



Spolufinancováno z programu
EU Horizont 2020



Energy Performance Contracting Plus

Sada nástrojů pro technická opatření pro použití partnerstvím SPIN

Hydraulické nastavení topných systémů

únor 2016

Autor:

Reinhard Ungerböck

Grazer Energieagentur GmbH

Kaiserfeldgasse 13/1

A-8010 Graz

T: +43 316 811848-17

E-Mail: ungerboeck@grazer-ea.at

Website: www.grazer-ea.at

www.epcplus.org

Tento dokument byl vytvořen v rámci projektu Energy Performance Contracting Plus (EPC+) a je dostupný na webu projektu. Tento projekt byl finančně podpořen v rámci programu Evropské Unie pro výzkum a inovace Horizont 2020, na základě grantové dohody č. 649666.

Obsah tohoto dokumentu zavazuje pouze jeho autory. Nemusí nutně odrážet stanovisko Evropské unie. Evropská komise ani agentura EASME nenesou odpovědnost za jakékoli případné využití zde obsažených informací.



**Spolufinancováno z programu
EU Horizont 2020**

Obsah

1. Obecný popis a vysvětlení použití	4
2. Sada nástrojů.....	5
2.1. Hydraulické nastavení topného systému	6
2.1.1. Technický popis	6
2.1.2. Metoda výpočtu	9
2.1.3. Realizace průběhu procesu, včetně zajištění kvality opatření během a po realizaci	11
2.1.4. Možnosti ohledně měření a verifikace, aby bylo možné zhodnotit výkon v souvislosti s jeho zaručením	12

1. Obecný popis a vysvětlení použití

Projekt EPC+ má za cíl standardizovat technická opatření, aby se tak stala předvídatelnými pro ostatní členy SPINu (včetně koordinátora SPINu), čímž dojde ke snížení transakčních nákladů.

Tato sada nástrojů může sloužit jako průvodce pro poskytovatele služeb v rámci EPC+ v otázkách standardizace opatření (konstrukční parametry, metoda výpočtu, průběh procesu) a definování standardů kvality pro metodu M&V (Měření a verifikace). Zároveň může být tento text použit při komunikaci s klientem pro zvýšení důvěry v navrhovaná opatření.

Každé opatření bude vysvětleno na obecné úrovni. Mimo to budou definovány konstrukční parametry a možnosti použití. Na konci je uveden rovněž výčet situací, ve kterých to které opatření nelze aplikovat.

Metoda výpočtu

V příslušných případech by měla být popsána obecná metoda pro výpočet náročnosti realizace, O&M a úspor, a to ideálně ve formě open-source výpočetní aplikace.

V příslušných případech by měla být popsána obecná metoda pro výpočet náročnosti realizace, provozování a management (O&M) a úspor, a to ideálně ve formě open-source výpočetní aplikace.

Průběh procesu

Z důvodu množství aktérů a komunikačních kanálů by měl být diagram průběhu procesu povinně vytvořen ve formě tzv. návrhu služby (*service blueprint*).

2. Sada nástrojů

Všechna opatření jsou popsána obecně i detailně. Opatření jsou kategorizována do úsporných opatření a do opatření využívajících obnovitelné zdroje.

Úsporná opatření.

1. Vnitřní osvětlení: LED osvětlení + kontrolní systémy
2. Hydraulické nastavení topného systému
3. Modernizace čerpadel
4. Modernizace elektromotorů
5. Energeticky úsporná ventilace a/nebo chlazení
6. Kontrolní systémy vytápění/ventilace/klimatizace, včetně integrování bojlerů
7. Programátoři systémů řízení budov (tzv. Building Management System) od různých dodavatelů - Siemens, Honeywell,...
8. Renovace/výměna bojlerů

Opatření využívající obnovitelné zdroje energie:

1. Solární ohřev vody
2. Vytápění biomasou
3. Kogenerace
4. Solární panely
5. Větrná energie
6. Tepelná čerpadla

2.1. Hydraulické nastavení topného systému

2.1.1. Technický popis

2.1.1.1. Obecný popis

Aby bylo možné zjistit, zda byl topný systém hydraulicky nastaven, je nutné sledovat a zohlednit několik parametrů. Zda je hydraulické nastavení nutné a efektivní, nebo ne, lze během krátké doby přibližně určit Na základě následujícího:

- Nerovnoměrná distribuce tepla: místnosti – zvláště ty v blízkosti rozvodných trubek – jsou přetopené, zatímco ostatní nikdy nedosáhnou požadované teploty.
- Radiátory produkují hluk
- Vysoké energetické náklady (zvažte porovnání)

Standardním postupem pro odstranění problému s nemožností dosažení požadované teploty ve vzdálenějších místnostech je zvýšení průtokové teploty a rychlosti oběhových čerpadel. Toto obvykle vede k vysokým distribučním ztrátám a přetopeným místnostem blízko rozvodného potrubí a následným ztrátám kvůli otevřeným oknům, což není energeticky efektivní.

Při hydraulické úpravě je nutné omezit průtokový objem pro každý topný okruh a každý radiátor natolik, aby bylo možné zabránit nadměrnému dodávání tepla a zároveň dodávat potřebné množství tepla. To přináší jednak zvýšení komfortu díky rovnoměrné distribuci tepla a jednak, a to zejména, vysoké úspory na potřebě tepla.

V závislosti na velikosti objektu by měla být hydraulická úprava provedena pomocí následujícího:

- Přednastavené termostatické ventily nebo podobná metoda omezení průtoku v radiátoru
- Ventily ovládající jednotlivé zóny, regulované prostřednictvím potřebného průtokového objemu nebo rozdílu tlaku
- Čerpadla s variabilní rychlostí

Snížením otáček oběhového čerpadla nebo jeho výměnou za čerpadla s frekvenčním měničem může být dosaženo dalšího snížení spotřeby elektřiny.

V závislosti na velikosti objektu by měla být hydraulická úprava provedena pomocí následujícího:

2.1.1.2. Konstrukční parametry

U malých objektů většinou chybí data ohledně stávajícího systému, takže je problematické provést detailní propočet jako u nových konstrukcí. Přesto jsou poměrně dobré výsledky dosažitelné i bez kompletních dat, a to prostřednictvím zjednodušeného výpočtu na základě velikosti instalovaných radiátorů a zjištění potřebného přednastavení, nebo prostřednictvím měření přímo na místě. Níže v textu bude popsána varianta s měřením na místě, jelikož dosahuje lepších výsledků a poskytuje více možností pro měření po implementaci a schválení.

U menších objektů (výška čerpání do 1,5 metru) je hydraulická regulace provedena snížením průtokového objemu přímo na radiátoru, tj. pomocí přednastavených termostatických ventilů, nebo omezením maximálního stlačení ventilu. Optimálních výsledků lze dosáhnout pouze kombinací s čerpadly s frekvenčním měničem otáček.

U středně velkých objektů musí být každý jednotlivý topný okruh regulován v rámci celého systému prostřednictvím ventilů pro jednotlivé okruhy nebo prostřednictvím regulátorů diferenčního tlaku – ideálně opět v kombinaci s čerpadly s variabilní rychlostí.

Metoda seřízení jednotlivých radiátorů může být neúčinná v případě, že je systém radiátorů dobře nastaven. To může být poměrně spolehlivě zjištěno porovnáním teplotních rozdílů radiátorů umístěných na různých pozicích topného okruhu: je-li teplotní rozdíl přibližně stejný ($\pm 3^{\circ}\text{C}$), další vylepšování by se pravděpodobně ekonomicky nevyplatilo.

- Systém rozvodu tepla
 - Typ instalovaného radiátoru (délka, šířka, hloubka, typ) pro každou místnost – nebo jednodušeji: výkon instalovaného radiátoru = topné zatížení místnosti
 - Značka, typ a přednastavení stávajících termostatických ventilů
poznámka: nejsou-li instalovány žádné nastavitelné termostatické ventily, je nutné jimi radiátory dovybavit. To vyžaduje (ve většině případů) značnou práci navíc, neboť topný okruh (více okruhů) musí být vypuštěn a opět napuštěn.
 - Musí být zaručen přístup ke každému radiátoru
- Pro každý topný okruh:
 - Potřeba množství tepla – odhad na základě sečtení instalovaného topného výkonu je možný, avšak jeho věrohodnost musí být ověřena
 - Teplotní diference (teplota topné vody na vstupu a výstupu)
 - Instalované oběhové čerpadlo
 - Značka
 - Typ
 - Konstrukční délka
 - Rozměry armatury
 - Elektrické připojení (230V/400W)
 - Typ ovládání (čerpadla s konstantní rychlostí/variabilní rychlostí) a s přednastavenou hodnotou
 - Wet runners / dry runners
 - Provozní bod
 - Průtok [m^3/h]
 - Výška [m]
 - Značka, typ a přednastavení stávajících ovládacích ventilů okruhu
Poznámka: nejsou-li instalovány žádné ovládací ventily, musí být doinstalovány
 - Topné časy podle okruhu

- Dočasné měření (srov. kapitolu Měření a Verifikace)
 - Pro každý topný cyklus: teplota průtokové vody v obou směrech, rozdíl v teplotách, tlak, objem průtoku, topné zatížení, množství tepla, elektrická energie a spotřeba čerpadla za celý (běžný) provozní cyklus (tj. 1 nebo 2 týdny) v topné sezoně (ideálně v přechodové sezoně, ale bezpečně nad prahem teploty pro vytápění)
 - venkovní a vnitřní teplota v nejméně třech místnostech během měřeného cyklu:
 - místnost na začátku rozvodu tepla (často příliš vysoká teplota)
 - místnost uprostřed rozvodu tepla (lze dosáhnout požadované teploty)
 - místnost na konci rozvodu tepla (nelze dosáhnout požadované teploty – je příliš nízká)
 - První krok: teplota průtokové vody v obou směrech u 3 radiátorů v topném okruhu s rozdílnými polohami (vzdálenost k začátku topné soustavy)
 - Druhý krok (pokud se úprava všech radiátorů jeví jako ekonomická) - pro každý radiátor: teplota průtokové vody v obou směrech u samotného radiátoru

2.1.1.3. Opatření vhodné pro

Typické okolní podmínky pro toto opatření:

- Jsou-li v budově nerovnoměrné podmínky: přetopené místnosti a místnosti s těžko dosažitelnou komfortní teplotou
- Pouze malý teplotní rozdíl mezi jednotlivými směry průtoku, respektive vysoká teplota vody v obou směrech
- Hluk spojený s průtokem vody, vycházející od ventilu radiátoru
- Po zateplení budovy
- Po dokončení přístavby ke stávající budově
- Budovy s kombinací statického vytápění a ventilačního systému

2.1.1.4. Opatření nevhodné pro

Typické podmínky vedoucí k selhání tohoto opatření (často k vidění)

- Již upravené budovy
- Budovy s vysokým procentem konvenčních ventilů (termostaticky neregulovatelných)

2.1.2. Metoda výpočtu

2.1.2.1. Očekávané úspory

Očekávané úspory se pohybují v rozmezí 10 % až 20 % výchozí spotřeby. Čím více práce je investováno do hydraulické úpravy, tím vyšší je potenciál úspor.

- Seřízení topných okruhů bez jednotlivých radiátorů: 5 % – 8 %
- Seřízení všech topných okruhů včetně všech radiátorů: 10 % - 20 %

Úspory se skládají z následujících komponent:

- Snížený objem průtoku a tím nižší spotřeba energie čerpadla (úspora elektřiny). Předpokládá se, že: dvojnásobné zvýšení rozdílu teploty vody mezi oběma směry průtoku umožňuje snížit průtokový objem o 50 % -> spotřeba energie čerpadla může být snížena o 12 %
- Snížené tepelné ztráty při rozvodu tepla snížením průtokové teploty (obecně může být průtoková teplota výrazně snížena po hydraulickém nastavení) a vyšší teplotní rozsah
- Vytápění založené na požadavku tepla: převis dodávky lze eliminovat (omezení tepelných ztrát přes okna a ventilační systémy)

Co ovlivňuje pravděpodobnost, že se vypočítané úspory budou lišit od skutečných hodnot:

- chování během fáze měření (před a po; střední vliv)
- korekce denostupňů nemusí být úměrná se skutečnou spotřebou (malý vliv)
- jiné zdroje tepla (solární záření, vnitřní zdroje tepla)
- domovní potřeba horké vody (malý vliv)

Povinné výstupní parametry:

	<i>Jednotka</i>	<i>Množství, vzorec nebo odkaz</i>
<i>Úspora nákladů</i>	<i>[€/rok]</i>	Musí být vypočítáno příslušným členem SPINu. Jednoduchý vzorec nelze použít
<i>Úspora spotřeby</i>	<i>[kWh/rok]</i>	Musí být vypočítáno příslušným členem SPINu. Jednoduchý vzorec nelze použít

2.1.2.2. Investiční náklady

Náklady, jež musí být prozkoumány a dohodnuty v rámci SPINu.

1. Materiál: nastavitelné termostatické ventily nebo omezovače průtoku, regulační ventily topného okruhu, vysoce výkonná oběhová čerpadla (každé, pokud již není nainstalováno)
2. Práce: nastavení a odstranění měřicího zařízení, hydraulické seřízení jednotlivých radiátorů (ca 30 – 45 min. na každý) a topných okruhů (ca 60 min. na každý, je-li nainstalován regulační ventil okruhu)
3. Cestovné
4. Koordinace, inženýring: hrubá suma, nutno stanovit každým SPINem
5. Měření po implementaci a seřízení (pro stanovení výkonu): hrubá suma za jeden okruh

Povinné výstupní parametry:

	<i>Jednotka</i>	<i>Množství, vzorec nebo odkaz</i>
<i>Cena materiálu</i>	<i>[€]</i>	Viz výše
<i>Cena práce</i>	<i>[€]</i>	Viz výše
<i>Cena návrhu, inženýringu, koordinace</i>	<i>[€]</i>	Viz výše

2.1.2.3. Provozní náklady

Opatření nevytváří žádné provozní náklady.

Povinné výstupní parametry:

	<i>Jednotka</i>	<i>Množství, vzorec nebo odkaz</i>
<i>Provozní náklady</i>	<i>[€/rok]</i>	Žádné provozní náklady

2.1.2.4. Očekávaná životnost opatření a z ní plynoucí případné náklady na výměnu

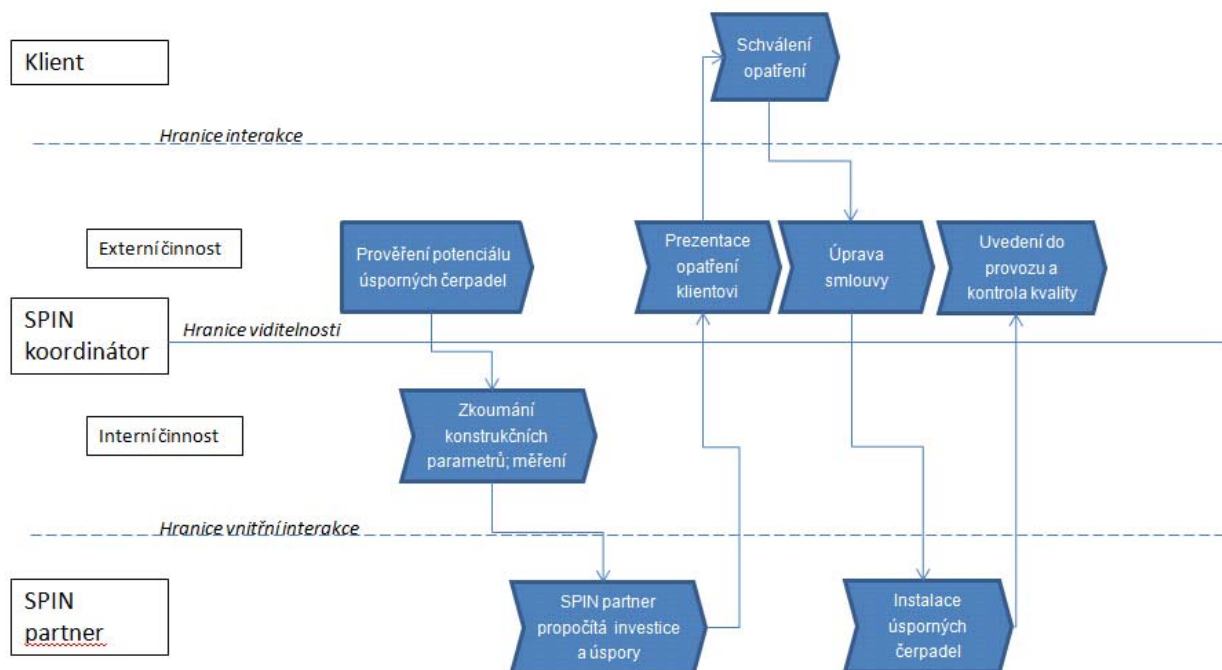
Čerpadla a ventily by měly správně fungovat po dobu 15 let

Vyplyvající náklady na výměnu: irelevantní

Povinné výstupní parametry:

	Jednotka	Množství, vzorec nebo odkaz
Životnost celkového opatření a jednotlivých komponentů	[roky]	15
Roční náklady	[€/rok, nebo % investice]	0

2.1.3. Realizace průběhu procesu, včetně zajištění kvality opatření během a po realizaci



2.1.4. Možnosti ohledně měření a verifikace, aby bylo možné zhodnotit výkon v souvislosti s jeho zaručením¹

Měření po implementaci a seřízení během celého (běžného) provozního cyklu (tj. 1 nebo 2 týdny) v topné sezoně (ideálně v přechodové sezoně, ale bezpečně nad prahem teploty pro vytápění), v souladu s postupem měření před implementací opatření:

- a. Pro každý topný cyklus: teplota průtokové vody v obou směrech, rozdíl v teplotách, tlak, objem průtoku, topné zatížení, množství tepla, elektrická energie a spotřeba čerpadla
- b. Venkovní a vnitřní teplota v nejméně třech místnostech během měřeného cyklu:
 - i. místnost na začátku rozvodu tepla (často příliš vysoká teplota)
 - ii. místnost uprostřed rozvodu tepla (lze dosáhnout požadované teploty)
 - iii. místnost na konci rozvodu tepla (nelze dosáhnout požadované teploty – je příliš nízká)

Je nutné změřit každý topný okruh: jednou před implementací opatření a hydraulického seřízení a jednou po implementaci. Výsledky spotřeby tepla je třeba upravit podle venkovní teploty. Výsledná úspora je dána součtem rozdílů u spotřeby tepla (po úpravě) a u spotřeby energie.

Zvýšení komfortu díky konstantní a pravidelné vnitřní teplotě nelze převést do ekonomických čísel, ale může být demonstrováno na základě výsledků měření vnitřní teploty a zaručení kvality provedeného opatření.

Nepřijatelné možnosti pro SPIN:

1. Výpočet očekávaných úspor
2. Výpočet prosté návratnosti
3. Měření pouze jednoho okruhu a vynásobení počtem okruhů s podobným profilem je nepřijatelné
4. Měření topného zatížení pouze před a po implementaci, jelikož okolní situace jsou obvykle nesrovnatelné a zohledňují pouze krátký časový úsek v rámci dynamického systému

¹ Kritéria: minimální úsilí, avšak vhodný kvalitativní důkaz řádné implementace a souvisejícího výkonu, ne pouze instalace.