

Řízení kaskády kotlů

Abstrakt

Aplikační poznámka se zabývá řízením kaskády kotlů v návrhovém prostředí DetStudio.

Autor: Libor Urbačka
Dokument: ap0034_cz_01.pdf

Příloha

Obsah souboru: -

-	Není

Obsah

Historie revizí	3
Související dokumentace	3
Související software	3
1. Použití kaskád kotlů.....	4
2. Regulace kaskády v prostředí DetStudio	5
2.1. Modul CasCon	5
2.2. Použití modulu CasCon v programu	5
3. Technická podpora	10
4. Upozornění	11

Historie revizí

Verze	Datum	Změny
001	28. 1. 2010	Nový dokument

Související dokumentace

- 1) Návod k návrhovému prostředí DetStudio
soubor: DetStudioHelp.chm
- 2) Aplikační poznámka AP0026 – Návrh aplikace pro řízení kotelny
soubor: ap0026_cz_xx.pdf

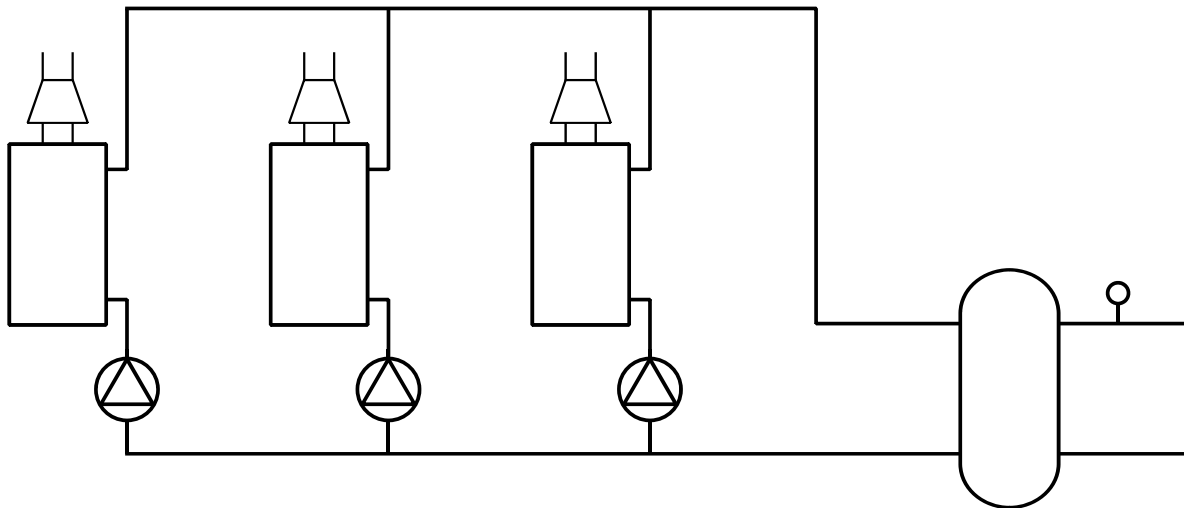
Související software

- 1) Aplikace pro řízení typové kotelny TK_2_A
soubor: tk_2_a_xxx.dso

1. Použití kaskád kotlů

Kaskáda kotlů je systém tvořený několika paralelně zapojenými kotli. Kaskády kotlů se používají tam, kde je potřeba k pokrytí požadavku na odebírané teplo široké výkonové rozpětí zdroje tepla – například střední a větší objekty (bytové, výrobní, administrativní...), kde se požadavek na teplo mění v průběhu dne i v průběhu roku.

Hlavní výhodou použití kaskády místo jednoho kotle o vysokém výkonu, který musí pracovat jako celek i při spotřebě malého množství tepla, je v kaskádovém řešení možnost zapojit jen tolik kotlů, kolik je v dané chvíli potřeba. Kotle pak mohou pracovat v optimálním provozním režimu a tedy s maximální účinností. Nezanedbatelná je také větší pružnost při návrhu prostorového řešení kotelny.



Obr. 1 - Kaskáda kotlů

2. Regulace kaskády v prostředí DetStudio

2.1. Modul CasCon

Pro regulaci kaskády kotlů je v DetStudiu k dispozici modul CasCon. Modul řídí kaskádu kotlů (maximálně 32 kotlů) a zajišťuje:

- ♦ rovnoměrné opotřebení kotlů
- ♦ určení počtu jednotek, které mají být v chodu (tzv. sekundární regulace)
- ♦ regulaci vlastního kotle (tzv. primární regulace)
- ♦ speciální funkce a ochrany

Činnost tohoto modulu je podrobně popsána v dokumentaci DetStudia. Stručně k jednotlivým bodům:

Rovnoměrné opotřebení kotlů

Modul každému kotli měří provozní čas, což je celková doba, po kterou byl kotel v chodu. Podle provozního času pak určuje pořadí připínání kotlů tak, aby byly provozní časy všech kotlů stejné.

Určení počtu jednotek, které mají být v chodu (tzv. sekundární regulace)

Počet jednotek určuje modul na základě dlouhodobější tendence výstupní veličiny (teplota na společném výstupu kotlů). Je-li výstupní teplota dlouhodobě nižší než požadovaná, tedy, nedotápí-li se, modul zapíná další jednotku (kotel, další výkonový stupeň kotle). Je-li výstupní teplota dlouhodobě vyšší než požadovaná, tedy, přetápí-li se, modul vypíná poslední zapnutou jednotku. Kritériem změny počtu jednotek, které postihuje zmíněnou dlouhodobost, je časový integrál odchylky výstupní teploty. Velikost kritéria pro zvýšení počtu jednotek se zadává v parametru `UpInt`, velikost kritéria pro snížení počtu jednotek v parametru `DownInt`. Hodnoty `UpInt` a `DownInt` mohou být, a typicky jsou, různé.

Regulaci vlastního kotle (tzv. primární regulace)

Modul reguluje výkon poslední zapnuté jednotky (kotel, výkonového stupně kotle), ostatní zapnuté jednotky běží na plný výkon. Pro primární regulaci je použit PI regulátor. Jeho výstupem je výkon v rozsahu 0 až 100 % (parametr `Power`) a šířkově modulovaný puls s nastavitelnou periodou (parametr `Run`, sloupec 0). Podle typu řízeného kotle se pak použije jeden z těchto výstupů, 0 až 100 % pro proporcionálně řízené kotle, puls pro kotle typu VYP/ZAP.

Speciální funkce a ochrany

Doplňkové funkce:

- ♦ Omezení žádané teploty kotlů do zadaných mezí
- ♦ Okamžité vypnutí všech jednotek při povelu stop (například při poruše kotelny)
- ♦ Automatický záskok v případě poruchy kotle
- ♦ Postupné spínání jednotek při zapnutí více jednotek najednou (při náběhu kotelny)

2.2. Použití modulu CasCon v programu

Většinu práce pro řízení kaskády kotlů vykoná modul CasCon. Program, ve kterém je modul použit, musí obsahovat potřebné proměnné, které se modulu předávají jako parametry, a musí zajistit předání správných vstupních hodnot do modulu a správné použití výstupů modulu.

Přípravou vstupů a použitím výstupů se myslí:

- ♦ Výpočet žádané hodnoty teploty na výstupu kaskády

Žádaná teplota na výstupu kotlů se určí podle požadavků spotřebičů tepla, pro něž je kaskáda zdrojem. Vybere se maximum požadavku všech spotřebičů a to se ještě může navýšit o volitelnou hodnotu, aby se zaručil dostatek tepla při náhlých změnách požadavku.

Žádaná teplota se modulu CasCon předává v parametru `SetPoint`, měřená teplota v parametru `Measurement`. V parametrech `Tmin` a `Tmax` se předávají minimum a maximum žádané teploty.

- ♦ Určení podmínek pro vypnutí celé kaskády (porucha kotelny), pravidelné střídání kotlů a signalizaci poruch jednotlivých kotlů.

Všechny kotle kaskády je potřeba vypnout při odstavení kotelny, ať už při výskytu poruchy kotelny (zaplavení, únik plynu,...) nebo při uživatelském vypnutí. Podmínka pro vypnutí se předává v parametru `Off`. Nastavením `Off` na hodnotu `true` se všechny zapnuté kotle vypnou, po návratu `Off` na hodnotu `false` se obnoví stav před vypnutím.

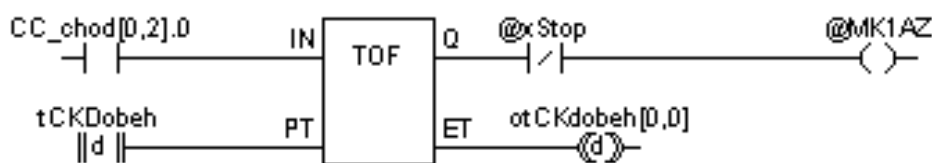
Požadavek na vystřídání pořadí kotlů, předaný v parametru `Sequence`, se může v programu vytvořit pomocí modulu `SyncMark`.

Poruchy jednotlivých kotlů mohou být do řídicího systému přivedeny jako signály na digitálních vstupech, pokud je z použitých kotlů možné takové signály získat, nebo, při ovládání po sběrnici `OpenTherm`, čteny v digitálních vstupech `OpenThermu`. Poruchové stavy se předávají v parametru `Error`. Modul CasCon pak kotel v poruše nepoužívá.

- ♦ Řízení výstupů řídicího systému pro ovládání kotlů a kotlových čerpadel podle výstupů modulu
- Výstupem modulu jsou požadavky na zapnutí (parametr `Run`) a výkon (parametr `Power`) jednotlivých kotlů kaskády. Tyto výstupy je potřeba převést na výstupy řídicího systému.

Pro čerpadla kotlů je vhodné použít třetí sloupec parametru `Run[* , 2]` (aktivita jednotek) a sestupnou hranu zpozdřit časovačem `TimerOff` (nebo `TOF` v reléovém schématu) pro zajištění doběhu čerpadla po vypnutí kotle.

```
REM CC_chod      Dosazuje se za parametr Run
REM tCKDobeh    Doběh čerpadla kotle [ms]
REM @xStop      Příznak odstavení kotelny
REM @MK1AZ      Povel pro zapnutí čerpadla kotle
```



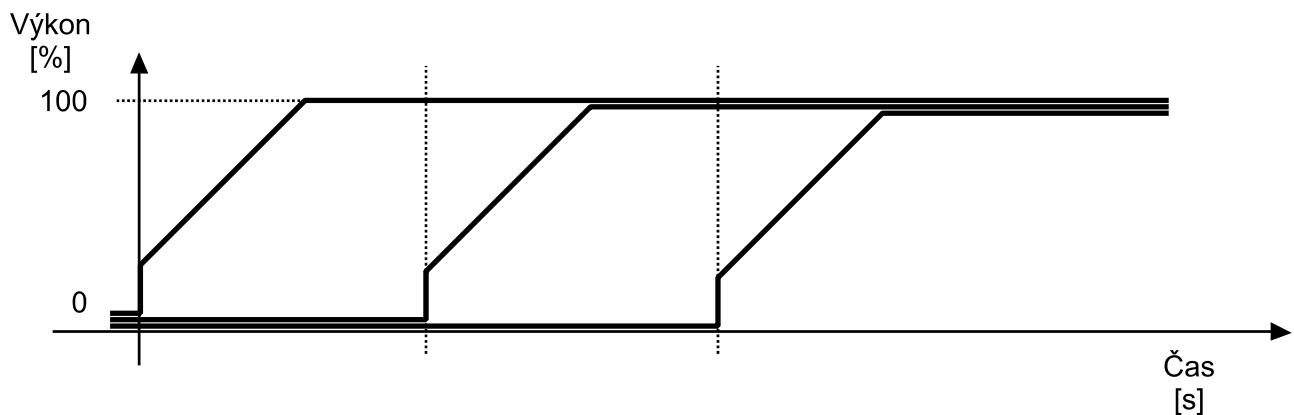
Obr. 2 - Řízení čerpadla kotle

Pro řízení kotlů pak lze použít první sloupec parametru `Run[* , 0]` (šířkově modulovaný puls) pro kotle řízené VYP/ZAP nebo třetí sloupec parametru `Run[* , 2]` a parametr `Power` pro proporcionálně řízené kotle. Zápis výstupů modulu CasCon na výstupy řídicího systému se bude lišit podle toho, zda jsou použity nekondenzační nebo kondenzační kotle.

Kaskáda normálních (nekondenzačních) kotlů

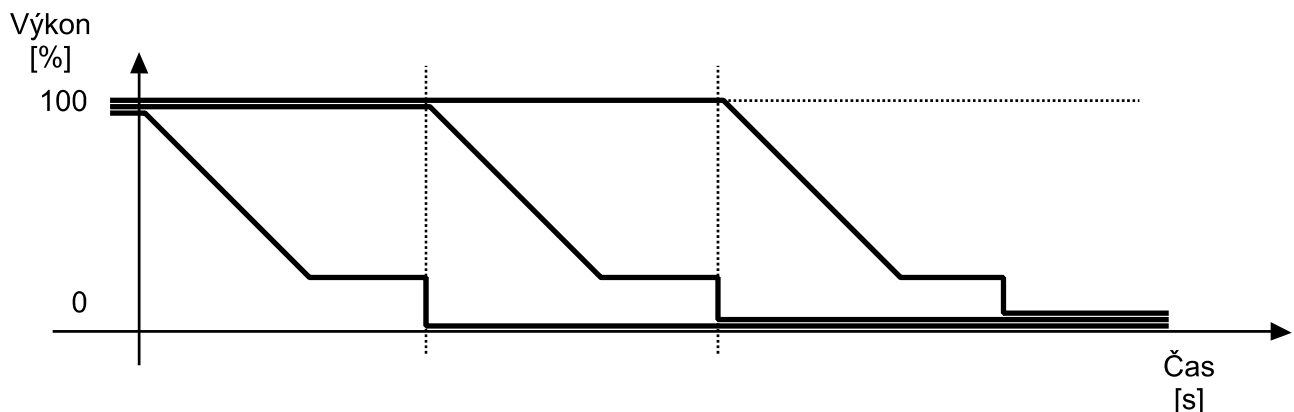
Nekondenzační kotle mají nejvyšší účinnost, pokud pracují blízko jmenovitého výkonu. Mají-li kotle běžet většinu času na co nejvyšší výkon, je potřeba počet kotlů v kaskádě zvyšovat co nejpozději (CasCon zvyšuje počet kotlů až poté, co regulovaný kotel pracuje na maximální výkon) a snižovat co nejdříve (CasCon snižuje počet kotlů až poté, co regulovaný kotel pracuje na minimální výkon). Hodnota parametru Up_{Int} musí tedy být větší (několikrát) než hodnota parametru $Down_{Int}$.

Při nízké výstupní teplotě primární regulace zvyšuje výkon regulovaného kotle k maximum (neregulované kotle běží na maximální výkon). Všechny zapnuté kotle tak pracují s výkonem blízkým maximum a tedy s maximální účinností. Toto je žádoucí stav, je proto potřeba dát kaskádě čas (vysoká hodnota parametru Up_{Int} , ~ 1000 °Cmin), aby se podařilo dosáhnout požadované teploty. Teprve pokud je výstupní teplota i při maximálním výkonu všech zapnutých jednotek trvale nízká, vlivem sekundární regulace dojde k zapnutí další jednotky.



Obr. 3 - Zvyšování počtu kotlů, normální kotle

Při vysoké výstupní teplotě primární regulace snižuje výkon regulovaného kotle k minimum (neregulované kotle běží na maximální výkon). Toto je pro nekondenzační kotel nežádoucí, proto je potřeba, aby sekundární regulace rychle snížila počet zapnutých jednotek, čehož se dosáhne nízkou hodnotou parametru $Down_{Int}$ (~ 200 °Cmin).



Obr. 4 - Snižování počtu kotlů, normální kotle

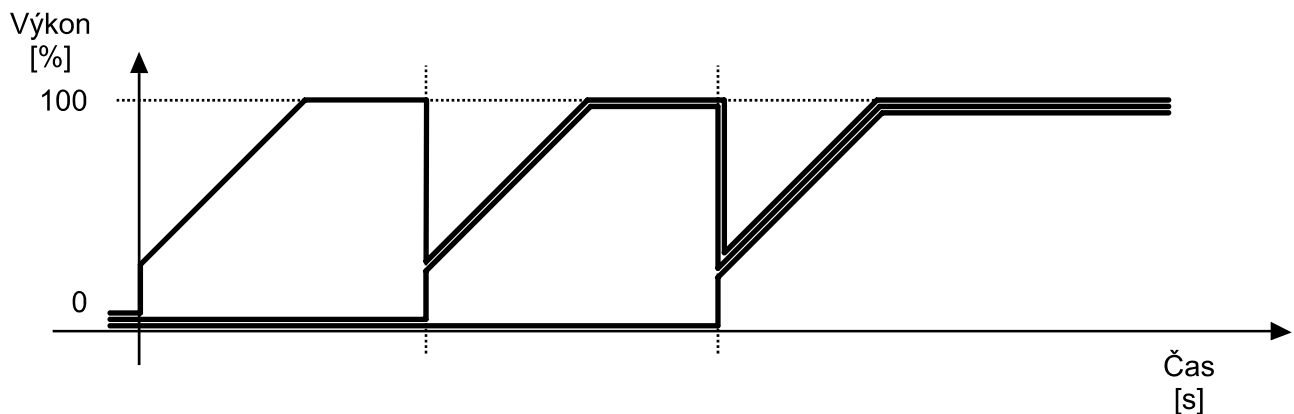
Chování výstupů modulu CasCon odpovídá požadovanému způsobu řízení kaskády nekondenzačních kotlů. V takovémto případě se tedy mohou výstupy modulu pro jednotlivé kotle přímo předat na výstupy řídicího systému určené pro ovládání kotlů.

Příklad řízení kaskády tří jednostupňových nekondenzačních kotlů typu VYP/ZAP je v aplikaci typové kotelny TK_2_A, která je k dispozici na našem webu. Potřebné úpravy programu pro jiný počet a/nebo typ kotlů jsou popsány v aplikační poznámce AP0026.

Kaskáda kondenzačních kotlů

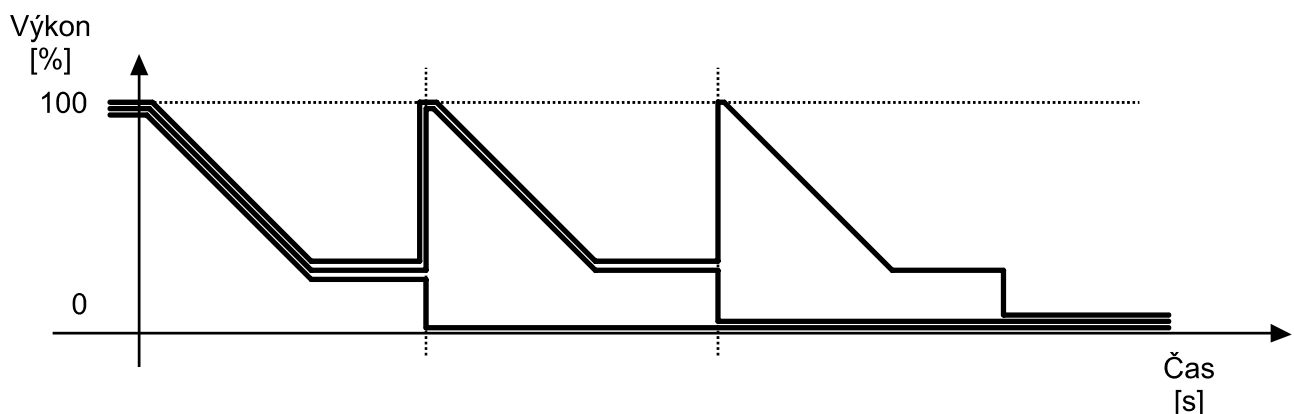
Kondenzační kotle mají na rozdíl od klasických kotlů nejvyšší účinnost v oblasti nízkého výkonu a je u nich nežádoucí, aby pracovaly dlouhodobě na jmenovitém výkonu. Mají-li kotle běžet většinu času na co nejnižší výkon, je potřeba počet kotlů v kaskádě zvyšovat co nejdříve (CasCon zvyšuje počet kotlů až poté, co regulovaný kotel pracuje na maximální výkon) a snižovat co nejpозději (CasCon snižuje počet kotlů až poté, co regulovaný kotel pracuje na minimální výkon). Hodnota parametru $UpInt$ musí tedy být menší (několikrát) než hodnota parametru $DownInt$.

Při nízké výstupní teplotě primární regulace zvyšuje výkon regulovaného kotle k maximu. Ostatní zapnuté neregulované kotle by měly běžet na plný výkon. Toto je ale pro kondenzační kotle nežádoucí. Naopak je potřeba, aby na regulovaný výkon, a tedy nižší než maximální výkon, běžely všechny zapnuté kotle a tak pracovaly v oblasti vysoké účinnosti. Po dosažení maximálního výkonu primární regulace je potřeba rychle přidat další kotel. Toho se dosáhne nízkou hodnotou parametru $UpInt$ (~200 °Cmin). Primární regulace pak začíná zase od nulového výkonu, čímž se všechny kotle opět dostanou do optimální pracovní oblasti.



Obr. 5 - Zvyšování počtu kotlů, kondenzační kotle

Při vysoké výstupní teplotě primární regulace snižuje výkon regulovaného kotle k minimu. Opět je potřeba na regulovaný výkon řídit všechny zapnuté kotle. Tím kotle opět pracují v optimální pracovní oblasti a je potřeba tento stav udržovat co nejdéle a nesnižovat počet jednotek, čehož se dosáhne vysokou hodnotou parametru $DownInt$ (~500 °Cmin). Teprve je-li výstupní teplota i při minimálním výkonu všech zapnutých jednotek trvale vysoká, vlivem sekundární regulace dojde ke snížení počtu zapnutých jednotek.



Obr. 6 - Snižování počtu kotlů, kondenzační kotle

U kaskády kondenzačních kotlů je potřeba všechny zapnuté jednotky řídit na regulovaný výkon. Ve výstupním parametru $Power$ (pro kondenzační kotle lze očekávat proporcionální řízení; řízení typu

VYP/ZAP je pro ně nevhodné) je potřeba najít výkon regulovaného kotle, což bude nejnižší výkon zapnutého kotle, a ten použít pro řízení všech zapnutých kotlů.

```
REM CC_chod          Dosazuje se za parametr Run
REM CC_vykon         Dosazuje se za parametr Power
REM Nalezení regulovaného výkonu (kaskáda tří kotlů)
Let CC_vyk_min = 999
For ii, 0.000, 2.000, 1.000
    Let CC_vyk_min = if (CC_chod[ii, 2]).0 and (CC_vykon[ii, 0] < CC_vyk_min),
        CC_vykon[ii, 0], CC_vyk_min)
EndFor
Let CC_vyk_min = if(CC_vyk_min > 100.0, 0.0, CC_vyk_min)
```

Pro optimalizaci náběhu kotlů je dále možné při zapnutí dalšího kotle do kaskády (zvýšení regulační hladiny) všem dříve zapnutým kotlům snížit výkon na minimum a postupně všemi kotli najet na regulovaný výkon.

3. Technická podpora

Veškeré informace ohledně řízení kaskády kotlů s pomocí prostředí DetStudio, Vám poskytne oddělení technické podpory firmy AMiT. Technickou podporu můžete kontaktovat nejlépe prostřednictvím emailu na adrese **support@amit.cz**.

4. Upozornění

AMiT spol. s r. o. poskytuje informace v tomto dokumentu, tak jak jsou, nepřijímá žádné záruky, pokud se týče obsahu tohoto dokumentu a vyhrazuje si právo měnit obsah dokumentu bez závazku tyto změny oznámit jakékoli osobě či organizaci.

Tento dokument může být kopírován a rozšiřován za následujících podmínek:

1. Celý text musí být kopírován bez úprav a se zahrnutím všech stránek.
2. Všechny kopie musí obsahovat označení autorského práva společnosti AMiT spol. s r. o. a veškerá další upozornění v dokumentu uvedená.
3. Tento dokument nesmí být distribuován za účelem dosažení zisku.

V publikaci použité názvy produktů, firem apod. mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.