

PRIKAZ PRAVILA UVOĐENJA U POGON W:2003¹⁾ (II)

IVO BURIĆ, dipl. inž. maš., Gradski zavod za veštačenja,
Svetozara Markovića 42, Beograd; e-mail: ivo_buric@gzv.co.rs

U članku su izdvojeni i naglašeni najvažniji stavovi Pravila uvođenja u pogon W:2003 CIBSE, sa ciljem prikazivanja postupka uvođenja u pogon sistema za raspodelu vode. Dati su osnovna načela proporcionalnog uravnoteženja sistema, osvrt na prethodne provere, puštanje u rad, uvođenje u pogon različitim metodama i za različite sisteme i osvrt na dokumentaciju i na dokazivanje. Prikazani su i dodaci – o projektu i o merenju i regulisanju protoka. Članak sadrži važne informacije neophodne projektantima, izvođačima, službama održavanja i vršiocima tehničkog pregleda instalacija i postrojenja KGH.

KLJUČNE REČI: uvođenje u pogon; sistem za raspodelu vode; merenje; podešavanje; uravnotežavanje; dokumentovanje; dokazivanje (veštačenje); prijem sistema

REVIEW OF THE CIBSE COMMISSIONING CODE W:2003 (II)

This article extracts and emphasizes some of the most important attitudes in the CIBSE Commissioning Code W:2003, reviewing procedure of commissioning water distribution systems. The author underlines basic principles of proportional balancing and dealt with preliminary checks, setting to work, commissioning of various systems by various methods, commissioning documentation and witnessing. Appendices of Code W are reviewed also, about design and measurement and balancing of water flow. Article contents some important informations necessary to designers, contractors, maintenance services and authorized specialists for witnessing and technical survey of HVAC instalations and plants.

KEY WORDS: commissioning; water distribution system; testing; adjusting; balancing; document; witnessing; system acceptance

4. Procena i dokazivanje sistema uvedenih u pogon

Cilj je da se formalno dokaže stepen do kojeg je uvođenje u pogon ispunilo zahteve specifikacije.

Dokazivanje zahteva poseban period vremena koji mora biti predviđen planom. Zahtevi za dokazivanje treba da su dati u usaglašenom formularu u kome su naznačene dopuštene tolerancije, kako pri merenjima, tako i za ponovljivost očitavanja.

Vršilac dokazivanja (veštak) treba da je povezan sa izvođačem, upravnikom uvođenja u pogon i stručnjakom za uvođenje u pogon.

Vršilac dokazivanja (veštak) treba da:

- bude uveren da su, za celu instalaciju, zahtevi specifikacije i Pravila W zadovoljeni;
- proveriti podatke o kalibraciji instrumenata;
- proveriti vrednost protoka na bilo kom izabranom mestu i to uporedi sa onim koje je zapisao stručnjak za uvođenje u pogon i sa projektnim zahtevima;
- proveriti temperature vazduha i vode;
- vizuelno proveriti bilo koji deo sistema;
- potpiše i potvrdi *uverenje stručnjaka za uvođenje u pogon* da je sistem uravnotežen i podešen prema specifikaciji;

- po potrebi, sačini posebno uverenje o dokazivanju iskazujući zadovoljenje i kopiju uruči stručnjaku za uvođenje u pogon.

Dokumentacija o uvođenju u pogon, to jest standardni formulari za razne zahteve, nije u domenu ovih pravila, ali je u njima navedeno koji od sledećih podataka treba da budu prikazani za:

- uređaje za merenje protoka, dvostruku regulaciju i automatsku regulaciju;
- uravnotežavanje vrednosti protoka;
- pojedinosti o pumpi;
- ostalu opremu;
- podatke o sistemu.

Svi dokumenti o rezultatima uvođenja u pogon treba da budu potpisani, sa datumom i dokazani (veštačeni), kao i stvarna overa punog radnog ustrojstva određenog vode-nog sistema.

5. Dodaci

Osim izloženog prikaza osnovnih postavki Pravila W: 2003, njima su dodati – WA 1: Projekat i WA 2: Merenje i regulisanje protoka.

5.1. Projekat

Važno je da sistem bude projektovan tako da može biti uravnotežen i podešen i da postoje ispravno postavljeni ventili i merne stanice koje će omogućiti ispravno uvođenje u pogon. Projekat mora da sadrži realističnu i nedvosmi-

¹⁾ Ovdje se prikazuje izdanje Pravila W iz 2003. godine, koje je načinjeno na bazi Pravila W iz 1994. godine, uz potrebne izmene i dopune.

slenu specifikaciju uvođenja u pogon i razgovori projektanta sa stručnjakom za uvođenje u pogon mogu pomoći da se to postigne.

Projektant treba da da i jedan kratak prikaz instalacije i uvođenja u pogon, zajedno sa potpunim opisom nameravanih delovanja sistema koja objašnjavaju tok i logiku automatske regulacije.

Treba pripremiti kompletne šeme veze svih sistema, sa podacima o prečnicima cevi, vrednostima protoka i pritiska pumpe, mestima svih mernih stanica i potrebnih pravih delova cevi uzvodno i nizvodno, mestima i nazivnim otvorima svih duploregulišućih ventila itd.

Koeficijenti protoka sistema (K) treba da budu upisani pored svakog uređaja za merenje i regulaciju protoka kao i vrednosti protoka i pada pritiska na svakom mernom uređaju u sistemu.

Vrednosti protoka i padova pritiska kroz izvore toplote, razmenjivače toplote i drugo, moraju biti dati na šemi. Ukratko, na šemi moraju biti upisane karakteristike sistema, kao i karakteristike opreme i armature. Osim šema, moraju postojati spiskovi svih pozicija postrojenja sa tehničkim podacima, kao što su na primer za:

- a) pumpe: učinak, prečnik radnog kola, broj obrtaja i karakteristične krive;
- b) kotlove: učinak, radne temperature i pritisak;

i tako dalje, za svu opremu i armaturu.

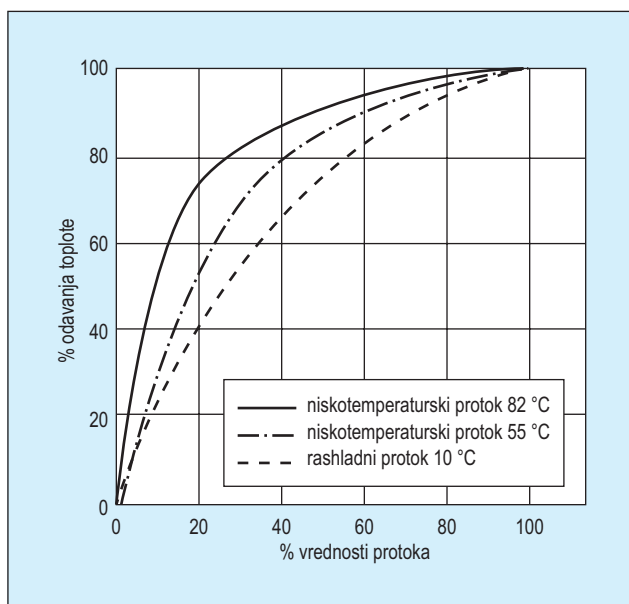
Takođe, treba pripremiti i dijagrame za električnu i pneumatsku opremu koja se koristi sa sistemom za raspodelu vode, kao i proizvođačeva uputstva za puštanje u rad i održavanje za sve pozicije opreme.

Radni učinci

Prenos toplote prilikom razmene je u nelinearnoj zavisnosti od protoka vode.

U nekim oblicima primene, velike promene protoka imaju mali uticaj na razmenu toplote. To se uzima kao „mali radni efekat“ (tj. učinak).

Obrnuto odavanje razmenjivača toplote sa „velikom radnim efektom“ biće izazvano samo malim odstupanjem vrednosti protoka. U vezi sa ovim, videti sliku WA1.1. i tabelu WA1.1.



Slika WA1.1. Odavanje toplote u zavisnosti od vrednosti protoka

Tabela WA1.1. Odstupanje vrednosti protoka, radni učinak i tipične korišćene instalacije

Odstupanje vrednosti protoka	Radni učinak	Tipična korišćena instalacija
Veliko	mali	Niskotemperatursko grejanje sa $\Delta t < 11 \text{ }^\circ\text{C}$ Srednetemperatursko vodeno grejanje Visokotemperatursko vodeno grejanje
Srednje	srednji	Niskotemperatursko vodeno grejanje sa $\Delta t > 11 \text{ }^\circ\text{C}$ Rashladna voda, komforna klimatizacija, povraćaj toplote Latentno hlađenje relativnom vlažnošću
Malo	veliki	Rashladna voda koja opslužuje kompjuterske ili procesne instalacije

Tolerancije

Preporučeni rasponi tolerancija u zavisnosti od radnog efekta sistema dati su u tabelama WA1.2. i WA1.3.

Sistemi uravnoteženi do preporučenih granica tolerancija treba da postignu projektne zamisli pri korišćenju u radu. Ograničenja mogu postojati kada zbog niskih protoka razlike pritiska padnu ispod 1 kPa (netačnost merenja) ili kada na dostignutu granicu tolerancija vrednost ukupnog protoka poraste na kraju postupka regulisanja.

Pri korišćenju uravnotežavajućeg ventila sa promenljivim otvorom blende, normalan položaj pećurke prema sici ventila mora biti između potpuno otvorenog i 50% zatvorenog. Ako je pećurka blizu sica (manje od 25% otvoreno), može doći do neželjene turbulencije i netačnih očitavanja. Stoga, dopuštene tolerancije iz tabela WA1.2. i WA1.3. jesu primenjive samo na pravilno izabrane ventile, kod kojih pećurka nije zatvorena više od 50%.

Tabela WA1.2. Tolerancije za uravnotežavanje vrednosti protoka u grejnim sistemima

Komponenta	Tolerancija za ustanovljen radni efekat, %	
	mali	srednji
Krajnje jedinice sa vrednošću protoka manjom od 0,1 l/s*	±15	±10
Grejači vazdušnih komora sa vrednošću protoka većom od 0,1 l/s*	±10	±7,5
Grane*	±10	±7,5
Magistrale	-0/+10	-0/+10

* Da bi se postiglo proporcionalno uravnoteženje, gornji i donji nivoi tolerancija ne bi trebalo da budu dostignuti. Niža, to jest negativna vrednost, jeste minimalna vrednost koju najnepovoljnija ili pokazna jedinica treba da dostigne. Gde god je to moguće, preostali deo proporcionalnog uravnoteženja treba postići unutar ukupne tolerancije i u zbiru treba da dostigne minimum od 100%.

Brzine strujanja treba da su u skladu sa preporukama da bi se umanjili vazdušni džepovi pri niskim vrednostima ili buka i kavitacija pri visokim vrednostima brzine.

Pumpa treba da je dimenzionisana tako da može da proizvede protok u skladu sa zahtevima za magistrale iz tabela WA1.2 i WA1.3 pri padu pritiska u pokazivačkom cirkulacionom krugu.

Priključke za merenje pritiska treba postaviti na propisana mesta ispred i iza pumpe, glavnih razmenjivača toplote, krajnjih jedinica, uzvodno i nizvodno od glavnih hvatača nečistoće i na merne blende, ventile sa promenljivim otvorom

blende, Venturijeve ventile za regulaciju diferencijalnog pritiska i regulacione ventile drugih mernih uređaja.

Tabela WA1.3. Tolerancije za uravnotežavanje vrednosti protoka u sistemima rashladne vode

Komponenta	Tolerancija za ustanovljen radni efekat, %	
	srednji	veliki
Krajnje jedinice sa vrednošću protoka manjom od 0,1 l/s*	-5/+10	±5
Hladnjaci vazdušnih komora sa vrednošću protoka većom od 0,1 l/s*	-0/+10	-0/+10
Grane*	-0/+10	-0/+10
Magistrale	-0/+10	-0/+10

* Da bi se postiglo proporcionalno uravnoteženje, gornji i donji nivoi tolerancija ne bi trebalo da budu dostignuti. Niža, to jest negativna vrednost, jeste minimalna vrednost koju najnepovoljnija ili pokazna jedinica treba da dostigne. Gde god je to moguće, preostali deo proporcionalnog uravnoteženja treba postići unutar ukupne tolerancije i u zbiru treba da dostigne minimum od 100%.

Mogućnost lakog prilaza mora se obezbediti svim mernim mestima pritiska, uređajima za merenje protoka, duploregulišućim ventilima i opremi koja zahteva podešavanje tokom uvođenja u pogon i održavanja.

5.2. Merenje i regulisanje protoka

U dodatku WA2, data su, prvo, najvažnija obaveštenja i uputstva o ugradnji i korišćenju uređaja za merenje protoka, i to kako opšta tako i posebna, za blende, ventil-blende, duploregulišuće ventile sa promenljivim otvorom blende, Venturijeve merače i komplete za uvođenje u pogon.

Potom su date preporuke za tačno dimenzionisanje i pozicioniranje duploregulišućih ventila od kojih ćemo ovde navesti da duploregulišuće ventile treba birati tako da se željeni autoritet dobije između 100% i 25% maksimalnog dizanja pečurke od sica ventila, a za loptaste i leptiraste zatvarače između 30% i 70% otvorenosti.

Pristup uređajima za merenje i regulaciju protoka mora biti dovoljan, što zahteva najmanje 100 mm čistog prostora od predmeta na pravcu ose tog mernog mesta pritiska. Postavljanja skale na duploregulišućim ventilima treba da budu vidljiva i pristupačna.

Činioci koji utiču na tačnost merenja su, prvenstveno **korišćenje drugih cevi**, a ne čeličnih, srednje teških, za koje su dati proizvođački dijagrami karakteristika, zatim **korišćenje antifriz rastvora** (zbog promene specifične težine, viskoziteta i površinskog napona), onda prisustvo vazduha u vodi, pa oscilovanje manometarskog očitavanja i, konačno, niske vrednosti zapreminskog protoka.

Regulatori konstantnog protoka smanjuju potrebu za proporcionalnim uravnotežavanjem na krajnjim jedinicama, skraćujući vreme uvođenja u pogon. Oni održavaju protok unutar određenih granica (obično ±5%).

Nepravilno uravnotežavanje protoka ovim uređajima bi se moglo pojaviti jedino ako razlika pritiska na nekom od ovih uređaja bude van ustanovljenog opsega ili ako čvrste čestice suspendovane u vodi u sistemu prouzrokuju blokiranje ili slepljivanje regulacionog mehanizma. Takvi uređaji ne mogu obezbediti merenje protoka. Gde se vrednosti protoka zahtevaju za dokumentaciju, moraju se uključiti dodatni uređaji za merenje protoka.

U Pravilima W:2003 date su napomene i uputstva u vezi sa uvođenjem u pogon RKP-ova.

Instrumentacija koja se koristi za uvođenje u pogon treba da se redovno čisti i održava, najmanje jednom godišnje. Ako je primereno, instrumente treba kalibrisati.

Za sprovođenje postupaka uvođenja u pogon koriste se manometri, termometri, elektronski merač jačine struje i tahometar.

Koeficijenti protoka

Koeficijent protoka (Kv) je definisan kao vrednost protoka u kubnim metrima na čas (m^3/h) pri padu pritiska od 100 kPa. Karakterističan (signalni) koeficijent protoka Kvs, konstanta za dati uređaj, proporcionalan je vrednosti protoka podeljenoj sa kvadratnim korenom pada pritiska koji se javlja na mernom uređaju na priključcima za merenje pritiska. To daje proizvođača.

Koeficijent protoka sistema (Kv), konstanta za dati uređaj (mereno 3 prečnika nizvodno i 10 prečnika uzvodno), proporcionalan je vrednosti protoka podeljenoj sa kvadratnim korenom pada pritiska dodatog na sistem od strane tog uređaja. Koeficijent protoka sistema je normalno viši (manji gubitak) od karakterističnog koeficijenta protoka (uređaja) zbog povraćaja statičkog pritiska, osim gde su tačke merenja blisko uparene, pa koeficijent protoka sistema (Kv) može biti osetno manji (veći gubitak). Zatim su u Pravilima W:2003 date razne korisne jednačine u vezi sa koeficijentima protoka.

6. Zaključak

Prikaz CIBSE-ovih Pravila za uvođenje u pogon W:2003 trebalo bi da je zainteresovanima pružio osnovna obaveštenja o tom predmetu i uputio ih da ta pravila sami prouče.

Važno je da projektanti i izvođači prihvate uvođenje u pogon kao obavezan postupak i da pri projektovanju i izvođenju obezbede sve mogućnosti za njegovo sprovođenje (pristup, dovoljno prostora, potrebne prave dužine cevi ispred i iza mernih uređaja, potreban broj mernih stanica na potrebnim mestima, merljive krajnje jedinice ili ugrađene merne uređaje na krajnjim deonicama mreže), kao i nedvosmisleni i sveobuhvatnu specifikaciju radova na uvođenju u pogon i prikaz metoda tog posla.

Ukratko, potrebno je da se, uz prethodne konsultacije sa stručnjakom za uvođenje u pogon, projektuju i izvode sistemi koji će omogućiti njihovo korektno uvođenje u pogon, što će doprineti optimalnom korišćenju sistema, to jest postizanju projektovanih uslova u prostoru za boravak ili rad ljudi sa najvećom mogućom efikasnošću sistema.

7. Literatura

- [1] *** CIBSE Commissioning Code W:1994.
- [2] *** CIBSE Commissioning Code W:2003.
- [3] *** ASHRAE Applications Handbook 1991, Chapter 34: Testing, Adjusting and Balancing.
- [4] **Burić, Ivo: Dokazi o kvalitetu instalacija i postrojenja KGH koji se dobijaju merenjima**, časopis KGH br. 4, 2007, str. 35–42.
- [5] *** Jugoslovenski standardi:
 - JUS L.H2.015 od 1989. – Merenje protoka fluida mernim blendama, mlaznicama i Venturijevim cevima ugrađenim u cevovode kružnog poprečnog preseka.
 - JUS L.H2.020 od 1991. – Merenje protoka fluida u zatvorenim vodovima kružnog poprečnog preseka – Metoda merenja brzine u jednoj tački poprečnog preseka.

(Kraj)