

Vytápění s automatickou regulací

Veronica (Jan Hollan)

13. února 2001

Obsah

1	To hlavní	2
2	Topení v běžné budově	2
3	Automatická regulace	3
4	Vytápění části nebo celého domu	3
5	Tři cílové teploty	4
6	Základní nastavení	5
7	Jak dlouho dům stydne nebo se ohřívá	6
8	Čidlo v interiéru	8
9	Teplá voda	8
10	Když regulace zlobí	9
11	Jak ušetřit	9
12	Jak ušetřit hodně	10
13	Dodatek: podivné vlastnosti regulátoru	11
13.1	Lehký či těžký dům	11
13.2	Klesání teploty domu, když zvolíme nižší žádoucí teplotu	11
13.3	Růst teploty domu, když zvolíme vyšší žádoucí teplotu	13
13.4	Programování teploty proto nemá moc smysl	14
13.5	...leda snad s doplňujícím pokojovým čidlem/ovladačem	14

1 To hlavní

Aby automatická regulace fungovala, musí být správně nastavené její vlastnosti. K tomu slouží v nejjednodušším případě čtyři parametry.

U regulátoru RVA 66.540 použitých v Hostětíně (výrobce Siemens, divize Landis&Staefa) jsou to především hodnoty, které se nastavují „na řádcích“

- **30** (o kolik má být voda v topení teplejší, když se venku ochladí o deset stupňů a uvnitř má zůstat dvacet stupňů) a
- **66** (při jakém rozdílu teplot uvnitř a venku ještě není potřeba topit vůbec).

Pokud jsou obě hodnoty nastavené správně a venku je několik dní stejná teplota, měla by být teplota v interiéru právě taková, jaká je nastavená na regulátoru.

Další parametr říká, jak moc má regulátor přihlížet ke kolísání venkovních teplot v průběhu dne. Pro masivní domy jen trochu, k tomu je potřeba, aby „na řádku“

- **74** byla hodnota 0 a ne původní jednička (ta je pro velmi lehké domy, které vystydnou za hodinu).

Poslední parametr se týká toho, jak se má regulátor chovat, když změním požadovanou teplotu v interiéru (např. na jednu ze tří hodnot, mezi kterými lze přepínat). Hlavní je, aby „na řádku“

- „OEM“ **22**.

byla dostatečně velká hodnota, nejspíš maximální možná (20), pro malé domky možná trochu menší (třeba i jen 12, ale rozhodně ne původní čtverka).

Podrobněji o nastavování v odstavcích Základní nastavení a Jak rychle dům vystdne nebo se ohřívá.

Trochu jiné číslování je uvedeno v nevýřečném dokumentu k regulátoru, který lze stáhnout jako <http://www.landis.cz/prd/doc/p2378c.pdf>. (Pro verze regulátoru použité v Hostětíně jsou příslušné dokumenty nouzově dostupné ve formátu html v adresáři astro.sci.muni.cz/pub/hollan/e_papers/topeni.)

Aby tomu ale člověk dobře porozuměl, musí se zamyslet nad topením a všemi jeho variantami důkladně.

2 Topení v běžné budově

Běžné domy mají těžké, masivní zdi z plných cihel. Takovým domům dlouho trvá než vystydnou nebo se ohřejí a příjemná teplota se v nich proto udržuje docela snadno. Dají se klidně vytápět nárazově velkým výkonem, aby se teplota o kus zvedla a pak zase zvolna klesala (velkými kachlovými kamny nebo teplovodní soustavou s velkými radiátory). Dají se také vytápět výkonem stálým, který občas změním, změní-li se na více dní teplota venku.

Průměrný výkon, který je pro vytápění potřeba, je přitom dán právě rozdílem průměrné teploty venku a teploty, kterou chceme mít uvnitř. Kdyby v budově nikdo nebyl a neměla by jižní okna, byl by potřebný výkon jednoduše úměrný rozdílu teplot venku a uvnitř (pomineme-li, že jedna teplota „venku“ bývá jiná, totiž málo proměnná teplota hlíny pod domem).

U budovy obývané a s okny je to jinak, protože při venkovních teplotách kolem patnácti stupňů určitě stačí teplo, které se uvolňuje při běžných činnostech, aby bylo uvnitř kolem dvaceti stupňů. Pokud pěkně svítí slunce, může být venku i chladněji, a přesto není ještě potřeba topit. Topné období je díky tomu o dost kratší než období, ve kterém je průměrná venkovní teplota menší než dvacet stupňů.

Automatická regulace topení v těžké budově má nahradit ruční upravování jeho výkonu jednou za den či za týden. Ručně bychom se orientovali podle teploměru v některé místnosti, kde nám na teplotě záleží, podle teploměru venkovního a také podle počasí, jak je vidíme nebo i jak o něm mluví předpověď. Je-li ráno doma trochu chladno a venku mírný mráz, ale je pěkně jasno, topení asi nepřidáme, dům nám ohřeje přes den slunce. Je-li nebe temné a obleva není v dohledu, asi bychom měli přitopit, jinak interiér ještě více vystydně.

3 Automatická regulace

o tom tak moc nepřemýšlí. V nejjednodušším případě má jediné teplotní čidlo, buď v interiéru nebo venku. Pokud je čidlo venku, mluví se v Česku o regulaci ekvitermní. Ta zvyšuje výkon topení, když teplota venku klesá.

Výkon lze měnit různými způsoby. Buď přímo, např. ovládáním přítoku plynu do hořáků nebo přívodu vzduchu do kotle na dřevo, nebo zprostředkovaně. Třeba nastavením doby hoření plynového kotle (a naopak doby nečinnosti). Pokud je voda v domácím topení ohřívána vodou z výtopny, místo výkonu domácího topení se snadněji nastavuje teplota jeho topné vody. Příkon dodávaný do domu pak závisí na průtoku topné vody a na jejím ochlazení, což souvisí s počtem otevřených radiátorů.

Ekvitermní regulace se v posledním případě vlastně snaží udržovat rozdíl teploty topné vody a pokojové teploty zhruba úměrný rozdílu teploty uvnitř a venku. Výkon přitom může být velmi různý, podle toho, jestli se vytápí celý dům nebo jen jeho část – tedy podle toho, kolika radiátory voda protéká.

Ekvitermními regulátory jsou osazeny všechny domy v Hostětíně připojené na výtopnu, proto se dále budeme věnovat hlavně jim.

4 Vytápění části nebo celého domu

Ovlivňovat dodávaný výkon (a tedy i to, kolik za teplo zaplatíme) lze především tak, že se naplno vytápějí jen některé prostory a v ostatních jsou radiátory téměř zavřené. V té chvíli ale už nemusí teplota topné vody stačit na to, aby bylo dost teplo tam, kde má být, hlavně pokud tam nejsou radiátory dost velké. Pomoci si lze sporákem na dřevo nebo „ošizením“ regulátoru.

Nastavených teplot lze totiž docílit většinou jen tehdy, když se vytápějí všechny prostory s radiátory a únik tepla ven se děje jen skrze tlusté vnější zdi (a okna). Pokud se vytápí např. jen dvě místnosti ze čtyř, teploty v nich budou nižší, protože teplo z nich teče i přes tenké, málo izolující vnitřní zdi. Napravit se to dá tak,

že se na regulátoru nastaví o něco vyšší „jmenovitá“ teplota, tím vyšší oproti té, kterou opravdu chceme dosáhnout, čím je venku chladněji. To ovšem znamená, že se při oteplování musí nastavená teplota na regulátoru zase snižovat blíže ke skutečně požadované.

Regulátor je ale možné nastavit (viz část Základní nastavení) naopak na stav, kdy se nevytápí celý dům. Pak je zase potřeba, pokud otevřeme všechny radiátory, nastavit na regulátoru nižší teplotu než chceme skutečně mít. V každém případě by mělo být základní nastavení regulátoru takové, aby odpovídalo nejčastějšímu rozsahu vytápění domu, tj. aby se nastavení teploty na regulátoru shodovalo většinou se skutečností.

Lepší než šdit regulátor nastavením jiné teploty než je ta, kterou skutečně chceme mít, je vždycky přestavit jeho vlastnosti, viz Základní nastavení, stačí mít na cedulce u regulátoru poznamenané osvědčené hodnoty pro různé způsoby vytápění.

5 Tři cílové teploty

U regulátorů použitých v Hostětíně je možnost střídát tři cílové teploty interiéru. Jen dvě vyšší z nich („jmenovitou“ a „úspornou“) je ale možné naprogramovat dopředu, tj. zvolit si doby, kdy se změní teplota topné vody. Na třetí z nich lze regulátor přepnout tlačítkem „protimrazové ochrany“. Pokud je tato nejnižší teplota nastavená dostatečně nízko, do jedné minuty by mělo přestat běžet i oběhové čerpadlo a zapnout by se mělo až za dlouhou dobu, až dům velmi vystydne.¹

Tři cílové teploty mají sloužit k tomu, aby teplota interiéru nebyla zbytečně vysoká, když to nikdo nepotřebuje. To může být osm hodin v době, když jsme v posteli nebo i dalších osm hodin, když jsme pryč. Tehdy jistě stačí, když je uvnitř 17 stupňů. Zato v době, když doma posedáváme, chceme mít místnost teplou řekněme až 21 stupňů. Pokud není velký mráz a topný systém má velký přebytek možného výkonu, skutečně můžeme nechat teplotu takto kolísat. Je-li doba s nižší nastavenou teplotou (v našem příkladu 17 stupňů) šestnáct hodin denně, ušetříme možná až patnáct procent tepla, pokud je to jen osm hodin, tak jen polovinu z toho. Není to moc, ale může to stát za to.

Jestli se ale bude opravdu dařit měnit teplotu v domě tak moc, aby se to vyplatilo, záleží na jeho hmotnosti a izolaci. U těžkého, dokonce i neizolovaného domu teplota ani bez topení za půl dne moc nepoklesne a tak je snaha o regulování teplot během dne málo platná. Přesto není nesmyslná – když nic nestojí, chlup ušetří, a obyvatelé domu to berou jako zábavu, proč to nezkusit.

Výjimkou je jen doba tuhých mrazů. Pak je totiž ve správně navrženém systému potřeba topit pořád, protože už nemá žádné rezervy! Noční pokles teploty pak je potřeba vypnout, ráno by se dům asi nestačil ohřát. Obecní vytápění v Hostětíně takto správně navržené je, protože nejteplejší voda, kterou poskytuje, má teplotu

¹To ale platí, jen když je venku nad nulou, jinak čerpadlo běží buď po chvilkách (když je tepleji než pět stupňů pod nulou) nebo dokonce pořád, i když se voda v topení skoro neohřívá (aby se i v mraze nadlouho zastavilo, bylo by nutné protimrazovou ochranu vyřadit).

80 °C. Dálkové vytápění s vodou více horkou znamená vždy velké plýtvání, protože více tepla utíká z rozvodů do země.

Mimochodem, za slunného mrazivého počasí se o vhodný chod teplot postará slunce – odpoledne a večer bude nejtepleji a přes noc budova zase trochu vystydně.

Má rada pro Hostětín proto zní: nemáte-li dům s lehkou konstrukcí, žádné denní programování teplot vůbec nepoužívejte (podrobněji viz na konci brožurky, v dodatku Podivné vlastnosti regulátoru.

Větší význam má střídání teplot ne přes den, ale na dobu týdne či delší, když odjíždíme pryč. Zisk je dán tím, o kolik se nám na danou dobu podaří snížit průměrnou teplotu interiéru. Účinné by bylo regulaci přepnout na teplotu nejnižší, jen spolehlivě bránící zamrznutí (radiátory by ale měly být všechny aspoň trochu otevřené) a topení na nejvyšší teplotu naprogramovat až na dobu před očekávaným návratem. Podle hmotnosti domu a doby, na kterou odjíždíme, bychom okamžik zatopení nastavili na jeden den až týden před návratem. Takové programování ale regulátor neumožňuje, volit lze jen mezi „jmenovitou“ a „úspornou“ teplotou – na dobu delší nepřítomnosti je tedy potřeba nastavit střední, „úspornou“ teplotu velmi nízko, řekněme na deset stupňů (nebo i níže, podle toho, o jak dlouhou nepřítomnost půjde).

Zisk z velkého snížení teploty třeba na celý týden je už pěkný. Automatická regulace má teprve v takovém případě skutečnou výhodu oproti regulaci ruční – kdybychom začali topit až po návratu, první dny by bylo doma dost zima. Pokud ale může zatopit včas souseď, nevýhoda ruční regulace odpadá, dokonce má při promyšleném postupu výhodu – ručně lze topení pustit na plný výkon, kdežto nedokonalá ekvitermní regulace neví, jak moc dům mezitím vystydl a neumí topit naplno. Nezbývá než aspoň trochu ošidit tím, že nastavíme jmenovitou teplotu na nejvyšší možnou hodnotu (26 °C), ale pak hrozí, že můžeme mít doma po návratu horko, pokud se venku nečekaně oteplilo a my jsme dobu, kdy se má začít topit, stanovili s předpokladem, že zima nepoleví. Více o takových pokusech opět dodatek Podivné vlastnosti regulátoru.)

Hloupost ekvitermní regulace se projeví také tehdy, když svítí slunce nebo je naopak temný den – v prvním případě topí moc, ve druhém asi málo. Regulace také neví nic o tom, kolik je v budově dalších mimořádných zdrojů tepla, např. jestli jsme zatopili v kamnech. Na to můžeme nakrátko reagovat např. tím, že snížíme „jmenovitou“ teplotu a skutečná teplota interiéru přesto nezačne klesat.

(Aby regulace reagovala na oslunění, může být výhodné umístit čidlo na jižní stěnu domu, ale zastínit je krytem.)

6 Základní nastavení

Jestliže se teplota v domě neshoduje se „jmenovitou“ teplotou nastavenou na regulátoru nejen výjimečně, ale většinu času, je základní nastavení špatné. Základní nastavení není popsáno na úvodním letáčku A4, je ale tím daleko nejdůležitějším a uživatel by je měl také ovládat.

Potřebná teplota topné vody je zhruba lineární funkcí rozdílu teplot venku a uvnitř domu: nakreslíme-li si graf, kde na svislé ose je potřebná teplota topné vody a na vodorovné teplota venku, pak je závislost mezi oběma teplotami zhruba přímková. Sklon přímky je tím menší, čím je dům lépe tepelně izolován a také čím větší je poměr plochy radiátorů a vnějších ploch domu. Dobré utěsnění domu, tlusté izolace a stále vnitřní zdroje tepla (chladnička či mrazicí box, lidé, vaření, praní, světla a další elektrické spotřebiče) kromě toho přímku posouvají k nižším venkovním teplotám (to znamená, že topení se zapíná později).

Ve skutečnosti nebývá závislost mezi venkovní teplotou a potřebnou teplotou topné vody přesně přímková. Pokud se radiátory chovají do značné míry podle svého názvu, tedy jako zářiče, jsou při vyšších teplotách účinnější a teplota topné vody nemusí pak stoupat tak rychle. Také by to tak bylo v případech, že dům je velmi dokonale těsný a že větráme pochopitelně tím méně, čím je větší mráz. U netěsného domu je to naopak, tj. větrání škvírami je tím větší, čím je venku chladněji. To by pak závislost mohla zůstat přímková nebo se dokonce ohnout naopak. Regulace s ničím takovým ale nepočítá, skutečně je lepší dům utěsnit (tj. např. i uzavřít nepoužívané komíny) než vymýšlet regulaci pro takový nežádoucí případ.

Oba tyto parametry, tj. sklon přímky (vlastně mírně prohnuté „topné křivky“) i její posun vlevo či vpravo, jsou pro každý dům jiné. Jak je uvedeno výše, záleží také na tom, které prostory chceme obvykle vytápět. *Sklon se nastavuje „na řádku 30“ a posun křivky „na řádku 66“.*

Potřebnou korekci nastavení křivky lze odhadnout podle toho, o kolik se lišila „jmenovitá“ a skutečná teplota v domě při nízkých, středních a vyšších venkovních teplotách. Pokud byl rozdíl pořád stejný, stačí křivku posunout. Pokud rozdíl „jmenovitě“ a skutečné teploty rostl s klesající venkovní teplotou, je potřeba zvýšit její sklon. Pokud naopak byla skutečná teplota oproti „jmenovité“ tím vyšší, čím bylo venku chladněji, je potřeba sklon zmenšit.

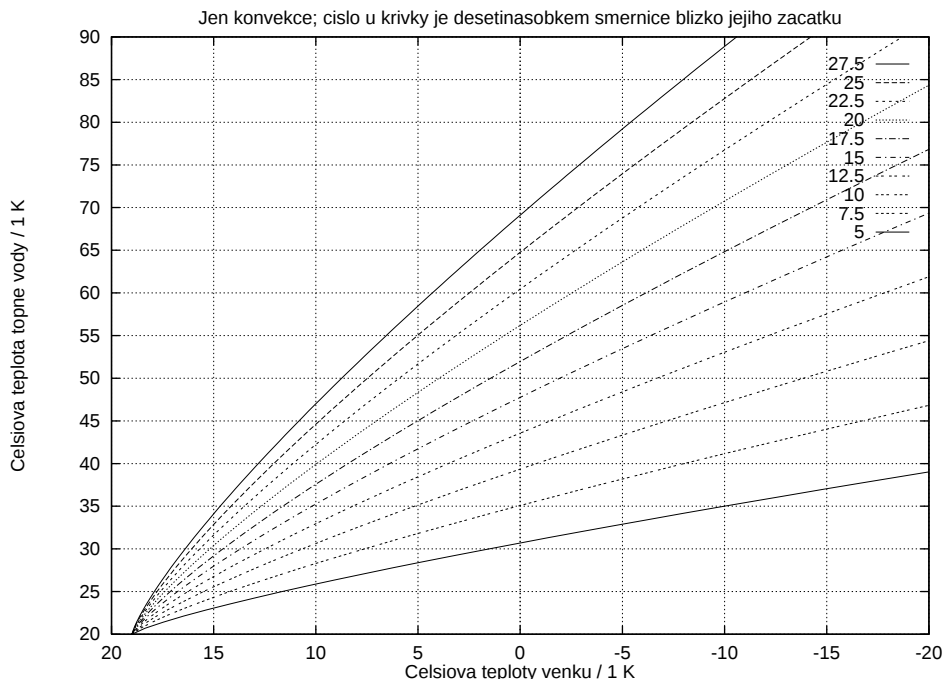
Údaj sklonu znamená zhruba, o kolik se musí zvýšit teplota topné vody, když se venku ochladí řekněme ze sedmnácti na sedm stupňů.

Paralelní posun křivky zvolíme kladný tehdy, když je potřeba mít topnou vodu teplejší.

7 Jak dlouho dům stydne nebo se ohřívá

Nastavení na řádcích 30 a 60 zajišťuje jen to, aby se dům dlouhodobě nepřetápěl. Při přechodu z jednoho režimu do druhého ale stydne (nebo se naopak ohřívá) každý dům jinak rychle. Když chceme, aby teplota domu na půl dne klesla, je potřeba s předstihem přestat topit, možná i na takových osm hodin, a rovněž s předstihem zase začít topit, nejlépe s maximálním výkonem, aby teplota mohla zůstat co nejdéle snižená. a teprve pár hodin předtím, než chceme mít v domě opět dvacet stupňů, zase naplno topit.

Jedno nastavení na regulátoru použitým v Hostětíně svým názvem napovídá, že se tepelné setrvačnosti domu týká. Je to „řádek 74“, který musí být *nastaven*



Obrázek 1: Příklady křivek, z nichž některá by mohla platit pro případ, že vytápíte na teplotu 20 stupňů, a že se topidla chovají ne jako zářiče, ale jako „konvektory“, jsou uvedené v obrázku. Nakreslit si je může každý programem gnuplot, viz adresář astro.sci.muni.cz/pub/hollan/e-papers/topeni.

na hodnotu 0, což odpovídá těžké budově. Bohužel je základní nastavení regulátoru opačné, totiž na 1, což by bylo vhodné pro montovaný lehký dřevěný domek. Ve skutečnosti ale tento parametr tak moc důležitý není, týká se výhradně toho, jak moc se při topení má přihlížet ke kolísání teploty venku během dne. Je lépe výkon topení během dne měnit co málo, jak kvůli zatížení obecní výtopny, tak i kvůli využití přirozeného kolísání venkovních teplot pro příjemné mírné změny v interiéru, to právě zajišťuje hodnota 0 na „řádku 74“.

Pro zohlednění toho, jak pomalu dům stydne, když zvolíme nižší teplotu v interiéru, je k dispozici jen nastavení, které je nutné provádět v režimu „OEM“. Pak jde o řádek **22**. *Vhodná hodnota je minimálně 10, spíše ale maximální možná, tj. 20*. Zdá se, že hodnota udává, jak dlouho trvá, než dům vystydne při vypnutém topení ze dvaceti stupňů na osmnáct, když je venku pět nad nulou. Pokud bychom tuto konstantu nechali pro dům z plných cihel na původní hodnotě (2), pak by topení běželo skoro pořád a teplota by klesala tak pomalu, že bychom to poznali stěží dříve než za den. Aby dům vystydl co nejrychleji, musí se topení zcela vypnout a doba vypnutí je úměrná právě hodnotě KON „na OEM řádku 22“. (Ze stejné konstanty

by mohl regulátor odvodit, jak dlouho má pak zase topit naplno, ale on to zřejmě nedovede, proč, to nevím.)

8 Čidlo v interiéru

Druhý základní způsob regulace, kdy je teplotní čidlo regulátoru v interiéru, spolehlivě zabrání velkým výkyvům teploty na mnoho hodin. Pokud mají radiátory malý objem nebo je dům těžký a dobře tepelně vodivý (to je každý dům z plných cihel), dá se tak udržovat teplota interiéru velmi přesně. Současně může regulace snadno používat plný rozsah výkonů topení, takže třeba po delší době nepřítomnosti spustí topení naplno, aby se budova nemusela ohřívat řadu dní. Jen je potřeba mít čidlo ve vhodném místě budovy.

Regulátory použité v Hostětíně sice mají čidlo venku, ale mají schopnost používat čidla dvě, kromě levného vnějšího i další čidlo na vnitřní zdi v interiéru. To už bohužel není pouhé čidlo, ale dražší zařízení doplněné elektronikou a ovládáním.

Doplnění interiérového čidla je vhodné tehdy, když se ukáže, že „hloupá“ ekvitermní regulace nedokáže udržovat teploty v dostatečně úzkých mezích, ani když je nastavení všech čtyř parametrů optimální a čidlo je na slunné straně domu pod krytem. Takové možnosti ale nevěřím, padala by v úvahu snad jen tehdy, kdy by tvar „topné křivky“ vůbec neodpovídal skutečnosti (to by mohl být případ plochých radiátorů, které jsou opravdu spíš zářiči než konvektory). Tvar křivek totiž bohužel ovlivnit nelze.

Jinak vnitřní čidlo udělá vlastně jen to, že časem (za čtrnáct dní, pokud se dostatečně mění venkovní teploty) s jeho pomocí zjistí regulátor vhodné základní nastavení sám, to se ale dalo udělat za pár minut ručně. (Aby se základní nastavení upravilo, nesmí být „na řádku 75“ hodnota 0.)

Vnitřní čidlo je ale jedinou možností, jak spolehlivě urychlit automatický přechod z jedné cílové teploty na druhou. Jen s pokojovým čidlem je totiž regulátor ochoten topit na potřebnou dobu, než teplota interiéru dosáhne žádoucí hodnoty, opravdu vydatně. Podmínkou ale je, aby „na OEM řádcích 22 a 24 byly maximální možné hodnoty, tj. 20. I tak u masivního domu trvá zvednutí teploty interiéru z deseti stupňů na dvacet dobré dva dny.

V každém případě ale interiérové zařízení umožní pohodlnější ovládání. Na rozdíl od regulátoru samotného je na něm tlačítko, které umožňuje regulaci přepnout do režimu střední, „úsporné“ teploty.

9 Teplá voda

Zásobník užitkové vody lze také ohřívat podle programu, který předem nastavíme. Pokud jde o úspory, význam to má nevelký, hlavně když je zásobník výborně izolovaný (což by měl být). Užitečné by to ale mohlo být v době velkých mrazů, pokud

bychom i pak chtěli měnit domu teploty během dne – pro vytápnu je výhodné, když užitkovou vodu ohříváme jen tehdy, když dům vytápíme méně.

10 Když regulace zlobí

Pokud je v domě poněkud chladněji než bychom rádi, velká škoda to není. Pro jednu stačí se více obléknout, hrát nás může vědomí, že ušetříme. Pokud ale je tepleji, než je potřeba, je to vážná chyba. V případě, že teplota interiéru přesahuje více než o dva stupně „jmenovitou“ teplotu nastavenou na regulátoru, je potřeba hned změnit základní nastavení, alespoň na jednom z řádků **30 a 66**. Nejde jen o peníze, ale také o plýtvání a konečně i o nepohodlí – horko jinde než u kamen je protivné, v zimě nejsme zvyklí chodit v tričku.

Kdykoliv ale také můžeme udělat prostou věc, totiž stisknout tlačítko v levém dolním rohu regulátoru a tím jej odstavit, přepnout soustavu na ruční řízení. Přitom se oba škrticí ventily na odbočce z výtopny zavřou a oběhová čerpadla topení i ohřevu užitkové vody poběží. To je jistě zbytečné – není-li mráz a nechceme topit či ohřívát vodu, pak i čerpadla ručně vypneme. Jinak můžeme pootevřít příslušný škrticí ventil tak moc, jak nám vyhovuje. U teplé vody si můžeme nastavit budík, abychom ji zbytečně neohřáli až na osmdesát stupňů.

Ruční ovládání musíme použít, když chceme co nejrychleji zatopit (ani regulátor s pokojovým čidlem naplno celou potřebnou dobu topit nebude).

11 Jak ušetřit

Hlavní zásada je samozřejmě: nepřetápět. Abychom ji mohli dodržet, musí být dobře ovladatelné všechny ventily u radiátorů. Přetápěním lze totiž nazvat i pokojovou teplotu v prostorách, v nichž nikdo nebývá. Vůbec není nutné kupovat ventily termostatické, stačí uvolnit staré kohouty či ventily, aby šly lehce ovládat (v místnosti s pokojovým čidlem/ovladačem dokonce termostatické ventily být nesmějí, radiátory tam mají být pořád naplno otevřené). Pokud se budou ventily často používat, nezatuhnou. Skutečnou úsporu termostatický ventil oproti ventilu ručně ovládanému stěží přinese. Životnost nového ventilu oproti opravenému starému také asi nebude větší.

Druhá zásada je, nepouštět teplo zbytečně ven. Hlavní je dům utěsnit. Ven by teplý vzduch neměl unikat žádnými škvírami, už proto, že v takových škvírách kondenzuje v mraze vlhkost, vsakuje do konstrukce a ta pak např. plesniví. Pokud je v domě v mraze nepříjemně sucho, je jisté, že je velmi netěsný. Až jej utěsníme, budeme naopak i v mraze větrat, abychom se vlhkosti zbavili. Zato když budeme v mrazech týden pryč, dům nevyschne na troud.

12 Jak ušetřit hodně

Když vidíme údaj o dodaném teple do domu, vede to přirozeně ke snaze, aby byly výdaje za ně co nejmenší. Po utěsnění může být na čase několikrát zlepšit také izolační schopnosti oken, zdí a stropů. V dobře izolovaném domě ztratíme ovšem dvě „výhody“. Přestane mít cenu regulovat topení během dne, dům za den vystydne jen nepatrně. A také moc nepomůže vytápět jen část domu, abychom ušetřili – tak jako tak bude všude skoro stejná teplota, jako je tomu uvnitř termosky.

O takových opatřeních více na astro.sci.muni.cz/pub/hollan/e_papers, hlavně adresář *stavby*. Lze také nahlédnout nebo napsat do konference

<http://amper.ped.muni.cz/ekodum>

13 Dodatek: podivné vlastnosti regulátoru

13.1 Lehký či těžký dům

Jak vyplynulo ze servisní technické dokumentace (oddíl 8. Funkce bez nastavení, str. 6), hodnota na uživatelském řádku 74 oproti mému původnímu očekávání nemá žádný význam týkající se stydnutí domu v případě, že chceme přejít na nižší teplotu interiéru. Její význam je pouze takový, že při volbě 0 (těžký dům) topení méně sleduje denní výkyvy venkovních teplot (vztažná venkovní teplota, podle které se regulátor snaží topit, je pak, zhruba řečeno, v polovině mezi teplotou okamžitou a průměrnou, zatímco jinak ve třech čtvrtinách). Rozdíl není velký, výhodou nastavení na nulu je ale omezení kolísání zatížení výtopy.

13.2 Klesání teploty domu, když zvolíme nižší žádoucí teplotu

Regulátor dokáže jaksi brát v úvahu to, že dům nějakou dobu stydne, pokud v nějakém čase zvolíme nižší žádoucí teplotu. Na určitou dobu v takovém případě někdy vypne oběhové čerpadlo a uzavře ventil okruhu z výtopy. Délka této doby závisí na venkovní teplotě a „konstantě pro rychlý útlum“ *KON*, kterou si uživatel zvolí „v režimu OEM“. Dále by měla záviset na velikosti žádoucího poklesu teploty, ale dle popisu to vypadá, že nezávisí! To je tak velká pitomost, že se jí zdráhám uvěřit.

Skutečná doba vypnutí topení má být úměrná logaritmu podílu rozdílů teplot interiéru a exteriéru, konkrétně rozdílu původního a rozdílu cílového. Konstantou úměrnosti je podíl tepelné kapacity domu a tepelné vodivosti jeho pláště:

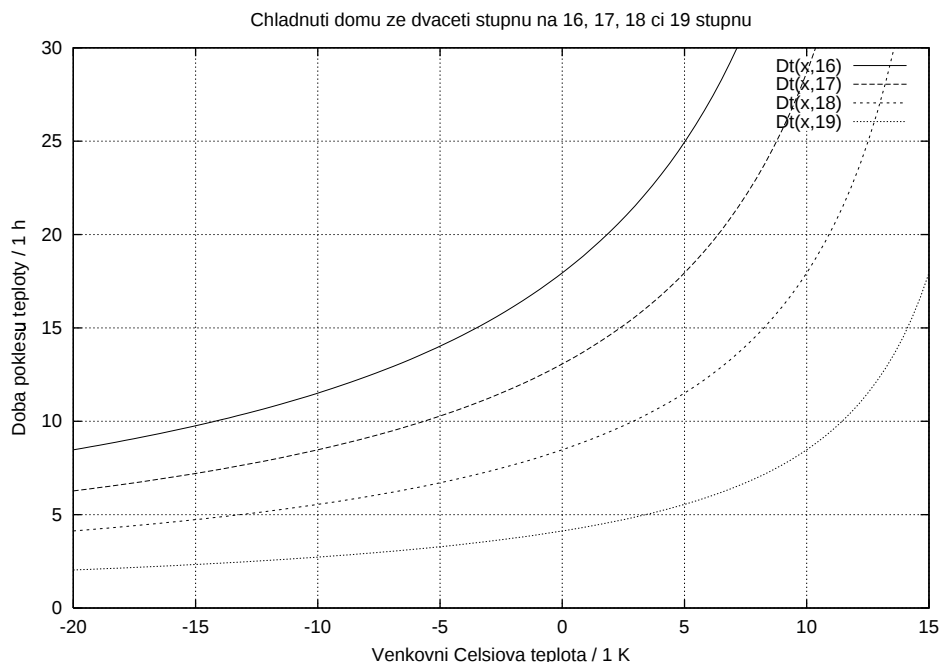
$$Dt(x, t) = \log \frac{T_i - x}{t - x} \text{ kapacita/vodivost}$$

(T_i je původní teplota interiéru, t cílová, x je venkovní teplota).

Tabulka uvedená v servisní dokumentaci v odd. 7.15. (úroveň pro OEM, modrá str. 12, řádek pro -10°C je v ní popletený) odpovídá pro dvojpodlažní dům s půdorysem $10\text{m} \times 8\text{m}$ s půlmetrovými stěnami z plných cihel zhruba situaci, kdy teplota klesne ze dvaceti na sedmáct stupňů, a to při volbě nejvyšší možné konstanty *KON*: to je asi jediná správná volba pro masivní dům, dokonce i neizolovaný (pro izolovaný by musela být ještě několikrát vyšší).

(Přesněji řečeno, takto pomalu stydne dům za zamračeného dne, kdy je vyšší tok tepla ven běžnými okny než sousední zdí nahrazován denním světlem zvenčí, v noci může být chladnutí při velké ploše oken o trochu větší. Také předpokládám, že tok tepla do podloží je hrazen vnitřními zdroji domu jinými než topením, např. lidmi a jejich spotřebiči, takže jako by jej nebylo.)

Odpovídá ale jen velmi zhruba. To proto, že doby, kdy je topení vypnuto, by pro venkovní teplotu nula stupňů měly ve skutečnosti být necelou polovinou dob pro venkovní teplotu deset stupňů a ne více než polovinou. Pro nízkou venkovní teplotu je totiž pokles teploty téměř rovnoměrný, zatímco pro vyšší se přece jen postupně

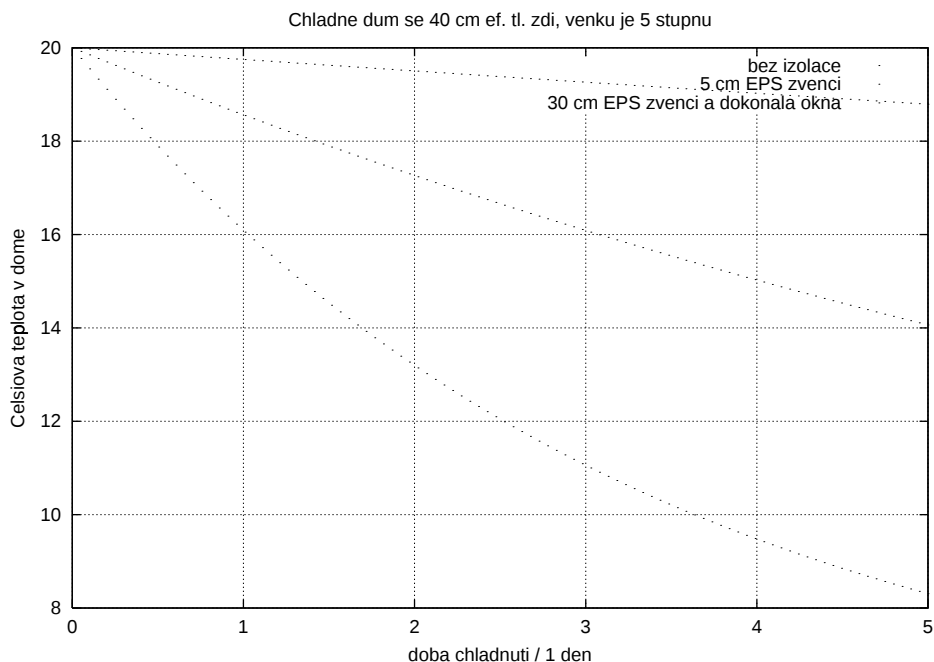


Obrázek 2: Doba, za kterou při různých vnějších teplotách vystydne neizolovaný dům ze dvaceti stupňů o stupeň, dva či tři, když se v něm přestane topit.

zpomaluje (tj. projeví se víc, že ve skutečnosti není lineární, ale exponenciální). Například dům uvedený výše vystydne ze 20 na 18 stupňů při venkovní teplotě 10 °C za 27 h, ale když je venku na nule, pak už za 13 h místo za 15 h, jak nepochopitelně uvádí tabulka.

Hlavně ale neodpovídá dobře skutečné potřebě proto, že se pro záporné venkovní teploty sníží doba vypnutí topení jen na chvíli nebo se topení vůbec nevypne. Je to zjevně proto, aby se zamezilo zamrznutí topení v exponovaných místech. Ve skutečnosti by mohla pro ochranu před takovým neštěstím voda v topení sice (možno-li, pomalinku) cirkulovat, ale při topení vypnutém. Případně by mohlo topení běžet s výrazně sníženou teplotou vody oproti té, která by měla platit po dosažení cílové teploty interiéru, aby se zabránilo padání ledového vzduchu ochlazeného vnitřní tabulí okna.

Pro útlum ne ze dvaceti na osmnáct stupňů, ale třeba na šestnáct, jsou ale potřebné doby vypnutí topení více než dvojnásobné, tj. např. při venkovní teplotě na bodu mrazu činí celý den. Takové, jako jsou uvedené v tabulce, by byly snad pro malý jednopodlažní domek.



Obrázek 3: Průběh stydnutí domu neizolovaného a s tenkou vnější izolací, když skončí všechna dodávka tepla do něj. I málo izolovaný dům za den moc nevystydne, je-li venku pět nad nulou. Pořádně izolovaný dům nevystydne vůbec ani za týden.

Konstantu KON by snad bylo možné interpretovat tak, že je to doba (/1h), za kterou teplota klesne ze dvaceti stupňů na osmnáct, když je venku pět stupňů nad nulou. To je ale jen můj odhad dle kusé dokumentace.

13.3 Růst teploty domu, když zvolíme vyšší žádoucí teplotu

V tomto případě neumí regulátor podle servisní dokumentace, bohužel, vůbec nic. Přitom by stačilo, aby chování regulátoru v předchozím případě bylo racionální. Stejnou dobu, jako dům stydne ze dvaceti na osmnáct stupňů, by se pak ohříval při použití takové teploty topné vody, která by odpovídala dvojnásobnému rozdílu teploty interiéru a exteriéru. Tj. pro předchozí případ, kdy je venku na nule, by se ohříval 13 h při použití takové topné vody, která by jinak byla užita při venkovní teplotě -20°C . Pokud se ale bude ohřívat topnou vodou s teplotou odpovídající jen ustálené teplotě interiéru 20°C , bude skutečná teplota interiéru k tomuto cíli konvergovat exponenciálně a $19,5^{\circ}\text{C}$ překročí až asi za týden.

13.4 Programování teploty proto nemá moc smysl

Vzhledem k tomu a k nejasnému chování regulátoru při chladnutí domu z toho plyne pro masivní domy (všechny v Hostětíně, snad až na pár staveb z plynosilikátových tvárnic) následující doporučení:

Nechte nastavenou stále stejnou teplotu. Nechat kolísat teplotu dle programu během dne je téměř bezcenné, kolísat zvládne stěží o stupeň, a teploty budou proti vašemu přání opožděné alespoň o šest hodin.

Pokud skutečně chcete, aby se teploty měnily, dělejte to ručně. Když chcete, aby teplota začala klesat, přepněte regulátor tlačítkem do režimu protimrazové ochrany, pár hodin předtím, než byste měli rádi určitou teplotu, nastavte na otočném knoflíku maximální teplotu, a až jí dosáhnete té, kterou jste chtěli, nastavte znovu tuto teplotu, regulátor ji pak už bude udržovat.

Když pojedete na týden pryč a venku bude pět nad nulou s výhledem, že to tak zůstane a vy budete chtít ušetřit a přitom také, aby vám regulátor včas zatopil, nastavte útlumovou teplotu co nejnižší (deset stupňů). Dům nechte stydnout například půl týdne, pak naopak nastavte topení na nejvyšší teplotu interiéru. Za druhou polovinu týdne se snad dům ohřeje zase na dvacet stupňů. Nebo taky ne, pokud bude venku jiná teplota (bude-li deset stupňů, bude po příjezdu vevnitř už nepříjemné horko, bude-li nula, uvnitř dvacet ještě nebude).

Kdybyste chtěli za ten týden ušetřit doopravdy, musel by někdo zatopit naplno – přepnout (vyřadit) regulátor do režimu ručního ovládání soustavy a otevřít naplno ventil přívodu z výtopny. Můžete to udělat vy při příjezdu (teplo budete mít už za den) nebo o den dřív například soused.

(Jinak by tomu bylo u domu z papíru a bez těžkých předmětů, který vystydne nebo ohřeje se hned.)

13.5 ...leđa snad s doplňujícím pokojovým čidlem/ovladačem

Až při jeho použití totiž skutečně regulátor topení odstaví snad až do doby, kdy teplota klesne na požadovanou hodnotu. V okamžiku, kdy se systém má snažit dosáhnout nově zadanou vyšší teplotu interiéru, spustí se topení případně až téměř naplno, takže teplota může růst dostatečně rychle. Stále ale platí, že předem naprogramované časy jsou jen okamžiky, kdy se teplota má začít měnit, a že změny, jsou-li o více než dva stupně, trvají u masivního domu řadu hodin. Smysl mají asi jen při změnách na několik dní.

V průběhu jednoho dne lze docílit kolísání snad o jeden stupeň, přičemž je nutné volit časy s předstihem několika hodin. O dva nebo i tři stupně by to šlo jen v mraze a při velké (pro pouhé udržování stále teploty předimenzované) ploše radiátorů. Pro snížení účtu za dodané teplo je to málo významné. Vhodné by to mohlo být pro vyrovnání zatížení výtopny, ale to by časy začátku útlumů i zvýšení musely být voleny po dohodě a ne libovolně, pak by totiž mohly víc škodit než prospívat.

Aby takové měnění teplot rozumně fungovalo, musí být regulaci povoleno topení s dostatečným výkonem. To asi znamená, že na řádcích 22 a 24 režimu OEM musí být

maximální možné hodnoty rovné dvaceti: jak pro „Faktor vlivu prostorové teploty“ *KORR*, tak i pro „Převýšení žádané teploty prostoru“ *DTRSA*.

První z nich se uplatňuje při stanovení teploty topné vody skrze pomyslnou žádanou teplotu interiéru Tw_k , která se vypočítá ze skutečně žádané teploty Tw a momentální teploty interiéru T jako

$$Tw_k = Tw + KORR \frac{Tw - T}{2}$$

– je-li např. doma šestnáct stupňů místo žádoucích dvaceti, regulátor se bude snažit při dostatečně velké hodnotě *KORR* topit naplno, přesněji tak, jako byste chtěli mít doma čtyřicet (větší hodnotu asi nepovolí druhá konstanta).

Nížší než maximální hodnoty obou konstant mohou mít smysl snad u domů z dutých, lehkých tvárnic a určitě u domů zcela lehké konstrukce. Na ty ostatně jsou asi původně od výrobce nastaveny.

veronica