

## 1.1.1. PRINCIP METODY

### 1.1.1.1. PRVOTNÍ ENERGIE

Energetická potřeba pro vytápění a teplou vodu v budově závisí:

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

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

Teplo pro vytápění bez uvažování ztrát soustav se vypočítá za normových podmínek podle ČSN EN ISO 13 790, ČSN EN 832 nebo podobně.

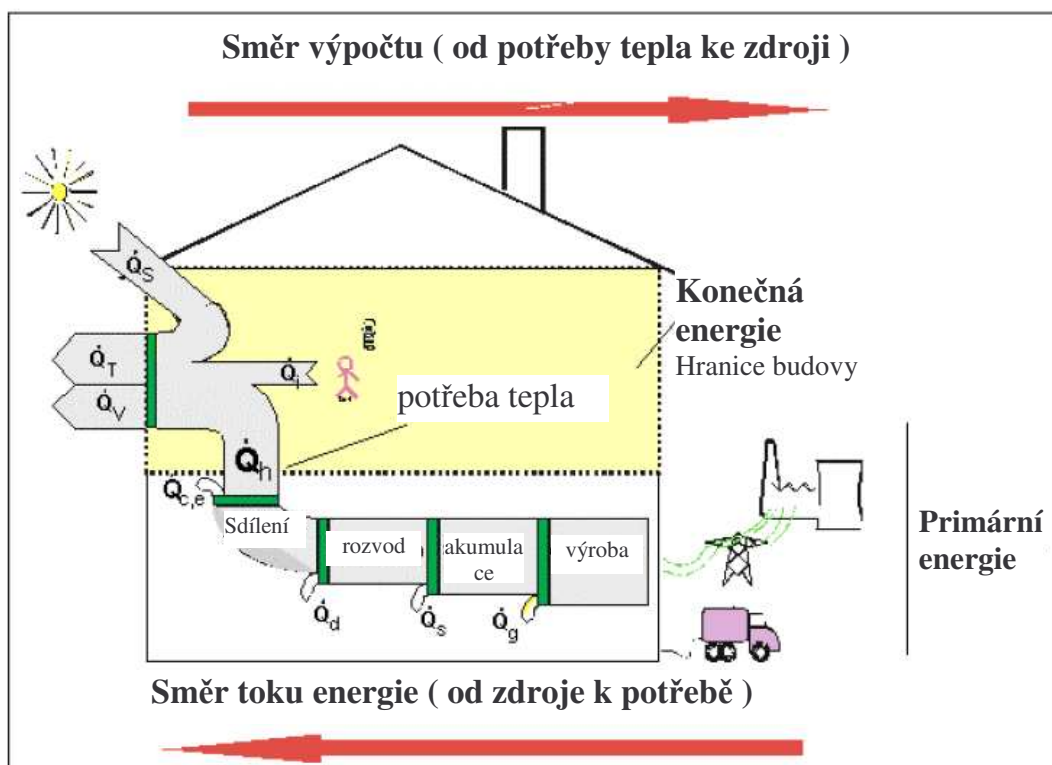
Ztráty soustavy se stanoví odděleně pro teplo a elektrickou energii, aby bylo možno určit konečnou energii. Následně je konečná energie přeměněna na prvotní energii. Tento přístup podle prvotní energie je nutný k umožnění jednoduchého součtu přínosů různých druhů energií (např. tepelné, elektrické) a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

$$E_p = \sum Q_{f,h} \cdot f_{p,i} + \sum W_h \cdot f_{p,i} + \sum Q_{f,w} \cdot f_{p,i} + \sum W_w \cdot f_{p,i} \quad (1)$$

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 pomocné energie na vytápění	(J)
$Q_{f,w}$		potřeba konečné energie na ohřev teplé vody (viz rovnici 3)	(J)
$W_w$		potřeba pomocné energie na ohřev teplé vody	(J)



OBRÁZEK 1 SMĚR VÝPOČTU POTŘEBY TEPLA A SMĚR TOKU ENERGIE

### 1.1.1.2. KONEČNÁ ENERGIE POŽADOVANÁ NA VYTÁPĚNÍ

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

$$Q_{f,h} = (Q_h - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th} \quad (2)$$

kde:

$Q_{f,h}$	je	potřeba konečné energie na vytápění;	(J)
$Q_h$		potřeba tepla stanovená podle ČSN EN 832 nebo ČSN EN ISO 13790	(J)
$Q_{rhh}$		využitě teplo z vytápěcí soustavy (tepelné nebo elektrické), které přímo nesnižuje tepelné ztráty $Q_{th}$ ;	(J)
$Q_{rwh}$		teplo využitě ze zařízení pro ohřev teplé vody (tepelného nebo elektrického) pro pokrytí potřeby tepla na vytápění;	(J)
$Q_{th}$		celkové tepelné ztráty vytápěcí soustavy. Celkové ztráty vytápěcí soustavy zahrnují využitě ztráty (obrázek 2)	(J)

Obdobně se analyzuje ohřev užitkové vody

### 1.1.1.3. KONEČNÁ ENERGIE POŽADOVANÁ SOUSTAVOU TEPLÉ VODY

$$Q_{f,w} = Q_w - Q_{rww} + Q_{tw} \quad (3)$$

kde:

$Q_{f,w}$	je	potřeba konečné energie na ohřev teplé vody	(J)
$Q_w$		potřeba tepla pro ohřev teplé vody	(J)
$Q_{rww}$		využitě teplo ze soustavy ohřevu teplé vody pro ohřev teplé vody (část pomocné energie předaná přímo do užitkové vody)	(J)
$Q_{tw}$		celkové tepelné ztráty soustavy pro ohřev teplé vody. Celkové ztráty soustavy zahrnují využitě ztráty (obrázek 2)	(J)

#### 1.1.1.4. POMOCNÁ ENERGIE

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

#### 1.1.1.5. VYUŽITELNÉ A VYUŽITÉ TEPELNÉ ZTRÁTY

Jestliže se uvažuje budova nebo její část, neztratí se všechny vypočtené tepelné ztráty soustavy. 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 (ČSN EN ISO 13790).

Na obrázku 2 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.

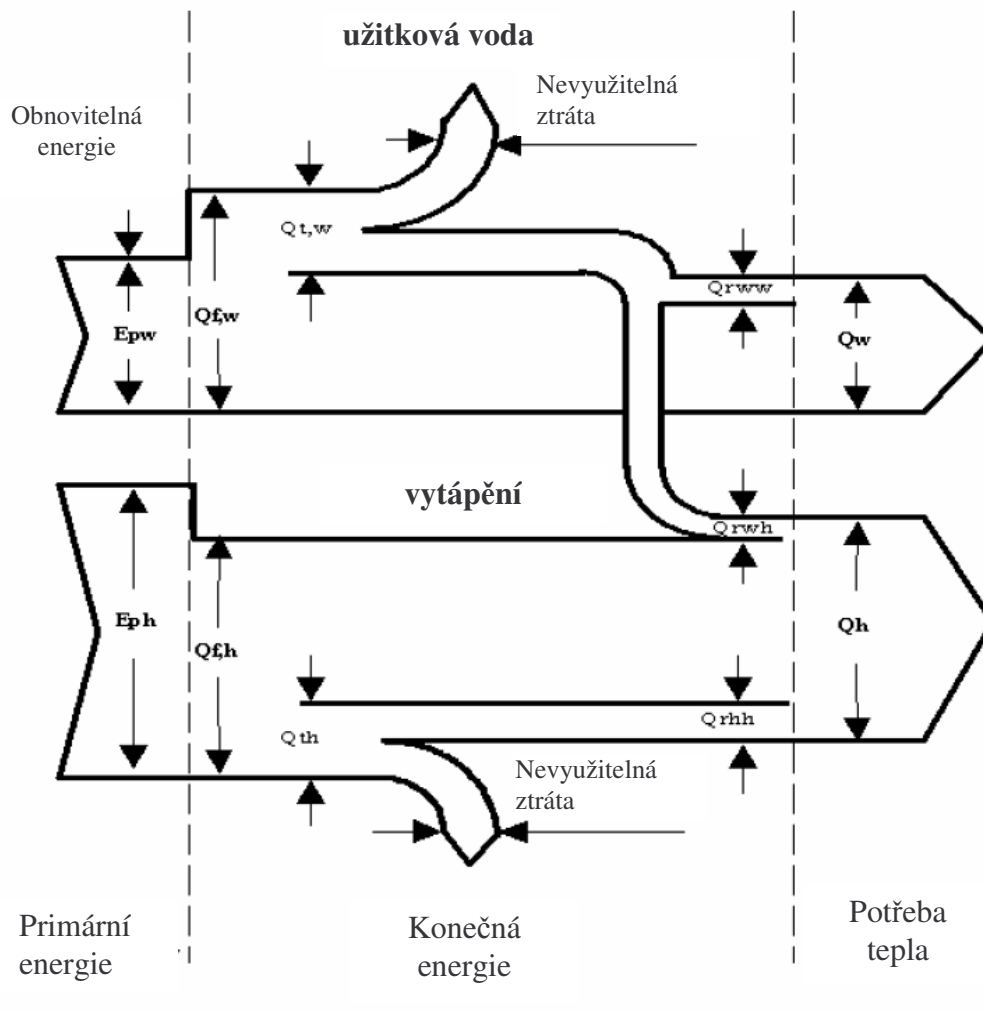
Tato norma rozlišuje dva způsoby využití tepla z tepelných ztrát:

- využití tepelné ztráty, které se přímo uvažují jako snížení tepelné ztráty.  
Například podstatná část pomocné 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.

#### 1.1.1.6. POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Potřeba tepla pro vytápění  $Q_h$  se vypočte podle ČSN ISO EN 13 790 nebo ČSN EN 832.

Výpočet nezohledňuje tepelné ztráty vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody vzhledem k nestálé teplotě v rozvodu, neúčinnosti regulace, využitelným ztrátám a pomocné energii.



OBRÁZEK 2

TOK ENERGIE OD PRVOTNÍ ENERGIE KU POTŘEBĚ TEPLA

### 1.1.1.7. POTŘEBA TEPLA PRO TEPLOU VODU

Potřeba tepla pro teplou vodu  $Q_w$  je dána vztahem:

$$Q_w = \rho \cdot c \cdot V_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \quad (4)$$

kde:

$Q_{fw}$	je	potřeba tepla pro teplou vodu;	(J)
$\rho$		hustota vody	(kg/m <sup>3</sup> )
$C$		měrné teplo vody;	(J/kg.K)
$V_w$		množství teplé vody požadované během výpočtového období;	(m <sup>3</sup> )
$\theta_w$		teplota dodávané teplé vody	(°C)
$\theta_0$		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 (sdílením), 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).

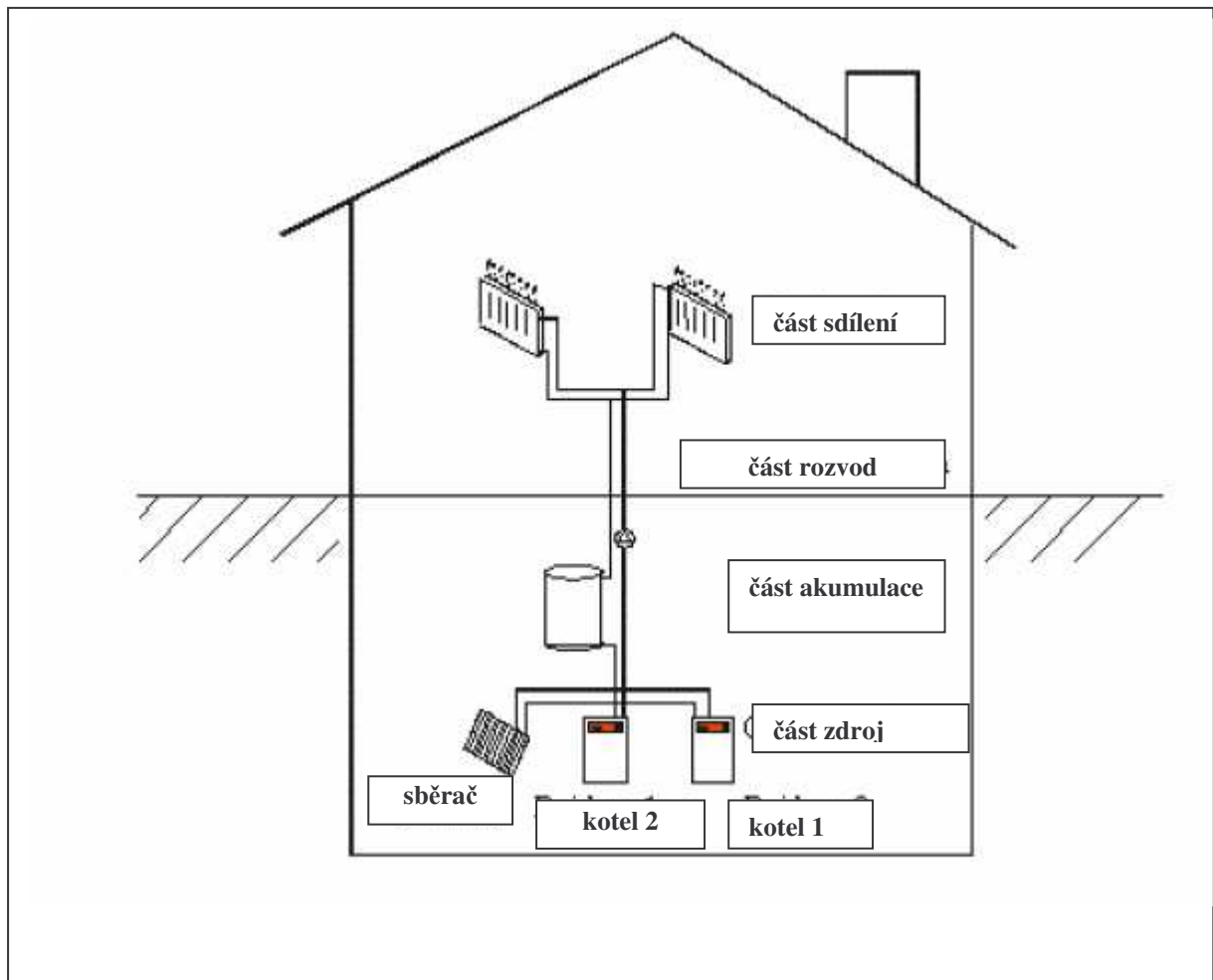
Využití tepelné ztráty ze soustavy teplé vody snižují potřebu tepla pro vytápěcí soustavu.

### 1.1.1.8. 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 3).



OBRÁZEK 3

ČÁSTI VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

Celkové tepelné ztráty vytápěcí soustavy  $Q_{th}$  se mohou vyjádřit jako součet tepelných ztrát z každé části soustavy:

$$Q_{th} = (Q_{h,e} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g}) \quad (5)$$

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)

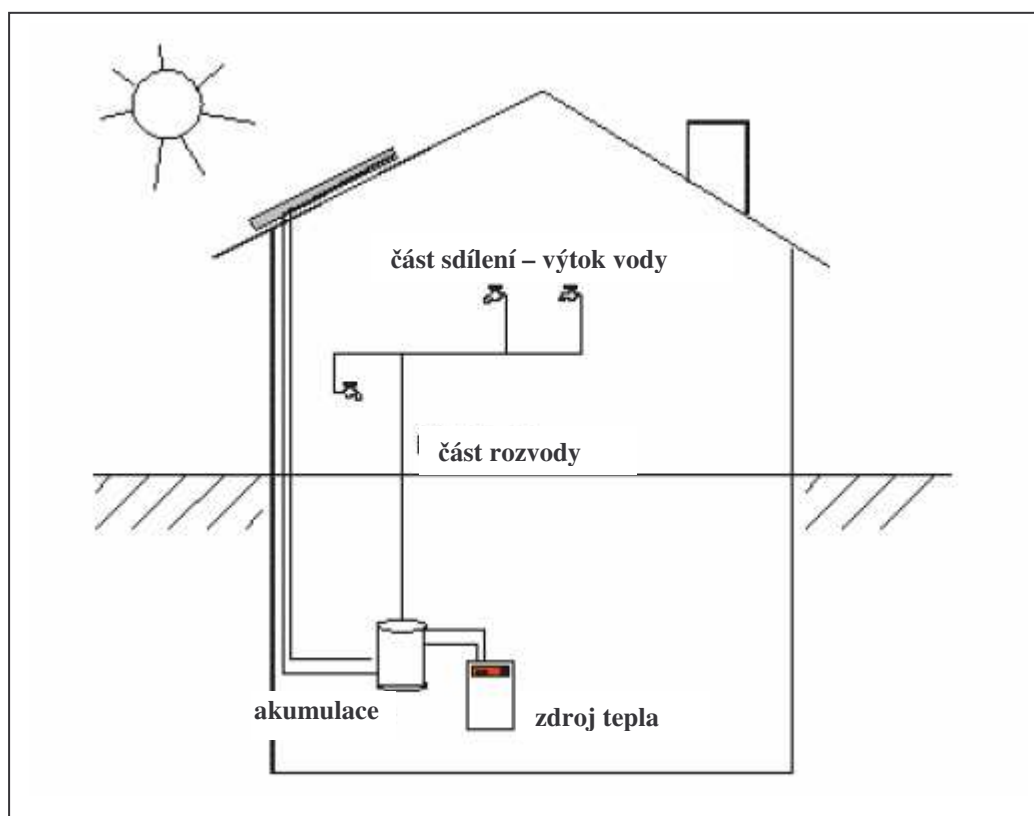
$Q_{h,s}$	tepelná ztráta akumulčního zařízení;	(J)
$Q_{h,g}$	tepelná ztráta zdroje tepla během provozní doby, během pohotovostního stavu a pro neideální regulaci.	(J)

#### 1.1.1.9. 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).



OBRÁZEK 4

ČÁSTI SOUSTAVY PŘÍPRAVY TV

Celkové tepelné ztráty soustavy teplé vody  $Q_{wh}$  se mohou vyjádřit jako součet tepelných ztrát z každé části soustavy :

$$Q_{wh} = (Q_{w,e} + Q_{w,d} + Q_{w,s} + Q_{w,g}) \quad (6)$$

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)

#### 1.1.1.10. VÝPOČTOVÁ DOBA

Cílem výpočtu je stanovení roční potřeby prvotní energie vytápěcí soustavy a soustavy teplé vody. Užijte 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.), pro každé období se provedou výpočty a sečtou se prvotní energetické potřeby za každé období.

#### 1.1.1.11. 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 1.1.3.3.

#### 1.1.1.12. NÁROČNOST VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY A SOUSTAVY TEPLÉ VODY

Činitel náročnosti soustavy  $e$  se vypočte ze vztahu:

$$e = \frac{E_p}{Q_h + Q_w} \quad (7)$$

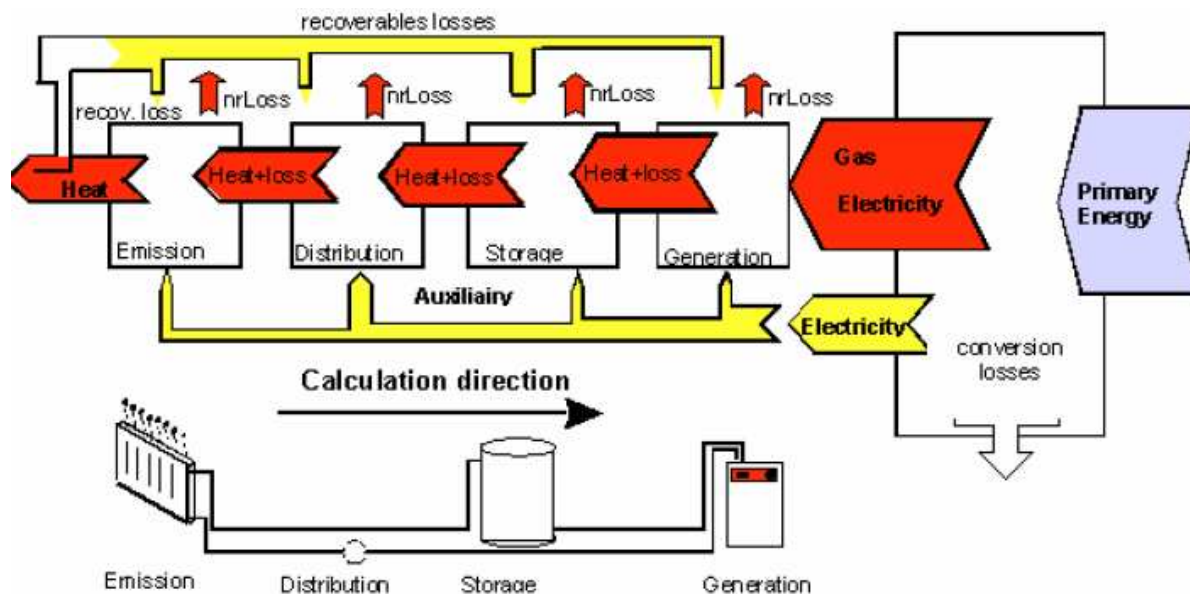
kde:

$e$	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)

### 1.1.2. ENERGETICKÝ VÝPOČET PRO VYTÁPĚNÍ A TEPLOU VODU

#### 1.1.2.1. ENERGETICKÉ ZTRÁTY Z VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

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



Legenda:

Emission	část sdílení	Heat	teplo	conversion losses	ztráty přeměnou
Distribution	část rozvody	Loss	ztráta	nr Loss	nevyužitelné ztráty
Storage	část akumulace	Auxiliary	pomocná	Gas	plyn
Generation	část zdroj tepla	recoverables	využitelný	Electricity	elektrina

OBRÁZEK 5

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 ČSN EN ISO 13 790 se vstupními daty stanovenými touto normou.

Tepelné ztráty dílčích částí soustavy zahrnují využitelné tepelné ztráty, ale nezahrnují pomocnou 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 pomocné energie pro každou dílčí část soustavy je využitelná pro vytápění a spolu tvoří využitelné tepelné ztráty pro každou dílčí část soustavy.

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

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



Tento přístup je fyzikálně nesprávný, protože energie potřebná v každé 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 ČSN 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.

a je založená na následujících vstupních údajích pro dílčí část soustavy:

- tepelném výstupu  $Q_{out,x}$
- ukazateli vstupní náročnosti

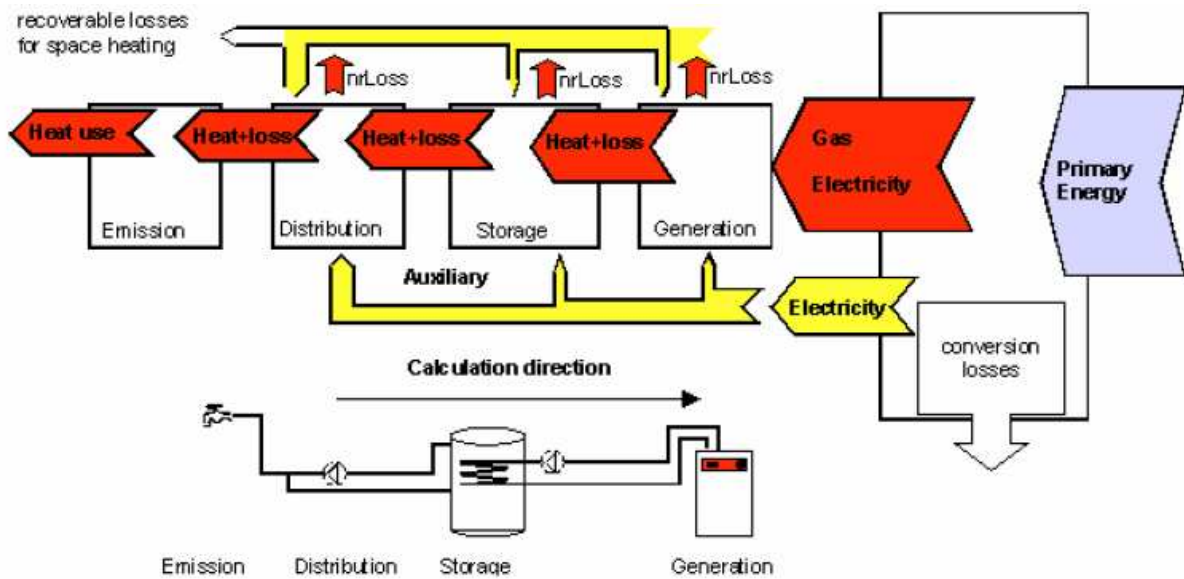
Příloha poskytuje příklad pro dílčí část soustavy sdílení tepla týkající se:

- 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 budou uvedeny a popsány 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, viz tabulka 1).

#### 1.1.2.2. ENERGETICKÉ ZTRÁTY ZE SOUSTAVY TEPLÉ VODY

Tok energie, směr výpočtu a struktura soustavy teplé vody je na obrázku 6.



Emission	část sdílení	Heat	teplo	conversion losses	ztráty přeměnou
Distribution	část rozvodu	Loss	ztráta	nr Loss	nevyužitelné ztráty
Storage	část akumulace	Auxiliary	pomocná	Gas	plyn
Generation	Část zdroj tepla	recoverables	využitelný	Electricity	elektrina
Primary energy	prvotní energie	Calculation direction	směr výpočtu	recoverable losses for space heating	využitelné ztráty pro vytápění

OBRÁZEK 6 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 pomocnou energii. Požadavek na elektrickou energii  $W_x$  se stanoví odděleně (existuje-li).

Část tepelných ztrát soustavy a část pomocné energie pro každou dílčí část soustavy je využitelná pro vytápění a spolu tvoří využitelné 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 sečtou a vypočte se využitá tepelná ztráta (např. ČSN 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.

Využití tepelné 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 náročnost celé soustavy musí uvažovat využití tepelné 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.

a je 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.

### 1.1.2.3. DĚLENÍ A/NEBO VĚTVENÍ VYTÁPĚCÍ SOUSTAVY

Vytápěcí soustava může vytvářet komplex, např. zahrnující:

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

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

Obecně se tyto případy řeší sledováním fyzikální struktury vytápěcí soustavy.

**Příklad 1:** Tepelné požadavky a ztráty sdílením dvou částí vytápěcí soustavy se vypočtou odděleně a sečtou v návazné části společného rozvodu.

**Příklad 2:** Tepelné požadavky částí rozvodu vytápění a rozvodu teplé vody (a/nebo části akumulace) se vypočtou samostatně a sečtou v následné části zdroje tepla.

**Příklad 3** Tepelné požadavky částí rozvodu tepla se mohou vypočítat a rozdělit na více než jednu část zdroje tepla (dělení se může měnit s časem).

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

### 1.1.2.4. 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** Pro 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 kotle). Bude obtížné stanovit jednotné vstupní a výstupní údaje pro tyto podrobné metody. Z tohoto důvodu bude pro každou výpočetní metodu definována struktura datových rozhraní v dokumentu publikovaném TC 228/WG4 (např. technická zpráva).

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