151

VYHLÁŠKA

Ministerstva průmyslu a obchodu

ze dne 12. dubna 2001,

kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 14 odst. 5 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 zákona:

§ 1

Předmět úpravy

(1) Tato vyhláška stanoví požadavky na účinnost užití energie pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie u

a) parních, horkovodních a teplovodních sítí a sítí pro rozvod teplé užitkové vody a chladu včetně přípojek, s výjimkou chladicí vody z energetických a technologických procesů, která odvádí tepelnou energii do okolního prostředí,
b) předávacích nebo výměníkových stanic,
c) zařízení pro vnitřní rozvod tepelné energie včetně chladu a teplé užitkové vody v budovách (dále jen „vnitřní rozvod“).

(2) Vyhláška stanoví způsob zjišťování tepelných ztrát zařízení pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie včetně chladu a teplé užitkové vody.

§ 2

Rozsah úpravy

(1) Vyhláška se vztahuje na nově zřizovaná zařízení podle § 1 odst. 1 a na části zařízení podle § 1 odst. 1, u nichž se provádí změna dokončených staveb v rozsahu podle zvláštního právního předpisu,[1]) (dále jen „rekonstrukce zařízení“).

(2) Vyhláška se vztahuje na nově zřizovaná zařízení a na rekonstrukce zařízení, k nimž bylo vydáno stavební povolení po dni nabytí účinnosti této vyhlášky.

§ 3

Účinnost užití rozvodu tepelné energie

(1) Tepelná síť se dimenzuje tak, aby roční využití její schopnosti přenosu tepelné energie bylo co největší. Prokáže-li optimalizační výpočet výhodnost samostatného potrubí pro provoz mimo otopné období, dimenzuje se potrubí podle ekonomické měrné tlakové ztráty.

(2) Hodinová ztráta oběhové vody netěsnostmi při provozu v uzavřené tepelné síti může dosáhnout nejvýše 0,15 % z celkového objemu soustavy, při dlouhodobějším překračování se provádějí opatření k jejímu snížení. Hodnota vyšší než 0,5 % je považována za poruchu, kterou provozovatel dotčeného zařízení pro rozvod tepelné energie neprodleně odstraní. O provedených opatřeních se činí záznam v provozní evidenci.

(3) Účinnost užití energie z hlediska její dopravy je určena vztahem A) uvedeným v příloze č. 1.

(4) Účinnost užití energie z hlediska tepelných ztrát je určena vztahem B) uvedeným v příloze č. 1.

(5) Při navrhování nových a při rekonstrukci stávajících tepelných sítí se použije řešení, pro které má minimální hodnotu energetická účinnost z hlediska dopravy tepelné energie η_c a účinnost z hlediska tepelných ztrát η_z. Minimální hodnoty nemusí být dodrženy, pokud je navrženo výhodnější řešení na základě optimalizačního výpočtu, který porovnává různou tloušťku a druh tepelné izolace, druh a parametry teplonosné látky a teplotní rozdíl a zahrnuje náklady na pořízení, zejména odpisy a úroky z úvěrů, dále dopravní a tepelné ztráty, údržbu a dobu provozu a životnosti.

(6) V provozních podmínkách se účinnosti užití energie z hlediska dopravy η_c a z hlediska tepelných ztrát η_z vyhodnocují jedenkrát ročně.

§ 4

Teplonosná látka a její parametry v tepelném rozvodu

(1) Pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody a všude tam, kde to pro daný účel postačuje, volí se přednostně pro přenos tepelné energie teplá voda do 90 °C nebo do 110 °C. Horká voda nad 110 °C se použije pro rozsáhlé tepelné sítě určené k zásobování

[1]) § 139b odst. 1 a 3 zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.

rozlehlých sídlišť, obcí a vzdálených odběratelů. Pára jako teplonosná látka se použije jen tam, kde je to tepelně-technicky opodstatněné a zdůvodněné optimalizačním výpočtem, a zejména pro technologické účely.

(2) Výpočtová teplota ve vratném potrubí se volí nižší nebo rovna 70 °C. Vyšší hodnotu než 70 °C, zejména z důvodů akumulace tepla v síti, je nutno zdůvodnit optimalizačním výpočtem.

(3) Teplá nebo horká voda pro vytápění se v průběhu otopného období udržuje podle klimatických podmínek na teplotě nezbytně nutné pro zajištění dodávky tepelné energie potřebné k dosažení tepelné pohody uživatelů napojených bytových a nebytových prostor.

(4) Tlak v teplovodní a horkovodní síti se za provozu udržuje ve výši, která zajišťuje, že v žádné části potrubí ani v připojeném odběrném tepelném zařízení nedojde k odpaření vody. Ve vratném potrubí se udržuje trvale přetlak.

(5) Parametry páry se volí tak, aby s ohledem na úbytek tlaku a teploty v síti byly uspokojeny požadavky všech napojených odběratelů a aby při její dopravě byla omezena kondenzace v potrubí. K tomu se přihlédne i při dimenzování potrubí.

(6) Při rekonstrukci parní tepelné sítě se pára jako teplonosná látka nahradí v souladu s odstavcem 1 teplou nebo horkou vodou postupně ve všech částech nebo samostatných okruzích, kam je dodávána tepelná energie pro vytápění a ohřev užitkové vody, nebo i pro technologické účely.

§ 5

Vnitřní rozvod tepelné energie

(1) Každý spotřebič tepelné energie se opatří armaturou s uzavírací schopností, pokud to jeho technické řešení a použití připouští. Každé otopné těleso se opatří ventilem s uzavírací a regulační schopností s regulátorem pro zajištění místní regulace a u dvoubodového napojení vyjma jednotrubkových otopných soustav též regulačním šroubením, pokud se nejedná o případ podle § 8 odst. 5.

(2) Každý parní spotřebič nebo v technicky odůvodnitelných případech skupina spotřebičů se opatří zařízením, zejména vhodně voleným odvaděčem kondenzátu, zabraňujícím vstupu páry do kondenzátního potrubí, s výjimkou spotřebičů s regulací výkonu na straně kondenzátu. Každý parní spotřebič ve skupinovém zapojení připojený na společný kondenzátní uzávěr se vybaví zpětnou a uzavírací armaturou.

(3) Pro vytápění s nuceným oběhem otopné vody se volí teplota vody na přívodu do otopného tělesa do 75 °C. Pro vytápění s přirozeným oběhem otopné vody se volí teplota vody na přívodu do otopného tělesa do 90 °C.

(4) Ke snížení teploty a využití odparu v kondenzátním systému se instalují uvolňovače páry, které zajišťují vychlazení kondenzátu pod 100 °C.

(5) Tepelná energie předávaná do vytápěného prostoru z neizolovaného potrubí se považuje za trvalý tepelný zisk, který se uvažuje při návrhu tepelného výkonu otopných těles podle tabulek 1 a 2 v příloze č. 2, jestliže projektovaná teplota vody v rozvodu je rovna nebo vyšší než 60 °C. Přípojné potrubí k otopnému tělesu se respektuje až od délky 2 m.

§ 6

Tepelná izolace zařízení pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie pro vytápění a technologické účely a pro rozvod teplé užitkové vody

(1) Část tepelné sítě, kterou prochází teplonosná látka o teplotě vyšší než 40 °C, se vybaví tepelnou izolací. Pokud je třeba zajistit vychlazení kondenzátu pod určenou teplotu, izolace se neinstaluje na kondenzátní potrubí a nádrže.

(2) Tepelná izolace se chrání před mechanickým poškozením. Vnější povrch izolovaného potrubí se upraví tak, aby byl odolný vůči vnějšímu prostředí a slunečnímu záření. Zvlhnutí tepelné izolace se brání opatřením k ochraně před atmosférickou vlhkostí, u bezkanálového provedení před zemní vlhkostí, při vedení v kanálech před vnikáním podzemní a povrchové vody.

(3) Tepelná izolace u vnitřních rozvodů s teplonosnou látkou do 110 °C se navrhuje tak, že její povrchová teplota je o méně než 20 K vyšší oproti teplotě okolí a u vnitřních rozvodů s teplonosnou látkou nad 110 °C o méně než 25 K oproti teplotě okolí, není-li projektem na základě technicko-ekonomického výpočtu stanoveno jinak.

(4) Na všech vnitřních rozvodech se instaluje tepelná izolace, pokud nejsou určeny k vytápění nebo temperování okolního prostoru.

(5) Izolace armatur a přírub se provádí jako snímatelná. Izolace se nepožaduje u armatur, kde by to ohrožovalo jejich funkci nebo podstatně ztěžovalo manipulaci s nimi, zejména u pojistných ventilů a odvaděčů kondenzátu.

(6) Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téže jmenovité světlosti.

(7) Při výpočtu tepelných ztrát rozvodů se tepelné ztráty armaturami, uložením a kompenzátory násobí opravným součinitelem na délku potrubí

a) u bezkanálového uložení 1,15,
b) při vedení v kanálech 1,25,
c) u nadzemního nebo pozemního vedení 1,30.

(8) Pro tepelné izolace rozvodů se použije mate-

riál mající součinitel tepelné vodivosti λ u rozvodů menší nebo roven 0,045 W/m.K a u vnitřních rozvodů menší nebo roven 0,040 W/m.K (hodnoty λ udávány pro 0 °C), pokud to nevylučují bezpečnostně technické požadavky.

(9) Tloušťka tepelné izolace u vnitřních rozvodů do DN 20 se volí ≥ 20 mm; u DN 20 až DN 35 se volí ≥ 30 mm; u DN 40 až DN 100 se volí ≥ DN; nad DN 100 se volí ≥ 100 mm. U vnitřních rozvodů plastových a měděných potrubí se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN. U rozvodů se tloušťka tepelné izolace stanoví optimalizačním výpočtem.

(10) Pro potrubí vedené ve zdi, při průchodu potrubí stropem, křížení potrubí, ve spojovacích místech, u centrálního rozdělovače a u přípojek k otopným tělesům, které nejsou delší než 8 m, se volí poloviční tloušťka tepelné izolace uvedená v ustanovení odstavce 9.

(11) Při nižších hodnotách λ, než je uvedeno v ustanovení odstavce 8, se minimální tloušťka tepelné izolace $\frac{d_e - d}{2}$ stanoví výpočtem tak, aby součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky potrubí k byl menší nebo roven 0,35 W/m.K. Výpočet se provede podle vztahu uvedeného v příloze č. 3.

§ 7

Předávací stanice a jejich vybavení

(1) Každý zdroj tepelné energie pro ústřední vytápění, popřípadě k němu připojené předávací stanice se k zabezpečení hospodárného nakládání s tepelnou energií teplem a rovnovážného stavu mezi výrobou a spotřebou tepelné energie vybaví zařízením automaticky regulujícím teplotu otopné vody, zejména v závislosti na průběhu klimatických podmínek nebo venkovní teploty ve spolupráci s teplotou vnitřní ve vytápěném prostoru nebo podle zátěže, nebo regulátorem tlaku páry. Požadavek se nevztahuje na kotelnu s násypnými kotli na tuhá paliva.

(2) V odběrném tepelném zařízení se trvale udržuje tlakový rozdíl ve výši, která umožňuje regulaci vytápění a teploty teplé užitkové vody u spotřebitelů.

(3) Předávací stanice se přednostně zřizují samostatně pro jednotlivé odběratele. Společné stanice pro více odběratelů se při rekonstrukcích nahrazují stanicemi pro jednotlivé odběratele. Pokud je ze závažných důvodů použito odchylné řešení, doloží se optimalizačním výpočtem.

(4) Při navrhování regulace v předávacích stanicích se volí způsob podle technicko-ekonomického výpočtu nejvýhodnější.

(5) Ohřev teplé užitkové vody je u předávacích stanic řešen vždy jako tlakově nezávislý s oddělením ohřívající a ohřívané teplonosné látky teplosměnnou plochou.

(6) Předávací stanice se vybavuje automatickou regulací teploty otopné vody. Druh použité regulace se volí podle maximálně dosažitelných úspor tepelné energie.

(7) U vodního primárního rozvodu se u nových nebo rekonstruovaných předávacích stanic provede opatření zamezující překročení maximálního dovoleného průtoku na primární straně rozvodu u odběratele. U parních tepelných sítí se instalují omezovače spotřeby tepla.

(8) Parní předávací stanice jsou takové stanice, kde je primární teplonosnou látkou vodní pára. U dodávky vodní páry se provádí opatření, aby primární teplonosnou látkou v místě napojení předávací stanice nebyla mokrá pára.

(9) Vnitřní rozvody tepelné energie ve zdrojích tepla a v předávacích stanicích se opatřují tepelnou izolací podle § 6.

§ 8

Regulace a řízení dodávky tepelné energie

(1) Oběhová čerpadla se dimenzují na jmenovitý průtok a tlakovou ztrátu hlavní zásobované větve rozvodu.

(2) Oběhová čerpadla v předávacích stanicích s jmenovitým tepelným výkonem nad 50 kW se vybaví automatickou plynulou nebo alespoň třístupňovou regulací otáček, pokud tomu nebrání bezpečnostně technické ukazatele.

(3) Oběhová čerpadla v otopných soustavách s jmenovitým tepelným výkonem nad 50 kW se vybaví automatickou plynulou nebo alespoň třístupňovou regulací otáček, pokud tomu nebrání bezpečnostně technické ukazatele.

(4) Zdroje tepla se vybaví automatickou regulací umožňující centrálně snížit či odstavit dodávku tepelné energie, stejně jako zapnout a vypnout elektrická zařízení v závislosti na venkovní teplotě nebo jiné určující veličině. Volba druhu regulace upřednostňuje požadavek maximálních úspor tepelné energie. Požadavek se nevztahuje na kotelnu s násypnými kotli na tuhá paliva.

(5) Spotřebiče se vybaví místní regulací tak, aby se dosáhlo zohlednění tepelných zisků z oslunění a vnitřních tepelných zisků. U skupin spotřebičů a u skupin místností stejného typu a druhu využití v nebytovém objektu se připouští skupinová regulace.

(6) K zajištění úsporného, bezhlučného a bezporuchového provozu celé otopné soustavy se okruhy jednotlivých vertikálních větví nebo více okruhů tvořících celistvou zónu vzhledem k tepelným ziskům vy-

tápěných prostor nebo otopná soustava tvořící menší samostatný celek s více než 70 % otopných těles opatřených regulačními ventily s regulátory vybaví regulátory tlakové diference nebo regulátory objemového průtoku nebo automatickým přepouštěcím zařízením, pokud to dovoluje požadavek na teplotu ve vratném potrubí.

(7) U rozvodu tepelné energie a vnitřního rozvodu vytápění a teplé užitkové vody se prokazuje seřízení průtoků měřením v jednotlivých větvích otopné soustavy měřením tak, aby odpovídaly projektovaným jmenovitým průtokům s maximální odchylkou ± 15 %. Měření se provádí při uvádění do provozu, po odstranění závažných provozních závad, při nedostatečném zásobování nebo přetápění u některého odběratele či spotřebitele a při změnách zařízení, které ovlivňují tlakové poměry v síti, zejména při připojení nových a odstavení stávajících odběratelů či spotřebitelů. Protokol o měření a nastavení průtoků zůstává trvale uložen u provozovatele rozvodu či vnitřního rozvodu.

§ 9

Tepelná izolace zásobníků teplé vody a expanzních nádob

(1) Minimální tloušťka tepelné izolace zásobníků teplé vody a otevřených expanzních nádob je 100 mm při použití izolačního materiálu se součinitelem tepelné vodivosti λ rovným nebo menším než 0,045 W/m.K (udáváno při teplotě 0 °C). Při jiných hodnotách součinitelů tepelné vodivosti se tloušťka izolace přepočítá tak, aby bylo dosaženo stejných nebo lepších tepelně izolačních vlastností.

(2) Minimální tloušťka tepelné izolace pasivních zásobníků (akumulačních nádob) je 100 mm při použití izolačního materiálu se součinitelem tepelné vodivosti λ rovným nebo menším než 0,04 W/m.K (udáváno při teplotě 0 °C). Při větších hodnotách součinitelů tepelné vodivosti se tloušťka izolace přepočítá tak, aby bylo dosaženo součinitele prostupu tepla $k \leq 0{,}30$ W/m^2.K.

(3) U dlouhodobých nebo sezonních zásobníků tepla se tloušťka tepelné izolace určuje optimalizačním výpočtem.

§ 10

Rozvody chladicích látek a tepelné izolace

(1) Rozvody s provozní teplotou +15 °C a nižší mají tloušťku izolace podle § 6 odst. 9. Pro tepelné izolace rozvodů a vnitřních rozvodů se použije materiál mající součinitel tepelné vodivosti λ menší nebo roven 0,038 W/m.K (hodnoty λ udávány pro 0 °C).

(2) Čím je povrchová teplota rozvodu nižší, tím se volí kvalitnější izolace s nižším součinitelem tepelné vodivosti.

(3) Povrchy, spoje a čela tepelných izolací se opatří vhodnou nepřerušovanou parotěsnou vrstvou k zamezení pronikání vlhkosti difuzí vodních par. Pro ochranu izolací platí rovněž § 6 odst. 2. Tepelné izolace opatřené na vnějším povrchu kovovým opláštěním se při provozních teplotách nižších než +15 °C na všech spojích opatří stále pružným tmelem proti difuzi vlhkosti s difuzním odporem $\mu > 7000$.

(4) Pokud není vnější povrch tepelné izolace opatřen parotěsnou vrstvou nebo utěsňovaným oplechováním, použije se tepelná izolace se součinitelem difuzního odporu $\mu > 5000$.

(5) Pro rozvody s provozní teplotou nižší než +15 °C se vláknité izolace nepoužívají.

(6) Při montáži potrubí a při dopěňování polyuretanových izolací se vždy postupuje podle technologického předpisu výrobce potrubí.

(7) Tepelná izolace se provede tak, aby jí neprocházely žádné kabely, vodovodní potrubí apod. Pokud je nezbytné, aby izolací procházel vodič, provede se v tepelné izolaci zvláštní průchodka vhodně zaizolovaná a utěsněná proti difuzi.

§ 11

Metody zjišťování tepelných ztrát a zisků v zařízeních pro rozvod tepla a chladu

(1) Podle účelu měření se měřicí metody dělí na laboratorní a provozní. Laboratorní metody se používají v laboratořích, kde se měří za přesně definovaných podmínek s přesností 5 %. Za těchto podmínek jsou pro daný vzorek tepelné izolace měření reprodukovatelná. Minimální počet vzorků jednoho druhu izolace jsou tři kusy a zpravidla se zjišťuje tepelná vodivost.

(2) U laboratorního vzorku se zjistí a dále se sledují, zapisují a uvedou v protokolu

a) rozměry s přesností 0,1 mm,
b) hmotnosti s přesností 0,01 g,
c) pravidelnost rozměrů,
d) přesný a úplný název materiálu,
e) struktura, barva a chemické složení,
f) výrobce a dodavatel vzorku,
g) použitelnost, teplotní stálost a odolnost,
h) povrchová teplota izolace vnitřní a vnější,
i) průměrná teplota okolí ve vzdálenosti max. 1 m od měřicího přístroje,
j) doba měření,
k) střední teplota měřeného vzorku,
l) příkon topné desky, částí měřicích systémů s přesností 0,001 W.

(3) Používané laboratorní metody jsou zejména metoda desková (Poensgenova), metoda válce (Van Rinsumova) a metoda koule (Nusseltova). Jejich popis

je uveden v příloze č. 4 a v českých technických normách.

(4) Provozní metody se používají v provozních podmínkách. U provozních metod nejsou teploty přesně definovány a měření je závislé na možnostech měřicí metody. Přesnost naměřených hodnot, tj. tepelného toku, popř. tepelné vodivosti je horší než 5 %. Provozní metody ověřují tepelně izolační vlastnosti především tepelnou vodivostí a tepelnými ztrátami. Ověřování tepelně izolačních vlastností za provozu je účelné a potřebné.

(5) V protokolu z provozního měření se zaznamená

a) datum, čas a délka měření,

b) technický popis měřicího zařízení a místa měření,

c) rozměry měřené izolace, zejména průměry potrubí, složení a tloušťky vrstev s přesností 0,1 mm,

d) druh izolačního materiálu a jeho stav,

e) provozní teploty, teplota okolí, klimatické poměry.

(6) Mezi provozní metody patří metody Schmidtova, termovizní a kalorimetrická. Popis provozních metod je uveden v příloze č. 5.

(7) Vzhledem k toku tepla se měření provádí

a) při ustáleném toku tepla, v časovém úseku, kdy se nemění teploty vnitřního a vnějšího prostředí ani rychlost proudění okolního vzduchu (stacionární metoda),

b) při neustáleném tepelném toku, při řízeném ohřívání nebo ochlazování, za současného zjišťování času, za který se druhá strana izolované desky ohřeje nebo ochladí. Jde o metody laboratorní s vyšší nepřesností a nemožností určení střední teploty (nestacionární metoda).

§ 12

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem vyhlášení.

Ministr:

doc. Ing. **Grégr** v. r.

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 151/2001 Sb.

Stanovení účinnosti užití energie pro rozvod tepelné energie

A) Účinnost užití z hlediska dopravy tepelné energie je určena vztahem :

$$\eta_C = \frac{m \times P_N + \sum_{i=1}^{k} n_i \times P_{SN,i}}{P_N} \quad [-]$$

kde

$l + m + n = 1$ [-]

B) Účinnost užití z hlediska tepelných ztrát je určena vztahem:

$$\eta_Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_{OD,i}}{Q_{ZD}} \quad [-]$$

kde

P_N	jmenovitý příkon čerpadla	[kW]
P_{SN}	příkon čerpadla při nižších než jmenovitých otáčkách	[kW]
$Q_{OD,i}$	teplo odebrané i-tým odběrným místem	[GJ]
k	počet pevně nastavitelných stupňů otáček, na které je čerpadlo provozováno	[-]
l	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo nepracuje	[-]
m	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo pracuje se jmenovitými otáčkami	[-]
n	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo pracuje se sníženými otáčkami; u čerpadel s plynule proměnnými otáčkami se uvažuje $n=0,5$	[-]

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 151/2001 Sb.

Směrné hodnoty tepelného výkonu neizolovaného potrubí vztažené na 1m délky

Tabulka 1 Vertikální rozvod

	Vnitřní	Teplota vody v trubce [°C]						
Potrubí	výpočtová	90	85	80	75	70	65	60
	teplota	Tepelný výkon neizolovaného potrubí						
DN	°C	W/m						
10	20	45	40	35	30	30	25	20
15	20	60	50	45	40	35	30	30
20	20	70	65	60	50	45	40	35
25	20	90	80	70	65	55	50	40
32	20	110	100	90	80	70	60	55
40	20	125	115	100	90	80	70	60
50	20	150	140	120	110	100	85	75

Tabulka 2 Horizontální rozvod

	Vnitřní	Teplota vody v trubce [°C]						
Potrubí	výpočtová	90	85	80	75	70	65	60
	teplota	Tepelný výkon neizolovaného potrubí						
DN	t_i [°C]	W/m						
10	20	35	30	30	25	25	20	15
15	20	45	40	35	30	30	25	20
20	20	55	50	45	40	35	30	25
25	20	70	60	55	50	45	40	30
32	20	85	75	70	60	55	50	40
40	20	95	85	80	70	60	55	50
50	20	115	105	90	85	75	65	55

Příloha č. 3 k vyhlášce č. 151/2001 Sb.

Stanovení součinitele prostupu tepla vztaženého na jednotku délky

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot D} + \frac{1}{2\lambda_{tr}} \ln\frac{d}{D} + \frac{1}{2\lambda_{iz}} \ln\frac{d_{iz}}{d} + \frac{1}{\alpha_{iz} \cdot d_{iz}}} \quad [\mathrm{W/mK}]$$

kde:	k	součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky	[W/mK]
	D	vnitřní průměr trubky	[m]
	d	vnější průměr trubky	[m]
	d_{iz}	vnější průměr izolace	[m]
	α_{iz}	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace	[W/m^{2}K]
	α_i	součinitel přestupu tepla na vnitřní straně trubky	[W/m^{2}K]
	λ_{iz}	součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace	[W/m.K]
	λ_{tr}	součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky	[W/mK]
	t_e	teplota okolního vzduchu	[°C]
	t_{iz}	povrchová teplota tepelné izolace	[°C]

Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně trubky se určí z odpovídajících kriteriálních rovnic respektujících rychlost proudění a další fyzikální veličiny a na vnější straně tepelné izolace se ještě respektuje sálavá složka.

$$\alpha_{iz} = \alpha_{iz,K} + \alpha_{iz,S}$$

kde:	$\alpha_{iz,K}$	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace konvekcí	[W/m^2.K]
	$\alpha_{iz,S}$	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace sáláním	[W/m^2.K]

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 151/2001 Sb.

Laboratorní metody zjišťování tepelných ztrát a zisků v zařízeních pro rozvod tepla a chladu

a) Desková metoda (Poensgenova)

Zařízení je určeno k ověřování tepelné vodivosti izolačních vzorků tvaru rovinných desek. Měří se dva stejné vzorky (rozměrů, kvality) položené vodorovně. Mezi nimi je uložena měřicí deska, která po čtvercovém obvodě má kompenzační pás. Měřicí deska je elektricky vytápěna a měří se její tepelný příkon. Okrajové kompenzační pásy jsou rovněž elektricky vytápěny k zamezení okrajových ztrát. Vytápění okrajových kompenzačních pasů je řízeno pro každou stranu čtvercové desky tak, aby teploty na rozhraní topné desky a okrajového pasu byly stejné. Za těchto předpokladů veškeré teplo prochází horním a dolním zkušebním vzorkem do chladicích desek umístěných po obou stranách nad a pod vzorkem. Optimální tloušťka měřeného vzorku tepelné izolace je $0{,}2.l$, kde l je délka strany měřené desky. Pro nízké tepelné vodivosti [$\lambda < 0{,}03$ W/m.K] se tloušťka vzorků pohybuje v nižších hodnotách a naopak.

Jsou použitelné rovněž přístroje na měření jednoho vzorku, kde místo druhého vzorku je umístěna pomocná topná deska.

Použitelný rozsah teplot této metody je 0 až 300°C. Jednodesková metoda je použitelná pro teploty do -200°C a tyto teploty se dosahují v chlazené desce.

b) Metoda válce (Van Rinsumova)

Je prakticky jedinou používanou metodou pro ověřování izolací potrubí o průměrech 20 až 250 mm. Elektricky vytápěná trubka (měřicí úsek) o uvedeném průměru má na povrchu čidla k měření teplot. Na povrchu je trubka opatřena měřenou izolací. Povrch měřené izolace je rovněž opatřen čidly k odečtu povrchových teplot. Na obou koncích měřicího úseku jsou připojeny kompenzační části s regulovaným vytápěním.

Dá se předpokládat, že tepelný tok prochází kolmo k ose potrubí a že ztráty okrajů jsou rovny nule. Na povrchu celého zařízení je instalována děrovaná fólie s odstupem od povrchu, která zabrání nežádoucímu proudění okolo povrchu. Rozsah povrchových teplot se pohybuje od 30 do 80°C a vnitřní teploty mohou dosahovat 100 až několik set °C podle konstrukce přístroje.

c) Metoda koule (Nusseltova)

Je určena pro měření tepelné vodivosti sypkých, volných vláknitých apod. materiálů. Jde o dvě soustředné koule, kde vnitřní koule je podepřena v meziprostoru izolačním materiálem a elektricky vyhřívána. Regulací topného proudu se řídí povrchová teplota vnitřní koule. Povrchové proudění vzduchu se omezí. Koule je osazena čidly k odečtu teploty. Průměr vnitřní koule je obvykle 150 mm a vnější 300 mm. Metoda je použitelná i pro hluboké teploty do – 200°C.

Příloha č. 5 k vyhlášce č. 151/2001 Sb.

Provozní metody zjišťování tepelných ztrát a zisků v zařízeních pro rozvod tepla a chladu

a) Schmidtova metoda

Gumový pásek je obložen sériovým termočlánkem měřícím rozdíl teplot na tloušťce pásku 2 mm. Pásek je zavulkanizován do pasu 60 x 5 x 600 mm. Pas se přikládá k měřenému povrchu, kterým prochází tepelný tok. Ten vyvolá změnu teplot na vnitřním i vnějším povrchu zavulkanizovaného pásku a sériové termočlánky násobící změnu signalizují napětí v závislosti na velikosti tepelného toku. Po ocejchování pasu se získá konstanta pasu C. Násobením odečteného napětí na svorkovnici pasu získáme hodnotu měřeného tepelného toku. Vzhledem k cejchování pasu na rovině se tepelný tok určovaný na potrubí násobí korekčním součinitelem. Měření vyžaduje ustálený stav, povrch se chrání před prouděním okolního vzduchu, pas nelze položit na kovový povrch, k zamezení bočních ztrát se k pasu z boků přidávají další pasy a měření vyžaduje zkušenost obsluhy.

b) Termovizní metoda

Tato metoda představuje způsob měření, při kterém se termovizní kamerou snímá povrch izolovaného zařízení. Termovizní zobrazení povrchových ploch umožňuje zaznamenat rozložení povrchových teplot zařízení a tak případné vady izolace, které se projevují jako tepelné mosty. Tato metoda neumožňuje ověření součinitele tepelné vodivosti tepelných izolací.

Termovizní metoda je vhodná pro komplexní zhodnocení skutečného stavu tepelně izolovaných rozvodů a energetických zařízení.

c) Kalorimetrická metoda

Metoda vycházející z kalorimetrické rovnice a umožňuje stanovit tepelné ztráty či zisky na úseku rozvodu. Měřením se stanoví rozdíl teplot teplonosné látky a průtok. Při využití fakturačních měřidel tepla dodavatele a součtových hodnot fakturačních měřidel na vstupu u odběratelů lze přibližně stanovit tepelné ztráty celé sítě. Naměřený rozdíl však zahrnuje krom tepelné ztráty sítě i veškeré nepřesnosti měřidel a často tato metoda nedává věrohodné výsledky.