

Výkon otopných ploch a regulační zásah

Heating surfaces output and regulating intervention

Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav
techniky prostředí

Recenzent

prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Autor předkládá rozbor vlivu návrhu teplotního spádu na tepelný výkon otopných těles. V diagramech jsou uvedeny závislosti změny tepelného výkonu na změnách průtoku teplosnosné látky. Výsledkem rozborů je doplnění teplot přiváděné vody do otopných těles 50 až 60 °C a jejich ochlazení v tělesech 20 K.

Klíčová slova: vytápění, teplotní spád, průtok, otopná plocha, regulace

The author presents analysis of the temperature difference proposal influence on heat output of radiators. The dependencies of heat output changes on heat transfer medium flow changes are indicated in charts. As a result of analysis the temperatures of water supplied to radiator were supplemented by 50 up to 65 °C and the water cooling down in radiators by 20 K.

Key words: heating, temperature difference, flow, heating surface, regulation

V souvislosti se stále klesající potřebou tepla pro vytápěné objekty a s využíváním kondenzační techniky, inteligentně řízených oběhových čerpadel s proměnnými otáčkami, vyššími nároky na zajištění tepelné pohody ve vytápěném prostoru atd. stále výrazněji zaznívá otázka ohledně správného návrhu velikosti průtoku teplosnosné látky, resp. návrhu potrubní sítě a s ním související návrh optimálního ochlazení (teplotního spádu) na otopných tělesech. Oba parametry, tj. jak průtok, tak ochlazení vody v otopném tělese, jsou spolu neoddělitelně svázány a jednoznačně určují podmínky sdílení tepla u otopných těles instalovaných ve vytápěném prostoru.

1. PROVOZNÍ DIAGRAM OTOPNÝCH TĚLES

Oba parametry lze stanovit z provozního diagramu otopného tělesa. Provozní diagram prezentuje vztah mezi tepelným výkonem tělesa Q , průtokem vody tělesem m , teplotou přivodní vody t_{w1} a ochlazením vody v tělese Δt . Lze tak z diagramu určit pro různé provozní podmínky (částečný výkon – přechodné období) a při relativní změně tepelného výkonu otopného tělesa a průtoku vody tělesem ostatní určující parametry. Prezentovaný diagram (obr. 1) vychází z jmenovitých teplotních podmínek daných ČSN EN 442, tj. 75/65/20 °C. Na základě znalosti údajů od výrobce pro jmenovitý stav lze z diagramu určit pro zvolené návrhové parametry dosažitelný tepelný výkon a potřebný průtok vody tělesem.

Na dvou jednoduchých příkladech si ukažme, které informace lze z provozního diagramu získat:

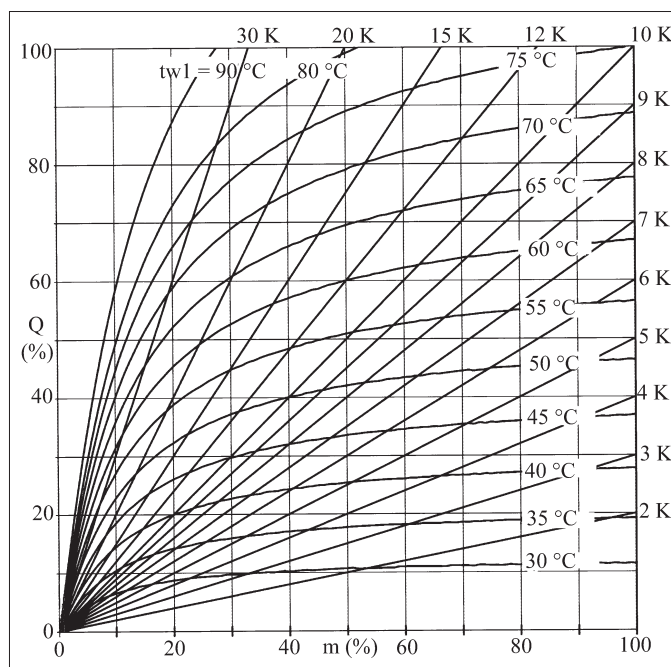
Příklad 1:

Projektované teplotní parametry	70/55/20 °C, $\Delta t' = t_{w1} - t_{w2} = 15$ K
Tepelný výkon otopného tělesa	80 % jmenovitého výkonu (pro $n = 1,3$)
Průtok vody tělesem	52 % jmenovitého průtoku

Příklad 2:

Projektované teplotní parametry	55/40/20 °C, $\Delta t' = t_{w1} - t_{w2} = 15$ K
Tepelný výkon otopného tělesa	45 % jmenovitého výkonu (pro $n = 1,3$)
Průtok vody tělesem	30 % jmenovitého průtoku

Vyvstává otázka: jaké teploty, ochlazení a průtok se máme snažit dosáhnout? Základní předpoklady, jako je např. požadované použití kondenzační techniky, tepelného čerpadla, dosažení tepelné pohody včetně optimálního teplotního



Obr. 1 Provozní diagram otopného tělesa vztážený k jmenovitým podmínkám podle ČSN EN 442 a pro $n = 1,3$

a rychlostního pole ve vytápěném prostoru dávají určující orientaci stran návrhu teplotní úrovně, resp. teplotních parametrů u otopných těles. Otázka ohledně správné velikosti ochlazení a optimálního průtoku tak nemůže být zcela obecně, jednoznačně a univerzálně zodpovězena, neboť každá otopná soustava vzhledem ke svému zdroji tepla a druhu potrubní sítě a každá otopná plocha vzhledem ke způsobu sdílení tepla do vytápěného prostoru a k požadavku vytvoření tepelného komfortu požaduje individuální přístup a zvažování hodnot jednotlivých parametrů.

2. VZTAH MEZI OCHLAZENÍM A PRŮTOKEM

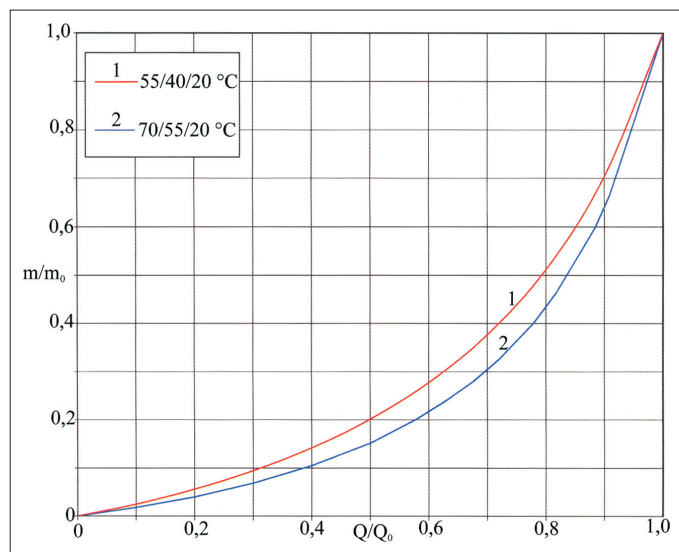
Cílem je zařízení, které funguje pokud možno efektivně. To znamená, že z primární vložené energie chceme získat maximální užitek. Efektivitu zařízení zajišťuje nejen správný návrh, ale v průběhu otopného období především regulace. Zatím co regulace zdroje tepla a otopné soustavy probíhá většinou kvalitativně

tivně změnou teploty teplosné látky, místní regulace otopného tělesa je zajišťována kvantitativně změnou průtoku a následně tedy změnou ochlazení vody v tělese (změna střední teploty otopného tělesa).

Při návrhu máme na zřeteli jak teplotu přívodní vody, ochlazení v tělese, tak průtok vody tělesem. Tyto parametry by měly být voleny tak, aby i v přechodném období probíhalo efektivní sdílení tepla z otopné plochy. Většinou se však volí pevně teplotní spád a jemu a tepelnému výkonu příslušný průtok se dopočítá.

Pracovní diagram je konstruován pro jmenovité teplotní parametry podle EN 442 (75/65/20 °C). V průběhu otopného období se však tyto parametry mění a teplota přívodní a zpětné vody je tak odlišná od 75/65 °C.

Obvyklé je značit jmenovité (normované) parametry indexem „N“. Protože však projektant může v projektu za své jmenovité parametry volit odlišné hodnoty od EN 442 je v pracovních diagramech pro volenou jmenovitou hodnotu použito indexu „0“. Pro představu vztahu mezi průtokem a teplotním spádem budou v dalších úvahách však ještě figurovat jmenovité hodnoty. Hmotnostní průtok vody tělesem je měněn místním regulátorem, tj. termostatickým regulačním ventilem. Vztah mezi tepelným výkonem otopného tělesa a průtokem lze přímo výsledovat z diagramu na obr. 2.



Obr. 2 Vzájemný vztah mezi průtokem a tepelným výkonem pro parametry 70/55/20 °C a 55/40/20 °C

Podle parametrů z příkladu 1 (70/55/20 °C) snižme průtok o 50 %, tím se sníží tepelný výkon přibližně o 17 %. Při pouhých 20 % jmenovitého průtoku je tepelný výkon ještě 58 % výkonu jmenovitého. U druhého příkladu jsme uvažovali nižší teplotu přívodní vody, ale stejné ochlazení (teplotní spád na tělese). Zde je při snížení průtoku o 50 % tepelný výkon ještě 78 % a při 20 % jmenovitého průtoku je tepelný výkon 50 % jmenovitého výkonu.

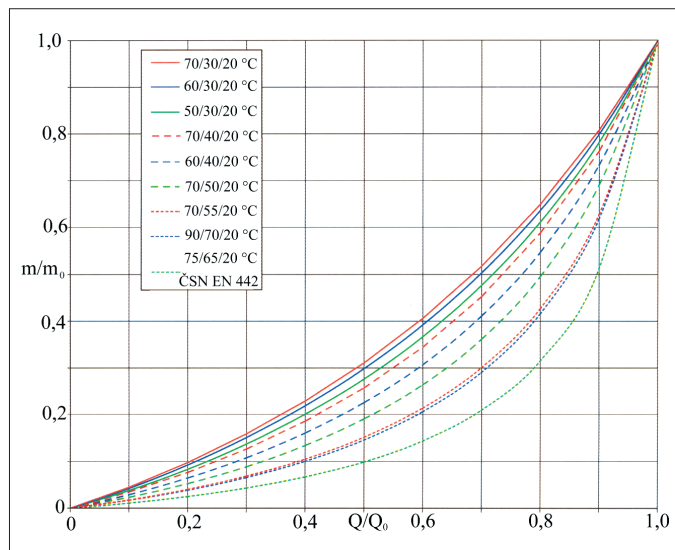
Ve smyslu efektivní regulace tepelného výkonu je uvedená skutečnost nepříznivá. Výrobci termostatických regulačních ventilů mohou tento efekt charakteristikou ventilu kompenzovat pouze částečně. Který průtok a jaké ochlazení jsou tedy pro efektivní regulaci a optimální sdílení tepla otopnou plochou žádoucí?

Principiálně bychom měli volit takové parametry, které zajistí, že určitá změna průtoku vyvolá stejnou změnu tepelného výkonu. Soustředíme se v diagramu (obr. 3) na možný vliv dvou parametrů:

a) teplota přívodní vody

b) teplotní spád (ochlazení na tělese).

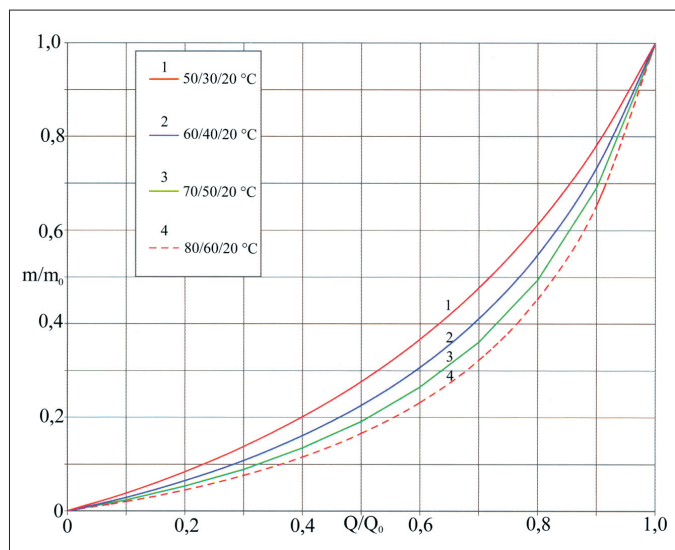
Přesto, že jsou obě veličiny spolu přímo vzájemně svázány, zkusme jejich vliv nejdříve posoudit odděleně.



Obr. 3 Vzájemný vztah mezi průtokem a tepelným výkonem při různých teplotních spádech a teplotě přívodní vody (pro $n = 1,3$)

Ad a) Vliv teploty přívodní vody na změnu výkonu

Abychom zjistili vliv teploty přívodní vody do otopného tělesa na jeho tepelný výkon budeme ji měnit s tím, že teplotní spád zůstane konstantní o hodnotě 20 K. Diagram na obr. 4 ukazuje průběhy získaných charakteristik.



Obr. 4 Vliv teploty přívodní vody na změnu tepelného výkonu při konstantním teplotním spádu 20 K (pro $n = 1,3$)

Efekt je téměř zářející. Můžeme konstatovat, že pokud je naším cílem linearita mezi průtokem a tepelným výkonem je výhodnější co nejnižší teplota přívodní vody do tělesa. Neboli, čím více se teplota přívodní vody do tělesa blíží teplotě vnitřního vzduchu tím je závislost mezi průtokem a tepelným výkonem lineárnější.

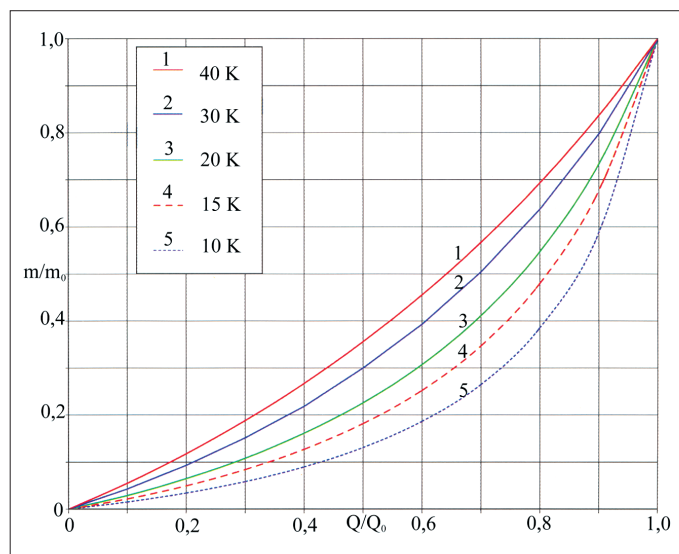
Nízká projektovaná teplota přívodní vody je tak z hlediska optimalizace provozu příznivější. K nižší projektované teplotě přívodní vody nás však vedou i jiné

požadavky, které kladou většinou zdroje tepla, jako jsou kondenzační kotle, tepelná čerpadla, solární okruhy, ale rovněž i zajištění tepelné pohody v celém vytápěném prostoru a s ním související nová metodika návrhu otopných těles.

Ad b) Vliv teplotního spádu na změnu výkonu

V projektu se vzhledem k otopné soustavě teplotní spád většinou volí a to s ohledem na hydrauliku, resp. na velikost tlakových ztrát a s nimi souvisejícím výkonem oběhového čerpadla. Teplotní spád je však třeba zvážit i s ohledem na regulační chování otopných těles.

Pro následující diagram (obr. 5) je za konstantní považována teplota přívodní vody. V diagramu je uvažována hodnota 60 °C již s ohledem na předchozí zjištění a teplotní spád se mění.



Obr. 5 Vliv teplotního spádu na změnu výkonu při konstantní teplotě přívodní vody (teplota přívodní vody = 60 °C, teplota okolí = 20 °C, $n = 1,3$)

Obr. 5 ukazuje, že čím větší je teplotní spád, tím více se přibližujeme k lineární závislosti mezi průtokem a tepelným výkonem. Mezní hranice ochlazení je určena teplotou vnitřního vzduchu, neboť teplota zpětné vody může být minimálně rovna teplotě vzduchu vytápěného prostoru. Ovšem pak jde velikost otopného tělesa k nesmyslně velikým hodnotám.

ZÁVĚR

Pokud si prohlédneme obr. 4 a 5, zjistíme, že oba sledované parametry významně ovlivňují kvalitu regulačního pochodu u otopných těles. Přitom se zdá nepodstatné zda měníme teplotní spád či teplotu přívodní vody.

Přirozeně jsou jak pro teplotní spád, tak pro teplotu vstupní vody dány určité hranice. Termostatické regulační ventily musí být schopny při velkém teplotním spádu regulovat malé průtoky. Jsme rovněž omezeni velikostí otopných těles, která musí pokrýt tepelnou ztrátu a jejichž střední teplota by měla odpovídat bilančním požadavkům vytápěného prostoru.

Na základě rozboru dříve uvedeného ve smyslu efektivního provozování otopné plochy a optimálního příkonu oběhového čerpadla se teplota přívodní vody pohybuje od 50 do 60 °C a teplotní spád do 20 K jako doporučené hodnoty. Tyto hodnoty odpovídají i bilančním požadavkům vytápěného prostoru při dnes uznávaných teplo-technických parametrech objektů. Závěry nás tak přímo vybízejí k využívání kondenzační techniky, obnovitelných zdrojů tepla a tepelných čerpadel. Je omylem se domnívat, že do nízkoteplotních otopných soustav pa-

trí pouze podlahové a stěnové vytápění. Otopné soustavy s otopnými tělesy lze při dnešních teplo-technických vlastnostech obvodových konstrukcí bez problémů navrhovat jako nízkoteplotní aniž bychom měli problémy s velikostí otopných těles. Závěrem je třeba říci, že každý projektant nejlépe ví sám podle konkrétního úkolu, který má řešit, jaký bude optimální teplotní spád, teplota přívodní vody a průtok. Výše uvedené poznatky ho mohou inspirovat a snad i vést k zamyšlení nad starými nezdůvodněnými „zvyklostmi“.

Použité zdroje:

- [1] BAŠTA, J.: *Regulace vytápění*. Vydavatelství ČVUT. Praha 2002. s. 99, ISBN 80-01-02582-9.
- [2] BAŠTA, J.: *Otopné plochy*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2001. – 328 s. – ISBN 80-01-02365-6.
- [3] Buderer Heizungstechnik GmbH: *Handbuch für Heizungstechnik*. Beuth Verlag GmbH. Berlin 1994, ISBN 3-410-13214-7. ■

* Vyšla statistická ročenka životního prostředí České republiky za rok 2002

Kniha přináší zajímavé informace, týkající se stavu životního prostředí a jeho vlivu na zdraví obyvatelstva. Česká republika je geograficky velmi různorodá, takže se na jejím území projevují v podnebí jak oceánské, tak kontinentální vlivy. Jsou charakterizovány převážně západním prouděním a intenzivní cyklonální činností, která způsobuje časté střídání vzduchových hmot a poměrně hojné srážky. Zatímco přímořský vliv se projevuje v Čechách a na Moravě, ve Slezsku přibývají kontinentální vlivy. Značný vliv na podnebí má reliéf krajiny, který je velmi pestrý, a nadmořská výška. Střední nadmořská výška ČR je 430 m n.m.

V posledním sčítání lidu k 1.3.2001 měla ČR 10 206 436 obyvatel. Ze 13 krajů je nejlidnatější moravskoslezský (ten je také – kromě Prahy – nejhustěji zalidněn, má 228 obyvatel na km²), za ním následují v počtu obyvatel kraje jihomoravský a středočeský.

Zřídavý čtenář najde v ročenke poslední údaje o demografickém vývoji a pohybu obyvatelstva, o jeho výrobě a spotřebě (HDP, zaměstnanost, oborové investice aj.). Má 565 stran a je zajímavým čtením o ovzduší, vodě, půdě, lesích a živé přírodě, o fyzikálních polích, o vlivech na zdraví a o nástrojích politiky životního prostředí. Zajímá nás především stav a vývoj složek ovzduší. Ročenka přináší množství informací o emisní a imisní situaci v ČR a o provozu smogových regulačních systémů. Je potěšitelné, že v zimních měsících r. 2001 byla imisní situace příznivá, zatímco v letním období s vyššími teplotami vzduchu se vyskytlo několik dní se zvýšenou koncentrací přízemního ozónu. Znečištění ovzduší se měří celkem na 366 místech ČR. Nejvyšší denní koncentrace SO₂ byla naměřena 2. 12. v Teplicích (357 μg . m³). Nejvyšší denní koncentrace prашného aerosolu byly naměřeny 8. 12. ve Věřňovicích na Bohumínsku (563 μg . m³) a oxidy dusíku dosáhly nejvyšších denních hodnot v Berouně 16. 1. (584 μg . m³). Beroun je však sledován osmi měřicími místy v Praze s podobnými hodnotami.

Ročenka, vydaná MŽP ČR ve spolupráci s Českým statistickým úřadem, je zpracována jako každý rok dvojjazyčně, s identickým textem i v angličtině.

(Laj)

* Solární teplo jako služby

Při smlouvě o teple uzavírá zákazník v SRN s dodavatelem energie dlouhodobou dohodu o dodávce tepla. Dodavatel pak projektuje, financuje, zřizuje, provozuje a udržuje energetické zařízení. To funguje i u solárních zařízení. Je v tom ovšem rozdíl. Místo kotleny (výměnkové stanice) je třeba dodavateli pronajmout střechu. Smlouva o využití střechy zachází ovšem až do nejmenších vlastnických vztahů, pokud se týče střešní plochy a solárního zařízení a tedy i zodpovědnosti z hlediska stavebního a pojistného práva smluvních partnerů. Odborníci radí smlouvu koncipovat s nejvyšší pečlivostí.

CCI 13/2002

(Ku)