

Predgovor

Ing. Mihal Piterka

Razdoblje između 1995. i 1997. bilo je za sve nas vrlo strahovito i uzbudljivo. Ipak, stekli smo mnogo novog iskustva i pogleda u vezi s hidraulikom u sustavima grijanja i snabdijevanja toplinskom energijom.

Danas se oslanjamo na iskustvo stečeno na projektu "Komarno" na kome su i mnogi drugi radili. Mnogi naši prijatelji iz drugih stambenih zajednica, koji su kod nas skupljali vlastito iskustvo, danas obavljaju svoje poslove mnogo lakše.

Izbor tvrtke HERZ definitivno je prava odluka. Rješavanje problema tijekom realizacije projekta u suradnji s tvrtkom HERZ, obavljalo se s najvišim stupnjem profesionalnosti, odgovornosti i spremnosti.

U tom kontekstu, moram spomenuti imena svojih kolega ing. Vendelina Hozanka, ing. Danice Mislovičová, ing. Emila Gašpara i ing. Jaroslava Polaka. Rad s ovim kolegama bio je i ostao prije svega zadovoljstvo i stalno donosio nove spoznaje.

Posjet sajmu Aquatherm u Beču i Pragu, u organizaciji tvrtke HERZ odrazila se u najvećoj mjeri na proširenje našeg stručnog znanja.

Potrošnja toplinske energije u našim kućama jedna je od najmanjih u Slovačkoj i Komunalno preduzeće "Komarno" predstavlja model u cijeloj oblasti. Ovakav uspjeh želim svim suradnicima tvrtke HERZ prilikom sudjelovanja u budućim projektima kao što je projekat "Komarno".

Predgovor tvrtke HERZ

Poštveni čitatelji!

Centralna briga HERZ armatura povećanje je udobnosti i zaštita životne sredine pomoću proizvoda koji ne zagađuju okolinu i tehnologija koje štede energiju. Pothvat koji posebno potvrđuje impresivno postizanje ovih ciljeva je "Komarno", projekat sanacije, čije izvješće sa zaključcima trenutno držite u rukama.

Sredinom 90-tih godina jedna stambena zajednica u južnoslovačkom gradu Komarnu, započela je veliku kampanju sanacije stambenih objekata lamelnog tipa, izgrađenih u razdoblju između 1965. i 1975.

Cilj je bio povećanje udobnosti domova u oblasti, uz što je moguće niže financijske troškove. Prije usvajanja projekta, razmotrene su različite varijante, kao što je dodavanje unutarnje i vanjske izolacije, promjena vrata i prozora ili pak rekonstrukcija sustava za grijanje.

Nakon proračunavanja pojedinačnih mogućnosti, izabrana je varijanta termostatskog reguliranja postojećih panelnih radijatora i grijaćih tijela od ljevanog željeza i čelika. Na svako grijaće tijelo dodatno je ugrađen isparivač za mjerenje potrošnje toplinske energije.

Dvocijevni sustavi toplovoda ostali su nepromijenjeni, ali su vodovi ogranka dodatno opremljeni regulacijskim ventilima i hidraulički izbalansirani.

Ušteda energije primjenom termostatskog reguliranja

U proljeće 1995. kći tvrtka tvrtke HERZ - HERZ Bratislava s.r.o. određena je da izvrši rekonstrukciju sustava za grijanje u 92 objekta s ukupno 4000 stanova. U svim stanovima postojeći ventili zamijenjeni su HERZ termostatskim ventilima serije 90 i opremljeni termostatskim glavama 7260. Da bi se osigurala točna raspodjela vode, svaki objekt je opremljen HERZ regulacijskim ventilima ogranka STRÖMAX M.

Dalji projekti u izvođenju i planiranju

Projekti slični pothvatu u Komarnu planirani su i izvedeni s HERZ-om širom Slovačke, npr. u gradovima Trnava, Skalica, Revuca, Pezinok, Malacki, Senec, Zvolen, Kosice i Bratislava. Pored toga, u budućnosti su planirane slične rekonstrukcije u Istočnoj Europi i zemljama bivšeg Sovjetskog Saveza. Kroz usporedivu lamelnu stambenu izgradnju i u općem slučaju za klasičan usponski jednocijevni sustav grijanja, kao što je to slučaj u Slovačkoj, tako i u Ukrajini, Rusiji i mnogim drugim zemljama, zamjena armatura je moguća i ima smisla.

Tako se može postići visoka korist s neznatnim troškovima investiranja u svim aspektima; ušteda 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. MJESTO KOMARNO	10
4.1. Opće informacije.....	10
4.1.1. Geografski podaci	10
4.2. Energetska situacija	11
4.2.1. Poduzeća za snabdijevanje energijom	11
4.2.2. Maksimalna cijena - regulirana cijena grijanja	12
4.3. Meteorološki podaci.....	15
4.3.1. Kretanje vanjske temperature.....	16
4.3.2. Stupanj grijanja	18
5. KONSTRUKCIJA ZGRADA PRIJE RENOVIRANJA	21
5.1. Tipovi zgrada	21
5.1.1. Toplinski gubici.....	23
5.1.2. Usporedba s austrijskim standardima	24
5.1.3. Arhitektonska rješenja stanova	25
5.2. Postojeći sustavi za grijanje	26
5.2.1. Razlika između jednocijevnog i dvocijevnog sustava grijanja	27
5.2.1.1. Jednocijevni sustav grijanja	27
5.2.1.2. Dvocijevni sustav grijanja.....	27
6. OSNOVE REGULACIJE	30
6.1. Osnovni pojmovi.....	30
6.1.1. Toplinski učinak	30
6.1.2. Kv vrijednost.....	31
6.1.3. Karakteristika ventila	33
6.1.4. Diferencijalni tlak	33

6.2.	Problem nebalansiranih instalacija	34
6.3.	Svrha hidrauličke regulacije	34
6.4.	Potrebne armature	34
6.4.1.	Regulacijski ventil ogranka	34
6.4.2.	Prednamještajući termostatski ventil s termostatskim glavama	35
6.4.2.1.	Usporedba medija osjetnika	38
6.4.3.	Diferencijalni tlak i regulator volumenskog protoka	39
6.4.4.	Prestrujni ventil	41
7.	REALIZACIJA PROJEKTA	43
7.1.	Popisivanje inventara	43
7.2.	Proračun toplinske moći sustava	43
7.3.	Hidrauličko dimenzioniranje	44
7.4.	Izrada plana ugradnje	47
7.5.	Tijek ugradnje	48
7.6.	Tijek regulacije	50
7.7.	Ekonomska cijena koštanja	52
8.	MJERENJE POTROŠNJE ENERGIJE	56
8.1.	Mjerenje cjelokupne potrošnje energije u objektu	56
8.2.	Mjerenje u stambenim jedinicama	57
8.2.1.	Princip funkcioniranja	58
8.3.	Određivanja raspodjele ukupne količine topline u stanovima	60
8.3.1.	Primjer za raspodjelu prije i poslije	60
8.3.1.1.	Raniji obračun	60
8.3.1.2.	Sadašnji obračun	61
9.	TUMAČENJE REZULTATA MJERENJA	63
9.1.	Osnove proračuna	63
9.2.	Grafički prikaz	65
9.2.1.	Moguće promjene u ponašanju potrošača	68
10.	POSLEDICE UŠTEDE ENERGIJE	68
10.1.	Posljedice za potrošače	69

10.1.1.	Povećanje udobnosti	69
10.1.2.	Financijska ušteda	69
10.1.3.	Razdoblje 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 razdoblju od 1995. do 1997. godine u slovačkom gradu Komarnu provedene su sanacijske mjere u 92 objekta s 3947 stambenih jedinica kojima upravlja Komunalno poduzeće "Komarno".

Potrošnja energije praćena je tijekom sanacije u roku tri godine od trenutka izvršenja balansiranja sustava.

Hidrauličnim balansiranjem nakon instalacije HERZ regulacijskih armatura i HERZ termostatskih ventila u postojeći sustav grijanja ostvareno je:

Ušteda energije od 27%
8.024.000 kWh / god.

**Do 2000. godine ostvarena je ukupna
ušteda od približno 31.122.000 kWh
u vrijednosti od 780,000 €**

**Emisija zagađivača smanjena je na
7.831 t CO₂
3.455 kg Nox (ugljikovih spojeva)**

Stanari su od tada po prvi put imali komfor i udobnost centralnog grijanja uz umanjane troškove.

Montaža je počela u srpnju 1995. i izvođena je u 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 m ² WF		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 u dvije godine nakon investiranja ušteđen je ukupan iznos investicije!

Prihvatanjem blagodatni povećanja komfora, navike stanara promijenile su se tako da je sobna temperatura povećana s 20°C na 22°C i pritom je uštedeno čak

12.100.000 kWh godišnje.

Prema primjeru Komarna u posljednjih nekoliko godina sanirano je oko 69.880 stanova u Slovačkoj.

Iz prethodno navedenog slijedi da je ostvarena ušteda od 4.120.000 € godišnje.

Godišnjom uštedom od 157.000.000 kWh, novih 25.000 domova može se snabdjeti toplinom bez potrebe za dodatnom energijom.

2. Opis Studije

U Studiji će biti predstavljeno koliko je važno hidrauličko balansiranje i opremanje ventilima i termostatima u sustavu grijanja. Za početak će biti objašnjene teorijske osnove i potrebne armature da bi se osiguralo bolje razumijevanje Studije.

Studija je izvedena na primjeru grada Komarna. U Komarnu su sustavi za grijanje opremljeni i regulirani neophodnim armaturama. Potrošnja je energije mjerena i bilježena prije, za vrijeme i nakon sanacije.

Ustvrdeno je koliko energije, a samim tim i finansijskih sredstava, može biti uštedeno odgovarajućom regulacijom sustava za grijanje. Trebalo se pokazati koliko se brzo takva sanacija isplati i krajnjem korisniku i investitoru. Ovo je također trebalo biti usporedivo s ostalim mjerama sanacije kao što su izmjena prozora ili dodatno poboljšanje toplinske izolacije.

Naravno, problem je razmotren i s ekološkog aspekta. Zahvaljujući uštedi energije, također je značajno smanjena potrošnja zemnog plina, čime je reducirana emisija zagađivača od strane elektrana i toplana.

3. Uvod

Godine 1989. u Slovačkoj je donesena odluka da sustavi grijanja u svim zgradama moraju biti opremljeni termostatskim ventilima i termostatskim glavama, a da oprema mora biti propisano podešena.

Dana 2. svibnja 1991. Slovačka donosi uredbu br. 206/91. Ministarstvu privrede o distribuciji i održavanju sustava daljinskog grijanja. Ovo je bila realizacija prijedloga zakona 89/1987. o proizvodnji, distribuciji i potrošnji toplinske energije.

Za ispunjenje potreba za opremom i regulacijom sustava za grijanje 1991. godine raspisan je međunarodni tender od strane Komunalnog preduzeća "Komarno" iz Komarna.

Na osnovi najboljeg odnosa između kvalitete i cijene, upravni je odbor Komunalnog poduzeća "Komarno" u proljeće 1995. odabrao tvrtku HERZ s.r.o.

Bratislava za isporuku i ugradnju armatura potrebnih za balansiranje sustava i za nabavku kalorimetara, kao najboljeg ponuđača. Tvrtka HERZ imala je ulogu glavnog ugovarača.

Za planiranje, ugradnju i regulaciju tvrtka HERZ odredila je ing. Jaroslava Polaka, a tvrtka T.A.P. određena je za izvođača radova.

4. Mjesto Komarno

U ovom dijelu Studije geografski pregled situacije odnosi se na Slovačku, posebno na Komarno. Pored tehničkih, postojali su i sociološki aspekti problema realizacije projekta.

4.1. Opće informacije

4.1.1. Geografski podaci

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



Slika 1. Položaj grada Komarna

Oblast Komarno prostire se duž lijeve obale Dunava i donjim tijekom Malog Dunava, Nitre i Žitave. Oblast se nalazi na nadmorskoj visini od 110 do 270 m. Komarno nije samo najjužnija oblast, već i najniža točka Republike Slovačke.



Slika 2. Pejzaž s Komarna

Prikazani podaci odnose se na 2002. godinu.

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

Prosječni osobni dohodak u Slovačkoj iznosi 300 €.

Kupovna moć iznosi približno 50% prosječne kupovne moći u EU.

Stopa nezaposlenosti iznosi približno 18%.

4.2. Energetska situacija

4.2.1. Poduzeća za snabdijevanje energijom

Komunalno preduzeće "Komarno" vlasnik je i ujedno ima pod svojom administracijom više od 5.500 stanova, od toga 4263 stana u 99 zgrada snabdijeva se toplinskom energijom, toplovodom od plinskih kotlova triju različitih distributera toplinske energije.

Struktura distributera toplinske energije za ove stanove je:

1. Tekom - "Therm" s.r.o. Komarno - snabdijeva ukupno 86 objekata
2. Bytov ý podnik Kolárovo - snabdijeva 11 objekata
3. Bytové hospodárstvo Hurbanovo - snabdijeva 2 objekta

4.2.2. Maksimalna cijena - regulirana cijena grijanja

Maksimalna cijena grijanja:

Maksimalna cijena grijanja ustvrđena je od strane države. Distributeri energije ne mogu tražiti od domaćinstava više od maksimalne cijene grijanja, bez obzira na visinu troškova proizvodnje energije.

Regulirana cijena energije:

Regulirana cijena energije sastoji se od dvije tzv. "ekonomski opravdane cijene" (unaprijed obračunati troškovi proizvodnje) plus adekvatan profit. Prijedlog za cijenu proizvođač energije mora uvjerljivim argumentima uputiti odboru za ustvrđivanje cijena.

Ovaj odbor provjerava podatke i odlučuje hoće li prijedlog biti odobren.

Kretanje cijene energije

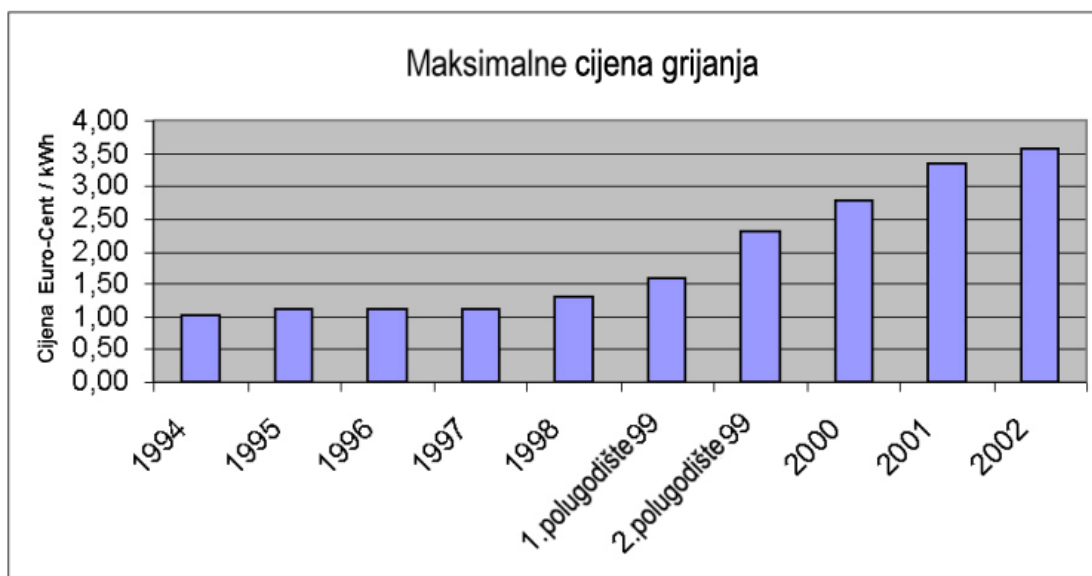
Do 1998. cijene grijanja održavane su vladinim zakonom. Maksimalne ustvrđene cijene bile su daleko ispod reguliranih cijena grijanja datih od proizvođača topline. Razlika je bila pokrivena državnim subvencijama.

Godine 1998. održani su izbori u Slovačkoj. Na vlast je došla umjerena desničarska koalicija (SDKU, KDH, SMK, SDL). To je uticalo na brz porast maksimalne cijene pri čemu su subvencije bivale sve manje. Konačno su 2000. godine maksimalne cijene prešle razinu reguliranih cijena pa su potrošači morali samostalno snositi kompletne troškove. Tako su osobni troškovi građana značajno porasli.

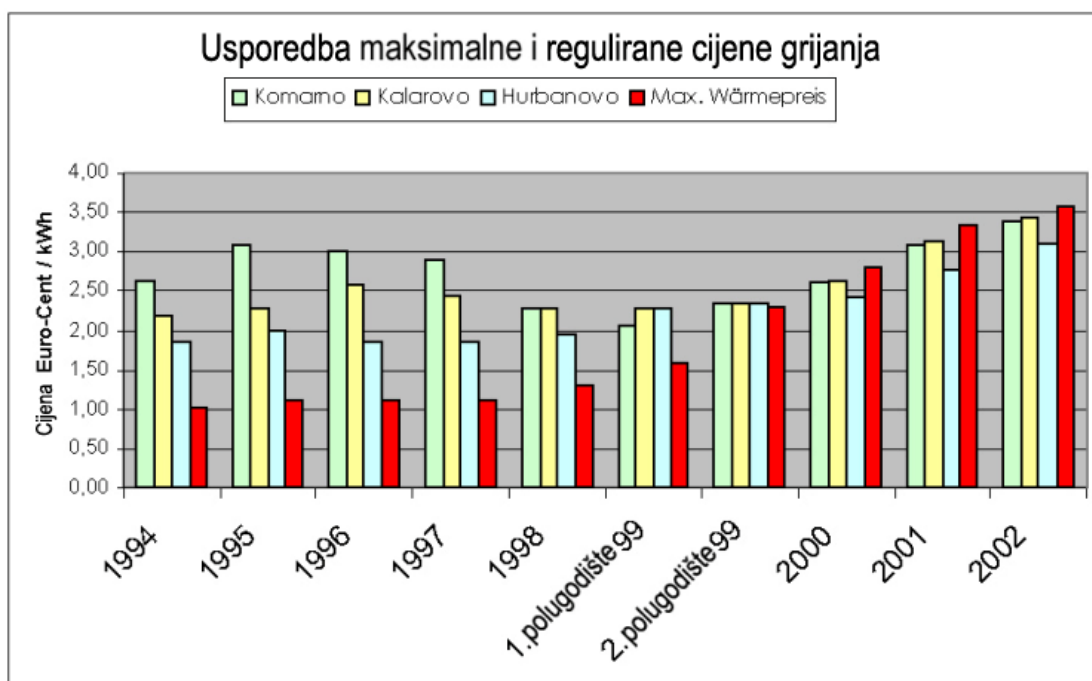
Podaci o reguliranim cijenama grijanja preuzeti su od relevantnih distributera topline. Kod cijena u tablici 1. radi se o prosječnoj vrijednosti, u svakom mjestu ima više različitih toplana, odatle se također dolazi do različitih reguliranih cijena grijanja.

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

Tablica 1. Cijene grijanja

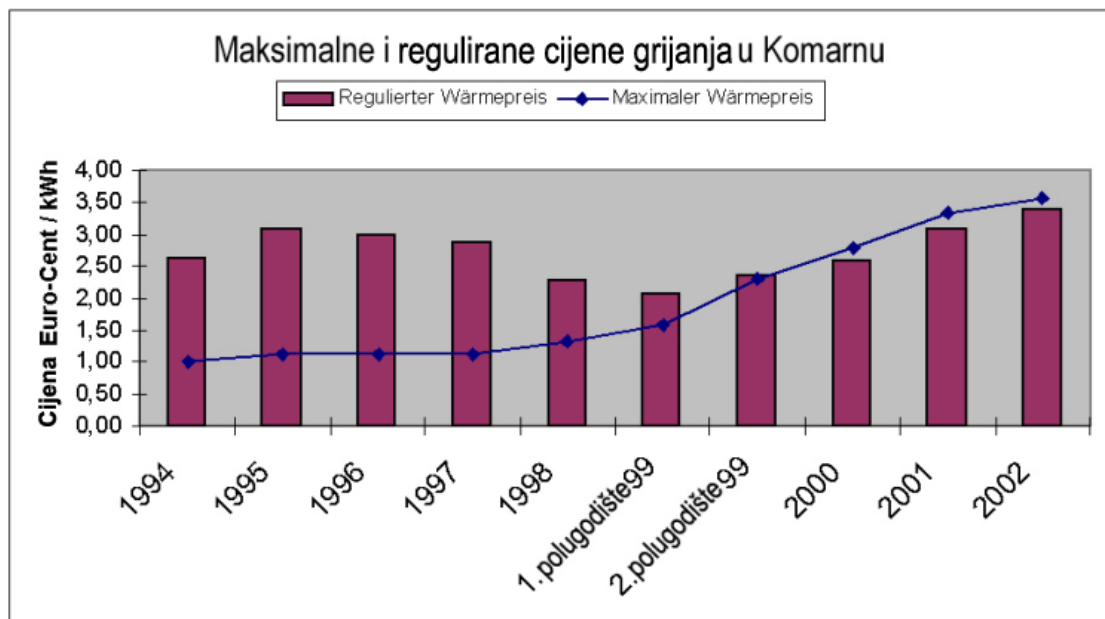


Dijagram 1. Maksimalne cijene grijanja



Dijagram 2. Promjena cijene grijanja

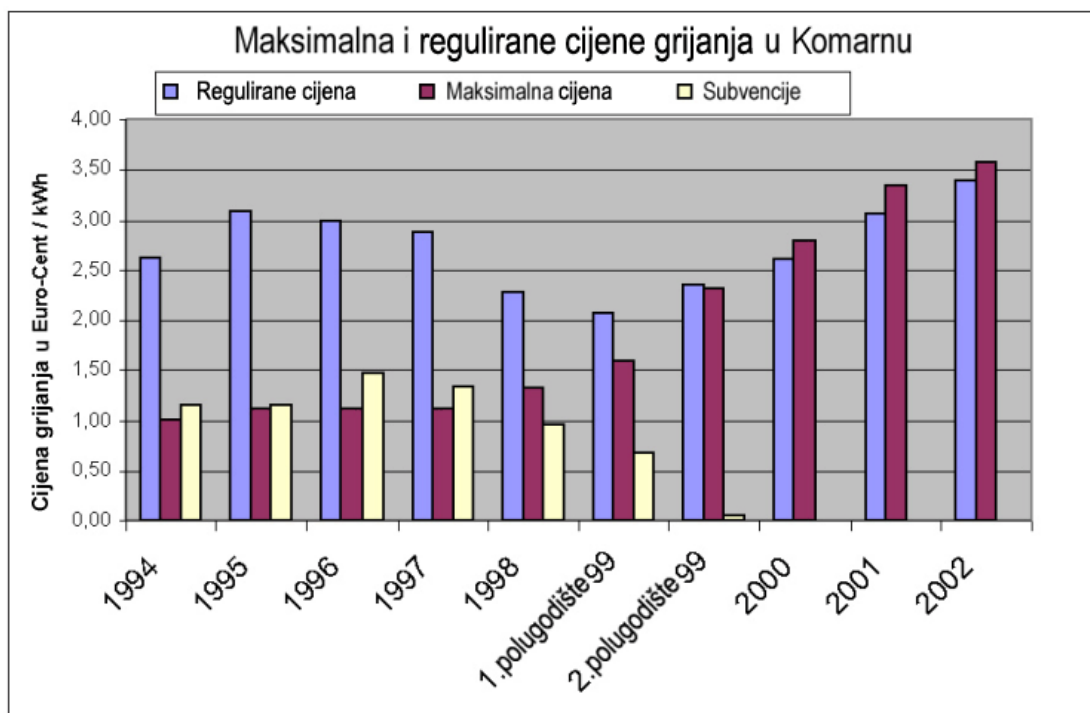
Plava crta na dijagramu prikazuje porast cijena. Iz dijagrama se prepoznaje da je do 1998. god. bila gotovo konstantna i od 1998. god. značajno je rasla. Razlog tome je činjenica da je vlada zakonom ukinula subvencije u ovoj oblasti.



Dijagram 3. Odnos maksimalne i regulirane cijene

Na dijagramu 4. vrijednosti na histogramu označene žutom bojom prikazuju subvencije od strane države, a vrijednosti obilježene plavom - reguliranu cijenu, i crvenom - maksimalnu cijenu.

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



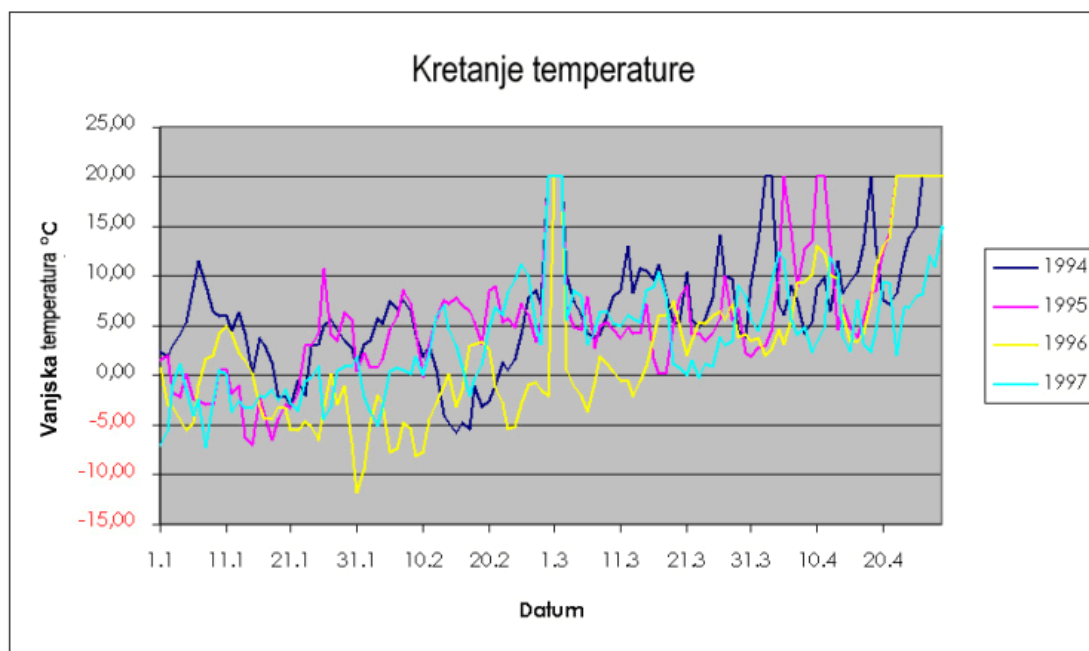
Dijagram 4. Rast cijena grijanja

4.3. Meteorološki podaci

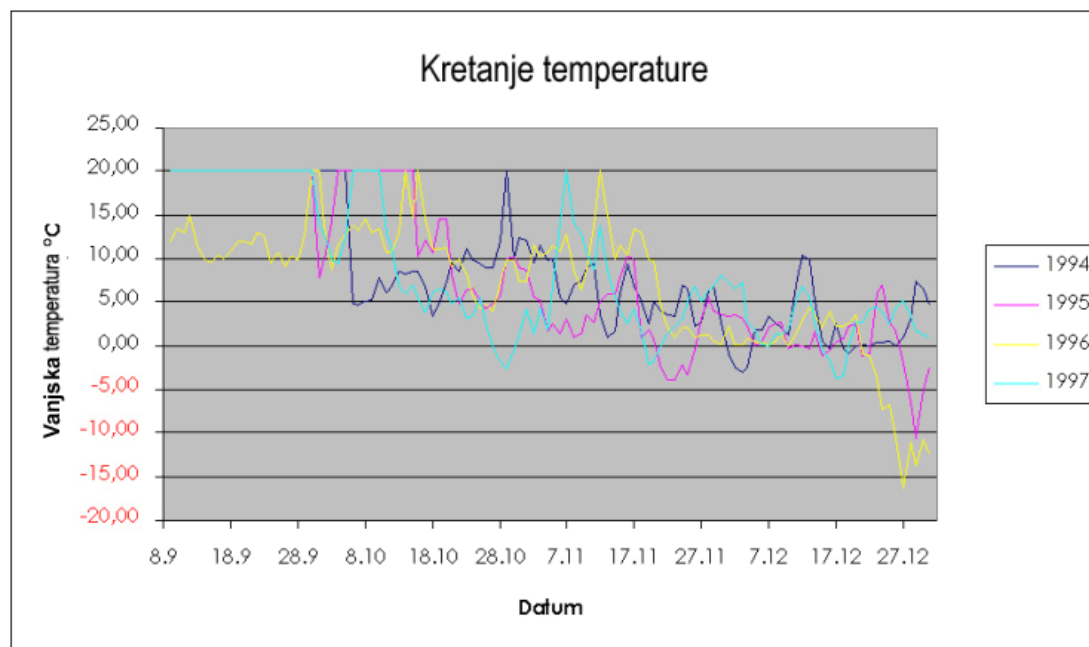
Za objektivno ocjenjivanje rezultata potrebno je poznavati vremenske uvjete koji tijekom godina vladaju u promatranom razdoblju, jer potrošnja toplinske energije izravno ovisi o vremenskim uvjetima.

Portebno je znati i vanjske temperature i broj dana u kojima je neophodno grijanje objekata. Podaci o vanjskim temperaturama preuzeti su od slovačkog Hidrometeorološkog instituta u Hurbanovu. On se nalazi 15 km od Komarna.

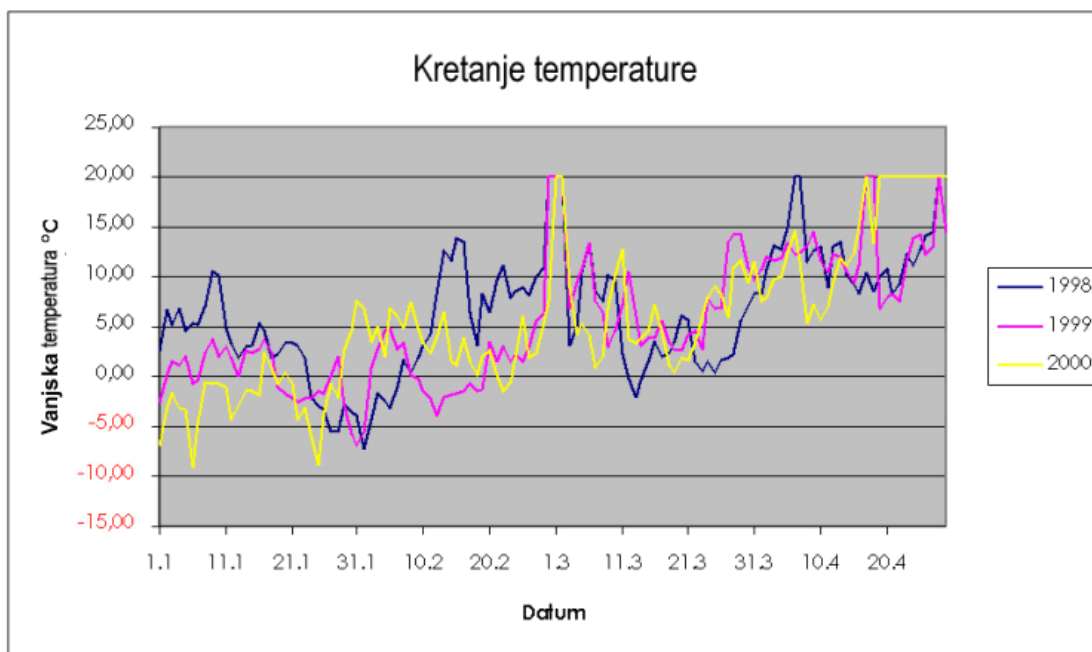
4.3.1. Kretanje vanjske temperature



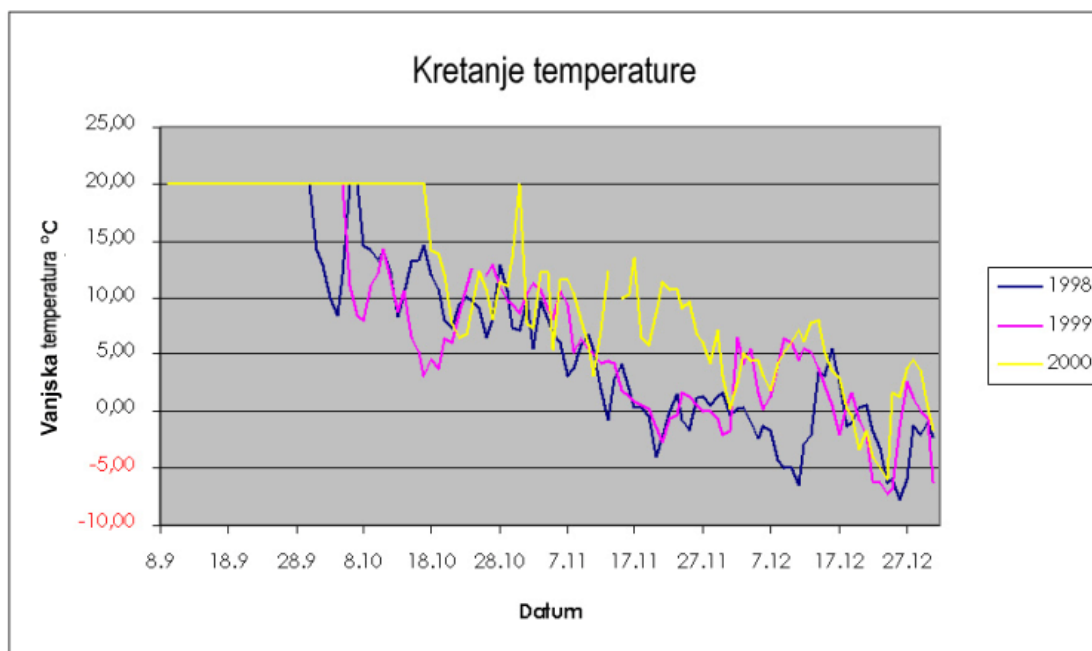
Dijagram 5. Temperatura za razdoblje siječanj-travanj 1994.-1997.



Dijagram 6. Temperatura za razdoblje rujan-prosinac 1994.-1997.



Dijagram 7. Temperatura za razdoblje siječanj-travanj 1998.-2000.



Dijagram 8. Temperatura za razdoblje rujan-prosinac 1998.-2000.

4.3.2. Stupanj grijanja

Pod danima grijanja podrazumijevaju se dani u kojima je prosječna dnevna temperatura niža od 15°C (u sezoni grijanja od 1. rujna do 31. ožujka).

Stupanj grijanja proizvod je broja dana grijanja i razlike između prosječne sobne temperature i vanjske temperature.

Ovaj brojčani pokazatelj je u termotehničkim proračunima neophodno izračunati kako bi bile određene potrebe za grijanjem u određenom regionu.

Jednadžba 1.

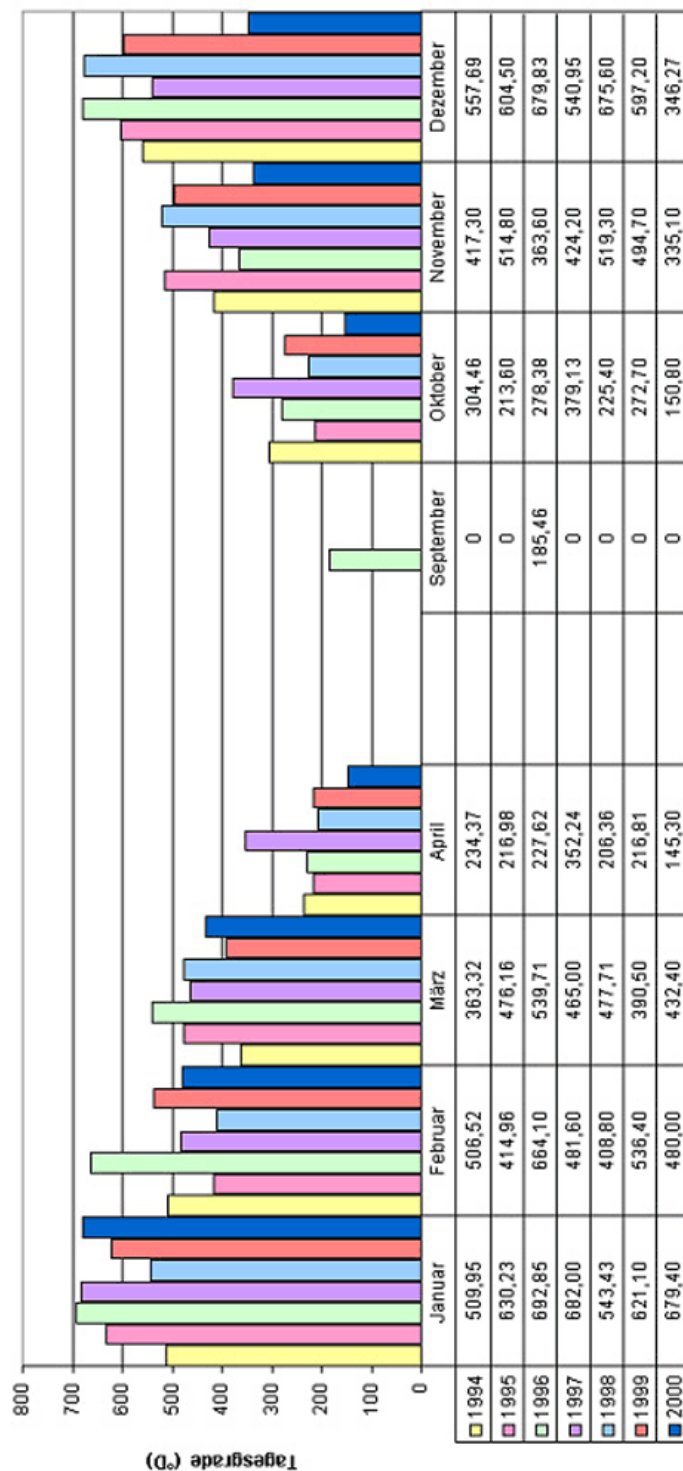
$$HGT = (\vartheta_i - \vartheta_{am}) \cdot Z$$

gdje su:

- ϑ_i ... unutarnja temperatura
- ϑ_{am} ... srednja vanjska temperatura
- Z ... broj dana grijanja

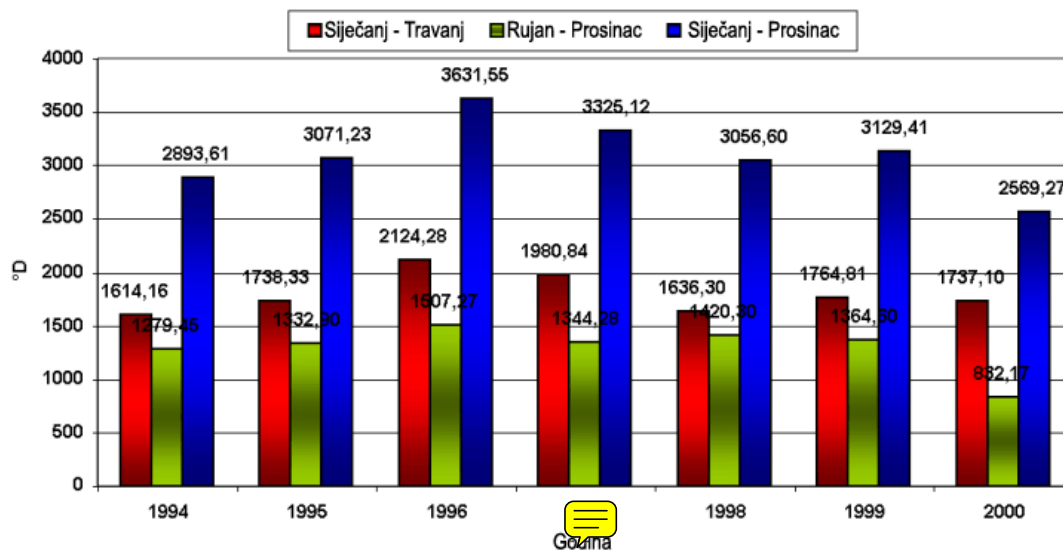
Dijagram 9. reprezentira stupanj dana grijanja između 1994. i 2000. po mjesecima

Pregled stupanj - dana u razdoblju od 1994. do 2000.



Dijagram 9. Stupanj dana grijanja po mjesecima

Dijagram 10. prikazuje stupanj dana grijanja između 1994. i 2000. na godišnjoj razini i prema dijelovima sezone grijanja



Dijagram 10. Stupanj dana grijanja ukupno

5. Konstrukcija zgrada prije renoviranja

U ovom poglavlju dat je uvid u stanje objekata prije renoviranja sustava za grijanje.

5.1. Tipovi zgrada

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



Slika 3. Zgrada u Komarnu

Vanjski zidovi na zgradama lamelnog tipa imali su, generalno, relativno loš koeficijent prolaza topline, između $0,9$ i $1,1 \text{ W / m}^2$, pa je zbog toga i dolazilo do velikih toplinskih gubitaka na njima.

U većini objekata postojala je drvena konstrukcija prozora s koeficijentom provođenja topline $U = 2,90 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.



Slika 4. Vrijednosti koeficijenta provođenja topline U

5.1.1. Toplinski gubici

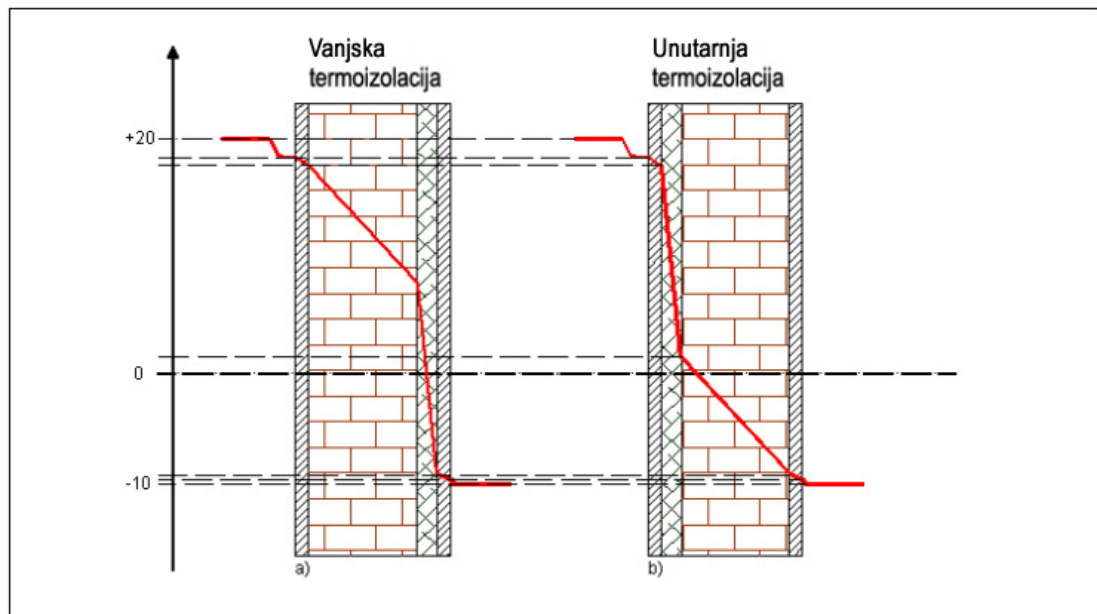
Toplinski fluks kroz jedan ravan zid proporcionalan je površini zida A, temperaturnoj razlici između unutarnje i vanjske temperature zraka (ne razlike između temperatura površine!) i koeficijenta provođenja topline.

Jednadžba 2.

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

gdje su:

Φ_o	W	toplinski fluks
U	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$	koeficijent provođenja topline
A	m^2	referentna površina
ϑ_i	K	unutarnja temperatura
ϑ_e	K	vanjska temperatura



Slika 5. Prolaz topline

Na površini zida temperaturna razlika nema utjecaja na prolaz topline tako da je smanjenje toplinskih gubitaka moguće jedino poboljšanjem toplinske izolacije. Gubici zbog prolaza topline kroz prozor i vrata, dodatno se povećavaju zbog nezaptivenosti spojeva.

5.1.2. Usporedba s austrijskim standardima

U Austriji nije dopušteno prekoračenje zakonski određene vrijednosti koeficijenta prolaza topline.

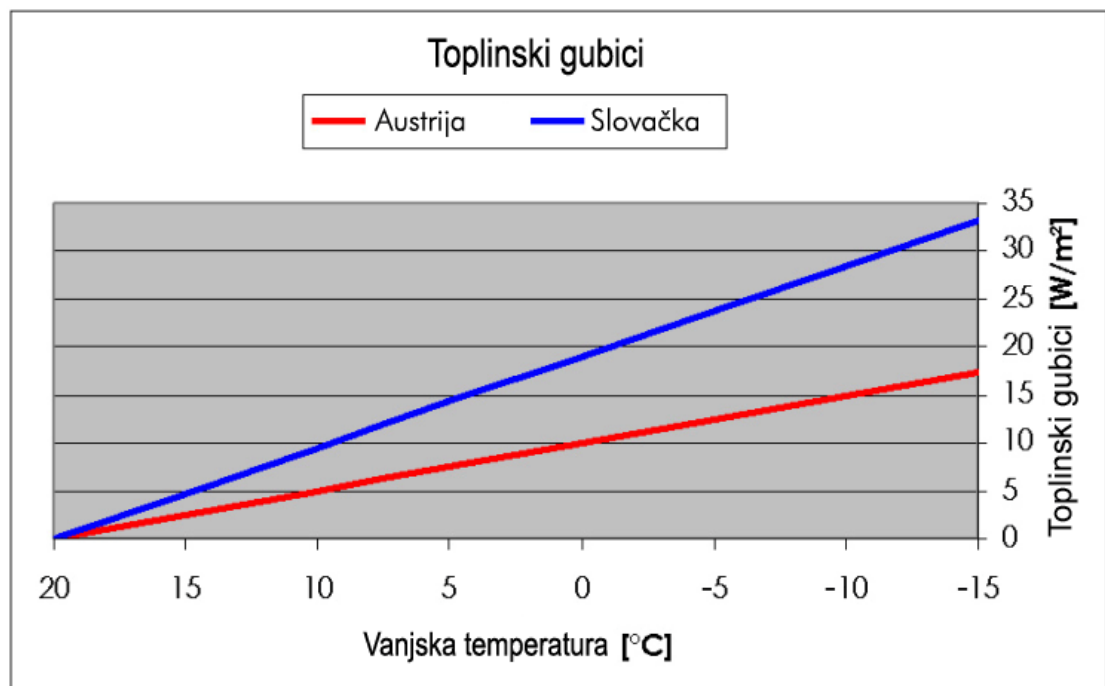
Maksimalno dopuštene vrijednosti za vanjske zidove iznose $U=0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, a za vanjske prozore $U=1,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Ipak, većina modernih kuća ima čak i nižu vrijednost ovog koeficijenta U . Ovo znači da su toplinski gubici u zgradama lamelnog tipa u Slovačkoj dvostruko veći u odnosu na odavanje topline kroz vanjske zidove u Austriji. Ova toplina, naravno, mora ponovo biti dostavljena objektima u oblasti.

Na dijagramu 11. prikazan je poredak specifičnih gubitaka topline kroz vanjske zidove, na različitoj temperaturi okoline u Austriji i Slovačkoj.

Usvojene vrijednosti:

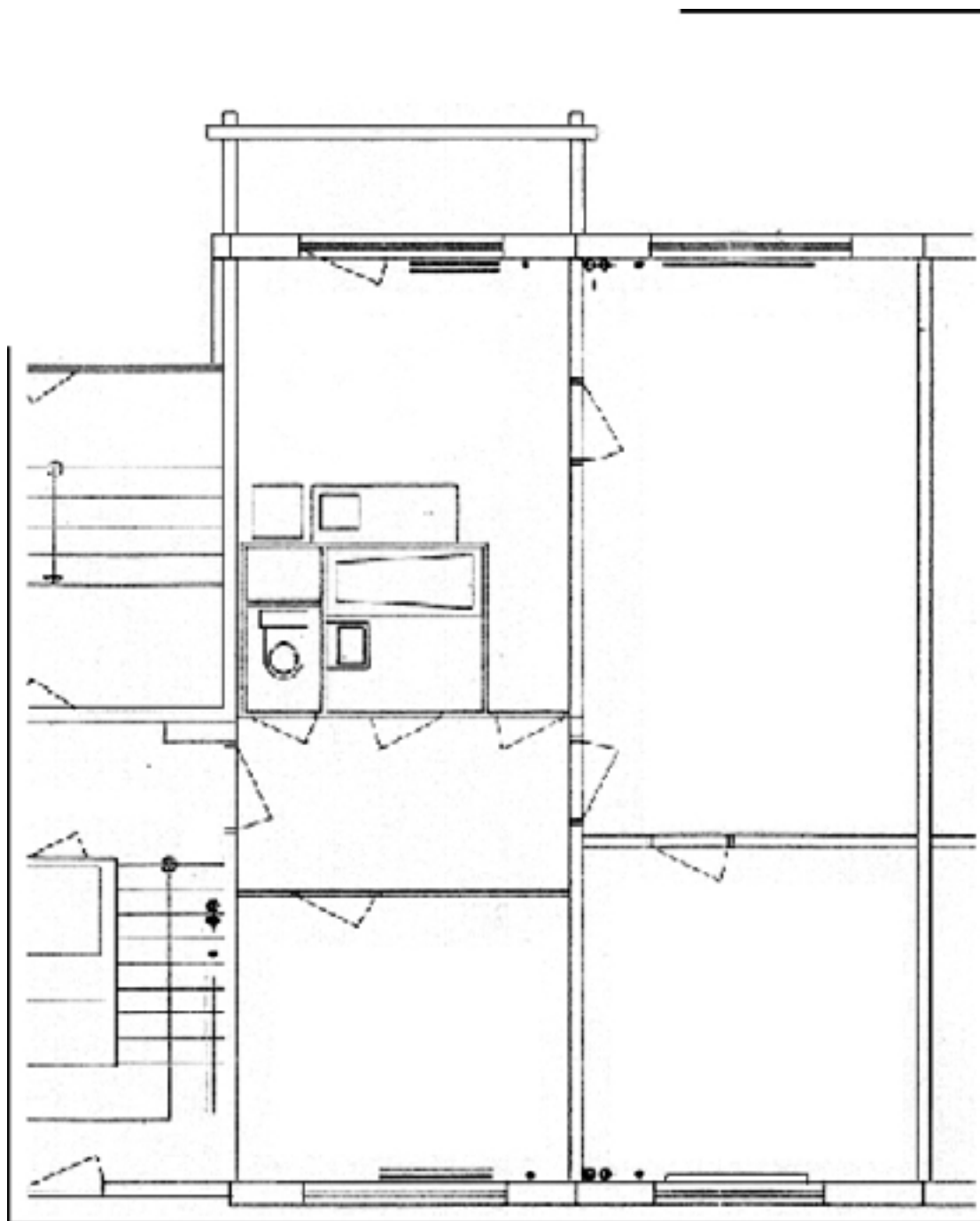
- vrijednost U u Austriji = $0.5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- vrijednost U u Slovačkoj = $0.95 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- sobna temperatura 20°C



Dijagram 11. Usporedba toplinskih gubitaka

5.1.3. Arhitektonska rješenja stanova

Na slici 6. prikazan je konstrukcijski plan klasičnog stana u Slovačkoj.



Slika 6. Prikaz stana u Slovačkoj

5.2. Postojeći sustavi za grijanje

U stanovima se nalazi dvocijevni sustav i radijatori s člancima. Grijaća su tijela prije renoviranja bila opremljena samo ručnim zapornim armaturama.

Regulacija protoka ostvarivala se otvaranjem ili zatvaranjem ručnih kotača ako su uopće bili u funkciji.

Prethodno je temperatura polaza u sustavu bila određena od strane distributera energije na vrijednosti 90/70 °C. Toplina je dovođena od plinskih kotlova reguliranih prema vanjskoj temperaturi.

U zgradama nije postojala dodatna regulacija temperature polaza.

Na slici 7. prikazan je izgled tipičnog grijaćeg tijela s člancima. Slična grijaća tijela, instalirana u većini stanova bila su opremljena ventilima s ručnom regulacijom, bez termostatske funkcije.

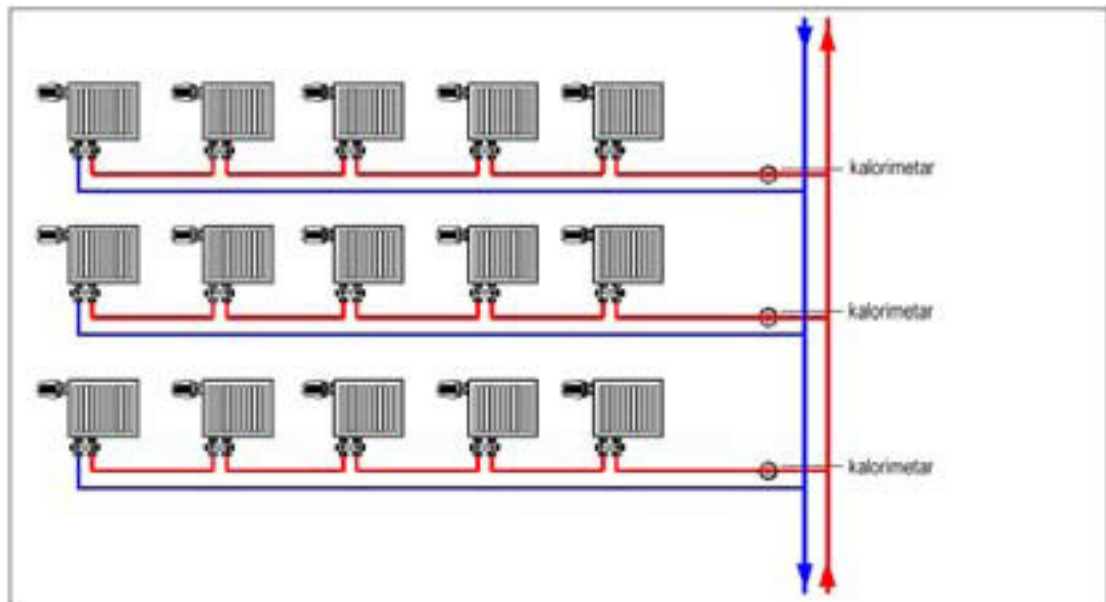


Slika 7. Grijaće tijelo s člancima

5.2.1. Razlika između jednocijevnog i dvocijevnog sustava grijanja

5.2.1.1. Jednocijevni sustav grijanja

Grijaća tijela povezana su samo jednim vodom. Srednja temperatura površine grijaćih tijela varira od radijatora do radijatora zato što temperatura u polaznom vodu konstantno opada. Prednosti su jednostavna instalacija i niski troškovi.



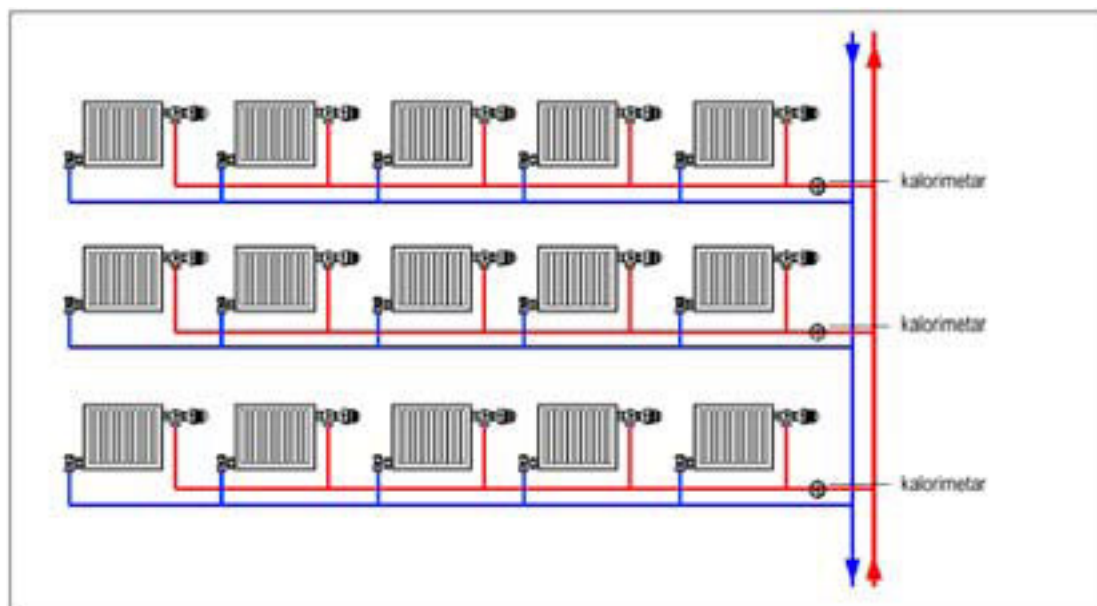
Slika 8. Jednocijevni sustav

5.2.1.2. Dvocijevni sustav grijanja

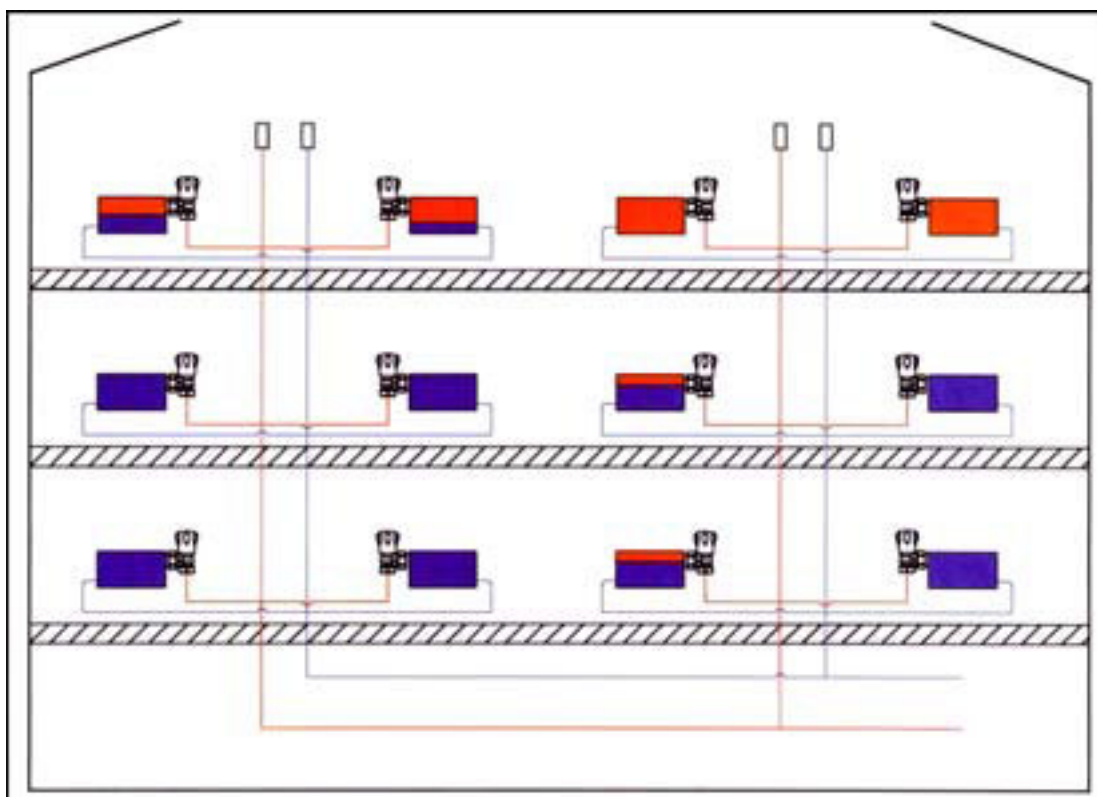
Svaki potrošač ima polazni i povratni vod. Temperatura u polaznom vodu jednaka je u svakom grijaćem tijelu. Srednje temperature grijaćih tijela u sustavu teoretski su jednake.

Količina vode u ogranku opada idući k posljednjem u nizu grijaćih tijela i kao posljedica toga moguće je dimenziju cijevnog razvoda smanjiti.

Dvocijevni sustav naročito je pogodan za sustave s visokom temperaturom medija u polaznom vodu.



Slika 9. Dvocijevni sustav grijanja

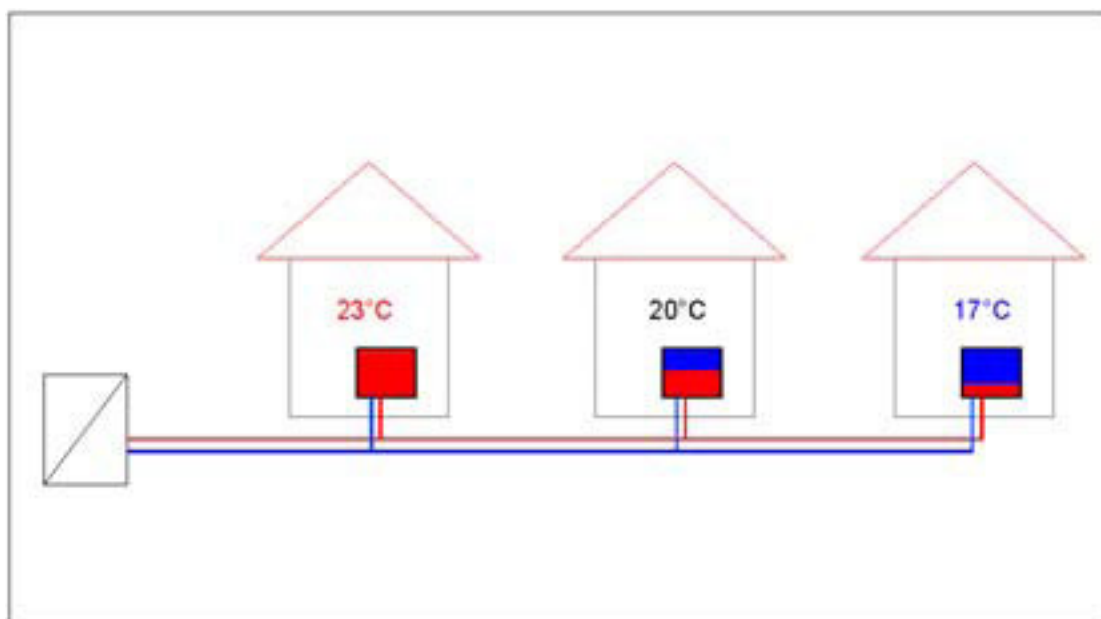


Slika 10. Vezivanje grijaćih tijela prije sanacije

Dalje, pojedinačni stambeni blokovi nisu bili balansirani u cijelosti. To je imalo za posljedicu da stambene zgrade s nepovoljnijom lokacijom, odnosno stanovi, nikada nisu dobivali dovoljno zagrijane vode što je značajno umanjilo gubitak komfora u ovim stanovima.

U ovim zgradama nikada nije mogla biti postignuta željena temperatura.

Slika 11. pokazuje hipotetički primjer raspodjele topline u nebalansiranom sustavu stambenih zgrada.



Slika 11. Loša raspodjela topline

6. Osnove regulacije

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

6.1. Osnovni pojmovi

6.1.1. Toplinski učinak

Pod toplinskim učinkom podrazumijeva se količina topline koja u jedinici vremena mora biti distribuirana jednoj zgradi da bi se kod propisane vanjske temperature održala unutarnja temperatura na željenoj vrijednosti.

Toplinski učinak u Austriji određuje se izračunavanjem preko obrazca toplinskog opterećenja, ustvrđenog prema standardu M7500 ili pojednostavljenim postupkom prema ÖN8135.

U Slovačkoj je važeći standard STN 060210. Ovo je neophodno za određivanje nominalnog protoka kroz pojedinačna tijela za grijanje kod ustvrđenog pada temperature (pogledati jednadžbu 1.). Pod padom temperature podrazumijeva se temperaturna razlika medija između polaznog i povratnog voda.

Jednadžba 3.

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

gdje je:

q_m	kg/s	maseni protok
Φ	kW	toplinski fluks
c	kJ/kgK	specifični toplinski kapacitet
$\Delta \vartheta$	K	temperaturna razlika (JV - JR)

6.1.2. Kv vrijednost

Kv vrijednost na aktuatoru označava da protok u m^3/h koji kroz nominalno otvoreni ventil (nominalni položaj - H), izaziva pad tlaka od 1 bar=100 kPa. Vrijednost kvs zadaje se preko nominalne vrijednosti H100 tj. uz otvorenost ventila od 100%.

Kv vrijednost određuje se prema jednadžbi 4.

Jednadžba 4.

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

gdje je:

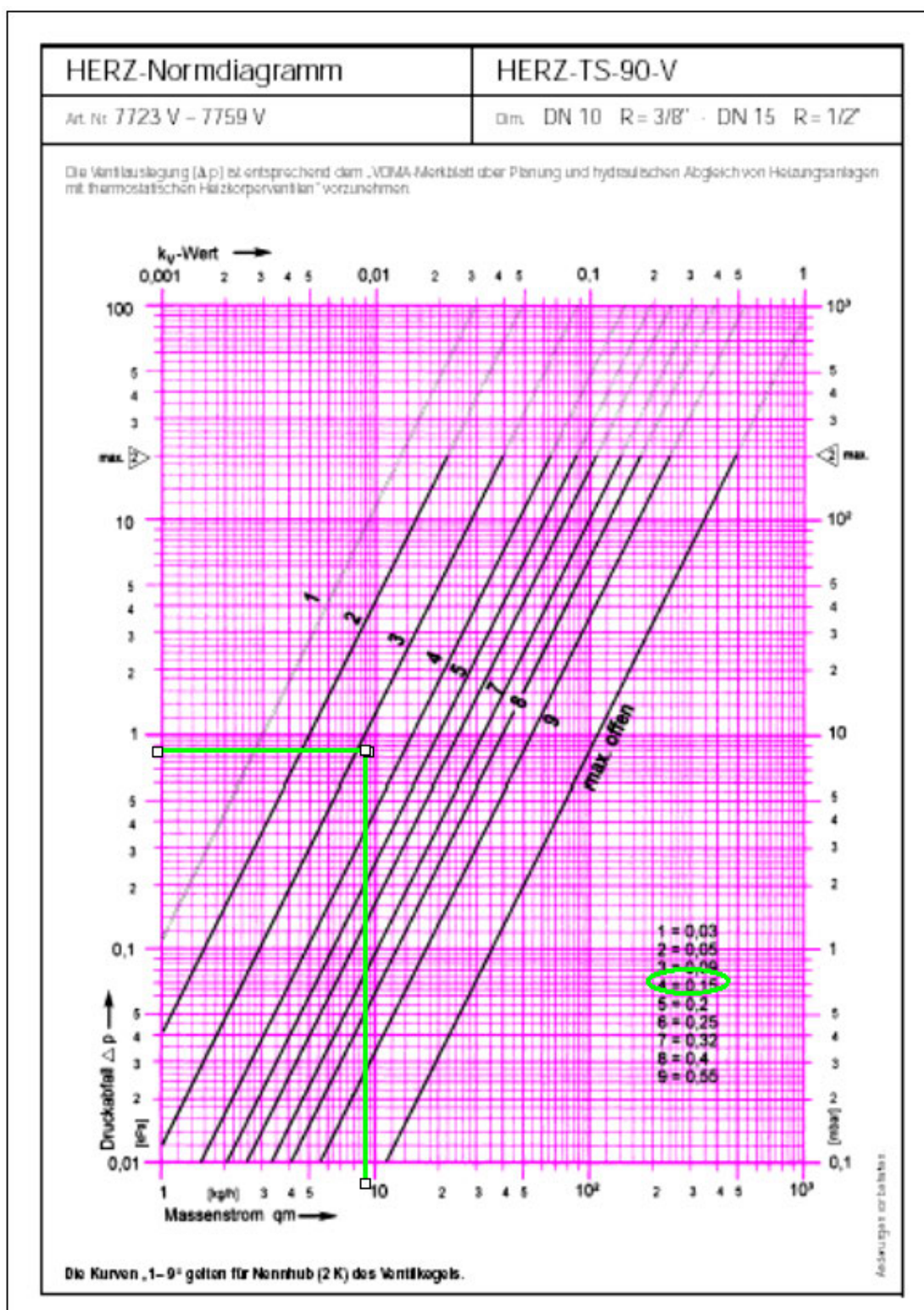
q_v	m^3/h	- zapreminski protok
k_{vs}	m^3/h	- karakteristika ventila
Δp_v	bar	- pad tlaka na ventilu

Ovo je od velike pomoći prilikom balansiranja željenog tlaka i protoka.

Iz ovog obrasca moguće je odrediti vrijednost Kv pomoću željenih vrijednosti tlaka i protoka, koje je potrebno izbalansirati. Na osnovu Kv - vrijednosti može biti odabran ventil i izvršeno prednamještanje. Kv ili kvs vrijednost neophodna je za točno dimenzioniranje ventila i dalji slijed točnog prednamještanja.

Za odabir ventila proizvođač dostavlja Norma-dijagrame. Ako npr. željeni protok po grijačem tijelu iznosi 9 l/h, i tlak bi pritom bio umanjen od 1 kPa, npr. termostatskim ventilom TS 90 V (ovi termostatski ventili korišteni su u Komarnu) te bi bio prednamješten na stupanj 3.

To odgovara Kv vrijednosti 0,09 m^3/h (pogledati dijagram 12.).



Dijagram 12. Dijagram propisa za TS 90 V

6.1.3. Karakteristika ventila

Autoritet ventila je broj koji pokazuje pad tlaka u jednom hidrauličkom vodu izazivanog regulacijskim ventilom. Što je veći ovaj broj, u većoj mjeri se odražava utjecaj ventila na promjenu protoka.

Ako je autoritet ventila suviše nizak, regulacija može biti ostvarena slabije ili nikako, jer promjena otvora ventila ne izaziva nikakve promjene u protoku.

Ako je izabran regulacijski ventil s vrlo niskom vrijednošću kvs, postizanjem visokog autoriteta ventila, povećavaju se padovi tlaka u vodovima, te je opet potrebna crpka veće snage.

Zato je potrebno izbjegavati, kako prevelike tako i suviše male vrijednosti autoriteta ventila. U pravilu usvaja se autoritet ventila 0,5.

Autoritet ventila izračunava se preko jednadžbe 5.

Jednadžba 5.

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

gdje je:

Δp_v pad tlaka na ventilu

Δp_{MV} pad tlaka na dionici pri promjenjivom protoku

6.1.4. Diferencijalni tlak

Pod diferencijalnim tlakom podrazumijeva se razlika tlaka između polazne i povratne grane.

Kod sustava s promjenjivim protokom dolazi do njegove izmjene, npr. ugradnja termostatskih ventila.

To ima za posljedicu da ostali potrošači dobiju previsoki tlak što dovodi do prekomjernog snabdijevanja. Ako i ostali potrošači imaju podešene termostatske ventile, oni će se također zatvoriti.

Ventili koji su opterećeni visokim tlakom, emitiraju neprijatan zvuk.

Za sprječavanje ovog efekta upotrebljavaju se regulatori diferencijalnog tlaka ili prestrujni ventili.

6.2. Problem nebalansiranih instalacija

Voda uvijek traži put manjeg otpora. Tako, grijaća tijela s povoljnijom pozicijom, kao što su ona bliža crpki, dobivaju previše vode. Pored toga, "lošije" locirana grijaća tijela ne dobivaju dovoljno vode, pa je toplinski učinak u tim prostorijama nedovoljan.

Toplinski učinak različitih grijaćih tijela mora također biti posebno razmotren.

Npr. ako postoji sustav s dva grijaća tijela (HK1 i HK2) i dva identična regulacijska ventila, tada se količina vode koju dobivaju radijatori regulira sama zbog malog diferencijalnog tlaka.

Ako je diferencijalni tlak jednak, jednaka je i količina vode. Za sustav dva ista grijaća tijela i učinka, količina vode odgovara nominalnoj količini vode, dok kod sustava s različitim učinkom dolazi nužno do pregrijavanja - podgrijavanja jednog grijaćeg tijela. Ako se sustav ne stabilizira, automatski se sužava oblast djelovanja termostatskih ventila. Termostatski ventili na pregrijanom grijaćem tijelu moraju konstantno biti zatvoreni. U suprotnom postalo bi previše toplo u prostorijama.

Područje u kojem se može regulirati bilo bi znatno umanjeno. Tada bi sustav regulacije bio nestabilan.

6.3. Svrha hidrauličke regulacije

Hidrauličko balansiranje služi da jamči stabilnu i točnu regulaciju grijanja tople vode. Pored toga jamči se da će količina vode u točnom odnosu biti dostavljena različitim prostorijama. Samo distribucijom dovoljne količine tople vode u prostoriji postiže se željena temperatura. Dodatno, sve armature moraju imati dopušteni ulazni tlak. Emitiranje neželjene buke može biti spriječeno 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. Regulacijski ventil ogranka

Uz pomoć ventila za regulaciju usponskih vodova, izvjestan maksimalni protok može biti reguliran preko diferencijalnog tlaka. Ovo je neophodno u svakom slučaju jer bi u suprotnom vodovi s nižim otporom bili prekomjerno napajani, a s druge strane bi vodovi s većim otporom bili nedovoljno snabdjeveni (pogledati u odjeljku 5., slika 11.).

Uz pomoć regulacijskog ventila ogranka pojedinačni vertikalni vodovi mogu biti hidraulički izbalansirani.



Slika 12. HERZ regulacijski ventil ogranka 4117 M

6.4.2. Prednamještajući termostatski ventil s termostatskim glavama

Termostatski ventil je armatura s proporcionalnim regulatorom bez pomoćne energije.

Za regulator proporcionalnog djelovanja karakteristično je da je veličina izlaza proporcionalna veličini ulaza, tj. svakoj promjeni temperature prostorije odgovara proporcionalna promjena položaja vretena termostatskog ventila. Promjena položaja vretena ventila izravno utječe na protok grijaće vode. Ovo rezultira prigušenom regulacijom grijaćeg tijela.

Energija iz drugih izvora također može biti iskorištena, npr. solarna energija, toplina ljudi ili toplina emitirana radom električnih uređaja.

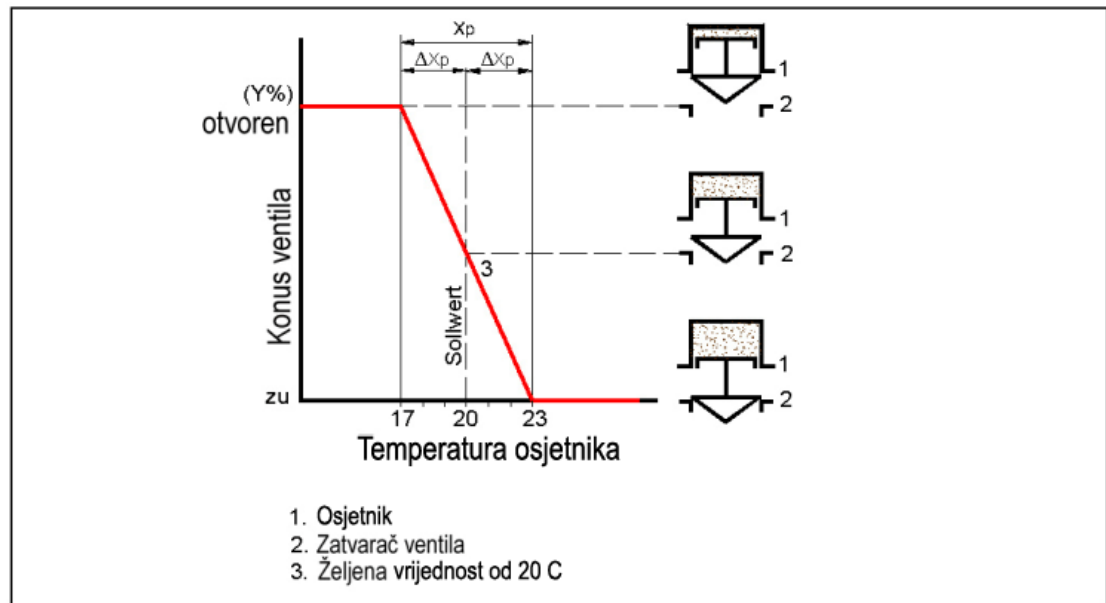
Ako npr. više osoba nego inače boravi u prostoriji, prostorija se zagrijava njihovom tjelesnom toplinom. U slučaju da ne postoji termostatska glava, grijaće tijelo bi i dalje dobijalo pun protok.

Termostatski ventil, međutim, automatski smanjuje emitiranje energije s grijaćeg tijela. Tako se temperatura prostorije održava na željenoj razini komfora uz istovremenu uštedu energije.



Slika 13. HERZ termostatska glava

Na slici 14. dat je pojednostavljeni prikaz principa funkcioniranja. Kod podešenog na 20 °C područja namještanja ventil je kod 23 °C potpuno zatvoren (otvorenost ventila 0%), dok je na temperaturi od 17 °C potpuno otvoren (otvorenost ventila 100%).



Slika 14. Rad termostatskog ventila

Osjetnik može biti ispunjen tekućinom, plinom ili voštanom masom. Porastom temperature izaziva se širenje tekućine ili voštane mase, odnosno porast tlaka plina pomoću čega se pomiče konus ventila k zatvorenom položaju.

Smanjnjem temperature, događa se inverzni proces, tj. pomicanje k otvorenom položaju.

6.4.2.1. Usporedba medija osjetnika

Tekući medij osjetnika

Promjena volumena medija osjetnika pod utjecajem primljene ili predate topline pretvara se preko klipa ili membrane u translatorno kretanje. Zbog male stišljivosti upotrijebljenog fluida (ulja i slično), krivulja odnosa temperature i tlaka je linearna.

Plinski medij osjetnika

Medij osjetnika je u oblasti vlažne pare, tj. prisutne su i tekuća i plinovita faza.

Tlak i temperatura su u vezi. Porastom temperature tekućina isparava sve dok se ne uspostavi ravnoteža. Varijacije tlaka izazivaju volumensku promjenu medija osjetnika.

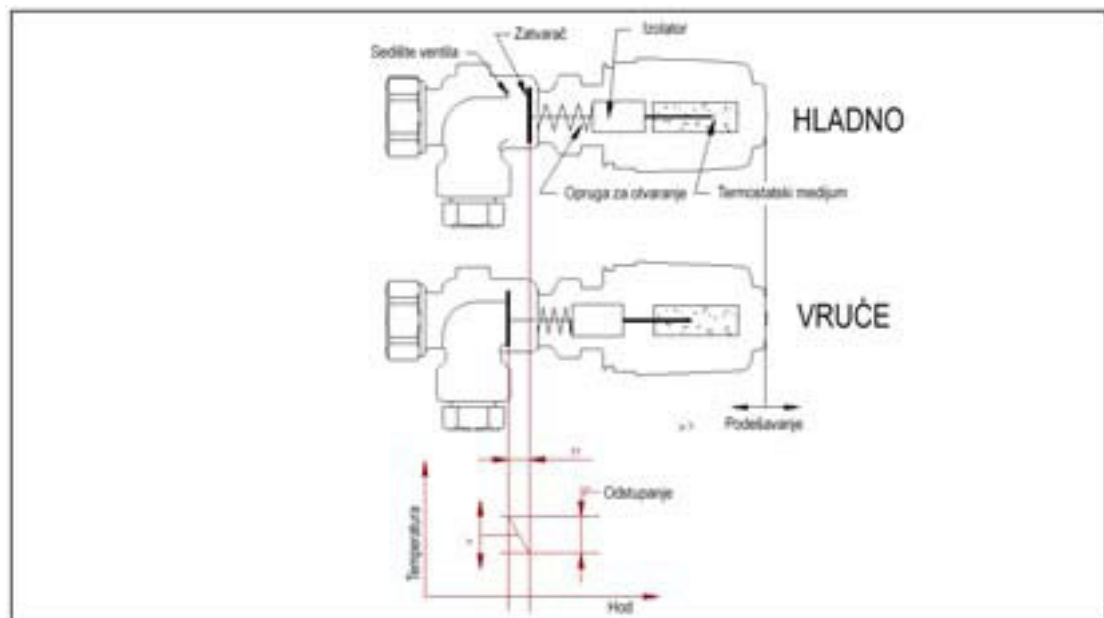
Čvrsti medij osjetnika

Termostatski element prima toplinsku energiju i pretvara je u mehaničko upravljačko kretanje. Obično se miješa vosak i bakreni prah. Dilatacijsko tijelo i mehanički aktuator su razdvojeni elastičnom membranom.

Usporedba osobina osjetnika

Sistem	Tecni	Plinoviti	Čvrsti
Jačina regulacije	velika	srednja	velika
Karakteristika širenja	linearna	nelinearna	približno linearna
Sigurnost pri pregrijavanju	mala	srednja	mala
Položaj u instalaciji	proizvoljan	nije proizvoljan	proizvoljan
Vremenska konstanta	srednja	mala	velika

Tabela 2. Tipovi osjetnika



Slika 15. Funkcioniranje termostatskog ventila

Prednamještanje termostatskog ventila neophodno je za balansiranje pojedinačnih grijaćih tijela na jednom vodu.

Ako termostatski ventil nije pravilno prednamješten, grijaća tijela koja zahtijevaju manje toplinske energije, odnosno imaju povoljniju poziciju, dobivat će preveliku količinu topline.

Ako se termostatski ventil konstantno zatvara, tada je reducirano i područje regulacije. Maksimalni protok može biti određen prednamještanjem, pri čemu je prekomjerno ili nedovoljno snabdijevanje spriječeno, a ventili su operativni u cijelom opsegu regulacije.



Slika 16. HERZ termostatski ventil TS 90-V

6.4.3. Diferencijalni tlak i regulator volumenskog protoka

Pod diferencijalnim tlakom podrazumijeva se razlika tlaka u polaznom i povratnom vodu. Regulator diferencijalnog tlaka i volumenskog protoka ima zadatak da održava diferencijalni tlak ili volumenski protok na zadanoj vrijednosti.

Regulator je podešen izravno na interpretaciju volumenskog protoka, prednamještanje je kontinuirano i očitljivo u prozorčiću s digitalnom skalom. Regulator automatski mjeri i regulira stupanj otvorenosti, tako da se diferencijalni tlak za promatrani ventil održava na konstantnoj razini. Tako protok može biti zaustavljen na osnovi diferencijalnog tlaka i nije neophodno imati informaciju o točnom tlaku u distributivnim vodovima da bi se postigli optimalni rezultati balansiranjem.

Na ovaj način može biti promijenjeno prednamještanje regulatora bez utjecaja na ostatak hidraulički uravnoteženog sustava. Reguliranje se reducira na jednokratno podešavanje regulatora.

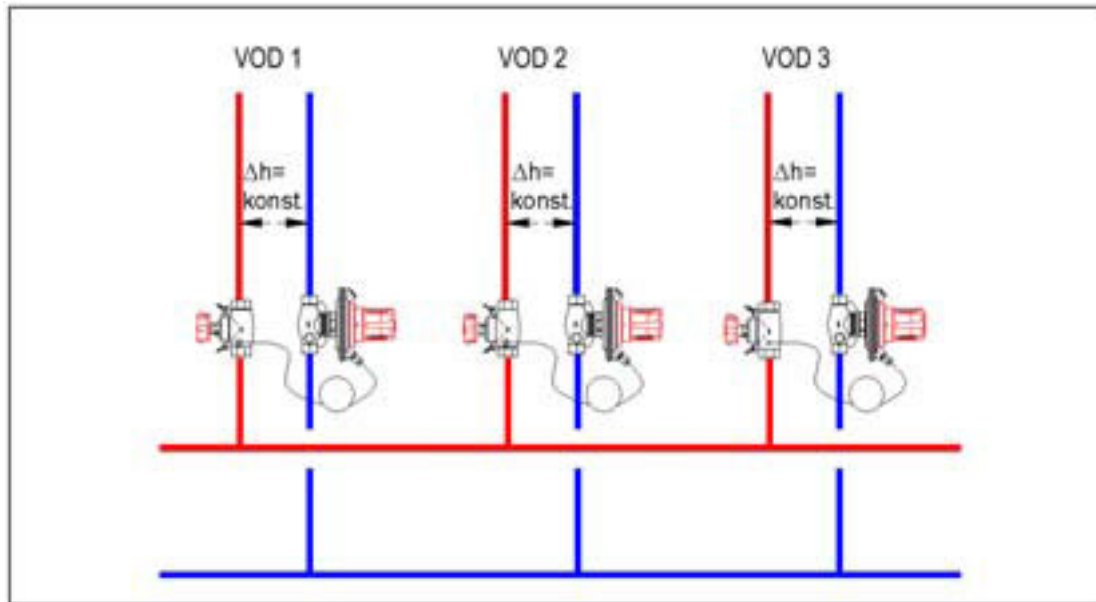
Regulator optimalno regulira usponski vod i u reduciranom i u punom radnom režimu, tako da pojedinačni vod može biti stavljen izvan funkcije i ispražnjen bez značajnog utjecaja na ostale vodove.

Reguliranjem diferencijalnog tlaka izjednačava se željena vrijednost tlaka na regulacijskim ventilima i na taj način je spriječeno generiranje buke u ventilima.



Slika 17. Regulator diferencijalnog tlaka - HERZ

Na slici 18. shematski je prikaz ugradnje regulatora diferencijalnog tlaka. To obuhvaća održavanje tlaka i na polaznom i na povratnom vodu. Diferencijalni tlak održava se na konstantnoj razini otvaranjem i zatvaranjem regulatora diferencijalnog tlaka.



Slika 18. Vezivanje elemenata balansiranih vodova

6.4.4. Prestrujni ventil

Prestrujni ventil može biti integriran u manja postrojenja, odnosno na najudaljenijem vodu velikih postrojenja iz ekonomskih razloga umjesto regulatora diferencijalnog tlaka. U tom slučaju polazni i povratni vod povezani su preko preljevnog ventila.

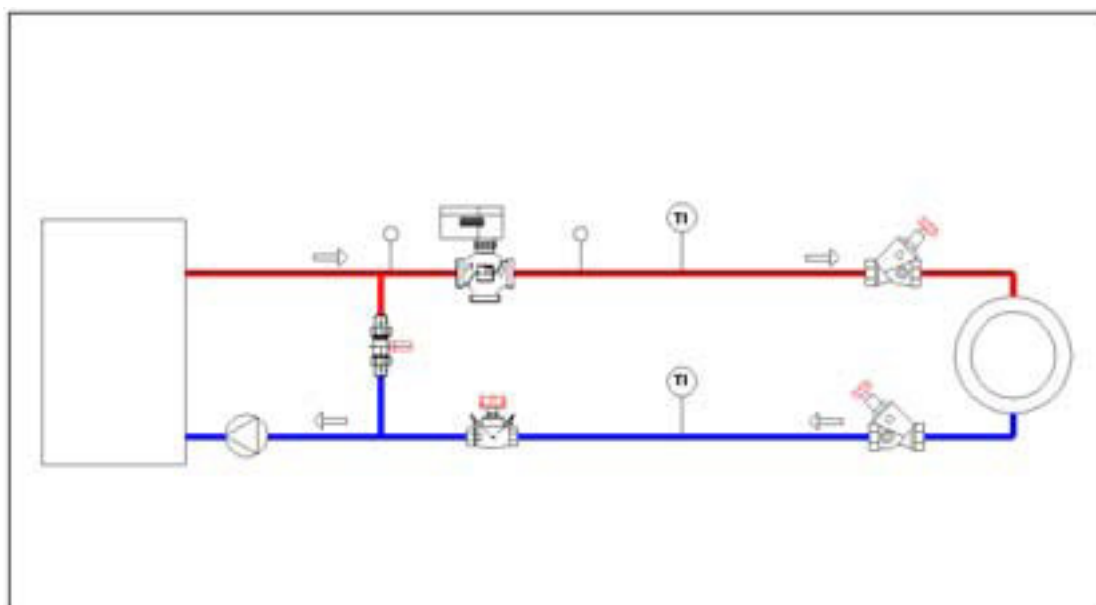
Ako u polaznom vodu dođe do prekoračenja maksimalno dopuštenog diferencijalnog tlaka, prestrujni se ventil otvara i dio vruće vode se mješa s vodom u povratnom vodu. Na taj način diferencijalni tlak je ograničen, ali ne i reguliran. Uporabom preljevnog ventila dolazi do neizbježnog povećanja temperature u povratnom vodu.

Osim toga, energija tople vode iz polaznog voda vraća se neiskorištena u povratni vod. Stoga kod većih sustava ima smisla ugrađivati samo regulator diferencijalnog tlaka.



Slika 19. HERZ prestrujni ventil

Na slici 20. dat je shematski prikaz ugradnje preljevnog ventila. Ako se glavni ventil zatvori, otvara se prestrujni ventil i dio vode iz polaznog voda miješa se i vraća s vodom iz povratnog voda.



Slika 20. Prikaz preljevnog ventila

7. Realizacija projekta

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

7.1. Popisivanje inventara

Na osnovi zahtjeva iz tvrtke HERZ ing. Jaroslav Polak posjetio je sve stanove kako bi izvršio inventuru. Neophodno je bilo prikupiti sljedeće podatke:

- tip i veličina grijaćih tijela
- dimenzije svih cjevovoda i armatura
- polaganje i dužine cijevi

Spoznaje o dužini i dimenzijama cjevovoda bile su neophodne zbog pravljenja približnog troškovnika i korektnih padova tlaka u sustavu.

7.2. Proračun toplinske moći sustava

Kao početni korak izvršen je proračun grijanja sustava. Grijanje sustava je određeno na osnovi slovačkog standarda STN 060210.

Za izvođenje kalkulacije suglasno standardu, usvojene su sljedeće unutarnje temperature:

- kuhinja +20°C
- dnevna soba +20°C
- spavaća soba +20°C
- stubište (usko) + 10°C
- podrum +3°C
- hodnik +15°C
- wc +15°C
- ostava +10°C

Vrijednosti U za prosječnu stambenu zgradu

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| ▪ vanjski zid | $U=1,047 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ unutarnji zid do 30 mm | $U=3,720 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ unutarnji zid do 60 mm | $U=3,480 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ unutarnji zid do 150 mm | $U=2,790 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ razina pri zemlji | $U=1,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ podrumске prostorije | $U=0,580 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ prozori | $U=2,900 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ▪ krov | $U=0,810 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

Izračunati toplinski gubici za ovakvu stambenu zgradu iznose 99 kW

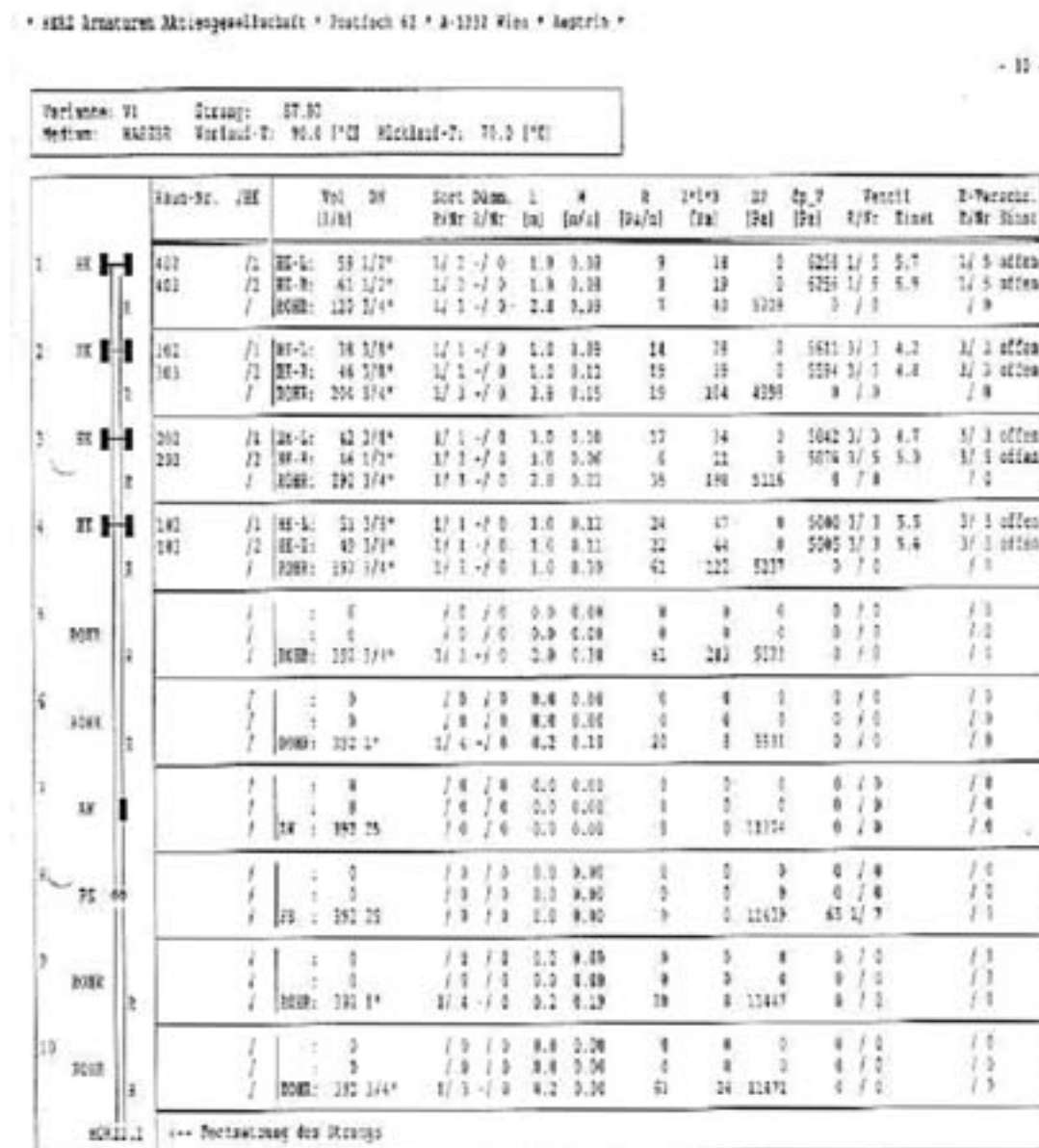
7.3. Hidrauličko dimenzioniranje

Dužine i dimenzije postojećeg cjevovoda određene su prilikom popisivanja inventara.

Uz pomoć izračunate toplinske moći bilo je moguće odrediti maseni protok za pojedinačnu cijev.

Programom tvrtke Solarcomputer izračunati su padovi tlaka na svakoj dionici. Program vrši proračun pada tlaka u pojedinačnim armaturama i vrijednosti za njihovo prednamještanje. Na kraju, instalacija svih armatura konstruirana je pomoću programa. Za instaliranje bilo je neophodno brojčano označiti svaku od armatura, tako da se relativno lako mogu identificirati.

Sljedeće slike prikazuju primjere proračuna pomoću programa



Slika 21. Proračun padova tlaka pomoću softvera

Massenzusammenstellung Hk-Ventile							
Ventil: TS90VBCK							
Bezeichnung: TS-90 voreinstellb. Eckform 1724							
Hersteller: HERZ Armaturen AG							
Ausführung: Eck							
DN	Art-Nr	Strang	Nr.	Vol [l/h]	dp_soll [Pa]	dp [Pa]	Einstr
10		H0110.1	2	80.7	5052	5076	7.2
10		H0110.1	3	80.7	5277	5102	7.4
10		H0110.2	4	100.0	5000	3458	max.
10		ST.02	2	38.3	5611	5512	4.2
10		ST.02	2	45.7	5594	5538	4.8
10		ST.02	3	42.3	5042	4993	4.7
10		ST.02	4	51.1	5000	4930	5.5
10		ST.02	4	49.4	5005	4939	5.4
10		ST.03	2	45.7	5462	5406	4.9
10		ST.03	4	63.0	5009	4902	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	4897	6.4
10		ST.08	2	37.6	5798	5760	4.1
10		ST.08	2	40.7	5792	5747	4.3
10		ST.08	3	37.6	5228	5190	4.3
10		ST.08	3	40.7	5221	5176	4.5
10		ST.08	4	50.3	5008	4940	5.5
10		ST.08	4	52.1	5000	4924	5.7
10		ST.09	2	44.5	5871	5817	4.6
10		ST.09	3	44.5	5223	5170	4.9
10		ST.09	4	61.8	5000	4897	6.4
10		ST.11	2	42.3	5068	5020	4.5
10		ST.11	3	42.3	5315	5167	4.7
10		ST.11	4	53.9	5000	4922	5.8
10		ST.12	3	45.7	5237	5181	5.0
10		ST.12	4	63.0	5000	4892	6.4
10							
15		ST.01	2	83.9	5863	5715	7.3
15		ST.02	3	45.7	5076	5032	5.0
15		ST.03	3	45.7	5000	4956	5.1
3							

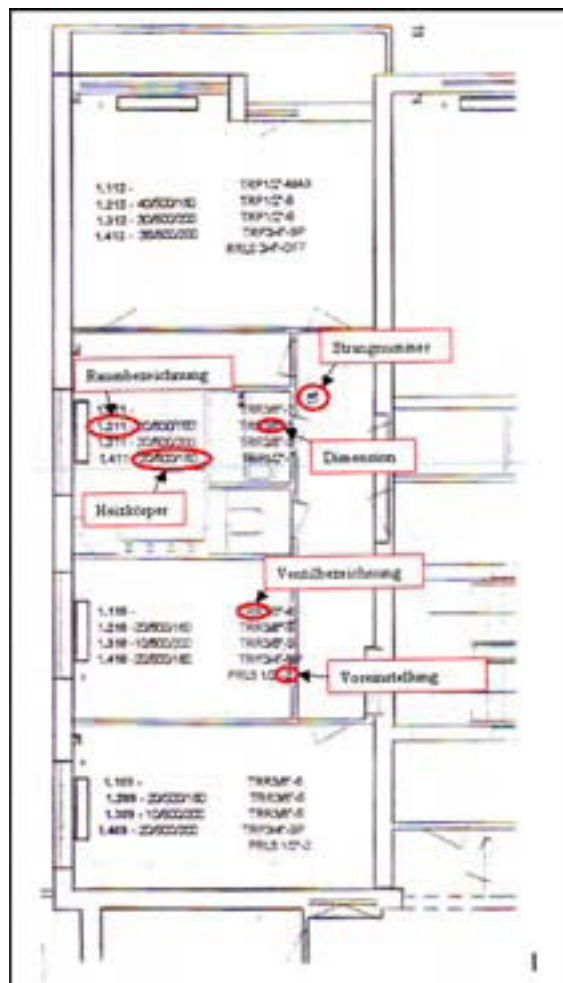
Slika 22. Rezultati proračuna

7.4. Izrada plana ugradnje

Uz pomoć podataka dobivenih hidrauličkim dimenzioniranjem Ing. Jaroslav Polak mogao je pristupiti izradi plana ugradnje.

Iz plana ugradnje za instalatera vidljivo je gdje i koja armatura mora biti ugrađena. Nakon toga je postavljao željene vrijednosti prednamještanja za ventil, na osnovi podataka dostavljenih uz svaki od ventila.

Izračunate vrijednosti približno su zaokruživane na prvi veći cijeli broj jer iz praktičnih razloga nije moguće izvršiti točno podešavanje na vrijednost dobivenu proračunom.



Slika 23. Plan ugradnje

7.5. Tijek ugradnje

Za izvršenje radova tvrtka HERZ je odredila i uputila tvrtku T.A.P. U cilju ostvarenja hidrauličke regulacije u objektima, grijaća tijela bila su opremljena prednamjesticim termostatskim ventilima HERZ TS-90 V i termostatskim glavama HERZ 1 7626 06 tijekom srpnja i kolovoza.



Slika 24. HERZ termostatski ventil s ugrađenom termostatskom glavom

Zbog ekonomske situacije i ograničenih raspoloživih financijskih sredstava, izvršena je instalacija bez ugradnje povratnih ventila koji su tehnički bili poželjni u sustavu. Grijaća tijela na vertikali sa stubištem su zbog mogućnosti krađe opremljena prednamjesticim ventilima s ručnom regulacijom bez termostata.



Slika 25. Grijaće tijelo na vertikali stubišta

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



Slika 26. Ugrađeni HERZ regulator diferencijalnog tlaka i protoka

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



Slika 27. Ugrađeni HERZ prestrujni ventil

Svaki objekt je opremljen regulacijskim ventilima ogranka STRÖMAX 4117 R kako bi bila osigurana točna distribucija vode.



Slika 28. Ugrađeni HERZ regulacijski ventil ogranka

7.6. Tijek regulacije

Nakon instaliranja potrebnih HERZ armatura, sve su morale biti postavljene na željene vrijednosti. Vrijednosti prednamještanja već su ranije određene i bile su dostupne preko plana ugradnje.

Armature su, naravno, morale biti podešene od strane kvalificiranog osoblja, koje je moglo vršiti ugradnju na osnovi plana ugradnje.



Slika 29. Prednamještanje

Nakon toga, protok vode je mogao biti naknadno provjeren pomoću HERZ mjernog kompjutora.



Slika 30. Mjerenje protoka

7.7. Ekonomska cijena koštanja

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

Tablica 3. Troškovi u sektoru 1

Tijekom 1995 - 23 objekta			
Broj stanova	Grad, ulica, broj.	Troškovi	
		SK	€
32	Komárno, Komenského 1	134.000	2.960
32	Komárno, Svätajánska 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, Hrnčiarska 1 - 3	170.000	3.755
46	Komárno, Hrnčiarska 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

Tablica 4. Troškovi u sektoru 2

Tijekom 1996 - 51 objekat			
Broj stanova	Grad, ulica, broj.	Troškovi	
		SK	€
48	Komárno, Eötvösa 66 - 72	179.000	3.954
24	Komárno, Svätójánska 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, Stávbarov 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, Mederčská 57 - 63	119.600	2.642
36	Komárno, Mederčská 65 - 71	130.000	2.872
69	Komárno, Rákocziho 25 - 29	249.500	5.511

Tablica 5. Troškovi u sektoru 2

Tijekom 1996 - 51 objekta			
Broj stanova	Grad, ulica, broj.	Troškovi	
		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, Mederčská 36	150.000	3.313
32	Komárno, Mederčská 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

Tablica 6. Troškovi u sektoru 3

Tijekom 1997 - 17 objekta			
Broj stanova	Grad, ulica, broj.	Troškovi	
		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. Mjerenje potrošnje energije

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

8.1. Mjerenje cjelokupne potrošnje energije u objektu

Ukupna potrošnja energije u objektu mjerena je klasičnim kalorimetrom. On se nalazio u podrumskim prostorijama u svakoj zgradi. Kalorimetar je mjerni uređaj koji mjeri ukupnu količinu toplinske energije dostavljene objektu.

Princip funkcioniranja

Kalorimetri moraju imati informaciju o tri osnovne veličine stanja

- protok grijaćeg medija V
- temperatura medija u polaznom vodu T_V
- temperatura medija u povratnom vodu T_R

Na osnovu poznavanja ove tri veličine moguće je odrediti količinu iskorištene toplinske energije uporabom jednadžbe 4.

jednadžba 6.

$$\dot{Q} = \rho \cdot \dot{V} \cdot c_p \cdot (t_v - t_r)$$



Slika 31. Kalorimetar

8.2. Mjerenje u stambenim jedinicama

Mjerenje po stambenim jedinicama izvršeno je pomoću isparivača , model V93, proizvođač tvrtka TECHEM.

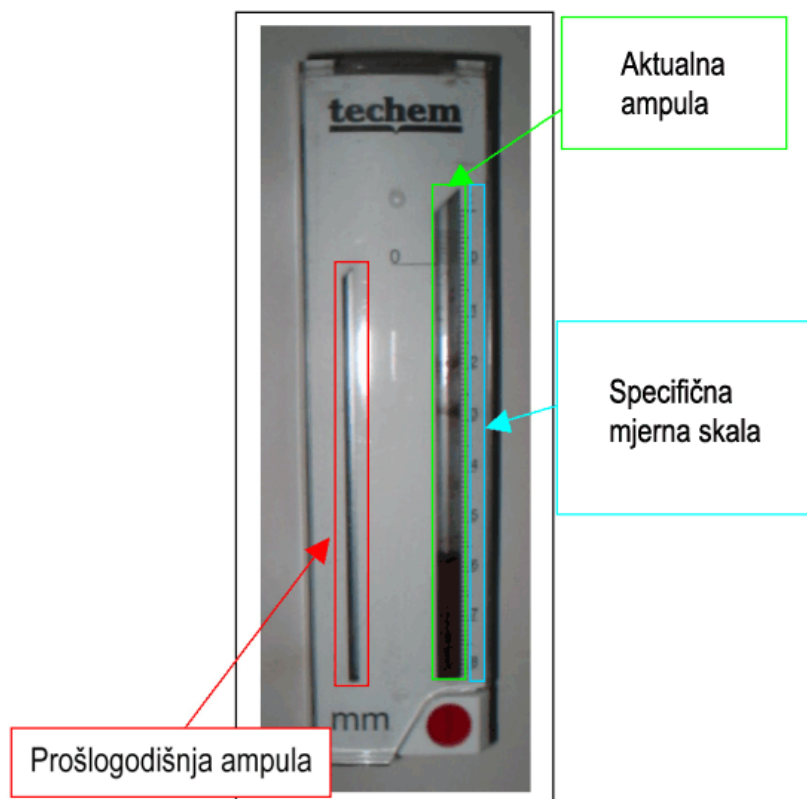
Njegov se rad zasniva na principu isparavanja i koristi se za bilježenja potrošnje energije svakog grijaćeg tijela. On je primjenljiv, kako za jednocijevne, tako i za dvo-cijevne sustave grijanja. Adaptacija prema tipu i veličini grijaćeg tijela izvršena je uz pomoć skala proizvođača.

Različitim skalama uzima se u obzir veličina i tip radijatora. Npr. radijator s većom dužinom odaje naravno više topline nego kraći, a pritom imaju jednake temperature površina grijaćih elemenata. Oni vrše isparavanje približno iste količine tekućine. Zato je neophodno dužem radijatoru dodijeliti drugačiju skalu nego kraćem. Na skali za duži radijator isparavanju 1cm tekućine odgovara više jedinica nego za kraći. Utvrđeno je 107 različitih skala proizvođača za grijaća tijela.

Za kontrolu očitavanja pored nove ampule nalazi se i kontrolna ampula od prošle godine. (pogledati sliku 33). Očitavanje se vrši jednostavno i precizno preko providnog prednjeg dijela kućišta i lakog otvaranja i pristupa stupu tekućine.

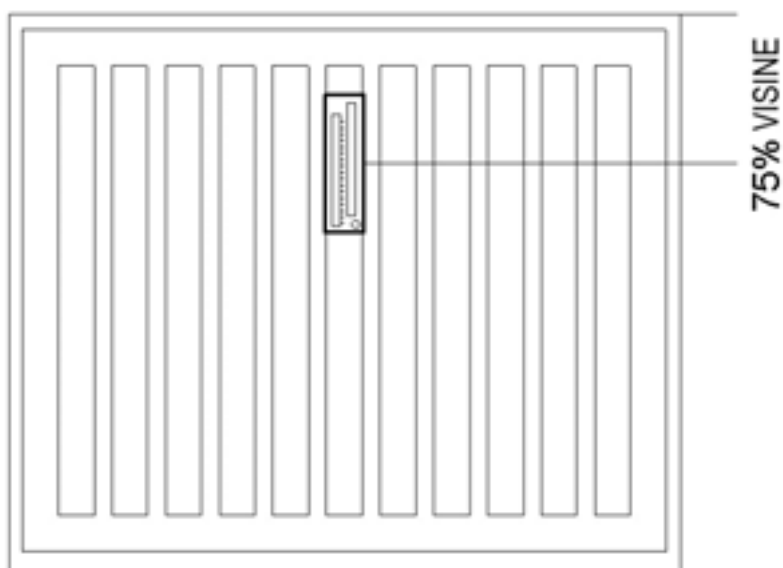
Područje učinka iznosi između 150 i 5000 W na skali dužine 80 mm. Prosječna radna temperatura medija mora se nalaziti između 60°C i 100°C.

8.2.1. Princip funkcioniranja



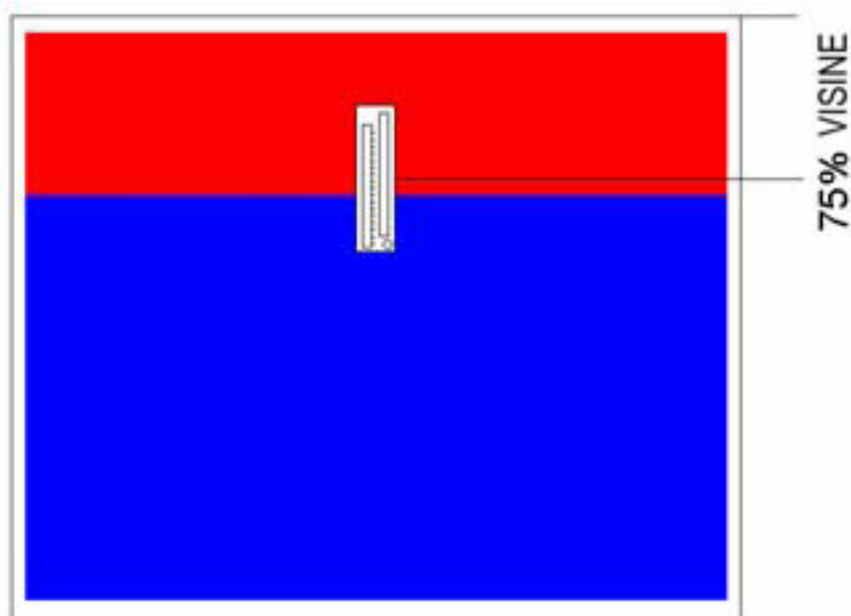
Slika 32. Isparivač WMZ

Prema europskom standardu prEN 835 preporučuje se centralno postavljanje isparivača na otprilike 75% visine grijaćeg tijela.



Slika 33. Pozicioniranje HK isparivača

Ova pozicija ima prednosti jer je većina grijaćih tijela opremljena termostatskim ventilima. Smanjenjem protoka, gornji dio radijatora više se zagrijava. Ako je mjerni isparivač smješten na gornjem dijelu radijatora, i male količine toplinske energije mogu biti ispravno izmjerene.



Slika 34. Raspodjela temperature

8.3. Određivanje ukupno iskorištene količine toplote

Prije ugradnje isparivača, kalorimetri su mjerili ukupnu količinu topline i dijelili je po pojedinačnim stanovima na osnovi površine stana, što nije bilo ispravno jer se stanari nisu trudili da uštede energiju budući da su plaćali iste troškove.

Sada to funkcionira na sljedeći način:

Na kraju sezone grijanja posebnim uređajem vrši se očitavanje s kalorimetra smještenog u podrumu zgrade kao i stanja s isparivača VR93 u stanovima.

Cjelokupna očitana vrijednost djeli se brojem očitanih jedinica na odgovarajućoj skali u svim stanovima. Ova vrijednost pomnožena brojem očitanih jedinica u jednom stanu daje potrošnju energije u tom stanu. Na ovaj način osigurano je da svaki stan plaća stvarno utrošenu količinu topline.

Postupak je pojašnjen u sljedećem primjeru.

8.3.1. Primjer određivanja prije i poslije

- 3-katna stambena zgrada
- 4 stana po katu
- 3 stana od 80 m²
- 9 stanova od 60 m²
- s kalorimetra očitana ukupna potrošnja toplinske energije 90,000 kWh
- cijena grijanja 2 centa po kWh

8.3.1.1. Raniji obračun

Ukupna površina stanova: 780 m²

Utrošak energije po m²:

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

Cijena po m²:

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

Cijena po stanovima:

Cijena za stan od 80 m^2 :

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

Cijena za stan od 60 m^2 :

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

Ovo je cijena koja je trebala biti naplaćena od potrošača. Nije uzeto u obzir jesu li potrošači štedjeli ili rasipali.

8.3.1.2. Sadašnji obračun

Stan 1:	80 m^2	ispareno tekućine 7 jedinica
Stan 2:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jedinica
Stan 3:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jedinica
Stan 4:	60 m^2	ispareno tekućine 7 jedinica
Stan 5:	80 m^2	ispareno tekućine 6 jedinica
Stan 6:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jedinica
Stan 7:	60 m^2	ispareno tekućine 3 jedinice
Stan 8:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jadinica
Stan 9:	80 m^2	ispareno tekućine 7 jedinica
Stan 10:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jedinica
Stan 11:	60 m^2	ispareno tekućine 5 jedinica
Stan 12:	60 m^2	ispareno tekućine 8 jedinica

Ispareno jedinica ukupno: 68

Količina topline po jedinici vremena:

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

Cijena po jedinici:

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

Cijena za sve stanove

Za stanove 2,3,6,8,10,11:

$$K = 2647 \text{Cent} / E H \cdot 5 E H = 132,4 \text{ €}$$

Za stanove 1,4,9:

$$K = 2647 \text{Cent} / E H \cdot 7 E H = 185,3 \text{ €}$$

Za stan 5:

$$K = 2647 \text{Cent} / E H \cdot 6 E H = 158,8 \text{ €}$$

Za stan 12:

$$K = 2647 \text{Cent} / E H \cdot 8 E H = 211,8 \text{ €}$$

Za stan 7:

$$K = 2647 \text{Cent} / E H \cdot 3 E H = 79,4 \text{ €}$$

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

9. Tumačenje rezultata mjerenja

Tumačenje rezultata mjerenja provodi se kako bi se ustvrdilo da rezultati nisu neispravni zbog promjene cijene grijanja ili vremenskih uvjeta. Ušteda energije je ustvrđena primjenom dan-stupanj metode.

9.1. Osnove proračuna

Tijekom izvođenja proračuna izvršeni su sljedeći postupci:

1. Stupanj-dani grijanja su za pojedine godine izračunati kao u točki 4.3.2.
2. Specifična mjerodavna potrošnja 1994 godine je izračunata

Jednadžba 7.

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

Gdje je:

q_{1994}	kWh (GJ)/GT	Specifična potrošnja toplinske energije u 1994.
Q_{1994}	kWh (GJ)	Ukupna potrošnja toplinske energije u 1994.
HGT_{1994}		Stupanj - dani grijanja u 1994.

Specifična potrošnja toplinske energije u 1994. uzeta je za sve godine kao mjerodavna.

3. Proračun teorijske potrošnje energije

Teorijska potrošnja energije pokazuje koliko bi energije u određenoj godini bilo potrošeno da nisu poduzete mjere sanacije.

Jednadžba 8.

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

Gdje je:

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

$$Q_{\text{teoretsko (x)}} - \text{kWh (GJ) Teorijska potrošnja topline u godini x}$$

$$\text{HGT}_x - \text{stupanj grijanja-sati u godini x}$$

Budući da je teorijski utrošak toplinske energije izračunat uz pomoć stupnja sati grijanja, vremenski uvjeti u različitim godinama uzeti su u obzir, pa slijedi da nema falsificiranih rezultata.

4. Izračunavanje uštede energije u kWh (GJ)

Uštedena energija predstavlja razliku teorijske i stvarne potrošnje u promatranoj godini

Jednadžba 9.

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

Gdje je:

$Q_{\text{stv. (x)}}$	kWh (GJ) Stvarna potrošnja topline u godini x
$Q_{\text{Teorijsko (x)}}$	kWh (GJ) Teorijska potrošnja topline u godini x
ΔQ	Ušteda energije

5. Izračunavanje uštede energije u postocima

Jednadžba 10.

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

Gdje je:

$Q_{\text{stv. (x)}}$	kWh (GJ)	Stvarna potrošnja topline u godini x
Q_{1994}	kWh (GJ)	Stvarna potrošnja topline u godini 1994.
ΔQ	(%)	Ušteda energije u %

5. Izračunavanje sačuvane energije u slovačkim krunama

Da bismo bili u mogućnosti prikazati stvarne financijske efekte, neophodno je izvršiti razmatranje kretanja tržišnih cijena energije.

Jednadžba 11.

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

Gdje su:

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

7. Konverzije

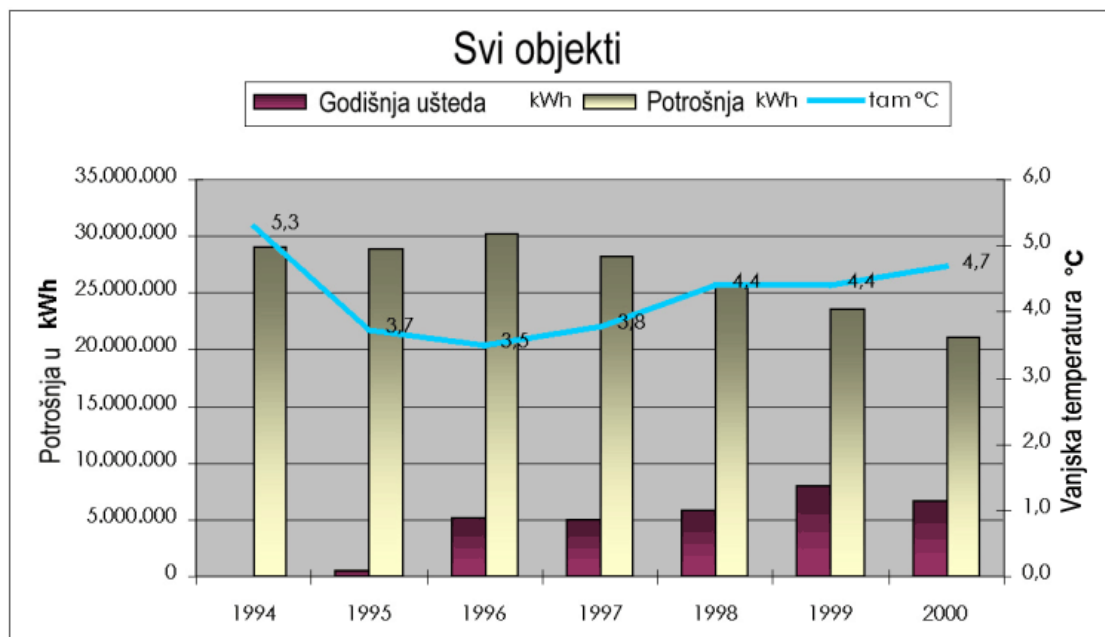
1GJ = 277.8 kWh

1SKK = 0,0221 € (stanje iz 2001.)

9.2. Grafički prikaz

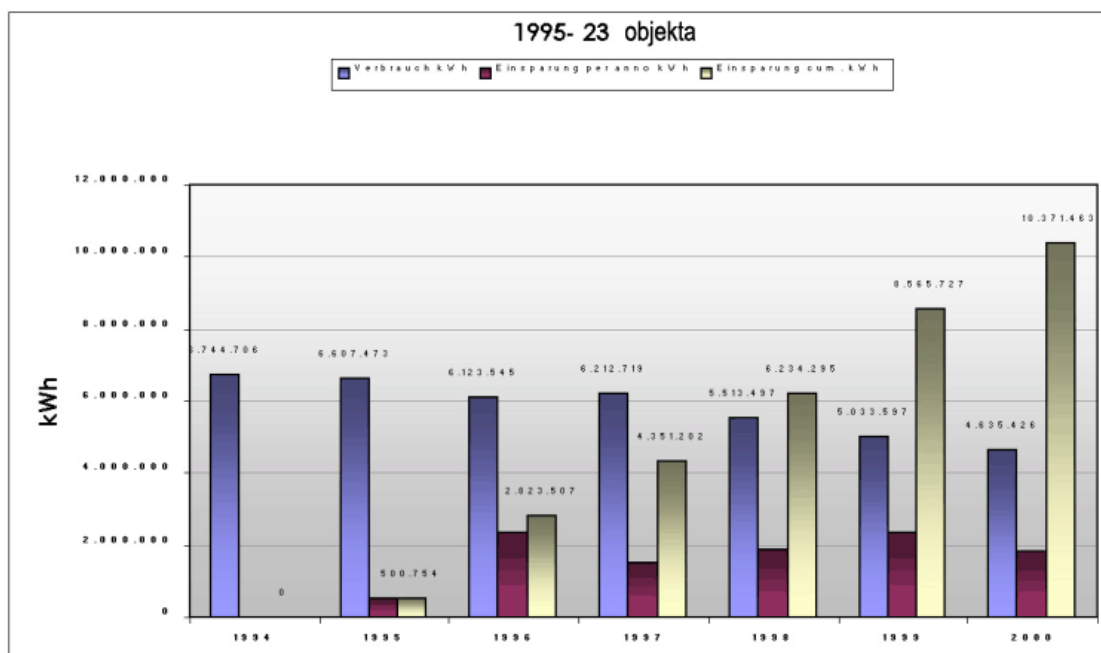
Tablica 7. Prikaz izmjerenih rezultata

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
Promjena u odnosu na 1994 [%]		0%	4%	-3%	-10%	-19%	-27%

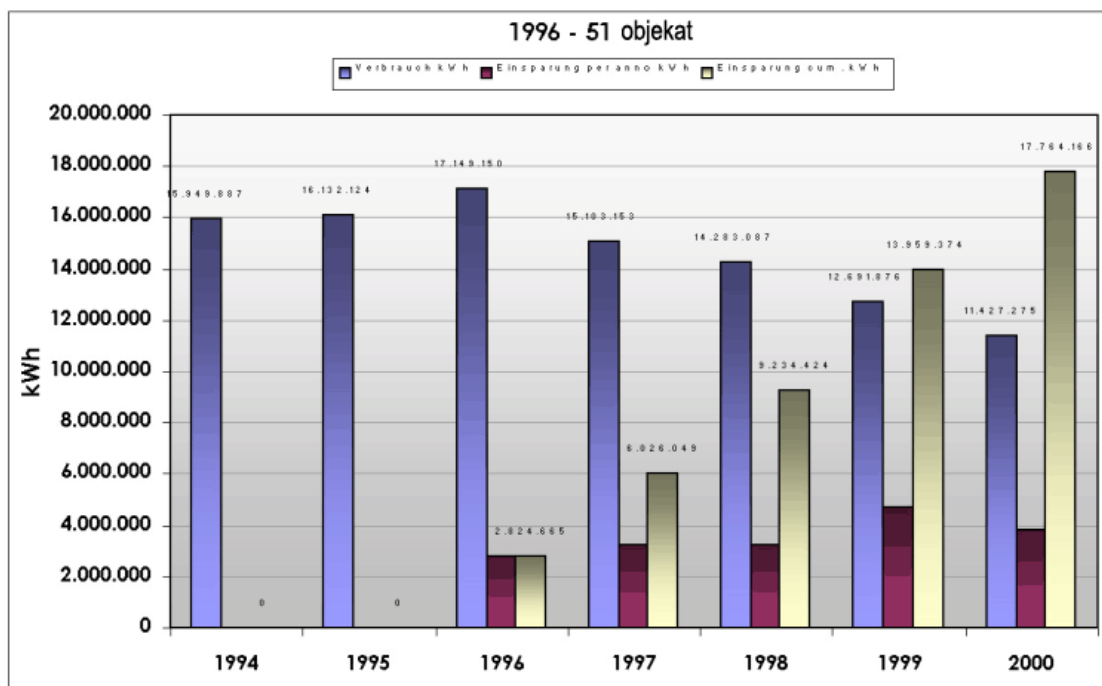


Dijagram 13. Potrošnja topline

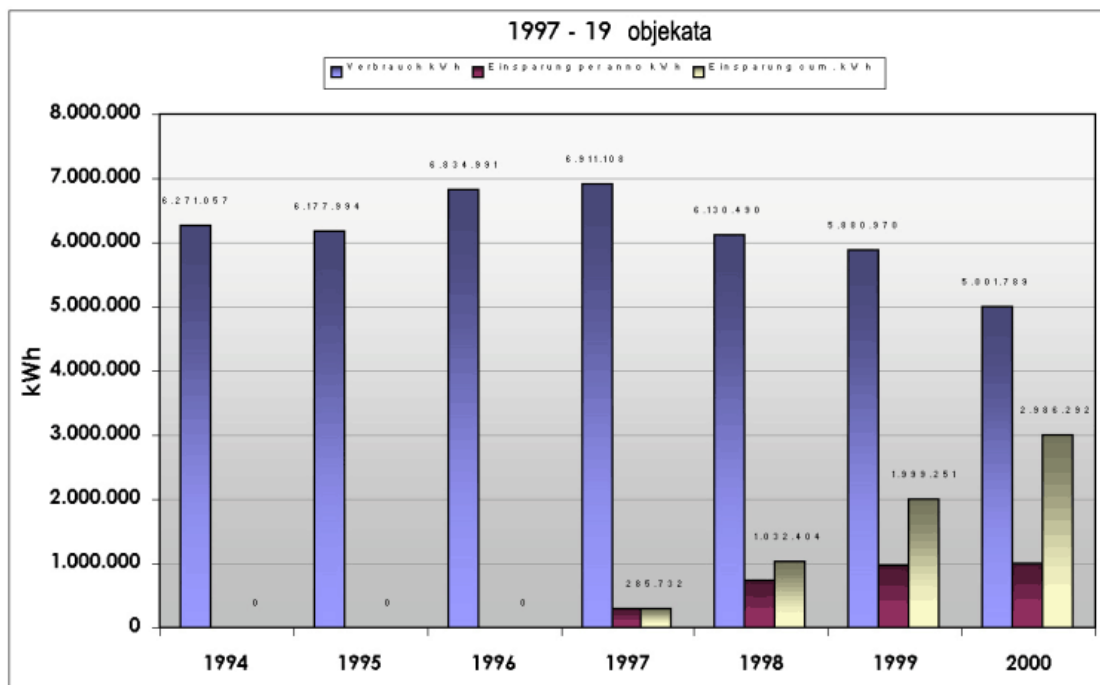
Slika 13. pokazuje da nakon završetka saniranja od 1998. i pored približno konstantne vanjske temperature potrošnja energije značajno opada.



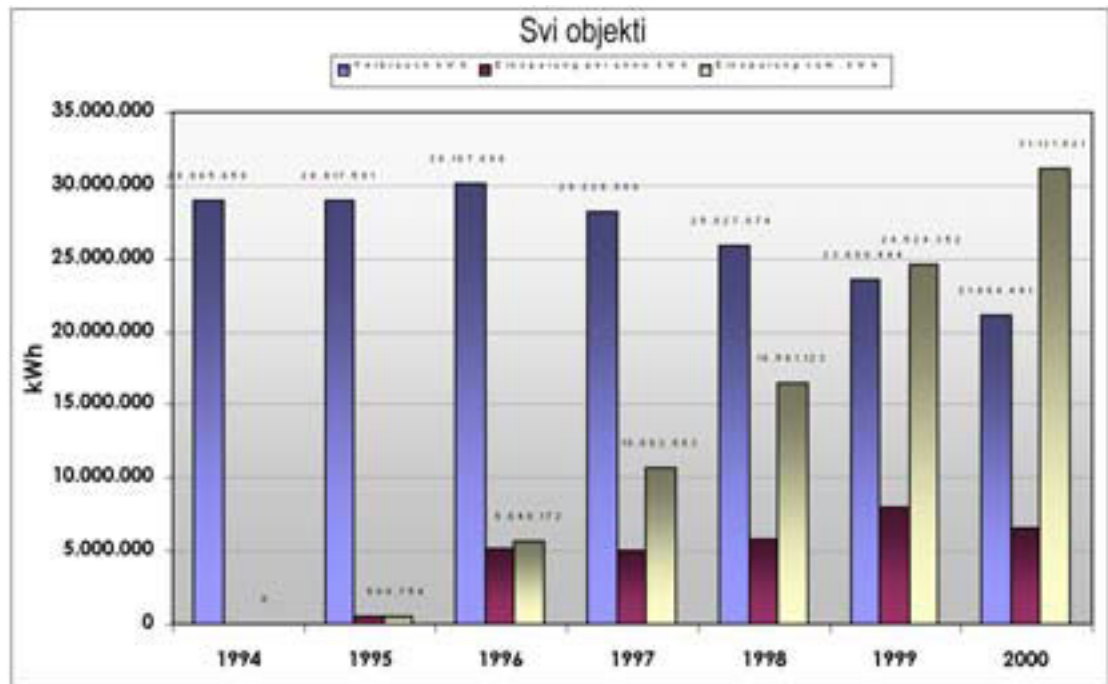
Dijagram 14. Ušteda u 23 objekta



Dijagram 15. Ušteda u 51 objektu



Dijagram 16. Ušteda u 19 objekata



Dijagram 17. Ušteda u svim objektima

9.2.1. Moguće promjene u ponašanju potrošača

Proračunom uštede energije omogućeno je da po završetku podešavanja svaki potrošač bude zadovoljan ambijentalnom temperaturom od 20°C. Ipak, jedan dio potrošača je povećao komfor podizanjem ambijentalne temperature. Podizanjem ambijentalne temperature, također tijekom godine nakon renoviranja, porastao je broj dana stupnja grijanja, čime je povećana teorijska potrošnja energije.

Ako se pođe od činjenice da su svi potrošači podigli sobnu temperaturu na 22°C, tada važe sljedeći 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 unaprijed poznato, sve kalkulacije u proračunu izvršene su na osnovi željene sobne temperature od 20 °C.

Ipak, dijagram 24. pokazuje stvarne uštede vjerovatno veće nego pri sobnoj temperaturi od 20°C.

10. Posljedice uštede energije

U ovom će poglavlju biti opisano koje pozitivne posljedice ima provođenje mjera regulacije na potrošače i životnu sredinu.

10.1. Posljedice na potrošače

10.1.1. Povećanje udobnosti

Željena ambijentalna temperatura nije mogla biti postignuta u mnogim stanovima zbog loše isporuke tople vode i ljudi su se smrzavali.

Nakon izvršenog reguliranja dovoljna količina vode dostavljena je do pojedinih potrošača. Željena je sobna temperatura tada bila postignuta u svim stambenim blokovima.

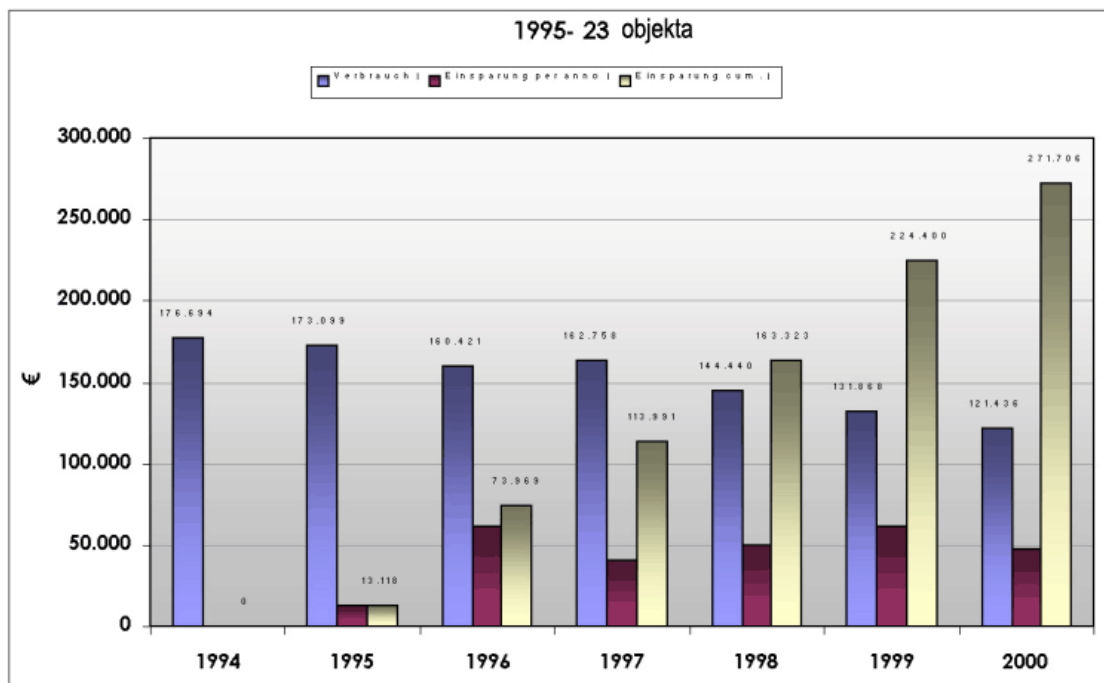
Sada je moguće povećati temperaturu ambijenta prema vlastitoj želji. To je važno za sve potrošače kojima gode drugačiji uvjeti u ambijentu.

10.1.2. Financijska ušteda

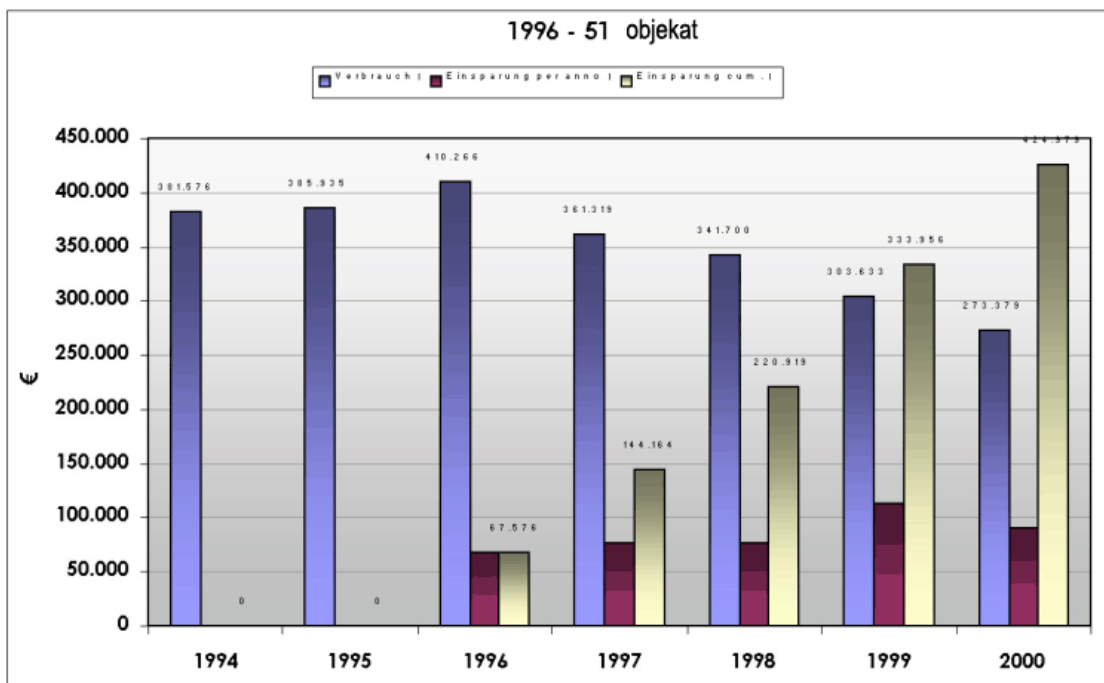
Zbog ušteda u potrošnji energije prirodno dolazi do ekonomskog rasterećenja krajnjih potrošača.

Tablica 8. Ukupna financijska ušteda

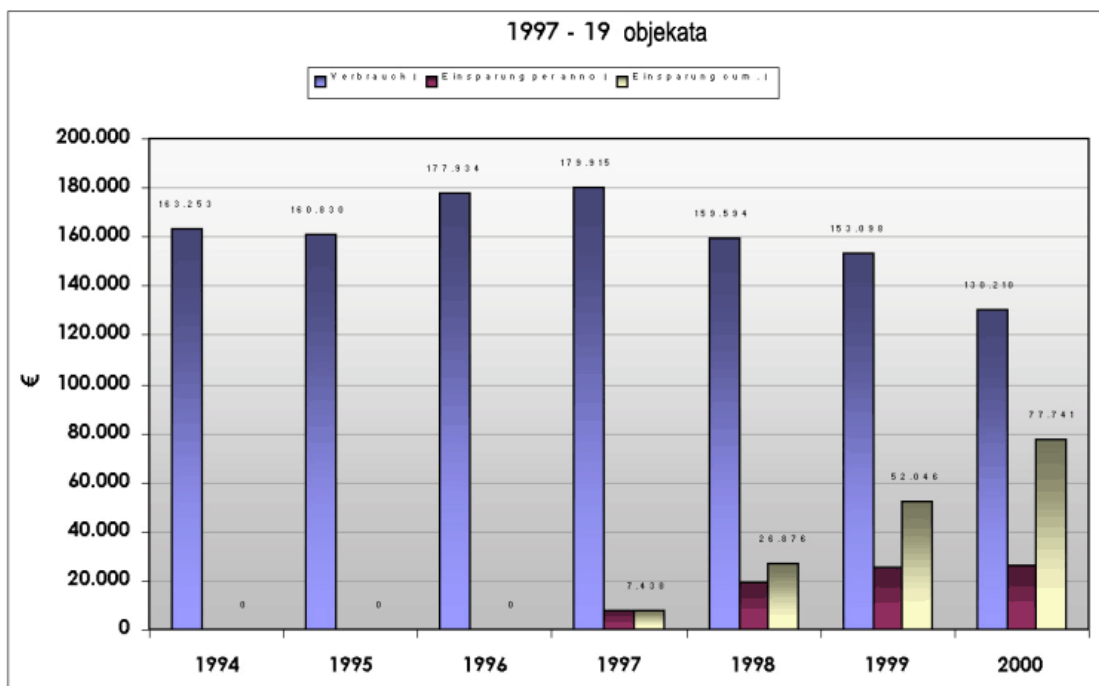
Godina	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Ušteda u [SKK]	0	596.295	5.837.541	5.678.043	6.610.262	9.084.339	7.470.128
Ušteda kum. [SKK]	0	596.295	6.433.836	12.111.879	18.722.141	27.806.480	35.276.608
Ušteda (€)	0	1.401	13.718	13.343	15.534	21.348	17.555
Ušteda kum. (€)	0	1.401	15.120	28.463	43.997	65.345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



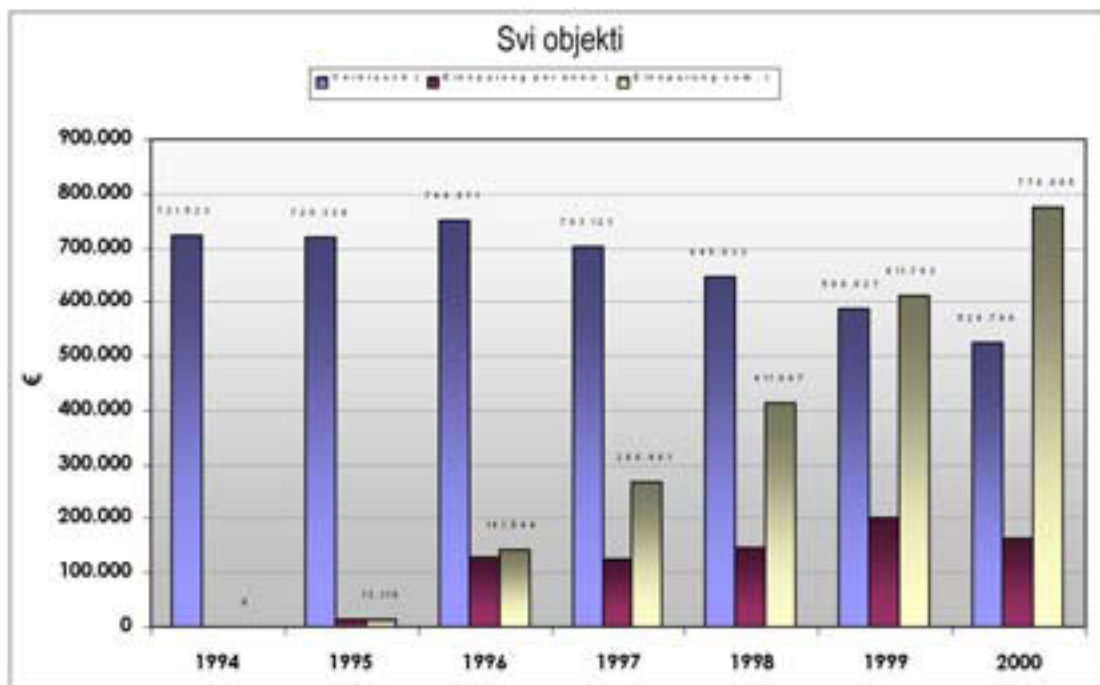
Dijagram 18. Financijska ušteda u 23 objekta



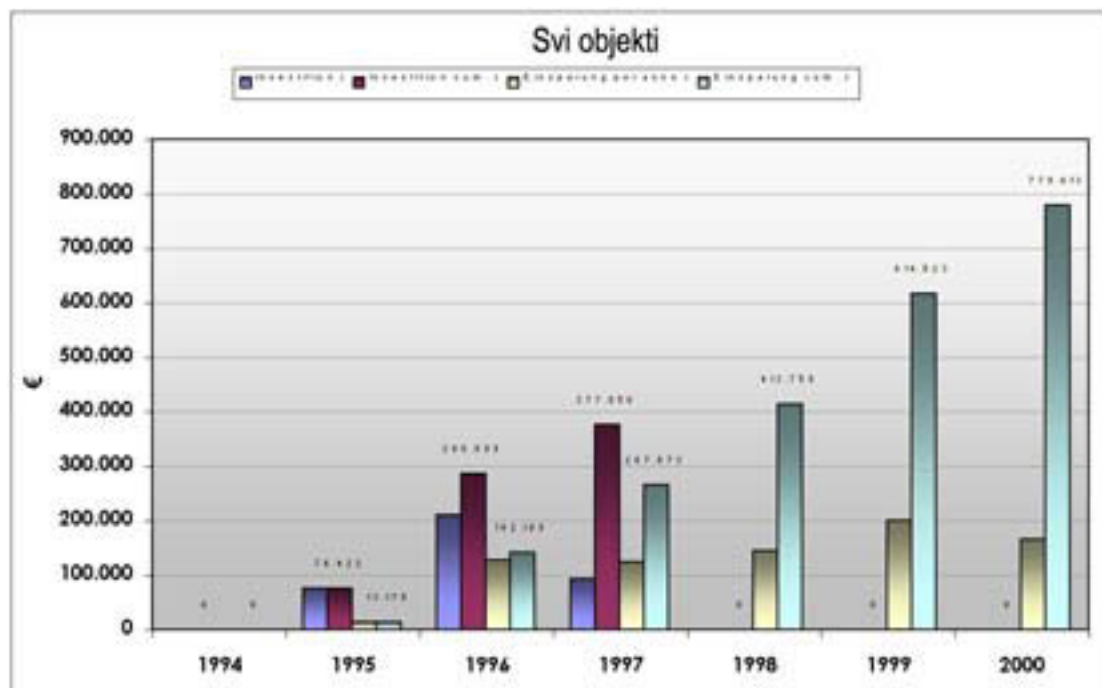
Dijagram 19. Financijska ušteda u 51 objektu



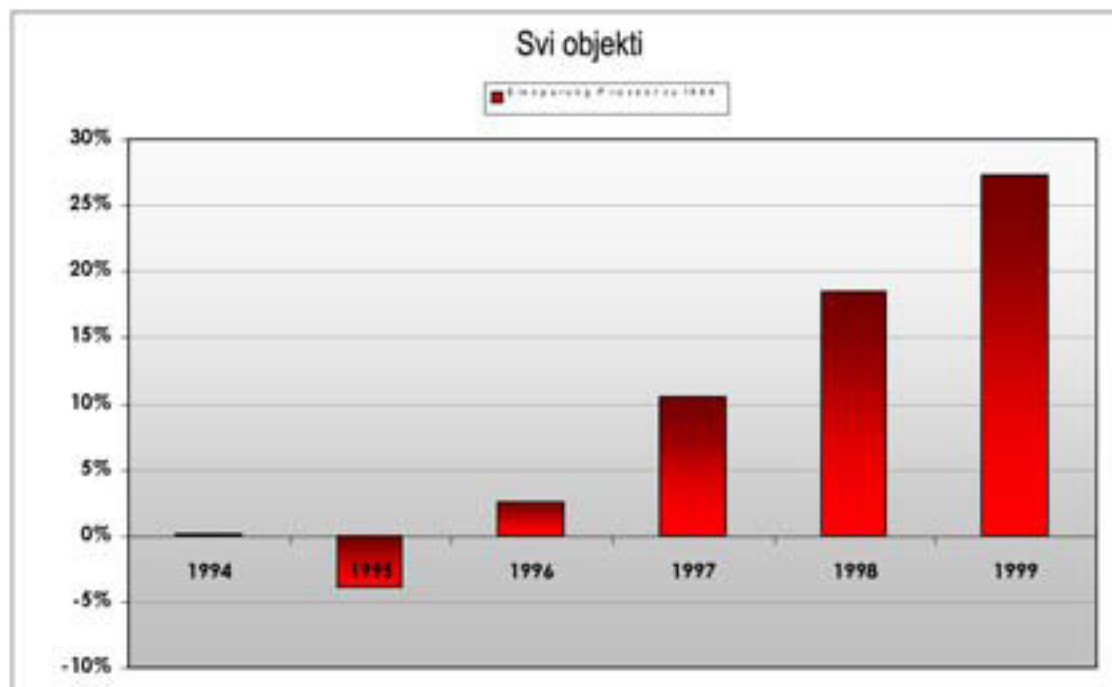
Dijagram 20. Financijska ušteda u 19 objekata



Dijagram 21. Financijska ušteda u svim objektima



Dijagram 22. Financijska ušteda u svim objektima



Dijagram 23. Financijska ušteda u postocima

10.1.3. Razdoblje otplate investicije

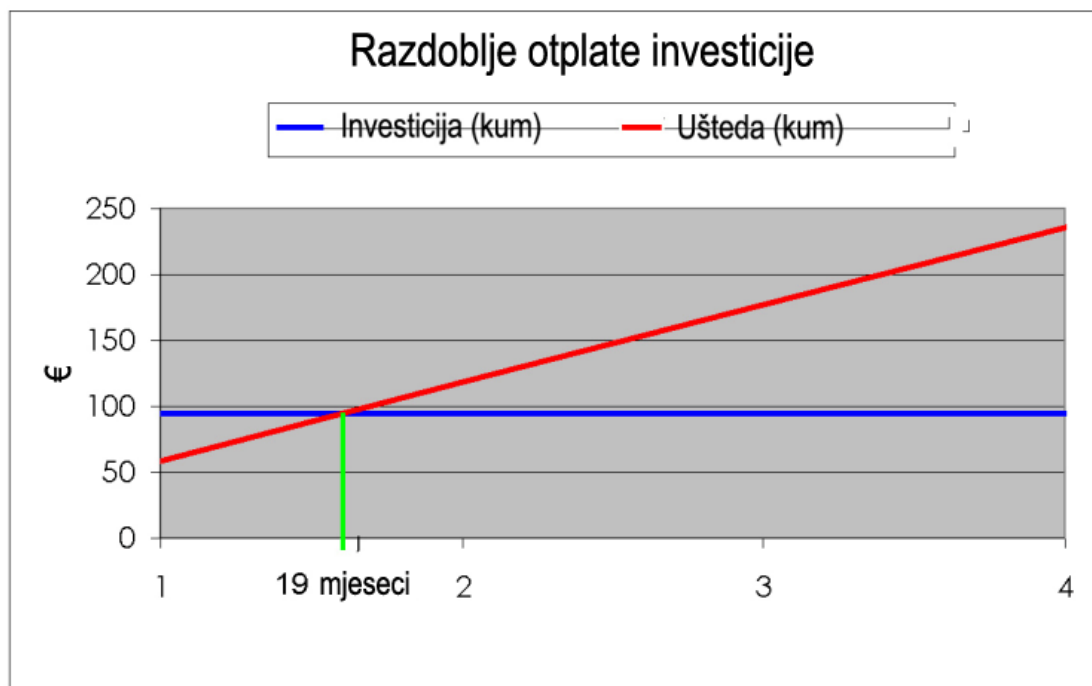
Cjelokupni investicijski troškovi regulacije iznose 378,000 €. Regulacija je izvršena ukupno u 3.974 stana.

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

To znači:

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

Iz ovoga slijedi da je razdoblje otplate investicije samo nešto duže od 18 mjeseci.



Dijagram 24. Razdoblje otplate investicije

10.2 Ekološki aspekt uštede energije

Manje energije mora biti proizvedeno zbog uštede energije pa je stoga potrebno manje izgaranje plina.

Izgaranjem prirodnog plina u toplanama, ispuštaju se sljedeće tvari štetne po životnu sredinu.

- SO₂
- NO_x
- CO.
- CO₂
- Prašina

Podaci o količinama štetnih produkata izgaranja dobivene su iz njemačke toplane u gradu Karlsruhe iz 2000. godine. Za toplane u Komarnu uzete su 10% uvećane vrijednosti emisije zagađivača, zbog zastarjelosti opreme.

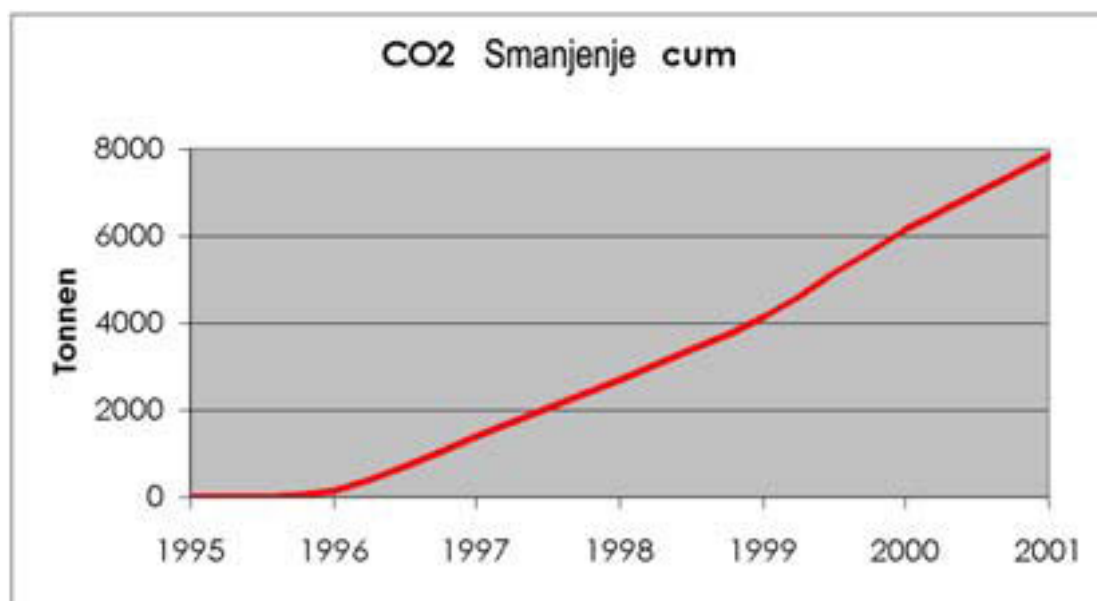
Zbog toga su podaci samo vrijednosti koji pokazuju red veličine uštede i ne potječu od točnih mjerenja štetnih produkata izgaranja.

Tablica 9. Emisija zagađivača [6]

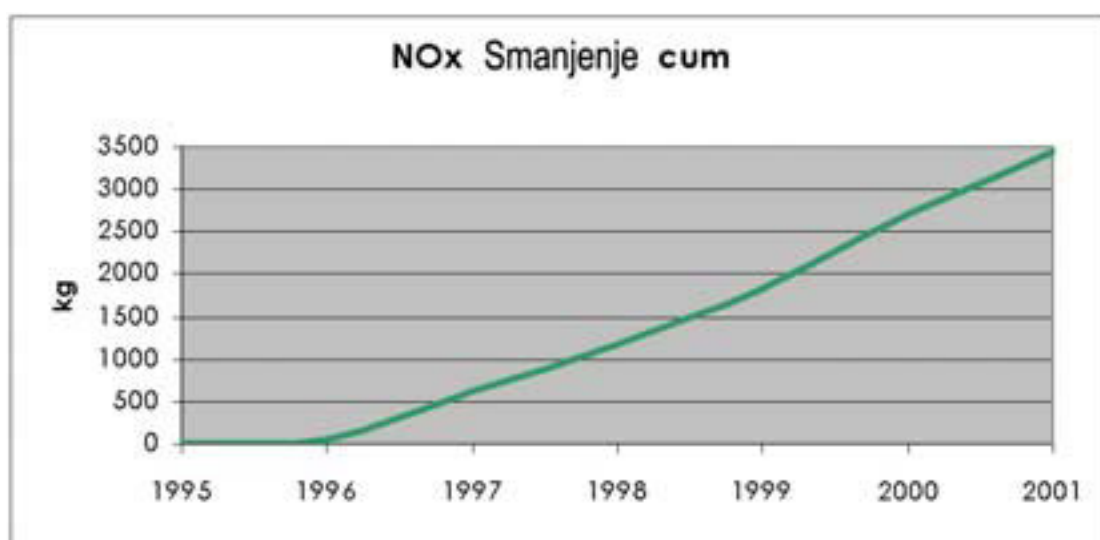
Zagađivač	Emisija u g/kWh
SO ₂	0,012743
Nox	0,111019
CO	0,006057
Prašina	0,001826
CO ₂	276,7918

Tablica 10. Smanjenje emisije zagađivača

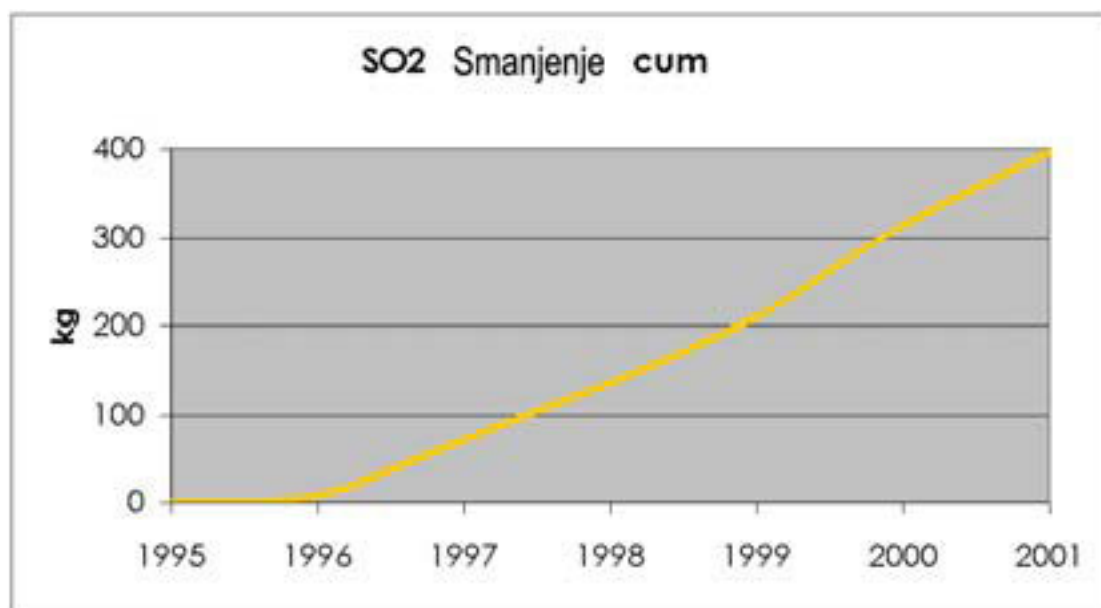
Emisija	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
SO ₂ [kg]	0	6	72	136	210	313	397
Nox [kg]	0	56	627	1184	1832	2723	3455
CO [kg]	0	3	31	59	91	135	171
Prašina [kg]	0	1	9	18	27	41	52
CO ₂ [t]	0	126	1421	2683	4152	6171	7831



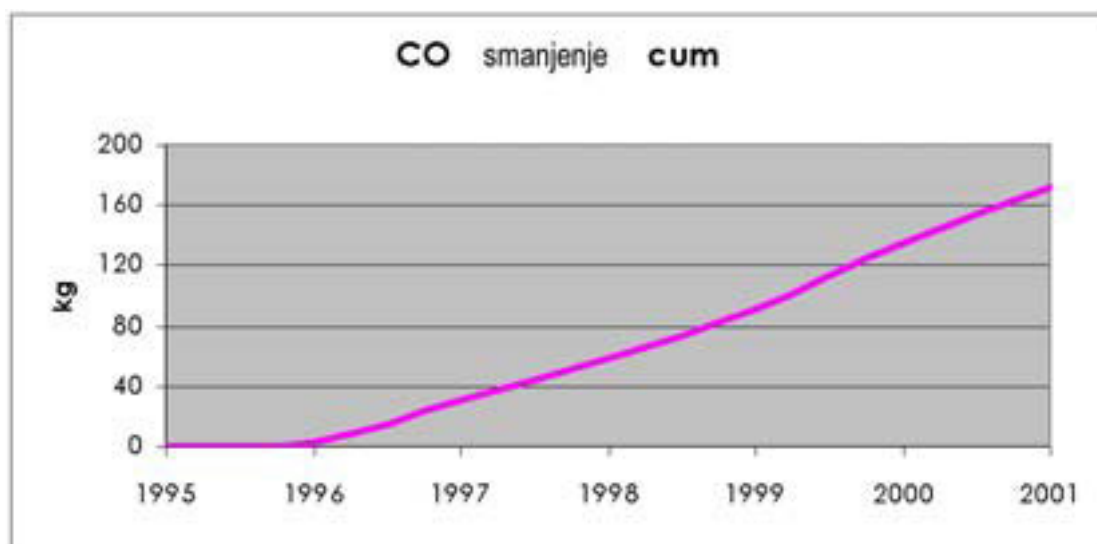
Dijagram 25. Smanjenje emisije CO₂



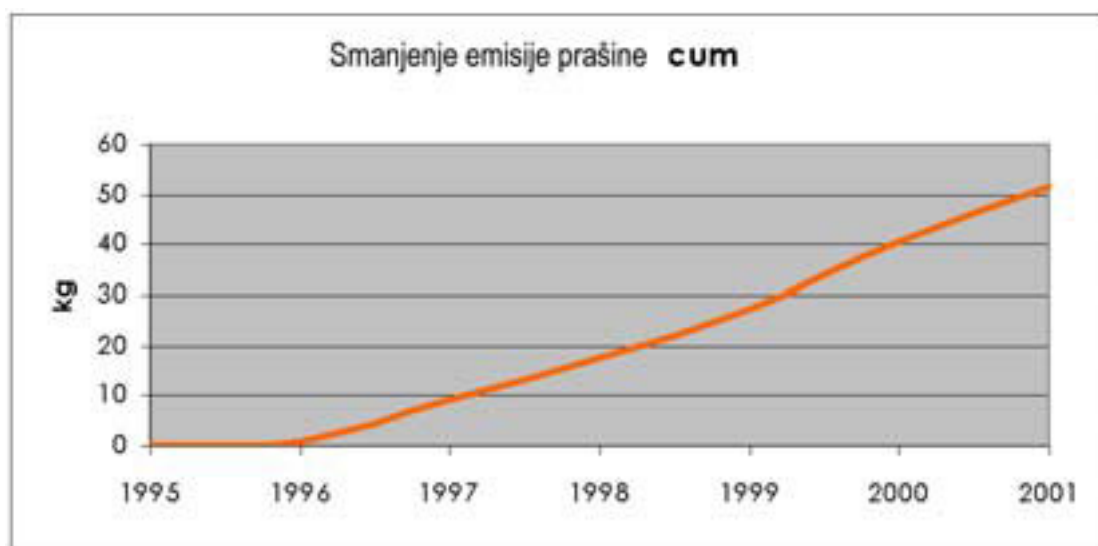
Dijagram 26. Smanjenje emisije Nox



Dijagram 27. Smanjenje emisije SO₂



Dijagram 28. Smanjenje emisije CO



Dijagram 29. Smanjenje emisije prašine

11. Rezime

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

11.1. Pregled rezultata

U sledećoj tablici prikazani su svi rezultati mjerenja 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
Promjena % 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 (€)	0	13.178	129.010	125.485	146.087	200.764	165.090
Ušteda kum. (€)	0	13.178	142.188	267.673	413.759	614.523	779.613
Financijska 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 (€)	0	8.126	22.296	9.768	0	0	0
Investicije kum. (€)	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

Tablica 11. Pregled rezultata

11.2. Pregled efekata

Renoviranjem i regulacijom sustava za grijanje postignut je napredak u sljedećem:

- Povećanje komfora pravilnom distribucijom grijane vode
- Ušteda toplinske energije
- Značajna financijska ušteda
- Udaljeniji objekti mogu dobijati grijanje bez izgradnje novih toplana
- Emisija zagađivača značajno je smanjena
- Realniji računi za grijanje

11.2.1. Pregled rezultata

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

Tablica 12. Pregled rezultata

Zaključak

U Studiji je stavljen naglasak na pravilno reguliranje grijanja. Troškovi za regulaciju su veoma niski u usporedbi s bilo kojom drugom mjerom renoviranja.

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

Nažalost, usprkos rezultatima iz ove Studije, najveći dio sustava (čak i u Austriji) nije reguliran ili je nepravilno reguliran. Često su potrebne armature instalirane, ali nije izvedeno reguliranje sustava. U ovakvim slučajevima troškovi regulacije su čak i manji.

Potrošnja električne crpke se prilikom korištenja prema protoku odnosi prema sljedećoj formuli

Jednadžba 12:

$$\frac{P_{E11}}{P_{E12}} = \left(\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} \right)^3$$

Ako se protok smanji za samo 10%, potrošnja električne energije crpke 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] Jauschowitz (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 -Armaturen Ges.m.b.H
A-1230 Wien, Richard-Strauss-Straße 22