

Predgovor

Ing. Mihal Piterka

Period između 1995 i 1997 bio je za sve nas veoma simptomatičan. Zahvaljujući tome stekli smo mnogo novog iskustva i razumeli hidrauliku u sistemima grejanja i snabdevanja toplotnom energijom.

Danas se oslanjamo na iskustvo stečeno na projektu Komarno na kome su i mnogi drugi radili. Mnogi naši prijatelji iz drugih građevinskih firmi, koji su stekli puno iskustva, danas obavljaju poslove mnogo lakše.

Izbor firme HERZ definitivno je prava odluka. Rešavanje problema tokom realizacije projekta u saradnji sa firmom Herz, obavljalo se sa najvišim stepenom profesionalnosti, odgovornosti i gotovosti.

U tom kontekstu, moram pomenuti imena svojih kolega inž. Vendelina Hozanka, inž. Danice Mislovičov, Emila Gašpara i inž. Jaroslava Polaka. Rad sa ovim kolegama bio je i ostao pre svega zadovoljstvo i stalno donosi nova saznanja.

Poseta sajmu Aquatherm u Beču i Pragu, u organizaciji kompanije Herz odrazila se u najvećoj meri na proširenje našeg stručnog znanja.

Potrošnja toplotne energije u našim kućama jedna je od najmanjih u Slovačkoj i Komunalno preduzeće "Komarno" predstavlja model u celoj oblasti. Ovakav uspeh, želim svim saradnicima kompanije Herz prilikom učešća u budućim projektima kao što je projekat Komarno.

Predgovor kompanije Herz

Poštvaní čitaoci,

Težište zahteva Herz amatura je doprinos povećanju udobnosti i zaštiti životne sredine, pomoću proizvoda bez zagadivača i tehnologije čuvanja energije. Poduhvat koji posebno potvrđuje impresivno postizanje ovih ciljeva je "Komarno" projekat sanacije, čiji izveštaj sa zaključcima trenutno držite u rukama.

Sredinom 90-tih godina započeta je saradnja u oblasti građevinarstva, u južnoslovačkom gradu Komarno sa velikom kampanjom sanacije stambenih objekata lamelnog tipa, sagrađenih u periodu između 1965 i 1975.

Cilj je bio povećanje oskudne udobnosti domova u oblasti, uz što je moguće niže finansijske troškove. Pre usvajanja projekta, razmotrene su različite varijante, kao što je dodavanje unutrašnje i spoljašnje izolacije, promena vrata i prozora ili pak, rekonstrukcija sistema za grejanje.

Nakon proračunavanja pojedinačnih rešenja, izabrana je varijanta termostatskog regulisanja postojećih panelnih radijatora i grejnih tela od livenog gvožđa i čelika. Na svako grejno telo dodatno je ugrađen isparivač za merenje potrošnje toplotne energije.

Dvocevni sistemi toplovoda ostali su neporomenjeni, ali su cevni vodovi dodatno opremljeni regulacionim ventilima i hidraulički izbalansirani.

Štednja energije primenom termostatskog regulisanja

U proleće 1995 je čerka firma kompanije HERZ - Herz Bratislava s.r.o. određena da izvrši rekonstrukciju sistema za grejanje u 92 objekta sa ukupno oko 4000 stanova. U svim stanovima postojeći ventili zamenjeni su HERZ termostatskim ventilima serije 90 i opremljeni termostatskim glavama 7260. U cilju obezbeđivanja tačnog snabdevanja toplotom, svaki objekat je opremljen HERZ regulacionim ventilima za usponske vodove STRÖMAX M.

Dalji projekti - realizacija i planiraniranje

Projekti slični poduhvatu u Komarnu planirani su i izvedeni sa HERZ-om širom Slovačke, na primer u gradovima Trnava, Skalica, Revuca, Pezinok, Malacki, Senec, Zvolen, Kosice i Bratislava. Pored toga, u budućnosti su planirane slične rekonstrukcije u Istočnoj Evropi i zemljama bivšeg Sovjetskog Saveza. Zamena armatura je u zavisnosti od tipa podnog grejanja i u opšem slučaju za klasičan uspenski jednocevni sistem grejanja, kao što je to slučaj u Slovačkoj tako i u Ukrajini, Rusiji i mnogim drugim zemljama, izvodljiv i smislen.

Dakle, u svim aspektima, relativno malim investiranjem moguće je postići uštedu energije i samim tim smanjenje troškova, povećanje kućnog komfora i očuvanje životne sredine.

Vaš,



Dr. Gerhard Glinzerer
Generalni menadžer

1	PREGLED REZULTATA	6
2	OPIS STUDIJE	8
3	UVOD.....	9
4	MESTO KOMARNO	10
4.1	Opšte informacije.....	10
4.1.1	Geografski podaci	10
4.2	Energetska situacija	11
4.2.1	Preduzeća za snabdevanje energijom.....	11
4.2.2	Maksimalna cena i cena nakon regulisanja.....	12
4.3	Meteorološki podaci.....	15
4.3.1	Kretanje spoljašnje temperature.....	16
4.3.2	Stepen - dani grejanja.....	18
5	KONSTRUKCIJA ZGRADA PRE RENOVIRANJA	21
5.1	Tipovi zgrada	21
5.1.1	Toplotni gubici.....	23
5.1.2	Poređenje sa austrijskim standardima.....	24
5.1.3	Arhitektonska rešenja stanova	25
5.2	Postojeći grejni sistem	26
5.2.1	Razlika između jednocevnog u dvocevnog sistema grejanja.....	27
5.2.1.1	Jednocevni sistem grejanja	27
5.2.1.2	Dvocevni sistem.....	27
6	OSNOVI REGULISANJA	30
6.1	Osnovni pojmovi.....	30
6.1.1	Toplotno opterećenje	30
6.1.2	Kv vrednost.....	31
6.1.3	Karakteristika ventila	33
6.1.4	Diferecijalni pritisak	33

6.2	Problem nebalansiranih instalacija	34
6.3	Svrha hidrauličke regulacije	34
6.4	Potrebne armature	34
6.4.1	Ventil za regulaciju usponskih vodova	34
6.4.2	Regulacioni termostatski ventil sa termostatskim glavama	35
6.4.2.1	Poređenje medijuma senzora	37
6.4.3	Diferencijalni pritisak i protok	39
6.4.4	Prestrujni ventil	41
7	REALIZACIJA PROJEKTA	43
7.1	Inventarisanje	43
7.2	Proračun grejne moći sistema	43
7.3	Hidrauličko dimenzionisanje	44
7.4	Izrada plana ugradnje	47
7.5	Izvršenje uradnje	48
7.6	Izvršenje regulacije	50
7.7	Ekonomска cena koštanja	52
8	MERENJE POTROŠNJE ENERGIJE.....	56
8.1	Merenje celokupne potrošnje energije u objektu	56
8.2	Merenje u stambenim jedinicama	57
8.2.1	Princip funkcionisanja	58
8.3	Određivanje ukupne iskorišćene količine toplove	60
8.3.1	Primer određivanja pre i posle	60
8.3.1.1	Raniji obračun	60
8.3.1.2	Sadašnji obračun	61
9	TUMAČENJE REZULTATA MERENJA.....	63
9.1	Osnove proračuna	63
9.2	Grafički prikaz	65
9.2.1	Moguće promene u ponašanju potrošača	68
10	POSLEDICE UŠTEDE ENERGIJE	68
10.1	Posledice na potrošače	69

10.1.1	Povećanje udobnosti	69
10.1.2	Finansijska ušteda	69
10.1.3	Period otplate investicije	73
10.2	Ekološki aspekt uštede energije	74
11	REZIME	78
11.1	Pregled rezultata.....	78
11.2	Pregled efekata.....	79
11.2.1	Pregled rezultata.....	79
12	LITERATURA.....	81

1 Pregled rezultata

U periodu od **1995** do **1997** godine mere sanacije sistema za grejanje, kojim upravlja komunalnom preduzeću "Komarno", sprovedene su u Slovačkom gradu Komarno u **92** objekta sa **3974** stambene jedinice.

Potrošnja energije je praćena tokom sanacije, i tokom tri godine od momenta izvršenja balansiranja sistema.

Hidrauličnim balansiranjem nakon implementacije HERZ regulacionih armatura i HERZ termostatskih ventila u postojeći sistem grejanja, ostvareno je:

**Ušteda energije od 27%.
8.024.000 kWh / god**

**Do 2000.-te godine ostvarena je ukupna
ušteda od približno 31.122.000 kWh, u
vrednosti od 780,000 Evra.**

**Emisija zagadivača je smanjena na
7.831 t CO₂
3.455 kg Nox (azotnih jedinjenja)**

Stanari su od tada po prvi put imali komfor daljinskog grejanja uz umanjene troškove.

Izvođenje radova je počelo u Julu 1995 i kompletirane su tri faze:

1995	23 Objekta	824 Stana	57.899 m ² WF	Kapitalna investicija	76.386 €
1996	50 Objekata	2.252 Stana	138.059 m ² WF	Kapitalna investicija	209.787 €
1997	19 Objekata	898 Stanova	53.385 m ² WF	Kapitalna investicija	91.827 €
Ukupno	92 Objekta	3.974 Stana	249.343 m²WF		378.000 €

95 € -Investicija po jednom stanu

2.249 kWh -Ušteda energije po stanu za godinu dana

59 € -Ušteda po stanu za godinu dana

Već nakon dve godine investicija je ostvarila uštedu u visini investiranih sredstava!

Prihvatanjem blagodeti povećanja komfora, navike stanara su se promenile, tako da je sobna temperatura povećana sa 20°C na 22°C i pritom je uštedeno čak

12.100.000 kWh godišnje.

Prema primeru Komarno u poslednjih par godina sanirano je oko **69.880** stanova u Slovačkoj.

Iz prethodno navedenog sledi da je ostvarena ušteda od **4.120.000 Evra** godišnje.

Godišnjom uštedom od **157.000.000 kWh** novih **25.000** domova može se snabdevati toplotom, bez potrebe za dodatnom energijom.

2 Opis Studije

U studiji je predstavljeno hidrauličko balansiranje i regulacija ventilima i termostatima u sistemima grejanja. Teorijske osnove kao i potrebne armature su dodatno objašnjene kako bi se obezbedilo razumevanje studije.

Studija je izvedena na primeru grada Komarno. U Komarnu su sistemi za grejanje opremljeni i regulisani neophodnim armaturama. Potrošnja energije je merena i beležena pre, za vreme i nakon sanacije.

Utvrđeno je koliko energije, a s tim i finansijskih sredstava može biti sačuvano odgovarajućom regulacijom sistema za grejanje. Trebalo je da se takvo renoviranje isplati brzo i krajnjem korisniku i investitoru. Ovo je takođe trebalo da bude uporedivo sa ostalim merama renoviranja kao što su izmena prozora ili dodatno poboljšanje toplotne izolacije.

Naravno, problem je razmotren i sa ekološkog aspekta. Zahvaljujući uštedi energije takođe je značajno smanjena potrošnja prirodnog gasa, čime je redukovana emisija zagađivača od strane elektrana i toplana

3 Uvod

1989 godine u Slovačkoj doneta je odluka da sistemi grejanja u svim zgradama moraju biti opremljeni termostatskim ventilima i termostatskim glavama, a da oprema mora biti propisno podešena.

Od 2. maja 1991, u Slovačkoj je uredbom Ministarstva privrede **Br. 206/91** o distribuciji i održavanju sistema daljinskog grejanja. Ovo je bila realizacija predloga zakona **89/1987** o proizvodnji, distribuciji i potrošnji toplotne energije.

Za ispunjenje potreba za opremom i regulacijom sistema za grejanje, **1991** godine raspisan je međunarodni tender od strane komunalnog preduzeća "**Komarno**" iz Komarna.

Na osnovu najboljeg odnosa između kvaliteta i cene, upravni odbor komunalnog preduzeća "**Komarno**" je u proleće **1995** odabrala kompaniju **HERZ s.r.o.** **Bratislava** za isporučivanje i ugradnju armatura potrebnih za balansiranje sistema i za nabavku kalorimetara, kao naboljeg ponuđača. Kompanija **HERZ** imala je ulogu glavnog ugovorača.

Za planiranje, instalaciju i podešavanje kompanija Herz je odredila inženjera Jaroslava Polaka, a firma T.A.P. određena je za izvođača radova.

4 Mesto Komarno

U ovom delu studije Geografski pregled situacije se odnosi na Slovačku, posebno na Komarno. Pored tehničkih, postojali su i sociološki aspekti problema realizacije projekta.

4.1 Opšte informacije

4.1.1 Geografski podaci

Grad Komarno se nalazi na jugu Slovačke, na granici sa Mađarskom. Na slici 1. je grad označen crvenom bojom.



Slika 1. Položaj grada Komarno

Oblast komarno prostire se duž leve obale Dunava, i donjim tokom Malog Dunava, Nitre i Žitave. Oblast se nalazi na nadmorskoj visini od **110** do **270** metara. Komarni nije samo najjužnija oblast već je i najniža tačka Republike Slovačke.



Slika 2. Pejsaž sa Komarna

Prikazani podaci se odnose na **2002.** godinu.

Komarno ima oko **15000** žitelja i gustina naseljenosti u Slovačkoj iznosi približno **110** stanovnika po km².

Prosečni lični dohodak u Slovačkoj iznosi **300 €**.

Kupovna moć iznosi približno **50%** prosečne kupovne moći u EU.

Stopa nezaposlenosti iznosi približno **18%**

4.2 Energetska situacija

4.2.1 Preduzeća za snabdevanje energijom

Komunalno preduzeće "**Komarno**" je vlasnik i ujedno ima pod svojom administracijom više od **5.500** stanova. Od toga **4263** stana u **99** zgrada se snabdeva toplotnom energijom, toplovodom od gasnih kotlova triju različitih distributera toplotne energije.

Struktura distributera toplotne energije za ove stanove je:

1. **Tekom - "Therm" s.r.o. Komarno** - snabdeva ukupno 86 objekata
2. **Bytový podnik Kolárovo**, - snabdeva 11 objekata
3. **Bytové hospodárstvo Hurbanovo** - snabdeva 2 objekta

4.2.2 Maksimalna cena i cena nakon regulisanja

Maksimalna cena grejanja:

Maksimalna cena grejanja je utvrđena od strane države. Distributeri energije ne mogu tražiti od domaćinstava više od maksimalne cene grejanja, bez obzira na visinu troškova proizvodnje energije.

Regulisana cena energije:

Regulisana cena energije sastoji se od dve takozvane "Ekonomski opravdane cene" (Unapred obračunati troškovi proizvodnje) plus adekvatan profit. Sada predlog za cenu, proizvođač energije mora sa ubedljivim argumentima uputiti Odboru za utvrđivanje cena.

Ovaj odbor proverava podatke i odlučuje da li će predlog biti odobren.

Kretanje cene energije

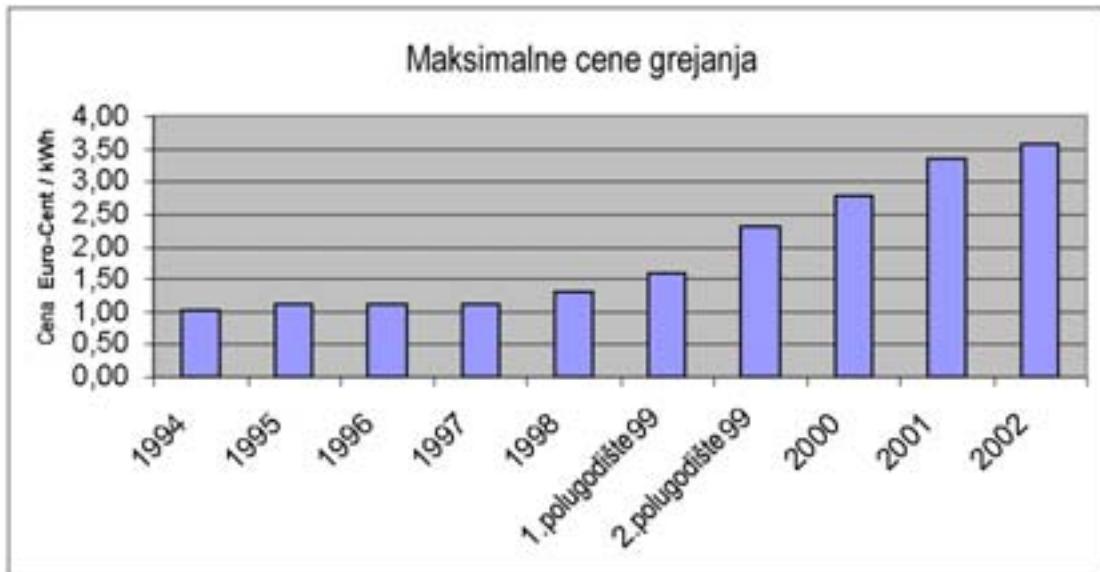
Do **1998** cene grejanja su održavane vladinim zakonom. Maksimalne utvrđene cene su bile daleko ispod regulisanih cena grejanja datih od proizvođača toplove. Razlika je bila pokrivana državnim subvencijama.

1998. godine održani su izbori u Slovačkoj. Na vlast je došla umerena desničarska koalicija (SDKU, KDH, SMK, SDL). To je uticalo na brz porast maksimalne cene, pri čemu su subvencije bilvale sve manje i manje. Konačno su **2000.** godine maksimalne cene prešle nivo regulisanih cena čime su potrošači morali samostalno snositi kompletne troškove. Tako su lični troškovi građana značajno porasli.

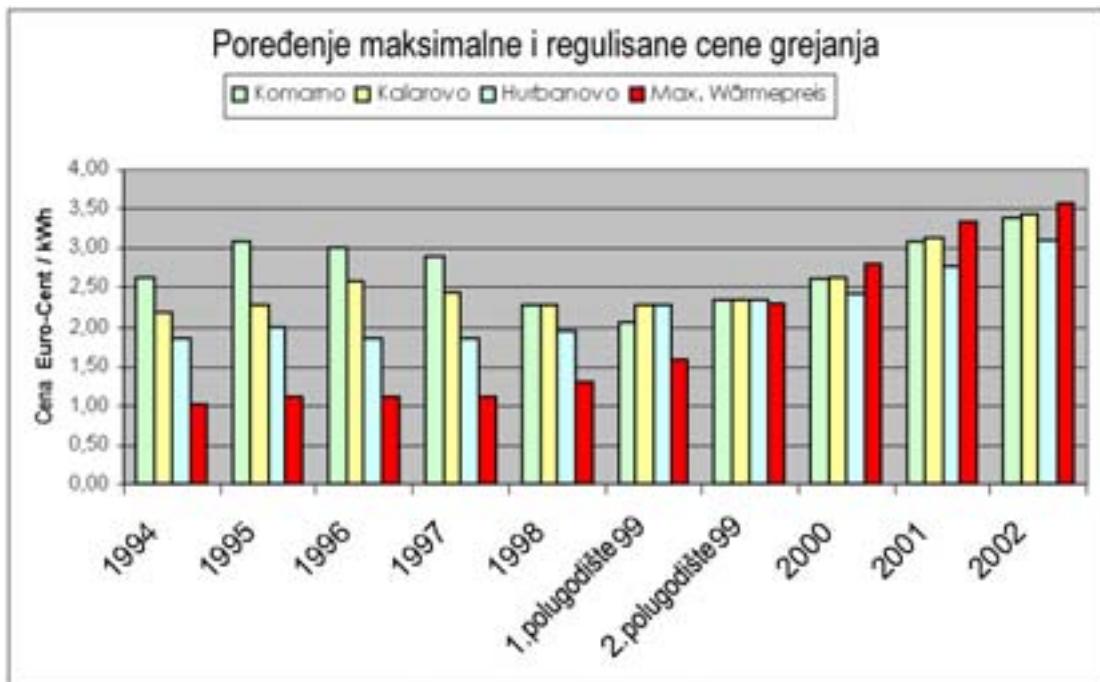
Podaci o regulisanim cenama grejanja su preuzeti od relevantnih distributera toplove. Cene u tabeli 1 predstavljaju srednje vrednosti cena kod više distributera,

Cena grejanja u Eurocentima po kWh										
Cena grejanja	1994	1995	1996	1997	1998	1. p.g. 99	2. p.g. 99	2000	2001	2002
Komarno regulisana	2,62	3,08	3,00	2,88	2,27	2,07	2,35	2,60	3,07	3,39
Kalarovo regulisana	2,18	2,27	2,58	2,45	2,27	2,27	2,35	2,62	3,12	3,44
Hurbanovo regulisana	1,84	1,98	1,85	1,84	1,95	2,27	2,34	2,42	2,78	3,09
max. cena	1,02	1,11	1,11	1,11	1,31	1,59	2,31	2,78	3,34	3,58

Tabela 1: cene grejanja

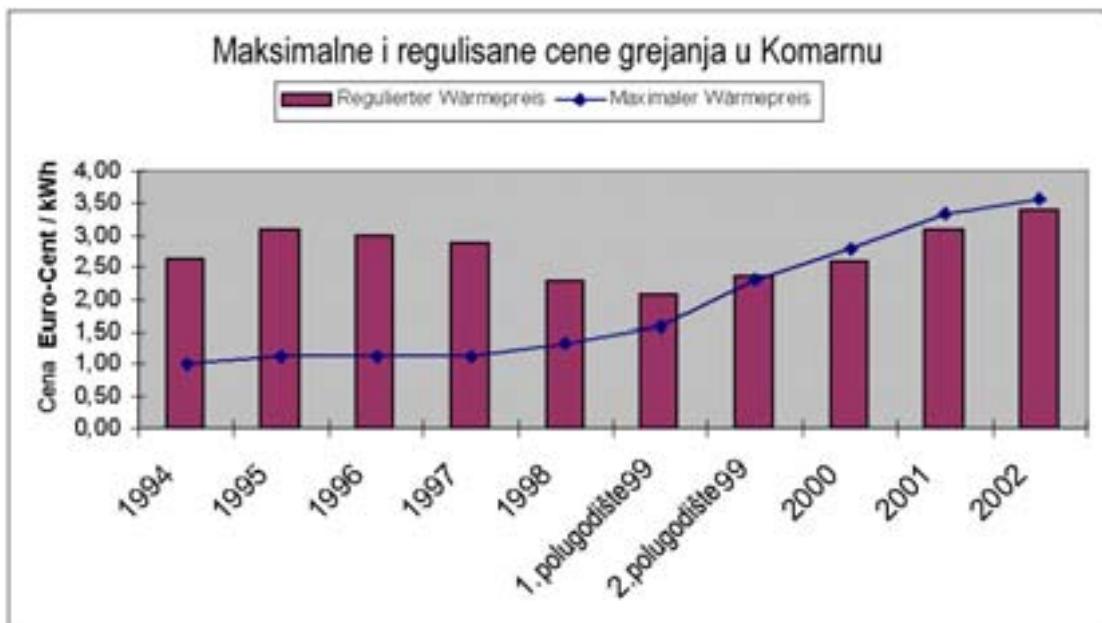


Dijagram 1: Maksimalne cene grejanja



Dijagram 2: Promena cene grajanja

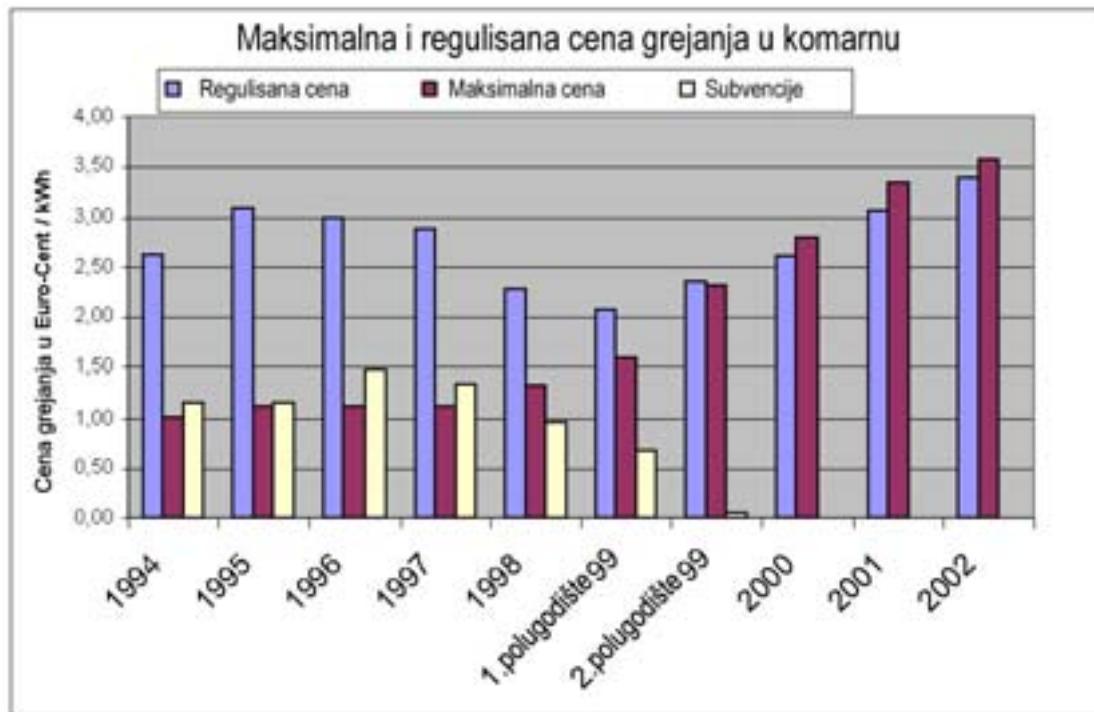
Plava linija na dijagramu prikazuje porast cena. Dijagram pokazuje da do **1998** god. i značajno rasla od **1998** god. Razlog tome je činjenica da je vlada zakonom ukinula subvencije u ovoj oblasti.



Dijagram 3: Odnos maksimalne i regulisane cene

Na **Dijagramu 4** vrednosti na histogramu, označene žutom bojom, prikazuju subvencije od strane države, a vrednosti obeležene plavom - regulisanu cenu i crvenom - maksimalnu cenu.

Lako je uočljivo subvencije označene žutom bojom bivaju sve manje počevši od maksimalne vrednosti u **1998.** godini i da posle **1999.** god. država nije plaćala subvencije.



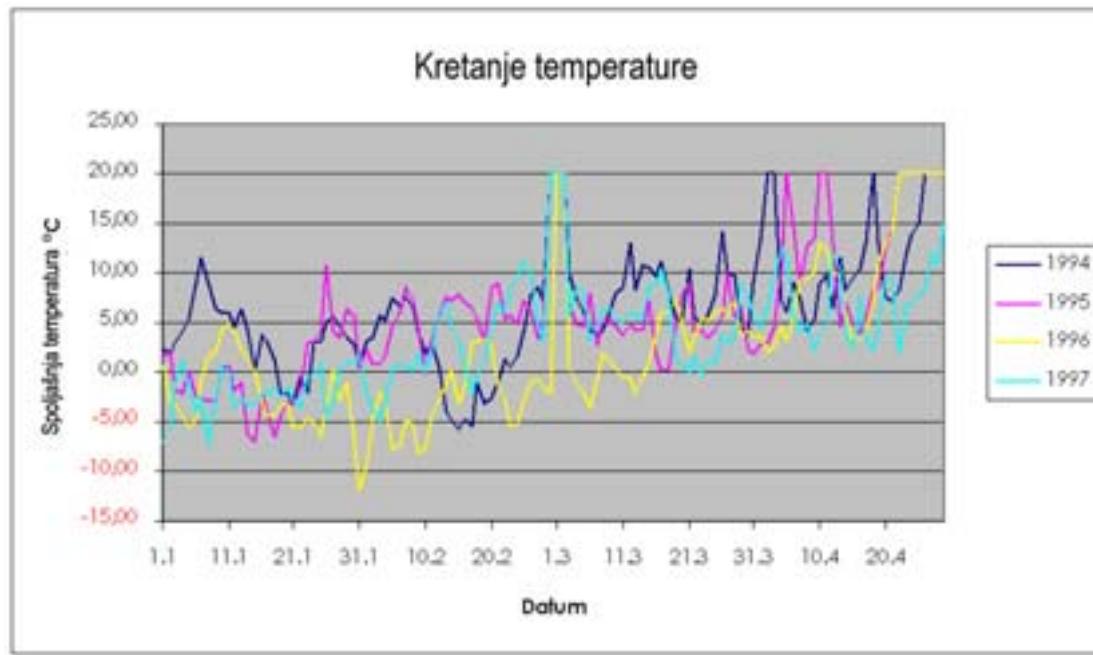
Dijagram 4: Rast cena grejanja

4.3 Meteorološki podaci

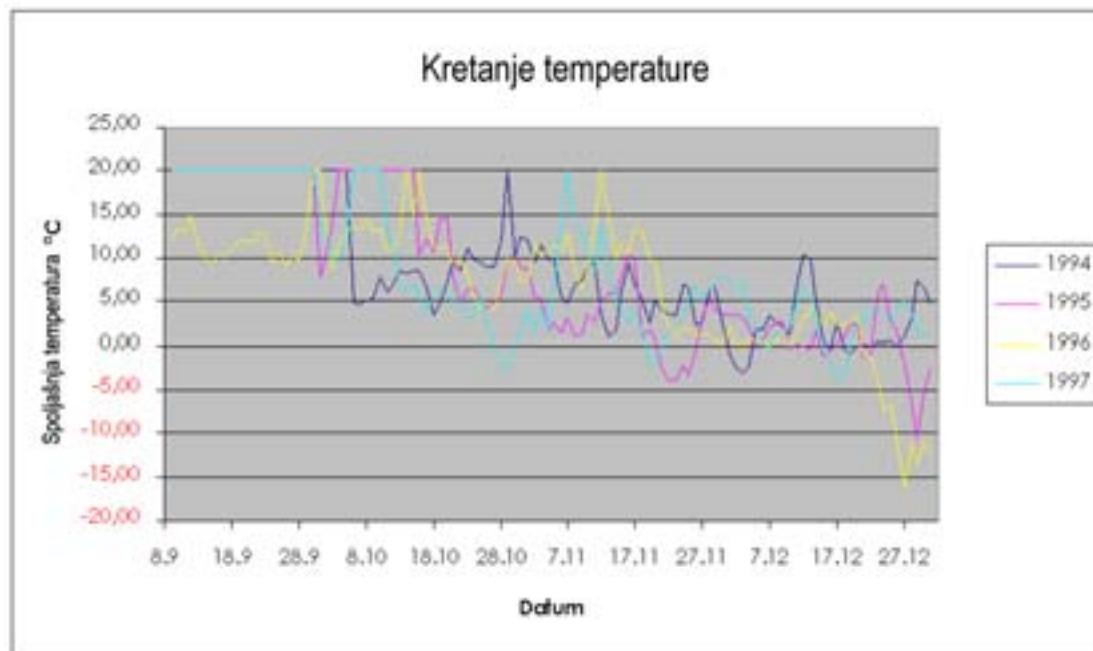
Za objektivno ocenjivanje rezultata potrebno je da budu poznati vremenski uslovi koji tokom godina vladaju u posmatranom periodu, jer potrošnja toplotne energije direktno zavisi od vremenskih uslova.

Portebno je znati i spoljašnje temperature i broj dana u kojima je neophodno grejanje objekata. Podaci o spoljašnjim temperaturama su preuzeti od Slovačkog hidrometeorološkog instituta u Hurbanovu. On se nalazi 15 kilometara od Komarna.

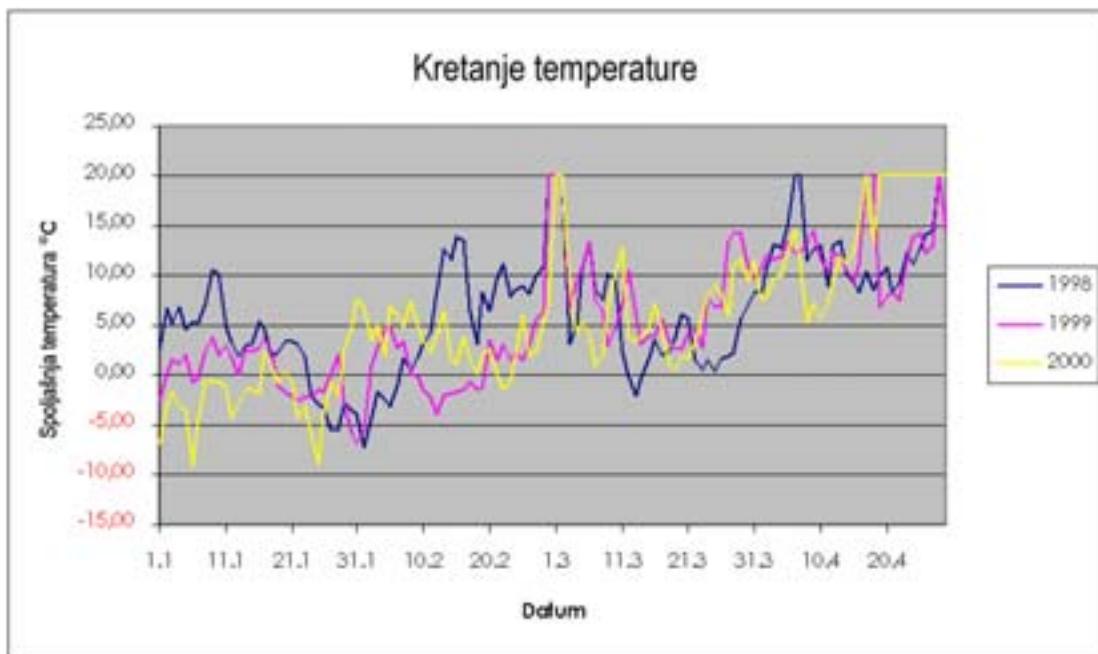
4.3.1 Kretanje spoljašnje temperature



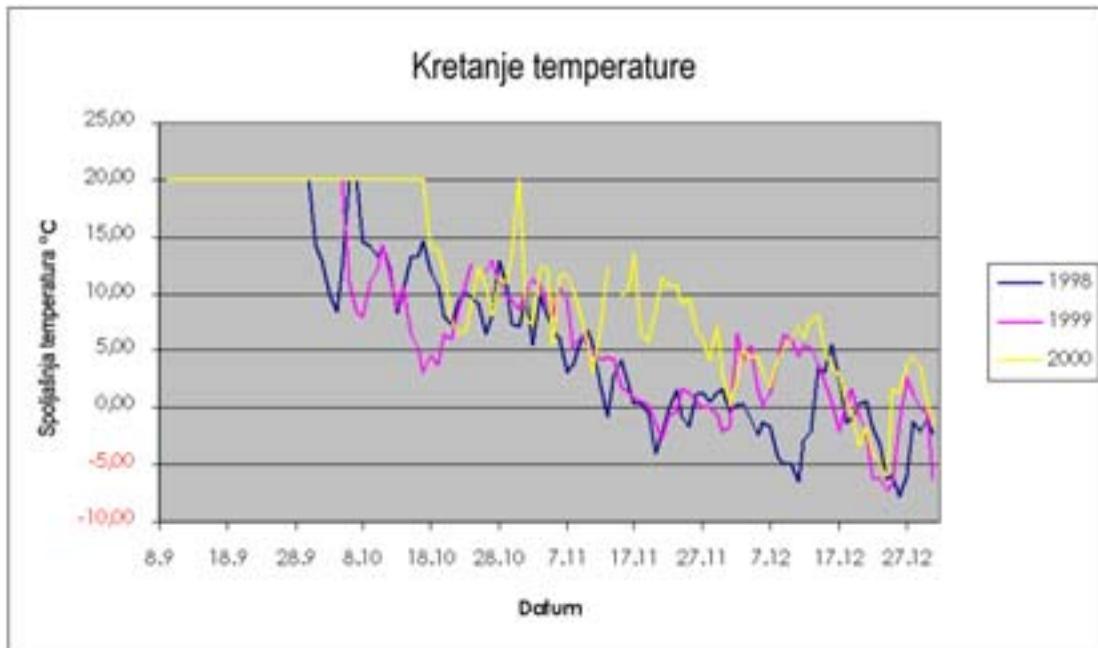
Dijagram 5: Temperatura za period januar-april 1994-1997



Dijagram 6: Temperatura za period septembar-decembar 1994-1997



Dijagram 7: Temperatura za period januar-april 1998-2000



Dijagram 8: Temperatura za period septembar-decembar 1998-2000

4.3.2 Stepen - dani grejanja

Pod grejnim danima podrazumevaju se dani u kojima je prosečna dnevna temperatura niža od 15°C (u grejnoj sezoni od 1. septembra do 31. marta).

Stepen-dan grejanja je proizvod broja grejnih dana i razlike između prosečne sobne temperature i spoljašnje temperature.

Ovaj brojni pokazatelj je u termotehničkim proračunima neophodno izračunati, kako bi bile određene potrebe za grejanjem u određenom regionu.

Jednačina 1.

$$HGT = (\vartheta_i - \vartheta_{am}) \cdot z$$

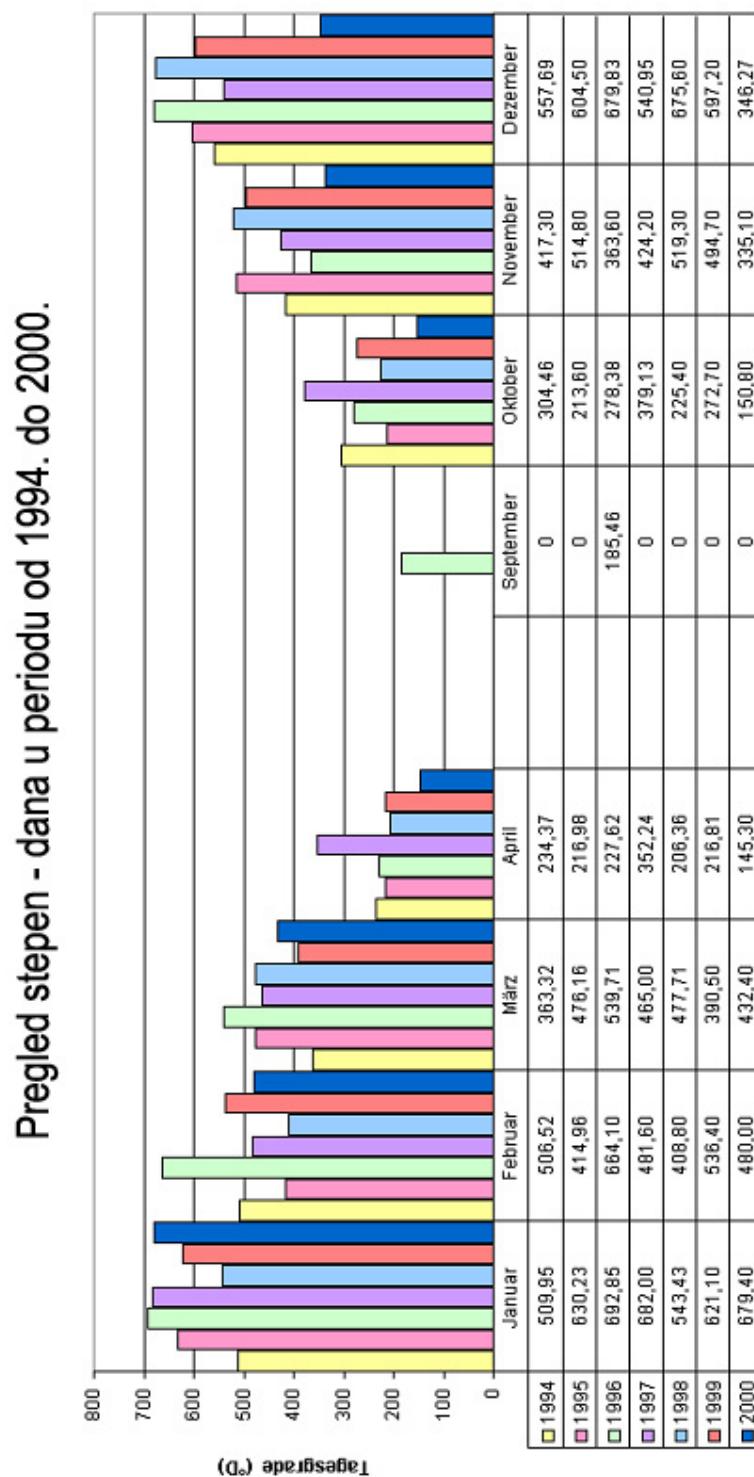
Gde su:

ϑ_i ... Unutrašnja temperatura

ϑ_{am} ... Srednja spoljašnja temperatura

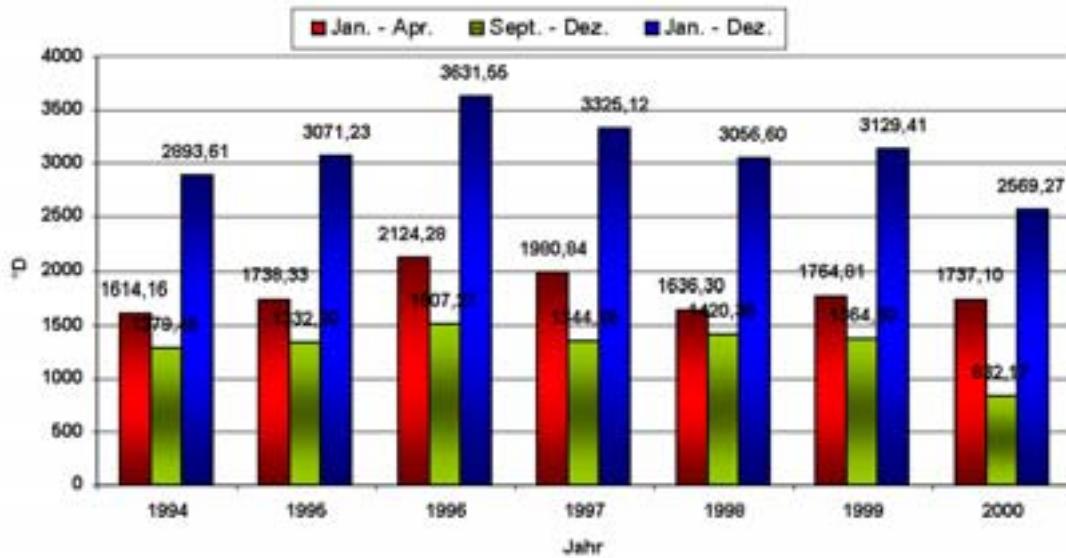
z ... Broj grejnih dana

Dijagram 9. reprezentuje stepen-dane grejanja između 1994 i 2000 po mesecima.



Dijagram 9: Stepen-dani po mesecima

Dijagram 10. prikazuje stepen-dane grejanja između **1994** i **2000** na godišnjem nivou i prema delovima grejne sezone.



Dijagram 10: Stepen-dani ukupno

5 Konstrukcija zgrada pre renoviranja

U ovom poglavlju dat je uvid u stanje objekata pre renoviranja sistema za grejanje.

5.1 Tipovi zgrada

Objekti su sagrađeni između 1960 i 1990 godine, kao klasične konstrukcije lamelnog tipa.



Slika 3. Zgrada u Komarnu

Spoljašnji zidovi na zgradama lamelnog tipa, imali su, generalno, relativno loš koeficijent prolaza toplote, između **0,9** i **1,1 W/m²K**, odakle su dolazili veliki toplotni gubici na njima.

U većini objekata postojala je drvena konstrukcija prozora sa koeficijentom provođenja toplote **U=2,90 W/m²K**.



Slika 4. Vrednosti koeficijenta provođenja topline U

5.1.1 Toplotni gubici

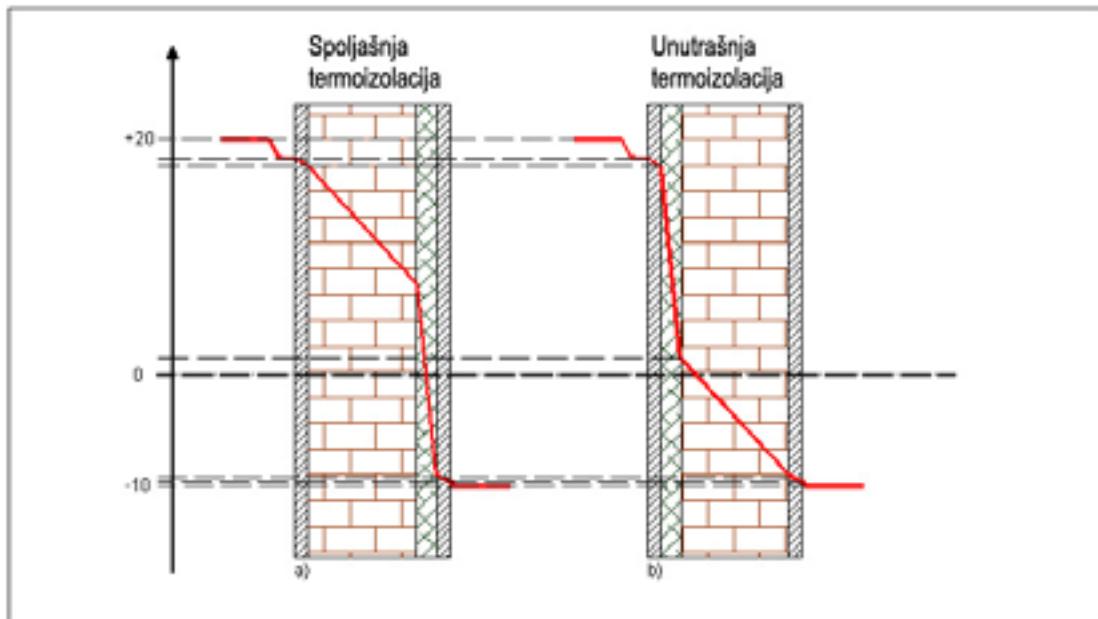
Toplotni fluks se prostire kroz zid proporcionalno površini zida A i temperaturnoj razlici između unutrašnje i spoljašnje temperature vazduha (ne razlike između tempertura površine!) i koeficijenta provođenja toplote.

Jednačina 2:

$$\Phi_o = U \cdot A \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e)$$

Gde su:

Φ_o	W	Toplotni fluks
U	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$	Koeficijent provođenja toplote
A	m^2	Referentna površina
ϑ_i	K	Unutrašnja temperatura
ϑ_e	K	Spoljašnja temperatura



Slika 5: Prelaz topline

Na površini zida temperaturna razlika nema uticaja na prolaz topline, tako da je smanjenje toplotnih gubitaka moguće jedino poboljšanjem topotne izolacije. Gubici usled prolaza topline preko prozora i vrata, dodatno se povećavaju usled nezaptivenosti spojeva.

5.1.2 Poređenje sa austrijskim standardima

U Austriji nije dozvoljeno prekoračenje zakonski određene vrednosti koeficijenta prolaza toplote.

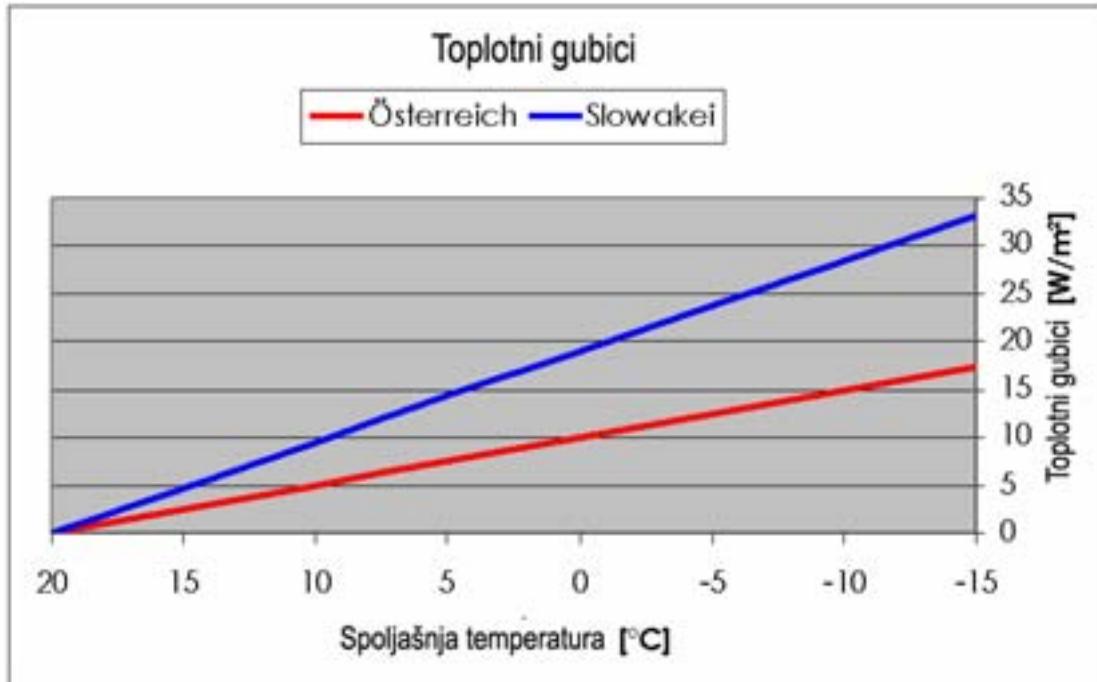
Maksimalne dozvoljene vrednosti za spoljašnje zidove iznose **U=0,5 W/m²K**, a za prozore **U=1,9 W/m²K**.

Ipak većina modernih kuća ima čak i nižu vrednost ovog koeficijenta U. Ovo znači da su toplotni gubici u zgradama lamelnog tipa u Slovačkoj dvostruko veći u odnosu na odavanje toplote kroz spoljašnje zidove u Austriji. Ova toplota, naravno, mora ponovo biti dostavljena objektima u oblasti.

Na **dijagramu 11.** prikazan je poređak specifičnih gubitaka toplote kroz spoljašnje zidove, na različitoj temperaturi okoline u Austriji i Slovačkoj.

Usvojene vrednosti:

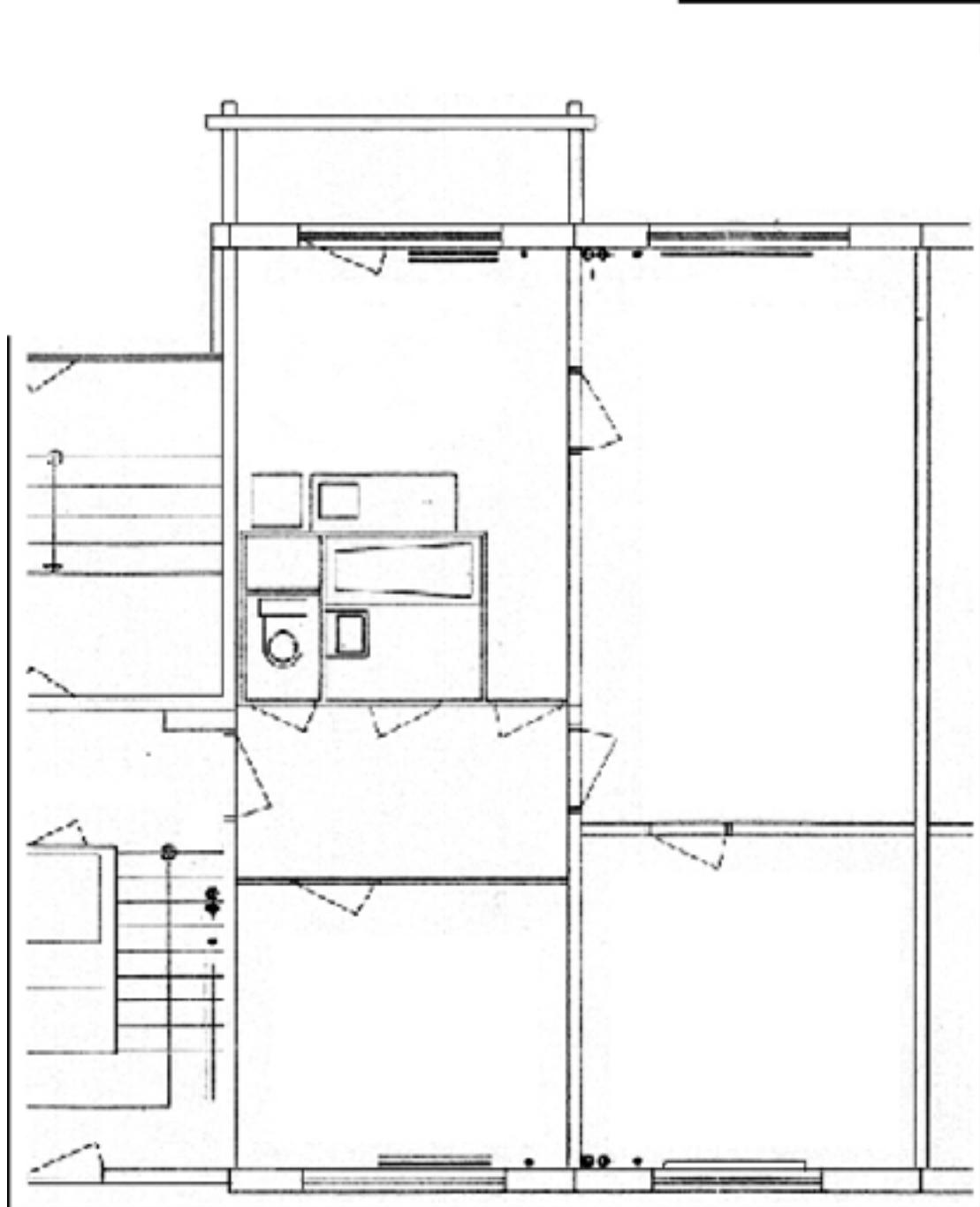
- Vrednost U u Austriji = 0.5 W/m²K
- Vrednost U u Slovačkoj = 0.95 W/m²K
- Sobna temperatura 20°C



Dijagram 11. Poređenje toplotnih gubitaka

5.1.3 Arhitektonska rešenja stanova

Na **slici 6.** prikazana je konstrukcioni plan klasičnog stana u Slovačkoj.



Slika 6. Prikaz stana u Slovačkoj

5.2 Postojeći grejni sistem

U stanovima se nalazi dvocevni sistem i radijatori sa člancima. Grejna tela su pre renoviranja bila opremljena samo armaturama sa ručnom regulacijom.

Regulacija protoka se ostvarivala otvaranjem ili zatvaranjem ručnih točkova, ako su uopšte bili u funkciji.

Prethodno je temperatura u razvodnom vodu određena od strane distributera energije na vrednosti 90/70 °C. Toplota je dovođena od gasnih kotlova regulisanih prema spoljašnjoj temperaturi.

U zgradama nije postojala dodatna regulacija temperature u razvodnom vodu.

Na **slici 7.** prikazan je izgled tipičnog grejnog tela sa člancima. Slična grejna tela, instalirana u većini stanova bila su opremljena ventilima sa ručnom regulacijom, bez termostatske funkcije.

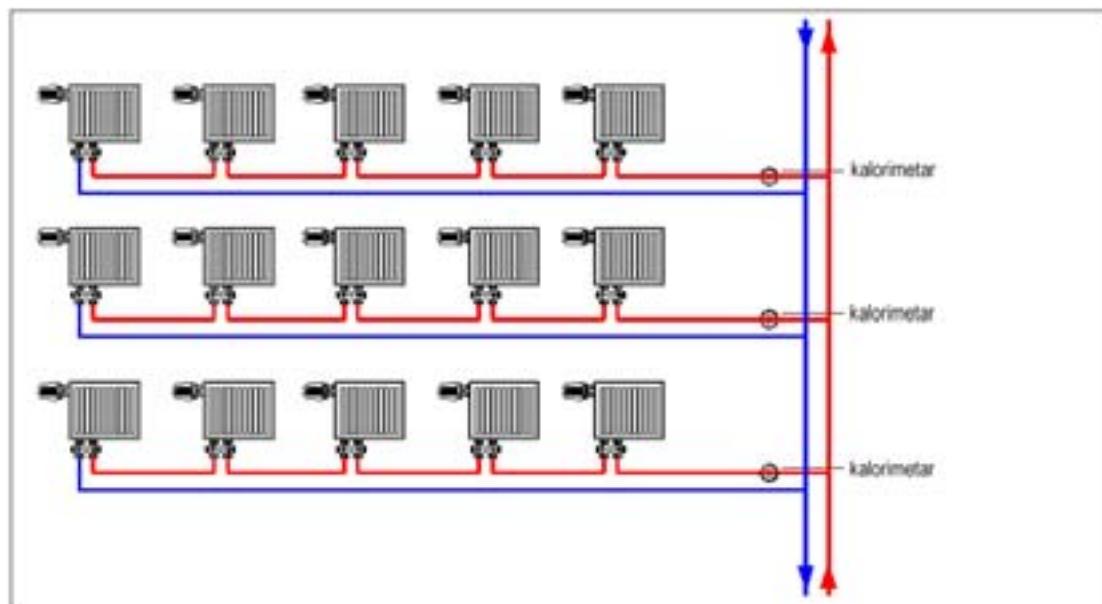


Slika 7. Grejno telo sa člancima

5.2.1 Razlika između jednocevnog u dvocevnog sistema grejanja

5.2.1.1 Jednocevni sistem grejanja

Grejna tela su povezana samo jednim vodom. Srednja temperatura površine grejnih tela varira od rednjatora do radnjatora, zato što temperatura u razvodnom vodu konstantno opada. Prednosti su jednostavna instalacija i niski troškovi.



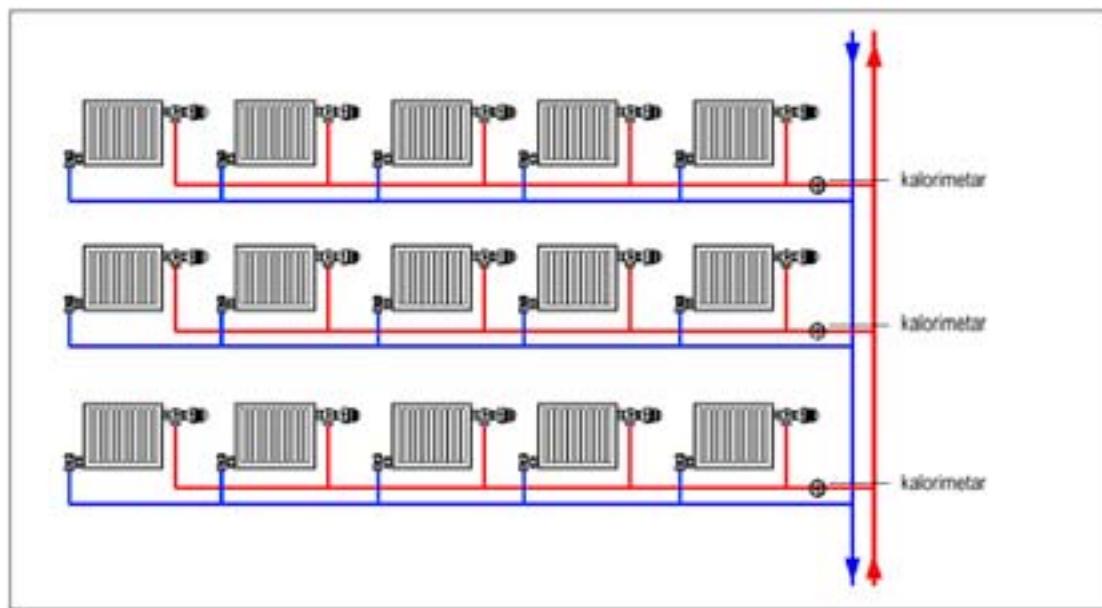
Slika 8. Jednocevni sistem

5.2.1.2 Dvocevni sistem

Svaki potrošač ima razvodni i povratni vod. Temperatura u razvodnom vodu je jednaka u svakom grejnem telu. Srednje temperature grejnih tela su teoretski jednake.

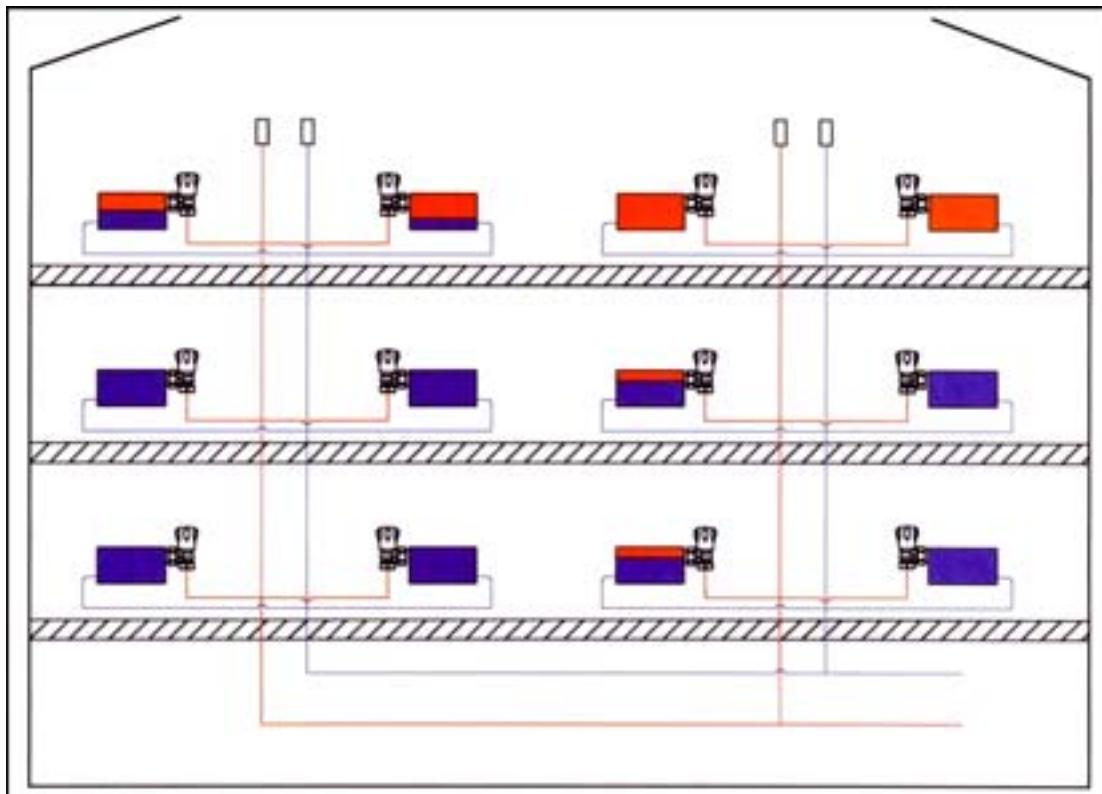
Količina vode opada idući ka poslednjem u nizu grejnih tela, tako da se mogu smanjiti dimenzije radnjatora.

Dvocevni sistem je posebno pogodan za sisteme sa visokom temperaturom medijuma u razvodnom vodu.



Slika 9. Dvocevni sistem grejanja

Na slici 10. prikazan je raspored radijatora pre sanacije

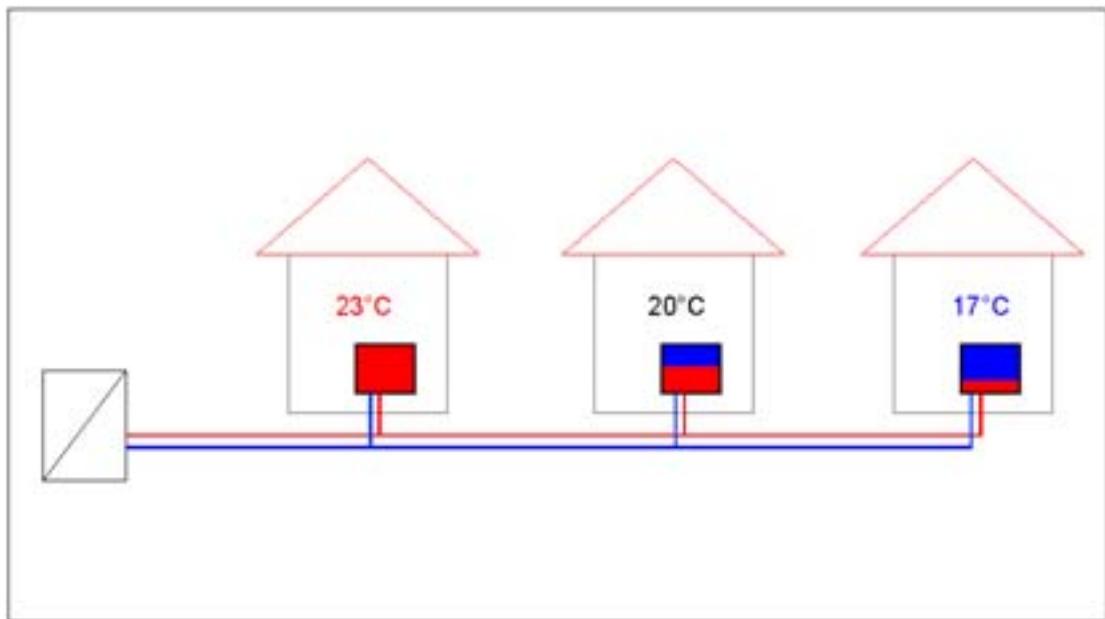


Slika 10. Raspored grejnih tela pre sanacije

Dalje, pojedinačni stambeni blokovi nisu bili balansirani u celini. To je imalo za rezultat da stambene zgrade sa nepovoljnijom lokacijom nikada nisu dobijale dovoljno zagrejane vode, što je značajno umanjilo komfor u ovim stanovima.

U ovim zgradama nikada nije mogla biti postignuta željena temperatura.

Slika 11. prikazuje hipotetički primer distribucije toplote u nebalansiranom sistemu stambenih zgrada.



Slika 11. Loša distribucija topline

6 Osnovi regulisanja

U ovom poglavlju su u najkraćim crtama objašnjene važne teorijske osnove i pojmovi neophodni za razumevanje ostatka studije.

6.1 Osnovni pojmovi

6.1.1 Toplotno opterećenje

Pod topotnim opterećenjem podrazumeva se količina toplotne koja u jedinici vremena mora biti distribuirana da bi se temperatura održala na željenoj vrednosti, pri konstantnoj spoljašnjoj temperaturi.

Količina potrebne količine toplotne u Austriji određuje se izračunavanjem preko obrasca toplotnog opterećenja, utvrđenog prema standardu **M7500** ili pojednostavljenim postupkom prema **ÖN8135**.

U Slovačkoj je važeći standard **STN 060210**. Ovo je neophodno za određivanje nominalnog protoka prema gubicima pojedinačnih grejnih tela prema padu temperature (pogledati jednačinu 1.). Pod podom temperature podrazumeva se temperaturna razlika između razvodnog i povratnog voda.

Jednačina 3:

$$q_m = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta \vartheta}$$

Gde je:

q_m	kg/s	Maseni protok
Φ	kW	Toplotni fluks
c	kJ/kgK	Specifični toplotni kapacitet
$\Delta \vartheta$	K	temperaturna razlika(JV - JR)

6.1.2 Kv vrednost

Kv vrednost na aktuatoru označava da protok u **m³/h** koji kroz nominalno otvoreni ventil (Nominalni položaj - **H**) izaziva pad pritiska od **1 bar = 100 kPa**. Vrednost Kv se zadaje preko nominalne vrednosti **H100** tj. uz otvorenost ventila od **100%**.

Kv vrednost se određuje prema **jednačini 4.**

Jednačina 4.

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_V}}$$

Gde je:

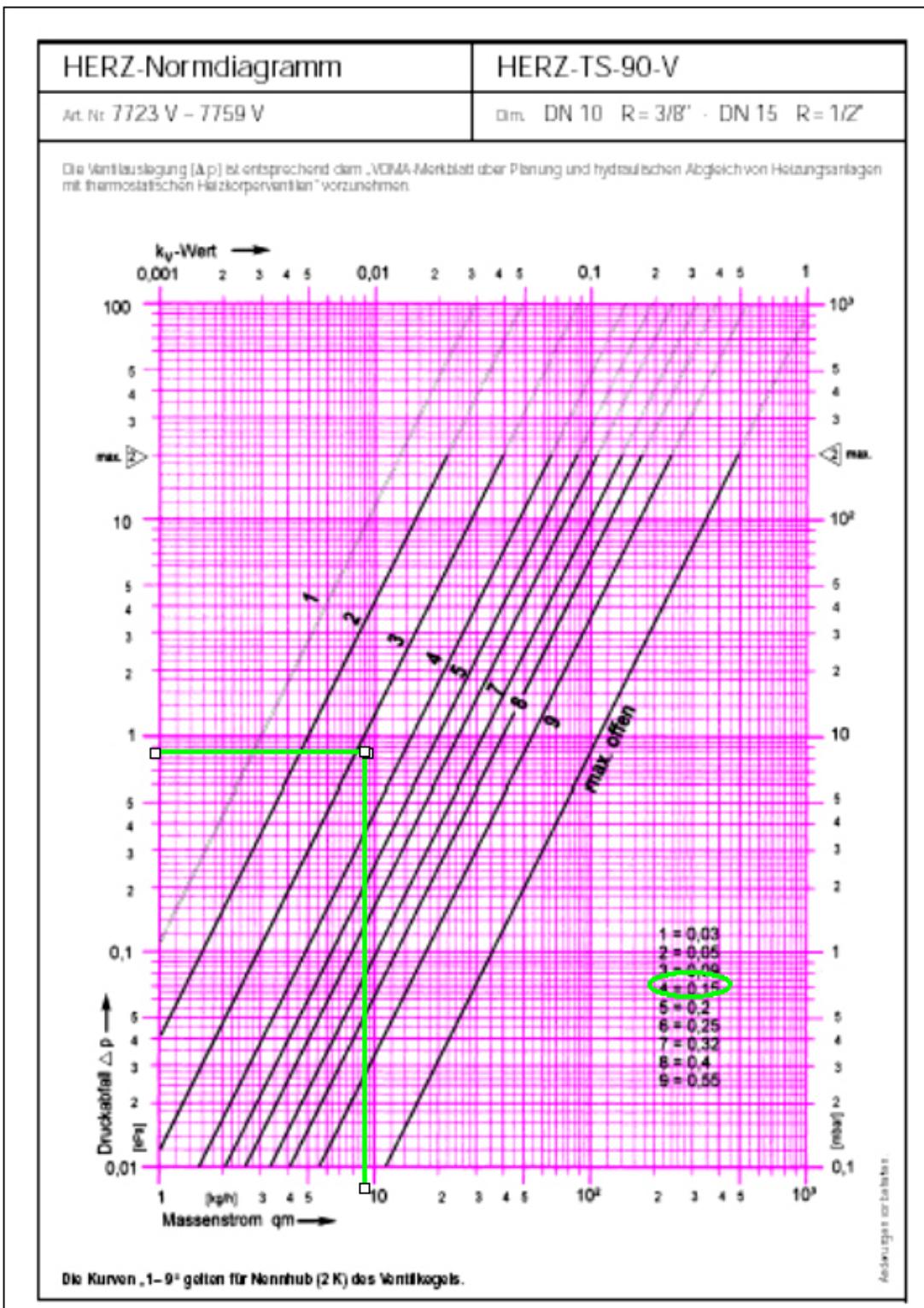
q_v	m^3/h	- Zapreminska vrednost protoka
k_{vs}	m^3/h	- karakteristika ventila
Δp_V	bar	- Pad pritiska na ventilu

Ovo je od velike pomoći prilikom balansiranja željenog pritiska i protoka

Iz ovog obrasca moguće je odrediti vrednost **Kv** pomoću željenih vrednosti pritiska i protoka, koje je potrebno izbalansirati. Na osnovu **Kv** - vrednosti može biti izabran ventil i izvršeno pretpodešavanje. **Kv** ili **kvs** vrednost je neophodna za dimenzionisanje i adekvatno naknadno podešavanje ventila.

Za izbor ventila proizvođači dostavljaju **norma-dijagrame**. Ako na primer, željeni protok po grejnom telu iznosi **9 l/h** i pritisak će pritom biti umanjen sa **1 kPa**, na primer termostatskim ventilom **TS 90 V** (ovi termostatski ventili su korišćeni u Komarnu) pretpodešen na **poziciju 3.**

To odgovara **Kv** vrednosti **0,09 m³/h** (pogledati dijagram 12)



Dijagram 12 - Norma dijagram za TS 90 V

6.1.3 Karakteristika ventila

Karakteristika ventila je broj koji pokazuje pad pritiska u hidrauličnom vodu izazivanog regulacionim ventilom. Što je veći broj, u većoj meri se odražava uticaj ventila na promenu protoka.

Ako je karakteristika ventila suviše niska, regulacija može biti ostvarena slabije ili nikako, jer promena otvora ventila ne izaziva nikakve promene u protoku.

Ako je izabran regulacioni ventil sa vrlo niskom vrednošću kvs, postizanjem visoke karakteristike ventila, povećavaju se padovi pritiska pritiska u vodovima, čime je opet potrebna pumpa veće snage.

Zato je potrebno izbegavati, kako prevelike tako i suviše male vrednosti karakteristike ventila. Po pravilu usvaja se karakteristika ventila 0,5.

Karakteristika ventila se izračunava preko jednačine 5.

Jednačina 5

$$a_v = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{MV}},$$

gde je:

Δp_v Pad pritiska u ventilu
 Δp_{MV} Pad pritiska na deonici

6.1.4 Diferecijalni pritisak

Pod diferencijalnim pritiskom podrazumeva se razlika pritisaka između razvodne i povratne grane.

Promenom parametara sistema izaziva njegovu promenu, npr. uradnja termostatskog ventila.

To ima za posledicu osledica da ostali potrošači dobijaju previšoki pritisak, što dovodi do prekomernog snabdevanja. Ako i ostali potrošači imaju podešene termostatske ventile, oni će se takođe zatvoriti.

Ventili koji su opterećeni visokim pritiskom emituju neprijatan zvuk.

Za sprečavanje ovog efekta upotrebljavaju se **regulatori diferencijalnog pritiska** ili **prestrujni ventili**.

6.2 Problem nebalansiranih instalacija

Voda uvek prolazi linijom manjeg otpora. Tako, grejna tela sa povoljnijom pozicijom, kao što su ona bliža pumpi, dobijaju previše vode. Pored toga, "lošije" locirani radijatori ne dobijaju dovoljno vode, pa je topotni učinak u tim prostorijama nedovoljan.

Topotni učinak različitih grejnih tela mora takođe biti posebno razmotren.

Na primer, ako postoji sistem sa dva grejna tela (HK1 i HK2) i dva identična regulaciona ventila, tada se količina vode koju dobijaju radijatori reguliše sama zbog malog diferencijalnog pritiska.

Ako je diferencijalni pritisak jednak, jednaka je i količina vode.

Ako se sistem ne stabilizuje, automatski se sužava oblast dejstva termostatskih ventila. Termostatski ventili na pregrejanom grejnom telu moraju biti zatvoreni konstantno. U suprotnom postalo previše toplo u prostorijama.

Mogućnost ostvarivanja reguacije u celoj oblasti bila bi značajno umanjena. Tada bi sistem upravljanja postao nestabilan.

6.3 Svrha hidrauličke regulacije

Hidrauličko balansiranje služi da garantuje stabilnu i tačnu regulaciju grejanja tople vode. Pored toga garantovano je da će količina vode u tačnom odnosu biti dostavljena različitim sobama. Samo distribucijom dovoljne količine tople vode u prostoriji se postiže željena temperatura. Dodatno, sve armature moraju imati dozvoljen ulazni pritisak. Emitovanje neželjene buke može biti sprečeno i svaki ventil može raditi u svom radnom opsegu.

Ne samo da je pravilnom regulacijom sačuvana energija, već je i značajno povećan komfor.

6.4 Potrebne armature

6.4.1 Ventil za regulaciju usponskih vodova

Uz pomoć ventila za regulaciju usponskih vodova, izvestan maskimalni protok može biti regulisan preko diferencijalnog pritiska. Uvo je neophodno u svakom slučaju, jer bi u suprotnom vodovi sa nižim otporom bili prekomerno napajani, a sa druge strane bi vodovi sa većim otporom bili nedovoljno snabdeveni (pogledati u odeljku 5, sliku 11)

Uz pomoć ventila za regulaciju usponskih vodova pojedinačni vertikalni vodovi mogu biti hidraulički izbalansirani.



Slika 12. HERZ ventil za regulaciju usponskih vodova 4117 M

6.4.2 Regulacioni termostatski ventil sa termostatskim glavama

Termostatski ventil je armatura sa regulatorom proporcionalnog dejstva bez posebnog napajanja energijom.

Za regulator proporcionalnog dejstva karakteristično je da je veličina izlaza proporcionalna veličini ulaza, tj. svakoj promeni ambijentalne temperature odgovara proporcionalna promena položaja klipa zatvarača termostatskog ventila.

Promena položaja zatvarača ventila, direktno utiče na protok grejnog medijuma. Ovo rezultuje prigušnom regulacijom grejnog tela.

Enerija iz drugih izvora takođe može biti iskorišćena, npr, solarna energija, toplofa ljudi ili toplofa emitovana radom električnih uređaja uređaja.

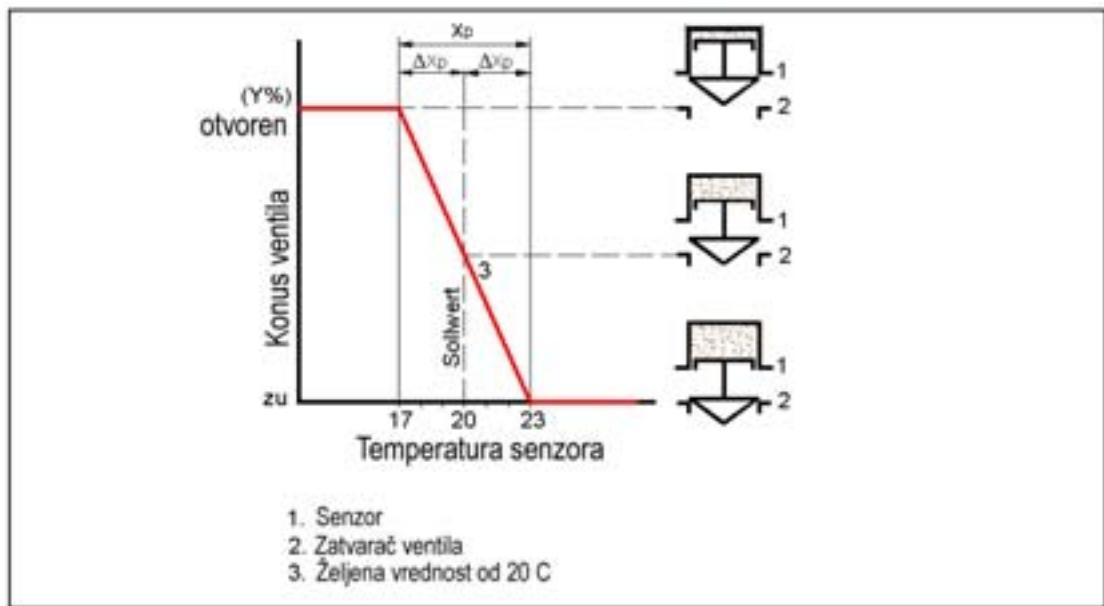
Ako, na primer, više osoba boravi u prostoriji, to je veće zagrevanje prostorije njihovom telesnom toplotnom. U slučaju da ne postoji termostatska glava, grejno telo bi i dalje dobijalo pun protok.

Termostatski ventil međutim automatski smanjuje emitovanje energije sa grejnog tela. Tako se ambijentalna temperatura održava na željenom nivou komfora, uz istovremenu uštedu energije.



Slika 13. HERZ termostatska glava

Na **slici 14.** dat je uprošćeni prikaz principa funkcionisanja. Ventil podešen na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, u potpunosti je zatvoren pri temperaturi od $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (otvorenost ventila 0%), dok je na temperaturi od $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ potpuno otvoren (otvorenost ventila 100%).



Slika 14. Rad termostatskog ventila

Senzor može biti ispunjen tečnošću, gasom ili voštanom masom. Porastom temperature izaziva se širenje tečnosti ili voštane mase, odnosno porast pritiska gase pomoću čega se pomera konus ventila ka zatvorenom položaju.

Smanjnjem temperature, događa se inverzni proces, tj. pomeranje ka otvorenom položaju.

6.4.2.1 Poređenje medijuma senzora

Tečni medijum senzora

Promena zapremine medijuma senzora pod uticajem primljene ili predate toplove pretvara se preko klipa ili membrane u translatorno kretanje. Zbog male stišljivosti korišćenog fluida (ulja i slično), kriva odnosa temperatura i pritiska je linearna.

Tečni medijum senzora

Medijum senzora je u oblasti vlažne pare, to jest prisutne su i tečna i gasovita faza. Pritisak i temperatura su u vezi. Porastom temperature tečnost isparava sve dok se ne uspostavi ravnoteža. Varijacije pritiska izazivaju zapreminsку promenu medijuma senzora.

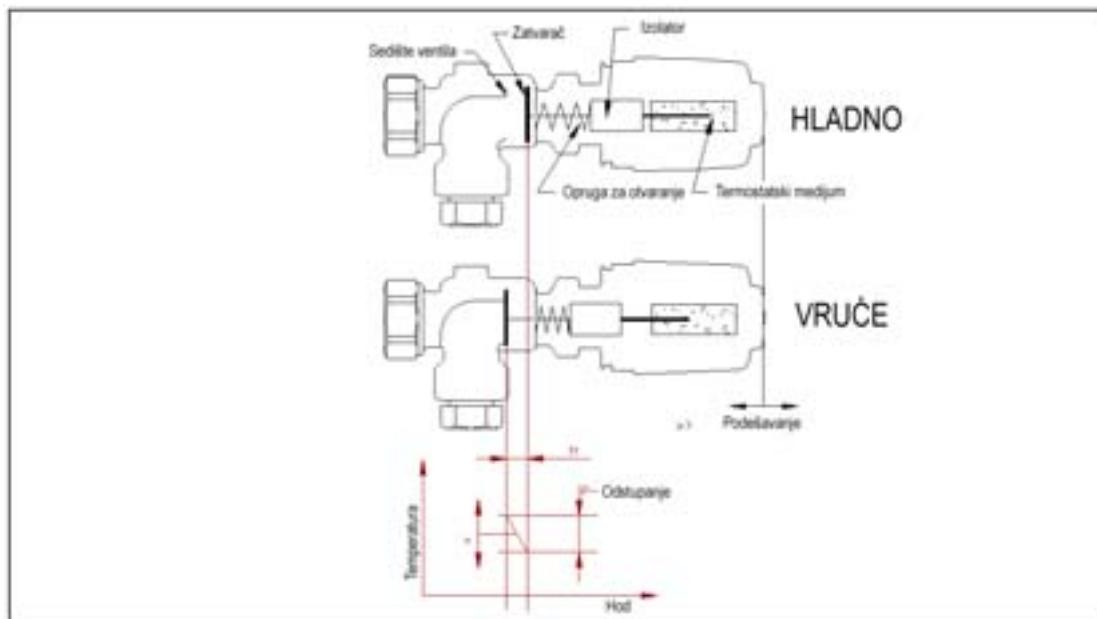
Čvrsti medijum senzora

Termostatski element prima toplotnu energiju i pretvara je u mehaničko upravljačko kretanje. Dilataciono telo i mehanički aktuator su razdvojeni elastičnom membranom.

Poređenje kvaliteta senzora:

Sistem	Tečni	Gasoviti	Čvrsti
Jačina regulacije	velika	srednja	velika
Karakteristika širenja	linearna	nelinearna	približno linearna
Sigurnost pri pregrevanju	mala	srednja	mala
Položaj u instalaciji	proizvoljan	nije proizvoljan	proizvoljan
Vremenska konstanta	srednja	mala	velika

Tabela 2. Tipovi senzora



Slika 15. Funkcionisanje termostatskog ventila

Prepodešavanje termostatskog ventila je neophodno za balansiranje grejnih tela u vodu.

Ako termostatski ventil nije pravilno prepodešen, grejna tela koja zahtevaju manje toplotne energije, dobijaće preveliku količinu tople vode.

Ako se termostatski ventil konstantno zatvara, tada je redukovana i oblast podešavnja. Maksimalni protok može biti određen pretpodešavanjem, pri čemu je preterano ili nedovoljno snabdevanje sprečeno, a ventili su operativni u celokupnom opsegu regulacije.



Slika 16. HERZ termostatski ventil TS 90-V

6.4.3 Diferencijalni pritisak i protok

Pod diferencijalnim pritiskom podrazumeva se razlika pritisaka u razvodnom i povratnom vodu. Regulator diferencijalnog pritiska i zapreminskog protoka ima zadatak da održava diferencijalni pritisak ili zapremski protok na zadatoj vrednosti.

Regulator je podešen direktno na interpretaciju zapreminskega protoka, a kontinualno pretpodešavanje je moguće očitati na prozoru sa digitalnom skalom. Regulator automatski meri i reguliše stepen otvorenosti, tako da se diferencijalni pritisak za posmatrani ventil održava na konstantnom nivou. Tako protok može biti zaustavljen na osnovu diferencijalnog pritiska i nije neophodno imati informaciju o tačnom pritisku u distributivnim vodovima da bi se postigli optimalni rezultati balansiranjem.

Štaviše, pretpodešavanje regulatora može takođe biti promenjeno bez uticaja na ostatak hidraulički uravnoteženog sistema. Celkupno podešavanje se svodi na podešavanje regulatora.

Regulator optimalno reguliše vertikalnu i u redukovanim i u punom radnom režimu, tako da pojedinačni vod može biti stavljen van funkcije i ispraznjen, bez znaajnog uticaja na ostale vodove.

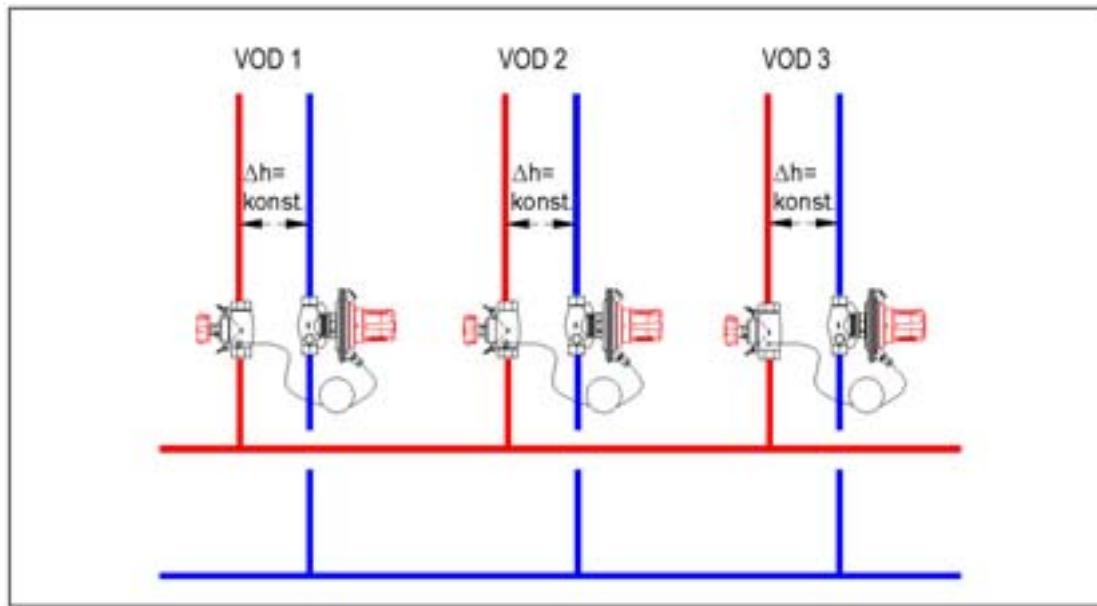
Regulisanjem diferencijalnog pritiska izjednačava se željena vrednost pritiska na regulacionim ventilima i na taj način je sprečeno generisanje buke u ventilima..

Na **slici 17** je prikazan regulator diferencijalnog pritiska proizvođača HERZ.



Slika 17. Regulator diferencijalnog pritiska - HERZ

Na **slici 18** je prikazana šema vezivanja balansiranih vodova. Pritisak se održava i na razvodnom i na povratnom vodu. Diferencijalni pritisak se održava na konstantnom nivou otvaranjem i zatvaranjem regulatora diferencijalnog pritiska.



Slika 18. Vezivanje elemenata balansiranih vodova

6.4.4 Prestrujni ventil

Prestrujni ventil može biti integrisan u manje sisteme iz ekonomskih razloga umesto regulatora diferencijalnog pritiska. U tom slučaju razvodni i povratni vod su povezani preko prelivnog ventila.

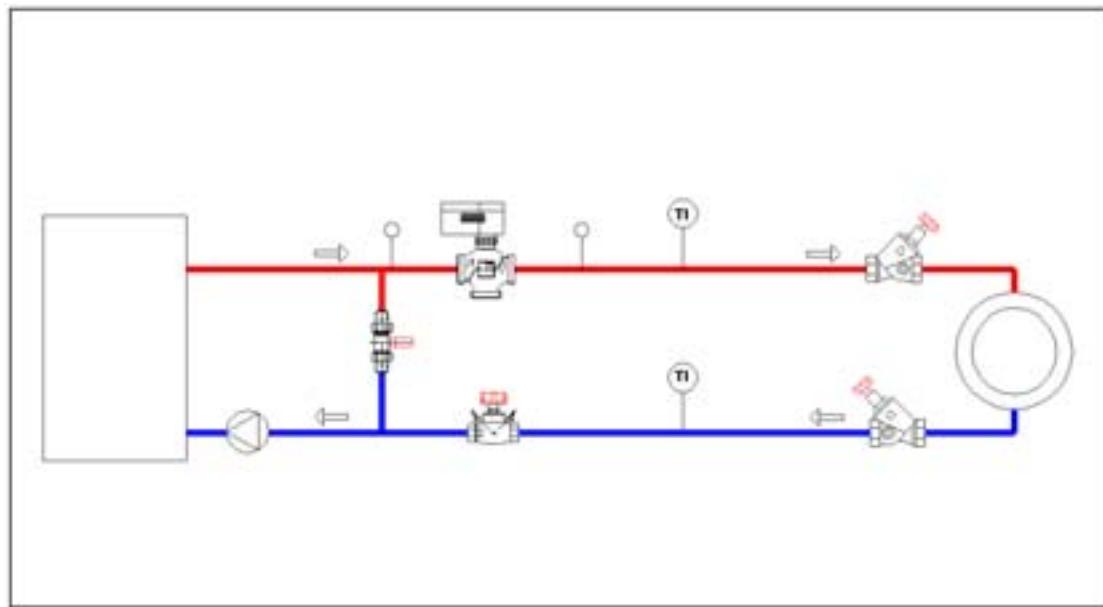
Ako u razvodnom vodu dođe do prekoračenja maksimalno dozvoljenog diferencijalnog pritiska, prestrujni ventil se otvara i deo vruće vode se meša sa vodom u povratnoj grani. Na taj način je diferencijalni pritisak ograničen, ali ne i regulisan. Upotrebom prelivnog ventila dolazi do neizbežnog povećanja temperature u povratnom vodu.

Uz to, energija se iz razvodnog voda neiskorišćena vraća u povratni vod. Stoga je za veće sisteme neophodno koristiti mnogo sofisticiranije regulacione ventile diferencijalnog pritiska.



Slika 19. HERZ prestrujni ventil

Na slici 20 prikazana je instalaciona šema ugradnje prelivnog ventila. Ako se glavni ventil zatvori, otvara se prestrujni ventil i deo vode iz razvodnog voda se meša i vraća sa vodom iz povratne grane.



Slika 20. Prikaz prelivnog ventila

7 Realizacija projekta

U ovom poglavlju dat je pregled i opis projekta od pripremne faze i planiranja do realizacije.

7.1 Inventarisanje

Na osnovu zahteva iz kompanije HERZ inženjer Jaroslav Polak je posetio sve stanove kako bi izvršio inventarisanje. Neophodno je bilo prikupiti sledeće podatke:

- Tip i veličina grejnih tela
- Dimenzije svih cevnih armatura
- Dužine cevovoda

Saznanja o dužini i dimenzijsama cevovoda su bila neophodna zbog pravljenja približne kalkulacije troškova i korektnih padova pritiska u sistemu.

7.2 Proračun grejne moći sistema

Kao početni korak izvršen je proračun grejne moći sistema. Grejna moć je određena na osnovu slovačkog standarda STN 060210.

Za izvođenje kalkulacije saglasno standardu, usvojene su sledeće unutrašnje temperature:

- Kuhinja +20°C
- Dnevna soba +20°C
- Spavaća soba +20°C
- Stepenište (usko) +10°C
- Podrum +3°C
- Hodnik +15°C
- WC +15°C
- Ostava +10°C

Vrednosti U za prosčnu stambenu zgradu

▪ Spoljačnji zid	U=1,047 W/m²K
▪ Unutrašnji zid do 30 mm	U=3,720 W/m²K
▪ Unutrašnji zid do 60 mm	U=3,480 W/m²K
▪ Unutrašnji zid do 150 mm	U=2,790 W/m²K
▪ Nivo pri zemlji	U=1,040 W/m²K
▪ Podrumske prostorije	U=0,580 W/m²K
▪ Prozori	U=2,900 W/m²K
▪ Krov	U=0,810 W/m²K

Izračunati toplotni gubici za ovaku stambenu zgradu iznose 99 kW

7.3 Hidrauličko dimenzionisanje

Dužine i dimenzije postojećeg cevovoda određene su prilikom inventarisanja.

Uz pomoć izračunate toplotne moći, bilo je moguće odrediti maseni protok za pojedinačnu cev.

Programom kompanije **Solarcomputer** izračunati su padovi pritiska na svakoj od deonica. Program vrši i proračun pada pritiska u pojedinačnim armaturama i vrednosti za njihovo pretpodešavanje. Na kraju, instalacija svih armatura je konstruisana pomoću programa. Za instaliranje je bilo neophodno označiti brojevima svaku od armatura, tako da se relativno lako mogu identifikovati.

Sledeće slike prikazuju primere proračuna pomoću programa

* HERZ Instrukturen Maschinenbau-Gesellschaft * Postfach 61 * A-1232 Wien * Austria *

+ 11 +

Variante: VI		Strang: 57.00		Soort Diam.: 1		A		R		2x1x3		37		Sp. 2		Verviel.		D-Perzess:		
		Vol.	DR	Ømm	Ømm	[m]	[m²]	[m²/m]	[m]	[m]	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	t/t	t/t	t/t	t/t	t/t	t/t
1	HE	/1	HE-L1: 53 1/2"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	0	18	0	6234	1/ 1	5.7	1/ 1	5 offen					
		/2	HE-R1: 61 1/2"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	0	19	0	6256	1/ 1	5.9	1/ 1	5 offen					
		/	HEH1: 127 1/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	0	40	0	9228	0	1.0							
2	HE	/1	HE-L1: 38 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	14	19	0	5611	1/ 1	4.2	1/ 1	3 offen					
		/2	HE-R1: 46 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	15	19	0	5694	1/ 1	4.4	1/ 1	3 offen					
		/	HEH1: 104 3/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	15	104	0	4293	0	1.0							
3	HE	/1	HE-L1: 62 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	17	34	0	5042	1/ 1	4.7	1/ 1	3 offen					
		/2	HE-R1: 66 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	16	22	0	5074	1/ 1	5.0	1/ 1	3 offen					
		/	HEH1: 129 3/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	16	108	0	5116	0	1.0							
4	HE	/1	HE-L1: 53 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	24	17	0	5040	1/ 1	5.5	1/ 1	3 offen					
		/2	HE-R1: 60 3/8"	1/1	1 - / 0	1.0	0.00	22	44	0	5095	1/ 1	5.4	1/ 1	3 offen					
		/	HEH1: 107 3/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	42	122	0	5127	0	1.0							
5	HEH	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 103 3/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	42	203	0	5121	0	1.0							
6	HEH	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 102 1/2"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	42	101	0	5131	0	1.0							
7	HE	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 102 25	1/0	1 - 0	0.0	0.00	0	0	0	10124	0	1.0							
8	HE	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 102 25	1/0	1 - 0	0.0	0.00	0	0	0	10124	0	1.0							
9	HEH	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 102 1/2"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	28	0	13447	0	1.0								
10	HEH	/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	-	/ 0	/ 0	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		/	HEH1: 102 1/4"	1/1	1 - / 0	2.0	0.00	51	24	0	12471	0	1.0							
HEH1.1		--- Testauswertung des Strangs																		

Slika 21: Proračun padova pritiska pomoću softvera

Massezusammenstellung Bk-Ventile							
DN	Art-Nr.	Strang	Ut:	Vol [l/h]	dp_soll [Pa]	dp [Pa]	Einst
10		BOIII.1	1	80.7	5851	5676	7.2
10		BOIII.1	3	80.7	5277	5101	7.4
10		BOIII.2	4	100.0	5000	3456	max.
10	ST.02		1	38.3	5611	5572	4.2
10	ST.02		2	45.7	5594	5519	4.8
10	ST.02		3	42.1	5942	4933	4.7
	ST.02		4	51.1	5900	4930	5.5
10	ST.02		4	49.6	5905	4939	5.4
10	ST.03		2	45.7	5462	5406	4.9
10	ST.03		4	63.0	5000	4901	6.4
10	ST.05		2	40.7	5874	5829	4.3
10	ST.05		3	40.7	5219	5175	4.5
10	ST.05		4	53.1	5000	4924	5.7
10	ST.06		2	44.5	5738	5685	4.7
10	ST.06		3	44.5	5239	5186	4.9
10	ST.06		4	61.8	5000	4997	6.4
10	ST.08		2	37.6	5798	5760	4.1
10	ST.08		1	40.7	5792	5747	4.3
10	ST.08		1	37.6	5238	5190	4.3
10	ST.08		1	40.7	5221	5175	4.5
10	ST.08		4	50.3	5000	4940	5.5
10	ST.08		4	53.1	5000	4924	5.7
10	ST.09		2	44.5	5871	5817	4.6
10	ST.09		1	44.5	5223	5170	4.9
10	ST.09		4	61.8	5000	4997	6.4
	ST.11		2	42.3	5868	5820	4.5
10	ST.11		1	42.3	5215	5167	4.7
10	ST.11		4	51.9	5000	4922	5.8
10	ST.12		3	45.7	5237	5181	5.0
10	ST.11		4	61.0	5000	4892	6.4
<hr/>							
10							
15	ST.01		2	83.9	5861	5715	7.3
15	ST.02		3	45.7	5076	5012	5.0
15	ST.03		1	45.7	5000	4956	5.1
<hr/>							
3							

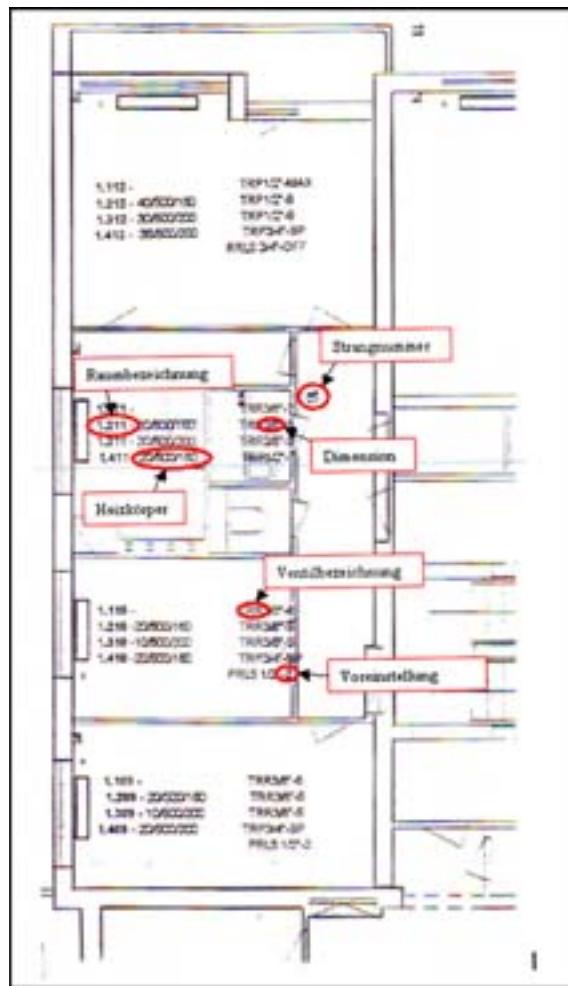
Slika 22: Rezultati proračuna

7.4 Izrada plana ugradnje

Uz pomoć podataka dobijenih hidrauličkim dimenzionisanjem Ing. Jaroslav Polak mogao je pristupiti izradi plana ugradnje.

Sa plana ugradnje instalater je mogao utvrditi gde i koja armatura mora biti ugrađena. Nakon toga je postavljao željene vrednosti pretpodešavanja za ventil, na osnovu podataka dostavljenih uz svaki od ventila.

Izračunate vrednosti su približno zaokruživane na prvu veću celobrojnu vrednost, jer iz praktičnih razloga nije moguće izvršiti tačno podešavanje na proračunom dobijenu vrednost.



Slika 23. Plan ugradnje

7.5 Izvršenje uradnje

Za izvršenje radova kompanija **HERZ** je odredila i uputila firmu T.A.P. U cilju ostvarivanja hidrauličkog podešavanja u objektima, grejna tela su bila opremljena pretpodesivim termostatskim ventlima **HERZ TS-90 V** i termostatskim glavama **HERZ 1 7626 06** tokom jula i avgusta **1995.**



Slika 24. HERZ termostatski ventil sa ugrađenom termostatskom glavom

Zbog ekonomске situacije i ograničenih raspoloživih finansijskih sredstava, izvršena je instalacija bez ugradnje povratnih ventila, koji su tehnički bili poželjni u sistemu. Grejna tela na vertikali sa stepeništem su zbog mogućnosti krađe opremljena pretpodesivim ventilima sa ručnom regulacijom, bez termostata.



Slika 25. Grejno telo na vertikali stepeništa

Na usponske vodove ugrađeni su regulatori diferencijalnog pritiska i protoka HERZ 4001 / 4002 u januaru 1996.



Slika 26. Ugrađeni HERZ regulator diferencijalnog pritiska i protoka

U manjim objektima (do 5 spratova) izvršena je implementacija prestrujnih ventila.



Slika 27. Ugrađeni HERZ prestrujni ventil

Svaki objekat je opremljen regulacionim ventilima za usponske vodove **STRÖMAX 4117R**, kako bi bila obezbeđena precizna distribucija vode.



Slika 28. Ugrađeni HERZ ventil za regulaciju usposkih vodova

7.6 Izvršenje regulacije

Nakon instaliranja potrebnih **HERZ** armatura, sve su morale biti postavljene na željene vrednosti. Vrednosti pretpodešavanja su već ranije određene i bile dostupne preko plana ugradnje.

Armature su, naravno, morale biti podešene od strane kvalifikovanih instalatera, koji su mogli vršiti ugradnju na osnovu plana ugradnje.



Slika 29. Pretpodešavanje

Nakon toga, protok vode je mogao naknadno biti proveren pomoću HERZ mernog kompjutera.



Slika 30. Merenje protoka

7.7 Ekonomска cena koštanja

U tabelama na slikama 14-17 prikazani su ukupni troškovi materijala, ugradnje i podešavanja u pojedinačnim sektorima, podeljeno po objektima.

Tabela 3. Troškovi u sektoru 1

Tokom 1995 - 23 objekta		Troškovi	
Broj stanova	Grad, Ulica, Broj.	SK	€
32	Komárno, Komenského 1	134.000	2.960
32	Komárno, Svätojánska 3 - 5	130.000	2.872
32	Komárno, Meštianska 6 - 8	131.000	2.894
32	Komárno, Meštianska 10 - 12	127.000	2.805
48	Komárno, Eötvösa 38 - 42	215.000	4.749
32	Komárno, Eötvösa 44 - 46	134.000	2.960
24	Komárno, Eötvösa 58 - 60	115.000	2.540
46	Komárno, Dunajské nábrežie 24 - 26	144.000	3.181
46	Komárno, Hrnciarska 1 - 3	170.000	3.755
46	Komárno, Hrnciarska 5 - 7	170.000	3.755
48	Komárno, Palatínova 55 - 59	214.000	4.727
48	Komárno, Palatínova 61 - 65	203.000	4.484
32	Komárno, Eötvösa 30 - 32	123.000	2.717
46	Komárno, Špitálska 2 - 4	166.000	3.667
32	Komárno, Zimná 1	125.500	2.772
40	Komárno, Komenského 26 - 34	170.000	3.755
92	Komárno, Komenského 5 - 11	313.000	6.914
36	Komárno, Záhradnícka 5	222.500	4.915
16	Kolárovo, Brnenské námestie 5	89.000	1.966
16	Kolárovo, Brnenské námestie 7	91.000	2.010
16	Kolárovo, Brnenské námestie 8	90.000	1.988
16	Kolárovo, Brnenské námestie 11	90.000	1.988
16	Kolárovo, Brnenské námestie 13	91.000	2.010
824		3.458.000	76.386

Tabela 4. Troškovi u sektoru 2

Tokom 1996 - 51 objekat			
Broj stanova	Grad, Ulica, Broj.	Troškovi	
		SK	€
48	Komárno, Eötvösa 66 - 72	179.000	3.954
24	Komárno, Svätojánska 7 - 9	111.000	2.452
32	Komárno, Meštianska 2 - 4	139.000	3.070
24	Komárno, Meštianska 22 - 24	110.200	2.434
32	Komárno, Eötvösa 50 - 52	147.800	3.265
32	Komárno, Eötvösa 54 - 56	148.700	3.285
32	Komárno, Stavbárov 6 - 8	149.000	3.291
46	Komárno, Ceská 2 - 4	176.000	3.888
46	Komárno, Ceská 6 - 8	178.400	3.941
46	Komárno, Gazdovská 36 - 38	184.400	4.073
32	Komárno, Gazdovská 40 - 42	152.200	3.362
40	Komárno, Gazdovská 20 - 26	201.300	4.447
46	Komárno, Biskupa Királya 19 - 21	173.000	3.822
32	Komárno, Biskupa Királya 27 - 29	151.600	3.349
32	Komárno, Biskupa Királya 31 - 33	148.000	3.269
32	Komárno, Biskupa Királya 35 - 37	151.500	3.347
32	Komárno, Biskupa Királya 39 - 41	151.600	3.349
32	Komárno, Biskupa Királya 43 - 45	151.500	3.347
64	Komárno, Biskupa Királya 18 - 24	298.500	6.594
36	Komárno, Medercská 57 - 63	119.600	2.642
36	Komárno, Medercská 65 - 71	130.000	2.872
69	Komárno, Rákocziho 25 - 29	249.500	5.511

Tabela 5. Troškovi u sektoru 2

Tokom 1996 - 51 objekta		Troškovi	
Broj stanova	Grad, Ulica, Broj.	SK	€
64	Komárno, Rákocziho 1 - 7	300.000	6.627
64	Komárno, Rákocziho 17 - 23	299.000	6.605
48	Komárno, Nám. Kossutha 15 - 17	216.400	4.780
32	Komárno, Damjanichova 8 - 12	113.600	2.509
48	Komárno, Rákocziho 26 - 30	210.000	4.639
48	Komárno, Jazerná 17 - 21	210.000	4.639
48	Komárno, Jazerná 10 - 14	98.000	2.165
72	Komárno, Košická 2 - 6	254.000	5.611
71	Komárno, Košická 32 - 36	268.300	5.927
55	Komárno, Komenského 10 - 18	186.000	4.109
69	Komárno, Komenského 36 - 40	247.000	5.456
32	Komárno, Medercská 36	150.000	3.313
32	Komárno, Medercská 14 - 20	175.400	3.875
48	Komárno, Vodná 14 - 18	223.300	4.933
48	Komárno, Vodná 20 - 24	214.500	4.738
64	Komárno, Vnútorná Okružná 54 - 56	173.200	3.826
48	Komárno, Vodná 23 - 27	223.400	4.935
64	Komárno, Vodná 1 - 7	288.300	6.368
48	Komárno, Lodná 8 - 12	220.400	4.869
48	Komárno, Vnútorná Okružná 59 - 61	137.000	3.026
48	Komárno, Vnútorná Okružná 63 - 67	226.000	4.992
16	Kolárovo, Brnenské námestie 6	93.000	2.054
36	Kolárovo, Rábska 4 - 10	147.000	3.247
32	Kolárovo, Bocná 1	152.000	3.358
32	Kolárovo, Bocná 4	150.500	3.324
48	Kolárovo, Partizánov 9 - 13	229.000	5.059
48	Kolárovo, Obrancov mieru 5 - 7	229.000	5.059
48	Hurbanovo, Sládkovicova 12 - 16	226.800	5.010
48	Hurbanovo, Sládkovicova 18 - 22	224.700	4.964
2252		9.487.600	209.578

Tabela 6. Troškovi u sektoru 3

Tokom 1997 - 17 objekta		Troškovi	
Broj stanova	Grad, Ulica, Broj.	SK	€
44	Komárno, Dunajské nábrežie 40 - 46	160.000	3.534
64	Komárno, Pávia 13 - 19	270.900	5.984
40	Komárno, Gazdovská 28 - 34	201.300	4.447
32	Komárno, Biskupa Királya 39 - 41	151.600	3.349
36	Komárno, Pávia 2 - 6	271.000	5.986
81	Komárno, Hviezdoslavova 1 - 5	462.000	10.205
81	Komárno, Hviezdoslavova 4 - 8	468.300	10.345
40	Komárno, Selyeho 9 - 11	158.000	3.490
48	Komárno, Selyeho 13 - 17	217.400	4.802
48	Komárno, Gen. Klapku 32 - 36	221.000	4.882
40	Komárno, Selyeho 23 - 25	161.000	3.556
64	Komárno, Gen. Klapku 46 - 48	192.000	4.241
40	Komárno, Selyeho 1 - 3	167.000	3.689
40	Komárno, Selyeho 5 - 7	165.000	3.645
48	Komárno, Gen. Klapku 26 - 30	220.000	4.860
64	Komárno, Gen. Klapku 16 - 22	299.000	6.605
40	Komárno, Gen. Klapku 11 - 13	152.000	3.358
13	Komárno, Záhradnícka 11 - 13	76.000	1.679
35	Komárno, Nám. M. R. Štefánika 2 - 5	143.000	3.159
898		4.156.500	91.816

8 Merenje potrošnje energije

U ovom poglavlju je objašnjen način praćenja i beleženja potrošnje i uštede energije. Dalje je objašnjeno kako je izvršena podela potrošača energije po stambenim jedinicama.

8.1 Merenje celokupne potrošnje energije u objektu

Ukupna potrošnja energije u objektu je merena klasičnim kalorimetrom. On se nalazio u podrumskoj prostoriji u svakoj od zgrada.

Kalorimetar je merni uređaj koji je merio ukupnu količinu toplotne energije dostavljene objektu.

Princip funkcionisanja

Kalorimetri moraju imati informaciju o tri osnovne veličine stanja

- protok gorenog medijuma V
- temperaturna medijuma u razvodnom vodu T_V
- temperaturna medijuma u povratnom vodu T_R

Na osnovu poznavanja ove tri veličine moguće je odrediti količinu iskorišćene toplotne energije korišćenjem jednačine 4.

Jednačina 6.

$$\dot{Q} = \rho \cdot \dot{V} \cdot c_p \cdot (t_V - t_R)$$



Slika 31. Kalorimetar

8.2 Merenje u stambenim jedinicama

Merenje po stambenim jedinicama izvršeno je pomoću kalorimetra, model **V93** od proizvođača kompanije **TECHEM**.

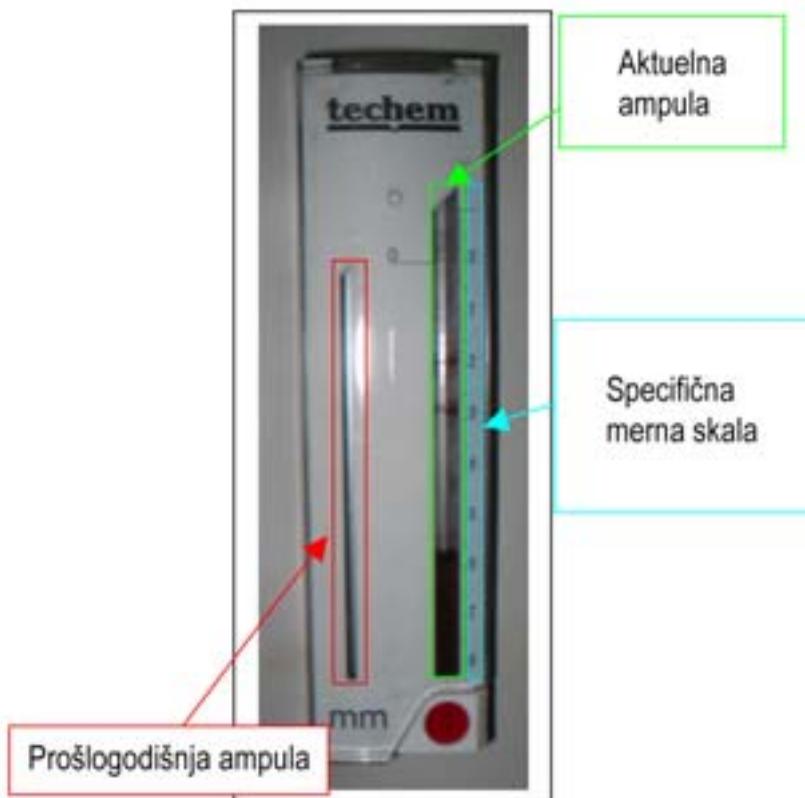
Njegov rad se zasniva na principu isparivača, i koristi se za beleženje potrošnje energije svakog grejnog tela. On je primenjiv kako za jednocevne, tako i za dvocevne sisteme grejanja. Adaptacija prema tipu i veličini grejnog tela izvršena je uz pomoć **skala proizvoda**.

Različitim skalamama uzima se u obzir veličina i tip radijatora. Na primer radijator sa većom dužinom odaje, naravno, više toplote nego kraći, a pritom imaju jednake temperature površina grejnih elemenata. Oni vrše isparavanje približno iste količine tečnosti. Zato je neophodno dužem radijatoru dodeliti drugačiju skalu nego kraćem. Na skali za duži radijator isparavanju 1cm tečnosti odgovara više jedinica nego za kraći. Utvrđeno je **107** različitih skala proizvoda za grejna tela.

Kontrolna ampula za očitavanje od prethodne godine nalazi se pored nove ampule (pogledati **sliku 33**). Očitavanje se vrši jednostavno i precizno preko providnog prednjeg dela i lakog ovaranja i pristupa stubu tečnosti.

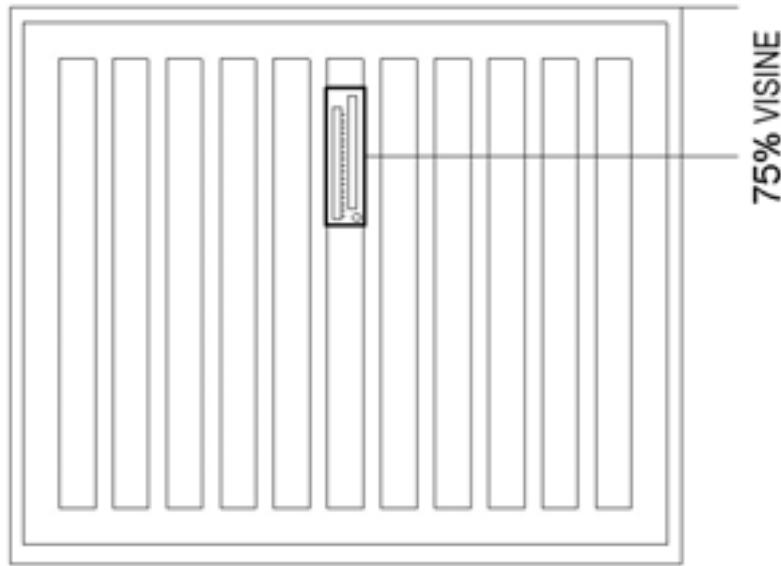
Radni opseg je se kreće između **150** i **5000 W** na skali dužine **80 mm**. Prosečna radna temperatura medijuma mora se nalaziti između **60°C** i **110°C**. [5]

8.2.1 Princip funkcionisanja



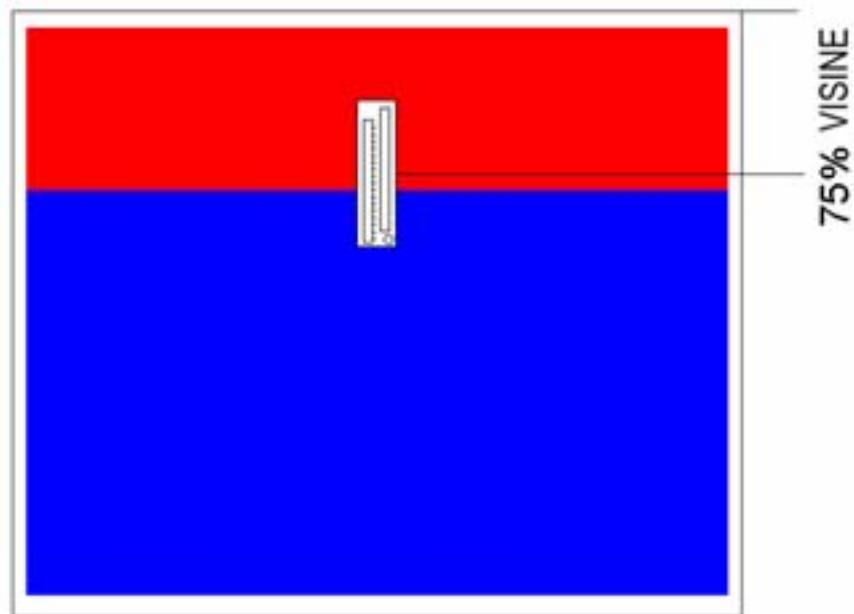
Slika 32. Isparivač WMZ

Prema Evropskom standardu prEN 835 preporučuje se centralno postavljanje isparivača na otprilike 75% visine grejnog tela.



Slika 33. Pozicioniranje HK isparivača

Ova pozicija ima prednosti jer je većina grejnih tela opremljeno termostatskim ventilima. Smanjenjem protoka, gornji deo radijatora se više zagreva. Ako je merni isparivač smešten na gornjem delu radijatora, i male količine toplotne energije mogu biti ispravno izmerene.



Slika 34. Raspodela temperature

8.3 Određivanje ukupne iskorišćene količine toplote

Pre ugradnje isparivača, kalorimetri su merili ukupnu količinu toplote i delili je po pojedinačnim stanovima na osnovu površine stana, što nije bilo ispravno, jer se stanari nisu trudili da uštide energiju, budući da su plaćali iste troškove.

Sada to funkcioniše na sledeći način:

Na kraju grejne sezone, posebnim uređajem se vrši očitavanje sa kalorimetra smeštenog u podrumu zgrade kao i stanja sa isparivača VR93 u stanovima.

Celokupna očitana vrednost se deli brojem očitanih jedinica na odgovarajućoj skali u svim stanovima. Ova vrednost pomnožena brojem očitanih jedinica u jednom stanu, daje potrošnju energije u tom stanu. Na ovaj način obezbeđeno je da svaki stan plaća stvarno utrošenu količinu toplote.

Postupak je pojašnjen u sledećem primeru.

8.3.1 Primer određivanja pre i posle

- 3-spratna stambena zgrada
- 4 stana po spratu
- 3 stana od 80 m^2
- 9 stanova od 60 m^2
- Sa kalorimetra očitana ukupna potrošnja toplotne energije $90,000 \text{ kWh}$
- Cena grejanja 2 centa po kWh

8.3.1.1 Raniji obračun

Ukupna površina stanova: 780 m^2

Utrošak energije po m^2 :

$$q = \frac{90.000 \text{ kWh}}{780 \text{ m}^2} = 115,4 \text{ kWh/m}^2$$

Cena po m^2 :

$$k = 115,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot 2 \text{ Cent} = 230,8 \text{ Cent/m}^2$$

Cena po stanovima:

Cena za stan od 80 m²:

$$K = 230,8 \text{Cent} / \text{m}^2 \cdot 80 \text{m}^2 = 184,6 \text{Euro}$$

Cena za stan od 60 m²:

$$K = 230,8 \text{Cent} / \text{m}^2 \cdot 60 \text{m}^2 = 138,5 \text{Euro}$$

Ovo je cena koja je trebalo da bude naplaćena potrošača. Nije uzeto u obzir da li su potrošači štedeli ili rasipali.

8.3.1.2 Sadašnji obračun

Stan 1:	80m ²	Ispareno tečnosti 7 jedinica
Stan 2:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 3:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 4:	60m ²	Ispareno tečnosti 7 jedinica
Stan 5:	80m ²	Ispareno tečnosti 6 jedinica
Stan 6:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 7:	60m ²	Ispareno tečnosti 3 jedinica
Stan 8:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 9:	80m ²	Ispareno tečnosti 7 jedinica
Stan 10:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 11:	60m ²	Ispareno tečnosti 5 jedinica
Stan 12:	60m ²	Ispareno tečnosti 8 jedinica

Ispareno jedinica ukupno: 68

Količina toplote po jedinici:

$$q = \frac{90.000 \text{kWh}}{68 \text{EH}} = 1323,5 \text{kWh} / \text{EH}$$

Cena po jedinici:

$$k = 1323,5 \text{kWh} / \text{EH} \cdot 2 \text{Cent} = 2647 \text{Cent} / \text{EH}$$

Cena za sve stanove

Za stanove 2,3,6,8,10.11:

$$K = 2647 \text{ Cent} / EH \cdot 5 EH = 132,4 \text{ Euro}$$

Za stanove 1,4.9:

$$K = 2647 \text{ Cent} / EH \cdot 7 EH = 185,3 \text{ Euro}$$

Za stan 5:

$$K = 2647 \text{ Cent} / EH \cdot 6 EH = 158,8 \text{ Euro}$$

Za stan 12:

$$K = 2647 \text{ Cent} / EH \cdot 8 EH = 211,8 \text{ Euro}$$

Za stan 7:

$$K = 2647 \text{ Cent} / EH \cdot 3 EH = 79,4 \text{ Euro}$$

Sada svaki potrošač plaća onoliko koliko je stvarno potrošio. Stanari iz stana 12 su na primer koristili više toplotne energije, pa samim tim moraju platiti više. Stanari iz stana 7 su iz nekog razloga koristili manje grejanja, i naravno, plaćaju čak upola nego po ranijem obračunu.

9 Tumačenje rezultata merenja

Tumačenje rezultata merenja kako bi se utvrdilo da rezultati nisu neispravni usled promene cene grejanja ili vremenskih uslova. Ušteda energije je utvrđena primenom dan-stepon metode.

9.1 Osnove proračuna

Tokom izvođenja proračuna izvršeni su sledeći postupci:

1. Stepen-dani grejanja su za pojedine godine izračunati kao u tački 4.3.2.
2. Specifična merodavna potrošnja 1994 godine je izračunata

Jednačina 7

$$q_{1994} = \frac{Q_{1994}}{HGT_{1994}}$$

Gde je:

q_{1994}	kWh (GJ)/GT	Specifična potrošnja toplotne energije u 1994
Q_{1994}	kWh (GJ)	Ukupna potrošnja toplotne energije u 1994
HGT_{1994}		Stepen - dani grejanja u 1994

Specifična potrošnja toplotne energije u 1994 je uzeta za sve godine kao merodavna.

3. Proračun teorijske potrošnje energije

Teorijska potrošnja energije pokazuje koliko bi energije u određenoj godini bilo potrošeno da nisu preduzete mere sanacije.

Jednačina 8.

$$Q_{Teoretsko(x)} = q_{1994} \cdot HGT_x$$

Gde je:

q_{1994}	kWh (GJ)/GT	Specifična potrošnja toplote
------------	-------------	------------------------------

$$\begin{array}{ll} Q_{\text{teoretsko (x)}} & \text{kWh (GJ) Teorijska potrošnja toplote u godini x} \\ HGT_x & \text{Grejni stepen-sati u godini x} \end{array}$$

Budući da je teorijski utrošak toplotne energije izračunat uz pomoć stepen sati grejanja, vremenski uslovi u različitim godinama su uzeti u obzir, pa sledi da nema falsifikovanih rezultata.

4. Izračunavanje uštede energije u kWh (GJ)

Uštедena energija predstavlja razliku između teorijske i stvarne potrošnje u posmatranoj godini

Jednačina 9.

$$\Delta Q = Q_{\text{Teorijsko (x)}} - Q_{\text{Stv.}}$$

Gde je:

$$\begin{array}{ll} Q_{\text{stv. (x)}} & \text{kWh (GJ) Stvarna potrošnja toplote u godini x} \\ Q_{\text{Teorijsko (x)}} & \text{kWh (GJ) Teorijska potrošnja toplote u godini x} \\ \Delta Q & \text{Ušteda energije} \end{array}$$

5. Izračunavanje procentualne uštede energije

Jednačina 10

$$\Delta Q(\%) = \frac{Q_{\text{Stv. (x)}} - Q_{1994}}{Q_{1994}}$$

Gde je:

$$\begin{array}{lll} Q_{\text{Stv. (x)}} & \text{kWh (GJ)} & \text{Stvarna potrošnja toplote u godini x} \\ Q_{1994} & \text{kWh (GJ)} & \text{Stvarna potrošnja toplote u godini 1994.} \\ \Delta Q & (\%) & \text{Ušteda energije u \%} \end{array}$$

5. Izračunavanje sačuvane energije u slovačkim Krunama

Da bi smo bili u mogućnosti da prikažemo stvarne finansijske efekte, neophodno je izvršiti razmatranje kretanja tržišnih cena energije.

Jednačina 11.

$$\Delta SKK = \Delta Q_x \cdot WP_x$$

Gde su:

DSKK	SKK	Ušteda u slovačkim Krunama
WP _x	SKK/GJ	Cena energije u godini x
DQ _x	kWh (GJ)	Ušteda energije u godini x

7. Konverzije

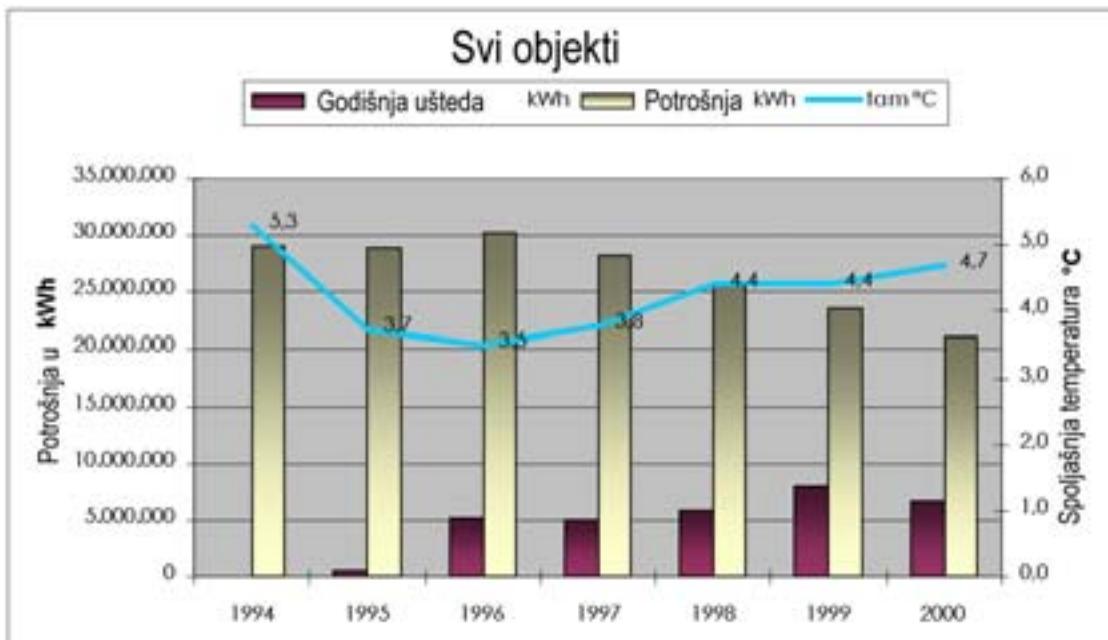
1GJ = 277.8 kWh

1SKK = 0,0221 Eura (stanje iz 2001)

9.2 Grafički prikaz

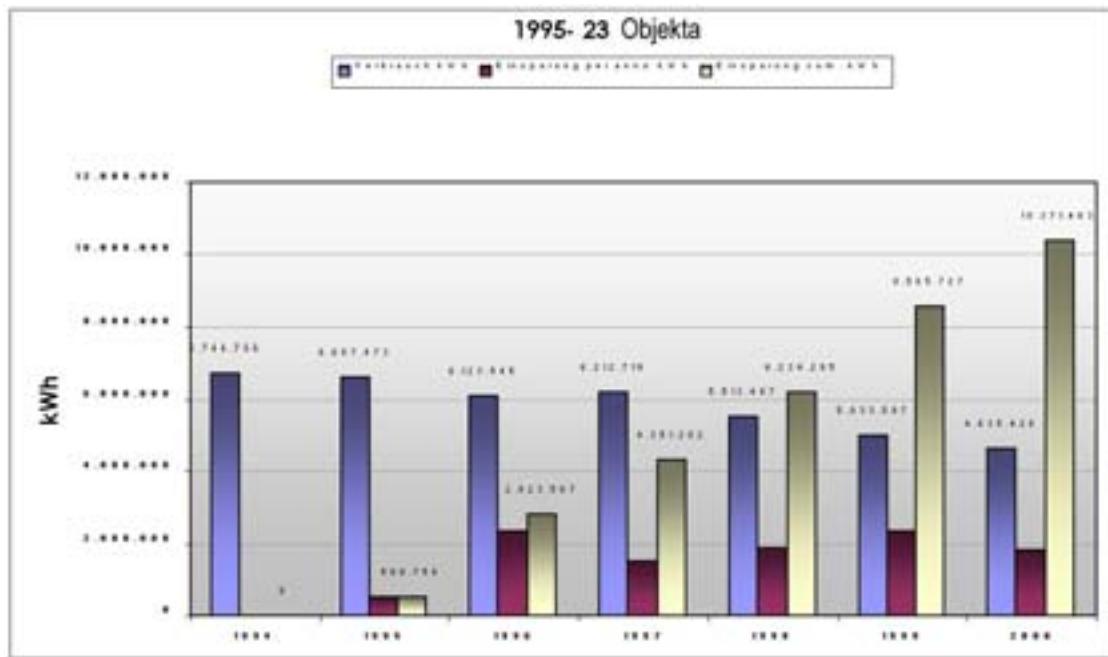
Tabela 7. Prikaz izmerenih rezultata

Godina	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
HGT	2.871	3.025	3.595	3.294	3.148	3.135	2.741
Potrošnja [kWh]	28.965.650	28.917.591	30.107.686	28.226.980	25.927.074	23.606.444	21.064.491
Ušteda u [kWh] [kWh]	0	500.754	5.147.418	5.014.811	5.838.140	8.023.229	6.597.568
Ušteda (kum.) [kWh]	0	500.754	5.648.172	10.662.983	16.501.123	24.524.352	31.121.921
Promena u odnosu na 1994 [%]		0%	4%	-3%	-10%	-19%	-27%

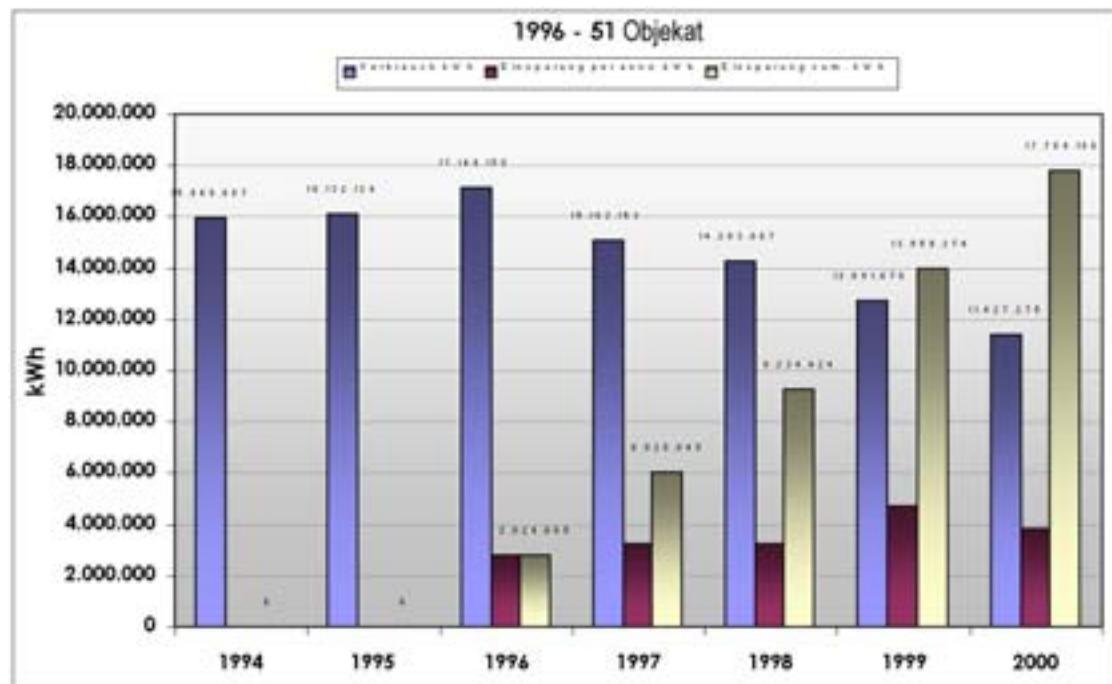


Dijagram 13. Potrošnja toplove

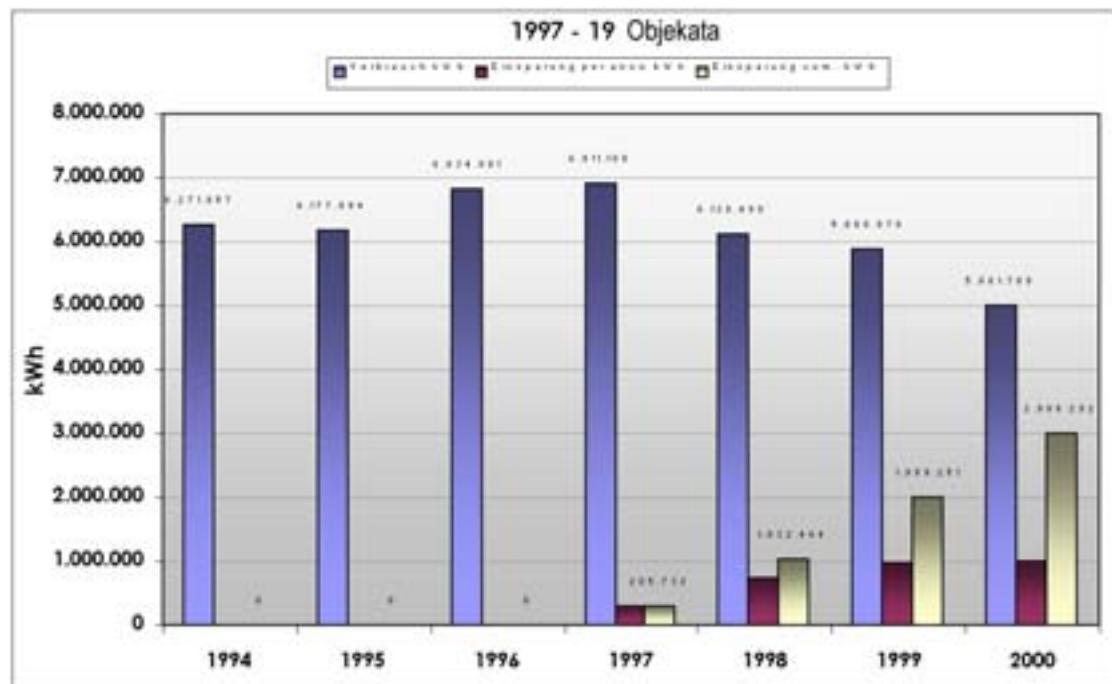
Potrošnja energije pokazuje da je nakon završetka sanacije **1998**, zbog značajnog pada prosečne spoljašnje temperature.



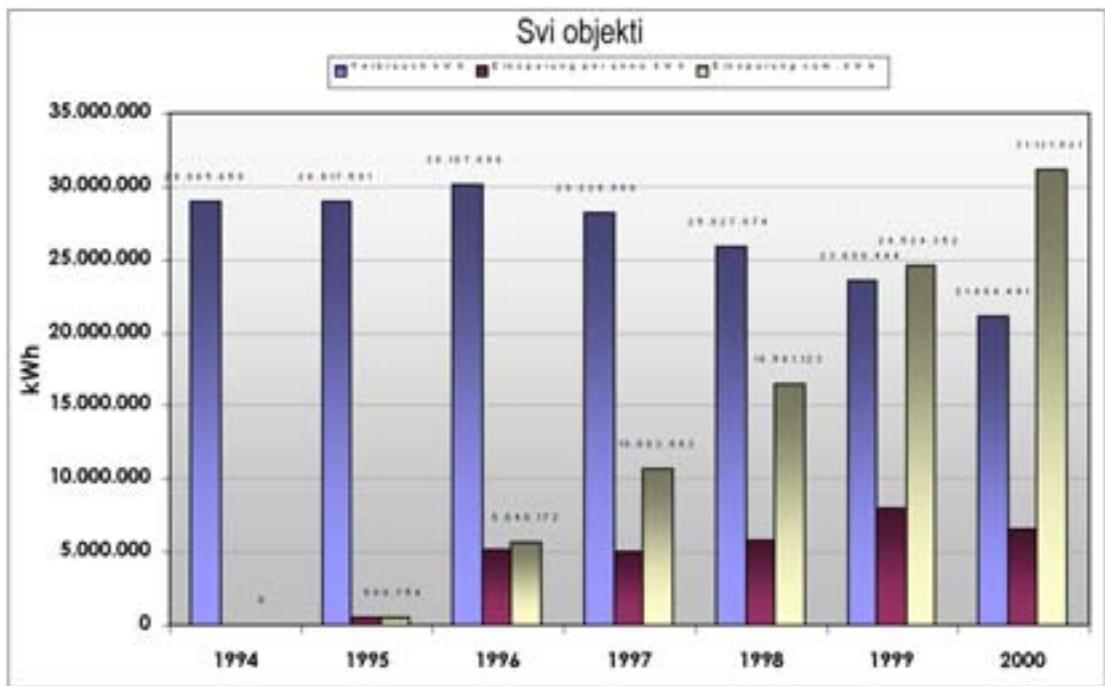
Dijagram 14. Ušteda u 23 objekta



Dijagram 15. Ušteda u 51 objekta



Dijagram 16. Ušteda u 19 objekata



Dijagram 17. Ušteda svim objektima

9.2.1 Moguće promene u ponašanju potrošača

Proračunom uštede energije omogućio je da po završetku podešavanja svaki potrošač bude zadovoljan ambijentalnom temperaturom od 20°C. Ipak, je jedan deo potrošača je povećao komfor podizanjem ambijentalne temperature. Podizanjem ambijentalne temperature, takođe je tokom godina nakon renoviranja, porastao broj grejnih stependana, čime je povećana teorijska potrošnja energije.

Ako se pođe od činjenice da su svi potrošači podigli sobnu temperaturu na 22°C, tada važe sledeći rezultati uštede energije:

Dijagram 24. ušteda energije pri $T_i=22^\circ\text{C}$.

Dijagram 24. prikazuje moguće uštede energije ako bi sobna temperatura bila povećana na 22°C. Budući da ponašanje potrošača nije unapred poznato, sve kalkulacije u proračunu su izvršene na osnovu željene sobne temperature od 20°C.

Ipak dijagram 24 prikazuje su stvarne uštede verovatno veće nego pri sobnoj temperaturi od 20°C.

10 Posledice uštede energije

U ovom poglavlju će biti opisano koje pozitivne posledice ima sprovođenje mera regulacije na potrošače i životnu sredinu.

10.1 Posledice na potrošače

10.1.1 Povećanje udobnosti

Željena ambijentalna temperatura nije mogla postignuta u mnogim stanovima usled loše isporuke tople vode i ljudi su bili prinuđeni da se smrzavaju.

Nakon izvršene regulacije dovoljna količina vode je dopostavljana do pojedinih potrošača. Željena sobna temperatura je tada bila postignuta u svim stambenim blokovima.

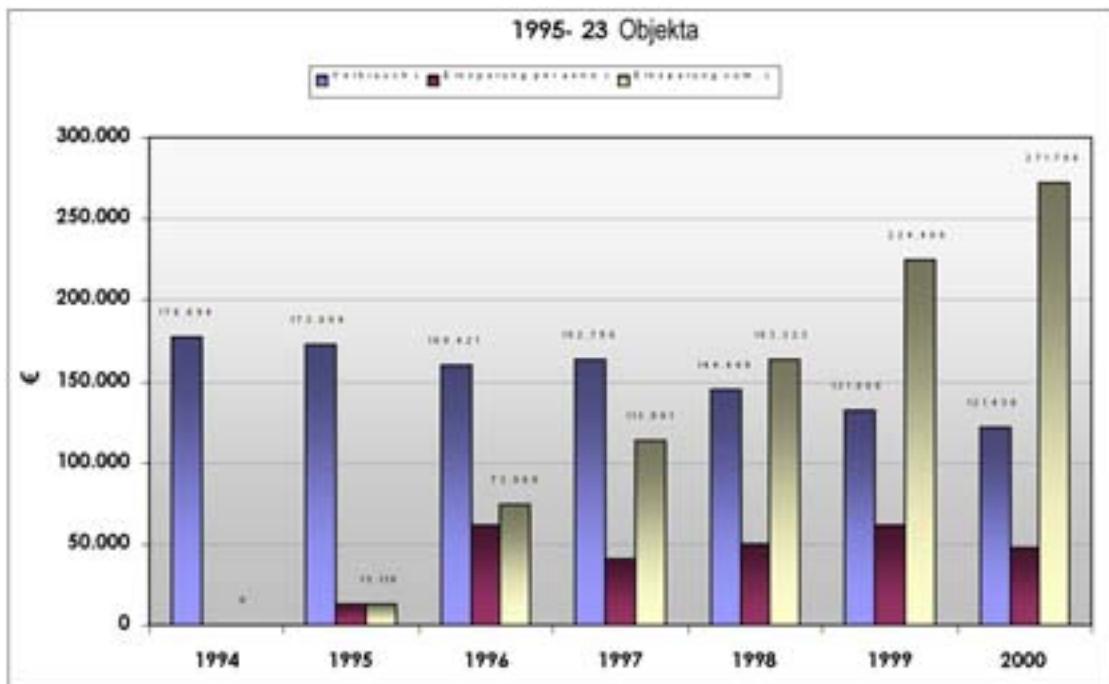
Sada je, čak moguće povećati temperaturu ambijeta prema sopstvenoj želji. To je važno za sve potrošače kojima prijaju drugačiji uslovi u ambijentu.

10.1.2 Finansijska ušteda

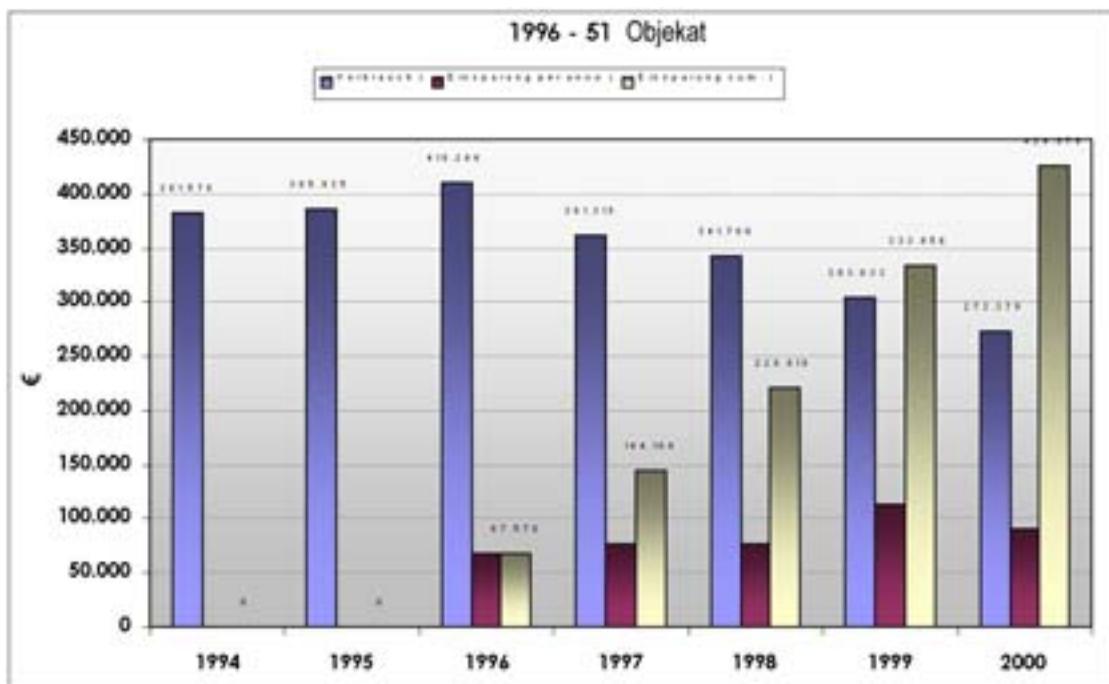
Usled ušeda u potrošnji energije, prirodno dolazi do ekonomskog rasterećenja krajnjih potrošača.

Tabela 8. Ukupna finansijska ušteda

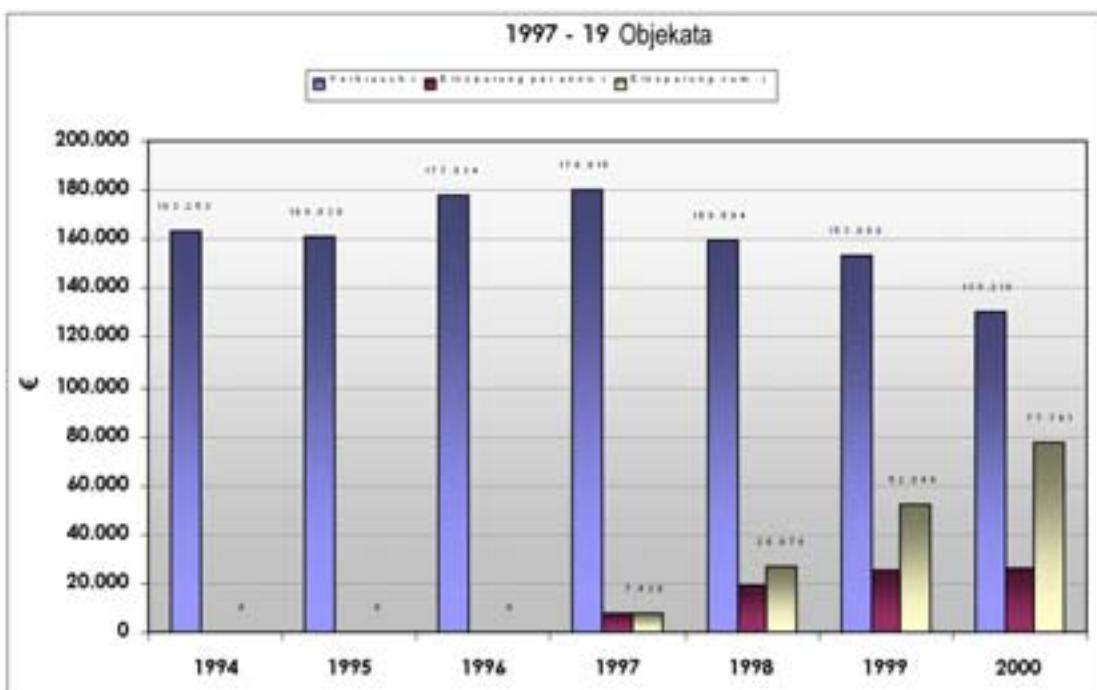
Godina	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Ušteda u [SKK]	0	596.295	5.837.541	5.678.043	6.610.262	9.084.339	7.470.128
Ušteda kum. [SKK]	0	596.295	6.433.836	12.111.879	18.722.141	27.806.480	35.276.608
Ušteda (Evra)	0	1.401	13.718	13.343	15.534	21.348	17.555
Ušteda kum. (Evra)	0	1.401	15.120	28.463	43.997	65.345	82.900



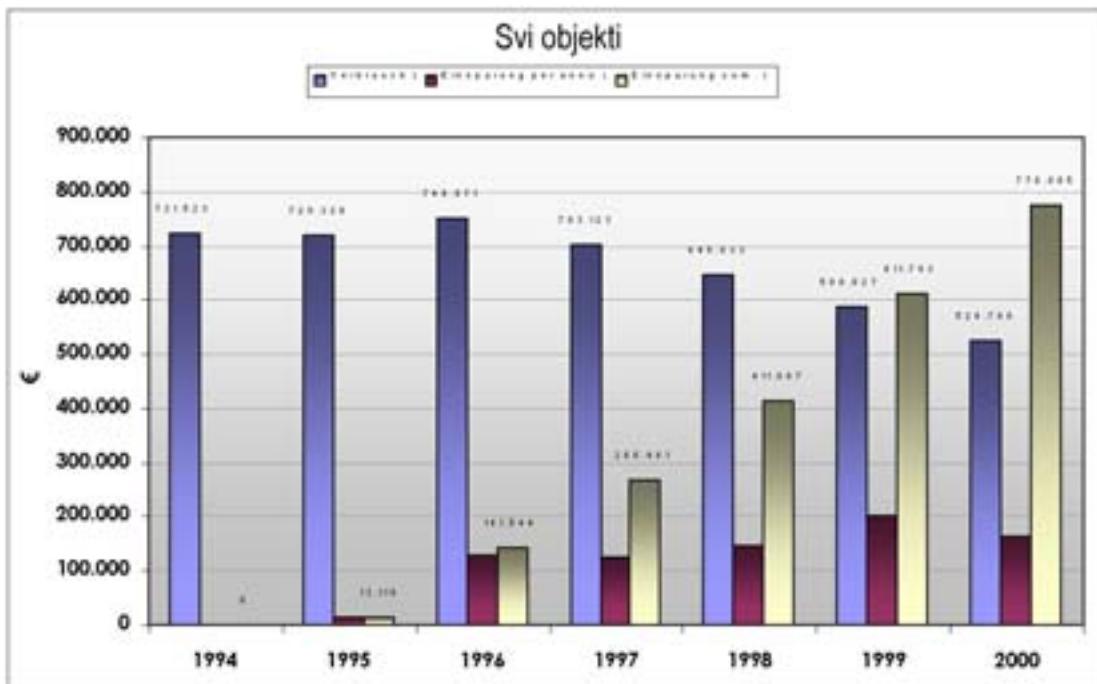
Dijagram 18. Finansijskaušteda u 23 objekta



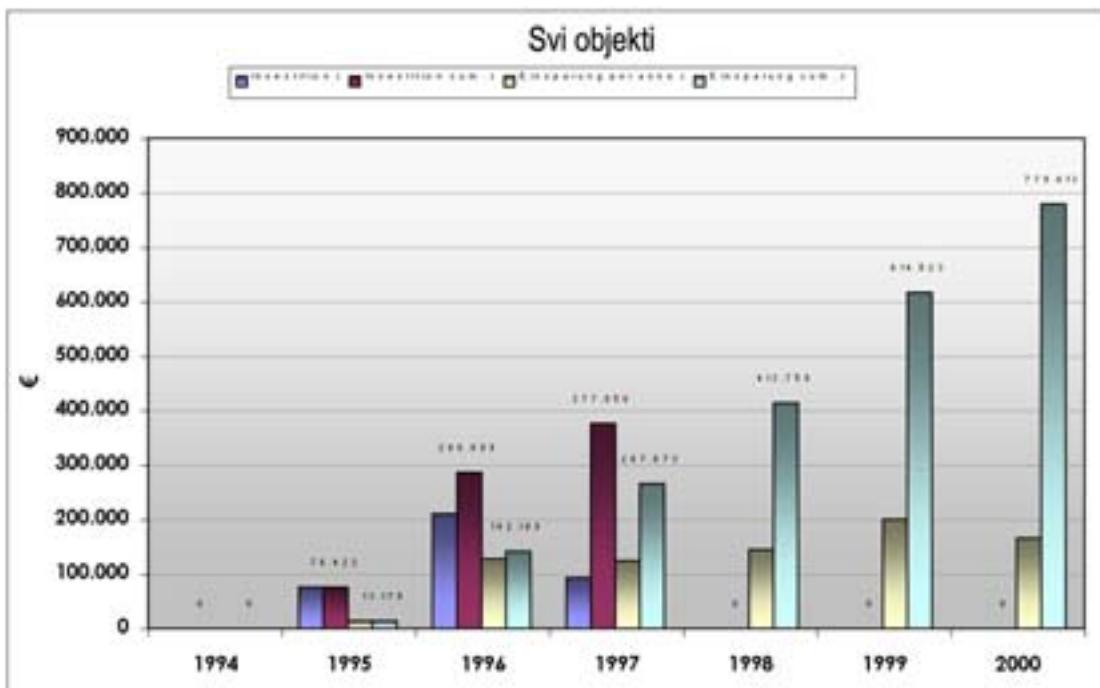
Dijagram 19. Finansijska ušteda u 51 objektu



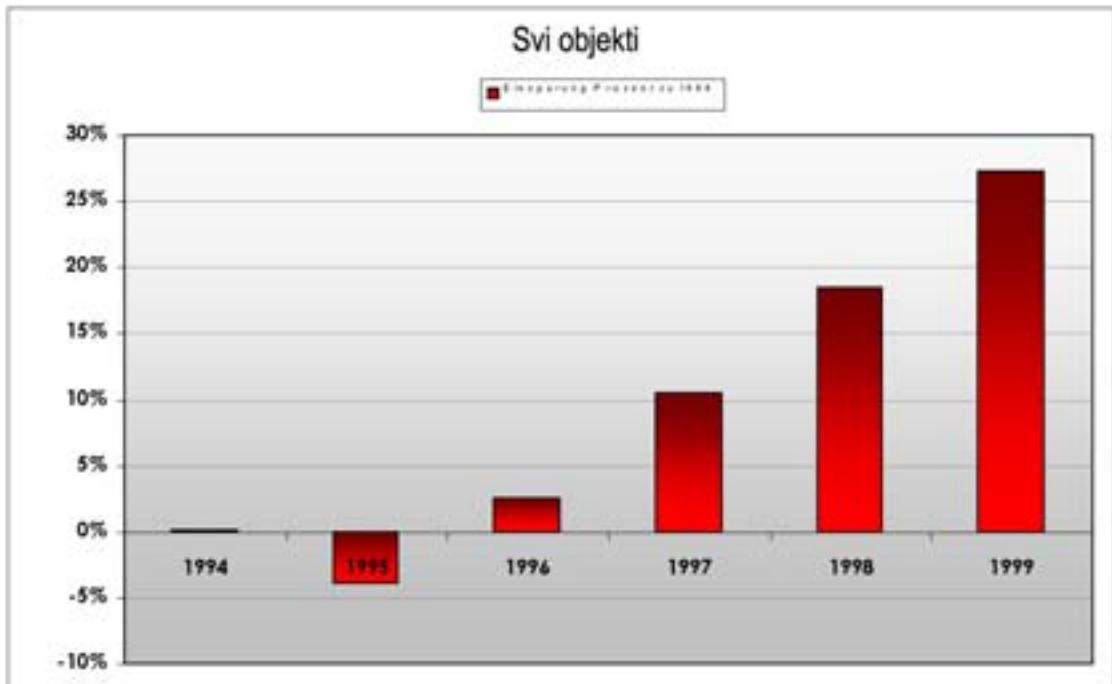
Dijagram 20. Finansijska ušteda u 19 objekta



Dijagram 21. Finansijskaušteda u svim objektima



Dijagram 22. Finansijskaušteda u svim objektima



Dijagram 23. Finansijska ušteda u procentima

10.1.3 Period otplate investicije

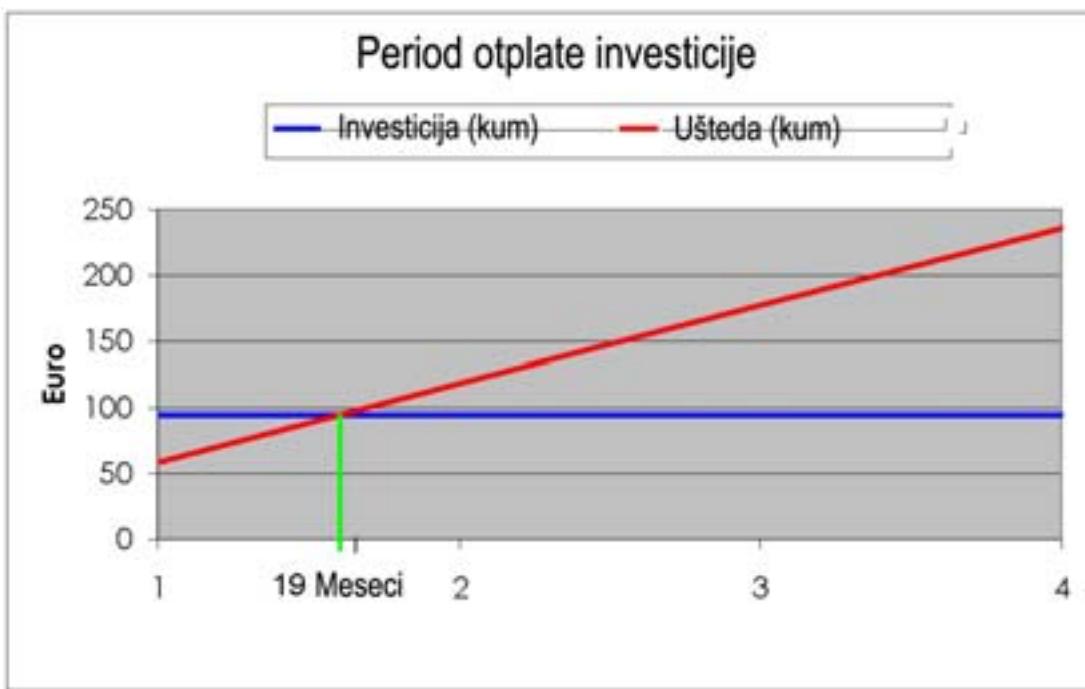
Celokupni investicioni troškovi regulacije iznose **378,000 €**. Ukupno je u **3.974** stanova izvršna regulacija.

Određivanje uštede energije izvršeno je u **23** renovirana objekta tokom **1998** godine, odnosno prve godine nakon završetka kompletne reorganizacije.

To znači:

- Troškovi investiranja su **95 €** po stanu
- Ušteda od **59 €** po stanu

Iz ovoga sledi da je period otplate investicije samo nešto duži od 18 meseci.



Dijagram 24. Period otplate investicije

10.2 Ekološki aspekt uštede energije

Manje energije mora biti proizvedeno usled uštede energije, pa je stoga manje gasa potrebno sagoreti.

Sagorevanjem prirodnog gasa u toplanama, u ispuštaju se sledeće materije štetne po životnu sredinu.

- SO₂
- NOX
- CO.
- CO₂
- Prašina

Podaci o količinama štetnih produkata sagorevanja dobijene su iz nemačke toplane u Karlsruhe iz 2000. godine. Za toplane u Komarnu uzete su 10% uvećane vrednosti emisije zagađivača, zbog zastarelosti opreme.

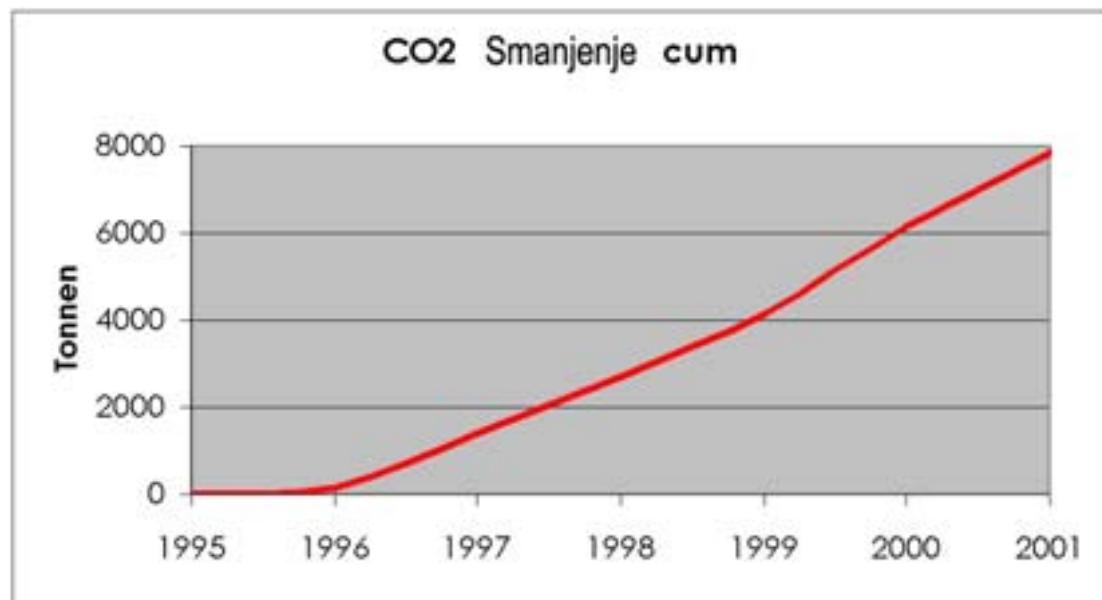
Zbog toga su podaci samo aproksimativne vrednosti odnosne veličini uštede, a nisu rezultat direktnog merenja emisije štetnih produkata sagorevanja.

Tabela 9. Emisija zagađivača [6]

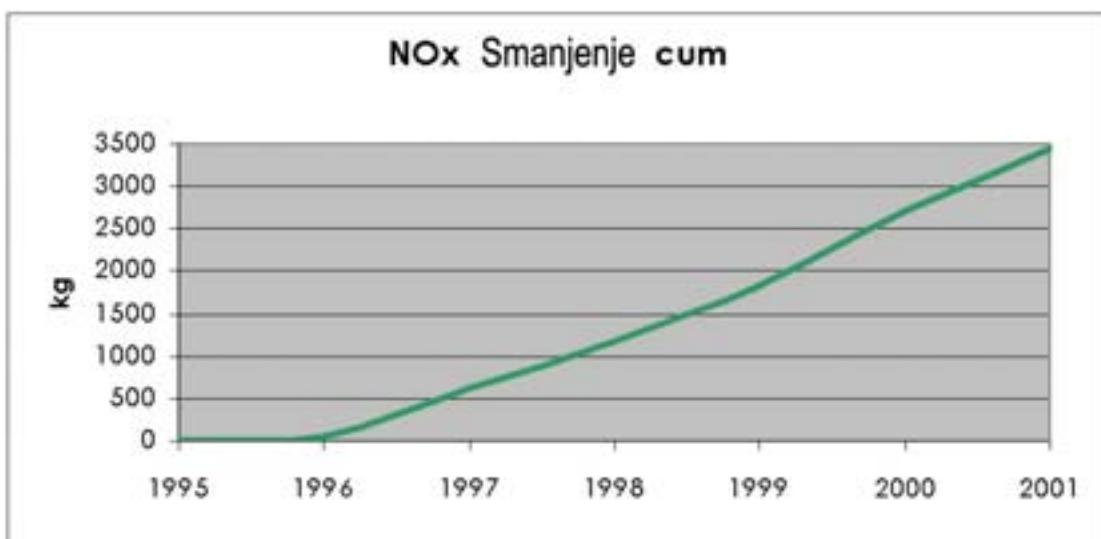
Zagađivač	Emisija u g/kWh
SO ₂	0,012743
Nox	0,111019
CO	0,006057
Prašina	0,001826
CO ₂	276,7918

Tabela 10. Smanjenje emisije zagadivača kum.

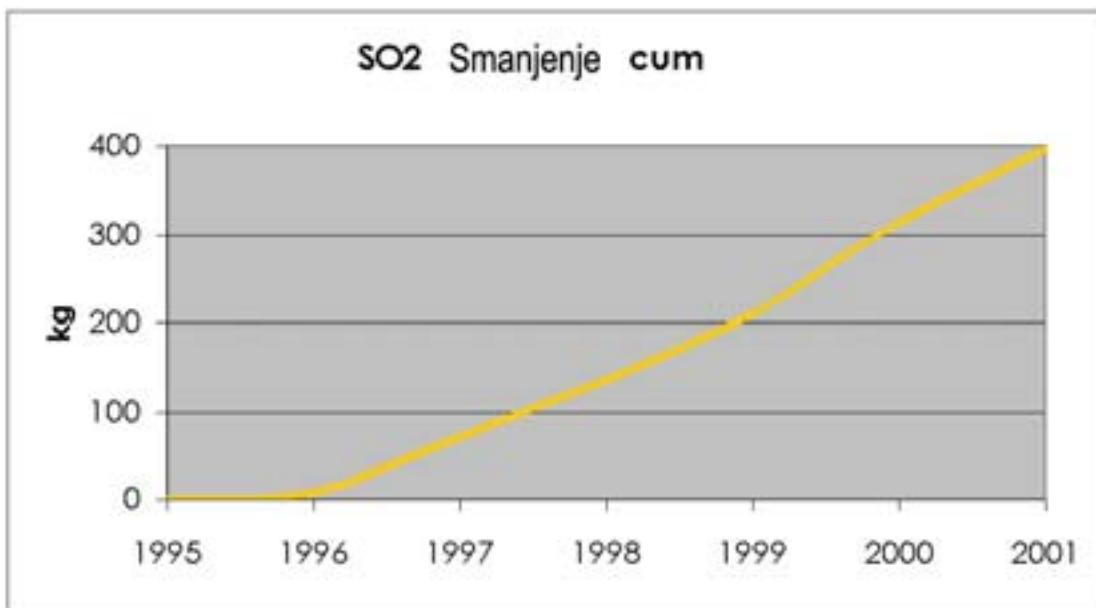
Emisija	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
SO ₂ [kg]	0	6	72	136	210	313	397
Nox [kg]	0	56	627	1184	1832	2723	3455
CO [kg]	0	3	31	59	91	135	171
Prašina [kg]	0	1	9	18	27	41	52
CO ₂ [t]	0	126	1421	2683	4152	6171	7831



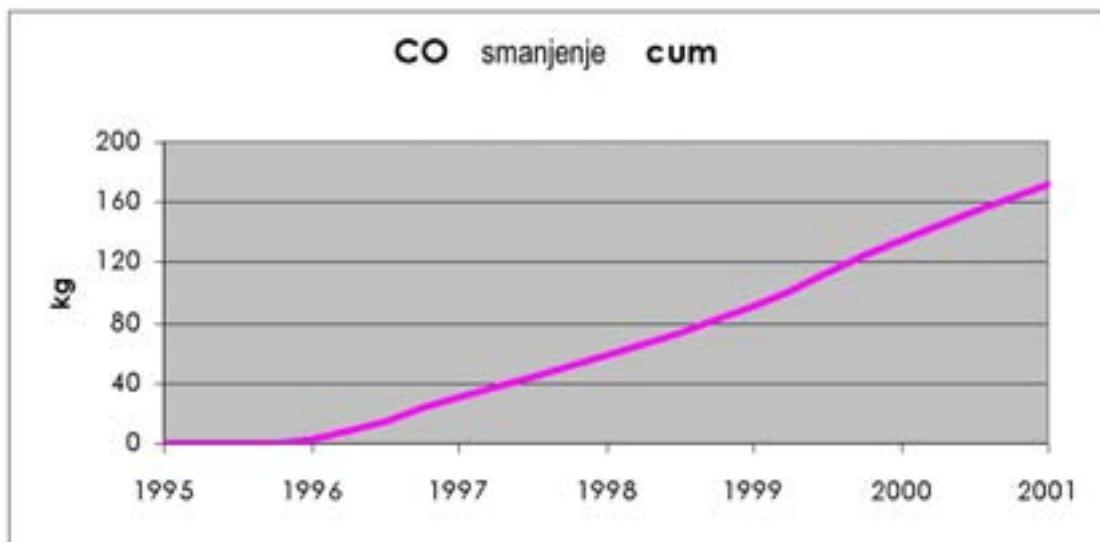
Dijagram 25. Smanjenje emisije CO₂



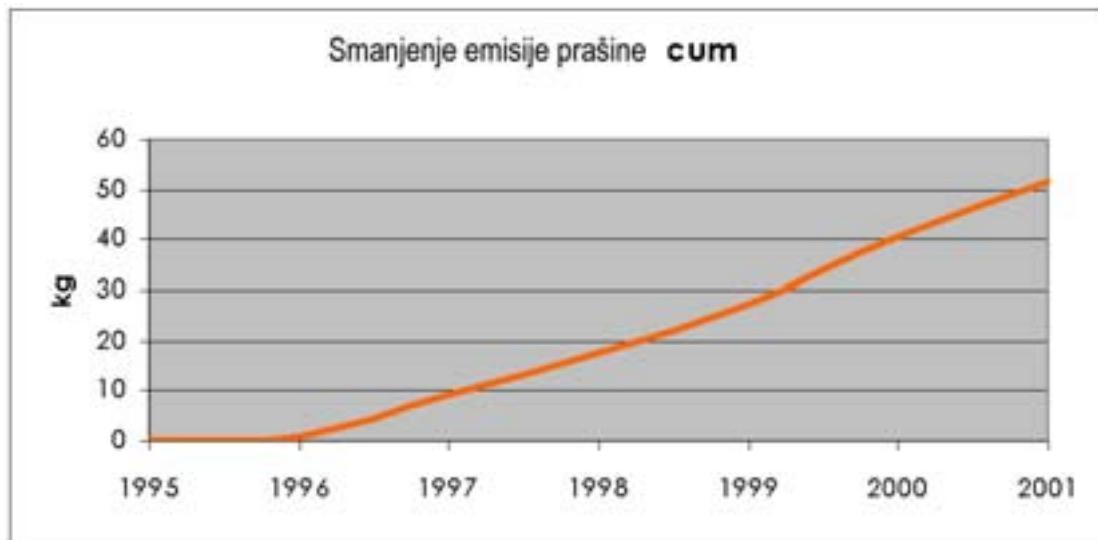
Dijagram 26. Smanjenje emisije Nox



Dijagram 27. Smanjenje emisije SO₂



Dijagram 28. Smanjenje emisije CO



Dijagram 29. Smanjenje emisije prašine

11 Rezime

Rezultati, otkrića i zaključci iz ove studije su objedinjeni u ovom poglavlju i prikazani u kratkoj i jasnoj formi.

11.1 Pregled rezutata

U sledećoj tabeli prikazani su svi rezultati merenja i proračuna za sve objekte.

Godina	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
HGT	2.871	3.025	3.595	3.294	3.148	3.135	2.741
Potrošnja [kWh]	28.965.650	28.917.591	30.107.686	28.226.980	25.927.074	23.606.444	21.064.491
Ušteda [kWh]	0	500.754	5.147.418	5.014.811	5.838.140	8.023.229	6.597.568
Ušteda kum. [kWh]	0	500.754	5.648.172	10.662.983	16.501.123	24.524.352	31.121.921
Promena % 1994 [%]		0%	4%	-3%	-10%	-19%	-27%
Ušteda u [SKK]	0	596.295	5.837.541	5.678.043	6.610.262	9.084.339	7.470.128
Ušteda kum. [SKK]	0	596.295	6.433.836	12.111.879	18.722.141	27.806.480	35.276.608
Ušteda (Evro)	0	13.178	129.010	125.485	146.087	200.764	165.090
Ušteda kum. (Evro)	0	13.178	142.188	267.673	413.759	614.523	779.613
Finansijska ušteda [%]		0%	5%	-3%	-12%	-16%	-24%
Investicije [SKK]	0	3.458.000	9.487.600	4.156.500	0	0	0
Investicije kum.[SKK]	0	3.458.000	12.945.600	17.102.100	17.102.100	17.102.100	17.102.100
Investicije (Evro)	0	8.126	22.296	9.768	0	0	0
Investicije kum. (Evro)	0	8.126	30.422	40.190	40.190	40.190	40.190
Smanjenje em. SO2 kum. [kg]	0	6	72	136	210	313	397
Nox smanjenje kum. [kg]	0	56	627	1.184	1.832	2.723	3.455
CO. smanjenje kum. [kg]	0	3	31	59	91	135	171
Prašina smanjenje kum. [kg]	0	1	9	18	27	41	52
Smanjenje CO2 kum. [t]	0	126	1.421	2.683	4.152	6.171	7.831

Tabela 11. Pregled rezutata

11.2 Pregled efekata

Renoviranjem i regulacijom sistema za grejanje postignut je napredak u sledećem:

- Povećanje komfora pravilnom distribucijom grejne vode
- Ušteda topolotne energije
- Značajna finansijska ušteda
- Udaljeniji objekti mogu dobijati grejanje bez izgradnje novih toplana
- Emisija zagađivača je značajno smanjena
- Realniji računi za grejanje

11.2.1 Pregled rezultata

Ugradnja termostatskih ventila i regulacija	
Investicija po stanu	95 €
Ušteda po stanu	2.250 kWh
Ušteda po stanu u Evrima	59 €
Period otplate investicije	1 1/2 god.

Tabela 12. Pregled rezutata

Zaključak

U studiji je stavljen akcenat na pravilno regulisanje grejanja. Troškovi za regulaciju su veoma niski u poređenju sa bilo kojom drugom merom renoviranja.

Bez sumnje cilj izvođenja svake vrste renoviranja je ušteda što je moguće više energije. Međutim, finansijska sredstva su veoma ograničena. Zato je jasno da prilikom razmatranja mogućnosti investiranja u hidrauličku optimizaciju, tada je ugradnja termostatskih ventila i regulacija uvek na prvom mestu. To je pravi izbor.

Nažalost, uprkos rezultatima iz ove studije, najveći deo sistema (čak i u Austriji) nije regulisan ili je nepravilno regulisan. Često su potrebne armature instalirane, samo što nije izvedena regulacija sistema. U ovakvim slučajevima troškovi regulacije su čak i manji.

Potrošnja električna pumpe se prilikom korišćenja prema protoku odnosi prema sledećoj formuli

Jednačina 12:

$$\frac{P_{EI1}}{P_{EI2}} = \left(\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} \right)^3$$

Ako se protok smanji za samo **10%** potrošnja električne energije pumpe se smanji za **27 %.**

12 Literatura

- [1] Schlagnitweit, Wagner (1999) heating and airing installations
Bohmann publishing company
- [2] horizontal bar nail, Sprenger, Schramek (1995) paperbacks for heating and climate technology
Oldenbourg publishing company
- [3] Jauschowetz (2004) the heart of the hot water heating
Heart publishing company
- [4] qualified engineer Mag. Robert Kernöcker, study HTL Linz - energy-clever
redevelop
- [5] Internet access: www.Techem.de
- [6] Internet access: www.stadtwerke-karlsruhe.de

Herz d.o.o. Beograd

Beograd, februar 2005.

Prevod i obrada:

Plum Design Studio - www.plum-design.net