

INSTALATER 6/2004

Vremena se mijenjaju. Dok su prije desetak godina PPR cijevi bile novost i dok je tada na neke armaturne elemente trebalo čekati više tjedana, danas je sve više ponuđača Njemačkih, Talijanskih ili Čeških proizvoda. Prije samo desetak godina kućne instalacije tople i hladne vode radile su se uglavnom iz čeličnih šavnih pocinčanih cijevi, a instalacije centralnog grijanja radile su se iz čeličnih bešavnih cijevi koje je pomalo iz upotrebe istiskivala uporaba bakrenih cijevi.

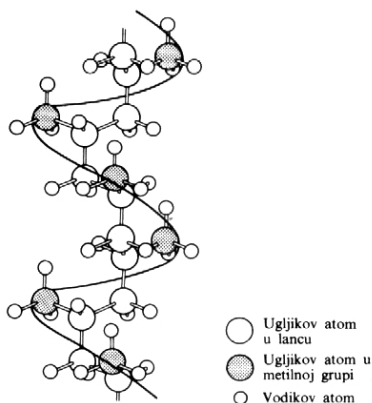
Danas pocinčanih cijevi gotovi i da nema, a bakrene cijevi još su se uvijek zadržale u instalacijama centralnog grijanja. No i one prepuštaju prednost ne tako novim plastičnim (PP-R) cijevima i višeslojnim cijevima.

Razlog istiskivanja poprilično sigurnih čeličnih cijevi iz uporabe može se saznati prelistavanjem kataloga i tehničkih informacija Ekoplastika, Aquatherma, Wavina, Vargona i sličnih proizvođača cijevi.

Cijevi iz polipropilena

Osnovni materijal za izradu plastičnih cijevi za razvod tople i hladne vode je **polipropilen** otkuda i oznaka ovim cijevima **PP**. Polipropilen je plastomer niske gustoće i temperature taljenja 160 do 170°C. Zagrijan lako se oblikuje savijanjem, a nakon hlađenja zadržava novi oblik.

Osnovna formula polipropilena je $[-CH(CH_3)-CH_2-]$. Proizvodi se postupkom koordinativne polimerizacije u kojemu se više malih molekula monomer propilena (propena) pravilnim rasporedom povezuje u duge lance molekula - makromolekule (slika 1).



Slika 1. Shematski prikaz makromolekule polipropilena [1]

Neka svojstva tehničkog polipropilena prikazana su u tablici 1.

Tablica 1. Svojstva polipropilena [1]

Gustoća	g/cm^3	0.9 – 0.91
Vlačna čvrstoća	N/mm^2	31 – 41
Produljenje pri kidanju	%	100 – 600
Tlačna čvrstoća	N/mm^2	38 – 55
Temperatura taljenja	°C	160 -170
Koeficijent toplinskog rastezanja	K^{-1}	$(8.1-10)*10^{-5}$

Uporaba polipropilena vrlo je različita: od brodske užadi i ribarskih mreža peko fizioloških neopasnih folija i ploča do debljine 30 mm, pa sve do različitih dijelova u autoindustriji i avioindustriji. Polipropilen se rabi za izradu namještaja, za izradu kućišta za televizore, za izradu čamaca, za izradu spremnika za vodu i ulje i sl. Više je od stotinu komercijalnih vrsta polipropilena, ali se oni mogu svrstati u tri skupine [1]:

- homopolimeri,
- kopolimeri
- modificirani polipropileni s punilima (azbestom, talkom, staklenim vlaknima, grafitnim vlaknima i sl.)

Polipropilen se obrađuje ubrizgavanjem u kalupe ili isprešavanjem (ekstruzijom) pri temperaturi 200 do 300°C.

U proizvodnji cijevi susreću se sve tri vrste polipropilena:

1. Homopolimer PP-H (PP, PP1) ili čisti polipropilen rabi se za protok hladne vode.

2. Blok kopolimer PP-B (PP2) je polipropilen s određenim dodacima koji poboljšavaju savitljivost cijevi pa se rabi za izradu cijevi malih promjera za protok hladne vode i za izradu cijevi za podna grijanja.

3. Random polipropilen PP-R (PP3) ima sastav koji udovoljava svim standardima za protok pitke i tople vode i za razvod centralnog grijanja. Ovaj se polipropilen u praksi najčešće susreće.

Prednosti uporabe PP-R cijevi u sanitarnoj tehnici pred čeličnim pocinčanim cijevima su slijedeće:

1. PP-R cijevi ne rđaju,
2. Na PP-R cijevima se ne talože minerali i kamenac,
3. PP-R cijevi su glatke pa su gubici specifične energije pri strujanju neznatni,
4. PP-R cijevi slabije prenose buku i zujanje u cjevovodu («tiše su»),
5. PP-R cijevi su savitljivije,
6. PP-R cijevi dulje traju od čeličnih cijevi (vijek trajanja im je do 50 godina),
7. PP-R cijevi se jednostavno i brzo montiraju itd..

Nedostatak PP-R cijevi je veliki toplinski koeficijent izduljenja. U nekim slučajevima kao nedostatak spominje se i mala tvrdoća zbog koje se zna desiti da se pri montaži sanitarnih elemenata uslijed nepažnje cijev probuši.

Spajanje PP-R cijevi

Cijevi iz polipropilena spajaju se zavarivanjem. U nekim katalozima izraz je zavarivanje, u nekima fuzno zavarivanje, a u nekima polifuzno zavarivanje. Dodavanje pridjeva izrazu zavarivanje je apsolutno nepotreban jer fuzija između ostalog znači *ujediniti dva ili više tijela u jedno* [5] što je identično pojmu zavarivanja. Zavarivanje je postupak spajanja dvaju dijelova kojima se

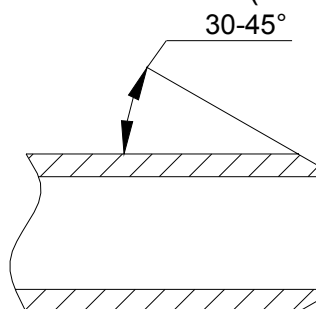
ti dijelovi dovode na one udaljenosti na kojima se nalaze njihovi atomi. Zavarivanje se može izvesti primjenom visokih tlakova (eksplozivno zavarivanje), zagrijavanjem i djelovanjem nižih tlakova (elektrootporno zavarivanje) ili rastaljivanjem dijelova (elektrolučno ili plinsko zavarivanje).

Zavarivanje polipropilenskih cijevi obavlja se površinskim zagrijavanjem spojnih dijelova na temperaturu od 260°C i utiskivanjem (uvaljivanjem) jednog dijela u drugi. Da bi se cijev i njen spojni dio zagrijali samo površinski duljina zagrijavanja je ograničena a ovisi o debljini stjenke. U tehničkim informacijama proizvođača polipropilenskih cijevi nalaze se smjernice o duljini zagrijavanja i vremenu obrade (tablica 2).

Tablica 2. Smjernice za zavarivanje PP-R cijevi

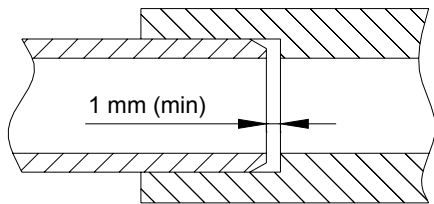
Vanjski promjer cijevi (mm)	Vrijeme zagrijavanja (sek)	Vrijeme obrade (sek)
16	4	4
20		
25		
32	6	6
40		
50		
63	8	8
75		
90		
110	10	10

Za rezanje cijevi najbolje je koristiti škare jer one ostavljaju čist rez, dok je nakon rezanja pilom odrezani dio potrebno obraditi oštrim nožem. Pri zavarivanju cijevi većeg promjera dobro je prikladnim alatom vrh cijevi obraditi pod kutom od 30 ili 45° (slika 2)

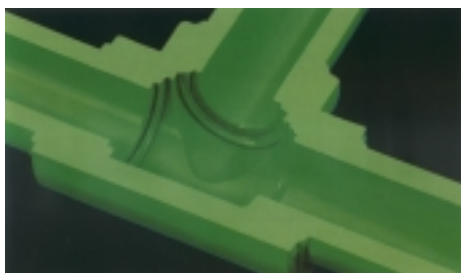


Slika 2. Obrada krajeva PP-R cijevi

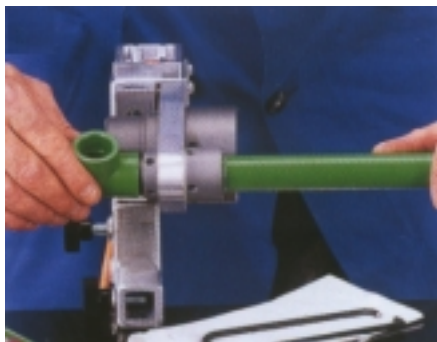
Prije zagrijavanja valja označiti dubinu utiskivanja cijevi u spojni element kako se predubokim utiskivanjem ne bi napravio prsten i smanjio promjer cijevi. Cijev se ne utiskuje do kraja u spojni element već treba ostaviti najmanje jedan milimetar slobodnog prostora (slika 3). Pri spajanju cijevi većeg promjera slobodni prostor treba biti veći



Slika 3. Slobodni prostor pri spajanju PP-R cijevi i armaturnih elemenata



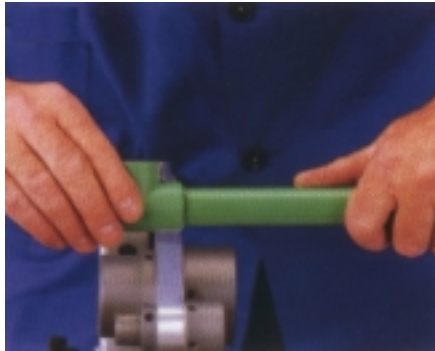
Slika 4. Dobro izvedeni spojevi PP-R cijevi i račve [3]



Slika 5. Zavarivanje PP-R cijevi; 1 Zagrijavanje cijevi i koljena [3]



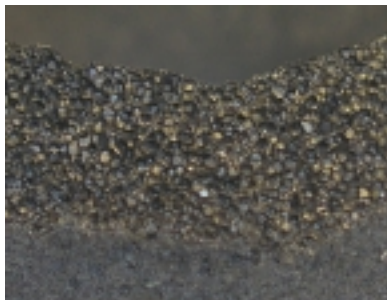
Slika 5. Zavarivanje PP-R cijevi; 2 Zagrijani dijelovi prije spajanja [3]



Slika 5. Zavarivanje PP-R cijevi; 3 Utiskivanje cijevi u koljeno [3]

Ugradnja PP-R cijevi

Nakon spajanja cijevi se izoliraju protiv propuštanja topline i od izvora mehaničkih oštećenja. Za izoliranje cijevi standardno se izrađuju profili iz pjenastog polietilena (PE) koji imaju izolacijsku sposobnost oko 80% [2]. Materijal nije štetan za zdravlje, ne prima vlagu, vijek trajanja mu je do 50 godina, a podnosi temperature od -50 do $+105^{\circ}\text{C}$. Za već ugrađene cijevi rabe se uzduž razrezani profili koji ubrzavaju montažu.



Slika 6. Struktura pjenastog PE

Cijevi izrađene iz PP-Ra ugrađuju mogu se postavljati podžbukno i nadžbukno. Pod žbuku se cijevi PP-R cijevi postavljaju na način identičan postavljanju čeličnih pocinčanih cijevi, dok za nadžbukno postavljanje PP-R cijevi svaki proizvođač nudi široku paletu obujmica. Slika 7 prikazuje podžbukno, a slika 8 nadžbukno postavljanje cijevi.



Slika 7. Podžbukno postavljanje cijevi [3]



Slika 8. Nadžbukno postavljanje cijevi [3]

Izduljenje i kompenzacija izdujenja PP-R cijevi

Nedostatak polipropilenskih cijevi je njihov veliki toplinski koeficijent izduljenja. Prije polaganja cjevovoda treba proučiti tehničke informacije proizvođača jer se na tržištu nalaze cijevi iz različitih polipropilena ili drugih polimera (umreženi polietilen (PE-X), polibuten (PB), klorirani polivinil klorid (PVC-C) i drugi), a svi ovi materijali imaju različit koeficijent toplinskog izduljenja. Također treba proučiti smjernice za polaganje cijevi u kojima su opisane mjere i postupci na koje treba obratiti pozornost.

Izduljenje cijevi izračunava se po obrascu:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

Δl – Izduljenje cijevi

α - linearni koeficijent toplinskog rastezanja

l - početna duljina cijevi

Δt - razlika temperatura

Ako je *linearni koeficijent toplinskog rastezanja* zadan na slijedeći način $\alpha=3.00 \times 10^{-5} K^{-1}$ onda to znači da se svaki milimetar cijevi izdulji za 0.00003 mm za svaki stupanj razlike temperatura. Pomnožili se ovo sa 1000 onda se 1m cijevi izdulji 0.03 mm za svaki stupanj razlike temperatura.

Razlika temperatura najčešće je razlika između temperature pri ugradnji cijevi i najveće radne temperature.

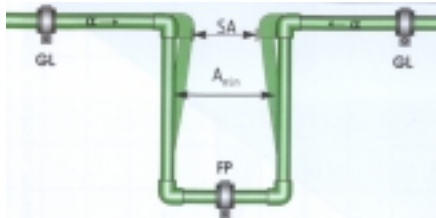
Kompenzacija izduljenja cijevi ugrađenih u kupaonice nije potrebna zbog malih duljina cijevi. Izduljenje koje će nastati na vodovima tople vode kompenzirat će debljina izolacije.

Pri postavljanju vodova tople vode ili centralnog grijanja kad su cijevi duge pet i više metara treba predvidjeti kompenzator.

Kompenzatora ima više, a za PP-R cijevi najčešće se rabi kompenzacijsko koljeno (slika 9), kompenzacijski luk (lira) (slika 10) i savijena kompenzacijska cijev (O cijev) (slika 11).



Slika 9. Kompenzacijsko koljeno [3]



Slika 10. Kompenzacijski luk (lira) [3]



Slika 11. Kompenzacijska savijena cijev (O cijev) [2]

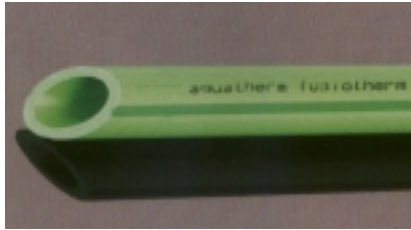
Višeslojne cijevi

Višeslojne cijevi nastale su u potrazi zadržavanja svih pozitivnih svojstava polipropilenskih i drugih cijevi izrađenih iz polimernih materijala i uklanjanja njihovog najvećeg nedostatka – velikog linearnog koeficijenta toplinskog rastezanja. Ove cijevi imaju toplinski koeficijent istezanja za četvrtinu manji od klasičnih PP-R cijevi, pa briga o izduljenju uslijed promjene temperature za kućne vodove otpada. Linearni koeficijent toplinskog rastezanja i čvrstoća im je po veličini slična čeličnim cijevima.

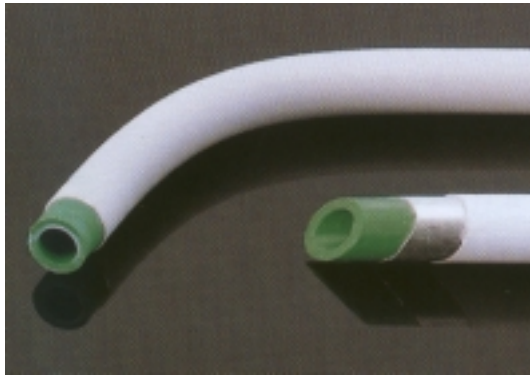
Razlikuju se dvije vrste kompozitnih cijevi:

1. Kompozitne cijevi koje su stabilizirane mješavinom vlakana u srednjem sloju (slika 12) i
2. Višeslojne cijevi koje su stabilizirane aluminijskim umetkom između dva sloja iz random polipropilena (PP-R) mrežastog polietilena (PE-X) ili iz polibutena (PB). S obzirom na materijal slojeva: plastika, aluminij, plastika ove se cijevi mogu nazvati PAP cijevi. (slika 13)

Postupak izrade višeslojnih cijevi razlikuje se od proizvođača do proizvođača a ima i više postupaka spajanja ovih cijevi.



Slika 12. Kompozitna cijev [3]



Slika 13. Višeslojna (PAP) cijev [3]

Literatura:

1. Tehnička enciklopedija -Tom 10, D.Štefanović: Polimerni materijali, Jugoslavenski leksikografski zavod «Miroslav Krleža», Zagreb, 1986.
2. Katalozi i tehničke informacije firme Ekoplastik
3. Katalozi i tehničke informacije firme Aquatherm
4. Boris Labudović: Osnove tehnike instalacija vode i plina, Energetika marketing, Zagreb, 2003.
5. Bratoljub Klajić: Riječnik stranih riječi, Nakladni zavod MH, Zagreb 1989.