

UDK 624.92.012.4:69.008

Priljeno 15. 6. 2009.

Upravljanje kvalitetom pri izvođenju betonskih konstrukcija

Miroslav Blanda, Zlata Dolaček-Alduk, Dunja Mikulić

Ključne riječi

upravljanje kvalitetom, betonska konstrukcija, projekt betonske konstrukcije, izvedba betonske konstrukcije

Key words

quality management, concrete structure, concrete structure design, concrete structure realization

Mots clés

gestion de qualité, structure en béton, étude d'une structure en béton, réalisation d'une structure en béton

Ключевые слова

управление качеством, бетонная конструкция, проект бетонной конструкции, изготовление бетонной конструкции

Schlüsselworte

Leitung der Qualität, Betonkonstruktion, Entwurf der Betonkonstruktion, Ausführung der Betonkonstruktion

M. Blanda, Z. Dolaček-Alduk, D. Mikulić

Izvorni znanstveni rad

Upravljanje kvalitetom pri izvođenju betonskih konstrukcija

Opisuje se sustav upravljanja kvalitetom pri izvođenju betonskih konstrukcija kao integralni dio sustava upravljanja kvalitetom poduzeća. Definirane su i opisane zakonske obveze i odgovornosti sudionika u gradnji vezano uz izvođenje betonskih konstrukcija. Ti sudionici su: projektant, nadzorni inženjer, izvođač radova i proizvođač betona. Detaljno je analiziran proces izvođenja betonskih radova i predlaže se model sustava upravljanja dokumentacijom za sve aktivnosti procesa.

M. Blanda, Z. Dolaček-Alduk, D. Mikulić

Original scientific paper

Quality management during realization of concrete structures

The quality management system applied during realization of concrete structures is described as an integral part of the quality management system used in companies. Legal obligations and responsibilities of participants in construction, as related to realization of concrete structures, are defined and described. These participants are: designer, supervising engineer, contractor, and concrete manufacturer. The concrete works realization process is analyzed in detail and a model of a document management system is proposed for all activities included in the process.

M. Blanda, Z. Dolaček-Alduk, D. Mikulić

Ouvrage scientifique original

La gestion de qualité au pendant la réalisation des structures en béton

Le système de gestion de qualité appliqué pendant la réalisation des structures de béton est décrit comme une partie intégrante des systèmes de gestion de qualité utilisés par les sociétés. Les obligations et les responsabilités légales des participants en construction, relatives à la réalisation des structures en béton, sont définies et décrites. Les participants dans la construction sont: ingénieur d'études, ingénieur superviseur, entrepreneur et fabricant de béton. Le procédé de réalisation des travaux de bétonnage est analysé en détail, et un modèle du système de gestion des documents est proposé pour toutes les activités incluses dans le procédé.

М. Бланда, З. Дочачек-Алдук, Д. Микулич

Оригинальная научная работа

Управление качеством при изготовлении бетонных конструкций

Описывается система управления качеством при изготовлении бетонных конструкций как составной части системы управления качеством предприятия. Определяются и описываются законная обязательства и ответственность участников строительства при изготовлении бетонных конструкций. К участникам строительства относятся: проектировщик, инженер по надзору, исполнитель работ и производитель бетона. Подробно анализируется процесс выполнения бетонных работ, предлагается модель системы управления документацией по всем видам деятельности процесса.

M. Blanda, Z. Dolaček-Alduk, D. Mikulić

Wissenschaftlicher Originalbeitrag

Leitung der Qualität bei der Ausführung von Betonkonstruktionen

Man beschreibt ein System der Leitung der Qualität bei der Ausführung von Betonkonstruktionen als Integralteil der Leitung des Unternehmens. Definiert und beschrieben sind die gesetzlichen Verpflichtungen und Verantwortungen der Teilnehmer im Bauen in Verbindung mit der Ausführung von Betonkonstruktionen. Diese Teilnehmer sind: Entwurfsverfasser, Aufsichtsingenieur, Bauausführer und Erzeuger des Betons. Detailliert analysiert man das Prozess der Ausführung von Betonarbeiten. Vorgeschlagen ist ein Modell des Systems der Leitung der Dokumentation für alle Tätigkeiten des Prozesses.

Autori: Mr. sc. **Miroslav Blanda**, dipl. ing. građ., Institut IGH d.d., Poslovni centar Osijek; dr. sc. **Zlata Dolaček-Alduk**, dipl. ing. građ., Sveučilište J. J. Strossmayera, Građevinski fakultet Osijek; prof. dr. sc. **Dunja Mikulić**, dipl. ing. fiz., Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet Zagreb

1 Uvod

Izvođenje betonskih konstrukcija složen je proces koji obuhvaća aktivnosti koje se provode za fizičko dovršenje građevine: planiranje i pripremu cjelokupnog procesa, postavljanje skela, oplata, armiranje, ugradnju betona, njegu i zaštitu betona, montažu elemenata, nadzor i kontrolu aktivnosti te dokumentiranje procesa. Cilj izvedbe betonskih radova jest postizanje bitnih zahtjeva za građevinu koji se odnose na mehaničku otpornost i stabilnost, zaštitu od požara, higijenu, zdravlje i zaštitu okoliša, sigurnost, zaštitu od buke te uštedu energije i toplinsku zaštitu.

Osnovno je načelo pri razvijanju i primjeni sustava upravljanja kvalitetom kod izvođenja betonskih konstrukcija procesni pristup. Definiranje procesa te identifikacija i međusobno djelovanje potprocesa omogućit će nadzor i kontrolu koji su potrebni radi ostvarivanja projektom zadanih ciljeva. Sustav kvalitete na gradilištu mora biti dokumentiran s jasno izraženom primjenom, odgovornostima, opisanim tijekom nadzora i kontrole, te potrebom stalnog poboljšanja i podizanja svijesti o značenju kvalitete u svim fazama izvođenja betonskih konstrukcija [3]. Pristup upravljanju kvalitetom ovog područja, koje obuhvaća planiranje, kontrolu i poboljšanje kvalitete, treba udovoljiti važećim zakonima, pravilnicima, propisima i normama na koje propisi upućuju, a bitne su za izvođenje betonskih konstrukcija i proizvodnju betona.

Zakonodavni okvir, kojim se regulira izvođenje betonskih konstrukcija i potvrđivanje sukladnosti betona, čine sljedeći zakoni, pravilnici i norme:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, NN 100/04, NN 175/03)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 86/08)
- Zakon o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (NN 152/08)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije, posebno Prilog A (*Beton*) i Prilog J (*Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija*) (NN 139/09, NN 85/06, NN 101/05)
- Pravilnik o suglasnosti za započinjanje obavljanja djelatnosti građenja (NN 43/09)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08)
- HRN ENV 13670-1:2006 *Izvedba betonskih radova - 1. dio: Općenito*
- HRN EN 206-1:2006 *Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.*

2 Sudionici u procesu izvedbe

Izravni su sudionici pri izvođenju betonskih konstrukcija projektant betonske konstrukcije, nadzorni inženjer, izvođač i proizvođač betona. Obveza je svih sudionika zadovoljiti zahtjeve zakonske regulative. Osim izravnih sudionika u samoj izvedbi betonskih konstrukcija, neposredno u ostvarivanju konačne kvalitete sudjeluju ovlaštena tijela u dijelu potvrđivanja sukladnosti proizvodnje betona i akreditirani i/ili laboratoriji izvođača radova u svojstvu potvrđivanja sukladnosti svježeg i očvrsnulog betona na mjestu ugradnje.

2.1 Obveze projektanta

Bitan je preduvjet za izvedbu betonskih konstrukcija ispravna i točna projektna dokumentacija koja treba osigurati kvalitetnu i sigurnu izvedbu. Za izradu tehničke dokumentacije – projekt betonske konstrukcije – odgovoran je projektant. Prema *Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN 139/09, NN 85/06, NN 101/05)*, projekt betonske konstrukcije sastavni je dio glavnog projekta građevine koji sadržajno obuhvaća tehnički opis, proračun nosivosti i uporabljivosti te program kontrole i osiguranja kvalitete betonske konstrukcije [11].

U normi HRN ENV 13670-1:2006 *Izvedba betonskih konstrukcija, Dodatak A*, navedeni su podaci o kojima projektanti moraju voditi računa pri projektiranju, a koji mogu biti nužni za projektnu dokumentaciju [7]. Kod svakog projekta betonske konstrukcije moraju se unijeti odgovarajući podaci i uvjeti zadani projektom zadatkom. Opseg dokumentiranja izvedbe mora biti uključen u glavni projekt betonske konstrukcije u "*Programu kontrole i osiguranja kvalitete betonske konstrukcije*".

Projektna specifikacija betonskih konstrukcija, u kojoj se daju potrebni podaci i tehničke zahtjevi za izvedbu, sadrži:

- građevinske nacрте u kojima se nalaze geometrijske izmjere konstrukcije, količine i položaj čelika za armiranje i prednapinjanje, a za predgotovljene elemente težine, elementi za podizanje, itd.
- svojstva i opise svih građevinskih proizvoda koji će se upotrebljavati sa svim zahtjevima za njihovu primjenu (podaci trebaju biti navedeni u crtežima i u opisima radova)
- opise radova, tj. dokument koji opisuje primijenjene razrede nadzora, dopuštena geometrijska odstupanja, zahtjeve za svojstva završne obrade. Opisi radova trebaju uključiti sve zahtjeve na izvedbu betonskih konstrukcija, odnosno organizaciju, redoslijed izvođenja, privremene potpore, radne upute te pripadajuće zapise
- opise i specifikaciju izvedbe s predgotovljenim elementima.

Ovisno o uvjetima i okolnostima građenja, zahtjevi iz programa kontrole i osiguranja kvalitete mogu biti iscrpnije razrađeni u izvedbenom projektu betonske konstrukcije.

2.2 Obveze nadzornog inženjera

Nadzorni je inženjer fizička osoba ovlaštena za provedbu stručnog nadzora građenja koji se provodi u ime investitora. Mjere nadzora provodi nadzorni inženjer, a provodi ih prema projektu betonske konstrukcije i zadanom razredu nadzora (HRN EN 13670-1:2006, točka 11.. Razred nadzora (I., II., III.), a ovisno o složenosti konstrukcije, definira ih projektant u projektu betonske konstrukcije. Za sve provedene aktivnosti nadzora koje provode izvođač i nadzorni inženjer potrebno je voditi zapis u okviru sustava upravljanja kvalitetom izvođenja betonskih konstrukcija. Zapis o provedenim aktivnostima pri izvođenju i nadzornim radnjama potpisuju nadzorni inženjer i unutarnji nadzor izvođača čime se potvrđuje sukladnost izvedbe s projektom. Nadzorni je inženjer odgovoran za provedbu kontrolnih postupaka određivanja i utvrđivanja svojstava svježeg i očvrstnulo betona na mjestu ugradnje. Ovi se kontrolni postupci provode prema „Planu uzorkovanja i ispitivanja” betona na gradilištu koji izrađuje izvođač, a odobrava nadzorni inženjer.

Nadzorni inženjer obavlja nadzorne radnje za sve aktivnosti procesa izvedbe betonske konstrukcije što obuhvaća:

- pripremne radove (planiranje)
- skele i oplatae (prije i nakon betoniranja)
- armaturu (prije i nakon betoniranja)
- betoniranje (nadzorne radnje prije betoniranja, proizvodnja, svježi beton, ugradnja i zbijanje, njega i zaštita, nadzorne radnje nakon betoniranja).

Osim nadzornih radnji tijekom izvedbe betonske konstrukcije, nadzorni inženjer izrađuje završni izvještaj o izvedbi građevine u kojem se prikazuju podaci potrebni za dokazivanje uporabljivosti betonske konstrukcije. U Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN 139/09, NN 85/06, NN 101/05) definirana je potrebna dokumentacija za dokazivanje uporabljivosti betonske konstrukcije.

2.3 Obveze izvođača radova

Izvođač radova mora izvesti betonske radove u skladu s projektom betonske konstrukcije, uputama proizvođača za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda i zahtjevima Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (norma HRN EN 13670-1:2006 - *Izvedba betonskih konstrukcija*) [10]. Kontrole i nadzori prije i nakon betoniranja definirani su Tehničkim propisom za betonske konstrukcije, prilog J, a provodi ih nadzorni inženjer te unutarnji

nadzor izvođača radova. Nadzor koji provodi izvođač radova definiran je normom HRN EN 13670-1:2006. Ovisno o složenosti konstrukcije i razredu nadzora, izvođač imenuje odgovornu osobu koja provodi unutarnji nadzor. Osoba mora imati imenovanje te zadovoljavati zahtjeve stručnosti, iskustva i nepristranosti.

Dokumentacija izvedbe betonske konstrukcije sadržajno obuhvaća:

- izvore materijala, potvrde o sukladnosti i dobavljačeve izjave o sukladnosti
- način provedbe promjena u izvedbi pojedinih radova
- pisane postupke svih aktivnosti izvođenja betonske konstrukcije
- plan kvalitete i nadzora izvođenja betonske konstrukcije
- nacrt izvedenog stanja, uključivo i ugrađene predgotovljene elemente
- opis i način otkaljanja nesukladnosti i poduzete popravne radnje
- zapise o promjenama u projektnoj specifikaciji
- zapise o kontroli geometrijskih odstupanja.



Slika 1. Ispitivanje svježeg betona metodom slijeganja (snimio: M. Blanda)



Slika 2. Uzimanje uzoraka za ispitivanje tlačne čvrstoće (snimio: M. Blanda)

Do sada je izvođač betonskih radova bio dužan dostaviti nadzornom inženjeru projekt betona s planom organizacije betoniranja, transportom betona, opremom, sastavima betona i slično. Sada izvođač radova, prema glavnom projektu, mora izraditi „*Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije*“ s primijenjenim sustavom upravljanja kvalitetom na gradilištu (tablica 1.). Ovaj plan, između ostalog, sadržajno obuhvaća *Plan betoniranja* i *Plan uzorkovanja i ispitivanja*.

(3) ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu.

- (1) Sastav betona koji se proizvodi mora biti dokazan početnim ispitivanjem prema zahtjevima norme HRN EN 206-1:2006, Dodatak A. Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač. Početnim ispitivanjem utvrđuje se zadovoljava li beton sva uvjetovana svojstva svježeg i očvrsnutog.

Tablica 1. Sadržaj dokumentacije pri izvođenju betonske konstrukcije

Dokumentacija za građenje i izvedbu radova kako bi se osigurala uporabljivost i kvaliteta betonske konstrukcije	Dokumentacija na gradilištu
	<ul style="list-style-type: none"> - građevinska dozvola (potvrda glavnog projekta), glavni projekt i dokumentacija koja je njoj prethodila (suglasnosti) - uredno vođeni građevinski dnevnik i građevinska knjiga - rješenja o imenovanju odgovornih osoba - elaborat o organizaciji gradilišta s mjerama zaštite na radu i zaštite od požara - zapisnik o iskolčenju građevine i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja - dokumentacija o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (certifikati sukladnosti, potvrde o sukladnosti, jamstveni listovi, upute za upotrebu) - dokazi o kvaliteti ugrađenog betona i ostalih materijala koje su izdale ovlaštene institucije
	Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije
	<ul style="list-style-type: none"> - izvedbeni projekt betonske konstrukcije - dokumentirana procedura ili elaborat izvođenja betonskih radova sa svim resursima i planom izvedbe radova, koji moraju ovjeriti i usuglasiti projektant i nadzorni inženjer - izvještaje o ispitivanjima provedenim po nalogu nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala (prema <i>Planu uzorkovanja i ispitivanja</i>)
	Dokazi o uporabljivosti betonske konstrukcije
<ul style="list-style-type: none"> - rezultati nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koja se obvezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u betonsku konstrukciju - dokazi uporabljivosti (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim postupcima kontrole kvalitete i slično) koje je izvođač osigurao tijekom građenja betonske konstrukcije, a izdala ovlaštena tijela - uvjeti građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji izvođač mora imati na gradilištu, te dokumentaciju koju mora imati proizvođač građevnog proizvoda, a mogu utjecati na tehnička svojstva betonske konstrukcije 	

Izvođač je dužan prikupiti dokaze o ispitivanjima svježeg i očvrstelog betona na gradilištu i voditi zapise o provedenim postupcima kontrole kvalitete izvedbe. Ispitivanje uzoraka može provoditi u vlastitim laboratorijima ili u neovisnim akreditiranim laboratorijima.

Za radove pri izvedbi betonskih konstrukcija izvođač mora posjedovati *Suglasnost za obavljanje djelatnosti građenja* koju izdaje nadležna služba Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

2.4 Obveze proizvođača betona

Proizvođač betona je u cijelosti odgovoran za proizvodnju, ocjenjivanje i potvrđivanje sukladnosti betona. U tu svrhu obavezan je provoditi sljedeće aktivnosti:

- (1) početno ispitivanje tipa proizvoda (vrsta betona)
- (2) tvorničku kontrolu proizvodnje – sustav upravljanja kvalitetom

log betona. Prije upotrebe novog sastava betona ili pri značajnijim promjenama u sastavnim materijalima mora se obaviti početno ispitivanje. U slučaju betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna početna ispitivanja proizvođača. Proizvođač je dužan dokazati točno doziranje zadanih sastavnih komponenata i za to mora osigurati zapise [6].

- (2) Tvornička kontrola proizvodnje betona provodi se prema zahtjevima norma HRN EN 206-1:2006 i HRN EN ISO 9001:2002, te mora obuhvatiti sve mjere nužne za održavanje i osiguranje svojstava betona. Prema *Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda* (NN 103/08) [9], sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+, s time da pravna osoba, ovlaštena prema propisu za obavljanje poslova ocjenjivanja sukladnosti građevnih proizvoda, u cjeli-

ni postupa prema HRN EN 206-1 Dodatak C; za ispitivanje tlačne čvrstoće najmanje 4 puta na godinu nenajavljeno uzima uzorke betona, po 3 uzorka za svaki sastav betona koji je certificiran. Potvrđivanje sukladnosti betona odnosno nadzorni pregledi provode se dva puta godišnje na temelju rezultata nadzora unutarnje kontrole proizvodnje i ocjene (vrednovanja) rezultata ispitivanja proizvođača i rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće betona na slučajno uzetim uzorcima.

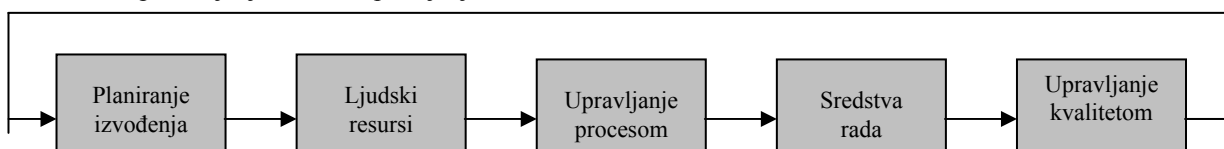
Tvornička kontrola proizvodnje uključuje sve mjere koje su potrebne za postizanje i održavanje kvalitete betona tako da on bude u skladu s propisanim zahtjevima. Ta kontrola obuhvaća sve provjere i ispitivanja, provjeru rezultata ispitivanja opreme, osnovnih materijala, svježeg i očvrstulog betona. Dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje utvrđuju se odgovornost, ovlasti i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i potvrđuje radove koji se odnose na proizvodnju betona. Posebno to se odnosi na osoblje kojemu je potrebna organizacijska sloboda i autoritet za minimiziranje rizika od nezadovoljavajućeg betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona.

Proizvođač u tom postupku mora provesti sljedeće:

- organizirati laboratorij i stalnu tvorničku kontrolu proizvodnje
 - imenovati osobu odgovornu za provođenje radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda
 - uspostaviti sustav pisanih uputa za obavljanje pojedinih radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti (priručnik kvalitete, postupci, radne upute i zapisi).
- (3) Proizvođač betona mora provoditi uzorkovanje svježeg i očvrstulog betona prema planu uzorkovanja u tvornici betona, sukladno zahtjevima norme HRN EN 206-1:2006.

2.5 Potvrđivanje sposobnosti za izvođenje betonskih konstrukcija

Osim dokumentacije sustava kvalitete, sudionici u gradnji moraju pribaviti dokaze nadležnih tijela kojima se potvrđuje njihova sposobnost za izvođenje betonskih radova ili uspostavljanje sustava upravljanja kvalitetom.



Slika 3. Povezanost ključnih elementa u izvođenju betonskih radova

Proizvođač betona mora imati *Potvrdu o tvorničkoj kontroli proizvodnje* (izdaje treća strana) i *Izjavu o sukladnosti* za određenu vrstu betona (izdaje proizvođač).

Suglasnosti za obavljanje poslova građenja za različite vrste poslova građenja nalaze se na internetskim stranicama <http://www.mzopu.hr/default.aspx?id=8002> [13] dok se registar certifikata tvorničke kontrole proizvodnje za proizvođače betona nalazi na www.igh.hr/QA/IGH-RegistarCertZOG.pdf [14].

Na dan 30.4.2009. 145 proizvodnih pogona za beton na području Republike Hrvatske posjedovalo je certifikat ili potvrdu tvorničke kontrole proizvodnje.

S obzirom na prilagodbu zakonske regulative, preporuke su da izvođači radova, kao jedan od sudionika u gradnji, uvode sustav upravljanja kvalitetom prema zahtjevima norme HRN EN ISO 9001:2002 i tako osiguraju procesni pristup i stalno mjerljivo poboljšanje kvalitete. Prema podacima Hrvatskog društva za kvalitetu [8], u Republici Hrvatskoj certificirana su 224 poduzeća u području građevinarstva od ukupno 2078, što čini 10,78 % (dostupno na www.kvaliteta.net/files/HR%20Survey%202007.pdf) [15].

Trenutačno je u Hrvatskoj certificirano ukupno 2390 poduzeća prema zahtjevima norme HRN EN ISO 9001:2000.

3 Proces i procesni pristup kod izvođenja betonskih radova

Izvođenje betonskih radova treba promatrati kao proces proizvodnje ili proces pružanja usluga te ga na taj način valja prikazivati i proučavati.

Proces mora biti planiran, uspostavljen i kontroliran da bi osigurao betonsku konstrukciju koja zadovoljava bitne zahtjeve. Ulazni su parametri: zakonska i tehnička regulativa, projektna dokumentacija, norme, dok je izlazni parametar betonska konstrukcija izvedena u skladu s ulaznim zahtjevima. Elementi sustava kao što su: osobe zadužene za proces izvođenja, materijali, tehnologija izrade te oprema i strojevi, ključni su elementi u procesu. Između procesa postoji sinergijsko djelovanje, što znači da svaki element sustava djeluje na drugi i da se to djelovanje odražava na proizvod [2].

U procesu izvođenja betonskih radova postoji pet ključnih elemenata o kojima ovisi izlaz, a to su: planiranje izvođenja, ljudski resursi, upravljanje procesom, sredstva rada i upravljanje kvalitetom (slika 3.) [5].

Planiranje izvođenja – Građevinsko poduzeće i uprava dužni su osigurati resurse za potrebe izvođenja ugovorenih radova. Planiranje se mora provoditi u skladu s ugovorom o građenju, projektnom dokumentacijom, zakonskom regulativom, pravilima struke i raspoloživim kapacitetima. Planskim odlukama dodjeljuju se raspoloživi kapaciteti (rad, oprema, materijali) na poslove i aktivnosti tijekom vremena. Terminalske odluke donosi taktički menadžment jer su one bitne da građevina bude izgrađena u ugovorenom roku.

Ljudski resursi. Pravilno upravljanje ljudskim resursima najvažnije je područje pri izvođenju građevinskih radova. Upravljanje ljudskim resursima jedan je od najvažnijih izazova organizacije radova, što se prije svega odnosi na poslove s velikim udjelom ručnog rada. Odgovorne osobe na gradilištu moraju odlučiti o važnosti svake radne aktivnosti i broju potrebnih ljudi za najpovoljniju izvedbu. Odluke koje se donose vezano uz radnu snagu su odabir, zapošljavanje, praćenje rada, motiviranje, izučavanje i otpuštanje.

Upravljanje procesom. Pri izvođenju betonskih radova zahtijevana je izjednačenost procesa. Uspostavu procesa uz primjenu odgovarajuće opreme, tehnologije i korištenja materijalom, provodi odgovorna osoba na gradilištu, odnosno glavni inženjer gradilišta. Kod uspostave procesa važno je da bude projektiran tako da se osiguraju bitni zahtjevi za građevinu, a to znači odrediti kontrolne točke nadzora u procesu.

Sredstva rada. Odgovorne osobe pri izvođenju donose odluke što treba naručiti, koliko i kada naručiti, odnosno kada nešto mora biti na gradilištu jer skladištenje i zadržavanje određenih resursa na gradilištu stvara dodatne troškove. Pri izvođenju radova bitna je isporuka na vrijeme koju trebaju uskladiti proces nabave i proces gradnje.

Upravljanje kvalitetom. Propisi i norme uspostavili su određene zahtjeve za kvalitetu izvođenja armiranobetonskih radova kojih se izvođači radova moraju pridržavati. Te norme uključuju načine za postizanje i održavanje kvalitete. Kvaliteta predstavlja važnu odgovornost izvođenja radova i zahtijeva uključivanje cijele organizacije. O kvaliteti se mora voditi briga u svim fazama. To znači: planiranje kvalitete, kontrola i osiguranje kvalitete (QC i QA planovi), poboljšanje kvalitete, primjena norma, osposobljavanje osoblja uključenog u proces.

Organizacijska struktura u građevinskim tvrtkama koje se bave izvođenjem građevinskih radova i pružanjem usluga treba biti orijentirana procesima i procesnoj organizaciji.

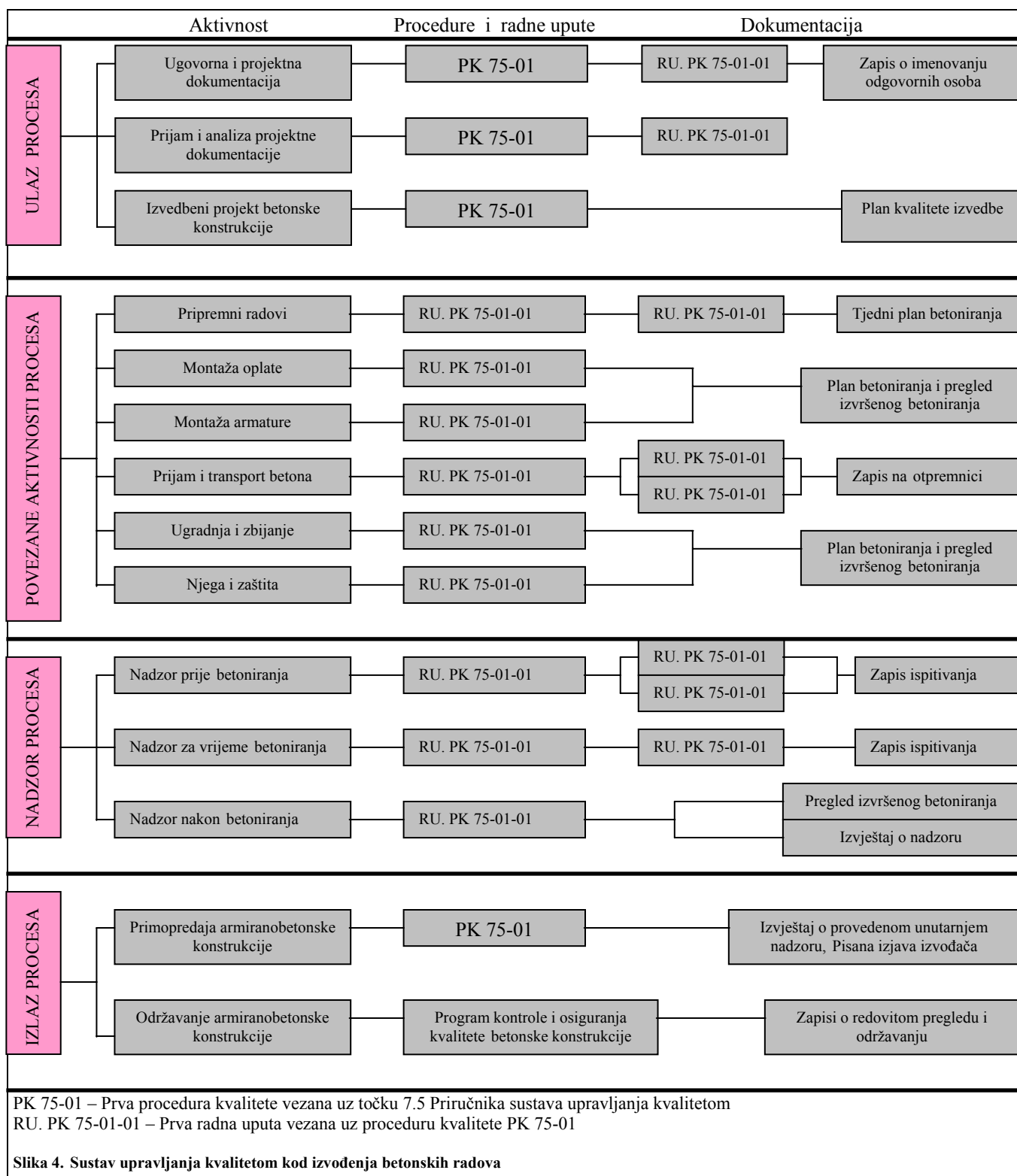
4 Sustav kvalitete u procesu izvođenja armiranobetonskih konstrukcija

Pri formiranju dokumentacije sustava upravljanja kvalitetom mora se definirati upravljanje, identifikacija, izrada i distribucija dokumenata koji su bitni za izvođenje betonskih radova. Dokumentacija procesa izvođenja betonskih radova mora biti sukladna zahtjevima norma HRN ENV 13670-1:2006 i HRN EN ISO 9001:2002 i implementirana u postojeći sustav upravljanja kvalitetom. Pravilna se primjena može provesti jedino uz edukaciju svih razina uposlenih. Edukacija se provodi kroz informativne seminare, praktične seminare i radionice. Najvažnije je da osobe uključene u sustav upravljanja kvalitetom budu upoznate s opsegom ovlasti i odgovornosti, a to su uprava, nositelji procesa i osobe izravno uključene u aktivnosti izvođenja. Tijekom vremena dokumentacija procesa izvođenja se analizira i revidira do potpunog usuglašavanja s praksom. Izmjene dokumenata i povlačenje nevažećih dokumenata treba provoditi sukladno proceduri za upravljanje dokumentacijom koju definira norma HRN EN ISO 9001:2002. Sustav se mora kontinuirano usavršavati i poboljšavati, što znači povećavanje učinaka i rezultata. Radi poboljšavanja sustava upravljanja definirane su preventivne i popravne radnje. Podaci bitni za realizaciju poboljšavanja moraju proizaći iz nadziranja procesa u cijelosti, što podrazumijeva kontrolu i osiguranje kvalitete u procesu izvođenja, ispitivanja kvalitete materijala na gradilištu, te analiziranja informacija dobivenih od naručitelja radova ili nadzornog inženjera. Na taj se način dobivaju podaci o dobavljačima usluga, karakteristikama procesa koje daju temelj za preventivne radnje. Preventivne radnje poduzimaju se sa svrhom otklanjanja potencijalnih nesukladnosti i problema te sprječavanja njihova pojavljivanja [4].

Primjeri preventivnih radnji u procesu izvođenja armiranobetonskih konstrukcija jesu:

- točan i cjelovit pregled projektne dokumentacije
- stručno usavršavanje osoblja uključenog u proces
- provođenje svih mjera zaštite na radu
- korištenje sigurnom i kvalitetnom opremom za rad
- rad s isključivo provjerenim dobavljačima.

Popravne radnje provode se u procesu nakon što je nastala nesukladnost koja se mora provoditi na temelju zapisa o nesukladnosti. Odgovorna osoba u procesu (menadžer gradilišta) mora istražiti uzrok nastanka nesukladnosti i donijeti odluku o popravnim mjerama, način na koji će se provesti i rok u kojem će se ukloniti. Uzroci nastanka nesukladnosti moraju se ocijeniti i taj uzrok predvidjeti u budućnosti.



Slika 4. Sustav upravljanja kvalitetom kod izvođenja betonskih radova

Primjeri popravnih radnji u procesu izvođenja betonskih konstrukcija jesu:

- naknadni dokaz tlačne čvrstoće betona
- novi proračun stabilnosti betonske konstrukcije
- sanacije betona zbog neadekvatne njege i zaštite
- prilagodba geometrijskih veličina betonskog elementa projektiranoj veličini
- prilagodba konzistencije svježeg betona na gradilištu itd.

Primjenom procesnog pristupa izvođenje betonskih radova može se prikazati kako je prikazano na slici 4. Svi elementi procesa su uključeni, a povratna veza ostvarena je preko nadzora [1].

Izvođenje betonskih radova definiramo kao jedinstven proces koji se sastoji od niza kontroliranih i organiziranih aktivnosti s terminima početka i završetka, a koje se provode radi postizanja zahtjeva, uključivo vrijeme, resurse, kvalitetu i troškove. Sustav kvalitete u ovom procesu obuhvaća organizacijsku strukturu, dokumentaciju, aktivnosti i sredstva koji su potrebni za udovoljavanje zahtjevima norme HRN ENV 13670-1:2006 i priloga J

Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, a obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- prijam i analizu projektne dokumentacije
- izradu operativnog plana izvođenja u vremenu s potrebnim resursima
- izradu plana kvalitete izvedbe betonske konstrukcije
- pripremne radove
- montažu skele i oplata
- montažu armature
- isporuku, prijam i gradilišni transport betona

Tablica 2. Pregled aktivnosti i zapisa pri izvedbi betonskih konstrukcija – Plan kvalitete izvedbe

broj	Aktivnosti u procesu	Zahtjevi	Upućivanje na dokumentaciju	Zapisi
1	Prijam i analiza projektne dokumentacije	Utvrđivanje kompletnosti i nedvosmislenosti projektne dokumentacije, HRN EN 13670-1, Dodatak A	Priručnik kvalitete, Procedura upravljanja kvalitetom – Izvođenje građevinskih radova	Kontrolni popis podataka koji moraju biti uključeni u projektnu specifikaciju
2	Izrada operativnog plana izvođenja u vremenu s potrebnim resursima	Stvaranje svih planskih, financijskih, organizacijskih, tehničkih i tehnoloških preduvjeta za izvedbu betonske konstrukcije	Priručnik kvalitete, Procedura upravljanja kvalitetom – Izvođenje građevinskih radova	Plan izvedbe u vremenu, tjedni planovi betoniranja
3	Izrada plana kvalitete izvedbe betonske konstrukcije	Definiranje kontrole i osiguranja kvalitete u svim fazama procesa	Program kontrole i osiguranja kvalitete-dio glavnog projekta, TPBK, HRN EN 206-1, HRN EN 13670-1	Plan kvalitete izvedbe
4	Pripremni radovi	Priprema gradilišta prema organizacijskoj shemi i osiguranje svih resursa za proces	Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije	Kontrolni popis resursa, Plan betoniranja
5	Montaža skele i oplata	HRN EN 13670-1 točka 5 i Dodatak B	Radna uputa procesa – Montaža oplata	Plan i pregled izvedenog betoniranja (oplata)
6	Montaža armature	HRN EN 13670-1 točka 6 i Dodatak C	Radna uputa procesa – Montaža armature	Plan i pregled izvedenog betoniranja (armatura)
7	Isporuka, prijam i gradilišni transport betona	HRN EN 13670-1 točka 8 i Dodatak E	Radna uputa procesa – Prijam, transport i betoniranje na gradilištu	Plan i pregled izvedenog betoniranja (betoniranje), otpremnica betona
8	Radnje koje se provode prije betoniranja	HRN EN 13670-1 točka 11 i dodatak G, niz normi HRN EN 12350 i HRN EN 12390	Radna uputa procesa – Nadzor prije i za vrijeme betoniranja	Plan i pregled izvedenog betoniranja (oplata), Zapisi o ispitivanju svježeg betona, Zapisi o izradi uzoraka betona
9	Ugradnja i zbijanje betona	HRN EN 13670-1, točka 8.4	Radna uputa procesa – Prijam, transport i betoniranje na gradilištu	Plan i pregled izvedenog betoniranja (betoniranje)
10	Njegovanje i zaštita betona	HRN EN 13670-1, točka 8.5	Radna uputa procesa – Prijam, transport i betoniranje na gradilištu	Plan i pregled izvedenog betoniranja (betoniranje)
11	Radnje koje se provode nakon betoniranja.	HRN EN 13670-1 točka 11 i Dodatak G	Radna uputa procesa – Nadzor nakon betoniranja	Plan i pregled izvedenog betoniranja (pregled betoniranja)
12	Analiza i izrada izvještaja o provedenim postupcima ocjenjivanja sukladnosti betona s uvjetima projekta	Priručnik kvalitete (poboljšanje kvalitete), TPBK, članak 29.	Priručnik kvalitete, Procedura upravljanja kvalitetom – Izvođenje građevinskih radova	Zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete, Izvještaj o provedenim postupcima ocjenjivanja sukladnosti betona s uvjetima projekta

- radnje koje se provode prije betoniranja
- ugradnju i zbijanje betona
- njegu i zaštitu betona
- radnje koje se provode nakon betoniranja
- analizu i izradu izvještaja o provedenim postupcima ocjenjivanja sukladnosti betona s uvjetima projekta.

Navedene aktivnosti u sustavu kvalitete izvođenja betonskih konstrukcija rezultiraju zapisima koji su prikazani u tablici 2.

Opisane aktivnosti moraju biti planirano mjerene i ocjenjivane sa svrhom dokaza sukladnosti izvedbe betonske konstrukcije i sustava kvalitete s projektnom specifikacijom i odgovarajućom normom. Cilj takvih neovisnih ocjena jest prikupljanje podataka i informacija o učinkovitosti sustava i primjenjivost procesa u praksi, odnosno na gradilištu. Na taj se način osigurava nadzor sustava upravljanja kvalitetom i njegovo stalno poboljšavanje.

Da bi se sustav kvalitete u području izvođenja betonskih konstrukcija mogao planirati, kontrolirati i poboljšavati, mora sadržavati elemente norme HRN EN ISO 9001:2002, dakle mora imati dokumentirane postupke, radne upute za pojedine aktivnosti procesa i zapise o provedenim procedurama kontrole kvalitete. U proceduru mora biti implementirana norma HRN ENV 13670-1:2006 Izvođenje betonskih konstrukcija s pripadajućim zapisima koji sadrže bitne elemente norme.

5 Zaključak

Radi uspješnog vođenja procesa upravljanja kvalitetom izvedbe betonskih konstrukcija, a sukladno zakonskim i tehničkim propisima, obveza svih sudionika u procesu jest ispuniti zakonodavni i normativni okvir u kojemu se obavlja građevinska djelatnost, ispuniti zahtjeve projektne dokumentacije i interne zahtjeve sustava upravljanja kvalitetom u poduzeću.

Potrebno je provesti i sljedeće:

- projektnu dokumentaciju i posebne zahtjeve izvedbe betonske konstrukcije dobro proučiti, te sve nejasnoće prije početka izvedbe usuglasiti sa sudionicima u projektu (projektantom, nadzornim inženjerom, voditeljem gradilišta)
- uspostaviti sustav kontrole i osiguranja kvalitete izvođenja armiranobetonskih konstrukcija, a odgovornim osobama u procesu dati jednoznačna zaduženja i odgovornosti te ih jasno dokumentirati

- sve aktivnosti unutar procesa jasno definirati i dokumentirati
- usuglasiti način dogovaranja promjena u izvedbi pojedinih radova i podnošenje takvog zahtjeva, te odrediti odgovorne osobe za odobravanje
- za sve aktivnosti u procesu izvođenja armiranobetonskih radova potrebno je angažirati stručni kadar i osigurati resurse za upravljanje kvalitetom
- imenovati unutarnji nadzor izvedbe
- planirati i osigurati pravovaljanu izobrazbu svih sudionika čiji rad utječe na kvalitetu
- definirati proceduru uklanjanja nesukladnosti izvedbe
- prema projektu betonske konstrukcije izraditi plan kvalitete izvedbe koji će točno razraditi izvedbu konstrukcije, prema raspoloživim resursima organizacije, te za izradu plana angažirati stručno i kompetentno osoblje
- ishoditi neovisnu ocjenu sustava upravljanja procesom izvedbe betonskih konstrukcija radi stvaranja povjerenja između izvođača i naručitelja radova.

Sustav upravljanja kvalitetom izvedbe betonskih konstrukcija može se usvojiti samo stjecanjem novih znanja. Svi sudionici u procesu moraju se aktivno uključiti pri uvođenju sustava da bi on bio razumljiv, a onda primjenjiv. Potrebno je prihvatiti nove spoznaje vezane uz građenje i održavanje građevina te promijeniti način razmišljanja. Izvođači radova dužni su ugrađivati samo one građevinske proizvode za koje je dokazana sukladnost, uz poštivanje norma za izvedbu pojedinih vrsta radova, npr. HRN ENV 13670-1:2006 Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio.

Projektanti u projektnoj dokumentaciji moraju definirati dužnosti i obveze izvođača te definirati program kontrole i osiguranja kvalitete usklađen s novim propisima. Nadzorni inženjeri nadzirat će kvalitetu izvedbe prema definiranom razredu nadzora i kontrolirati provodi li izvođač i sam mjere nadzora, te odobravati ugradnju građevinskih proizvoda samo na temelju isprava o sukladnosti. Odgovornost za građevinski proizvod, odnosno za njegovu kvalitetu i isporuku naručitelju, snosi proizvođač koji je dužan u skladu s novom regulativom izdati izjavu o sukladnosti građevinskog proizvoda sa sadašnjim pravilnicima i/ili normama.

Primjenom sustava upravljanja kvalitetom izvedbe betonskih konstrukcija poboljšat će se njihova kvaliteta i pouzdanost te postići povjerenje naručitelja radova, a time i konkurentnost na tržištu graditeljstva, i ostvariti uvjeti za građenje u zemljama Europske unije.

Zahvala!

Zahvaljujemo se Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske na potpori znanstvenom projektu broj 082-0822161-2990 (glavni istraživač prof. dr. sc. Dunja Mikulić) u okviru kojeg je provedeno ovo istraživanje.

LITERATURA

- [1] Blanda, M.: *Upravljanje kvalitetom pri izvođenju armiranobetonskih konstrukcija*, magistarski rad, Građevinski fakultet Osijek, Osijek, 2007
- [2] Bosilj Vukšić, V.: *Upravljanje poslovnim procesima*, Sinergija, Zagreb, 2004
- [3] Dolaček, Z.; Mikulić, D.; Bogičević, Ž.; Radujković, M.: *Implementing Quality System in Construction Companies*, Proceedings of 6th International Conference Organisation, Technology and Management in Construction, Mošćenička Draga, 17-20 September 2003, Hrvatska udruga za organizaciju građenja, Zagreb, 2003
- [4] HRN EN ISO 9001:2002 Sustavi upravljanja kvalitetom - Zahtjevi
- [5] Medanić, B.: *Management u građevinarstvu*, Građevinski fakulteti u Osijeku, Rijeci, Splitu i Zagrebu, Ipsilon d.o.o. Osijek, Osijek, 1997
- [6] HRN EN 206-1:2006 Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost
- [7] HRN ENV 13670-1:2006 - Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito
- [8] Hrvatski pregled certifikata sustava upravljanja za 2007. godinu - HR Survey 2007, Hrvatsko društvo za kvalitetu, Osijek, 2008
- [9] Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08)
- [10] Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije 3 Građenje*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb 2008
- [11] Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09, NN 85/06, NN 101/05)
- [12] Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 100/04, 175/03)
- [13] www.mzopu.hr/default.aspx?id=8002
- [14] www.igh.hr/QA/IGH-RegistarCertZOG.pdf
- [15] www.kvaliteta.net/files/HR%20Survey%202007.pdf
-