BIBLID 0350–1426 (206) 37:2 p. 29–37

POSTUPAK
ISPITIVANJA I PROVERE U CILJU IZDAVANJA DOZVOLE ZA PUŠTANJE U POGON – PRIKAZ PRAVILA UVOĐENJA U SLUŽBU A:1996[1)]

U članku su izdvojeni i naglašeni najvažniji stavovi Pravila uvođenja u službu A: 1996, sa ciljem prikazivanja postupka uvođenja u službu sistema za razvođenje vazduha. Data su osnovna načela proporcionalnog uravnotežavanja sistema, osvrt na prethodne provere, puštanje u pogon, uvođenje u službu različitih sistema za specijalne namene, na dokumentaciju za uvođenje u službu i dokazivanje. Prikazani su i dodaci – o uticajima na projekat, o montaži, merenju protoka vazduha i kalibraciji mernih instrumenata kao i o zdravstvenim i sigurnosnim merama. Članak sadrži važne informacije neophodne projektantima, izvođačima, službama održavanja i vršiocima tehničkog pregleda instalacija i postrojenja KGH.

KLJUČNE REČI: uvođenje u službu; sistem za razvođenje vazduha; merenje; podešavanje; uravnotežavanje; dokumentovanje; dokazivanje (veštačenje) ; prijem sistema

Mr IVO BURIĆ, dipl. inž., Gradski zavod za veštačenja, Beograd, e-mail: Ivo_Buric@gzv.co.yu

REVIEW OF THE COMMISSIONING CODE A:1996

This article extracts and emphasizes some of the most important attitudes in the CIBSE Commissioning Code A: 1996, reviewing procedure of commissioning air distribution systems. The author underlines basic principles of proportional balancing and dealt with preliminary checks, setting to work, commissioning of special systems, commissioning documentation and witnessing. Appendices of Code A are reviewed also, about design implications, installation, measurement of air-flow and calibration of instrumentation as well as about health and safety arrangements. The article contents some important informations necessary to designers, contractors, maintenance services and authorized specialists for witnessing and technical survey of HVAC installations and plants.

KEY WORDS: commissioning; air distribution system; testing; adjusting; balancing; documenting; witnessing; system acceptance

Najstarija ovlašćena ustanova inženjera koji opslužuju zgrade je engleska asocijacija CIBSE – The Chartered Institution of Building Services Engineers. U izdanju te ustanove izlaze, svakih nekoliko godina, obnovljena Pravila za izdavanje dozvole za korišćenje instalacija i sistema u zgradama: Pravila uvođenja u službu A: Sistemi za razvođenje vazduha; Pravila uvođenja u službu B: Kotlovi; Pravila uvođenja u službu C: Automatska regulacija; Pravila uvođenja u službu M: Upravljanje uvođenjem u službu; Pravila uvođenja u službu R: Rashladni sistemi i Pravila uvođenja u službu W: Sistemi za razvođenje vode.

Engleska reč „commission“ se, u ovom značenju, prvo počela da koristi za brodove: „to put into commission“ – uvesti u stroj, staviti u (aktivnu) službu i to kako broda (vessel), tako i posade (crew); „out of commission“ – u neispravnom stanju, a reč „commissioning“ označavala je postupak provere nekoga sistema ili za izdavanje dozvole za puštanje u pogon. To je, naravno, podrazumevalo sve potrebne provere ispravnosti svakog, pa i najmanjeg, detalja koji bi mogao izazvati bilo kakvu neispravnost sa neželjenim posledicama.

Da bi neki sistem mogao da bude po svim pravilima pušten u pogon, morao je dobiti dozvolu za puštanje u pogon.

1) Ovde se prikazuje izdanje Koda A iz 1996. godine. Postoji i novo izdanje, iz 2002. godine, ali je, radi postupnosti, bolje početi sa upoznavanjem ove materije iz starijih izdanja.

U inženjerskom opsluživanju zgrada, reč „commissioning“ znači napredovanje jedne instalacije od završetka montaže (stanja statičke kompletnosti) do punog radnog ispunjavanja (projektom) postavljenih zahteva. „Commissioning“ (uvođenje u službu) se sastoji od:

a) puštanja u rad nekoga sistema i

b) podešavanja protoka fluida u razvodnom sistemu, unutar propisanih tolerancija.

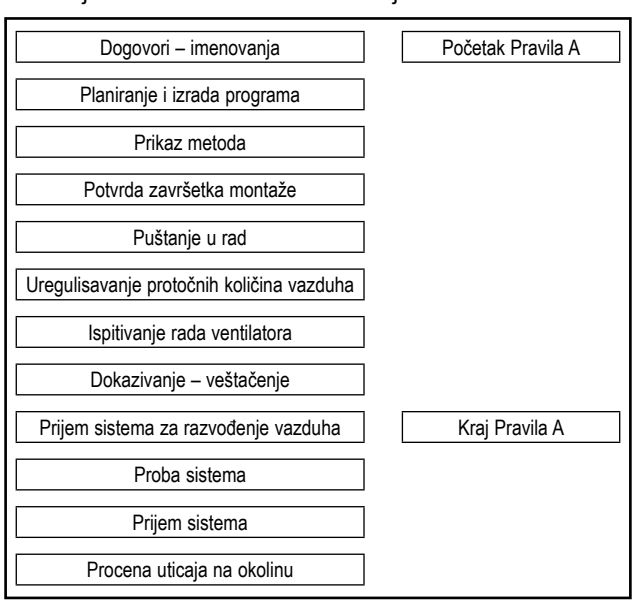
Pošto je „commissioning“ skup radnji na čijem je kraju potvrda ili dozvola za puštanje u pogon, to je ova materija od suštinskog interesa za Gradski zavod za veštačenja. Pošto se „commissioning“ primenjuje na distributivne mreže fluida kao i pripadajuću opremu u zgradama, od interesa je i za sve one koji se bave kako projektovanjem, tako i izvođenjem termotehničkih i termoenergetskih instalacija i postrojenja, za one koji vrše pripremu za puštanje u rad, one koji opslužuju i održavaju te instalacije i postrojenja, kao i za one koji vrše tehnički pregled tih instalacija i postrojenja.

U ovom članku je prikaz Pravila za proveru vazdušnih instalacija u cilju izdavanja dozvole za puštanje u pogon.

Uvod

Pravila za proveru i izdavanje saglasnosti za puštanje u pogon sistema za razvođenje vazduha data su u formi preporuka i uputstava „šta bi trebalo uraditi“, dok drugi priručnici i standardi objašnjavaju „kako bi to trebalo da se uradi“.

Algoritam na slici 1 prikazuje ključne korake koji prethode uvođenju u rad sistema za razvođenje vazduha.



Slika 1. Ključni koraci za sisteme za razvođenje vazduha

U „Pravilu A“ date su definicije bitnih pojmova koji se u ovoj oblasti primenjuju i koje su sasvim u skladu sa našom praksom i teorijom iz ove oblasti. Evo nekoliko primera:

– „sistem podesan za davanje dozvole za pogon je sistem projektovan, montiran i pripremljen za navedene potrebe na način koiji omogućuje njegovo korišćenje;
– „specijalista za dobijanje dozvole za rad “ je preduzeće ili osoba naimenovana da sprovede navedene dužnosti u vezi sa izdavanjem dozvole;
– „pokazivač (završna jedinica/ogranak/grana)“ je ona završna jedinica/ogranak/grana u sistemu za razvođenje koja, pre podešavanja protoka vazduha, prima najniži naznačeni procenat projektovane vrednosti protoka fluida;
– „završetak montaže“ (statička kompletnost) je stanje sistema montiranog u saglasnosti sa specifikacijom, spremnog za „puštanje u rad“. Ovo uključuje čišćenje i probe na pritisak i propustljivost sistema za razvođenje fluida (kada je to zahtevano);
– „sistem“ je celina povezanih delova za grejanje, hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju koji se sastoji od postrojenja, razvodnih kanala i završnih jedinica zajedno sa uređajima za regulaciju njihovog rada.

Radi sigurnosti da će sva tehnička lica raditi prema istovetnim procedurama i redosledu, specijalista za uvođenje u službu treba da sastavi prikaz metoda uvođenja u službu i da traži njegovo formalno odobravanje od izvođača ili naručioca.

Sve kanale i mašinska i električna postrojenja treba isprobati kako se to zahteva specifikacijom (iz projekta), a rezultati proba treba da budu zapisani i dokumentovani. Sastavljena dokumenta treba da budu na raspolaganju specijalistima za uvođenje u službu pre početka njihovih radova.

Odgovornost za uvođenje u službu je ugovorno pitanje van razmatranja ovih pravila. Uprkos tome, preporučuje se da upravljanje celokupnim procesom uvođenja u službu bude pod vođstvom i kontrolom jednog stručnjaka.

Osnovni cilj merenja, regulacije i dovođenja na tačnu meru protoka vazduha u razvodnom sistemu prema ovim pravilima je da se osigura da će rezultati koje postiže instalacija uvedena u službu biti odgovarajući za održavanje predviđenih uslova ugodnosti u boravišnom prostoru, sa optimalnom korisnošću.

1. Prethodne provere

Prethodne provere se vrše radi utvrđivanja da je sistem u zadovoljavajućim i sigurnim uslovima pre startovanja. To podrazumeva **provere**:

– **stanja objekta i sistema** u smislu završenosti i povezanosti delova objekta i sistema u skladu sa specifikacijom;
– **čistoće sistema** (pre nameštanja filtara), praktično svih delova sistema sa formalnim obaveštavanjem nadležne službe naručioca o eventulanim primerima nezadovoljavajuće čistoće;
– **uređaja za regulaciju** i drugih komponenata unutar vazdušnih puteva, u pogledu slobode pokretljivosti, podešenosti i neoštećenosti, sa posebnom pažnjom prema pravilnosti položaja mernih mesta na kanalima za vazduh;
– **vizuelne provere zaptivenosti** svih kanala, šahtova, revizionih otvora, fleksibilnih veza itd.;
– **ventilatora** – čistoće, pričvršćenosti, osiguranja, slobode rotacije, ispravnosti smera, korektnosti zazora, pogona, podmazivanja, regulatora vrtloga i sl.;
– **elektroprovera** u smislu izolacije i fizičke zaštite, čistoće, oštećenja, pritezanja klema, povezanosti prema šemama, korektnosti osigurača, podešenosti preopterećenja startera i slično.

2. Puštanje u pogon

Pošto su izvršene sve prethodne provere i utvrđeno da je:

a) sistem kanala kompletan i ima zadovoljavajuće zaptivanje i da je
b) standard čistoće svih delova sistema zadovoljavajući,

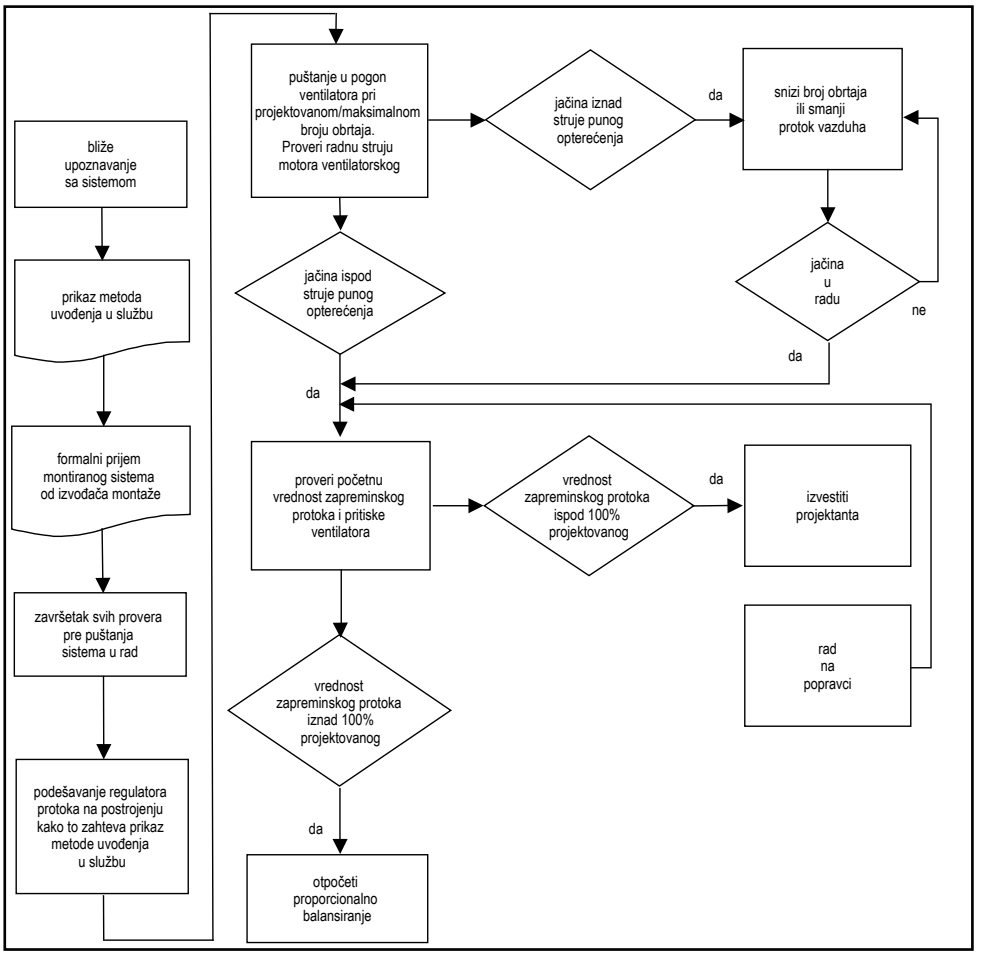
potrebno je, pre prvog uključivanja ventilatora, još i odvojiti zadnje elastične veze krajnjih jedinica, ukloniti fine filtre, zaštititi stvari u prostoriji koje bi mogle biti oštećene prašinom pri prvom izduvavanju i montirati glavne ulazne filtre i privremene filtre na usisu i krajnjim jedinicama recirkula-

cije. Treba proveriti da li je oprema koja može da strada od mraza (grejači ili hladnjaci) privremeno zaštićena ili prazna (važi i za maglene komore).

Početno pokretanje ventilatora treba da bude pri malom opterećenju (mali protok ali bez preteranog pritiska). Pri startu se proverava pravac rotacije, buka i vibracije, struja startovanja, struja rada motora, štetne pojave (varničenje, pregrevanje, gubitak maziva) sloboda pokretanja zaptivača i brojevi obrtaja i jačine radne struje višebrzinskih i motora sa varijatorom, po celom opsegu.

Ako je merodavno lice zadovoljno, mogu se prihvatiti dalja, veća opterećenja, uz merenje otpora izolacije motora. Dakle, ventilator se zaustavi i sve se ponovi pri normalnom opterećenju, uz izbegavanje ponovljenih startovanja da se ne bi preopteretili osigurači, prekidači i motor.

Posle kraćeg rada na normalnom opterećenju, sve što je bilo demontano (filtri, elastične veze itd.), treba ponovo montirati i početi duži rad u normalnom režimu, tzv. uhodavanje sve dok stručnjak ne bude uveren da je ugrađeni ventilator pouzdan za stalni rad i da sigurno može biti stavljen u normalan režim rada. Uhodavanje može potrajati nekoliko dana.



Slika 2. Algoritam aktivnosti koje prethode proporcionalnom balansiranju

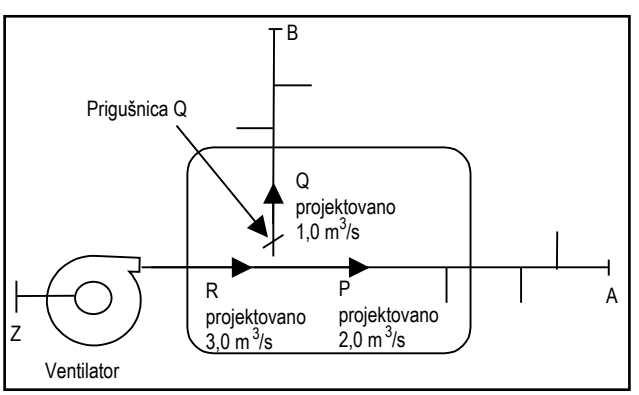
3. Podešavanje protoka vazduha

Pošto su uspešno završene prethodne provere, može se otpočeti podešavanje protoka vazduha u cilju proporcionalnog uravnoteženja sistema.

Ovde prikazana metoda uravnotežavanja protoka u vazdušnim sistemima primenjuje se na sisteme koji zahtevaju ručnu regulaciju i na kojima se mogu vršiti merenja protoka vazduha na krajnjim jedinicama u vazdušnim kanalima pomoću kalibrisanih instrumenata, priznatim standardnim metodama merenja.

Osnovno načelo uravnotežavanja protoka u sistemima razgranatih ventilacionih kanala sastoji se od rada na ispravnom podešavanju proporcionalnog protoka vazduha na svakom čvoru (spajanju ili razdvajanju) sistema, po redu, počev od najudaljenijeg, vraćajući se ka ventilatoru, bez obzira na definitivne vrednosti protoka i tako uravnotežavajući sistem. Pošto se to uradi, definitivne vrednosti zapreminskih protoka vazduha u celom sistemu se dovode na njihove projektovane iznose podešavanjem ukupnog zapreminskog protoka vazduha na ventilatoru. Ovaj princip ćemo objasniti razmatranjem protoka vazduha kroz čvor PQR u sistemu AZ kako je dato na slici 3.

Q je prigušena grana na kanalu RP, a potrebne vrednosti zapeminskog protoka su prikazane (na slici). Sa prigušnicom Q potpuno otvorenom, moglo bi se merenjem pronaći da P sprovodi 1,4 m^3/s, a Q 1,2 m^3/s – 70% i 120%, redom, od projektovanih vrednosti protoka. Radi uravnoteženja ovog račvanja, prigušnicu Q bi trebalo zatvarati sve dok P i Q ne sprovedu one protoke vazduha koji su srazmerni (proporcionalni) projektovanim. Ovo treba da se ostvari takvim uravnoteženjem da P sprovede 1,6 m^3/s (80% njene projektovane vrednosti), a Q sprovede 0,8 m^3/s (80% njene projektovane vrednosti). Sleduje da će R sada, takođe, sprovoditi 80% svoje projektovane vrednosti, to jest 2,4 m^3/s.



Slika 3. Račvanje razvoda vazduha

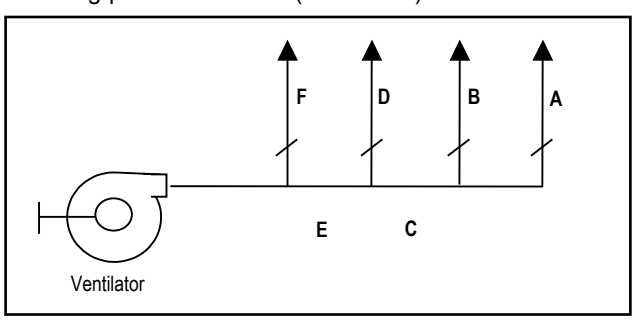
Kada je jednom prigušnica Q nameštena i kada je obezbeđeno da nema promena na bilo kojoj prigušnici u sistemu QB „nizvodno“ od Q ili u sistemu PA nizvodno od P – pro-

tok vazduha u R će biti podeljen u tačnoj projektovanoj srazmeri između P i Q u čvorištu PQR, to jest dve trećine ka P i jedna trećina ka Q. Ovo će ostati tačno bez obzira na konačnu vrednost protoka vazduha u R.

Radeći ovo unazad, uz sistem, prema ventilatoru, podešavajući prigušnice na drugim čvorištima između R i ventilatora, konačne vrednosti protoka u R, P i Q će se menjati ali odnosi tih protoka će ostati nepromenjeni.

Na kraju, kada sva čvorišta budu uravnotežena, ostaje da se podesi ukupan protok u sistemu koji će se na čvorištima deliti u podešenim odnosima, pa će do R stići 3,0 m^3/s koje će se podeliti na 2,0 m^3/s u P i 1,0 m^3/s u Q, tačno kako je zahtevano projektom.

U praksi, kada se uravnotežavaju nizovi čvorišta, radi izbegavanja kumulativnih grešaka i mernih mesta u kanalima između čvorišta uravnotežavaju se, međusobno, bočni ogranci, da svi sprovedu isti srazmerni deo vrednosti projektovanog protoka vazduha (vidi sliku 4).



Slika 4. Tipičan oblik razgranatih kanala

Podešavanje razvodnih prigušnica radi postizanja proporcionalnog uravnoteženja ima jednu važnu posledicu: konačni iznosi vrednosti protoka vazduha u bilo kom delu sistema nije potrebno da budu poznati u ovom stadijumu. Zato, instrument koji se koristi za merenje protoka vazduha na završnim jedinicama ili granama razvodnog sistema ne mora nužno pokazivati tačne vrednosti brzine vazduha. To znači da sopstvena greška instrumenta može biti ignorisana. Takođe, obezbedujući da se koristi istovetan metod merenja, faktori kao što su oni za efektivne površine rešetki obično se samoponištavaju i mogu biti zanemareni.

Konačna vrednost ukupnog protoka vazduha u sistemu ne mora se postići sve dok ceo razvodni sistem ne bude proporcionalno uravnotežen.

Tokom proporcionalnog uravnotežavanja preporučuje se da se uravnoteženi delovi sistema održavaju na 70% do 130% od projektovane vrednosti protoka radi održavanja željene tačnosti uravnoteženja pri podešavanju ukupnog protoka na projektovanu vrednost.

Postupci uravnotežavanja biće objašnjeni na slici 5, koja prikazuje tipičan sistem za razvođenje vazduha.

Prvo je potrebno otvoriti sve prigušnice u potpuno otvoren položaj (vezane prigušnice: jednu potpuno otvoriti, što će drugu potpuno zatvoriti). **Potom** treba uključiti ventilator tako da struja punog opterećenja motora ne bude dostignuta i izmeriti njegov protok koji bi trebalo da bude 100% projektnog.

Zatim se, istim instrumentom, imaju izmeriti protoci vazduha na svim krajnjim jedinicama i ta merenja zapisati kao „početna ispitivanja“. Te zapise treba proučiti da se vidi ima li bilo kakvih problema ili očiglednih grešaka (zagušenja, curenja, velikih razlika između sličnih grana ili jedinica i sl.) Treba odrediti odnose izmerenih i projektovanih vrednosti protoka u svakoj grani, ogranku itd. na sistemu i dobiti mesto najnepovoljnije krajnje jedinice (one sa najnižim procentom od projektovanog protoka) na svakom od ogranaka na sistemu.

Detaljna uputstva o proporcionalnom uravnotežavanju, sa mogućim problemima i načinom njihovog rešavanja data su u odgovarajućim odeljcima „Pavila A“, kao i opis načina regulisanja krajnjih jedinica, grana i ukupne vrednosti protoka vazduha.

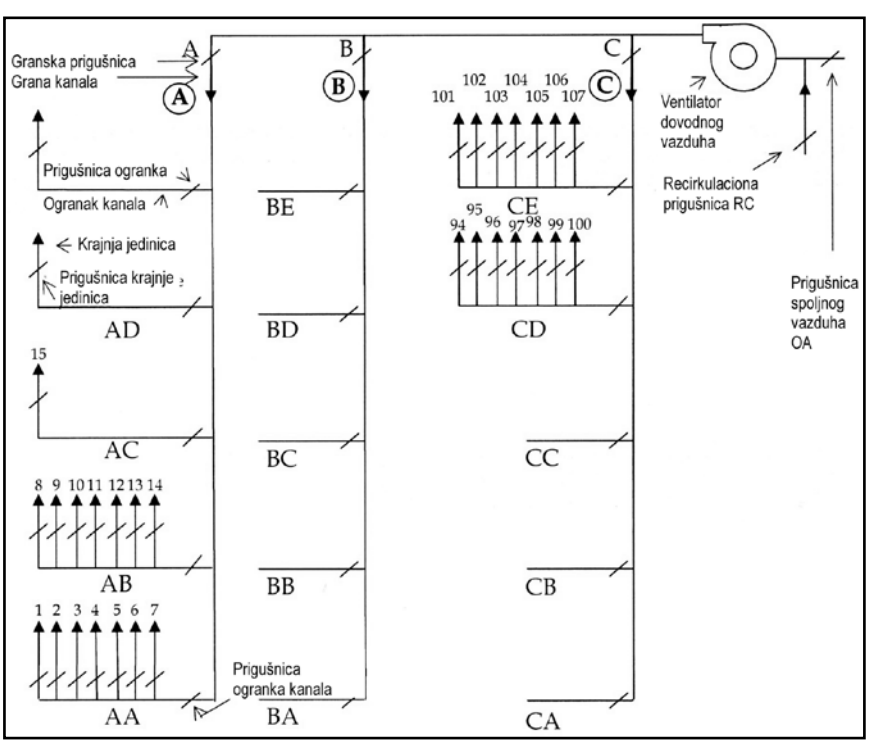
U osnovi, svi ti postupci pokoravaju se opisanom postupku podešavanja čvorišta PQR sa slici 3 i načelu redosleda podešavanja, od pokazne jedinice, to jest grane (one sa najslabijim procentom od projektovanog protoka), redom, u pravcu ventilatora („uzvodno“).

Na slici 6 prikazan je algoritam proporcionalnog uravnotežavanja i proveravanja vazdušnih sistema.

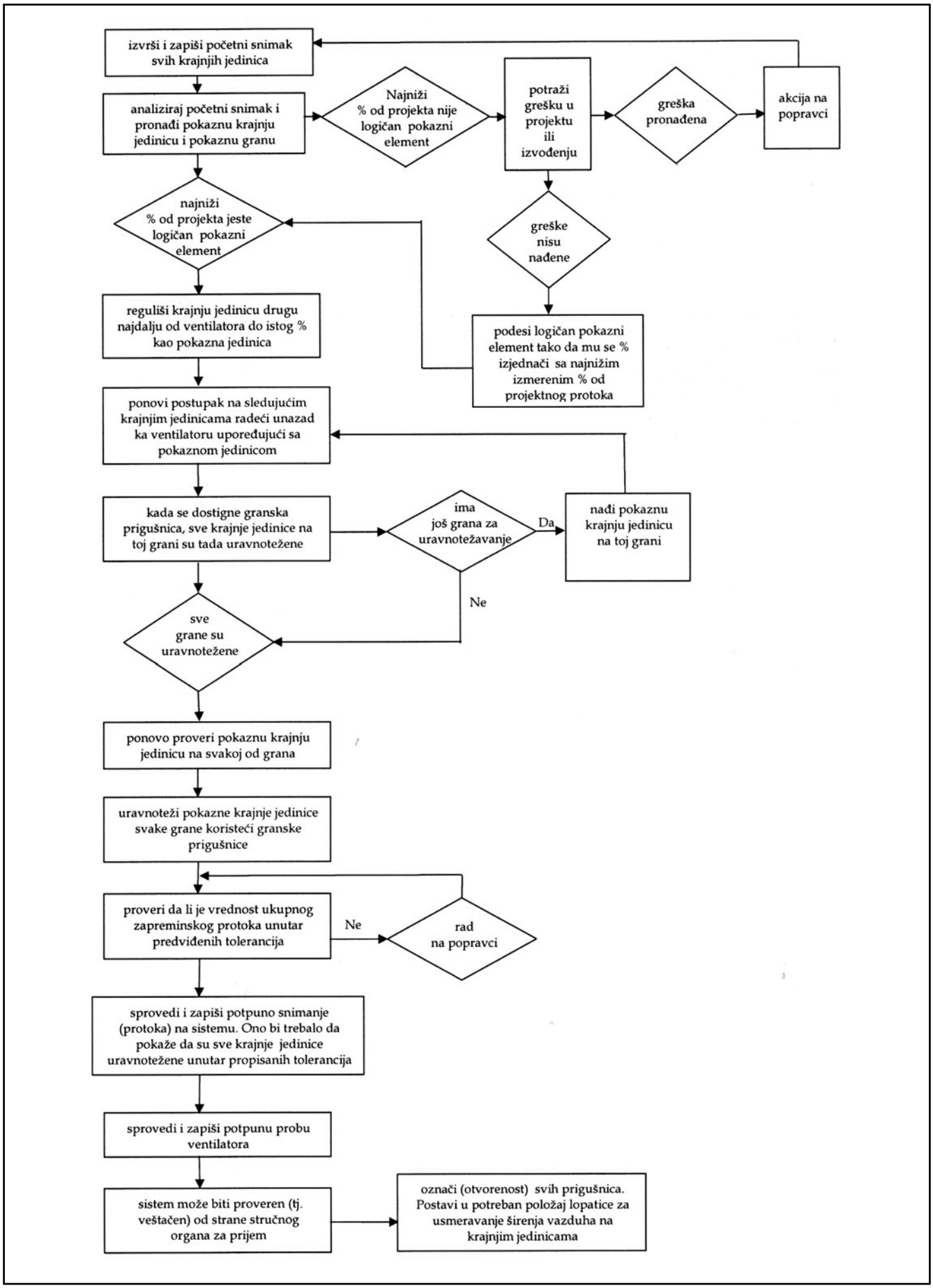
Kada je završeno zadovoljavajuće proporcionalno uravnotežavanje, u saglasnosti sa zahtevanim tolerancijama, treba zabeležiti konačna očitavanja sa sistema, prvenstveno jednim istim instrumentom. Ako ima više od jednog tipa krajnjih jedinica na sistemu, primenjuju se odgovarajući faktori preračunavanja. Vrednosti protoka na krajnjim jedinicama nisu stvarne i tačne konačne vrednosti protoka; svrha im je samo da pokažu njihovo zadovoljavajuće proporcionalno uravnoteženje.

Nikako ne bi trebalo nasumice menjati podešene položaje prigušnica u pokušaju da se ispravi neuravnoteženost sistema. To može dovesti samo do potrebe za ponovnim radom na uravnotežavanju sistema.

Kada se jednom uspostavi odgovarajuće proporcionalno uravnoteženje, sve prigušnice treba plombirati u podeše-



Slika 5. Tipičan sistem za razvođenje vazduha



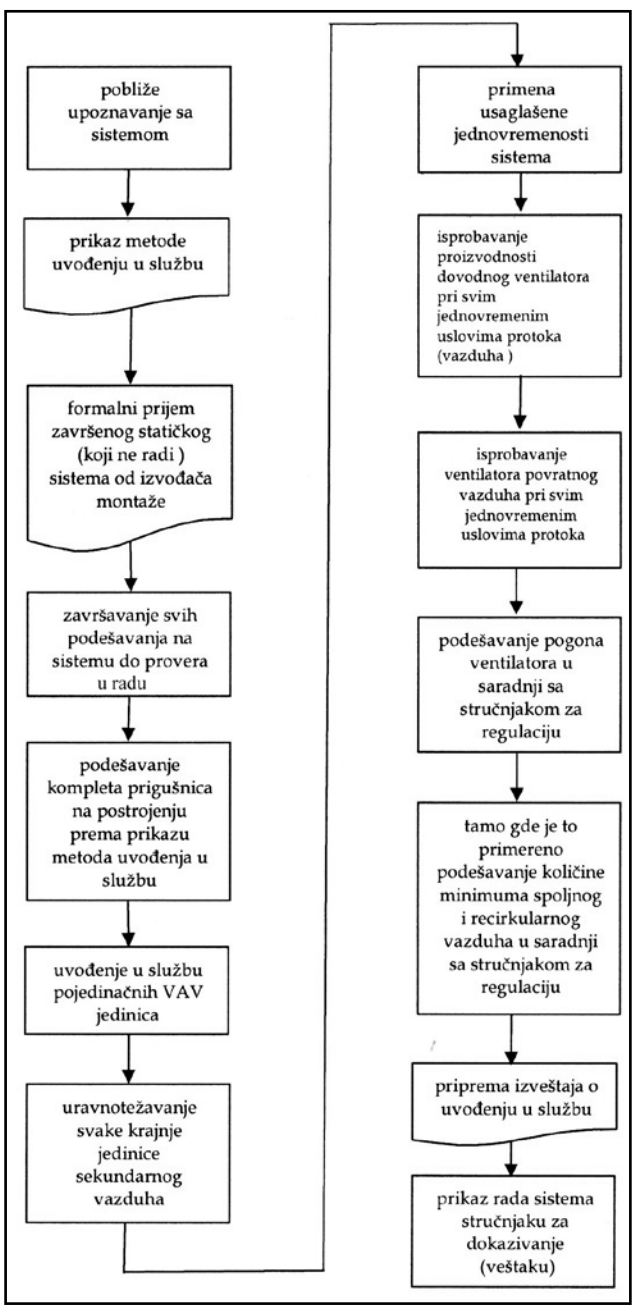
Slia 6. Algoritam proporcionalnog uravnotežavanja i proveravanja vazdušnih sistema

nom položaju, a njihove mehanizme označiti na jedan odobreni način.

Na kraju, sve podesive žaluzine, lopatice rešetki, levkove anemostata ili druge uređaje za usmeravanje vazduha treba podesiti tako da daju projektovane tokove raspodele vazduha u skladu sa željom projektanta.

Kada su u pitanju sistemi **sa promenljivim protokom vazduha (VAV),** postoji veoma veliki broj komponenata sa različitim zahtevima pa je veliki i broj metoda regulisanja i načina postizanja željenih karakteristika sistema. Sasvim je jasno da nijedan metod uvođenja u službu VAV sistema neće odgovarati svim opcijama.

Kao jedno opšte uputstvo, dat je algoritam na slici 7.



Slika 7. Algoritam za uvođenje u službu sistema sa promenljivim protokom

Tehnologija VAV sistema nudi širok dijapazon mogućih projektnih rešenja i prikladnih komponenti tako da nastale instalacije verovatno zahtevaju različite tehnike uvođenja u službu. Stoga svaki sistem treba da ima poseban, iscrpan prikaz metoda uvođenja u službu koji treba uraditi i usaglasiti sa projektantom i/ili stručnjakom za dokazivanje (veštakom) pre rada na uvođenju u službu.

U ovom odeljku Pravila A, koji se odnosi na VAV sisteme, pomenuti su uobičajeni delovi takvih sistema (od kojih neki mogu zahtevati stručno uvođenje u službu od strane proizvođača) kao što su dovodni i odsisni ventilatori sa promenljivom proizvodnošću, sa svojim sistemima za regulaciju, automatske prigušnice za menjanje odnosa količina vazduha, krajnje jedinice za promenljivu količinu dovoda ili odsisa itd. I ovde se zahtevaju sve prethodne provere, kao i dodatne, u svrhu pristupa, i posebne, radi provere čistoće, jer i malo prašine može trajno poremetiti rad krajnjih jedinica.

Tok uvođenja u službu VAV sistema mora biti primeren projektu sistema i načinjenom prikazu metoda uvođenja, a treba da sadrži sledeće bitne stavke: puštanje u rad; regulisanje VAV krajnjih jedinica; regulisanje sekundarnog razvoda vazduha; regulisanje ventila povratnog vazduha; regulisanje jednovremenosti sistema; provera projektne proizvodnosti ventilatora i provere proizvodnosti sistema.

Najvažnije je da se svim pobrojanim regulacijama postignu odgovarajući statički pritisci koji su zahtevani u delovima sistema, posebno vodeći računa da ti pritisci ne budu ni preveliki ni premali.

Često će biti potrebno merenje protoka vazduha u kanalima da bi se potvrdio metod merenja usvojen u prikazu metoda uvođenja u službu, naročito za krajnje jedinice.

Razvođenje sekundarnog vazduha iza krajnje jedinice treba sprovesti proporcionalnom metodom, kao za sisteme konstantnog protoka.

Proizvodnost svih delova opreme sa promenljivim karakteristikama treba zabeležiti pri najvećem, najmanjem i što više međustanja.

Važno je obezbediti da senzori za automatsku regulaciju proizvodnosti ventilatora budu postavljeni tako da ponude shvatljivu, stabilnu i pouzdanu regulaciju po celom opsegu rada ventilatora s tim da su ventilatori odsisnog i dovodnog sistema spregnuti tako da imaju istu proizvodnost u svakom trenutku zajedničkog rada u sistemu. Odstupanja jednog dela sistema između dve zadate vrednosti (pritisak i brzina) su normalna pojava zbog različitih osobina dovodnog i odsisnog sistema. Osim toga, granice tačnosti instrumenata pri niskim brzinama mogu onemogućiti postizanje ponovljivih rezultata merenja.

Podešavanje sistema automatske regulacije treba da uradi stručnjak te specijalnosti u saradnji sa stručnjakom za uvođenje u službu. Zadate vrednosti treba da obezbede optimalan rad VAV sistema uvedenog u službu.

Pritisni režimi se javljaju kao zahtev za pojedine opsluživane prostore bilo iz razloga izdvajanja ili zagađenja, to jest sprečavanje ulaska zagađenog vazduha (operacione sale, čiste sobe, put sigurnog izlaska), ili sprečavanja izlaska zagađenog vazduha (kuhinje, sanitarne prostorije, laboratorije i sl.).

Pisani prikaz metode uvođenja u službu treba da bude formalno usaglašen sa svim bitnim stranama, uključujući i stručnjaka za dokazivanje (veštaka).

Potrebno je da svi građevinski radovi budu završeni pre otpočinjanja uvođenja u službu pritisnih sistema (zidovi, podovi, podne obloge, vrata, podsecanje vrata, prozori itd.).

Postupak uvođenja u službu prikazan je na slici 8.

Ako dobijeni rezultati ne pokažu tačan ili prihvatljiv pritisni režim, može biti potrebno da projektant planira pažljive mere za popravak ventilacionog sistema ili građevinskih radova.

Kada se prihvatljivi uslovi jednom postignu, moraju se zabeležiti konačni rezultati, uključujući vrednosti zapreminskog protoka vazduha i razlike pritisaka. Ti zapisi bi trebalo da budu overeni od strane ovlašćenog stručnjaka za prijem.

4. Dokumentacija za uvođenje u službu

Dokumentacija se priprema zapisivanjem svih bitnih detalja sistema za razvođenje vazduha koji su bili podvrgnuti postupcima uvođenja u službu, planiranim u specifikaciji i/ili u bilo kom prikazu metoda. Dokumentacija o uvođenju u službu treba da je složena za čuvanje i budući izvor podataka (o instalaciji).

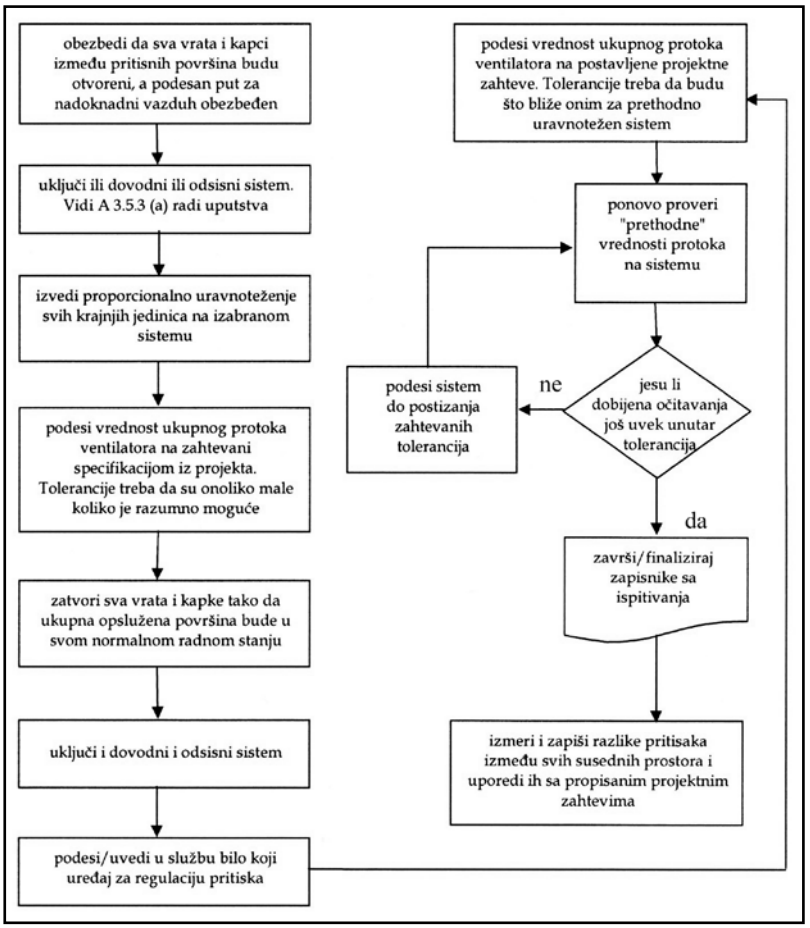
Svi zapisi treba da obezbede jasno prepoznavanje svakog glavnog dela pomoću njegovog: opisa rešenja, broja oznake, položaja, proizvođača, tipa, serijskog broja, projektovanih karakteristika i stvarnih karakteristika. Posebni zahtevi od te dokumentacije, ako postoje, treba da budu navedeni u specifikaciji.

Oblik tabela za prikazivanje rezultata treba prethodno da bude usaglašen sa projektantom i stručnjakom za dokazivanje (veštakom).

5. Dokazivanje

Uslov za prijem sistema jeste da rezultati uvođenja u službu budu odobreni.

Najjednostavniji oblik prijema je podvrgavanje postupku dokazivanja (veštačenja) radi provere da li je uvođenje sistema u službu sprovedeno prema specificiranim zahtevima.



Slika 8. Algoritam za uvođenje u službu tipičnog ventilacionog sistema projektovanog da proizvede pritisne režime unutar prostora

Dokazivanje je definisano kao ponovno dobijanje određenih rezultata uvođenja u službu u prisustvu stručnjaka za dokazivanje (veštaka) tako da on može da posmatra, potvrdi i potpiše rezultate. U ovom odeljku Pravila A daju se glavne crte preporuka koje se tiču dokazivanja. Svrha postupka dokazivanja je da omogući stručnjaku za dokazivanje da ustanovi nivo pouzdanosti rezultata uvođenja u službu koji su mu prikazani, da bi mogao da zvanično overi da su zabeleženi rezultati uvođenja u službu: ponovljivi, unutar zahtevanih tolerancija i u saglasnosti sa ukupnim projektnim zahtevima.

„Pravila A“ u ovom odeljku razmatraju:

- izbor stručnjaka za dokazivanje (veštaka),
- program dokazivanja,
- opšta načela dokazivanja (ovde treba napomenuti da opseg i polje rada na dokazivanju treba da budu planirani u projektu i da izgledi za subjektivno prosuđivanje treba da budu umanjeni, pošto to može dovesti do sporova), pa zatim
- dogovore o dokazivanju i
- prijem sistema za razvođenje vazduha.

Bitno je napomenuti da pri dokazivanju treba težiti ka ponavljanju uslova pri kojima je uravnotežavanje vazdušne strane bilo sprovedeno. Kada se sprovode mestimične provere zapisanih podataka, jasno je da se identični rezultati ne mogu dobiti. Očekivane razlike (od na primer ±5%) su prihvatljive, pod uslovom da to ne uveća tolerancije iz specifikacije ili predložene ovim pravilima.

Pošto se izvrši dokazivanje, može se smatrati da je sistem uveden u službu. „Primljeno“ postrojenje za rukovanje vazduhom treba ostaviti u jednom dopuštenom stanju rada i regulacije, **sa utvrđenom odgovornošću za njegov rad.**

Prijem sistema za razvođenje vazduha ne treba pomešati sa primopredajom koja ima i druge stavke, van oblasti uvođenja u službu.

6. Osim izloženog prikaza osnovnih postavki Pravila A:1996 uz pravila su dati i Dodaci o uticajima na projekat, montaži, merenju protoka vazduha i kalibraciji mernih instrumenata i zdravstvenim i sigurnosnim merama

1.1. Dodatak 1 – Uticaji na projekat

Projektant mora da prihvati da uvođenje u službu nije nekakav neobavezan postupak jer posledice neodgovarajućeg uvođenja u službu mogu dovesti do loših uslova u okruženju, gubitka energije, promaje i pojave buke. Prema logici ovih pravila, projektantov cilj mora biti da projektuje takav sistem za razvođenje vazduha u kome će raspored kanala i izbor i lociranje delova unutar vazdušnih puteva, naročito sredstava za regulaciju protoka vazduha, dati stabilan i uravnotežen tok vazduha.

Specifikacija radova na uvođenju u službu mora biti nedvosmislena i sveobuhvatna. Stoga se pre njene izrade preporučuje savetovanje sa stručnjakom za uvođenje u službu.

Tačno urađen šematski crtež može da prenese želje projektanta stručnjaku za uvođenje u službu. Takav crtež treba da prikaže opštu dispoziciju i dimenzije razvodnih kanala, uključujući i položaj: mernih mesta, granskih prigušnica, PP-klapni, ventilatora, žaluzina, regulacionih senzora, reše-

tki, baterija grejača i hladnjaka, filtara, krajnjih jedinica, uređaja za povraćaj energije itd.

Projektovane vrednosti protoka (uključujući tolerancije) i padovi pritiska treba da su napisani na šemi, najbolje kod izabranih mernih mesta. Osim toga, treba da se daju opis sistema, osnove sa dispozicijom i specifikacija sistema.

Pri razvoju projekta treba obratiti pažnju na okolnosti koje mogu imati uticaj na sprovođenje postupka uvođenja u službu tog sistema. Zato se mora sagledati mogućnost pristupa regulatorima protoka, mernim mestima, senzorima itd. i obezbediti dovoljno mesta za rad. Osim toga, sistem kanala treba da je projektovan tako da rezultantne brzine na mernim mestima i mestima regulacionih senzora budu lako merljive i što stabilnije i jednoličnije.

Položaji mernih mesta treba da se izaberu prema preporukama iz standarda, sa dovoljno dugom pravom deonicom pre mernog mesta.

Pravilima „A“ se daju uputstva u vezi sa projektom, i u pogledu VAV sistema, krajnjih jedinica, regulisanih pritisaka u prostoru, o specijalnim proizvodima, o specijalnim metodama ispitivanja, kao i dopuštanju promaje i buke, proizvođačevim uputstvima i dokazivanju, što sve treba da bude predviđeno projektom i da se oslanja na projekat.

1.2. Dodatak 2 – Montaža

Montažer treba potpuno da razume tražene zahteve za uvođenje u službu pre početka montaže, uključujući zaključke programa, lak pristup i uslove, tj. opremu koju treba obezbediti.

Montažer treba da dovede sistem u stanje statičke kompletnosti, uključujući sva potrebna čišćenja i probe nezaptivenosti kanala, pre otpočinjanja uvođenja u službu. Moraju se izvršiti sve potrebne zaštite za odbranu od zagađenja kanala i opreme.

Sistem kanala mora se proveriti na kvarove i nedostatke kao i celokupnost i ispravnost montaže u skladu sa specifikacijom iz projekta i preporukama proizvođača.

Tamo gde je specificirano, treba izvršiti ispitivanje propustljivosti kanala.

Montažer treba da snabde stručnjaka za uvođenje u službu kopijama svih bitnih dokumentata koji dokazuju statičku kompletnost (završetak montaže) svakog sistema pre otpočinjanja postupka uvođenja u službu.

1.3. Dodatak 3 – Merenje protoka vazduha i kalibracija mernih instrumenata

Osnovno je da se izaberu proverene i preporučene tehnike merenja koje su prihvatljive za sistem na kome će se primeniti, bilo da je to definisano specifikacijom ili odobrenjem stručnjaka za dokazivanje (veštaka).

Instrumentacija treba da je proverena i po potrebi kalibrisana od strane odgovarajuće (akreditovane) laboratorije.

Kada na sistemu ima više tipova krajnjih jedinica koje se ne mogu meriti istim instrumentom, ili uopšte ne mogu tačno meriti, treba izvršiti merenja protoka u kanalima ispred bar po jedne krajnje jedinice od svakog tipa, tamo gde ima dovoljno prave dužine i te rezultate uporediti sa merenjima na samoj jedinici, drugim instrumentom i drugom tehnikom, pa tako dobiti „faktor poređenja“. Dobro ga je načiniti u grafičkom obliku, kao nomogram, preko celog raspona korišćenih protoka za taj tip i veličinu krajnje jedinice. Tako se izmereni rezultati na različitim tipovima krajnjih jedinica mogu međusobno porediti i unositi u oficijelne zapise sa merenja.

Tolerancije pri regulaciji protoka vazduha date su u tabeli A1. Projektant može predvideti i drugačije tolerancije, primerene sistemu koji je on zamislio.

Nije ni potrebno ni praktično tokom regulisanja ukupnog protoka vršiti podešavanja da se postigne baš projektovan ukupni protok. To bi bilo dugotrajno i skupo (a i ne bi dugo trajalo, zbog zaprljanja filtara). Sa druge strane, preširoke tolerancije bi dovele do nepotrebnog arčenja energije i nepovoljnih uslova u okruženju.

Osim toga, tolerancije moraju biti zasnovane na ponovljivim merenjima protoka.

1.4. Dodatak 4 – Zdravstvene i sigurnosne mere

Zdravstvene i sigurnosne mere nisu deo postupka uvođenja u službu, ali ih stručnjak za uvođenje u službu mora imati na umu. Svi izvođači moraju biti sposobni da izvedu ili upravljaju radovima za koje su odgovorni, uključujući i zdravstvene i sigurnosne mere.

Izvođač mora sprovesti sve pripremne mere iz ove oblasti, naročito za visokorizična područja. Moraju se sprovesti procena rizika i predvideti sve mere za sprečavanje posledica u skladu sa tom procenom. Osoblje zaposleno radi izvođenja ili upravljanja radovima, mora imati potrebne veštine i praksu kao i dodeljeno vreme da završi svoj rad bez rizika po zdravlje i sigurnost.

Osim toga, izvođač je na gradilištu obavezan da: sarađuje i udovolji uputstvima glavnog izvođača; udovolji planu zdravlja i sigurnosti na projektu; opskrbi glavnog izvođača svakim obaveštenjem koje bi moglo uticati na zdravlje i sigurnost i obavesti glavnog izvođača o svakoj nezgodi, kao i da obezbedi da svi zaposleni znaju ime glavnog izvođača i nadzornog organa i sve bitne sadržaje plana zdravlja i sigurnosti.

7. Zaključak

Prikaz Pravila za uvođenje u službu A:1996 trebalo bi da je zainteresovanima dao osnovna obaveštenja o tom predmetu i da ih je uputio da sami prouče ta pravila.

Bitno je da projektanti i montažeri prihvate uvođenje u službu kao obavezan postupak i da pri projektovanju i izvođenju obezbede sve mogućnosti za njegovo sprovodenje (pristup, dovoljno prostora, dovoljno duge prave deonice

Tabela A1. Kumulativne granice tolerancija za regulaciju protoka vazduha

Vrsta sistema	Izvršenje učinka	Krajnje jedinice	Grane	Ukupan protok
Mehanička ventilacija Komforno hlađenje	Nisko	+20% od najslabije krajnje jedinice	+10% od najslabije grane	+10% – 5%
Klimatizacija Povišenje pritiska u evakuacionim putevima	Srednje	+15% od najslabije krajnje jedinice	+8% od najslabije grane	+10% – 0%
Klimatizacija sa uskim dejstvom automatske regulacije	Visoko	+10% od najslabije krajnje jediice	+5% od najslabije grane	+5% – 0%

** Tolerancije date u tabeli A1 za krajnje jedinice ili grane predložene su kao dozvoljeni porast iznad najnižeg izmerenog pokaznog procenta; to znači, ako najslabija krajnja jedinica u sistemu sa niskim izvršenjem pokazuje 80% od projekta, tada krajnja jedinica sa najvećim protokom ne bi trebalo da ima više od 80 + (80 x 20%) = 96% (procenata projektnog protoka). Tolerancije date za ukupnu vrednost protoka su predložene devijacije od konačne projektne vrednosti zapreminskog protoka. Vrednosti ukupnog protoka na dovodu i odsisu treba da su usaglašene i da teže istoj granici tolerancija.*

kanala na potrebnim mestima, merljive krajnje jedinice ili ako one to nisu, dovoljno dobra merna mesta na kanalima za dovod vazduha do njih, dovoljan broj ručnih regulatora itd.) kao i nedvosmislenu i sveobuhvatnu specifikaciju radova na uvođenju u službu i prikaz metoda tog posla.

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

8. Literatura

[1] *** CIBSE Commissioning Code A:1996

[2] *** I.H.V.E. Commissioning Code series A:1970

[3] *** ASHRAE Applications Handbook 1991, Chapter 34: *Testing, Adjusting and Balancing.*

[4] 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.
- JUS ISO 3996 od 1993. god. – Merenje protoka fluida u zatvorenim cevovodima – Metoda polja brzine koja koristi statičke Pitoove cevi (identičan sa ISO 3966:1977).

kgh