

Obor 23-07-8 Strojírenská technologie
zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

Ekonomické přínosy regulačního systému společných rozvodů tepla

DP-KOM-OM-826

Bohuslav Kočárek

Vedoucí dipl. práce: Ing. Jaroslav Votoček KOM - VŠST Liberec
Konzultanti : Ing. Aleš Richter ELITRON s.p. Liberec
: Ing. Milan Třešňák ELITRON s.p. Liberec

Počet stran . . . 60
Počet příloh . . . 11
Počet tabulek . . . 13
Počet schémat . . . 2
Počet diagramů . . . 2

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146066164

Datum odevzdání: 19.12.1993

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra karábění a montáže Školní rok: 1992/1993

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Bohuslava KOČÁRKA
obor (23 - 07 - 8) strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Ekonomické přínosy regulačního systému společných rozvodů tepla.

Zásady pro vypracování:

- 1) Rozbor způsobů regulace tepelného příkonu.
- 2) Návrh technického řešení regulačního systému a jeho programování.
- 3) Praktická aplikace.
- 4) Návrh metodiky hodnocení ekonomiky provozu spol. rozvodů tepla.
- 5) Ekonomické vyhodnocení pro konkrétní případ.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Univerzitní knihovna
Wofoněžská 1329, Liberec 9
PŠČ 461 37

V 3/94 S

K07/07

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah průvodní zprávy: 40 až 60 stran
Seznam odborné literatury:

Firemní dokumentace

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Votoček
Konzultant: Ing. Aleš Richter - technická část, Elitron
Ing. Milan Třešňák - ekonomická část, Elitron
Liberec, tř. Dr. M. Horákové 5, Liberec 6

Zadání diplomové práce: 30. 10. 1992
Termín odevzdání diplomové práce: 31. 12. 1993



Doc. Ing. Vladimír Gabriel, CSc.
Vedoucí katedry

Prof. Ing. Jaroslav Exn
Děkan

V Liberci

dne 30. 10. 1992

A N O T A C E

Označení DP : 826

Řešitel : Bohuslav Kočárek

EKONOMICKÉ PŘÍNOSY REGULAČNÍHO SYSTÉMU SPOLEČNÝCH ROZVODŮ TEPLA

Diplomová práce má vytvořit přehled současně používaných, nebo dostupných metod a systémů regulace společných rozvodů tepla a jejich srovnání. Součástí práce je vlastní návrh regulačního systému. Na závěr je provedeno ekonomické zhodnocení předpokládaného nasazení navrženého regulačního systému v konkrétních podmínkách.

Deset. třídění:

Klíčová slova : vytápění, regulace, byty.

Zpracovatel : VŠST Liberec - KOM

Dokončeno : 1993

Archivní označ. zprávy :

Počet stran . . . 60

Počet příloh . . . 11

Počet tabulek . . . 13

Počet schémat . . . 2

Počet diagramů . . . 2

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením
vedoucího diplomové práce a konzultantů.

V Liberci dne 19. 12. 1993



O B S A H

strana

	Seznam použitých zkratek a symbolů	6
1	Úvod	8
2	Průzkum současného stavu techniky	11
2.1	Vývoj regulačních systémů společných rozvodů tepla	11
2.2	Rozbor způsobů regulace tep.příkonu a vlivu na ekonomiku	13
3	Teoretická část	16
3.1	Ekonomika provozu SRT	16
3.2	Metodika hodnocení ekonomiky provozu SRT	17
3.3	Principy regulace tepelného příkonu	18
3.4	Tepelná bilance	24
4	Konstrukční část - návrh technického řešení	30
4.1	Oblast použití zařízení - ekonomické zaměření	30
4.2	Popis zařízení	31
4.3	Popis elektronické řídící části	34
4.4	Schéma zapojení regulátoru	35
4.5	Rozmístění součástí na DPS regulátoru	36
4.6	Schéma zapojení MAX 200	37
4.7	Popis ovládacího panelu	38
4.8	Popis zesilovače informace MAX 200	38
4.9	Popis individuální instalace zařízení	38
4.10	Popis instalace zařízení při hromadném nasazení	38
5	Programové vybavení	39
5.1	Vývojové diagramy	39
5.2	Řídící program	42
5.3	Obsluha ovládacích prvků regulátoru, symbolika	42
5.4	Programování obslužného programu	44
5.5	Programování regulátoru pomocí PC XT/AT	47
5.6	Servisní MOD	47
6	Prototyp navrženého regulátoru	48
6.1	Akční člen	48
7	Experimentální část - statistické výpočty	49
8	Návrh metodiky hodnocení ekonomiky provozu SRT	52
8.1	Měření tepla a rozdělování finančních nákladů	52
8.2	Metodika hodnocení ekonomiky nasazení regulace SRT	53
9	Ekonomické vyhodnocení pro konkrétní případ	54
10	Závěr	56
	Literatura	58
	Přílohy	60

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a	-teplotní vodivost [m^2s^{-1}]
A	-plocha stěny [m^2]
c_p	-specifické teplo média okolí stěny
CZT	-systémy centrálního zásobování teplem
C_1	-tepelná kapacita teplotnosného média [$kJ.kg^{-1}.K^{-1}$]
C_2	-tepelná kapacita interiéru [$kJ.kg^{-1}.K^{-1}$]
C_3	-tepelná kapacita zdiva [$kJ.kg^{-1}.K^{-1}$]
DPHP	-daň z přidané hodnoty prodejce [Kč]
DPHV	-daň z přidané hodnoty výrobce [Kč]
DPS	-deska plošného spoje
e	-regulační odchylka
g	-gravitační zrychlení [ms^{-2}]
Gr	-Grashofovo kritérium [$g.j^e. \quad t.L^3.\gamma^{-2}$]
G_1	-tepelná převodnost zdroje tepla a rozhraní teplotnos. média [%]
G_2	-tepelná převodnost rozhraní teplotnos. média a interiéru [%]
G_3	-tepelná převodnost rozhraní zdiva a interiéru [%]
G_4	-tepelná převodnost rozhraní zdiva a exteriéru objektu [%]
G_5	-tepelná převodnost oken [%]
h	-hystereze [K]
l	-délkový rozměr systému (kratší rozm. výška nebo šířka) [m]
L	-charakteristický rozměr [m]
M	-model soustavy
MFČR	-Ministerstvo financí ČR
MHPR	-Ministerstvo pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR
MPOČR	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
MM	-měřicí můstek
M1	-motor
N	-náklady [Kč]
NN	-nepřímé náklady [Kč]
Nu	-Nusseltovo kritérium [$\alpha.L. \quad \lambda^{-1}$]
P	-závislost teploty hlavice na teplotě topné vody [K]
PN_{mzd}	-přímé náklady mzdové [Kč]
PN_{mat}	-přímé náklady materiálové [Kč]
ppr	-proporcionální pásmo regulace [K]
Pr	-Prandtlovo kritérium [$\gamma.a^{-1}$]
Pr...	-sváteční režim topení kuchyň, univerzál, ložnice, obývací pokoj, režim vypnutí, dětský pokoj
q	-blok měnících se parametrů
Q	-kritérium
Q_c	-celkový tok tepla

Q_1 -toky tepla jednotlivými vrstvami stěny
 $Q_{a1,a2}$ přestupy tepla z prostředí na stěnu, resp.
 R -regulátor, -releový člen
 S -regulovaná soustava
 SV -servoventil ve funkci směšovače
 SRT -společné rozvody tepla
 ST -režim stálého topení
 $Sr...$ -sváteční režim topení kuchyň, univerzál, ložnice, obývací pokoj, režim vypnutí, dětský pokoj
 $t_{A,B}$ -teploty média A, resp. B [$^{\circ}C$]
 T_e -teplota venkovní [$^{\circ}C$]
 $test$ -úspora při srovnávacím testu [%]
 TUV -teplá užitková voda
 T_u -doba návratnosti investice [r]
 T_v -teplota náběhové vody [$^{\circ}C$]
 TVR -termostatické radiátorové ventily
 T_o -teplota teplotnosného média vystupujícího ze zdroje tepla [$^{\circ}C$]
 T_1 -teplota teplotnosného média na vstupu vytápěného prostoru [$^{\circ}C$]
 T_2 -teplota teplotnosného média ve vytápěném prostoru [$^{\circ}C$]
 T_3 -teplota interiéru objektu [$^{\circ}C$]
 T_4 -teplota zdiva [$^{\circ}C$]
 T_5 -teplota exteriéru objektu [$^{\circ}C$]
 T_d -dopravní zpoždění teplotnosného média [s]
VVÚSZP Výzkumný a vývojový ústav Stavebních závodů, Praha
 w -řídící veličina
 u -akční veličina
 y -regulovaná veličina
 y -výstupní veličina
 z -poruchová veličina
 Z -zesilovač
 α -součinitel přestupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]
 α_A, α_B součinitele přestupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]
 β -součinitel objemové tepelné roztažnosti média [K^{-1}]
 γ -isobarický součinitel objemové roztažnosti [K^{-1}]
 Δt -rozdíl teploty okolí a teploty stěny [K]
 λ -měrná tepelná vodivost [$Wm^{-1}K^{-1}$]
 Ω -informace o chování soustavy
 ν -kinematická viskozita média [m^2s^{-1}]
 τ -čas [s]
 $\%R$ -procento režie

Počet obyvatel naší planety se zrychlujícím tempem stále zvyšuje. S vyššími nároky na technickou vybavenost a komfort vzrůstá i spotřeba energie. S rostoucí produkcí energie roste znečišťování životního prostředí. Vyšší energetická náročnost většiny odvětví našeho hospodářství, ale i domácností, je do značné míry nepříznivě ovlivněna státní dotační politikou při výrobě i spotřebě energií. Rozhodující negativní vliv na výši spotřeby tepelných energií v domácnostech má její neadresné zúčtování. Nutnost zlepšení hospodaření s palivy a energií řešilo již předchozí hospodářské vedení v čs. státním cílovém programu č. 02 "Racionalizace spotřeby a využití paliv a energie". Zákon č. 89/1987 Sb. o teple zdůrazňoval nutnost zavádění účinných systémů měření spotřeby tepla a teplé užitkové vody (dále jen tepelných energií), ale nebyl vytvořen dostatečný tlak ani na dodavatele, ani na spotřebitele, a tak spotřebitelům nadále vyhovovala nízká cena energií a odběratelům vysoká státní dotace. Nové hospodářské vedení státu proklamovalo odklon od státní dotační politiky. Skutečné náklady na výrobu a dodávku tepelné energie budou postupně přeneseny na spotřebitele. Důležitou podmínkou je nutnost zajistit měřením, aby spotřebitel zaplatil pouze teplo, které odebral. V březnu 1991 bylo schváleno usnesení vlády ČSFR č.188/91, kterým byly odstraněny původní dotace k cenám paliv a energií pro nevýrobní sféru. Výměr ministerstva financí ČR č.01/1992 stanovil konkrétní pravidla pro tvorbu cen paliv a energií pro domácnosti, zejména pro tvorbu cen za dodané teplo a TUV. Toto opatření se vztahuje na vlastníky domovních objektů a rodinných domků napojených na systémy CZT, nebo napojených na blokové domácí kotelny. Od 1.1.1993 byly ceny energií od výrobců až po majitele domů věcně usměrňovány na bázi ekonomicky oprávněných nákladů a průměrného zisku. Takto stanovená cena tepelných energií by pro konečného spotřebitele znamenala při okamžité realizaci neúnosné zdražení, proto tyto ceny podléhají i nadále cenové regulaci. Na základě rozhodnutí MFČR 16/92 a 592/92 obdrží rozdíl mezi stanovenou maximální cenou a upravenou cenou, fakturovanou výrobcem tepelné energie, vlastník domu, jako dotaci ze státního rozpočtu ČR, prostřednictvím daňového úřadu v místě bydliště. O dotaci se žádá

předepsaným způsobem. Maximální ceny za energii byly, s ohledem na způsob měření stanoveny takto: /24/

- pro souhrn dodávek tepla a teplé užitkové vody 137.- Kčs/m²/rok
- pro dodávky tepla 89.- Kčs/m²/rok
- jsou-li dodávky tepelné energie měřeny na vstupu do vytápěných objektů 120.- Kčs/GJ.

Předpokládaná výše dotací na tepelnou energii byla MFČR stanovena ve výši 100% platby uživatelů bytů, celkem 4 mld. Kč, ale již koncem května 93 bylo zřejmé, že tato částka v rozpočtu ČR byla podhodnocena. Za prvních pět měsíců roku 1993 bylo vyčerpáno 79% plánované dotace na celý letošní rok. /26/ Přesto, že byl v pololetí rozpočet dotací na teplo zvýšen o 1,2 mld. Kč, mělo by na konci roku 1993 chybět ještě 1,8 mld. Kč. /29/ Například teplárna v Jablonci n/N fakturuje stavebnímu bytovému družstvu LIAZ od 248.- do 298.- Kčs za GJ (v závislosti na místu odběru). Výpočet potřebné dotace z průměrné hodnoty představuje 127,5% z poplatků uživatelů bytů. Z těchto podkladů lze předpokládat, že po převedení všech nákladů na teplo na konečného spotřebitele dojde k jejich zvýšení o 100 až 125%.

Potřebnou změnu v přístupu k hospodaření s teplem přinesla až vyhláška ministerstva pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR č.186/1991 Sb. o hospodaření s teplem, řízení soustav centralizovaného zásobování teplem, platná od 1.6.1991. Vyhláška stanovila termíny pro zavedení měření tepelných energií včetně sankcí při jejich nedodržení. Termíny pro zavedení měřidel jsou rozvrženy takto:

od 1.9.1992 měřit na primární straně předávací stanice,
od 1.9.1993 měřit zvláště dodávky tepla pro vytápění a pro přípravu TUV a měřit dodávky tepla na vstupech do budov,
od 1.9.1994 měřit odběr teplé užit. vody v bytech odběratelů a
od 1.9.1995 je citovanou vyhláškou vlastníkům, nebo správcům budov uloženo zavedení měřidel tepla u jednotlivých odběratelů v bytech, tedy především rozdělovačů topných nákladů. /10/ Zavedení tohoto ustanovení vyhlášky 186/91 komplikuje fakt, že zatím není v ČR tento obor dostatečně legislativně vyřešen. Způsob používání rozdělovačů topných nákladů řeší dosud neschválený návrh novelizace vyhl. č.197/57 a zákon č. 30/1968 Sb. o státním zkušebnictví, obor výrobků 484 zařízení pro ústřední vytápění a obor 388 přístroje měřicí. Hromadné nasazení

individuálních automatických regulačních zařízení, především ventilů s termostatickými hlaviciemi, ukládá pod sankcí vyhl. č.186/91 vlastníkům a správcům budov do 1.9.1995. Toto opatření se netýká referenčních místností a místností se zónovou regulací./19/

Měřením a především regulací spotřeby tepla je možné docílit výrazné úspory nákladů na teplo a poměrně krátké doby návratnosti, proto lze předpokládat velký zájem o regulační systémy i přesto, že pořizovací náklady nebudou zanedbatelné. Výroba prostředků regulace a služby spojené s jejich instalací, budou představovat objem výroby a služeb za několik miliard Kč. Z více než 3,6 miliónů bytů v ČR je jen v Praze, Ostravě, Brně, Hradci Králové, Olomouci a Liberci 1,66 mil. bytů sídlištních./30/ Podstatná část těchto bytů je zásobována teplem z centrálních zdrojů. Především majitelům a uživatelům bytů s CZT, bytovým družstvům i jednotlivcům, může tato diplomová práce pomoci utvořit přehled a zároveň být vodítkem dalšího postupu při výběru a zavádění účinné regulační techniky.

Usnesením vlády ČSFR č.132 z 1.3.1991 byly vydány zásady státní účasti při snižování spotřeby paliv a energie v obytných budovách a bytech. Státní podpora mohla být poskytnuta majitelům obytných budov a bytů, nebo jejich uživatelům k pořízení progresivní a ekonomicky efektivní regulační a měřicí techniky. Rovněž byla podpora určena ke zvýšení nabídky této produkce na tuzemském trhu./16/ V květnu 1993 vyšly nově zásady účasti prostředků státního rozpočtu ČR při snižování spotřeby paliv a energie v budovách a bytech vydané Energetickou agenturou ČR ve spolupráci s Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR. Kromě výběrového řízení, které bylo termínováno do 2.6.1993 mohou majitelé budov žádat o státní podporu na úhradu 100% úroků z půjčky (úvěru) poskytnutého při nákupu a zavedení regulační a měřicí techniky v bytech a budovách. Výše takto zvýhodněné půjčky či úvěru může činit maximálně 15 tis. Kč na jednu bytovou jednotku. Splatnost úvěru je předpokládána 7 let. Upřednostňovány budou vícepodlažní budovy postavené panelovou technologií, které jsou zásobovány z centralizovaných zdrojů tepla. Uvedené "zásady" řeší i podporu při zateplování budov. V této novelizaci "zásad" není již pamatováno na podporu uživatelů bytů, oproti federálním "zásadám" z roku 1991. /25/

V ČR se na vytápění spotřebovává 35% primární energie./18/ Československý normativ měrné spotřeby energie na m^2 vytápěné plochy bytového objektu je o 50% vyšší než např. v Rakousku./17/ Zavedením automatické regulace se snížila spotřeba tepla pro obytné budovy například ve Stockholmu za posledních 15 let o 40%./31/ Šetřit tepelnou energii tedy lze. Vyhláška Ministerstva pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR č.186/1991 Sb. o hospodaření s teplem je příslibem pro spotřebitele tepla, tedy uživatele bytů, že zaplatí počínaje topnou sezónou 1995/96 jen skutečně odebranou energii. Utváří tím předpoklady, aby o výrobky měřící a především regulační techniky byl zájem. Podnik ELITRON Liberec ve spolupráci s ELITEXem Lomnice nad Popelkou vyrábí, prodává a instaluje fakturační měřiče spotřeby tepla pro domovní rozvody SBD 1, SBD 2, KMH 10 a adaptivní MT 200.

Cílem mé diplomové práce je provést rozbor známých způsobů regulace tepelného příkonu s ohledem na jejich využití v bytové zástavbě s centrálním zásobováním teplem, dále provést ekonomický rozbor použití různých způsobů regulace a dále v návaznosti na výrobní program ELITRON Liberec a.s. navrhnout technické řešení regulačního systému. Navrhnout a sestavit prototyp zařízení. Navrhnout metodiku hodnocení ekonomiky provozu SRT s regulačním zařízením. Provést ekonomické vyhodnocení pro konkrétní nasazení regulačního systému.

2 PRŮZKUM SOUČASNÉHO STAVU TECHNIKY

2.1 VÝVOJ REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ SPOLEČNÝCH ROZVODŮ TEPLA

První prvky regulace klimatizace byly použity koncem minulého století při větrání teplým vzduchem s použitím přímočinných regulátorů (např. v budově Národního divadla). Dosti propracovaná automatická regulace pracující na principu pneumatického přenosu informací z kontrolovaného prostoru na výkonný orgán, tj. klapku nebo ventil, byla používána ve 30. letech našeho století. Až do druhé světové války se veškerá regulace klimatizačního zařízení dovážela ze zahraničí. Po druhé

světové válce se i u nás zakládají nové podniky zabývající se výhradně měřicí a regulační technikou. Byly využívány méně vhodné regulátory pro jiná průmyslová zařízení. První vlastní ucelené regulační zařízení vyráběl n. p. Janka.

V padesátých letech byl v ZPA Praha - Jinonice vyvinut pneumatický regulační systém využívající pákové servomotory a regulační ventily. Umožňoval řízení ve vleku od venkovní teploty. Systém byl poměrně nenáročný. Spolehlivost závisela na čistotě tlakového vzduchu. Nevýhodou byla nutnost vybudování kompresorové stanice.

V šedesátých letech vyvinul ZPA Ústí nad Labem elektronický regulační systém s typovým označením ESK. Pro ovládání klapky u regulačních ventilů byly použity servomotory typu Klimact. Systém byl nestabilní, tím málo spolehlivý.

V sedmdesátých letech vznikl inovací systém ESK2. Bylo použito více elektronických prvků a menší počet regulátorů stejného typu. Výrazně byla zvýšena spolehlivost. Tento systému umožnil řízení nejsložitějších klimatizačních zařízení s maximálním přizpůsobením k výkonu jednotlivých výměníků. Systém se po funkční stránce vyrovnal výrobkům firem SAUTER, LANDIS a GYR, nebo HONEYWELL.

Po prvních řídících centrálách s elektronkami, relátky a Matrix kabelem, byly vyvinuty koncem sedmdesátých let řídící centrály s počítači a později mikroprocesory. Obsluha ovládá centrálu dialogovým způsobem. Zapínání a vypínání elektromotorů, ventilátorů, čerpadel, servomotorů, klapky a ventilů je ovládáno programově, nebo dispečerem klávesnicí počítače. Všechny stavy (klid, chod, porucha, teploty, průtoky, koncové spínače, výpadek napájení aj.) jsou průběžně vyhodnocovány. Z centrálního dispečinku komunikuje dispečer s předávajícími stanicemi (výměníky) radiovými, nebo kabelovými spojovacími cestami. V České republice je v provozu na úrovni bytových podniků více než 20 druhů řídících systémů od různých výrobců. Například HONEYWELL, LANDIS a GYR, FESTO, SAUTER a další, z domácích výrobců ZAT. Většina těchto systémů je řízena ekvitermní regulací, na principu sledování teploty v referenční místnosti s přihlédnutím k venkovní teplotě./21/

2.2 ROZBOR POUŽÍVANÝCH ZPŮSOBŮ REGULACE TEPELNÉHO PŘÍKONU A VLIV NA EKONOMIKU

Všechny výše uvedené řídicí systémy řeší regulaci tepla na straně dodavatele, případně distributora tepla. Konečný spotřebitel, tedy uživatel bytu, by měl šetřit teplo pasivně tím, že provozovateli vnitřního zařízení pro zásobování teplem je vyhláškou MHPR ČR č.186/91 uloženo v §4 zajistit vyregulování soustavy vytápění a v §5 dodržovat průměrnou odchylku od stanovených teplot v době provozu vytápěných prostor $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$. Dodržování těchto opatření v praxi je diskutabilní. Provozovatelé zařízení pro zásobování teplem přecházejí od dřívější koncepce, kdy zdroj tepla byl řízen sektorem energetiky a většina předávacích stanic včetně dispečinku byla řízena bytovým podnikem, na novou koncepci, která sjednocuje zdroj tepla i distributora pod jedno operativní řízení v reálném čase. Tato změna uvádí do bezkonfliktního stavu malé možnosti okamžité změny výkonu zdroje tepla s potřebami jednotlivých odběratelů tím, že obsluha dispečinku upřednostňuje při nedostatku energie důležité odběratele na úkor ostatních a při nadbytku vyrobené tepelné energie, především v důsledku setrvačnosti tepelného zdroje, se přebytečná pára v rozvodné síti prostě spotřebuje, aniž by to v té chvíli bylo pro odběratele vždy výhodné a účelné. Je zřejmé, že tento způsob regulace je důležitý pro zdroj tepla, má velký význam pro chod teplotní sítě jako celku, ale drobným spotřebitelům v bytech úspory nepřinese. Dosud platný způsob společné úhrady nákladů za teplo při anonymní spotřebě nevede spotřebitele k šetrnosti. Většina uživatelů bytů trpně přihlíží k tomu kolik tepla je jim dodáno, aniž by se pokusila o jakoukoli regulaci. Běžné je, že ventily se kterými není pravidelně otáčeno zarostou a stanou se nehybnými. Jedinou účinnou regulací je potom otevřené okno.

Nasazení přímých regulátorů v podobě ventilů s termostatickými hlavicemi vyráběnými Rudnými doly Příbram, Zbrojovkou Vyškov a především SAM Myjava využila některá bytová družstva. Výsledný efekt vycházející z tepelné pohody a úspory tepelné energie, byl vzhledem k vysoké poruchovosti, hromadně u nás rozšířených, výrobků SAM Myjava negativní.

Poznatky, zaměřené na spolehlivost, získané ve Stavebním

bytovém družstvu LIAZ ve Vysoké ulici v Jablonci nad Nisou, které instalovalo ventily typ. označení V 4262-3 A s termostatickými hlaviciemi typu V-4260 ze Slovenské Armatůrky Myjava signalizují poruchovost až 50% již po jedné sezóně. Ventily s term. hlaviciemi instalovalo družstvo před kolaudací v létě 1992.

Nejčastější závadou byla destrukce umělé hmoty hlavice ventilů, ztráta regulační schopnosti ventilu vlivem koroze pružiny zajišťující ventil v otevřeném stavu a netěsnost ventilů. Do příští topné sezóny se bytové družstvo LIAZ rozhodlo vyměnit termostatické ventily spolu s termostatickými hlaviciemi za spolehlivější typ, i za cenu vyšších pořizovacích nákladů. Obdobné negativní hodnocení na výše uvedené výrobky SAM Myjava jsem obdržel od zástupce údržby Správy domů v Liberci VII. Nasazení TRV s termostatickými hlaviciemi je v zemích s výrazně nižší spotřebou tepelných energií než je náš průměr, běžnou, účinnou, spolehlivou a žádanou formou základní i doplňkové regulace. V tabulce č.1 je uveden přehled vybraných, u nás dostupných, termostatických ventilů s příslušnými termostatickými hlaviciemi. Rozdíly v cenách se především vztahují k rozdílu v užitných vlastnostech a životnosti zařízení. V extrémním případě uvádí fa ENBRA, spolupracující s firmou OVENTROP, životnost TRV s termostatickou hlavici UNI L déle než 30 let./42/

Nasazení ventilů s termostatickými hlaviciemi je účelné k získání tepelné pohody i k úsporám tepla. Úspor může být dosahováno tím, že je zamezováno přetápění, které vzniká nedostatečným vyregulováním topné soustavy a nedodržováním vyhláškou stanovených teplot, distributorem tepla. Termostatické ventily zohledňují tepelnou energii získanou dodatečnými zdroji tepla. Sluncem ozářené strany budov, domácí elektrické spotřebiče, biologické teplo přítomných osob, což je největším přínosem úspor v dobře vyvážené topné soustavě.

Výše úspor, při použití termostatických hlavice, je ovlivněna nedostatky v distribuční síti tepla, isolačními vlastnostmi budov, včetně dodatečného zateplení, způsobem ovládání těchto hlavice uživateli a parametry termostatických hlavice. Údaje výrobců o úspoře tepelné energie ve výši 5 až 30% se tudíž vztahují vždy ke konkrétním podmínkám. V tabulce č.2 jsou uvedeny výsledky zkoušek prováděných německou nadací "Warentest" v březnu 1989. Pro možnost srovnávání jsem uvedl hysterezy, pásmo

proporcionality a výsledky testu úspor jednotlivých termostatických hlavíc použitých v rovnocenných podmínkách.

Použití termostatických hlavíc vyžaduje téměř vždy současně výměnu původních ventilů za termostatické ventily, to zhruba zdvojnásobuje pořizovací náklady při zavádění tohoto způsobu regulace.

Úspor většího rozsahu, než při použití pouze ventilů s termostatickými hlavicemi, se dosahuje vyregulováním části soustavy použitím zónové regulace, termoventily s hlavicemi jsou v tomto případě použity jako doplňková regulace.

K lepšímu využití tepelné energie topného média, k zabránění odchodu ještě teplé vody zpět do výměníku je používán systém s Duomixem řízený servomechanizmem s elektronickým řízením "Komexterm" s ekvitermní regulací. K tomuto systému se také, jako doplňující regulace, používají TRV s termostatickými hlavicemi.

Použitím elektronických, programovatelných regulačních systémů lze u již dobře vyregulovaného topného systému úsporu ještě zvýšit. Nabídka, více či méně, pro společné rozvody tepla vhodných regulačních systémů je dnes v ČR poměrně rozsáhlá, ale z publikovaných, je mi známa pouze instalace regulačního systému BYTERM typ B153.1 v osmnáctibytovém domě Okresního stavebního bytového družstva Česká Lípa v Doksech v roce 1991. Regulační systém byl použit pro domovní elektrickou akumulaci kotelnu. Autor článku uvádí, že spotřeba elektrické energie pro tuto kotelnu poklesla po instalaci zařízení o 33%/20/ K podstatnému rozšíření regulační techniky, ale nedošlo zatím ani v bytech sídlištní zástavby, ani rodinných domech vybavených ústředním topením s plynovým kotlem, přestože uživatelé takto vybavených bytů nejsou odkázáni na legislativní úpravu o měření. Příčiny lze vidět v nedostatečné ekonomické osvětě a propagaci všech výrobků regulace tepla. Cena 5 až 9 tisíc Kč za kompletní vybavení jedné bytové jednotky kvalitní regulační technikou se bez příslušného vysvětlení může pochopitelně jevit příliš vysoká, ale už pouze seriózní zdůvodnění, že návratnost vložené investice je i při současných ještě nezvýšených cenách tepelné energie 3 až 5 let, obvykle stačí ke změně názoru. Již dnes je úhrada za teplo druhou nejvyšší stálou platbou domácího rozpočtu. Ohlášené zvýšení cen tepla pro rok 1994 je 16%. Postupné zvýšení ceny tepla o více než 100 % k dnešnímu stavu lze předpokládat. Ke zvýšení plateb

o 100% ale zřejmě nedojde právě vlivem měřením vynucených úspor tepla.

Přehled elektronických regulátorů je uveden v příloze č.1. Ekonomické srovnání cen různých typů elektronických regulátorů je uvedeno v tabulce č.3.

3 TEORETICKÁ ČÁST

3.1 EKONOMIKA PROVOZU SRT

Při hodnocení ekonomiky provozu otopných soustav napojených na SRT, především při hodnocení ekonomičnosti jednotlivých způsobů regulace, je rozhodujícím údajem výchozí technická úroveň otopné soustavy a stupeň zainteresovanosti uživatele na šetření před nasazením regulace. Bylo by nesprávné a zavádějící srovnávat současnou úroveň spotřeby tepla domácností, ve které se měření tepla většinou neprovádí, tedy bez motivace k šetření, s domácnostmi, ve které se měří a regulace provádí a chtít veškerou úsporu prezentovat jako efekt z regulace. Hlavní díl na úspoře tepla v domácnostech, co do významu, bude mít vynucená změna chování uživatelů bytů v důsledku zavedení měřidel v bytech a to i v tom případě, že stoprocentní přesnosti a spravedlnosti při rozdělení nákladů na teplo nebude zřejmě nikdy při centrálním zásobování teplem dosaženo. Přesné fakturační měření v jednotlivých bytech se z důvodu vysoké technické náročnosti a tudíž vysoké finanční náročnosti provádět nebude. Náklady, které vynaložili Finové před lety na pokus o přesné fakturační měření v bytech činily 2000 USD/byt. /31/ Hromadně budou nasazena poměrová měřidla tzv. rozdělovače topných nákladů. Mnohé firmy je již nabízejí a také instalují, přestože v Čechách dosud nebyla vydána norma uspokojivě řešící systém rozúčtování topných nákladů při použití těchto "měřidel". Způsob rozúčtování tepla je tedy zatím věcí dohody mezi bytovou samosprávou, SBD a firmou, která měření a rozúčtování provádí. Různým způsobem bývá prováděna kompenzace vyšší energetické náročnosti bytů rohových, přízemních, bytů nad nevytápěnými prostorami, na severní stěně atd. Použitá řešení jsou např.: zvětšení teplosměnné plochy topných těles, nebo redukce složky stálých nákladů na vytápění, redukce složky proměnných nákladů na vytápění odvozených z odečtu

indikátorů topných nákladů, případně jejich kombinace.

K rozúčtování topných nákladů při použití odpařovacích měřidel používá firma SCHLUMBERGER INDUSTRIES Praha poměr 70% platby za odečty indikátorů topných nákladů ku 30% platby za ztráty v potrubí a ostatní náklady. Firma FOTHERM Jablonec n/N, jejíž výsledky dlouhodobých měření jsem k vyhodnocování ekonomiky provozu SRT použil, používá při nasazení měřidel VIPA, chráněných čs. patentem č. PV 313-80, k rozúčtování poměr 50% : 50%. Denzitometrické měření kvantitativního zjištění zabarvení skleněného čidla, použité u měřiče VIPA, umožňuje v dvěstěpadesáti rozlišovacích úrovních velmi přesně rozdělit spotřebovaných 100% tepla mezi zainteresované spotřebitele.

3.2 METODIKA HODNOCENÍ EKONOMIKY PROVOZU SRT

Při hodnocení ekonomiky provozu regulačních systémů provedeme výpočet návratnosti investice.

$$Tú = \frac{JIN}{\emptyset RÚ} \quad (1)$$

Potřebujeme znát průměrnou výši úspory provozních nákladů na teplo, získanou nasazením určitého stupně regulace a jednorázové investiční náklady na pořízení a montáž regulačního zařízení.

Na průměrnou roční úsporu má vliv mnoho i subjektivních činitelů. Východí technická úroveň regulace, zainteresovanost, technická zručnost a subjektivní dojmy spotřebitele, nepravidelnost dodávek tepla, zátopový výkon zdroje tepla, poloha a izolace bytu, délka přítomnosti uživatelů v bytě, prostup tepla ze sousedních bytů, místní klimatické podmínky, hydraulické vyregulování topné soustavy, předregulace ve zdroji tepla a ve výměňkové stanici, způsob rozdělování topných nákladů a ještě mnoho dalších. Tyto vlivy působící na úsporu při různých způsobech regulace jsou natolik variabilní, že neumožňují stanovit exaktní rovnice vedoucí k přesným výpočtům. O teorii výpočtu úspory tepla v úzce definovaných podmínkách je pojednáno v kap. 3.4.

K poměrně seriózním výsledkům při vyhodnocování úspory tepla lze v praxi dojít statistickými metodami při vyhodnocování opakovaných měření.

Jednorázové investiční náklady jsou dány prodejní cenou regulačních prostředků, náklady na instalaci a zprovoznění zařízení. K nákladům přičteme zůstatkovou hodnotu dosud používaných regulačních prvků a náklady na jejich demontáž. V případě jejich prodeje naopak získanou hodnotu odečteme od JIN.

Prodejní cenu regulátoru získáme podle následující sestavy.

Prodejní cena výrobku								
Výrobní cena výrobku					Zisk výr. org.	Vl.nákl.obchod.org.		Zisk obch. orga- niza- ce -DPH _v +DPH _p
Vlastní nákl.výrobní org.				+DPH _v		Nepřímé		
Přímé		Nepřímé						
Mate- riá- lové	Mzdo- vé	Mate- riá- lové	Mzdo- vé		Mate- riá- lové	Mzdo- vé		

K určení nákladů se používá základní kalkulační vzorec.

$$N = P_{NMAT} + P_{NMZD} + NN \quad (2)$$

Nepřímé náklady určíme

$$NN = \frac{P_{NMZD} \cdot \%R}{100} \quad (3)$$

Takto získaná cena je minimální prodejní cena.

3.3 PRINCIPY REGULACE TEPELNÉHO PŘÍKONU /21/

Regulace otopných soustav připojených na tepelné sítě centralizovaného zásobování teplem se provádí ve třech vzájemně na sebe navazujících stupních :

ve zdroji tepla,

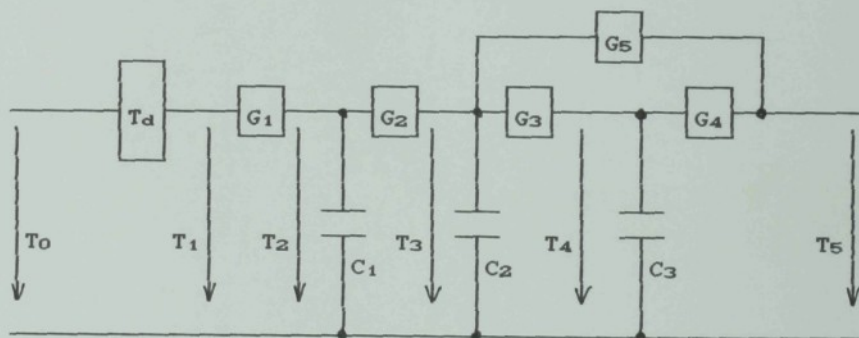
ve spotřebitelské předávací stanici,

ve spotřebitelské soustavě (např. zónovou regulací, nebo přímo na otopných tělesech,).

První dva stupně, o kterých jsem se již v předchozích kapitolách zmínil jsou u nás zavedené a běžně používané. Jako třetí stupeň byly u nás v minulosti nasazeny ve větším rozsahu pouze term. ventily s termostatickými hlavici, ale s netransparentními a tudíž s neuspokojivými výsledky. Přesto použití kvalitních termostatických hlavice a elektronické, automatické ekvitermní regulace spolu s měřením je dnes určující trend racionálního využití tepelných energií dodávaných společnými rozvody tepla.

Volba typu regulace závisí na výběru prvořadých hledisek jako např. ekonomické přínosy z nasazení regulace, stabilita regulované soustavy, výkon tepelného zdroje, doba trvání přechodového děje, fyziologické faktory určující tepelnou pohodu, pořizovací cena, energetická náročnost procesu regulace apod.

Tepelné vlastnosti neregulovaného systému jsou znázorněny schematickým modelem na obr. č.1.



Obr.1. Schematický model neregulovaného systému

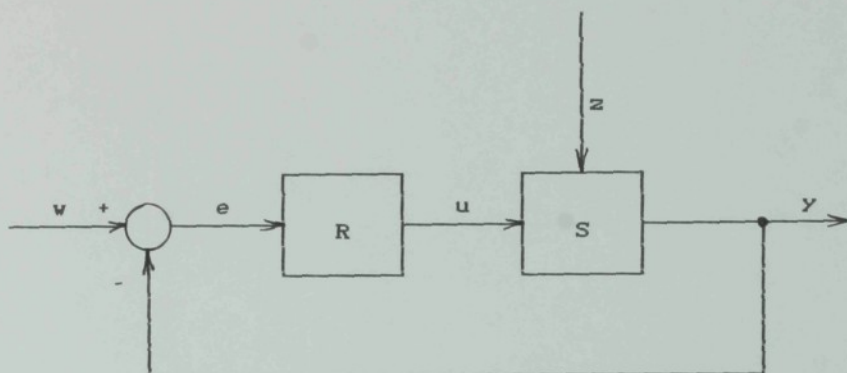
DĚLENÍ REGULÁTORŮ

Přímé - energií čidla se ovládá přímo akční člen; např. termostaticky ovládané akční členy.

Nepřímé - regulátory potřebují ke své funkci vnější energii.

Nespojité - nejčastěji dvupolohové s hysterezí.

Nepříznivý vliv hystereze a dopravního zpoždění na stabilitu regulované soustavy může odstranit zavedení zpětné vazby, obr.2.



Obr.2. Blokové schéma zpětnovazebního regulačního obvodu.

Spojitě - akční veličina u je spojitou fci regulační odchylky e .

Vztah mezi akční veličinou a regulační odchylkou může charakterizovat další vlastnosti regulátorů.

P - (proporciální) regulátor pracuje s konstantní trvalou odchylkou regulované veličiny

PI - (proporcionální - integrační) regulátor, regulovaná veličina má v ustáleném stavu nulovou odchylku od požadované hodnoty

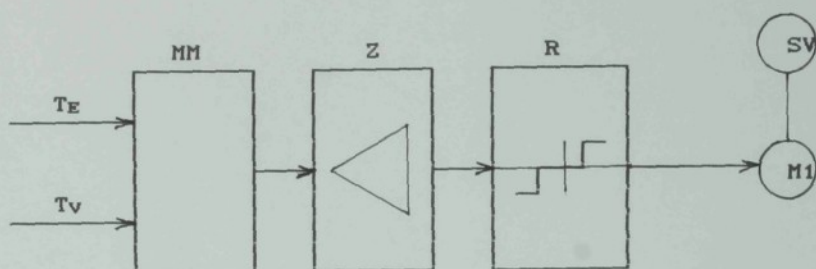
PID- (proporcionální integrační a derivační) regulátor reaguje na intenzitu změn regulované veličiny

Způsob vkládání řídící veličiny w určuje další vlastnosti regulací.

Vlečná regulace - podle teploty regulační místnosti

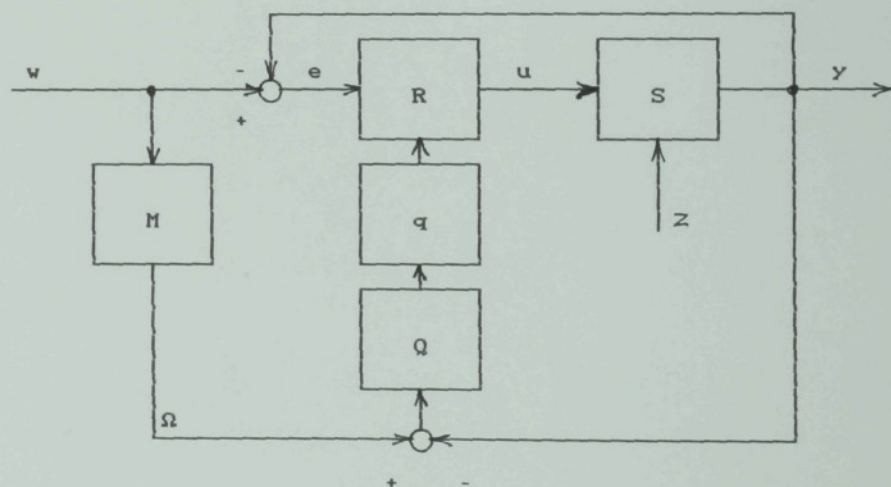
- ekvitermní, obr.3, definovaná rovnicí(4)

$$Q_{ot}(\tau) = Q_i(t_{1N(\min)} - t_e(\tau)) \quad (4)$$



Obr.3. Blokové schéma ekvitermního regulátoru.

Adaptivní - regulátor reaguje na měnící se podmínky tím, že mění regulovanou veličinu podružně ve směru přiblížení se k hodnotě požadované, nebo k hodnotě optimální. Požadovaná adaptivnost spočívá ve schopnosti měnit své parametry, nebo strukturu tak, aby se vlastnosti regulátoru přizpůsobovaly měnícím se podmínkám, ve kterých systém pracuje.



Obr.4. Blokové schéma adaptivního řízení s modelem.

Adaptivní řízení s modelem - řídící veličina působí současně na model M , na jehož výstupu se objevuje informace Ω o požadovaném chování soustavy S a také působí přes

regulátor R na vlastní soustavu S . Výstupní veličina y se porovnává s Ω . Blok Q upraví parametr q tak, aby bylo docíleno minimalizace rozdílu $\Omega - y$ při určitém w . Za kritérium Q zvolíme spotřebovanou energii a hledáme parametry q vedoucí k minimalizaci kritéria Q . Soustava S může sloužit současně i ve funkci modelu.

TYPY REGULACÍ /22/

Optimální regulace - vhodná pro řízení jedné konkrétní místnosti, využívá teplo z vedlejších zdrojů, můžeme ji popsat rovnicí

$$Q_{ot}(\tau) = Q_{otpoz}(\tau_0) - Q_{ved}(\tau_0) - \int_0^{\tau_0} Q(\tau) f(\tau - \tau_0) d\tau \quad (5)$$

Regulace podle teploty vytápěné místnosti - je například přímá regulace termoregulačními ventily. Rozhodující veličinou při posuzování účinnosti této regulace je strmost regulace a_1 a hystereze h akčního členu.

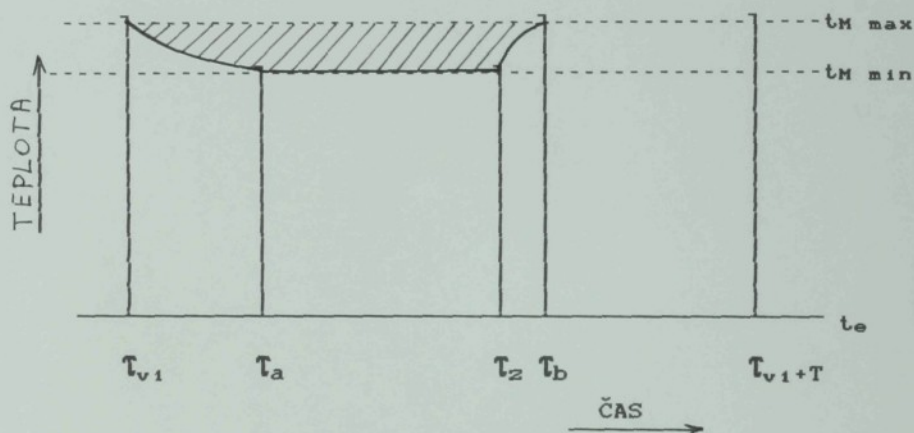
Zónová regulace - umožňuje časově i teplotně závislou regulaci částí budov, případně celých bloků současně.

Regulace podle pilotní místnosti - nezahrnuje různost vnějších vlivů působících na jednotlivé místnosti.

Výhledová regulace - pracuje podle výhledových odběrových diagramů, využívá prognózy průběhu teploty vnějšího vzduchu, nebo intenzity slunečního záření.

Prerušované vytápění - proměnné meze požadovaných teplot. Spodní mez teploty, 16°C , je doporučena ČSN 06 0210 s ohledem na korozi materiálu železobetonových konstrukcí. Horní mez je normou pro jednotlivé místnosti stanovena, ale v praxi závisí na nastavení uživatelem. Při ideální prerušované regulaci je v okamžiku τ_1 prerušeno vytápění až do okamžiku τ_a , kdy skutečná teplota t_m dosáhne $t_{m \min}$. Od okamžiku τ_a do okamžiku τ_b je udržována teplota $t_{m \min}$. Od okamžiku τ_b do okamžiku τ_c běží doba zátoku s maximálním výkonem topného

tělesa. Od okamžiku τ_c je udržována maximální teplota $t_{m \max}$ do okamžiku dalšího poklesu. Na obrázku č.5, ze kterého můžeme porovnat přerušované vytápění s nepřerušovaným, představuje vyšrafovaná plocha úsporu. Její velikost je třeba porovnat s nevyšrafovanou plochou, sevřenou průběhem t_i , t_e a omezenou T_{v1} , $T_{v1}+T$. Nesmíme ovšem pominout, že skutečná úspora bude nižší o zvýšený zátopový výkon. Průběh venkovní teploty t_e je velmi variabilní, ale z pohledu úspor za topné období jej můžeme nahradit průměrnou venkovní teplotou za topné období.



Obr.č.5. Průběh teploty t_m při přerušované dodávce tepla.

Rovnice

$$Q_{\text{ztr. celk}} = Q_i \cdot \int_{T_{v1}}^{T_{v1}+T} (t_i(\tau) - t_e) d\tau \quad (6)$$

vyjadřuje množství tepla dodaného v časovém intervalu. Z výsledků měření prováděných VVÚSZ Praha vyplývá, že v okamžiku zapnutí topení τ_b dosahuje okamžitý výkon topného tělesa více než 200 % ustáleného výkonu při nepřerušovaném vytápění. V průběhu zátopu výkon zvolna klesá až na 110 % ustáleného topného výkonu při dosažení požadované teploty $t_{m \max}$. Doba tohoto přechodného zvýšení je závislá na maximálním výkonu topného tělesa $Q_{\max}$, na venkovní teplotě t_e , na tepelné stabilitě místnosti. K vyrovnaní odběru na původních 100 % dojde až po vyrovnaní teploty

konstrukcí ohraničujících místností na původní teplotu před omezením dodávky tepla. Tyto skutečnosti snižují možnou úsporu tepla plynoucí z přerušovaného vytápění. Tento nepříznivý jev lze částečně kompenzovat optimalizovaným využíváním tepelné setrvačnosti místností na úkor tepelné pohody před odchodem z místností a rovněž optimalizovaným opožděným náběhem t_{max} , využívajícím dojmu tepelné pohody při příchodu z chladného venkovního prostředí. Ve stanovených hranicích časových úseků bude dosahováno $2/3$ rozsahu mezi požadovaných teplot.

Výraznější úsporu tepla, plynoucí z přerušovaného vytápění lze očekávat jen u režimů, kde doba souvislého omezení topení výrazně převažuje nad dobou souvislého topení. Úsporu lze očekávat vyšší u místností s malou tepelnou stabilitou, s vysokým pohotovým výkonem topného tělesa.

Ekonomiku provozu při zavedení kvalitní regulace lze výrazně pozitivně ovlivnit dodatečnými stavebními úpravami, zateplením obvodových, především severních stěn objektu, kovotěs apod.

3.4 TEPELNÁ BILANCE

TEPELNÁ BILANCE STĚNY

Pro vyhodnocení tepelných ztrát objektu, resp. možnosti tepelných úspor plynoucích z možnosti řídit teplotu uvnitř objektu, je výhodné provést některé elementární výpočty toků tepla. Při výpočtu budeme používat některé výchozí předpoklady, které je nutné ověřit a zdůvodnit.

ZÁKLADNÍ ROVNICE /11/

Jako výchozí rovnice bilance tepla použijeme vztahy, které popisují ustálený tok složenou stěnou z n vrstev. Přitom stěny vrstev jsou svislé a proudění kolem stěn je vyvoláno ohřevem, resp. ochlazováním okolního média samotnou stěnou.

Pro popis takových jevů je s výhodou využíváno vyjádření pomocí bezrozměrných kritérií tak, aby vlastní výpočet řešil stav nezávislý na rozměrech systému. Rovnice jsou následující :

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (7)$$

$$Gr = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot t \quad (8)$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{\lambda} \quad (9)$$

Hlavní problém celého výpočtu je ve vyčíslení součinitele přestupu tepla z média na stěnu a naopak. Pro tento účel je možné použít empirické rovnice publikované v literatuře. /12/

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n \quad (10)$$

Konstanty C a n jsou závislé na prostorovém řešení systému a na vlastnostech média. Ve své podstatě jsou závislé na kritériích Gr a Pr , takže vztah (10) při praktickém řešení přejde na iterační postup. Hodnoty C a n jsou v literatuře tabelovány následovně :

Gr.Pr	C	n
$< 10^{-3}$	0,5	0
$10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,18	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$2 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^{13}$	0,135	1/3

Konstanty platí pro $Pr \geq 0,7$. Fyzikálně chemické vlastnosti média dosazujeme do rovnic (7-9) při teplotě, která je aritmetickým průměrem teploty média dostatečně daleko od stěny a teploty stěny.

VÝCHOZÍ PODMÍNKY

Tepelná bilance stěny je dána jako výsledek toků tepla z prostředí na jedné straně do prostředí na druhé straně. Na samotném ději se účastní několik dílčích dějů, a schematicky lze situaci zapsat následovně :

$$Q_c = Q_{a1} = Q_{v1} = Q_{v2} = \dots = Q_{vn} = Q_{a2} \quad (11)$$

kde Q_c je celkový tok tepla

Q_1 jsou toky tepla jednotlivými vrstvami stěny

Q_{a1}, a_2 jsou přestupy tepla z prostředí na stěnu, resp. ze stěny do prostředí

Pro ustálený tok tepla jsou si tyto dílčí toky rovny. Jinak by docházelo ke hromadění tepla, což by se v praxi projevilo ohříváním, resp. ochlazováním stěny. Při našich výpočtech budeme v této fázi uvažovat ustálený děj. Neustálený děj by přinesl do vztahů těžko definovanou složku měrného tepla stavebních materiálů, a tím nepřesnosti.

Dalším předpokladem je dostatečný rozměr směrem od uvažované stěny do média tak, abychom ho mohli vzhledem k výpočtu samovolného proudění považovat za polonekonečné médium. Tento předpoklad je s jistotou splněn. Vrstva média - vzduchu -, která se bude samovolně pohybovat, je silná řádově v decimetrech, zatím co volná vzdálenost od stěny činí řádově metry, až desítky metrů. Tento předpoklad má vztah k volnému proudění média okolo stěny.

Nejvážnějším zjednodušujícím prvkem výpočtu je uvažování volné konvekce v reálné situaci, která je zcela jistě mnohem blíže nucené konvekci média. Prakticky to znamená, že vítr pohybuje tekutinou okolo stěny zcela nedefinovaným způsobem, a součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny tak je zcela nekontrolovaně ovlivněn. I přes tuto skutečnost můžeme výpočet provést, avšak pouze jako dolní odhad skutečného přestupu tepla. Nucená konvekce povede jistě k podstatně intenzivnějšímu sdílení tepla.

Dolní odhad tepelného toku je například pro návrh tepelné izolace stěny zcela nevyhovující, ale jako měřítko pro srovnání tepelné bilance při různých vnitřních teplotách v objektu má dostatečnou vypovídací schopnost.

PŘÍKLAD VÝPOČTU

Nyní provedeme modelový výpočet pro stěnu složenou z n vrstev umístěnou svisle a oddělující dvě polonekonečná média A a B. Pro prostup tepla stěnou platí vztah :

$$Q = k \cdot A \cdot (t_A - t_B) \quad (12)$$

$$\text{kde } \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_A} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \quad (13)$$

... plocha stěny

$t_{A,B}$... teploty média A, resp. B

Pro tento příklad výpočtu definujeme stěnu, která je vysoká 3 m, široká 40 m a skládá se z jedné vrstvy cihel o tloušťce 0,3 m. Na obou stranách stěny je vzduch, který má teplotu na straně A 20°C a na straně B 0°C. Pro tyto podmínky nejprve vypočítáme hodnoty rovnic (8 a 9), abychom po odečtení konstant z tabulky mohli spočítat hodnotu součinitelů přestupu tepla α_A a α_B z rovnice (7).

Hodnoty pro suchý vzduch jsou v literatuře uvedeny při teplotě 20 st.C a 0 st.C: /11/

název konstanty	hodnota		rozměr
	0 st.C	20 st.C	
Pr	0,73	0,73	1
β	3,661	3,411	$\times 10^{-3}$
λ	2,37	2,52	$\times 10^{-2} \text{ W/m/K}$

Konstanta β není v tabulkách uvedena, ale lze ji odvodit jako funkci absolutní teploty stejně, jak je to uvedeno v literatuře. /11/ V tomto případě budeme považovat vzduch za ideální plyn, vyjde nám vztah :

$$\beta = \frac{1}{T} \quad (14)$$

Pro stranu vzduch o teplotě 0 st.C platí :

$$Gr = 9,81 \cdot 20^3 \cdot 3,661 \times 10^{-3} \cdot (5-0) / (13.7 \times 10^{-6})^2$$

$$Gr = 7,654 \times 10^{12}$$

$$Gr.Pr = 5,587 \times 10^{12}$$

Z tabulky č.1 odečteme hodnoty konstant C a n.

$$C = 0,135$$

$$n = 1/3$$

Hodnota Nusseltova kritéria je podle rovnice (10):

$$Nu = 0,135 \cdot (5,587 \times 10^{12})^{(1/3)} = 2395,5$$

Z rovnice (7) pak vyčíslíme α :

$$\alpha_B = 2,84 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Zcela obdobným způsobem vyčíslíme součinitel přestupu tepla uvnitř objektu. Jediný rozdíl ve výpočtu je ten, že dosadíme jako charakteristický rozměr systému vnitřní výšku stěny, tedy výšku místností. V typickém domě je to hodnota zhruba 2,65m. Dále dosadíme vlastnosti vzduchu při teplotě 20 st.C. Po tomto dosazení nám vyjde součinitel :

$$\alpha_A = 2,95 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Tepelná vodivost materiálu stěny je v tabulkách uvedena :

$$\lambda = 0,6 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Součinitel prostupu celé stěny je pak podle rovnice (13) :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{2,95} + \frac{0,3}{0,6} + \frac{1}{2,84}$$

$$k = 0,84 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Tento součinitel prostupu tepla nám říká, že na každý čtverečný metr svislé stěny uniká při rozdílu o 1 st.C vnitřní

a venkovní teploty objektu teplo rychlostí 0,84 W. Jinak řečeno, stejně veliké úspory vzniknou, pokud se podaří snížit teplotní rozdíl o jeden stupeň Celsia.

Na tomto místě je nutné znovu připomenout, že se jedná o dolní odhad úspor, tedy o minimální úspory. Vlivem většího než samovolného proudění okolo svislých venkovních stěn (vítr) bude nabývat součinitel α_B vyšších hodnot. V případě výpočtu minimálních dosažitelných úspor regulace topného systému je dolní odhad ztrát použitelným zjednodušením zejména proto, že nám ponechává rezervu vyšších úspor při realizaci ve skutečných podmínkách.

Při přerušovaném vytápění musíme vedení tepla konstrukcemi ohraničujícími místnost posuzovat jako jev nestacionární. Tento jev vyjadřuje diferenciální rovnice:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (15)$$

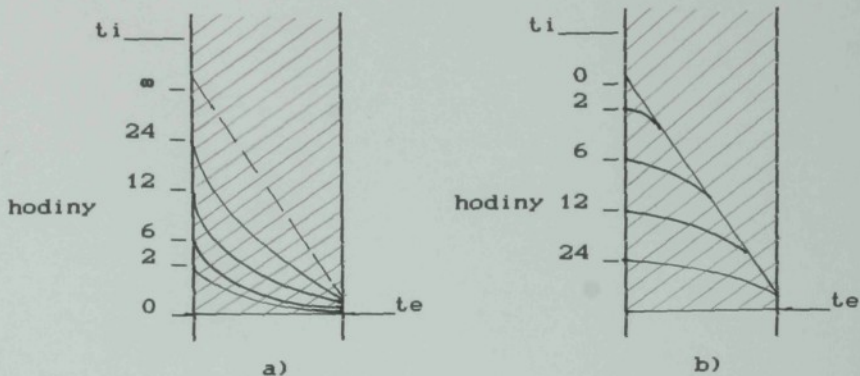
Při jednosměrném vedení, jednou stěnou, můžeme rovnici (15) zjednodušit na tvar:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (16)$$

Konstanta a , teplotní vodivost, charakterizuje rychlost vyrovnávání teplot ve stěně, je dána vztahem

$$a = \frac{\lambda}{\rho c} \quad (17)$$

Na obr. č.6 je znázorněn průběh teploty ve stěně při nestacionárním vedení tepla.



Obr. č.6 Průběh teploty ve stěně: a) při zahřívání
b) při chlazení.

4 KONSTRUKČNÍ ČÁST

4.1 OBLAST POUŽITÍ ZAŘÍZENÍ - EKONOMICKÉ ZAMĚŘENÍ

Navrhovaný elektronický regulátor topení je určen k zlepšení ekonomiky provozu otopných soustav, především těles ústředního topení napojených na společné rozvody tepla. Systém je navržen k využití v bytech panelové, sídlištní zástavby a pro rodinné domy, nebo provozovny mající zdroj tepelné energie s charakterem nepřetržitě pracujícího zařízení, jako jsou například společné rozvody tepla z výměňkové stanice, ústřední topení s plynovým kotlem, nebo elektrokotlem, kotel s akumulací nádrží apod.

V základní sestavě je zařízení určeno k použití pro jeden i více bytů, se čtyřmi až šesti různě řízenými výstupy. Na jeden výstup je možné připojit více ovládaných hlavice ventilů ústředního topení. Celkem může být připojeno 12 až 24 hlavice, podle typu hlavice.

V rozšířené sestavě je zařízení určeno k použití pro libovolný počet bytů. Regulátor RUT 16, doplněný zesilovačem informace typ MAX 200, je určen k ovládání maximálně 200 hlavice ventilů. Počet zesilovačů informace pracujících v sérii v návaznosti na jeden navrhovaný regulátor nazvaný RUT 16 není omezen.

4.2 POPIS ZAŘÍZENÍ

Zvolený typ regulace navrhovaného řešení je regulace podle teploty vytápěné místnosti při, použití ventilů s upravenými termostatickými hlavicemi, kombinovaný s přerušovaným vytápěním v zadaných, proměnných mezích. Systém optimalizovaně využívá tepelnou setrvačnost objektu v závislosti na vnějších podmínkách. Systém provádí optimalizaci doby zátoku, nebo-li předtápěcích časů, v závislosti na teplotě náběhové vody a na venkovní teplotě, se zahrnutím vlivu zateplení objektu. Dále provádí optimalizaci času vypnutí topení v závislosti na venkovní teplotě, také se zahrnutím vlivu zateplení objektu. Elektronický programovatelný regulátor pracuje podle zadaného rozvrhu na principu časové regulace, nespojitě, s dvoustavovou veličinou.

Zařízení bude dodáváno v naprogramovaném stavu. V době programově určeného stavu "trvalé topení" je teplota udržována termostatickou hlavicí termostatického ventilu. Zvolenou teplotu nastavuje a může kdykoli změnit uživatel. Z tohoto nastavení a tomu odpovídající teploty jsou odvozeny ostatní regulované teploty.

Při stavu "trvalého omezení topení" dojde pomocí elektricky ovládaného topného tělíska umístěného v termostatické hlavicí ke snížení nastavení udržované teploty o cca 5-6°C.

Střídáním časových úseků plynulého topení s časovými úseky omezeného topení jsou tvořeny noční a jiné poklesy teplot.

Regulátor má 16 samostatně programem řízených výstupů. Týdenní programování umožňuje, aby každý z výstupů pracoval v pracovní dny v jiném režimu, než ve dny pracovního klidu. Každému topnému tělesu, respektive jemu příslušné termostatické hlavicí, jsou přiřazeny pomocí jednoduchého ovládání šestipolohovými přepínači čtyři předem známé časové režimy ovládání. Mimo tyto režimy lze uvedeným přepínačem nastavit stav "trvalého omezení teploty" a stav "trvalého topení". Režimy jsou číslovány od 0 do 5 a jsou řazeny od stavu netopit (0), přes režimy se stále se prodlužující dobou topení (1-4), až po režim trvalého topení (5). Všechny 32 režimů (16 pro pracovní a 16 pro volné dny) je již od výrobce naprogramováno na doporučený způsob ovládání a není proto nutné žádné další programování provádět. V průvodní dokumentaci je přiložen rozvrh výrobcem

naprogramovaných, doporučených režimů. Uživatel má možnost nastavení jedné poloviny režimů přeprogramovat dle vlastního uvážení. Pevně jsou naprogramovány režimy sudé (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16). Uživatel může přeprogramovat režimy liché. Programování se provede pomocí ovládacích tlačítek, nebo jednodušeji pomocí personálního počítače XT/AT. K tomuto účelu se jako doplňkové vybavení bude dodávat kabel pro sériovou komunikaci s konektory Canon-25/25 a na disketě obslužný program, který je tvořen tak, aby jeho používání bylo dostupné pro každého, kdo zná alespoň základy obsluhy PC. Původní stav dodávaný výrobcem lze jednoduchou obsluhou i tlačítky obnovit.

Součástí dodávky, příslušné pro každý byt, je ovládací panel typového označení REGUL 4, nebo 6 se čtyřmi až šesti přepínači v závislosti na počtu ovládaných těles topení. Při ovládání většího počtu těles topení než 6, se ostatní termostatické hlavice připojují paralelně na výstupy vybraných přepínačů. Ovládací panel se propojuje, při použití pro jednoho účastníka, s regulátorem kabelem zakončeným konektorem CANON-25. K ovládacímu panelu jsou ovládané hlavice připojeny slabou dvoulinkou. Dále jsou k ovládacímu panelu připojeny: čidlo teploty topné vody s upevňovací objímkou na potrubí a čidlo venkovní teploty uložené v trubkovém pouzdru.

V běžném provozu zobrazuje displej regulátoru reálný čas. Mezi zobrazovačem hodin a minut jsou umístěny dvě tečky (:). Blikající stav jednotlivých teček signalizuje probíhající režim pracovních dnů. Trvale svítící tečka, případně tečky, definují dny pracovního klidu. Horní tečka signalizuje režim právě probíhajícího dne. Spodní tečka signalizuje jaký režim dne (pracovního, nebo nepracovního) bude probíhat následující den. Pomocí tlačítek lze režimy obou těchto dnů libovolně změnit, tím do probíhajícího týdenního režimu začlenit volný nebo pracovní den navíc. Týdenní režim mimo tyto dva dny zůstane nenarušen.

V místnostech s nastaveným režimem "trvalého omezení topení" provádí regulátor při poklesu venkovní teploty pod -12°C časově omezené temperování všech místností, jako ochranu proti zamrznutí.

Regulátor RUT 16 provádí optimalizaci časů předtápění jednotlivých místností s ohledem na isolační vlastnosti objektu, velikost venkovní teploty a teploty topného média. Rovněž je

prováděna optimalizace času vypnutí topení, v závislosti na venkovní teplotě a na isolačních vlastnostech objektu. Doby předtápění i dotápění byly stanoveny experimentálně. Předtápěcí konstantu, kterou může uživatel měnit, lze volit od hodnot 01 do 05. Konstanta 01 odpovídá velmi dobře zateplenému objektu. Výrobce je předprogramována konstanta 03. Předtápěcí konstantám jsou přiřazeny tyto časové úseky.

Konstanta př.	01	02	03	04	05
Čas [hod]	-2	-1	0	1	2

Doba předtápění se získá z tabulky č.6, ke které se přičte čas odpovídající předtápěcí konstantě. Minimální doba předtápění je 0 hod/30 min. a to i při záporném výsledku.

Doba dotápění se získá z tabulky č.7, ke které se přičte čas odpovídající konstantě předtápění. Minimální dotápěcí doba je -0 hod/30 min.

Při opuštění bytu (dovolená, víkend) se známým datem a hodinou návratu je možné naprogramovat jednotný útlum topných těles celého bytu na 1 hodinu až 99 dnů. Po návratu vstoupí uživatel již do vytemperovaného bytu.

Ukončením dodávek tepla přechází regulátor automaticky do letního režimu. Termostatické ventily zůstanou otevřeny, pouze jednou za 24 hodin jsou na krátkou dobu přestaveny, aby nedošlo k jejich zatuhnutí. Obnovením dodávek tepla na začátku topné sezóny přejde regulátor automaticky do řízeného režimu. Rozhodující je teplota topného média 30°C.

Regulátor provádí testování stavu připojených zařízení. Při vyhodnocení poruchy, která má nepříznivý vliv na chod regulátoru, zobrazuje na displeji střídavě čas a číslo poruchy. Nedojde-li během 48 hodin ke změně měřených teplot je vyhlášena porucha měření teploty. Při vyhodnocení poruchy, která znemožňuje další chod celého zařízení, se regulátor automaticky vyřadí z činnosti a uvede topná tělesa do stavu "trvalého topení" regulovaného termostatickými hlavici termostatických ventilů. Po odstranění poruchy obnoví regulátor automaticky činnost. Při odpojení elektronického regulátoru od síťového napájení, nebo při odpojení vidlice CANON-25 ze zásuvky se automaticky uvedou všechna tělesa ústředního topení do výše uvedeného stavu "trvalého topení".

Systém regulátoru RUT 16 i doplňující zařízení MAX 200 mají

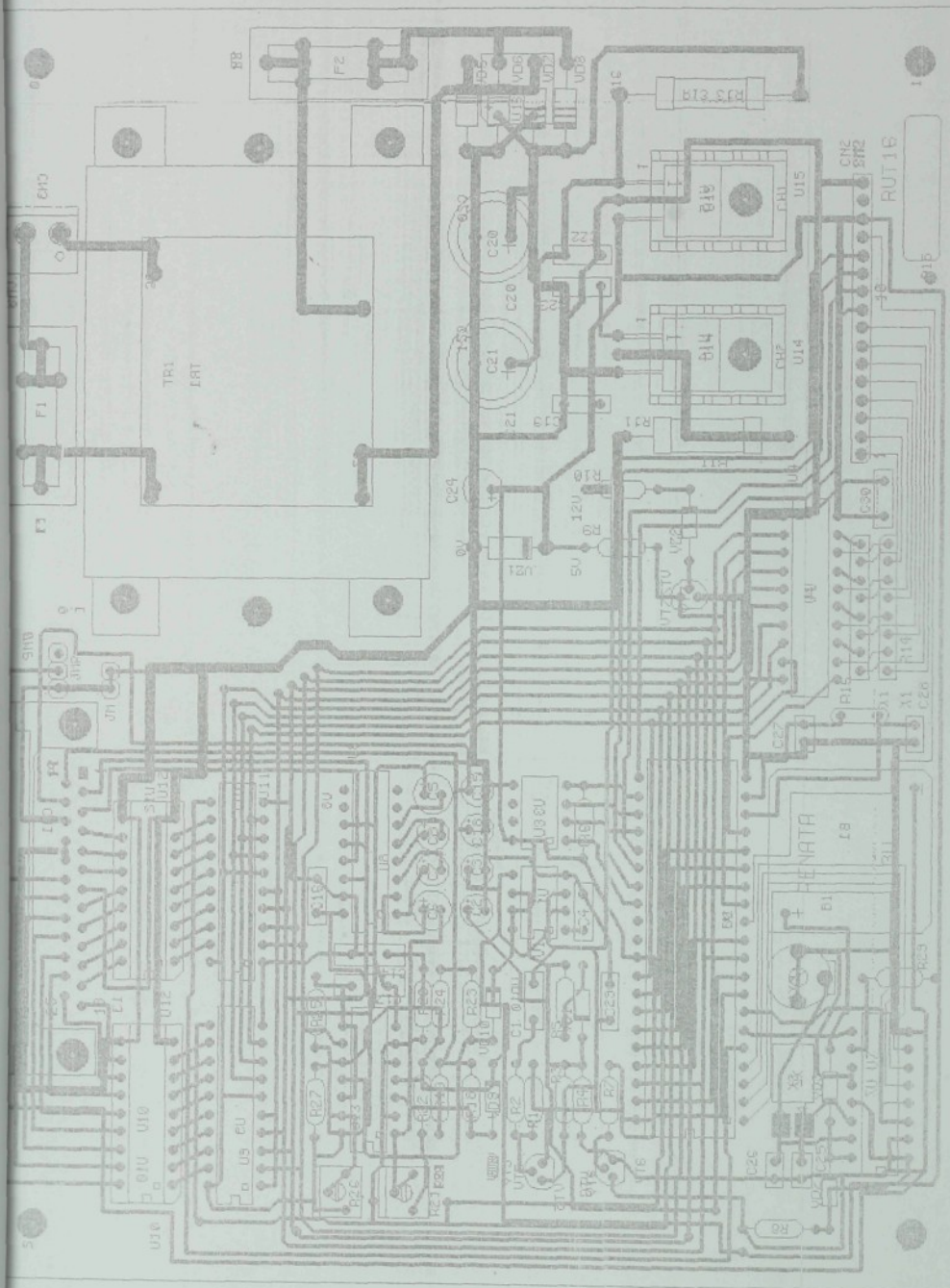
samostatná napájení ze zásuvkového rozvodu 220V. Elektrický příkon regulátoru je 15W. Zesilovač informace MAX 200 má při použití pro cca 45 bytů elektrický příkon maximálně 150W.

Akční členy použité ve spojení s regulačním systémem jsou od fy Heimeier, případně modifikace termostatické hlavice Vaillant typ RW 9683. Úspěšně proběhlo jednání s výrobcem REMAGG Vyškov, s.r.o. o znovu zavedení do výroby termostatického regulátoru TR 11B osazovaného na radiátorové ventily typové řady RV a RVR, vhodného pro tuto aplikaci.

4.3 POPIS ELEKTRONICKÉ ŘÍDÍCÍ ČÁSTI RUT 16

Navržený elektronický regulátor je kompaktní zařízení řízené mikropočítačem INTEL 8052. Procesor (U2) je ve standartním zapojení bez vnější paralelní paměti. Řídící program a pevná polovina topných režimů jsou uloženy ve vnitřní 8 kB paměti PROM. Ve vnější sériové paměti EEPROM (U3) je uložena druhá polovina volně programovatelných topných režimů. Na port P0 jsou připojeny tři oddělovače sběrnice s registry (U4,U9,U11). Obvod (U4) spolu s (VT1-4) slouží k multiplexní obsluze displeje (U5,U6,D1,D2). Multiplexovaného signálu pro (VT1-4) je paralelně využito ke čtení stisknutých tlačítek, výsledný signál je přiveden na přerušovací vstup INTO. Obvody (U9) a (U11) spínají přes zesilovače (U10) a (U12) výstupní signály pro topné režimy. Hodnoty teplotně závislých odporů, uložených v sondách pro měření T_e a T_v , jsou pomocí časovacích obvodů (U13A) a (U13B) převedeny na kmitočet. Tyto kmitočty jsou průběžně načítávány časovacími vstupy T0 a T1. Přerušovací vstup INT1 slouží ke kontrole zkratu na periferních zařízeních. Obvod (U8) obstarává po sériové lince RS 232 komunikaci mikropočítače s PC. Obvod (U1) zajišťuje RESTART v případě ztráty kontinuity programu, respektive přestane-li procesor obsluhovat displej. Regulátor má vlastní zálohované hodiny tvořené zapojením okolo (U7). Obvod (U14), ve zdroji 12V, omezuje $I_{MAX} < 0.5A$, tím jsou chráněny (U10) a (U12) proti zkratu na výstupu, zároveň to umožňuje softwarovou identifikaci a odpojení výstupu v poruše. Připojení ovládacího panelu "REGUL" je provedeno přes konektor Canon-25, je tím usnadněna montáž, programování a případný servis.

4.4 SCHÉMA ZAPOJENÍ REGULÁTORU



4.7 POPIS OVLÁDACÍHO PANELU REGUL

Ovládací panel je zabudován v krabičce "UNI", je vybaven čtyřmi až šesti šestipolohovými přepínači, dle typu, signalizací stavu výstupu, připojovacím kabelem zakončeným konektorem Canon-25 a svorkami pro připojení ventilů a teplotních sond. V době odevzdání diplomové práce nebyl ovládací panel ještě dohotoven.

4.8 POPIS ZESILOVAČE INFORMACE MAX 200

Zesilovač informace nutný k hromadnému nasazení nebyl dosud zhotoven. Návrh zařízení, které není technicky složité je připojen v kapitole 4.6.

4.9 POPIS INDIVIDUÁLNÍ INSTALACE ZAŘÍZENÍ

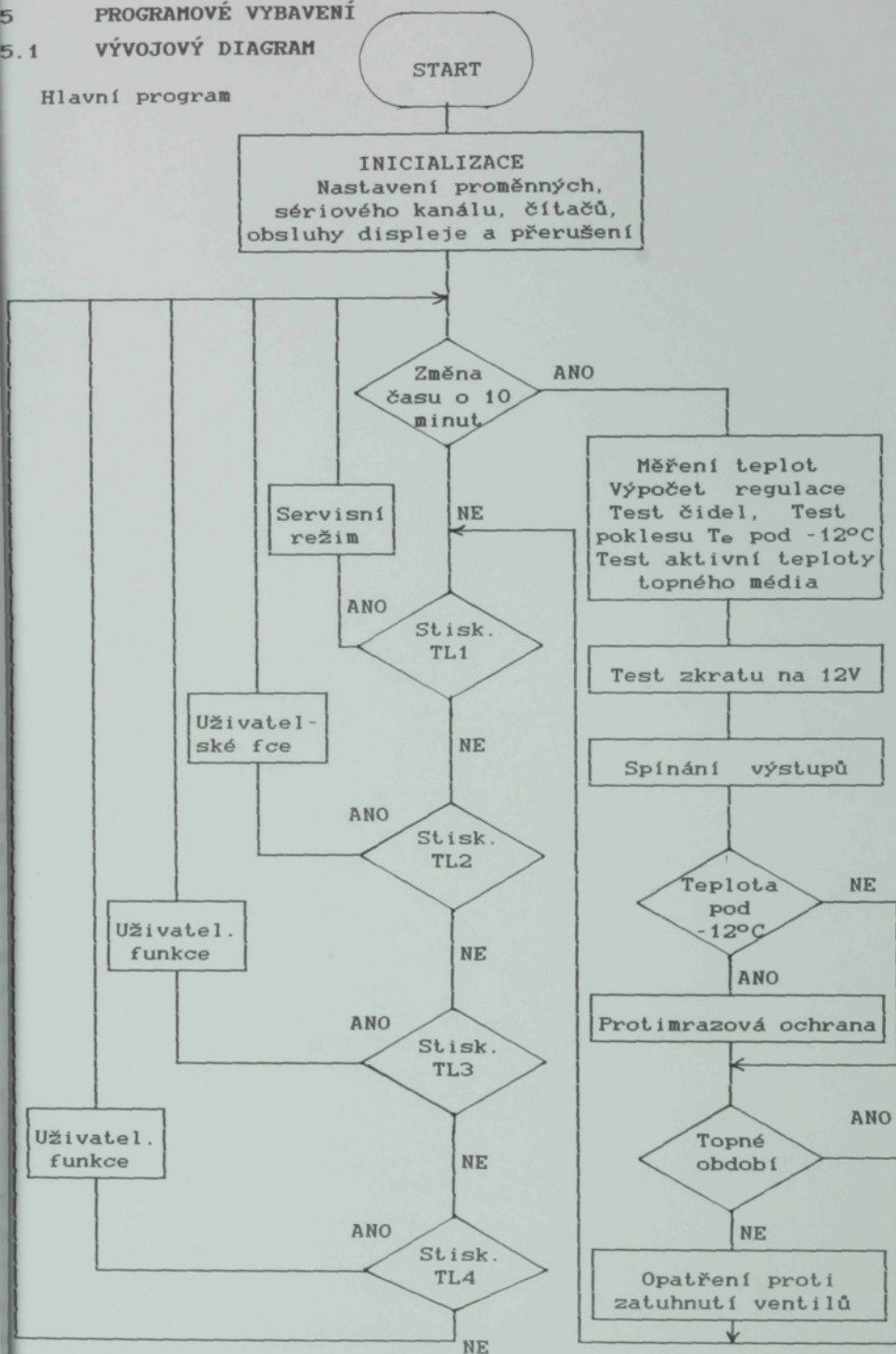
Montážní práce bude provádět odborná firma. Výměna ventilů se provede po vypuštění vody z topné soustavy. Regulátor pracující v klidu jako stolní hodiny se umístí na stolek, nebo skříňku. Panel s přepínači spojený s regulátorem asi 1m dlouhým kabelem se připevní na méně viditelné místo na zeď. Ventily a čidla teplot jsou spojeny s "panelem" regulátoru samostatnými dvoužilovými kabely $2 \times 0.35 \text{ mm}^2$. Čidlo T_v je objímkou připevněno na přívodní trubku topné vody. Čidlo T_z je umístěno v dřevěném rámu okna na severovýchodní až severozápadní stěně. Rozvody po bytě jsou vedeny ve vanové liště PVC 18x15 mm.

4.10 POPIS INSTALACE ZAŘÍZENÍ PŘI HROMADNÉM NASAZENÍ

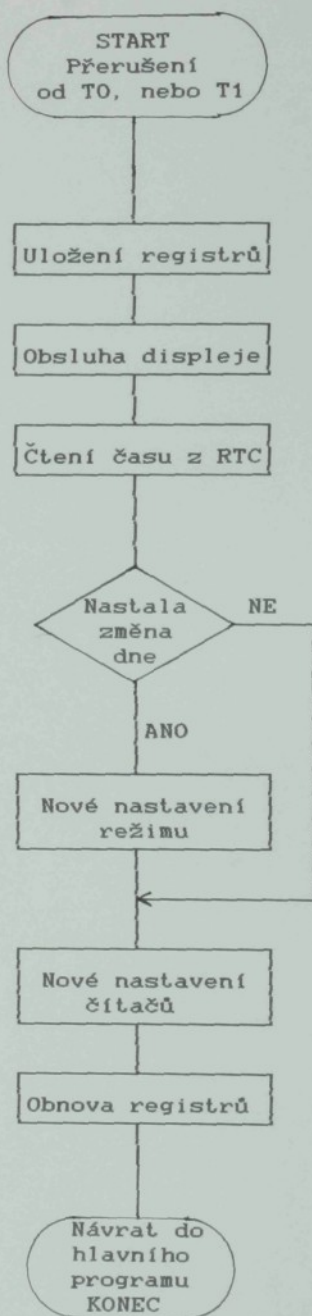
Hromadné nasazení předpokládá použití jednoho regulátoru RUT16, jednoho i více zesilovačů informace MAX200 a v každém bytě ovládací panel "REGUL". Ovládací panely na sebe sériově navazují. Na MAX200 lze pomocí konektorů napojit deset samostatných větví rozvodu. Verze pro hromadné nasazení bude dopracována až po ověřovacích zkouškách verze individuální.

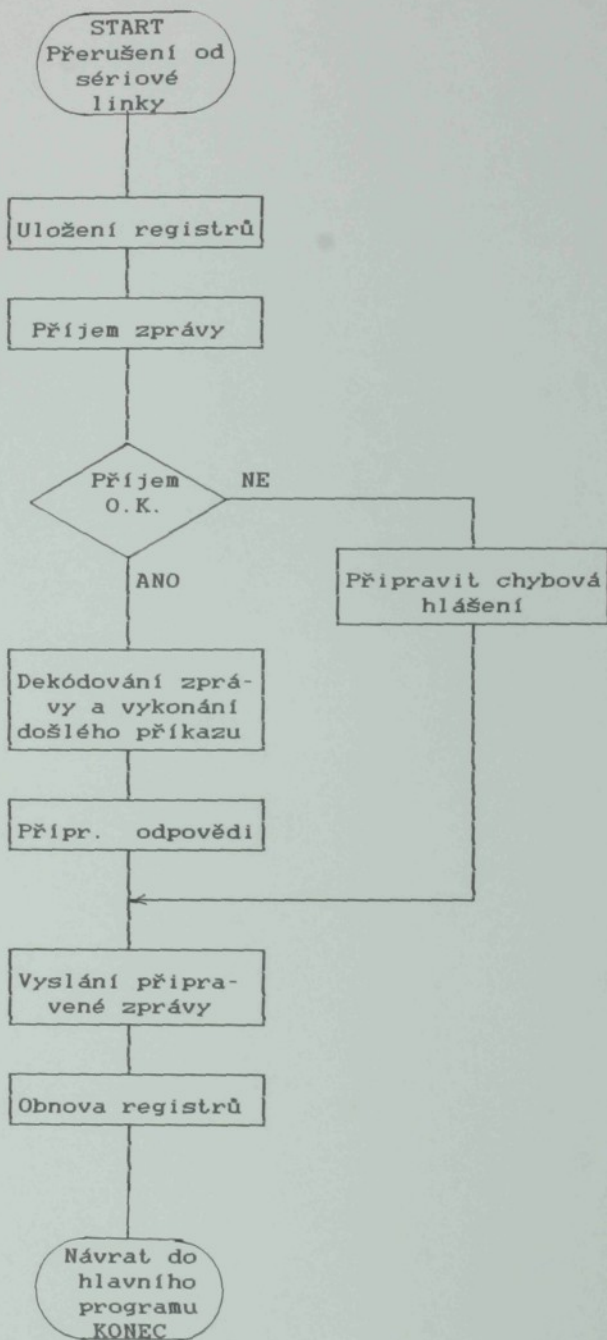
5 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ
5.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM

Hlavní program



Obsluha přetečení
čítačů



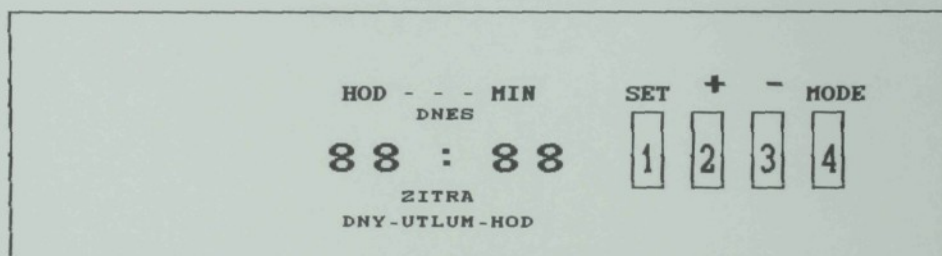


5.2 ŘÍDÍCÍ PROGRAM

Řídicí program byl napsán v assembleru 51, s použitím emulátoru, podle vývojového diagramu, popisu funkcí a popisu zařízení. Komunikační program s PC byl napsán v jazyku PASCAL podle požadavků na komunikaci. Oba programy podle mých podkladů v programovacích jazycích autorsky vytvořil ing. Jiří Kamenský, kterému touto cestou velmi děkuji. Celý řídicí program, uložený v PROM procesoru, je značně rozsáhlý, zabírá před kompilací 76 stran textu, proto je v příloze č.4. uvedena jen krátká ukázka.

5.3 OBSLUHA OVLÁDACÍCH PRVKŮ ZAŘÍZENÍ, SYMBOLIKA

Na čelní straně elektronického regulátoru jsou umístěna čtyři tlačítka a čtyřmístný displej rozdělený dvěma tečkami (:) na dvě poloviny.



V základním stavu displej zobrazuje reálný čas. Horní tečka mezi číslicemi signalizuje režim dnešního dne, spodní tečka režim následujícího dne. Blikající tečka přísluší pracovnímu dnu. Klidně svítící tečka přísluší volnému dnu. Do obsluhy zařízení je zahrnuto:

1. Záměna pracovního dne za den pracovního klidu, nebo naopak. Změnu lze provést na právě probíhající den a na následující den.
2. Nastavení úsporného režimu současně pro celý byt na dobu od jedné hodiny až po 99 dnů. Při venkovní teplotě nižší než -12°C regulátor vkládá do programu protimrazovou pojistku.
3. Nastavení přesného času.
4. Vyřazení regulátoru z činnosti.

Ostatní úkony obsluhy není nutné provádět, jejich vysvětlení

je zařazeno k programování.

5. Nastavení konstanty předtápění.
6. Nastavení jasu displeje na den a samostatně na noc.
7. Povolit automatické přestavování letního času.

PROVEDENÍ OBSLUHY

1. Stiskne se, jednou, tlačítko číslo 4 (MODE), zobrazený čas hodiny a minuty začne blikat, tlačítkem č.2 (+) se mění nastavení režimu (pracovní - volný den) na dnešní den. Tlačítkem č.3 (-) se mění nastavení režimu na následující den. Po vybrané kombinaci se stiskne déle než jednu sekundu tlačítko č.1 (SET) k zápisu do paměti. Během každého zápisu displej zhasne. Po je uvolnění (SET) je zápis proveden. Na displeji se rozsvítí reálný čas. Uvolní-li se tlačítko č.1 předčasně, k zápisu nedojde a na displeji zůstane zobrazena obsluhovaná funkce, zápis je možné opakovat. Nastavování je možné bez zápisu opustit stisknutím tlačítka č.4 (MODE), případně neprováděním další obsluhy tlačítek déle než 30 sekund. Zařízení se vrátí do zobrazování reálného času.
2. Stiskne se, dvakrát, tlačítko číslo 4 (MODE), na displeji se zobrazí **00:00**. Tlačítkem č.2 (+) se zvyšuje počet hodin a dnů útlumu topení, tlačítkem č.3 (-) se doba útlumu snižuje. Levé dvojčíslí zobrazuje počet dnů útlumu, pravé dvojčíslí zobrazuje počet hodin útlumu topení. Tečky (:) jsou v klidu, nejde nastavit záporný čas. Při trvalém stisknutí tlačítek (+), nebo (-) se rychlost změn hodin a dnů výrazně zrychlí. Po nastavení požadovaných hodin a dnů útlumu se stiskne tlačítko č.1 (SET) déle než jednu sekundu, tím se provede zápis do paměti obdobně jako v bodě jedna. Na displeji zůstane zobrazena odpočítávaná doba útlumu topení bez zobrazení teček. Dalším stisknutím (MODE) se může přejít do reálného času, bez zobrazení teček. Režim útlumu se zruší stiskem dvakrát (MODE) a zapsáním 0 hodin a 0 dnů útlumu.
- 3a. Stiskne se, třikrát, tlačítko číslo 4 (MODE), na displeji se zobrazí nastavený den v týdnu **Po : 01, U1 : 02, S1 : 03, C1 : 04, PA : 05, So : 06, NE : 07**. Tlačítky (+), nebo (-) se vybere žádaný den

v týdnu a provede se zápis tlačítkem (SET) již popsáním způsobem. Zobrazení teček se samo upraví podle zadaného dne, Případná předchozí úprava podle bodu jedna je tímto nastavením zrušena.

3b. Stiskne se, čtyřikrát, tlačítko číslo 4 (MODE), na displeji se zobrazí nastavená hodina například **Ho : 05**, nebo **Ho : 21**. Dále se již popisovaným postupem použijí tlačítka (+), (-) a (SET).

3c. Stiskne se, pětkrát, tlačítko číslo 4 (MODE), na displeji se zobrazí nastavené minuty například **Mi : 48**. Další postup (+), (-) a (SET) je standardní.

4. Regulátor lze vyřadit z činnosti v zapnutém stavu přestavením přepínačů na ovládacím panelu do polohy č. 5.

Regulátor lze také vyřadit z provozu odpojením od síťového napájení. Tím se všechny jím řízené hlavice termostatických ventilů převedou do režimu klasických termostatických hlavice. Všechna tělesa ústředního topení začnou topit, pokud je topná sezóna a je dodáváno teplo.

Při odpojení regulátoru od síťového napájení delším než jeden měsíc, se doporučuje vypnout napájení obvodu reálného času. Příslušný miniaturní vypínač je přístupný označeným otvorem v zadní stěně regulátoru. K přepnutí se použije tupý nevodivý předmět, například zápalka. Tímto se prodlouží životnost vnitřní baterie. Reálný čas je při opětovném uvádění do provozu ovšem nutné znovu nastavit. Při trvalém připojení regulátoru k síťovému napájení dosahuje životnost vnitřní baterie 10 let.

5.4 PROGRAMOVÁNÍ OBSLUŽNÉHO PROGRAMU

Programování pomocí tlačítek navazuje na kapitolu 5.4.

Stiskne-li se šestkrát tlačítko číslo 4 (MODE) pro nastavení konstanty předtápění, na displeji se zobrazí **Co : 03** naprogramované výrobcem. Tlačítka (+), nebo (-) se vybere žádaná hodnota v rozsahu 01 až 05 a pomocí (SET) se provede zápis. Pro dobře izolovaný objekt je konstanta 01.

Stiskne-li se sedmkrát tlačítko číslo 4 (MODE) pro nastavení jasu displeje ve dne, na displeji se zobrazí **DEN**. Nastavení (+), (-) a zapsání (SET).

Stiskne-li se osmkrát tlačítko číslo 4 (MODE) pro nastavení jasu displeje v noci, na displeji se zobrazí **NO : C**. Nastavení (+), (-) a zapsání (SET).

Stiskne-li se devětkrát tlačítko číslo 4 (MODE) pro povolení automatického nastavování letního času, na displeji se zobrazí **JE** (povoleno), nebo **NE : NI**. Nastavení (+), (-) a zapsání (SET).

Další funkce slouží k prohlížení nastavených režimů.

Stiskne-li se tlačítko číslo 4 (MODE) desetkrát, zobrazí se na displeji **Pr : 01**. Po dvou sec. začne na displeji rolovat naprogramované nastavení tohoto režimu. Při průchodu časem 00 hodin se zobrazí číslo režimu, který roluje. Zobrazují se časy zapnutí se svítícími tečkami (:) a časy vypnutí bez teček. Změny na displeji nastávají po třech sec. Tlačítka (+) a (-) je možné listovat v jednotlivých režimech. Ukončení prohlížení se provede stisknutím (MODE). Následuje návrat do reálného času.

Obnovení původních režimů doporučených výrobcem se provede v módu reálného času se stiskne tlačítko (+) déle než tři sec. Na displeji se zobrazí **Pr : 00**. Stiskne se (SET) déle než jednu sec. a tím se obvyklým způsobem provede zápis. Tímto je obnoveno původní naprogramování výrobcem, režimů pracovních dnů.

V módu reálného času se stiskne tlačítko (-) déle než tři sec. Na displeji se zobrazí **Sr : 00**. Stiskne se (SET) déle než jednu sec. a tím se obvyklým způsobem provede zápis. Tímto je obnoveno původní naprogramování výrobcem, režimů dnů pracovního volna.

Každý z osmi lichých výstupů se programuje samostatně. Každý výstup se programuje dvakrát. Jednou pro pracovní dny (Pr) a jednou pro dny pracovního volna - sváteční (Sr).

Naprogramované režimy jsou proti náhodnému přepsání obsluhou zabezpečeny definovaným způsobem vstupu do programovacího módu.

Ze stavu reálného času se stiskne jedenáctkrát tlačítko číslo 4 (MODE), displej zhasne. Pět sekund zůstane displej zhasnutý, nebude-li v této době provedena další obsluha vrátí se zařízení do režimu reálného času. V této době, kdy displej je zhasnutý můžeme vstoupit stisknutím tlačítka č.1 (SET) do programovacího módu. Tlačítko se musí držet déle než tři sec. stisknuté. Uvolní-li se tlačítko dříve přejde zařízení do zobrazování

reálného času. Při dodržení postupu se na displeji zobrazí první režim pracovního dne, **Pr : 01**.

Chceme-li programovat jiný, další lichý režim použijeme tlačítko (MODE). Tlačítkem (-) můžeme kdykoliv nastavování režimů bez zápisu ukončit a vrátit se do reálného času. Po vybrání režimu, který chceme změnit se stiskne

(+), zobrazí se **00. - -**. Tlačítkem (+) a se vybere po půlhodinách hodina zapnutí například **05 . 30**. Stisknutím

(mode) se запиše čas zapnutí. Zobrazení se změní na **05 : 30**. Rozsvícené tečky (:) signalizují čas zapnutí. Následuje

vyhledání hodiny vypnutí například **10 . 00**. Zapsáním pomocí (MODE) se zobrazení změní na **10 00**. Zhasnuté tečky ()

signalizují, že se jedná o čas vypnutí topení. Může následovat opět nastavení času zapnutí a zápis pomocí (MODE). Po nastavení času zapnutí musí následovat čas vypnutí, jinak regulátor ponechá

zapnutý stav do 24.00 hod. Po nastavení všech časů se запиše přeprogramovaný režim do paměti stisknutím (SET), stisknutým déle než jednu sec. Je-li zápis úspěšný zhasne displej při stlačeném tlačítku na 0,5 sec. a po jeho rozsvícení skočí zařízení do prohlížečícího režimu nastavovaného režimu, ze kterého se pomocí (MODE) může přejít do reálného času. Při neúspěšném zápisu zůstane zařízení v nastavovacím režimu. Ten lze pomocí (-) kdykoliv bez zápisu opustit. Programují se jen liché režimy.

Režimy dnů pracovního volna, "sváteční", se zobrazují na displeji při programování například takto: **Sr : 11.**

Ruční programování regulátoru pomocí tlačítek je poměrně zdoluhavé, proto je regulátor vybaven komunikační linkou a je možné jej poměrně snadno programovat pomocí PC.

5.5 PROGRAMOVÁNÍ REGULÁTORU POMOCÍ PERSONÁLNÍHO POČÍTAČE XT/AT

Postup při programování regulátoru pomocí PC je koncipován dialogovým způsobem. Přesun dat mezi oběma zařízeními probíhá po sériové komunikaci RS 232 a správnost přenášených, zapisovaných dat do EEPROM je kontrolována. Displej regulátoru není při komunikaci s PC v činnosti.

Postup:

1. Ve vypnutém stavu se regulátor RUT16K propojí pomocí sériového komunikačního kabelu Canon 25/25 s PC. Zapne se PC i regulátor.
2. Z přiložené diskety se spustí program "RUT16K". Při funkčním propojení se zařízení ohlásí "PROPOJENÍ OK", při nefunkčním "PROPOJENÍ ERROR".
3. Ze zobrazené nabídky lze volit:
 - A Zobrazení naprogramovaných režimů
 - B Zapsání současného stavu na disketu pod názvem :
 - C Převzetí naprogramovaného stavu uloženého na disketě pod názvem :
 - D Převzetí naprogramovaného stavu doporučeného výrobcem
 - E Programování pracovních režimů
 - F Programování svátečních režimů
 - G Převzetí reálného času z PC
 - H Poměr času topení k času útlumu topení
 - I Informace - doporučení
 - K Programování předtápěcí konstanty
 - W Zapsání provedených změn do paměti regulátoru RUT16K, automaticky je stejný stav dat uložen na disketu pod názvem "mm-dd-rr", měsíc - den -rok.
 - Q Ukončení programování

5.6 SERVISNÍ MOD

Tento režim je určen pro testování zařízení, není určen pro uživatele. Stisknutím tlačítka č.1 (SET) na dobu delší než tři sec. v režimu reálného času se vstoupí do servisních módů.

Stisknutím tlačítek (+) a (-) v servisním módu se listuje v servisních režimech. Zvolený servisní režim se po zobrazení čísla režimu automaticky spustí. Z běžícího servisního režimu je možné dalším stiskem (+), nebo (-) přejít do jiného servisního režimu. Návrat ze servisních módů do reálného času se provede stisknutím (MODE) za běhu některého servisního režimu. Přehled servisních módů je v příloze č.2.

Regulátor trvale testuje zatížení všech výstupů. Při přetížení, nebo zkratu výstupu odpojí regulátor automaticky přetížené výstupy, po odstranění závady, regulátor odpojené výstupy automaticky opět připojí.

Regulátor testuje velikost naměřených teplot. Dosahují-li hodnoty mimo povolené tolerance signalizuje se chyba, regulátor chybné naměřené hodnoty nahrazuje konstantními hodnotami ($T_e=5^{\circ}\text{C}$, $T_v=45^{\circ}\text{C}$). Uvedené poruchové stavy jsou signalizovány na displeji při zachování funkce regulace. Přehled chybových hlášení je v příloze č.3.

6 PROTOTYP NAVRŽENÉHO REGULÁTORU

Podle vlastního návrhu uvedeného od bodu 4 do bodu 5.6 jsem za technické a především materiální pomoci podniku Elitron s.p. pod vedením vedoucího práce zhotovil funkční vzorek, který po ověřovacích zkouškách a z nich plynoucích příslušných úpravách, bude možné prezentovat jako prototyp.

6.1 AKČNÍ ČLEN

Původně vývoj akčního členu byl veden snahou o konstrukci nadstavby na RV ventil výrobce Remagg Vyškov. Ke konstrukci převodovky s modelářským elektromotorkem, jsem použil převodová kola z umělé hmoty s obchodním názvem "Nylon technil" vyráběná SAM Myjava pro Strojsmalt Pohorelá. Ve fázi nedokončeného funkčního vzorku jsem práci na vývoji a konstrukci převodovky

zastavil po zjištění u možného výrobce, že předpokládaná cena jen nadstavby mnou navrženého servopohonu bude vyšší než 600.-Kč. Předpokládaná cena za jeden řízený ventil 800 - 1000 Kč mě přivedla k rozhodnutí hledat jiné technické řešení.

Po seznámení se s principem termopohonu, jsem se stejný princip rozhodl použít ve spojení s termostatickou hlavici při konstrukci akčního členu. Při studiu literatury jsem zjistil, že se tímto problémem již zabýval VVÚ SZP a že omezené množství elektricky ovládaných hlavice termostatických ventilů ve funkci termopohonu vyrobili ve Zbrojovce Vyškov již v roce 1990. V technické dokumentaci, kterou jsem si od zástupců firem zabývajících se touto technikou vyžádal, jsem vybral i regulační prvek odpovídající mému záměru použít jako akční člen termostatickou hlavici vybavenou topným tělesem. Topný odpor má při hodnotě 680Ω omezený výkon tak, aby při regulaci došlo pouze k potlačení nastavení termostaticky regulované teploty asi o 5 až 6 K. Pro navrhovaný systém regulace jsem vybral termostatickou hlavici K - A od fy Heimeier, kterou výrobce zhotovuje úpravou hlavice K, při zachování všech parametrů původní termostatické hlavice.

7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST - STATISTICKÉ VÝPOČTY

Do experimentální části jsem zahrnul převzaté výsledky měření spotřeby tepla prováděné firmou FOTHERM, údaje z fakturace za teplo pro SBD Liaz Jablonec, Bytový podnik města Liberce, Správu domů-Rybář, Liaz-slévárna Liberec, z nichž jsem na základě vybraných závislostí provedl statisticky vyhodnocení spotřeby tepla na m^2 pro různé způsoby regulace topného výkonu. Vzhledem k velkému počtu vyhodnocovaných měření pro různé typy regulací, řádově stovky bytů, jsem výsledky zobecnil.

K vyhodnocování jsem použil měření s dobou trvání jeden rok. Vybrány byly objekty neměřené s hromadně rozdělovanou úhradou za teplo, s měřením na vstupu, byty s poměrovým měřením systémem VIPA, byty bez regulačních prostředků a byty v nichž jsou topná tělesa osazena, u nás dříve nejběžněji používanými, termostatickými hlavici SAM MYJAVA. Metodou lineární distribuční funkce jsem stanovil střední platbu za teplo, závislou na měření měřidlem VIPA v bytech o výměře $61m^2$. Při

složení úhrady za teplo:

Vedlejší náklady	+	50% úhrady z výměry	+	50% úhrady z VIPA	=	Celková úhrada za teplo	(18)
---------------------	---	------------------------	---	----------------------	---	----------------------------	------

vznikly úhrady minimální, střední a maximální složené:

(min)	1042.-Kč	+	2500.-Kč	+	1000.-Kč	=	4542.-Kč
(stř)	1042.-Kč	+	2500.-Kč	+	2500.-Kč	=	6042.-Kč
(max)	1042.-Kč	+	2500.-Kč	+	4000.-Kč	=	7542.-Kč

Naměřené hodnoty jsou shrnuty v tabulkách č.9, 10, 11 a 12.

Z vyhodnocení vyplývá:

1. Průměrná výše možné úspory tepla při motivaci uživatelů bytů zavedením měření tepla v bytech bez použití regulační techniky je cca 10%.
2. Průměrná výše možné úspory tepla při nasazení termostatických ventilů s hlaviciemi SAM MYJAVA u již motivovaných uživatelů:
 - a) při jednoměsíčním srovnávání za březen vznikla úspora 28%
 - b) při srovnání za období 1.1. - 30.4.93 vznikla úspora 17%
 - c) při srovnání celé topné sezóny vznikla úspora 12%.
3. Při srovnání celé topné sezóny uživatelů nemotivovaných, bez regulace a motivovaných s regulací vznikla úspora 21%.
4. Odstranění poruchovosti termostatických hlavice, lepší znalost obsluhy a využití této techniky by umožnily zvýšit úsporu u testované skupiny 61 bytů v průměru o 1500.-Kč, tomu odpovídá 12,5 GJ, to je 192 kJ/m². Možnou úsporu je třeba snížit o prostup tepla od nešetřících uživatelů, kteří v současné době bezplatně dotovali teplem šetřící. Při rozdílu 3 až 4 °C to je asi 24%. Výslednou úsporu v bodě 3 by bylo možné opravit v ideálním případě až na 28%.
5. Při přerušovaném vytápění je teplota v bytě, v závislosti na zadaném programu, v době topné přestávky snížena o 4 až 6°C. Průměrnou topnou přestávku, kterou navržený regulátor automaticky v SE:10 a SE:11 vyhodnocuje, musíme zkrátit

o předtápěcí dobu odpovídající střední venkovní teplotě v topném období, jak je dále v této kapitole zdůvodněno. Pro $3,1^{\circ}\text{C}$ v Liberci to je o 2,5 hod./7/ Regulátorem vyhodnocených deset hodin útlumu topení se sníží na 7,5 hodin po které je teplota v bytě snížena o $4-5^{\circ}\text{C}$. Převédeme-li, s malou nepřesností v neprospěch úspory, tento útlum na 24 hodinový průměr vznikne teoretický pokles teploty v celém bytě o $1,56^{\circ}\text{C}$ po dobu 24 hodin. Z uznávaného vztahu, že pokles teploty o 1°C představuje úsporu 6% energie můžeme dovodit, že použití navrhovaného regulátoru s přerušovaným vytápěním, ušetří oproti použití pouze termostatických ventilů dalších až 9% tepelné energie. V praxi bude analogicky, jako u ostatních způsobů regulace využito průměrně asi 75% možností regulátoru.

Další měření, která jsem prováděl, byla zaměřena na získání podkladů pro vlastní návrh regulačního systému, především pro návrh řídicího programu. Provedl jsem měření za účelem získání charakteristik závislosti tepelné setrvačnosti objektu na teplotě venkovní, teplotě výstupní vody, izolačních vlastnostech objektu (krajní nebo vnitřní byt). Výsledky měření jsou shrnuty v grafu č.1 a tabulkách č.6 a č.7 sloužících pro stanovení dob předtápění a dotápění prezentovaných v přílohách. Srovnáním tabulek č.6 a č.7 zjistíme, že při teplotě topného média úměrné venkovní teplotě, (ležící v úhlopříčce tabulky č.6) jsou doby předtápění a dotápění reciproké, zhruba stejně dlouhé. Z toho plyne, že doba nutná ke zvýšení teploty z útlumové teploty na provozní je srovnatelná s dobou o kterou je možné zkrátit dobu topení v důsledku akumulace tepla v interiéru místnosti. Nesmíme opomenout, že v okamžiku zahájení doby předtápění je topným tělesem dodáván až dvojnásobný topný výkon, než v ustáleném stavu, pokud je tepelná soustava schopna dodat. Odběr tepelné energie postupně klesá a v okamžiku ukončení doby předtápění dosahuje asi 110% ustáleného odběru. K ustálení na 100% původního výkonu dojde až po několika hodinách, v závislosti na délce předchozího omezení teploty. Plocha zvýšeného výkonu nad křivkou ustáleného výkonu je srovnatelná s plochou ustáleného výkonu po dobu předtápění. /22/

Z tohoto důvodu pro účely výpočtu úspory při přerušovaném vytápění, odečteme od doby plánovaného snížení teploty jednu dobu

předtápění příslušnou k průměrné venkovní teplotě za topnou sezónu.

Provedl jsem měření pro získání převodní tabulky teplota/frekvence a měření k její teplotní korekci. Převodní tabulka č.8 rovněž uvedená v příloze slouží k převodu hodnot naměřených termostatickými čidly na číselnou hodnotu teploty, bez použití A/D převodníků.

Funkční vzorek byl včetně programového vybavení dohotoven 30.11.1993. Po menších úpravách elektrického zapojení a s tím související úpravy desky plošných spojů byl regulátor oživen. Byly ověřovány všechny naprogramované funkce. Základní funkce regulátoru pracují v souladu s předchozím popisem. Úpravy bude nutné provést v útlumovém režimu, prohlížečím režimu, SE:01, útlumu osvětlení dislpeje, SET - zápisu, dlouhodobější kontrole budou podrobeny předtápěcí a dotápěcí režim. Zařízení je ve stádiu ladění, proto byl záměrně pro vzorek použit procesor 8752 s mazatelnou pamětí EPROM. Úpravy programu, které bude nutno provést nemají zásadní charakter a nebudou mít vliv na koncepci řešení. Ovládací panel "REGUL", který nebyl ještě v této době hotov, byl pro účely oživení nahrazen provizorním zapojením. V rámci prototypových zkoušek bude regulátor i s ventily nainstalován v provozních podmínkách. Odbornou pomoc při měření, srovnávání výše spotřeby tepla bytů bez regulace, bytů s regulací termostatickými hlaviciemi a bytu s instalovaným regulátorem, jehož návrh byl součástí diplomové práce, přislíbila v rámci již probíhající spolupráce s VŠST Liberec, fa FOTHERM Jablonec n/N. Výsledky tohoto měření budou k dispozici po skončení topné sezóny 93/94.

8 NÁVRH METODIKY HODNOCENÍ EKONOMIKY PROVOZU SRT

8.1 MĚŘENÍ TEPLA A ROZDĚLOVÁNÍ FINANČNÍCH NÁKLADŮ

Zadání diplomové práce umožnilo při návrhu regulačního systému vycházet ze skutečnosti, že povinnost měřit spotřebované tepelné energie je uložena vyhláškou MHPR ČR č. 186/1991 Sb. Samotná dipl. práce měření tepla přímo neřeší, ale navazuje na něj. V tomto směru jsem čerpal podklady a snažil se navázat na DP-KOM-OM-080 řešící organizaci nasazení a ekonomické zhodnocení

měřiče spotřeby tepla VIPA. Využil jsem výsledky měření a zkušenosti, které mě postoupila firma FOTHERM Jablonec n/N, která rozdělovače topných nákladů VŠST-VIPA instaluje vyhodnocuje.

8.2 METODIKA HODNOCENÍ EKONOMIKY NASAZENÍ REGULACE SRT

Při hodnocení ekonomiky provozu regulačních systémů jsem jako kritérium zvolil zprůměrovaný "čistý" roční přínos ze zavedení regulačních i měřicích prostředků $[Kč.r^{-1}]$ získaný vydělením z celkové úspory za dobu životnosti, přičemž byly předem odečteny všechny náklady uvedené v bodě č.3, č.5 a č.6.

$$\text{roční přínos} = [\check{Z}(\dot{U} - N) - JIN] : \check{Z} \quad (19)$$

Použité ukazatelé:

1. Doba návratnosti investice $T_u [r]$
2. Výše průměrné roční úspory tepla $\dot{U} [\%]$
3. Výše investice $JIN [Kč]$
4. Životnost zařízení $\check{Z} [r]$
5. Náklady na servis zařízení po dobu životnosti. $N [Kč.r^{-1}]$.
6. Náklady na měření. $[Kč]$

a) provedeme výpočet jednorázových investičních nákladů

$$JIN = \text{cena zařízení} + \text{instalace} + \text{demonťáž} + (-) \text{zůst.cena} \quad (20)$$

pův.zařízení

- b) stanovíme výši průměrné roční úspory tepla v $[\%]$ podle údajů zaručovaných výrobcem, nebo některým z popsanych postupů
- c) provedeme výpočet doby návratnosti investice podle (1).
- d) definujeme náklady na servis
- e) definujeme náklady na měření
- f) stanovíme životnost dle údajů výrobce s přihlédnutím k dosavadním zkušenostem se zařízeními podobného typu.

Životnost zařízení musí při malé četnosti poruch několikanásobně převýšit dobu návratnosti investice. Na přesnost výpočtu bude mít největší vliv seriózní stanovení výše průměrné roční úspory a správný odhad doby životnosti zařízení. Přehled, touto metodou hodnocených regulačních zařízení, je v tabulce č.13.

9 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ POUŽITÍ NAVRHOVANÉHO REGULAČNÍHO
SYSTÉMU PRO KONKRÉTNÍ PŘÍPAD

K instalaci ventilů spolu s regulátorem do konkrétního bytu a k potřebným ověřovacím měřením v provozních podmínkách pro široký záběr prací spojených s návrhem konstrukce a samotnou realizací do odevzdání diplomové práce z časových důvodů již nedošlo. Z tohoto důvodu je vyhodnocení provedeno s použitím výše uvedených výpočtů a předpokladů.

Účinnost zvolené regulace je systémově rozdělena do dvou fází.

1. Zavedení termostatických hlavic, oproti současně v bytech převažujícím, neregulovanému stavu.
2. Optimalizované omezení vytápění jednotlivých místností v době, delší nepřítomnosti členů domácnosti.

a) Z podkladů v přílohách č.5 až č.9 vypočítáme prodejní cenu zařízení.

TVORBA CENY	[Kč]
ovládací panel 6	644.-
RUT 16	1343.-
RUT 16 balení	20.-
Vlastní náklady + zisk	2007.-
Navýšení zisku "nový výrobek" 10%	2208.-
DPH _v	509.-
Výrobní cena výrobku	2717.-
Vl. náklady a zisk obchodní organizace 20%	442.-
DPH _p	610.-
Prodejní cena výrobku	3260.-
Prodejní cena ventilu a 672.-Kč 4 Ks	2688.-
Instalační materiál	345.-
Prodejní cena kompletu	6293.-
Montáž - instalace ventilů 4x a 180.-Kč	720.-
Montáž elektroniky 8 hod. x 160.-Kč	1280.-
JIN	8293.-

- b) Průměrná roční úspora při instalaci v bytě s dosud ručními ventily, kde se odběr tepla dosud neměřil je v našich podmínkách 35%.
- bb) Průměrná roční úspora při instalaci v bytě s dosud ručními ventily, ve kterém se již měření provádí bude 25%.
- c) Doba návratnosti investice při průměrných ročních nákladech na teplo 7595.-Kč v bytě o výměře 63 m².

$$T_u = \frac{8293.-Kč}{2658.-Kč.r^{-1}} = 3,2 \text{ r} \qquad T_{u\text{bb}} = \frac{8293.-Kč}{1709.-Kč.r^{-1}} = 4,9 \text{ r}$$

- d) Náklady na servis 115.-Kč.r⁻¹.

V rámci servisu po dobu životnosti se počítá s výměnou jedné hlavice s ventilem za 852.-Kč i s prací, výměna baterie s prací za 210.-Kč, 15% ceny regulátoru, 489.-Kč je rezervováno na opravy.

- e) Náklady na měření 200.-Kč.r⁻¹.

- f) Životnost. Elektronické řízení je navrženo s rezervou výkonu, zkratu vzdorné, jištěno proti chybné manipulaci, za provozu zařízení testuje bezchybnost vlastního chodu i stav periférií. Ventily a termohlavice jsou od fy Heimeier, která již dvakrát zvítězila v soutěži evropské nadace Warentest právě s tímto výrobkem, jako jediná s hodnocením "SEHR GUT". Životnost zařízení bude min. 15 let.

$$\text{roční přínos} = [15(2658 - 315) - 8293]:15 = 1790.-Kč$$

$$\text{roční přínos}_{\text{bb}} = [15(1709 - 115) - 8293]:15 = 1041.-Kč$$

V bytech, kde se dosud neměřilo, bude navržený regulační systém po odečtení všech nákladů, přinášet po dobu 15 let životnosti čistou úsporu 1790.-Kč ročně, což je 23,5% finančních nákladů na teplo, při celkových pětatřiceti procentech úspory tepelné energie. Deset procent z této úspory tepelné energie je získáno změnou chování uživatelů bytů díky zavedení měření, osmnáct procent jde na vrub použitých termostatických ventilů a sedm procent je získáno použitím regulace s přerušovaným vytápěním.

V bytech, kde se měření tepla před instalací regulačního systému již provádělo, přinese instalace navrženého regulátoru přínos 1041.-Kč ročně.

10 ZÁVĚR

a)

Pomalé zavádění měřicí a regulační techniky v oblasti spotřeby tepelných energií zatěžuje mimo uživatelů bytů především státní pokladnu na dotacích více, než je nezbytně nutné. Stát dotuje tepelnou energii asi dvou miliónů domácností se SRT roční částkou vyšší než 7 miliard Kč. Vybavení těchto domácností měřicí technikou, které je na trhu dostatek a jejíž instalace a následné vyhodnocování je nenáročné, představuje při ceně jedné soupravy 250.-Kč na byt, náklady 0,5 mld Kč. Desetiprocentní úspora energie, kterou zavedení měřidel přinese, představuje snížení platby uživatelů a hlavně snížení dotace v téže sezóně o 0,7 mld Kč. Měřením zainteresovaní uživatelé samozřejmě projevují zájem o instalaci regulační techniky. V důsledku toho by bylo možné snížení státní dotace o dalších více než 10%. Jsem přesvědčen, že je technicky možné uskutečnit instalaci měřidel tepla již před topnou sezónou 94/95, o rok dříve než ukládá vyhláška č.186/1991 Sb. Bylo by ekonomicky výhodné poskytnout tato měřidla všem dvěma miliónům uživatelům se slevou, nebo i plně zdarma v rámci 7 mld. dotace. Ještě v sezóně 94/95 by vznikla úspora o 200 miliónů vyšší než náklady na tato měřidla. Dotace pro sezónu 94/95 by mohla být snížena o 0,2 mld. Kč. Dotace pro sezónu 95/96 by mohla být snížena nejméně o 0,7 mld.Kč.

b)

Přínosem diplomové práce má být ucelené technické a ekonomické zhodnocení vhodnosti použití dostupných prvků regulace, použitelných především v bytech panelové zástavby napojených na společné rozvody tepla.

c)

Přínosem diplomové práce má být, také návrh elektronického regulátoru spotřeby tepla. Při konstrukci jsem využil většinu mě známých, patenty nechráněných řešení směřujících především

k úspoře tepla a komfortu obsluhy. Originalitou v řešení, vedoucí k vyšší úspoře, je optimalizace určování doby zahájení topení, především s ohledem na nepravidelnou dodávku tepla z výměníku a optimalizace předčasného vypnutí topení, využívající akumulovaného tepla místnosti. Nezvyklým, u těchto druhů elektronických regulátorů je, že technické řešení umožnilo vypustit měření teplot v jednotlivých místnostech, při zachování přesného udržování zvolených teplot. Tento způsob řešení vedl ke snížení ceny kompletu. Regulátor se vůči obsluze chová velmi přátelsky. Nutná obsluha spočívá téměř pouze v mechanickém otočení dvou regulačních prvků, příslušejících k jednomu tělesu. Zařízení je doplněno rozsáhlým programovým vybavením, samokontroly, testovacích programů určených pro výrobu a servis a komfortu pro obsluhu, který je z výroby optimálně nastaven a nevyžaduje povinnou obsluhu.

Úspora tepelné energie 7% získaná z principu optimalizovaného přerušovaného vytápění, oproti konstantně ideálně nastaveným termostatickým ventilům je méně, než jsem při volbě tohoto způsobu regulace očekával. Cenu zařízení jsem tvořil záměrně, s přihlédnutím k rostoucímu trendu cen, na horní úrovni, přesto je z nabízených zařízení nejnižší. Právě vysoké pořizovací náklady kompletů elektronických regulátorů jsou omezujícím prvkem pro doporučení jejich hromadného nasazení.

Z ekonomického hlediska doporučuji použití elektronického regulátoru jen v bytech se čtyřmi a více topnými tělesy, v nichž začíná být ekonomický přínos z jeho použití výraznější. U bytů do čtyř topných těles je zatím ekonomicky výhodnější použít klasické termostatické ventily. Doporučuji volit typ ventilu a termostatické hlavice pouze podle výše dosahované úspory, bezporuchového provozu a životnosti. Vyšší investice za kvalitu se v tomto případě skutečně vyplatí. Svá doporučení opírám o výsledky soustředěné v tabulce č.13.

Hledání ještě levnějšího technického řešení je zřejmě jediný způsob vedoucí k hromadnému rozšíření elektronických regulátorů, ve kterých je určitě budoucnost. Naznačené řešení, hromadného nasazení akčních členů v celém bloku bytů řízených jedním regulátorem, by mohlo být zřejmě jedním z nich. Na vývoji tohoto provedení budu dále pokračovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY :

- 1/ LÍBAL, V.: Organizace a řízení výroby. Praha. 1981.
- 2/ ŠINTÁK, J. - UNGER, J. - URBÁŠEK, J.: Teoretické základy energetických zařízení II. Liberec. 1988.
- 3/ URBÁŠEK, J.: Teoretické základy energetických zařízení - tabulky. Liberec. 1985.
- 4/ ZELENKA, J.: Mikroelektronika a měřicí technika pro řídicí systémy. Liberec. 1991.
- 5/ OLEHLA, M. - TIŠER, J. - PROSKURJAKOV, A.: Základy numerických metod a programování. Liberec. 1987.
- 6/ ZEMANOVÁ, D.: Organizace nasazení a ekonomické zhodnocení měřiče spotřeby tepla. [Diplomová práce]. Liberec. 1982. - VŠST Liberec. Fakulta strojní.
- 7/ Cihelka, J. - kol.: Vytápění větrání a klimatizace. 3.vyd. Praha. 1985.
- 8/ VLACH, J.-STEFFL, L.: Posouzení vhodnosti automatizačního systému SAUTER pro řízení SCZT Liberec. [Studie]. Praha, STEFFL, 1992.
- 9/ DRÁB, V. - MOC, L.: Teorie spolehlivosti a řízení jakosti. Liberec. 1992.
- 10/ Vyhláška č.186/91 Ministerstva pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR.
- 11/ MÍKA V. - kol.: Sbírka příkladů z chemického inženýrství. Praha. 1978.
- 12/ MICHEJEV, M. A.: Osnovy teploperedači. 3. vyd. Moskva. 1956.
- 13/ SAUTER AG. CH. - 4016 Basel. EY 2400 Popis systému 304 930/005. 1990.
- 14/ OVENTROP. Olsberg. BRD. Jednotrubkové term. ventily. 1992.
- 15/ KOHLERT, J.: Využití odpadního tepla. [Závěrečná odborná práce]. Liberec, 1988. - Státní energetická inspekce.
- 16/ ŘEHÁNEK, J. - JANOUŠ, A., Topenářství, 26, 1992, 3, s.14.
- 17/ FULÍN, J., Topenářství, 26, 1992, 4, s.36.
- 18/ STRAKOVÁ, B., Topenářství, 26, 1992, 3, s.5.
- 19/ ŠTORKAN, M., Topenářství, 26, 1992, 2, s.32.
- 20/ NEJTEK, J., Topenářství, 26, 1992, 2, s.30.
- 21/ VOKOUN, J. - VYDRA, M., Zdravotní tech. a vzduchotechnika (ZTV), 30, 1987, s.301.
- 22/ CHALUPA, V. - PŘEUČIL, L., ZTV, 30, 1987, s.265.
- 23/ HAVLÍK, I., ZTV, 30, 1987, s.279.

- 23/ ČERVENKOVÁ, A. - ŠTĚPÁN, M., Ekonom, 1992, č.42, s.32.
- 24/ Hospodářské noviny, Praha, 11.9.1992.
- 25/ Hospodářské noviny, Praha, 3.6.1993.
- 26/ Dnešní Jablonecko, Jablonec n.N. 20.7.1993.
- 27/ MF DNES, Praha, 3.7.1993.
- 28/ MF Dnes, Praha, 23.2.1993.
- 29/ SBD, : Stanovení zálohových plateb. [Oznámení]. Jablonec n.N. 1992. SBD Liaz.
- 30/ Vnitřní studie kabelové televize, Liberec, 1993.
- 31/ VLACH, J.: K měření spotřeby tepla v bytech. Praha. 1991.
- 32/ ZPA, Nový Bor, Byterm-typ B153.1, 1991
- 33/ REMAGG, Vyškov, Výrobní program oboru 405, 1993.
- 34/ KOMEX THERM, Praha, Montáž a obsluha elektronického regulátoru, 1993.
- 35/ ETATHERM, Litovel, Regulace nesoučasného vytápění, 1993.
- 36/ LANDIS A GYR, Wien, Elektronischer Heizkorperrgler, 1992.
- 37/ TRASCO, Rožnov, Řídící a měřicí systém pro teplo a vodu, 1993.
- 38/ VAILLANT, Praha, Automatická regulace teplovodních systémů, 1993.
- 39/ GIACOMINI, S.Maurizio d'Opaglio, Italy, Produktkatalog, 1993.
- 40/ HEIMEIER, Erwitte, BRD, Heizkorper-Thermostatventile, 1993.
- 41/ HERZ, Wien, Ostereich, Katalog, 1993.
- 42/ ENBRA, Brno, Komplexní přístup k problematice měření, regulace a rozúčtování tepla, 1993.

SEZNAM PŘÍLOH

- č.1 Přehled elektronických regulačních systémů.
- č.2 Servisní módy.
- č.3 Chybová hlášení.
- č.4 Hlavní program./část/
- č.5 Výpočet normy výkonu - elektronický regulátor.
- č.6 Výpočet normy výkonu - displej regulátoru.
- č.7 Výpočet normy výkonu - DPS regulátoru.
- č.8 Výpočet normy výkonu - ovládací panel VI.
- č.9 Výpočet normy výkonu - vrcholová sestava.
- č.10 Kontakt na distributory a výrobce citované v diplomové práci.

SEZNAM TABULEK

- č. 1 Přehled vybraných term. ventilů a hlavic dostupných na trhu.
- č. 2 Výsledky zkoušek prováděných nadací Warentest.
- č. 3 Srovnání vybraných elektronických regulačních systémů .
- č. 4 Topné režimy pracovních dnů.
- č. 5 Topné režimy volných dnů.
- č. 6 Doby předtápění.
- č. 7 Doby dotápění.
- č. 8 Korigovaná převodní tabulka teplota / frekvence [$^{\circ}\text{C}$ / Hz].
- č. 9 Spotřeba tepla v objektech bez měření v bytech a bez regulace.
- č.10 Spotřeba tepla v objektech s poměrovým měřením v bytech a bez regulace.
- č.11 Spotřeba tepla v objektech s poměrovým měřením tepla v bytech, regulované term. ventily s hlavice SAM MYJAVA.
- č.12 Stanovení střední hodnoty úhrady za teplo pro byty 61 m^2 .
- č.13 Vyhodnocení dostupných regulačních prvků a systémů navrhovanou metodikou hodnocení ekonomiky provozu SRT.

SEZNAM GRAFŮ

- č. 1 Závislost doby předtápění na venkovní teplotě a teplotě topného média.
- č. 2 Závislost kmitočtu, generovaného U13A a U13B na teplotě.

PŘÍLOHA č. 1

PŘEHLED ELEKTRONICKÝCH REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

REGULÁTORY ŘÍDÍCÍ SAMOST. JEDNOTLIVÉ AKČNÍ ČLENY

ZPA NOVÝ BOR - BYTERM TYP B153.1

Mikroprocesorová řídící jednotka pro regulaci vytápění bytových i nebytových prostor.

Je třeba předeslat, že bylo vyrobeno 40 kusů zařízení, ale po rozpadu ZPA Nový Bor s.p. na větší množství s.r.o. a soukromých firem se tento výrobek již nevyrábí.

Byterm umožňoval sběr teplot až z 255 míst a generování až 255 akčních signálů k udržování předvolených teplot, současně byl zajišťován noční pokles regulované teploty ve volitelném časovém úseku. Byterm mohl komunikovat v reálném čase s PC a sloužit jako sběr dat. /ZPA/

ETATHERM - ETA 0497

Programovatelný regulátor nesoučasného vytápění určený pro ústřední vytápění pracující v týdenním režimu. Lze naprogramovat 8 různě řízených výstupů. Na každý výstup lze připojit 3 hlavice se servopohonem. Pro každý režim lze na jeden den naprogramovat 8 časových úseků s různými teplotami. Naprogramovat lze udržovací režim s možností návratu do režimu topení a letní režim, který jako ochranu proti zatuhnutí ventilů provede přestavení ventilů jednou za 24 hodin. Napájení ze sítě, zálohované akumulátorem. Řídící jednotka ve funkci krystalem řízených hodin. Programování usnadňuje 8 vzorových programů. Po dohodě s výrobcem možnost rozšíření počtu ovládaných míst. Akčním prvkem je elektricky ovládaná hlavice, jako nastavba aparatury ventilů V 80, 85 výrobce Coterm Příbram.

TRASCO - CDB SYSTÉM

Řídící a měřicí systém CDB (centrála, dům, byt) pro teplo a vodu provádí měření, poměrové rozdělení a regulaci v bytech, rodinných domcích i nebytových prostorách. Může obsluhovat 256 domovních řídících jednotek. Možnost měření spotřeby tepla, teplé a studené vody. Možnost měření plynu. Regulace je adresná v jednotlivých místnostech. Volná volba útlumů. Prostorové termostaty v každé místnosti. Možnost zohlednění vyšší spotřeby tepla u okrajových bytů úpravou software. Dálkový odečet spotřeb vody a tepla z jednotlivých bytů přes nadřazenou domovní

jednotku. Jako akční členy jsou použity upravené termohlavice PTX výrobců SAM Myjava, Remagg, nebo Coterm. Jsou pevně nastavené bez možnosti regulace, doplněním topného odporu upravené do funkce termopohonu. Bytová řídicí jednotka slouží pro řízení prostorových termostatů, měření spotřeby tepla, plynu, k hlášení poruch, požáru, vyloupení, zatopení, tísňovému volání i ke komunikaci s uživatelem pomocí displeje a klávesnice. Komunikace mezi jednotlivými prvky se provádí po zásuvkovém, nebo účelovém rozvodu adresována sériově. Může obsluhovat 5 -7 termostatů s připojenými termoventily PTX. Obsáhlost a variabilnost nabídky z prospektového materiálu vzbuzuje určitou nedůvěru.

REMAGG - EP 8

Programovatelný řídicí systém radiátorů EP 8 je určen k individuálnímu automatickému ovládání osmi radiátorových ventilů pomocí termopohonů TP 12, s možností rozšíření. Umožňuje v týdenním režimu pro každou místnost naprogramovat pro každý den 8 různých časových úseků a k nim příslušející teploty. V každé místnosti je umístěno teplotní čidlo.

REGULÁTORY PRO SPOLEČNÉ ŘÍZENÍ AKČNÍCH ČLENŮ

HEIMEIER - TERMOSTAT P

Elektronický regulační systém pro časově závislou regulaci pokojové teploty určený pro připojení max. tří elektrotermických servopohonů, nebo s přepínačem s výkonovým kontaktem pro max. 21 současně řízených pohonů. Týdenní programování. Nejmenší programovatelný úsek 30 min.

HEIMEIER - TERMOSTAT P-Z

Elektronický regulační systém pro individuální pokojovou teplotu s programovatelným centrálně řízeným snížením pro současnou regulaci max. 10 ks termostatických hlavice s elektrickým vyhříváním. Týdenní programování. Nejmenší programovatelný úsek 30 min.

LANDIS A GYR - RE 91

Regulátor stejných vlastností jako RE 90 schopný řídit až tři servoventily na radiátorech.

SAUTER - EC 2000

Elektronický regulátor topení ovládající servoventily s přenosem informace po síťovém rozvodu. Programování v týdenním režimu. Programovatelný útlum až na 99 dnů.

REGULÁTORY PRO ZÓNOVÉ ŘÍZENÍ

DANFOSS - ./.

Fa Danfoss nabízí širokou paletu programovatelných pokojových termostatů vybavených různými spínacími kontakty. Jsou to typy TP5 až TP9/E, MK 811, 851, 852, 841, 842, SET1, SET2 a typ ECL9300. Žádný z těchto regulátorů neřeší použití akčních členů pro jednotlivá tělesa ústředního topení. Jsou vhodné pro kotlovou regulaci a různé druhy zónové regulace.

NOBO - ORION

Bytová programovatelná jednotka s týdenním režimem. Umožňuje samostatné programování ve dvanácti samostatných zónách. Pracuje ve spínacím režimu. Obsluhuje topné panely.

ELEKTRONICKÉ TERMOHLAVICE

HEIMEIER - TERMOSTATICKÁ HLAVICE E

Elektronická termostatická hlavice určená k montáži přímo na termostatický ventil pracuje v týdenním režimu. Programovací úseky 30 min. Napájení ze sítě se zálohováním.

LANDIS A GYR - RE 90

Elektronická, časová, teplotní, programovatelná hlavice určená k regulaci jednoho tělesa ústředního topení. Týdenní programování. Denně 4 spínané časové úseky pro dvě různé teploty. Okenní funkce zabraňuje k topení při otevřeném okně. V letním provozu pohybuje jednou za týden vřetenem.

OVENTROP - RAUMTRONIC

Elektronická termostatická hlavice určená k montáži přímo na termostatický ventil pracuje v týdenním režimu. Základní program má dva časové úseky. 6.00 - 22.00 a 22.00 - 6.00 hod. Pro celé časové úseky je možné nastavit teplotu samostatně v rozsahu 8 - 28 °C. Bateriové napájení s životností dva roky. Žádné kabelové rozvody. Dodává se i verze s kabelem s dálkovým ovládáním.

REGULÁTORY SE SPÍNACÍM PRVKEM

GRÄSSLIN - CHRONOSTAT 8E

Elektronický programovatelný týdenní regulátor. Bateriové napájení. Tři nastavitelné teploty. Jeden spínaný výstup. Neřeší akční členy.

HONEYWELL - EXCEL IRC

Excel je mikroprocesorem řízený stavebnicový regulační systém s distribuovanou inteligencí určený k nezávislé regulaci teploty v jednotlivých místnostech. Jedna podstanice může regulovat dle individuálního časového programu 32 regulačních okruhů nebo místností. Podstanice mohou pracovat samostatně, nebo prostřednictvím sběrnice komunikovat s řídicí centrálou. Centrála může sledovat na jedné sběrnici až 256 místností. Systém pomocí infračidla a okenních kontaktů zajišťuje co nejehospodárnější regulovaný provoz. Teplota v místnosti klesne na stanovenou teplotu, pokud v místnosti nikdo není přítomen. Ventily případně klapky se okamžitě zavřou po otevření okna v místnosti. Systém je velmi komfortní, ale neobsahuje řešení akčních členů.

KOVOPOL - REGO ELECTRONIC

Elektronický termostat s týdenním časovým spínačem. Nastavitelná změna teploty po jedné minutě. Zálohování při výpadku sítě. Neřeší akční členy.

EBERLE - INSTAT 2

Elektronický časový týdenní termostat vhodný k regulaci elektricky ovládaných topných systémů. Lze naprogramovat 4 různé startovací časy a 4 různé teploty. Bateriové napájení s životností dva roky. Neřeší akční členy.

HONEYWELL - EXCEL ECM

Systém vychází z Irc, navíc od Irc umožňuje volné programování. Akční členy neřeší.

VAILLANT - VRC

Automatická regulace teplovodních systémů. Venkovní čidla. Čidlo teploty výstupní vody z kotle. Časové spínací hodiny den / noc. Týdenní programování. Spíná speciální akční členy fy Vaillant vhodné pro řízení kotle.

ARITHA - EKUV

Ekonomizér ústředního vytápění je automatický regulátor řízený mikroprocesorem určený pro ovládání plynového kotle ústředního topení.

PŘÍLOHA č.2

SERVISNÍ MÓDY

- SE:01** automaticky spustí zahořovací test. Test se provádí s připojeným konektorem Canon 25 upraveným pro zahořování. Cyklicky prověřuje správnou funkci měřících vstupů VEN a STOUP střídavě s prověřováním správného sepnutí jednotlivých výstupů při připojené zátěži. Na displeji se při správné funkci postupně zobrazuje kmitočet převodníku venkovní teploty, kmitočet převodníku teploty topné vody a na obou dvousegmentovkách stejné čísla právě spínaných režimů, následuje opakování testu. Při nalezení chyby se na levém zobrazovači trvale zobrazí **Er** a na pravém dál pokračují čísla spínaných režimů. Při opakovaném nalezení stejné chyby se test zastaví a na displeji zůstane zobrazeno **Er :** a číslo odpovídajícího chybového hlášení. V průběhu testu regulátor jednu sec. programově kontroluje povolenou odchylku kmitočtu příslušných vstupů. Dále při dvě sec. trvajícím sepnutí každého z výstupů je vstupem STOUP kontrolováno jednoznačné sepnutí každého z výstupů.
- SE : 02** postupně jednotlivě spíná výstupy příslušných režimů a na obou zobrazovačích zobrazuje číslo spínaného režimu.
- SE : 03** se střídá s kmitočtem převodníku venkovní teploty, ✕
- SE : 04** se střídá s kmitočtem převodníku teploty topné vody, ✕
- SE : 05** provede se nastavení výstupu signálu na datu D0 hodinového obvodu na referenční kmitočet 1024 Hz s šířkou pulzu $4882,8 \times 10^{-6}$ sec.
- SE : 06** sepne všechny výstupy současně a plně rozsvítí displej, včetně (:), stisknutím mikrospínače na testovacím přípravku se testuje letní režim. Regulátor vypne všechny výstupy a na displeji zobrazí např. **t :25..** Letní režim je

signalizován rozsvícenou desetinou tečkou za poslední číslicí. Po uvolnění tlačítka se vrací do SE : 06. **x**

SE : 07 zobrazuje displej po segmentech, včetně teček (:) **x**

SE : 08 se střídavě zobrazuje s venkovní teplotou např.
t- 06, x

SE : 09 se střídá s teplotou vody ve stoupačce např.
t 46, x

SE : 10 zobrazuje % naprogramovaného času topení všech pracovních režimů dohromady.

SE : 11 zobrazuje % naprogramovaného času topení všech svátečních režimů dohromady.

SE : 12 se střídavě zobrazuje s časem předtápění.

SE : 13 se střídavě zobrazuje s časem dotápění.

SE : 14 test pro watchdog, přestane obsluhovat tranzistor VT1, zhasnou jednotky minutového zobrazovače, asi po jedné sec. se provede RESET a zařízení se vrátí do režimu reálného času.

x pro ukončení, nebo přechod do jiného režimu se musí stisknout tlačítko déle, až 2 sec.

PŘÍLOHA č.3
CHYBOVÁ HLÁŠENÍ

Přehled poruchových hlášení.		
displej	chyba	Poznámka
Er:00	trvalého topení	Zkrat +12V
Er:01	režimu č. 1	
Er:02	režimu č. 2	
:	.	
až	.	
Er:16	režimu č.16	
Er:17	teploty venkovní	
Er:18	teploty top. média	
Er:19	v paměti EEPROM	při zápisu

ÍLOHA č. 4

ÁZKA ČÁSTI HLAVNÍHO PROGRAMU

ogram rut je určen k řízení regulátoru teploty RUT16

OD51

LUDE(\c51\inc\reg52.inc) ; Pro ostrou verzi - tady
NCLUDE(\a51\inc\reg517.inc) ; Pro ladici verzi - doma
NCLUDE(\c51\inc\reg517.inc) ; Pro ladici verzi - tady

Name Rut

segment code

public KSync,Buffer,AnswM,Info

extrn code(KInit,KSend,KReve)

equ p4 ; Pro ladici verzi
equ p0 ; Pro ostrou verzi
equ p5 ; Pro ladici verzi
equ p2 ; Pro ostrou verzi
equ IENO ; Pro ladici verzi
equ IPO ; Pro ladici verzi

LE equ 00H ; Komunikacni klid
DK equ 04H ; Prijem v poradku

MAX equ 0AH ; Pocet vseh prikazu prijimanych z linky + 1

equ OFE00H ; Predvolba citace pro refresh displeje
TLO equ 0FFH ; Hodnota casove konstanty TmFlsh pro den
equ 014H ; Hodnota casove konstanty TmFlsh pro noc
S equ 032H ; Predvolba pro horni byte SWTmr pro 30 s
equ 09H ; Predvolba pro horni byte SWTmr pro 5 s
equ 05H ; Predvolba pro horni byte SWTmr pro 3 s
equ 01H ; Predvolba pro horni byte SWTmr pro 1 s
S equ 214 ; Predvolba pro dolni byte SWTmr pro 0,5 s
TO equ 15 ; Predvolba pro autorepeat tlacitka

TAV equ 080H ; Adresa nastavitelnych pracovnich rezimu v RAM
VAT equ 0B0H ; Adresa nastavitelnych pracovnich rezimu v RAM
fer equ 227 ; Adresa komunikacniho bufferu

IS bit pp2.7 ; Vyber EEPROM
LK bit pp2.6 ; Hodiny EEPROM
I bit pp2.5 ; Vstup dat EEPROM
O bit pp2.4 ; Vystup dat EEPROM
bit pp2.3 ; Tlacitko 1 + anoda 2 jednotky minut + W. D.
bit pp2.2 ; Tlacitko 2 + anoda 1 desitky minut + tecka d.
bit pp2.1 ; Tlacitko 3 + anoda 2 jednotky hodin
bit pp2.0 ; Tlacitko 4 + anoda 1 desitky hodin + tecka h.
SPSEL bit p1.4 ; Data na displej
SEL bit pp2.7 ; Data pro kanal 13 az 25 (rezim 1 az 8)
SEL bit pp2.6 ; Data pro kanal 4 az 12 (rezim 9 az 16)
ni bit 00H ; Stav dolni tecky
ni bit 01H ; Stav horni tecky
AK bit 02H ; Ulozeni RHSEL pri preruseni
AK bit 03H ; Ulozeni RLSEL pri preruseni
lik bit 04H ; Priznak blikani horni tecky - dnes prac. den
lik bit 05H ; Priznak blikani dolni tecky - zitra prac. den
traZm bit 06H ; Priznak pro zmenu druhu dne na zitra
esZm bit 07H ; Priznak pro zmenu druhu dne na dnes
1 bit 08H ; Priznak pro stisk tlacitka 1
2 bit 09H ; Priznak pro stisk tlacitka 2

ŘÍLOHA č.5

UT 16 - ELEKTRONICKÝ REGULÁTOR

ýpočet normy výkonu

družený formát: 1

ab.	popis úkonu	min. počet cel.min.		
171	Montovat díl 1 šroubem s podložkami	0.323	2	0.65
172	Montovat díl 2 šrouby s podložkami	0.590	2	1.18
101	Razit výrobní štítek (pás 10 štítků)	0.052	1	0.05
311	Do šassi vložit sloupek a zajistit	0.161	4	0.64
313	Do šassi vložit síť. šnůru s průchod.	0.386	1	0.39
331	Přemístit sestavu pás-stůl/stůl-pás	0.043	4	0.17
351	Vložit DPS na sloupky, montovat stab.	0.547	1	0.55
381	Montovat horní kryt (2 šrouby)	0.685	1	0.69
383	Očistit a montovat přední kryt	0.440	1	0.44
385	Nalepit samolepku	0.132	2	0.26
in. na 1 kus				5.02
in. oživení za kus				2.00
in. zahoření za kus				3.00
NMZD				4.56 Kč
N				35.11 Kč
isk(14%)				5.55 Kč
PS regulátoru osazená				282.00 Kč
PS displeje osazená				24.20 Kč
NMAT (včetně skříně UTK)				991.61 Kč
VC - Výrobní cena				1343.00 Kč

ÍLOHA č.6

T 16 - DISPLAY REGULÁTORU

počet normy výkonu

ružený formát: 10

b. popis úkonu		min. počet cel.min.		
10	Vybalit DPS z papíru	0.058	1	0.06
11	Přemístit sestavu: paleta-stůl-paleta	0.101	3	0.30
71	Ustříhnout lepicí pásku a nalepit	0.170	10	1.70
17	Manipulace s 10 (konektorem a pod.)	0.053	70	3.71
18	Založit pevný vývod	0.005	680	3.40
31	Tvarovat a osadit páskování R (C)	0.057	60	3.42
32	Tvarovat a osadit páskování TE (D)	0.066	20	1.32
41	Tvarovat strojně a osadit tranzistor	0.185	40	7.40
12	Pájet spoj další	0.060	160	9.60
41	Strojně pájet a mýt DPS	0.485	1	0.48
60	Kontrola a opravy spojů pro spoj páj.	0.008	240	1.92
n. na formát				33.72
n. na 1 kus				3.37
n. za přípravu montáže				0.00
M2D				1.28 Kč
				9.86 Kč
sk (14%)				1.56 Kč
S [FR4, Vr1, M, SF 2x5 (260x180)]				11.50 Kč
				24.20 Kč

PŘÍLOHA č.7

RUT 16 - DPS REGULÁTORU

Výpočet normy výkonu

sdružený formát: 1

lab. popis úkonu		min. počet cel.min.		
112	Razit výrobní číslo	0.092	1	0.09
124	Nýtovat lisem díl-2 nýty	0.400	1	0.40
182	Montovat díl 2 šrouby a maticemi	0.796	1	0.80
191	Vložit souč. do sest.(pojist.do drž.)	0.041	2	0.08
196	Montovat diodu	0.363	2	0.73
210	Vybalit DPS z papíru	0.058	1	0.06
211	Přemístit sestavu:paleta-stůl-paleta	0.101	3	0.30
371	Ustříhnout lepicí pásku a nalepit	0.170	1	0.17
517	Manipulace s 10 (konektorem a pod.)	0.053	30	1.59
518	Založit pevný vývod	0.005	290	1.45
531	Tvarovat a osadit páskovaný R(C)	0.057	36	2.05
532	Tvarovat a osadit páskovaný TE (D)	0.066	23	1.52
541	Tvarovat strojně a osadit tranzistor	0.185	5	0.93
712	Pájet spoj další	0.060	16	0.96
741	Strojně pájet a nýt. DPS	0.485	1	0.48
760	Kontrola a opravy spojů po stroj.páj.	0.008	110	0.88
in. na 1 kus				12.49
in. za přípravu montáže				0.00
in. oživení za kus				12.5
in. za přípravu oživení				0.00
NMZD				11.90 Kč
IN				91.63 Kč
disk (14%)				14.49 Kč
PS [FR4, Vr 2, M, 180 x 135]				164.00 Kč
C				282.00 Kč

ÍLOHA č.8

IT 16 - OVLÁDACÍ PANEL VI

počet normy výkonu

ružený formát: 10

b. popis úkonu		min. počet cel.min.		
13	Lámat drážkovanou DPS	0.037	4	0.15
74	Montovat díl 4 šrouby s podložkami	1.107	10	11.07
82	Montovat díl 2 šrouby a maticemi	0.796	10	7.96
10	Vybalit DPS z papíru	0.058	1	0.06
11	Přemístit sestavu :paleta-stůl-paleta	0.101	2	0.20
72	Ustříhnout pásku ,nalepit a sejmut	0.225	20	4.50
21	Svinout kabel a svázat	0.183	10	1.83
51	Odizolovat vodič s izolací PVC	0.077	200	15.40
53	Odizolovat vnější izolaci kabelu	0.207	20	4.14
91	Cínovat lanko	0.189	200	37.80
57	Manipulace s 10 (konektorem a pod.)	0.053	90	4.77
58	Založit pevný vývod	0.005	580	2.90
501	Založit vodič do očka nebo DPS	0.077	40	3.08
547	Stříhat a odizolovat do 5 m	0.270	10	2.70
711	Pájet spoj první	0.104	200	20.80
741	Strojně pájet a mýt DPS	0.485	1	0.48
760	Kontrola a opravy strojů po stroj.páj.	0.008	130	1.04
n.formát		118.88		
n.na 1 kus		11.89		
n. na přípravu montáže		0.00		
n. oživení za kus		4.80		
n. za přípravu oživení		0.00		
MHZD		6.62 Kč		
N		50.97 Kč		
isk (14%)		8.06 Kč		
ateriál		578.00 Kč		
C		644.00 Kč		

PÍLOHA č.9

T 16 - VRCHOLOVÁ SESTAVA

počet normy výkonu

družený formát: 1 - Balení

č.	popis úkonu	min. počet cel.min.		
000	Přenést sestavu (krabici, paletu)	0.635	1	0.64
011	Razítkem tisknout údaj	0.058	2	0.12
012	Nalepit štítek samolepící	0.160	2	0.32
021	Balit do sáčku PE a zajistit sponami	0.580	1	0.58
031	Složit krabici, zavřít a zalepit	0.820	1	0.82
n.	na formát			2.47
n.	na 1 kus			2.47
MZD				0.94 Kč
N				7.24 Kč
sk (14%)				1.15 Kč
materiál				10.51 Kč
C				19.84 Kč
				20.00 Kč

PŘÍLOHA č.10

KONTAKT NA DISTRIBUTORY A VÝROBCE CITOVANÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI.

- ARITMA :
Aritma Praha a.s., Lužná 591, 16005 Praha 6
- BRUNATA :
Schlumberger industries a.s., Voda a plyn, Melounova
2, 12000 Praha 2, tel. 02 299543, fax 02 293591
- COTERM :
COTERM spol.s.r.o., 26101 Příbram IV-134 , tel. 0306
47153, fax 0306 23991
- DANFOSS :
Danfoss A/S, obchodní zastoupení, Jankovského 26,
17000 Praha 7, tel. 02 66710489, fax 02 803130
- EBERLE :
Kovopol a.s., ul. 17. listopadu 226, 554954 Police nad
Metují, tel. 0447 94511, fax 0447 94677
- ETATHERM :
ETATHERM spol.s.r.o., Palackého 34, 78404 Litovel,
tel. 0644 man. 2251, fax 068 411926
Elektro - Praga Hlinsko a.s., závod Litovel
- FOTHERM :
Měření a regulace, Mánesova, Jablonec n/N, tel. 0428
27861
- GIACOMINI :
Fa ENEMA spol.s.r.o., Erbenova 15, Jablonec n/N 46601
tel. 0428 20734,24479 fax 0428 20734
Fa ECOTHERM, Pražská 387, 27601 Mělník, tel. 0206
622431, prodejní sklad Neratovice - Hornátky
tel. 0206 682351-2, fax 0206 682351
- GRÄSSLIN :
STAEFA CONTROL SYSTEM spol.s.r.o., ul. Bří Čapků
24,10100 Praha 10, tel. 02 742765, fax 02
734164
- HEIMEIER :
Heimeier, Jeremenkova 88, 14000 Praha 4, tel. 02 462551,
fax 02 756075
VD STAVBA, výrobní družstvo, Velká hradební 39, 40021
Ústí n.L, tel. 047 26165, fax 047 26227

HERZ :
Herz spol.s.r.o., Horní 32, 63900 Brno, tel. 05
43321206, fax 05 43211224

HONEYWELL :
DEWE tepelná technika spol.s.r.o., Řehořova 37, 13000
Praha 3, tel/fax 02 268239
Honeywell Praha, Krocínovská 3, 16000 Praha 6, tel.02
3117774, fax 02 3117738

KOMEX :
Komex Praha, Senovážná 4, 11198 Praha 1, tel. 02
264875, 2366894

KOVOPOL n/M:
Kovopol a.s., ul. 17. listopadu 226, 554954 Police nad
Metují, tel. 0447 94511, fax 0447 94677

LANDIS GYR :
LANDIS a GYR, spol.s.r.o., Počernická 96, 10803 Praha
10, tel. 02 771332, fax 02 772569
ARIS spol.s.r.o., Na Tobolce 428,, 50601 Jičín, tel.
0433 418, fax 0433 32353

LUXOR :
Pravego s.r.o. Pařížská 23, Praha 1, adr.
U měšťanského pivovaru 10, 17000 Praha 7,
tel. 02 879818
prodej Pilská 6 - Hostavice, tel. 02 728144

MERTIK :
Regula Praha a.s., Bartoškova 22, 14511 Praha 4, tel.
02 121888, fax 435760

NOBO :
Pragonor Praha

OF MERA PLR:
OF MERA - PNEFAL s.a., Výroba prvků regulace, ul.
Poezji 19, 04 -994 Warszawa, Polsko, tel.
022 129011, fax 022 129380

OVENTROP :
Pobočka Ostrava, Denisova 2, 70100 Otrava 1,
tel. 069 235171, fax 069 232177
Oventrop Odborný poradce ing. Jindřich Holý,
Budějovická 7, 14000 Praha 4, tel. 02
61122326, fax 02 61122186

ENBRA spol.s.r.o., Merhautova 155, 61300 Brno, tel.
05 521100, fax 05 523709

REMAGG :

REMAGG spol.s.r.o., Sochorova 592, 68215 Vyškov, tel.
0507 414111, 414312, 47158, fax 0507 21742

SAM MYJAVA :

Slovenská armaturka Myjava a.s., 90716 Myjava, tel.
080290 2641-519

Prodejna armatur SAM s.r.o. Praha Vladimírova 6,
14000 Praha 4, tel. 02 6925606

SAUTER :

SAUTER AUTOMATION CR spol.s.r.o., Děvínská 16, 15000
Praha 5, tel. 02 551609, 551629, fax 02 257447

TRASCO :

FA TRASCO spol.s.r.o., 1. máje 1000, 75661 Rožnov p.R.
tel. 0651 562284, 565484, fax 0651 562284

VAILLANT :

VAILLANT spol.s.r.o., Plzeňská 221/130, PO Box 80,
15021 Praha 5, tel. 02 558860, fax 02 522172

TABULKA č. 1

PŘEHLED VYBRANÝCH TERM. VENTILŮ A HLAVIC DOSTUPNÝCH NA TRHU

výrobce	ventil	hlavice			cena	
	typ	typ	h [K]	ppr [K]	ventil+hlav.	celkem
SAM Myjava	V4262 A	V-4260	1,0	2,0	157+ 72 Kč	229 Kč
SAM Myjava	V4262 A	V-4260F	1,0	2,0 *	157+107 Kč	264 Kč
Coterm PŘ.	V 85	85 R	1,1	2,0	140+114 Kč	254 Kč
Coterm PŘ.	V 80	85 R	1,1	2,0	187+114 Kč	301 Kč
Remagg Vyš.	RV	TR 11A			135+129 Kč	264 Kč
Remagg Vyš.	RVR	TR 11A			147+129 Kč	276 Kč
Luxor	TT 200		0,5	2,0		341 Kč
Giacomini	R402	R452	0,5		121+221 Kč	342 Kč
Giacomini	R422	R456	0,3		138+236 Kč	374 Kč
Vaillant	VHR ½"	RW 9683	0,5	2,0	186+197 Kč	383 Kč
Vaillant		RL 9608	0,2		186+255 Kč	441 Kč
Heimeier	DT 2002	hl.K	0,2	0,5	180+251 Kč	431 Kč
Heimeier	DT 2002	hl.D	0,5		180+214 Kč	394 Kč
Danfoss	RTD-N 15	RTD3100		2,0	171+265 Kč	436 Kč
Danfoss	RTD-N 15	RTD3102		0,5	171+349 Kč	520 Kč
Landis Gyr	VE 115	RT 50	0,8	2,0	346+362 Kč	708 Kč
HERZ **	TS907723	7260	0,8	0,8	245+183 Kč	428 Kč
Oventrop	A	uni L	0,2	0,8		
Oventrop	A	uni D	0,8	2,0		

Výše uváděných cen jsou závislé na zdroji informace.

* Hlavice je konstrukčně zlepšena.

** Výrobce poskytuje 5 let záruku.

TABULKA č.2

VÝSLEDKY ZKOUŠEK PROVÁDĚNÝCH NADACÍ WARENTEST

výrobce	ventil	hlavice				cena za komplet	
	typ	typ	h [K]	ppr [K]	test [%]	typ	celkem
Polytronic			0,8	1,6	16	Typ P	18 DM
Comap			0,4	0,8	17	SAR 7803	21 DM
Opal			0,4	1,2	17	R 456	22 DM
Honeywell	Braukm.		0,5	0,4	17	T 100-351	22 DM
Oventrop	uni L	A	0,3	0,8	17		23 DM
Vaillant			0,3	1,2	18	VRHR L 9608	25 DM
Herz	7723	7260	0,8	0,8	17	7260	25 DM
Heimeier			0,2	0,5	18	Thermostat K	25 DM
MNG 2080 fl			0,3	0,5	18	208001.008	25 DM
Ista			0,3	0,8	17	Therm. 21230	28 DM
Oreg GT			0,3	0,9	17	100 2457	28 DM
Gampper			0,3	0,7	17	Typ 320	29 DM
Danfoss			0,5	0,7	19	RA 2010	31 DM
RM Rotex			0,5	0,7	18	RH	35,5DM
Junkers			0,7	0,8	17	TK 8	36,5DM
Mertik			0.6		*	THV 375.03	20 DM
Mertik			0.2		*	THV 375.04	24 DM
OF MERA PLR			0,5	0,8	*	FP 10	10 US

Test byl prováděn se všemi ventily s termostatickými hlaviciemi v rovnocenných podmínkách. Všechny komplety odpovídají evropské normě pro zařízení tepelné techniky EN 215.

* Nebyly zahrnuty do testu.

TABULKA č.3

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH ELEKTRONICKÝCH REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

typ výrobku	výrobce	cena řídicí jednotky [Kč]	cena akčního členu [Kč]	cena x kompletu
RUT16K	ELITRON	2964.-	672.-	5652.-Kč
CDB Systém	TRASCO	**	400.-	5700.-Kč
Termostat P-Z	HEIMEIER	3039.-	672.-	5727.-Kč
Termostat P	HEIMEIER	3039.-	791.-	6203.-Kč
EP - 8	REMAGG	6765.-	261.-	7809.-Kč
Eta 0497	ETATHERM	3700.-	1050.-	7900.-Kč
RE - 91	LANDIS GYR	3146.-	*** 1330.-	7136.-Kč
Raumtronic	OVENTROP	2200.-		8800.-Kč
Term.hlav. E	HEIMEIER	2329.-		9316.-Kč
RE - 90	LANDIS GYR	2825.-		11302.-Kč
EC 2000	SAUTER	6455.-	1895.-	14035.-Kč

K ceně všech kompletů je nutné přičíst cenu instalace.

* Do kompletu je zahrnuta cena za 4 akční členy.

** Zařízení není určeno k použití pouze pro jeden byt.

*** Lze připojit pouze tři akční členy ovládané stejným programem.

TABULKA č. 4

TOPNÉ REŽIMY PRACOVNÍCH DNŮ

Přepínač č.1 - Kuchyň - 12, 01, 02, 03, 04, ST

Přepínač č.2 - Dětský p. - 12, 05, 06, 07, 08, ST

Přepínač č.3 - Obývací p. - 12, 09, 10, 11, 04, ST

Přepínač č.4 - Ložnice - 12, 13, 14, 15, 16, ST

Přepínače č.5 a č.6 Volně propojitelné mimo 12 a ST

Režim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Prk01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00
Prk02	00	00	00	00	00	11	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00
Prk03	00	00	00	00	00	01	11	10	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	11	00	00	00	00	00
Pru04	00	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	00	00	00
Prd05	10	10	10	11	11	11	11	10	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10
Prd06	10	10	10	11	11	11	11	10	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10
Prd07	01	01	01	01	01	11	11	10	10	10	01	01	01	11	11	11	11	11	11	01	01	01	01	01
Prd08	01	01	01	01	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	01	01	01	01
Pro09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11	00	00	00
Pro10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	00	00
Pro11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10
Prv12	00	00	00	00	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Pr113	01	01	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11
Pr114	01	01	01	11	11	11	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	01	01
Pr115	11	01	10	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	01	10	10
Pr116	11	01	10	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	11	11	01	10	10
ST	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
hod.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

TABULKA č.5

TOPNÉ REŽIMY VOLNÝCH DNŮ

Přepínač č.1 - Kuchyň - 12,01,02,03,04,ST

Přepínač č.2 - Dětský p. - 12,05,06,07,08,ST

Přepínač č.3 - Obývací p. - 12,09,10,11,04,ST

Přepínač č.4 - Ložnice - 12,13,14,15,16,ST

Přepínače č.5 a č.6 Volně propojitelné mimo 12 a ST

Režim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Srk01	00	00	00	00	00	00	00	01	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	00	00	00	00	00	00
Srk02	00	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	00	00	00	00	00	00
Srk03	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	00	00	00	00	00	00
Sru04	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	00	00	00
Sr105	01	01	01	01	11	11	11	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	11	11
Sr106	01	01	01	01	11	11	11	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	11	11	01
Sr107	01	01	01	01	11	11	11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	11	01	01	01
Sr108	11	01	10	11	11	11	11	00	00	00	00	01	11	00	00	00	00	00	01	11	11	01	10	10
Sro09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	00
Sro10	00	00	00	00	00	00	00	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	00
Sro11	00	00	00	00	00	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10
Srv12	00	00	00	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Srd13	10	10	10	11	11	11	10	00	00	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10
Srd14	10	10	10	11	11	11	10	00	00	00	00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10
Srd15	01	01	01	01	11	11	10	10	10	10	01	01	11	11	11	11	11	11	11	01	01	01	01	01
Srd16	01	01	01	01	01	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	01	01	01
ST	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
hod.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

TABULKA č.6

DOBY PŘEDTÁPĚNÍ

Doby předtápění [hod/min.]

Venkovní teplota [°C]	Pro teplotu výstupní vody [°C] v mezích od -do							
	30-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
> 17	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
15 až 17	0/10	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
13 až 15	0/40	0/20	0/10	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
11 až 13	1/10	0/50	0/30	0/10	0/0	0/0	0/0	0/0
9 až 11	1/50	1/20	1/0	0/30	0/20	0/10	0/0	0/0
7 až 9	2/30	2/0	1/30	1/0	0/40	0/20	0/10	0/0
5 až 7	3/10	2/30	2/0	1/30	1/0	0/40	0/20	0/10
3 až 5	3/40	3/0	2/30	1/50	1/20	1/0	0/40	0/20
1 až 3	4/20	3/30	2/50	2/20	1/50	1/20	0/50	0/30
-1 až 1	5/0	4/0	3/20	2/40	2/10	1/40	1/10	0/40
-3 až -1	5/40	4/40	4/0	3/20	2/40	2/0	1/30	1/0
-5 až -3	6/20	5/20	4/30	3/50	3/10	2/20	1/50	1/10
-7 až -5	7/10	6/0	5/0	4/20	3/30	2/50	2/10	1/30
-9 až -7	7/50	6/40	5/40	4/50	4/0	3/10	2/30	1/40
-11 až -9	8/30	7/20	6/10	5/10	4/20	3/40	2/50	2/0
-13 až -11	9/20	8/0	6/40	5/40	4/50	4/0	3/10	2/10
-15 až -13	10/20	8/40	7/20	6/10	5/10	4/30	3/30	2/30
-17 až -15	11/10	9/30	8/0	6/40	5/40	4/50	4/0	2/50
-19 až -17	12/10	10/20	8/40	7/20	6/20	5/20	4/20	3/10
-21 až -19	13/20	11/20	9/40	8/10	7/0	6/0	4/50	3/40
-23 až -21	14/30	12/20	10/40	9/0	7/40	6/30	5/20	4/10
-25 až -23	15/40	13/20	11/40	9/50	8/20	7/10	5/50	4/40
-27 až -25	17/10	14/30	12/40	10/40	9/10	8/0	6/40	5/20
< -27	18/40	15/40	14/0	12/0	10/10	9/0	7/30	6/10

TABULKA č. 7

DOBY DOTÁPĚNÍ

Doby dotápění [hod/min.]

Venkovní teplota [°C]	Doba dot. [hod]
> 17	-5/0
15 až 17	-4/40
13 až 15	-4/20
11 až 13	-4/0
9 až 11	-3/40
7 až 9	-3/20
5 až 7	-3/0
3 až 5	-2/40
1 až 3	-2/20
-1 až 1	-2/0
-3 až -1	-1/40
-5 až -3	-1/20
-7 až -5	-1/0
-9 až -7	-0/40
-11 až -9	-0/20
-13 až -11	0
-15 až -13	0
-17 až -15	0
-19 až -17	0
-21 až -19	0
-23 až -21	0
-25 až -23	0
-27 až -25	0
< -27	0

TABULKA č. 8

KORIGOVANÁ PŘEVODNÍ TABULKA TEPLOTA/FREKVENCE [°C / Hz]

T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
-35	8132	-16.5	7366	0.5	6746	17.5	6223	47.5	5465
-32.5	8026	-15.5	7327	1.5	6713	18.5	6190	52.5	5359
-31.5	7984	-14.5	7287	2.5	6680	19.5	6162	57.5	5257
-30.5	7942	-13.5	7249	3.5	6647	20.5	6134	62.5	5159
-29.5	7898	-12.5	7212	4.5	6614	21.5	6106	67.5	5066
-28.5	7856	-11.5	7174	5.5	6582	22.5	6078	72.5	4975
-27.5	7814	-10.5	7137	6.5	6551	23.5	6050	77.5	4890
-26.5	7772	-9.5	7099	7.5	6519	24.5	6022	82.5	4808
-25.5	7730	-8.5	7063	8.5	6487	25.5	5998	87.5	4728
-24.5	7687	-7.5	7027	9.5	6456	26.5	5969	92.5	4646
-23.5	7646	-6.5	6991	10.5	6425	27.5	5943	97.5	4580
-22.5	7605	-5.5	6955	11.5	6395	28.5	5917	100	4545
-21.5	7565	-4.5	6919	12.5	6365	29.5	5891		
-20.5	7525	-3.5	6884	13.5	6335	30.5	5865		
-19.5	7484	-2.5	6849	14.5	6305	32.5	5815		
-18.5	7443	-1.5	6822	15.5	6274	37.5	5693		
-17.5	7405	-0.5	6781	16.5	6246	42.5	5577		

Při frekvenci vyšší než 8086 Hz, nebo nižší než 4545 Hz je hlášena chyba měření teplot.

TABULKA č.9

SPOTŘEBA TEPLA V OBJEKTECH BEZ MĚŘENÍ V BYTECH A BEZ REGULACE

Období 1.5.91 - 30.4.92

objekt (Lbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
VS Broumovská	76341	98568	1291

TABULKA č.10

SPOTŘEBA TEPLA V OBJEKTECH S POMĚROVÝM MĚŘENÍM V BYTECH A
BEZ REGULACE

Období - březen 93.

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Skelná 63,65,67	2040	347	170
Stavbařů 11,13,15	1882	245	130
Stavbařů 5,7,9	1416	252	178
Liberecká 36,38	2034	259	127
Celkem	7372	1103	150

Období 1.1.93 - 30.4.93

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Žitná 1 až 6	2736	1782	651

Období 1.5.92 - 30.4.93

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Žitná 1 až 6	2736	3242	1185

TABULKA č.11

SPOTŘEBA TEPLA V OBJEKTECH S POMĚROVÝM MĚŘENÍM TEPLA V BYTECH,
REGULOVANÉ TERMOSTATICKÝMI VENTILY S HLAVICEMI SAM MYJAVA

Období - březen 93.

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Na úbočí 6810	1812	220	121
Na úbočí 2325	2416	247	102
NA úbočí 2729	2416	250	103
NA úbočí 3537	2416	263	109
Celkem	9060	980	108

Období 1.1.93 - 30.4.93

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Čelakovského 5	2535	1350	
Čelakovského 9	2535	1384	
Celkem	5070	2734	539

Období 1.5.92 - 30.4.93

objekt (Jbc)	vytápěná plocha [m ²]	spotřeba [GJ]	spotřeba na m ² [kJ]
Čelakovského 5 a 9	5070	5167	1019

TABULKA č. 12

STANOVENÍ STŘEDNÍ HODNOTY ÚHRADY ZA TEPLA PRO BYTY 61 m²

interval x_i [tis. Kč]	počet n_i [plateb]	Σn_i	$F(x_i) = \frac{n_i}{\Sigma n_i}$	u_i
3,4-3,6	1	1	0,016	- 2,2
3,6-3,8				
3,8-4,0				
4,0-4,2				
4,2-4,4	1	2	0,033	- 1,8
4,4-4,6	2	4	0,066	- 1,5
4,6-4,8	2	6	0,098	- 1,3
4,8-5,0	1	7	0,115	- 1,25
5,0-5,2	3	10	0,164	- 0,9
5,2-5,4	7	17	0,279	- 0,6
5,4-5,6	4	21	0,344	- 0,4
5,6-5,8	4	25	0,41	- 0,3
5,8-6,0	2	27	0,443	- 0,2
6,0-6,2	7	34	0,557	0,2
6,2-6,4	6	40	0,656	0,3
6,4-6,6	5	45	0,738	0,6
6,6-6,8	5	50	0,82	0,85
6,8-7,0	2	52	0,852	0,9
7,0-7,2	1	53	0,869	1
7,2-7,4	3	56	0,918	1,3
7,4-7,6	2	58	0,951	1,65
7,6-7,8	2	60	0,984	2,1
7,8-8,0				
8,0-8,2	1	61	1	3,3

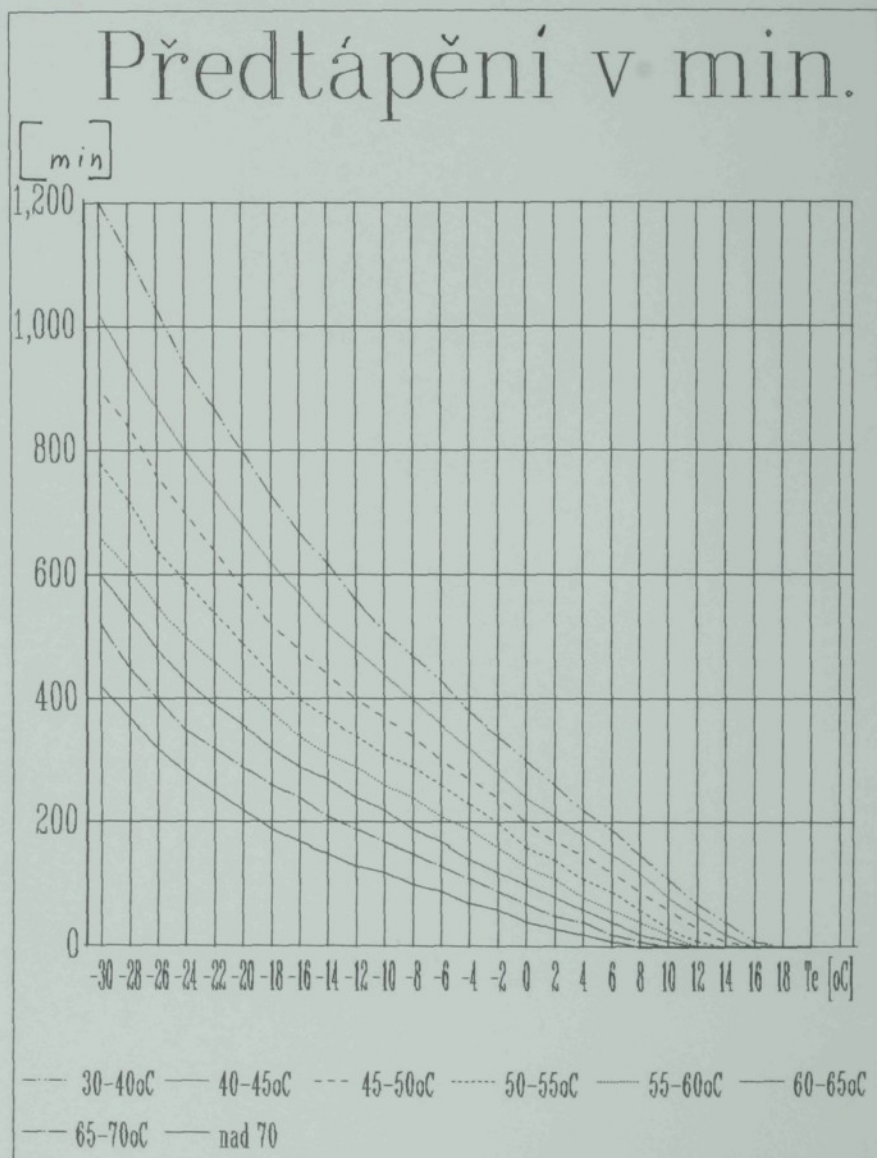
**TABULKA č. 13 VYHODNOCENÍ DOSTUPNÝCH REGULAČNÍCH PRVKŮ A SYSTÉMŮ
NAVRHOVANOU METODIKOU HODNOCENÍ EKONOMIKY PROVOZU SRT**

výrobce výrobek	JIN [Kč] inst. cena.		měř. serv. [Kč.r ⁻¹]		prům. roční úsp. [%/Kč]		život. [rok]	roč. přínos [Kč] x xx	
VIPA	jen	měř.	200		10+ 0	759	1	759	0
MYJAVA V-4260	720	916	200	285	10+12	1670	8	981	331
MYJAVA V-4260F	720	1056	200	262	10+14	1823	8	1139	473
REMAGG TR 11A	720	1056	200	74	10+13	1746	12	1351	667
VAILLANT RW 9683	720	1532	200	51	10+15	1899	11	1443	770
VAILLANT RL 9608	720	1764	200	52	10+18	2126	12	1667	971
GIACOMINI R402/452	720	1368	200	47	10+16	1975	11	1538	857
GIACOMINI R422/456	720	1496	200	46	10+17	2051	12	1620	931
HERZ 7260	720	1712	200	38	10+17	2051	18	1678	989
HEIMEIER DT 2002	720	1576	200	42	10+16	1975	11	1524	842
HEIMEIER DT 3012	720	1724	200	39	10+18	2126	15	1734	1027
DANFOSS RTD 3100	720	1744	200	52	10+17	2051	12	1594	904
DANFOSS RTD 3102	720	2080	200	47	10+19	2202	15	1769	1065
HEIMEIER KOPF E	720	9316	200	84	10+22	2430	15	1477	750
REMAGG EP - 8	2200	8394	200	110	10+23	2506	15	1489	756
OVENTROP RAUMTRON.	720	8800	200	79	10+22	2430	15	1516	790
ETATHERM ETA 0497	1700	8150	200	125	10+24	2582	15	1600	859
RUT16	2000	6293	200	115	10+25	2658	15	1790	1041

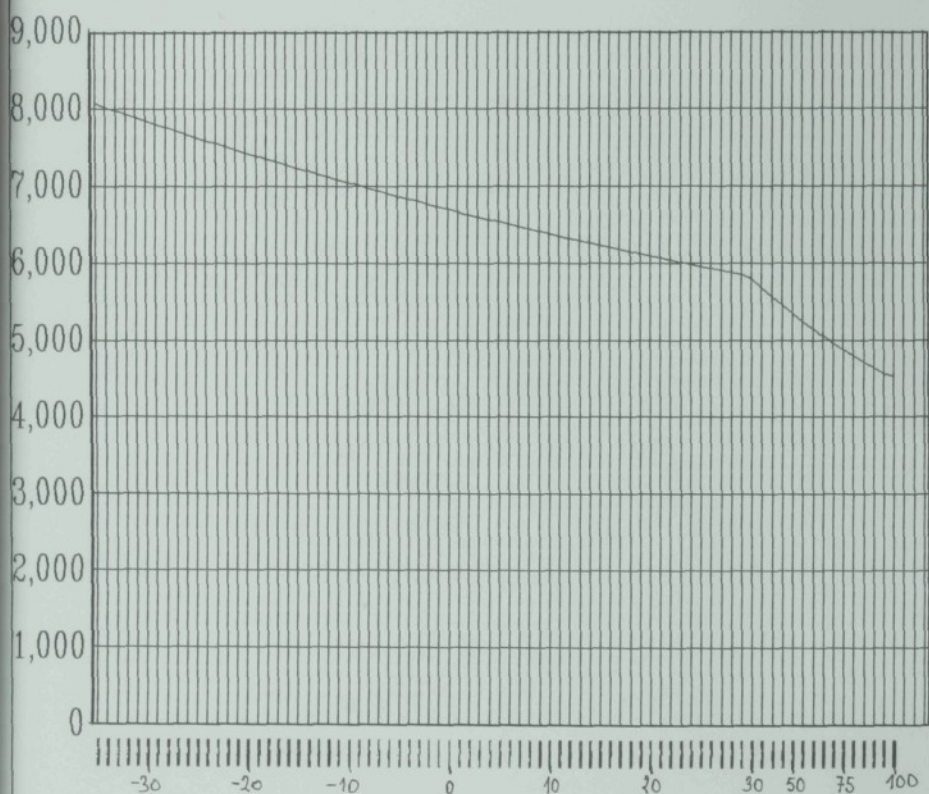
* Roční přínos včetně přínosu z měření.

** Roční přínos vzniklý pouze z titulu zavedení regulace.

GRAF č.1 ZÁVISLOST DOBY PŘEDTÁPĚNÍ NA VENKOVNÍ TEPLOTĚ A
TEPLOTĚ TOPNÉHO MÉDIA



Korigovaná převodní tabulka T/f



— osa x—teplota [°C]

— osa y—frekvence [kHz]