	$\theta_{int,i}$	20	°C
výpočtová venkovní teplota	θ_e	-15	°C
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	1 686	W·K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta větráním	$\Phi_{v,i}$	59 004	W
		59,0	kW
zateplení 1			
intenzita výměny vzduchu	n_{50}	2	h ⁻¹
množství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vztlaku na plášť budovy	$\dot{V}_{inf,i}$	1 428	m ³ ·h ⁻¹
výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$\dot{V}_i$	4 958	m ³
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	1 686	W·K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta větráním	$\Phi_{v,i}$	59 004	W
		59,0	kW

TABULKA 6-11

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM H_v A NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA Φ_v

	součinitel tepelné ztráty							návrhová tepelná ztráta						
	prostupem							prostupem						
	součinitel tepelné ztráty		neprůsvitné obvodové stěny	otvorové výplně	vnitřní konstrukce	střecha	celkem	součinitel tepelné ztráty		neprůsvitné obvodové stěny	otvorové výplně	vnitřní konstrukce	střecha	celkem
stávající řešení	H _{T,ie}	W.K ⁻¹	1 287	2 572		626	4 485	Φ _{T,ie}	kW	45	90		22	157
soubor opatření I			444	2 446		130	3 020			16	86		5	106
soubor opatření II			444	1 940		130	2 514			16	68		5	88
soubor opatření III			444	1 181		130	1 755			16	41		5	61
stávající řešení	H _{T,iu}	W.K ⁻¹	132	109		60	301	Φ _{T,iu}	kW	5	4		2	11
soubor opatření I			52	109		13	173			2	4		0	6
soubor opatření II			53	83		13	148			2	3		0	5
soubor opatření III			53	50		13	116			2	2		0	4
stávající řešení	H _{T,ig}	W.K ⁻¹						Φ _{T,ig}	kW					
soubor opatření I														
soubor opatření II														
soubor opatření III														
stávající řešení	H _{T,ij}	W.K ⁻¹			612		612	Φ _{T,ij}	kW			21		21
soubor opatření I				304		304				11		11		
soubor opatření II				304		304				11		11		
soubor opatření III				304		304				11		11		
stávající řešení	H _{T,i}	W.K ⁻¹	1 419	2 681	612	686	5 398	Φ _{T,i}	kW	50	94	21	24	189
soubor opatření I			496	2 554	304	142	3 498			17	89	11	5	122
soubor opatření II			497	2 023	304	143	2 967			17	71	11	5	104
soubor opatření III			498	1 231	304	143	2 176			17	43	11	5	76
	větráním							větráním						
stávající řešení	H _{v,i}	W.K ⁻¹					1 686	Φ _{v,i}	kW					59,0
soubor opatření I							1 686							59,0
soubor opatření II							1 686							59,0
soubor opatření III							1 686							59,0
výpočtová venkovní teplota	θ _e	°C	-15											
výpočtová vnitřní teplota	θ _{int,i}	°C	20											

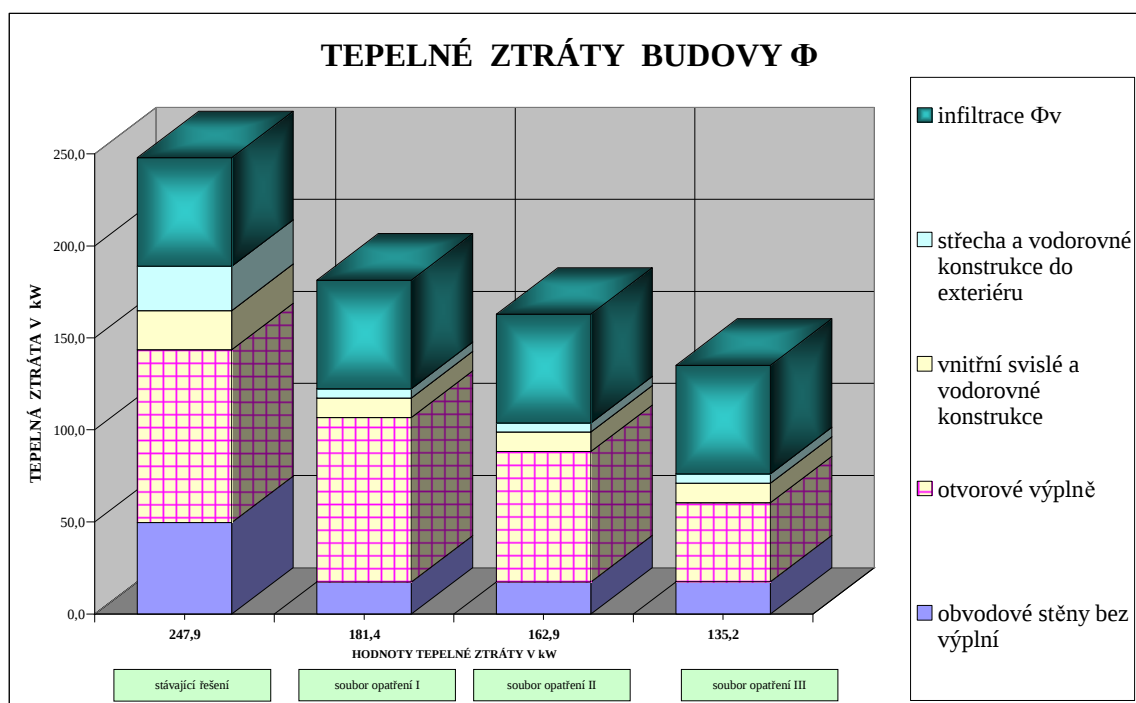
TABULKA 6-12

SVODKA MĚRNÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT H A NÁVRHOVÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT Φ

TABULKA 6-13

počet bytů	plocha stavební- ho dílu	obes- tavní prostor	plocha podlaží	stávající řešení				soubor opatření I				soubor opatření II				soubor opatření III			
				součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Φ_c	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Φ_c	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Φ_c	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Φ_c	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
63	m ²	m ³	m ²																
CELKEM		12 934	4 619																
1 obvodové stěny bez výplně	1 555,1			0,91	49,7	20,0%		0,32	17,4	9,6%		0,32	17,4	10,7%		0,32	17,4	12,9%	
2 otvorové výplně	883,7			3,03	93,8	37,8%		2,89	89,4	49,3%		2,29	70,8	43,5%		1,39	43,1	31,9%	
3 vnitřní svíslé a vodorovné konstrukce	772,8			0,79	21,4	8,6%		0,39	10,7	5,9%		0,39	10,7	6,5%		0,39	10,7	7,9%	
4 střecha a vodorovné konstrukce do exteriéru	689,5			1,00	24,0	9,7%		0,21	5,0	2,7%		0,21	5,0	3,1%		0,21	5,0	3,7%	
5 celkem prostupem Φ_T					188,9	76,2%			122,4	67,5%			103,8	63,8%			76,1	56,3%	
6 infiltrace Φ_v					59,0	23,8%			59,0	32,5%			59,0	36,2%			59,0	43,7%	
7 celkem Φ					247,9	100,0%			181,4	100,0%			162,9	100,0%			135,2	100,0%	
tepelná ztráta budovy				100 %				73,2 %				66 %				55 %			
tepelná ztráta na 1 byt				3,9				2,9				2,6				2,1			

PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT Φ



OBRÁZEK 6-5

TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY Φ PRO STÁVAJÍCÍ STAV A VARIANTA OPATŘENÍ

V tabulce 6-13 je přehled tepelných ztrát Φ pro funkční díly, které mohou být zatepleny. Je uveden stávající stav a 3 varianty úprav. Tato tabulka je v EA řídící pro stanovení dílčích potřeb tepla v tabulce 6-21. Grafické znázornění je na obrázku 6-5.

V tabulkách 6-14 až 6-17 jsou vypočteny tepelné zisky. V tabulce 6-14 jsou vnitřní zisky stanovené podle 5.2.4.1 a DIN 4108-6.

V tabulce 6-15 jdou solární tepelné zisky pro stávající stav, v tabulce 6-16 po a výměně oken. Solární zisky byly 5.2.4.2. a DIN 4108-6.

V tabulce 6-17 jsou uvedeny hodnoty solárního záření vypočtené podle publikace Solární tepelná technika – J. Cihelka. Důvodem bylo užití hodnot teoreticky možné energie globálního záření při součiniteli znečištění atmosféry $Z=3$ a teoretické doby slunečního svitu v jednotlivých měsících, které je možno přepočítat pro místa, pro které se uvádí měsíční doby oslunění v publikaci Klimatologické hodnoty. Dále jsou v tabulce vypočteny solární zisky podle ČSN 73 0542, které se pouze mírně odlišují od zisků stanovených podle ČSN EN ISO 13 790 (určité místo a průměr pro ČR).

ČSN EN ISO 13790									
A_h	Φ_{LhM}	Φ_{Lh}	A_u	b	Φ_{LaM}	Φ_{Le}	t_M	Q_i	
vytápěná plocha	měrné vnitřní tepelné zisky ve vytápěném prostoru za měsíc	průměrný tepelný výkon vnitřních tepelných zisků ve vytápěných prostorech	nevytápěná plocha	redukční činitel podle ČSN EN ISO 13789 pro nevytápěné prostory	měrné vnitřní tepelné zisky ve vytápěném prostoru za měsíc	průměrný tepelný výkon vnitřních tepelných zisků v nevytápěných prostorech za měsíc	časový úsek měsíc	Vnitřní tepelné zisky	
								za den	za otopné období HP
m ²	W/m ²	W	m ²	(-)	W/m ²	W	počet dnů	kWh	kWh/HP
3 785	4	363 357	0	0,00	0,00	0	1	363	89 022
							31	11 264	320 481
							28	10 174	

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM - tradiční způsob stanovení							
Q_1	Q_2	Q_3	S Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem	Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem				
Wh	Wh	Wh	Wh		Wh/den	%	kWh/HP
2 069	582	4 170	6 821	63	429 745	379	70

OSOBY						
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt
		W	hod	Wh		Wh
Činnost	Spánek	60	13	980,000	2,1	2069
	Ležení	80				
	Sezení, čtení	100				
	Lehká práce	120				

OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt
	W/m ²	m ²	m ²	hod		Wh
Žárovky	20,0	48,5	16	6	30%	582

SPOTŘEBIČE	Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
	kWh/den	%		Wh
Kombinace - chladnička + mraznička	1,5	100	1500	1500
Sporák s odsáváním par	3,1	70	2200	2200
Pračka	2,0	10	200	200
Televize	0,2	100	170	170
Chladnička	0,5	100	500	
Mraznička	0,9	100	900	
Myčka na nádobí	1,6	25	400	
Sušička	2,0	10	200	
Stereo	0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor	0,3	100	300	
CELKEM na byt				4170

TABULKA 6-14

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY Q_i ; STANOVENÉ PODLE ČSN EN ISO 13790 I TRADIČNĚ PODLE POSTUPU STUE

$$F_S = F_h \cdot F_0 \cdot F_f \quad A_s = A \cdot F_S \cdot F_C \cdot F_F \cdot g \quad Q_s = \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj} \right] + (1-b) \cdot \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj,u} \right]$$

			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Stávající stav								
A	celková plocha zaskleného prvku (např. plocha okna)	m ²	0	0	0	365	254	okna 1
			0	0	0	0	0	okna 2
F _S	korekční činitel stínění	-	0,00	0,00	0,00	0,93	0,96	
F _h	dílčí korekční činitel stínění horizontem	-	0,00	0,00	0,00	0,93	0,96	
F ₀	dílčí korekční činitel stínění markýzou	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _f	dílčí korekční činitel stínění bočními žebry	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _F	korekční činitel rámu. Podíl průsvitné plochy a celkové plochy zaskleného prvku	-	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
F _C	celková propustnost slunečního záření, zahrnující případnou trvalou sluneční ochranu.	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _w	korekční činitel	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
g _⊥	typické hodnoty celkové propustnosti slunečního záření	-	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
g	celková propustnost slunečního záření	-	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	
A _s	účinná sběrná plocha zaskleného prvku	m ²	0	0	0	160	115	275
Q _s	leden	GJ	0,0	0,0	0,0	15,3	0,0	15,4
	únor		0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	25,5
	březen		0,0	0,0	0,0	46,0	0,1	46,1
	duben		0,0	0,0	0,0	51,0	0,1	51,0
	květen		0,0	0,0	0,0	28,3	0,0	28,3
	červen							0,0
	červenec							0,0
	srpen							0,0
	září		0,0	0,0	0,0	26,5	0,0	26,5
	říjen		0,0	0,0	0,0	39,0	0,0	39,0
	listopad		0,0	0,0	0,0	18,6	0,0	18,7
	prosinec		0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	10,6
	celkem		0,0	0,0	0,0	260,7	0,4	261,1

TABULKA 6-15

SOLÁRNÍ (VNĚJŠÍ) TEPELNÉ ZISKY PODLE ČSN EN ISO 13790; STÁVAJÍCÍ STAV

$$F_S = F_h \cdot F_0 \cdot F_f \quad A_s = A \cdot F_S \cdot F_C \cdot F_F \cdot g \quad Q_s = \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj} \right] + (1-b) \cdot \sum_j \left[I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj,u} \right]$$

			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Stávající stav								
A	celková plocha zaskleného prvku (např. plocha okna)	m ²	0	0	0	365	254	okna 1
			0	0	0	0	0	okna 2
F _S	korekční činitel stínění	-	0,00	0,00	0,00	0,93	0,96	
F _h	dílčí korekční činitel stínění horizontem	-	0,00	0,00	0,00	0,93	0,96	
F ₀	dílčí korekční činitel stínění markýzou	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _f	dílčí korekční činitel stínění bočními žebry	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _F	korekční činitel rámu. Podíl průsvitné plochy a celkové plochy zaskleného prvku	-	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
F _C	celková propustnost slunečního záření, zahrnující případnou trvalou sluneční ochranu.	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
F _w	korekční činitel	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
g _⊥	typické hodnoty celkové propustnosti slunečního záření	-	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	
g	celková propustnost slunečního záření	-	0,603	0,603	0,603	0,603	0,603	
A _s	účinná sběrná plocha zaskleného prvku	m ²	0	0	0	143	103	246
Q _s	leden	GJ	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	13,7
	únor		0,0	0,0	0,0	22,8	0,0	22,8
	březen		0,0	0,0	0,0	41,1	0,1	41,2
	duben		0,0	0,0	0,0	45,5	0,1	45,6
	květen		0,0	0,0	0,0	25,3	0,0	25,3
	červen							0,0
	červenec							0,0
	srpen							0,0
	září		0,0	0,0	0,0	23,7	0,0	23,7
	říjen		0,0	0,0	0,0	34,8	0,0	34,8
	listopad		0,0	0,0	0,0	16,6	0,0	16,7
	prosinec		0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	9,5
	celkem		0,0	0,0	0,0	232,9	0,4	233,3

TABULKA 6-16

SOLÁRNÍ (VNĚJŠÍ) TEPELNÉ ZISKY PODLE ČSN EN ISO 13790 PO VÝMĚNĚ OKEN (VARIANTY I AŽ III)

podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámců podle světových stran	Okna 1	m ²	0	0	0	365	254
	Okna 2	m ²	0	0	0	0	0
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO	77,0	417,0	211,2	348,3	103,7
Činitel využití slunečního záření	c _{mp}	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh	0	0	0	69 984	16 756
	Okna 2	kWh	0	0	0	0	0
	Okna 1	kWh	86 740			GJ/rok	312
	Okna 2	kWh	0			GJ/rok	0
	Celkem	kWh	86 740			GJ/rok	312
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73		Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení		c _n	0,9
	T ₁	0,81	typ skel				
	T ₂	0,90	znečištění				
	T ₃	1,00	zastínění				

POMOCNÉ HODNOTY (ČSN 73 0542; tabulka C.2, ČSN 73 0540-3, str. 26)

Propustnost slunečního záření

Dvojitě sklo obyčejné

Jednoduché sklo obyčejné

Trojitě sklo obyčejné

T₁

0,81

0,9

0,73

Solární ozáření, tedy celkové množství energie globálního slunečního záření na jednotku povrchu n o orientaci j během časového úseku výpočtu

I _{s,nj}	H	J	JZ JV	V Z	SV SZ	S
	kW.h.m ⁻²					
leden	22,6	35,8	26,6	18,8	10,0	10,0
únor	38,3	57,0	44,2	31,6	12,2	12,2
březen	81,8	89,7	79,8	60,9	17,3	17,3
duben	110,5	91,4	88,4	81,2	21,3	21,3
květen	153,0	94,1	101,3	108,3	23,1	23,1
červen	167,6	92,2	101,7	117,1	22,4	22,4
červenec	161,7	97,8	105,6	113,1	21,2	21,2
srpen	131,3	106,5	102,7	93,7	18,0	18,0
září	92,2	101,9	91,9	66,8	13,5	13,5
říjen	45,5	69,8	67,6	37,4	12,5	12,5
listopad	21,9	34,8	32,3	18,3	9,8	9,8
prosinec	15,9	22,3	18,3	13,1	8,8	8,8
celkem	1042	893	860	760	190	190
říjen až březen	225,9	309,4	268,7	180,2	70,6	70,6
otopné období	348,5	407,4	365,3	267,7	88,9	88,9
září až květen	581,6	596,7	550,3	436,5	128,5	128,5

TABULKA 6-17

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY PODEL ČSN 73 0542
SOLÁRNÍ OZÁŘENÍ I_{sn,j}, CELKOVÉ MNOŽSTVÍ ENERGIE GLOBÁLNÍHO SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ NA JEDNOTKU POVRCHU n O ORIENTACI j BĚHEM ČASOVÉHO ÚSEKU VÝPOČTU

Výpočet potřeby tepla je v tabulkách 6-18 až 6-20. Přehledná tabulka potřeby tepla za otopnou sezónu (HP) je v měsíčních bilancích sestavena v tabulce 6-18 a graficky na obrázku 6-6. Jsou užity klimatické hodnoty pro Českou Lípou (Doksy). Hodnota tepelné kapacity budovy C byla stanovena pro budovu těžkou podle údajů DIN 4108-6, část 5.2.5.2.3. Stupeň využití tepelných zisků η je vypočten podle 5.2.5.2.4.

Tento výpočet je proveden podle ČSN EN ISO 13790. Nevyhovuje užití v EA, neboť:

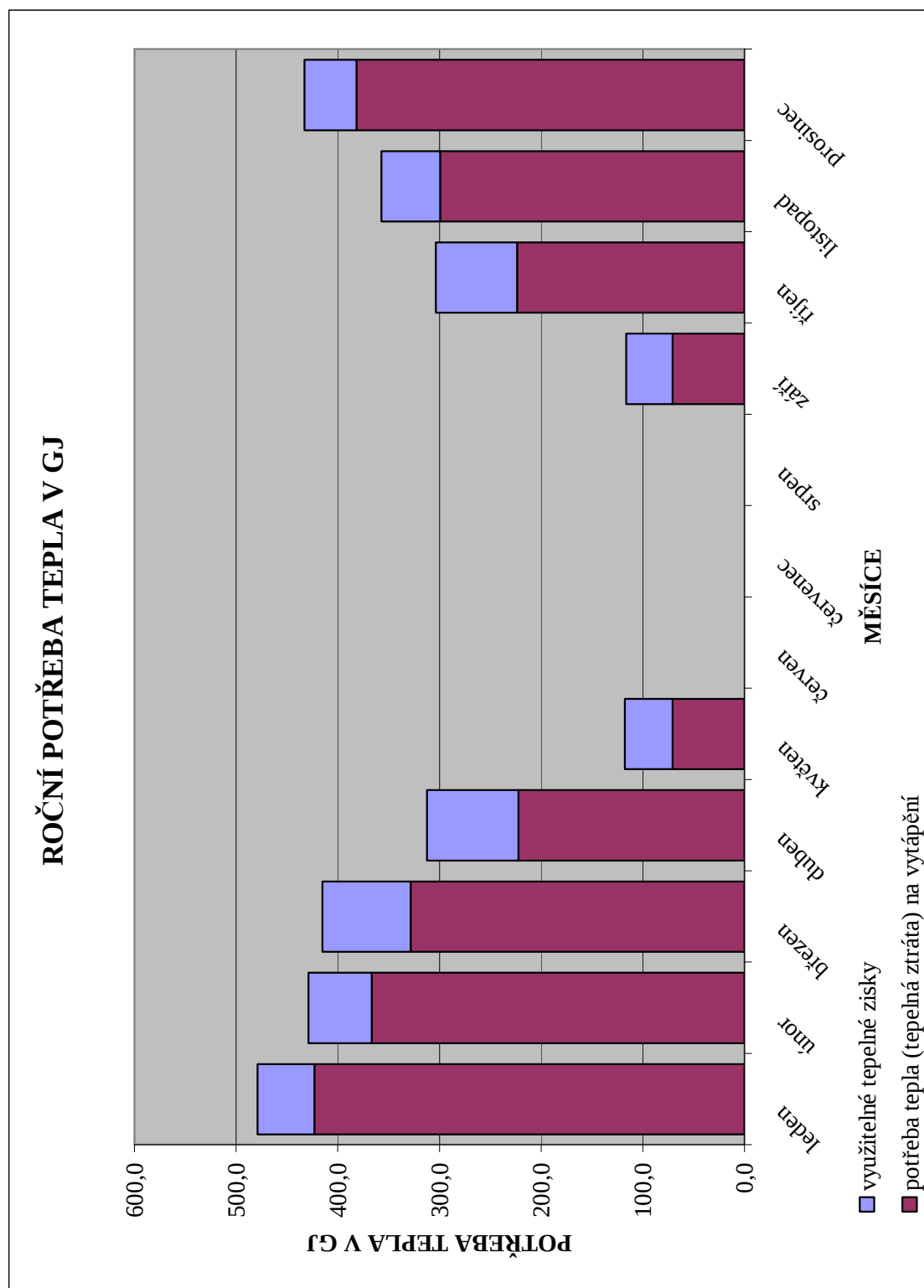
- spojuje tepelné ztráty a využitelné tepelné zisky, aniž zvažuje vybavení a jeho účinnost zejména pro ústřední a individuální regulaci. Uvažuje ústřední regulaci a seřízení hydrauliky rozvodů
- nerozděluje potřeby tepla na jednotlivé stavební díly a nezahrnuje podíl otopné soustavy na potřebě tepla
- zavádí v kapitole 9 ČSN EN 832 (v ČSN EN ISO 13790 je tato část podstatně umírněna) nepřesné stanovení potřeby tepla na přípravu TV a hrubé ocenění ztrát otopné soustavy. Tento bod v publikaci nezahrnujeme do výpočtu.

Vzhledem k tomu, že je možné upravit metodiku výpočtu, aniž se poruší principy výpočtu, je provedena úprava pro EA:

- a) v tabulce 6-19 a 6-20 je výpočet potřeby tepla pro otopné (fakturované období) pro stávající stav i pro 3 varianty, a to pro jednotlivé funkční díly, u kterých se předpokládá zateplení či oprava
- b) v tabulce 6-21 jsou uvedeny potřeby tepla pro jednotlivé funkční díly upravené tak, že využitelné tepelné zisky jsou přiřazeny stavebním funkčním dílům. Předpokladem této úpravy je zavedená individuální regulace a seřízená hydraulika rozvodů. U stávajícího stavu (před zavedením individuální regulace) se tepelné zisky odečítají poloviční hodnotou (odborný odhad využití zisků). Podle časové dispozice realizace opatření lze takto tvořit modely.
- c) v tabulce 6-22 jsou vyčísleny nekorigované úspory tepla pro uvažovaná opatření
- d) v tabulce 6-23 je model budovy a jeho odladění podle klimatických denostupňů a porovnání s fakturovanými hodnotami Individuální regulace byla zavedena v roce 1998.

měsíc	počet dnů	průměrná vnější teplota	průměrná vnitřní teplota	deno- stupně	měrná ztráta prostupem tepla		H _V měrná tepelná ztráta výtáním	Q _L celková tepelná ztráta	Q _i vnitřní tepelný zisk	Q _s vnější tepelný zisk	Q _g celkové tepelné zisky	γ poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	C účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	τ časová konstantě	η stupeň využití tepelných zisků	Q _h potřeba tepla
		θ _{em}	θ _{i,m}													
		°C	°C	Kd	W/K											

TABULKA 6-18 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE ČSN EN ISO 13790 – MĚSÍČNÍ A ROČNÍ ZA OTOPNOU SEZÓNU HP; STÁVAJÍCÍ STAV



OBRÁZEK 6-6

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ – MĚSÍČNÍ A ROČNÍ ZA OTOPNOU SEZÓNU HP

	počet dnů	průměrná vnější teplota		průměrná vnitřní teplota	denostupně	měrná ztráta prostupem tepla		měrná tepelná ztráta větráním	celková tepelná ztráta	vnitřní tepelný zisk	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstanta	stupeň využití tepelných zisků	potřeba tepla
		θ_{em}	$\theta_{i,m}$			$H_{T,i}$	$H_{V,i}$		Q_L	Q_i	Q_s	Q_g	γ	C	τ	η	Q_h
		°C	°C	Kd		W/K	MWh	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	-	Wh/K	h	-	GJ
STÁVAJÍCÍ STAV													těžká	50	a	7,09	
obvodové stěny bez výplně	242	3,4	19,5	3 899	1 419			132,8	478,1								
otvorové výplně	242	3,4	19,5	3 899	2 681			250,9	903,2								
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	242	3,4	19,5	3 899	612			57,2	206,0								
střecha a vodorovné konstrukce do exteriéru	242	3,4	19,5	3 899	686			64,2	231,2								
větrání	242	3,4	19,5	3 899		1 686	157,7	567,9									
celkem	242	3,4	19,5	3 899	5 398	1 686	663	2 386	316,6	261,1	577,7	0,24	646 676	91,28	1,00	1 809	

	počet dnů	průměrná vnější teplota		průměrná vnitřní teplota	denostupně	měrná ztráta prostupem tepla		měrná tepelná ztráta větráním	celková tepelná ztráta	vnitřní tepelný zisk	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstanta	stupeň využití tepelných zisků	potřeba tepla
		θ_{em}	$\theta_{i,m}$			$H_{T,i}$	$H_{V,i}$		Q_L	Q_i	Q_s	Q_g	γ	C	τ	η	Q_h
		°C	°C	Kd		W/K	MWh	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	-	Wh/K	h	-	GJ
SOUBOR OPATŘENÍ I													těžká	50	a	7,09	
obvodové stěny bez výplně	242	3,4	19,5	3 899	496			46,5	167,2								
otvorové výplně	242	3,4	19,5	3 899	2 554			239,0	860,5								
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	242	3,4	19,5	3 899	304			28,5	102,6								
střecha a vodorovné konstrukce do exteriéru	242	3,4	19,5	3 899	142			13,3	48,0								
větrání	242	3,4	19,5	3 899		1 686	157,7	567,9									
celkem	242	3,4	19,5	3 899	3 498	1 686	485	1 746	316,6	233,3	549,8	0,31	646 676	124,75	1,00	1 196	

Doksy (279 m n.m.)													třicetiletý průměr 1961 - 1990				normál
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	I - V	IX	X	XI	XII	IX - XII	Fakturační rok				
													Výpočet	Klimatický			
d	31	28	31	30	15	0	135	15	31	30	31	107	242	242			
t_{es}	-2,8	-1,9	2,2	7,4	11,8	0,0	2,4	11,8	7,7	3,2	-0,6	4,6	3,4	3,4			
D_{13}	490	417	335	168	18	0	1 428	18	164	294	422	898	2 326	2 326			
D_{17}	614	529	459	288	78	0	1 968	78	288	414	546	1 326	3 294	3 294			
D_{18}	645	557	490	318	93	0	2 103	93	319	444	577	1 433	3 536	3 536			
D_{19}	676	585	521	348	108	0	2 238	108	350	474	608	1 540	3 778	3 778			
$D_{19,5}$	691	599	536	363	116	0	2 305	116	366	489	623	1 593	3899	3 899			

TABULKA 6-19

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ – ROČNÍ ZA OTOPNOU SEZÓNU HP;
STÁVAJÍCÍ STAV A I. VARIANTA OPATŘENÍ
KLIMATICKÉ ÚDAJE

	počet dnů	průměrná vnější teplota		průměrná vnitřní teplota	denostupně	měrná ztráta prostupem tepla		měrná tepelná ztráta větráním	celková tepelná ztráta	vnitřní tepelný zisk	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstantě	stupeň využití tepelných zisků	potřeba tepla
		θ_{em}	$\theta_{i,m}$			$H_{T,i}$	$H_{V,i}$		Q_L	Q_i	Q_e	Q_g	γ	C	τ	η	Q_h
		°C	°C	Kd		W/K	MWh	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	-	Wh/K	h	-	GJ
SOUBOR OPATŘENÍ II													těžká	50	a	10,27	
obvodové stěny bez výplně	242	3,4	19,5	3 899	497				46,5	167,4							
otvorové výplně	242	3,4	19,5	3 899	2 023				189,3	681,4							
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	242	3,4	19,5	3 899	304				28,5	102,6							
střecha a vodorovné konstrukce do exteriéru	242	3,4	19,5	3 899	143				13,3	48,0							
větrání	242	3,4	19,5	3 899		1 686	157,7	567,9									
celkem	242	3,4	19,5	3 899	2 967	1 686	435	1 567	316,6	233,3	549,8	0,35	646 676	138,98	1,0000	1 017	

	počet dnů	průměrná vnější teplota		průměrná vnitřní teplota	denostupně	měrná ztráta prostupem tepla		měrná tepelná ztráta větráním	celková tepelná ztráta	vnitřní tepelný zisk	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstantě	stupeň využití tepelných zisků	potřeba tepla
		θ_{em}	$\theta_{i,m}$			$H_{T,i}$	$H_{V,i}$		Q_L	Q_i	Q_e	Q_g	γ	C	τ	η	Q_h
		°C	°C	Kd		W/K	MWh	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	-	Wh/K	h	-	GJ
SOUBOR OPATŘENÍ III													těžká	50	a	10,27	
obvodové stěny bez výplně	242	3,4	19,5	3 899	498				46,6	167,7							
otvorové výplně	242	3,4	19,5	3 899	1 231				115,1	414,5							
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	242	3,4	19,5	3 899	304				28,5	102,6							
střecha a vodorovné konstrukce do exteriéru	242	3,4	19,5	3 899	143				13,4	48,1							
větrání	242	3,4	19,5	3 899		1 686	157,7	567,9									
celkem	242	3,4	19,5	3 899	2 176	1 686	361	1 301	316,6	233,3	549,8	0,42	646 676	167,47	0,9999	751	

TABULKA 6-20

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ – ROČNÍ ZA OTOPNOU SEZÓNU HP;
II. A III. VARIANTA OPATŘENÍ

			<i>model - stávající řešení</i>	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III	
GJ/rok							
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI							
1.	obvodové stěny bez výplně			420	115	109	97
2.	otvorové výplně			794	590	442	239
3.	vnitřní svislé a vodorovné konstrukce			181	70	67	59
4.	střechy a vodorovné konstrukce do exteriéru			203	33	31	28
5.	infiltrace Qi			499	389	369	328
6.	tepelné izolace potrubí, armatur a nádob		89,9	90	34	34	34
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA DANÁ PROVEDENÍM STAVEBNÍ KONSTRUKCE				2 187	1 230	1 052	785
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV							
100%		úspora	účinnost stávajícího stavu	potřeba tepla v GJ/rok			
7.	vyregulování otopné soustavy	0,0%	100,0%	2 187	1 230	1 052	785
8.	individuální regulace (TRV...)	0,0%	100,0%	2 187	1 230	1 052	785
9.	jiné - rozvody	0,0%	100,0%	2 187	1 230	1 052	785
10.	ústřední regulace	3,0%	100,0%	2 187	1 194	1 020	761
11.	měření	0,0%	100,0%	2 187	1 194	1 020	761
12.	energetické manažerství	5,0%	99,0%	2 210	1 145	979	731
13.	úprava předávací stanice	0,0%	100,0%	2 210	1 145	979	731
14.	jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0,0%	100,0%	2 210	1 145	979	731
15.	úprava zdroje tepla	0,0%	100,0%	2 210	1 145	979	731
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ		5,0%	99,0%	2 210	1 145	979	731
16.	úprava výtokových armatur	20%	97%	494	395	395	395
17.	úprava rozvodů TUV	3%	95%	520	404	404	404
18.	sluneční okruh	0%	100%	520	404	404	404
19.	zdroj přípravy TUV	0%	93%	559	434	434	434
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TUV		11,2%	86%	559	434	434	434
20.	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok		2 769	1 580	1 413	1 165
21.	poměr tepla na TUV k celkovému teplu	GJ/rok		20,2%	27,5%	30,7%	37,3%
22.	poměr tepla na TUV k teplu na vytápění	GJ/rok		25,3%	37,9%	44,4%	59,4%

TABULKA 6-21

POTŘEBA TEPLA NA JEDNOTLIVÉ STAVEBNÍ FUNKČNÍ DÍLY
HODNOTY PODLE VÝPOČTOVÉHO POSTUPU POTŘEBY TEPLA ČSN EN ISO 13790

	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III
obvodové stěny bez výplní	306	312	323
otvorové výplně	204	351	555
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	111	114	122
střeška	170	172	175
infiltrace Qi	110	130	171
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	56	56	56
celková úspora tepla ve stavební konstrukci	957	1 136	1 402

úprava výtokových armatur	106	106	106
úprava rozvodů TUV	19	19	19
sluneční okruh	0	0	0
zdroj přípravy TUV	0	0	0

	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III
vyregulování otopné soustavy	0	0	0
individuální regulace (TRV...)	0	0	0
jiné - rozvody	0	0	0
ústřední regulace	41	36	29
měření	0	0	0
energetické manažerství	67	59	47
úprava předávací stanice	0	0	0
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0	0	0
úprava zdroje tepla	0	0	0
celková úspora tepla ve vytápěcí soustavě	107	95	76
celková úspora tepla při přípravě TUV	125	125	125
CELKOVÁ ÚSPORA TEPLA	1 189	1 356	1 604

TABULKA 6-22

DOSAŽITELNÁ ÚSPORA TEPLA NEKORIGOVANÁ PODLE POSTUPU ČSN EN ISO 13790

		rok 1997	rok 1998	rok 1999	rok 2000	rok 2001	rok 2002	průměry
C VYTÁPĚNÍ	1. fakturovaná spotřeba tepla na vytápění (GJ/rok)	0	2 012	1 609	1 483	1 601	1 644	2 012
	2. potřeba tepla na vytápění stanovená v energetickém auditu pro normový stav (normové denostupňe) (GJ/rok)	2 210	2 210	2 210	2 210	2 210	2 210	2 210
	3. fakturovaná spotřeba tepla na vytápění přepočtená na normový stav (normové denostupňe) (GJ/rok)	0	2 158	1 810	1 821	1 748	1 748	2 158
	4. rozdíl vyjádřený v procentech mezi fakturovanou spotřebou přepočtenou na normový stav a mezi potřebou tepla stanovenou v energetickém auditu - 3/2 (%)	-100,00%	-2,32%	-18,07%	-17,58%	-20,90%	-20,89%	-2,5%
	5. normový počet denostupňů D°	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899
	6. skutečný počet denostupňů D°	3 871	3 635	3 466	3 176	3 572	3 666	3 564
	7. poměr denostupňů - 6/5 (%)	99,29%	93,25%	88,89%	81,45%	91,62%	94,02%	91,42%
	8. průměrná vnitřní teplota - t _{ip} (°C)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	
	9. průměrná vnější teplota za otopné období - t _{ep} (°C)	3,7	4,9	4,3	5,0	4,3	3,7	4,3
	10. skutečný počet dnů v otopném období - d (dny/rok)	245,0	249,0	228,0	219,0	235,0	232,0	234,7
	11. normovaný počet dnů v otopném období - d _N (dny/rok)	242	242	242	242	242	242	
	12. normová průměrná vnější teplota za otopné období - t _{ep,N} (°C)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
PŘÍPRAVA TUV								
ELKOVÉ TEPLLO	13. fakturovaná spotřeba tepla na přípravu TUV (GJ/rok)	0	510	560	580	550	520	544
	14. potřeba tepla na přípravu TUV stanovená v energetickém auditu (GJ/rok)	559	559	559	559	559	559	559
	15. rozdíl mezi fakturovanou spotřebou tepla a potřebou stanovenou v auditu (15/14) (GJ/rok)	-559,5	-49,5	0,5	20,5	-9,5	-39,5	-15,5
	16. (%)	-100,00%	-8,85%	0,09%	3,67%	-1,70%	-7,06%	-2,77%
	17. celková potřeba tepla na vytápění a TUV stanovená v EA (GJ/rok)	2 769	2 769	2 769	2 769	2 769	2 769	2 769
	18. celková spotřeba tepla na vytápění a TUV fakturovaná a přepočtená na normový stav (GJ/rok)	0	2 668	2 370	2 401	2 298	2 268	2 702
	19. rozdíl vyjádřený v procentech mezi fakturovanou spotřebou přepočtenou na normový stav a mezi potřebou tepla stanovenou v energetickém auditu - 18/17 (%)	-100,00%	-3,64%	-14,40%	-13,29%	-17,02%	-18,09%	-2,41%
	20. korigování úspory odvozené z potřeby podle naměřené spotřeby tepla pro vytápění	k - CELKOVÉ VYTÁPĚNÍ A TUV	97,59%	KTUV	97,23%		kvyt	97,68%

TABULKA 6-23

MODEL A JEHO ODLADĚNÍ S UŽITÍM HODNOT POTŘEBY TEPLA PODLE POSTUPU ČSN EN ISO 13790

7. DALŠÍ POSTUPY VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA A OCENĚNÍ SOUSTAV TZB

7.1. DENOSTUPŇOVÁ METODA PODLE VDI 2067-2 VÝPOČET NÁKLADŮ PRO ZAŘÍZENÍ K ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM

Tzv. Richtlinie (směrnice) Svazu německých inženýrů označené VDI patří k evropské špičce technické projektové dokumentace. VDI 2067 -2 byla podkladem pro výpočet potřeby tepla denostupňovou metodou. Kromě tradičního postupu známého z ČSN 38 3350 Zásobování teplem dále precizuje:

- a) vliv doby užití místnosti
- b) vytápění v letních měsících
- c) současnost tepelných ztrát větráním
- d) vliv tepelných zisků paušálním způsobem
- e) vliv částečného vytápění (např. byt a ložnice, která je občas vytápěna)
- f) vliv přetápění nebo nedotápění
- g) úroveň tepelně technických vlastností budovy v závislosti na potřebě tepla na 1 m² užitné plochy
- h) kvalitu regulace otopné soustavy a vybavení regulací (ústřední i individuální)
- i) vliv způsobu stanovení spotřeby tepla uživateli
- j) vliv časového útlumu vytápění podle denní doby užití a víkendového poklesu..

V programu STUE zpracovaném podle této VDI jsou zachyceny faktory a), c), f), h), j).

Předností tohoto způsobu byla průhlednost vložených hodnot definujících vlivy různých faktorů a vybavení zařízení regulací.

V tabulce 7-1 je výpočetní postup potřeby tepla pro stavební funkční díly podle STUE a tedy VDI 2607 – 2 pro stávající stav; obdobné formuláře jsou pro 3 varianty opatření.

V tabulce 7-2 je aplikace potřeb tepla v systému toku tepla od zdroje po užití. Vzhledem k tomu, že TRV byly instalovány v roce 1998, je provedena korekce na jejich instalaci snížením potřeby tepla o 12 % rovnoměrně pro stavební funkční díly. Vliv TRV v otopné soustavě je tak zahrnut a dále se neuvažuje (na rozdíl od posouzení instalace nových TRV).

Tabulka 7-3 zachycuje úspory tepla, a to tzv. nekorigované, tzn. nepřepočítané na jednotné klimatické podmínky.

V tabulce 7-4 je odladění modelu a stanovení korekcí na úpravu potřeby tepla, odděleně pro vytápění a pro TV. Jedná se o poměr hodnot stanovených v EA výpočtem potřeby tepla a fakturovaných spotřeb tepla přepočtených na klimatické denostupně. Korekční činitelé k_{vyt} a k_{TUV} jsou zavedeny do EA jako „název“ a dále korigují potřeby podle skutečného stavu vyjádřeného fakturami.

Přitom je nutno zhodnotit reálnost naměřených hodnot např. přes tzv. klíčové hodnoty spotřeby vztažené na m² užitné plochy nebo u bytových budov na 200 m³ obestavěného prostoru. Stává se, že měření nebo fakturace je chybná, ať již vadným zapojením měřiče, nebo nedbalostí, atd.

potřeba tepla	E_V	2 286,3	GJ	spotřeba energie			
		635,1	MWh	plynné/kapalné palivo 83,151 tis. m ³			
	kp	36,4	m ³ ZP/1GJ				
		3,6	p 0,8075 (GJ _{teplo} /GJ _{pal})				
počet hodin		24		výhřevnost		MJ.kg ⁻¹	výhřevnosti
tepelná ztráta	Q_c	247,9	kW		34,05	MJ.m ⁻³	uhlí
celkový součinitel	f_c	0,945		účinnost	h_c	0,81	hnědé
díleč součinitel	nesoučasnosti		f_1				černé
	zvýšení t_i		f_2				
	regulace		f_3				lignit
	snížení t_i		f_4				koks
počet denostupňů	D	3 896		otopná soustava	velkoplošné sálavé; aku topidla statická	teplovodní vytápění; aku topidla dynamická	LTO
	počet dnů		d	regulace	f_3		nafta
	průměrná vnitřní teplota		t_{ip}	ruční	1,20	1,15	lehký
	průměrná venkovní teplota za otopné období		t_{ep}	ústřední podle počasí a času	1,12	1,05	těžký
	venkovní oblastní teplota		t_{eo}	ústřední a zónová	1,08	1,00	plyn
				ústřední a místní	-	0,92	zemní
							svítiplyn
							elektrina
							jiné
účinnost kotle	stávající	uhlí	černé	plyn	zemní	svítiplyn	topná nafta
	nový (min.)		0,65		0,78	0,78	topný olej
			0,62-0,66		0,85	0,85	0,78
			0,68				0,80
			0,62-0,66				0,80
			0,69				

potřeba tepla	E_V	458,012	GJ	obvodové stěny bez výplně
		127,2	MWh	
		3,6		
počet hodin		24		otvorové výplně
tepelná ztráta	Q_c	49,6717	kW	
potřeba tepla	E_V	865,315	GJ	
		240,4	MWh	vnitřní svíslé a vodorovné konstrukce
potřeba tepla	E_V	197,364	GJ	
		54,8	MWh	
potřeba tepla	E_V	221,516	GJ	střechy
		61,5	MWh	
potřeba tepla	E_V	544,062	GJ	
		151,1	MWh	infiltrace Q_i

TABULKA 7-1

ROČNÍ POTŘEBA TEPLA ZA OTOPNOU SEZÓNU HP PRO STÁVAJÍCÍ STAV;
TRADIČNÍ POPSTUP STUE

			<i>model - stávající řešení</i>	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III
GJ/rok						
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI						
1.	obvodové stěny bez výplně			409	143	143
2.	otvorové výplně			773	736	583
3.	vnitřní svislé a vodorovné konstrukce			176	88	88
4.	střechy a vodorovné konstrukce do exteriéru			198	41	41
5.	infiltrace Qi			486	486	486
6.	tepelné izolace potrubí, armatur a nádob		89,9	80	30	30
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA DANÁ PROVEDENÍM STAVEBNÍ KONSTRUKCE				2 122	1 524	1 371
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV						
112%		úspora	účinnost stávajícího stavu	potřeba tepla v GJ/rok		
7.	vyregulování otopné soustavy	1,0%	99,0%	2 143	1 524	1 371
8.	individuální regulace (TRV...)	0,0%	100,0%	2 143	1 524	1 371
9.	jiné - rozvody	0,0%	100,0%	2 143	1 524	1 371
10.	ústřední regulace	3,0%	100,0%	2 143	1 478	1 330
11.	měření	0,0%	100,0%	2 143	1 478	1 330
12.	energetické manažerství	5,0%	99,0%	2 165	1 419	1 276
13.	úprava předávací stanice	0,0%	100,0%	2 165	1 419	1 276
14.	jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0,0%	100,0%	2 165	1 419	1 276
15.	úprava zdroje tepla	0,0%	100,0%	2 165	1 419	1 276
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ		5,0%	98,0%	2 165	1 419	1 276
16.	úprava výtokových armatur	20%	97%	494	395	395
17.	úprava rozvodů TUV	3%	95%	520	404	404
18.	sluneční okruh	0%	100%	520	404	404
19.	zdroj přípravy TUV	0%	93%	559	434	434
CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TUV		11,2%	86%	559	434	434
20.	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok		2 724	1 853	1 710
21.	poměr tepla na TUV k celkovému teplu	GJ/rok		20,5%	23,4%	25,4%
22.	poměr tepla na TUV k teplu na vytápění	GJ/rok		25,8%	30,6%	34,0%

TABULKA 7-2

POTŘEBA TEPLA NA JEDNOTLIVÉ STAVEBNÍ FUNKČNÍ DÍLY
HODNOTY PODLE VÝPOČTOVÉHO POSTUPU POTŘEBY TEPLA STUE

	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III
obvodové stěny bez výplní	266	266	266
otvorové výplně	37	190	418
vnitřní svislé a vodorovné konstrukce	88	88	88
střecha	157	157	157
infiltrace Qi	0	0	0
tepelné izolace potrubí, armatur a nádob	50	50	50
celková úspora tepla ve stavební konstrukci	597	750	978

úprava výtokových armatur	106	106	106
úprava rozvodů TUV	19	19	19
sluneční okruh	0	0	0
zdroj přípravy TUV	0	0	0

	soubor opatření I	soubor opatření II	soubor opatření III
vyregulování otopné soustavy	17	16	14
individuální regulace (TRV...)	0	0	0
jiné - rozvody	0	0	0
ústřední regulace	50	46	41
měření	0	0	0
energetické manažerství	82	76	67
úprava předávací stanice	0	0	0
jiný zdroj tepla - TČ, kogenerační jednotka, atd.	0	0	0
úprava zdroje tepla	0	0	0
celková úspora tepla ve vytápěcí soustavě	149	138	122
celková úspora tepla při přípravě TUV	125	125	125
CELKOVÁ ÚSPORA TEPLA	871	1 014	1 226

TABULKA 7-3

DOSAŽITELNÁ ÚSPORA TEPLA NEKORIGOVANÁ PODLE POSTUPU STUE

			rok 1997	rok 1998	rok 1999	rok 2000	rok 2001	rok 2002	průměry
			(GJ/rok)	(GJ/rok)	(GJ/rok)	(GJ/rok)	(GJ/rok)	(GJ/rok)	
1.	fakturovaná spotřeba tepla na vytápění	(GJ/rok)	0	2 012	1 609	1 483	1 601	1 644	2 012
2.	potřeba tepla na vytápění stanovená v energetickém auditu pro normový stav (normové denostupně)	(GJ/rok)	2 165	2 165	2 165	2 165	2 165	2 165	2 165
3.	fakturovaná spotřeba tepla na vytápění přepočtená na normový stav (normové denostupně)	(GJ/rok)	0	2 158	1 810	1 821	1 748	1 748	2 158
4.	rozdíl vyjádřený v procentech mezi fakturovanou spotřebou přepočtenou na normový stav a mezi potřebou tepla stanovenou v energetickém auditu - 3/2	(%)	-100,00%	-0,30%	-16,37%	-15,88%	-19,26%	-19,25%	-0,3%
C VYTÁPĚNÍ									
5.	normový počet denostupňů	D°	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899	3 899
6.	skutečný počet denostupňů	D°	3 871	3 635	3 466	3 176	3 572	3 666	3 564
7.	poměr denostupňů - 6/5	(%)	99,29%	93,25%	88,89%	81,45%	91,62%	94,02%	91,42%
8.	průměrná vnitřní teplota - t _{ip}	(°C)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	
9.	průměrná vnější teplota za otopné období - t _{ep}	(°C)	3,7	4,9	4,3	5,0	4,3	3,7	4,3
10.	skutečný počet dnů v otopném období - d	(dny/rok)	245,0	249,0	228,0	219,0	235,0	232,0	234,7
11.	normovaný počet dnů v otopném období - d _n	(dny/rok)	242	242	242	242	242	242	
12.	normová průměrná vnější teplota za otopné období - t _{ep,n}	(°C)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
PŘÍPRAVA TUV									
13.	fakturovaná spotřeba tepla na přípravu TUV	(GJ/rok)	0	510	560	580	550	520	544
14.	potřeba tepla na přípravu TUV stanovená v energetickém auditu	(GJ/rok)	559	559	559	559	559	559	559
15.	rozdíl mezi fakturovanou spotřebou tepla a potřebou stanovenou v auditu (15/14)	(GJ/rok)	-559,5	-49,5	0,5	20,5	-9,5	-39,5	-15,5
16.		(%)	-100,00%	-8,85%	0,09%	3,67%	-1,70%	-7,06%	-2,77%
17.	celková potřeba tepla na vytápění a TUV stanovená v EA	(GJ/rok)	2 724	2 724	2 724	2 724	2 724	2 724	2 724
18.	celková spotřeba tepla na vytápění a TUV fakturovaná a přepočtená na normový stav	(GJ/rok)	0	2 668	2 370	2 401	2 298	2 268	2 702
19.	rozdíl vyjádřený v procentech mezi fakturovanou spotřebou přepočtenou na normový stav a mezi potřebou tepla stanovenou v energetickém auditu - 18/17	(%)	-100,00%	-2,06%	-12,99%	-11,86%	-15,65%	-16,74%	-0,81%
20.	korigování úspory odvozené z potřeby podle naměřené spotřeby tepla pro vytápění	k "název" k - CELKOVÉ VYTÁPĚNÍ A TUV	99,19%		kTUV	97,23%		kvyt	99,70%

TABULKA 7-4

ODLADĚNÍ MODELU; HODNOCENÍ MODELOVÉ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV PODLE TRAFIČNÍHO POSTUPU STUE

Metoda výpočtu potřeby tepla podle VDI 2067 je časově a náplňově ukončena. Poslední verze dokumentu je z roku 1998. Zavedením EN 832 se změnila i technická filozofie dokumentů VDI 2067. Potřeba tepla je zcela řešena v DIN 4108-6:2003 aplikací EN. Soubor VDI 2067 je rozdělen do 5 základních skupin a předpokládá se 46 dokumentů (postupně podle zpracování). Od roku 2000 je věnován hospodárnosti zařízení TZB pro vytápění, TV, větrání, a to pro všechny druhy budov. Dokumenty jsou komplexně pojaty pro oceňování energetické náročnosti soustav technického zařízení zavedením tzv. součinitele využití energie. Práce na souboru jsou v počátku a v normalizační činnosti jim odpovídá DIN V 4701-10. Dále poskytují metodiku ekonomického hodnocení zařízení včetně podkladů (životnost, oprava, údržba).

7.2. POSUZOVÁNÍ PODLE VYHLÁŠKY Č. 291/2001 SB., KTEROU SE STANOVÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE PŘI SPOTŘEBĚ TEPLA V BUDOVÁCH

Tato vyhláška umožňuje stanovení potřeby tepelné energie za otopné období (§ 7). Pro budovu z příkladu v kapitole 6 je posouzení provedeno v tabulkách 7-5 a 7-6.

Výpočet je proveden jak podle metodiky vyhlášky, tak i podle českých norem.

Přepočet na spotřebu tepla za otopné období je podle vztahu:

$$E_{ro} = E_r \cdot \frac{(t_i - t_{es}) \cdot d}{D_x} \quad [\text{kWh}] \quad (7-1)$$

kde

E_{ro}	potřeba tepelné energie pro vytápění za konkrétní otopné období	(kWh)
E_r	potřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období	(kWh)
t_i	převládající vnitřní teplota v daném otopném období v budově (19,5 °C)	(°C)
t_e	průměrná teplota venkovního vzduchu v daném otopném období (3,4 °C)	(°C)
d	počet dnů vytápění v daném otopném období = 242	(-)
D_x	počet denostupňů uvažovaný při výpočtu potřeby tepla podle vyhlášky; $t_i=20^\circ\text{C}$, $D_x=3920$	(-)

V tabulce 7-5 je výpočet hodnoty E_{ro} v GJ. Zkratka HP značí otopné období.

GJ/HP	Stávající řešení	Varianta opatření		
		1.	2.	3.
E_r	2 077	1 551	1 371	1 101
t_i	20	20	20	20
t_{es}	3,4	3,4	3,4	3,4
d	242	242	242	242
D_x	3920	3920	3920	3920
E_{ro}	2 129	1 589	1 405	1 129

TABULKA 7-5

VÝPOČET POTŘEBY TEPLA E_{ro}

Vyhodnocení je v části 7.4.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát																					
prostupen		Stavební díl		Plocha stávající		Součinitel prostupu tepla U ve W/m².K						Plocha nová				A.U.b					
						Stávající řešení		Varianta opatření								Stávající řešení		Varianta opatření			
								1.	2.	3.	1.							2.	3.		
Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	Průčelí	panel 240 mm	643,86	0,78	0,28	0,28	0,28	643,86	bj	1,00	502,21	180,28	180,28	180,28							
		lodžiové stěny	161,28	1,67	0,35	0,35	0,35	161,28	bj	1,00	269,34	56,45	56,45	56,45							
		panel 240 mm	90,72	0,78	0,28	0,28	0,28	90,72	bj	1,00	70,76	25,40	25,40	25,40							
		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		MIV	282,24	0,71	0,33	0,33	0,33	282,24	bj	1,00	200,39	93,14	93,14	93,14							
		MIV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		MIV	80,64	0,71	0,33	0,33	0,33	80,64	bj	1,00	57,25	26,61	26,61	26,61							
	Štupy	panel 300 mm	213,50	0,40	0,28	0,28	0,28	213,5	bj	1,00	85,40	59,78	59,78	59,78							
		boky lodžii	82,91	0,76	0,49	0,49	0,49	82,908	bj	1,00	63,01	40,62	40,62	40,62							
		3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Plocha jiná 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Plocha jiná 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Plocha jiná 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Plocha jiná 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
	Otvorové výplně	dřevěná zdvojeň	581,28	2,44	2,44	1,91	1,13	581,28	bo	1,15	1628,40	1628,40	1279,46	756,04							
		dřevěná zdvojeň	262,08	2,44	2,44	1,91	1,13	262,08	bo	1,15	734,19	734,19	576,86	340,87							
		dřevěná zdvojeň	40,32	2,44	2,44	1,91	1,13	40,32	bo	1,15	112,95	112,95	88,75	52,44							
		Okna 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bo	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Okna 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bo	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Okna 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bo	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00							
		1,00	589,84	0,91	0,20	0,20	0,20	589,84	bs	1,00	536,76	117,97	117,97	117,97							
		2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bs	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		3,00	67,23	0,91	0,20	0,20	0,20	67,23	bs	1,00	61,18	13,45	13,45	13,45							
	Vnitřní konstrukce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
		Stěny	883,07	2,67	2,67	2,67	2,67	883,07	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
		do vyt. vstupní	222,98	1,98	0,50	0,50	0,50	222,98	bn	0,57	251,65	63,55	63,55	63,55							
		do nevyt. vstupní	334,47	1,02	0,40	0,40	0,40	334,47	bn	0,57	194,46	76,26	76,26	76,26							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
		nosná 140 mm	215,40	2,67	2,67	2,67	2,67	215,40	bn	0,29	166,79	166,79	166,79	166,79							
		Dilatace	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bn	0	0,00	0,00	0,00	0,00							
	Podlaha do exteriéru		32,40	0,84	0,37	0,37	0,37	32,40	bj	1,00	27,22	11,99	11,99	11,99							
			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	bj	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
		SA	4 784,2			SA			4 784,2		SA.U.b		4962	3408	2877	2082					
		h1	kh/K	94,1	převažující teplota			20,00	°C	Evp	kWh	512 059	365 781	315 852	240 958						
větráním		h2	kWh/m3	13,1	V	m3	12 934	stávající	Evv		kWh	169 714	169 714	169 714	169 714						
					12 934	nový															
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla						Evz		kWh	77 601	77 601	77 601	77 601							
		ze slunečního záření						Ezs		kWh	38 801	38 801	38 801	38 801							
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	577 011	430 733	380 804	305 910								
Měrná spotřeba tepelné energie								e _v	kWh/m³.a	44,6	33,3	29,4	23,7								
Geometrie budovy		A				V						A/V									
		m²				m³															
		stávající	nová			stávající	nový														
		3 901	3 901			12 934	12 934														
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e _{VN}	kWh/m3.a	28,5	28,5	28,5	28,5								
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách											ne	ne	ne	ano							

TABULKA 7-5

POSOUZENÍ BUDOVY PODLE VYHL. 291/2001 Sb.

VYHODNOCENÍ PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 Sb.									
Hodnoty podle výpočtového postupu ve vyhlášce					Hodnoty podle českých technických norem				
	Stávající řešení	Varianta opatření				Stávající řešení	Varianta opatření		
		1.	2.	3.			1.	2.	3.
	kWh					kWh			
Spotřeba tepelné energie pro vytápění ke krytí tepelných ztrát prostupem.					Spotřeba tepelné energie pro vytápění ke krytí tepelných ztrát prostupem.				
E _{vp}	512 059	365 781	315 852	240 958	E _{vp}	483 946	313 572	265 984	195 037
Spotřeba tepelné energie pro vytápění ke krytí tepelných ztrát větráním.					Spotřeba tepelné energie pro vytápění ke krytí tepelných ztrát větráním.				
E _{vv}	169 714	169 714	169 714	169 714	E _{vv}	151 128	151 128	151 128	151 128
Spotřeba tepelné energie pro vytápění.					Spotřeba tepelné energie pro vytápění.				
E _v	681 773	535 495	485 565	410 672	E _v	635 075	464 700	417 113	346 166
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla.					Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla.				
E _{vz}	77 601	77 601	77 601	77 601	E _{vz}	72 799	72 799	72 799	72 799
Tepelné zisky ze slunečního záření.					Tepelné zisky ze slunečního záření.				
E _{zs}	38 801	38 801	38 801	38 801	E _{zs}	86 740	86 740	86 740	86 740
Spotřeba tepelné energie za otopné období.					Spotřeba tepelné energie za otopné období.				
E _r	577 011	430 733	380 804	305 910	E _r	491 490	321 116	273 528	202 581
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období.					Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období.				
e _v	44,6	33,3	29,4	23,7	e _v	38,0	24,8	21,1	15,7
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie					Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie				
e _{vN}	28,5	28,5	28,5	28,5	e _{vN}	28,5	28,5	28,5	28,5
ne					ne				
ne					ano				
ano					ano				
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách									

TABULKA 7-6

POSOUZENÍ BUDOVY PODLE VYHL. 291/2001 Sb.
HODNOTY PODLE VÝPOČTOVÉHO POSTUPU VE VYHLÁŠCE
HODNOTY PODLE ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM

7.3. ŠVÝCARSKÁ LEGISLATIVA PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

Technická filozofie dosažení nízké potřeby tepla a energie v budovách je velice blízká principům SRN. Je to způsobeno obdobným historickým vývojem a podobnými zkušenostmi v této oblasti, spoluprací a členstvím Švýcarska v CENu.

Nicméně v praktických postupech a jejich naplňování jsou některé podstatné rozdíly a na první pohled je zřejmý jednodušší, ale výborně vyhovující přístup.

7.3.1. SN 520 380/1 Z ROKU 2001: TEPELNÁ ENERGIE V BUDOVÁCH

7.3.1.1. VYMEZENÍ

Tato norma **stanovuje potřeby energie** pro **vytápění** budovy a **ohřev** užitkové vody. Platí pro všechny vytápěné budovy. Požadavky jsou definovány pro nové budovy a jejich funkční díly.

Pro modernizaci budov (norma používá jediný výraz „Umbau“) se mezní hodnoty pro budovu nebo její funkční díly užijí podle technických možností, hospodárné únosnosti a s ohledem na památkovou ochranu.

Efektivní (energeticky účinná) výroba tepla bude pojednána v normách SIA 384/1 a 385/3, které se připravují (s ohledem na malý pokrok v tvorbě příslušné EN).

Rozumné užití elektrické energie bude pojednáno v připravované revizi normy SIA 380/4.

7.3.1.2. UŽITÍ NORMY

Norma se může užít trojím způsobem uvedeným v tabulce 7-7.

	I	II	III
	Průkaz (porovnání s požadavky a úředně zadanými veličinami)	Optimalizace (návrh a optimalizace)	Měřená hodnota (porovnání s naměřenými hodnotami)
užití	standardní užití	nejvěrohodnější údaje pro daný objekt	nejvěrohodnější údaje pro daný objekt
klimatické údaje	dlouhodobé střední hodnoty, hodnoty z nejbližší tzv. definované meteo stanice,	dlouhodobé střední hodnoty, nejvěrohodnější hodnoty pro místo	hodnoty pro měřený časový úsek, nejvěrohodnější hodnoty pro místo,
požadavky	mezní a cílové hodnoty	požadavky zadání (definují se v souvislostech s mezní a cílovou hodnotou)	soulad s naměřenými hodnotami

TABULKA 7-7

ZPŮSOB UŽITÍ NORMY

7.3.1.3. POJMY, DEFINICE A JEDNOTKY

Dále uvádíme vybrané pojmy a definice vztahující se k tématu.

Energetická bilance

Středem této normy je energetická bilance budovy. Její důležité prvky jsou zřejmé z obrázku 7-1 (je převzat z EN 832, s ohledem na značení je znovu uveden).

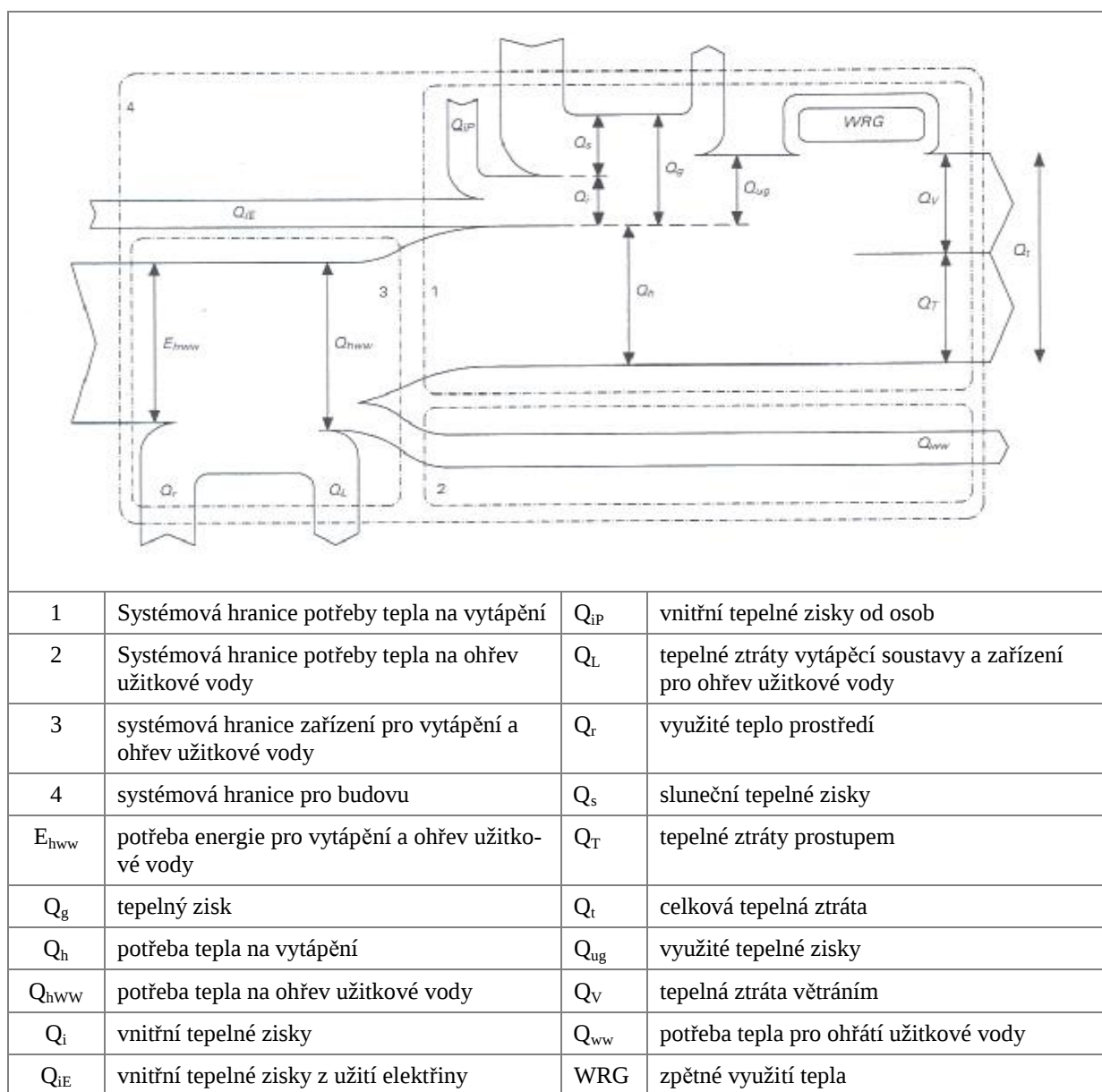
Potřeba tepla pro vytápění Q_h

Potřeba tepla pro vytápění udává rovnice 7-2.

$$Q_h = Q_T + Q_V - \eta_g \cdot (Q_i + Q_s) \quad (7-2)$$

kde:

Q_h	j e	potřeba tepla na vytápění za rok, vztažená na 1m^2 energetické plochy	$(\text{MJ}/\text{m}^2.\text{rok})$
Q_T		tepelná ztráta prostupem za rok vztažená na 1m^2 energetické plochy (norma definuje výpočet)	$(\text{MJ}/\text{m}^2.\text{rok})$
Q_V		tepelná ztráta větráním za rok vztažená na 1m^2 energetické plochy	$(\text{MJ}/\text{m}^2.\text{rok})$
η_g		stupeň využití tepelných zisků. Je závislý na poměru tepelných zisků ku tepelným ztrátám a na tepelné netečnosti budovy (dané časovou konstantou budovy; norma definuje výpočet). Tento činitel snižuje celkové měsíční tepelné zisky na hodnotu, která se využije	$(-)$
Q_i		vnitřní tepelné zisky za rok, vztažené na 1m^2 energetické plochy	$(\text{MJ}/\text{m}^2.\text{rok})$
Q_s		vnější tepelné zisky za rok, vztažené na 1m^2 energetické plochy	$(\text{MJ}/\text{m}^2.\text{rok})$



OBRÁZEK 7-1

ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY

Energetická plocha EBF nebo EBF₀

Energetická plocha je suma všech nadzemních a podzemních ploch podlaží, pro které je nutné vytápění nebo klimatizace. Stanovuje se z vnějších rozměrů včetně obvodových stěn a podle SIA 416. Platí pro výšky podlaží do 3 m (uvažováno od podlahy k podlaze), plochy prostorů s výškou nad 3 m se korigují korekčním faktorem.

Plochy zahrnují i prostory uvnitř tepelně izolační obálky i když nejsou přímo vytápěné a u nichž se vytápění zpravidla předpokládá, např.: schodiště a chodby uzavřené oproti venkovnímu vzduchu, ložnice, dílny apod.

Do energetické plochy se nezapočítávají plochy prostorů, u nichž není vytápění nezbytné, např.:

- kotelny a strojovny výtahů, větrání a klimatizace;
- uhelny a sklady kapalných paliv;
- garáže;
- místnosti pro kola, kočárkárny;
- komory v podkroví a podzemním podlaží;
- ven otevřené plochy, jako je terasy, balkóny, průchody;
- podloubí, pavlače.

Korekční faktor

Prostory s výškou definovanou od podlahy k podlaze sousedícího podlaží vyšší než 3 m mají tzv. korigovanou energetickou plochu EBF₀. Stanoví se ze vztahu:

$$f_h = \frac{h}{h_v} \quad (7-3)$$

kde:

f_h	je	korekční faktor výšky prostoru	(-)
h		výška prostorů měřená od podlahy k podlaze	(m)
h_v		výška prostorů vyšší než 3 m	(m)

Potřeba energie pro vytápění E_h

Potřeba energie E_h na vytápění (vztážená na 1 m² energetické plochy) je množství konečné energie, která se přivede do vytápěcí soustavy pro zabezpečení potřeby tepla na vytápění a technických ztrát ve zdroji, akumulaci a rozvodech. Roční potřeba energie na vytápění je označena podle normy SIA 180/4 jako energetický ukazatel vytápění.

Potřeba tepla pro ohřev užitkové vody Q_{ww}

Potřeba tepla pro ohřev užitkové vody Q_{ww} je množství tepla, které je za rok potřebné k ohřátí užitkové vody na požadovanou teplotu. Hodnota je vztážená na 1 m² energetické plochy

Potřeba energie pro ohřev užitkové vody E_{ww}

Potřeba energie pro ohřev užitkové vody Q_{ww} je množství konečné energie, které je za rok potřebné k ohřátí užitkové vody a ke krytí ztrát při ohřevu užitkové vody, akumulaci a rozvo-

dech. Hodnota je vztažena na 1 m² energetické plochy. Roční potřeba energie na ohřev užitkové vody je označena podle normy SIA 180/4 jako energetický ukazatel teplé užitkové vody.

Potřeba energie pro vytápění a ohřev užitkové vody E_{hww}

Potřeba energie E_{hww} na vytápění a ohřev užitkové vody (vztažena na 1 m² energetické plochy) je množství konečné energie, která se přivede do vytápěcí soustavy a do zařízení pro ohřev užitkové vody. Energie kryje potřeby tepla na vytápění a pro ohřev užitkové vody a technické ztráty ve zdroji, akumulaci a rozvodech. Roční potřeba energie na vytápění a ohřev užitkové vody je označena jako energetický ukazatel tepla.

Stupeň užití η

Koeficient využitelnosti (stupeň užití) η označuje poměr mezi potřebou tepla a potřebou energie v průběhu roku. U soustav s oddělenými zdroji tepla pro vytápění a ohřev užitkové vody se užíje označení η_h a η_{ww} , u kombinovaného zdroje tepla η_{hww} .

7.3.1.4. POŽADAVKY NA BUDOVY

7.3.1.4.1. Význam mezní H_g a cílové H_z hodnoty

Návrhové (projektované) hodnoty se porovnají s mezními a cílovými hodnotami.

Mezní hodnoty se musí dodržet u nových budov a nových funkčních dílů. Je prokázáno, že jejich dosažení je se stávajícím stavem techniky bezproblémové a hospodárné.

Při modernizaci nebo opravě je při systémovém požadavku, tj. celé budově, mezní hodnota dodržena nebo dodržena pro jednotlivé funkční díly v rámci technických možností, hospodárnosti a s ohledem na památkovou ochranu.

Cílová hodnota je pro nové budovy a funkční díly směrná a usiluje se o snížení potřeby na její hodnotu. Vhodnými kombinacemi energeticky vhodných funkčních dílů je dosažitelná a dokonce podkročitelná. Je třeba v každém řešení ověřovat realizovatelnost a hospodárnost.

7.3.1.4.2. Systémový požadavek

Systémový požadavek posuzuje celou budovu. Je-li splněn, není potřeba ověřovat jednotlivé funkční díly.

Budovy jsou podle užití rozděleny do 12 kategorií s detailně vymezeným užitím, viz. tabulka 7-9.

Vyskytuje-li se v budově více částí budovy s různými kategoriemi, převedou se části s plochou menší než 10% celkové energetické plochy do jiné kategorie. Části budov se mohou také přiřadit k jiné části, je-li jejich vnitřní teplota stejná nebo vyšší. Postup je zřejmý z příkladu v tabulce 7-8.

Kategorie budovy		EBF v m ²	vnitřní teplota ve °C
III.	budovy pro administrativu a správu	70 ¹⁾	20
VI	restaurace	300	20
VIII	nemocnice	50 ¹⁾	22 ²⁾
XI	sportovní budovy	100 ¹⁾	18 ²⁾
XII	krytá koupaliště	600	28
	celkem	1 120	

Kategorie budovy		EBF v m ²	vnitřní teplota ve °C
1) přiřazení podle plochy 2) přiřazení podle vnitřní teploty			
VI	restaurace	470	20
XII	krytá koupaliště	650	28

TABULKA 7-8

PŘÍKLAD PŘÍŘAZENÍ ENERGETICKÉ PLOCHY EBF

7.3.1.4.2.1. Obálkový činitel A/EBF

Obálkový činitel je poměr plochy obálky budovy A a energetické plochy EBF .

Plocha obálky budovy A je součet ploch, které při výpočtu potřeby tepla na vytápění se použijí jako systémová hranice pro bilanci tepla.

Plochy do nevytápěných prostorů a do zeminy se sníží redukčním faktorem b_u nebo b_G . Plochy se do vytápěných prostorů neuvažují.

Plocha A je dána vztahem

$$A = \sum_j A_j + \sum_k b_{uk} \cdot A_{uk} + \sum_i b_{Gi} \cdot A_{Gi} \quad (7-4)$$

kde:

A	je	tepelně významná plocha obálky budovy	(m ²)
A_j		plochy do venkovního prostředí	(m ²)
b_{uk}		redukční činitel pro tepelné ztráty do nevytápěného prostoru. Jeho výpočet stanovuje tato norma	(-)
A_{uk}		plochy do nevytápěného prostoru	(m ²)
b_{Gi}		redukční činitel pro tepelné ztráty do zeminy. Jeho výpočet stanovuje tato norma	(-)
A_{Gi}		plochy do zeminy	(m ²)

7.3.1.4.2.2. Mezní hodnota H_g

Mezní hodnota H_g se stanoví ze vztahu:

$$H_g = H_{g0} + \Delta H_g \cdot \left(\frac{A}{EBF} \right) \quad (7-5)$$

kde:

H	je	mezní hodnota celková	(MJ/m ²)
H_{g0}		mezní hodnota základní	(MJ/m ²)
A		plocha tepelně významné obálky budovy	(m ²)
EBF		energetická plocha	(m ²)

V tabulce 7-9 jsou mezní hodnoty pro roční potřebu tepla pro nové budovy. Jsou definovány pro průměrnou roční venkovní teplotu 8,5 °C.

Mezní hodnota (platná pro 8,5 °C) se sníží nebo zvýší o 4% za každý °C nad nebo pod touto teplotou.

Mezní hodnota pro modernizaci/opravu budovu je 140 % mezní hodnoty pro novou budovu.

Kategorie budovy		Mezní hodnota		Příklady užití budov a prostor
		H_{g0}	ΔH_g	
		MJ/m ²	MJ/m ²	
I	bydlení s více byty	80	90	bytové domy, hotely, ubytovny a koleje, rekreační budovy, budovy pro tělesně postižené, kasárna, věz-nice
II	bydlení s jedním a dvěma byty	90	90	jedno a dvou bytové RD, řadové RD, rekreační do-my
III	budovy pro administrativu a správu	75	90	administrativní budovy soukromé i státní, lékařské ordinace, knihovny, ateliéry, výstavní prostory, kulturní střediska, výpočetní střediska, budovy pro spo-je, budovy TV, filmová studia
IV	školy	90	90	školy všech stupňů, MŠ, školící prostory, budovy pro vzdělávání, kongresové budovy, laboratoře, vý-zkumné ústavy, prostory obecních úřadů, zařízení pro volný čas
V	budovy pro ob-chod	60	90	prodejní prostory všeho druhu včetně nákupních center, výstavnictví
VI	restaurace	95	90	restaurace včetně kuchyní, kavárny, kantýny, disko-téky
VII	prostory pro shromažďování	105	90	divadla, koncertní sály, kina, kostely, auly, sportovní haly pro více diváků
VIII	nemocnice	100	100	nemocnice, psychiatrické kliniky, domovy pro dů-chodce, rehabilitační centra, prostory pro ambulantní péči
IX	průmyslové bu-dovy	75	80	průmyslové budovy, dílny, servisy, nádraží, hasičské budovy
X	budovy pro skladování	80	80	sklady, rozvodny
XI	sportovní bu-dovy	95	80	tělocvičny a sportovní haly, prostory pro gymnasti-ku, tenisové haly, kuželkové dráhy, fitniscentra,
XII	krytá koupaliště	70	130	krytá koupaliště, bazény pro výuku, sauny, lázeňské budovy

TABULKA 7-9

MEZNÍ HODNOTY POTŘEBY TEPLA U NOVÝCH BUDOV (PŘI PRŮMĚRNÉ ROČNÍ VENKOVNÍ TEPLOTĚ 8,5°C), KATEGORIE BUDOV A JEJICH UŽITÍ

7.3.1.4.2.3. Cílová hodnota H_z

Cílová hodnota je směrná hodnota, ke které se mají přibližovat hodnoty potřeby tepla.

Cílovou hodnotu pro nové budovy stanovuje vztah:

$$H_z = 60 \% \cdot H_g \quad (7-6)$$

7.3.1.4.3. Požadavek na jednotlivé funkční díly

Požadavek na jednotlivé funkční díly posuzuje tepelně významné díly stavební konstrukce (obálky budovy): neprůsvitné (střecha, stěny, podlaha), **neprůsvitné díly s velkoplošným vytápěním**, okna, **okna s předsazeným otopným tělesem**, dveře, a to jak do venkovního prostředí, tak i do nevytápěných prostorů. Tepelná ochrana není předmětem studie, toto posouzení se nedotýká TZB. Pro úplnost dodáváme, že mezní i cílové hodnoty jsou vyjádřeny součinitelem prostupu tepla U , dále součiniteli tepelných mostů ψ a χ . Jsou pro ně uvedeny mezní hodnoty

Hodnoty v tabulce 3-4 platí pro vnitřní teplotu 20 °C a průměrnou roční teplotu mezi 7 až 10 °C.

Ve Švýcarsku jako členské zemi CEN jsou zavedeny normy EN a uplatňují se plně v této normě.

	mezní hodnota	cílová hodnota
	do venkovního prostředí	do venkovního prostředí
	U (W/m ² .K)	U (W/m ² .K)
neprůsvitné plochy (stěna, střecha, podlaha)	0,3	0,2
neprůsvitné plochy s velkoplošným vytápěním	0,25	0,2
okna	1,7	1,2
okna s předsazenými otopnými tělesy	1,2	1,0
plné dveře	2,0	1,6

TABULKA 7-10

MEZNÍ HODNOTY SOUČINITELE U

Tento postup posouzení je podstatně jednodušší než systémový postup. Nevyžaduje výpočet roční potřeby tepla. Je prokázáno, že funkční díly vyhovující požadavkům této normy vytvoří předpoklad pro splnění systémových požadavků.

Tento zjednodušený postup se připouští u nových budov pouze tehdy, je-li plocha funkčních dílů s přípustným U rovným nebo vyšším než 1 W/m².K (okna, dveře) menší než 20 % energetické plochy EBF. Obdobně je vymezeno užití při modernizaci stávajících budov.

7.3.1.5. VÝPOČET POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Výpočet potřeby tepla se metodicky dělí na stanovení potřeby tepla z tepelného výkonu a na konečnou potřebu ovlivněnou vytápěním a zařízením pro ohřev užitkové vody.

Postup výpočtu potřeby tepla se omezuje na stavební funkční díly tvořící tepelnou ochranu budovy. Vychází z SN EN 832, nicméně v normě se zdůrazňuje, že postup podle SN EN 832 se použije výjimečně pro velmi zvláštní případy. Pro běžné případy je postup zjednodušen zavedením tzv. standardních údajů a hodnot uvedených v tabulce 7-11. Postup v této normě založený na převzatých EN postačí ke zpracování průkazu.

Vliv TZB na potřebu tepla a potřebu konečné energie se zapracuje ve druhé části, uvedené dále a mající doposud informativní charakter.

kategorie budovy standardní užití a hodnotové vyjádření		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		bytový dům vícepodlažní	bytový dům s malým počtem bytů - RD	budovy pro administrativu a správu	školy	budovy pro obchod	restaurace	prostory pro shromažďování	nemocnice	průmyslové budovy	budovy pro skladování	sportovní budovy	krytá koupaliště
vnitřní teplota	°C	20	20	20	20	20	20	20	22	18	18	18	28
plocha na osobu	A_p m^2	40	60	20	10	10	5	5	30	20	100	20	20
tepelný zisk z osoby	Q_p W/P	70	70	80	70	90	100	80	80	100	100	100	60
denní doba přítomnosti	t_p h	12	12	6	4	4	3	3	16	6	6	6	4
spotřeba elektřiny za rok	Q_e MJ/m ²	100	80	80	40	120	120	60	100	60	60	20	200
redukční činitel spotřeby elektřiny	f. (-)	0,7	-0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7
množství venkovního vzduchu	$\frac{\dot{V}}{EBF_0}$ m ³ /h.m ²	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	0,3	0,7	0,7
roční potřeba tepla na ohřátí užitkové vody vztahovaná na EBF ₀	W_{ww} MJ/m ²	75	50	25	25	25	200	50	100	25	5	300	300

TABULKA 7-11

STANDARDNÍ HODNOTY

7.3.1.6. ENERGETICKÝ UKAZATEL E

Energetický ukazatel E (MJ/m²) je vyjádřen celkovou roční potřebou konečné energie vztahovou na energetickou plochu:

V této normě se uplatňují dílčí energetické ukazatele, a to pro vytápění E_h , pro ohřev užitkové vody E_{ww} a pro teplo (vytápění a ohřev užitkové vody) E_{hww} .

Maximální hodnoty energetických ukazatelů jsou uvedeny v příloze k normě a mají doposud informativní závaznost. Účelem tohoto postupu je jejich ověření a rozšíření jejich závaznosti připravovanou normou SIA 180/4.

Jsou stanoveny pro střední švýcarské klimatické podmínky (rozmezí průměrné roční teploty 7 až 10 °C), mezní hodnoty potřeby tepla na vytápění a min. směrné hodnoty součinitele užití podle tabulek 7-13 a 7-14. Dále jsou užity standardní hodnoty z tabulky 7-11 pro výpočty potřeby tepla.

V tabulce 7-12 jsou uvedeny nejběžnější kombinace řešení tepelné ochrany a zařízení, tj. vytápění a ohřevu užitkové vody. Energetický ukazatel lze stanovit pro každé řešení budovy.

Kategorie budovy	A/EBF	Q _h	Q _{ww}	zdroj tepla	η_h	η_{ww}	η_{hww}	E _h	E _{ww}	E _{hww}
		MJ/m ²						MJ/m ²		
I bydlení s více byty	1,3	197	75	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,76			358
				kotel na plyn nebo olej s odděleným ohřevem užitkové vody (plyn)	0,85			232		
						0,60			125	357
				kotel na plyn nebo olej s odděleným ohřevem užitkové vody (TČ)	0,85			232		
						2,0			38	270
II bydlení s jedním a dvěma byty	2,0	270	50	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,80			401
				kotel na plyn nebo olej s odděleným ohřevem užitkové vody (elektrina)	0,85			318		
						0,70			71	389
				kotel na plyn nebo olej s odděleným ohřevem užitkové vody (TČ)	0,85			318		
						2,0			25	343
				elektrické vytápění s odděleným ohřevem užitkové vody (elektrina)	0,93			290		
						0,70			71	361
	1,5	225	50	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,79			348
				TČ (země/voda) s kombinovaným ohřevem užitkové vody	3,0	(0,70)	2,8			99
III budovy pro administrativu a správu	0,8	147	25	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,80			215
				kotel na plyn nebo olej s odděleným ohřevem užitkové vody (plyn)	0,85	0,60		173		
									42	215
				CZT s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,93	(0,70)	0,87			198
	1,5	210	25	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,81			259
IV školy	1,2	198	50	kotel na plyn nebo olej s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,78			316
				CZT s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,93	(0,70)	0,86			289
				kotel na dřevo s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,75	(0,70)	0,69			359

Katego- rie bu- dovy	A/EBF	Q _h	Q _{ww}	zdroj tepla	η_h	η_{ww}	η_{hww}	E _h	E _{ww}	E _{hww}
		MJ/m ²						MJ/m ²		
V budovy pro ob- chod	1,0	150	50	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,77			260
				kotel na plyn nebo olej s oddě- leným ohřevem užitkové vody (plyn)	0,85			176		
						0,60			83	259
VI restau- race	1,5	230	200	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,71			607
VII prostory pro shro- mažďo- vání	1,2	213	50	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,79			335
VIII nemoc- nice	0,8	180	100	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,74			380
				CZT s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,93	(0,70)	0,81			347
IX průmys- lové bu- dovy	1,0	155	25	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,80			224
X budovy pro sklado- vání	0,8	144	5	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,84			179
				kotel na plyn nebo olej s oddě- leným ohřevem užitkové vody (elektrina)	0,85			169		
						0,70			7	176
XI sportov- ní bu- dovy	0,8	159	300	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,66			691
				kotel na plyn nebo olej s oddě- leným ohřevem užitkové vody (plyn)	0,85			187		
						0,60			500	687
XII krytá koupa- lišťe	1,0	200	300	kotel na plyn nebo olej s kom- binovaným ohřevem užitkové vody	0,85	(0,70)	0,68			739
				CZT s kombinovaným ohřevem užitkové vody	0,93	(0,70)	0,74			676

TABULKA 7-12 MAX. ENERGETICKÝ UKAZATEL PRO HODNOTU ROČNÍ PRŮMĚRNÉ TEPLoty
8,5 °C, MEZNÍ HODNOTY POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A MIN. SMĚRNÉ
HODNOTY PRO STUPEŇ VYUŽITÍ ZAŘÍZENÍ

7.3.1.6.1. Směrné hodnoty pro stupeň využití zařízení

7.3.1.6.1.1. Zařízení pro vytápění bez ohřevu užitkové vody

Pro směrné hodnoty stupně užití η_h (poměr potřeby tepla pro vytápění ku potřebě energie pro vytápění při zohlednění tepelných ztrát zdroje tepla, akumulace a rozvodů) zařízení pro vytápění bez ohřevu užitkové vody, které odpovídá stavu techniky, platí směrné hodnoty:

Zdroj tepla ve vytápěcí soustavě	η_h
kotel na plyn nebo kapalná paliva	0,85 ... 0,95
kotel na dřevo	0,75 ... 0,85
CZT	0,93 ... 0,97
elektrické vytápění	0,93 ... 0,97
TČ (vzduch/voda)	2,50 ... 3,00 *
TČ (země/voda)	3,00 ... 3,50 *
TČ (voda/voda)	3,50 ... 4,50 *
* v závislosti na vstupní teplotě otopné vody	

TABULKA 7-13

SMĚRNÉ HODNOTY STUPNĚ UŽITÍ η_h PRO VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

7.3.1.6.1.2. Oddělený ohřev užitkové vody

Pro směrné hodnoty stupně užití η_{ww} (poměr potřeby tepla pro ohřev užitkové vody ku potřebě energie pro ohřev užitkové vody při zohlednění tepelných ztrát zdroje tepla, akumulace a rozvodů) zařízení pro oddělený ohřev užitkové vody, které odpovídá stavu techniky, platí směrné hodnoty:

	η_{ww}
elektrický ohřívač	0,70 ... 0,80
plynový ohřívač	0,60 ... 0,75
TČ (vzduch/voda)	2,00 ... 2,50 *

TABULKA 7-14

SMĚRNÉ HODNOTY STUPNĚ UŽITÍ η_{ww} PRO ZDROJE NA OHŘEV UŽITKOVÉ VODY

7.3.1.6.1.3. Kombinované vytápění a ohřev užitkové vody

Pro soustavy s kombinovanými zdroji tepla pro vytápění a ohřev užitkové vody udává se hodnota stupně užití η_{hww} ze směrné hodnoty stupně užití pro vytápění a stupně užití akumulace teplé užitkové vody a rozvodů s konstantní hodnotou 0,7. Směrná hodnota se stanoví:

$$\eta_{hww} = \frac{(Q_h + Q_{ww}) \cdot \eta_h}{Q_h + \frac{Q_{ww}}{0,70}} \quad (7-7)$$

kde:

η_{hww} je stupeň užití zařízení pro vytápění a ohřev užitkové vody s kombinovaným zdrojem tepla na ohřev užitkové vody (-)

Q_h	potřeba tepla na vytápění za rok, vztažená na 1m^2 energetické plochy	(MJ/m ² .rok)
Q_{ww}	potřeba tepla pro ohřátí užitkové vody	(MJ/m ² .rok)
η_h	stupně užití η_h zařízení pro vytápění bez ohřevu užitkové vody	(-)

7.4. VÝPOČTOVÁ METODA PRO STANOVENÍ ENERGETICKÝCH POTŘEB A ÚČINNOSTÍ SOUSTAV - ČÁST 1 OBECNÁ – PREN 14335

Norma definuje výpočtový postup energetických požadavků na vytápění a teplou vodu.

Cílem této obecné části je normovat 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).

Norma 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:

- sdílení tepla (otopná tělesa v prostoru nebo výtokové armatury) včetně regulace;
- rozvody tepla včetně regulace;
- akumulaci tepla včetně regulace;
- výrobu 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 (vedlejší potřeby elektřiny pro provoz zařízení; čerpadla, ventilátory, atd.). Energetická potřeba je následně přepočtena na potřebu prvotní energie.

Výpočetní činitelé pro konverzi energetických potřeb na prvotní energii jsou stanovené na národní úrovni.

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

Potřeby tepla pro vytápění se stanoví podle EN 832 nebo EN ISO 13790.

Tepelný výkon se stanoví podle normy EN 12831.

Požadavky na vytápěcí zařízení stanovuje EN 12 828.

7.4.1. TERMÍNY A DEFINICE

Pro účely této evropské normy platí termíny v ISO 7345 a následující pojmy:

výpočetní období

časové období (časový úsek) uvažované pro výpočet tepelných ztrát a zisků (např. měsíc, den, podporované období)

potřeba tepla pro teplou vodu (TV)

množství tepla potřebné pro ohřátí teplé vody ke zvýšení její teploty z teploty studené vody v rozvodu na stanovenou teplotu dodávky

účinnost, rozvod

podíl mezi energetickou potřebou pro vytápění (pro otopnou soustavu a/nebo soustavu teplé vody) s adiabatickým rozvodem a požadavků s neideálním rozvodem

účinnost, sdílení tepla a výtok teplé vody

podíl mezi energetickou potřebou pro vytápění se sdílením tepla (výtokem teplé vody) se stálým rozdělením vnitřní teploty ve vytápěné místnosti (trvalou teplotou teplé vody) a energetickými požadavky s neideálním sdílením tepla (výtokem teplé vody) a neideální regulací teploty v místnosti

účinnost, výroba tepla

podíl mezi potřebou tepla a energetickými požadavky

potřeby energie na vytápění

energie dodaná do tepelné soustavy k zabezpečení potřeby tepla budovy

konečná energie

energie požadovaná pro vytápění a zařízení teplé vody včetně vedlejší energie

potřeba tepla, budovy

teplo dodané do vytápěného prostoru k udržení nastavené vnitřní teploty vytápěného prostoru

vytápěný prostor

místnost nebo prostor vytápěná na nastavenou teplotu

tepelné ztráty, rozvod

tepelné ztráty rozvodu tepla včetně využitelných tepelných ztrát

tepelné ztráty tepelné soustavy, sdílení tepla

tepelné ztráty obálkou budovy způsobené nestejnoměrnou teplotou rozvodu a neúčinnou regulací ve vytápěném prostoru

tepelné ztráty tepelné soustavy, výroba tepla

tepelné ztráty tepelného zdroje jak po dobu provozu tak i v pohotovostním stavu a tepelné ztráty způsobené neideální regulací tepelného zdroje včetně využitelných tepelných ztrát

tepelné ztráty tepelné soustavy, celkem

součet tepelných ztrát tepelné soustavy včetně využitelných tepelných ztrát

čisté tepelné požadavky

požadavky na teplo snížené o množství tepla z využitých tepelných ztrát

podíl částečného zatížení

podíl mezi vyrobeným teplem v průběhu výpočtového období a maximálním možným výkonem ze zdroje tepla za stejné období

prvotní energie

energie zahrnující uvažované ztráty přeměny pro celý energetický řetězec

využitelné tepelné ztráty tepelné soustav

část tepelných ztrát z vytápění a teplé vody, které mohou být využity ke snížení potřeby tepla na vytápění

využité tepelné ztráty

část využitelných tepelných ztrát, které snižují potřebu tepla na vytápění a které nejsou přímo uvažovány při snížení tepelných ztrát tepelné soustavy

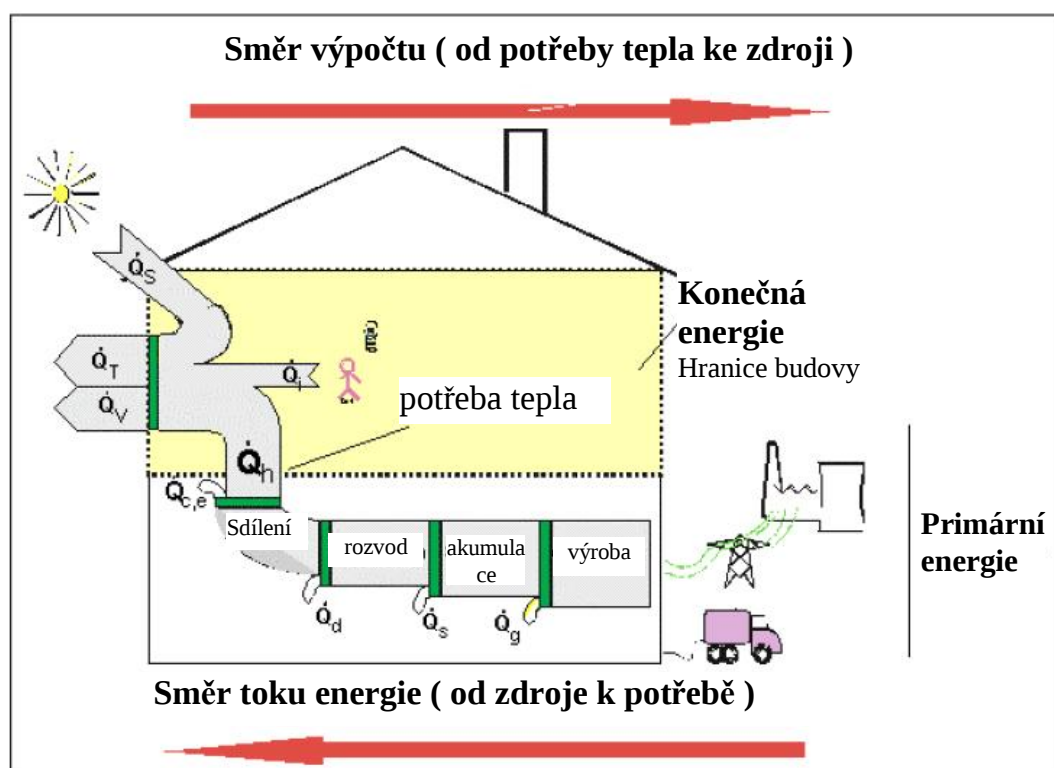
provozní doba soustavy (otopné období)

doba, po kterou výkon soustavy je schopný zabezpečit požadavky

část vytápěného prostoru s danou (nastavenou) teplotou, ve kterém se předpokládají zanedbatelné prostorové změny vnitřní teploty

7.4.2.1. PRVOTNÍ ENERGIE

- potřeby tepla na vytápění budovy (teplené vlastnosti budovy a vnitřní a vnější prostředí) a potřeby 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 7-2).



SMĚR VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA A SMĚR TOKU ENERGIE

Teplota pro vytápění bez uvažování ztrát soustavy se vypočítají za normovým podmínek podle EN 832, EN ISO 13 790 nebo podobně.

Ztráty soustavy se stanoví oddělené 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 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:

$$E_p = \sum Q_{f,h} \cdot f_{p,i} + \sum W_h \cdot f_{p,i} + \sum Q_{f,w} \cdot f_{p,i} + \sum W_w \cdot f_{p,i} \quad (7-8)$$

kde:

E_p	je	potřeba prvotní energie	(J)
$Q_{f,h}$		potřeba konečné energie na vytápění (viz. rovnici 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	(J)
W_h		potřeba vedlejší energie na vytápění	(J)
$Q_{f,w}$		potřeba konečné energie na ohřev teplé vody (viz. rovnici 3)	(J)
W_w		potřeba vedlejší energie na ohřev teplé vody	(J)

7.4.2.2. KONEČNÁ ENERGIE POŽADOVANÁ NA VYTÁPĚNÍ

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

$$Q_{f,h} = (Q_h - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th} \quad (7-9)$$

kde:

$Q_{f,h}$	je	potřeba konečné energie na vytápění;	(J)
Q_h		potřeba tepla stanovená podle EN 832 nebo EN ISO 13790	(J)
Q_{rhh}		využité teplo z vytápěcí soustavy (tepelné nebo elektrické), které přímo nesnižuje tepelné ztráty Q_{th} ;	(J)
Q_{rwh}		teplo využití ze zařízení pro ohřev teplé vody (tepelného nebo elektrického) pro krytí potřeby tepla na vytápění;	(J)
Q_{th}		celkové tepelné ztráty vytápěcí soustavy. Celkové ztráty vytápěcí soustavy zahrnují využití ztráty (obrázek 7-3)	(J)

Obdobně se analyzuje ohřev užitkové vody

7.4.2.3. KONEČNÁ ENERGIE POŽADOVANÁ SOUSTAVOU TEPLÉ VODY

$$Q_{f,w} = Q_w - Q_{rww} + Q_{tw} \quad (7-10)$$

kde:

$Q_{f,w}$	je	potřeba konečné energie na ohřev užitkové vody	(J)
Q_w		potřeba tepla pro ohřev užitkové vody	(J)
Q_{rww}		využití teplo ze soustavy ohřevu užitkové vody pro ohřev užitkové vody (část vedlejší energie předaná přímo do užitkové vody)	(J)
Q_{tw}		celkové tepelné ztráty soustavy pro ohřev užitkové vody. Celkové ztráty soustavy zahrnují využití ztráty (obrázek 7-3)	(J)

7.4.2.4. VEDLEJŠÍ ENERGIE

Vedlejší energie je zpravidla elektřina užitá pro čerpadla, ventilátory, pohony armatur a řízení/regulaci. Požadavek na vedlejší energie se stanoví pro každou část soustavy W_x a jako hodnota pro celou soustavu. Část vedlejší energie se může využít jako teplo Q_{rx} .

7.4.2.5. VYUŽITELNÉ A VYUŽITÉ TEPELNÉ ZTRÁTY

Jestli-že se uvažuje budova nebo její část, ne všechny vypočtení tepelné ztráty soustavy se nutně ztratí. Některé tepelné ztráty soustavy jsou využitelné.

Např. tepelné ztráty 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 tepelné ztráty 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 (EN ISO 13790).

Na obrázku 7-3 je zřejmé, že požadavky na prvotní energii mohou být vyšší (*pro vytápění*) nebo nižší (*např. pro ohřev užitkové vody*) než požadavky na konečnou energii v závislosti od užití obnovitelné energie.

Tato norma rozlišuje dva způsoby využití tepla z tepelných ztrát:

- využití tepelné ztráty, které se přímo uvažují jako snížení tepelné ztráty
Například podstatná část vedlejší energie v rozvodech se přemění na teplo a předává se přímo do vody. V tomto případě se tato část využitých tepelných ztrát uvažuje ve výpočtu energetické náročnosti rozvodu
- využití tepelné ztráty, které se uplatní pro snížení potřeby tepla pro vytápění.
Např. tepelné ztráty 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 obálky budovy a zásobníku.

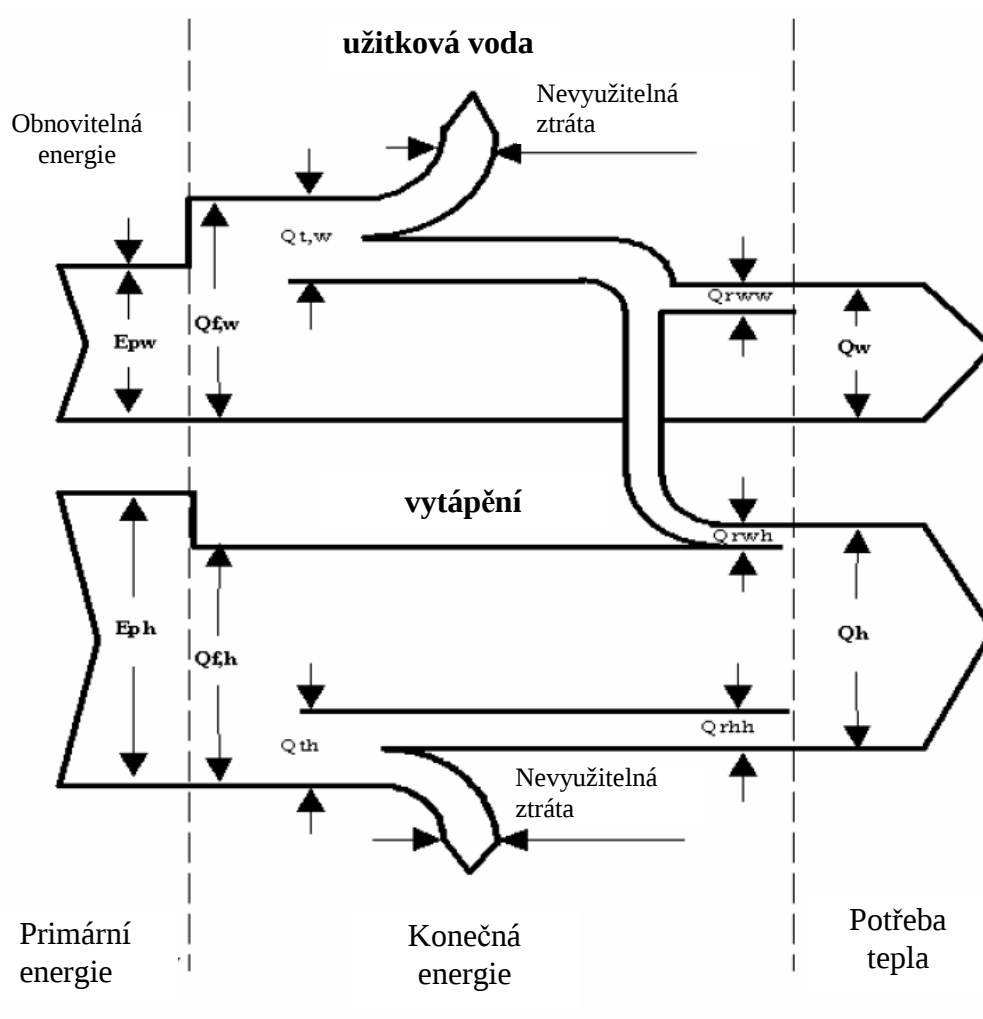
7.4.2.6. POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Potřeba tepla pro vytápění Q_h se vypočte podle EN 832 nebo ISO EN 13 790.

Tento výpočet nezohledňuje tepelné ztráty vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody vzhledem k nestálé teplotě v rozvodu, neúčinnosti regulace, využitelných ztrátách a vedlejší energii.

S ohledem na vstupní údaj zvolený pro nastavení teploty, EN ISO 13 790 poskytuje metodu k přímému výpočtu součtu potřeby tepla a tepelných ztrát při sdílení tepla bez jejich rozlišení. Způsob stanovení vnitřní teploty pro uvažování tepelných ztrát sdílením definuje tato norma.

Účinek přerušovaného vytápění s ideální regulací (řídícím zařízením) se může vypočítat podle EN ISO 13 790 a uvažuje se při stanovení potřeby tepla Q_h . Účinek neideální regulace (pozdější nebo dřívější zátok) se v této normě uvažuje jako tepelná ztráta soustavy.



OBRÁZEK 7-3

TOK ENERGIE OD PRVOTNÍ ENERGIE KU POTŘEBĚ TEPLA

7.4.2.7. POTŘEBA TEPLA PRO TEPLOU VODU

Potřeba tepla pro teplou vodu Q_w je dána vztahem:

$$Q_w = \rho \cdot c \cdot V_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \quad (7-11)$$

kde:

Q_{fw}	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.

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

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

7.4.2.8. TEPELNÉ ZTRÁTY Z VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

Při výpočtu tepelných ztrát se uvažují dílčí části vytápěcí soustavy:

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

Tato struktura se podobá fyzikální struktuře vytápěcí soustavy (obrázek 7-4).

Celkové tepelné ztráty vytápěcí soustavy Q_{th} se mohou vyjádřit jako součet tepelných ztrát z každé části soustavy:

$$Q_{th} = (Q_{h,e} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g}) \quad (7-12)$$

kde:

$Q_{t,h}$	je	tepelná ztráta vytápěcí soustavy;	(J)
$Q_{h,e}$		tepelná ztráta způsobená neideálním sdílením tepla;	(J)
$Q_{h,d}$		tepelná ztráta v rozvodu tepla. Tato ztráta závisí na dispozici rozvodu, jeho umístění, jeho tepelné izolaci, teplotě otopné látky, regulaci, atd;	(J)
$Q_{h,s}$		tepelná ztráta akumulačního zařízení;	(J)
$Q_{h,g}$		tepelná ztráta zdroje tepla během provozní doby, během pohotovostního stavu, a pro neideální regulaci.	(J)

7.4.2.9. TEPELNÉ ZTRÁTY ZE SOUSTAVY TEPLÉ VODY

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

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

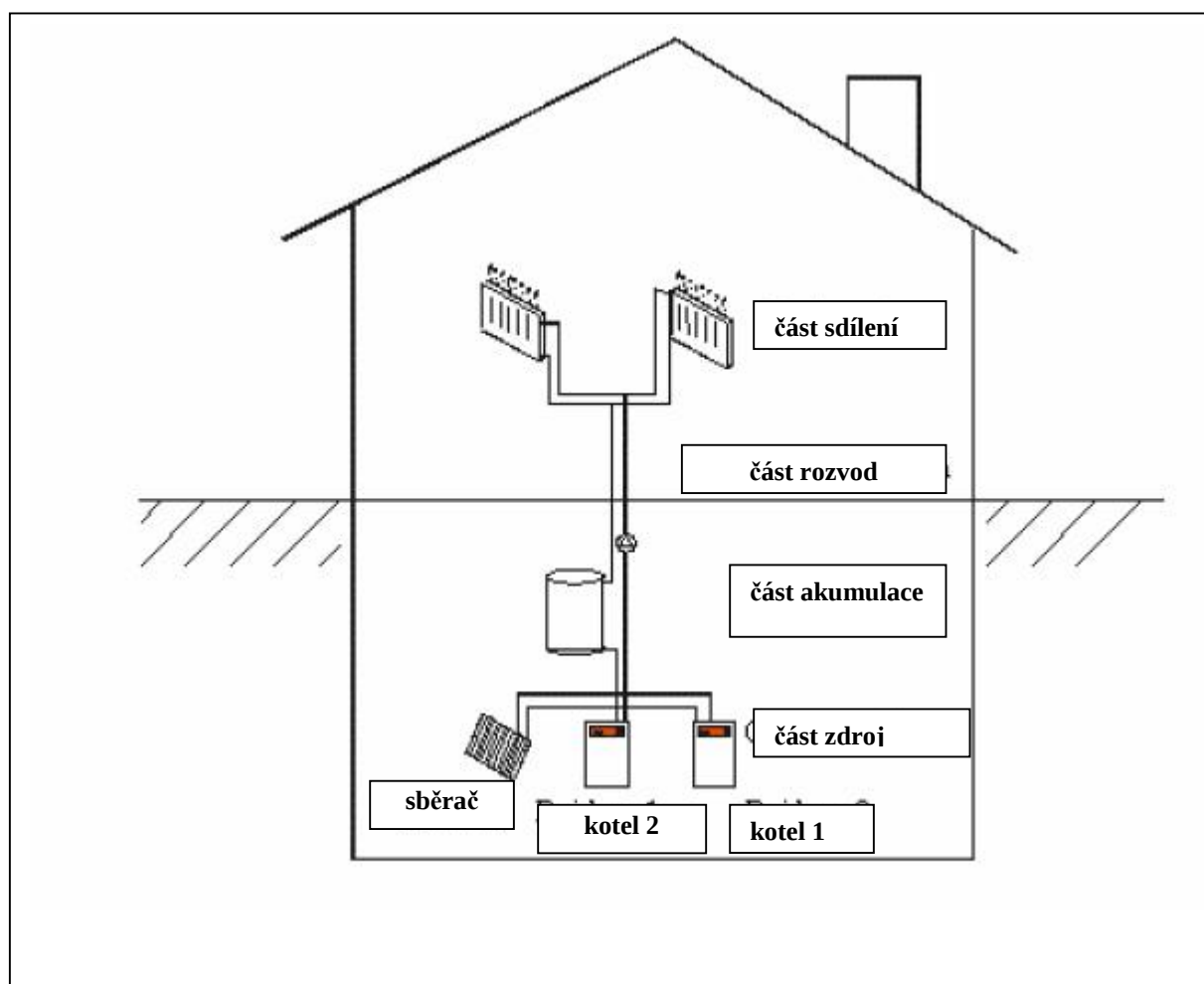
Tato struktura se podobá fyzikální struktuře soustavy teplé vody (obrázek 4).

Celkové tepelné ztráty soustavy teplé vody Q_{wh} se mohou vyjádřit jako součet tepelných ztrát z každé části soustavy :

$$Q_{wh} = (Q_{w,e} + Q_{w,d} + Q_{w,s} + Q_{w,g}) \quad (7-13)$$

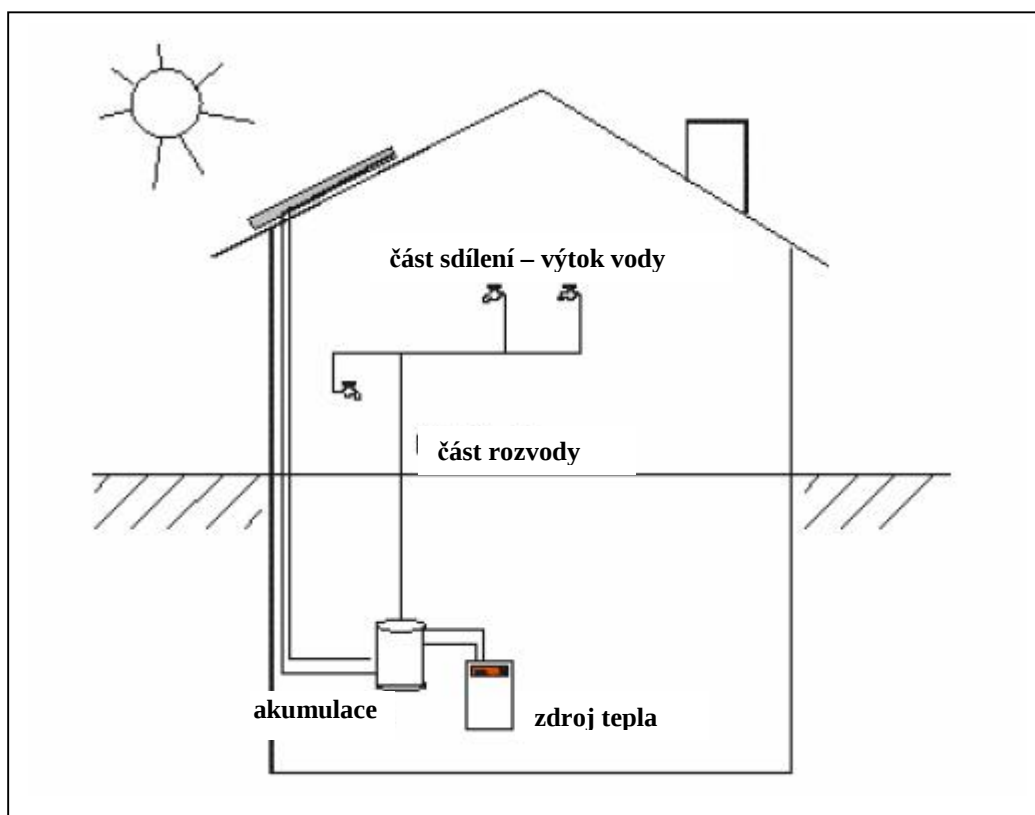
kde:

$Q_{w,h}$	je tepelná ztráta soustavy teplé vody;	(J)
$Q_{w,e}$	tepelná ztráta způsobená neideálním sdílením tepla (např. výtokovými armaturami), kdy může nastat zpoždění v dosažení požadované teploty výtokové vody;	(J)
$Q_{w,d}$	tepelná ztráta v rozvodu teplé vody. Tato ztráta závisí na dispozici rozvodu, jeho umístění, jeho tepelné izolaci, teplotě vody, regulaci, atd;	(J)
$Q_{w,s}$	tepelná ztráta akumulčního zařízení;	(J)
$Q_{w,g}$	tepelná ztráta zdroje tepla během provozní doby, během pohotovostního stavu, a pro neideální regulaci.	(J)



OBRÁZEK 7-4

ČÁSTI VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY



OBRÁZEK 7-5

ČÁSTI SOUSTAVY PŘÍPRAVY TV

7.4.2.10. VÝPOČTOVÁ DOBA

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. týden, měsíce, atd.), provedou se pro každé období výpočty a sečtou se prvotní energetické potřeby za každé období.

7.4.2.11. 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). Informace o rozdělení nebo větvení vytápěcí soustavy je v 7.4.3.3.

7.4.2.12. NÁROČNOST VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY A SOUSTAVY TEPLÉ VODY

Činitel náročnosti soustavy e se vypočte ze vztahu:

$$e = \frac{E_p}{Q_h + Q_w} \quad (7-14)$$

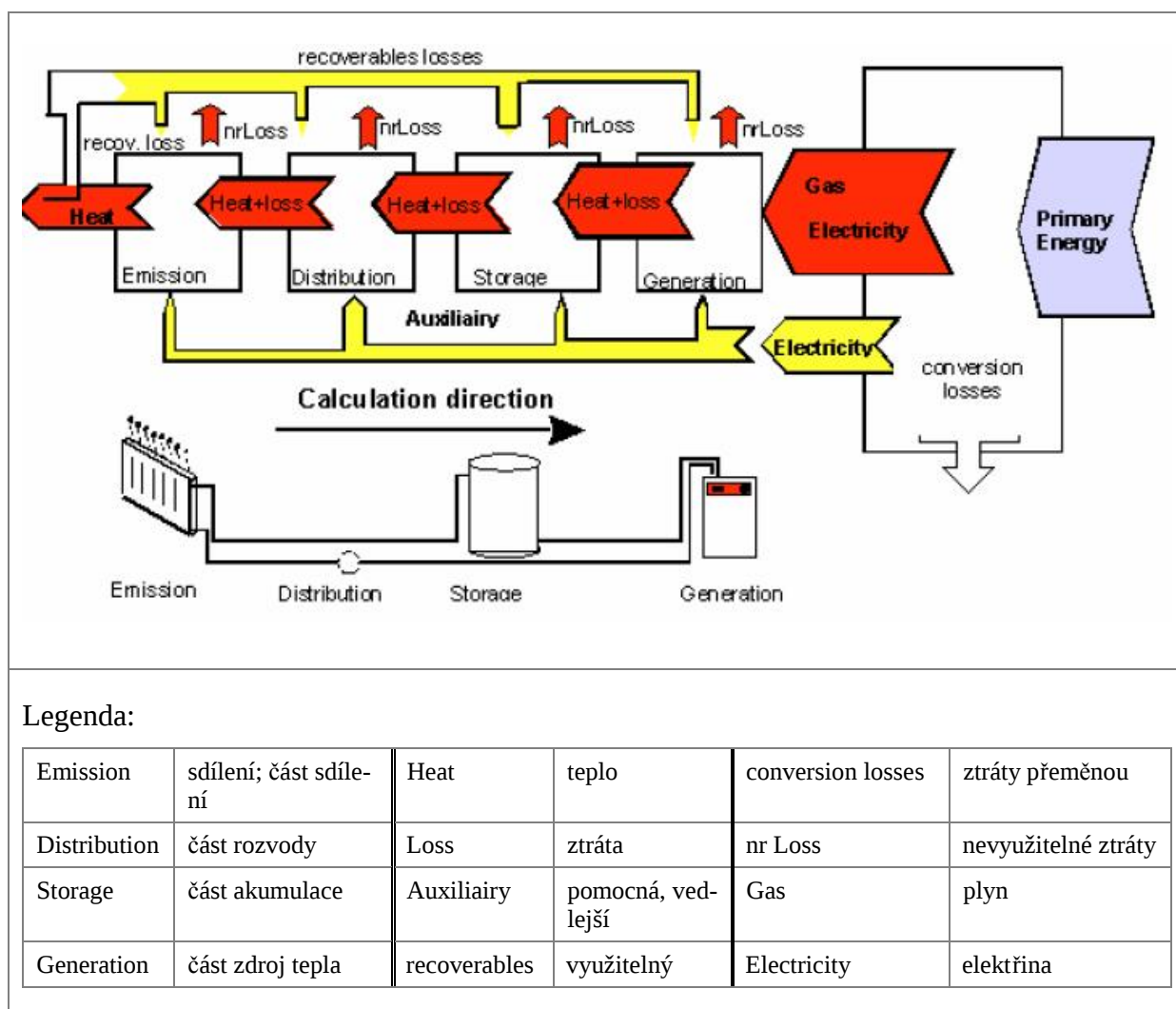
kde:

e	je činitel náročnosti soustavy	(-)
E_p	prvotní energie dodávaná do vytápěcí soustavy	(J)
Q_h	potřeba tepla pro vytápění	(J)
Q_w	potřeba tepla pro teplou vodu	(J)

7.4.3. ENERGETICKÝ VÝÁPOČET PRO VYTÁPĚNÍ A TEPLOU VODU

7.4.3.1. ENERGETICKÉ ZTRÁTY Z VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

Tok energie, směr výpočtu a struktura vytápěcí soustavy je na obrázku 7-6.



OBRÁZEK 7-6

TOK ENERGIE, SMĚR VÝPOČTU A STRUKTURA VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

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 tepelná ztráta $Q_{h,x}$ a je přidána k jejímu tepelnému výstupu, aby se stanovil její energetický vstup.

Protože tepelné ztráty sdílením zvyšují tepelné ztráty obálkou budovy, mohou se počítat přímo s potřebou tepla, aniž by se vzájemně rozlišovaly. V takovém případě se užije EN ISO 13 790 se vstupními daty stanovenými touto normou.

Tepelné ztráty dílčích částí soustavy zahrnují využitelné tepelné ztráty ale nezahrnují vedlejší energii. Požadavek na elektrickou energii W_x se stanoví odděleně (existuje-li), ale elektrická energie přispívá do systému energetických ztrát každé dílčí části soustavy.

Část tepelných ztrát soustavy a část vedlejší 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 tepelné ztráty 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.

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 tepelných ztrát. Tento přístup také zjednoduší vzájemné působení mezi stavební normou jako je EN ISO 13 790, která definuje výpočetní metodu pro tepelné zisky a normou pro tepelnou soustavu, protože se údaje vymění pouze jednou.

Jakákoli výpočetní metoda pro určitou dílčí část soustavy musí usnadnit výpočet:

- požadovaného tepelného vstupu $Q_{in,x}$ nebo tepelné ztráty soustavy
- požadavku na elektrickou energii W_x
- využitelných tepelných ztrát.

založená na následujících vstupních údajích pro dílčí část soustavy:

- tepelný výstup $Q_{out,x}$
- ukazatel vstupní náročnosti

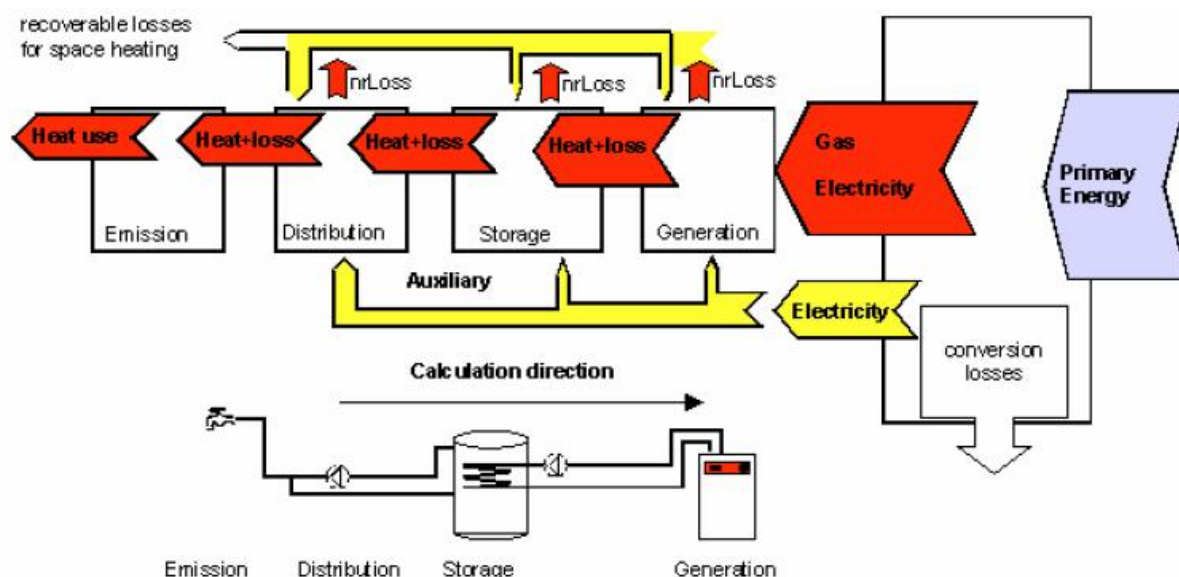
Příloha poskytuje příklad pro dílčí část soustavy sdílení tepla týkající se:

- činitelů ovlivňujících tepelné ztráty dílčích částí soustavy, které se mají vzít v úvahu
- vstupních údajů dílčích částí soustavy, které se užijí, aby byla respektována obecná struktura
- výstupních údajů, které se užijí, aby byla respektována obecná struktura.

Tyto parametry (normové vstupy/výstupy) tabelární hodnoty a/nebo detailnější výpočetní metoda bude popsána ve zvláštních dílech této normy pro každou dílčí část soustavy nebo pro každou technologii dílčí části (např. pro zdroje tepla: kotle, sluneční sběrače, tepelná čerpadla, kogenerační jednotky).

7.4.3.2. ENERGETICKÉ ZTRÁTY ZE SOUSTAVY TEPLÉ VODY

Tok energie, směr výpočtu a struktura vytápěcí soustavy je na obrázku 7-7.



Emission	sdílení; část sdílení	Heat	teplo	conversion losses	ztráty přeměnou
Distribution	část rozvody	Loss	ztráta	nr Loss	nevyužitelné ztráty
Storage	část akumulace	Auxiliary	vedlejší	Gas	plyn
Generation	část zdroj tepla	recoverables	využitelný	Electricity	elektřina
Primary energy	prvotní energie	Calculation direction	směr výpočtu	recoverable losses for space heating	využitelné ztráty pro vytápění

OBRÁZEK 7-7 TOK ENERGIE, SMĚR VÝPOČTU A STRUKTURA SOUSTAVY TEPLÉ VODY

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 tepelná ztráta $Q_{w,x}$ a je přidána k jejímu tepelnému výstupu, aby se stanovil její energetický vstup.

Tepelné ztráty dílčích částí soustavy nezahrnují vedlejší energii. Požadavek na elektrickou energii W_x se stanoví odděleně (existuje-li).

Část tepelných ztrát soustavy a část vedlejší 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.

Využitá tepelná ztráty z různých dílčích částí soustav se sečtou a vypočte se využitá tepelná ztráta (např. EN ISO 13 790) a odečte od potřeby tepla. Využitá tepelná ztráta z oběhového čerpadla sdílená do vody se přímo zahrne do části rozvodu pro snížení ztrát.

Využitá tepelná ztráty 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 náročnost celé soustavy musí uvažovat využitá tepelná ztráty.

Jakákoli výpočetní metoda pro určitou dílčí část soustavy musí usnadnit výpočet:

- požadovaného tepelného vstupu $Q_{in,x}$ nebo tepelné ztráty soustavy
- požadavku na elektrickou energii W_x .
- využitelných tepelných ztrát.

založená na následujících vstupních údajích pro dílčí část soustavy:

- tepelný výstup $Q_{out,x}$
- ukazatel vstupní náročnosti.

Jako ukazatelé náročnosti soustavy se vypočítají konečná energie, prvotní energie a činitel náročnosti soustavy.

7.4.3.3. DĚLENÍ A/NEBO VĚTVENÍ VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

Vytápěcí soustava může vytvářet komplex, např. zahrnující:

- více než jeden druh otopných ploch/výtokových míst vyhovujících víceetapovému 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 zdroj 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 přístupné nebo mohou 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 části 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.

7.4.3.4. ZJEDNODUŠENÉ A PODROBNÉ METODY PRO VÝPOČET CELKOVÉ ZTRÁTY SOUSTAVY

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

Jakákoli hodnota se může použít pro výpočet. Nicméně je důležité, aby výsledky odpovídaly definovaným výstupním hodnotám (tepelný požadavek dílčích částí, požadavek na elektřinu, využitelné tepelné ztráty), a aby ukazatelé náročnosti (vstupní požadované údaje) měly strukturu popsanou v této normě, aby se zajistila náležitá vazba pro výpočty následujících dílčích částí a vývoj společné struktury.

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). Zdá se obtížné stanovit jednotná vstupní a výstupní údaje pro tyto podrobné metody. Z tohoto důvodu pro každou výpočetní metodu bude definována struktura datových rozhraní v dokumentu publikovaném TC 228/WG4 (např. technická zpráva).

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

7.4.4. PŘÍLOHA A

PŘÍKLAD DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY. DÍLČÍ ČÁST SDÍLENÍ TEPLA

7.4.4.1. OBECNĚ

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 schopnost snížit teplotu

- umístění zabudovaných otopných ploch ve vnějších stěnách.

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

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

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

- tepelné ztráty dílčí části sdílení tepla
- vedlejší energetickou potřebu
- využitelné tepelné ztráty.

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

Obrázek 7-8 znázorňuje výpočet vstupních a výstupních dat pro danou dílčí část, např. dílčí část „x“.

Pro uvedený příklad:

- B1 a B2 jsou možné hranice pro energetickou rovnováhu dílčí části;
- E je prvotní energie
- Q je teplo
- W je elektrická energie
- W_x je čistá elektrická energie požadovaná dílčí částí
- index in (nebo h) vyjadřuje energetický vstup (poznámka: h je navrženo pro konsistentnost s Q_h z EN 832)
- index out vyjadřuje energetický výstup
- index nr vyjadřuje nevyužitelné ztráty
- index x se nahradí jedním z následujících podle dílčí soustavy:
 - em sdílení tepla
 - d rozvod
 - s akumulace
 - g zdroj tepla
 - z jiné

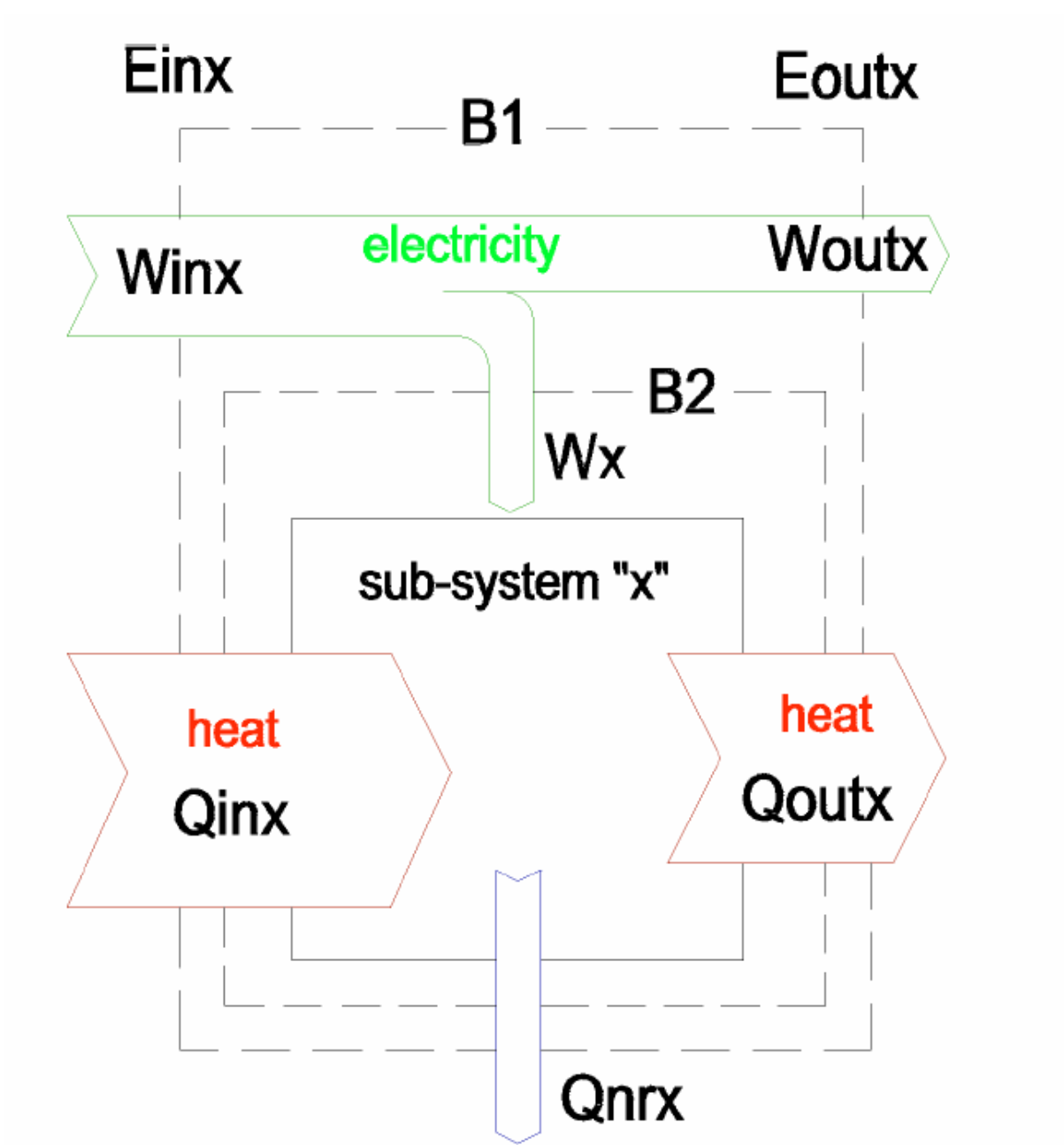
Přeměna na prvotní energii je dána vztahem:

$$E = Q \cdot f_h + W \cdot f_w \quad (7-15)$$

kde:

E	je	prvotní energie	(J)
Q		potřeba tepla pro vytápění	(J)
W		potřeba elektřiny	(J)

f_h	činitel přeměny pro teplo, $f_h \approx 1$	(-)
f_w	činitel přeměny pro teplo, $f_w \approx 2-3$	(-)



OBRÁZEK 7-8 VÝPOČET VSTUPNÍCH A VÝSTUPNÍCH DAT PRO DANOU DÍLČÍ ČÁST, NAPŘ. DÍLČÍ ČÁST „x“

7.4.4.2. ZÁKLADNÍ ENERGETICKÁ ROVNOVÁHA DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY

Základní energetická rovnováha dílčí části soustavy je dána:

$$Q_{outx} + Q_{nrx} = Q_{inx} + W_x \quad (7-16)$$

V této rovnici se nepoužije žádný činitel přeměny.

7.4.4.3. ÚČINNOST UŽITÍ PRVOTNÍ ENERGIE V DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY - CELKOVÝ PŘÍSTUP

B1 je hranice energetické rovnováhy 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:

$$\eta'_x = \frac{E_{outx}}{E_{inx}} = \frac{f_h \cdot Q_{outx} + f_w \cdot W_{outx}}{f_h \cdot Q_{inx} + f_w \cdot W_{inx} + f_h \cdot Q_{nrx}} \quad (7-17)$$

Tento přístup má nevýhodu, že účinnost některých dílčích částí závisí na elektrické energii užitá následnou dílčí částí. Výpočet v sobě zahrnuje dodání elektrické energie následující dílčí části s 100 % účinností. Čím vyšší je tato mimořádná zátěž se 100 % účinností, tím vyšší je účinnost dílčí části.

7.4.4.4. ÚČINNOST UŽITÍ PRVOTNÍ ENERGIE V DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY - INDIVIDUÁLNÍ PŘÍSTUP

B2 je hranice energetické rovnováhy vhodná k popisu jednotlivé dílčí soustavy.

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

$$\eta''_x = \frac{f_h \cdot Q_{outx}}{f_h \cdot Q_{inx} + f_w \cdot W_x} \quad (7-18)$$

Tento přístup má výhodu, že účinnost dílčí části nezávisí na náročnosti jiné dílčí části.

Nicméně v tomto případě výsledek účinností dílčích částí soustav neposkytne celkovou účinnost celé soustavy. Je to způsobeno počtem dodávek energií a mnoha energetickými výstupy v soustavě. Celková účinnost celé soustavy se musí vypočítat na podkladě součtu tepelných ztrát a dodávek energií.

7.4.4.5. ČINITEL POTŘEBY ENERGIE DÍLČÍ ČÁSTI SOUSTAVY

Činitel potřeby energie pro vytápění e_h je jiným způsobem vyjádření energetické náročnosti dílčí části soustavy. Tento činitel je podílem mezi požadovaným energetickým vstupem do dílčí části soustavy a požadovaným energetickým výstupem dílčí části:

$$e_h = \frac{Q_{inx}}{Q_{outx}} \quad (7-19)$$

Je-li známa hodnota činitele potřeby energie, může se rovnice A5 užít ke stanovení dodatečných nevyužitelných tepelných ztrát tepelných ztrát z dílčích částí podle vztahu:

$$Q_{nrx} = Q_{inx} - Q_{outx} = (e_h - 1) \cdot Q_{outx} \quad (7-20)$$

7.4.4.6. DALŠÍ ČINITELÉ NÁROČNOSTI PRO DÍLČÍ SOUSTAVU

Účinnost je nejtradičnějším bezrozměrným výrazem používaným k stanovení efektivnosti přeměny energie a účinností poskytují velmi praktické a jasné porovnání efektivností různých druhů soustav a/nebo různých velikostí.

V případě výpočtů pro danou vytápěcí soustavu jsou další činitelé náročnosti užitečnější ve spojení s obecnou výpočetní metodou této normy.

Obvykle je známa vstupní hodnota tepla do dílčí části Q_{outx} zatímco se musí vypočítat tepelný výstup Q_{inx} a čistá elektrická energie W_x .

Jestliže se stanoví dvě ze tří hodnot Q_{inx} , W_x a Q_{nrx} , třetí hodnota se vypočte ze základní energetické rovnováhy podle rovnice 7-16. Zpravidla všechny tyto hodnoty jsou úměrné Q_{outx} .

Vhodné tabelární hodnoty pro dílčí část jsou následující podíly:

$$\eta_{hx} = \frac{Q_{outx}}{Q_{inx}} \quad l_{hx} = \frac{Q_{nrx}}{Q_{outx}} \quad l_{hx} = \frac{Q_{nrx}}{Q_{outx}} \quad (7-21)$$

7.4.5. PŘEHLED PŘIPRAVOVANÝCH EN

7.4.5.1. VYTÁPĚNÍ A OHŘEV UŽITKOVÉ VODY

název	číslo	druh	EN etapa 64	poznámky	
Návrh a instalace přímotopné elektrické otopné soustavy	EN14337	EN	04 - 2005	bude zavedena překladem	
Montáž a přejímání soustavy	EN 14336	EN	10 - 2004	bude zavedena překladem	
Obecná návrhová kritéria pro termodynamické otopné soustavy		EN			
Údaje nutné pro standardní ekonomické hodnotící postupy tepelných soustav v budovách včetně obnovitelných zdrojů energie.		EN	2007		EPBD
Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 1 Obecná	prEN 14335	EN	2006		EPBD
Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 2-1 Otopné plochy		EN	2006		EPBD
Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav: – část 2.2.1 Výroba tepla na vytápění – Spalovací systémy (Kotle) – část 2.2.2 Výroba tepla na vytápění - Tepelná čerpadla – část 2.2.3 Výroba tepla na vytápění – Tepelné sluneční soustavy – část 2.2.4 Náročnost a jakost kombinované výroby tepla a elektřiny – část 2.2.5 Náročnost a jakost dálkového vytápění a rozsáhlých soustav s velkým objemem – část 2.2.6 Náročnost jiných obnovitel-		EN	2007	druhý návrh připravený WG	EPBD

název	číslo	druh	EN etapa 64	poznámky	
ných zdrojů (teplo a elektřina) – část 2.2.7 Výroba tepla na vytápění - Spalování biomasy					
Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 2-3 Rozvody tep- la pro vytápění		EN	2006	druhý návrh připravený WG	EPBD
Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav - část 2-4 Akumulace tepla		EN	2007	druhý návrh připravený WG	EPBD
Návrh zabudované vodní velkoplošné otop- né a chladicí soustavy		EN	2006	druhý návrh připravený WG	EPBD
Návrh zabudované vodní velkoplošné otop- né a chladicí soustavy - část 2 Návrh a di- menzování		EN	2006		EPBD
Projektování zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - část 3 Dyna- mické stavy		EN	2006		EPBD
Energetická náročnost budov - Obecné užití energie, prvotní energie a CO ₂ emise		EN	2007		EPBD
Energetická náročnost budov - -Systémy a metody pro kontrolu kotlů a tepelných sou- stav		EN		první návrh v úrovni 40	EPBD
Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav	EN 12828	EN	07 2002	zavedeno překladem	
Tepelné soustavy v budovách - Návod pro provoz, obsluhu, údržbu a užívání - Tepelné soustavy (otopné soustavy) vyžadující kva- lifikovanou obsluhu	EN 12170	EN	04 2002	zavedeno pře- kladem	
Tepelné soustavy v budovách - Návod pro provoz, obsluhu, údržbu a užívání - Tepelné soustavy nevyžadující kvalifikovanou ob- sluhu	EN 12171	EN	05 2002	zavedeno pře- kladem	
Tepelné soustavy v budovách – Výpočet te- pelného výkonu	EN 12831	EN	07 2002	zavedeno překladem	
Tepelné soustavy v budovách – Inspekce kotlů a tepelných soustav		EN			

7.4.5.2. VĚTRÁNÍ

název	číslo	druh	EN	poznámky	
Větrání budov – Energetická náročnost budov – Směrnice pro inspekci větracích soustav		EN			EPBD
Větrání budov – Energetická náročnost budov – Směrnice pro inspekci klimatizačních soustav		EN			EPBD
Větrání budov – Zkušební postupy a měřicí metody na instalovaných větracích a klimatizačních soustavách	EN 12 599				EPBD
Návrhová kritéria a vnitřní prostředí	CR 1752	CR			EPBD
Výpočet teplot v místnosti a zátěže a energie pro budovy s klimatizací místností		EN	2007		EPBD
Dynamický výpočet teploty v místnostech, zátěže a energie pro budovy s klimatizací (včetně zastínění, pasivnímu chlazení, umístění a orientaci)			9. 2007		EPBD
Větrání budov – Výpočetní metody pro stanovení výměny vzduchu v bytech včetně infiltrace	EN 13465		2004		EPBD
Větrání budov – Výpočetní metody pro stanovení výměny vzduchu v budovách včetně infiltrace				rozšířená verze EN 13 465 ?	EPBD
Větrání budov – Výpočetní metody pro energetické požadavky větracích soustav v budovách			2007		EPBD
Větrání budov – Výpočetní metody pro energetické požadavky větracích soustav v bytech			2007		EPBD
Větrání nebytových budov – Funkční požadavky na větrací a klimatizační soustavy	EN 13779			pravděpodobně bude revidována	EPBD
Kritéria vnitřního prostředí zahrnující kvalitu tepelnou, vnitřního vzduchu (větrání) světelnou a hlukovou			2007		nová
Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky	EN 12 792	EN			EPBD

7.4.5.3. REGULACE

název	číslo	druh	EN	poznámky	
Výpočetní postupy pro zlepšení energetické		EN	2006		EPBD

název	číslo	druh	EN	poznámky	
účinnosti užitím integrovaných výrobků a systémů regulace a řízení					

7.4.5.4. OSVĚTLENÍ

název	číslo	druh	EN	poznámky	
Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlování (včetně denního světla)		EN	2006		EPBD

7.4.6. VÝPOČET

V dále uvedených tabulkách je proveden výpočet energetické náročnosti z hlediska využití primární energie budovy podle Směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov (EPBD). Hodnoty ztrát a vedlejší (pomocné) energie jsou orientační a budou zpřesněny v připravovaných 7.4.5) EN.

Pro výpočet činitele přeměny energie je užitá metodika z DIN V 4701-10 (7.5.) a hodnoty jsou v tabulce 7-20.

Vzhledem k tomu, že není dostatek podkladů pro ocenění vlivu teplené sítě a zdroje tepla a takové ocenění nebylo předmětem příkladu ve výpočtu, je ocenění provedeno pouze pro budovu od odběrného místa do budovy.

Podle Směrnice 2002/91/EC by se však mělo jednat o komplexní ocenění až po zdroj tepla. Podklady pro takové ocenění se připravují v EN.

			vytápění			ohřev užitkové vody		
			A	B	C	D	E	F
	potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla		
Q _x		GJ/období	2 181			565		
	ztráty soustavy	GJ/období	tepelné ztráty Q _{h,x}	vedlejší energie W _x	využitelné ztráty Q _{rhh}	tepelné ztráty Q _{w,x}	vedlejší energie W _x	využitelné ztráty Q _{rwh}
S _{Ie}	ztráty při sdílení tepla Q _{he}	GJ/období	0	0	0	0	0	0
I _e	příkon pro sdílení tepla (Q _x +S _{Ie})	GJ/období	2 181	0	0	565	0	0
S _{Id}	ztráty v rozvodech Q _{hd}	GJ/období	90	100	0	10	0	26
I _d	příkon pro rozvody tepla (I _e +S _{Id})	GJ/období	2 271	100	0	575	0	26
S _{Is}	ztráty v akumulaci Q _{hs}	GJ/období	0	0	0	10	1	0
I _s	příkon pro akumulaci tepla (I _d +S _{Is})	GJ/období	2 271	100	0	585	1	26
S _{Ig}	ztráty ve výrobě tepla Q _{hg}	GJ/období	0	0	0	0	0	0
I _g	příkon pro výrobu tepla (I _s +S _{Ig})	GJ/období	2 271	100	0	585	1	26
			⇓		⇓			⇓
			čistý požadavek k na teplo		využitě tepelné ztráty			využitě tepelné ztráty
			GJ/období		2 264			↔
	Konečná energie		Q _{t,h}	W _h	celkem vytápění	Q _{t,w}	W _w	celkem užitková voda
Q	teplo/energie	GJ/období	2 264	100	2 364	584,6526	1	586
f	činitel přeměny energie	(-)	1,3	3,0	-	3,0	3,0	-
E	prvotní energie (Q.f)	GJ/období	2 943	300	3 243	1753,958	3	1 757
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _x	(-)			1,49			3,11

TABULKA 7-15

VÝPOČET POTŘEBY PRVOTNÍ ENERGIE VZTAŽENÉ K POTŘEBĚ BUDOVY
(BEZ TEPELNÉ SÍTĚ A ZDROJE TEPLA) A Činitele náročnosti soustavy e

7.5. NORMA DIN V 4701-10 PRO ENERGETICKÉ OCEŇOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ

Hodnocení TZB podle této normy je pracné a relativně komplikované. Je to však jediná dostupná legislativa pro ocenění soustav TZB z ohledem na využití prvotní energie. Norma předepisuje pro dále uvedená technická zařízení hodnoty:

q roční potřebu tepla (ztrátu nebo přínos a pomocnou energii) vztaženou na jednotku užité plochy, dále nazývanou měrnou roční potřebou tepla ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$)

e činitel náročnosti soustavy podle vztahu 7-14 (-)

α podíl jednotlivých zdrojů na ohřáté užitkové vodě při několika zdrojích tepla, např. při ohřevu slunečním okruhem a kotlem (-).

Indexováním se rozlišují:

- E konečná energie
- P primární energie
- HE pomocná energie
- WE tepelná energie (nebo bez indexu)
- ce sdílení tepla
- d rozvod tepla
- s akumulace tepla
- g výroba tepla

Tepelná energie

- H vytápění
- L větrání
- TW teplá voda

Potřeba tepla

- h, H vytápění
- h, L větrání
- h, TW užitková voda.

Indexuje se i kombinacemi.

Příklad minimálních údajů soustav TZB pro hodnocení je v tabulce 7-16.

soustava TZB	část	zařízení
ohřev užitkové vody	rozvod	rozvod s cirkulací, horizontální rozvod od kotle ke stoupacím potrubím v nevytápěném podzemním podlaží

soustava TZB	část	zařízení
	zásobník	nepřímo ohříváný zásobník, instalovaný v nevytápěném podzemním podlaží
	zdroj tepla	nízkoteplotní plynový kotel 70/55 °C instalovaný v nevytápěném podzemním podlaží
větrání		žádné
vytápění	sdílení tepla	otopná tělesa s ventily s termostatickými hlavicemi, převážně na vnitřních stěnách, 1 K regulační odchylka
	rozvod	vodorovný rozvod od kotle ke stoupacím potrubím v nevytápěném podzemním podlaží, svislé stoupací potrubí vedená na povrchu stěn, regulované oběhové čerpadlo
	zásobník	žádný
	zdroj tepla	nízkoteplotní plynový kotel (společně s ohřevem užitkové vody) instalovaný v nevytápěném prostoru, návrhový teplotní spád 70/55 °C

TABULKA 7-16

PŘÍKLAD ÚDAJŮ PRO HODNOCENÍ SOUSTAV TZB)

Z výše uvedených údajů se ohodnotí zařízení:

- graficky, při užití diagramů (norma uvádí hodnoty jak v grafické, tak i tabelární podobě);
- tabelárně
- programem zpravidla v excelu.

V příloze k normě jsou řešeny typické sestavy soustav TZB.

Jako příklad uvádíme vztah pro vytápění se zdrojem tepla pro ohřev užitkové vody. Potřeba tepla

$$q_{H,WE,P} = \left(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{Hc,e} + q_{Hd} + q_{Hs} \right) \cdot \sum_i \left(e_{H,g,i} \cdot \alpha_{H,g,i} \cdot f_{p,i} \right) \quad (7-22)$$

kde:

i je počet kotlů (ks)

Ostatní veličiny s indexy jsou uvedeny výše. Podle popisu zařízení se v normě naleznou pro jednotlivé veličiny odpovídající hodnoty.

Příklad grafického posouzení soustavy popsané v tabulce 7-15 je na obrázku 7-9.

soustava TZB	část	zařízení
ohřev užitkové vody	rozvod	rozvod s cirkulací, horizontální rozvod od kotle ke stoupacím potrubím v nevytápěném podzemním podlaží
	zásobník	nepřímo ohříváný zásobník, instalovaný v nevytápěném podzemním podlaží

soustava TZB	část	zařízení
	zdroj tepla	nízkoteplotní plynový kotel 70/55 °C instalovaný v nevytápěném podzemním podlaží
vytápění	sdílení tepla	otopná tělesa s ventily s termostatickými hlavicemi, 1 K regulační odchylka
	rozvod	vodorovný rozvod od kotle ke stoupacím potrubím v nevytápěném podzemním podlaží, svislé stoupací potrubí vedená ve stěně, regulované inteligentní oběhové čerpadlo
	zásobník	žádný
	zdroj tepla	nízkoteplotní plynový kotel (společně s ohřevem užitkové vody) instalovaný v nevytápěném prostoru, návrhový teplotní spád 70/55 °C

TABULKA 7-17

ÚDAJE PRO HODNOCENÍ SOUSTAVY (STANOVENÍ E_p) PODLE
DIAGRAMU NA OBR. 2-6)

V obrázku 7-10 je sestava různých zařízení pro užitnou plochu budovy 150 m² a 500 m². Na ose x jsou hodnoty činitele náročnosti e_p . Sestava je pro měrnou potřebu tepla $q_p = 60$ kWh/m².rok.

Sestava je provedena na podkladě údajů v Příloze 1 k normě DIN V 4701-10. Skladba sestav zařízení je:

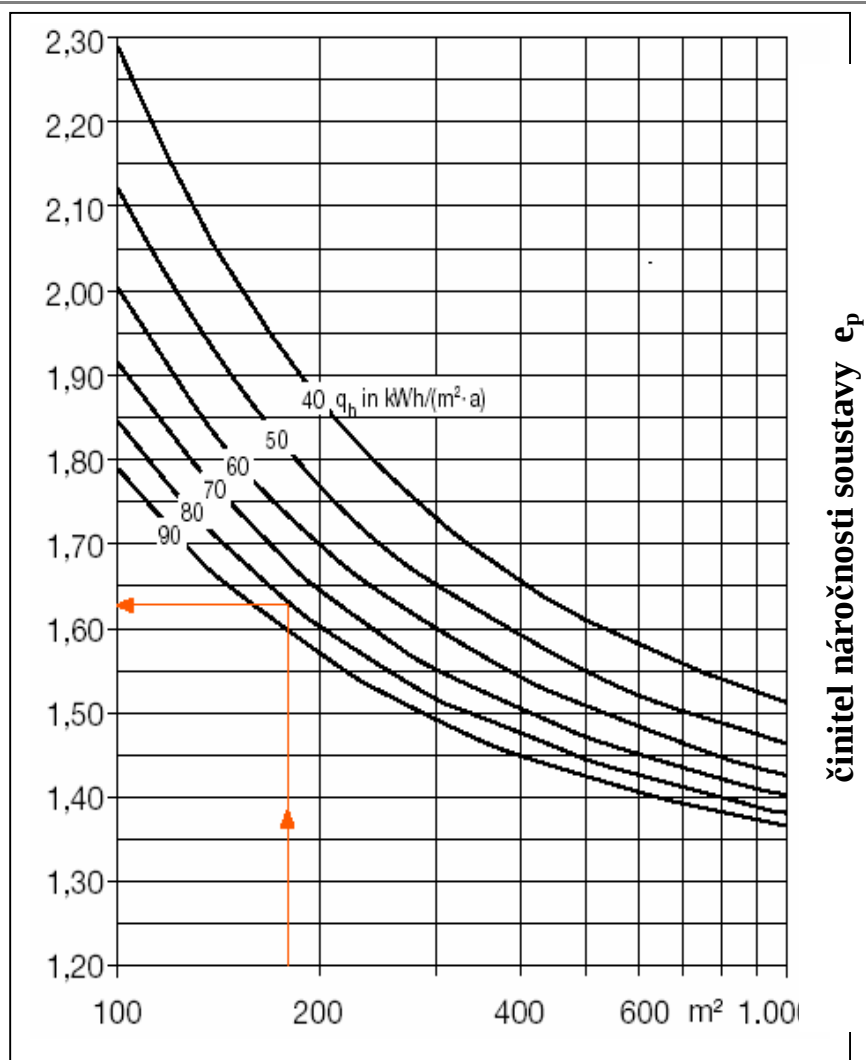
- 04 nízkoteplotní kotel se zásobníkem na užitkovou vodu, umístěný v nevytápěném prostoru, návrhový teplotní spád 70/55 °C, s cirkulací, větrání přirozené okny;
- 16 jako 04, namísto nízkoteplotního kotle kondenzační,
- 18 jako 16, zásobník užitkové vody ve vytápěném prostoru
- 20 jako 18, bez cirkulace
- 27 jako 18, místo přirozeného větrání okny nucené větrání s 80 % využití tepla z odváděného vzduchu
- 31 jako 16, doplňkový ohřev užitkové vody slunečním okruhem
- 51 tepelné čerpadlo země-voda, zásobník užitkové vody mimo vytápěný prostor, návrhový teplotní spád podlahového vytápění 35/28 °C, bez cirkulace, přirozené větrání okny.

Z obrázku 7-10 je zřejmé, že činitel náročnosti soustavy klesá s rostoucí efektivností zásobování primární energií; u položky 51 s TČ je číslo potřeby nižší než 1.

Posledním příkladem je užití tabelárních hodnot.

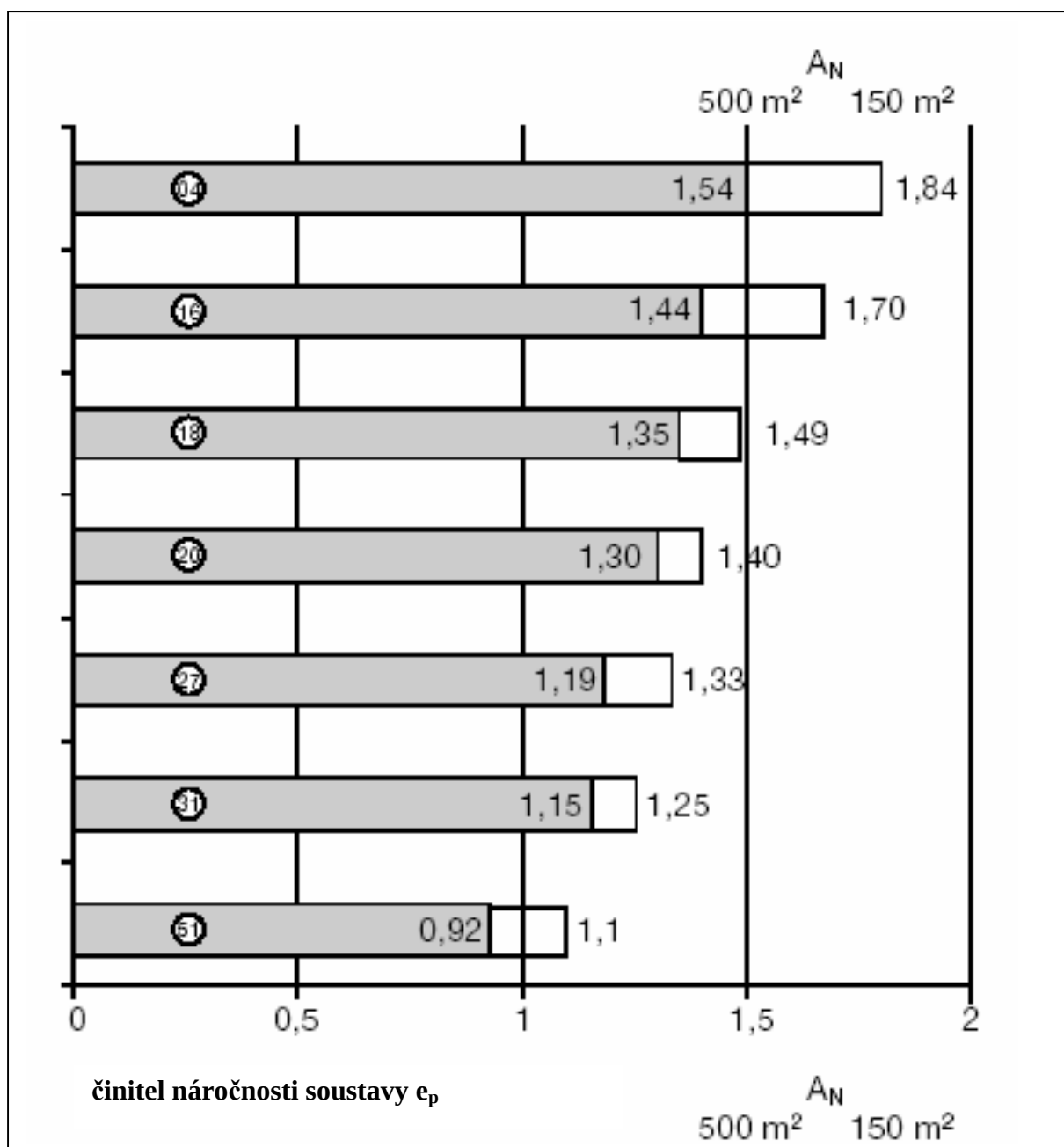
V tabulce 7-20 je z DIN V 4701-10 proveden výběr hodnot čísel potřeby e_g pro tepelné zdroje. Jednotlivé podrobné tabulky pro zdroje poskytují hodnoty, které se užijí při normou doporučeném a dokumentovaném tabelárním postupu hodnocení zařízení.

Z tabulkového postupu vycházejí také různé PC programy, zpravidla zpracované v excelu.



OBRÁZEK 7-18

PŘÍKLAD DIAGRAMU PRO ČINITEL NÁROČNOSTI SOUSTAVY e_p –
 PODLE DIN V 4701-10, PŘÍLOHA C.5 V ZÁVISLOSTI NA UŽITNÉ PLOŠE
 A_N A MĚRNÉ ROČNÍ POTŘEBĚ TEPLA q_h JAKO PARAMETRU



OBRÁZEK 7-19

PŘÍKLAD SESTAV TZB PRO UŽITNOU PLOCHU 500 m²A 150 m²)

		Čísla potřeby zdrojů tepla e _g										
		Kotle vně vytápěného prostoru					Tepelná čerpadla s elektrickým pohonem				Elektrické teplo	Sluneční zařízení
		s konstantní teplotou	nízkotep- lotní	kondenzační			země/voda		odváděný vzduch/voda			
Teploty vytápění		všechny	všechny	70/55	55/45	35/28	55/45	35/28	55/45	35/28	všechny	všechny
Vytápění	A _N = 100 m ²	1,38	1,15	1,08	1,05	1,0	0,27	0,23	0,30	0,24	1,0	0,0
	300 m ²	1,27	1,12	1,06	1,04	0,99						
	1 000 m ²	1,2	1,1	1,05	1,02	0,99						
Ohřev užitkové vody	A _N = 100 m ²	1,82	1,21	1,17			0,27		0,29		1,0	0,0
	300 m ²	1,56	1,17	1,13								
	1 000 m ²	1,36	1,14	1,10								

TABULKA 7-20

SESTAVA ČÍSEL POTŘEBY VYBRANÝCH ZDROJŮ TEPLA e_g

V tabulce 7-21 jsou uvedeny orientační činitele přeměny energie z DIN V 4701-10.

Energie		Činitel přeměny energie
Paliva	lehký topný olej	1,1
	zemní plyn	1,1
	kapalný plyn PB	1,1
	černé uhlí	1,1
	hnědé uhlí	1,2
	dřevo (pelety)	0,2
CZT z teplárny	fosilní paliva	0,7
	obnovitelná energie	0,0
CZT z výtopny	fosilní paliva	1,3
	obnovitelná energie	0,1
Elektrická energie		3,0

TABULKA 7-21

ČINITELÉ PŘEMĚNY ENERGIE

8. ZÁVĚRY

Závěrečné porovnání je provedeno pro postup výpočtu potřeby tepla podle:

- a) ČSN EN ISO 13790 (a ČSN EN 832)
- b) klasické denostupňové metody použité v programu STUE podle VDI 2607-2
- c) vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Je možné obecně konstatovat, že všechny postupy vycházejí z denostupňové metody. V současné době je postupně v zemích EU aplikována en pro potřebu tepla (EN 832) do národních norem, např. DIN V 4108-6:2003.

Podle a) je proveden výpočet podle EN norem. Tento výpočet je základní a výchozí pro aplikaci v EA.

Závěry a doporučení jsou provedeny na podkladě tabulky 8-1., ve které se porovnávají hodnoty uvedených 3 postupů. Jedná se o panelovou bytovou budovu, tudíž výstupy pro občanské budovy se mohou poněkud odlišovat zejména s ohledem na způsob užití.

				ČSN EN ISO 13790	VDI 2067-2 - STUE	vyhláška č. 291/2001 Sb.		
						podle metodiky vyhlášky	přepočt na konkrétní otopné období	podle ČSN
1.	H _V	měrná tepelná ztráta prostupem	kW/K	5,398		4,962		
2.	H _T	měrná tepelná ztráta větráním	kW/K	1,686				
3.	H	celková měrná tepelná ztráta	kW/K	7,084				
4.	Φ _T	tepelná ztráta prostupem	kW	188,9	196,3			
5.	Φ _V	tepelná ztráta větráním	kW	59,0	67,5			
6.	Φ _c	celková tepelná ztráta	kW	247,9	263,8			
7.	Q _L	potřeba tepla prostupem a větráním	GJ/HP	2 386,3	2 286,3	2 454,5		2 286,4
8.	Q _i	vnitřní tepelný zisk	GJ/HP	316,6	379,0	279,36		379,0
9.	Q _s	solární tepelný zisk	GJ/HP	261,1	362,0	139,68		362,0
10.	Q _g	celkové tepelné zisky	GJ/HP	577,7	741,0	419,04		741,0
11.	η	využití tepelných zisků	(-)	1,00	0,86 ¹⁾	0,90		0,86
12.	Q	potřeba tepla za otopné období HP	GJ/HP	1 809,2	1 649,0	2 077,3	2129,0	1 649,1

TABULKA 8-1

POROVNÁNÍ VÝPOČTOVÝCH HODNOT RŮZNÝCH POSTUPŮ
STANOVENÍ ROČNÍ POTŘEBY TEPLA

Je možno konstatovat:

- 1) zásadním výstupem pro EA je řádek 7., potřeba tepla prostupem a větráním. Hodnoty mají malý rozptyl. Je však nutné při aplikaci ČSN EN 13790 pečlivě vážit zohlednění tepelných mostů a k tomu využít postupů uplatněných v ČSN EN 12831
- 2) stanovení tepelných zisků podle ČSN EN 13790 a jejich zahrnutí do celkové potřeby tepla je vhodné pro celkové ocenění budovy při již instalované regulaci ústřední i individuální. Pro účely EA se však ztrácí možnost ocenění jednotlivých funkčních dílů ovlivňujících využití zisků. Proto doporučujeme přiřazení tepelných zisků očekávaným účinkům regulace (zejména individuální) a tak zároveň kontrolu reálnosti dosažení úspor. Je-li regulace instalována, doporučujeme postup podle 6.3.
- 3) vyhláška č. 291/2001 Sb. je vynikajícím nástrojem pro tepelně technické ocenění stavební konstrukce budovy. Platí pro definované okrajové podmínky. Tento přístup je velmi moderní. Obdobně např. postupují v SRN, kde zavedly tzv. směrné hodnoty potřeby tepla pro budovy (VDI 3807). Hodnota potřeby je denostupňově přepočítána tak, aby byly porovnatelné spotřeby v různých místech. Tato vyhláška by neměla být zneužívána pro **konkrétní** výpočet potřeby tepla budovy v EA. Ve vyhlášce by bylo vhodné posoudit skutečné poměry vnitřních zisků a slunečních zisků, kde se jeví nadměrná převaha vnitřních zisků i v porovnání k EN.
- 4) stávající VDI 2067-2 (7.1.) byla obsahově změněna tak, že její náplň převzala DIN V 4108-6:2003 a soubor VDI 2067 je zaměřen na energetické a ekonomické ohodnocení zařízení
- 5) švýcarský předpis (7.3.) SN 520 380/1 z roku 2001 je precizně zpracovaný postup posuzování budov vycházející z EN 832. Nicméně metodika předpisu zjednodušující celý postup je velmi specifická a vyžaduje dodržení celého postupu včetně okrajových podmínek a zprůměrovaných hodnot. Proto je pro české podmínky obtížně použitelný. Jeho uvedení může dílčím způsobem inspirovat při osobních úpravách provedení EA a aplikaci vybraných hodnot, zejména pro měrnou spotřebu energie a účinnosti zařízení
- 6) při úpravě EA je nutné členit potřeby tepla na jednotlivé stavební funkční díly (tabulka 6-21). Dále je třeba provést odladění tzv. modelu porovnáním fakturovaných spotřeb převedených na klimatické denostupně ku potřebám vypočteným. Obdobně je vhodné provést tuto úpravu pro přípravu TV. Veškeré další propočty se pak dějí s hodnotami potřeb korigovanými podle skutečné průměrné přepočtené spotřeby tepla tabulka (6-23)
- 7) hodnoty porovnané v tabulce 8-1 pro panelovou bytovou budovu se mohou podstatně lišit zejména u občanských budov. Je to způsobeno nezahrnutím doby užití budovy do výpočtu podle vyhlášky č. 291/2001 Sb. V tomto případě užití stanovené potřeby tepla podle vyhlášky pro rozbor v EA může vést ke značným nesrovnalostem.
- 8) výpočet potřeby tepla podle ČSN EN ISO 13790 je podmínkou pro certifikaci budov z hlediska jejich náročnosti užití prvotní energie podle Směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov (dále EPBD). Ke stanovení využitelného tepla a ztrát tepla včetně tzv. vedlejší (pomocné) energie se použijí postupně zaváděné EN podle 7.4.5. Příklad výpočtu je v tabulce 7-15.

UŽITÍ EN NOREM PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA A VYUŽITÍ PRIMÁRNÍ ENERGIE

Zpracoval STÚ-E, a.s. pro ČEA v roce 2005

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2005 - část A.