

**Návrh systémovej štruktúry ekvitermickej regulácie
vykurovania pre rodinný dom
Equitherm heating control layout for a detached
house**

Vladimír Oravetz

Bakalářská práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladimír ORAVETZ**
Osobní číslo: **A07261**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Návrh systémové struktury ekvitermní regulace
vytápění pro rodinný dům**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární rešerši stavu řešení ve světě.
2. Navrhněte systémové struktury nového systému vytápění pro rodinný dům.
3. Popište struktury a funkce s cílem zajištění, začlenění možných čidel ke zkvalitnění regulace a úspory potřeby energie.
4. Vytvořte model systému.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. BAŠTA, J. Regulece vytápění. Nakladatelství ČVUT, 2007
2. CIHELKA a kol.: Vytápění, větrání a klimatizace, SNTL, Praha 1985
3. HAVLENA, V. ŠTECHA, J. Moderní teorie řízení. Vydavatelství ČVUT, 1994
4. VIDIM J. Regulece jednotlivých místností s komunikací nebo bez ní? Vytápění větrání instalace. Praha : 4/2005
5. RIMÁR, M. PITEĽ, J. Ekvitermická regulácia vykurovania a regulácia tepelného výkonu. Acta Mechanica Slovaca, 2004, roč. 8, č. 3-A. str. 277 – 280. ISSN 1335-2393
6. PITEĽ, J. Riadenie vykurovania na báze ekvitermickej regulácie. AT&P Journal, 2004. roč. 9, č. 3.,str. 39 –41.ISSN 1335-2237
7. TZB-info. [online]. [1.4.2005]. Dostupný z WWW: <http://www.tzb-info.cz/>
8. Etatherm. [online]. [18.4.2005]. Dostupný z WWW: <http://www.etatherm.cz/>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Otáhal

Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cieľom tejto práce je napísať literárnu rešerš a navrhnuť riešenie ekvitermickej regulácie vykurovania rodinného domu. Teoretická časť obsahuje popis ekvitermickej regulácie, ako vlastne tento druh regulácie funguje, ktoré sú riadiace veličiny, aké teploty a kde je potrebné snímať a popis jej hlavných súčastí, ktorými sú ekvitermický regulátor, ekvitermická krivka a senzory teploty. Praktická časť obsahuje návrh ekvitermickej regulácie vykurovania rodinného domu, ktorý vychádza s tepelných strát domu, a hydraulické schéma vykurovacieho systému, v ktorom je vyznačené kde budú inštalované jednotlivé senzory teploty, zmiešavacie ventily a obehové čerpadlá vo vykurovacom systéme.

Kľúčové slova:

ekvitermická regulácia, ekvitermická krivka, vykurovacia sústava, vykurovací okruh

ABSTRACT

Goal of this work was creation of literary background research bent on heating control of family house heating system. In theoretic part was circumscribed heating control, how is it working, what are control quantities, what kind of temperature and where is needed to read out and description of main parts which are heating controler, heating curve and sensor measuring temperature. Practical part consist of project of heating control for family house heating system and apper from heat loss of the house. Hydraulic scheme of heating system in which is indicate where the sensors, mixing valves and circulating pumps will be installed.

Keywords:

heating system, heating circuit, heating curve, heating regulation

Rád by som týmto poďakoval vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Jiřímu Otahalovi za trpezlivosť, odborné rady a vecné pripomienky, ktoré mi pomohli pri tvorbe tejto bakalárskej práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČASŤ	11
1 REGULÁCIA	12
1.1 REGULÁCIA VYKUROVACÍCH SÚSTAV	14
1.1.1 Základné rozdelenie	14
1.1.2 Regulácia výkonu	15
1.1.2.1 Regulácia zmiešavaním	15
1.1.2.2 Regulácia prietokom	16
1.1.2.3 Kritéria pre voľbu typu regulácie vykurovania	17
1.1.3 Regulácia na telese	18
1.1.4 Priestorová regulácia	21
2 EKVITERMICKÁ REGULÁCIA	24
2.1 KLASICKÁ EKVITERMICKÁ REGULÁCIA	24
2.2 EKVITERMICKÁ REGULÁCIA S KOREKCIOU NA REFERENČNÚ TEPLOTU	24
2.3 EKVITERMICKÁ REGULÁCIA S ADAPTÍVNOU KOREKCIOU NA REFERENČNÚ TEPLOTU	25
2.3.1 Adaptivita na predstih	25
2.3.2 Adaptivita na korekciu ekvitermickej krivky	26
3 EKVITERMICKÝ REGULAČNÝ OBVOD	27
3.1 OBSLUŽNÁ JEDNOTKA	27
3.2 PRIESTOROVÝ PRÍSTROJ SO SNÍMAČOM TEPLoty	27
3.3 SNÍMAČ VONKAJŠEJ TEPLoty	28
3.4 SNÍMAČ TEPLoty VYKUROVACEJ VODY	29
3.5 VOĽBA SNÍMAČOV TERMOSTATICKÝCH VENTILOV	29
3.6 RÁDIOVÉ KOMPONENTY	29
3.7 RIADIACE VELIČINY	30
3.7.1 Vonkajšia teplota	30
3.7.2 Vnútná teplota	31
3.8 EKVITERMICKÁ KRIVKA	32
3.8.1 Popis ekvitermickej krivky	32
3.8.2 Vyladenie ekvitermickej krivky	33
3.9 TVORBA POŽADOVANEJ TEPLoty VYKUROVACEJ VODY	35
3.10 DRUHY RIADENIA	35
3.10.1 Riadenie podľa vonkajšej teploty	35
3.10.2 Riadenie podľa teploty priestoru	36
3.10.3 Riadenie podľa vonkajšej teploty z vplyvom teploty priestoru	36

3.11	NASTAVENIE MAXIMÁLNEJ A MINIMÁLNEJ TEPLoty VYKUROVACEJ VODY.....	37
3.12	OPTIMALIZÁCIA	38
3.13	PROTIMRAZOVÁ OCHRANA OBJEKTU	40
3.14	OCHRANNÉ FUNKCIE REGULÁTOROV	40
3.15	OVLÁDANIE ZMIEŠAVACÍCH VENTILOV VYKUROVACÍCH OKRUHOV.....	41
3.16	PRÍPRAVA TUV	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
4	NÁVRH VÝKUROVANIA RODINNÉHO DOMU	44
4.1	TEPELNÉ STRATY OBJEKTU	44
4.1.1	Podklady pre výpočet tepelných strát.....	44
4.1.2	Stavebné výkresy domu.....	45
4.2	TLAKOVÁ STRATA VYKUROVACEJ SÚSTAVY	45
4.3	NÁVRH ÚSTREDNÉHO VYKUROVANIA DOMU	46
4.3.1	Technické údaje.....	46
4.3.2	Zdroj tepla	47
4.3.3	Vysokoteplotný okruh	47
4.3.4	Nízkoteplotný okruh pre podlahové vykurovaní.....	47
4.3.5	Základný prístroj	47
4.3.6	Priestorový prístroj so snímačom vnútornej teploty.....	48
4.3.7	Termostatická hlavica	48
4.3.8	Snímač vonkajšej teploty	49
4.3.9	Príložný snímač teploty vykurovacej vody.....	49
4.3.10	Snímač teploty TUV.....	49
4.3.11	Zmiešavací ventil so servopohonom.....	49
4.3.12	Obehové čerpadlo.....	50
4.3.13	Cirkulačné čerpadlo TUV	50
4.3.14	TUV.....	50
4.3.15	Navrhnuté hydraulické a elektrické schéma zapojenia vykurovacieho systému	50
4.4	HYDRAULICKÉ VYVÁŽENIE SÚSTAVY	51
	ZÁVER	52
	ZÁVER V ANGLIČTINE.....	53
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	55
	ZOZNAM OBRÁZKOV	57
	ZOZNAM TABULIEK	58
	ZOZNAM PRÍLOH:	59

ÚVOD

K dosiahnutiu nízkej spotreby tepla na vykurovanie a následným finančným úsporám výrazne prispieva dobrá regulácia teploty v objekte. Zásadou je dodávať do každej miestnosti objektu len toľko tepla, koľko je v tom čase potrebné a nevyhnutné. Ako príklad uvedieme dom pri ktorom v nočných hodinách postačuje vykurovať miestnosti na 17 až 18°C, ráno keď obyvatelia vstávajú je potrebné teplotu zvýšiť na 20 až 22°C. Počas dňa keď je sa v dome nik nezdržuje, tak sa teplota zníži a popoludní pred návratom obyvateľov sa opäť zvýši. Počas dňa keď svieti slnko, miestnosti na južnej strane oknami získavajú zo slnečného žiarenia toľko tepelnej energie, že nie je potrebné v nich kúriť. Obdobne je to v tých miestnostiach, kde sa používajú elektrické alebo plynové spotrebiče, ktoré produkujú dostatok tepla (počítač, chladnička, plynová rúra a tak ďalej) a dokážu tak ovplyvniť ich teplotu. Pokiaľ je dom dlhšiu dobu prázdny, obyvatelia sú napríklad na zimnej dovolenke, postačuje ho temperovať na pomerne nízku teplotu a v dostatočnom predstihu pred návratom ho začať vyhrievať na požadovanú teplotu .

To znamená, že vykurovacía sústava musí obsahovať určité regulačné prvky, elektronické alebo mechanické, ktoré slúžia na to, aby sme vedeli všetky vykurovacie sústavy správne hydraulicky nastaviť, ďalej vyregulovať podľa potrieb a správne používať. Tieto zariadenia nám zabezpečujú spoľahlivú funkciu a prevádzku celého systému. Úlohou regulácie je podľa možnosti zabezpečiť prevádzku bez príspevku človeka, to znamená automatickú prevádzku vykurovania. Kvalitná regulačná technika, pružná a programovateľná, by mala umožniť zohľadniť všetky tepelné zisky, ak je správne použitý a nastavený systém automatickej regulácie, jeho parametre a akosť.

Vykurovaciu sústavu môžeme regulovať podľa vnútornej alebo vonkajšej teploty, výstupnej teploty vody zo zdroja tepla, podľa teploty vody v prívodnom potrubí, či podľa teploty nastavenej na termostate kotla a podobne.

Pri regulácii vykurovacieho systému podľa vnútornej teploty môžeme regulovať miestne, priamo alebo nepriamo. Pri miestnej regulácii je samostatne regulovaný výkon jednotlivých vykurovacích telies v miestnostiach a samostatne zdroj tepla. Pri priamej regulácii je priamo regulovaný zdroj tepla a pri nepriamej regulácií je zmiešavaním regulovaná teplota vykurovacej vody v prívodnom potrubí a samostatne je regulovaný zdroj tepla.

Regulácia na zdroji tepla sa pri lacnejších kotloch rieši tak, že sa použije jednoduché regulačné zariadenie, takzvaný kotlový termostat. Drahšie kotly sú vybavené reguláciou s moduláciou výkonu, ktorá môže byť dvojestupňová alebo plynulá. Elektronická modulácia kotlov slúži na regulovanie výkonu kotla podľa teploty vykurovacej vody.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 REGULÁCIA

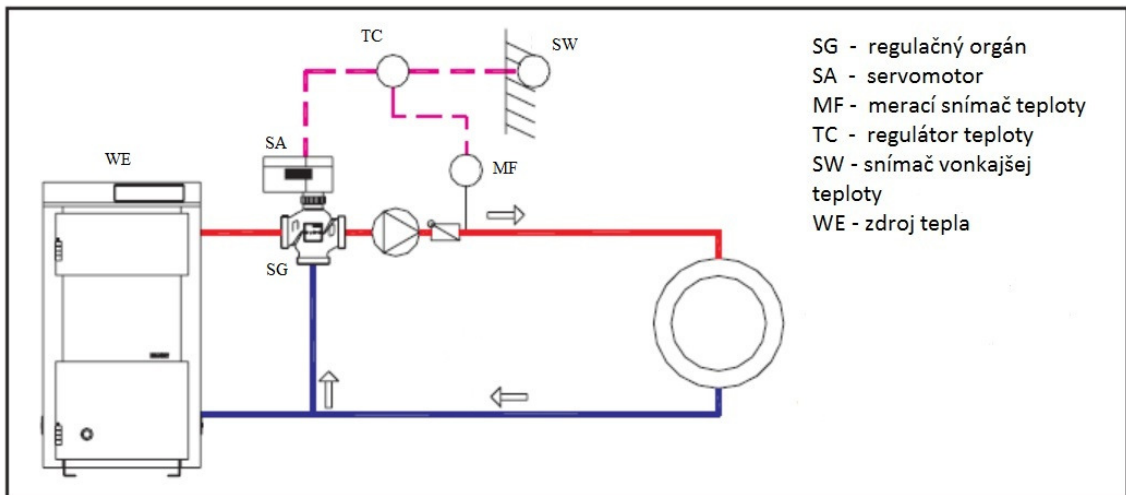
Úloha regulácie spočíva v tom že musí ovplyvniť určitú fyzikálnu veličinu, napríklad tlak, teplotu, množstvo energie a podobne tak, aby bola dosiahnutá určitá požadovaná hodnota, v prípade vykurovaného objektu požadovaná teplota vody vo vykurovacej sústave. Regulácia to je vlastne proces počas ktorého je neustále snímaná jedna regulovaná veličina x (v prípade jedného vstupu/výstupu tak je to SISO system = single input – single output, pokiaľ je viacero vstupov/výstupov tak je to MIMO system = multiple input – multiple output) porovnávaná z referenčnou veličinou w a následne je regulovaná veličina ovplyvňovaná tak, aby sa vyrovnala z referenčnou veličinou. Ak sa hovorí o ručnej regulácií, tak minimálne úlohu jedného člena v regulačnom obvode preberá človek. Ak všetky úlohy v regulačnom obvode prebiehajú bez pričinenia človeka, tak sa hovorí o automatickej regulácií .

Regulačný obvod tvoria všetky členy, ktoré sa podieľajú na uzavretom priebehu pôsobenia v regulačnom obvode. Regulačný obvod pozostáva z regulovanej sústavy a regulačného zariadenia.

Veličiny regulačného obvodu sú:

- x regulovaná veličina
- w riadiaca veličina
- y akčná veličina
- y_R výstupná veličina regulátora
- z poruchová veličina
- e regulačná veličina

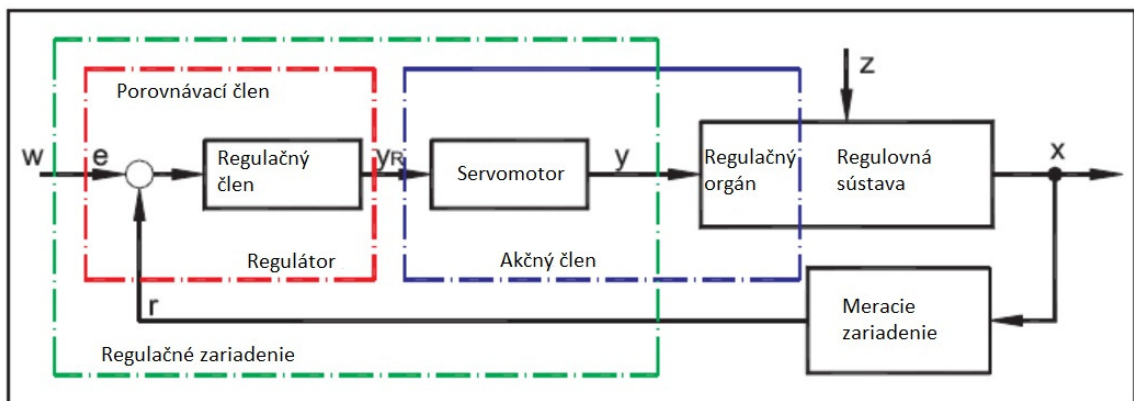
Funkciou regulátora vo vykurovacích sústavách pri nepriamej regulácií je porovnávanie požadovanej hodnoty so skutočnou hodnotou a za pomoci regulačného zariadenia zmeniť pomer zmiešavania vody prichádzajúcej zo zdroja tepla a ochladenej vody, ktorá sa vracia s vykurovacieho okruhu. To znamená, že pri požiadavke na zmenu teploty vody vo vykurovacom okruhu regulátor (TC) pôsobí na servomotor (SA), ktorý je mechanicky spojený so zmiešavacím ventilom (SG). Zmena zmiešavacieho pomeru prebieha za pomoci zmiešavacieho ventilu(SG), v tomto prípade trojcestného.



SG - regulačný orgán
 SA - servomotor
 MF - merací snímač teploty
 TC - regulátor teploty
 SW - snímač vonkajšej teploty
 WE - zdroj tepla

Obrázok 1: Nepriama regulácia teploty prívodnej vody [1]

Regulovaná sústava je podľa stanovenej úlohy ovplyvňovaná časť systému. Na jej začiatku sa nachádza regulačný orgán (vstupná veličina y), na konci meracie miesto s meracím snímačom (výstupná veličina x). Pásmo proporcionality je vlastne rozsah, o ktorý sa musí zmeniť regulovaná veličina (x) pri pevnej hodnote riadiacej veličiny tak, aby sa akčná veličina zmenila v celom akčnom rozsahu. [1]



Obrázok 2: Priebeh pôsobenia v regulačnom obvode [1]

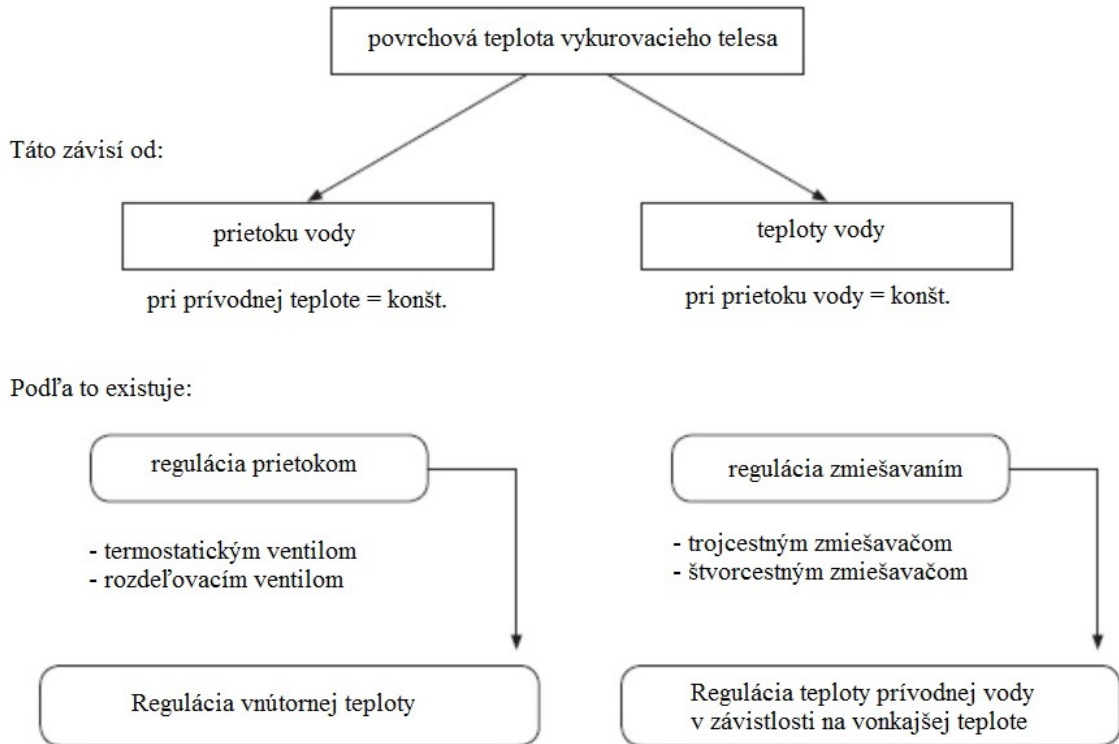
1.1 Regulácia vykurovacích sústav

1.1.1 Základné rozdelenie

Vo vykurovaných objektoch je možné regulovať teplo dodávané do vykurovacie sústavy viacerými spôsobmi.

- Podľa teploty výstupnej vody zo zdroja – najjednoduchšia forma regulácie teploty vykurovacej vody. Snímač teploty a regulátor je umiestnený priamo na prívodnom potrubí vykurovacej vody a podľa snímanej teploty ovláda zdroj tepla. Táto forma regulácie sa používala prevážne v minulosti pri ručnom ovládaní zmiešavača.
- Podľa vnútornej teploty – sníma sa vnútorná teplota v referenčnej miestnosti a tá je ako riadiaca veličina posielaná do regulátoru. Regulačná odchylka v referenčnej miestnosti vyvolá zmenu teploty vykurovacej vody vo vykurovacej sústave. V referenčnej miestnosti sa nesmú používať termostatické ventily, avšak v ostatných miestnostiach je ich použitie výhodné.
 - priamo – je regulovaný zdroj tepla
 - nepriamo – je regulovaná teplota vykurovacej vody vo vykurovacej sústave napríklad zmiešavaním. Zdroj tepla je regulovaný samostatne.
 - miestne – samostatne sú regulované jednotlivé vykurovacie telesá. Zdroj tepla je regulovaný tiež samostatne.
- Podľa vonkajšej teploty, ekvitermne – pomocou teplotného čidla je snímaná vonkajšia teplota a tá za pomoci takzvanej ekvitermnej krivky určuje teplotu vody vo vykurovacej sústave.
 - priamo – je regulovaný zdroj tepla
 - nepriamo – je regulovaná teplota vykurovacej vody vo vykurovacej sústave zmiešavaním. Zdroj tepla je regulovaný samostatne.
- Podľa záťaže – prísun tepla zodpovedá predpokladanej spotrebe.

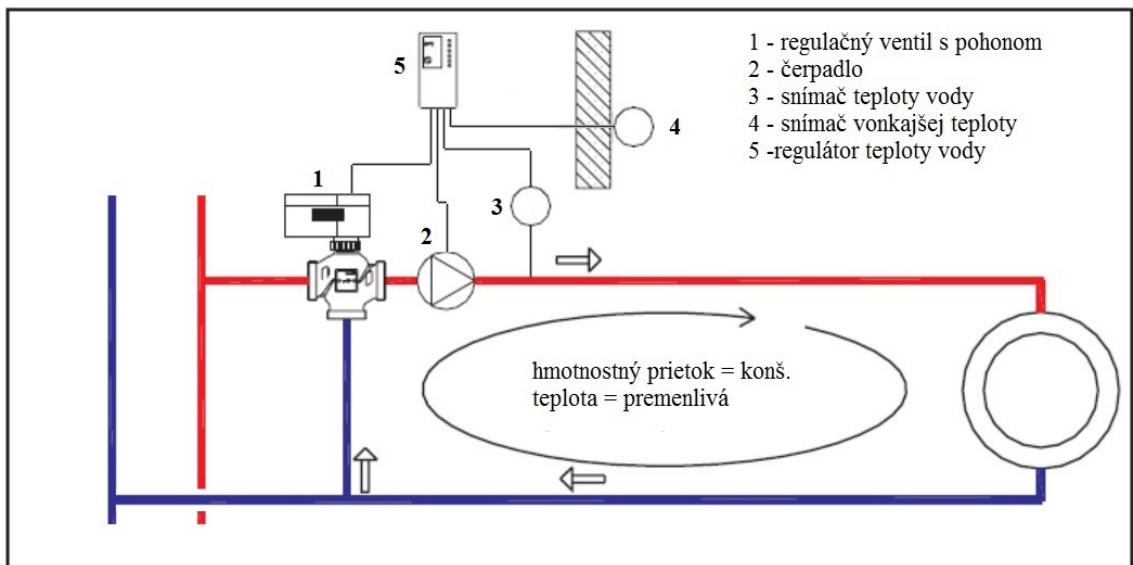
1.1.2 Regulácia výkonu



Obrázok 3: Závislosť povrchovej teploty vykurovacieho telesa [1]

1.1.2.1 Regulácia zmiešavaním

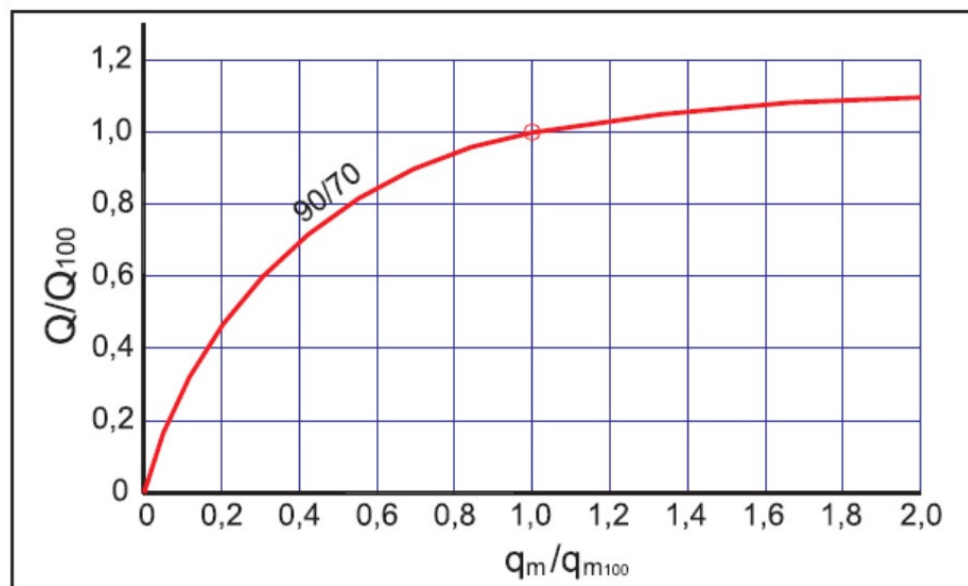
Regulácia výkonu vykurovacieho telesa je daná premenlivou teplotou prírodnej vody. Regulácia zmiešavaním je vhodná pri potrebe nízkej teploty spätnej vody (kondenzačné kotle, centrálné zásobovanie teplom). Vykurovacie telesá dostávajú konštantný prietok vykurovacej vody zabezpečený obehovým čerpadlom. [1]



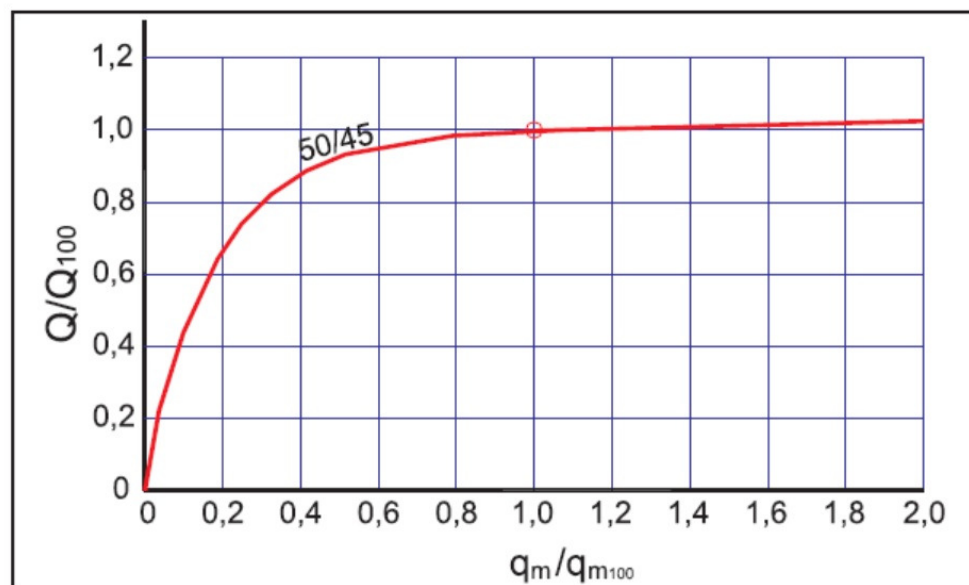
Obrázok 4: Regulácia zmiešavaním [1]

1.1.2.2 Regulácia prietokom

Regulácia výkonu vo vykurovacom okruhu je dosiahnutá znížením prietoku vykurovacej vody. Tým, že je znížený prietok vykurovacej vody narastá čas zotrvania vykurovacej vody vo vykurovacom okruhu a to ma za následok väčšie ochladenie tejto vody. Zvýšením teplotného spádu je tak čiastočne marený účinok zníženia prietoku, to znamená že vykurovací výkon sa neznižuje úmerne s prietokom vody. Zo škrtiacej krivky je možné zistiť, že pri znížení prietoku na polovicu klesne výkon len na 80%. Pre polovičný vykurovací výkon je potrebných len 10 až 20 menovitého prietoku. [1]



Obrázok 5: Škrtiaca krivka vykurovacieho telesa navrhnutá pre teplotný spád 90/70 [1]



Obrázok 6: Škrtiaca krivka vykurovacieho telesa navrhnutá pre teplotný spád 50/45 [1]

1.1.2.3 Kritéria pre voľbu typu regulácie vykurovania

Regulácia vnútornej teploty v jednotlivých miestnostiach:

- Rodinný dom s hlavnou pobytovou miestnosťou.

- Rodinný dom so vzájomne prepojenými pobytovými miestnosťami.

Regulácia teploty prírodnej vody v závislosti na vonkajšej teplote:

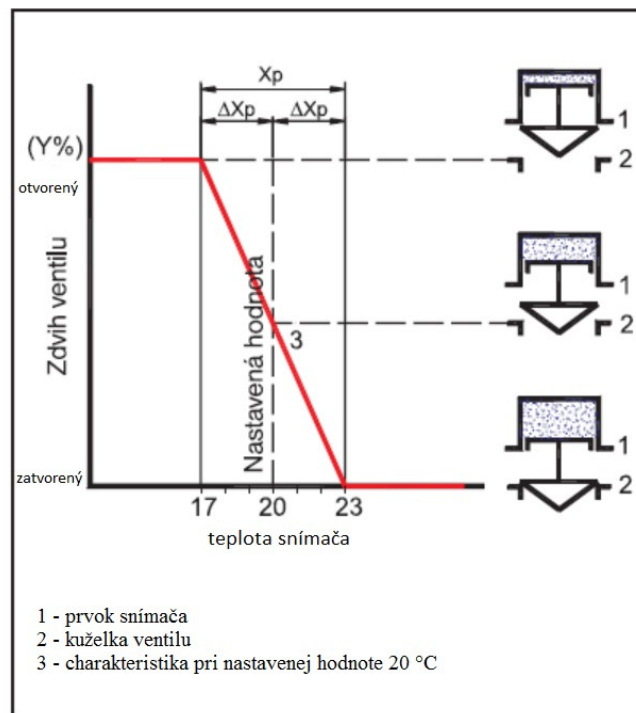
- Rodinný dom s viacerými rovnocennými hlavnými obývacími miestnosťami.
- Bytové domy, školy, administratívne budovy, vykurovacie okruhy delené podľa orientácie na svetové strany.

Optimalizáciou regulácie vykurovania by mohlo byť, že regulácia počas dňa pracuje v závislosti na vonkajšej teplote. Pri prechode na tlmnú prevádzku sa prepne na reguláciu podľa vnútornej teploty. V najneskoršom možnom čase sa prepne na rýchle zakúrenie a potom sa prepne na prevádzku v závislosti na vonkajšej teplote.

1.1.3 Regulácia na telese

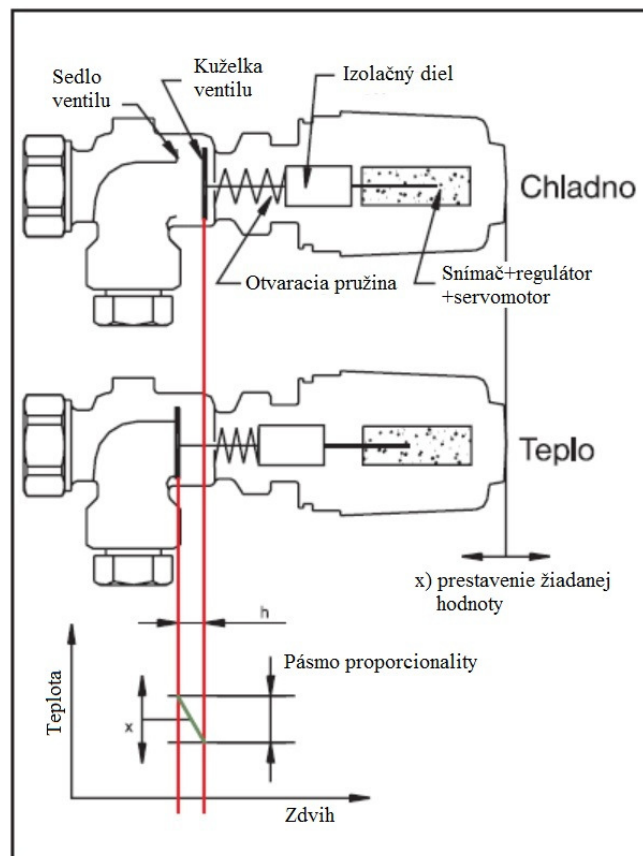
Väčšinou sa používajú termostatické ventily, ktoré by mali byť na každom vykurovacom telese aby bolo možné zohľadniť tepelné zisky alebo straty v jednotlivých miestnostiach a zamedzilo sa plytvaniu teplom. Termostatický ventil obsahuje proporcionálny regulátor bez potreby pomocnej energie. Pri tomto type regulátora je výstupná veličina úmerná vstupnej veličine, to znamená, že každej zmene vnútornej teploty (výstupná veličina x) je priradená úmerná zmena zdvihu ventilu (vstupná veličina y). [1]

Termostatické ventily sa inštalujú najčastejšie ako doplnok centrálnej regulácie. Ide o zariadenie, ktorého regulačná funkcia spočíva v možnosti udržiavať stálu teplotu v miestnosti plynulou reguláciou prietoku teplej vody do vykurovacích telies. Kvapalina alebo aj iná látka, ktorá je v termostatickej hlavici ventilu, zväčšuje svoj objem v závislosti od teploty. Keď sa teplota v miestnosti zníži, kvapalina v hlavici zmenší svoj objem a pootvorí kužel ventilu, čím umožní pritekať do radiátora väčšiemu množstvu vykurovacej vody. V momente, ako sa teplota v miestnosti zvýši, prítok vody sa zníži. Termostatické ventily sú takto schopné zohľadniť dodatočné tepelné zisky. Automaticky znížia tepelný výstup radiátora.



Obrázok 7: Princíp funkcie termostatického ventilu [1]

Existuje aj veľa iných možností ako teplo miestne regulovať (napríklad ručne nastaviteľný ventil), ale pri porovnaní nákladov za ich inštaláciu a ušetrenia nákladov za energiu sú termoregulačné ventily neoceniteľné. Na zabezpečenie rozdielnej, individuálne nastaviteľnej teploty v jednotlivých miestnostiach sa najlepšie hodia termostatické ventily. Po ich namontovaní sa každý priestor môže individuálne temperovať podľa potreby a spôsobu využitia.



Obrázok 8: Funkcia termostatického ventilu [1]

Niektoré hlavice majú aj špeciálne funkcie napr. detskú poistku, kde kombináciou čísel je možné zablokovat' tlačidlá, alebo funkciu „otvorené okno“, kde pri poklese teploty o 1,5 °C sa ventil uzavrie, ak teplota v miestnosti nestúpne ani po 45 minútach ventil sa otvorí, ale priestor nevykuruje, ale len temperuje.



Obrázok 9: Mechanická a digitalna termohlavica [8]

1.1.4 Priestorová regulácia

Pri priestorovej regulácii sa ako najjednoduchší spôsob používa priestorový termostat, ktorý je umiestnený v referenčnej miestnosti. Tam sníma aktuálnu teplotu a podľa potreby, to znamená podľa nastavenej požadovanej teploty miestnosti, sa zapína alebo vypína kotol a obehové čerpadlo.

Mechanické termostaty sú predstaviteľmi najjednoduchšej formy automatickej regulácie priestorovej teploty. Svojím výstupom môžu plne otvárať a uzatvárať prívod vykurovacej vody alebo zapínať či vypínať zdroj tepla, čiže ich môžeme použiť pri regulácii kotlov všetkých druhov, čerpadlách, termoelektrických pohonoch a podobne. Pri zmene požadovanej teploty je nutné mechanický termostat nastaviť na novú hodnotu ručne.



Obrázok 10: Mechanický priestorový termostat [7]

Digitálny priestorový termostat je určený na zabezpečovanie automatickej regulácie teploty vykurovacích systémov najčastejšie ovládaním kotla, cirkulačného čerpadla alebo ventilu. Na týchto priestorových termostatoch môžeme nastaviť okrem požadovanej teploty aj nočný, víkendový a dovolenkový program vykurovania a niekoľko denných. Výhodou je predovšetkým udržiavanie stálej teploty v referenčnej miestnosti, odráža sa tam vplyv slnečného žiarenia počas dňa, vonkajších poveternostných podmienok a mnohých ďalších faktorov. Nevýhodou tohto spôsobu regulácie je, že sa nedajú nastaviť rôzne teploty v jednotlivých miestnostiach, a preto sa musia miestnosti dodatočne regulovať, napríklad pomocou termostatických ventilov, ktoré sú umiestnené na vykurovacom telese.



Obrázok 11: Digitálny priestorový termostat [7]

Povrchový dotykový príložný termostat sa používa na snímanie teploty v potrubiach a zásobníkových boileroch. Zabezpečuje hornú a spodnú teplotnú hranicu pre ochranu systému a môže obsahovať aj automatický prepínač leto/zima a protimrazovú ochranu.



Obrázok 12: Dotykový termostat [9]

Ekvitermická regulácia reaguje na vonkajšiu teplotu. Senzory okrem vonkajšej teploty sledujú aj teplotu vykurovacej vody a teplotu miestnosti. Výkon kotla reaguje rýchlejšie a automaticky sa prispôbuje vonkajším teplotám podľa nastaveného režimu. Najčastejšie sa táto forma regulácie používa ako súčasť vykurovacieho telesa alebo vykurovacích kotlov.

Ekvitermické regulátory sú typickým príkladom kvalitnej regulácie, ktorá na základe vonkajšej teploty upravuje teplotu vykurovacej vody vo vykurovacom systéme. Tieto regulátory majú aj takzvanú schopnosť samostatného učenia a sú výrobcom štandardne naprogramované na maximálnu optimalizáciu tepelného režimu.



Obrázok 13: Základný prístroj a obslužná jednotka [8]



Obrázok 14: Priestorový prístroj [8]

Inteligentná regulácia sníma teplotu v celom dome v každej miestnosti samostatne, pretože má tepelné senzory umiestnené vo všetkých miestnostiach. Predvolené parametre spracováva centrálna jednotka, ktorá potom pomocou rádiového alebo káblového spojenia riadi jednotlivé regulátory. Snímače, umiestnené na vykurovacích telesách, posielajú do centrálnej jednotky skutočné požiadavky na teplotu.

2 EKVITERMICKÁ REGULÁCIA

2.1 Klasická ekvitermická regulácia

Klasická ekvitermická regulácia je v podstate vlečná regulácia podľa vonkajšej teploty, podľa ktorej sa nastavuje teplota vykurovacej vody vo vykurovacej sústave. Klasická ekvitermická regulácia má pri správnom návrhu za úlohu zabezpečiť rovnováhu medzi teplom dodávaným do vykurovacieho priestoru a tepelnými stratami objektu. Tepelné straty objektu sú závislé na vonkajšej teplote a pri danej ploche vykurovacích telies tak existuje pre každú vonkajšiu teplotu teplota vykurovacej vody, ktorá je schopná zaistiť požadovanú teplotu v jednotlivých miestnostiach objektu. Táto závislosť medzi vonkajšou teplotou a teplotou vykurovacej vody je daná súborom takzvaných ekvitermických kriviek, ktoré môžu byť parametrizované teplotou v miestnosti. Tieto krivky sú nelineárne a dané teplo-izolačnými vlastnosťami vykurovaného objektu a výkonnosťou vykurovacieho systému.

Ekvitermický regulátor nastavuje teplotu vykurovacej vody pomocou elektricky ovládaného zmiešavacieho ventilu, ktorý znižuje teplotu vykurovacej vody vystupujúcej z kotla tak, že k nej primiešava ochladenú vodu, ktorá sa vracia z vykurovacích telies späť do kotla. Vykurovacia voda má tak neustále teplotu, ktorá je schopná zaistiť potrebný výkon vykurovacích telies na pokrytie tepelných strát objektu. Pri nižších vonkajších teplotách je do vykurovacieho obehu hnaná teplejšia voda, ak sú vonkajšie teploty vyššie tak teplota vykurovacej vody je nižšia. Týmto sa plynule mení výkon vykurovacej sústavy v závislosti na vonkajšej teplote a zabezpečí sa rovnováha medzi dodávaným tepelným výkonom do vykurovacej sústavy tepelnou stratou objektu.

Výhodu klasickej ekvitermickej regulácie je, že postačuje jeden regulátor pre celý objekt. Nevýhodou je, že neumožňuje zohľadniť rôzne tepelné zisky alebo straty v jednotlivých miestnostiach. Preto sa nepoužíva samostatne, ale kombinuje sa napríklad s termostatickými ventilmi.

2.2 Ekvitermická regulácia s korekciou na referenčnú teplotu

Klasická ekvitermická regulácia reguluje vnútornú teplotu objektu pomocou vopred danej závislosti teploty vykurovacej vody vo vykurovacom systéme na vonkajšej teplote. Najmä

v menších objektoch a rodinných domoch sa tento druh regulácie rozširuje o možnosť regulácie podľa vnútornej teploty to znamená, že je navyše ešte snímaná teplota v takzvanej referenčnej miestnosti. Takáto regulácia sa nazýva ekvitermická regulácia s korekciou na referenčnú teplotu a oproti klasickej ekvitermickej regulácií navyše zohľadňuje tepelné straty alebo zisky vo vykurovacom priestore.

Pri ekvitermickej regulácií s korekciou na referenčnú teplotu je veľmi dôležitý výber takzvanej referenčnej miestnosti, kde je snímaná vnútorná teplota tak, aby za všetkých okolností reprezentovala skutočnú teplotu v objekte. Teplota vykurovacej vody vo vykurovacom systéme určená závisí od ekvitermickej krivky a vonkajšej teploty, je navyše upravená rozdielom medzi požadovanou a skutočnou vnútornou teplotou podľa vopred daných kritérií tak, aby skutočná teplota v referenčnej miestnosti odpovedala požadovanej.

2.3 Ekvitermická regulácia s adaptívnou korekciou na referenčnú teplotu

Pri použití ekvitermickej regulácie s korekciou na referenčnú teplotu sa požadovaná teplota vo vykurovaných priestoroch pri prechode z útlmového do komfortného režimu dosiahne po určitom čase danom zotrvačnosťou sústavy a výkonom zdroja tepla. Z hľadiska používateľa regulačného systému je to však málo komfortné, pretože je potrebné odhadnúť naprogramovanie času prechodu z útlmu do vykurovania voči času, kedy je požadovaná komfortná teplota v miestnosti. Skorší začiatok vykurovania voči optimálnemu má za následok zbytočné zvýšenie spotreby energie. Skrátenie doby regulácie môže byť riešené zvýšením zosilnenia regulátora, čo však môže mať za následok zväčšenie prerogulovania v sústave. Toto bolo riešené doplnením algoritmov ekvitermickej regulácie o prvky adaptivity, a to adaptivitou na predstih prechodu z útlmu na vykurovanie a adaptivitou na korekciu ekvitermickej krivky. [2]

2.3.1 Adaptivita na predstih

Algoritmus adaptivity na predstih zistí dobu potrebnú na vykúrenie miestnosti na požadovanú teplotu od prechodu z útlmu do vykurovania po dosiahnutie žiadanej teploty pre vykurovanie. Táto zmeraná aktuálna doba ovplyvňuje adaptívnu dobu predstihu, ktorá sa potom používa pre predstih pre nasledujúci prechod z útlmu do vykurovania. [2]

2.3.2 Adaptivita na korekciu ekvitermickej krivky

Adaptivita na korekciu ekvitermickej krivky je založená na overenom postupe pre správne zoradenie klasickej ekvitermickej regulácie pri jej použití v praxi, t. j. nastavení vhodného posuvu krivky pre komfortnú teplotu a útlmov (posuvov krivky do mínusových hodnôt) pre útlmové režimy. Princípom adaptivity na korekciu je zistenie požadovanej korekcie pre doby vykurovania a útlmu na základe skutočných korekcií z regulátora pre tieto režimy vykurovania v minulosti. Táto adaptivita sa potom pripočíta ku korekcii z regulátora a vlastne pomáha regulátoru na začiatku prechodu do príslušného režimu vykurovania (pri zmene žiadanej teploty v miestnosti). [2]

3 EKVITERMICKÝ REGULAČNÝ OBVOD

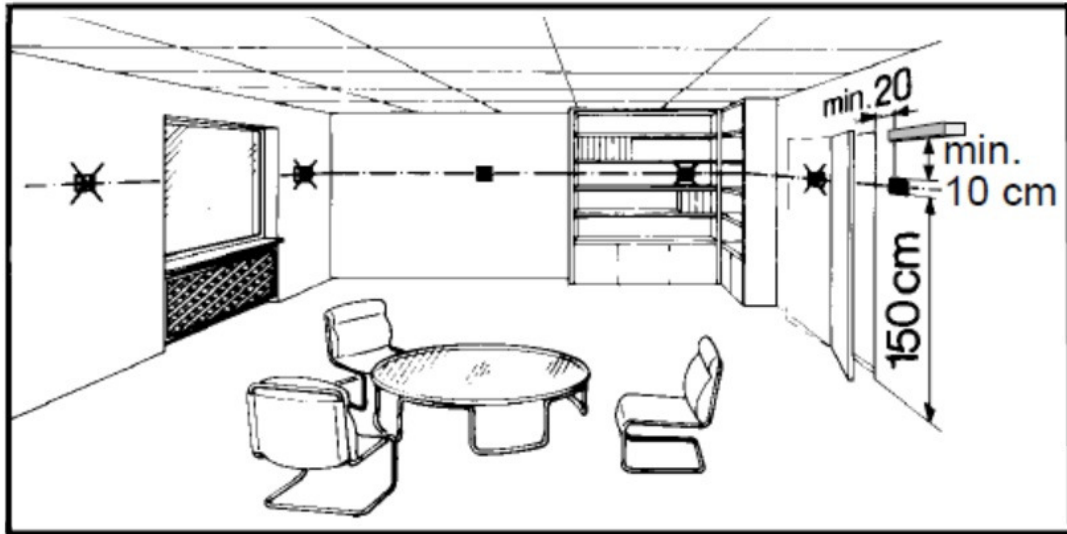
3.1 Obslužná jednotka

Obslužná jednotka môže byť súčasťou základného prístroja alebo je samostatná. Umiestňuje sa buď priamo na kotol alebo do jeho blízkosti. Je spojená so základným prístrojom a jej pomocou sa tento prístroj nastavuje. Obslužná jednotka môže byť spojená s viacerými priestorovými prístrojmi ktoré regulujú jednotlivé vykurovacie okruhy.

3.2 Priestorový prístroj so snímačom teploty

Priestorový prístroj musí správne merať vnútornú teplotu, ktorá sa skladá z teploty vzduchu a účinnej teploty okolitých plôch. Pri umiestnení priestorového prístroja v hlavnom obytnom priestore, takzvaná referenčná miestnosť, je vhodné zohľadniť určité doporučenie:

- Polohu prístroja je vhodné vybrať tak, aby teplotné čidlo mohlo snímať teplotu priestoru neskreslene, nebolo ovplyvňované slnečným žiarením alebo inými zdrojmi tepla a chladu. Umiestňuje sa približne 1,5 metra nad podlahou miestnosti.
- Neumiestňovať do výklenkov a kútov.
- Neumiestňovať na vonkajšiu stenu.
- Neumiestňovať v blízkosti dverí do nevykúrených priestorov.
- Neumiestňovať na ohrievaných stenách, (dymovod).
- Okolo prístroja by malo byť dostatok priestoru na montáž a prípadnú demontáž.



Obrázok 15: Umiestnenie priestorového prístroja [8]

3.3 Snímač vonkajšej teploty

Poloha hlavných miestností	Umiestnenie na stene
Sever	Sever
Juh	Západ (kvôli akumulácií tepla južnou stranou)
Východ	Východ (zatieňiť pri rannom slnku)
Západ	Západ
Rôzna orientácia	Severozápad, Sever

Tabulka 1: Umiestnenie snímača vonkajšej teploty v závislosti na polohe referenčnej miestnosti [1]

Z hľadiska merania by mal byť umiestnený vo výške prvého poschodia, chránený pred pôsobiacim teplom, napríklad nad oknami a nemal by byť umiestnený vo výklenkoch alebo na rohoch domu.

3.4 Snímač teploty vykurovacej vody

Snímač teploty vykurovacej vody je vhodné umiestniť za zmiešavacím ventilom a kvôli dopravnému oneskoreniu neumiestňovať za ním príliš.

3.5 Voľba snímačov termostatických ventilov

Ak je potrebné regulovať teplotu v miestnosti pomocou termostatických ventilov tak je vhodné zohľadniť niektoré pravidlá pri voľbe a umiestnení ich snímačov.

Termostatický ventil so zabudovaným snímačom:

- Montovať vodorovne.
- Neumiestňovať ho priamo nad vykurovacie potrubie alebo vo zvislej polohe, môže ho ovplyvniť stúpajúce teplo.
- Nevystavovať prievanu
- Nezakrývať ťažkým závesom alebo nábytkom
- Neumiestňovať na ťažko prístupný ventil

Ak nie je možné uplatniť tieto pravidlá, tak je možné použiť ventily s diaľkovým snímačom alebo s diaľkovým snímačom a diaľkovým ovládačom.

3.6 Rádiové komponenty

Rádiové komponenty rozširujú ponuku o bezdrôtovú komunikáciu. Pomocou týchto komponentov základný prístroj, priestorový prístroj, snímače teploty a podobne môžu komunikovať bezdrôtovo, bez nutnosti prepojenia káblom. Polohu týchto komponentov je vhodné vybrať tak aby, nebolo rušené ich vysielanie. Tak ako pri priestorovom prístroji je aj tu vhodné dodržať určité doporučená. Moduly neumiestňovať:

- v blízkosti elektrického vedenia, silného magnetického poľa alebo prístrojov ako PC, televízor, mikrovlnná rúra a podobne.
- do elektromagnetického tieňa veľkých železných stavebných dielov, stavebných prvkov vystužených hustou kovovou mriežkou ako sú železobetón alebo drátene sklo.

- do väčšej vzdialenosti ako 30 metrov od seba alebo 2 podlažia.

Rádiový vysielateľ vonkajšieho čidla sa inštaluje vnútri objektu tak, aby bola možná jednoduchá výmena batérií. Vonkajšie čidlo je spojené s vysielateľom cez stenu pomocou kábla.

3.7 Riadiace veličiny

3.7.1 Vonkajšia teplota

Skutočná vonkajšia teplota (T_A)

Tlmená vonkajšia teplota (T_{AD}) - vzniká priebežnou korekciou skutočnej vonkajšej teploty časovou konštantou objektu. Priebeh tejto teploty je oproti priebehu skutočnej teploty silne tlmený, a preto jej charakter vyjadruje dlhodobejšiu tendenciu vo vývoji teplôt.

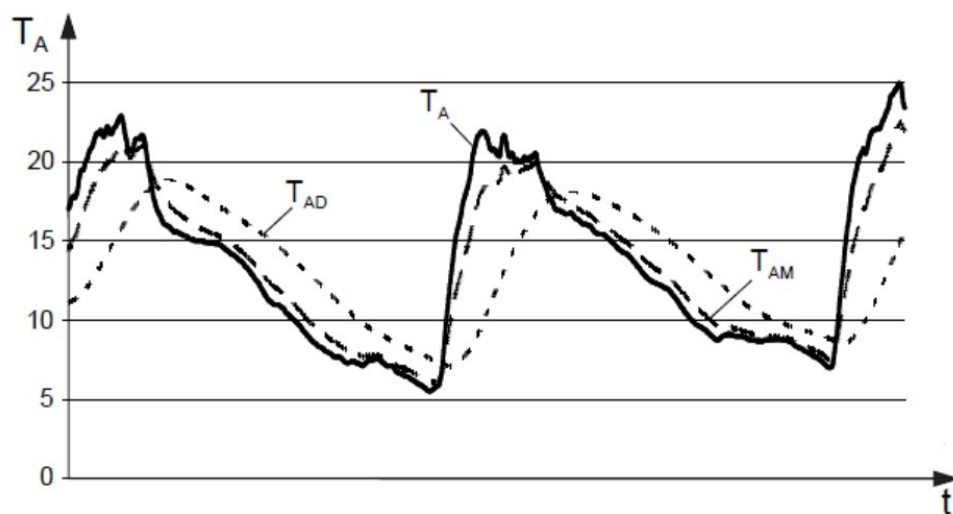
Časová konštanta objektu popisuje zotrvačnosť konštrukcie objektu, to znamená ako rýchlo by sa menila teplota priestoru v objekte pri náhlej zmene vonkajšej teploty. Časová konštanta je voliteľná:

- pre ťažké objekty
- pre ľahké objekty

Geometrická vonkajšia teplota (T_{AM}) - sa tvorí zo skutočnej a tlmenej vonkajšej teploty a to podľa typu konštrukcie objektu. Po tejto kompenzácií už jej priebeh nie je tak tlmený ako pri tlmenej vonkajšej teplote. Geometrická vonkajšia teplota zabraňuje pri krátkodobých výkyvoch vonkajšej teploty nežiadúcej prekotnej regulácií. [8]

Typ konštrukcie objektu	Podiel skutočnej vonkajšej teploty (T_A)	Podiel tlmenej vonkajšej teploty (T_{AD})
Ťažký	50%	50%
Ľahký	75%	25%

Tabulka 2: Podiel skutočnej a tlmenej vonkajšej teploty v závislosti na konštrukcii objektu [8]



Obrázok 16: Grafický priebeh skutočnej vonkajšej teploty (T_A), tlmenej vonkajšej teploty (T_{AD}) a geometrickej vonkajšej teploty (T_{AM}) [8]

3.7.2 Vnútoraná teplota

Priestorová teplota je zahrnutá do regulácie následovne:

- Pri regulácii teploty vykurovacej vody podľa teploty priestoru je odchýlka teploty priestoru od žiadanej teploty priestoru jedinou riadiacou veličinou
- Pri regulácii podľa vonkajšej teploty s vplyvom teploty priestoru je teplota priestoru doplnkovou riadiacou veličinou.

3.8 Ekvitermická krivka

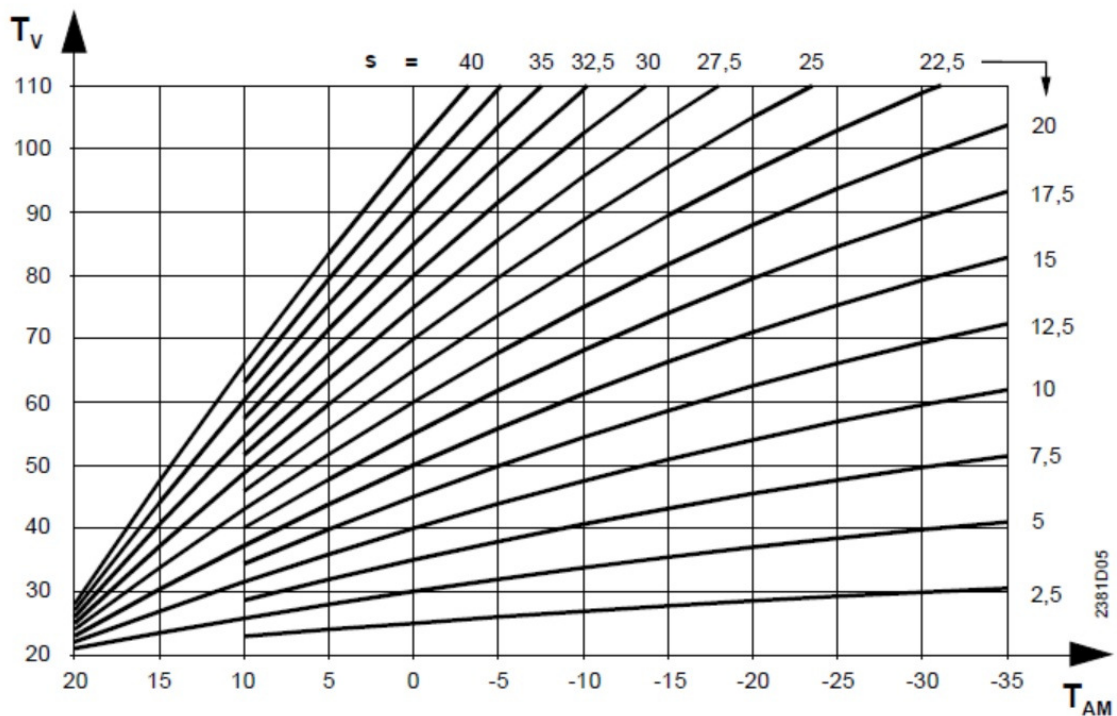
3.8.1 Popis ekvitermickej krivky

Ekvitermická krivka je reprezentantom tepelnoizolačných vlastností vykurovaného objektu, pričom pre slabo izolované objekty kde je vyšší teplotný spád sa volia krivky s vyššími teplotami vykurovacej vody a naopak pre dobre izolované objekty s nižším teplotným spádom sa volí krivka s nižšími teplotami vykurovacej vody. Ak dôjde k zmene požadovanej teploty vo vykurovanom objekte tak sa krivky posunú do plusových alebo mínusových hodnôt. Pri útlmovom režime je potreba znížiť teplotu vo vykurovanom objekte a to sa zabezpečí posuvom krivky do mínusových hodnôt.

Ekvitermická krivka vlastne popisuje závislosť vykurovacej vody na vonkajšej teplote a tým sa udržuje žiadaná teplota vo vykurovanom priestore to znamená, že nám vlastne pomáha udržať stálu teplotu v miestnostiach pri akejkoľvek vonkajšej teplote. Pokiaľ však teplota v miestnostiach kolíše, tak zvolená ekvitermická krivka nie je správna a je nutné ju upraviť. Nastavenie ekvitermickej krivky nie je jednoduchá záležitosť, ale ak sa správne nastaví, tak je potom vykurovanie bezobslužné až do tej doby, pokiaľ sa nezmenia tepelnoizolačné vlastnosti objektu, napríklad zateplením alebo prestavbou. Ak je potrebné zmeniť nastavenie ekvitermickej krivky, tak je vhodné to robiť len raz za deň a to preto aby z dôvodu tepelnej zotrvačnosti vykurovaného objektu sa zmena stačila prejaviť. Neznamená to však, že počas dňa musí byť nastavená len jedna konštantná teplota. Je vhodné vytvoriť časový program, podľa ktorého sa bude meniť teplota vykurovacej vody a tým aj teplota vo vykurovanom objekte niekoľko krát denne podľa potrieb užívateľa.

Potrebná teplota vykurovacej vody je zhruba lineárna funkcia rozdielu teplôt vonku a vnútri objektu: ak si nakreslíme graf, kde na zvislej ose je potrebná teplota vykurovacej vody a na vodorovnej ose je vonkajšia teplota, potom je táto závislosť medzi oboma teplotami zhruba priamková. Sklon priamky je tým menší, čím je objekt lepšie tepelne izolovaný a taktiež čím väčší je pomer plochy vykurovacích telies a vonkajšej plochy vykurovaného objektu. Dobré utesnenie objektu, hrubá izolácia a stále vnútorné zdroje tepla (chladnička, mraznička, ľudia, varenie, pranie, osvetlenie a ďalšie elektrické spotrebiče) okrem toho posúvajú priamku k nižším vonkajším teplotám (to znamená, že vykurovanie sa zapína neskôr). V skutočnosti závislosť medzi vonkajšou teplotou a potrebnou teplotou vykurovacej vody nie je priamková, pretože vykurovacie telesá sú

vlastne žiariče, ktoré sú pri vyšších teplotách účinnejšie a tým pádom teplota vykurovacej vody nemusí stúpať tak rýchle. Taktiež by to bolo v prípade, že objekt je dokonale tesný a tým pádom pochopiteľne vetráme tým menej, čím je vonku chladnejšie. U netesného objektu je to presne naopak, vetranie špárkami je tým väčšie, čím je vonku chladnejšie. Tak by závislosť mohla zostať priamková alebo sa dokonca ohnúť na opačnú stranu. Oba parametre, to znamená sklon krivky a jej posun vľavo alebo vpravo, sú pre každý objekt iné. [6]



Obrázok 17: Ekvitermické krivky [8]

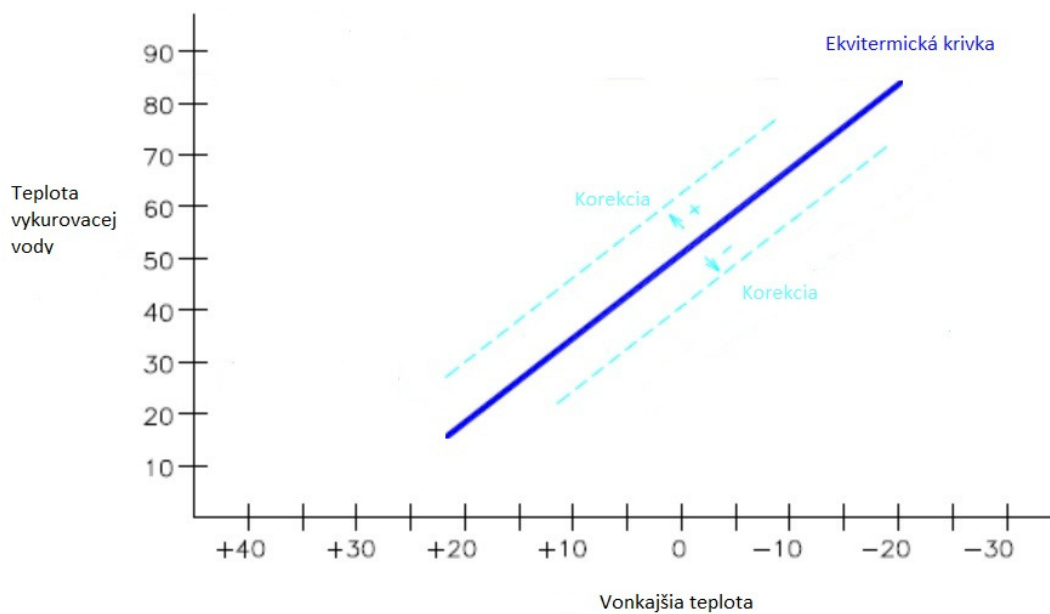
s - strmnosť krivky, T_{AM} - geometrická vonkajšia teplota, T_V – teplota vykurovacej vody

3.8.2 Vyladenie ekvitermickej krivky

Pri nevhodnom nastavení ekvitermickej krivky a tým pádom aj nevhodnom vykurovaní môžu nastať tieto stavy:

- v objekte je stále nižšia alebo vyššia teplota
- v objekte je rozdielna teplota len pri chladnejších (teplejších) teplotách a pri teplejších (chladnejších) je stála

Ak nastane niektorý z týchto stavov, tak je vhodné previesť korekciu ekvitermickej krivky, pretože jej zlé nastavenie spôsobuje prekurovanie alebo nedokurovanie objektu pri meniacich sa vonkajších teplotách. Potrebná korekcia sa môže odhadnúť podľa toho, o koľko sa líšila menovitá a skutočná teplota v objekte pri nízkych, stredných a vyšších vonkajších teplotách. Pokiaľ je teplota v objekte pri rôznych vonkajších teplotách stála avšak vyššia alebo nižšia ako je požadovaná, tak ekvitermickej krivka správne popisuje tepelnoizolačné vlastnosti vykurovaného objektu a stačí krivku len paralelne posunúť a tým doceliť zvýšenie alebo zníženie teploty vykurovacej vody vo vykurovacom okruhu. Zložitejšie a časovo náročnejšie je to však v prípade, ak sa teplota v objekte pri rôznych vonkajších teplotách líši. Pokiaľ rozdiel požadovanej a skutočnej teploty v objekte s klesajúcou vonkajšou teplotou rástol, je potrebné zvýšiť jej sklon. Pokiaľ naopak bola skutočná teplota oproti požadovanej tým vyššia čím je vonku chladnejšie, je potrebné sklon krivky zmenšiť. Údaj sklonu krivky zhruba znamená, o koľko sa musí zvýšiť teplota vykurovacej vody, keď sa vonku ochladí na určitú teplotu.



Obrázok 18: Paralelný posuv ekvitermickej krivky

3.9 Tvorba požadovanej teploty vykurovacej vody

Tvorba požadovanej hodnoty sa prevádza na základe požiadavky na teplo vo vykurovacích okruhoch alebo v okruhu TUV.

- Riadenie podľa vonkajšej teploty – podľa ekvitermickej krivky a vonkajšej teploty sa nastavuje teplota vykurovacej vody vo vykurovacom systéme. Vychádza sa pritom z geometrickej vonkajšej teploty.
- Riadenie podľa teploty priestoru – pomocou vyhodnotenia odchýlky medzi žiadanou a skutočnou teplotou vykurovaného priestoru sa nastavuje teplota vykurovacej vody vo vykurovacom systéme. Navyše pri tvorbe požadovanej teploty vykurovacej vody je zahrnutá aj ekvitermická krivka s fixnou vonkajšou teplotou.
- Riadenie podľa vonkajšej teploty s vplyvom teploty priestoru – podľa ekvitermickej krivky, vonkajšej teploty, žiadanej teploty priestoru a aktuálnej teploty priestoru sa nastavuje teplota vykurovacej vody vo vykurovacom systéme. Vychádza sa taktiež z geometrickej vonkajšej teploty.

3.10 Druhy riadenia

3.10.1 Riadenie podľa vonkajšej teploty

Podmienkou tohoto riadenia je :

- Pripojené čidlo vonkajšej teploty
- Nepripojené čidlo vnútornej teploty priestoru

Geometrická vonkajšia teplota je v tomto prípade riadiacou veličinou. Pomocou ekvitermickej krivky sa nastaví požadovaná teplota vykurovacej vody. Teplota priestoru nie je zohľadnená.

Tento typ riadenie sa hlavne používa v objektoch, v ktorých

- sa používa viacero miestnosti súčasne
- ako referenčná miestnosť pre snímanie teploty priestoru nie je vhodná žiadna miestnosť vo vykurovanom objekte

3.10.2 Riadenie podľa teploty priestoru

Podmienkou tohoto riadenia je :

- Pripojený priestorový prístroj
- Nepripojené čidlo vonkajšej teploty

Odchýlka požadovanej teploty od skutočnej teploty vykurovaného priestoru je v tomto prípade riadiacou veličinou. Pomocou ekvitermickej krivky nastavenej na konštantnú vonkajšiu teplotu sa nastaví požadovaná teplota vykurovacej vody.

Ak nedôjde k odchýlke teploty v priestore, regulátor nastaví požadovanú teplotu vykurovacej vody, ktorá vyplýva z nastavenej ekvitermickej krivky avšak odchýlka teploty spôsobí paralelný posun ekvitermickej krivky ktorý závisí na:

- odchýlke požadovanej teploty priestoru a skutočnej teploty priestoru
- nastavenej strmosti ekvitermickej krivky

Tento typ riadenia sa hlavne používa v objektoch, v ktorých

- je jedna miestnosť vhodná ako referenčná pre snímanie teploty priestoru

3.10.3 Riadenie podľa vonkajšej teploty z vplyvom teploty priestoru

Podmienkou tohoto riadenia je :

- pripojené čidlo vonkajšej teploty
- pripojený priestorový prístroj

Riadiacimi veličinami pri tomto druhu riadenia sú

- geometrická vonkajšia teplota
- odchýlka požadovanej teploty priestoru od skutočnej teploty priestoru

Pomocou ekvitermickej krivky a geometrickej vonkajšej teploty je nastavovaná požadovaná teplota vykurovacej vody vo vykurovacom systéme a navyše každá odchýlka teploty v priestore má za následok paralelný posun ekvitermickej krivky. Vplyv teploty priestoru je závislý na :

- odchýlke medzi požadovanou teplotou priestoru a skutočnou teplotou priestoru

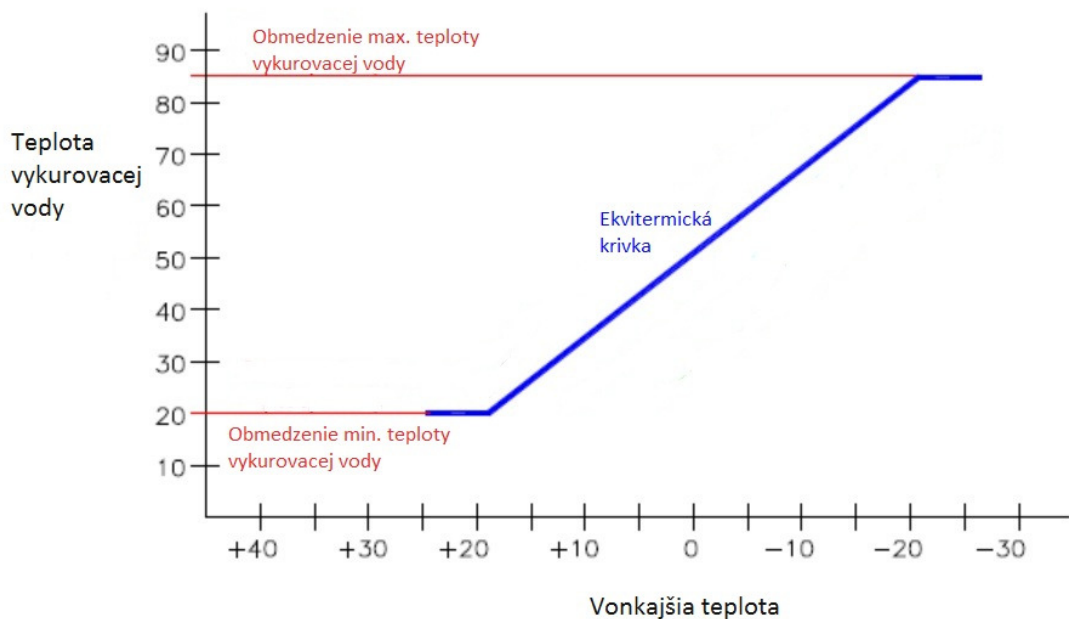
- nastavenou ekvitermickou krivkou
- nastavením vplyvu priestoru

Tento typ riadenia sa hlavne používa v objektoch v ktorých:

- sa používa viacero miestností súčasne
- ako referenčná miestnosť pre snímanie teploty priestoru je vhodná jedna miestnosť vo vykurovanom objekte

3.11 Nastavenie maximálnej a minimálnej teploty vykurovacej vody

- Nastavenie maximálnej teploty vykurovacej vody - obmedzí teplotu vody, ktorá vchádza do vykurovacieho okruhu, po dosiahnutí obmedzenia je priebeh ekvitermickej krivky horizontálny a to znamená, že požadovaná teplota vykurovacej vody nemôže prekročiť túto nastavenú maximálnu hodnotu. Nastavenie maximálnej teploty vykurovacej vody je nutné ak má byť aktívna ochrana regulátora pred prehriatím vykurovacieho okruhu.
- Nastavenie minimálnej teploty vykurovacej vody – hodnota tohto obmedzenia môže ležať medzi hodnotou, ktorá je naprogramovaná od výrobcu a maximálnym obmedzením. Tak ako pri obmedzení maximálnej teploty vykurovacej vody je po dosiahnutí tohoto obmedzenia priebeh ekvitermickej krivky horizontálny a teplota vykurovacej vody nemôže klesnúť pod túto hranicu.



Obrázok 19: Priebeh obmedzenia na maximálnu a minimálnu teplotu

3.12 Optimalizácia

Pod pojmom optimalizácia sa rozumie automatický posun času zapnutia alebo vypnutia vykurovania a tým zvýšenie alebo zníženie teploty priestoru a to za účelom dosiahnutia úspory energie. Zapnutie vykurovania a taktiež jeho vypnutie je volené tak, aby bola zaručená požadovaná teplota priestoru a zároveň sa spotrebovalo čo najmenšie množstvo energie.

Pri optimalizácii regulátory používajú skutočnú teplotu priestoru, ktorú získajú pomocou čidla teploty priestoru alebo priestorového modelu a vonkajšiu teplotu získajú pomocou čidla vonkajšej teploty.

- S čidlom teploty priestoru – dosahuje sa optimálny odhad zapnutia a vypnutia vykurovania. K optimálnemu určeniu času zapnutia a vypnutia je potrebná ekvitermická krivka a taktiež je nutné neustále snímať vnútornú a vonkajšiu teplotu pomocou inštalovaných čidiel. Takto optimalizácia môže zistiť a zohľadniť zmeny teploty v objekte. Podľa nameraných hodnôt sa priebežne upravuje predbežný posun spínacieho bodu.

- Podľa priestorového modelu to znamená bez zapojeného čidla teploty priestoru - pracuje optimalizácia podľa maximálnej doby prvého vykurovacieho cyklu dňa a priestorového modelu s pevnými hodnotami.

Ďalšie doplnkové funkcie moderných regulátorov, ktoré majú zabrániť zbytočnému plytvaniu teplom:

- Denná vykurovacia hranica – zapína alebo vypína vykurovanie podľa priebehu vonkajšej teploty a zabraňuje okamžitým reakciám na kolísanie vonkajšej teploty počas dňa. Je aktívna predovšetkým počas prechodných období ako je jar a jeseň.
- Rýchle zakúrenie – pri prepnutí z útlmovej teploty na komfortnú teplotu je táto teplota rýchlejšie dosiahnutá. Počas rýchleho zakúrenia je požadovaná teplota priestoru zvýšená o nastavenú hodnotu, toto zvýšenie vedie ku kratšej dobe zakúrenia.
- Rýchli útlm – čerpadlo vykurovacieho okruhu sa vypne a pokiaľ je to zmiešavací okruh, tak je uzavretý aj zmiešavací ventil.
- Zvýšenie útlmovej teploty – sa využíva pri objektoch z malou rezervou výkonu, nízkoenergetické domy. Týmto zvýšením sa zabraňuje veľkému poklesu teploty priestoru počas útlmu pri klesajúcich vonkajších teplotách, skráti sa doba zakúrenia.
- Minimálna teplota spätnej vody – nám umožňuje zvýšiť teplotu spätnej vody kotla a tak zabrániť nízkoteplotnej korózií zo strany kondenzujúcich spalín. Pri moderných kondenzačných kotloch, ktoré využívajú kondenzačné teplo spalín sa táto funkcia nepoužíva, pretože je u nich žiadúca nízka teplota spätnej vody z dôvodu maximálnej účinnosti.
- Blokovanie opakovaného zapnutia, cyklovania – zabraňuje častému zapínaniu zdroju tepla a dosiahneme tak dlhší a stabilnejší chod. Až po uplynutí nastavenej doby je zdroj tepla možno opätovne zapnúť.
- Obmedzenie nárastu teploty nábehovej vody reguluje nárast žiadanej teploty vody za jednotku času. Toto nastavenie má za úlohu :
 - zabrániť tvorbe hluku pri nahrievaní systému

- chrániť objekty a materiály citlivé na rýchly nárast teploty
- zabrániť preťaženiu zdroja tepla

3.13 Protimrazová ochrana objektu

Protimrazová ochrana objektu má za úlohu chrániť objekt pred príliš nízkou teplotou, ktorá by mohla napáchať veľké škody na ňom alebo na jeho vykurovacom systéme. Pokiaľ sa prekročí požadovaná teplota protimrazovej ochrany, tak začne regulátor vykurovať na túto teplotu. Protimrazová ochrana objektu je aktívna ak je regulátor a zdroj tepla v pohotovostnom režime, to znamená pod napätím. Požadovanú teplotu protimrazovej ochrany je možné v regulátore nastaviť. Pri niektorých regulátoroch nie je k dispozícii protimrazová ochrana objektu, ale protimrazová ochrana vykurovacieho systému, túto funkciu nie je možné pri nastavovaní regulátorov vypnúť.

- Pri zapojenom čidle teploty priestoru, regulátor porovnáva teplotu priestoru s nastavenou požadovanou teplotou protimrazovej ochrany. Pokiaľ teplota priestoru klesne pod nastavenú požadovanú teplotu, tak regulátor zapne čerpadlo vykurovacieho okruhu, prípadne zdroj tepla, a upraví tak teplotu vykurovacej vody.
- Ak nie je zapojené čidlo teploty priestoru, tak regulátor určuje z teploty vykurovacej vody ekvivalent teploty priestoru. Pokiaľ tento ekvivalent klesne pod nastavenú požadovanú teplotu, tak regulátor zapne čerpadlo vykurovacieho okruhu, prípadne zdroj tepla, a upraví teplotu vykurovacej vody tak, aby sa hodnota ekvivalentu dostala nad požadovanú teplotu protimrazovej ochrany.

3.14 Ochranné funkcie regulátorov

Ochranné funkcie regulátorov sú veľmi dôležité pre správne fungovanie celého vykurovacieho systému a chránia ho aj počas dlhodobého prepnutia do pohotovostného režimu. Medzi tieto funkcie patrí:

- Ochrana pred zatuhnutím čerpadiel – čerpadla sa zapínajú vždy v určitý deň v určitej hodine na prednastavený čas. Ak systém obsahuje viac čerpadiel, tak nie sú všetky spustené v tom istom čase, ale postupne z určitými prestávkami. Funkcia ochranného zapínania je neustále aktívna a môže byť prerušená regulačnými signálmi.

- Ochrana pred zatuhnutím ventilov – táto ochranná funkcia ventilov sa aktivuje väčšinou po dobehu ochrannej funkcie čerpadiel. Pohony zmiešavačov sa aktivujú tak ako pri ochrannej funkcii čerpadiel, postupne na určitý čas, to znamená že sa naplno otvoria. Regulátor po určitom prednastavenom čase vyšle signál a zmiešavače sa opäť uzavrujú. Aj táto funkcia môže byť prerušená regulačnými signálmi.
- Ochrana pred prehriatím vykurovacieho okruhu – vypnutie čerpadla slúži ako ochrana proti prehriatiu vykurovacieho okruhu. Táto ochranná funkcia je podmienená nastavením maximálnej teploty vody vo vykurovacom okruhu. Ak teplota vykurovacej vody prekročí nastavenú hodnotu maximálnej vykurovacej vody, tak sa čerpadlo vypne. Čerpadlo sa opäť zapne pri poklese teploty vykurovacej vody pod hodnotu obmedzenia.

3.15 Ovládanie zmiešavacích ventilov vykurovacích okruhov

Ak sa aktuálna teplota vykurovacej vody líši od požadovanej teploty, tak regulátor túto odchýlku koriguje postupným prestavovaním zmiešavacieho ventilu vykurovacieho okruhu. Regulátor riadi elektromotorický alebo elektrohydraulický servopohon.

3.16 Príprava TUV

Podľa výkonu primárneho okruhu vykurovacej sústavy je možné v čase prípravy TUV obmedziť predávaný výkon do vykurovacích okruhov, to znamená že príprava TUV má prednosť pred vykurovaním. Regulátory umožňujú nastavenie rôznych druhov prednosti :

- Absolútna prednosť – počas prípravy TUV je vykurovací okruh zablokovaný to znamená, že v čase prípravy TUV nie je zásobovaný žiadnym teplom.
- Kľzavá prednosť – pokiaľ nie je dostatok tepla na prípravu TUV tak je vykurovací okruh počas prípravy TUV priškrtený.
- Žiadna prednosť (paralelná prevádzka) – vykurovacie okruhy nie sú počas prípravy TUV obmedzené, to znamená že príprava TUV nemá žiadny vplyv na vykurovacie okruhy. Počas prípravy TUV môže byť primárny okruh zásobovaný príliš teplou vodou. Na túto skutočnosť je nutné brať ohľad a nastaviť ochranu proti prehriatiu vykurovacieho okruhu hlavne pri podlahovom vykurovaní. Pri

zmiešavacích vykurovacích okruhoch regulátor teplotu vykurovacej vody upraví priškrtením zmiešavacieho ventilu. Ak je kotol a zmiešavací vykurovací okruh dimenzovaný na hranici výkonu, tak sa môže stať, že pri väčšej záťaži nebude dosiahnutá požadovaná teplota TUV, pretože príliš mnoho tepla je odovzdávané do vykurovacieho okruhu.

Z dôvodu zabránenia prehriatia okruhu TUV sa nastavuje dobeh nabíjacieho čerpadla, ktorý však môže byť prerušený ochranou proti vybitiu TUV.

Tak ako pri vykurovacích okruhoch aj okruh TUV je protimrazovo chránený. Ak teplota TUV klesne pod nastavenú teplotu, protimrazová ochrana sa aktivuje automaticky. Je totiž nezávislá na druhu prevádzky.

Ak je pri príprave TUV použitý zásobník, tak je možnosť využívať takzvanú LEGIONELNU FUNKCIU regulátora, ktorá ničí baktériu legionely v zásobníku priodickým zahrievaním TUV na vyššiu teplotu. Požadovaná legionelná teplota nie je obmedzená maximálnou požadovanou teplotou.

Je tiež možné obmedziť dobu nabíjania TUV tak, aby bol vykurovací okruh dostatočne zásobený teplom aj keď príprava TUV ešte neskončila.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH VÝKUROVANIA RODINNÉHO DOMU

Pri navrhovaní obytných objektov ako sú rodinné domy, bytové domy a podobne, je potrebné zaistiť požadovaný stav vnútorného prostredia. Tieto funkčné požiadavky sú dané normou ČSN 730540 Tepelná ochrana budov. Dodržiavanie týchto požiadaviek zaistí v budovách tepelnú pohodu osôb, nízku spotrebu energií, požadovaný stav vnútorného prostredia a taktiež prevenciu tepelne technických porúch.

4.1 Tepelné straty objektu

Norma ČSN 060210 Výpočet tepelných strát budov pri ústrednom vykurovaní stanovuje potrebu tepla, takzvaný tepelný tok (výkon), potrebný pre vykurovanie miestností alebo budov. Tepelný tok sa vlastne rovná celkovej tepelnej strate budovy vypočítanej podľa vyššie uvedenej normy. Norma stanovuje tepelné straty pre najnižšiu vonkajšiu teplotu vzduchu v danej oblasti, pre Zlín a okolie je táto teplota $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tiež umožňuje takzvaným skráteným spôsobom (pre projekčné účely) stanovenie orientačných tepelných strát objektu, výpočet tepelných strát len z vonkajšieho ochladzovaného obvodového plášťa objektu.

$$Q_{\text{pribl.}} = q \cdot V \cdot (t_{\text{is}} - t_e) \cdot 10^{-3}$$

V obostavaný priestor rodinného domu [m^3],

q tepelná charakteristika objektu [$\text{W}/\text{m}^3\text{K}$], merná potreba tepla pre vykúrenie
1 m^3 zastavaného priestoru pri rozdielne teplôt vo vnútri a vonku objektu 1 K,

t_{is} priemerná vnútorná teplota v objekte [$^{\circ}\text{C}$]

t_e výpočtová vonkajšia teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$].

4.1.1 Podklady pre výpočet tepelných strát

Výpočet veľkosti tepelných strát miestnosti a celého objektu podľa normy ČSN 060210, je podmienkou pre návrh tepelného výkonu vykurovacej sústavy a obmedzuje poddimenzovanie alebo predimenzovanie vykurovacej sústavy. Čo všetko má vplyv na výpočet teplotnej straty objektu:

- stavebné výkresy domu (pôdorysy, rezy) s rozmermi miestností, stien a otvorov

- orientácia objektu k svetovým stranám
- začlenenie budovy do zástavby
- zaradenie do teplotnej oblasti a nadmorská výška
- údaje o konštrukcií stien, okien, dverí, podláh, stropov a striech
- využitie miestnosti
- určiť teploty v jednotlivých vykurovaných miestnostiach

4.1.2 Stavebné výkresy domu

Prílohy P I, P II a P III obsahujú stavebné výkresy domu ktoré boli nezbytné nutné pri návrhu vykurovacieho systému rodinného domu. Výkresy v merítke 1:50 zobrazujú presné polohy miestnosti a rozmery miestnosti, ich označenie, použité materiály a orientáciu domu k svetovým stranám. Do výkresov bolo doplnené umiestnenie zdroja tepla, zásobníka TUV, snímača vonkajšej teploty a priestorového prístroja v referenčnej miestnosti číslo 1.07 (obývacia izba + jedáleň).

4.2 Tlaková strata vykurovacej sústavy

Pre správny výber obehových čerpadiel vykurovacích okruhov a správneho vyváženia celej vykurovacej sústavy je potrebné vypočítať celkové tlakové straty v sústave. Tlaková strata v sústave sa vzťahuje k produkcii tepla, rozvodnému systému a k spotrebe tepla. Celková tlaková strata vykurovacieho systému je súčtom tlakových strát v potrubí a v jednotlivých odporoch (tvarovky, ventily):

$$\Delta p = \Delta p_p + \Delta p_o \quad \Delta p_p = \sum \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \xi_p \quad \Delta p_o = \sum \frac{1}{2} \cdot \xi_r \cdot \rho \cdot v^2$$

Δp celková strata

Δp_p strata v potrubí

Δp_o strata v odporoch

ρ hustota vykurovacieho média

v rýchlosť prietoku v potrubí

ξ_p súčiniteľ trenia pre priamo vedené vetvy potrubí

ξ súčiniteľ trenia pre jednotlivé odpory

Tlakové straty ostatných komponentov vykurovacej sústavy ako sú radiátory, kotle, ventily a podobne uvádzajú výrobcovia v ich dokumentácií.

Údaje o celkovej tlakovej strate vykurovacej sústavy sa použijú pre vytvorenie charakteristickej krivky sústavy a tá ukazuje vzťah medzi prietokom a tlakovou stratou tejto sústavy.

K výberu a dimenzovaniu čerpadla sa používajú charakteristické krivka sústavy a čerpadla. V priesečníku týchto kriviek je predpokladaný prevádzkový bod čerpadla. Čerpadlo by sa malo vybrať tak, aby prevádzkový bod čerpadla ležal v strednej tretine jeho charakteristickej krivky, pretože v tomto rozsahu pracuje čerpadlo optimálne.

4.3 Návrh ústredného vykurovania domu

Tepelné straty domu boli vypočítané podľa ČSN 060210 pre nechránenú krajinu s najnižšou vonkajšou teplotou -15 °C . Vykurovací systém je rozdelený na okruh pre vykurovacie teleso s núteným obehom vykurovacej vody pri tepelnom spáde $80/60\text{ °C}$ a nízkoteplotným teplovodným s núteným obehom vykurovacej vody pri tepelnom spáde $50/35\text{ °C}$.

Ako ekvitermická regulácia bola zvolená ekvitermická regulácia s korekciou na referenčnú teplotu. Je vhodnejšia pre rodinné domy, pretože nielenže zabezpečuje rovnováhu medzi dodávaným tepelným výkonom do vykurovacieho priestoru a tepelnou stratou domu, ale aj navyše zabezpečí kompenzáciu ostatných tepelných ziskov alebo strát vo vykurovanom priestore. Pri tomto type regulácie je potrebné inštalovať vonkajšie a vnútorné teplotné snímače. Pomocou hodnoty nameranej vonkajším čidlom bude vypočítaná teplota vykurovacej vody pre daný okruh a pomocou hodnoty nameranej vnútorným čidlom bude vypočítaný paralelný posun vykurovacej krivky tak, aby bola zohľadnená vnútorná teplota priestoru.

4.3.1 Technické údaje

- Tepelná strata objektu 22 000 W
- Výkon podlahového vykurovania 8 200 W

- Výkon vykurovacích telies 13 800 W
- Výkon kotla 25 000 W

4.3.2 Zdroj tepla

Ako zdrojom tepla bol navrhnutý nástenný plynový kondenzačný kotol s menovitým modulačným výkonom 5,3 - 25 kW. Umiestnený bude v garáži na stene. Ako doplnková expanzná nádoba bola navrhnutá nádoba s membránou o objeme 12 l. Zdroj tepla bude regulovaný základným ktorý bude namontovaný priamo do kotla. Kotol bude napájaný 230V.

4.3.3 Vysokoteplotný okruh

Na vysokoteplotnom okruhu bolo navrhnuté obehové čerpadlo riadené základným prístrojom s týždenným programom. Vykurovací okruh bol navrhnutý ako dvojtrubkový a od kotla je vedené medené potrubie (v tepelnej izolácií) k jednotlivým vykurovacím telesám drážkami v múroch a v podlahe. Vykurovacie doskové telesa budú osadené termostatickými ventilmi (s možnosťou uzavretia telesa). Budú sa nachádzať vo všetkých miestnostiach okrem kúpeľní a garáže. V kúpeľniach ako dodatočné vykurovacie teleso bol navrhnutý vykurovací rebrík s možnosťou osadenia elektrického vykurovacieho telesa.

Všetko potrubie, mimo prípojok vykurovacích telies v obytných miestnostiach, bude opatrené tepelnou izoláciou z dôvodu maximálneho obmedzenia tepelných strát v okruhu.

4.3.4 Nízkoteplotný okruh pre podlahové vykurovaní

Podlahové vykurovanie bolo navrhnuté pre celé prízemie okrem garáže a pracovne. V podkroví bolo navrhnuté len pre kúpeľňu a záchod. Na nízkoteplotný okruh bude pripojený rozdeľovač podlahového vykurovania. Vykurovací systém sa skladá s rozdeľovača podlahového vykurovania, vykurovacích trubiek, systémových dosiek a okrajovej dilatačnej pásky.

4.3.5 Základný prístroj

Ako základný prístroj bol zvolený ekvitermický regulačný prístroj RVS53.x83 s možnosťou regulácie podľa vnútornej teploty určený pre priamu montáž do kotla

s jedným analógovým, dvoma digitálnymi vstupmi a siedmimi vstupmi na pripojenie snímačov teploty. Komunikačné rozhranie prístroja je BSB s maximálnou dĺžkou káblu 200m (základný prístroj/periférny prístroj). Základný prístroj bude umiestnený v garáži vedľa plynového kondenzačného kotla a bude k nemu pripojený priestorový prístroj so snímačom vnútornej teploty, snímač vonkajšej teploty, snímače teploty vykurovacej vody vo vysokoteplotnom a nízokoteplotnom okruhu, snímač teploty TUV, servopohony zmiešavacích ventilov, cirkulačné a obehové čerpadlá. Prístroj je napájaný 230V.

4.3.6 Priestorový prístroj so snímačom vnútornej teploty

Ako priestorový prístroj so snímačom vnútornej teploty a prepínačom prevádzkových režimov bol navrhnutý QAA75 s meracím rozsahom 0....50°C. Prístroj bude napájaný pomocou BSB-W rozhrania a bude umiestnený v referenčnej miestnosti (obývacia izba + jedáleň) vo asi výške 1,5 metra tak aby:

- naň nesvietilo slnko
- nebol v jeho blízkosti zdroj tepla alebo chladu (lampa, dymovod, dvere vedúce do nevykúrenej miestnosti a podobne)
- nebol umiestnený na vonkajšej stene (má nižšiu teplotu ako steny vnútorné)

Ak sa nedodržia vyššie uvedené podmienky, tak snímač bude dodávať skreslené údaje, ktoré majú vplyv na určenie teploty vykurovacej vody a dom bude prekurovaný alebo nebude vykúrený dostatočne, čo môže viesť k ručnému zásahu a zbytočnému plytvaniu energiou.

Pripojený k základnému prístroju pomocou medeného kábla $2 \times 0,6 \text{ mm}^2$ pomocou rozhranič BSB-W s maximálnou dĺžkou 200m.

4.3.7 Termostatická hlavica

Ako termostatická hlavica bola navrhnutá RTN51 bez externého zdroja napätia, kvapalinovým snímačom s rýchlou reakciou na zmeny teploty. Ventil je možné celkom uzavrieť. Rozsah nastavovaných teplôt je 12....28°C, ochrana proti zamrznutiu pri teplote 8°C. Okrem referenčnej miestnosti budú umiestnené na každom vykurovacom telese v objekte tak, aby bolo možné dodatočne regulovať teplotu v ostatných miestnostiach.

4.3.8 Snímač vonkajšej teploty

Snímač vonkajšej teploty QAC21, s meracím prvkom LG-Ni 1 000 Ω pri 0°C, s meracím rozsahom -50...70°C a časovej konštante 14min. bude umiestnený na obvodovom plášti budovy vo výške prvého poschodia minimálne 2,5m nad zemou, na severozápadnej stene domu tak, aby nebol ovplyvňovaný slnečným žiarením počas dňa a nie v blízkosti okna pracovne, aby nebol ovplyvňovaný únikom tepla cez toto okno. Pripojený k základnému prístroju bude pomocou medeného kábla 2 \times 0,6mm² o maximálnej dĺžke 20m.

4.3.9 Príložný snímač teploty vykurovacej vody

Snímač teploty QAD21/201 s meracím prvkom LG-Ni 1 000 Ω pri 0°C s meracím rozsahom -30...130°C a časovej konštante 2s bude umiestnený bezprostredne za čerpadlom vykurovacích okruhov, ktoré sa budú nachádzať za zmiešavacím ventilom v nábehu okruhu tak, aby bolo dopravné oneskorenie čo najmenšie a upevnený na vyleštený kovový povrch tak, aby bol zabezpečený správny prenos teploty. Pripojený k základnému prístroju bude pomocou medeného kábla 2 \times 0,6mm² o maximálnej dĺžke 20m.

4.3.10 Snímač teploty TUV

Snímač teploty QAZ21,5120 s meracím prvkom LG-Ni 1 000 Ω pri 0°C s meracím rozsahom 0...130°C a časovej konštante 30s. Snímač sa skladá z meracej vložky, priemer 6mm a dĺžke 40mm, meracieho snímača a pripojovacieho kábla. K základnému prístroju bude pripojené pomocou medeného kábla 2 \times 0,6mm² o maximálnej dĺžke 20m.

4.3.11 Zmiešavací ventil so servopohonom

Ako zmiešavací ventil so servopohonom bol navrhnutý 3 cestný zmiešavací ventil SBI31 , ktorý bude umiestnený za vstupom do vykurovacieho okruhu, aby bolo možné pomocou neho regulovať teplotu vykurovacej vody vo vykurovacom okruhu. Ovládaný je 3-bodovým riadiacim signálom s dobou priebehu 135s a uhlom natočenia 90°. Obsahuje prepínač automatického a ručného chodu. Napájanie je 230V.

4.3.12 Obehové čerpadlo

Ako obehové čerpadlá vykurovacích okruhov a nabíjanie TUV boli navrhnuté čerpadlá ALPHA2 25-40, napájané 230V, príkonom 5-22W, maximálny prietok $2,4\text{ m}^3/h$ a maximálnou dopravnou výškou 4m. Budú pripojené a ovládané základným prístrojom.

Umiestnenie čerpadiel:

- Vykurovacieho okruhu – za zmiešavacím ventilom vykurovacieho okruhu tak, aby bol zabezpečený nútený obeh vykurovacej vody v okruhu. Pri použití čerpadla s elektronicky riadenými otáčkami nie je nevyhnutné inštalovať prepúšťací ventil vo vykurovacom okruhu medzi vstupnou a výstupnou vetvou.
- Nabíjania TUV – za pripojením ku primárnemu okruhu.

4.3.13 Cirkulačné čerpadlo TUV

Ako cirkulačné čerpadlo TUV bolo navrhnuté čerpadlo Z 25/6, napájané 230V, maximálnym prietokom $5,3\text{ m}^3/h$ a maximálnou dopravnou výškou 6m. Čerpadlo bude umiestnené na výstupe zo zásobníka TUV a bude zabezpečovať nútený obeh TUV v okruhu.

4.3.14 TUV

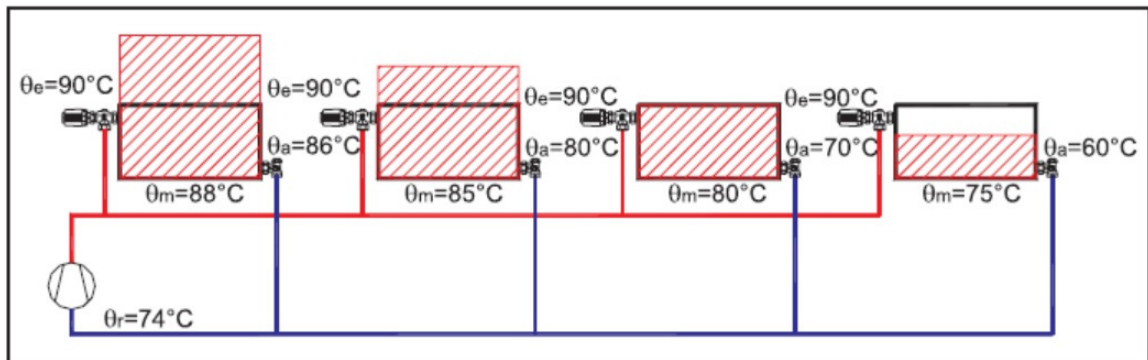
Pre prípravu TUV bol navrhnutý zásobník v stojacom prevedení o objeme 200 l a umiestnený v garáži vedľa plynového kotla. Zásobník bude pripojený ako samostatný okruh s nabíjacím a cirkulačným čerpadlom.

4.3.15 Navrhnuté hydraulické a elektrické schéma zapojenia vykurovacieho systému

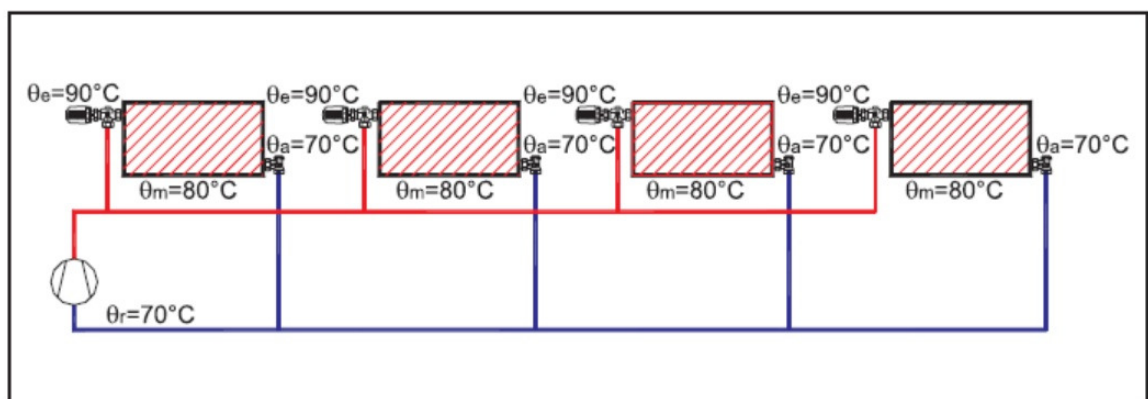
Príloha P IV zobrazuje navrhnutú hydraulickú schému vykurovacieho systému domu v ktorej je vyobrazený vysokoteplotný a nízokoteplotný vykurovací okruh, nabíjací okruh a cirkulačný okruh TUV. Schéma taktiež obsahuje umiestnenie a elektrické zapojenie všetkých komponentov, ktoré vykurovací systém domu obsahuje.

4.4 Hydraulické vyváženie sústavy

Na správne a ekonomické fungovanie vykurovacieho systému vo vykurovanom objekte má veľký vplyv hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy, ktoré bude vykonané ako posledný úkon po montáži a tlakových skúškach tejto sústavy. Vykurovacie telesá sa vždy navrhujú pre rovnakú strednú teplotu vykurovacieho telesa a preto je nutné aj v praxi dosiahnuť túto teplotu a to tak, že sa priškrtia prietoky do vykurovacích telies s vyššou strednou teplotou napríklad pomocou prednastavenia ventilov vykurovacích telies. Ak z nejakého dôvodu nastanú zmeny vo vykurovacej sústave, ako napríklad výmena vykurovacieho telesa v niektorej miestnosti za väčšie, tak je nutné opäť hydraulicky vyvážiť vykurovací okruh na ktorom nastala zmena.



Obrázok 20: Vykurovacie telesá bez prednastavenia [1]



Obrázok 21: Správne prednastavené vykurovacie telesá [1]

θ_e vstupná teplota vykurovacej vody

θ_a výstupná teplota vykurovacej vody

θ_m stredná teplota vykurovacej vody

ZÁVER

Náklady na energiu v dnešnej dobe tvoria značnú časť výdajov každej domácnosti, takže je určite správne ak učiníme určité kroky, ktoré budú viesť k úsporám. Výberom správneho zariadenia a kvalitných komponentov, ktorých je v súčasnosti na trhu nepreberné množstvo, je možné to dosiahnuť.

Cieľom tejto bakalárskej práce bola literárna rešerš zameraná na ekvitermickú reguláciu a návrh vykurovacej sústavy rodinného domu. Všetko to bolo spracované podľa najmodernejších trendov v tomto obore.

V teoretickej časti bola opísaná ekvitermická regulácia klasická, s korekciou na referenčnú teplotu a s adaptívnou korekciou na referenčnú teplotu. Ďalej tam bol opísaný ekvitermický regulačný obvod, z čoho sa skladá, aké sú regulačné veličiny, čo je to ekvitermická krivka a určité nastavenia regulátorov.

V praktickej časti bol vypracovaný návrh vykurovacej sústavy pre dvojposchodový, voľne stojaci, stredne veľký rodinný dom. K tomuto návrhu bolo nutné poznať dispozíciu domu, to znamená aké veľké sú jednotlivé miestnosti a na čo sú určené. Bol navrhnutý dvojokruhový vykurovací systém a to vysokoteplotný, klasické radiátory, a nízkoteplotný, podlahové vykurovanie. V miestnostiach kde je inštalované podlahové vykurovanie je toto kombinované z klasickými radiátormi a to z dôvodu určitého oneskorenia podlahového vykurovania pri prechode z útlmovej na komfortnú teplotu.

ZÁVER V ANGLIČTINE

In present day prize of energy is a huge part of expenses in every household so it is definitely good if we make certain steps which will lead to savings. This is possible to achieve by choosing the right device and high – quality components, which are in present day attainable in many variants on the market.

Goal of this work was creation of literary background research bent on heating control of family house heating system.

In theoretic part was circumscribed classical heating control with correction on reference temperature and with adaptive correction on reference temperature. Followed by description of heating control circuit, its parts and what are control quantities. What is heating curve and some setups of controlers.

In the practical part was created a project of heating system for middle size family house with two floors, standing alone. For these project was necessary to know disposition of house, that means how big are rooms and what is purpose of these rooms. Also was designed two circuit heating system assembled from high temperature circuit – classical radiator and low temperature circuit – floor heating. In rooms with floor heating it is combined with radiators because of delay by switch over from damping to comfortable temperature.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] JAUSCHOWETZ, Rudolf. *Hydraulika Herz - srdce teplovodného vykurovania*. Wien : Herz Armaturen Ges.m.b.H, 2004. 208 s.
- [2] PITEĽ, Ján; MIŽÁK, Jozef. Ekvitermická regulácia s adaptívnou korekciou na referenčnú teplotu . *AUTOMA : časopis pro automatizační techniku* [online]. 2006 [cit. 2011-04-19]. Dostupné z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=31424>.
- [3] PITEĽ, Ján. Riadenie vykurovania nabáze ekvitermnej regulácie. *AT&P Journal*. 2004, 9, 3, s. 39-41. ISSN 1335-2237.
- [4] PITEĽ, J. – RIMÁR, M.: Model ekvitermickej regulácie vykurovania. *Automa*, 2003, roč. 9, č. 11. s. 20–22, ISSN 1210-9592.
- [5] Bašta, J.: *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2003. - 252 s., 209 obr., ISBN 80-01-02808-9.
- [6] HOLLAN, Jan. Vytápění s automatickou regulací . Dostupné z WWW: <http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/e_papers/topeni>.
- [7] *TZB-info* [online]. 2010 [cit. 2011-04-11].Dostupné z WWW: <www.tzb-info.cz>.
- [8] *Siemens - divize Building Technologies* [online]. 2010 [cit. 2011-05-19]. Siemens. Dostupné z WWW: <www.siemens.cz/siemjettest/cz/home/sibt/Main/index.jet >.
- [9] *Honeywell Malá regulace* [online]. 2010 [cit. 2011-05-20]. Honeywell. Dostupné z WWW: <www.honeywell.cz/home/index.htm>.
- [10] *Etatherm* [online]. 2010 [cit. 2011-04-25].Dostupné z WWW: <www.etatherm.cz>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

e	regulačná veličina
MF	merací snímač teploty
q	tepelná charakteristika objektu
$Q_{pribl.}$	približné tepelné straty
s	strmosť krivky
SA	servomotor
SG	regulačný orgán
SW	snímač vonkajšej teploty
t_e	výpočtová vonkajšia teplota vzduchu [°C]
t_{is}	priemerná vnútorná teplota v objekte [°C]
T_A	skutočná vonkajšia teplota
T_{AD}	tlmená vonkajšia teplota
T_{AM}	geometrická vonkajšia teplota
T_V	teplota vykurovacej vody
TC	regulátor teploty
TUV	teplá úžitková voda
v	rýchlosť prietoku v potrubí
V	Obostavaný priestor
w	radiaca veličina
WE	zdroj tepla
x	regulovaná veličina
y	akčná veličina
y_R	výstupná veličina regulátora

z	poruchová veličina
Δp	celková strata
Δp_o	strata v odporoch
Δp_p	strata v potrubí
θ_a	výstupná teplota vykurovacej vody
θ_e	vstupná teplota vykurovacej vody
θ_m	stredná teplota vykurovacej vody
ρ	hustota vykurovacieho média
Ω	odpor
ξ_r	súčiniteľ trenia pre jednotlivé odpory
ξ_p	súčiniteľ trenia pre priamo vedené vetvy potrubí

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Nepriama regulácia teploty prívodnej vody [1]	13
Obrázok 2: Priebeh pôsobenia v regulačnom obvode [1].....	13
Obrázok 3: Závislosť povrchovej teploty vykurovacieho telesa [1].....	15
Obrázok 4: Regulácia zmiešavaním [1].....	16
Obrázok 5: Škrtiaca krivka vykurovacieho telesa navrhnutá pre teplotný spád 90/70 [1]	17
Obrázok 6: Škrtiaca krivka vykurovacieho telesa navrhnutá pre teplotný spád 50/45 [1]	17
Obrázok 7: Princíp funkcie termostatického ventilu [1].....	19
Obrázok 8: Funkcia termostatického ventilu [1]	20
Obrázok 9: Mechanická a digitálna termohlavica [8].....	20
Obrázok 10: Mechanický priestorový termostat [7]	21
Obrázok 11: Digitálny priestorový termostat [7].....	22
Obrázok 12: Dotykový termostat [9]	22
Obrázok 13: Základný prístroj a obslužná jednotka [8].....	23
Obrázok 14: Priestorový prístroj [8].....	23
Obrázok 15: Umiestnenie priestorového prístroja [8]	28
Obrázok 16: Grafický priebeh skutočnej vonkajšej teploty (T_A), tlmenej vonkajšej teploty (T_{AD}) a geometrickej vonkajšej teploty (T_{AM}) [8]	31
Obrázok 17: Ekvitermické krivky [8].....	33
Obrázok 18: Paralelný posuv ekvitermickej krivky.....	34
Obrázok 19: Priebeh obmedzenia na maximálnu a minimálnu teplotu	38
Obrázok 20: Vykurovacie telesá bez prednastavenia [1].....	51
Obrázok 21: Správne prednastavené vykurovacie telesá [1]	51

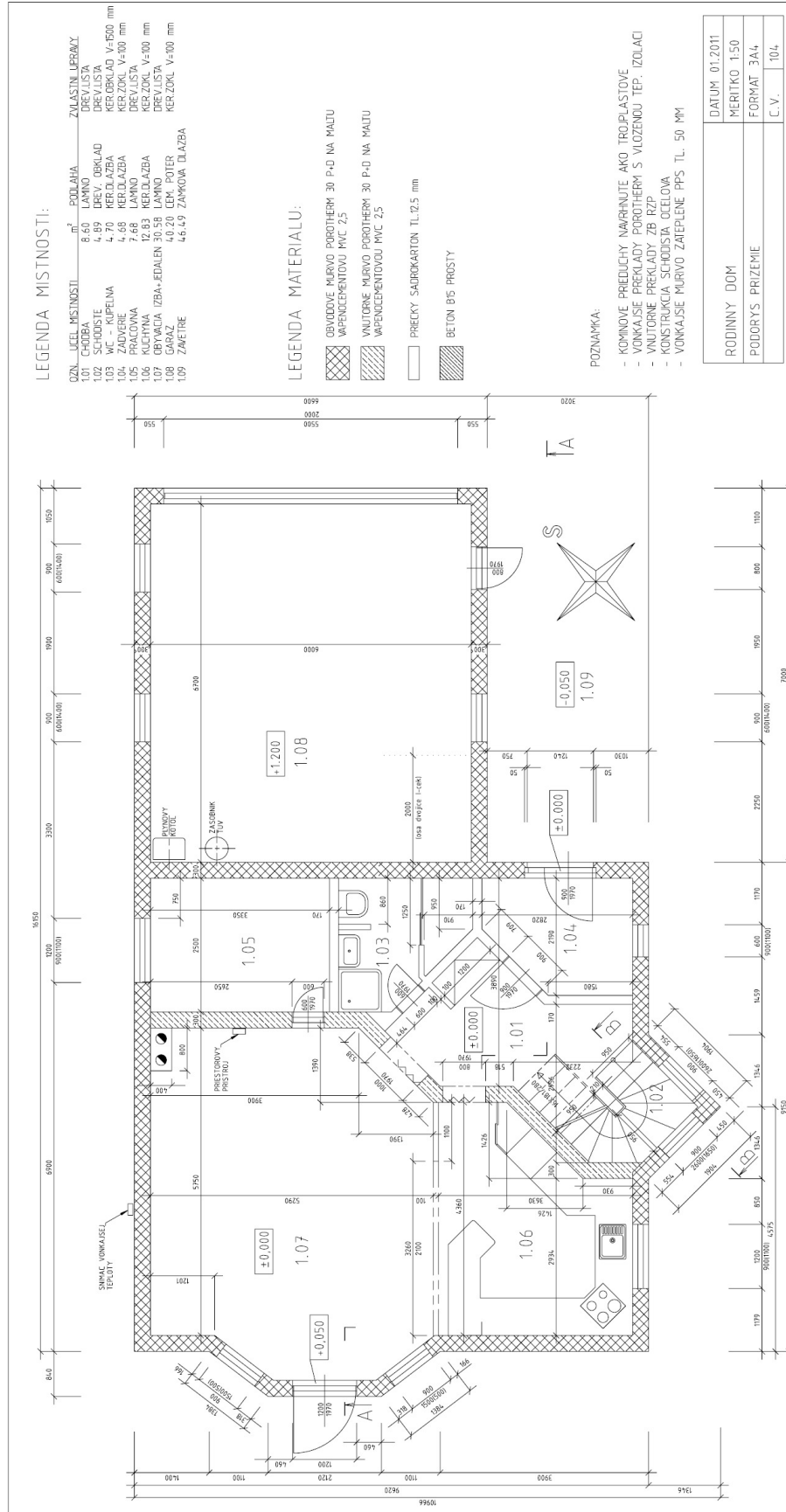
ZOZNAM TABULIEK

Tabulka 1: Umiestnenie snímača vonkajšej teploty v závislosti na polohe referenčnej miestnosti [1]	28
Tabulka 2: Podiel skutočnej a tlmenej vonkajšej teploty v závislosti na konštrukcii objektu [8]	31

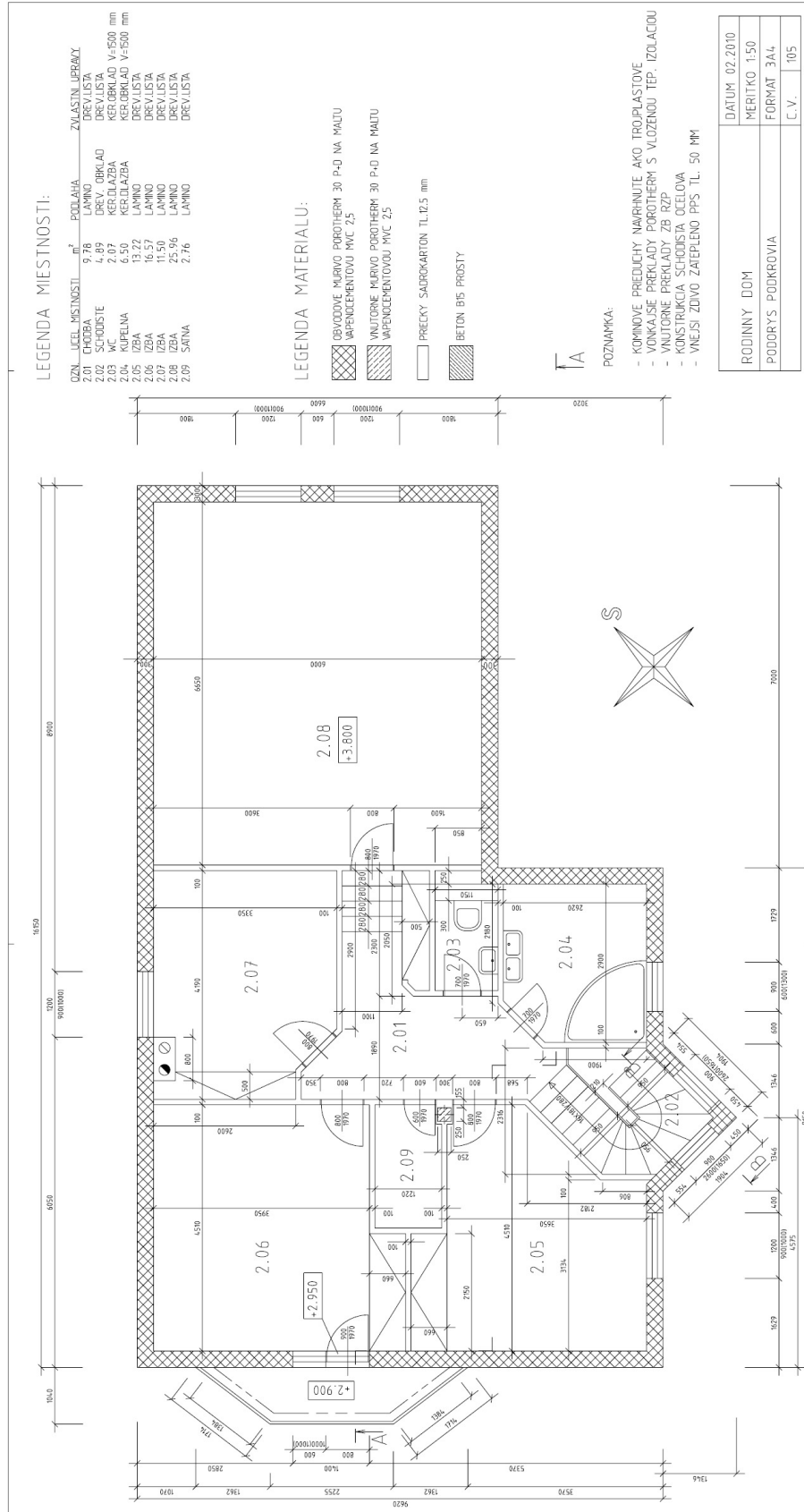
ZOZNAM PRÍLOH:

- P I Pôdorys prízemí
- P II Pôdorys podkrovia
- P III Rez domu
- P IV Hydraulická a elektrická schéma

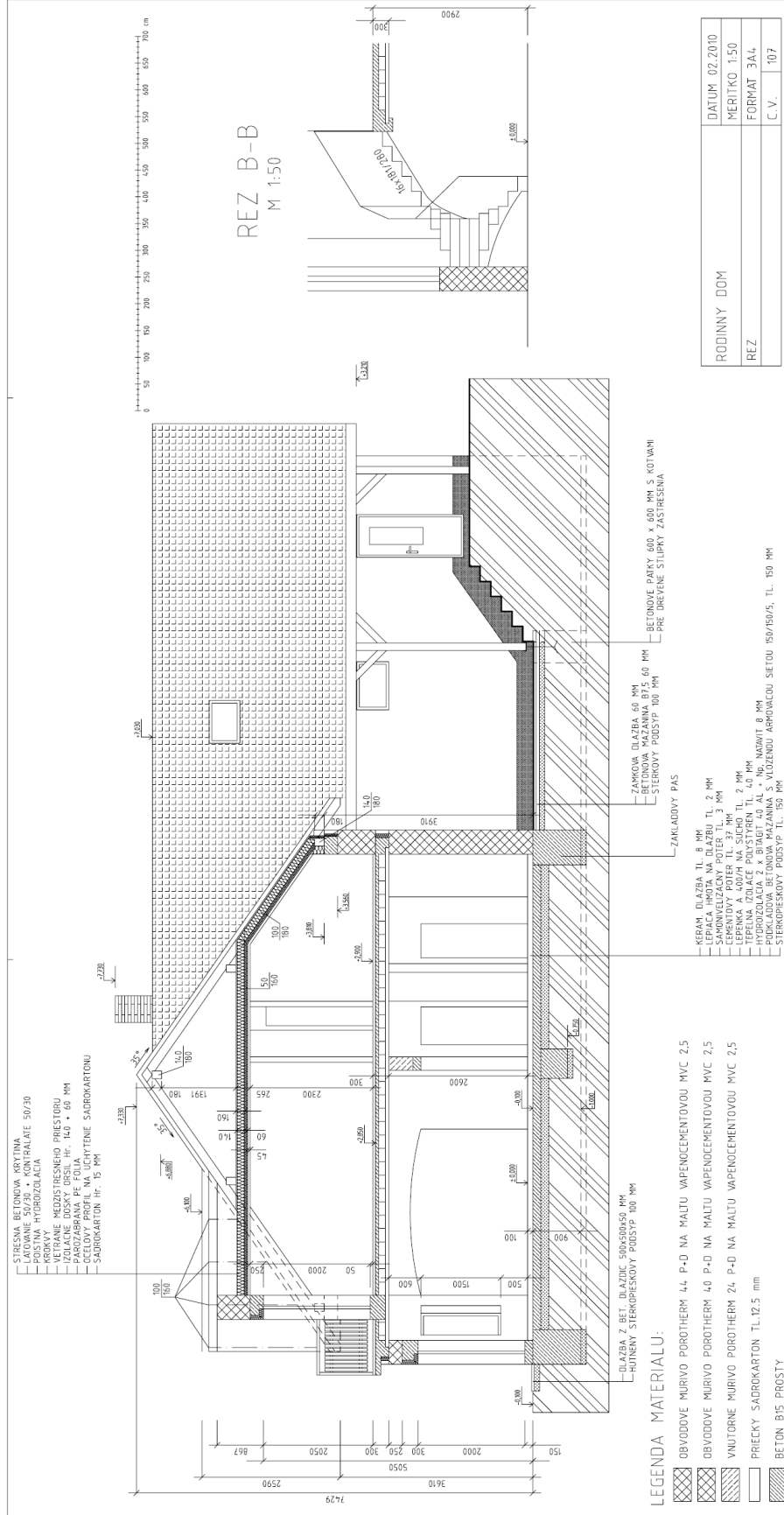
PRÍLOHA PI: PÔDORYS PRÍZEMIA



PRÍLOHA P II: PÔDORYS PODKROVIA



PRÍLOHA P III: REZ DOMU



PRÍLOHA P IV: HYDRAULICKÁ A ELEKTRICKÁ SCHÉMA

